건설기술혁신사업 최종보고서

R&D / 05기반구축D05-01

웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발 [총괄]

2010. 9. 7.

주관연구기관 / 서울대학교
협동연구기관 / 한국건설기술연구원
한미파슨스
중앙대학교
공동연구기관 / 안동대학교
이화여자대학교
삼우종합건축사무소
경남대학교
경원대학교
광운대학교
숭실대학교
위탁연구기관 / 대림산업주식회사
(주)선엔지니어링종합건축사무소
(주)신화엔지니어링종합건축사무소
(주)아이티엠코퍼레이션건축사무소
(주)원건축사무소
(주)희림종합건축사무소

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

Construction & Transportation R&D Report

R&D / 05기반구축D05-01

웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발 (총괄)

국토해양부 한국건설교통기술평가원

건설기술혁신사업 최종보고서

R&D / 05기반구축D05-01

웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발 [총괄]

2010 . 9. 7.

주관연구기관 / 서울대학교
협동연구기관 / 한국건설기술연구원
한미파슨스
중앙대학교
공동연구기관 / 안동대학교
서울시립대학교
이화여자대학교
삼우종합건축사사무소
경남대학교
경원대학교
광운대학교
숭실대학교
위탁연구기관 / 현대산업개발
(주)비퍼플
참 여 기 업 / 대림산업주식회사
(주)선엔지니어링종합건축사사무소
(주)신화엔지니어링종합건축사사무소
(주)아이티엠코퍼레이션건축사사무소
(주)원건축사사무소
(주)희림종합건축사사무소

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토 해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 "웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발에 관한 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2010 . 09 . 07

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단
주관연구책임자 : 박 문 서

협동연구기관명 : 한국건설기술연구원
협동연구책임자 : 강 태 경

협동연구기관명 : 한미파슨스(주)
협동연구책임자 : 권 오 경

협동연구기관명 : 중앙대학교 산학협력단
협동연구책임자 : 김 경 주

공동연구기관명 : 국립 안동대학교
공동연구책임자 : 박 우 열

공동연구기관명 : 서울시립대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 구 교 진

공동연구기관명 : 이화여자대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 이 준 성

공동연구기관명 : 삼우종합건축사사무소(주)
공동연구책임자 : 유 승 호

공동연구기관명 : 경남대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 김 대 영

공동연구기관명 : 광운대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 김 창 덕

공동연구기관명 : 숭실대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 최 윤 기

공동연구기관명 : 경원대학교 산학협력단
공동연구책임자 : 서 상 욱

위탁연구기관명 : (주)현대산업개발
위탁연구책임자 : 김 광 희

위탁연구기관명 : (주)비퍼플
위탁연구책임자 : 권 순 석

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>05기반구축
D05-01</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>1년4월</td><td>단 계 구 분</td><td>5/5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">국토해양기술연구개발사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">건설기술혁신사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">1. 철근 자재 공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발
2. 설계협업 및 최적화 시스템 개발
3. 건설 생산 공정 혁신기술 개발
4. 웹 기반 분산형 건설정보 시스템 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">박 문 서</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총:138명
내부: 29명
외부:109명</td><td>해당단계
연 구 비
(천 원)</td><td>정부 : 2,324,000
기업 : 150,000
계 : 2,474,000</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총:660명
내부: 100명
외부:560명</td><td>총연구비
(천 원)</td><td>정부 : 7,190,000
기업 : 594,000
계 : 7,784,000</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">서울대학교
건축학과</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">(주)대림산업 외 6개 기관</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 :</td><td colspan="2">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">연구기관명 :</td><td colspan="2">연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>764</td></tr>
<tr><td colspan="6">○ 웹 서비스 기반 건설정보 포탈 시스템 개발
○ KMS 구축을 위한 BPM기반 지식분류체계 구축
○ 블로그 기반 공정리스크 관리시스템 개발
○ 통합 설계관리시스템 및 설계관리 지원 시스템 개발
○ 건설 주요공정 시뮬레이션 시스템 개발
○ 수행성능평가시스템 개발
○ 철근 자재 공급망 및 조달시스템 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">린건설 / 설계관리 / 공정관리/ 지식관리/
자재공급망 관리</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Lean Construction / Design Management / Schedule Management / Knowledge Management / Material Supply Chain Management</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구의 목적

본 연구에서는 건설생산 프로세스에서 발생하는 정보의 신뢰성을 제고하기 위해 설계/조달/시공 단계의 프로세스 개선을 위한 지원 시스템을 개발하고, 각 단계에서 발생하는 정보의 효율적 관리를 주 기능으로 하며, 성과측정/의사결정지원/지식기반 정보제공 서비스 기능을 갖춘 분산형 건설정보 시스템을 개발하고자 한다.

분산형 건설정보 시스템의 구축을 위한 세부적인 연구의 목표는 다음과 같다.

(1) 1세부과제의 연구 목표는 철근 자재공급망 및 조달관리 시스템을 개발하는 것으로, 개발된 시스템은 전문건설업체 및 가공공장 등의 최종사용자로 하여금 협업 도구를 제공하고 RFID(Radio Frequency IDentification) 등 ADC(Automatic Data Collection) 기술을 응용한 철근 자재의 적시 조달 지원체계를 구축하기 위한 기반을 제공하고자 한다.

(2) 설계 협업 및 최적화을 위한 혁신적인 Web 기반 설계관리 시스템의 프로토타입을 개발하고 사례적용을 통해 개발된 프로토타입 시스템의 실무 적용성을 검증한 후 추가 기술개발 방향과 상용화 계획을 제시하고자 한다.

(3) 국내 건설업의 효율적인 생산공정관리를 통한 건설생산성 향상을 도모하기 위하여 국내 건설업에 적용가능한 건설생산개선모델을 구축하고 실무자 중심의 실무 매뉴얼 및 교육 매뉴얼을 개발하며, 이를 바탕으로 한 웹기반의 린 건설 워크패키지 툴을 개발하고자 한다. 이와 더불어 건설생산공정 시뮬레이션 시스템의 개발을 통하여 제시된 개선모델의 적용성을 검증하여 최종목표인 건설생산 프로세스 혁신기술을 제공하고자 한다.

(4) 현재 건설업 내에서 이루어지는 지식 경영 활동 및 지식관리시스템을 분석하고, 문제점을 파악하여 이를 개선하는 중소기업형 웹 기반 건설 지식관리 시스템 및 이를 포함하는

린 건설 정보시스템을 개발하고자 한다.

2. 연구의 필요성

기존의 건설생산성 향상을 위한 노력은 개별 단위 작업개선에 초점이 맞춰져 있으며, 전체 건설생산 프로세스에 걸친 개선의 노력이 부족했던 경향이 있다. 특히 관리적인 측면(Management technology)에서의 기술력이 건설선진국에 비해 현저히 떨어지므로, 이에 대한 개선이 시급한 실정이다. 이는 건설정보의 호환성과 신뢰성 있는 도구의 부재에 의한 문제라 할 수 있다. 따라서 한국 건설산업의 국제 경쟁력을 높이기 위해서는 시스템적 사고의 기초 위에 첫째, 건설생산 프로세스의 개선을 지향하고, 둘째, 건설정보의 신뢰성 향상이 요구된다고 하겠다.

이에 대한 세부적인 연구의 필요성은 다음과 같다.

(1) 린 건설을 추구함에 있어 범용성이 큰 주요공정에 대해 우선 개선노력을 집중하는 것이 비용효과 측면에서 유리하고, 철근 등 구조체 공사는 이미 새로운 생산프로세스의 출현으로 그 효용이 어느정도 인정받고 있는 실정으로서 구조체 공사 주요자재 적시 조달 시스템을 구축함으로서 기반을 제공함

(2) 국내 설계산업의 낮은 설계 용역비, 설계 프로세스의 후진성 및 설계관리 기능의 부재로 설계품질의 저하 및 부실을 낳고 있으며, 이는 공사비의 증가 및 분쟁의 발생을 초래하여 국가의 재원을 낭비하고 있다. 설계 프로세스의 혁신 및 설계관리의 발전이 없을 경우 설계는 물론 시공에 미치는 영향이 지대할 것으로 판단되며, 이는 건설산업 전체의 효율성을 저해하는 중요한 요인이 될 것이다. 본 연구는 설계 프로젝트를 관리하기 위한 시스템 모듈을 개발하고 5차년도 연구에서 이들을 하나로 통합하기 위해 구축한 통합 설계관리 시스템 프레임워크를 통하여 설계산업의 선진화는 물론 시공단계의 업무 능률을 향상시키고 건설산업 전체의 효율성을 높일 수 있는 중요한 연구가 될 것이다.

(3) 린 건설은 건설 생산성을 저하하는 요소를 분석하여 낭비 요소의 최소화 및 자원 활용도의 최적화에 그 목표를 두고 있으며, 린 적용에 대한 평가지표로서 재작업률, 낭비율, 재고율 등이 고려되어 평가된다. 이러한 평가지표에 의한 성과 평가는 건설 생산 공정의 마이크로 프로세스 단위에서 분석이 이루어져야 하고 이를 근거로 다양한 공정계획 시나리오를 검증함으로써 최적의 공정계획 수립을 지원할 수 있다.

(4) 건설 사업에서 시뮬레이션은 건설관리를 위한 도구로서 많은 잠재력을 가지고 있으나, 적용은 해외 사례로 극히 제한되어 있으며, 국내의 경우 대단히 제한된 범위에서 해외

에서 개발된 시스템을 활용한 마이크로 프로세스의 공정 평가에 적용을 시도하고 있다.

(5) 단위 공종의 작업에서 작업 싸이클을 시간과 비용측면에서 어떻게 효율적으로 계획하는가에 따라 생산성에 큰 영향을 받으므로 최적의 공정계획을 수립하는데 한계성을 가지게 되므로 건설공정계획에 대한 여러 가지 시나리오를 검토하고 다양한 조건하에서 프로세스에 대한 분석이 필요하다.

(6) 기업 내 또는 프로젝트 간 지식 공유의 어려움으로 인해 이미 발생했던 재작업이나 시행착오 등의 낭비요소가 새로운 프로젝트에서도 반복되고 있으며, 기존 KMS의 비효과성으로 인한 기술 투자 및 실행 비용의 낭비 또한 매우 크다. 본 연구 성과물은 이러한 낭비요소를 개선하게 해 주고, KMS구축이 어려운 중소 건설 업체에게 ASP 형태로 제공해 줌으로써 비용 절감 및 인력 절감을 가능케 한다.

(7) 현재 구축 되어있는 지식관리 시스템의 지식분류체계는 프로젝트 관점의 기술업무를 중심으로 지식을 분류하고 있으나, 실무자들의 업무 프로세스 반영이 미흡하고 지식의 대상이 불명확하여 실무 사용자의 활용도가 감소하고 있다. 실무자의 활용도를 높이고 지식 관리의 효율성을 높이기 위해, 지식의 생성 시점, 지식의 종류, 지식의 주체를 중심으로 한 BPM 기반의 지식분류체계가 필요하다.

(8) 최근 들어 건설프로젝트 수행과정에서의 리스크 관리에 대한 관심이 고조되고 있으며, 이는 향후 건축산업의 발전에 따라 전체 프로젝트의 성공여부를 결정지을 수 있는 중요한 요소로 작용할 가능성이 높다. 따라서 객관적 자료를 기반으로 한 리스크 관리도구의 개발에 의해 프로젝트 수행과정에 발생할 가능성이 있는 리스크 요인에 대해 미리 예측하고 대비함으로써 공기지연 및 그에 따른 추가공사비 발생을 최소화할 수 있으며, 전체 프로젝트 수행에 있어 공정의 안정성을 도모할 수 있을 것이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

1. 철근 자재 공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발

본 연구개발은 철근공사를 대상으로 하며, 철근공사의 사전 엔지니어링(배근시공상세도 작성 및 이를 토대로 가공철근 물량산출 및 가공철근일람표 작성)과 공장가공 환경에서 가공철근 조달관리(가공철근 주문에서부터 공장출고, 현장입고, 현장출고 정보 자동수집 및 재고관리 등)를 지원하는 도구를 개발·보급하는 것을 범위로 한다. 본 연구의 5차년도 연

구범위는 1~4차년도 연구개발 결과물(시스템)에 대한 보급전략 수립 및 시스템 보급과 그에 따른 유지관리, DB Contents확충 및 산학연간 기술지원을 통한 피드백이며, 건설공사의 주요 공정인 철근공사를 대상으로 하였다.

2. 설계협업 및 최적화 시스템 개발

설계 진행과정에서 발생하는 정보를 효율적으로 관리하고, 이를 통해 도출되는 설계관리 지표를 체계적으로 관리하기 위하여 정보 중심의 설계관리 시스템을 개발하였다. 설계단계별 업무 프로세스 표준을 제시함으로써, 설계단계별 요구정보 및 연관관계를 쉽게 파악할 수 있게 하였고, 프로젝트가 종료된 후 수행 정보의 체계적인 저장을 통하여 회사 역량 향상을 이룰 수 있도록 하였다. 설계과정에서 발생한 정보를 통해, 인원관리, 일정관리, 품질관리, 인허가관리 등의 다양한 설계관리 지표를 통합 관리할 수 있도록 개발되었다.

3. 건설 생산 공정 혁신기술 개발

현장에서 발생하는 병목현상, 정체구간, 대기 현상 등 장비들 간의 간섭효과로 인해 발생하는 혼잡에 따른 건설공정의 생산성 저하를 평가하고, 최적의 자원계획을 수립할 수 있도록 지원하기 위하여 멀티에이전트 기반 건설공정 시뮬레이션 시스템(SimCon)을 구축하였다. 또한 공동주택의 콘크리트 구조체 공사 단계를 대상으로 타워 크레인과 자재 야적지 간의 상호관계를 고려한 최적 위치 선정을 위한 양중장비 운영계획 지원시스템(SimTower)을 개발하였다. 그리고 Web 기반의 수행성능평가 시스템을 구축함으로써 건설사업의 현재 상태 진단을 위한 평가체계를 수립하여 현재 상태를 파악을 가능하게 하며, 린 방식 건설 도입을 통하여 작업수행 성능의 개선 정도를 평가하기 위한 평가 방법론을 결정하여 인터넷 기반 실시간 자가 평가 가능한 통합시스템을 구축하였다,

4. 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축

블로그를 기반으로 하여 건설지식관리 포탈을 구축하였고 이를 통해 기대되는 효과는 다음과 같다. 첫째, 지식 공유 동기가 부여되며 둘째, 형식지 전환이 확대되며 셋째, 지식 휴먼 네트워크 활용이 활발해지고 마지막으로 지식 공유지가 확대되는 효과가 기대된다또한 건설 지식만을 전문적으로 공유하는 포탈로서 효율적인 건설지식관리시스템을 도입하였다. 사용자들이 활발하게 지식을 등재하거나 공유할 수

있고 , 전문가 지수를 도입하여 양질의 지식만이 등재할 수 있는 시스템을 구축하였다. 본 연구는 현업에서 실제로 사용 가능한 시스템을 구현하는 것이 하나의 목표이다. 이를 위해 린 건설 정보시스템 구축을 위해 지식검색 및 평가 모듈, 기업 차원 성과관리시스템, 기업 블로그, BPM기반 업무프로세스 관리모듈, 공정리스크 관리모듈을 개발하였다.

Ⅳ. 연구개발결과

1. 철근 자재 공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발

Auto CAD와 연동하여 기초, 기둥, 벽, 보, 슬라브, 집수정, 기둥 dowel, 옹벽 dowel 등 부재별로 배근 영역과 배근조건을 사용자가 입력하면 부재별 배근 알고리즘에 따라 배근시공상세도를 자동으로 작성하고, 작성된 배근시공상세도로부터 표준가공형상별 가공철근 물량을 자동 집계하여 가공철근일람표(Bar List)를 생성하는 시스템으로, 가공공장 또는 현장의 정척철근 재고량을 고려하여 형상별 우선사용 정척철근 길이를 지정하고 철근가공시 연신율 적용기준을 정의하므로써 철근가공손실(Loss)을 최적화하여 관리할 수 있는 기능과 작성된 배근시공상세도와 가공철근일람표 정보를 인터넷을 통해 원청사, 철근콘크리트 전문업체, 철근가공공장 등 철근공사 공급망 전체가 공유하고 가공철근 주문 기초자료로 활용하는 기능을 포함한다.

인터넷을 통해 승인된 배근시공상세도와 바리스트를 기초로 가공철근 주문서와 작업지시서를 생성하여 가공작업 진행(착수여부, 가공완료 여부 등) 정보와 가공철근의 조달(공장출고, 현장입고, 현장출고, 현장재고 등) 정보를 철근 공사관계자들이 실시간으로 공유하는 시스템으로, 이 때 가공철근의 조달정보는 RFID (바코드도 적용 가능)를 기반으로 하는 자동정보수집(Automatic Data Collection; ADC) 기술로 생성한다.

2. 설계협업 및 최적화 시스템 개발

본 연구에서는 설계협업 및 최적화를 달성하기 위해 웹 기반의 설계정보관리시스템을 개발하였으며, 다음과 같은 연구결과를 도출하였다.

첫째, 설계 프로세스 상에서 발생하는 정보를 중심으로 한 통합 설계관리 시스템을 개발하고자 하며, 이를 위한 기반기술로서 설계 프로세스별 정보를 정의하였다.

둘째, 설계 일정관리는 프로젝트 특성, 설계사 및 설계팀의 특성, 그리고 설계관리자의 역량 등에 따라 서로 다른 방식으로 수행되었으며, 하나의 형태로 정형화시키기 어려웠던 것이 사실이다. 설계 일정관리를 위한 기본 자료로 활용될 수 있는 데이터를 도출하기 위하여, 본 연구에서는 다음과 같이 두 가지 방법론, ① 실적자료 분석을 통한 가중치 산정, ② 전문가 설문조사를 통한 가중치 산정을 적용하였다.

셋째, 사단법인 한국건축가협회 산하 표준화위원회를 통해 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스를 개발하였다. 이렇게 개발된 표준 설계업무 프로세스를 토대로 하여, 설계품질 향상을 위한 체크리스트를 개발하였다. 기획설계, 계획설계, 기본설계, 실시설계의 4단계로 구분하였으며, 성과물 기반의 체크리스트를 작성하였다.

넷째, 웹 기반 개산견적지원모듈을 개발하여 설계자가 용이하게 마감공사비에 대한 구성항목의 인지를 가능하게 함은 물론 상세견적 지원 및 정보의 피드백을 가능하도록 하였다. 또한 설계자의 자재선정업무를 지원하기 위해 DW기반 온라인 자재선정지원모듈을 개발하였다.

다섯째, 설계프로젝트의 사용자간 협업을 지원하는 설계협업 지원모듈로 발주자와 설계자간 협업을 위한 발주자 협업관리와 설계자와 엔지니어링 협력업체의 협업을 위한 엔지니어링 협업관리로 분류된 설계업무 체계화 지원 시스템을 개발하였다.

3. 건설 생산 공정 혁신기술 개발

본 연구에서는 린 기반의 공정관리 체계를 구축하기 위한 연구수행을 통해 다음과 같은 연구결과를 도출하였다.

첫째, 사회기반 건설 사업의 경우 대량의 건설장비가 동시에 투입되며, 현장 및 주변에서 발생하는 장비의 흐름이 작업효율과 작업시간에 미치는 영향은 지대하다. 따라서 현장에서 발생하는 병목현상, 정체구간, 대기 현상 등 장비들 간의 간섭효과로 인해 발생하는 혼잡에 따른 건설공정의 생산성 저하를 평가하고, 최적의 자원계획을 수립할 수 있도록 지원하기 위하여 멀티에이전트 기반 건설공정 시뮬레이션 시스템을 구축하였다. 개발된 시스템은 실제 건설현장에 적용하여 그 효용성을 검증하고, 사용성을 개선하기 위한 연구를 수행하였다.

둘째, 양중장비의 위치 결정을 위해서는 관련된 많은 공종과 다양한 현장조건, 작업수행계획을 반영하여 복잡한 과정을 통하여 수행된다. 이러한 복잡한 과정을 해결하기 위하여

공동주택의 콘크리트 구조체 공사 단계를 대상으로 타워 크레인과 자재 야적지 간의 상호 관계를 고려한 최적 위치 선정을 위한 양중장비 운영계획 지원시스템(SimTower)을 개발하였다.

셋째, 웹 기반의 수행성능평가 시스템을 구축함으로써 건설사업의 현재 상태 진단을 위한 평가체계를 수립하여 현재 상태를 파악을 가능하게 하였다.

4. 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축

웹 기반 분산형 린 건설 정보시스템을 개발하였다. 지식 경영에서의 큰 문제인 사용자들의 참여부족 문제를 해결하기 위한 방법으로 전문가 지수를 도입하여 지식평가시스템을 개발하였다. 그리고 기업, 프로젝트, 개인이라는 개념들을 온톨로지를 기반으로 하여, 검색 시 사용자가 원하는 지식이 어떠한 프로젝트에서 활용되었고, 지식 작성자가 수행한 프로젝트나 자신과 연관된 프로젝트를 찾아주는 등 현장 실무자가 실질적으로 필요로 하는 지식을 제공해줄 수 있는 검색모듈을 제안하였다. 또한 중소 건설 기업 간에 성과를 공유하고, 적극적으로 활용할 수 있는 벤치마킹이 가능한 성과관리시스템을 개발하였다. 그리고 BPM 기반 KMS 아키텍쳐에 따라 업무 프로세스 가시화 및 모니터링, 업무 프로세스별 지식의 활용, 업무 프로세스 별 지식의 저장 등이 가능한 업무프로세스 관리모듈을 개발하였다.

블로그가 발생시키는 엄청난 지식의 양과 네트워크의 힘으로 인해서 효율적인 KM 실행 도구로 인식되고 있는 블로그의 특징을 실제 건설정보관리시스템에 연계하여 웹 상에서 공정리스크를 관리할 수 있는 시스템을 개발하였고, 건축공사에서 중소 건설업체의 현장실무자들이 공정리스크 관리 업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 지원하였고, IT시스템 기반이 미비한 중소형 건설업체 현장에서의 공정리스크 관리를 위해 블로그 기반의 공정리스크 관리시스템을 개발하였다.

현재 구축 되어있는 지식관리 시스템의 지식분류체계는 프로젝트 관점의 기술업무를 중심으로 지식을 분류하고 있어 업무 프로세스의 고려가 부족하고 업무와 지식관리가 별개로 진행되며 지식이 필요시 직접 찾아가는 방식이어 실무 사용자의 활용도가 감소하고 있다. 실무자의 활용도를 높이고 지식 관리의 효율성을 높이기 위해, 지식의 생성 시점, 지식의 종류, 지식의 주체를 중심으로 한 BPM 기반의 지식분류체계를 구축하였다. 이를 시스템에 반영하여 업무 프로세스 가시화 및 모니터링, 업무 프로세스별 지식의 활용, 업무 프로세스 별 지식의 저장 등이 가능한 업무프로세스 관리모듈을 개발하였다.

Ⅴ. 연구개발결과의 활용계획

1. 철근 자재 공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발

본 연구의 최종성과물인 철근 배근시공상세도 작성시스템 및 철근 자재조달시스템은 건축공사 현장의 참여주체(원청사 및 하청사, 철근가공공장)간에 정보 공유를 통한 커뮤니케이션 향상 및 철근공사 업무의 효율화를 가져올 수 있다. 특히 배근시공상세도 및 바리스트 작성의 신속성·정확성을 제고하고, 가공철근 정보 및 철근 조달정보의 공유를 통한 협업 촉진 등 철근공사 전반의 효율화를 위해 유효한 도구로 활용될 수 있다.

2. 설계협업 및 최적화 시스템 개발

○ 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스

설계업무 프로세스를 표준화함으로써, 설계단계 참여주체 간 효율적인 협업이 가능할 것이며, 국내 설계분야의 경쟁력이 향상될 것이다. 또한, 설계 업무의 수행에 있어서 설계 담당자의 개인적인 경험이나 경력에 상관없이 특정 설계업무를 수행하기 위한 요구정보와 성과물 정보를 확인할 수 있게 함으로써, 담당자와 관계없이 일관된 설계품질을 확보할 수 있을 것이다.

○ 설계 성과물(도서) 관리 시스템

실제 설계 업무가 이루어지는 단위에서 생성, 교환되는 정보단위를 저장하고 관리하므로 추후 유사 프로젝트의 수행 시 참고 자료로 활용 가능한 자료가 지속적으로 축적된다. 이러한 자료를 통해 설계 업무 수행이 보다 더 효율적으로 이루어지고 설계 업무 수행에 대한 구체적이고 정량적인 판단 근거가 축적된다.

○ 설계 일정관리 시스템

설계 일정을 정량적으로 관리할 수 있는 방법론을 개발하였고, 설계 프로젝트 수행과정에서 프로젝트 진행 현황에 대한 객관적인 판단이 가능할 것이다. 나아가 설계 프로젝트 수행 과정에서 빈번하게 발생하는 발주자 요구에 의한 설계변경에 대한 추가적인 업무 및 이에 대한 자원 소요를 정량적으로 파악할 수 있을 것이다.

○ 설계 품질관리 시스템

설계단계에서의 성과물별 표준 체크리스트를 개발하고 이를 시스템화 함으로써, 설계분야의 기술력 및 설계품질을 향상시킬 수 있을 것이며, 나아가 건설 산업의 경쟁력을 확보하

는 계기가 될 수 있을 것이다.

○ 건축 인허가 관리 시스템

건축행정시스템 세움터와 연계하여, 건축 인허가 관리 시스템을 개발함으로써, 행정 업무에 과다 투입되는 설계자의 불필요한 시간을 단축시킬 수 있을 것이며, 이는 설계자의 업무 효율성을 향상시키고, 설계 품질의 향상에 기여하게 될 것이다.

○ 커뮤니티 활성화 시스템

프로젝트 수행과정에서 발생하는 각종 정보와 의견을 상호 교류하기 위한 환경을 제공하는 커뮤니티 활성화 시스템을 통해 건축설계 프로젝트 참여주체 간 정보교류를 활성화 시킬 수 있을 것이다.

○ 오브젝트기반 설계단계 건축마감공사비 관리 시스템 개발

개발된 시스템에 의해 설계자가 설계 진행과정에 따른 마감공사비 예측 및 그 결과로부터 예산과의 비교를 통한 마감수준 조정업무를 보다 용이하게 할 수 있다. 또한 발주자 의견을 반영하고 충족시킬 수 있도록 지원하며, 상세견적 지원 및 상세견적 정보로부터의 피드백이 가능할 뿐만 아니라, 궁극적으로 설계 프로세스의 효율성이 증대된다.

○ DW자재 관리 모듈 개발

자재업체로부터 건설자재정보파일을 수집하여 자재 DW를 구축하고 2차 가공정보를 도출하여 경험이 부족한 설계자에게 고품질의 의사결정을 지원하여 전체 프로젝트의 품질향상을 꾀하고 전반적인 관리기술력 향상을 기대할 수 있다. 또한 영세한 설계/엔지니어링 업체의 자재 관련 지식정보 공유를 통해 국내 설계자의 자재에 대한 이해도를 향상시켜 고품질의 설계 유도가 가능하고, 설계의 고품질화를 통해 국내 기업들의 산업경쟁력을 강화하여 관련분야의 해외매출이 증대될 것이다.

○ 발주자 요구사항 정보화 시스템 개발

발주자 요구정보의 설계정보화로 설계자가 업무 수행 시 중점관리 대상을 쉽게 파악할 수 있으며 이를 프로젝트 참여자 전원이 공유함으로써 설계품질을 향상시키고 발주자의 만족도를 증진시킬 수 있다. 또한 설계 프로젝트 진행시 참여자들의 즉각적이고 신속한 정보교환을 지원함으로써 효과적인 의사결정을 지원하고 설계재작업을 최소화 할 수 있다.

○ 설계협업지원 시스템 개발

기존에 독립적으로 관리되었던 발주자 요구사항 정보화 시스템을 설계관리 시스템과 통합함으로써 설계참여자간 정보의 통합관리를 실현하였고, 이를 통해 설계프로젝트에 참여하는 발주자, 설계자, 엔지니어 상호간의 정보교환 및 모니터링 기능이 강화되었다. 프로젝트

초기단계에서 발주자의 목표설정을 지원하는 기능을 제공함으로써 발주자의 요구사항을 설계 정보화하여 설계업무에 활용할 수 있는 시스템이 구현되었다.

3. 건설 생산 공정 혁신기술 개발

○ 멀티에이전트 기반의 건설장비 투입량 결정 지원 시스템은 건설사업관리를 위해 공정계획 시나리오에 따른 건설 자원의 흐름을 실제 공사 수행 이전에 컴퓨터상에서 재현하고 평가함으로써 최적의 공정계획의 수립을 지원하기 위한 시스템이며, 반복적이고 자원들 간의 복잡한 상관관계에 의해서 이루어지는 건설공정의 최적 공정 계획 수립을 지원할 수 있을 것이다.

○ 미국, 덴마크, 영국, 스웨덴의 LCI(Lean Construction Institute) 등과의 연계를 통한 린 건설 지식체계 및 모범사례 공유·보급, 기술개발, 국제 협력이 가능하다.

○ 한국 린 건설 전문기관의 설립을 통한 린 개념 교육을 제공하고 현장 적용 및 수행에 있어서의 컨설팅을 제공하고, 지속적인 린 건설 수행에 대한 데이터를 축적하고 이의 피드백을 통해 Continuous Quality Improvement를 달성함과 동시에 성공사례를 통한 Best Practice를 국내 건설회사에 제공할 수 있다.

○ 린 건설의 On-line 시스템의 활용은 Off-line에서의 적용 및 홍보를 통해 점진적으로 이루어 가는 것이 바람직하다 판단된다.

4. 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축

본 연구의 최종성과물인 웹 기반 분산형 린 건설 정보시스템은 현장 및 본사 직원들 간에 정보 혹은 지식을 공유하고 활용할 수 있도록 함으로써 커뮤니케이션 향상 및 업무 효율화를 가져올 수 있다. 또한 성과관리 시스템을 통하여 프로젝트 성과를 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 기업 차원의 주요 관리 지표를 관리하고 기업 간 벤치마킹을 유도함으로써 기업 역량도 강화할 수 있다. 이는 직원들의 지식활동을 활발하게 하여 중소기업의 기업경쟁력 강화에 기여할 수 있다. 또한 공정리스크 관리 시스템과 공정관리모듈 프로그램의 상용화를 통한 체계적인 공정관리를 지원하고, 공정리스크 관리의 지식을 축적하여, 관리 시스템의 부재를 겪고 있는 중소건설업체의 경쟁력을 강화한다.

본 시스템의 사용 초기에는 홍보 및 교육의 문제로 사용률이 다소 미진할 수 있으나 정보 및 지식 데이터가 일정 수준 이상 축적되고 기업에 속하지 않은 개인들도 린 건설정보

시스템을 사용함으로써 결국 건설이라는 특정 분야에서의 지식활동이 활발해 질것으로 기대된다. 이는 21세기에 화두가 되고 있는 지식경쟁력 강화로 이어질 수 있다. 현대 사회는 유용한 정보를 얼마나 가지고 있느냐가 부의 척도를 결정짓는 시대이다. 이러한 측면에서 본 시스템은 유용한 정보를 적시에 필요로 하는 사람에게 제공함으로써 시대의 흐름에 부응한다. 또한 지식관리시스템을 도입하기 위한 여건이 열악한 중소기업에 본 시스템을 제공함으로써 대기업과의 지식경쟁력 격차를 좁힐 수 있고 거시적인 시각에서 건설 산업의 발전으로 이어질 수 있다는 데 큰 의의를 둘 수 있겠다.

SUMMARY

I. Title

Web-based Distributed Lean Construction Information System

II. Necessity and Objective of Research Development

1. Necessities

Limitations of the current knowledge sharing within a company or a project causes repetitive trial and error and rework. Moreover, the ineffectiveness of existing KMS causes waste in technology investments and expenses for system maintenance. The deliverable of the research improves the waste factors. Cost and human resource can be reduced for small and medium sized companies, that have difficulty in adopting KMS, by providing them deliverable in the form of ASP.

Recently, interests regarding risk management in the process of construction projects are rising and according to the future development of the construction industry, it would be a critical point which can determine the success of the entire project. Therefore, in order to prevent the risk factors which exist in the process of accomplishing construction projects, from the planning stage, there should be management plan which make possible to prevent in before.

The knowledge classification of existing knowledge management systems classify knowledge based on technical tasks in a project. However, due to insufficiency and lack of comprehensibility of the classification that the user of knowledge is indefinite and the classification doesn't consider the work processes of the staff, the usage is limited. Therefore, to improve the usage and efficiency of knowledge management, BPM based knowledge classification is needed, which focuses on the time of knowledge creation, creator of knowledge and knowledge

type.

The web-based integrated design management system developed in this study is expected to materialize high quality design stage output, and improve industrial capacity of Korean engineers overseas to contribute to increased international design project sales. Supporting design·engineering company duty support is expected to strengthen international competitiveness of Korean design·engineering companies and reduce time and cost necessary for information exchange and opinion relaying duties.

It is now tried to apply a concept of Lean Process to construction fields. Many studies make progress abroad yet but Lean Construction is a new field of construction management introduced recently in our country.

The necessities of this research are to provide a basis of JIT(Just-In-Time) procure supporting system for major material in construction. These are cost effective for focusing major activities to improve and extend in the concept of Lean construction. Specially, emerging new production process(like rebar's process plant) of re-bar works, It's usefulness is acknowledged widely.

2. Objectives

This research(Web based distrubuted lean construction information system) aims to analyze the limitations of current knowledge management activities and systems in the construction industry and develop Lean Construction Information System, which includes a web based construction knowledge management system, for small and medium sized companies.

This Research is to improve and extend Knowledge-management system of construction businesses and to increase efficiency system of the information management with making the Road-map of Classification of Knowledge information and analyzing the data, information, knowledge and references regarding the Business Process of the EPC phase for construction businesses.

In order to prevent the risk factors which exist in the process of accomplishing

construction projects, from the planning stage, there should be management plan which make possible to prevent in before. In addition, it is needed to overcome the dependence on field manager's experience, intuition, and limited information through accumulating objective and reliable data about the effects and management methods of risks.

The aim of this study(Development of design cooperation and optimization technology) is to develop a web-based integrated design management system from the perspectives of systematic design information in the design process, effective exchange of information and communication between stakeholders, and optimal design support, to improve design cooperation efficiency and optimize design work.

Development of the innovative technology for construction process focuses on developing an innovated construction production process management model to improve construction productivity of the domestic construction industry. This study also includes developing job-site manual and education manual for the construction project participants. All these outcomes will be organized in the web-based system named Lean Construction Work Package Tool(LWT). In addition, this study will develop a simulation system for the construction process and utilize it in verifying applicability of To-Be Model.

The objectives of this research are to provide a tool for collaboration with a processing plant and subcontract who focusing on re-bar works and to establish a material delivery and supply chain system based upon the 'Just-In-Time' theory including RFID(Radio Frequency IDentification) and ADC(Automatic Data Collection) for re-bar works.

III. Contents and Scope of Research Development

1. Developing a model for renovating rebar material supply chain and procurement system

The primary goal of this study is to develop an material tracking system using RFID(Radio Frequency IDentification) technology, and placing drawing system. Finally, This system bring the tool of collaboration for end users such as owners of processing plant and subcontracts.

2. Development of Design Coordination and Optimization Technique

An Information-oriented design management system was developed in order to effectively manage information that arises in the design process and systematically manage the design management index that is extracted through the information. The input and relationships of each design stage could easily be understood by presenting a duty process standard according to design stage, and systematic storage of conducted information after completion of the project made company capacity increase possible. A variety of design management indexes, such as time report, schedule management, quality management and approval document management were developed so they could be integrated for management through information that arises in the design process.

3. Development the innovative technology for construction process

In this research, the final research result is the development of management tool of an innovative construction production process. This research is divided into development of innovative construction project delivery model based on Lean construction, development of construction production process simulation system(SimCon & SimTower), Lean-based construction practical guidebooks/ practical textbooks/practical manual and development of the construction work performance analysis and evaluation system.

4. Web-based distributed construction information system

The goal of this research is to develop Web Based Distributed Lean Construction Information System. The research has three main parts: knowledge management, business process management and schedule risk management. The knowledge evaluation module, corporate performance management module and the framework for ontology based search module are developed. In order to control risks before the start of construction, Schedule Risk Management System was developed in the form of project blogs and corporate blogs. And it was made to use information of schedule risks as a knowledge tool in the system. In addition, Process Control Module Program was developed for an easy process management tool. And it was made effective process management system to be possible by connecting with previous a blog.

IV. Results of Research Development

1. Developing a model for renovating rebar material supply chain and procurement system

This research develops a web-based system for construction re-bar supply chain, which is focusing on reinforcing steel bar works, and system of making rebar placing drawings. This systems includes multiple functions such as the placing drawing preparation, bar-list, zone information, and the material order and delivery management by applying RFID technology.

2. Development of Design Coordination and Optimization Technique

An integrated design management system, a web-based integrated design management support system, and a design work systemization support system were developed in this study, and the research and development results according to specific category are as follows.

First, many design work processes of different design companies were organized

as one process to propose a standard design work process.

Second, the input and output of each of the small processes were clarified, and the overall design duty process was reset so the relations could be defined.

Third, the extractions that are produced and used in the design process, excluding information that arises outside of duty such as rules or guidelines, can be defined as an output, and this becomes the foundation for developing an Information-oriented design management system.

Design schedule management is conducted in different ways according to project characteristics, designer and design team characteristics, and the capacity of the design manager, and the truth is it has been difficult to typify in a single form. Two methodologies were applied to this study - ① calculation of weight through analysis of performance data, and ② calculation of weight through results of an expert survey.

An Information-oriented standard design work process was developed through the Standardization Committee of the Korean Institute of Architects. Based on the standard design work process, a checklist for improved design quality was developed. It was divided into four stages - preliminary design, schematic design, design development and construction design.

This study made recognition of different items of finishing cost possible for easy use by the designer through an element breakdown structure (referred to as 'EBS' below) and made specific estimate support and information feedback possible. Selection of appropriate materials largely influences everything from technical management elements such as cost, process and safety, to owner satisfaction.

The design cooperation support module that supports cooperation between users of a design project can be divided into owner cooperation management for cooperation between owners and designers, and engineering cooperation management for cooperation between designers and engineering companies.

3. Development the innovative technology for construction process

A large construction project requires large quantities of construction equipment. This volume can result in traffic congestion in the flow of construction equipment, which also lowers the overall efficiency of construction operations. In particular, this effect can be serious in the area where traffic bottlenecks are most likely. This study utilizes a multi-agent based simulation modeling approach and implements a simulation system (SimCon) that can evaluate the micro-process of construction operations. The system can evaluate how traffic flow of construction equipment influences the efficiency of that equipment in construction operations and, moreover, the schedule of a project. The developed system is also applied to real projects. Through the case studies, this study improved the modeling environments of the micro-simulation system.

To decide the location of tower crane is performed by reflected various site condition and work plan through the complex process. To solve such this complicated process, tower crane management system-Sim Tower is developed for an optimal location in the tower crane and material stockyard on apartment building structure construction phase. Previous study has a limitation that disregard the various competitiveness; relation with the location of tower crane, material stockyard and demanding point in the diversity competition. 'SimTower' system is developed by genetic algorithm to manage the complicated correlation between tower crane location, material stockyard and demanding point. we expect to provide a automated layout planning of high-rise building with pre-analyzing support system

Construction Work Performance Analysis and Evaluation System(CWPAES) is developed the . The result of this research is like this.

(1) This research suggested the costruction work performance index and measurement algorism.

(2) This research provided the procedures for CWPAES measurement process, database structure of CWPAES which was analyzed by the IDEF0 and the data

flow diagram.

(3) This research analyzed the development process and methodology for CWPAES.

(4) This research included the result of CWAPES's case studies and validation in the Korean construction site.

(5) This research provided the user operation manual and the data base that was collected the pilot test site for CWPAES.

4. Web-based distributed construction information system

To overcome lack of participation of users which is one of the main barriers to knowledge management, knowledge evaluation system is developed and expert index is introduced. Ontology-based knowledge retrieval module is proposed, which enables more relevant retrieval of knowledge to the practitioner by searching knowledge based on ontology which can represent the context and content of knowledge with construction concepts. Performance management system, which enables sharing of performance between small and medium sized companies and benchmarking of successive performance, is developed. Following the BPM based KMS architecture, business process management module is developed, which enables visualization and monitoring of business processes, utilization of knowledge created in each process and knowledge upload in each processes.

In the existing schedule risk management system, there was a difficulty to field managers effectually managed the schedule risk due to the system operation of the schedule risk administrator putting first. Therefore, we presented the schedule risk management task supporting method based on the daytime schedule in order to develop the system which can support the schedule risk management task of field working-level people of the small construction companies in the construction work, and presented offering of schedule risk management system.

We converted information operated on the web to excel and integrated schedule

into schedule risk management in order to support the efficient schedule risk management.

This result of the study for five years is to develop the practical system, Recently, the previous classification knowledge management system is focued on technical work, it is applied separately between the knowledge management and not enough to consider the relevant business process. In order to apply to practical manager, the management system of Classification of Knowledge based on BPM is developed with the main point of the practical managers, categorization, the phase of using the knowledge for work efficiency. Through the results, the Business Process Management modules, which is able to monitor process, to apply each process and to store the knowledge separately, is developed.

V. Utilization of Research Development Results

1. Developing a model for renovating rebar material supply chain and procurement system

The results of this study are expected to contribute to enhancing the overall productivity in construction site based on the fully supported material management system and expand the recognition of the collaboration needs on the material delivery and management process and the benefits of RFID application technologies.

2. Development of Design Coordination and Optimization Technique

○ Information-oriented Standard Design Work Process

Standardization of the design work process will make effective cooperation between stakeholders in the design stage, and improve competitiveness of the domestic design field. In addition, by being able to confirm input and output information needed to conduct design duties regardless of personal or professional experience of the designer, consistent design quality can be secured regardless of the designer's background.

○ Design Output Management System

The system breaks manages information units that newly arise and are exchanged during the actual design work, so material that can be applied and referenced during similar projects are continuously accumulated. This material can make design work more effective and accumulate specific and quantitative evaluation foundations for execution of design work.

○ Design Schedule Management System

Weights according to design work process and outputs were used to develop a methodology that can quantitatively manage the design schedule, and this will make objective evaluation of the project progress situation possible during a design project. Furthermore, quantitative evaluation of additional work and

resources consumed according to new owner's requirements and design changes will be possible.

○ Design Quality Management System

By creating a standard checklist for each output in the design stage and through systemization, technology and design quality of the design field can be improved, and this could be a turning point to secure competitiveness of the construction industry.

○ Construction Authorization Management System

By developing a construction authorization management system in connection to 'Seumteo', the construction administration system, unnecessary overtime spent on administrative duties by the designer can be reduced, and this can improve work efficiency of the designer and contribute to improved design quality.

○ Community Activation System

Through a community activation system that provides an environment to exchange different information and opinions that arise in the project process, information can actively be shared between construction design project stakeholders.

○ Development of an Object-based Design Stage Construction Finishing Construction Cost Management System

The developed system makes it easier for the designer to execute finishing standard control duties through prediction of finishing construction cost and a comparison of the results with the budget. In addition, it supports reflection and fulfillment of owner opinions, and not only is feedback from specific estimate support and specific estimate information possible, but ultimately, efficiency of the design process is increased.

○ Development of a DW Management Module

By collecting construction material information files from material companies to develop a material DW and extracting second stage processed information, high standard decision-making of designers who lack experience can be supported, and this can lead to expectations of overall quality improvement of the project and

management technology improvements. Also, by sharing material related information and knowledge between small designers and engineering companies, the understanding of domestic designers on materials can be improved and high quality designs can be stimulated. Furthermore, high quality designs can strengthen industrial competitiveness of domestic companies and increase overseas sales of related fields.

○ Development of a Design Cooperation Support System Prototype

By converting owner's input into design information, the designer can easily understand what needs to be the focus during his or her work, and the information can be shared by all those participating in the project to improve design quality and owner satisfaction. In addition, immediate and fast exchange of information is supported during design projects, which can support effective decision-making and minimize re-doing design work.

○ Development of an Owner's Requirements Informatization System

By integrating the owner's Requirements informatization system that was managed independently in the past with the design management system, integrated management of information between those participating in design became possible, and this strengthened information exchange and monitoring functions between the owner, designer and engineer. The system allows the owner to support goal setting in the early stages of the project and informatizes the owner's requirements to materialize a system that can be applied to design duties.

3. Development the innovative technology for construction process

○ Establish Korea Lean Construction Institute(KLCI) will foster systematic lean construction education and the interchange of information.

○ Offer construct job-site oriented project management and process management systems.

○ Lean based process management model and educational manual will contribute to the activation of the systematic lean education program.

○ Application of the scheduling system linking micro and macro schedule will bring about economical benefits to public construction projects.

4. Web-based distributed construction information system

The deliverable of the research, Lean Construction Information System, is expected to contribute toward the improvement of communication by enabling staff of project site and main office to share information and knowledge. Also, providing management modules based on the web can enhance efficiency in tasks. The performance management system will not only improve the performance of each projects but also improve the corporate competency through the management and benchmarking of key index of the corporate level. This will contribute to creating a knowledge sharing environment and strengthening the competitiveness of a company. The usage rate of Lean Construction Information System in the early stages of application is foreseen to be low due to problems relating publicity activities and education. Nevertheless, through accumulation of information and knowledge and participation of non-practitioners, lively and active knowledge creating and sharing in a particular domain(construction industry) is anticipated. This will continue to strengthening the knowledge competitiveness which is one of the main interests in the 21st century. In the modern society, measure of wealth depends on the amount of useful information in possession. In this aspect, the Lean Construction Information System satisfies the current trend by providing right information at the right to the right user. Moreover, providing the Lean Construction Information System to small and medium sized companies which have insufficient environment for applying knowledge management, the gap in knowledge competitiveness between small and medium sized companies and major companies can be reduced. In the macroscopic view, this can contribute to the development of the construction industry.

목 차

<제목 차례>

제 1 장 서 론 ····· 1

제 1 절 연구개발 목적 ····· 1

제 2 절 연구개발 필요성 ····· 3

제 3 절 연구개발 범위 ····· 4

제 2 장 국내외 기술개발 현황 ····· 7

제 1 절 국내 기술개발현황 ····· 7

제 2 절 국외 기술개발현황 ····· 24

제 3 절 연구결과가 차지하는 위치 ····· 42

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 ····· 51

제 1 절 건설자재공급망 및 조달관리 시스템 개발 ····· 51

제 2 절 설계협업 및 최적화 시스템 개발 ····· 165

제 3 절 건설 생산 공정 혁신 기술 개발 ····· 282

제 4 절 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축 ····· 401

제 5 절 연구결과 ····· 595

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 607

제 1 절 연구개발목표 달성도 ····· 607

제 2 절 관련분야에의 기여도 ····· 608

제 5 장 연구개발결과의 활용계획 ····· 616

제 1 절 후속연구 활용계획 ····· 616

제 2 절 산업계 활용계획 ····· 625

제 3 절 기타 활용계획 ····· 636

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 638

제 7 장 참고문헌 ····· 652

< 부 록 > ····· 669

Contents

Chapter 1. Introduction ····· 1

1.1 Objectives ····· 1

1.2 Necessities ····· 3

1.3 Scope ····· 4

Chapter 2. State of domestic and foreign technical development ····· 7

2.1 State of domestic technical development ····· 7

2.2 State of foreign technical development ····· 12

2.3. Status of research result ····· 24

Chapter 3. Contents and results of R&D ····· 51

3.1 Developing a Model for renovating Re-bar material Supply chain and Procurement system ····· 51

3.2 Development of Design Coordination and Optimization Technique ····· 165

3.3 Development of the Innovative Technology for Construction Process ····· 282

3.4 Web-based Construction Information System ····· 401

3.5 Research result ····· 535

Chapter 4. Degree of R&D achievement and contribution to industries ···· 607

4.1 Degree of R&D accomplishment ····· 607

4.2 Contribution to industries ····· 608

Chapter 5. Utilization plan of R&D results ····· 616

5.1 Utilization plan of future work ····· 616

5.2 Utilization plan to industries ····· 625

5.3 Extra utilization plan ····· 636

Chapter 6. Collected foreign science technology information during the period of R&D ··· 638

Chapter 7. Reference ····· 652

< Appendix > ····· 669

<표 차례>

<표 2-001> 건축분야의 연도별 시장 규모 ····· 9
<표 2-002> 건설투자 전망 ····· 01
<표 2-003> 세부산업에 대한 국내 기술개발 수준 ····· 01
<표 2-004> 세부기술에 대한 국내 기술개발 수준 ····· 11
<표 2-005> 국내 연구동향 ····· 41
<표 2-006> KM 소프트웨어 주요업체 개발현황 (2009년 1월) ····· 8·1
<표 2-007> 업체별 리스크관리현황 (서석원2002) ····· 3·2
<표 2-008> 설계관리 관련 해외 연구 및 기술개발 ····· 82
<표 2-009> 해외 주요 국가별 건설시장 전망 ····· 92
<표 2-010> 국외 연구동향 ····· 03
<표 2-011> 해외 대형건설업체 지식관리 현황 ····· 04
<표 1-012> 전 세계 지식관리 소프트웨어 시장규모 ····· 14
<표 2-013> 국내 기술 동향 ····· 34
<표 2-014> Benefits from Integrating Supply Chains ····· 44
<표 2-015> 국내 설계산업의 SWOT 분석 ····· 54

<표 3-001> 현장가공과 공장가공 비교 ····· 25
<표 3-002> 가공철근 형상 및 도면표기 방식 표준 및 세부치수 산정 알고리즘 ·08
<표 3-003> Data Base Table 목록 ····· 58
<표 3-004> SD Diam - 철근 직경별 단위 중량 ····· 68
<표 3-005> SD Thick - 철근 직경 및 재질 ····· 68
<표 3-006> SD Hoop Master - 시방기준 - 직경 부재별 정착, 갈고리 관리 ···6·8
<표 3-007> SD Hoop Dtl ····· 78
<표 3-008> SD Use Hoop ····· 78
<표 3-009> SD Tabu Config ····· 88
<표 3-010> SD Config - 배근 표현 옵션 ····· 98
<표 3-011> SD User - 사용자 ····· 98
<표 3-012> SD Foam - 형상 ····· 98
<표 3-013> SD From Dtl - 형상별 구성정보 ····· 09
<표 3-014> SD construction - 공사명 ····· 09
<표 3-015> SD Part - 공사부위 ····· 19
<표 3-016> SD Part file - 공사부위별 Upload 내역 ····· 19
<표 3-017> SD Part - 공사부위 ····· 29
<표 3-018> SD Part File - 공사부위별 Upload 내역 ····· 29
<표 3-019> SD Part File - 공사부위별 Bar List 내역 ····· 39

<표 3-020> SD Red Len - 공사 및 형상별 축소길이(연신율) ····· 49
<표 3-021> SD User Len Order - 공사 및 직경별 우선사용 길이 ····· 49
<표 3-022> 웹 기반 자재조달 시스템 H/W 구성 ····· 52
<표 3-023> RFID 실험장비 사양 ····· 56
<표 3-024> 안테나 높이 1m에서 태그 인식률 ····· 58
<표 3-025> 안테나 높이 0.6m에서 태그 인식률 ····· 58
<표 3-026> 안테나 높이 1.0m에서 태그 인식률 ····· 59
<표 3-027> 안테나 높이 0.6m에서 태그 인식률(안테나 간격 3.0m) ····· 61
<표 3-028> 안테나 높이 0.6m에서 태그 인식률(안테나 간격 5.0m) ····· 61
<표 3-029> RFID 인식능력 주요 실험기기 ····· 65
<표 3-030 > 실험1의 태그 인식률 ····· 69
<표 3-031> 실험2의 태그 인식률 ····· 70
<표 3-032> 실험3의 태그 인식률 ····· 70
<표 3-033> 철근 가공공장의 주문관리 및 출하관리 업무처리시간 비교 ····· 76
<표 3-034> RFID 조달관리 시스템 도입비용 ····· 84
<표 3-035> 주제별 연구개발 실적 ····· 86
<표 3-036> 기획설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보 및 성과물 ····· 91
<표 3-037> 계획설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보 및 성과물 ····· 95
<표 3-038> 기본설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보 및 성과물 ····· 98
<표 3-039> 실시설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보 및 성과물 ····· 98
<표 3-040> 설문조사 결과 (설계업무 프로세스별 가중치) ····· 98
<표 3-041> 기획설계 단계의 표준 체크리스트 ····· 98
<표 3-042> 계획설계 단계의 표준 체크리스트 ····· 99
<표 3-043> 기본설계 단계의 표준 체크리스트 ····· 99
<표 3-044> 실시설계 단계의 표준 체크리스트 ····· 103
<표 3-045> 예상공사비 초과 시 조치 방법 ····· 104
<표 3-046> 과거 유사사례 자료 활용 시 문제점 ····· 105
<표 3-047> 오브젝트 부위 정보 ····· 107
<표 3-048> 설계단계 자재선정 지원도구의 필요성 ····· 107
<표 3-049> 월간거래가격의 자재분류체계 ····· 108
<표 3-050> 등록자용 태그정보 (예시) ····· 112
<표 3-051> 자재정보문서 파일 태그정보 ····· 113
<표 3-052> 시스템 주요 모듈 설명 ····· 113
<표 3-053> 자재문서의 DB화 항목 ····· 115
<표 3-054> 2차 지식정보 활용방안 ····· 116
<표 3-055> 기획설계단계에서의 발주자관리 업무 ····· 119
<표 3-056> 계획설계단계에서의 발주자관리 업무 ····· 120

<표 3-057> 기본설계단계에서의 발주자관리 업무 ····· 41
<표 3-058> 실시설계단계에서의 발주자관리 업무 ····· 42
<표 3-059> 발주자 요구사항 내용 및 관리의 문제점 ····· 43
<표 3-060> 설계의뢰 접수(기획설계)의 발주자관리 업무프로세스 ····· 47
<표 3-061> 건축주 협의(기획설계)의 발주자관리 업무프로세스 ····· 47
<표 3-062> 건축주 협의(계획설계)의 발주자 관리 업무프로세스 ····· 48
<표 3-063> 건축주 협의(기본설계)의 발주자 관리 업무프로세스 ····· 47
<표 3-064> 납품(실시설계)의 발주자 관리 업무프로세스 ····· 48
<표 3-065> 기획설계단계에서 협력업체 협업도서 ····· 52
<표 3-066> 계획설계단계에서 협력업체 협업도서 ····· 52
<표 3-067> 기본설계단계에서 협력업체 협업도서 ····· 54
<표 3-068> 실시설계단계에서 협력업체 협업도서 ····· 55
<표 3-069> 테스트베드 차수별 목적 및 방법 ····· 76
<표 3-070> 테스트베드 결과 보완사항 ····· 79
<표 3-071> CEMH와 개산견적의 통계적인 결과치 비교 ····· 83
<표 3-072> 건설공정 시뮬레이션 시스템 특징 ····· 84
<표 3-073> SimCon 입력 변수 ····· 88
<표 3-074> SIGMA 입력 변수 ····· 89
<표 3-075> 트럭과 로더에 대한 효율성 비교 ····· 90
<표 3-076> 토공운반에 대한 시뮬레이션 데이터 비교 ····· 90
<표 3-077> 도로 구간별 트럭의 평균속도(단위 : km/hr) ····· 91
<표 3-078> 운반도로와 평균주행속도(km/hr) ····· 94
<표 3-079> 트럭과 로더의 시간당 장비비 ····· 95
<표 3-080> 트럭 대수 증감에 따른 공정의 생산성 및 경제성(SIGMA) ····· 99
<표 3-081> 트럭 대수 증감에 따른 공정의 생산성 및 경제성(SimCon) ····· 00
<표 3-082> 장비투입 현황 ····· 00
<표 3-083> 현장 Data의 구성 ····· 01
<표 3-084> 발생원인 및 시스템 반영 ····· 05
<표 3-085> 작업 효율분석 시나리오 ····· 06
<표 3-086> 작업효율분석 결과 ····· 07
<표 3-087> 공사 개요 ····· 09
<표 3-088> 로더와 트럭 장비조합별 작업시나리오 ····· 11
<표 3-089> 트럭 운반속도 변화와 작업 효율 ····· 12
<표 3-090> 타워크레인 위치별 장·단점(김정진, 2002) ····· 32
<표 3-091> 양중재의 분류(삼성중공업, 초고층요소기술, 199) ····· 43
<표 3-092> KH310 타워크레인 속도제원 및 적용속도 ····· 9
<표 3-093> 측정 Data의 정규화 ····· 3

<표 3-094> 단기 교육과정 제시 ····· 36
<표 3-095> 5가지 분석방법의 비교 ····· 50
<표 3-096> 해외 성과 측정 시스템의 비교 ····· 57
<표 3-097> 성과측정 시스템의 개발방향 ····· 58
<표 3-098> 투입요소의 구성 ····· 60
<표 3-99> 실패원인의 9가지 분류 ····· 65
<표 3-100> 전문가 자문을 통한 시스템 보완사항 도출 주요 내용 ····· 68
<표 3-101> 사용성 및 유용성 설문조사 결과 ····· 92
<표 3-102> 1차 설문 결과 집계 ····· 97
<표 3-103> 인터뷰 주요 내용 ····· 98
<표 3-104> 현장적용 테스트 개요 ····· 104
<표 3-105> 설문 및 인터뷰 주요 내용 ····· 105
<표 3-106> 요구사항 및 해결방안 ····· 105
<표 3-107> 지식평가도구 사례 ····· 112
<표 3-108> 관련연구 ····· 113
<표 3-109> 전문가 지수 예 ····· 114
<표 3-110> 점수산정 사례 ····· 115
<표 3-111> 배점표 ····· 115
<표 3-112> 등급구분표 ····· 116
<표 3-113> (예)검색 결과 비교 ····· 124
<표 3-114> 정확도, 재현율 정의 ····· 124
<표 3-115> D사 지식 등록 건수 현황 ····· 150
<표 3-116> 연관관계 활용 ····· 154
<표 3-117> 프로젝트 속성 ····· 155
<표 3-118> 예시 온톨로지 구성 클래스 및 인스턴스 일부(‘토공사’ 관련) ····· 162
<표 3-119> 건설 온톨로지 대표성, 포괄성 검증: 검증 예시 및 합계 ····· 164
<표 3-120> 검색 효과 검증: 정확도, 재현율 ····· 165
<표 3-121> 국내 건설기업의 전략 및 목표 분석 ····· 166
<표 3-122> 국내 건설기업의 전략 및 목표 분석 ····· 169
<표 3-0123> 성과관리 시스템 테이블의 종류와 속성 ····· 178
<표 3-124> 건축설계업무 프로세스 특징에 관한 기존 연구 고찰 ····· 183
<표 3-125> Engineering단계 업무 프로세스 분석 기준에 관한 기존 연구 고찰 185
<표 3-126> 설문조사 개요 ····· 186
<표 3-127> 기획설계 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 188
<표 3-128> 계획설계 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 190
<표 3-129> 중간설계 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 191
<표 3-130> 실시설계 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 192

<표 3-131> 설계단계 기획설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계 ····· 55
<표 3-132> 설계단계 계획설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계 ····· 56
<표 3-133> 설계단계 중간설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계 ····· 57
<표 3-134> 설계단계 실시설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계 ····· 58
<표 3-135> 설문조사 개요 ····· 59
<표 3-136> Procurement단계 업무 프로세스 분석 기준 ····· 63
<표 3-137> 조달단계 자재소요계획 업무의 프로세스 지식정보 ····· 64
<표 3-138> 조달단계 자재 조달 업무의 프로세스 지식정보 ····· 64
<표 3-139> 조달단계 현장 자재관리 업무의 프로세스 지식정보 ····· 65
<표 3-140> 조달단계 협력업체관리 업무 프로세스 지식정보 ····· 65
<표 3-141> 조달단계 자재소요계획 업무의 지식분류체계 ····· 69
<표 3-142> 조달단계 자재조달 업무의 지식분류체계 ····· 69
<표 3-143> 조달단계 현장자재관리 업무의 지식분류체계 ····· 69
<표 3-144> 조달단계 협력업체관리 업무의 지식분류체계 ····· 69
<표 3-145> 설문조사 개요 ····· 73
<표 3-146> 시공단계 공정관리 업무 프로세스 분석 ····· 74
<표 3-147> 시공단계 원가관리 업무 프로세스 분석 ····· 75
<표 3-148> 시공단계 노무관리 업무 프로세스 분석 ····· 77
<표 3-149> 시공단계 품질관리 업무 프로세스 분석 ····· 79
<표 3-150> 시공단계 하자관리 업무 프로세스 분석 ····· 80
<표 3-151> 시공단계 안전관리 업무 프로세스 분석 ····· 81
<표 3-152> 시공단계 공정관리 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 82
<표 3-153> 시공단계 원가관리 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 84
<표 3-154> 시공단계 노무관리 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 87
<표 3-155> 시공단계 품질관리 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 88
<표 3-156> 시공단계 하자관리 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 90
<표 3-157> 시공단계 안전관리 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 92
<표 3-158> 시공단계 공정관리 업무의 BP기반 지식분류체계 ····· 93
<표 3-159> 시공단계 원가관리 업무의 BP기반 지식분류체계 ····· 95
<표 3-160> 시공단계 노무관리 업무의 BP기반 지식분류체계 ····· 95
<표 3-161> 시공단계 품질관리 업무의 BP기반 지식분류체계 ····· 96
<표 3-162> 시공단계 하자관리 업무의 BP기반 지식분류체계 ····· 97
<표 3-163> 시공단계 안전관리 업무의 BP기반 지식분류체계 ····· 98
<표 3-164> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 99
<표 3-165> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 99
<표 3-166> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 100
<표 3-167> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 101

<표 3-168> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 57
<표 3-169> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 58
<표 3-170> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 58
<표 3-171> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 59
<표 3-172> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 60
<표 3-173> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석 ····· 60
<표 3-174> 기존 지식관리 시스템의 문제점 ····· 77
<표 3-175> BPM기반 지식관리시스템의 도입효과 ····· 78
<표 3-176> 실무자 면담 개요 ····· 79
<표 3-177> 면담 내용 ····· 79
<표 3-178> 공정중심의 리스크관리 시스템 구성표 ····· 88
<표 3-179> 리스크 중요도 산출을 위한 평가자료 예 ····· 89
<표 3-180> 국내 공정관리 프로그램의 활용 현황 ····· 93
<표 3-181> 국내.외 공정관리 프로그램 조사 ····· 94

<표 4-001> 본 연구의 목표달성도 ····· 97

<표 5-001> 참여기업별 연계방안 및 추진전략 ····· 61
<표 5-002> 가격정책 ····· 65
<표 5-003> 운영예상비용 ····· 65

<표 6-001> 연차별 해외과학기술정보 수집내용 ····· 60
<표 6-002> 일본 GENECON의 공정관리 (일반 공정표) ····· 64
<표 6-003> 일본 GENECON의 공정관리 Soft 공정표(Schedule) ····· 66
<표 6-004> 해외 대형건설업체 지식관리 현황 ····· 68
<표 6-005> 경영분석가들에 의한 BPM의 도입 필요성 ····· 69
<표 6-006> 프로세스 경영 관련 연구 ····· 69

<그림 차례>

[그림 1-001] 세부요소기술 상관관계 ····· 1
[그림 1-002] 세부과제 구성 ····· 4
[그림 1-003] 기관별 역할 ····· 5
[그림 1-004] 연구공정표 ····· 6

[그림 2-001] 바코드 기술 기반 레미콘 조달관리 시스템 ····· 7
[그림 2-002] 적시조달 지향 바코드 기술 기반 조달관리 ····· 8
[그림 2-003] RFID 기반 커튼월 생애주기관리 시스템 ····· 8
[그림 2-004] BIM + RFID 주자재(철골) 관리 시스템 ····· 9
[그림 2-005] 한국전산원의 지식관리 프레임워크 ····· 91
[그림 2-006] 행정자치부 지식관리 프레임워크 ····· 02
[그림 2-007] 주요 업종별 그룹웨어/KM 도입률 [출처 KRG 2005] ····· 12
[그림 2-008] 주요 업종별 그룹웨어/KM 도입계획 [출처 KRG 2005] ····· 12
[그림 2-009] 공급 망 구성요소들의 문제점 분석의 예 ····· 52
[그림 2-010] SCM지식기반과 CII연구수행내용 ····· 72
[그림 2-011] 히드로 T5의 Kanban System 및 자재관리 개념도 ····· 82
[그림 2-012] CII의 Best-Practice 수행정도에 따른 공기 단축 효과 ····· 63
[그림 2-013] Ovum사의 지식관리 프레임워크 ····· 83
[그림 2-014] 미국 Turner사의 Company Efficiency ····· 93
[그림 2-015] PM-ASP Business Models ····· 04
[그림 2-016] 국내 IT요소기술의 동향 ····· 34
[그림 2-017] 현황고찰을 통한 개선요구사항 도출 ····· 94

[그림 3-001] 철근공사 현황 진단 및 개선 아이디어 ····· 35
[그림 3-002] 철근공사 TO-BE 프로세스 및 개선 이미지 ····· 45
[그림 3-003] 철근공사 엔지니어링 지원 및 조달관리 시스템 개념도 ····· 55
[그림 3-004] 시스템 연산 흐름 ····· 65
[그림 3-005] 집수정 바닥 하부근 ····· 75
[그림 3-006] 집수정 바닥 상부근 ····· 85
[그림 3-007] 집수정 단차옹벽 수직근 ····· 95
[그림 3-008] 집수정 단차옹벽 수평근 ····· 06
[그림 3-009] 집수정 고임철근 ····· 06
[그림 3-010] 하부 주근 배근 ····· 16
[그림 3-011] 기초 보강근 ····· 26
[그림 3-012] 고임철근의 배근 ····· 36

[그림 3-013 기둥] 다우얼 철근 배근 ····· 46
[그림 3-014] 기둥 띠철근 치수 ····· 56
[그림 3-015] 기둥 철근가공조립도 ····· 66
[그림 3-016] 벽체 다우얼 철근 길이 ····· 76
[그림 3-017] 벽체 다우얼 철근 개수 ····· 86
[그림 3-018] 수직근 길이 및 수평근 개수 산정 ····· 86
[그림 3-019] 벽체 수평근 및 U-Bar ····· 96
[그림 3-020] 연속 배근되는 상부주근의 첫 번째 배근 ····· 07
[그림 3-021] 연속 배근되는 상부주근의 이음 ····· 27
[그림 3-022] 상부 주근 외단부 Top-Bar ····· 37
[그림 3-023] 상부 주근 내단부 탑바 ····· 37
[그림 3-024] 연속 배근되는 하부 주근 ····· 47
[그림 3-025] 하부 주근 중앙부 컷바 ····· 47
[그림 3-026] 보 스터럽의 형태 ····· 57
[그림 3-027] 스터럽 배근 ····· 57
[그림 3-028] 슬래브 하부 주근 배근상세 ····· 67
[그림 3-029] 슬래브 하부 부근 상세 ····· 77
[그림 3-030] 슬래브 상부 부근 상세 ····· 87
[그림 3-031] 슬래브 상부 주근 상세 ····· 08
[그림 3-032] 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 시스템 기능도 ····· 48
[그림 3-033] 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 시스템 프로세스 ····· 48
[그림 3-034] 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 시스템 ERD ····· 58
[그림 3-035] 웹 기반 자재조달 시스템 H/W 및 S/W 구성도 ····· 11
[그림 3-036] 웹 기반 자재조달 시스템 S/W 구성 ····· 12
[그림 3-037] RFID 기반 철근자재 조달관리 시스템 시나리오 ····· 14
[그림 3-038] 철근자재 조달 시스템 프로세스 ····· 14
[그림 3-039] 부재의 위치정보(WBS) ····· 15
[그림 3-040] 현장등록 메뉴의 '동층정보' 업로드 화면(현장) ····· 51
[그림 3-041] 시공상세도 및 바리스트 업로드 화면(협력업체) ····· 61
[그림 3-042] 바리스트 업로드 양식 ····· 17
[그림 3-043] 시공상세도 및 바리스트 조회, 수정요청 화면(현장) ····· 71
[그림 3-044] 현장-시공상세도 승인 화면(현장) ····· 81
[그림 3-045] 시공상세도 및 바리스트 조회화면(가공공장) ····· 81
[그림 3-046] 원자재 총소요량 입력(가공공장) ····· 91
[그림 3-047] 원자재 입고량 입력 화면(가공공장) ····· 91
[그림 3-048] 원자재 출고량 입력(가공공장) ····· 01
[그림 3-049] 원자재 현황(입/출고/재고량/미입고량) 조회 화면(현장/가공공장) ·· 01

[그림 3-050] 가공공장 발주 등록 화면(현장) ····· 11
[그림 3-051] 가공공장 발주시 시공량철근 추가주문 화면(현장) ····· 21
[그림 3-052] 발주 등록/조회 화면(현장/가공공장) ····· 21
[그림 3-053] 가공공장의 가공출하명세서 작성 화면 ····· 13
[그림 3-054] 가공공장의 부재태그 발급 화면 ····· 13
[그림 3-055] 가공공장의 송장 발급 화면 ····· 14
[그림 3-056] 가공공장의 출하관리 메뉴 화면(PDA) ····· 14
[그림 3-057] 현장 출고 관리 화면(PDA) ····· 16
[그림 3-058] 자재조달 현황 조회 ····· 17
[그림 3-059] 철근 실행대비 입고내역 ····· 17
[그림 3-060] 자재조달의 신뢰성 분석 및 실패원인 규명 ····· 18
[그림 3-061] RFID 인식능력 주요 실험기기 ····· 15
[그림 3-062] 가공철근 상차 및 태그 부착 전경 ····· 13
[그림 3-063] 가공철근의 상차 및 태그 부착 배치도 ····· 13
[그림 3-064] RFID 현장 인식능력 실험 방법 ····· 15
[그림 3-065] 실험3의 1차 실험결과 캡쳐화면 ····· 16
[그림 3-066] 기획설계 표준 프로세스 ····· 10
[그림 3-067] 계획설계 표준 프로세스 ····· 11
[그림 3-068] 기본설계 표준 프로세스 ····· 12
[그림 3-069] 실시설계 표준 프로세스 ····· 13
[그림 3-070] 개산견적 시스템의 프로세스 ····· 18
[그림 3-071] 파라미터 작업항목 분석 프로세스 ····· 20
[그림 3-072] 작업항목 매칭 프로세스 ····· 2
[그림 3-073] GA기반 공사비 조정 모듈 프레임워크 ····· 23
[그림 3-074] 건설자재 지식정보 웨어하우스 시스템 프레임워크 ····· 29
[그림 3-075] 자재정보 메타데이터 라이브러리 ····· 20
[그림 3-076] 2차 지식 생성 및 활용 시나리오 ····· 26
[그림 3-077] 현행 설계협업 프로세스 ····· 27
[그림 3-078] 발주자관리 업무 프로세스 ····· 14
[그림 3-079] 설계Interface관리 및 설계조정회의 업무흐름도 ····· 32
[그림 3-080] 참여자간 정보교환 시스템 개발시 고려사항 ····· 20
[그림 3-081] 통합 설계협업지원모듈 시스템 개념도 ····· 38
[그림 3-082] 설계정보관리시스템(DIMS)의 기능 구성도 ····· 33
[그림 3-083] 설계정보관리시스템(DIMS)의 시스템 아키텍쳐 ····· 36
[그림 3-084] 기본 제공 데이터의 흐름도 - 1 ····· 12
[그림 3-085] 설계도서 관리 및 설계관리 지표 도출 DFD ····· 28
[그림 3-086] 메인화면의 UI ····· 14

[그림 3-087] 계약사항 설정 모듈의 UI ····· 84
[그림 3-088] 업무 프로세스 설정 모듈의 UI ····· 84
[그림 3-089] 담당자 설정 모듈의 UI ····· 84
[그림 3-090] 가중치 설정 모듈의 UI ····· 84
[그림 3-091] 체크리스트 설정 모듈의 UI ····· 84
[그림 3-092] 협력업체 협업도서 설정의 UI ····· 85
[그림 3-093] 일정관리계획 설정 모듈의 UI ····· 85
[그림 3-094] 프로젝트 초기업무 지원 모듈의 UI(1/3) ····· 852
[그림 3-095] 프로젝트 초기업무 지원 모듈의 UI(2/3) ····· 852
[그림 3-096] 프로젝트 초기업무 지원 모듈의 UI(3/3) ····· 852
[그림 3-097] 발주자 요구사항 관리 모듈의 UI(1/3) ····· 852
[그림 3-098] 발주자 요구사항 관리 모듈의 UI(2/3) ····· 862
[그림 3-099] 발주자 요구사항 관리 모듈의 UI(3/3) ····· 862
[그림 3-100] 프로젝트 협의 모듈의 UI(1/2) ····· 862
[그림 3-101] 프로젝트 협의 모듈의 UI(2/2) ····· 862
[그림 3-102] 설계변경 공지사항 모듈의 UI ····· 86
[그림 3-103] 설계도서관리 모듈의 UI ····· 86
[그림 3-104] 투입시간통계 모듈의 UI ····· 87
[그림 3-105] 일정관리 모듈의 UI ····· 87
[그림 3-106] 품질관리 모듈의 UI ····· 87
[그림 3-107] 인허가관리 모듈의 UI ····· 87
[그림 3-108] 의견공유(Shout) 모듈의 UI ····· 872
[그림 3-109] 갤러리(Gallery) 모듈의 UI ····· 872
[그림 3-110] 실적단가 DB 업데이트 모듈의 UI ····· 88
[그림 3-111] 프로젝트 개요 UI ····· 88
[그림 3-112] 적용단가 선정 UI ····· 89
[그림 3-113] 외벽입력 UI ····· 89
[그림 3-114] 오브젝트 입력 UI ····· 89
[그림 3-115] 오브젝트 부속항목 입력 UI ····· 89
[그림 3-116] 파라미터 작업항목 UI ····· 89
[그림 3-117] 창호입력 UI ····· 89
[그림 3-118] 추가공사항목 UI ····· 90
[그림 3-119] 공사비 조정 UI ····· 90
[그림 3-120] 자재검색 UI ····· 90
[그림 3-121] 자재성능비교표 UI ····· 90
[그림 3-122] 동적/정적 자재 카달로그 UI ····· 90
[그림 3-123] 2차 지식검색 UI ····· 90

[그림 3-124] 멀티타입 통합뷰어 UI(1/2) ····· 172
[그림 3-125] 멀티타입 통합뷰어 UI(2/2) ····· 172
[그림 3-126] 메타데이터 라이브러리 UI ····· 174
[그림 3-127] 블럭설정 UI ····· 174
[그림 3-128] 자재 데이터베이스 UI ····· 174
[그림 3-129] 검토/승인 UI ····· 174
[그림 3-130] 참여주체별 시스템 활용 시나리오 ····· 176
[그림 3-131] 연구 진행일정과 테스트베드 추진 절차 ····· 176
[그림 3-132] 테스트베드 시나리오 ····· 177
[그림 3-133] '메인화면'에 대한 설문결과 ····· 180
[그림 3-134] '계약사항 설정'에 대한 설문결과 ····· 180
[그림 3-135] 테스트베드 결과 - 자재문서 등록 및 태그/블럭 지정 ····· 182
[그림 3-136] 건설공정 시뮬레이션 시스템 개념도 ····· 183
[그림 3-137] 건설공정 시뮬레이션 시스템 구성도 ····· 183
[그림 3-138] 토공 운반 공정 시나리오 ····· 183
[그림 3-139] 토공 운반 공정의 시뮬레이션 모델(SimCon) ····· 184
[그림 3-140] 토공 운반 공정의 SIGMA 모델 ····· 189
[그림 3-141] 작업장에서의 대기열 ····· 191
[그림 3-142] 일반 도로에서의 정체현상 ····· 192
[그림 3-143] 일반 도로 및 현장 도로 진입을 위한 신호대기 ····· 192
[그림 3-144] 차량 간격에 의한 속도변화 ····· 192
[그림 3-145] 차량의 차선변경 ····· 193
[그림 3-146] 트럭 대수의 증감에 따른 비용-시간 상관관계 ····· 196
[그림 3-147] 현장 지도 ····· 197
[그림 3-148] 일일 토사운반 확인서 ····· 198
[그림 3-149] 적재장 사진 ····· 198
[그림 3-150] 적하장 사진 ····· 198
[그림 3-151] 이동경로 ····· 199
[그림 3-152] 일일작업일보 ····· 200
[그림 3-153] 적용사례 2 모델링 ····· 202
[그림 3-154] 적용사례 2 시뮬레이션 화면 ····· 202
[그림 3-155] 시뮬레이션 결과값 ····· 203
[그림 3-156] 작업효율분석결과 그래프 ····· 208
[그림 3-157] 현장 개요도 ····· 209
[그림 3-158] 시뮬레이션 실행화면 ····· 210
[그림 3-159] 작업 시나리오별 작업소요시간 및 작업효율 ····· 213
[그림 3-160] 위치 Data 입력창 ····· 215

[그림 3-161] 자재입력 및 후보 타워크레인 List 구성 ····· 77
[그림 3-162] 자재 운반 횟수 및 자재 야적후보지 제약조건 ····· 78
[그림 3-163] G.A 변수 설정 및 결과값 ····· 79
[그림 3-164] SimTower 알고리즘 ····· 81
[그림 3-165] 현장 구역 분할의 예 ····· 82
[그림 3-166] 양중자재 목록표 ····· 83
[그림 3-167] 후보 타워크레인 선정 알고리즘 ····· 86
[그림 3-168] 타워크레인 DB ····· 87
[그림 3-169] 타워크레인 Type(서울시 건설안전본부 건축부, 2005) ····· 823
[그림 3-170] 타워크레인 Jib 길이 결정 ····· 89
[그림 3-171] KH310 Tower Crane 제원 ····· 90
[그림 3-172] 자재 야적지 결정 ····· 93
[그림 3-173] 위치 최적화 프로세스 ····· 93
[그림 3-174] Hook Travel Time 식 ····· 3
[그림 3-175] 총 운반시간 산정 ····· 93
[그림 3-176] 양중 Cycle Time ····· 97
[그림 3-177] 검증현장 도면 ····· 97
[그림 3-178] KH310 Tower Crane 제원 ····· 98
[그림 3-179] 정규화 그래프 ····· 100
[그림 3-180] 표준 정규분포표 ····· 101
[그림 3-181] 발주자 프로젝트 관리 프로세스 ····· 105
[그림 3-182] 입찰시 삽입할 계약사항 예시 ····· 106
[그림 3-183] 성과측정 패러다임 변화의 필요성 ····· 107
[그림 3-184] 신뢰성 측정 방법의 예시 ····· 108
[그림 3-185] 효용성 측정 방법의 예시 ····· 109
[그림 3-186] 효율성 측정방법의 예시 ····· 110
[그림 3-187] 작업성취율 지표 활용을 위한 공정관리체계 ····· 110
[그림 3-188] Master 공정표 작성 절차 ····· 113
[그림 3-189] 세부 Activity 등록 절차 ····· 113
[그림 3-190] Process mapping 작업 및 세부 Activity Schedule 작성절차 ····· 122
[그림 3-191] Activity Constraint 절차 ····· 123
[그림 3-192] Weekly Task Schedule 작성 절차 ····· 123
[그림 3-193] Daily List 작성 및 작업성취율(PPC) 측정 ····· 133
[그림 3-194] 작업지연 원인분석 절차 ····· 135
[그림 3-195] 투입요소에 따른 건설작업의 표현 ····· 140
[그림 3-196] 실패원인 측정절차 ····· 142
[그림 3-197] 건설생산 시스템 ····· 143

[그림 3-198] 수행성능 평가 시스템의 구성도 ····· 4
[그림 3-199] 작업수행성능 분석 시스템 구성도 ····· 5
[그림 3-200] 실패원인분석 모듈의 기능 구성도 ····· 5
[그림 3-201] 공사기본정보 화면 ····· 6
[그림 3-202] Task Setting의 작업정보 입력 화면 ····· 7
[그림 3-203] 작업목록관리 기능 중 주간작업계획 설정 화면 ····· 7
[그림 3-204] Proses Mapping 화면 ····· 8
[그림 3-205] Task Status 작업진행현황 입력 화면 ····· 9
[그림 3-206] Performance Analysis 일자별 신뢰성 측정 화면 ····· 9
[그림 3-207] 실패작업 목록 작성 UI화면 ····· 10
[그림 3-208] 실패원인 분석 UI화면 ····· 11
[그림 3-209] 실패원인분석의 상세분석 UI화면 ····· 11
[그림 3-210] 실패원인 유형분석 UI 화면 ····· 12
[그림 3-211] 실패원인 추이분석 UI 화면 ····· 12
[그림 2-212] 세부 시스템 간의 연계 방안 ····· 13
[그림 3-213] 수행성능평가 시스템의 기능 구성도 ····· 14
[그림 3-214] 진도관리 모듈의 UI 구성 화면의 예시 ····· 18
[그림 3-215] 골조공사 AS-IS 프로세스 측정 결과 ····· 18
[그림 3-216] 골조공사 TO-BE 프로세스 측정 결과 ····· 18
[그림 3-217] AS-IS 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도 ····· 18
[그림 3-218] TO-BE 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도 ····· 18
[그림 3-219] 마감공사 AS-IS 프로세스 측정 결과 ····· 18
[그림 3-220] 마감공사 TO-BE 프로세스 측정 결과 ····· 18
[그림 3-221] AS-IS 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도 ····· 19
[그림 3-222] TO-BE 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도 ····· 19
[그림 3-223] 시스템의 개별 시연 사진 ····· 19
[그림 3-224] 시스템의 홍보 동영상 소개 ····· 19
[그림 3-225] Bottom-up 통합방식 ····· 21
[그림 3-226] Top-down 통합방식 ····· 21
[그림 3-227] 린 정보시스템 구성도 ····· 25
[그림 3-228] 요구사항 및 해결방안 ····· 26
[그림 3-229] 시스템 적용방안-공유 권한 설정 ····· 31
[그림 3-230] 시스템 적용방안-전문가 지수 도입을 통한 지식평가 프로세스 ····· 31
[그림 3-231] 시스템 적용방안-Excel기반 공정관리시스템 ····· 31
[그림 3-232] 시스템 적용방안-지식분류체계 ····· 31
[그림 3-233] 시스템 적용방안-지식push 및 온톨로지 기반 검색 ····· 31
[그림 3-234] 시스템 적용방안-유사성 검색 ····· 31

[그림 3-235] 시스템 적용방안-개인 블로그를 통한 개인교류 및 지식공유 ····· 21
[그림 3-236] 사용자 시나리오-성과관리 ····· 31
[그림 3-237] 사용자 시나리오-지식검색 및 획득 ····· 31
[그림 3-238] 현장적용 테스트 시나리오 ····· 7
[그림 3-239] 기능별 사용성 평가 결과 ····· 8
[그림 3-240] 요구사항 별 사용성 평가 결과 ····· 8
[그림 3-241] 건설 지식관리 포탈 활용 전략 ····· 9
[그림 3-242] 건설 지식관리 포탈 시스템 개념도 ····· 2
[그림 3-243] 건설 지식관리 포탈 개념 Model ····· 2
[그림 3-244] Contextual 지식의 구성 ····· 3
[그림 3-245] System Architecture of Blog-based KMS ····· 24
[그림 3-246] Conversion of Knowledge between Tacit and Explicit Forms ····· 7
[그림 3-247] xample of Context-awareness (FEATURES OF THE SITUATION on the CURRENT STATE OF U) ····· 428
[그림 3- 248] Model of Construction Knowledge Context along with the project process ····· 428
[그림 3-249] Data Modeling Structure of Construction Knowledge Context ····· 1
[그림 3-250] Context-based Construction Knowledge Management System Architecture ····· 431
[그림 3-251] 지식평가 프로세스 ····· 4
[그림 3-252] 지식평가 시나리오 ····· 6
[그림 3-253] 기존 평가도구 적용 시 KMS모델 ····· 7
[그림 3-254] EI 적용 시 KMS모델 ····· 8
[그림 3-255] 온톨로지의 개념 ····· 0
[그림 3-256] 기존 키워드 기반 검색과 온톨로지 기반 검색 비교 ····· 5
[그림 3-257] 연구 방법-온톨로지 구축 ····· 7
[그림 3-258] RDF 기본단위-Triple ····· 9
[그림 3-259] 온톨로지 최상위 클래스 ····· 5
[그림 3-260] 온톨로지 최상위 클래스 형식화 ····· 3
[그림 3-261] 건설 온톨로지 구성 시 Omniclass 각 table 활용 방안 ····· 6
[그림 3-262] 온톨로지 구축툴(protege)을 이용한 온톨로지 구축 화면 ····· 13
[그림 3-263] 건설기업형 균형성과표 개념 ····· 0
[그림 3-264] 기업차원 프로젝트 차원간의 인과관계 도식화 ····· 7
[그림 3-265] 공통 핵심성과지표 도출 프로세스 ····· 2
[그림 3-266] 관점별 핵심성공요인 및 핵심성과지표 ····· 3
[그림 3-267] 성과관리 전략맵 예시 ····· 3
[그림 3-268] cBSC기반 성과관리 프로세스 ····· 4

[그림 3-269] 건설기업 성과관리 시스템 아키텍쳐 ····· 3
[그림 3-270] Performance Management Process ····· 7
[그림 3-271] 성과관리 Framework ····· 9
[그림 3-272] 성과측정 전략맵 ····· 8
[그림 3-273] 테이블 구조 및 스타스키마 ····· 8
[그림 3-274] 시간의 계층 구조 ····· 4
[그림 3-275] 공정의 계층 구조 ····· 4
[그림 3-276] 성과관리 점수의 큐브 ····· 5
[그림 3-277] OLAP 분석의 연산 방법 ····· 6
[그림 3-278] 유사성 검색 알고리즘 ····· 7
[그림 3-279] 시스템 다이내믹 모델을 통한 전략 제시 ····· 2
[그림 3-280] 린 정보시스템의 수익창출방식 ····· 3
[그림 3-281] 린 정보시스템의 비즈니스 모델 (정성적) ····· 3
[그림 3-282] 린 정보시스템의 비즈니스 모델 (정량적) ····· 4
[그림 3-283] 지식등록에 따른 회원의 변화 ····· 4
[그림 3-284] 관리자의 역할 증대 및 운영비용 증가 ····· 5
[그림 3-285] 시스템 자율조절을 위한 전문가 및 지식평가제도 ····· 5
[그림 3-286] 시스템 자율조절 기능 강화 및 전문가 부담 경감을 위한 제도 ···· 6
[그림 3-287] 연구흐름도 ····· 7
[그림 3-288] BPM 기반 KM의 개념 ····· 9
[그림 3-289] 업무프로세스 기반의 지식 경영 ····· 0
[그림 3-290] 건설기업 업무 프로세스 계층도 ····· 0
[그림 3-291] Engineering단계의 프로세스 체인 ····· 7
[그림 3-292] Engineering단계 업무프로세스 로드맵 ····· 9
[그림 3-293] Procurement단계의 프로세스 체인 ····· 2
[그림 3-294] Procurement단계 업무프로세스 로드맵 ····· 3
[그림 3-295] Construction단계의 프로세스 체인 분석 ····· 3
[그림 3-296] Construction단계 업무프로세스 로드맵 ····· 5
[그림 3-297] 업무 프로세스 지식의 요구 및 생성 시점 개념 ····· 9
[그림 3-298] Portal 내의 업무 프로세스 시스템 모듈 메인 User Interface ····· 5
[그림 3-299] 시공단계 프로세스 추가 기능 ····· 6
[그림 3-300] 시공단계 프로세스 수정 기능 ····· 6
[그림 3-301] Input/Output Date 검색 기능 ····· 6
[그림 3-302] 지식 등록 User Interface ····· 5
[그림 3-303] 지식 등록 User Interface ····· 5
[그림 3-304] 지식 검색 User Interface ····· 6
[그림 3-305] E-P 단계 업무프로세스 별 연관성 모델링 ····· 5

[그림 3-306] E-C단계 업무 프로세스별 연관성 모델링 ····· 35
[그림 3-307] P-C 단계 업무프로세스별 연관성 모델링 ····· 35
[그림 3-308] Lean과 BPM의 상호 연관성 개념도 ····· 56
[그림 3-309] BPM을 통한 지식관리 시스템 개선 ····· 57
[그림 3-310] 사용자의 편의성 ····· 59
[그림 3-311] 제공정보의 완결성 ····· 59
[그림 3-312] 해당시스템의 필요성 ····· 59
[그림 3-313] 업무프로세스 관리 기능 ····· 62
[그림 3-314] 지식 등록 및 조회/검색 기능 ····· 62
[그림 3-315] BPM 특성에 따른 지식관리시스템 기대효과 ····· 63
[그림 3-316] 공정리스크 관리 시스템 아키텍쳐 ····· 64
[그림 3-317] 공정리스크 관리 시스템의 관리 프로세스 ····· 65
[그림 3-318] 시스템 관리모듈의 정보흐름 분석 ····· 68
[그림 3-319] 공정리스크 관리 시스템 ERD ····· 69
[그림 3-320] PROMETHEE 분석 기법 수행 절차 ····· 70
[그림 3-321] 기업블로그와 프로젝트블로그의 정보흐름 ····· 91
[그림 3-322] 공정리스크 관리 시스템의 연결도 ····· 91

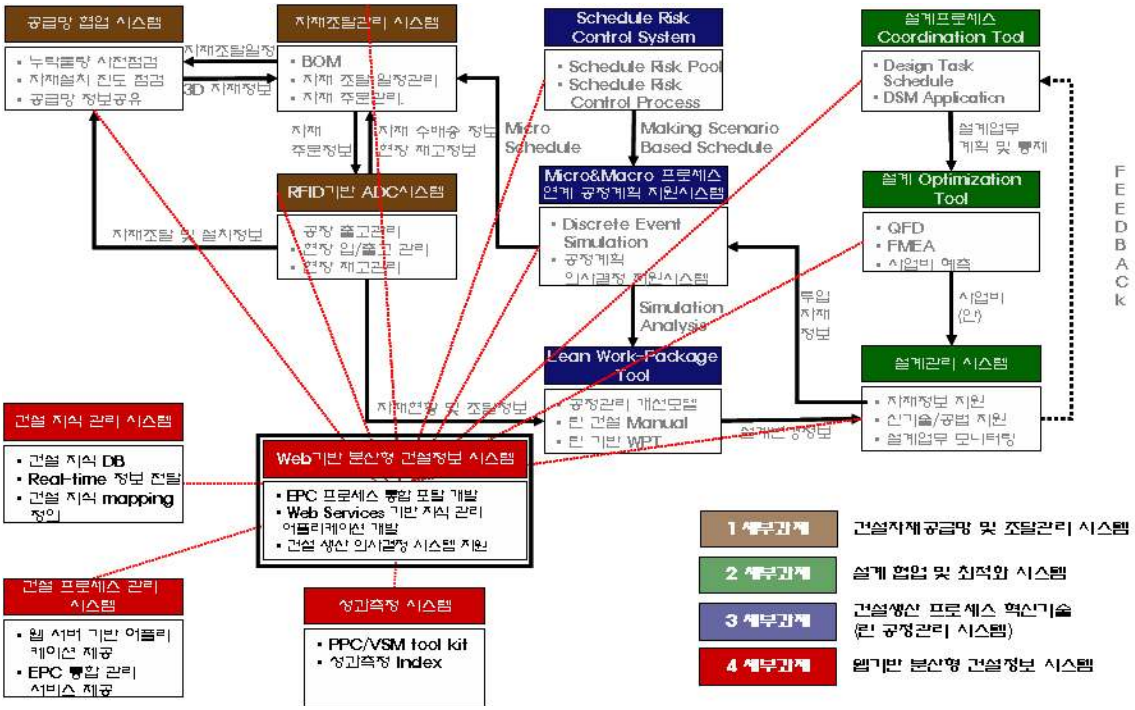
[그림 5-001] AIA Document(발주자&설계자)-1 ····· 96
[그림 5-002] AIA Document(발주자&설계자)-2 ····· 96
[그림 5-003] 영문판 시스템 프로토타입 ····· 4
[그림 5-004] 시스템 실용화를 위한 전략 ····· 9
[그림 5-005] 시스템 실용화 및 사업화 상세계획 ····· 10

[그림 6-001] CA4PRS 소프트웨어 ····· 13
[그림 6-002] 도로 재건축 시공/교통 분석 ····· 13

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발 목적

본 연구에서는 건설생산 프로세스에서 발생하는 정보의 신뢰성을 제고하기 위해 설계/조달/시공 단계의 프로세스 개선을 위한 지원 시스템을 개발하고, 각 단계에서 발생하는 정보의 효율적 관리를 주 기능으로 하며, 성과측정/의사결정지원/지식기반 정보제공 서비스 기능을 갖춘 분산형 건설정보 시스템을 개발하고자 한다. 다음 <그림 1-001>은 세부과제 개발기술 간의 상관관계를 나타낸 것이다.



[그림 1-001] 세부요소기술 상관관계

각 세부과제의 연구목표는 다음과 같다.

<1세부과제 : 건설자재공급망 및 조달관리 시스템>

건설공사의 생산에 해당하는 시공단계의 주요 공정인 콘크리트 골조공사를 대상으로, 작업 착수 이전 목적물에 대한 사전검토 및 작업진도 점검 등 웹 기반 협업 도구 제공, RFID(Radio Frequency IDentification) 및 ADC(Automatic Data Collection)기반 Just in Time 자재 조달 지원체계 구축 기반을 마련하는 것을 목적

으로 한다.

<2세부과제 : 설계 협업 및 최적화 시스템>

설계업무 프로세스에 대한 체계적인 분석을 통하여 설계정보 인터페이스를 구축하고, 이를 토대로 설계관리 지표를 산출하기 위한 모듈, 즉 도서관리, 인원관리, 일정관리, 품질관리, 인허가관리 등의 모듈을 개발하며, 또한 설계 진행과정에서 참여주체 간에 정보를 상호 공유할 수 있는 커뮤니티 기능을 구현함으로써, 통합 설계관리 시스템을 구축하고자 한다. 설계단계의 참여주체 간 협업의 효율성을 제고하고, 특히 프로젝트 초기단계에서의 발주자 의사결정을 지원하고, 발주자 요구사항을 체계적이고 지속적으로 관리하기 위한 기능을 구현함으로써, 설계업무 체계화 지원 시스템을 구축하고자 한다. 설계자의 의사결정 프로세스와 연계하여 마감공사비를 용이하게 산정하고, 설계대안의 평가를 지원할 수 있는 오브젝트기반 마감공사비 관리 시스템 및 자재 정보 시스템을 개발함으로써, 웹기반 통합설계관리 지원 시스템을 구축하고자 한다. 건설 환경의 변화 및 건설 산업의 특수성을 수용할 수 있도록 시스템의 확장성을 고려하고자 한다. 프로젝트 특성 또는 설계회사의 여건에 따라 설계정보 인터페이스를 재정의하고, 이와 관련하여 모듈별 기능이 유기적으로 연계될 수 있는 통합 시스템을 구축하고자 한다.

<3세부과제 : 건설생산 프로세스 혁신기술>

린 건설(Lean Construction)의 개념을 기초로 건설생산시스템의 혁신을 도모하기 위한 기반을 구축하고자 하는 건설기술기반구축사업의 제3세부과제로 건설생애주기 중 시공단계에서의 린 건설개념의 도입을 통한 건설생산 공정의 혁신을 목적으로 한다. 이를 위해 건설 생산 공정계획 시뮬레이션 시스템 개발을 통한 “건설 생산 프로세스 혁신기술”을 제공하고자 한다. 또한, Web 기반의 성과측정 시스템을 구축함으로써 건설사업의 현재 상태 진단을 위한 평가체계를 수립하여 현재 상태를 파악을 가능하게 하며, 린 방식 건설 도입을 통하여 작업수행 성능의 개선 정도를 평가하기 위한 평가 방법론을 결정하여 인터넷 기반 실시간 자가 평가 가능한 통합시스템을 구축하는 것을 본 연구의 최종 목표로 한다.

<4세부과제 : 웹기반 분산형 건설정보 시스템>

건설생산 프로세스에서 발생하는 정보의 신뢰성을 제고하기 위해 설계/조달/시공 단계의 프로세스 개선을 위한 지원 시스템을 개발하고, 각 단계에서 발생하는 정보의 효율적 관리를 주 기능으로 하며, 성과측정/의사결정지원/지식기반 정보제공 서비스 기능을 갖춘 웹 기반 분산형 건설정보 시스템을 개발한다. 그리고, 리스크 요인에 대한 확인방법 및 리스크 요인에 대한 관리전략을 제시하며, 건축 프로젝트에서 공정흐름과 연계된 현장실무자들의 리스크 관리업무를 지원하기 위해 소프트 공정을 활용한 리스크 관리업무를 지원할 수 있는 모듈을 개발한다. 또한 건설산업 지식관리 시스템 구축의 실무적 활용도 증대와 건설산업 정보관리의 효용성을 향상시키기 위하여 건설산업 EPC 단계의 Business Process를 기반으로 하는 관련 데이터, 정보, 지식, 참고자료를 파악하고, 지식정보분류 로드맵 작성한다. Business Process별 요구 지식을 유형별(매뉴얼 및 지침, Best Practice, Know-how, 참고문헌) 조사·분석하여, 체계적인 지식정보 분류체계를 제시한다.

제 2 절 연구개발 필요성

건설산업은 높은 노동의존성으로 인한 저생산성 구조를 근본적으로 가지고 있으며, 이는 건설 업체들의 낮은 수익률과 영세성의 원인이 되며, 건설사업의 독특한 수행방식과 함께 기술과 경험의 축적을 어렵게 한다. 또한, 품질관리의 어려움과 산업 내 낮은 품질 민감도도 같은 맥락에서 이해할 수 있다. 하지만, 미국, 영국 등의 건설 선진국의 경험에서 볼 수 있듯이 건설 생산성 및 품질 향상을 위한 정부 차원의 과감한 기술 개발과 투자를 통해 이러한 구조적 문제는 극복될 수 있다.

한국 건설산업의 경우, 그 동안 GDP 공헌도, 고용창출, 그리고 국가인프라 공급 등에 있어 기간산업으로서의 역할을 담당해 왔지만 상기의 산업구조적 제반 문제점들은 아직 풀지 못한 숙제로 남아 있는 것이 현실이다. 더욱이, 한국 건설산업의 기술 수준은 현재 건설 선진국 대비 70% 정도에 머물고 있으며(한국건설기술연구원, 1999), 특히, 기본설계, 감리, 사업기획, 건설사업관리 등 고부가가치 업역의 경우에는 국내 대형 건설사업 시행 시 대부분의 핵심기술을 선진국 업체에 의존하고 있는 실정이다. 그리고 본격적인 시장개방에 의한 산업 내 국제경쟁이 가시권내에 있고, 국제 건설시장에서 우리 건설업체의 시장점유율은 1996년 5.0%에서 2004년 기준으로 2.5%로 하락하는 등 국제 경쟁력을 상실해가고 있다(건설교통부, 2005).

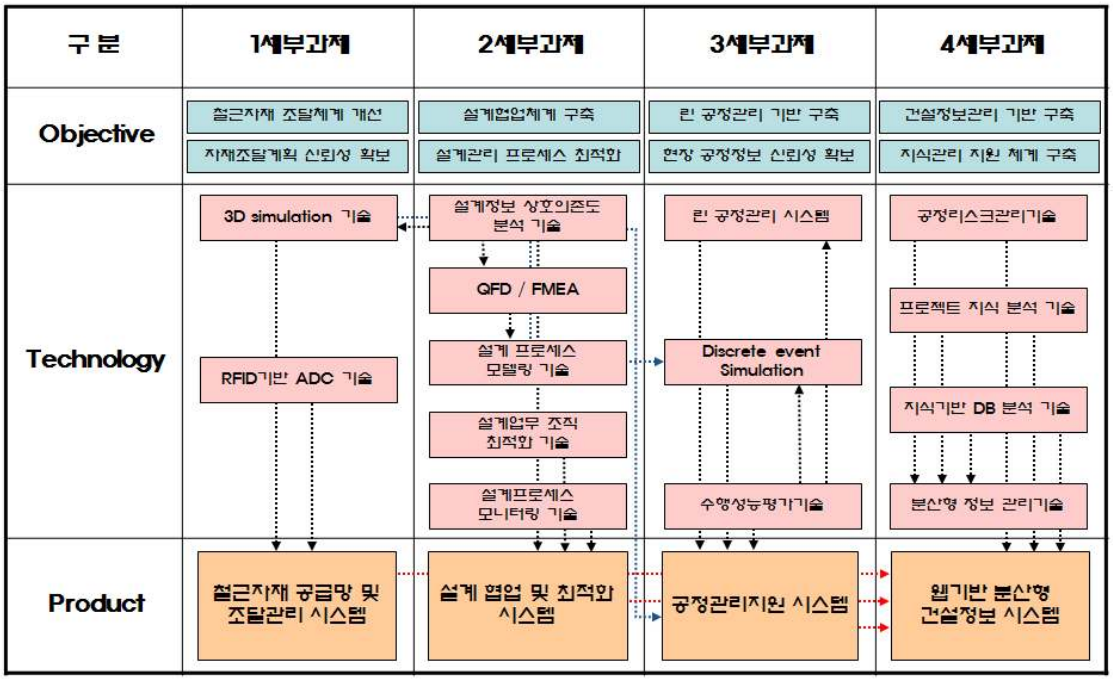
정보화/지식기반 사회로의 전환으로 대변되는 외부 환경의 변화는 고품질건설에 대한 소비자의 눈높이를 높이고 있고, 한국 건설산업의 혁신적인 진보를 요구하고 있다.

기존의 건설생산성 향상을 위한 노력은 개별 단위 작업개선에 초점이 맞춰져 있으며, 전체 건설생산 프로세스에 걸친 개선의 노력이 부족했던 경향이 있다. 특히 관리적인 측면(Management technology)에서의 기술력이 건설선진국에 비해 현저히 떨어지므로, 이에 대한 개선이 시급한 실정이다. 이는 건설정보의 호환성에 문제가 있으며, 신뢰성있는 도구의 부재에 의한 문제라 할 수 있다. 따라서 한국 건설산업의 국제 경쟁력을 높이기 위해서는 시스템적 사고의 기초 위에 1) 건설생산 프로세스의 개선을 지향하고, 2) 건설정보의 신뢰성 향상이 요구된다고 하겠다.

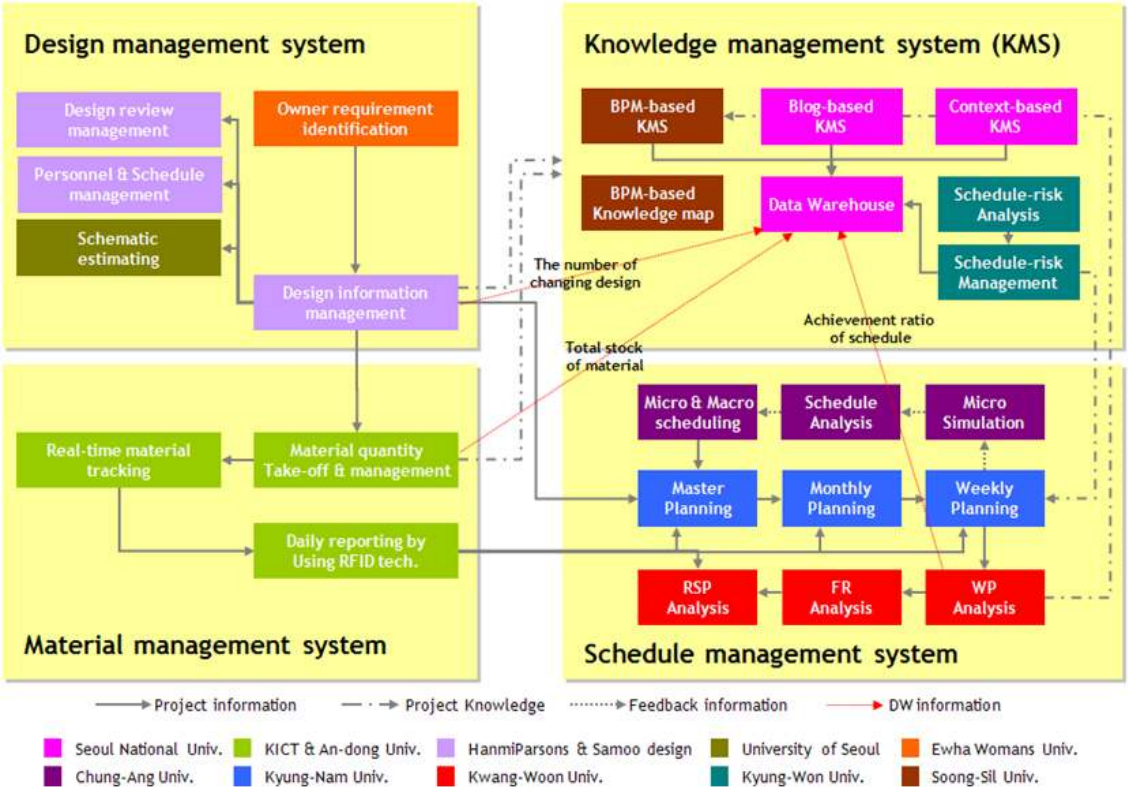
이에 본 연구단은 답보상태에 있는 한국 건설산업의 경쟁력을 혁신적으로 제고하기 위한 연구를 제안하며, 연구의 내용은 “린 건설(Lean Construction)* 구현을 위한 웹 기반 건설정보 관리 시스템의 개발”을 그 목적으로 한다. 린 건설은 건설생산 프로세스 상에 존재하는 낭비요소에 대해 파악/분석/관리하고, 이를 통한 생산성 향상을 목표로 한다.

제 3 절 연구개발 범위

본 연구에서 추구하는 웹 기반 분산형 린건설 정보시스템의 개발을 위해 건설생산단계(설계단계, 시공단계)로 범위를 제한하였으며, 각 단계의 개선에 따른 파급효과를 고려하여 주요개선사항을 도출하였다. 이에 따라 각 세부과제는 건설자재공급망 및 조달관리시스템 개발(시공단계 자재조달, 1세부), 설계 협업 및 최적화 시스템 개발(설계단계, 2세부), 건설 생산 프로세스 혁신 기술 개발(시공단계 공정관리, 3세부)을 목표로 하며, 각 세부과제의 개발시스템 연계와 지식관리 및 성과측정을 주요기능으로 하는 웹 기반의 최종시스템 개발(설계 및 시공단계 정보관리, 4세부)을 본 연구의 최종목표로 한다.

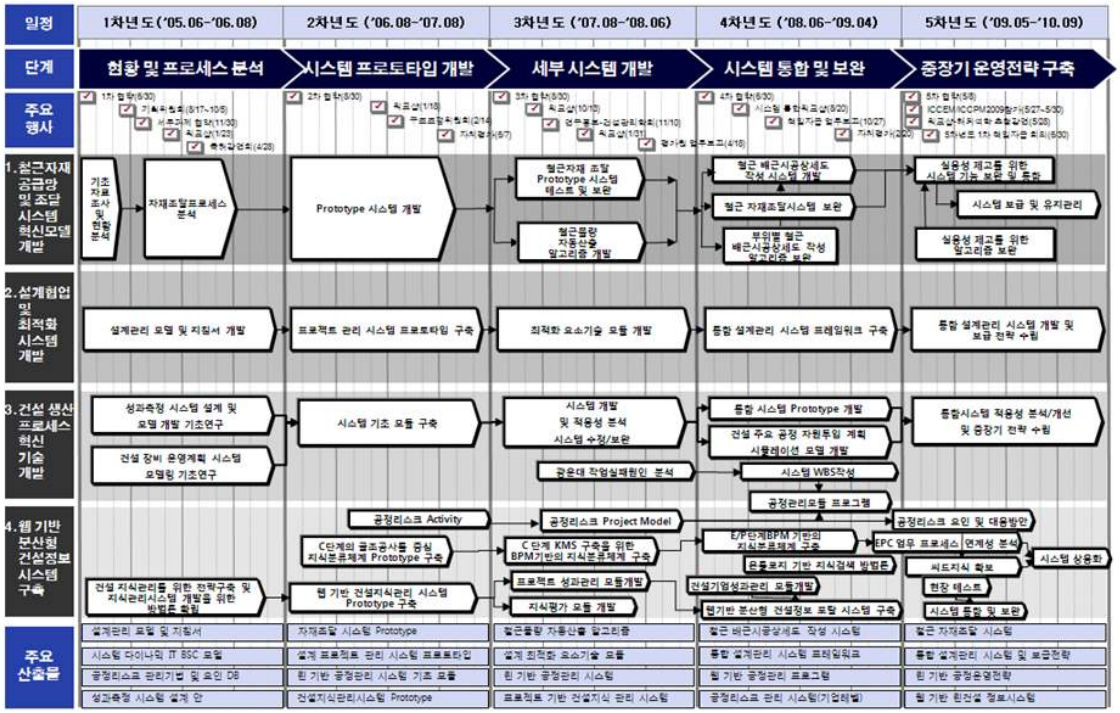


[그림 1-002] 세부과제 구성



[그림 1-003] 기관별 역할

이와 같은 최종목표를 달성하기 위해 1차년도에는 관련연구의 기초조사(문헌조사 및 실무조사)와 EPC 프로세스 분석을 통해 시스템 개념 모형을 개발하였으며, 2차년도에는 각 세부과제별 시스템 프로토타입을 개발하였다. 3차년도에는 각 세부과제의 시스템 프로토타입이 연계된 통합모델인 린 정보시스템(Lean Information System)의 프레임워크를 수립하였으며, 4차년도에는 린건설 정보시스템 세부모듈 보완 및 현장적용성에 대해 검토하였다. 최종년도인 5차년도에는 지속적인 실무적용성 평가를 통한 세부모듈 기능보완과 중장기 운영전략을 수립하였다.



[그림 1-004] 연구공정표

제 2 장 국내외 기술개발 현황

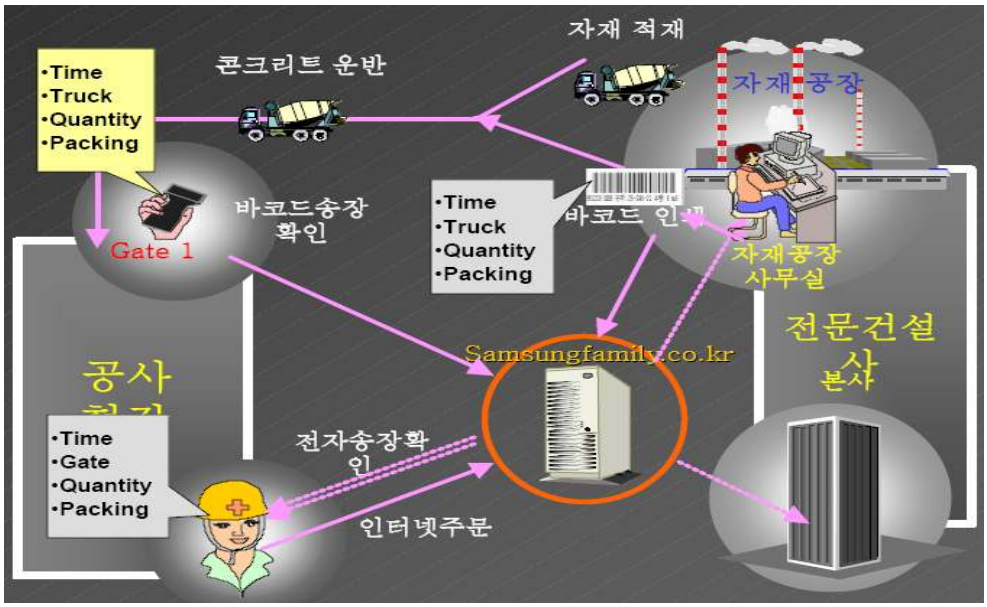
제 1 절 국내 기술개발현황

[1세부과제 : 철근 자재공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발]

국내·외를 막론하고 건설자재의 조달·물류관리에 대해 RFID(Radio Frequency IDentification) 기술을 적용해 보려는 다양한 학술적·실무적 노력이 경주되고 있지만, 철근공사로 범위를 좁혀보면 여전히 바코드 기술 기반 시스템이 가장 진보된 형태라 할 수 있다. 그동안 국내에서 건설자재의 조달물류관리에 RFID나 바코드 등 무선인식기술을 활용하려는 시도는 2000년대 초반부터 주로 대형건설업체를 중심으로 추진되어 왔으며, 최근에는 RFID 기술을 4D CAD 등과 연계하여 BIM(Building Infromation Modeling) 관점으로 발전시키려는 시도들이 이루어지고 있다. 이하에서 국내 대기업들의 무선인식 기술 기반 건설자재 조달관리 시스템을 고찰하였고, 외국 기술개발현황은 조달물류관리의 좀 더 확장된 영역인 SCM(Supply Chain Management)을 중심으로 고찰하였다.

1. 바코드 기술 기반 레미콘 자재관리 시스템 (A 기업)

■ 인터넷 및 바코드 기반 무선인식기술에 기초한 레미콘 자재관리 시스템

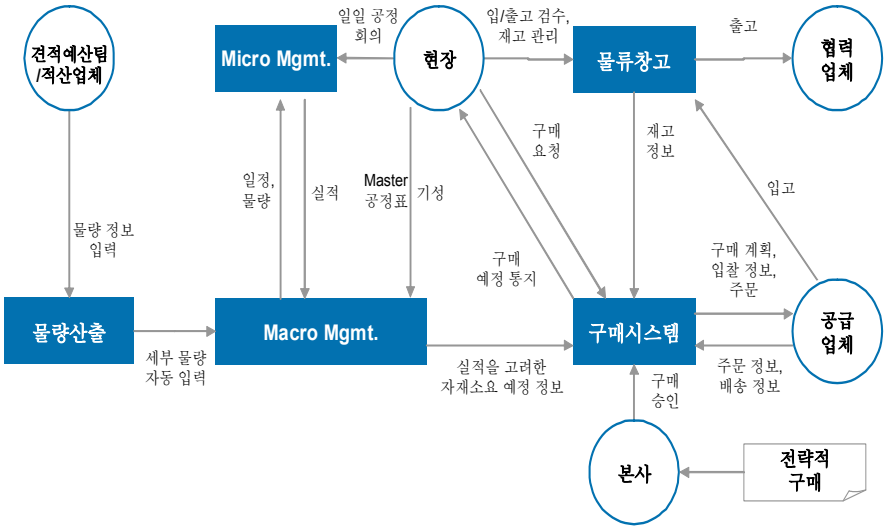


[그림 2-001] 바코드 기술 기반 레미콘 조달관리 시스템

2. 적시조달 지향 바코드 기술 기반 조달 및 공정관리 시스템 (B 기업)

■ JIT 개념의 자재조달관리와 PMIS 연계

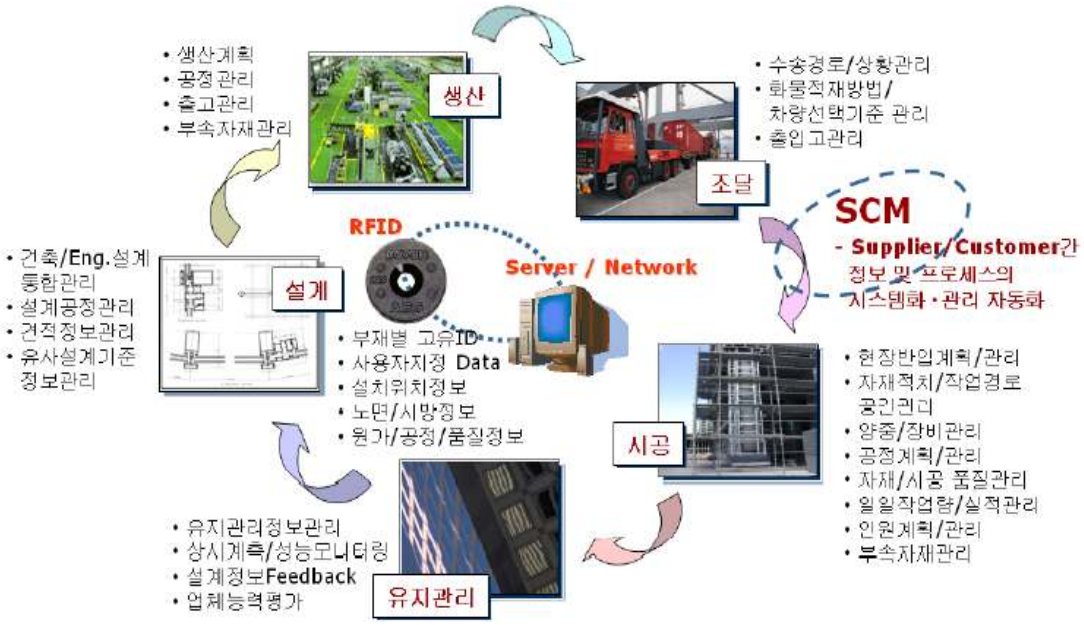
■ 바코드 기반 무선인식 기술로 입출고/재고관리 효율화 도모



[그림 2-002] 적시조달 지향 바코드 기술 기반 조달관리

3. RFID 기반 커튼월 조달관리 시스템 (C 기업)

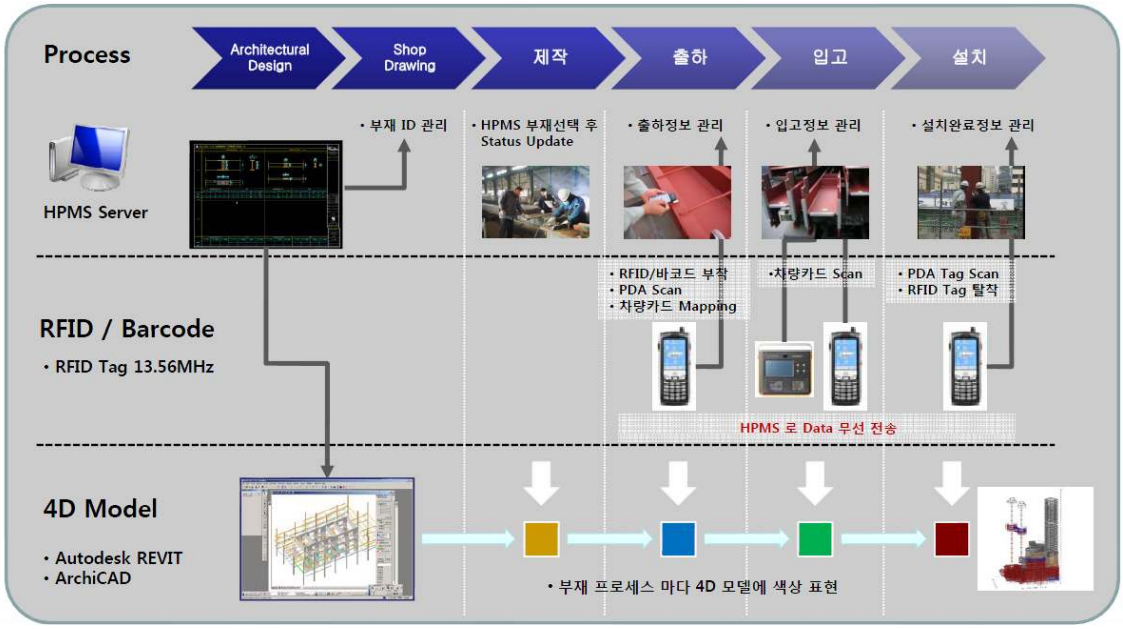
■ 커튼월에 RFID tag를 부착하여 조달물류 및 유지관리 등 생애주기 관리



[그림 2-003] RFID 기반 커튼월 생애주기관리 시스템

4. BIM + RFID 주자재(철골) 관리 시스템 (D 기업)

■ 철골부재에 RFID tag를 부착하여 관리하고 4D Model 등 BIM 개념과 연계



[그림 2-004] BIM + RFID 주자재(철골) 관리 시스템

[2세부과제 : 설계협업 및 최적화 시스템 개발]

1. 시장현황 및 예측

2008년 통계청 발표에 의하면, 건설 산업 수주규모는 총 112조(건축:82조, 토목:30조)에 이르며, 이 중 설계·엔지니어링 부문은 4조 정도로 추정된다. 꾸준한 상승세를 보이고 있는 건설 산업에서 설계부분 또한 동일한 상승세를 보일 것으로 예상되고 있으며, 설계단계는 시공 및 유지관리 단계에서 미치는 영향 또한 크기 때문에 핵심부분이라 할 수 있다.

<표 2-001> 건축분야의 연도별 시장 규모

(단위 : 백만원)

구분	연도별 시장 규모														
	2005년			2006년			2007년			2008년			2009년		
	토목	건축	소계	토목	건축	소계	토목	건축	소계	토목	건축	소계	토목	건축	소계
수주금액	23,088	60,215	83,489	21,396	69,479	91,001	30,026	82,320	112,501	41,300	78,800	120,100	54,100	64,600	11,8700

통계청 자료에 따르면, 2002년에서 2006년 까지 5년 동안 건설수주금액이 약 29% 증가하였다. 이에 따라 연구가 종료되는 시점인 2010년에는 128조원, 연구가 종료되고 5년 후인 2015년에는 165조원의 건설수주금액이 예상된다.

건설투자에 대한 전망을 보면 지속적으로 건설 산업에 대한 투자가 증가할 것이라 예측하고 있으며, 이에 설계분야 시장의 규모도 더욱 확대될 것이라 사료된다.

<표 2-002> 건설투자 전망

(단위 : 10억원)

구분	2007	2008	2009	2010	2014
건설투자	118,564	120,887	126,319	132,221	140,846

출처: 국토연구원(2004)

2. 국내 기술개발 수준

통합 설계관리, 자재선정지원모듈, 개산견적지원모듈, 통합설계관리모듈 등의 세부산업에 대한 국내 기술개발 수준은 다음의 표와 같다.

<표 2-003> 세부산업에 대한 국내 기술개발 수준

세부산업 내용	현재 기술수준			과제 완료시 국내 기술수준		
	기술수준 (%)	기술격차 (년)	비고	기술수준 (%)	기술격차 (년)	비고
통합 설계 관리	50%	5	도입단계	90%	1	활용단계
자재선정지원모듈	60%	4	도입단계	90%	2	활용단계
개산견적지원모듈	60%	4	도입단계	85%	1	활용단계
통합설계관리모듈	60%	5	도입단계	90%	1	활용단계

설계 관리, 자재정보관리, DB구축, 건설자재정보, 견적모듈, 발주자 요구사항 분석, 발주자 요구사항 체계화, 시방서, 견적 및 적산 등의 세부기술에 대한 국내 기술개발 수준은 다음의 표와 같다.

<표 2-004> 세부기술에 대한 국내 기술개발 수준

세부기술 내용	국외 현황 (주요선진국명)	국내 개발 현황	수준 (국외대비)
설계 관리	Strategic Project Solution (미국)	설계 부문 개발 미비	50%
자재정보관리	RIBA Product Data (영국)	건설공사 표준품셈	70%
DB구축	Architects Index (미국)	건축정보센터(Archi DB)	70%
건설자재정보	Sweet 's Catalog (미국)	건설자재정보	70%
견적모듈	Estimates System (미국)	골조공사 견적	60%
발주자 요구사항 분석	건축 프로그래밍, AIA (미국)	건축설계 단계별 업무수행에 관한 연구, 대한건축사 협회	30%
발주자 요구사항 체계화	브리핑, RIBA (영국)	건축설계 단계별 업무수행에 관한 연구, 대한건축사 협회	30%
시방서	일본	적정 수준에 있음	80%
견적 및 적산	일본	연구진행 중	60%
체크리스트	일본	미비함	10%

[3세부과제 : 건설 생산 프로세스 혁신기술 개발]

1. 현장 통합 성과측정 시스템 개발

국내 실정을 반영한 건설기업의 KPI를 제시한 논문과 건설 산업 전체 차원에서 발주자, 시공자, 설계자를 위한 성과측정시스템의 framework를 제시한 논문과 건설 엔지니어링 기업의 성과측정 모형을 제시하였다(2004. 7). BSC가 전체 프로세스를 분석하고 개선점을 도출하기 위해 평가를 한다는 점에서는 의미가 있지만, 단위 프로젝트(건설사업)를 기본으로 성과를 측정하고 평가하는 기법이 아니고 기업전체의 수행절차나 성과에 대한 평가이다(2005. 3).

가. 균형성과표를 이용한 건설사업 성과측정 구축방향에 관한 연구 (2004. 10)

건설공사비 절감이나 공기지연을 해소하고자 하는 노력이 부족함을 지적하고 경쟁력을 향상시키기 위해 건설업에 적용 가능한 프로세스를 정립하고 낭비를 제거함으로써 사업비를 절감할 수 있는 성과측정 구축방안에 대해 제시하였다. 제조업에서 활용하는 사례를 통해 국내 건설업의 성과측정에 활용 가능한 기초 이론을

제시하였다. 건설산업의 성과측정 시스템 Prototype 개발로 인하여 성과측정에 활용 가능한 기초적 시스템을 개발하였다(2005. 10). 수행성능평가 및 지연원인분석 시스템을 통하여 공기지연의 원인을 파악하고 해소하는 시스템의 개발로 건설업의 프로세스상의 낭비를 제거함으로 사업비를 절감할 수 있는 현실적 방안 제시하였다(2006. 8).

2. 건설 생산 공정 개선 모델 구축

가. 린 건설의 실무현장 적용 및 사례연구(2003.4)

린 건설의 4단계 공정 프로세스를 소개하고, 해외 사례 현장의 인터뷰 및 설문조사를 통한 정성적·정량적 성공요인을 제시한다. 사례 연구에서 도출된 린 건설의 장·단점 및 한국 건설업의 방향을 제시한다.

나. Exploratory Study of Lean Construction: Assessment of Lean Implementation (2002.8)

린 건설 수행은 린 시스템의 적용, 참여 조직, 참여자들의 태도, 그리고 계약이라는 린 건설 수행 성공 요인에 의하여 평가되어질 수 있음을 전제한다. 이 4가지의 성공요인들이 상호 효율적으로 연계되어져 작용한다면 린 건설은 성공적으로 수행되어질 수 있음을 제시한다.

다. 공정관리 개선을 위한 린 건설 개념 적용 연구 논문

- 린 생산원리에 기초한 건설생산 공정분석모델에 관한 연구 (김찬헌 외, 2001)
- 건설공사 공정 및 생산성 개선모델 개발 (한국과학재단, 2002)
- 사무소 건축의 마감공기 단축을 위한 영향요인 분석 및 관리기법에 관한 연구 (한국건설관리학회, 2002)
- 택트 공정관리 프로세스 개선 및 시스템 개발 (한국건설관리학회, 2003)

3. 린 현장 실무 매뉴얼 및 교육 매뉴얼 개발

가. 린 건설 수행을 위한 방향제시(2003.9)

린 건설 적용에 있어서 차이점을 가지고 있는 사례 현장을 비교 분석함으로써 그에 따른 린 건설 수행을 위한 선결과제를 제시한다. 향후 국내에서의 계약관리, 회사전략관리, 그리고 인적자원관리의 중요성 언급한다.

나. 연구의 한계점 및 본 연구와의 차별성

린 건설의 국내 현장 적용이 어려워 대부분의 사례 연구들이 해외 건설현장을 대상으로 하였기에 공사 환경(계약, 자재조달, 하도업체 능력, 계획능력, 작업인력의 인식 등) 여건이 국내 현실과 많은 차이점이 있을 것이라는 한계를 지니고 있다. 국내에서는 현재까지 린 건설과 관련된 웹기반 시스템을 구축하여 활용한 사례가 없다. 따라서 아래의 국내기술동향은 국내 건설관리분야에서 본 연구에서 개발하고자 하는 시스템과 유사한 개념의 시스템 개발 연구를 분석한다.

다. 건설분야 전자매뉴얼의 필요성 및 특성분석을 통한 실무적용성 연구(2005.2)

서술적 문서형태로 작성되어온 시공법, 유지관리절차 등에 관한 시방규정, 지침서들을 전자적 형태로 구성한 전자매뉴얼의 필요성을 제안한다. 전자매뉴얼을 통해 공사참여자의 이해도 증진과 사업관리 측면에서 종합정보시스템으로 활용 가능하다. 그러나 시방정보,관련법규 등의 건설분야 각종지침은 전자화를 위한 표준체계가 미흡하여 관련정보의 체계적인 축적 및 공유에 어려움이 있다.

4. 건설 주요 공정 자원투입계획 시뮬레이션 모델 개발

가. 양중장비와 자재 야적 위치의 최적 결정을 위한 모델 개발

주진호(1994)는 크레인이 일정한 작업을 수행하는데 걸리는 물리적인 일의 양이 최소인 위치를 타워크레인의 최적위치로 선정하는 모델을 제시하였다.

안병주 외 3인(1999)은 수직운반장비와 자재 야적장 사이의 물류 운반거리를 최소화하는, 쌍교체법을 적용한 건설 현장의 Lay-out 최적화 모델을 제시하였다. 하지만 수직운반장비와 현장 출입구의 위치는 사전에 결정된 것으로 가정함.

박정현 외 3인(2003)은 4가지의 영향요인을 가지는 타워크레인의 위치 결정 모델을 제시하였다. 하지만 4가지의 영향요인만으로는 타워크레인 위치선정에 한계가 있으며, 현장 실무자들의 경험을 바탕으로 하는 방법과 크게 다를 바 없다.

이웅균 외 3인(2004)은 유전자 알고리즘을 적용한 타워크레인의 최적위치를 결정하는 모델을 제시하였다. 타워크레인, 야적장, 수요처, 현장 출입구와의 거리를 최소화하는 유전자알고리즘을 적용하여 야적장과 현장 출입구등이 결정되어있고 1대

의 타워크레인만으로 최적위치를 결정하는데 한계가 있다.

국내 양중장비 위치결정에 관련 연구의 내용과 한계점을 간략하게 정리하면 다음 표와 같다.

<표 2-005> 국내 연구동향

저 자	구 분	내 용
허담, 이덕찬, 신현식, (1994)	제 목	고층 건축공사의 양중계획 최적화 방안에 관한 연구(1)
	연구내용	- Half-PC 아파트 현장의 조사를 통해 양중작업에 대한 계획·관리의 기초자료를 마련 - 단위 양중사이클을 항목별로 구분해 시간측정으로 양중장비의 사용내역을 규명하고 양중장비의 가동능력 향상을 위한 관리방안 모색 - 양중관리:직종별 사용시간 분석, 직종별 항목별 자재별 교차분석
	한계점	- 각 직종별 사용시간 분석에 있어 그 사용시기가 매우 불규칙적 - 현장의 유동적인 상황의 고려 부족
주진호, 이덕찬, 신현식 (1994)	제 목	고층건축공사에 있어서 타워 크레인의 최적위치선정 방안에 관한 연구
	연구내용	- 타워크레인의 위치선정 고려요인 - 타워크레인의 위치선정 모델 ① 크레인의 작업량 단축을 통한 모델 ② 크레인의 양중부하량 감소를 통한 모델 - 타워 크레인의 최적위치 선정 모델을 적용하여 사례 분석
	한계점	- 현장내 한 대의 타워크레인으로 모든 양중을 처리 - 하나의 부재에 대한 일의 양을 파악하여 전체일의 양으로 산출 - 철골부재로만 제한 - T/C 의 설치위치를 선정하는데 있어서 고려되는 여러 가지 요인중에서 작업반경 문제가 해결되고 설치나, 해체에 관련된 사항이 동일한 조건인 경우에 한하여 적용 가능한 모델이므로 그 적용에는 한계가 있음
이재용 (1994)	제 목	고층 건축공사의 양중계획 최적화 방안에 관한 연구(2)
	연구내용	- 고층공사의 공사계획 측면에서 분석, 검토하여 양중계획 최적화 방안 마련 - 대상공사의 실적자료와 공사중인 현장의 양중관련사항을 조사

		- 단위 양중사이클을 항목별로 구분, 시간측정을 하여 양중장비의 사용내역을 조사
	한계점	- 양중작업 상호간의 간섭현상에 대한 분석이 필요 - 작업장의 양중고려 요소 선정에 대한 우선순위의 조사 미흡 - 양중작업 사이클에 대한 자료제시 부족
강경인 (1996)	제 목	고층건축물의 양중계획 합리화에 관한 연구(Ⅰ)
	연구내용	- 타워크레인의 위치 및 기종선정과정에서 기존방식의 불합리성을 파악하고 개선 - 타워크레인 기종 및 위치선정 프로세스 - 현장실태와 본 시스템적용 결과에 대한 비교·분석
	한계점	- 타워크레인 선정에 있어서 절대적 요소들 위주 - 데이터 베이스의 지속적인 업데이트 필요
남시대 (1996)	제 목	양중작업의 효율화 방안에 관한 연구
	연구내용	- 타워크레인의 운용을 설치, 가동, 해체의 3단계로 구분하여 각 단계에서의 타워크레인 운용상의 문제점 추출 - 타워크레인의 효율적 관리를 위한 모델 구축 ① 위치·기종 선정 모델 ② 양중실적 수집모델
	한계점	- 기하학적이며 계산적인 모델의 범주에 머무름
김유수 (1998)	제 목	효율적인 양중작업을 위한 Climbing 엘리베이터에 관한 연구
	연구내용	- 효율적이고 안전한 양중작업 방법에 대한 연구 -양중계획의 일반사항에 대한 고찰 - Climbing Elevator의 특징, 구조, 설치승강로의 조건, 설치시의 유의사항에 대한 제시 - Climbing Elevator의 효율적인 사용에 대한 제시
	한계점	- Climbing Elevator의 다른 가설시설물과의 상관관계 파악 필요 - Climbing Elevator의 경제성에 대한 고려가 제시되지 못함 - 사례적용에 대한 분석이 미흡하여 다른 양중기와의 비교·분석이 이루어지지 못함 - 공사기간 중의 양중계획의 분석적 자료제시 필요
송인창 (1998)	제 목	초고층 건축공사 양중관리 프로세스
	연구내용	- 자재 양중관리에 관해 국내외 사례분석을 통해 문제점 분석 및 초고층 건축공사 양중관리 프로세스 제시 - 양중전담 조직 설치 제안 : 주간/일간 계획서 작성, 타워크레인 운행업무, 리프트카 운행업무, 상하차 관리, 스톡야드 정비 등

	한계점	- 양중관리의 프로세스 분석에만 국한 - 양중장비 선정에 대한 내용 없음 - 사례조사를 기반으로 하고 있으나 해외사례와 국내사례의 비교분석 부족 - 양중장비 외의 가설시설물 배치계획에 대한 언급 없음
이열 (1998)	제 목	효율적인 양중작업을 위한 타워크레인의 배치에 관한 연구
	연구내용	- 타워크레인의 배치 현황에 대한 사례분석 - 양중작업의 타당성을 바탕으로 건설현장 타워크레인의 배치현황에 대한 사례분석을 통해 건설공사 중에 양중작업의 중요성과 현실적인 운용시스템 제시
	한계점	- 타워크레인에 대한 기본적인 사항만을 제시 - 이론적 고찰에만 치중 - 양중장비의 선정에 기준이 되는 요소들을 분석하여 적용하는 내용 부족
김훈 (1999)	제 목	고층 건축공사의 리프트 선정 의사결정 모델에 대한 연구
	연구내용	- 양중계획 수립 시 고려해야 할 제반사항을 분석·고찰 - 양중장비 선정에 필요한 요인들을 설문 조사를 통해 도출 - 양중장비 선정을 위한 의사결정 모델을 제안하고 사례현장에 적용하여 타당성을 검증
	한계점	- 대개의 경우 고층빌딩공사에서는 양중부하 산정시 인원과 자재양만을 고려 - 예상치 못한 양중부하가 발생했을 때에는 야간작업 등을 통해 극복 - 양중부하를 산정할 때, 정보 부재로 인하여 그 결과의 신뢰성이 떨어짐 - 투입된 장비의 저효율
안병주, 김재준, 김경래, 김선규, (1999)	제 목	고층 건물 공사 현장 레이아웃 최적화에 관한 연구
	연구내용	- 고층빌딩공사 현장에서 수평운반작업(지상층)의 생산성 향상을 위해 현장 레이아웃의 최적화를 수리모델로서 정의, 최적의 현장 레이아웃 계획 방법론 제시 - 현장 사례 분석을 통해 의사결정 과정의 단순함, 체계적 분석 과정 생략, 지식, 경험에 의해 현장 레이아웃 수립 - 수직운반장비(타워크레인, 리프트 등)와 게이트 위치는 계획자에 의해 사전에 결정되는 것을 연구 범위 제한 - 물류의 직각 운반거리 비용의 최소화 - OR의 쌍교체법(pairwise exchange)을 이용하여 물류의 직각 운반거리 비용을 최소화하기 위한 준 최적해(near-optimal solution)도축

	한계점	- 양중장비의 위치를 가설시설물의 위치와 같이 고려하지 못하고 있음 - 시설물 사이의 직각거리 계산에 의해 해결하고 있지만 적재공간의 크기/변화 등은 고려되지 않고 있음 - 시설물 사이의 상호관련성은 고려하지 못하고 있음 - 공사기간 중 변화가능한 다이나믹 레이아웃 적용 필요
김정진, (2002)	제 목	초고층 건축공사의 양중계획 시스템에 관한 연구
	연구내용	- 골조공사용 양중장비를 중심으로 시각적 양중계획 시스템 개발
	한계점	- 최종 결과물의 타워크레인의 위치가 막연함
박정현, 이현식, 현창택, 구교진, (2003)	제 목	고층건물 타워크레인 위치선정 모델
	연구내용	- 타워크레인의 설치가능 여부, 해체 가능성, 작업 반경만족, 작업의 용이성 등 4가지의 영향요인을 가지는 타워크레인 위치 결정 모델을 제안
	한계점	- 현장에서 사용되는 기존의 방식과 크게 다르지 않음
이웅균, 김재엽, 서덕석, 강경인, (2004)	제 목	유전자 알고리즘 모델을 활용한 양중계획 합리화 방안
	연구내용	- RC 구조물공사의 양중계획에서 T형 타워크레인을 사용하는 현장에서의 유전자 알고리즘을 활용한 타워크레인 선정 - 타워크레인의 위치선정은 최소 거리를 기준으로 선정
	한계점	- 1대의 T/C과 고정되어 있는 야적장으로 타워크레인 위치선정 한계

나. Lift와 자재 야적 위치의 최적 결정을 위한 모델 개발

안병주 등(1999)은 고층 건물공사 현장 레이아웃 최적화에 관한 연구를 수행하였다. 수직운반 장비(리프트, 타워리프트 등)의 위치는 미리 결정되었다는 가정 하에, 운반작업의 궤적을 직각이라는 가정을 바탕으로 쌍교체법(Pairwise-exchange)을 이용하여 최적해가 아닌 준 최적해(near optimal solution)를 구하기 위한 방안을 제시하였다.

[4세부과제 : 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축]

1. 기업 정보화 현황 및 국내 기술 동향

가. 건설산업의 정보화 수준은 조사대상 산업들 중에서 가장 낮았으며, 금융, 유통 및 서비스, 제조 산업의 순으로 정보화 수준이 높은 것으로 평가되었다.

나. 금융업은 기업간 정보교환 및 전자거래 등의 통합화가 이루어지고 있는 반면, 건설산업은 대기업의 경우 기업내 정보화 단계에 있으며, 중소기업은 업무 정보화 단계로 정보화 수준이 상대적으로 낮은 상태이다.

다. 최근 국내 기술동향은 지식관리시스템을 별도의 시스템으로 보기보다는 업무의 수행자체를 지식의 발굴/이용/생성/평가로 보고 있으며, 이를 통한 자연스러운 지식의 통합관리가 수행되는데 초점을 맞추고 있다.

라. 이화여자대학교 경영연구소에서 실시한 '한국 100대 기업의 지식경영 현황조사'에 따르면 국내 지식경영은 정부조직 및 대기업을 위주로 지식경영을 도입하고 있거나 도입을 검토 중에 있으며, 도입하여 지식을 활용하고 저장, 생성, 공유하는데 활용하고 있는 기업은 24개사로서 조사 대상기업 84곳 중 28%를 차지하고 있다.

<표 2-006> KM 소프트웨어 주요업체 개발현황 (2009년 1월)

항목	K사	O사	S사
주요 특징	-적용 시간 최소화 -국내 최대 규모적용(70여개)	-지식 DB가 독립형으로 운용 -지식의 형태별 관리가능	-EP, KMS, 그룹웨어일체형 제품 -안정성과 개발인력 풍부함
장점	-KMS컨설팅 방법론에 기초 -적용의 손쉬움 -변화관리가 상대적으로 용이	-지식저장소의 타입, 분류 등의 세부 지정이 용이 -은행/중소기업에 다수적용	-EP, G/W, KMS 일체형의 제품(총소유 비용이 저렴함)

2. 지식관리

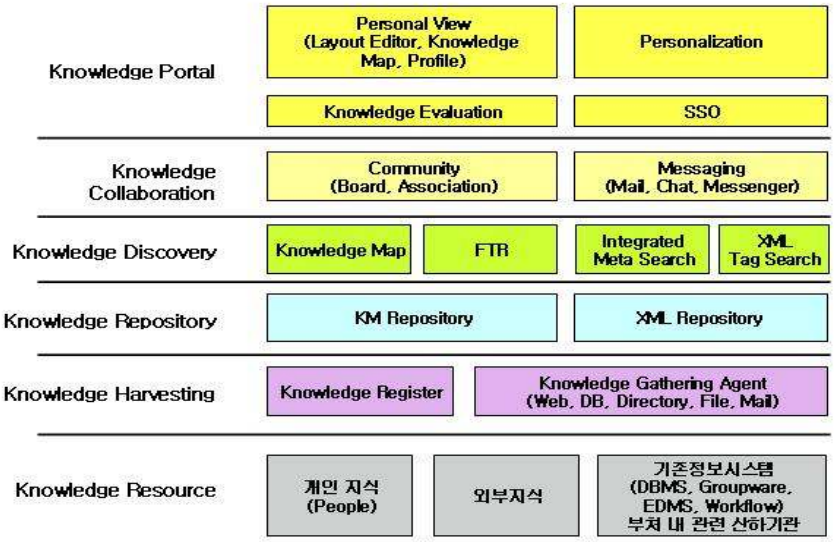
국내의 지식관리에 대한 연구 동향의 경우 기업이 보유하거나 획득한 지식을 의미하는 축적지와 비즈니스에 활용할 수 있는 역량으로서의 지식을 뜻하는 활용지로 구분하는 연구(김영실 외, 1999)와 원가, 공정, 품질, 환경, 안전 등 관리 항목에

따른 건설현장 지식지도 제시에 관한 연구(김재준 외, 2001)가 있다.

세 가지의 축(건설업무 기능 분류, 지식 유형, 자료 형태)으로 지식 시스템 Framework 제시한 연구 (최인성 외, 2005)와 KMS를 통한 건설 현장지식관리를 위한 연구(김재준 외)로 건설업의 지식관리 사례를 4가지의 패턴으로 비교 분석한 연구 등이 이루어지고 있다.

한국건설기술연구원에서의 중소건설업체 및 엔지니어링업체에 적합한 지식관리 모델을 개발하고, 이를 토대로 건설현장 지식관리 프로토타입 시스템을 개발·운영하여 사장되어 가는 건설현장 지식을 유통시키며 건설산업의 지식관리 저변 확대 및 인식 제고하기 위한 건설사업 정보화 요소기술 개발에 대하여 2000년부터 3차에 걸친 연구가 이루어지고 있으며 지속적으로 개선 및 피드백 연구를 수행중이다.

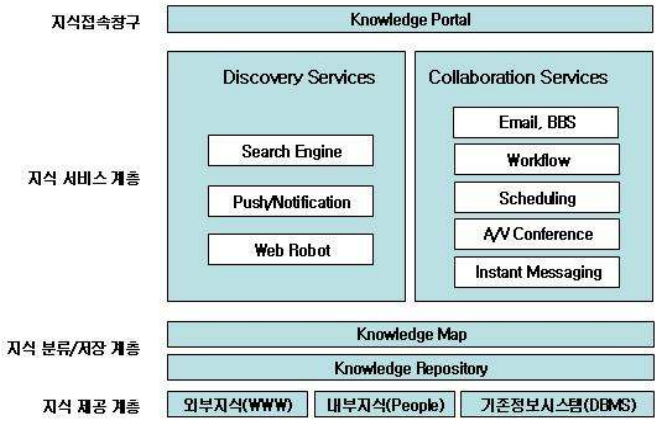
지식관리 기술 구조모델의 경우 한국전산원(National Computerization Agency)에서는 공공부문 등의 정보화 사업에 참고할 수 있도록 지식관리시스템 아키텍처를 구성, Ovum 모델과는 달리 지식관리체계를 좀 더 상세화한 형태로 아키텍처를 구성 하며 또한 아키텍처의 기술영역에 따라서 종축의 기술을 추가하는 모델로 아키텍처가 설계되어져 Ovum의 지식관리 체계의 계층을 좀더 구분하면서 응용서비스와 지식정보는 간단한 형태로 표현하고 있다.



[그림 2-005] 한국전산원의 지식관리 프레임워크

행정자치부에서 정부 중앙부처 및 지자체에 적용하기 위하여 제시하였다. Ovum 아키텍처 모델과 유사한 형태로 구성되어 있지만 상당히 단순화한 형태로 구성되

어있으며 즉 지식 정보자원 계층에서는 내부 정보자원, 외부 인터넷 정보, 그리고 개인의 지식으로 지식을 대별하고 정보자원으로 표현하고 있고 응용서비스 부분은 포탈로 단순화하여 지식정보의 전달체계를 통합하고 있다. 공공분야에서 활용되는 모델임을 감안하여 기능의 복잡성보다는 효율성과 보편성을 강조한 형태이다.



[그림 2-006] 행정자치부 지식관리 프레임워크

3. 지식관리 시스템의 규모

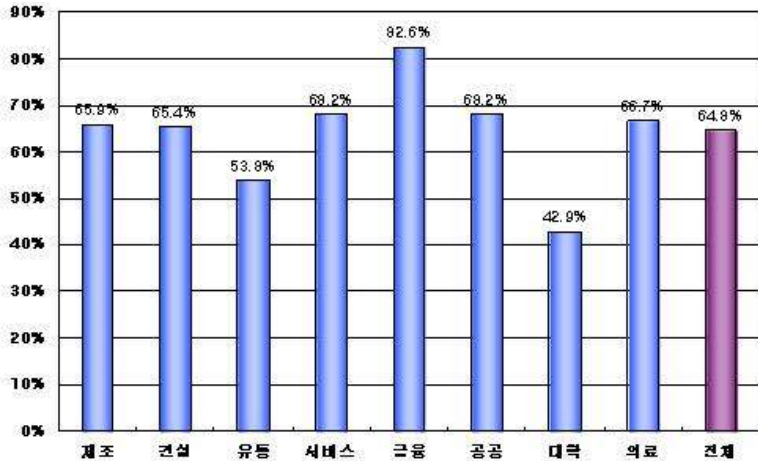
국내 지식관리 소프트웨어 시장 규모는 시각에 따라 그 규모를 산출 하는데 많은 차이를 보이고 있다. 즉, 지식관리시스템을 이루는 요소들로 보는 경우와 이들을 합친 전체 개념으로 보느냐에 따라 시장 규모가 많이 달라질 수 있는데 지식관리 시스템을 구현하는 필수요소인 그룹웨어, 검색엔진, 전자문서관리시스템 등의 개별적인 시장으로 볼 경우는 각각 500~1,000억원의 시장규모로 여겨지나, 지식관리시스템 전체 시장으로 볼 경우는 약 3,500억원의 규모 정도로 추정된다.

한편, 한국 소프트웨어 산업협회가 2000년 5월 지식관리시스템 업체를 대상으로 조사한 바에 따르면, 2001년 국내 지식관리시스템 시장규모는 약 1,020억원에 달하며, 전년 약 724억원 대비 약 40% 정도 의 성장가능성이 있다.

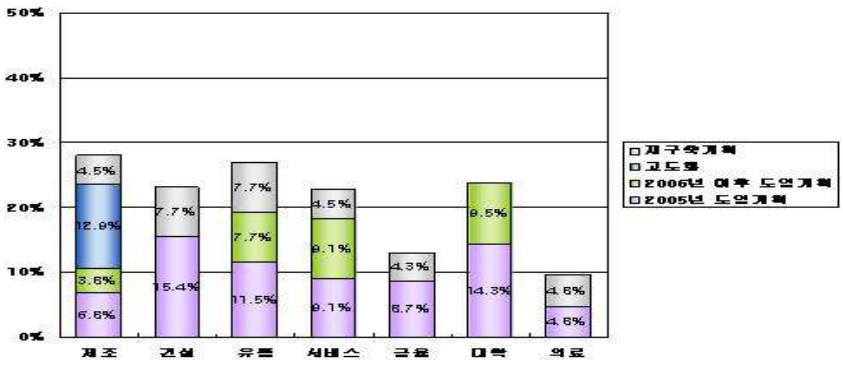
2005년 e-비즈니스 시장 규모는 358조 4,510억원으로 전년 대비 14%의 상승률을 보였다. 총 거래액 중 e-비즈니스에 의한 거래 비율은 19.8%로 전년 대비 1.8%p 상승하였으며, 2003년 이후 상승률은 다소 둔화되는 양상을 보이고 있다. 하지만 거래비율 및 시장 규모는 해를 거듭할수록 상승하는 추세이다.

KRG(Knowledge Research Group)가 2005년 초 국내 주요 기업(매출액 2천억 이상) 및 정부기관 등 293개를 대상으로 조사한 결과, 약 64.8%가 그룹웨어/KMS를 도입한 것으로 나타났다. ERP, DW, CRM 등 주요한 공통 기업솔루션의 도입률이 20~50%에 머무는 것에 비하면 그룹웨어/KMS의 도입률은 괄목할 만한 수준이다. 업종별로 보면 금융업종이 가장 높은 82.6%의 도입률을 보였으며, 서비스와 공공업종도 68.2%의 높은 도입률을 기록했다.

그룹웨어/KMS 도입 기업에게는 2005년과 2006년 재구축계획을, 미도입기업에게는 도입 계획 등을 파악한 결과를 살펴보면, 대체로 20% 전후의 응답기업들이 향후 추진 계획 의사를 나타냈다. 이는 도입률이 상대적으로 높으며, 도입시기도 아직 오래 지나지 않았다는 점을 반영하는 것이다. 반면, 그룹웨어/KMS 도입기업의 향후 재구축 계획은 건설업과 유통업에서 가장 높은 7.7%를 나타났다.



[그림 2-007] 주요 업종별 그룹웨어/KM 도입률 [출처 KRG 2005]



[그림 2-008] 주요 업종별 그룹웨어/KM 도입계획 [출처 KRG 2005]

4. 성과지표 개발 연구

경영분야에서 도입된 균형성과표(BSC)를 활용한 건설 산업/사업의 KPI(Key Performance Indicators)를 도출하는 연구들이 다수 수행되어왔다. 국내 실정을 반영한 건설기업의 KPI를 제시한 논문과 건설 산업 전체 차원에서 발주자, 시공자, 설계자를 위한 성과측정시스템의 framework를 제시한 논문과 건설엔지니어링 기업의 성과측정 모형을 제시한 논문이 발표되었다. BSC가 전체 프로세스를 분석하고 개선점을 도출하기 위해 평가를 한다는 점에서는 의미가 있지만, 단위 프로젝트(건설사업)를 기본으로 성과를 측정하고 평가하는 기법이 아닌 기업전체의 수행절차나 성과에 대한 평가이다.

균형성과표를 이용한 건설사업 성과측정 구축방향에 관한 연구 (2004.10)는 건설공사비 절감이나 공기지연을 해소하고자 하는 노력이 부족함을 지적하고 경쟁력을 향상시키기 위해 건설업에 적용가능한 프로세스를 정립하고 낭비를 제거함으로써 사업비를 절감할 수 있는 성과측정 구축방안에 대해 제시하였다. 또한, 제조업에서 활용하는 사례를 통해 국내 건설업의 성과측정에 활용 가능한 기 초 이론을 제시하였다. 아래 표는 국내도급순위 상위11개 업체 사업계획부 및 사업관리 부서 대상이다. 조사결과 대부분의 업체가 리스크에 대한 관리기준과 관리체계를 갖추어 있지 않고, 조사대상 중 5개 업체들만이 이러한 리스크 관리의 중요성을 인식하고 있었다. 리스크관리의 중요성을 인식한 업체들은 리스크를 관리할 수 있는 시스템을 준비 중에 있었으나, 체계적인 관리기준과 관리체계를 갖추지 못하고 진행되는 시스템 개발로서 초보적 수준일 뿐만 아니라, 대부분의 업체들은 형식적인 대응에 머물러 있었다.

5. 국내 리스크관리현황

아래 표는 국내도급순위 상위11개 업체 사업계획 부및 사업관리 부서 대상이다. 조사결과 대부분의 업체가 리스크에 대한 관리기준과 관리체계를 갖추어 있지 않고, 조사대상 중 5개 업체들만이 이러한 리스크 관리의 중요성을 인식하고 있었다. 리스크관리의 중요성을 인식한 업체들은 리스크를 관리할 수 있는 시스템을 준비 중에 있었으나, 체계적인 관리기준과 관리체계를 갖추지 못하고 진행되는 시스템 개발로서 초보적 수준일 뿐만 아니라, 대부분의 업체들은 형식적인 대응에 머물러

있었다.

<표 2-007> 업체별 리스크관리현황 (서석원2002)

관리 / 순위	대상	관리기준	관리체계	관리시스템	데이터
1	A업체	0.4	1.0	0.65	0.305
2	B업체	0.305	0.35	0.65	0.35
3	C 업체	0.205	0.25	0.65	0.255
4	D 업체	0.205	0.65	0.65	0.4
5	E 업체	0.305	0.35	0.255	0.305
6	F 업체	0.255	0.8	0.305	0.255
7	G 업체	0.205	0.35	0.25	0.205
8	H 업체	0.305	0.35	0.205	0.25
9	I 업체	0.255	0.305	0.255	0.4
10	J 업체	0.25	0.255	0.205	0.305
11	K 업체	0.255	0.305	0.205	0.255

제 2 절 국외 기술개발현황

[1세부과제 : 철근 자재공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발]

1. Supply chain은 1980년대 중반 연구 분야로 자리매김

- 유통 및 생산관리에서 시작하여 logistics로 병합(Coyle et al., 1996)
- 이후 유통, 생산, 전략적 구매 관리 및 산업 조직 경제학(Industrial Organization Economics) 등의 영향으로 더욱 확대

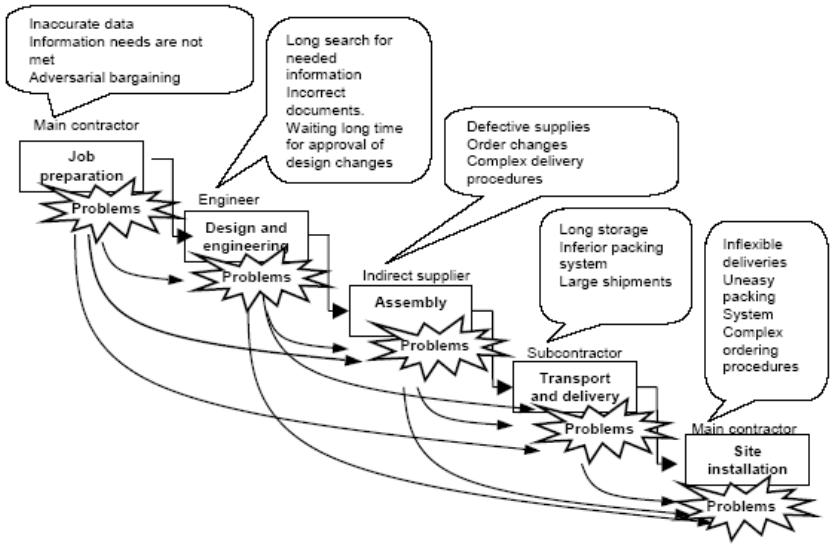
2. 건설산업에서는 1990년대 중반에 들어 본격적인 연구 진행

- 주로 생산, 유통, 전략적 구매에 관련된 이론과 함께 발전(London & Kenley, 2001).
- SCM개념의 적용은 주로 자재의 흐름에 초점을 맞추고, 현장 생산성과 자재 관리의 향상 사이의 관계규명에 노력(Akintoye, 1995; O'Brien, 1995; Agapiou et al., 1998; Tommelein and En Yi Li, 1999)
- 최근에 건설 산업을 제조업의 생산과정처럼 접근해 보려는 시도로 발전
- – O'Brien(1995) : 다양한 조직으로 구성된 건설 생산 공급 망을 하나의 시스템으로 보고, 이에 대한 전반적인 관리가 공급 망의 비용을 최적화 할 수 있는 가능성을 제공할 수 있음을 규명

3. IGLC의 Construction Supply Chain Management(CSCM) 그룹 연구동향

- 건설 공급 망을 분석하기 위한 모델링 방법의 개발 혹은 TSM(Terrain Scanning Methodology)의 적용
- 다양한 사례 연구를 통해 실제 건설 공급망의 현황과 문제점 분석[1)]

1) Vrijhoef, R. and Koskela, L. (1999) Roles of Supply Chain Management in Construction. In proceedings of IGLC 7th Annual Conference, Berkeley, CA, available at http://cic.vtt.fi/lean/conferences.htm



[그림 2-009] 공급 망 구성요소들의 문제점 분석의 예

- 건설 공급망 관리를 효과적으로 하기 위해 필요한 프로젝트 공정계획 프로그램의 개발과 적용
- 다양한 프로젝트들의 특성에 따라 정보나 자재의 지속적인 흐름을 유지시키기 위한 하도급 계약 방법 및 협력업체 구성 방안
- 건설 프로젝트의 공급 망을 “가치(value)"의 흐름을 기준으로 하여 파악하고 관리할 수 있는 요소기술의 개발
- 자재에 대한 인터넷 기반의 풀을 구축함으로서 구매 및 조달을 원활히 해줄 수 있는 대안 마련
- 건설 자재의 공급과 시공 절차에 있어 재고의 위치를 변동시킴으로서 좀더 JIT의 적용을 확대시행

4. LCI SCM 연구동향

- 공장 제작과 조립을 용이하게 하기위한 부재 설계의 개선방안 마련
- 모듈을 설치할 때 이것들이 정확하게 맞는 지의 여부를 확인하기 위해 필요한 물리적인 시험들을 줄이거나 제거하기 위해 모델링이나 시뮬레이션 기법들의 활용
- 공급 망에 속해있는 다양한 주체들 간에 가치를 향상하고 낭비요소를 줄이기 위한 협력체계를 구축하도록 동기유발을 할 수 있는 공급망구조의 형성

- 어떠한 형태의 자재들이 간반시스템을 활용하기에 적합한지에 관한 발굴
- 어떠한 형태의 자재들이 세트로 묶어 조립 혹은 시공 팀에게 전달되어야 효율적인지에 대한 개발

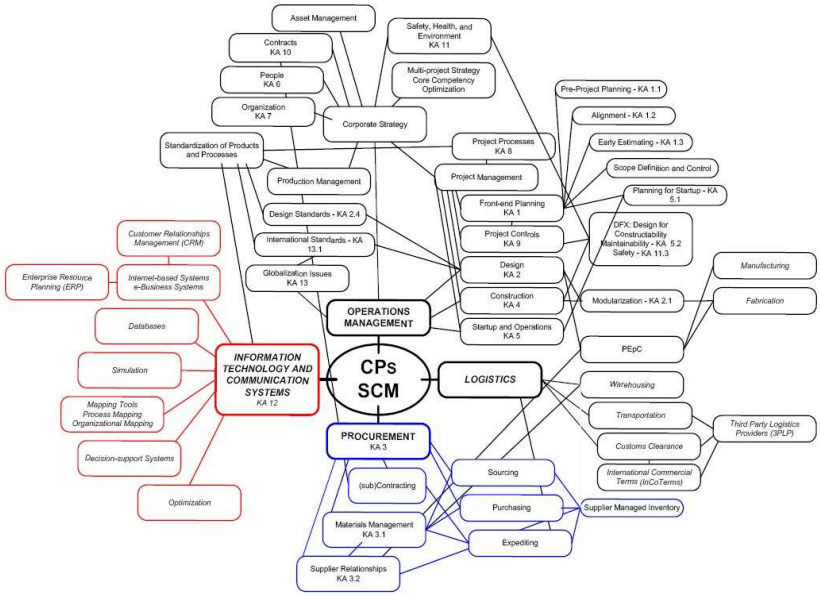
5. 건설에서 SCM은 LPS 관점에서 본 Lean 공급방식(Lamming, 1996)

- JIT나 logistics와 같은 도구를 포함하며 현재는 logistics의 적용이 여전히 우세한 가운데 좀 더 폭넓게 적용(Vrijhoef and Koskela, 1999)
- 최종 고객에게 최소의 비용과 최대의 가치를 가지고 정보와 자재를 건설 현장에 적시에 제공하는 것을 목적으로 하며, 최소의 낭비요소를 가진 공급관리기능을 갖춤으로써 달성가능(Arbulu and Ballard, 2004)

6. 미국 Construction Industry Institute(CII)

- Improving Capital Projects Supply Chain Performance : SCM적용 사례분석 및 건설업 적용방안에 관한 연구
- Reforming Owner, Contractor, Supplier Relationships : EPC회사에 있어 설계, 구매/조달, 생산시스템의 최적화 방안
- A Breakthrough Project Delivery System That Improves Performance : 사업수행 성과향상을 위한 사업주체들의 전략적 협력체계 구축방안
- Radio Frequency Identification Tagging : RFID기술을 활용한 건설자재관리 시스템 개발
- 기존 연구와 SCM 분야의 연계 및 통합 시도[2)]

2) Iri D. Tommelein외 2인, Capital Projects Supply Chain Performance, CII, 2003



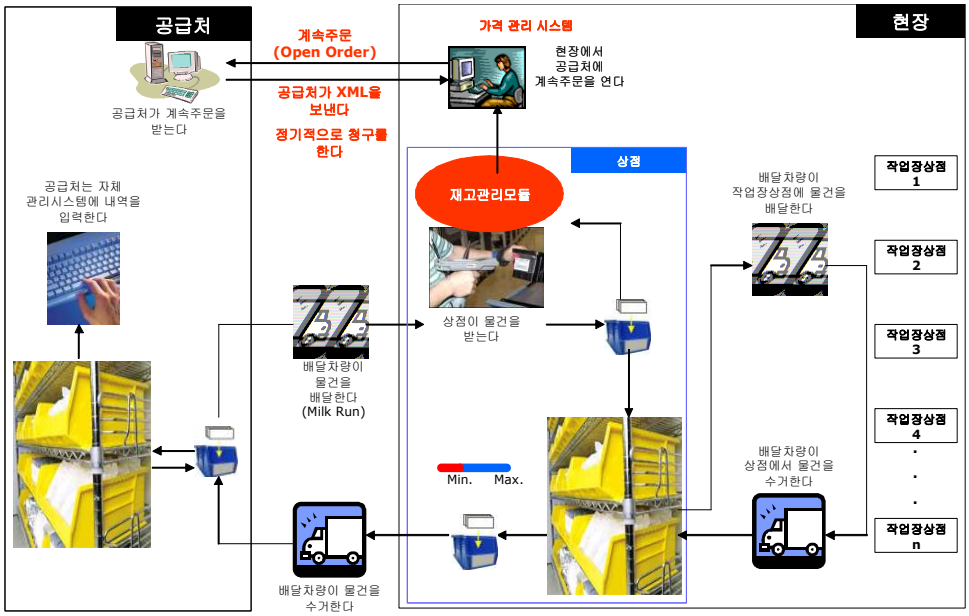
[그림 2-010] SCM지식기반과 CII연구수행내용

7. The Supply-Chain Council(http://www.supply-chain.org)

- Supply-Chain Council은 1996년 조직된 국제적인 SCM협회
- SCM의 효율성 진단/평가의 기초가 되는 SCOR Model(Supply-Chain Operations Reference-model) 개발

8. 영국 히드로 공항 터미널 5 (SPS사)

- 자재조달과 토요타 칸반 등 Micro Mgmt. 시스템 연계



[그림 2-011] 히드로 T5의 Kanban System 및 자재관리 개념도

[2세부과제 : 설계협업 및 최적화 시스템 개발]

1. 설계관리 관련 해외 연구 및 기술

설계관리 관련 해외 연구 및 기술개발은 활발하게 진행 중이며, ADePT (Austin et al. 2000), DePlan (Hammond, 2000), PPI (Process-Parameter-Interface) Model (Chua et al. 2003) 등 다양하다. 이에 대한 세부내용은 다음과 같다.

<표 2-008> 설계관리 관련 해외 연구 및 기술개발

구분	세부내용
ADePT (Analytical Design Planning Technique) (Austin et al. 2000)	설계관련 의사결정을 위한 요구정보의 종류와 출처 등을 규명함으로써 정보흐름 기반으로 설계업무 프로세스를 최적화시키고, 각 설계업무의 시작일과 종료일, 요구되는 자원 등을 토대로 설계업무를 계획하는 도구 정보의존도 매트릭스(Dependency Structure Matrix)를 통해 설계정보의 상호 의존도를 분석하고, 설계업무의 반복성을 최소화하는 방향으로 설계업무 프로세스를 결정함
DePlan (Hammond, 2000)	ADePT와 ProPlan(Last Planner 개념에 기반한 도구)을 통합한 것으로서, ADePT를 설계업무 계획도구로 활용하고, ProPlan을 설계업무 스케줄링 및 통제 도구로 활용함 각 설계업무에 대하여 분야별로 해결해야 할 제약조건들을 분석하는 기능을 제공하며, Lookahead Schedule과 Weekly Work Plan를 작성하고 분석하는 기능을 제공함

구분	세부내용
PPI (Process-Parameter-Interface) Model (Chua et al. 2003)	설계업무 프로세스를 최적화시킬 수 있도록 설계업무 스케쥴 작성을 지원하는 도구(ADePT와 유사한 기능)이며, 설계변경에 따른 협업기능을 강조하고 있음 PPI Model은 Design Dictionary, Interface, Engine의 세 부분으로 구성되어 있으며, PPI Model의 Engine은 다시 Scheduling Manager, Loop Resolution Manager, Alert Manger, Conflict Manager 등으로 구성됨
VALiD (VALue in Design)	영국의 무역산업부(Department of Trade and Industry, DTI)와 정부산하 연구기관인 Engineering and Physical Sciences Research Council(EPSRC)의 주도하에 개발된 추상적인 가치 표현 및 평가 기능을 제공하는 도구 VALiD는 프로젝트의 참여주체별 요구조건의 중요도를 분석한 방사형 그래프와 각 항목별 중요도에 대한 달성여부를 평가하는 Dashboard로 구성 프로젝트 기획단계에서 참여주체별 요구조건을 명확화 하고, 완성된 성과물에 대한 평가를 용이하게 함
4 Project	설계프로젝트 참여주체 간 정보교환을 지원하는 시스템으로서, 주로 대규모 건설 프로젝트 수행 시 각 국에 흩어져 있는 참여주체 간 정보교환을 지원하기 위해 사용됨 4 Project의 메뉴는 Search, Drawing, Task, Discussion, Document, Binders 등으로 구성되며, 시스템 사용자는 User, Document Controller, General Administrator로 나뉘고, 각 실무자는 자신이 참여하고 있는 프로젝트 정보에만 접근할 수 있는 권한이 부여됨

2. 주요국가의 시장규모

해외 주요 국가, 미국, 영국, 일본의 건설시장 규모는 미국 통계청 건설부문 지출 통계자료, 영국 DTI 보고서, 일본 국토교통성의 통계자료를 기준에 따르면 다음의 표와 같다.

<표 2-009> 해외 주요 국가별 건설시장 전망

(단위 : 억원)

구 분		연도별 시장 규모				
		2001년	2002년	2003년	2004년	2005년
건설시장 규모	미국	8,683,100	8,768,020	9,268,700	10,347,290	11,436,550
	영국	1,421,740	1,481,820	1,557,040	1,606,540	1,670,801
	일본	6,130,000	5,680,000	5,390,000	5,280,000	5,130,000

3. 해외 시장예측 및 발전전망

해외 주요 국가별 건설시장 동향을 살펴보면, 미국 건설시장은 현재 마이너스 성

장세인 미국경제를 견인하고 있는 상황으로서, 향후 10년간 건설부문의 연간 성장률은 매년 약 7%를 기록할 것으로 추측되고 있다. 영국의 건설시장은 지난 10년간 연평균 2.7%대의 건설시장 성장률을 기록하였으며, 향후 10년간 이러한 추가세가 지속될 것으로 전망된다. 중동, 동남아, 중남미 지역 개발도상국들의 개발 가속화로 인해 대형 건설프로젝트 건수 및 시장규모가 커지고 있으며 이에 따라 총 공사금액을 절감할 가능성이 많은 설계분야의 생산성 향상에 대한 관심이 증가하고 있다.

최근 세계 건설시장은 4~5%대의 안정적인 성장세를 보이고 있고, 고유가로 풍부해진 재정을 바탕으로 중동, 아프리카, 중앙아시아 등의 산유국을 중심으로 건설시장이 크게 활성화되고 있으며, 특히 중동지역은 석유화학 플랜트 및 SOC사업의 발주량이 급증하면서 2002년 이후 연평균 68%의 엄청난 성장세 기록 중이다.

건설 프로젝트 성과물에 대한 발주자의 기대수준 또한 높아짐에 따라 발주자의 만족도를 향상시킬 수 있는 방안으로 설계단계에서 발주자·설계자·엔지니어 간의 충분한 정보교환과 협의를 통해 설계품질을 증진시키기 위한 연구가 요구된다.

[3세부과제 : 건설 생산 프로세스 혁신기술 개발]

국외 양중장비 위치결정에 관련 연구의 내용과 한계점을 간략하게 정리하면 다음 표와 같다.

<표 2-010> 국외 연구동향

저 자	구 분	내 용
Hurusaka (1984)	제 목	A model for the Selection of the Optimum Crane for Construction Sites
	연구내용	- 모델 생성 위한 기본 가정과 제한조건을 정의하고 제반 고려사항에 주의하여 적합한 크레인을 조사 - 각층에 적합한 크레인의 list로 발전
	한계점	- 크레인의 양중용량에서 작업주기에 의한 영향에 대한 고려 필요 - 2차원적 배치에 한정된다
Zouein (1995)	제 목	MoveSchedule : A Planning Tool for Scheduling Space Use on Construction Site
	연구내용	- 공간적, 시간적 데이터를 바탕으로 관련된 자원과 작업들로 모델구축 - 무리한 동적 배치계획 문제를 풀기 위하여 발견적(heuristic) 건설 알고리즘 개발 - 공간 계획문제 해결을 위한 발견적 개선 알고리즘 개발 - 개발된 알고리즘의 테스트 및 평가
	한계점	- 액티비티간의 중요성에 대한 기술이 부족

		- 기산, 공간, 비용, 안전에 대한 고려 추가해야 함 - JIT 개념의 적용을 위한 방안모색과 현장의 여건에 대한 고려가 더욱 필요함
Chen (1996)	제 목	ArcSite : Enhanced GIS for Construction Site Layout
	연구내용	- 전문가의 지식과 경험을 모델화하고 시스템적인 형태로 표현 - 주요 변수의 정의 및 TF의 위치를 결정하는 평가 방법 개발 - 수작업적인 방법을 대신할 GIS 기반의 배치계획 시스템 개발
	한계점	- 다각형, 직선, 점 등의 사용자 정의 물체를 배치에 그릴 수 없다 - 2차원적 배치에 한정된다 - TF의 우선순위에 민감하여 순서를 변경하려면 시스템을 초기화하고 설계과정을 다시 설정하여야 한다 - 장비 위치에 대한 고려가 없고 사용자가 시스템의 데이터 구조를 이해 해야한다
Lin (1996)	제 목	Multiple Heavy Lifts Optimization
	연구내용	- 양중계획에 영향요소 제안 - 초기의 크레인 배치와 위치문제들을 활용하는 CAD 시스템 소개 - 상호 순서에 의한 객관적 실행을 위해 COPE 시스템 활용 - 3D 시스템을 활용하여 효율적인 양중기의 배치를 함
	한계점	- 프로그램의 실현 구현에 대한 예증이 부족 - 작업의 특성에 따른 양중 사이클이 고려되지 않음 - 2차원적 배치에 치중
Arthur (1999)	제 목	Models for Assessing Hoisting Times of Tower Cranes
	연구내용	- 양중시간을 합리적으로 정확하게 예측하는 모델을 제시하려 함 - 크레인의 사용에 관한 이전 연구들 고찰 - precase concrete facades와 concrete skips의 양중에 대해 연구
	한계점	- 타워크레인의 운영에서 운전자 등의 기술숙련도 등의 배제 - 부지의 상황에 대한 고려 부족
Zouein (1999)	제 목	Dynamic Layout Planning Using A Hybrid Incremental Solution Method
	연구내용	- 자원간의 최소거리를 유지하고 재배치 비용을 최소화 - 각각의 특정 시간별로 선정된 자원은 전산화 과정을 통하여 적정한 위치를 선정 - 선형계획법을 적용하여 각각의 자원에 대한 최소비용의 최적위치 선정을 시도
	한계점	- 최소거리 요소에만 치중하여 현장의 상황을 현실적으로 고려하지 않음
Akardy (1999)	제 목	VR-Based Planning of Construction Site Activities
	연구내용	- 건설 프로젝트 전체 기간동안의 계획 및 스케쥴링과정에 가설공정을 조합하는 방안을 제시하려 함 - 설문조사를 통한 site-ralated procedures에 관한 조사 - 사이트상 모든 작업들의 조합과정을 통해 문제해결을 시도한 연구를 분석
	한계점	- 자원의 운영체계를 사이트의 변경에 국한시킴

Hegazy (1999)	제 목	Evosite : Evolution-Based Model for Site Layout Planning
	연구내용	- 사용자 정의의 가설시설물의 형상 - 사용자의 선호도에 의한 가설시설물 사이의 상대적 근접성 계산 - 최적의 배치를 찾기 위해 유전자 알고리즘을 적용하여 시뮬레이션 실행
	한계점	- 공사 수행과정에서 가설시설물의 면적, 위치의 변화 등에 대한 고려 부족 - 양중계획에 대한 고려 없음
Harmanani (2000)	제 목	An Evolutionary Algorithm for Solving the Geometrically Constrained Site Layout Problem
	연구내용	- 자원의 운반비용을 최소화하기 위해서 가설시설물을 수용할 제한된 공간의 이용을 조절 - 진화론적 접근법의 알고리즘을 통한 레이아웃 문제에 적용
	한계점	- 시설물/대지 비율이 매우 큰 경우에는 적절한 해를 찾지 못함 - 알고리즘의 효율적이며 성공적인 구현을 위해서는 적절하게 문제를 기술하는 어려움 존재

■ Lift와 자재 야적 위치의 최적 결정을 위한 모델 개발

- Tommelein 등(1992)은 현장 레이아웃을 지원하기 위하여 인공지능 기법을 이용하여 엔지니어가 자신의 지식을 활용하여 문제를 해결하는 과정을 모사한 시스템을 제시하였다. Tommelein 등(1993)은 또한 공정표를 바탕으로 공사 진행 상황을 고려하여 현장 내 각종 작업공간들을 동적으로 계획할 수 있는 시스템(Interactive dynamic layout planning)을 제시하였다.
- Li and Love (1998)등은 가설 시설물 위치 최적화 모델을 제시하기 위하여 유전자 알고리즘 모델을 제시하였다.

■ Simulex (IES Ltd, Scotland)

- 화재 발생 시 복층 건축물에서 개인들의 대피 움직임을 재현하는 좌표기반 시뮬레이션 시스템
- CAD 시스템을 이용하여 만들어진 건축도면을 3D로 변환하고, 계단과 연결하여 건물 공간 내에서 거주자의 위치가 정의되면 각 거주자의 대피 거리를 산정하고, 각 개인의 대피 움직임 및 흐름을 건물 공간상에 재현함으로써 건물 화재 시 거주자의 위험 및 대피를 평가할 수 있도록 지원

■ Discrete Event Simulation 활용현황

(1) Lean construction and simulation (Halpin, D. W. and Kueckmann, M. 2002) (Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference)

① 린의 개념은 프로세스를 핵심내용으로 함, 비 부가가치 창출 활동을 제거하기 위한 목적을 가지고 프로세스를 연구하거나 프로세스를 수정 또는 개선하는 과정을 수반

② 비부가가치 창출 활동과 프로세스 병목구간의 식별을 위한 도구로서 다양한 건설 사업에 MICRO- CYCLONE(Discrete Event Simulation)을 활용함으로써 린 개념을 실제 현장적용 이전에 시험하기 위한 수단으로 활용

(2) Bayport Container and Cruise Terminal, Harris County, Texas (Civil Eng. ASCE, 74(12))

① 다양한 장비에 의해 발생되는 교통 혼잡, 정박지 길이, 컨테이너 수량, 트럭 통로의 평가 및 설계를 위하여 시뮬레이션을 활용

■ 건설 생산 공정 개선 모델 구축

○ Improving Work Flow Reliability(1999.7)

- Work Flow 신뢰성을 개선하기 위해 PPC (Percent Plan Completed)를 그 한 수단으로 제시하며 이를 증진시키기 위한 제안을 제시하고 있다.
- 프로젝트 수행을 위한 비용과 스케쥴에서 PPC를 증가시키는 영향요소를 기술하고 있다.

○ Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance(1994.9)

- 린 건설을 수행함에 있어서 관련 자료로 Toyota Production System의 Ohno와 Shingo(1987)의 논쟁을 제시하고 있다.
- 초기단계의 "안전성", 진행단계의 "변화성", 마지막 단계의 작업전환의 린 건설의 세 가지 PHASE를 제시하고 있다.

■ 린 현장 실무 매뉴얼 및 교육 매뉴얼 개발

○ Construction Process Measurement and Improvement(2002.8)

- 프로세스 매트릭스가 가치를 효과적으로 창출하기위해서 린을 체계화하기 위한 식견을 공급하기 위한 것임을 강조한다.
- 작업과정 측정과 계속적으로 개선되어지는 기술의 효과적인 적용은 비가치 창출 작업과 Waste의 제거와 적시 인력 스케쥴을 포함하여야 함을 지적한다.

○ Quality Management Tools for Lean Production(2002.8)

- 현재의 품질관리 접근들의 결점을 토의하며, 새로운 개념적 체제를 위한 제안들을 만들고 프로세스 관리로부터 발전되어진 도구들을 제시한다.
- 새로운 체계는 주별 계획과 Review Cycle에서의 개선점과 품질경가를 가져오는 Plan-Do-Check고리와 함께 계획을 통한 신뢰할 수 있는 공정을 만들기 위한 Last planner의 logic을 겸비한다.

○ A Guide to the Last Planner for Construction Foremen and Supervisors(2000.6)

Last Planner에 대한 소개와 주간린회의의 활용화 방안에 대해 제시한다.

Planning System Performance를 Percent Plan Completed(PPC)를 이용해 측정하는 방안 제시한다.

○ Lean Work-Package Tool (LWT) 개발

미국을 중심으로 해외의 경우에는 린 건설의 현장도입을 위한 기초 연구를 통한 생산공정모델 등이 개발되었고, 린 현장 실무 및 교육 매뉴얼을 구축되었으나 이를 효율적으로 활용하기 위한 웹기반 시스템은 부재다.

따라서 본 절의 국외기술동향에서는 국내기술동향과 동일하게 본 연구를 통해 개발하고자 하는 Lean Work-Package Tool(LWT)과 유사한 목적과 구성체계를 가진 해외 시스템을 중심으로 분석하였다.

○ 미국 에너지성(DOE) CATS(Corrective Action Tracking System) DB

안전관련 이슈 및 지식의 공유, 안전관리계획 수립 및 이행실적 평가, 각종 재해/사고현황 파악 및 기록관리(조사보고서, 처리현황) 등의 업무를 효과적으로 지원할 수 있는 WEB 기반 Database. 국내 산업안전공단의 산업안전보건 Database와 유사하나 발주기관 차원에서 진행 중인 모든 프로젝트의 안전관리 정보(사고현황 및 처리 등)를 실시간으로 추적(Tracking)/관리할 수 있다는 측면에서 보다 진보된 개념에 기반을 두고 있다.

○ 미국 OSHA의 인터넷 안전관리 교육시스템(eTools)

근로자, 사업주, 안전보건전문가가 쉽고 편리하게 안전보건자료에 접근할 수 있는 종합적인 WEB 기반 교육프로그램으로, 교육교재, 작업안전지침, 관련규정, 모범사례(Best Practices) 등을 제공. 전문가시스템 모듈(eCAT)을 통해 사용자와의 질의응답식 교육 및 자문기능을 제공한다.

○ 미국 CII Technology Assisted Learning(TAL)

연구결과물을 실무에 도입하기 위한 교재를 개발한 후 인터넷을 활용한 TAL을 이용하여 프로젝트 참여자들이 스스로 교육에 참여할 수 있도록 운영 중 이다. 집체교육의 한계를 벗어나 편리한 시간에 인터넷에 접속하여 효율적인 교육이 이루어지고 있다.

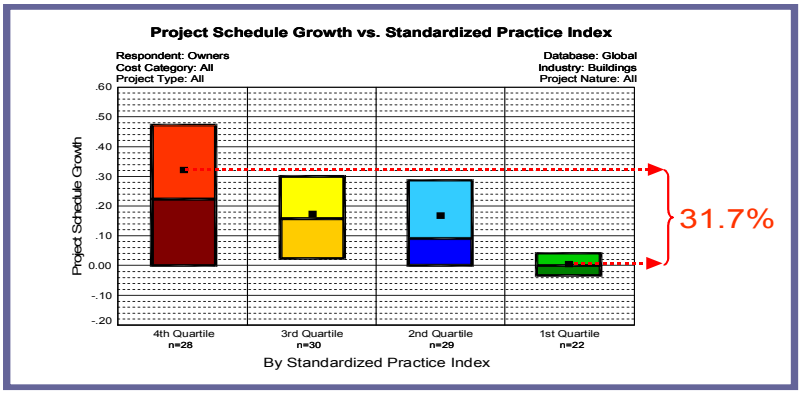
○ 미국 CII Knowledge Management System

연구결과물의 검색 및 활용 극대화를 위해 개발된 인터넷기반 시스템으로 연구결과물을 유사주제별, 프로젝트 생애주기별로 분류하여 검색이 용이하도록 설계되었으며, 관련된 연구보고서, 교육매뉴얼도 연결하여 인터넷상에서 활용하거나 자료저장이 가능하다.

■ 현장 통합 성과측정 시스템 개발

○ 미국사례

- 미국의 경우 1993년부터 국가과학기술위원회(National Science and Technology Council) 주도로 National Construction Goals(NCG)운동을 7대 목표 중심으로 추진 중이다.
- 이와 관련 상무부 산하 연구기관인 National Institute of Standards and Technology (NIST)와 텍사스대학 내 연구소인 Construction Industry Institute (CII)에서 NCG의 추진에 따른 성과를 평가하기 위한 연구를 활발히 수행하고 있으며, 이를 통해서 미국 건설산업의 공사비, 공기, 안전등의 경쟁력이 제고되고 있음이 규명되었다.



[그림 2-012] CII의 Best-Practice 수행정도에 따른 공기 단축 효과

○ 영국 DETR 사례[3)4)]

- 영국 건설산업의 생산성과 효율성 향상을 위한 종합대책은 1994년 Latham 보고서에서 주창한 「30% 원가절감 운동」으로부터 시작되었으며, 1998년 Egan 보고서를 통해 「Rethinking Construction」이라는 혁신운동으로 변화되어 추진되고 있다.
- Latham 보고서는 Rethinking Construction 운동을 태동시키는 밑거름이 되는 동시에 공공 조달 시스템 개혁운동을 촉발시키는 계기가 되었으며, 이후 공공 조달시스템 개혁운동은 공공부문의 Rethinking Construction 운동의 한 조류가 되었다.

○ 북유럽사례

- 핀란드, 스웨덴, 덴마크 등 북유럽 국가들은 린건설을 선도하고 있으며, IGLC를 중심으로 하는 학술적·이론적인 연구개발 활동이 활발할 뿐 아니라 건설실무에서 공기절감 등 가시적인 성과를 얻을 수 있는 전략적인 수단으로서 린건설이 자리매김 하고 있다.
- 스웨덴, 덴마크 등 북유럽의 경우 건설 표준화·공업화 수준이 높고, 이를 기반으로 린 건설의 개념을 건설실무에 실제로 활용하여 성과를 거두고 있는 것으로 보고되었다.

3) Department of the Environment, Transportation and the Regions (2000)
4) Construction Best Practice Programme, http://www.cbpp.org.uk 참조

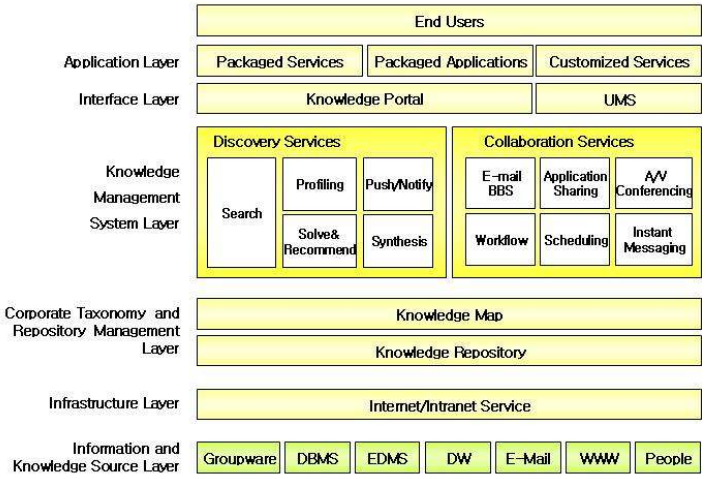
- 스웨덴의 건설회사 Skansa는 1991년부터 린건설 개념에 기초한 3T(Total Time Thinking의 머릿글자) 프로그램을 가동하여 공기 30%절감, 하자 70% 저감 등의 효과를 거두고 있는 것으로 보고되었다.
- 스웨덴의 엔지니어링 회사인 Arcona는 '80년대에 이미 Just-In-Time 조달개념을 턴키사업에서 적용해 왔고, '90년대에는 본격적으로 린건설의 개념을 활용하기 시작하였다.
- 덴마크의 건설회사 MT Hoehgaard는 트림빌드(Trimbuild)라는 트레이드마크로 린건설 도입을 위한 전사적인 프로그램을 운영하였는데, 그 결과 최소 10%의 생산성 향상과 10~20%의 수익상승이라는 성과를 달성한 것으로 보고되었다.

[4세부과제 : 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축]

1. 지식관리

가. 해외 지식관리의 기존 연구방향은 다음과 같이 크게 두 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 개인지식을 조직지식으로 확대한 학습조직의 관점으로 보는 연구방향. 이는 학습조직은 경쟁이 치열한 시장 내에서 경쟁우위를 확보하기 위한 것으로 이러한 관점으로 지식관리를 보면 결국은 조직구성원인 개개인의 지식을 조직지식으로 확대하여 학습조직이라는 개념이다. 둘째로 지식관리를 정보기술의 활용이라는 관점으로 보는 연구방향이다. 이는 '90년도에 들어오면서 발표되기 시작하였는데, 리어리(O'Leary, 1998a, 1998b, 1998c)와 데이븐포트(Davenport, 1996b) 등은 정보기술 활용을 통한 조직지식의 확보 방안 및 관련 주제를 소개하였다. 또한 새로운 지식관리 메커니즘의 제안이나 구현 없이 기존의 그룹웨어나 인트라넷, 또는 전자우편과 같은 정보기술을 이용하여 지식을 공유한다는 방안을 논하기도 하였다.(Davenport 외, 1996a; Sviokla, 1996; Nonaka & Takeuchi, 1995; Ruggles, 1998) 인공지능기법이나 그 밖의 최신 정보기술을 이용하여 지식의 획득, 축적, 전파 메커니즘을 구축하여 학습조직 또는 조직기억을 유도할 수 있다는 구체적인 적용가능성을 보여주는 연구도 있다.(Weber 외, 1990; Minch, 1990; Mason, 1992, Malone, 1992, 1993; Blanning, 1995; Shaw 외, 1991)

나. Nonaka&Takeuchi (1995)는 지식을 암묵지와 형식지로 구분하고 원천이 되는 지식과 변환이 되는 지식의 이동을 통해 “지식 변환의 4가지 창” 제시하였고, Wiig(1995)은 지식은 진실, 믿음, 전망, 개념, 판단, 기대, 방법, 노하우 등으로 이루어진 것으로 특정한 상황과 문제해결에 적용하기 위해 축적, 구성, 통합되어 오랜 기간 보유하고 있는 것이라 이야기 하였다.



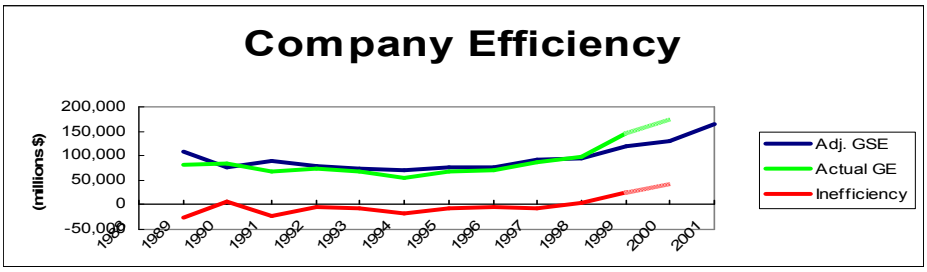
[그림 2-013] Ovum사의 지식관리 프레임워크

다. Heibeler(1996)는 조직지는 시스템을 구성하고 있는 개인의 이동과 관계없이 조직이 보유하고 사용할 수 있고 행동에 옮길 수 있는 의미 있는 정보라 정의 하고 있고, Tserng&Lin, (2004)은 지식 프로세스를 5개의 계층으로 지식획득, 지식 추출, 지식 저장, 지식 공유, 지식 갱신으로 구분하여 하위 항목 제시하고 있다.

라. 지식관리 기술 구조의 경우 영국의 지식 관리 전문 컨설팅 업체인 Ovum사는 지식관리시스템을 "조직이나 기업의 지식자원의 가치를 극대화하기 위한 통합적인 지식관리 프로세스를 지원하는 정보시스템"으로 정의하고 있다. Ovum사의 지식관리시스템 프레임워크는 주요 정보기술을 모두 포함하고 있으며, 지식 포탈을 통한 기존 응용프로그램과의 인터페이스라는 특징을 가지고 있다.

마. 아래 그림은 1996년 Contract Review Committee를 통하여 Risk Management 기능을 강화한 미국 Turner사의 Company Efficiency이다. 이를 통해

Turner사는 회사차원에서의 Efficiency가 1998년부터 2001년까지 약 45,000 million$의 증가를 가져왔다. 이러한 결과를 가져올 수 있었던 것은, 첫째, 높은 경영층의 경각심과 참여의욕. 둘째, Risk 자료의 규명과 분석 평가. 셋째, 규명된 Risk를 관리하는 프로세스의 확립. 이 있었기 때문이다. 특히 Turner사는 Risk Management에 대한 이해와 중요성 인식을 확대한 것이 큰 성과를 낼 수 있었던 원동력이 되었다. 이는 단순 시공관리 뿐만 아니라 사업관리 차원에서 접근하여, 평가기준을 매출에서 이익 중심으로 변경한 것이 주효했음을 알 수 있다.



[그림 2-014] 미국 Turner사의 Company Efficiency

2. 프로젝트 관리사업 모델

가. 건설산업에서 프로젝트 관리를 지원하는 PM-ASP(Project Management - Application Service Provider)의 대표적인 유형으로 PCN(Project Collaboration Networks), PIP(Project Information Portals), 그리고 PPE(Project Procurement Exchanges)가 있다.

나. 대표적인 PM-ASP의 유형들을 결합시켜 기능을 강화하기도 하며, 시스템의 서비스를 목적으로 모든 유형을 제공한다.

다. <그림 11>은 최근 제공되고 있는 PM-ASP로서 사업 모델에 따라 다른 시스템을 지원한다.

Types of PM-ASP	Example Products	Common Features																Expanded Features		
		Document Management	Project Workflow	Project Directory	Central Logs & Revision Control	Advanced Searching	Conferencing & Whiteboarding	Threaded Discussion	Schedule & Calendar	Project Camera	File Conversion	Printing Service	Website Customization	Offline Access	Messaging Outside the System	Wireless Integration	Archiving of Project Information	Information Service	Financial Service	E-bidding and Procurement
PCN	Buzzsaw™	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x		x			
	Citadon CW™	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x		x			
	Constructw@re™	x	x	x	x	x		x	x		x			x	x	x	x			
	e-Builder™	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x			
	ProjectTalk™	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		x			
PIP	4Specs.com					x												x		
	Biw.co.uk					x									x			x	x	
	BuildingOnline.com					x									x			x		
PPE	BidExpress.com											x								x
	BuildPoint.com					x														x
	BidA/E/C.com					x						x								x
PCN+PIP	BIW Technologies	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x		
	IronSpire JobSite™	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x	x		
	Bricnets®	x	x	x	x	x		x	x		x		x		x		x	x		
PCN+PPE	HomeSphere™	x	x	x	x	x		x		x	x			x			x			x
PIP+PPE	Construction Sweets™					x									x			x	x	x
Full Service Portals	PrimeContract™	x	x	x	x	x		x			x		x		x		x	x		x
	Causeway Solutions	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	CX™	x	x	x	x	x		x			x	x		x	x	x	x	x		x

[그림 2-015] PM-ASP Business Models

3. 지식관리 시스템의 규모

가. 해외 대형 건설업체중에는 미국의 BECHTEL GROUP과 PARSONS에서 오래전부터 선도적인 움직임으로 운영을 해왔으며, 독일의 HOCHTIEF나 BILFINGER도 지식창출과 공유에 있어서 중점추진중이다.

<표 2-011> 해외 대형건설업체 지식관리 현황

업체명(국적)	업체별 능력	중점 분야
BILFINGER+BERGER AG(독일)	고객의 요구에 부응하는 신기술 개발에 주력하는 지식창출체계 구축	최신의 설계 및 건설공법 개발
HOCHTIEF(독일)	OPEN MIND 정신을 함양하여 지식 공유 문화 정착	직업훈련 프로그램 운영
BECHTEL GROUP(미국)	프로젝트 전과정의 EC화를 바탕으로 화학,공학, 분야에 특화	고객중심 가치창조 장기적 보상
THE PARSONS CO.(미국)	전략적 제휴를 통해 새로운 지식을 창출	고객조직의 확대

나. 국가별 현황은 영국의 경우 국부 창출 기업에 대한 우선지원과 정부 차원의 지적재산권 시스템과 지식자산 평가 시스템 개발하여 운용하고 있으며, 캐나다의 경우 모든 국민을 연결하는 네트워크와 장기적이고 꾸준한 정책의 개발과 실행을 추진 중에 있다.

다. 네덜란드의 경우 공공부문의 지식화를 촉진하기 위해 R&D 투자 확대방안을 마련, 정부 전체가 통합적으로 관계부처 및 기관들 간의 협력강화하고, 민간부문의 참여 유도 방안으로 R&D투자에 대한 세제혜택 및 기업과 교육 및 연구기관들 간

의 정보교류 활성화를 촉진하고 있고, 스웨덴의 경우 지식경제에 필요한 첨단 통신 설비 등 지식 인프라에 집중적으로 투자하고 대학교육과 기업의 상호 연계를 추진하고 있다.

라. 학습조직 측면에서 지식경영의 발전동향은 지식경영을 개인지식을 조직지식으로 확대한 학습조직의 관점으로 파악하여 핵심을 학습을 통한 조직 구성원 및 조직의 경쟁력 확보차원으로 보고 이에 대한 제도적, 조직적, 문화적 측면의 접근방법이라고 할 수 있으며 일본과 국내 기업들의 접근방법으로서 효과를 보기까지 비교적 장기적인 기간이 소요될 수 있다.

마. 정보기술 측면에서 지식경영의 발전동향은 지식관리를 DW, 그룹웨어 및 인트라넷, 인터넷 등 정보기술 활용의 관점으로 파악하는 경우로 정보기술을 활용하여 지식의 축적, 공유, 활용이 가능한 시스템을 구축하고 이를 통해 경쟁력 강화 차원의 접근방법으로, 특히 정보기술이 고도로 발달된 미국 기업 등에서의 접근법으로서 비교적 단기간에 성과를 볼 수 있는 장점이 있으나 초기 투자비용이 많이 소요된다는 단점도 있다.

바. 전 세계 지식관리 소프트웨어 시장은 1999년과 2004년 사이에 연평균 30.6%의 성장률을 기록하면서 1999년의 14억 달러에서 2004년에는 54억 달러의 시장 형성하고 있다.

<표 1-012> 전 세계 지식관리 소프트웨어 시장규모

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	'99-'04 CAGR
KM Access	499.0	785.9	1,196.5	1,738.5	2,455.4	3,361.1	46.4
KM Infrastructure	926.4	1,088.1	1,303.6	1,544.0	1,762.8	2,044.7	17.2
총 계	1,425.4	1,874.0	2,500.2	3,282.5	4,218.3	5,405.8	30.6

사. 현재 국내 KMS활용 현황은 선진국의 4세대에 미치지 못하며 일부 기업만이 3세대 지식 경영에 이루고 있으나 대부분의 기업들은 2세대 지식 경영에 머무르고 있다.

제 3 절 연구결과가 차지하는 위치

[1세부과제 : 철근 자재공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발]

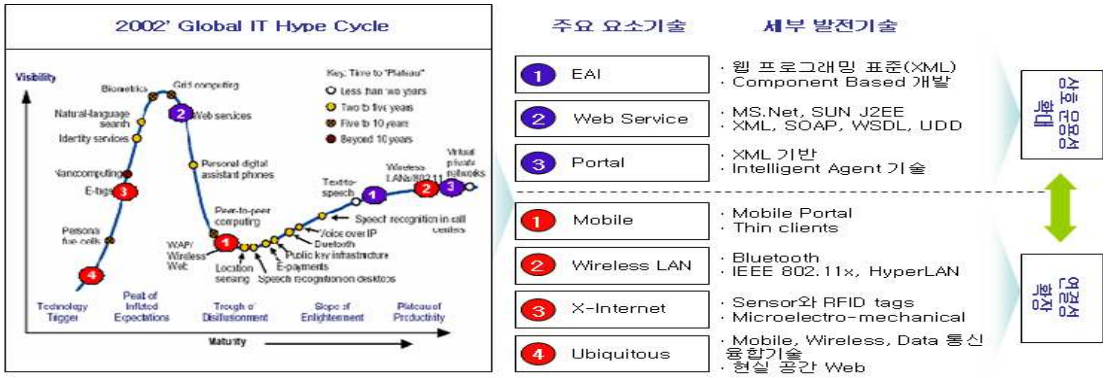
1. 기술동향 분석

본 연구에서 철근공사 효율화 수단으로 검토하고 있는 RFID 기술은 이미 건설뿐 아니라 산업 전분야에 걸쳐 다양하게 응용되고 있지만 아직까지 철근공사의 조달관리와 관련하여 구체적으로 적용이 시도된 적은 없다는 측면에서 본 연구의 의미를 찾을 수 있다. 또한, 가공철근 조달관리 뿐 아니라 가공 이전의 사전 엔지니어링 단계인 배근시공상세도 및 바리스트 작성 과정과 연계하여 철근공사의 사이클 전체를 대상으로 하는 연구라는 측면에도 주목할 필요가 있다. 철근배근시공상세도와 바리스트 작성 등 사전 엔지니어링 분야는 그동안 실무자의 경험에 크게 의존하던 영역으로 가공철근 표준 등 제반 인프라의 미비와 맞물려 투명성이 매우 낮은 블랙박스(black box)의 영역이라 할 수 있다. 그러다 보니 그동안 철근공사는 발주자, 원청사, 철근콘크리트 전문업체 등 건설관련 주체들이 암묵적으로 예산관리에 있어서 일종의 버퍼(buffer)로 인식해 왔던 측면이 있는 것도 사실이다. 또한 철근은 안전문제 등으로 정확한 검수가 어려워 체계적인 입·출고 및 재고관리가 기술적으로도 어려웠던 측면이 있었다.

급속히 발전하고 있는 인터넷 기술과 무선인식 기술 등 IT 요소기술을 도입하여 철근공사의 프로세스를 린건설(Lean Construction) 개념에 입각하여 개선하고 투명성을 부여하고자 하는 것이 본 연구가 추구하는 가치이다.

<표 2-013> 국내 기술 동향

IT 요소기술	국내 기술수준
Network (Internet)	- 국내 인터넷 기반 환경은 세계 최고수준 - 인터넷 비즈니스 활성화 - 제조업 등의 SCM 시스템들은 인터넷 기술을 최대한 활용 - 웹베이스 조달(Procurement) 시스템 - 건설부문에서도 대기업을 중심으로 활발하게 적용
EDI (Electronic Data Interchange)	- B2B 등 다양한 분야에서 EDI 활용 - 정부 차원에서도 무역, 통관, 물류, 의료, 국방, 조달 등 다양한 분야에 EDI 도입 및 도입 추진 중 - 건설부문에서도 자재(레미콘)의 전자송장발송 등에 활용
인식 기술 (Barcode, RFID)	- 현재는 바코드(Barcode)가 주류 - 건설부문에서도 일부 대기업이 자재 및 인력관리에 바코드 활용시도 - 바코드의 인식범위, 용량제한 등 한계를 극복할 수 있는 RFID의 활용이 산업 전반에 걸쳐 활발하게 시도 - 건설부문에서도 현장 중심의 자원관리 측면에서 RFID 응용을 위한 연구가 수행되고 있으나 아직 실용화 사례는 없음



[그림 2-016] 국내 IT요소기술의 동향

2. 연구결과의 전망

본 연구는 철근공사의 수행주체인 원청사와 철근콘크리트전문업체, 가공공장, 샵드로잉 전문업체 등이 철근가공에 관한 제반정보를 공유하므로써 협업을 촉진하고 공급망의 투명성을 제고하고자 하는 것이므로 철근공사를 대상으로 하는 일종의 SCM 구축연구라 할 수 있다.

일반적으로 SCM 구축시 생산 싸이클타임은 30~60% 단축, 구매 싸이클 타임은 40% 이상 단축, 제경비 40% 이상 절감이 가능하다고 한다(이영해(2001). 외국 문

헌에서도 SCM의 정량적 효과를 아래 표와 같이 추정하고 있다(PRTM ISC Benchmark Study, 1997).

<표 2-014> Benefits from Integrating Supply Chains

Benefit	Improvement
Delivery performance	16% - 28%
Inventory Reduction	25% - 60%
Fulfillment Cycle Time	30% - 50%
Forecast Accuracy	25% - 80%
Overall Productivity	10% - 16%
Lower Supply-Chain Costs	25% - 50%
Fill Rates	20% - 30%
Improved Capacity Realization	10% - 20%

국내 철근공사의 경우는 Bar In Coil 형태의 철근이 본격적으로 보급되어 있지 않으므로 정척철근을 가공하면서 가공손실(loss)이 발생하는 것이 불가피한 측면이 있는데 사전 엔지니어링을 강화하므로써 가공손실의 발생을 줄일 수 있다는 측면에서 제경비 뿐 아니라 직접비인 재료비 절감효과도 기대할 수 있다. 또한 공장가공 시스템은 현장가공에 비해 정밀하고 정확한 가공이 가능하므로 가공철근의 품질향상 여지도 있다.

따라서 본 연구를 통해 주공정 액티비티인 철근공사의 공기, 비용, 품질 등의 전반적인 개선을 추구할 수 있게 될 것이다.

[2세부과제 : 설계협업 및 최적화 시스템 개발]

기존의 설계관리는 설계업무 분류체계를 중심으로 관리되어 왔으며, 업무 간 요구정보와 그 정보의 흐름에 대한 관심은 부족하였다. 또한, 발주자의 요구를 효과적으로 설계에 반영하는 부분에 대한 체계적 접근이 부족하였다.

린 건설 기반의 설계관리는 이러한 부분을 보완하기 위하여, 가치의 발생(Value

Generation), 정보의 흐름(Information Flow), 그리고 설계관리지표로의 전환(Conversion)이라는 3가지 개념에 기반하여, 설계관리의 효과를 향상시키고자 한다.

해외 건설시장에서 설계·엔지니어링 산업에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이고, 국내건설 시장에 대한 국제적인 관심 증가하고 있다. 국내 설계관리 기술력 및 시스템 구축을 위한 인프라를 중심으로 SWOT 분석한 결과는 다음과 같다.

<표 2-015> 국내 설계산업의 SWOT 분석

강점 요인 (S)	약점 요인 (W)
웹 기반 시스템 구축을 위한 인프라 수준 높음 선진국 및 타산업의 다양한 선례 체계적인 설계 진도관리는 대가 산정의 기초자료 대형 설계사무소는 대부분 독자적 시스템 구축 자재정보 체계화의 필요성에 대한 인식의 증가	국내 설계단계의 관리기술에 대한 연구 부족 프로세스 표준화 체계 미비 통합 정보관리 시스템의 부재 실적자료의 체계적 관리 부재 중·소규모 설계사무소의 시스템 부재 정량적인 설계 진도관리에 대한 연구사례가 적음 건설업의 특성상 공유보다는 개인의 경험에 의존
기회 요인 (O)	위협 요인 (T)
설계단계는 전체 프로젝트에 미치는 영향력이 큼 설계·시공 통합품질관리에 대한 인식 증가 추세 건설산업 활성화 및 건축설계의 중요성을 깨닫고 국내 건축설계 분야의 중요도가 높아지고 있음. 대형 설계회사 중심 설계관리 시스템 구축 착수 합리적인 설계 대가 산정 기준에 대한 요구 증가 해외 건설시장 대형화 및 국내 건설시장 관심 증가 엔지니어링 산업 활성화로 국내 설계분야의 입지가 높아지고 있음	정량적인 설계 진도관리에 대한 설계자의 거부감 정량적인 설계 진도관리에 대한 발주자의 몰이해 국내 설계사무소는 대부분 영세업체임 국내 설계기간은 매우 촉박함 도하개발아젠다(DDA)에 따른 건설시장개방 압박 법규와 관련된 부분은 지속적으로 개정하지 않으면 구법으로 적용될 수 있음 해외에서도 자재성능 비교 등에 대한 연구 활발 Sweet's 카탈로그 등 우수한 자재정보자료 존재

본 연구에서는 설계 진행과정에서의 체계적인 설계정보 관리, 참여주체 간 효율적인 정보교환 및 의사소통, 설계 최적화 지원 등의 관점에서 설계업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 웹 기반 설계관리 시스템을 개발하고자 한다. 이는 설계단계에서의 관리기술 향상 및 건설기술의 균형발전에 기여할 것이며, 더 나아가 국내 설계·엔지니어링 기술력 향상을 통한 국제경쟁력 강화에 기여할 것이다.

[3세부과제 : 건설 생산 프로세스 혁신기술 개발]

본 연구는 국내 건설 산업의 생산성 및 경쟁력을 혁신적으로 제고하기 위해, 린 건설 요소기술의 개발과 보급을 통하여 건설 산업의 프로세스 전반에 걸친 혁신적 변화를 촉진시킴으로써 비용, 시공, 하자 등 다양한 분야의 건설사업 성과에 긍정적인 파급효과를 가져오고자 한다. 지방 건설업체 및 중소 건설업체에게 효율적이고 체계적인 공정관리 프로세스를 제공함으로써 지방 건설공사에서 그리고 중소 건설업체에서 나타나고 있는 기존의 형식적이고 비계획적이었던 공정관리 시스템에서 탈피할 수 있는 실무적 요건 분석 및 중·장기 관련제도 개선 방안을 제시할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구개발을 통한 결과물이 관련분야에의 예상 위치는 다음과 같다.

1. 건설공정 시뮬레이션 관련

Graphic을 기반으로 하여 Continuous state & Discrete event의 재현을 지원하는 모델링 도구를 이용하여 보다 객체간의 상세한 상호작용을 분석할 수 있는 기술이 최근 개발되면서 국외의 경우 교통흐름 분석(Paramic, 등), 화재대피 분석(Simulex 등) 등의 일부분야에서 상용화된 제품들이 개발되어 활용이 증가하고 있다. 그러나 이러한 제품들은 응용분야가 제한된 것들로 건설현장의 작업 프로세스를 재현하는데 한계가 있다. 건설 분야의 경우 현재 Discrete Event Modeling 기법(Micro-cyclone, SIGMA, SLAM-II, 등)에 기반을 둔 건설공정 프로세스 분석을 수행함으로써 건설 현장에서 자원 간 세부 상호작용에 의한 거동특성 등을 재현하는데 한계가 있어 객체기반 시뮬레이션 지원 시스템의 개발이 필요하다 (김경주, 2004).

2. 건설 생산 공정 개선 모델 관련

해외의 린 건설 사례와 관련하여 기존의 결과물들은 그 건설 환경과 조직 체계 등에 있어서 국내 실정과는 많은 차이를 보일 것으로 판단되며 본 연구과제에서 대상으로 하는 혁신적인 건설 생산 시스템 개발 사업에 적용하기에 다소 미흡한

수준이다. 현재 국내 건설 환경 및 생산 공정 관리 수준을 감안한 해외 린 시스템의 적용이 필요하다. 해외 린 건설의 개념을 재정립하고 국내 건설 현장의 사례 연구를 통해 국내 건설 환경에 적합한 혁신적 건설 생산 시스템 개발이 수반되어질 필요가 있다.

린 현장 실무 매뉴얼 및 교육 매뉴얼은 국내 뿐 아니라 해외 현장에서도 이와 관련된 연구개발은 미비한 실정이다. 해외 린 건설 현장에서조차 체계적인 실무 매뉴얼 구축이 이루어지지 않은 실정이고, 그나마 일부의 린 건설 적용 건설회사가 자체적으로 지침서 형식의 실무 매뉴얼을 제작 보유하고 있기는 하나 그 보급 실태와 내용에 있어서 회사마다 다소 차이가 나는 등 미비한 실정이다. 앞서 국내외 기술동향분석 결과와 같이 린 건설에 관련된 웹기반 시스템은 현재까지 구축된 사례가 없다. 여러 유사 시스템 개발 및 운영 결과 웹기반 시스템이 우수한 성과를 나타내고 있음. 따라서 린 건설의 효율적인 도입을 위한 시스템(LWT)의 개발이 시급하다. 국내 건설 산업의 생산성 및 경쟁력을 혁신적으로 높이기 위해, 린 건설 요소기술의 개발과 보급을 통하여 건설 산업의 프로세스 전반에 걸친 혁신적 변화를 촉진시킴으로써 비용, 시공, 하자 등 다양한 분야의 건설사업 성과에 긍정적인 파급효과를 가져 올 것으로 예상된다. 지방 건설업체 및 중소 건설업체에게 효율적이고 체계적인 공정관리 프로세스를 제공함으로써 지방 건설공사에서 그리고 중소 건설업체에서 나타나고 있는 기존의 형식적이고 비계획적이었던 공정관리 시스템에서 탈피할 수 있는 실무적 요건 분석 및 중·장기 관련제도 개선 방안을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 수행성능평가 시스템 관련

수행성능평가 시스템 개발의 연구결과는 건설 프로젝트의 공정, 품질, 공사 기간 등에 중요한 영향을 미치는 연속성, 신뢰성 등으로 표현 할 수 있는 공정의 흐름과 효율성, 생산성 등으로 표현되는 작업의 가치를 측정 및 분석해 조기에 스스로 문제점을 발견하고 해결하는 것을 가능하게 한다. 또한, 본 시스템은 축적된 사례기반 DB를 이용하여 불확실한 계획단계에서 안정적인 의사결정이 가능하며 실시간으로 기업/현장의 성과를 측정 가능함은 물론 웹 기반의 성과측정시스템 구축을 통하여 비 가치 작업의 발견과 제거, 가치작업의 효율성 향상, Work reliability 향상,

공정의 신뢰성 향상에 기여할 수 있다. 향후 수행성능평가 시스템의 연구결과는 건설사업 프로세스 전반에 걸친 혁신적 변화를 촉진시킬 것이며, 이는 건설생산 효율을 향상시키고 비용 절감, 공기단축 등의 건설사업 성과에 파급효과를 가져올 수 있을 것이다. 나아가 고비용/저효율의 한국 건설 산업을 6T (IT(정보기술), BT(생명공학기술), NT(나노기술), ET(환경 ·에너지기술), ST(우주기술), CT(문화기술)) 산업수준의 미래형 고부가가치 산업으로 전환하는데 크게 기여할 수 있다.

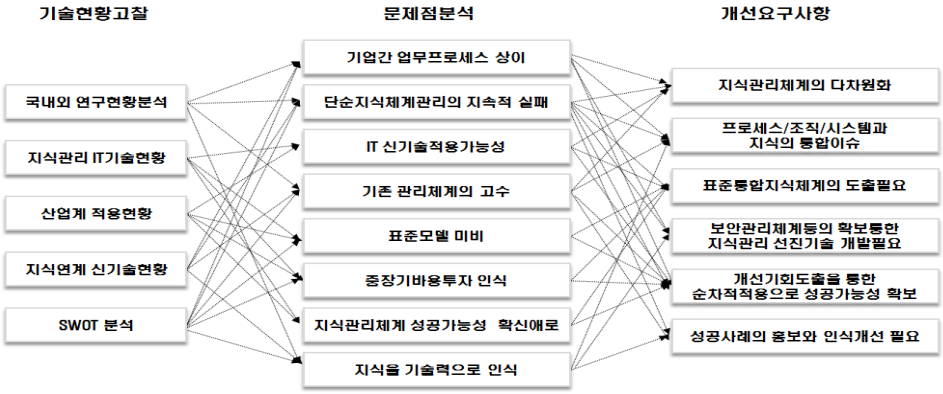
[4세부과제 : 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축]

본 연구를 통하여 창출된 웹 기반 건설정보 지식관리 시스템은 국내에는 아직 미흡한 건설지식을 효율적으로 이용할 수 있는 기반을 마련하였고, 이를 통해 중소건설업체 지식 공유를 위한 인프라가 구축되어 대형 건설업체와의 정보 및 지식 보유 격차를 줄일 수 있어 중소기업의 경쟁력 향상에 큰 도움이 될 것이다. 건설 참여주체 간의 신뢰도와 공유도를 제고함은 물론, 국내 건설업체 경영의 투명성 향상에 기여함으로써 국내 건설 산업 및 건설 업체 각각의 이미지를 개선할 수 있는 지식정보의 주체, 대상, 활용시점의 명확화를 위하여 관리 항목 별 지식지도 제시에서 진보하여 관리업무의 세부 business Process를 분석하여 업무 중심의 지식과 참고자료의 활용을 위한 지식정보분류 로드맵을 제시하였다. 본 연구의 KMS 구축을 위한 BPM 기반의 지식정보 분류체계의 제시는 현업 실무종사자의 세부업무 지원을 위한 지식정보의 창출과 제공, 수집 체계 측면에서 차별성을 가지게 되었다.

건설 분야의 KMS 구축을 위한 BPM기반 지식분류체계 개발은 현재 국내외 건설관련 회사들의 지식정보의 성격, 보완요구사항 등 실무자 중심의 조사가 선행된 후 분류내역 및 체계개발이 이루어져야 하므로 국내외 업체의 전문인력 활용을 통하여 건설 산업의 지식관리 뿐 아니라 본 연구의 피드백 역할을 수행할 수 있을 것으로 예상된다. BPM 기반의 지식분류체계 및 메타데이터 활용을 통한 식별체계에 관한 분석은 실무적인 지식분류체계 및 지식관리시스템 구축을 위하여 타 산업과의 협조체계를 구축함으로서 전문 지식관리 인력으로부터 기술이전, 자문 및 검증 등을 통한 교류가 예상된다.

대형건설업체의 사업본부별(건축/토목/플랜트) 정보관리시스템의 Enterprise Portal 구축을 위한 지식관리체계의 적용을 위한 로드맵을 제시하였다. 본 연구에

서는 Business Process 관점의 모델로서, 지식의 주체 및 대상, 지식 창출을 위한 지식의 수집 및 가공 체계, 실무적 지식의 유형을 체계적으로 제시하고 EPC업무에 대한 로드맵과 지식정보 분류체계 구축을 통한 EPC 업무를 지원한다.



[그림 2-017] 현황고찰을 통한 개선요구사항 도출

이는 EPC Business Process에서 지식정보가 필요한 시점을 분석하고, Business Process에 따라 제공해야 하는 지식정보의 내역과 유형을 제시하며, 실무 사용자들 중심 현업 면담과 프로세스 일반화 작업을 통하여 범용 모델 개발을 중심으로 한다. 건설분야의 KMS 구축을 위한 BPM기반 지식분류체계 개발은 현재 국내외 건설관련 회사들의 지식정보의 성격, 보완요구사항 등 실무자 중심의 조사가 선행된 후 분류내역 및 체계개발이 이루어져야 하므로 국내외 업체의 전문인력 활용을 통하여 건설산업의 지식관리 뿐 아니라 본 연구의 피드백 역할을 수행할 수 있을 것으로 예상된다. BPM 기반의 지식분류체계 및 메타데이터 활용을 통한 식별체계에 관한 분석은 실무적인 지식분류체계 및 지식관리시스템 구축을 위하여 타 산업과의 협조체계를 구축함으로서 전문 지식관리 인력으로부터 기술이전, 자문 및 검증 등을 통한 교류가 예상 된다. 국내 상위 건설업체에서도 리스크에 대한 관리수준과 관리체계가 갖추어지지 않고 있으며, 리스크 관리의 중요성 인식도 미흡한 수준이다. 리스크관리의 중요성을 인식하여 시스템을 개발 중인 업체도 체계적 관리기준과 관리체계를 갖추지 못하고 진행되는 시스템개발로서 초보적 수준에 불과하며 대부분의 업체들이 형식적인 대응에 머무르고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 리스크 관리의 중요성에 대한 인식이 필요하며, 리스크 관리업무를 지원할 적극적이고 체계적인 시스템이 개발되어야 할 것으로 판단된다. 블로그 기반의 공정리스크

관리 시스템이 개발되면, 체계적인 리스크관리 시스템을 개발하지 못한 중소건설업체에게 공정리스크 관리 시스템을 활용할 수 있게 하여, 중소건설업체의 경쟁력강화와 정보지식의 교류를 통한 기술력의 제고 등이 기대된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 건설자재공급망 및 조달관리 시스템 개발

1. 연구개발 개요

철근공사는 공사비에서 차지하는 비중이 클 뿐 아니라 전체 공기를 좌우하는 주공정 항목(Critical Activity)이므로 철근공사를 효율적으로 계획·집행하는 것은 공사 전체의 성패를 좌우하는 중요한 과제로 인식되고 있다. 특히 '08년 이후 철근가격의 급등락과 주택경기 침체 등이 맞물리면서 건설업계의 어려움은 더 커지고 있고 '10년 초 건설업계와 제강업계간 철근공급 가격을 둘러싼 분쟁이 발생하는 등 주변환경 변화는 효율적인 철근공사 관리의 중요성을 더 크게 부각시키고 있다.

또한 종합건설회사(원청사)와 철근콘크리트 전문건설업체를 중심으로 하던 철근공사 수행구조는 철근가공공장, 철근가공조립도 작성업체 등 다양한 주체가 역할을 분담하는 구조로 변화되고 있으며 최근에는 제강사가 건설현장에 별도 가공 없이 직접 설치할 수 있는 규격별로 가공된 철근을 직접 공급하겠다고 나서는 경우도 있다. 바야흐로 공급망(Supply Chain) 측면에서 변화의 시대를 맞이하고 있는 것이다.

기존의 철근공사 생산시스템을 "현장가공 시스템"으로 요약한다면 이와 경쟁하는 패러다임(paradigm)은 "공장가공 시스템"이라 할 수 있겠다. 국내의 공장가공 비율은 약 20% 수준인 반면, 일본의 경우 건축공사 철근가공의 90%[1]가 공장가공으로 이루어지고 있음 참고해 보면 공장가공이 향후 국내 철근공사 생산시스템의 주류로 자리매김하지는 못하더라도 점차 활성화될 것임을 어렵지 않게 유추할 수 있다. 특히 도심지 공사의 경우 현장에 정척철근을 야적해 놓고 절단기·절곡기를 설치해서 직접 가공을 하기에는 공간이 부족한 한계가 있어 공장가공이 불가피한 대안이 될 수 밖에 없을 것이다.

아래 표에서 보는 바와 같이 공장가공이 가공공장으로부터 현장까지 운반비용 등이 추가로 발생하는 대신 철근가공손실(loss)과 가공품질 측면에서 유리하다는 것이 일반적인 인식이다. 철근가격이 최고점 보다는 낮아졌지만 파동 이전 가격의 두

1) "<창간 기획> 철근공장가공의 현재와 미래", 한국건설신문, 2009.7.6

배 수준임을 감안하면 공장가공을 통해 가공손실을 얼마나 줄일 수 있느냐에 따라 다른 단점을 모두 상쇄할 수도 있을 것이다.

<표 3-001> 현장가공과 공장가공 비교

현장가공	공장가공
• 현장여건 변화 대처가 용이 • 가공생산성, 가공품질 편차 • 단척활용 및 자재관리 어려움 – LOSS 8% 추정 (품셈기준 3~5%) • 작업장/야적장 확보 어려움/관리비용 • 기상조건에 따른 작업불능 • 작업안전문제	• 도입기 (표준 등 인프라 미비) • 입지에 따라 선택폭이 제한적 • 가공생산성, 가공품질 일정 • LOSS 관리 용이 – 3%[2] 수준 가능(운반비가 추가소요) • 가공장, 야적장 관리 부담 경감 • 기상조건 제약 없이 생산일정 준수 • 작업안전 확보에 유리

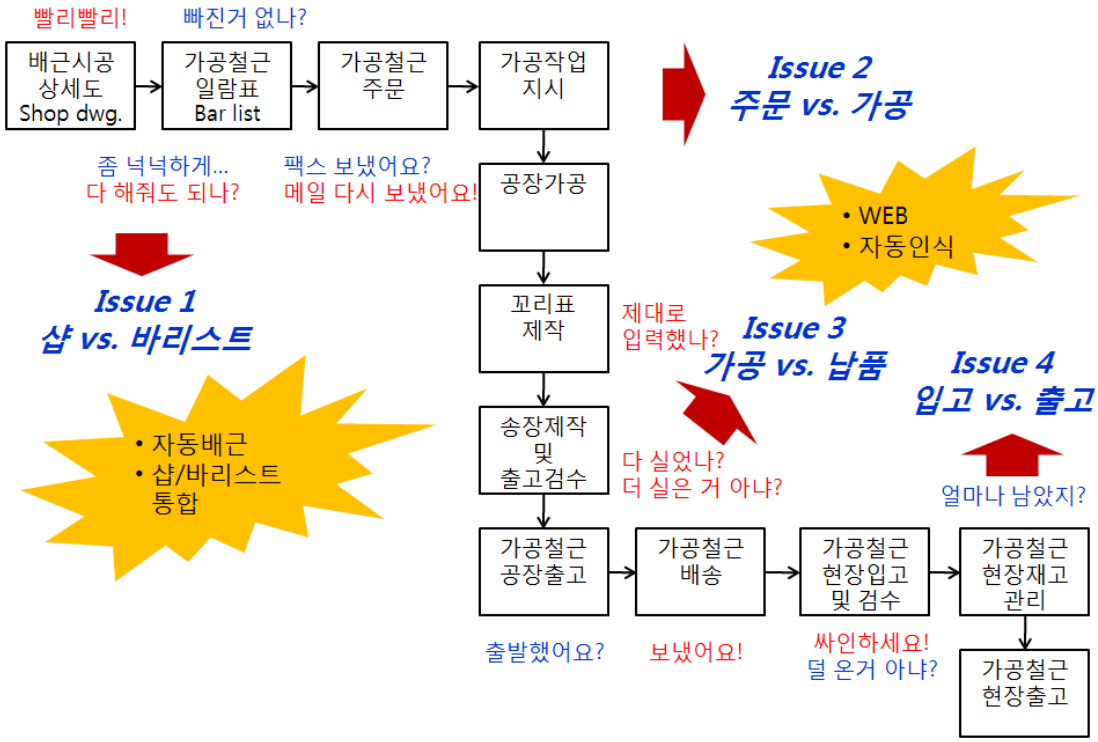
그런데 철근은 제작 이전에 별도의 엔지니어링이 요구되는 ETO (Engineered To Order) 속성을 가지는 대표적인 자재이므로 상기 공장가공의 장점이 발휘되려면 배근시공상세도 및 가공철근일람표 작성 등 사전 엔지니어링을 정확하고 편리하게 수행할 수 있는 인프라가 필요하며, 나아가서 배근시공상세도와 가공철근일람표에 따른 가공철근 조달정보를 건설현장과 가공공장간에 효과적으로 공유할 수 있는 시스템의 뒷받침이 필요하다. 특히 배근시공상세도 및 가공철근일람표 작성 체계의 선진화는 공장가공과 현장가공을 막론하고 철근공사 효율화를 위해 가장 중요한 인프라가 되므로 연구개발이 시급한 과제라 할 수 있다.

본 연구개발은 현장타설을 전제로 하는 철근콘크리트구조 건축물의 철근공사를 대상으로 하며, 철근공사의 사전 엔지니어링(배근시공상세도 작성 및 이를 토대로 가공철근 물량산출 및 가공철근일람표 작성)과 공장가공 환경에서 가공철근 조달관리(가공철근 주문에서부터 공장출고, 현장입고, 현장출고 정보 자동수집 및 재고관리 등)를 지원하는 도구를 개발·보급하는 것을 범위로 한다.

2) 공장가공시 철근 LOSS 3%는 “지식경제부 기술표준원, 철근의 생산성 및 품질향상 방안과 가공형상 국가표준 및 업체 인증제도 시행, ‘09.6”에서 인용한 대한주택공사의 분석결과를 재인용한 것이다. 물론 현장가공의 경우라도 체계적인 사전엔지니어링이 수반된다면 LOSS 절감의 여지는 커질 수 있고, 공장가공이라 하더라도 가공계획이 부실하다면 3% 이상의 LOSS가 발생할 개연성도 충분하므로 수치의 절대값이 의미를 가지는 것은 아니다. 다만, 공장가공의 LOSS 절감 가능성이 현장가공에 비해 상대적으로 크다고 일반화하기 위한 근거로는 의미가 있다고 보아야 할 것이다.

가. 철근공사 AS-IS 분석 및 TO-BE 설계

본 연구에서 주목하고 있는 철근공사 프로세스별 현황 및 이슈들과 이를 해소할 수 있는 개선 아이디어를 아래 그림에 정리하여 제시하였다.



[그림 3-001] 철근공사 현황 진단 및 개선 아이디어

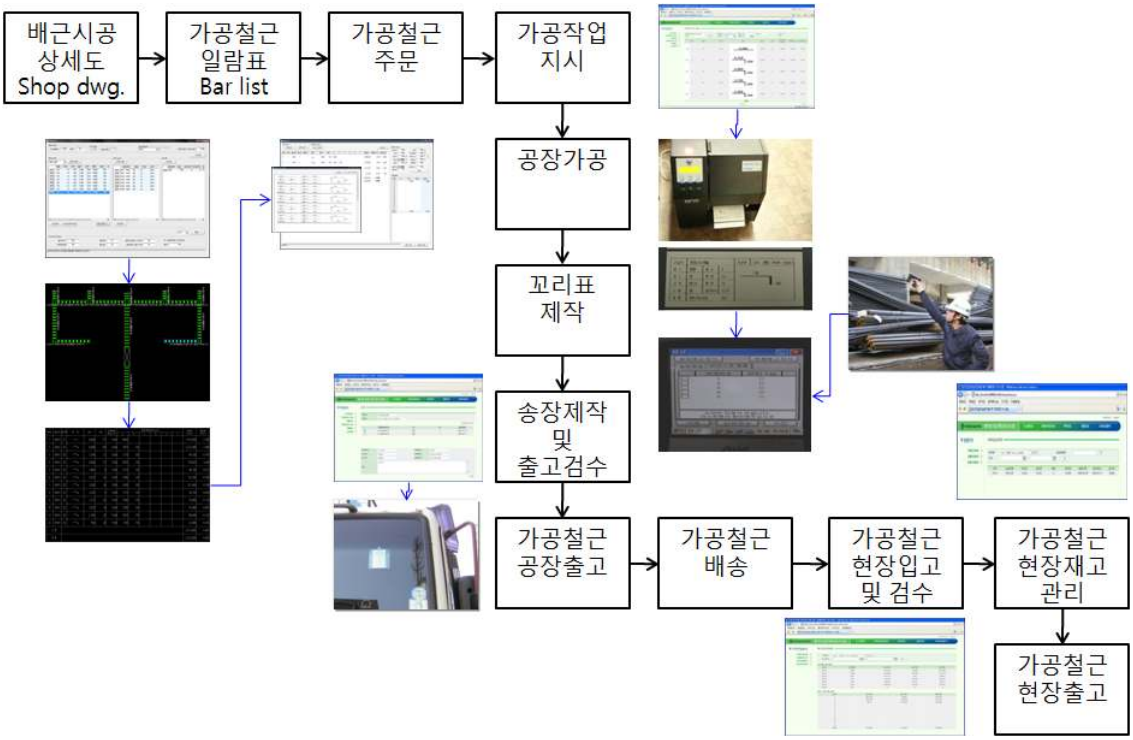
그림에서 보는 바와 같이 본 연구에서는 공장가공(가공전문공장에서 가공한 철근을 현장에 반입하여 조립·설치하는 형태)을 중심으로 철근공사 현장의 여건을 분석하고 문제점과 개선방향을 실용화를 염두에 두고 제시하였다. 본 연구에서 제기한 문제점은 크게 4가지 측면으로 분류할 수 있는데 ① 사전 엔지니어링 영역인 배근시공상세도 및 바리스트 작성 부문, ② 가공철근 주문, ③ 가공철근 납품(공장출하), ④ 가공철근 현장 입·출고 및 재고 등이다.

사전 엔지니어링 영역의 문제점을 요약하면 공기와 직결되므로 배근시공상세도 및 바리스트 검토의 신속성이 매우 중요한 가치인데 신속성을 추구하는 과정에서 엔지니어링의 품질이 저하될 수 있다는 가치상반의 문제가 이슈라 할 수 있다. 원청사와 전문건설업체간 이해가 엇갈리는 현실적인 문제도 지적할 수 있다. 사전 엔지니어링 영역의 문제는 약속된 배근 알고리즘에 따라 배근시공상세도와 바리스트를 상호연동하여 자동으로 작성하고 할 수 있는 도구(소프트웨어)의 도입을 통해 어느정도 해소 가능하다는 것이 본 연구의 아이디어이다. 본 연구에서 중점을 두는

현장여건은 공장가공 환경이지만 사전 엔지니어링 영역의 개선 아이디어는 공장가공과 현장가공을 막론하고 유효한 아이디어라 할 수 있다.

나머지 가공철근의 조달과 관련되는 3가지 이슈들을 요약하면 비효율적이고 불투명한 소통체계라 할 수 있고, 이들 이슈들은 무선인식 기술을 활용하여 자동추출한 조달정보를 인터넷을 통해 철근공사 관계자들이 실시간으로 공유하므로써 해소될 수 있다는 것이 본 연구의 아이디어이다.

상기 아이디어를 토대로 철근공사의 TO-BE 프로세스 및 개선이미지를 도시해 보면 다음 그림과 같다.



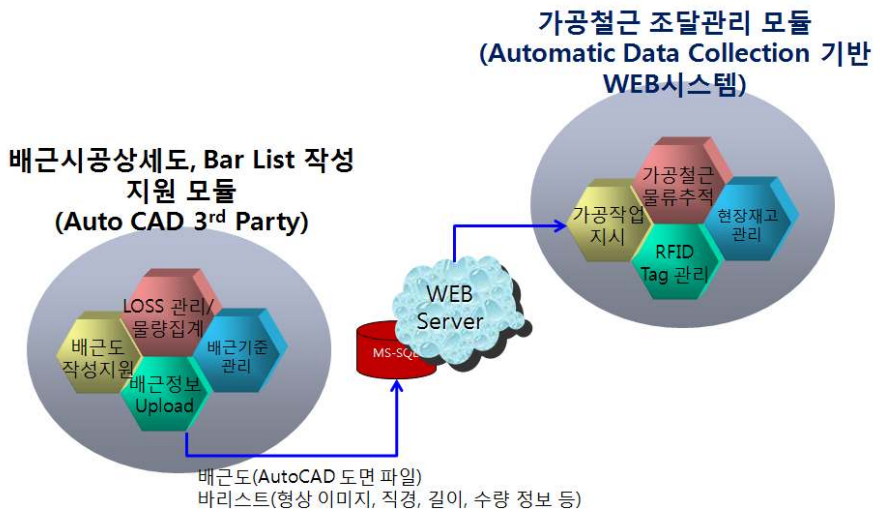
[그림 3-002] 철근공사 TO-BE 프로세스 및 개선 이미지

그림에서 보는 바와 같이 철근공사의 프로세스 전반에 소프트웨어를 활용하므로써 사전엔지니어링의 일관성을 확보하고 전체적인 정보의 공유 및 협업이 가능하도록 구조를 개선하여 철근공사 사이클 전반의 투명성을 제고하는 것이 TO-BE 프로세스의 골자라 할 수 있다.

나. 시스템 개발 개요

아래 철근공사 엔지니어링 지원 및 조달관리 시스템 개념도에서 보는 바와 같이 시스템은 크게 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 모듈과 가공철근 조달관리

모듈 등 두 개의 모듈로 구성된다.



[그림 3-003] 철근공사 엔지니어링 지원 및 조달관리 시스템 개념도

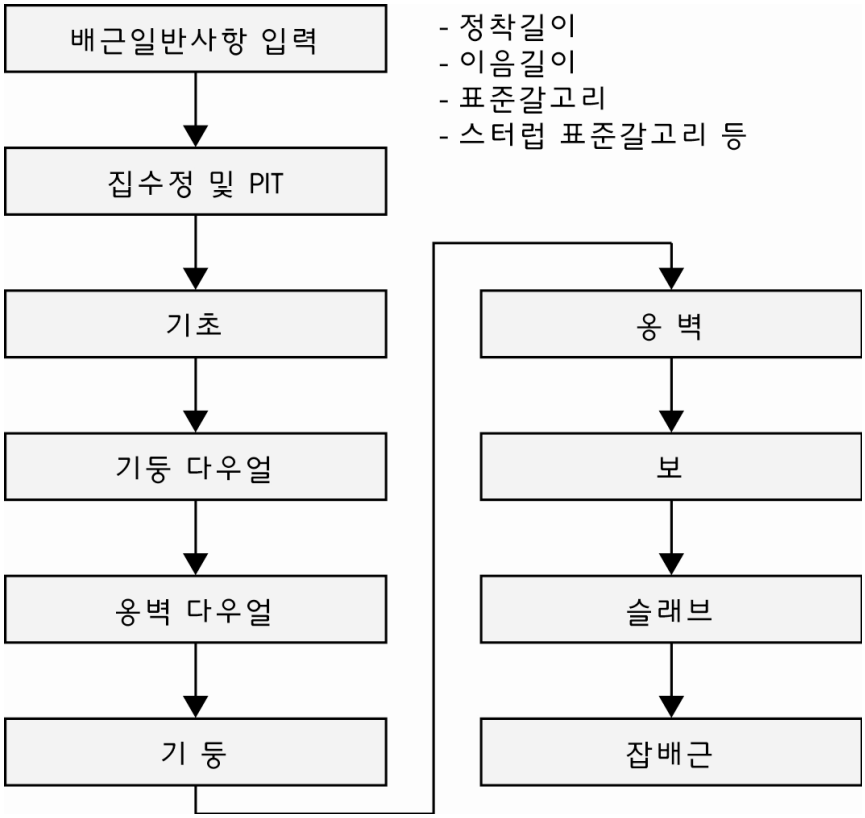
배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 시스템은 Auto CAD의 3rd party 형태로 개발하였는데, 기존의 설계도면이 대부분 Auto CAD로 작성되고 있기 때문에 기존 업무체계와 호환성을 고려하여 가장 실무적으로 접근한 것이다. CAD 도면 레이어 표준 등이 정착되지 못해 CAD 도면 작성방식, 표기방식 등이 모두 다른 현실을 반영하여 실무적용성을 극대화하기 위해서 가장 효율적인 방식이다.

가공철근 조달관리 시스템은 웹기반으로 개발하였다. 건설현장과 가공공장, 샵드로잉 전문업체 등 철근공사 관계자가 인터넷을 통해 철근가공 및 가공철근 조달정보를 손쉽게 접근하므로서 협업을 촉진할 수 있는 구조이다.

2. 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 모듈

가. 배근 프로세스 및 부재별 배근 알고리즘

일반적으로 배근시공상세도를 작성하는 순서는 부재별로 기초, 기둥, 벽, 보, 슬래브 순서대로 이루어진다. 철근가공조립도를 작성하기 위해서는 현장관리자와 철근가공조립도 작성에 필요한 제반사항을 협의해야만 한다. 구조도면 앞쪽에 일반주기사항(general notes)이 있으나 이것만으로는 불충분하고 구조도면에 따라 달라지는 부분이 있기 때문에, 반드시 현장관리자와 협의하여 현장의 요구조건을 파악한 후 배근시공상세도를 작성해야만 한다.



[그림 3-004] 시스템 연산 흐름

따라서 본 시스템에서도 부재별 철근형상 및 배근정보를 산출하기 위해서는 구조도면에 따라 달라지는 정보를 바탕으로 산출할 수 있도록 배근 일반사항을 먼저 설정하는 과정을 반영하였다. 배근 일반사항으로는 모든 부재에 공통적으로 적용되는 표준갈고리, 이음길이, 정착길이 등이 있으면, 부재별로 필요에 따라서 이음, 정착길이 등을 별도록 입력받을 수 있도록 구성한다.

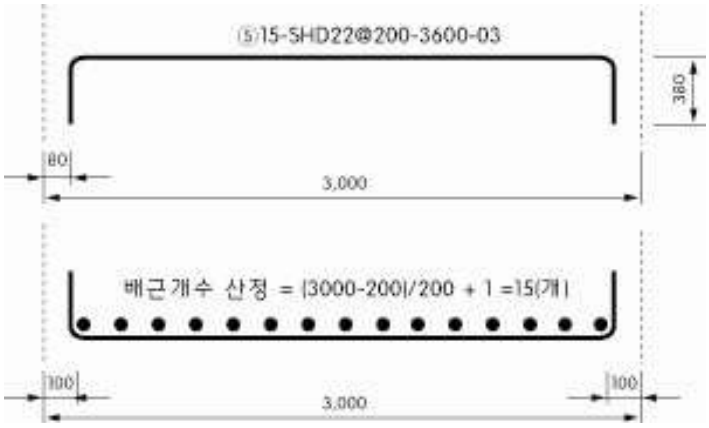
시스템 개발에 적용한 부재별 배근알고리즘은 다음과 같다.

(가) 집수정

(1) 집수정 바닥 하부근

집수정 바닥 하부근은 양쪽 끝에 90° 표준 갈고리를 만들어 배근한다. 하부근 전체 길이는 기초폭에서 기초의 피복두께(80 × 2 = 160)를 뺀 값에 양쪽 표준갈고리를 더한 값으로 산출한다.

하부근 길이 = 기초폭(3000) − 피복두께(80) × 2 + 표준갈고리 길이(380) × 2



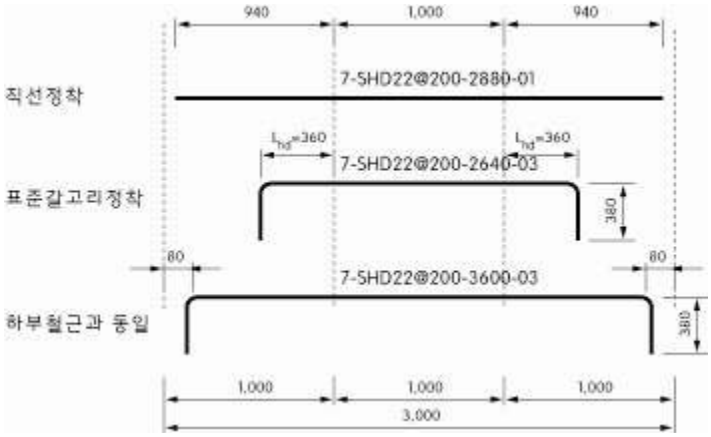
[그림 3-005] 집수정 바닥 하부근

하부근은 배근구간에 해당하는 기초폭에서 100(피복두께+철근지름)만큼 뺀 지점에서부터 배근하기 시작(+1)해서 반대편 지점까지 배근(소수점 올림)하는 것으로 개수를 산정한다.

하부근 배근 개수 = (기초폭 − 100 × 2) / 배근간격)올림 + 1

(2) 집수정 바닥 상부근

집수정 바닥 상부근은 위험단면에서 양쪽으로 인장철근 정착길이만큼 길게 배근한다. 여기서는 기초바닥에서 위쪽으로 300보다 위에 배근되기 때문에 상부철근으로 보고 정착길이를 1.3배 길게 배근해야 한다. 이 사례에서는 상부철근 인장 정착길이가 940으로 규정되어 있으나 이렇게 배근하면 기초철근의 피복두께 80을 확보할 수 없다. 따라서 두 번째 경우와 같이 표준갈고리를 갖는 인장철근의 정착으로 배근해야 한다. <구조설계기준>에 따르면 표준갈고리 정착으로 배근하는 것이 타당하지만 일반적으로 현장에서는 세 번째 경우와 같이 하부철근과 동일한 방식으로 가공하여 배근하기도 한다.



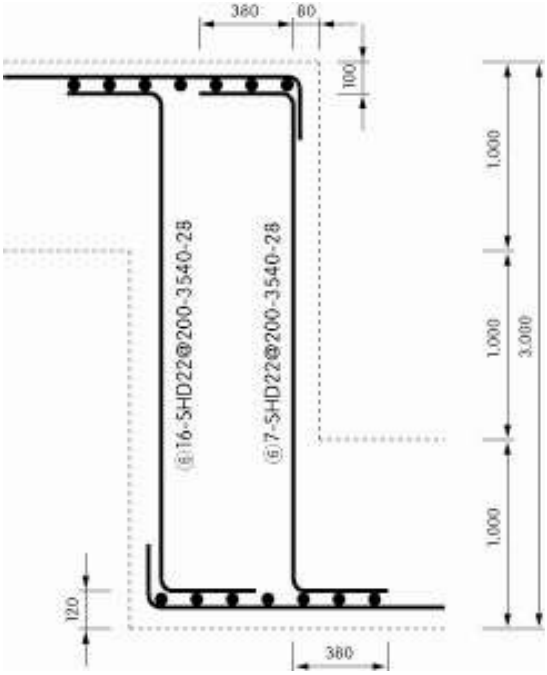
[그림 3-006] 집수정 바닥 상부근

집수정 바닥 상부근의 개수는 집수정 내부치수에서 100(피복두께 + 철근지름) 정도 바깥쪽에 처음 철근을 배근하기 시작해서 반대편까지 배근한다.

하부근 배근 개수 = (내부폭 + 100 × 2) / 배근간격)올림 + 1

(3) 단차옹벽 수직근

집수정 수직벽체에 해당하는 단차옹벽에 배근하는 수직근은 위쪽과 아래쪽에 표준갈고리를 만들어 배근한다. 이 수직근은 위쪽 부분이 매트기초 상부근 아래쪽에 배근되기 때문에 피복두께 40을 감안하여 매트기초 콘크리트 상부면에서 100 정도 아래쪽에 위치하는 것으로 치수를 산정한다. 아래쪽 부분은 집수정 하부근 위쪽에 배근되기 때문에 피복두께 80을 감안하여 120정도 위쪽에 배근하는 것으로 치수를 산정한다.



[그림 3-007] 집수정 단차옹벽 수직근

집수정 단차 수직근의 개수는 집수정 바닥 하부근 및 상부근의 개수와 동일하게 각각 15개와 7개가 산출된다.

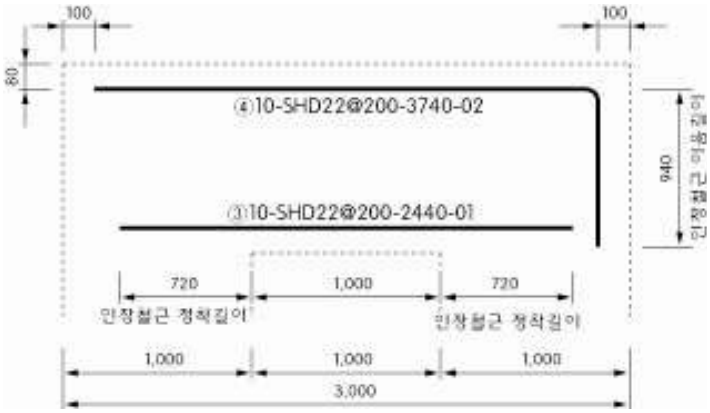
(4) 단차옹벽 수평근

단차옹벽 수평근은 바깥쪽 수직근 안쪽에 배근되기 때문에 집수정 바닥폭에서 100(피복두께 + 철근지름) 정도 뺀 길이로 산정하고 한쪽 끝에는 인장철근 이음길이만큼 갈고리를 만들어 준다. 이렇게 하면 외부 4면의 철근을 인장이음으로 연결할 수 있다.

단차옹벽 수평근 중 내부 수평근은 집수정 내부폭에서 인장철근 정착길이만큼 양단부를 정착한 길이로 산출한다. 단차옹벽 수평근은 콘크리트 바닥면에서 300보다 위에 위치하지만 벽체 수평근처럼 연속적으로 배근되기 때문에 상부철근(정착길이 1.3배)으로 간주하지 않는다.

단차옹벽 수평근은 단차옹벽의 높이 방향으로 일정한 간격으로 배근된다. 따라서 배근 개수는 단면도에서 집수정의 높이를 배근간격으로 나눈 값으로 산출한다.

수평근 배근 개수 = (집수정 높이 / 배근간격)올림

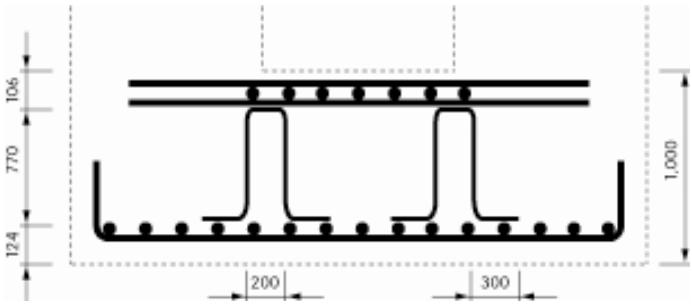


[그림 3-008] 집수정 단차옹벽 수평근

(5) 고임철근

집수정 바닥 상부근를 지지하기 위해서는 고임철근이 필요하다. 고임철근은 일정한 기준이 없기 때문에 기존의 경험을 반영하여 산정한다. 집수정에서는 고임철근이 지지하는 상부근 물량이 많지 않기 때문에 다리길이는 300, 상부폭은 200 정도로 산출한다. 높이는 하부에서 124(피복두께 80 + 철근 2개 44), 상부에서 106(피복두께 40 + 철근 3개 66)을 공제한 길이로 한다.

고임철근의 개수는 지지하는 상부근이 길지 않기 때문에 양쪽 2개씩 4개로 산출할 수 있다.

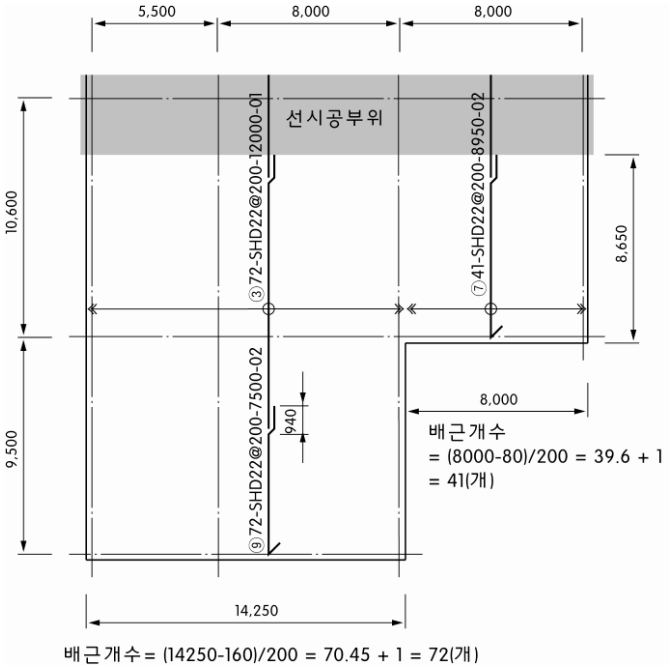


[그림 3-009] 집수정 고임철근

(나) 전면(Mat) 기초

(1) 하부 주근, 부근

하부 주근과 부근은 배근방법이 동일하며 일정한 간격으로 배근하기 때문에 여기서는 하부 주근을 대상으로 설명하는 것으로 한다.



[그림 3-010] 하부 주근 배근

전면기초는 기초 면적이 크기 때문에 구간을 나누어 시공할 수 있다. 이처럼 시공줄눈(construction joint)이 만들어진 경우, 일반적으로 시공줄눈에서부터 철근을 이어서 시공한다. 이 사례에서는 장대철근을 10,000로 적용하였기 때문에 ③번 철근에 장대철근을 적용하고, ⑨번 철근은 나머지 길이에 맞추어 철근을 배근하게 된다. 하부근의 이음길이는 일반철근의 이음길이를 적용한다.

⑦번 철근의 길이는 배근구간인 8,650에서 80을 빼고 90°표준갈고리 길이를 더하여 계산한다. 배근 개수는 배근 구간을 배근간격으로 나눈 값을 올림하고 1개를 더 가산해준다.

⑦번 철근 길이 = 8,650 − 80 + 380(90°표준갈고리 길이) = 8,950

⑦번 철근 개수 = (8,000 − 80) / 200 = 39.6 + 1 = 41(개)

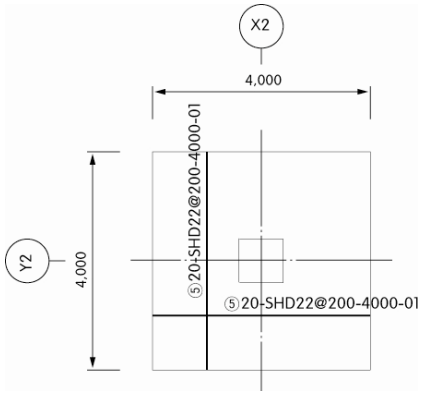
(2) 상부 주근, 부근

상부철근은 하부철근과 배근방법이 동일하지만 배근위치가 콘크리트 바닥면에서 300보다 위에 있기 때문에 일반철근보다 이음길이를 1.3배 길게 해야 한다.

(3) 보강근

상부에 기둥이 있는 기초 부위에는 보강근이 배근된다. 보강근은 기초 하부근 사이에 간격에 맞게 배근하기 때문에, 개수는 배근구간을 간격으로 나눈 값으로 산출한다.

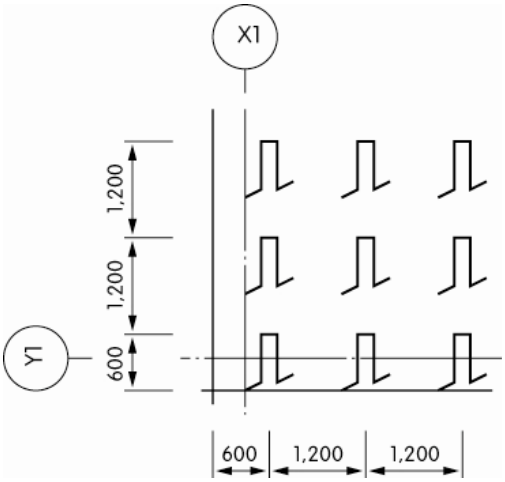
보강근의 개수 = 배근구간 / 간격 = 4000 / 200 = 20개



[그림 3-011] 기초 보강근

(4) 고임철근

고임철근의 형상과 설치간격은 기초의 높이, 지지할 철근의 무게 등을 감안하여 현장 관리자와 협의한 후 결정한다. 고임철근의 형상은 집수정에서 설명했기 때문에 생략하기로 한다. 본 사례에서 고임철근의 설치간격은 1,200으로 적용되었다. 처음 설치하는 고임철근의 위치는 보통 고임철근의 설치간격의 1/2 이내로 한다.



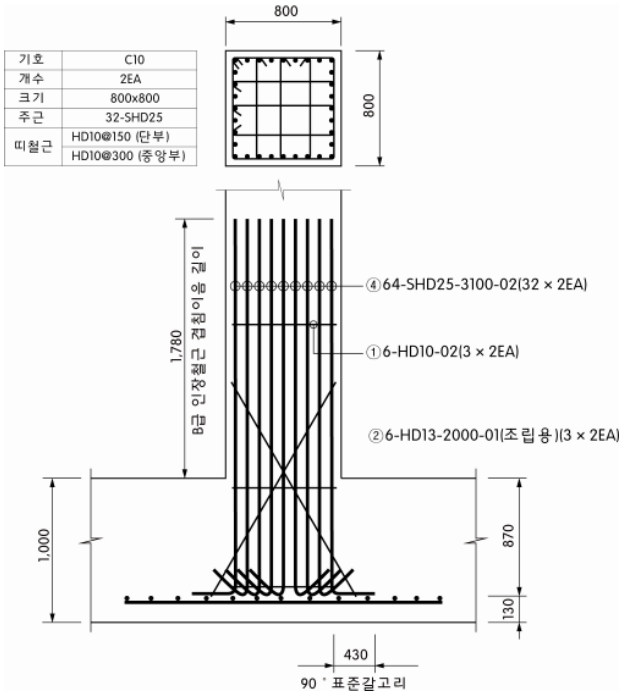
[그림 3-012] 고임철근의 배근

(다) 기둥 다우얼 철근

(1) 기둥 주근

기둥 다우얼 철근은 기둥 주근을 기초에 정착시키기 위해 기초에 미리 매입하는 철근이다. 따라서 정착길이만큼 기초 안으로 매입하면 되지만, 스스로 자립할 수 없기 때문에 90°갈고리를 만들어 기초 하부근 위에 고정시켜 세운다. 따라서 기둥 다우얼 철근의 길이는 기초의 두께에 따라 달라지고 기초가 두꺼울수록 길이도 길어진다. 다우얼 철근은 기초 하부근 위에 고정하기 때문에, 기초 하부근의 높이를 감안하여 기초 두께에서 130(기초 피복두께 80 + 철근 지름 25 × 2)정도를 뺀 값에 B급 인장 이음길이와 90°표준 갈고리 길이를 합산한다.

다우얼 철근 길이 = B급 인장 이음길이 + (기초 높이 − 130) + 90°표준 갈고리



[그림 3-013 기둥] 다우얼 철근 배근

여기서는 철근의 높이가 3,080으로 계산되었으나 배근 형상의 단순화와 시공오차 등을 감안하여 약간 여유치를 두는 것이 좋기 때문에 3,100으로 적용하였다.

최근에는 기둥 다우얼 철근의 물량을 절감하기 위해 다양한 방법이 시도되고 있다. 구조검토를 통해 지하층 내부 기둥 중에서 압축응력이 지배적인 경우에는 압축철근 겹침이음으로 이음길이를 적용하고 있으며, 다우얼 철근의 개수를 50% 줄여 시공하는 사례도 볼 수 있다.

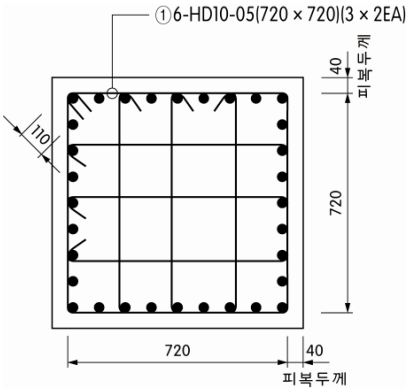
(2) 조립용 철근

기둥 다우얼 주근을 고정하기 위해 조립용으로 사용되는 철근은 두 종류가 있다. 앞의 그림에서 ①번 철근처럼 띠철근으로 기둥 다우얼 철근을 감싸는 것과 ②번 철근처럼 기둥 다우얼 철근을 경사지게 묶어서 자립할 수 있도록 세우는 것이 있다.

①번 띠철근의 길이는 기둥 폭에 따라 달라지는데 다음과 같이 계산할 수 있다.

띠철근이 길이 = (기둥 폭 − 피복두께(40×2)) × 4 + 표준갈고리 길이 × 2

= (800 − 40 × 2) × 4 + 110 × 2 = 3,100



[그림 3-014] 기둥 띠철근 치수

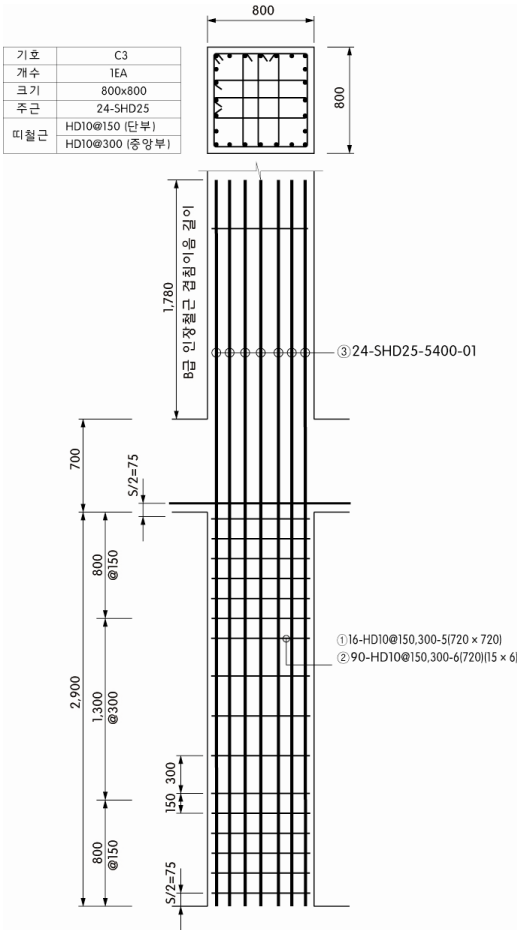
①번 띠철근의 개수는 기초의 높이가 높아지면 개수가 많아질 수 있다. 보통 3개 설치하는데 다우얼 철근의 맨 아래 90° 표준갈고리 부분, 기초 콘크리트 상단면 바로 아래 부분, 다우얼 철근 위쪽 상부에 묶는다.

②번 가새근의 길이는 기초 높이에 따라 달라지는데 일반적으로 많이 쓰는 표준길이 8,000 철근을 한 번 혹은 두 번 절단하는 방식으로 사용한다. 기초 높이가 높으면 한 번 절단한 4,000을, 높이가 낮으면 두 번 절단한 2,000을 적용할 수 있다. 가새근의 개수도 기초의 다우얼 철근의 개수 등 현장상황에 따라 달라질 수 있다. 다우얼 철근을 4면 모두 고정한다면 최대 4개가 사용되지만 보통 2~3개 정도로 조립한다.

(라) 기둥 철근

(1) 주근

기둥 주근의 길이는 층고에 B급 인장철근 겹침이음 길이를 더해서 계산한다. 이 사례에서 C3 기둥이 배근되는 층의 층고는 3,600(보 높이 = 700)이기 때문에 3,600 + 1,780 = 5,400으로 주근의 길이를 계산할 수 있다.



[그림 3-015] 기둥 철근가공조립도

(2) 띠철근

기둥 띠철근의 형상은 앞 그림 18-3과 같이 계산할 수 있다.

이 기둥은 내진기둥으로 적용되었기 때문에 단부와 중앙부 띠철근 배근간경이 다르게 적용되고 있다. 보에서 단부 길이는 순경간 치수에 1/4값 곱하여 계산하지만, 기둥에서는 ①기둥 순간격의 1/6, ②기둥 최대 단면치수, ③ 450 중 가장 큰 값을 적용하도록 규정하고 있다. 따라서 이 사례에서는 기둥 최대 단면치수가 가장 크기 때문에 800을 적용하였다.

바닥 슬래브 위에서 처음 매는 띠철근 간격은 띠철근 간격(s)의 1/2을 적용하기 때문에 여기서는 150/2 = 75로 계산된다. 그 위로 800을 넘을 때까지 단부의 배근간격 @150으로 배근한다. 맨 위에 배근하는 띠철근의 위치는 보 하부 주근에서 75 아래에 배근하는 것으로 하였는데, 이것은 C3 기둥이 4면 모두 보에 의해 고정되

었기 때문이며, 그렇지 않을 경우 슬래브 하부 주근에서 띠철근 간격(s)의 1/2만큼 아래에 배근해야 한다.

(마) 벽 다우얼 철근

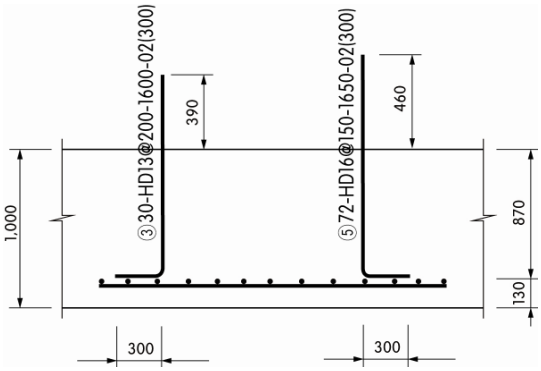
(1) 벽 다우얼 수직근

벽체 다우얼 철근은 벽체 수직근을 기초에 정착시키기 위해 기초에 미리 매입하는 철근이다. 따라서 기둥 다우얼 철근과 마찬가지로 정착길이만큼 기초 안으로 매입하면 되지만, 스스로 자립할 수 없기 때문에 끝부분을 300정도 90°로 구부려 기초 하부근 위에 고정시켜 세운다. 벽체 다우얼 철근은 기초 하부근 위에 고정하기 때문에, 기초 하부근을 높이를 감안하여 기초 두께에서 130(기초 피복두께 80 + 철근 지름 25 × 2)정도를 뺀 값에 B급 인장 이음길이와 다리 길이를 합산한다.

다우얼 철근 길이 = B급 인장 이음길이 + (기초 높이 − 130) + 다리길이

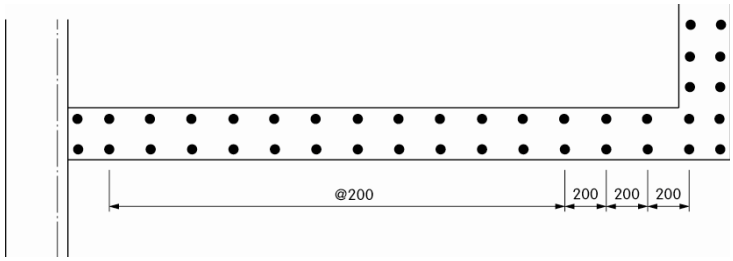
D13 철근 = 390 + 1,000 − 130 + 300 = 1,560 ≒ 1,600(단순화)

D16 철근 = 460 + 1,000 − 130 + 300 = 1,630 ≒ 1,650(단순화)



[그림 3-016] 벽체 다우얼 철근 길이

벽체 다우얼 철근의 개수는 교차부에서 시작해 개수를 세는 것이 일반적이다. W3 벽체 오른쪽 L형 교차부에서 200 간격으로 배근해가면 왼쪽 T형 교차부와 만나는 옹벽 수직근과의 간격이 200을 넘기 때문에 1개를 추가해준다. 따라서 다우얼 철근의 개수는 30개가 된다.



[그림 3-017] 벽체 다우얼 철근 개수

(2) 벽 다우얼 조립용 철근

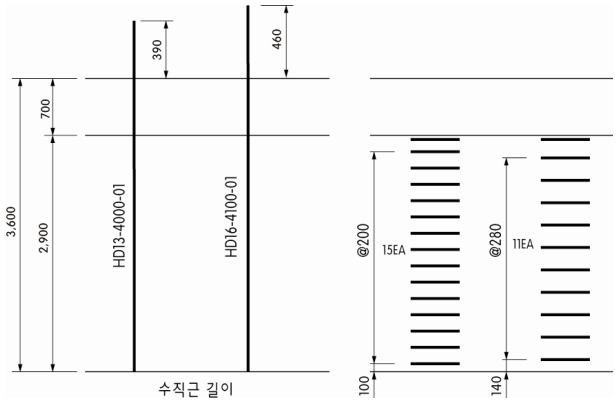
다우얼 철근의 위치를 확보하고 콘크리트를 타설하는 동안 이동되지 않게 하기 위해서 수평근을 조립용 철근으로 배근한다. 이때 사용하는 수평근은 HD13의 규격을 사용하여 다우얼 철근의 가로방향으로 벽체를 따라 연속적으로 배근된다. 수평근의 개수는 매트기초의 윗면에 1개를 설치하고 매트기초 내부에 필요에 따라 2개 이상을 사용한다. 수평근은 내외부 양쪽면에 모두 배근되기 때문에 벽체의 길이가 길 경우 수평근의 개수가 많아질 수도 있다.

또한 다우얼 철근의 상호간의 간격을 확보하기 위하여 폭고정근을 사용하는데, 통상 1,500 간격으로 일반층에서 사용하는 동일한 형태로 배근된다.

(바) 벽 철근

(1) 수직근

벽체 수직근의 길이는 층고에 B급 인장철근 이음길이를 가산하여 계산할 수 있다. 이 사례에서 W3 벽체의 수직근은 HD13이기 때문에 층고 3,600에 390을 가산하면 3,990이 되고 철근길이를 단순화하면 4,000으로 계산할 수 있다.

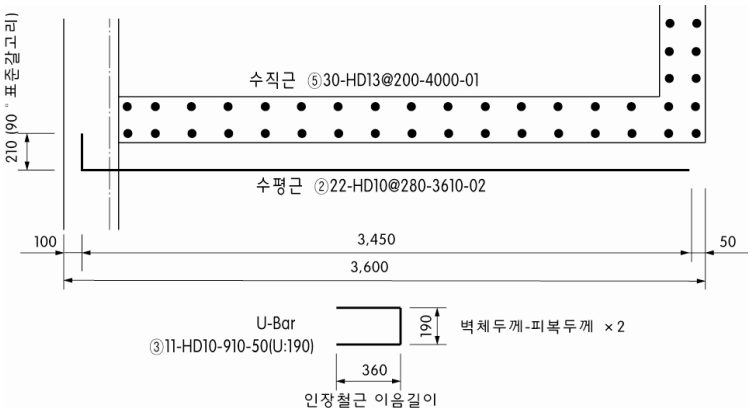


[그림 3-018] 수직근 길이 및 수평근 개수 산정

수직근의 길이 = 층고 + B급 인장철근 이음길이

= 3,600 + 390 = 3,990 ≒ 4,000(단순화)

(2) 수평근



[그림 3-019] 벽체 수평근 및 U-Bar

위 그림은 W3의 철근가공조립도를 나타낸 것이다. W3 기둥은 왼쪽에 정착, 오른쪽에 L형 교차부를 형성하고 있다. 왼쪽 정착부에는 90°표준갈고리를 만들고 정착길이만큼 매입하면 되지만, 일반적으로 시공오차가 발생할 수 있기 때문에 정착할 부재의 두께에서 100을 뺀 값을 정착길이로 계산한다.

다른 벽체와 교차하는 경우에는 통상 50을 뺀 값을 적용한다. 이것은 다른 벽체와 교차하지 않는 경우에도 마찬가지로 적용된다. 따라서 이 사례에서는 벽체 전체길이 3,600에서 왼쪽 100, 오른쪽 50 뺀 3,450에 90°표준갈고리 길이 210을 더한 3,610으로 계산할 수 있다.

슬래브 위에 맨 처음 배근하는 수평근은 배근간격(s)의 1/2로 하고, 그 다음부터 배근간격만큼 배근하는데, 맨 위 철근은 보 하부 주근에서 배근간격보다 작게 위치해야 한다. 이 사례에서는 수평근의 간격이 280이기 때문에 맨 처음 철근을 140간격으로 배근하고 나머지 철근을 배근하면 11개를 배근해야 한다.

(3) U바

벽체 수평근은 다른 벽체와 교차하는 부위에는 U바로 보강하는 것이 일반적인데 U바의 다리길이는 인장철근 이음길이만큼 길게 한다. U바의 폭은 벽체 두께에서 양쪽 피복두께만큼 뺀 값을 적용한다. <구조설계기준>에서 규정하고 있는 벽체의 피복두께는 20이지만, 벽체에 사용하는 철근이 굵지 않기 때문에 피복두께 20을 확보하기가 현장시공상 쉽지 않다. 따라서 여유치를 반영하여 일반적으로 30을 적용

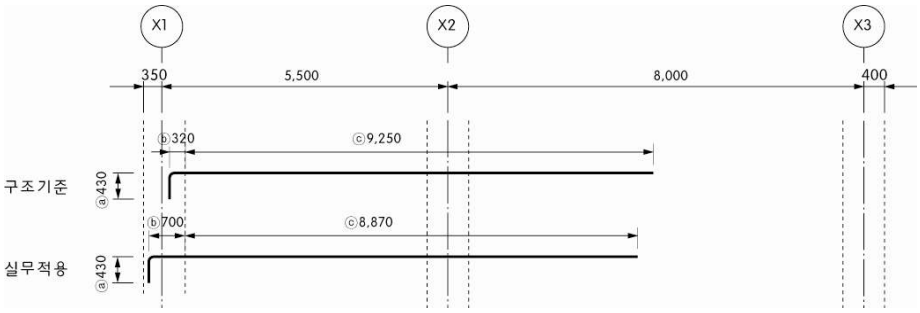
하는 것이 보통이다. 이 사례에서는 벽두께가 250이기 때문에 양쪽 피복두께 60을 뺀 값을 계산하면 190으로 U바의 폭을 계산할 수 있다.

(사) 보 철근가공조립도

(1) 상부 주근(연속)

일반적으로 연속해서 배근해야 하는 상부 주근은 8m 장대철근을 절반으로 자른 4m 철근으로 처음 시작하는 경우가 많다. 철근콘크리트 보의 일반적인 길이가 6~7m 정도인 것을 감안해보면 4m 철근을 첫 번째에 배근하면 철근의 이음위치가 우연하게도 중앙부 상단에서 이루어질 때가 많다. 보를 배근할 때 시방서에서 규정하고 있는 철근의 이음위치를 모두 지켜가면서 배근하기는 현실적으로 매우 어렵다. 대부분 이음위치 규정을 무시하고 B급 인장철근 이음길이로 겹침이음한다고 해도 과언은 아닐 것이다.

그러나 이 사례에서 4m 철근을 사용하면 이음을 3번 해야 하기 때문에 작업이 번거롭고 철근 손실도 많아진다. 표준길이가 긴 철근을 사용하면 이음길이를 줄일 수 있기 때문에, 최근에는 8m보다 긴 철근을 사용하기도 한다. 따라서 여기서는 10m 장대철근을 사용하는 것으로 적용하였다.



[그림 3-020] 연속 배근되는 상부주근의 첫 번째 배근

10m로 시작하는 철근은 최외단 기둥에 정착해야 한다. 이 때 직선으로 정착한다고 가정하고 정착길이를 구조도면에서 찾아보면, 보에 사용되는 콘크리트와 철근이 각각 f_{ck}=30Mpa, f_y=500Mpa이므로, 이 때의 값이 1,780이다. 그러나 C10의 폭은 800으로 한정되어 있기 때문에 직선으로 정착할 수는 없다. 결국 끝단에 표준갈고리를 설치해서 정착해야만 하며 이때의 정착길이는 구조도면에서 320가 된다. 따라서 90°갈고리 12d를 포함한 ⓐ부분은 길이(A or G)는 430이고, 위험단면에서

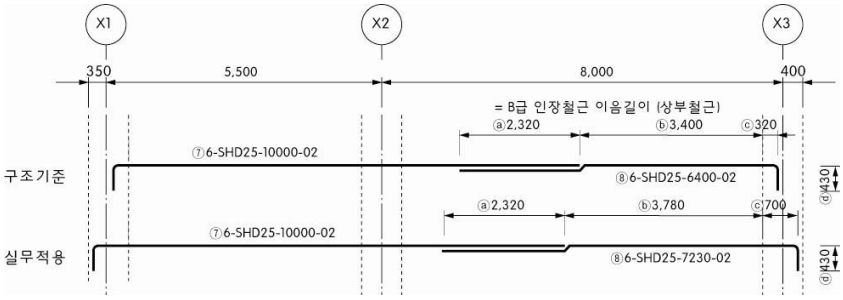
기둥 안쪽으로 320만큼 정착시켜 배근해야 한다.

그러나 철근 조립공이 배근할 때 정확히 320이라는 치수에 맞추어 정착하려면 시공성이 떨어지게 된다. 정착길이가 320보다 더 크게 배근된다면 뒤에 이어야 할 철근의 이음길이가 부족할 수 있으며, 320보다 작아진다면 정착성능을 확보하지 못하게 된다. 결국 시공성을 고려한다면 약간의 여유가 필요하고 현장에서도 이것을 많이 요구하는 편이다. 따라서 실제로 표준갈고리를 갖는 인장철근의 정착길이를 계산할 때에는 기둥두께에서 100만큼 뺀 값으로 한다.

실무상 정착길이 = 기둥 두께 − 100

기둥 콘크리트 외면에서 기둥 주근까지의 두께를 계산해보면, 피복두께 = 40, 띠철근(D10 혹은 D13) ≒10, 주근(HD25 이상) ≒ 30이므로 이것을 모두 합하면 약 70정도가 된다. 따라서 기둥 두께에서 100을 뺀 값으로 정착길이를 계산하면 기둥 주근이 있는 위치에서 약 30 정도 안쪽에 배근할 수 있으며 시공오차를 흡수할 수 있을 것이다.

상부 연속인 주근은 6개지만 이것을 모두 10,000으로 시작하면 이음구간이 모두 같아져 내력이 저하된다. 따라서 서로 이음위치가 다르게 배근해야 하는데 여기서는 3개를 10,000으로 하고 나머지 3개를 10,000이 아닌 다른 철근으로 하여 이음위치를 엇갈리게 해야 한다. 이 때 많이 쓰는 방법이 좌우를 바꾸는 방법이다. 첫 번째 철근을 10,000으로 시작하면 이것과 동일한 위치에서 맨 마지막에 배근되는 철근의 길이가 보 경간에 따라 달라진다. 즉 마지막 철근의 길이가 10,000이 아닌 다른 값으로 나올 때가 많다. 따라서 주근 6개 중에서 3개를 10,000으로 시작하고, 나머지 3개 철근을 반대로 배근하면, 이음구간을 서로 엇갈리게 할 수 있고, 가공횟수도 줄일 수 있기 때문에 시공성이 좋아진다.



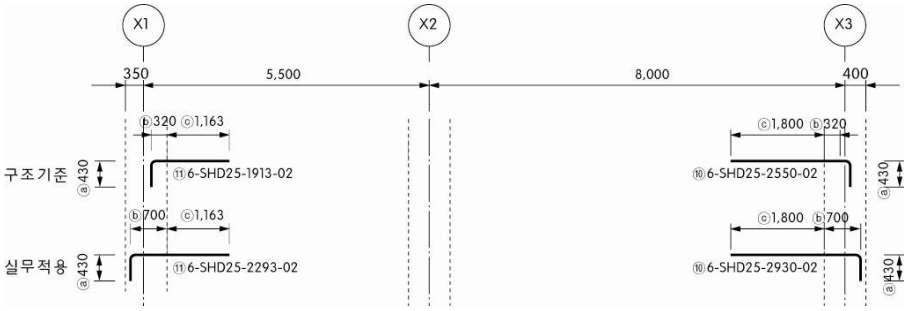
[그림 3-021] 연속 배근되는 상부주근의 이음

연속 배근되는 상부 주근은 마지막 기둥에 정착할 때까지 장대철근을 이어서 연속적으로 배근한다. 이 사례에서는 경간이 짧고 10m 장대철근을 첫 번째에 배근했기 때문에 이음구간을 1회만 적용한다. 앞에서 기술한 것처럼 첫 번째 철근은 장대철근을 쓰거나 혹은 절반으로 잘라서 배근하고, 이것에 이어서 배근하는 두 번째 철근의 이음구간이 언제나 압축구간이라고 할 수 없고 경간 길이에 따라 달라질 수 있다. 철근가공조립도를 작성할 때 원칙적으로 이것을 모두 고려하여 이음구간별로 압축이음인지 인장이음인지 표시해야 하지만, 그렇게 표시하더라도 배근작업의 시공성이 떨어질 수밖에 없기 때문에 구분하지 않고 일반적으로 인장 B급 이음으로 배근한다. 여기서는 상부 주근이 콘크리트 밑면에서 300이상 위쪽에 위치하고 있기 때문에 상부철근에 해당하는 값을 찾아보면 2,320를 구할 수 있다.

이 철근은 배근구간의 끝에 해당하기 때문에 C10 기둥에 정착해야 한다. 이 철근의 전체 길이는 세 부분으로 구성되는데, 앞 철근과 겹침 이음하는 ⓐ부분, 나머지 배근구간에 해당하는 ⓑ부분, 기둥에 정착하는 ⓒ와 ⓓ부분을 더해서 계산할 수 있다. 구조기준에 맞게 계산한 값과 실무에서 많이 활용하는 값에 차이가 있음을 알 수 있다.

(2) 상부 주근 외단부 Top-bar

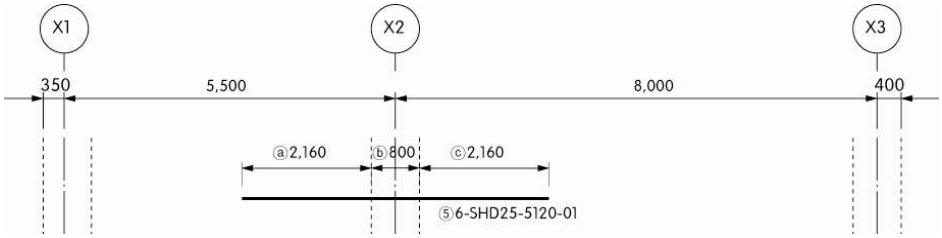
외단부에 배근해야 하는 Top-bar는 기둥에 정착해야 하는 부분과 경간 안쪽으로 내민 길이를 각각 구해야 한다. 기둥 안쪽으로 정착하는 길이는 연속되는 상부 주근과 동일하게 계산할 수 있다. 경간 안쪽으로 내민길이(ⓒ부분)는 경간 길이에 0.25를 곱해서 계산할 수 있기 때문에 좌측 외단부에서는 ⓒ = 4,650 × 0.25 = 1,163이 되고 우측 외단부에서는 ⓒ = 7,200 × 0.25 = 1,800이 된다.



[그림 3-022] 상부 주근 외단부 Top-Bar

(3) 상부 주근 내단부 탑바(top-bar)

내단부 탑바에서 경간 안쪽으로 내민 길이(ⓐ 부분)를 구할 때 양쪽 경간 길이 중 긴 값에 0.3을 곱하여 구하도록 규정하고 있다. 이것은 이어지는 경간 길이가 길어 모멘트가 크게 발생할 경우, 경간 길이가 짧은 쪽의 모멘트도 커지기 때문이다. 이 사례에서는 양쪽 경간 길이 중 긴 쪽이 7,200이므로 ⓐ = 7,200 × 0.3 = 2,160으로 구할 수 있다. 따라서 전체 길이는 5,120이 된다.



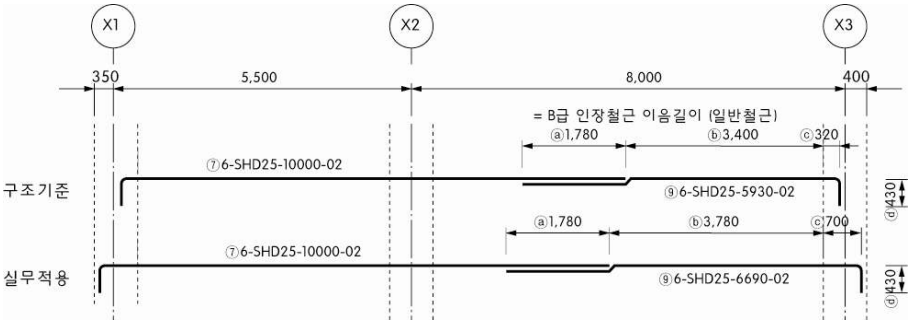
[그림 3-023] 상부 주근 내단부 탑바

(4) 하부 주근(연속)

보 경간의 단부에서는 상부에 인장력이 작용하고 하부에 압축력이 작용한다. 따라서 하부근을 기둥에 정착할 때에는 압축철근으로 보고 계산할 수 있다. 그러나 보에 지진력이 작용하면 상하단의 응력이 반전될 수 있다. 특히 단부에서 쉽게 반전되는데 이때에는 반대로 상단-압축력, 하단-인장력이 작용하게 된다. 따라서 경간 전체에 연속으로 배근하는 하부 주근을 정착할 때에는 상부 주근과 같이 인장철근으로 보고 동일하게 적용하는 것이 보통이다. 따라서 연속되는 상부 주근과 하부 주근의 배근은 동일하다.

다만 하부 주근의 이음길이는 콘크리트 밑면에서 300이상 위쪽에 있는 상부철근

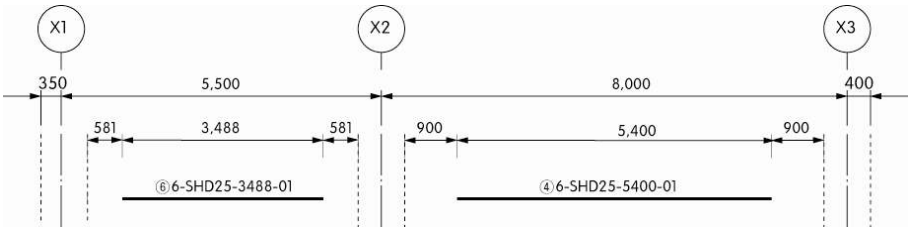
이 아니기 때문에 일반철근의 이음길이를 적용할 수 있다.



[그림 3-024] 연속 배근되는 하부 주근

(5) 하부 주근 중앙부 컷바(cut bar)

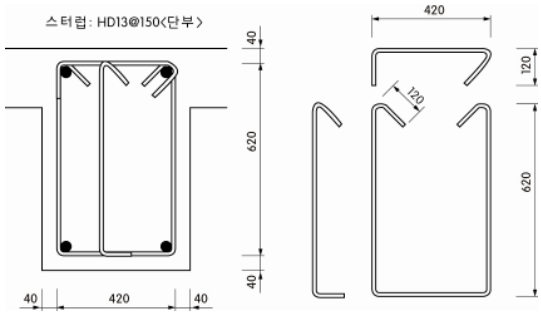
하부 주근 중에서 휨모멘트가 크게 작용하는 경간 중앙부는 단부보다 철근 개수가 많은 것이 보통이다. G10도 단부는 6개로 되어 있지만 중앙부는 12개로 되어 있기 때문에 12 − 6 =6(개)만큼 추가로 배근해야 한다. 이 철근은 중앙부에서 단부 쪽으로 경간길이 × 0.125를 뺀 길이만큼 내밀도록 규정하고 있다. 따라서 외쪽 경간에서는 4,650 − (4,650 × 0.125) × 2(양쪽) = 3,488로 계산할 수 있다. 우측 경간에서는 7,200 − (7,200 × 0.125) × 2(양쪽) = 5,400가 된다.



[그림 3-025] 하부 주근 중앙부 컷바

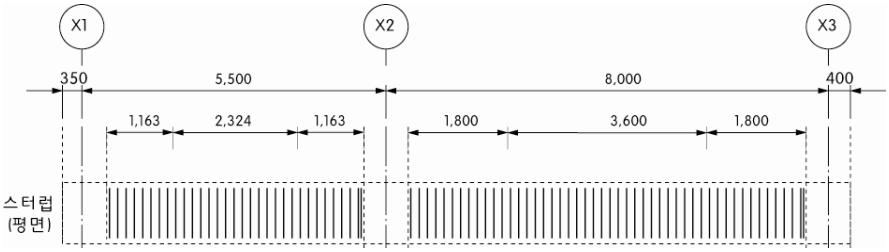
(6) 스터럽

지상층이 없는 공동주택 지하주차장의 내부 보와 같이 내진설계가 적용되지 않으면 개방형 스터럽으로 할 수 있으나, 그 외 대부분 폐쇄형 스터럽이 적용된다. 스터럽의 크기는 보 피복두께인 40을 뺀 길이에 스터럽의 표준갈고리 부분의 길이(D13의 경우 120)를 더해 계산한다.



[그림 3-026] 보 스터럽의 형태

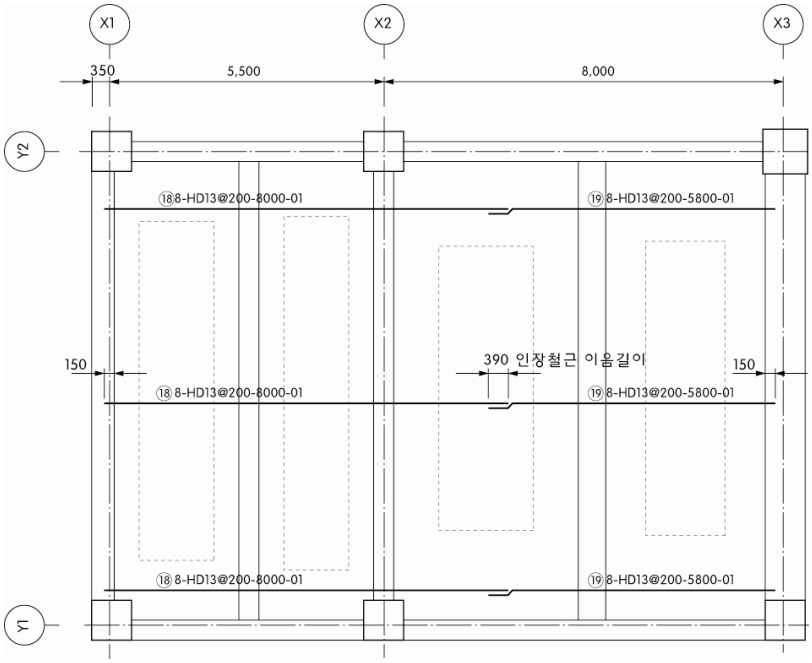
스터럽은 전단력에 저항하기 때문에 스터럽 배근간격은 단부에서 좁고 중앙부에서 넓은 것이 보통이다. 그러나 이 사례에서는 중앙부와 단부가 @150으로 동일하게 적용되었기 때문에, 위험단면에서 50 떨어진 위치에 처음 스터럽을 배치하고, 나머지 구간에는 배근간격에 맞게 배근하였다.



[그림 3-027] 스터럽 배근

(아) 슬래브 철근가공조립도

(1) 하부 주근



[그림 3-028] 슬래브 하부 주근 배근상세

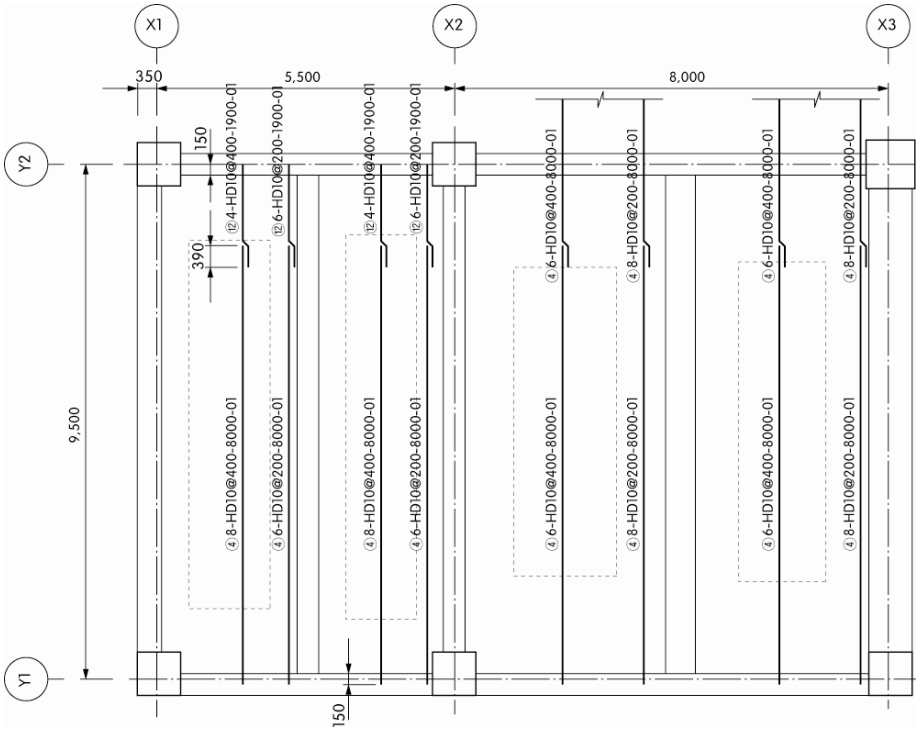
슬래브는 주로 단변방향으로 힘이 전달되기 때문에 단변방향이 주근방향이 된다. 슬래브 철근가공조립도를 작성하기 위해서는 주열대와 중앙대를 구분해야 하는데, 이 사례에서는 구조설계도면 일반주기사항에 명기된 상세에 따라 단변방향 순경간(Lx)의 1/2(0.25)로 표시하였다.

하부 주근의 배근은 중앙대와 주열대에서 달라질 수 있는데 여기서는 슬래브 배근일람표상의 X3와 X5가 HD13@200으로 동일하기 때문에 연속해서 배근할 수 있다.

슬래브에서는 장대철근을 연속해서 배근하는 것이 일반적인데, 여기서는일반적으로 사용하는 길이인 8,000을 적용하여 배근하였다. 처음 배근하는 ⑱번 철근은 좌측에 정착해야 하는데, 압축정착에 해당하므로 150만큼 보에 정착한다. ⑱번 철근에 이어 연속해서 배근하는 ⑲번 철근은 ⑱번 철근에 B급 인장철근 이음길이인 390만큼 겹침이음하고 나머지 구간을 배근한다. X1에서 X3구간의 순경간길이는 13,500 − 50 − 400 = 13,050이므로 ⑱번 철근을 배근하고 남는 길이는 13,050 − (8,000 − 150) = 5,200이 된다. 여기에 이음길이와 정착길이를 더해 계산하면, 5,200 + 390 + 150 = 5,740이 된다. 이것을 100단위로 단순화하면 ⑲번 철근의 길이는 5,800으로 계산된다.

보와 접합하는 위험단면에서 처음 배근하는 철근의 간격은 보통 배근간격의 1/2이기 때문에, 여기서는 100만큼 간격을 두고 처음 배근하고 나머지 구간은 모두 배근간격인 200간격으로 배근하는 것으로 하여 철근의 개수를 산출한다. 여기서는 주열대와 중앙대의 배근간격이 200으로 동일하다.

(2) 하부 부근

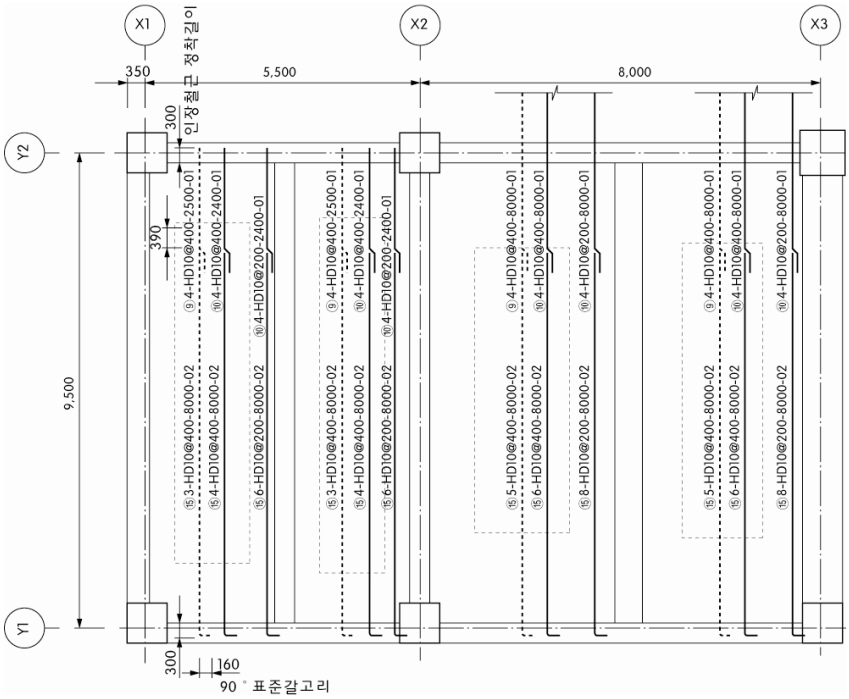


[그림 3-029] 슬래브 하부 부근 상세

슬래브 하부 부근은 장변방향에 해당한다. 하부 부근은 하부 주근과 마찬가지로 150만큼 보에 정착하는 방식으로 배근한다. 이 사례에서는 X2열을 기준으로 좌측(X1~X2)과 우측(X2~X3)의 배근방법이 달라진다. 좌측에서는 Y1~Y2열의 배근과 Y2~Y3열의 배근간격이 달라지기 때문에 Y1~Y2열 사이에 배근된 철근이 Y2~Y3열까지 연속해서 배근되지 못하고 정착이 된다. 반면 X2~X3열 구간에서는 철근이 동일 간격으로 배근되기 때문에 장대철근 8,000이 연속해서 배근된다.

장변방향 하부 주근의 배근 개수 산출은 하부 주근과 동일한 방식으로 하는데, 다만 주열대 하부근(Y5)의 배근간격이 HD10@200인 반면, 중앙대 하부근(Y3)의 배근간격은 HD10@400이기 때문에 배근 개수 산출시 주의한다.

(3) 상부 부근



[그림 3-030] 슬래브 상부 부근 상세

보와 접하는 단부 슬래브 상단에는 인장력이 작용하기 때문에 상부 부근은 인장철근 정착길이만큼 배근해야 한다. 이 경우 상부철근의 정착길이는 일반정착길이 300의 1.3배이기 때문에 390이 되고, 390만큼 정착하면 Y1열에 있는 보(폭 400)의 피복두께를 확보할 수 없기 때문에 표준갈고리를 갖는 이형 철근의 정착으로 배근한다.

이 사례에서 장변방향 순경간 길이는 9,500 − (250 + 50) = 9,200이기 때문에 ⑮ 철근의 길이에서 정착되는 부분을 제외한 길이를 빼면 9,200 − (8,000 − 300 − 160 = 1,660이 된다. 이 철근에 이음길이(390)와 정착길이(390) 를 합산하면, 1,660 + 390 + 390 = 2,440 ≒ 2,500(단순화)이 된다. 따라서 상부철근의 길이는 2,500으로 계산할 수 있다.

상부철근과는 달리 굽힘 철근은 일반 철근보다 절곡되는 부분만큼 길이가 늘어나기 때문에 이 늘어나는 길이를 반영해야만 한다. S1 슬래브의 두께는 200이기 때문에 상하부에서 슬래브 피복두께 20을 빼면 160이 된다. 따라서 일반철근보다 늘어나는 길이는 160 × (1.414 − 1) = 66.24 ≒ 70 정도 늘어나게 된다. 맨 왼쪽 경간에

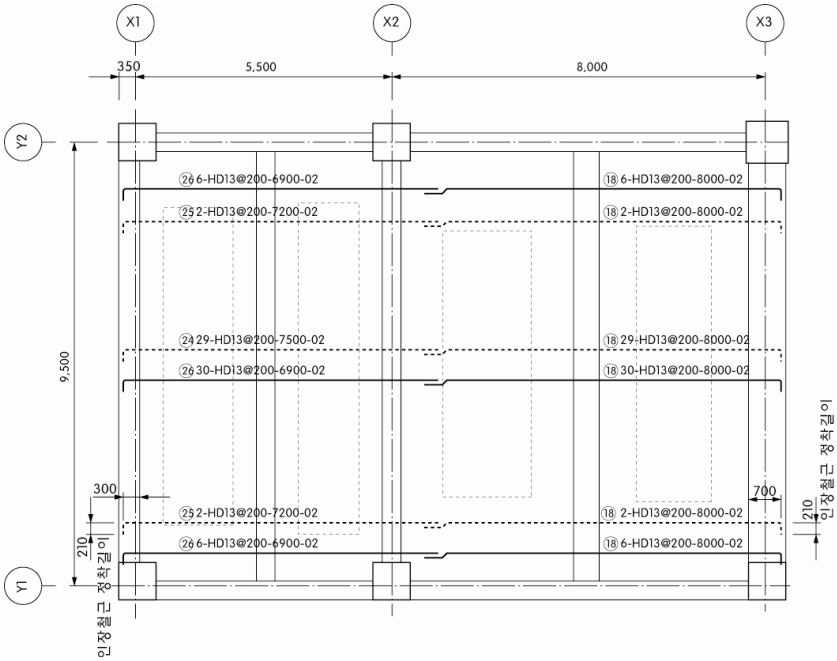
서 절곡되는 부분은 모두 2곳이기 때문에 늘어나는 길이는 70 × 2 = 140만큼 더해주어야 한다. 따라서 앞에서 구한 상부철근 길이 2,440에 140을 더해주면 2,580이 되며 100단위로 단순화하면 2,600으로 굽힘철근의 길이를 계산할 수 있다.

(4) 상부 주근

상부 주근은 X2열을 기준으로 해서 좌우 측 경간의 굽힘 철근이 적용되는 구간이 달라지기 때문에 우측에서부터 좌측방향으로 장대철근 8,000을 배근하는 것으로 작성하였다. X3열에서 슬래브와 접하는 보의 폭은 800이기 때문에 HD13의 상부인장철근의 정착길이인 450을 확보할 수 있고 직선정착이 가능하다. 반면 X1열에 있는 보는 폭이 400으로 정착길이를 확보할 수 없기 때문에 표준갈고리를 갖는 인장철근의 정착으로 배근해야 한다.

상부 주근의 길이를 산출해보자. X1열에서 X3열 구간의 순경간길이는 13,500 − 50 − 400 = 13,050이므로 장대 철근 8,000을 450만큼 정착한 후 배근하고 남는 길이는 13,050 − (8,000 − 450) = 5,500이 된다. 여기에 이음길이와 정착길이를 더해 계산하면, 5,500 + 390 + 300 + 210 = 6,400이 된다. 따라서 굽힘 철근이 아닌 상부철근은 6,400으로 적용한다.

굽힘 철근은 굽힘 부분의 늘어난 길이만큼 더 길게 계산해야 하는데, 앞에서 산출한 것처럼 늘어나는 길이는 70이기 때문에, 구간에 따라 굽혀지는 곳이 4곳이면 70 × 4 = 280만큼 가산하고, 8곳이면 70 × 8 = 560만큼 가산한다. 따라서 6,400 + 280 = 6,680 ≒ 6,700(단순화)으로, 6,400 + 560 = 6,960 ≒ 7,000(단순화)으로 계산한다.



[그림 3-031] 슬래브 상부 주근 상세

나. 가공철근 형상 및 도면표기 방식 표준

본 연구에서는 모두 44개의 가공철근 형상표준을 설정하고 이를 배근시공상세도 작성 및 바리스트 집계에 적용하였다. 44개 형상 이미지와 도면표기방식 표준 및 형상별 세부치수 산정 알고리즘을 요약하여 아래 표에 제시하였다.

<표 3-002> 가공철근 형상 및 도면표기 방식 표준 및 세부치수 산정 알고리즘

형상 번호	형상	옵션값표시 방법	세부치수 산정 알고리즘	총길이	예 HD10의 갈고리 값을 아래와 같이 가정 90도 표준 갈고리 = 150, 90도 스트럽 갈고리 : 200 , 135도 스트럽 갈고리 : 250으로 가정
1	a	미표기	a = 총길이	필수	10-HD10-5000-1
2	a b	(숫자)	b : 옵션값a : 총길이 - b	필수	10-HD10-2500-2(500) : b = 500, a =총길이 - b = 2500 - 500 = 2000
		미표기	b : 90도 표준 갈고리a : 총길이 - b		10-HD10-2500-2 : b = 90도 표준갈고리 = 150, a =총길이 - 90도 표준갈고리 = 2500 - 150 = 2350
3	a b	(숫자)	b : 옵션값a : 총길이 - b - b	필수	10-HD10-2500-3(500) : b = 500 , a = 총길이 - b - b = 2500 - 500 - 500 = 1500
		(U:숫자)	a : 옵션값b : (총길이 - a)/2		10-HD10-2000-3(U:1000) : a = 1000, b =(총길이 - a) / 2 = (2000 - 1000)/2 = 500
		미표기	b : 90도 표준 갈고리a : 총길이 - b - b		10-HD10-2000-3 : b = 90도 표준갈고리 = 150, a = 총길이 - b - b = 2000 - 150 - 150 = 1700
4	c a b	(숫자 X 숫자)	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 90도 스트럽 갈고리	옵션	10-HD10-4(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 , c = 90도 스트럽 갈고리 = 200 총길이 = a + a + b + b+ c + c = 1800

형상 번호	형상	옵션값표시 방법	세부치수 산정 알고리즘	총길이	예 HD10의 갈고리 값을 아래와 같이 가정 90도 표준 갈고리 = 150, 90도 스트럽 갈고리 : 200 , 135도 스트럽 갈고리 : 250으로 가정
5		(숫자 X 숫자)	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 135도 스트럽 갈고리d = 90도 스트럽 갈고리	옵션	10-HD10-5(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 c = 135도 스트럽 갈고리 = 250, d = 90도 스트럽 갈고리= 200 총길이 = a + a + b + b+ c + d = 1850
6		(숫자)	a = 옵션값b = 90도 스트럽 갈고리c = 135도 스트럽 갈고리	옵션	10-HD10-6(1000) : a = 옵션값 = 1000 , b = 90도 스터럽 갈고리 = 200 c = 135도 스트럽 갈고리 = 250 총길이 = a + b + c = 1450
7		(숫자 X 숫자)	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 135도 스트럽 갈고리d = 90도 스트럽 갈고리	옵션	10-HD10-7(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 c = 135도 표준 갈고리 = 250, d = 90도 스트럽 갈고리= 200 총길이 = a + b + c + d = 1150
8		(숫자 X 숫자)	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 135도 스트럽 갈고리	옵션	10-HD10-8(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 , c = 135도 스트럽 갈고리 = 250 총길이 = a + b + b+ c + c = 1600
9		(숫자 X 숫자)	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 90도 스트럽 갈고리	옵션	10-HD10-9(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 , c = 90도 스트럽 갈고리 = 200 총길이 = a + b + b+ c + c = 1500
10		(숫자 X 숫자)총길이 미표기	a = 200b = 숫자 앞자리c = 숫자 뒤자리	표기에따라분석식별도	10-HD10-10(300 X 400) : a = 200 , b = 숫자 앞자리 = 300 , c = 숫자 뒤자리 = 400 총길이 = a + b + b+ c + c = 1600
		(숫자 X 숫자)총길이 표기	b = 숫자 앞자리c = 숫자 뒤자리a = 총길이 - b - b - c - c		10-HD10-1700-10(300 X 400) : b = 숫자 앞자리 = 300 , c = 숫자 뒤자리 = 400 a = 총길이 - b - b - c - c = 300
11		(숫자)	b = 옵션값a = 총길이 - b	필수	10-HD10-1700-11(250) : b = 옵션값 = 250 , a = 총길이 - b = 1700 - 250 = 1450
12			사용자 세부치수 직접 입력		
13		(숫자 X 숫자)	b = 숫자 앞자리c = 숫자 뒤자리a = 총길이 - b - c	필수	10-HD10-1700-13(300 X 400) : b = 숫자 앞자리 = 300 , c = 숫자 뒤자리 = 400 , a = 총길이 - b - c = 1000
14		(숫자 X 숫자)	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 총길이 - a - b	필수	10-HD10-1700-14(1000 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 1000 , b = 숫자 뒤자리 = 400, c = 총길이 - a - b = 300
15		미표기	a = 총길이	필수	10-HD10-5000-15
16		(숫자)	b = 옵션값c = 총길이 - 원둘레(2 * 3.1415 * b)a = 총길이 - c	필수	10-HD10-2500-16(300) : b = 300 , c = 총길이 - 원둘레 = 2500 - [2 * 31.415 * 300) = 620 , a = 총길이 - c = 1880 주) 원둘레 계산시 1단위 절사
17		(숫자)	b = 옵션값c = 90도 스트럽 갈고리a = 총길이 - c - c	필수	10-HD10-2500-17(300) : b = 300 , c = 90도 스트럽 갈고리 = 200, a = 총길이 - c - c = 2100
18		(숫자)	b = 옵션값d = 90도 스트럽 갈고리c = 총길이 - 원둘레(2 * 3.1415 * b) - d - da = 총길이 - c - d - d	필수	10-HD10-2500-18(300) : b = 300 , d = 200 , c = 총길이 - 원둘레 - d - d = 2500 - [2 * 31.415 * 300) - 200- 200 = 220 a = 총길이 - c - d - d = 2500 - 220 - 200 - 200 = 1880 주) 원둘레 계산시 1단위 절사
19		(숫자)	a = 옵션값b = 135도 스트럽 갈고리	필수	10-HD10-19(1000) : a = 1000 , b = 135도 스트럽 갈고리 = 250 총길이 = a + b + b = 1500

형상 번호	형상	옵션값표시 방법	세부치수 산정 알고리즘	총길이	예 HD10의 갈고리 값을 아래와 같이 가정 90도 표준 갈고리 = 150, 90도 스트럽 갈고리 : 200 , 135도 스트럽 갈고리 : 250으로 가정
20			사용자 세부치수 직접 입력		
21		(숫자 X 숫자)	b = 숫자 앞자리c = 숫자 뒤자리a = 총길이 - b - c	필수	10-HD10-2000-21(200 X 300) : b = 숫자 앞자리 = 200 , c = 숫자 뒤자리 = 300 a = 총길이 - b - c = 2000 - 200 - 300 = 1500
22			사용자 세부치수 직접 입력		
23			사용자 세부치수 직접 입력		
24			사용자 세부치수 직접 입력		
25		(숫자 X 숫자)	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 135도 스트럽 갈고리	옵션	10-HD10-25(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 , c = 135도 스트럽 갈고리 = 250 총길이 = a + a + b + b+ c + c = 1900
26			사용자 세부치수 직접 입력		
27		(숫자 X 숫자)총길이 미표기	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 90도 스트럽 갈고리	표기에따라 분석식 별도	10-HD10-27(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 , c = 90도 스트럽 갈고리 = 200 총길이 = a + b + c + c = 1100
		(숫자 X 숫자)총길이 표기	a = 숫자 앞자리b = 숫자 뒤자리c = 90도 표준 갈고리		10-HD10-27(300 X 400) : a = 숫자 앞자리 = 300 , b = 숫자 뒤자리 = 400 , c = 90도 표준 갈고리 = 150 주) 총길이는 별도 계산하지 않음
28		(숫자 X 숫자)	b = 숫자 앞자리c = 숫자 뒤자리a = 총길이 - b - c	필수	10-HD10-2000-28(300 X 300) : b = 숫자 앞자리 = 300 , c = 숫자 뒤자리 = 300 a = 총길이 - b - c = 2000 - 300 - 300 = 1400
29			사용자 세부치수 직접 입력		
30			사용자 세부치수 직접 입력		
31			사용자 세부치수 직접 입력		
32			사용자 세부치수 직접 입력		
33			사용자 세부치수 직접 입력		
34			사용자 세부치수 직접 입력		
35			사용자 세부치수 직접 입력		
36			사용자 세부치수 직접 입력		
37			사용자 세부치수 직접 입력		
38		(U:숫자)	b = 옵션값c = 90도 표준 갈고리a = (총길이 - b - c - c) / 2	필수	10-HD10-2000-38(U:500) : b = 500 , c = 90도 표준 갈고리 = 150 a = (총길이 - b - c - c) / 2 = (2000 - 500 - 150 - 150) / 2 = 600
39		미표기	b = 90도 표준 갈고리a = 총길이 - b	필수	10-HD10-2000-39 : b = 90도 표준 갈고리 = 150 a = 총길이 - b = 2000 - 150 = 1850

형상 번호	형상	옵션값표시 방법	세부치수 산정 알고리즘	총길이	예 HD10의 갈고리 값을 아래와 같이 가정 90도 표준 갈고리 = 150, 90도 스트럽 갈고리 : 200 , 135도 스트럽 갈고리 : 250으로 가정
40		미표기	b = 90도 표준 갈고리a = 총길이 - b	필수	10-HD10-2000-40 : b = 90도 표준 갈고리 = 150 a = 총길이 - b = 2000 - 150 = 1850
41			사용자 세부치수 직접 입력		
42			사용자 세부치수 직접 입력		
43			사용자 세부치수 직접 입력		
44		(숫자)	a = 옵션값	필수	10-HD10-2000-44(500) : a = 옵션값 = 500, 나머지 세부 길이 산출안함
45			사용자 세부치수 직접 입력		

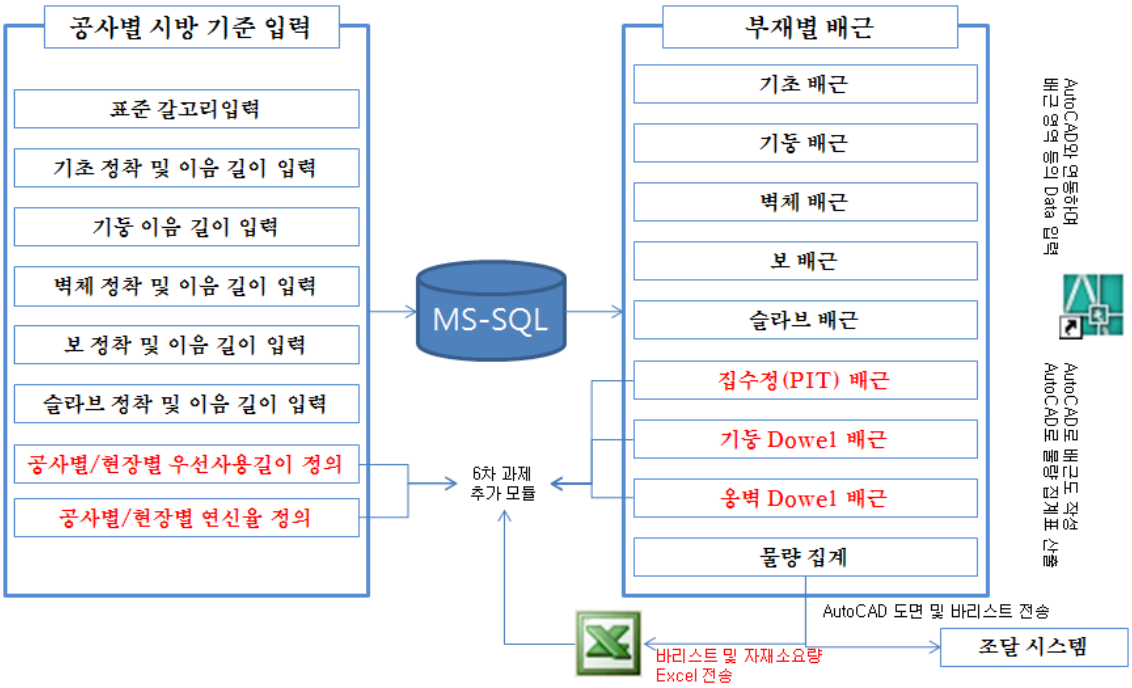
다. 시스템 설계

(1) 시스템 프로세스 설계

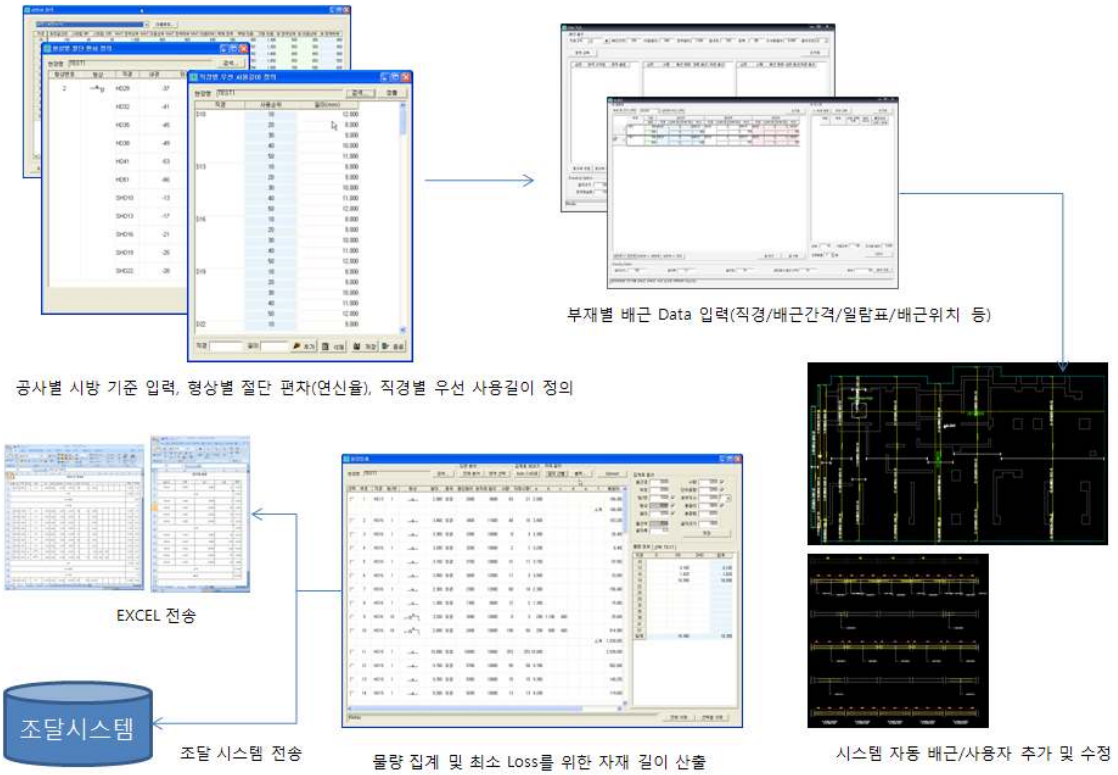
시스템의 프로세스는 일반적인 배근 순서를 반영하여 설정되어 있다. 즉, 표준갈고리, 기초정착 및 이음길이, 기둥 이음길이, 벽체 정착 및 이음 길이, 보 정착 및 이음 길이, 슬라브 정착 및 이음 길이 등 시방기준을 먼저 설정하고, 기초, 기둥, 벽체, 보, 슬라브 등 부재별로 배근영역과 조건을 설정하여 배근시공상세도를 작성하고 배근시공상세도로부터 바리스트를 자동으로 추출하는 기본적인 흐름을 가진다. 배근시공상세도와 바리스트는 웹기반 가공철근 조달관리 시스템의 입력요소로 활용되거나 파일 및 프린터로 출력할 수 있다.

다만, 공사별/현장별 정척철근 재고량 등을 감안하여 우선 사용길이를 설정하고 연신율을 정의하여 가공손실(loss)을 최적화하는 부대기능이 5차년도 연구(시스템 개정 6판이므로 그림에는 6차 과제로 표기되어 있음)를 통해 추가되었으며, 집수정, 기둥 dowel, 옹벽 dowel 등에 대한 배근기능, XLS 호환모듈 등이 추가되었다.

시스템의 기능과 프로세스를 아래 그림에 요약하여 제시하였다.



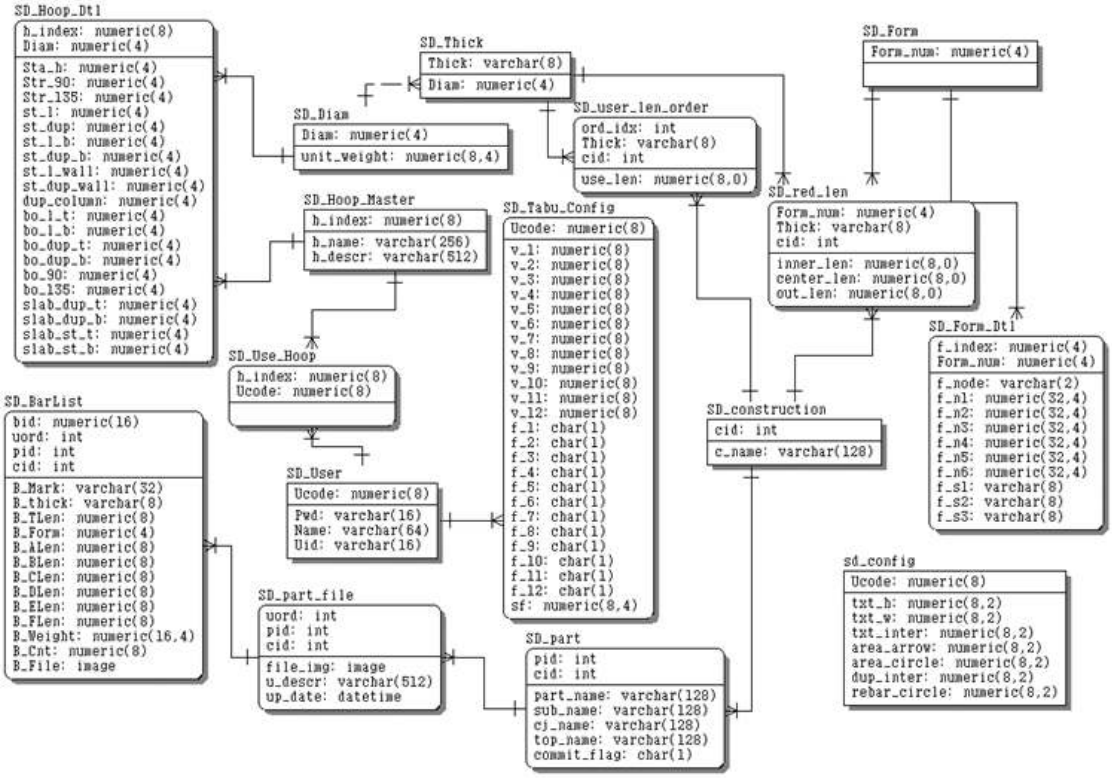
[그림 3-032] 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 시스템 기능도



[그림 3-033] 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 시스템 프로세스

(2) Data Base 설계

배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템의 Data Base 스키마(Enterty Relation Diagram; ERD)는 다음 그림과 같다.



[그림 3-034] 배근시공상세도 및 바리스트 작성 지원 시스템 ERD

배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템의 DB Table 목록은 아래 표와 같다.

<표 3-003> Data Base Table 목록

Table Name	Comment	Description
SD_Diam	철근 직경별 단위중량	
SD_Thick	직경 및 재질	
SD_Hoop_Maste	시방기준 마스터	식별 이름, 설명, 코드 등
SD_Hoop_Dtl	시방기준 상세	직경 부재별 정착, 이음, 갈고리 관리 상세 값
SD_Use_Hoop	사용자별로 사용중인 시방기준	로그인시 이전 사용값 설정을 위하여 필요
SD_Tabu_Config	집계표 작성 기준	집계표 작성시 각 칸의 넓이 및 톺이 관리
SD_Config	배근도 표현 옵션	글자 크기,폭 등 배근도 작성시 옵션값 관리

Table Name	Comment	Description
		(사용자별)
SD_User	사용자	조달시스템과 연동
SD_Form	형상 마스터	철근 형상번호
SD_Form_Dtl	형상 상세	AutoCAD 상에 형상을 그리기 위한 정보
SD_Construction	현장	조달 시스템 연동
SD_Part	공사부위	조달 시스템 연동
SD_Part_File	부위별 업로드 리스트	조달 시스템 연동
SD_BarList	부위별 업로드 바리스트	조달 시스템 연동
SD_red_len	공사 및 형상별 축소길이 (연신율)	
SD_User_len_order	공사 및 직경별 우선 사용길이	

DB Table 명세는 각각 다음의 표에 제시하였다.

<표 3-004> SD Diam - 철근 직경별 단위 중량

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Diam	직경	Numeric	4		Not Null	PK	철근의 지름
Unit_weight	단위중량	Numeric	8,4				단위 중량

<표 3-005> SD Thick - 철근 직경 및 재질

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Thick	재질 + 직경	Numeric	4		Not Null	PK	
Diam	직경	Numeric	8,4				단위 중량

<표 3-006> SD Hoop Master - 시방기준 - 직경 부재별 정착, 갈고리 관리

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
H_index	관리 코드	Numeric	8		Not Null	PK	단순 시퀀스 형태의 공사 코드
H_name	이름	varchar	256				관리 이름 (공사명 등을 주로 사용)
H_descr	설명	varchar	256				예)1~10층 까지 적용

<표 3-007> SD Hoop Dtl - 시방서기준상세 - 직경부재별, 이음, 갈고리관리 상세 값

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
H_index	관리 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	단순 시퀀스 형태의 관리 코드
Diam	직경	Numeric	4		Not Null	PK, FK	철근 직경
Sta_h	표준 갈고리	Numeric	4				
Str_90	스트럽 90도	Numeric	4				
Str_135	스트럽 135도	Numeric	4				
st_l	기초 상부 정착	Numeric	4				
St_dup	기초 상부 이음	Numeric	4				
St_l_b	기초 하부 정착	Numeric	4				
St_dup_b	기초 하부 이음	Numeric	4				
St_l_wall	벽체 정착	Numeric	4				
St_dup_wall	벽체 이음	Numeric	4				
Dup_column	기둥 이음	Numeric	4				
Bo_l_t	보 정착 상부	Numeric	4				
Bo_dup_t	보 이음 상부	Numeric	4				
Bo_l_b	보 정착 하부	Numeric	4				
Bo_dup_b	보 이음 하부	Numeric	4				
Bo_90	보스트럽 90	Numeric	4				
Bo_135	보스트럽 135	Numeric	4				
Slab_st_t	슬라브 정착 상부	Numeric	4				
Slab_dup_t	슬라브 이음 상부	Numeric	4				
Slab_st_b	슬라브 정착 하부	Numeric	4				
Slab_dup_b	슬라브 이음 하부	Numeric	4				

<표 3-008> SD Use Hoop - 사용자별로 사용중인 시방기준

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
H_index	시방서 관리 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	
Ucdde	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	

<표 3-009> SD Tabu Config - 집계표 작성기준 - 집계표 작성시 각 칸의 넓이 및 높이

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ucode	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	사용자 코드
V_1	철근경 칸 넓이	Numeric	8				
V_2	부호 칸 널이	Numeric	8				
V_3	형상번호 칸 널이	Numeric	8				
V_4	형상 칸 넓이	Numeric	8				
V_5	길이 칸 넓이	Numeric	8				
V_6	수량 넓이	Numeric	8				
V_7	단위중량 칸 넓이	Numeric	8				
V_8	세부치수 칸 넓이	Numeric	8				
V_9	총길이 칸 넓이	Numeric	8				
V_10	총중량 칸 넓이	Numeric	8				
V_11	줄 간격	Numeric	8				
V_12	글자크기	Numeric	8				
F_1 ~ 12	각 칸의 표시 여부	char	1				V_1 ~ V_12에 해당 하는 내용을 집계표 상에 표시할지 여부

<표 3-010> SD Config - 배근 표현 옵션

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ucode	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	
Txt_h	글자크기	Numeric	8	2			
Txt_w	글자 폭	Numeric	8	2			
Txt_inter	글자와 철근 간	Numeric	8	2			철근 라인과 부호표기할 글자 간격
Area_arrow	영역화살표크기	Numeric	8	2			
Area_circle	영역과 철근교차원 크기	Numeric	8	2			
Dup_inter	겹이음시 철근 간격	Numeric	8	2			
rebar_circle	점 철근 반지름	Numeric	8	2			

<표 3-011> SD User - 사용자

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ucode	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK	
Pwd	암호	Varchar	16				
name	이름	Varchar	64				
uid	사영자 ID	Varchar	16				

<표 3-012> SD Foam - 형상

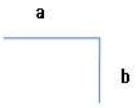
Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Form_num	형상번호	Numeric	4		Not Null	PK, FK	

<표 3-013> SD From Dtl - 형상별 구성정보

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Form_num	형상번호	Numeric	8		Not Null	PK, FK	
F_index	식별 번호	numeric	4				단순 시퀀스 형태의 순서
F_node	객체 종류	Varchar(2)					L : 선, A : 원호 C : 원, T : 글자
F_n1	좌표값1	numeric	32,				라인 -. 시작점 (X,Y) = (f_n1,f_n2) -. 끝점 (X,Y) = (f_n3 , f_n3) 원 -. 중심점 (X,Y) = (f_n1 , f_n2) -. 반지름 = f_n3 원호 -. 중심점 (X,Y) = (f_n1 , f_n2) -. 반지름 = f_n3 -. 시작각도 = f_n4 -. 끝 각도 = f_n 글자 -. 글자 삽입점 (X,Y) = (f_n1 , f_n2)
F_n2	좌표값2	numeric	32,4				
F_n3	좌표값3	numeric	32,4				
F_n4	좌표값4	numeric	32,4				
F_n5	좌표값5	numeric	32,4				
F_n6	좌표값6	numeric	32,4				
F_s1	표기 값	Varchar	8				글자일 경우 표기 부호

F_N6과 F_s2, F_S3는 현재 사용되지 않는 컬럼으로 추후를 대비하여 예비로 생성해 놓은 컬럼입니다.

좌측과 같이 형상일 경우 각 라인의 시작점 끝 점의 좌표와 치수를 기입한 a, b 의 위치 및 글자가 저장



Form Num	F Index	F Node	F N1	F N2	F N3	F N4	F N5	F N6	F S1	F S2	F S3
2		1T	2982.0054	-1608.1956	0	0	0	0	b		
2		2T	2235.8220	-987.6891	0	0	0	0	a		
2		3L	3340.2936	-1099.7332	3340.2936	-1616.6700	0	0			
2		4L	1368.7724	-1099.7332	3340.2936	-1099.7332	0	0			

<표 3-014> SD construction - 공사명

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Nul	Key	Description
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK	단순 시퀀스 형태의 공사코드
c_name	공사명	varchar	128				

<표 3-015> SD Part - 공사부위

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
pid	부위코드	int	4		Not Null	PK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
top_name	공사부위(동)	varchar	128				주로 동을 입력 (101동, 주차동, …)
part_name	공사부위(층)	varchar	128				주로 층수 입력 (1층, 지하층, …)
sub_name	공사부위(부재)	varchar	128				기초, 기둥, 보, …
cj_name	공사부위(CJ)	varchar	128				Cross Joint 번호 (1구간, X열, …)
Commit_flag	승인여부	Char	1	0			1 : 승인 완료 , 0 : 미승인

<표 3-016> SD Part file - 공사부위별 Upload 내역

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
uord	수정 차수	int	4		Not Null	PK	해당 공사부위의 수정된 차수
Pid	부위코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
U_descr	설명	Varchar	512				전달 사항 등을 Text로 기술
File_img	CAD 도면	image					납품 도면의 CAD 파일(Binary 파일)
Up_date	업로드 날자	Datatime	8				

<표 3-017> SD Part - 공사부위

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
pid	부위코드	int	4		Not Null	PK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
top_name	공사부위(동)	varchar	128				주로 동을 입력 (101동, 주차동, …)
part_name	공사부위(층)	varchar	128				주로 층수 입력 (1층, 지하층, …)
sub_name	공사부위(부재)	varchar	128				기초, 기둥, 보, …
cj_name	공사부위(CJ)	varchar	128				Cross Joint 번호 (1구간, X열, …)
Commit_flag	승인여부	Char	1	0			1 : 승인 완료 , 0 : 미승인

<표 3-018> SD Part File - 공사부위별 Upload 내역

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
uord	수정 차수	int	4		Not Null	PK	해당 공사부위의 수정된 차수
Pid	부위코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
U_descr	설명	Varchar	512				전달 사항 등을 Text로 기술
File_img	CAD 도면	image					납품 도면의 CAD 파일 (Binary 파일)
Up_date	업로드 날자	Datatime	8				

<표 3-019> SD Part File - 공사부위별 Bar List 내역

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
bid	철근코드	int	4		Not Null	PK	시퀀스 형태의 철근 코드
uord	수정차수	int	4		Not Null	PK, FK	해당 공사부위의 수정된 차수
Pid	부위코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
B_mark	부호	varchar	32				도면상에 표시된 부호
B_thick	철근경	varchar	8				재질 + 직경 (D10, HD10, SHD10)
B_tlen	길이	numeric	8,0				단위 : mm
B_cnt	수량	numeric	8,0				단위 : EA
B_Form	형상번호	numeric	4,0				
B_alen	세부 치수(a)	numeric	8,0				단위 : mm
B_blen	세부 치수(b)	numeric	8,0				단위 : mm
B_clen	세부 치수(c)	numeric	8,0				단위 : mm
B_dlen	세부 치수(d)	numeric	8,0				단위 : mm
B_elen	세부 치수(e)	numeric	8,0				단위 : mm
B_flen	세부 치수(f)	numeric	8,0				단위 : mm
B_weight	단위중량	numeric	16,4				직경별 단위 중량(Kg/m)
B_file	형상 파일	Image					형상과 세부 치수 정보를 담은 그림 파일

]

<표 3-020> SD Red Len - 공사 및 형상별 축소길이(연신율)

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Form_num	형상번호	numeric	4,0		Not Null	PK, FK	
cid	공사코드	Int	4		Not Null	PK, FK	
thick	철근경	Varchar	8		Not Null	PK, FK	
Inner_len	내경 축소길이	numeric	8,0				
Center_len	중심 축소길이	numeric	8,0				
Out_len	외경 축소길이	numeric	8,0				

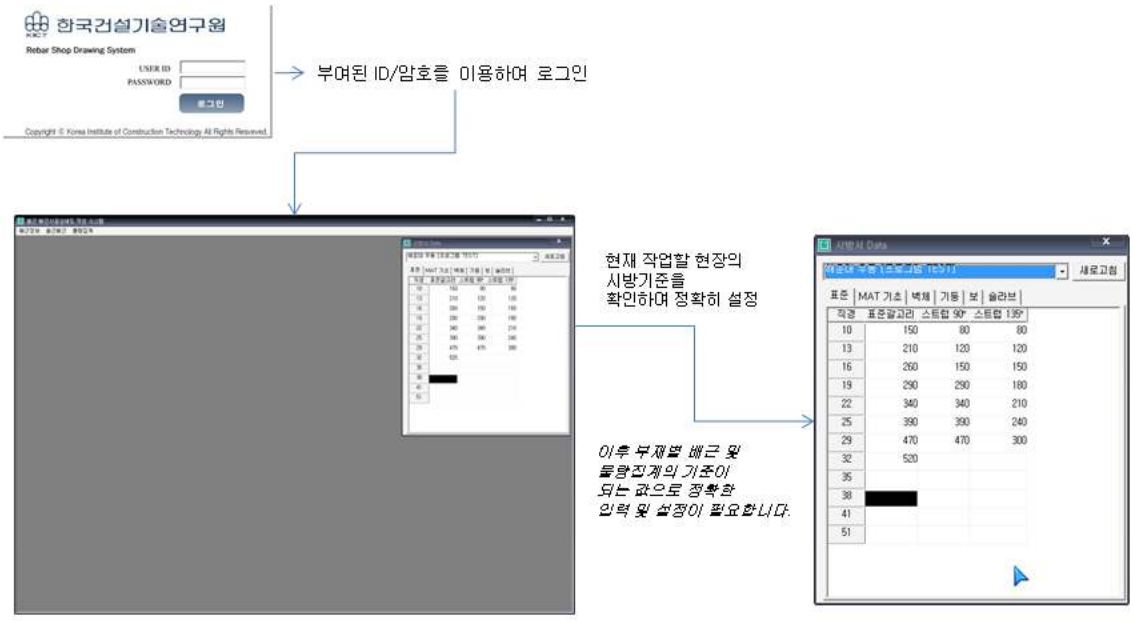
<표 3-021> SD User Len Order - 공사 및 직경별 우선사용 길이

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ord_idx	사용 순위	numeric	4,0		Not Null	PK	
cid	공사코드	Int	4		Not Null	PK, FK	
thick	철근경	Varchar	8		Not Null	PK, FK	
Use_len	사용길이	numeric	8,0				

라. 사용자 인터페이스

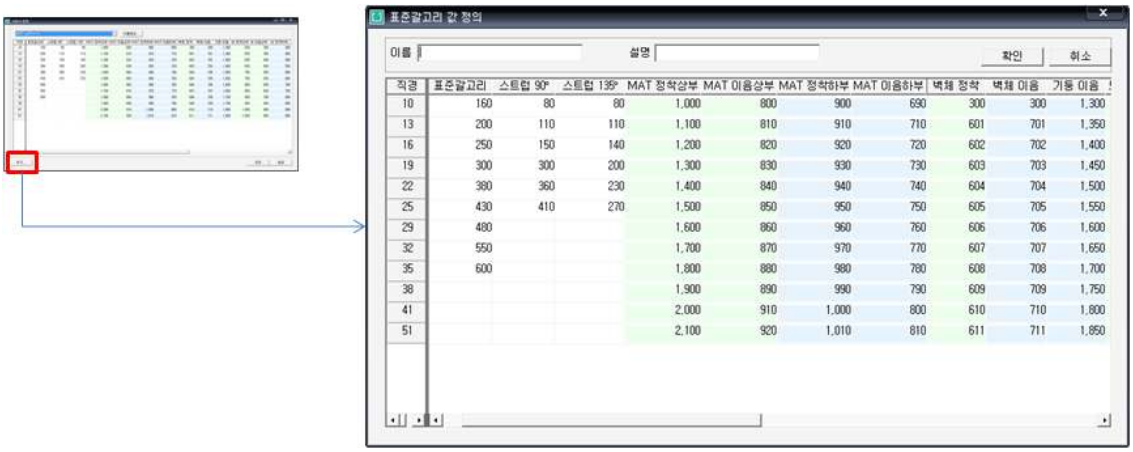
(가) 프로그램 시작

● 사용자 계정과 암호를 부여받고 로그인절차를 거쳐 시스템 시작하고 설정된 시방기준 확인



(나) 시방기준 및 도면표기 옵션 설정

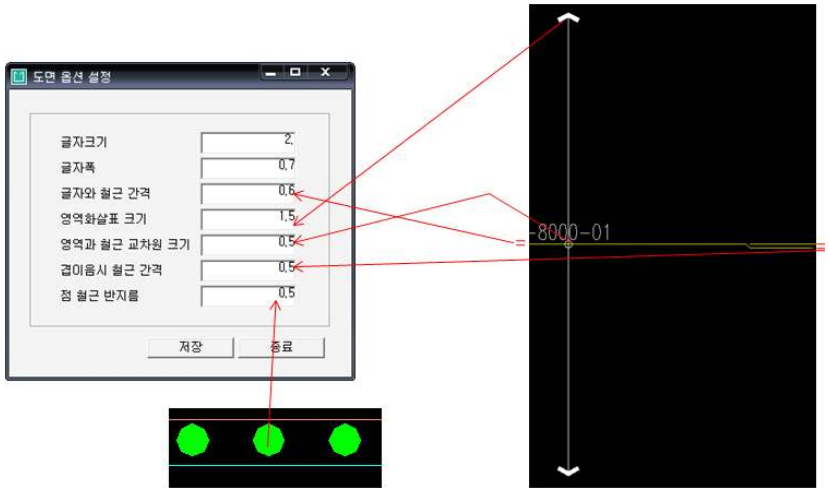
- 각 현장별 시방기준(정착, 이음, 갈고리 길이)을 입력 설정하여, 배근 및 물량집계의 기본조건으로 활용



- 기존 시방기준을 수정하거나 명칭변경 등 지원

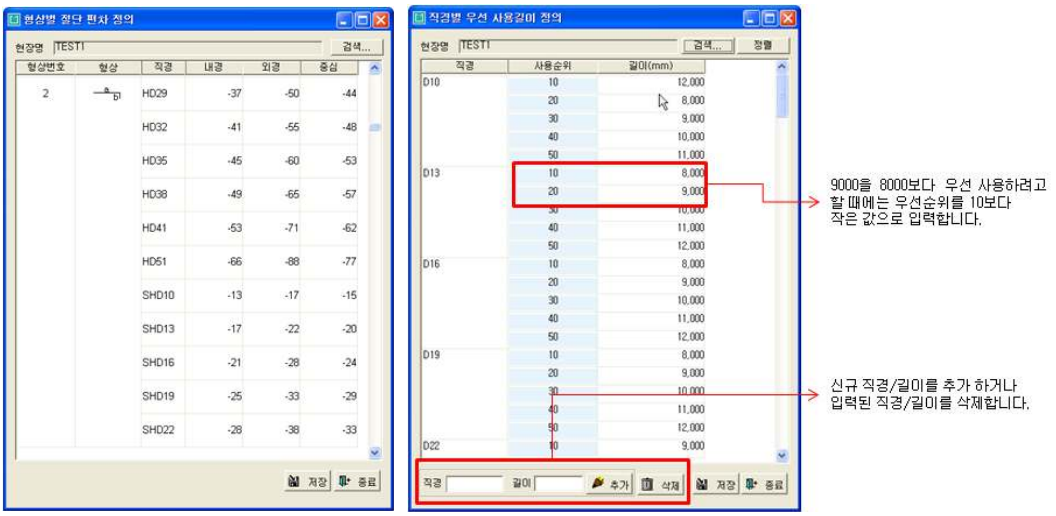


● 배근을 수행 시 글자크기, 폭 등 지정



(다) 연신율 및 우선 사용길이 설정을 통한 가공손실 최적화

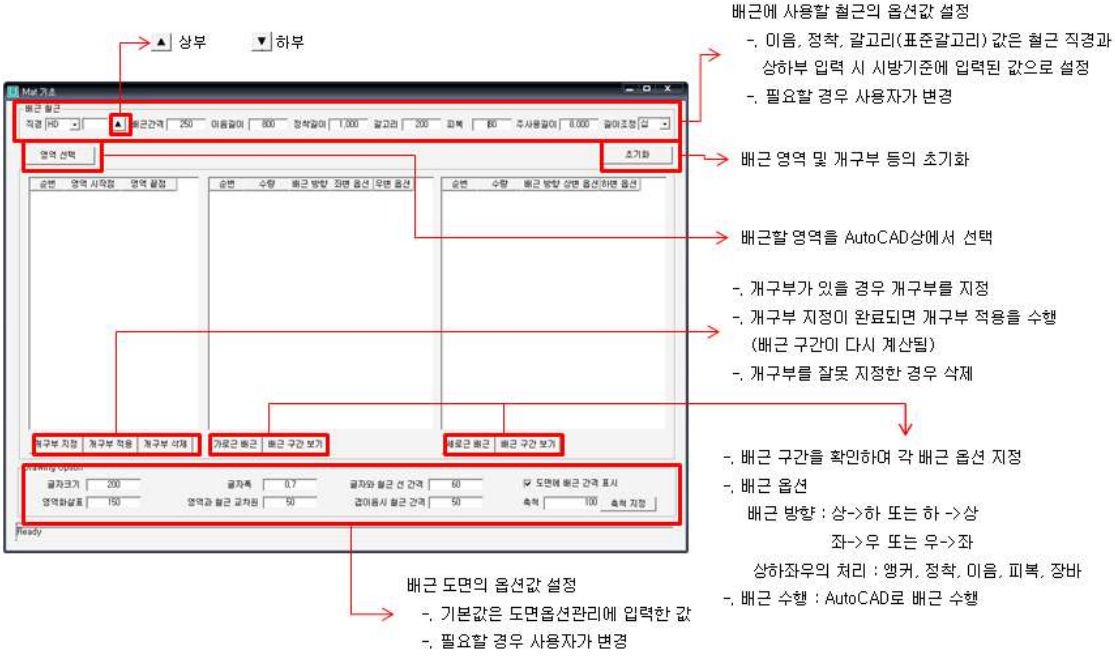
● 각 형상별로 절곡기준(내경/외경/중심)에 따라 줄어드는 길이(연신율)과 현장 및 공장의 정척철근 재고를 고려하여 우선 사용 길이를 설정하여 가공손실 최적화



(라) 부재별 배근

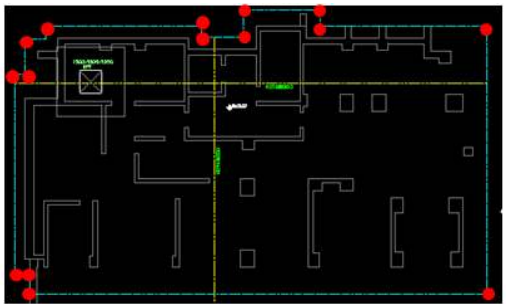
(1) 기초배근

● 기능개요



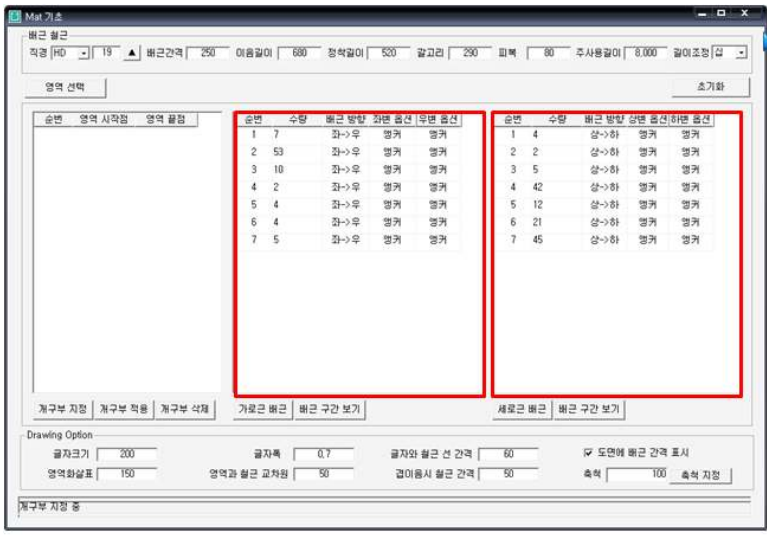
● 배근영역 선택





1. 영역 선택 버튼 클릭 후
2. AutoCAD에서 배근할 영역의 각 경계점을 순서대로 클릭
3. 최초 선택한 점을 클릭하면 영역 선택 완료

● 가로근 및 세로근 배근구간 자동 계산



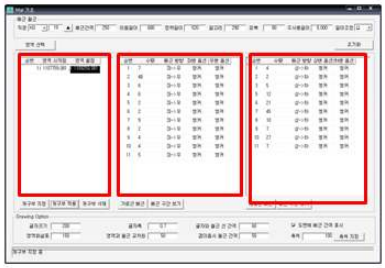
[영역 선택이 완료 되면 시스템이 자동으로 가로근 및 세로근의 배근 구간을 계산]

● 개구부 지정





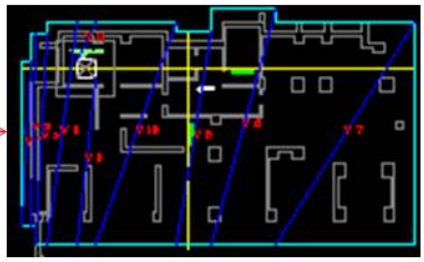
1. 개구부 지정 버튼을 클릭하고 AutoCAD에서 개구부의 시작점, 끝점을 클릭
2. 개구부가 여러 개 있을 경우 1의 과정을 반복
3. 개구부를 잘못 지정한 경우 해당 개구부를 선택하고 개구부 삭제 버튼을 클릭
4. 개구부 지정이 완료 되면 개구부 적용을 클릭



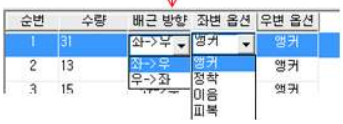
[개구부 적용 시 개구부를 감안하여 가로근 및 세로근의 배근영역 계산]

● 옵션 지정 및 배근





[배근 구간 보기를 수행하면 AutoCAD에 배근 구간이 나타남]



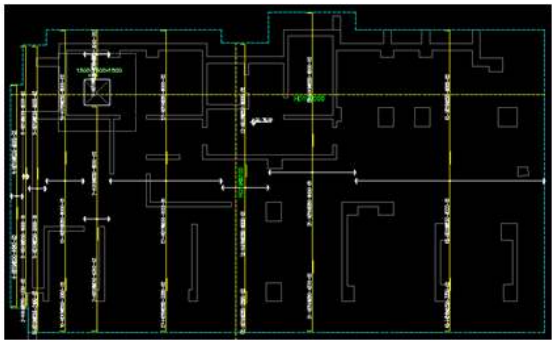


1. 배근 구간 보기를 수행하여 배근 구간 확인
2. 각 구간별 배근 방향 및 상하 좌우 변의 배근 옵션을 지정
3. 옵션 지정이 완료 되면 배근 수행

● 배근 완료 도면



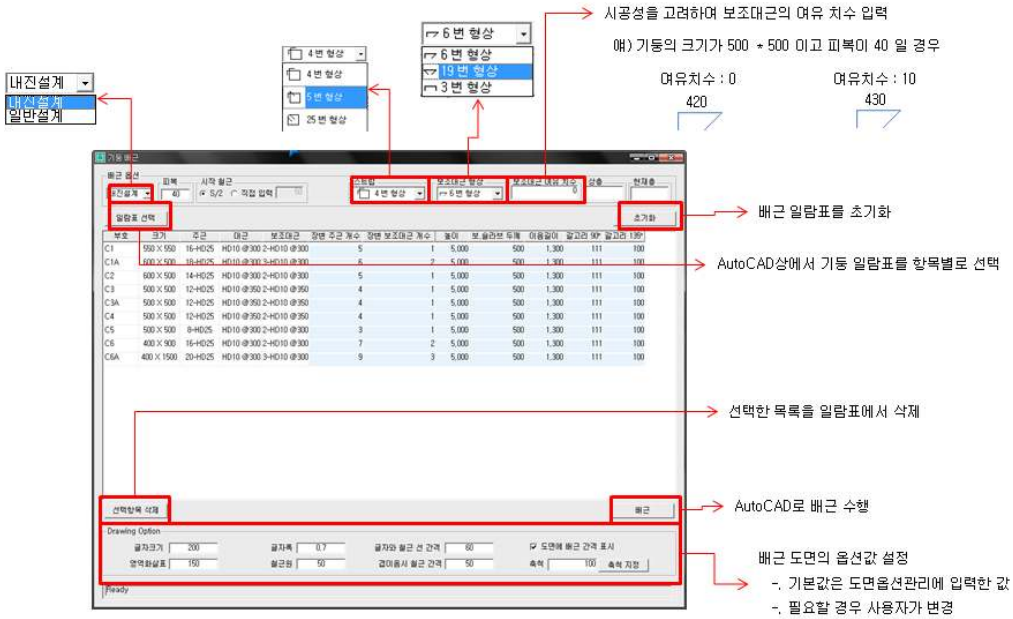
[배근 전 도면]



[시스템을 이용한 배근 도면]

(2) 기둥배근

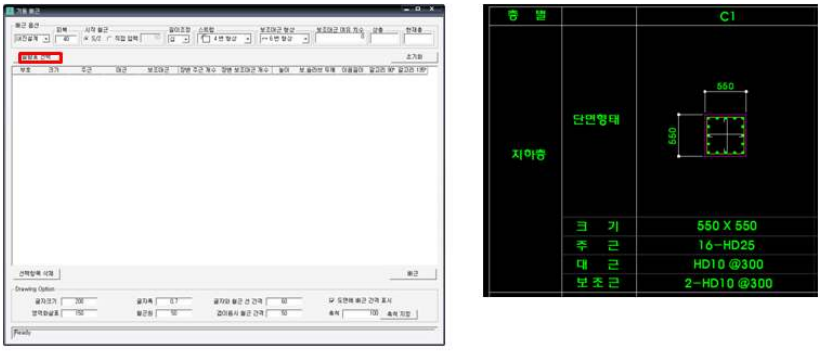
● 기능개요



● 기둥 일람표를 이용하여 배근 수행

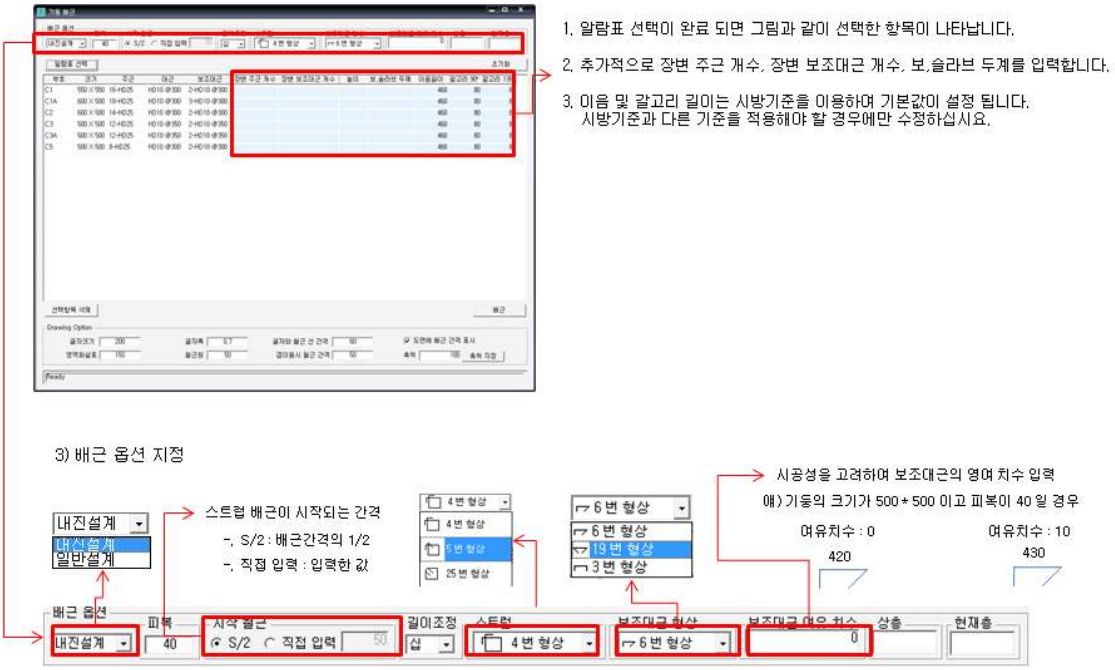


[프로그램 초기화면] [기둥 일람표]



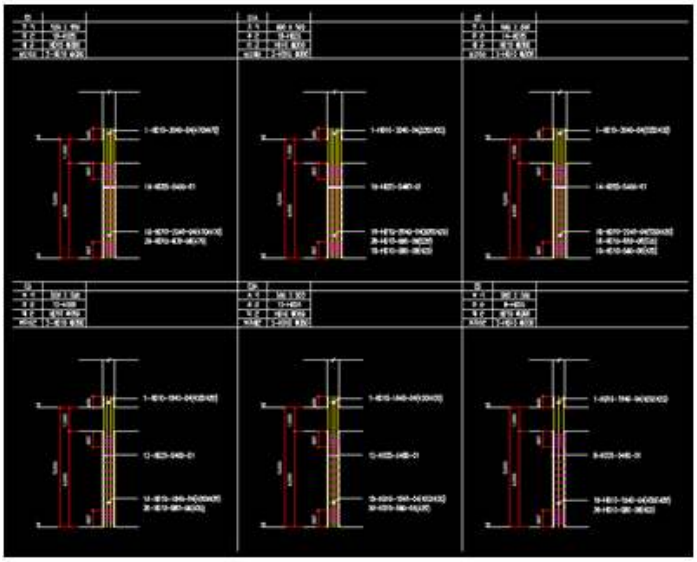
1. 일람표 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 부호, 크기, 주근 , 대근 , 보조근(보조대근)을 선택한 후 Space바를 입력
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 일람표 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 일람표 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

● 일람표 추가 항목 입력 및 배근옵션 지정



● 배근 완료 도면



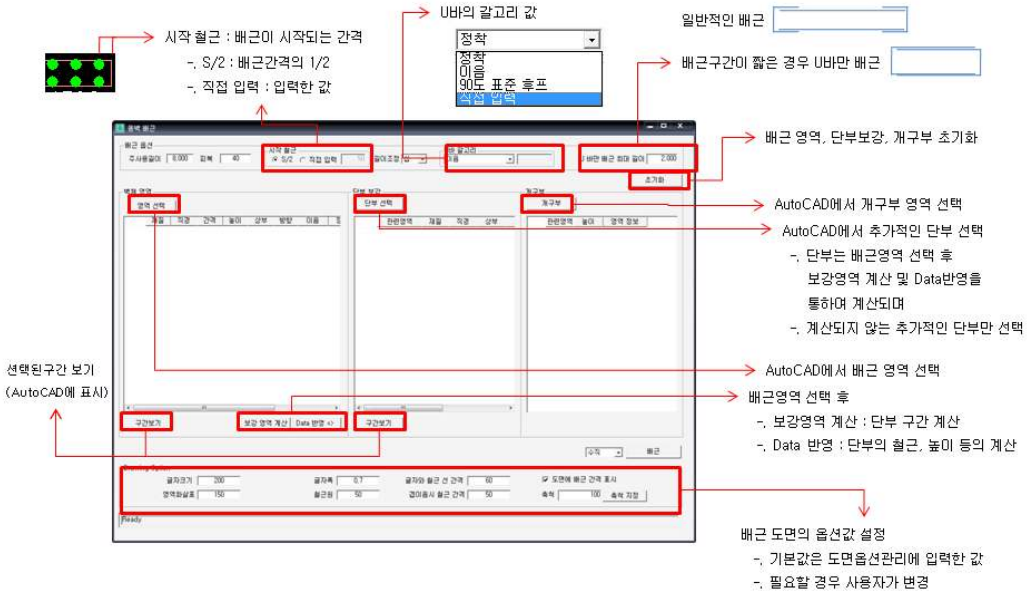


추가 작업
-. 해당 현장에 맞는 도면들을 복사
-. 필요한 경우 단면 형태를 복사

[시스템을 이용한 배근 도면]

(3) 옹벽배근

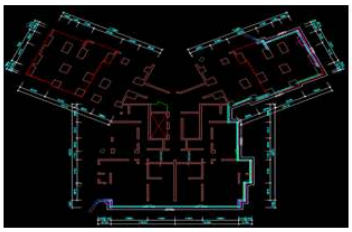
● 기능개요



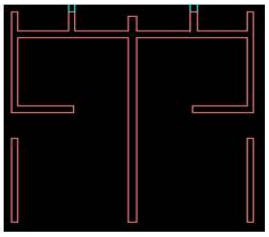
● 배근영역 선택

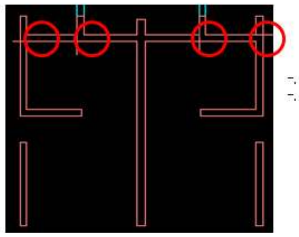


[프로그램 초기화면]

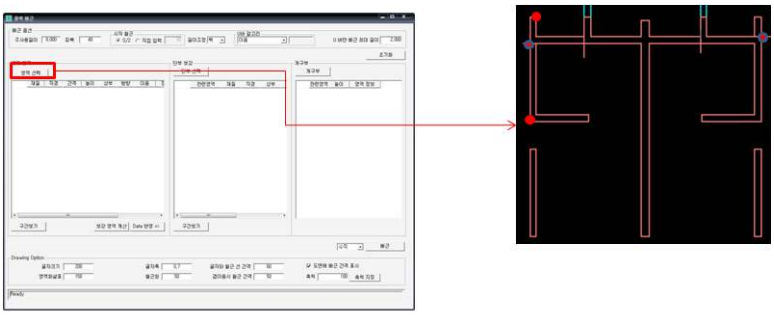


[옹벽 원도]



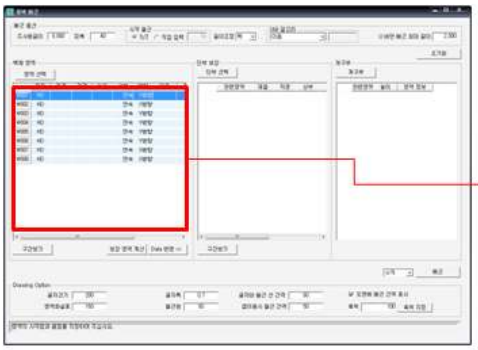


-. 배근 영역 선택 시 시작점과 끝점을 선택합니다.
-. 원할한 영역 선택을 위하여 연장선을 미리 삽입합니다.



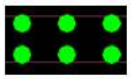
1. 영역 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 옹벽의 시작점, 끝점을 선택
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 영역 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

● 추가항목 입력

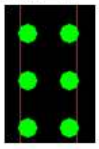


	재질	직경	간격	높이	상부	방향	이음	정
W001	HD				연속	Y방향		
W002	HD				연속	X방향		
W003	HD				연속	Y방향		
W004	HD				연속	Y방향		
W005	HD				연속	Y방향		
W006	HD				연속	Y방향		
W007	HD				연속	X방향		
W008	HD				연속	X방향		

직경 : 배근될 철근의 직경, 입력 시 이음, 정착 길이는 시방기준을 이용하여 기본값이 설정 됩니다. 다른 기준을 적용할 경우 변경하십시요.
간격 : 배근 간격
높이 : 벽체 높이
상부 : 연속 – 상층의 벽체와 연결됨
불연속 – 상층의 벽체가 없거나 연결되지 않음
방향 : 배근 방향, 긴쪽 방향으로 기본값 설정

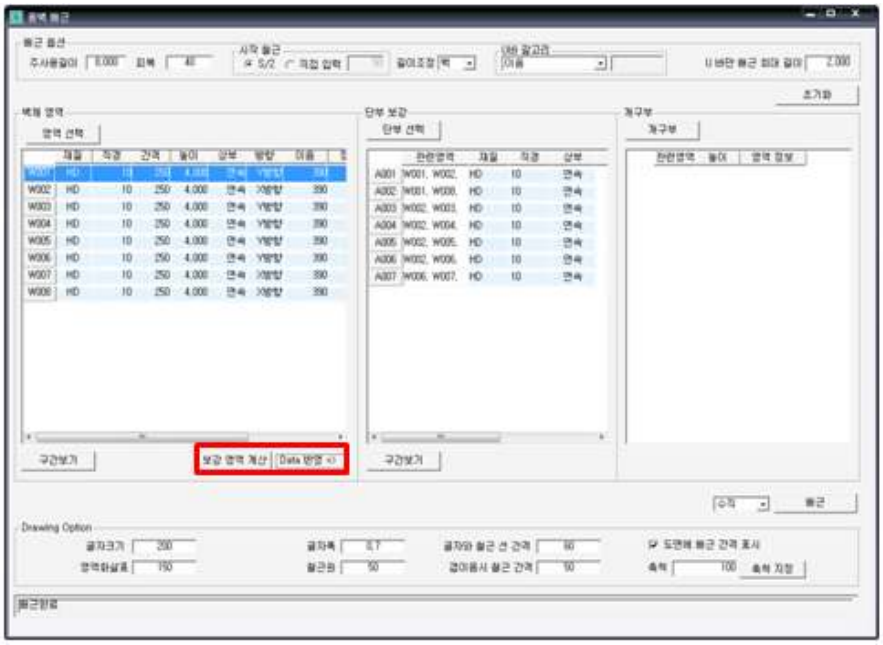


X방향



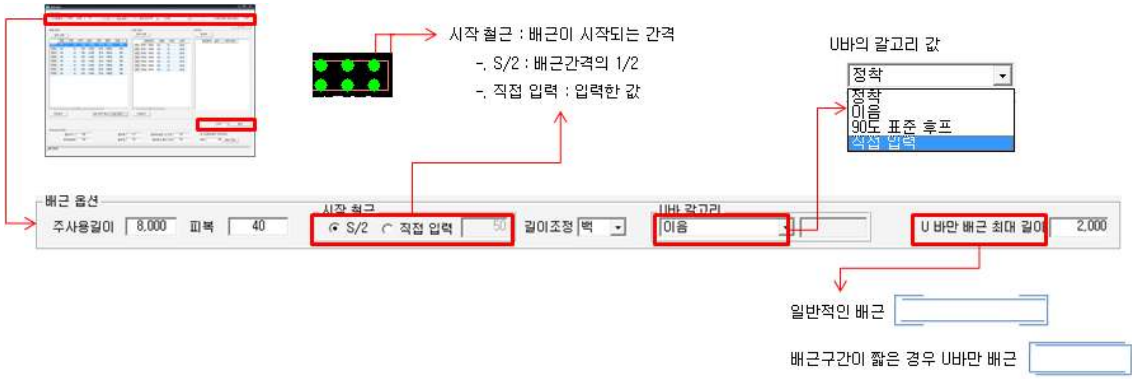
Y방향

● 보강영역 계산 및 Data 적용

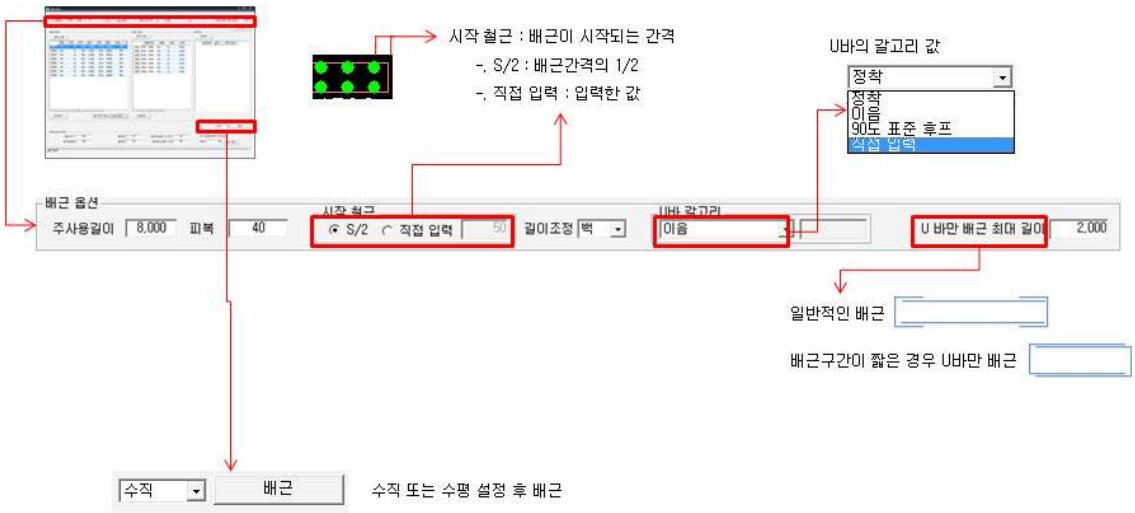


1. 벽체와 벽체가 연결되는 부분에 보강이 필요할 경우 보강여역을 계산 버튼을 눌러 보강 영역을 계산 합니다.
2. Data 반영 버튼을 클릭하여 보강영역의 직경 및 연속성 등을 설정합니다.

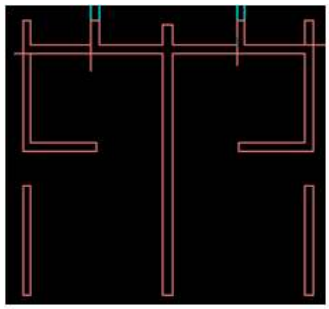
● 배근옵션 설정



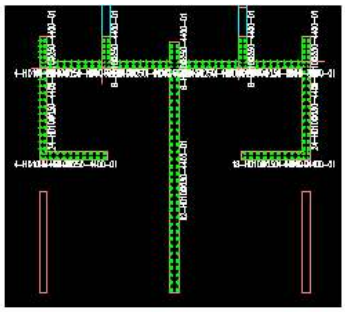
● 배근수행



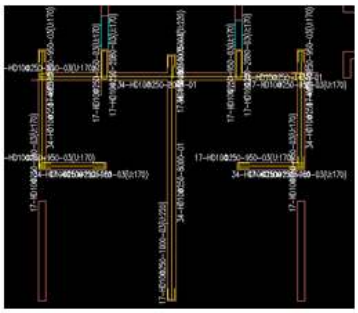
● 배근완료 도면



[배근전 도면]



[시스템을 이용한 배근 도면 - 수직근]



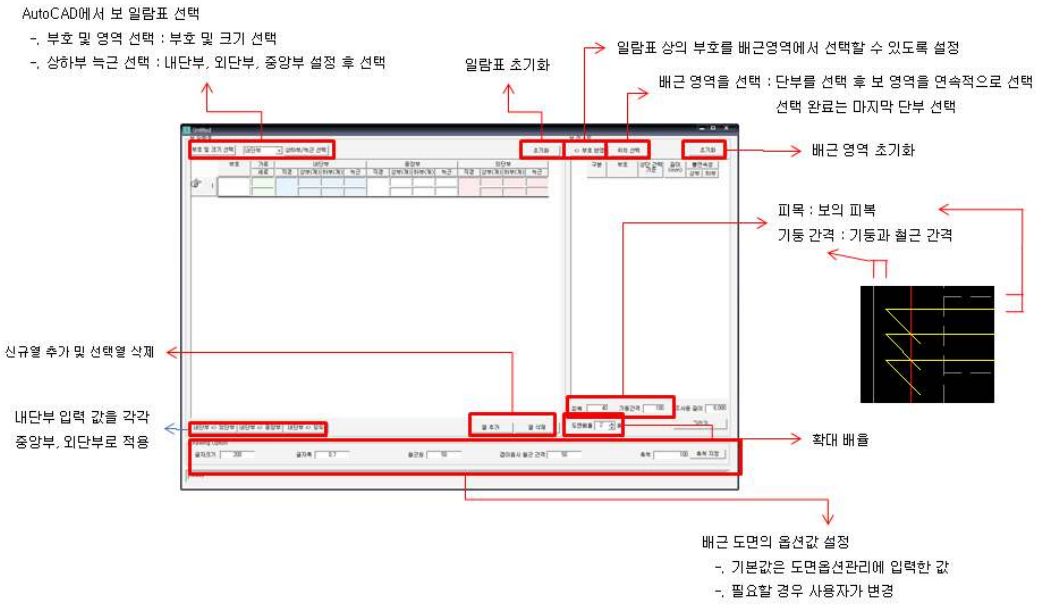
[시스템을 이용한 배근 도면 - 수평근]

● 기타 : 점철근을 표시 구분

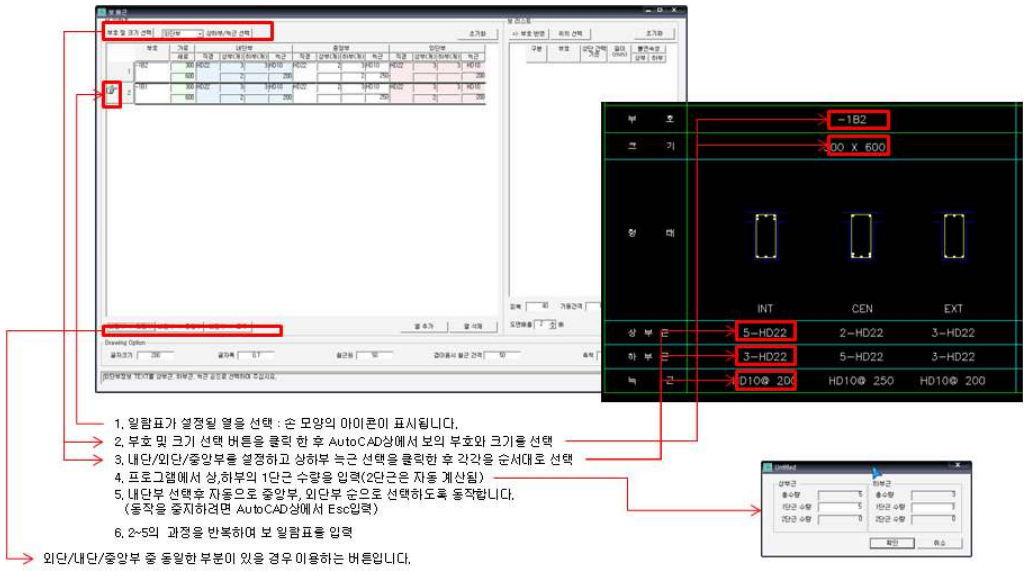


(4) 보

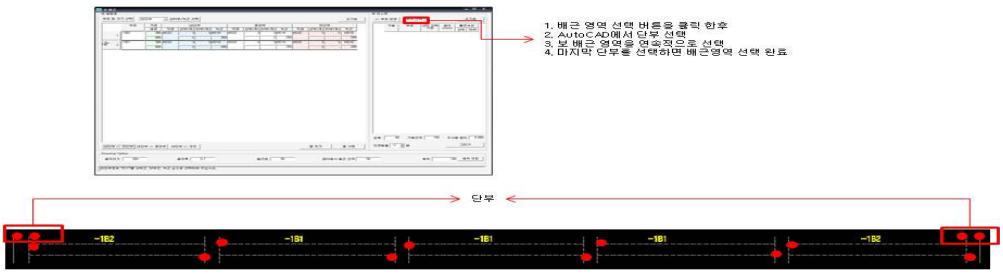
● 기능개요



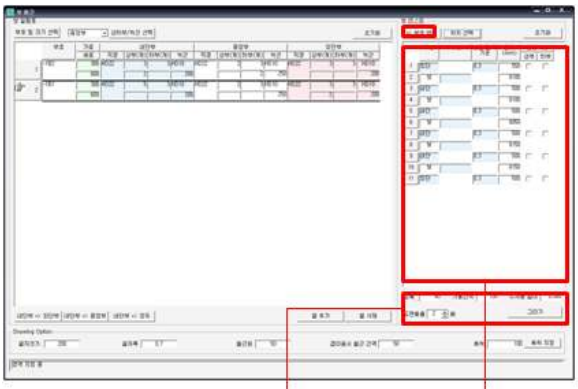
● 보 일람표 선택



● 배근 영역 선택



● 부호 반영 및 기타 옵션 설정



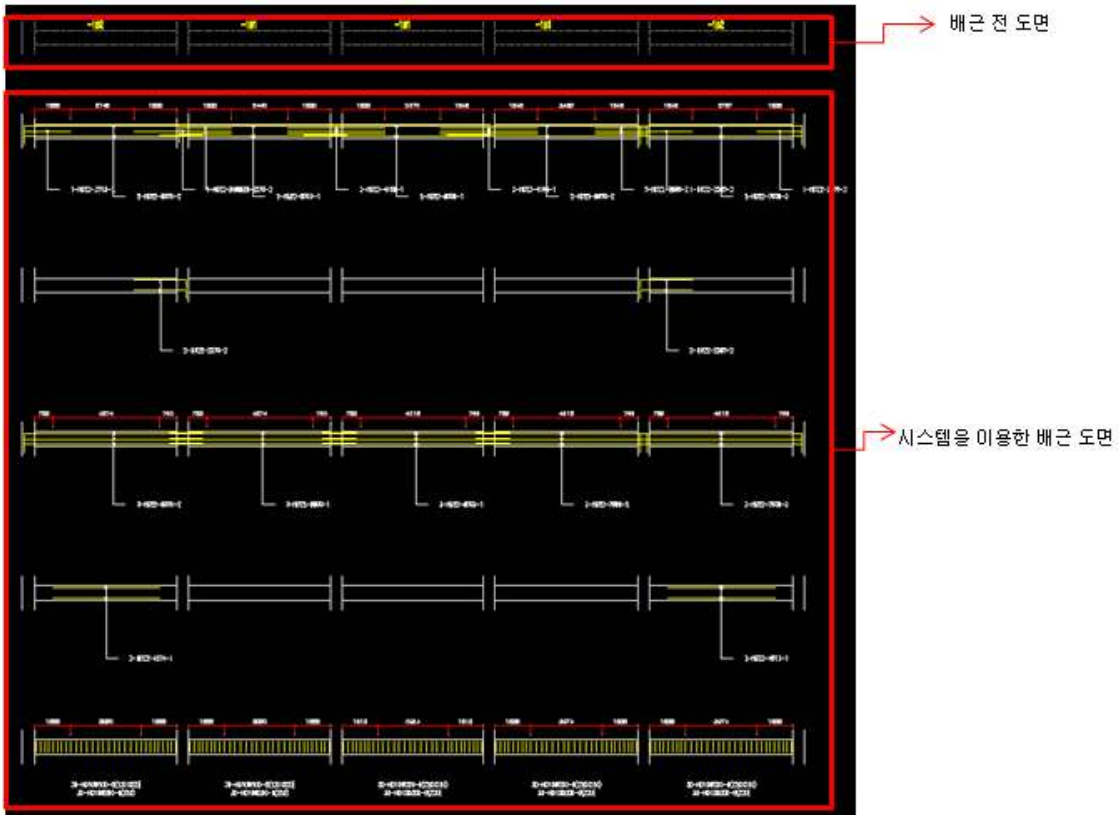
1. 부호 반영 버튼 클릭 후 보의 부호를 입력
2. 마지막 단부를 선택하면 배근영역 선택 완료
3. 상단 간격 기준 : 단부를 0.3 또는 0.25로 계산 할지 선택
4. 불연속성 : 상하부의 단차 등으로 연결이 불가능할 경우 설정

	구분	부호	상단 간격 기준	길이 (mm)	불연속성	
					상부	하부
1	외단		0.25	550	☐	☐
2	보	-1B2		6100		
3	내단		0.3	500	☐	☐
4	보	-1B1		6100		
5	내단		0.3	500	☐	☐
6	보	-1B1		6050		
7	내단		0.3	500	☐	☐
8	보	-1B1		6150		
9	내단		0.3	500	☑	☑
10	보	-1B2		6150		
11	외단		0.25	500	☐	☐

5. 피복, 기둥 간격 , 주사용길이, 배율 입력
(기둥 간격 : 시작 철근 또는 불연속 구간에서 기둥으로 부터 철근의 간격)

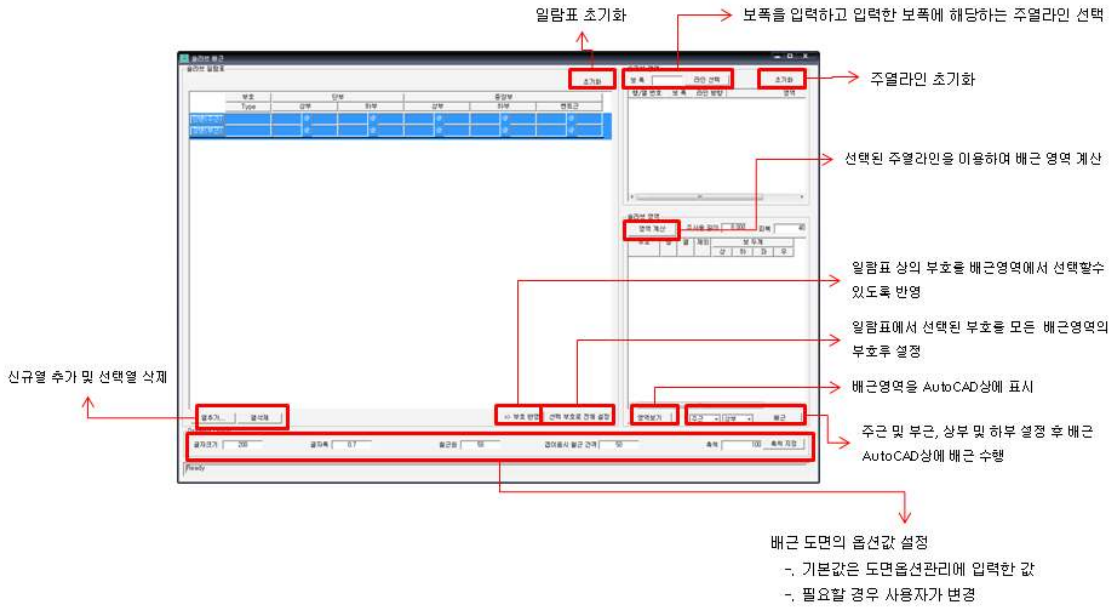
● 보배근 수행

입력이 완료 되면 그리기 버튼을 클릭하여 배근 수행



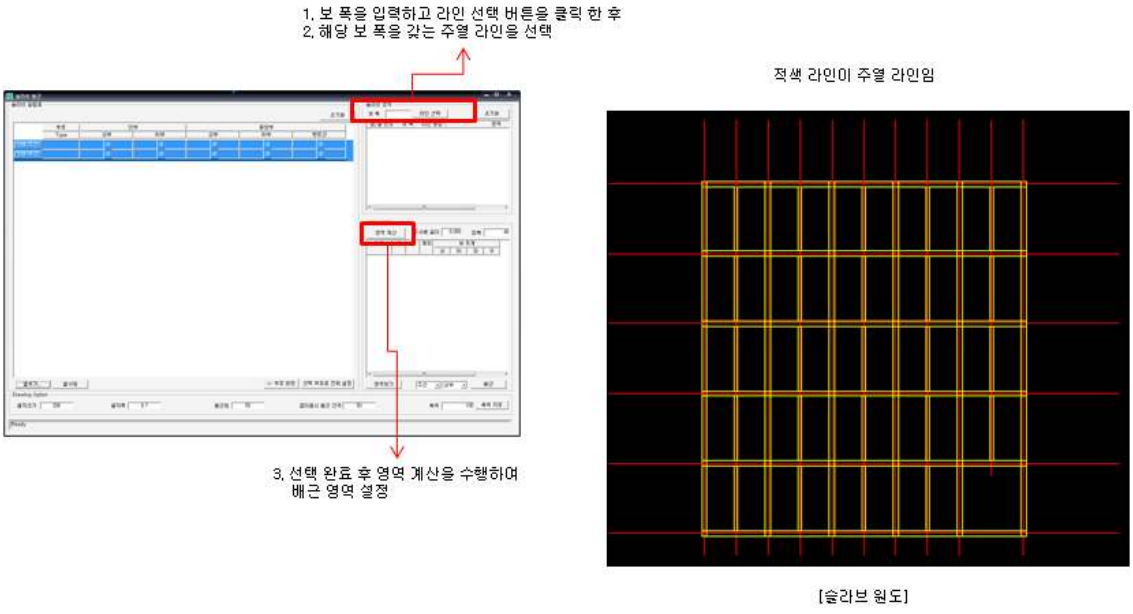
(5) 슬라브

● 기능개요



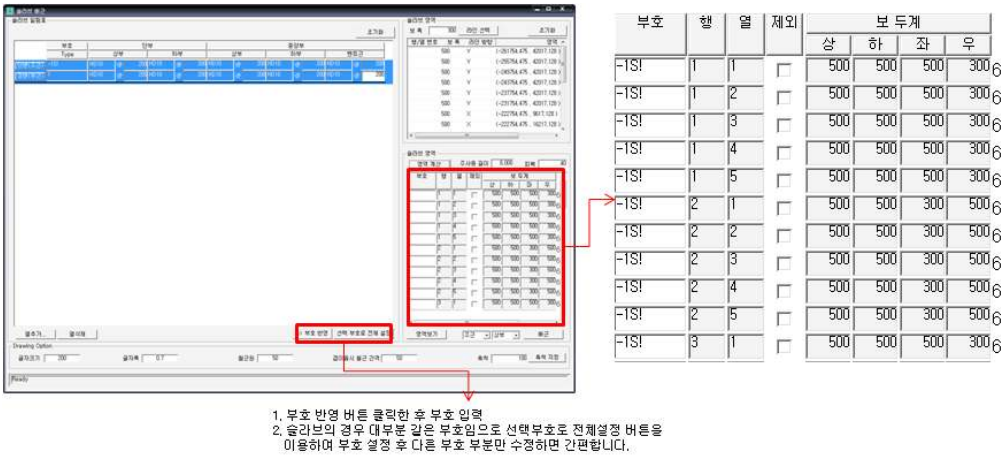
● 배근영역 설정

☞ 슬라브 일람표는 표준형태가 없으므로 수동입력 후 주열라인과 보 두께를 이용, 배근 영역을 설정

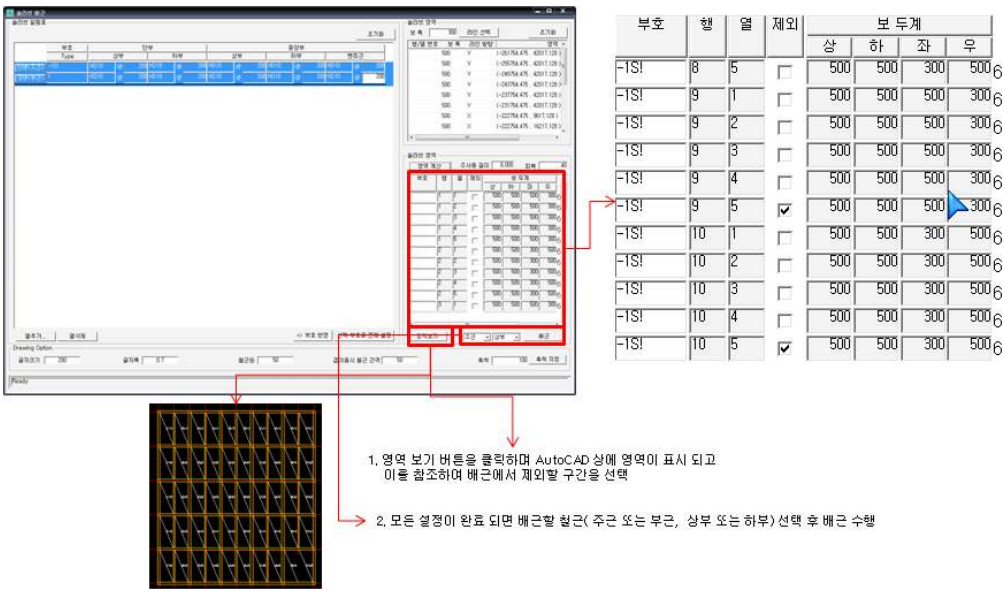


[슬라브 원도]

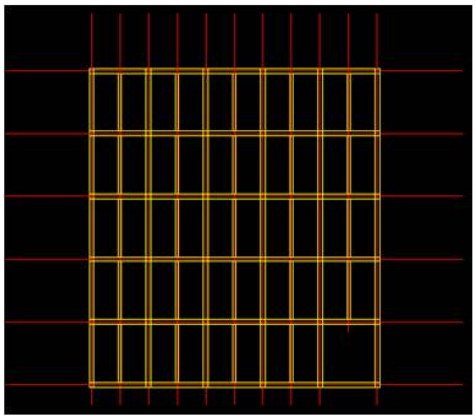
● 부호 설정 및 기타 옵션 입력



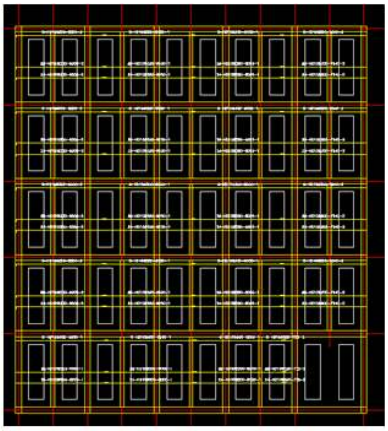
● 제외 구간 설정 및 배근



● 배근 도면



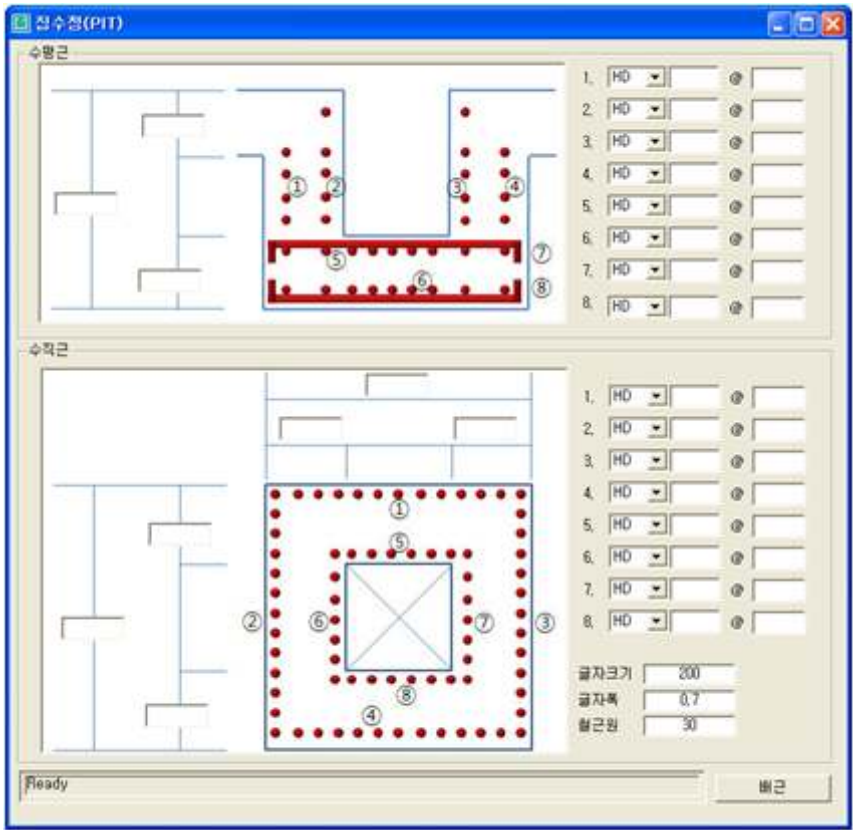
[배근 전 도면]



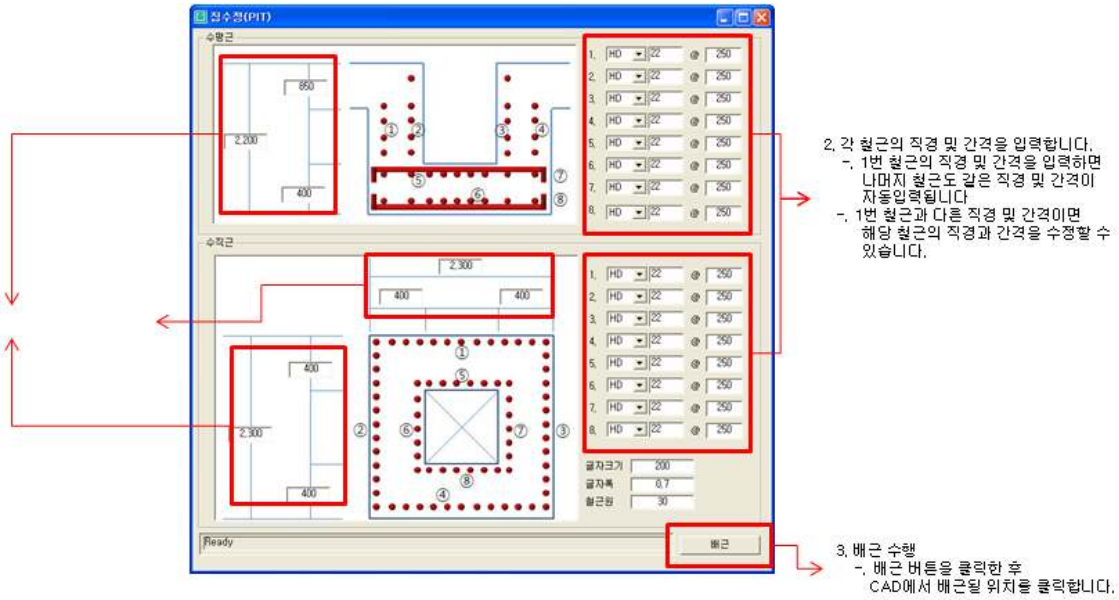
[시스템을 이용한 배근 도면]

(6) 집수정

● 각 철근별로 배근 직경과 간격을 입력



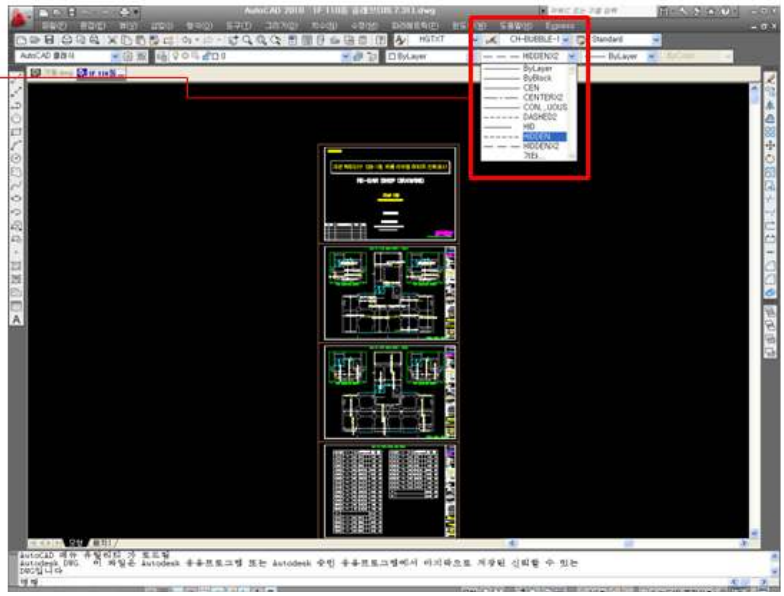
● 사용법

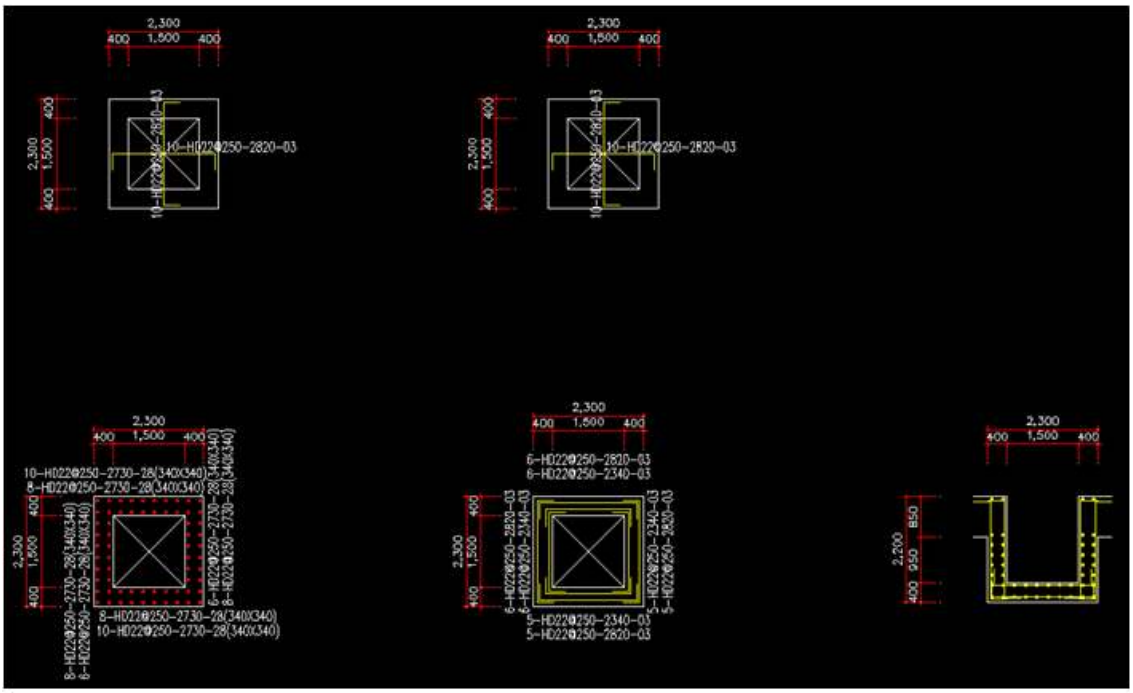


● 집수정 배근 도면

주위 : CAD 도면상에 HIDDEN 레이어가 추가 되어 있어야 합니다.



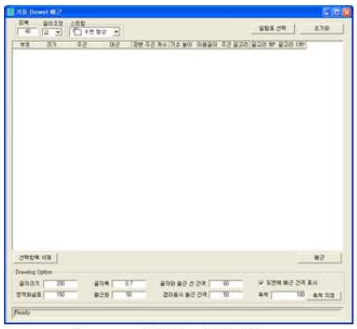



2,300
400 1,500 400
10-HD22@250-2820-03
2,300
400 1,500 400
10-HD22@250-2820-03
2,300
400 1,500 400
10-HD22@250-2730-28(340X340)
8-HD22@250-2730-28(340X340)
8-HD22@250-2730-28(340X340)
10-HD22@250-2730-28(340X340)
2,300
400 1,500 400
6-HD22@250-2820-03
6-HD22@250-2340-03
5-HD22@250-2340-03
5-HD22@250-2820-03
2,300
400 1,500 400
2,200
850
950
400

작업 완료 도면

(7) 기둥 Dowel

● 기둥 일람표를 이용하여 배근수행

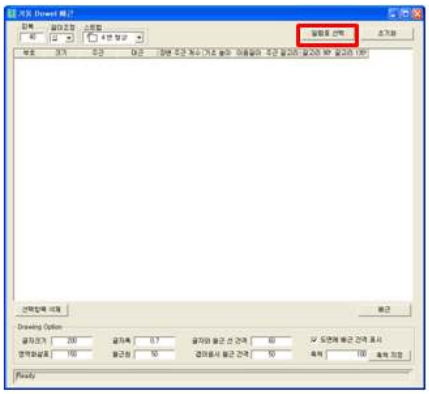


[프로그램 초기화면]



[기둥 일람표]

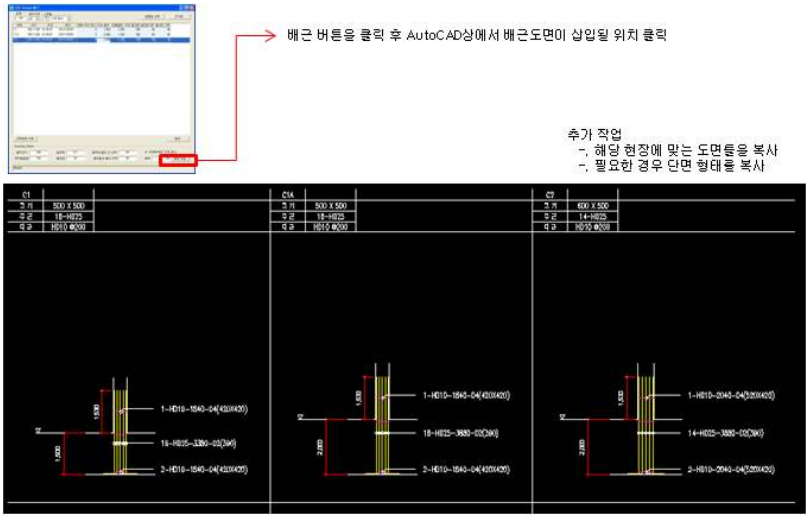
● 기둥일람표 선택





1. 일람표 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 부호, 크기, 주근 , 대근 을 선택한 후 Space바를 입력
3. 기둥과 달리 보조대근은 선택할 필요가 없습니다.
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 일람표 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 일람표 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

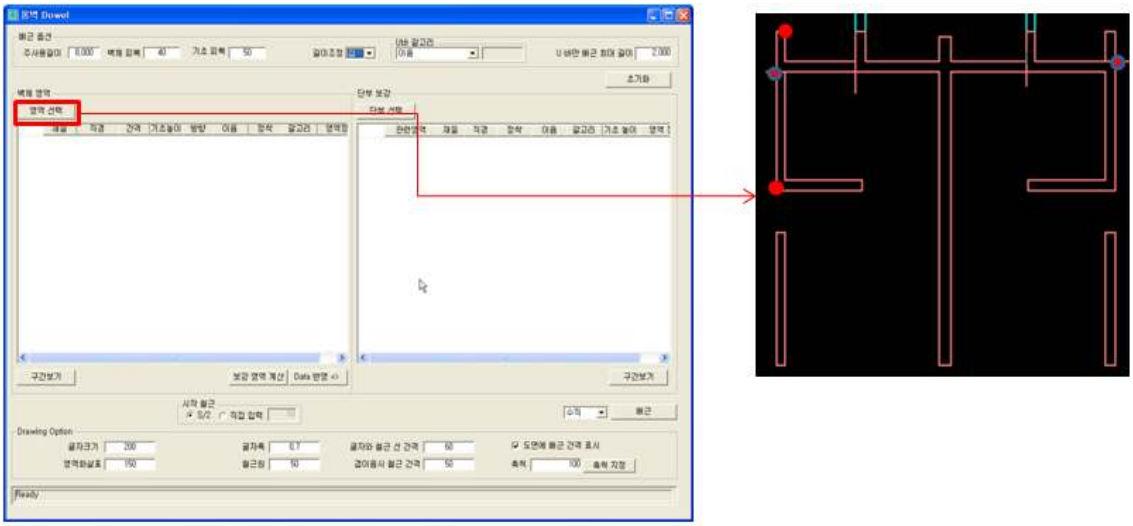
● 배근 완료 도면



[시스템을 이용한 배근 도면]

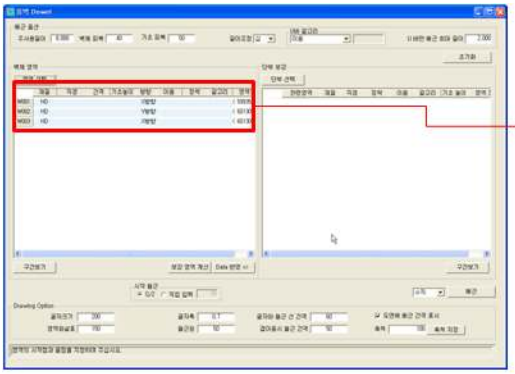
(8) 옹벽 Dowel

● 배근 영역 선택



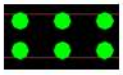
1. 영역 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 옹벽의 시작점, 끝점을 선택
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 영역 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

● 추가 항목 입력

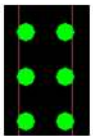


	재질	직경	간격	기초높이	방향	이음	정착	갈고리	영역정
W001	HD				X방향				(599350,
W002	HD				Y방향				(601305,
W003	HD				X방향				(601305,

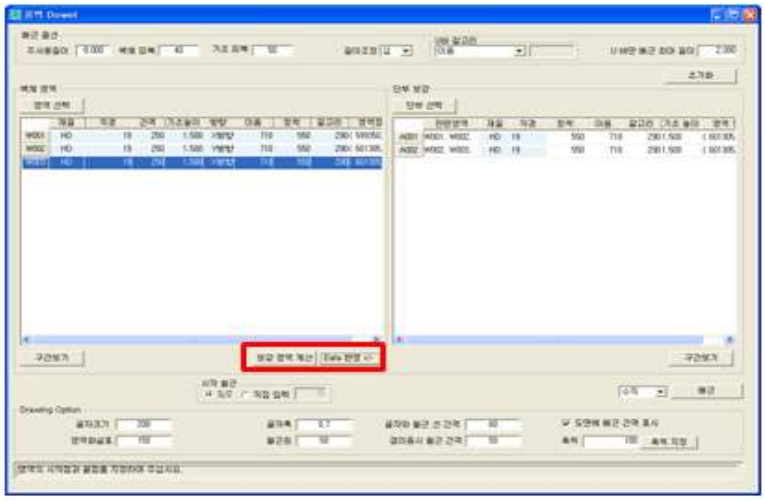
직경 : 배근될 철근의 직경, 입력 시 이음, 정착, 갈고리 길이는 시방기준을 이용하여 기본값이 설정 됩니다. 다른 기준을 적용할 경우 변경하십시요.
간격 : 배근 간격
방향 : 배근 방향, 긴쪽 방향으로 기본값 설정



X 방향



● 보강영역 계산 및 Data적용

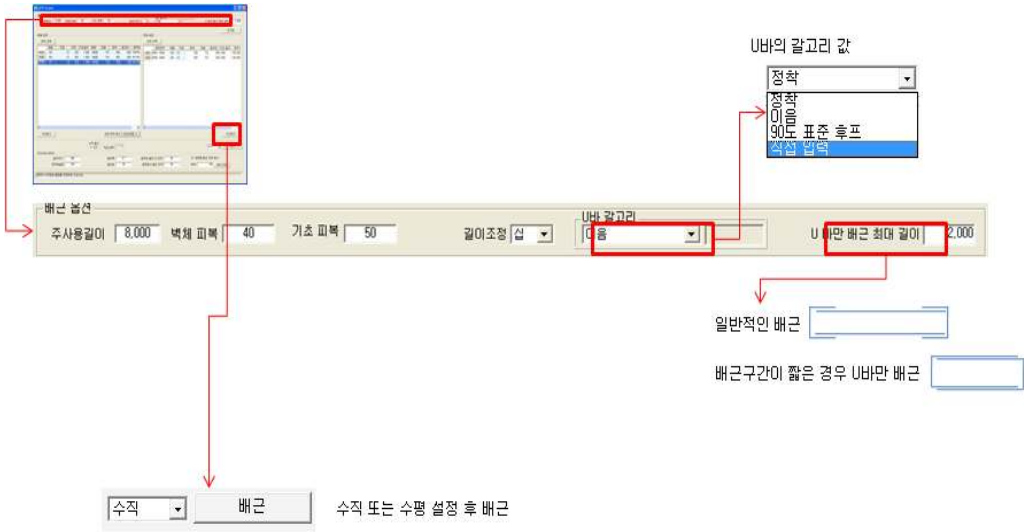


1. 벽체와 벽체가 연결되는 부분에 보강이 필요할 경우 보강영역을 계산 버튼을 눌러 보강 영역을 계산 합니다.
2. Data 반영 버튼을 클릭하여 보강영역의 직경 및 연속성 등을 설정합니다.

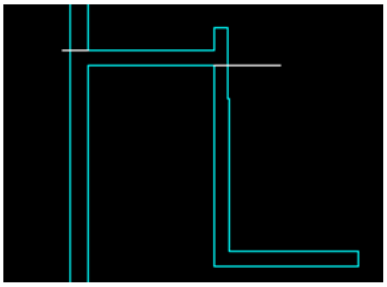
● 배근 옵션 설정



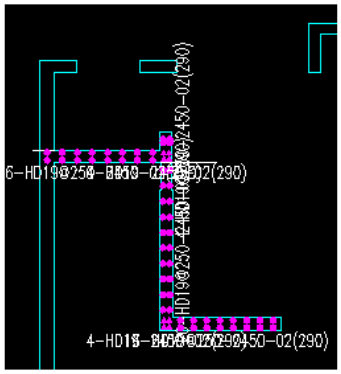
● 배근수행



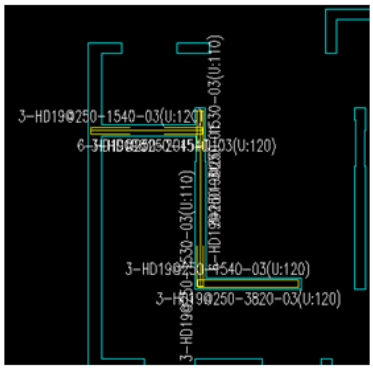
● 배근 완료 도면



[배근전 도면]



[시스템을 이용한 배근 도면 - 수직근]

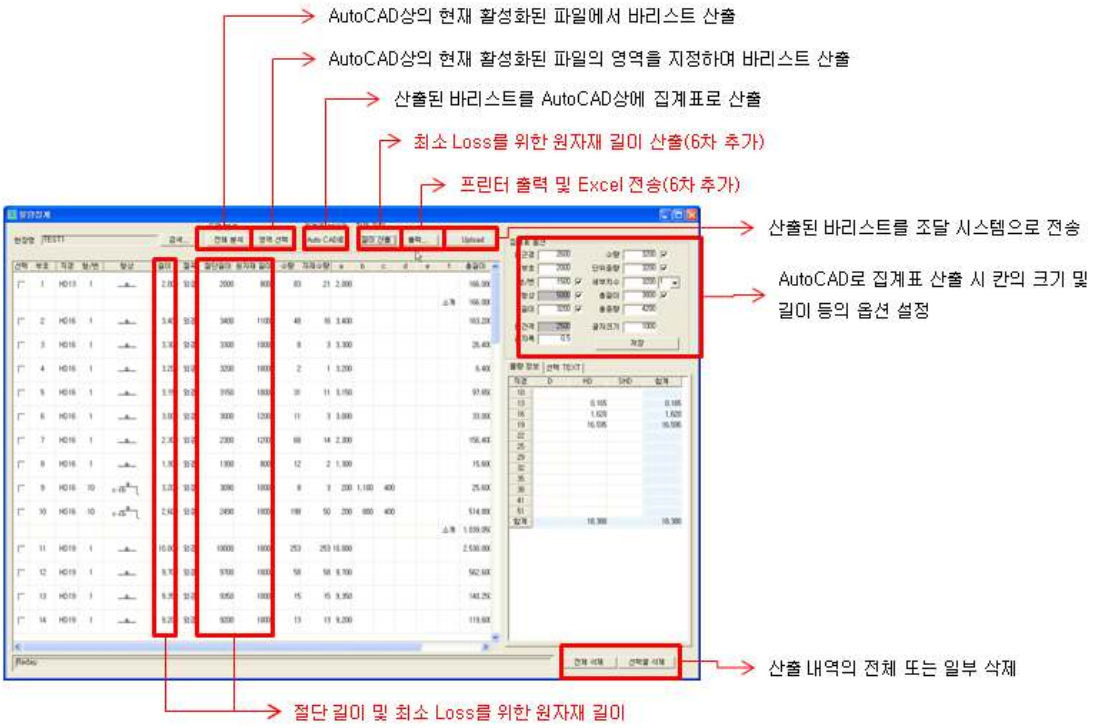


[시스템을 이용한 배근 도면 - 수평근]

(마) 가공철근 물량 집계 및 바리스트 관리

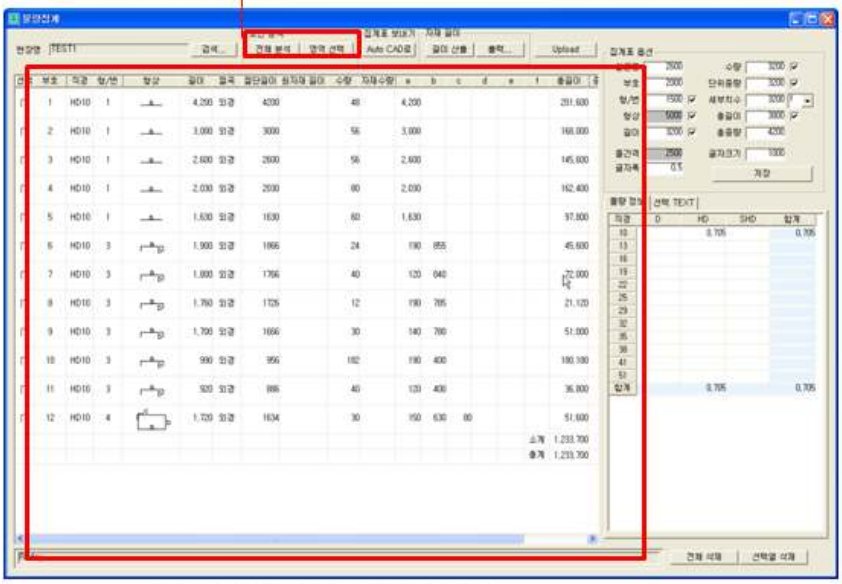
(1) 바리스트 산출

● 기능개요



● 바리스트 산출

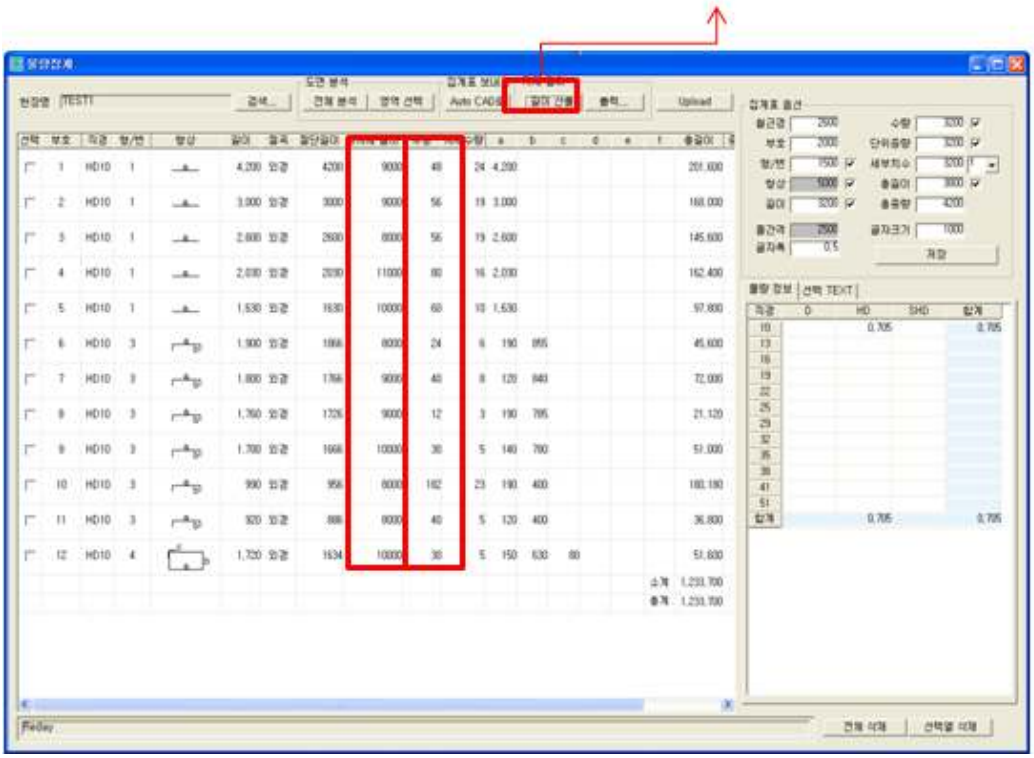
1. 공사명을 선택한 후 전체 선택 또는 영역 선택 버튼을 클릭하여 도면에서 바리스트를 산출합니다.
   -. 전체 선택 : AutoCAD상에 활성화된 도면 시트의 전체 영역에서 바리스트를 산출
   -. 영역 선택 : 바리스트가 산출될 영역을 AutoCAD상에서 선택



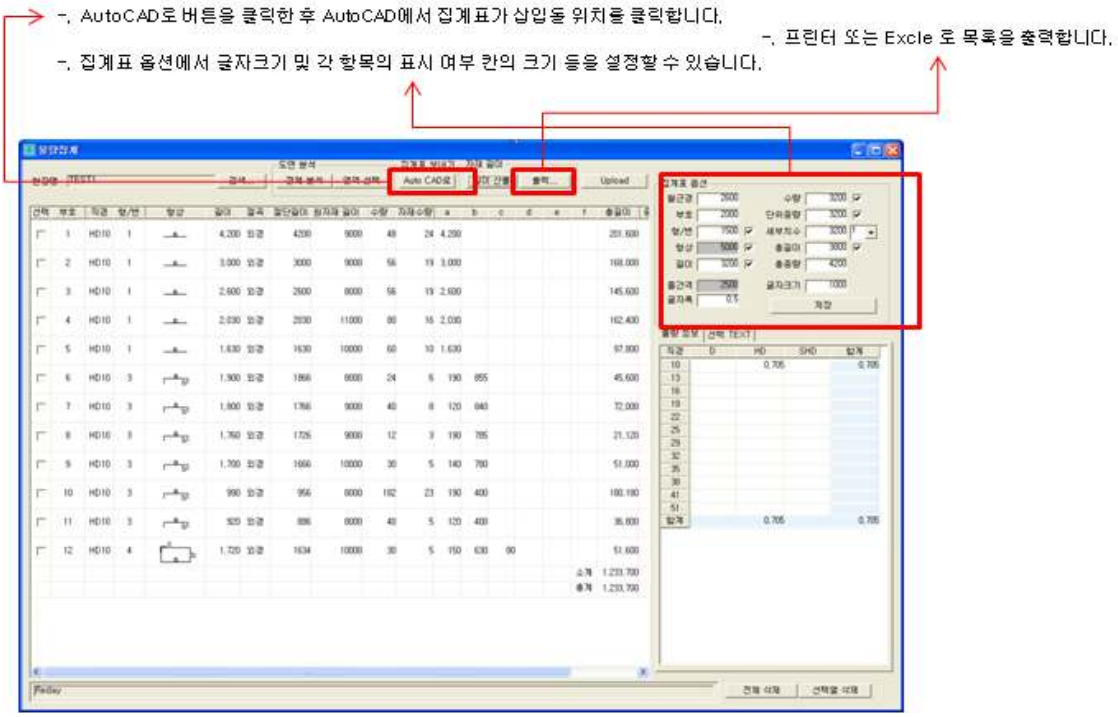
2. 산출된 바리스트의 세부 길이 등을 확인합니다.
   -. 설정된 시방기준과 다른 기준으로 작성한 도면에서는 세부 길이 등을 수정합니다.
   -. 바리스트 산출시 연신율에 의하여 절단 길이를 산출합니다.

● 자재길이 산출

길이 산출 버튼을 클릭하면 최소 Loss 산출을 위한 원자재 길이 및 수량을 산출합니다.
이때 Loss가 같을 경우 사전에 정의된 우선 사용길이 순서로 산출합니다.



● AutoCAD로 집계표 그리기

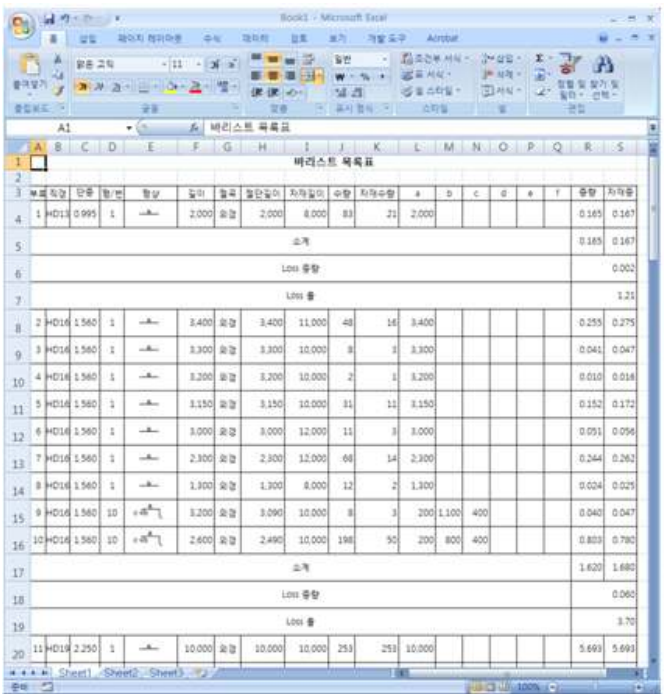


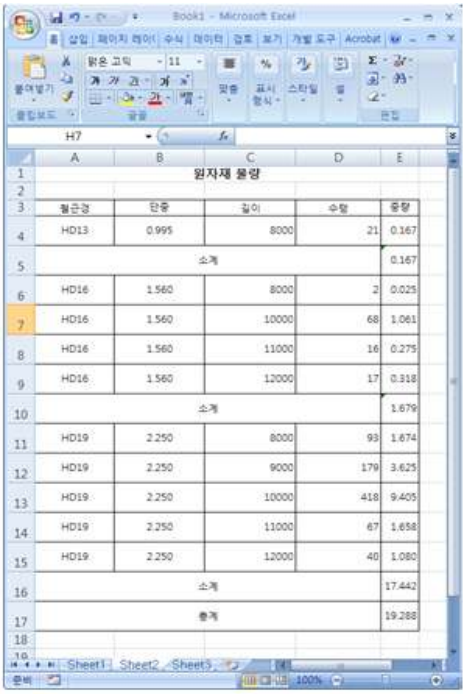
● 출력 및 Excel 전송



부호	직경	형상번호	형상	길이	절곡	절단길이	자재길이	수량	자재수량	a	b	c	d	e	f	중량(Ton)
1	HD10	1		4,200	외경	4200	9000	48	24	4,200						0.113
2	HD10	1		3,000	외경	3000	9000	56	19	3,000						0.094
3	HD10	1		2,600	외경	2600	8000	56	19	2,600						0.082
4	HD10	1		2,030	외경	2030	11000	80	16	2,030						0.091
5	HD10	1		1,630	외경	1630	10000	60	10	1,630						0.055
6	HD10	3		1,900	외경	1866	8000	24	6	190	855					0.026
7	HD10	3		1,800	외경	1766	9000	40	8	120	840					0.040
8	HD10	3		1,760	외경	1726	9000	12	3	190	785					0.012
9	HD10	3		1,700	외경	1666	10000	30	5	140	780					0.029

● 엑셀로 전송된 바리스트 및 원자재 물량표

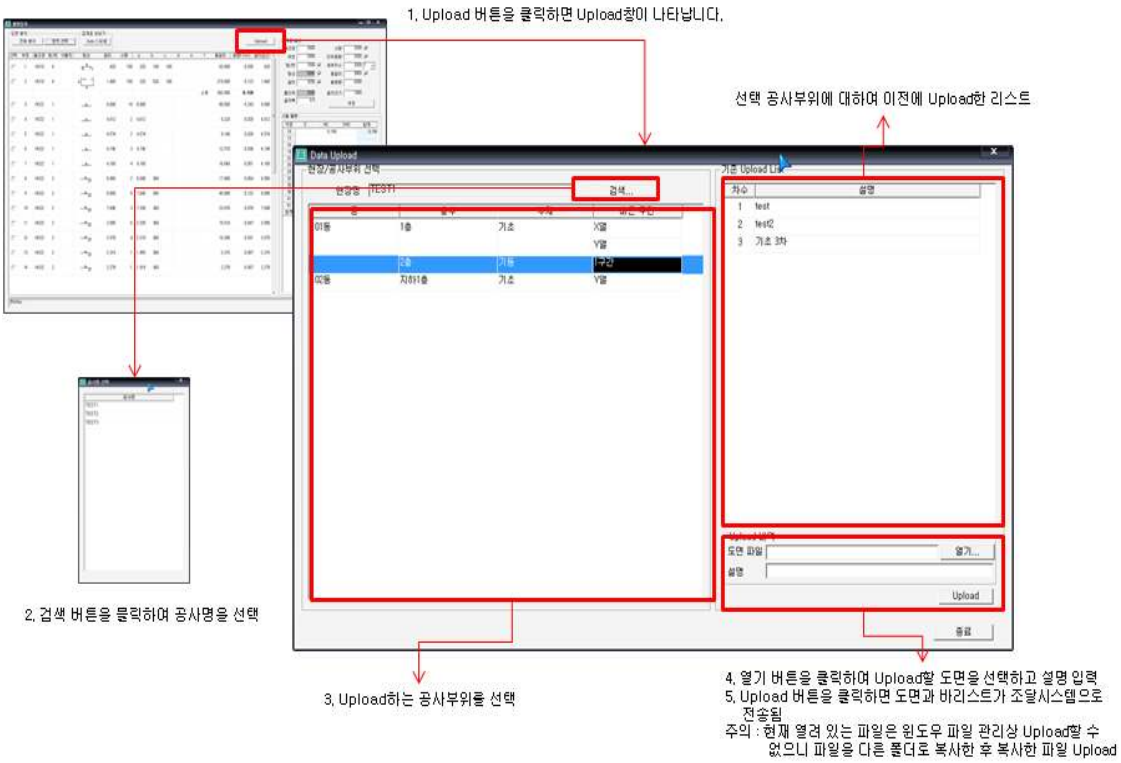




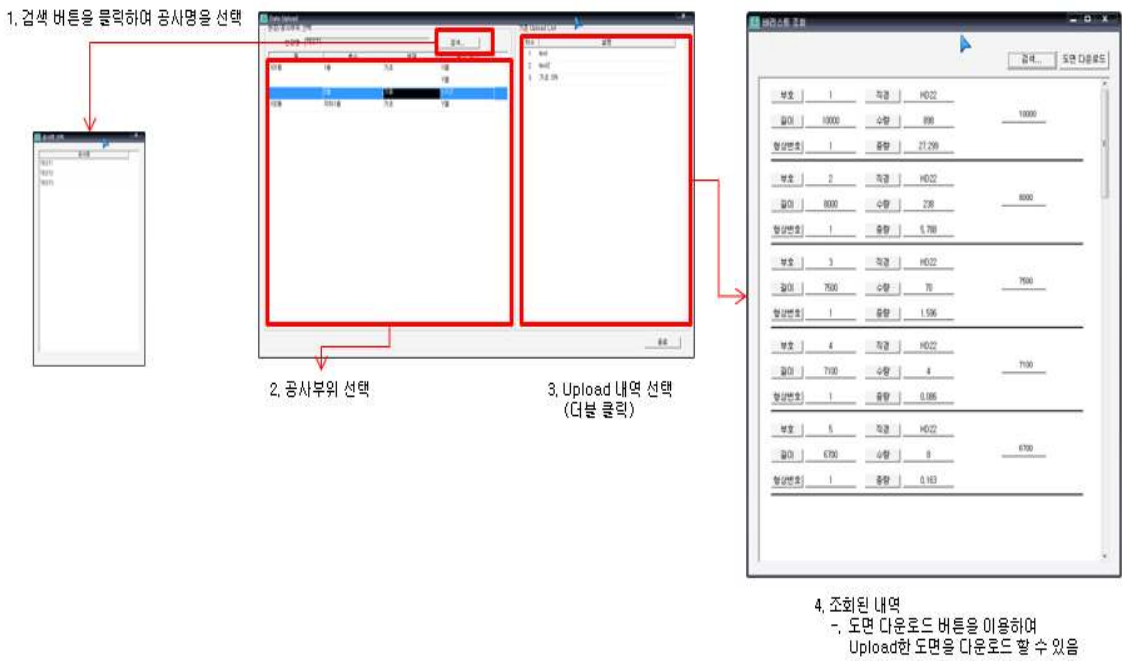
원자재 물량

철근경	단중	길이	수량	중량
HD13	0.995	8000	21	0.167
소계				0.167
HD16	1.560	8000	2	0.025
HD16	1.560	10000	68	1.061
HD16	1.560	11000	16	0.275
HD16	1.560	12000	17	0.318
소계				1.679
HD19	2.250	8000	93	1.674
HD19	2.250	9000	179	3.625
HD19	2.250	10000	418	9.405
HD19	2.250	11000	67	1.658
HD19	2.250	12000	40	1.080
소계				17.442
총계				19.288

● 가공철근 조달관리 시스템에 upload



● 바리스트 조회



마. 배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템 실무적용성 테스트 및 피드백

다음 4개 현장의 배근시공상세도 및 바리스트 작성업무에 개발한 시스템을 적용하여 실무 적용성을 테스트하고 테스트 결과를 토대로 배근알고리즘 및 DB 보완을 추진하였다. 실무적용성 테스트는 기존 수작업체계와 비교하여 시스템 적용시 배근시공상세도 작성 소요시간과 바리스트 작성 물량의 차이를 검토에 중점을 두고 추진하였다.

No	시스템(기능)	일시/장소	테스트 내용	비고
1	철근시공상세도 배근시스템	2009.10월 / 센트레빌현장(용인 신봉)	• 현장 적용 실용성 테스트 • 수작업 대비 작업시간 및 정확도 비교	동부건설 (16,200톤)
2	철근시공상세도 배근시스템	2010. 2월-3월 / 센트레빌현장(용산구 동자동)	• 현장 적용 실용성 테스트 • 수작업 대비 작업시간 및 정확도 비교	동부건설 (11,000톤)
3	철근시공상세도 배근시스템	2010. 5월-6월 / 이마트현장(광명)	• 현장 적용 실용성 테스트 • 수작업 대비 작업시간 및 정확도 비교	신세계건설 (4,200톤)
4	철근시공상세도 배근시스템	2010. 4월-5월 / 학하리슈빌현장(대전)	• 현장 적용 실용성 테스트 • 수작업 대비 작업시간 및 정확도 비교	계룡건설 (11,000톤)

(가) 용인 신봉 건설현장

(1) 공사개요

■ 규모 : 지하 2층, 지상 12 – 17층 16개동

■ 공기 : 2008년 12월 – 2010년 5월

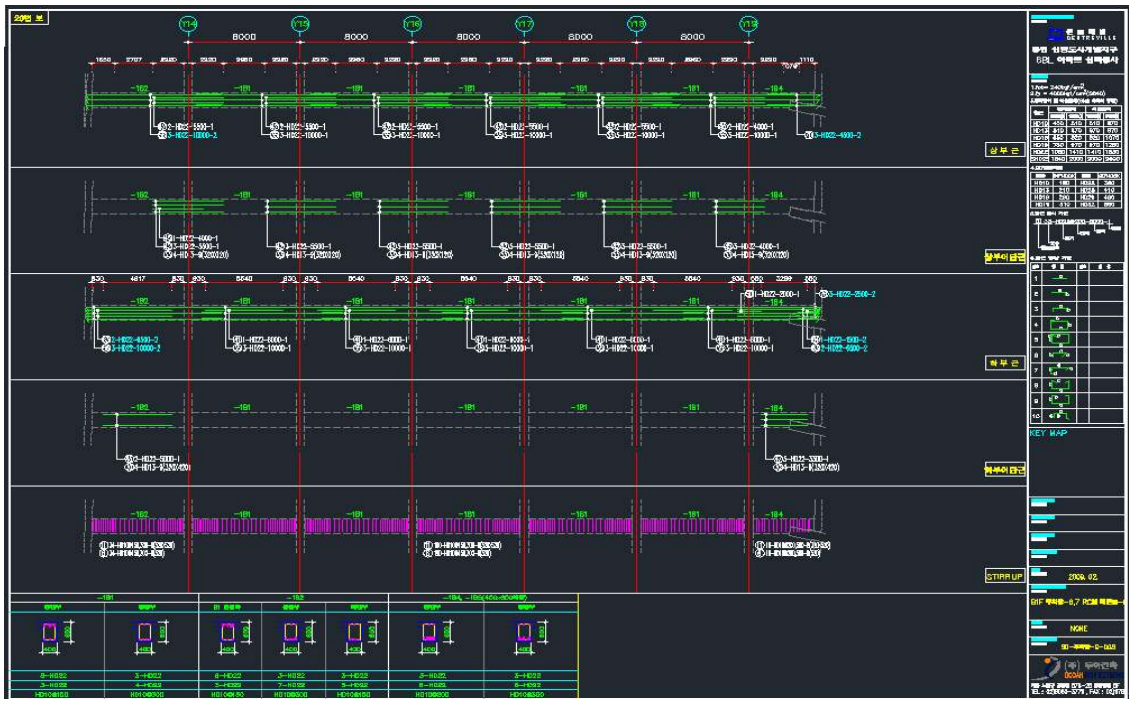
■ 철근 총 물량 : 16,200 Ton

■ 철근 가공 방법 : 공장 가공

(2) Test 결과 : 작업소요시간 수작업 대비 60%절감

부재	수작업 예상 시간	시스템 활용 작업 시간			
		Data 입력	결과물 점검/수정	추가 사항 처리	소계
기초	16시간	4.5시간	0.5시간	1시간	6시간
기둥	4시간	0.5시간	0.5시간	0시간	1시간
옹벽	4시간	0.5시간	0.5시간	0시간	1시간
보	40시간	8시간	2시간	6시간	16시간
슬라브	8시간	3시간	0.5시간	1시간	4.5시간
합계	72시간				28.5시간

(3) 시스템에 의한 배근시공도 작성 결과 예시 (주차장, RC보 배근도)



(나) 동자동 건설현장

(1) 공사개요

■ 규모 : 지하 9층, 지상 35층 4개동

■ 공기 : 2010년 4월 – 2012년 12월

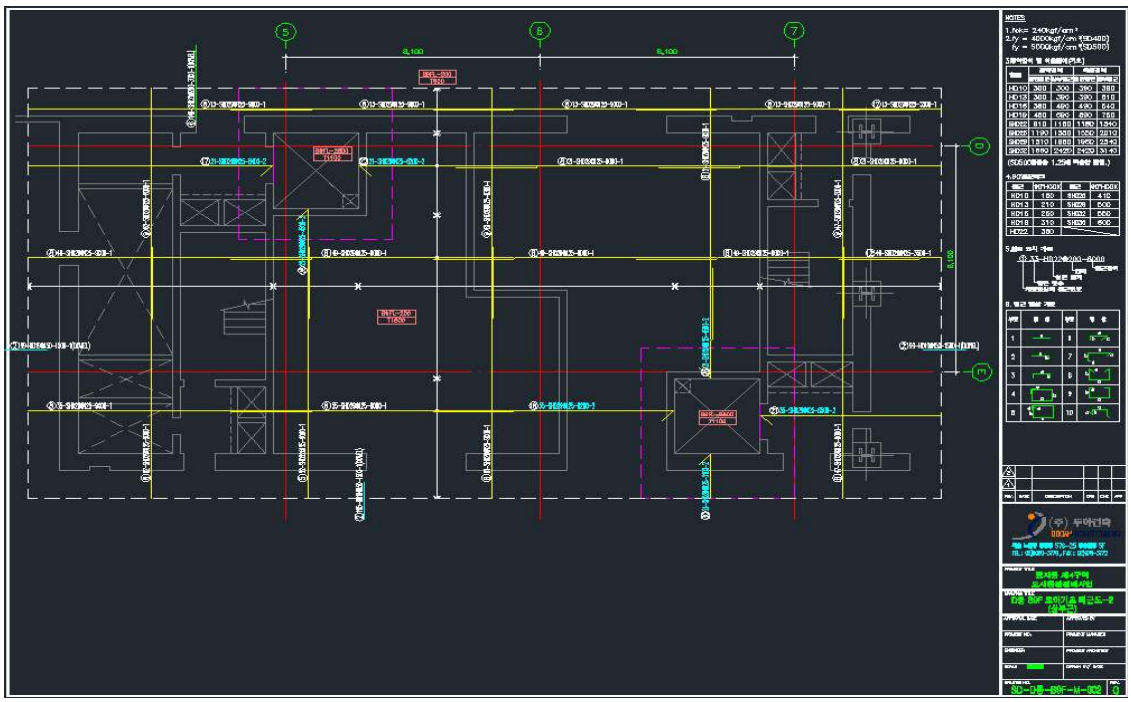
■ 철근 총 물량 : 11,000 Ton

■ 철근 가공 방법 : 공장 가공

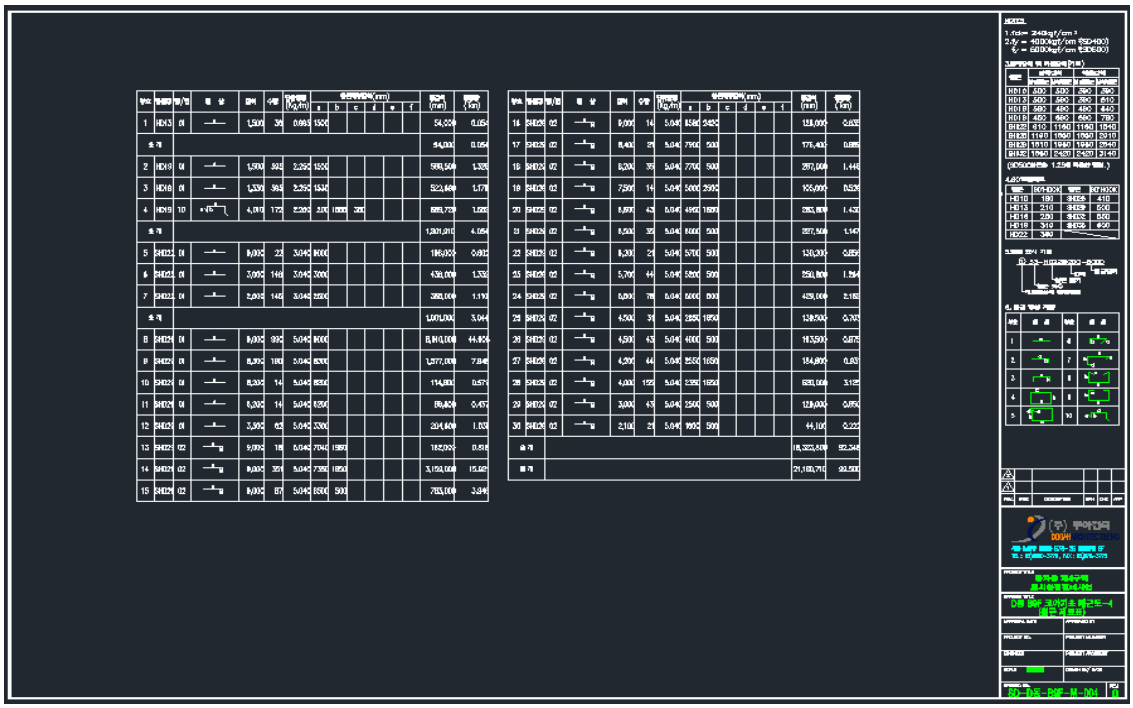
(2) Test 결과 : 작업소요시간 수작업 대비 56%절감

부재	수작업 예상 시간	시스템 활용 작업 시간			
		Data 입력	결과물 점검/수정	추가 사항 처리	소계
기초	20시간	8시간	1시간	1 시간	10시간
기둥	8시간	2시간	0.5시간	0.5시간	3시간
옹벽	16시간	6시간	1시간	1시간	8시간
보	8시간	1시간	0.5시간	0.5시간	2시간
슬라브	28시간	8시간	2시간	2시간	12시간
합계	80시간				35시간

(3) 시스템에 의한 배근시공상세도 작성 결과 예시



동자동 센트레빌 / 코아기초 배근도



동자동 센트레빌 / 코아기초 배근도(철근재료표)

(다) 이마트 건설현장

(1) 공사개요

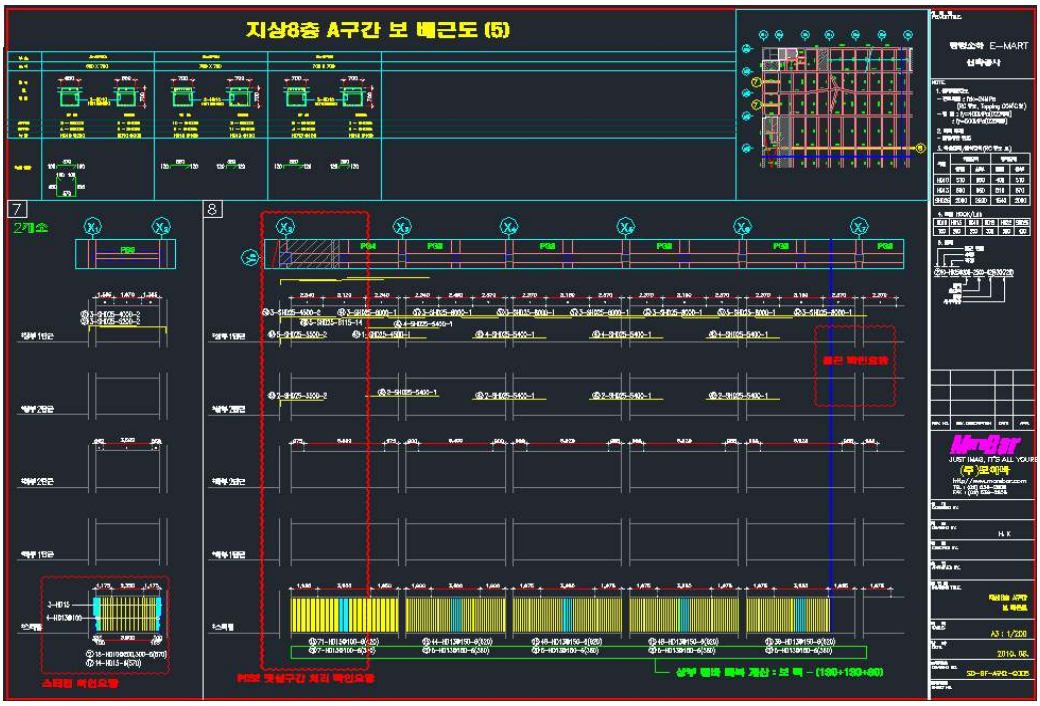
■ 규모 : 지하 2층, 지상 2층

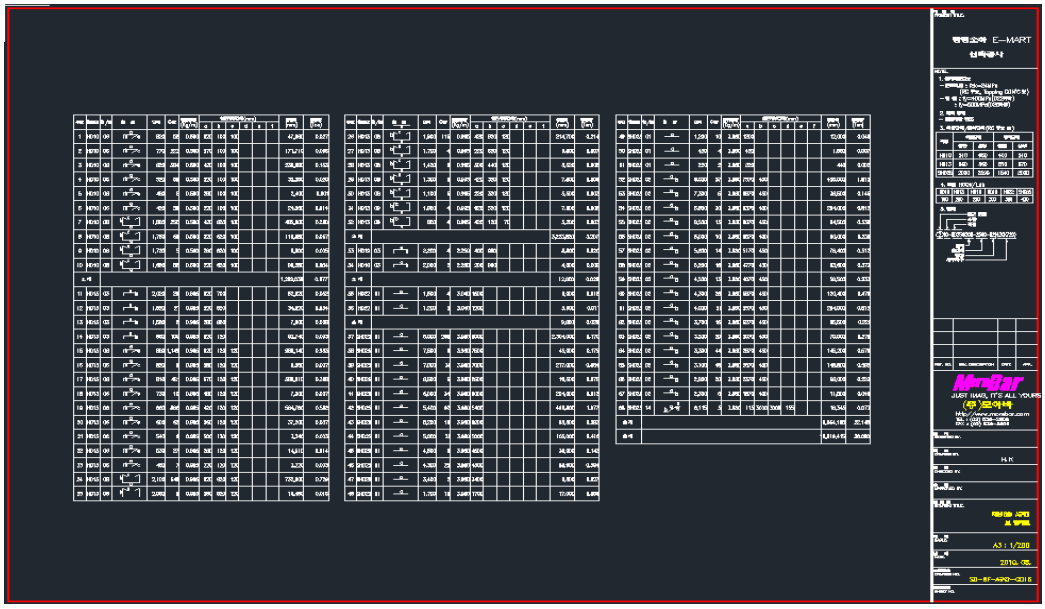
■ 공기 : 2009년 12월 – 2011년 4월

■ 철근 총 물량 : 4,200 Ton

■ 철근 가공 방법 : 공장 가공

(2) 시스템에 의한 배근시공상세도 및 바리스트 작성 예시





(라) 학하리슈빌 건설현장

(1) 공사개요

■ 규모 : 지하 2층, 지상 21 ~ 25층 10개동

■ 공기 : 2009년 3월 ~ 2011년 9월(골조공사 : 2011년 3월)

■ 철근 총 물량 : 11,000 Ton

■ 철근 가공 방법 : 현장 가공

(2) Test 결과

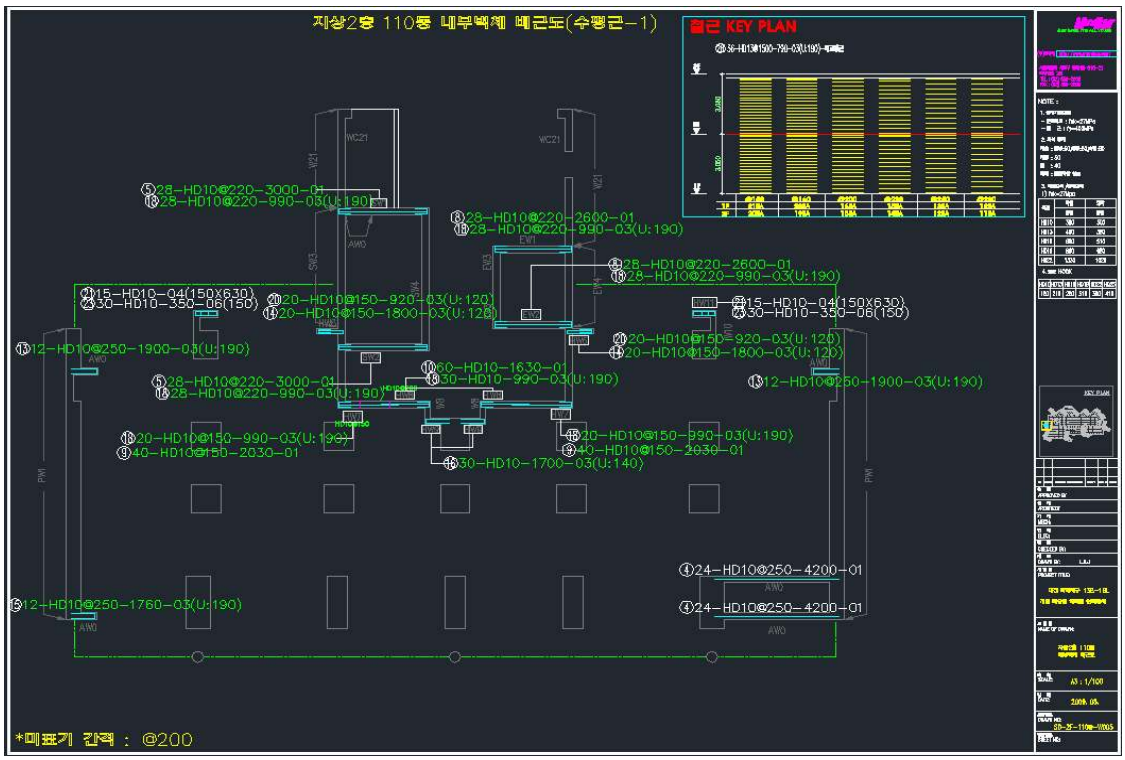
■ 작업소요시간 : 수작업 대비 55%절감

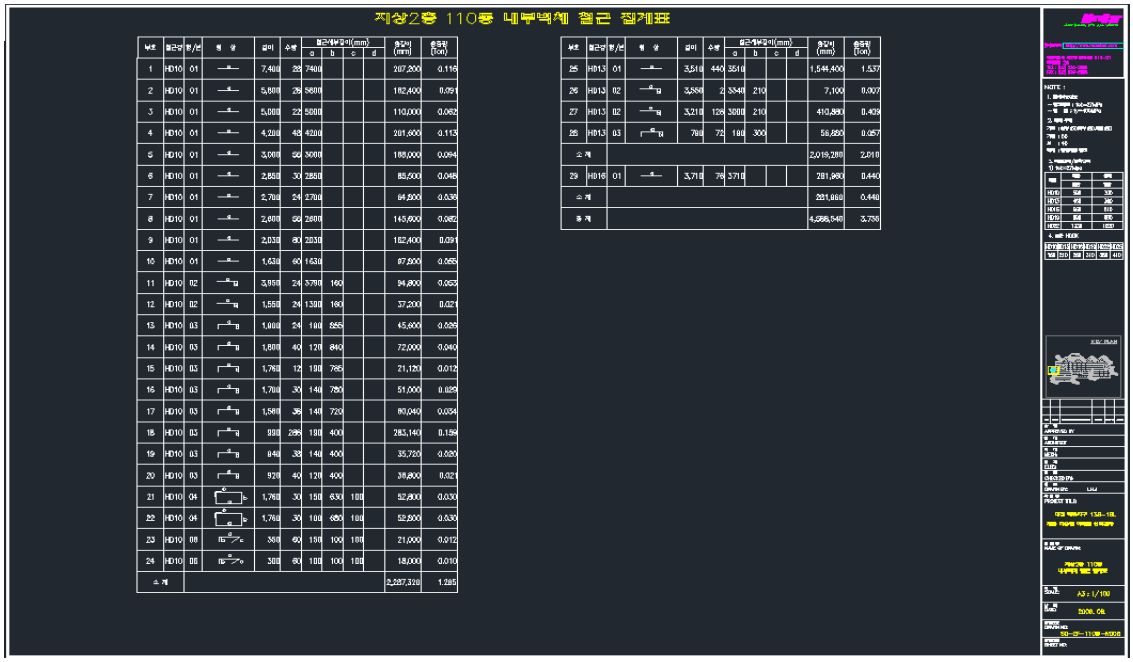
부재	수작업 예상 시간	시스템 활용 작업 시간			
		Data 입력	결과물 점검/수정	추가 사항 처리	소계
기초	12시간	1시간	1시간	1.5시간	3.5시간
기둥	8시간	1시간	0.5시간	0.5시간	2시간
옹벽	16시간	3시간	1시간	3시간	7시간
보	40시간	8시간	4시간	8시간	20시간
슬라브	8시간	3시간	1시간	1시간	5시간
기둥 Dowel	8시간	1시간	0.2시간	0.3시간	1.5시간
옹벽Dowel	8시간	3시간	0.5시간	1.5시간	5시간
집수정	4시간	0.5시간	0.5시간	0.5시간	1.5시간
합계	104시간				45.5시간

■ 철근량 : 시스템에서 철근량이 미세하게 적게 산출됨

부재	수작업 물량	시스템 물량	물량차	발생 원인
기초	20.077	20.525	-0.448	가변구간 처리방법
기둥	21.301	21.292	-0.009	시공용 철근 추가에 따른 차이
옹벽	12.692	12.682	-0.010	철근 길이의 조정으로 인한 차이
보	1.048	0.999	-0.049	철근 길이의 조정으로 인한 차이
슬라브	2.584	2.650	+0.66	시공용 철근 추가에 따른 차이
기둥 Dowel	10.534	10.522	-0.012	시공용 철근 추가에 따른 차이
옹벽 Dowel	8.231	8.222	-0.009	시공용 철근 추가에 따른 차이
집수정	3.658	3.658	0	

(3) 시스템에 의한 배근시공상세도 및 바리스트 작성결과 예시

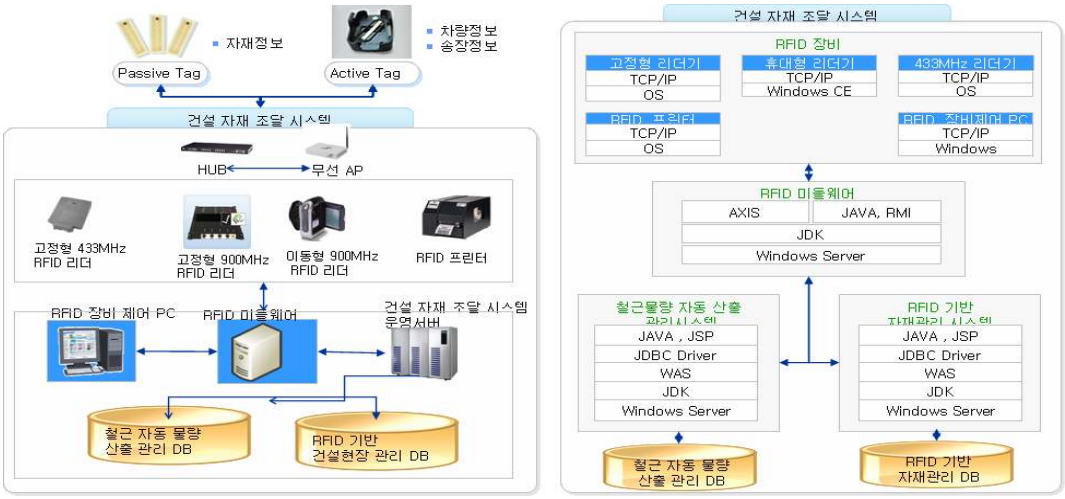




3. 웹 기반 가공철근 조달관리 모듈 개발

가. 시스템 개요

(1) 웹 기반 자재조달 시스템 구성도



[그림 3-035] 웹 기반 자재조달 시스템 H/W 및 S/W 구성도

(2) 시스템 H/W 구성

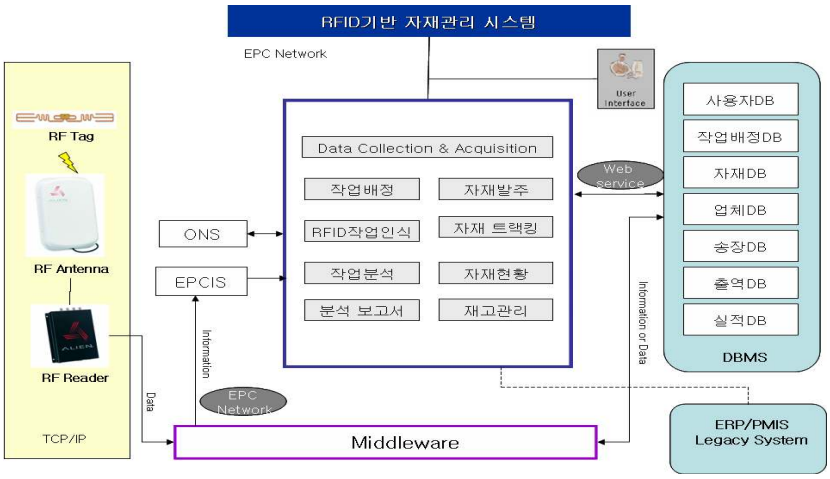
현장 게이트웨이에 자재반입 확인용 RFID 고정형 리더기를 설치하고, 현장(야적장) 소운반 및 양중시 부재의 작업위치(공구/동/층/존) 인식용 RFID 핸드헬드형 리더기를 사용한다. 안테나를 미들웨어 서버와 TCP/IP와 통신하도록 셋팅하며, 작업부위 인식용 안테나의 경우 무선중계기를 별도로 설치하여 미들웨어 서버와 통신이 가능하도록 한다.

<표 3-022> 웹 기반 자재조달 시스템 H/W 구성

구분		규모 및 공수		
		장비	규격	수량
RFID H/W구축		리더(Gen2지원가능)	◦ 900MHz 대역	휴대형 2대
		태그		1,000개
		프린터	◦ 900MHz 대역 라벨 프린터	1대 (ISO18000-6B지원)
		RFID Controller	◦ 팬티엄III 500MHz	1대
		Active 태그	◦ 433MHz 대역	10개
일반H/W & N/W구축	서버	AP서버 DB서버 WEB서버	◦ CPU: 3GHz*2 ◦ Memory:4GB ◦ Cache: 2MB	1대
	AP	무선랜 Access Point	801.b/g	2대

(3) 시스템 S/W 구성

웹 기반 자재조달 시스템은 태그 정보를 처리하는 RFID 미들웨어와, 미들웨어로부터 받은 데이터를 저장하고 관리하는 데이터베이스(RDBMS)와, 입력된 자재조달 계획정보와 주문에서 설치까지 관리 프로세스에서 RFID 정보를 트랙킹하여 자재조달 현황 및 진도에 대한 가시화 및 분석정보를 제공하는 웹기반 시스템으로 구성된다.



[그림 3-036] 웹 기반 자재조달 시스템 S/W 구성

(4) RFID 기반 자재조달 시스템 시나리오

- 건설사와 협력업체(철근반장)는 작성된 시공배근도를 검토, 협의하여 시공배근도 및 바리스트를 확정한다.
- 본사/현장에서는 확정된 바리스트를 웹시스템에 업로드한다. 바리스트 정보를 재활용하여 작업지시서를 작성한 후 철근가공공장에 자재(가공철근)를 주문한다.
- 철근가공공장에서는 작업지시서를 접수한 후 납품기한을 확인한 후 생산계획에 따라 가공출하명세서를 작성하며, 이때 가공지시를 위해 부재별 태그 정보를 확인한다.

  ※ 자재코드, 제품명, 제품규격, 단위, 수량, 납기 시작일/종료일, 현장명, 생산업체명, 생산일, 생산업체 담당자명, 현장 담당자명, 운송차량
- 철근가공공장의 생산라인에서는 RFID 태그프린터기를 이용하여 출력된 라벨태그를 가공 완료된 철근자재에 부착하여 적재한다.
- 철근가공공장에서는 자재 출하시 이동형 RFID 단말기(PDA리더)를 이용하여 송장 정보를 인식하고, 적재된 부재 태그를 인식하여 출하될 부재인지 확인하는 과정을 거쳐 운반 트럭에 상차한다.
- 상차가 완료되면, 이동형 RFID 단말기(PDA리더)를 이용하여 운반 트럭 주위를 한바퀴 돌면서 부재 태그를 인식하여 누락된 부재나 잘못 상차된 부재가 없는 지 확인한다.
- 현장에서는 반입된 자재의 검수를 위해 이동형 RFID 단말기를 들고 운반 트럭 주위를 한바퀴 돌면서 트럭에 상차된 부재태그를 인식한다. 이때 미들웨어가 정제된 값을 자동으로 DB에 저장하면 자재조달 현황 및 진도 분석의 데이터로 활용된다.
- 반입된 자재를 타워크레인이나 호이스트를 통해 양중·운반시 이동형 RFID 단말기를 통하여 부재의 위치정보 및 형상을 보고 작업위치(공구/동/층/존)를 확인하여 이동시키며, 이때 읽은 부재는 미들웨어를 통해 DB에 저장되고 자재조달 현황 및 진도 분석의 데이터로 활용된다.
- 이동형 RFID 단말기를 통하여 트랙킹된 정보는 자재의 이동내역(출하/입고/출고/재고) 및 자재조달 현황(시공도작성/ 시공도 및 바리스트 확정/ 자재주문(작업지시서 발급)/ 가공명세서 작성/ 부재태그발급/ 출하(송장태그 발급)/ 현

장반입 / 출고 및 재고현황 등)을 실시간으로 조회할 수 있다.

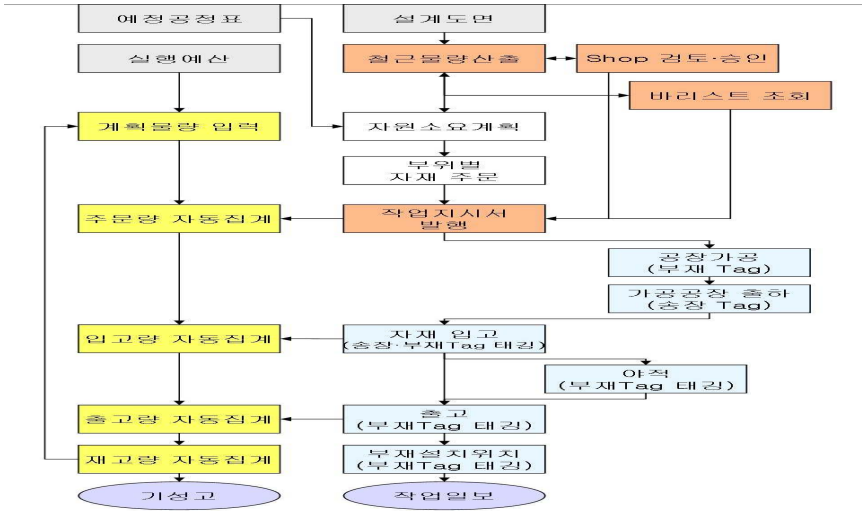
- 또한 자재조달 분석(조달 리드타임, 추가 주문, 지연 프로세스 등)을 지원한다.



[그림 3-037] RFID 기반 철근자재 조달관리 시스템 시나리오

나. 시스템의 기능

(1) 시스템 프로세스



[그림 3-038] 철근자재 조달 시스템 프로세스

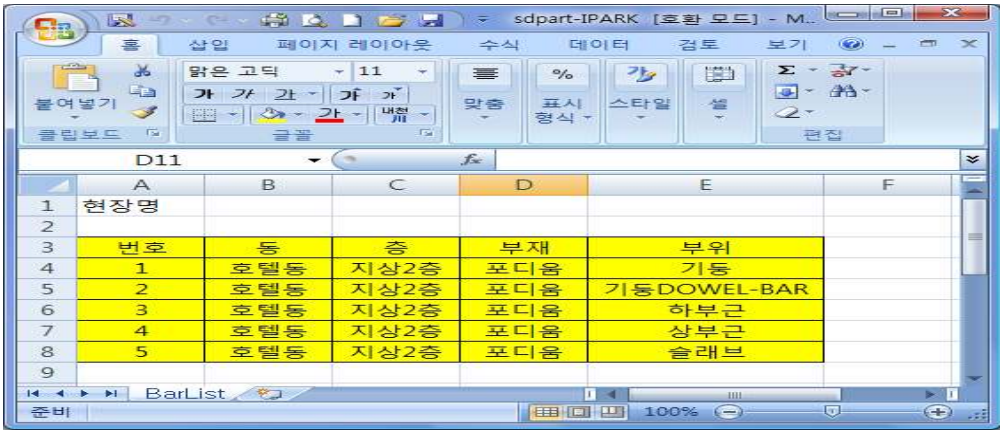
(2) 시스템 개발 내용

(가) 현장 등록

◦ 시스템 관리자가 현장 일반정보를 등록하고, 당해 현장의 협력업체로 선정된 가공공장업체를 등록한 후, 현장 담당자와 가공공장의 담당자를 등록한다.

◦ 등록된 현장 담당자는 현장등록 화면에서 엑셀 양식을 다운로드 받아 향후 시스템에서 부재의 위치정보를 표현하고 관리하는 데 '동-층-부재-부위(WBS)' 정보를 엑셀 양식에 작성하여 업로드한다.

◦ 이때 '동-층-부재-부위(WBS)'는 자유로운 명칭으로 입력할 수 있으며, 부재와 부위는 필요하지 않은 경우 입력하지 않을 수 있다.



	A	B	C	D	E	F
1	현장명					
2						
3	번호	동	층	부재	부위	
4	1	호텔동	지상2층	포디움	기둥	
5	2	호텔동	지상2층	포디움	기둥DOWEL-BAR	
6	3	호텔동	지상2층	포디움	하부근	
7	4	호텔동	지상2층	포디움	상부근	
8	5	호텔동	지상2층	포디움	슬래브	
9						

[그림 3-039] 부재의 위치정보(WBS)

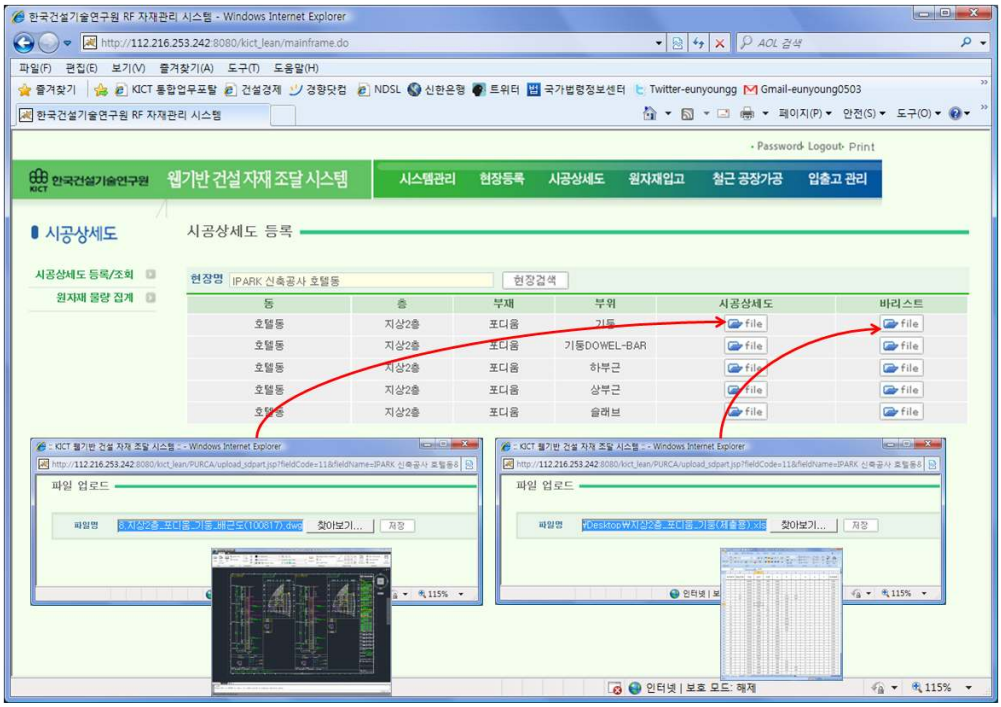


[그림 3-040] 현장등록 메뉴의 '동층정보' 업로드 화면(현장)

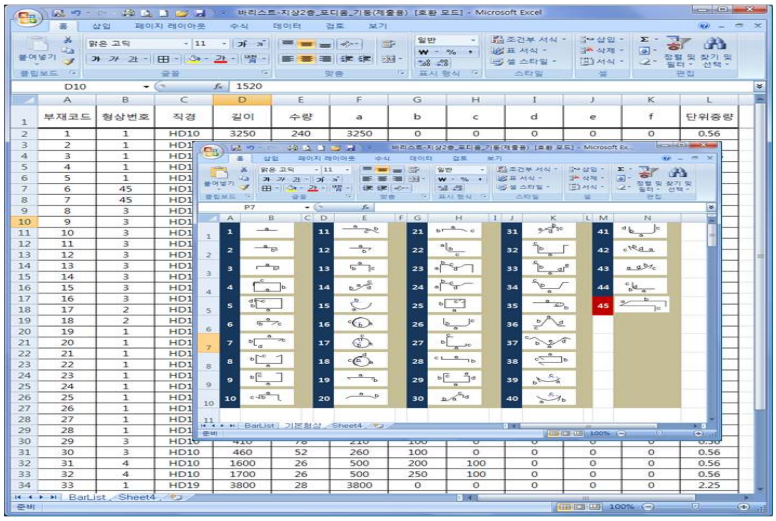
(나) 시공상세도

◦ 시공상세도 메뉴에서는 협력업체(철근전문공사업체 또는 SHOP전문업체)가 <배근시공상세도 작성 시스템>을 이용하여 작성한 시공상세도와 바리스트를 업로드 하며, 통합모듈이 자동으로 각 '동-층-부재-부위'별로 입력이 완료된다.

◦ 이때 <배근시공상세도 작성 시스템>을 사용하지 않는 경우에도 엑셀 기반의 바리스트 업로드 양식을 이용하여 작성한 후 업로드할 수 있다. 이때 바리스트의 부재별 형상 이미지는 제공되는 표준 형상 DB(44개의 형상정보)를 활용하여 작성하는 것을 원칙으로 하되, 표준 형상에서 제공하지 않는 형상이 있는 경우에는 시스템 관리자에게 요청하여 표준 형상 DB에 추가하여 사용할 수 있다.

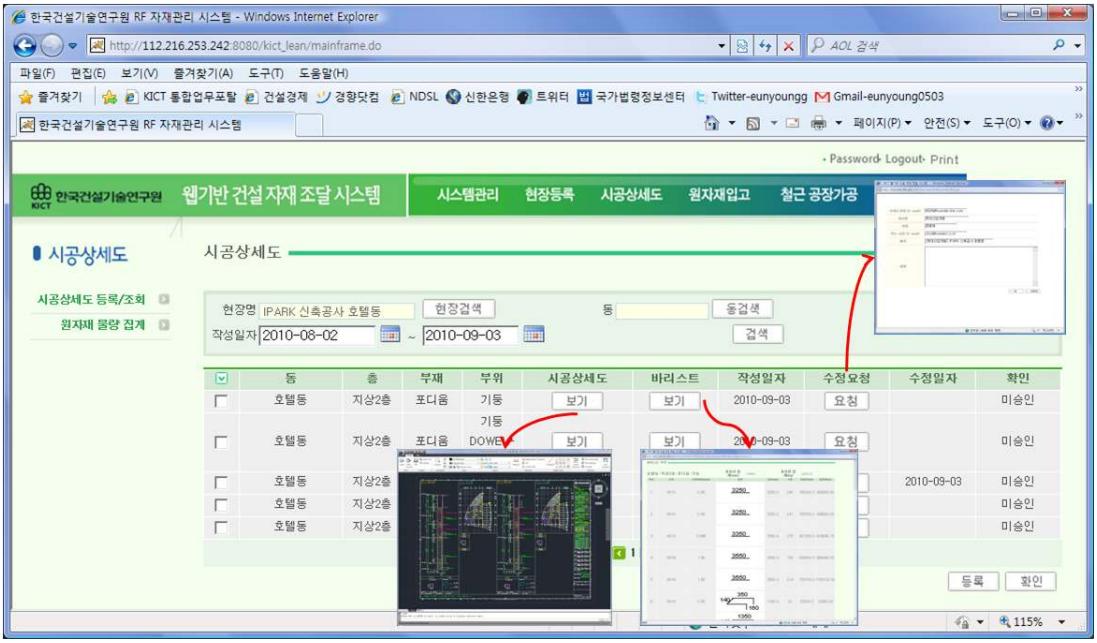


[그림 3-041] 시공상세도 및 바리스트 업로드 화면(협력업체)

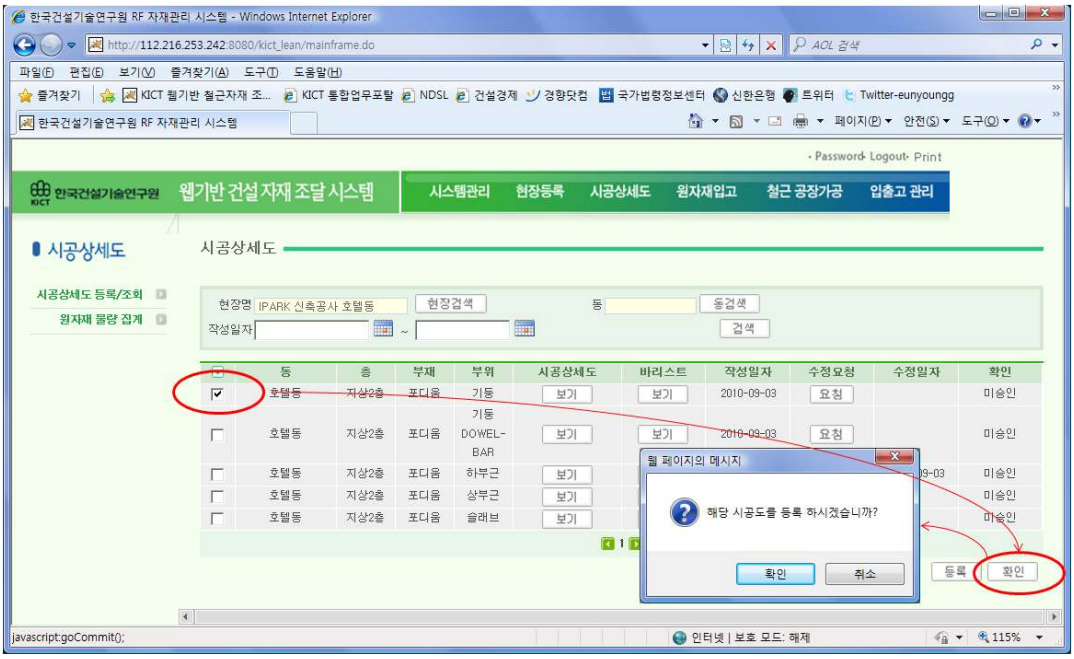


[그림 3-042] 바리스트 업로드 양식

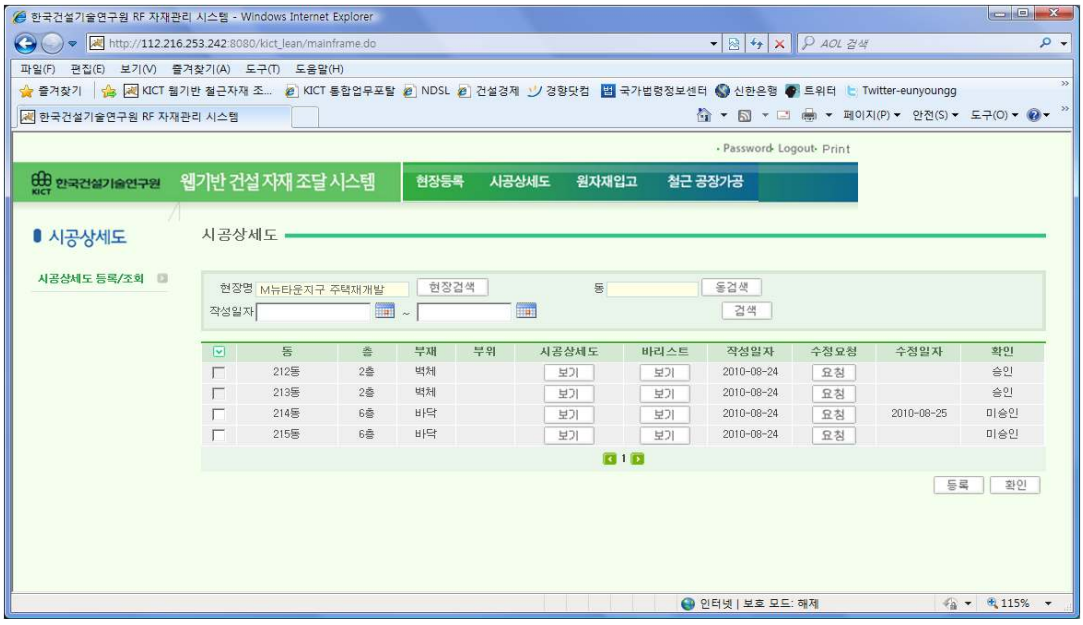
◦ 현장 담당자는 시공상세도 등록/조회 화면에서 동별, 층별, 부재별 시공상세도를 조회하고 검토하여 필요한 경우 수정요청을 할 수 있으며, 검토가 완료되면 승인한다. 승인된 시공상세도와 바리스트 정보는 시스템을 통해 공급망의 담당자들이 공유할 수 있도록 함으로써 협업 기반을 제공한다.



[그림 3-043] 시공상세도 및 바리스트 조회, 수정요청 화면(현장)



[그림 3-044] 현장-시공상세도 승인 화면(현장)



[그림 3-045] 시공상세도 및 바리스트 조회화면(가공공장)

(다) 원자재 입고

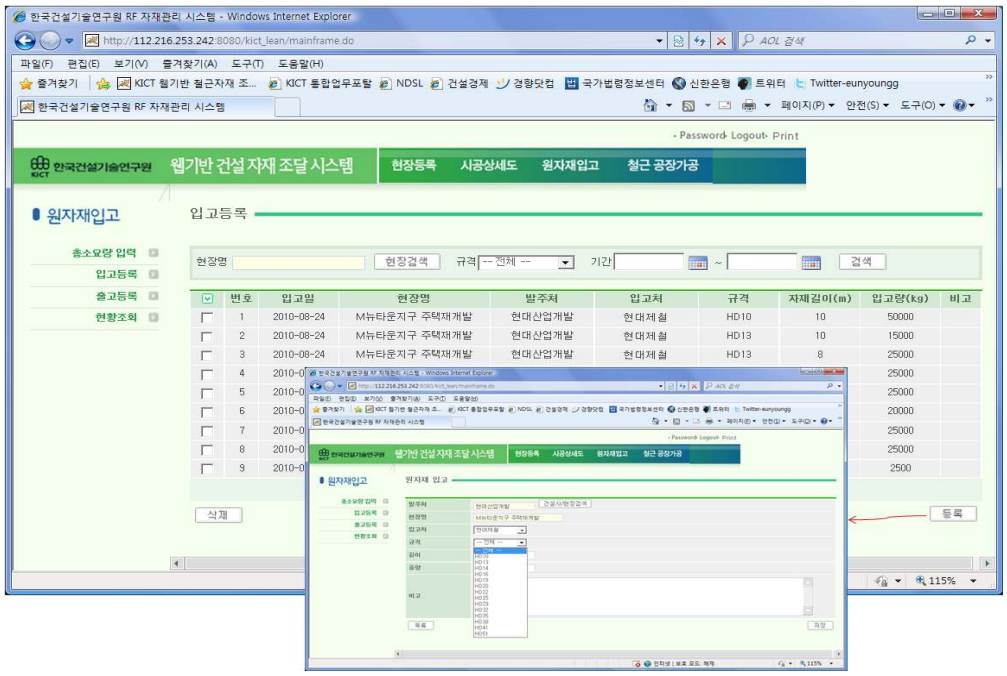
◦ 원자재 입고 메뉴는 가공공장이 각 현장 단위로 철근의 규격별 총소요량을 입력한 후 가공공장으로 입고되어 현장으로 출고되는 원자재의 현황을 관리할 수 있는 기능을 제공한다.

◦ 가공공장에서는 현장 단위로 계약된 자재의 규격별 총소요량을 엑셀 양식을 다운로드 받아 작성하여 입력한다.

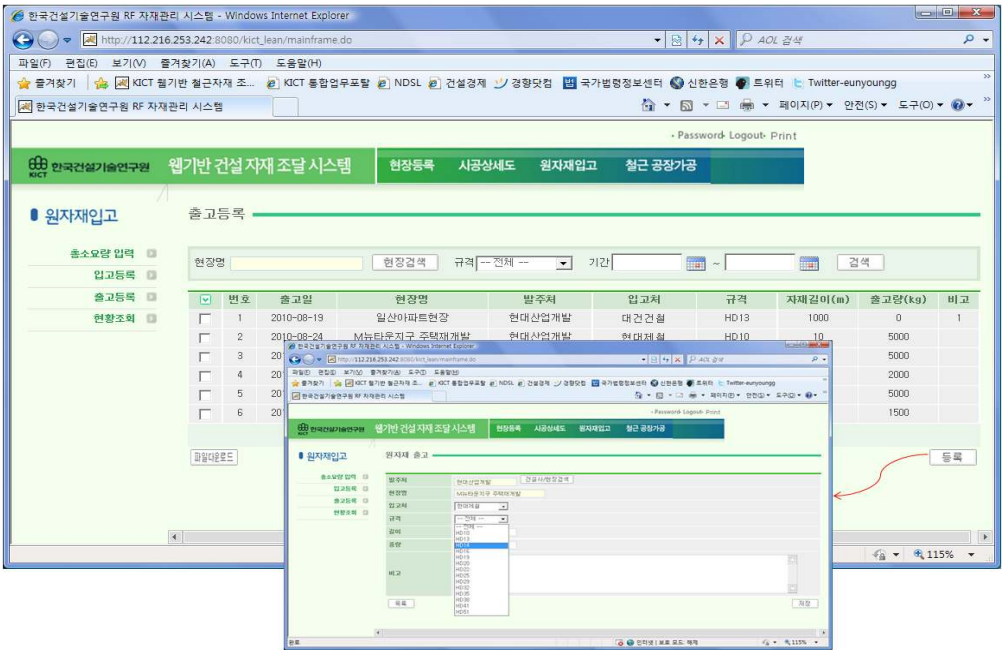


[그림 3-046] 원자재 총소요량 입력(가공공장)

◦ 가공공장에서는 다음 그림과 같이 원자재의 입고량과 출고량을 입력한다.

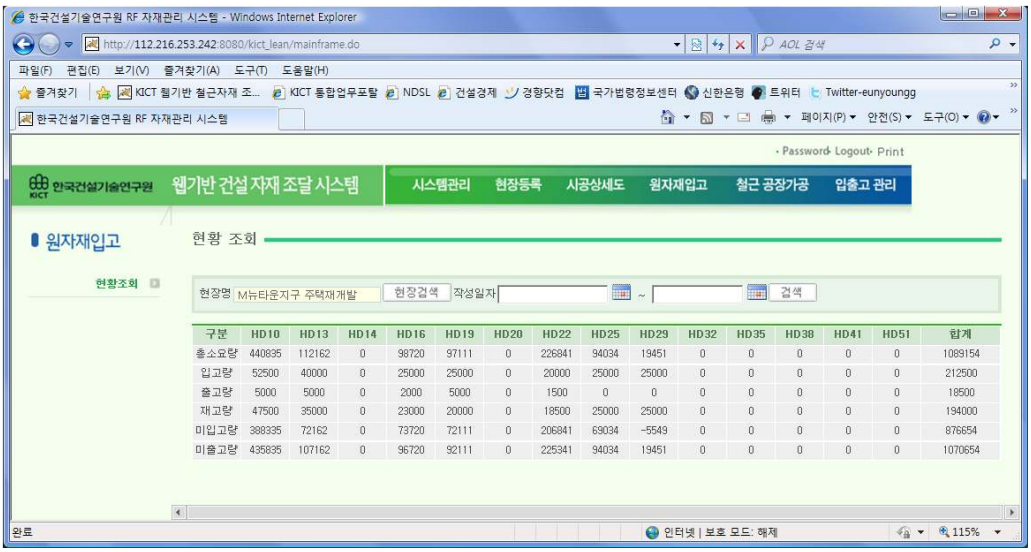


[그림 3-047] 원자재 입고량 입력 화면(가공공장)



[그림 3-048] 원자재 출고량 입력(가공공장)

◦ 가공공장에서 관리하는 원자재의 현황 정보는 현장에서도 동시에 조회가 가능하여, 원자재의 구매관리를 위해 재고량을 신속하게 파악할 수 있도록 지원한다.

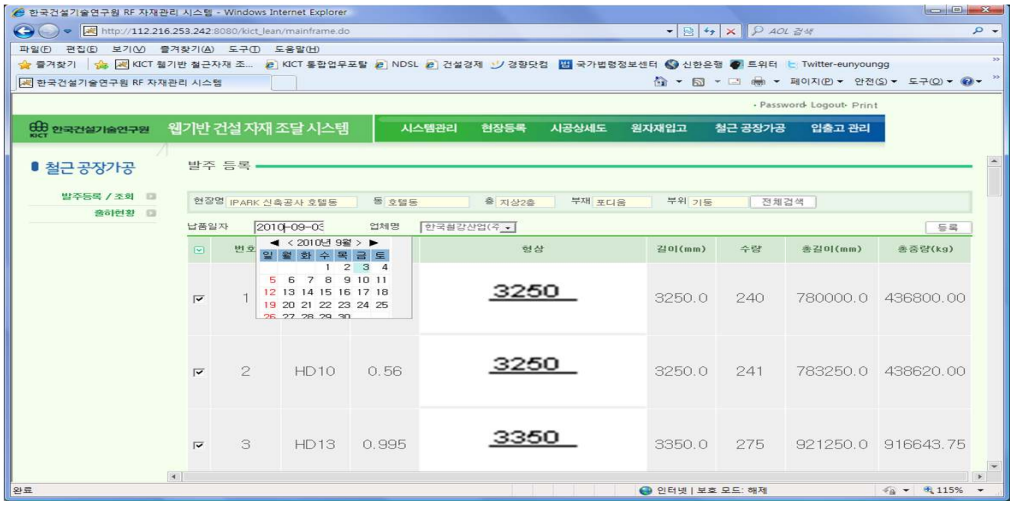


[그림 3-049] 원자재 현황(입/출고/재고량/미입고량) 조회 화면(현장/가공공장)

(라) 철근가공공장

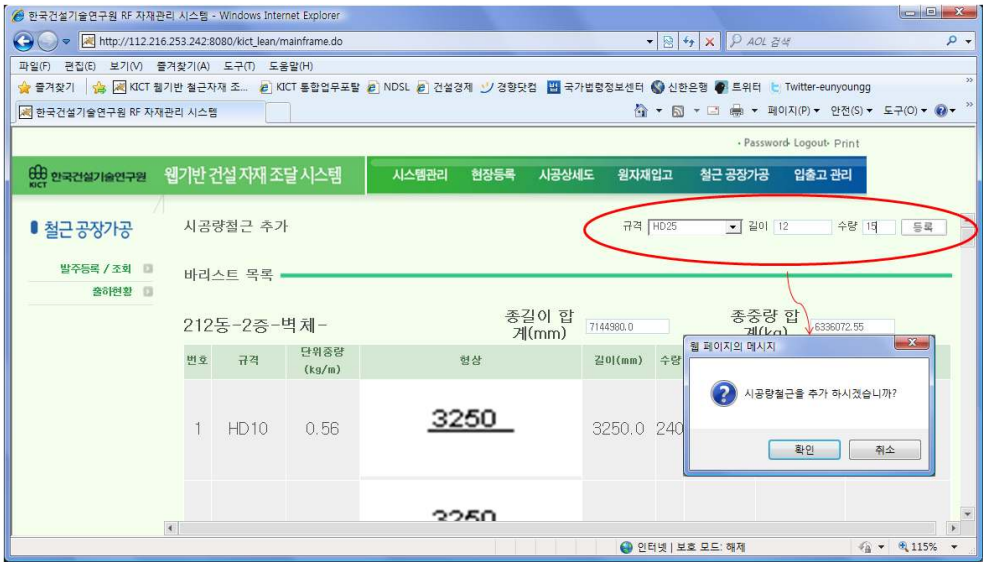
◦ 발주 등록/조회 메뉴는 현장 담당자가 승인된 시공상세도에 연계된 바리스트를 검색하여 '동-층-부재' 단위로 필요한 부재를 가공공장에 주문하는 기능과, 가공공장에서 실시간으로 현장으로부터의 주문 현황을 조회할 수 있는 기능을 제공한다. 즉 현장관리자는 바리스트를 보고 필요한 부재를 선택하여 납품기한을 입력하여 작업지시서를 발급하면, 가공공장에 주문서(작업지시서)가 발행된다.

◦ 먼저 발주 등록/조회 메뉴의 하단에 있는 발주 등록 버튼을 클릭하면 다음 그림과 같이 가공업체와 납품일자를 지정하여 가공철근을 주문하는 기능을 제공한다.



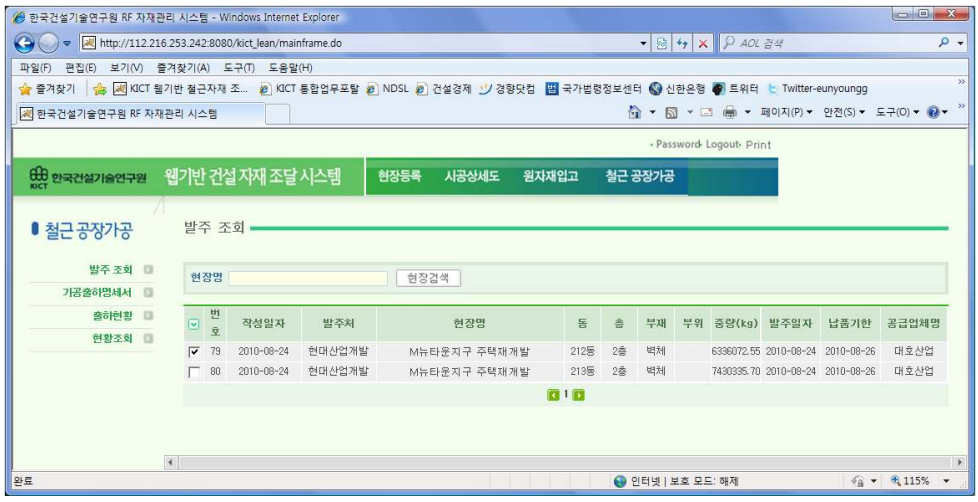
[그림 3-050] 가공공장 발주 등록 화면(현장)

◦ 이때 현장의 시공성을 고려하여 시공량철근을 추가로 주문할 수 있도록 추가 등록하는 기능을 제공한다.



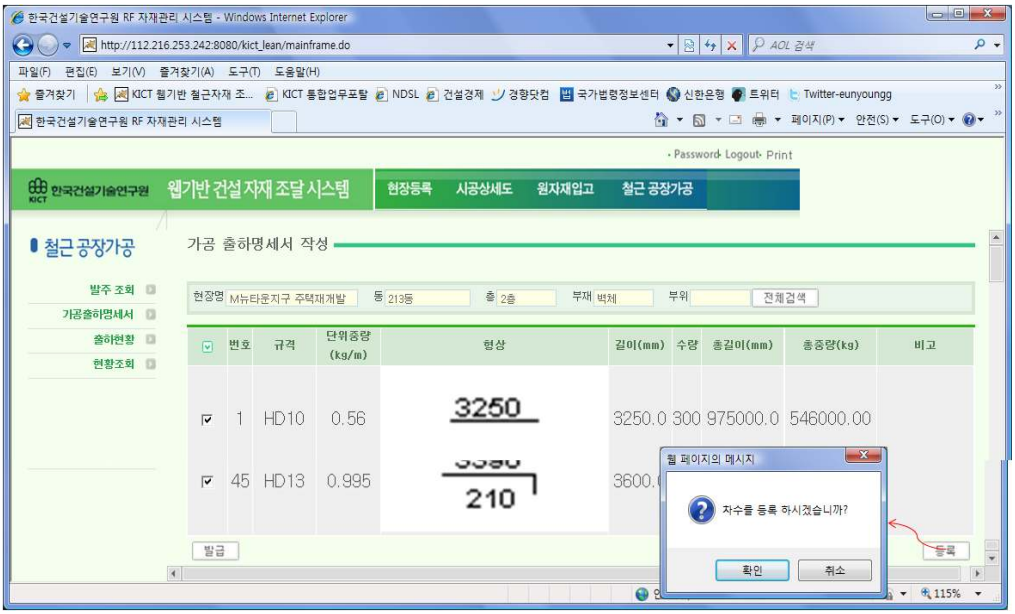
[그림 3-051] 가공공장 발주시 시공량철근 추가주문 화면(현장)

◦ 현장에서 발주가 이루어지면 가공공장에서는 발주 조회 화면에서 주문 내용을 확인할 수 있다.



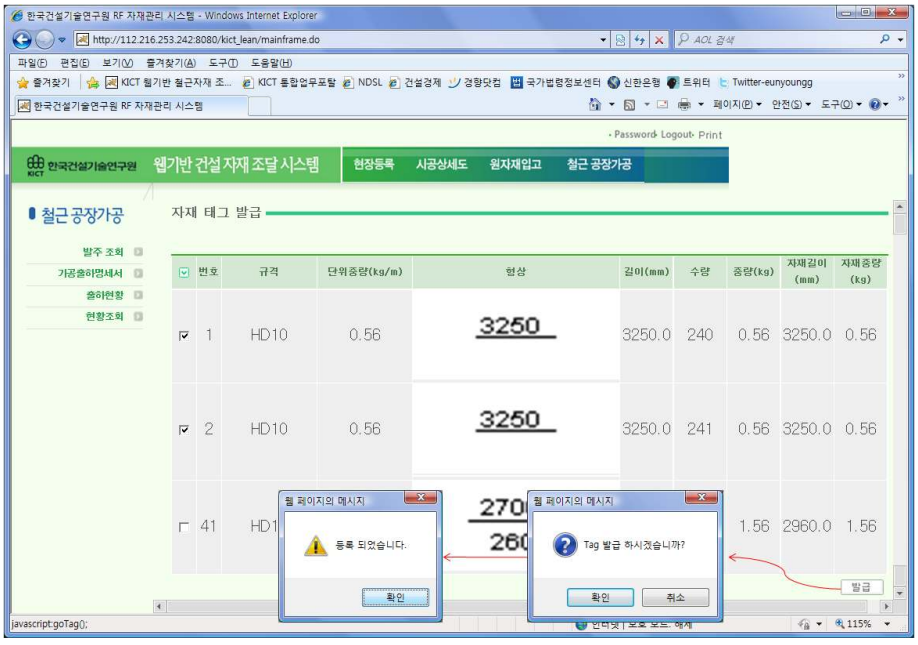
[그림 3-052] 발주 등록/조회 화면(현장/가공공장)

◦ 가공공장에서는 현장의 주문내용과 납품기한을 검토하여 가공출하명세서를 작성한다. 가공출하명세서가 발급될 때 현장 단위로 순차적인 '(납품) 차수'가 자동으로 부여된다.



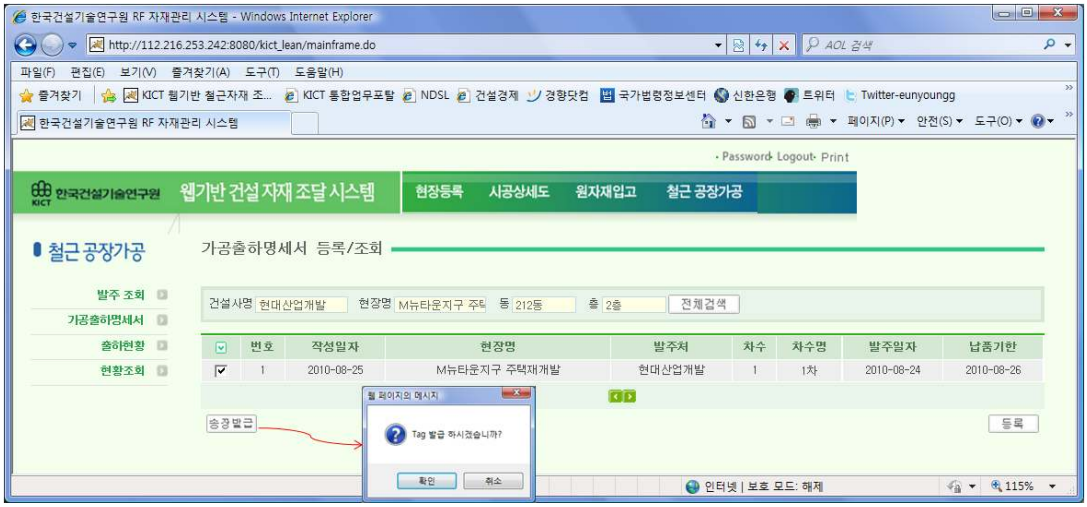
[그림 3-053] 가공공장의 가공출하명세서 작성 화면

◦ 가공공장에서는 가공출하명세서의 차수를 클릭하여 부재 태그(꼬리표)를 출력하고 생산라인에서 가공이 완료된 부재에 태그를 부착한다. 이때 부재 태그는 가공공장의 여건에 따라 RFID 태그와 바코드 태그를 모두 또는 선택하여 사용할 수 있다.



[그림 3-054] 가공공장의 부재태그 발급 화면

◦ 가공공장에서는 가공이 완료된 차수에 대하여 송장을 발급하며 이때 RFID 송장 태그도 함께 출력한다. 송장에 첨부되는 납품확인서는 가공출하명세서를 엑셀파일로 다운로드하여 작성할 수 있다.

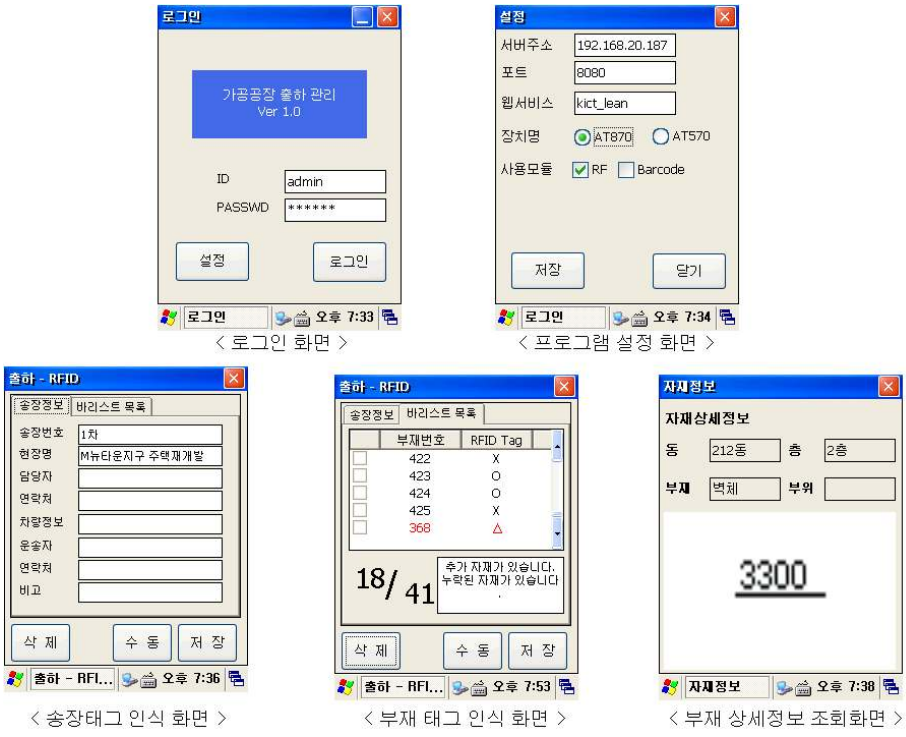


[그림 3-055] 가공공장의 송장 발급 화면

(마) 가공공장 출하관리

◦ 가공공장에서 현장으로 출하할 부재를 운반트럭에 적재하기 전에 PDA리더(핸드헬드형 RFID 리더)를 이용하며, RFID 송장 태그와 RFID 부재 태그를 상호 조회하여 송장에 포함된 부재 찾기 기능을 통해 상차 시간을 단축할 수 있고, 운반 오류를 예방할 수 있다.

◦ 가공공장에서 출하하기 전에 RFID 송장 태그를 인식하고 운반D 트럭 주위를 한바퀴 돌면서 PDA로 상차된 부재 태그를 인식하면, 4번째의 PDA 화면과 같이 총인식된 부재수는 송장의 41개 부재중 18개가 인식되었고, 붉은 색으로 표시된 부재는 잘못 상차된 부재(368)임을, 누락된 부재는 X로 표시된 부재(422, 425)임을 표시한다. 누락된 부재나 잘못 상차된 부재의 정보를 클릭하면 어떤 부재인지 확인할 수 있다.



〈 로그인 화면 〉 〈 프로그램 설정 화면 〉

〈 송장태그 인식 화면 〉 〈 부재 태그 인식 화면 〉 〈 부재 상세정보 조회화면 〉

[그림 3-056] 가공공장의 출하관리 메뉴 화면(PDA)

(바) 현장의 철근 입/출고 관리

◦ 가공공장에서 출하된 철근의 입출고관리는 가공공장의 출하와 같은 프로세스로 진행된다. PDA로 송장과 부재 태그를 인식하여 총 반입물량을 확인한다.

◦ 자재설치를 위하여 반입된 자재를 타워크레인이나 호이스트를 통해 양중·운반시, 이동형 RFID 단말기를 통하여 부재별 묶음에 부착된 부재태그를 읽어들이면 부재의 위치 정보(공구/동/층/존)를 나타내주어 쉽게 작업위치를 찾을 수 있도록 지원해주며, 이때 읽어들인 부재 정보는 현장 출고물량으로 집계된다.



[그림 3-057] 현장 출고 관리 화면(PDA)

(사) 자재조달 현황 관리

◦ 자재조달 현황을 실시간으로 조회할 수 있어, 수급계획의 수정 및 진도 분석의 데이터로 활용할 수 있다

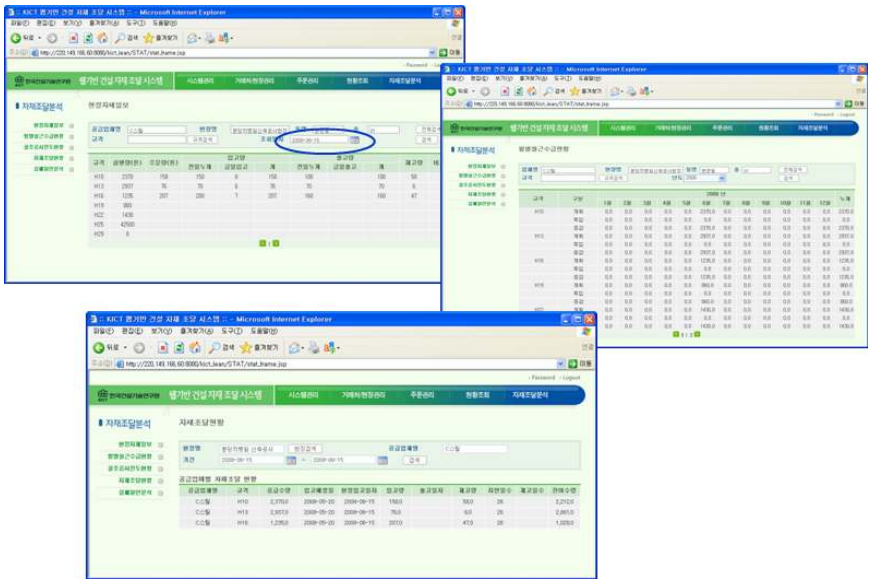
◦ 철근자재의 조달 현황은 다음과 같이 표시됨

시공상세도 조회→시공상세도도 및 바리스트 확정→자재주문(작업지시서 발급)→가공시작(부재태그발급)→출하(송장태그 발급)→현장 입고(송장/부재태그 태깅)→현장 출고(불출, 재고현황)→설치완료(회수된 부재태그 태깅)



[그림 3-058] 자재조달 현황 조회

◦ 자재조달 진도점검을 위하여 철근자재의 실행 대비 입고 내역과, 월별 계획 대비 투입 물량, 실투입물량의 증감 현황을 조회할 수 있음. 현장 게이트에 설치된 리더기 및 이동형 RFID 단말기를 통하여 읽어진 태그정보는 자재의 이동내역(출하/입고/출고/설치) 뿐 아니라 계획물량 대비 주문물량, 반입물량, 재고물량을 자동으로 집계하여 제공



[그림 3-059] 철근 실행대비 입고내역

(아) 공급망 성과측정 및 실패원인 분석

◦ 공급망의 자재조달 성과를 분석하여 자재수급계획의 변경 및 자재공급업체의 평가 등에 활용할 수 있도록, 성과측정은 다음의 항목에 대하여 자동 계산한 값을 제공할 계획임

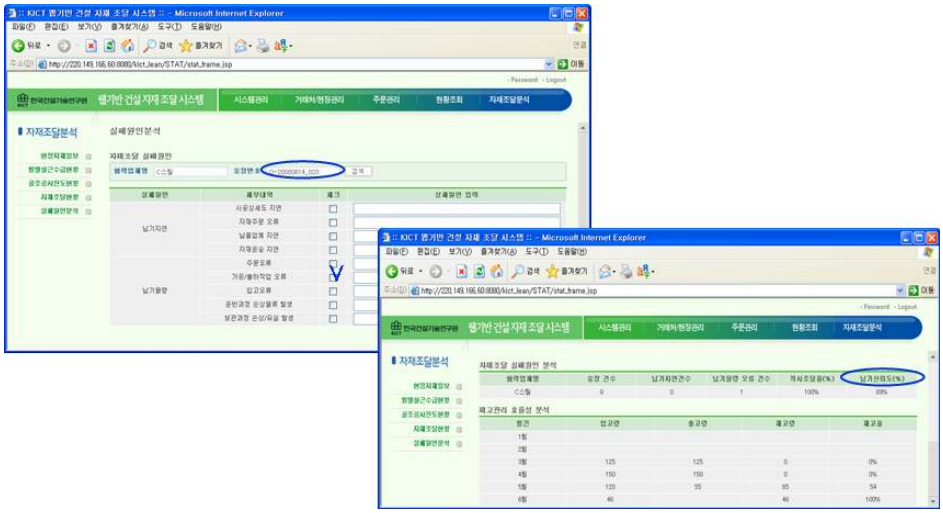
· 자재조달 리드타임

· 자재별/납품업체별 입고 완료율 : (B-C-D)/A

· 납품업체별 납기인도율 : E/A

※ A: 총 주문량, B: 총 반입량, C: 송장 오류 수량, D: 손상된 수량, E: 납기내 반입량

◦ 해당 작업 이전까지 자재조달의 실패원인을 분석하여 향후 자재수급계획의 수립시 참고할 수 있도록 지식으로 제공코자 실패원인을 입력하도록 하였음



[그림 3-060] 자재조달의 신뢰성 분석 및 실패원인 규명

다. 시스템 현장 적용 및 검증

(가) RFID 기술 적용 시나리오 검토

(1) 시나리오 A

RFID 기술 적용 시나리오 A는 가공철근 운반 트럭이 현장 게이트를 통과할 때 게이트에 설치된 RFID 안테나 및 리더를 통하여 트럭에 부착된 송장 태그와 가공철근 부재에 부착된 부재 태그 정보를 읽어서 자재의 입고 및 출고, 재고 정보를 자동인식하여 처리하는 프로세스

(2) 시나리오 B

RFID 기술 적용 시나리오 B는 가공철근 운반 트럭이 현장에 들어오면 이동형 RFID 리더(Handheld형 PDA)를 들고 트럭 주변을 돌면서 부재 태그 정보를 읽어서 자재의 입고 및 출고, 재고 정보를 자동인식하여 처리하는 프로세스

(3) RFID 기술 적용 시나리오 검토를 위한 실험계획

골조공사에 사용되는 가공철근 자재에 RFID 시스템을 적용함에 있어서 최적의 시나리오 및 RFID 하드웨어 구성을 도출하기 위하여 3가지 실험을 계획하였다. 먼저 RFID 인식능력 실험을 통하여 철근 자재에 다양한 RFID 태그와 RFID 안테나 및 리더를 테스트하였다.

실험 1에서는 금속 자재를 위해 개발된 Metal Tag와 일반 자재에 널리 사용되는 Label Tag, 그리고 Tag를 재활용할 수 있는 Active Tag와 일회성으로 사용하는 Passive Tag를 테스트하여 가공철근 자재에 적합한 RFID 태그를 검토하였고, 시나리오 A의 적용시 게이트에 설치할 RFID 안테나 및 리더의 최적 설치 조건을 검토하는 것으로 계획하였다.

실험 2에서는 실험 1의 결과를 토대로, 실제 공사현장 게이트에 RFID 안테나 및 리더를 설치하고 가공철근 운반 트럭에 송장 태그와 부재 태그를 부착하여 RFID Tag의 인식률을 테스트하는 것으로 계획하였다.

실험 3에서는 시나리오 B에 따라 가공공장과 현장에서 Handheld형 PDA를 들고 가공철근 운반 트럭에 상차된 부재에 부착된 태그의 인식률을 테스트하고, Handheld형 PDA를 이용하여 야적장에서 필요한 부재의 위치 찾기 기능을 테스트하는 것으로 계획하였다.

(나) RFID 기술 적용성 테스트

(1) 실험 1 : 시나리오 A를 위한 RFID 태그 및 안테나/리더의 인식능력 TEST

① 실험 목적

실험실 실험을 통하여 철근자재에 RFID 시스템의 도입 가능성을 검증하고 개선방향을 도출하였다. 본 실험은 기초적인 RFID 인식능력 실험을 실시하기 위한 것으로, RFID 안테나의 개수와 위치(안테나간의 거리 및 지면으로부터의 높이)와 태그 부착위치와 방향에 따른 RF 인식능력의 차이를 비교하고, RF와 금속(철근자재)

과의 관계성을 규명하여 시나리오 A의 개선방향을 도출하고자 하였다.

② 실험환경 및 내용

본 실험에서는 철근가공공장에서 1차 가공된 철근자재(후프근 및 스트럽근)을 대상으로 한 RFID 인식능력 실험으로, 실험장비는 다음 표와 같다.

<표 3-023> RFID 실험장비 사양

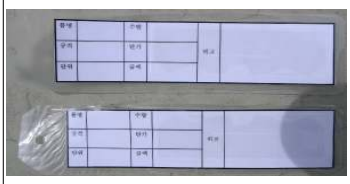
구 분	항 목	내 용
리더기 Alien社	주파수	UHF 902.75-927.25 MHz[Alien 9800 (Gen2)]
	전원 공급	AC/DC power converter; 45 Watts maximum (120 or 240 VAC)
	통신 포트	RS-232 (DB-9 F), LAN TCPI/IP (RJ-45)
	RFID 태그 통신 프로토콜	EPC C0,0+, C1, C1G2; Q1'06: ISO 18000-6c, UHF battery
	주파수 파워	30 dBm; 4 watts EIRP
	안테나 연결 포트	4 ports for 4 read points; multistatic topology; circular or linear polarization, 6 meter cables, reverse polarity TNC
안테나 Alien社	주파수	902-928 MHz(Model : ALR-9610-BC)
	3dB Beamwidth	E-plane: 65 degrees/H-plane: 65 degrees
태그 Alien社 Sontec社	주파수	UHF 915 MHz (902-928 MHz)
	저장 용량	96 bit user programmable - 128 bits total
	인식 수	Up to 200 tags per second (reader/antenna dependent)
	전원	RF Beam Powered (Passive)
	인식 범위	3~5 meters in free space.
	유형	ePC class 1 compliant(Label Tag, 10EA/ Metal Tag 8EA
철근	Hoop, Stirrup, 일반 철근 등 총 10묶음	

태그는 현재 유통 및 물류분야에서 일반적으로 적용하고 있는 UHF 900MHz 주파수 대역의 수동형 태그(Passive Tag)를 사용하였는데, Alien社 라벨(Label) 태그 10개와 Sontec社 메탈(Metal) 태그 8개를 사용하였다. RFID 리더 및 안테나는 EPC-Class 1(Gen2)에 해당하는 Alien社의 제품을 사용하였는데, 이는 리더와 제조업체가 다른 태그를 인식하기 위해서는 EPC-Class 1에 해당하는 리더를 사용해야 하기 때문이다.

(참고로 1990년대 후반부터 ISO/IEC와 EPCglobal 두 기관에서 지속적으로 RFID 기술에 대한 표준화에 주력하여 왔다. 그 결과 과거에는 제조사가 같은 RFID 기기

(Tag와 Reader) 간에 통신이 가능하였으나, EPC-Class 1의 프로토콜을 통합한 새로운 기술규격을 따른 RFID 기기는 제조업체에 상관없이 태그와 리더간에 교신이 가능해졌다.)

그리고 철근 자재에 적합한 안테나를 판별하기 위하여 본 실험에서는 Circular(이하 'C'라 함) 및 Linear(이하 'L'이라 함) 안테나 두 종류를 사용하였다.

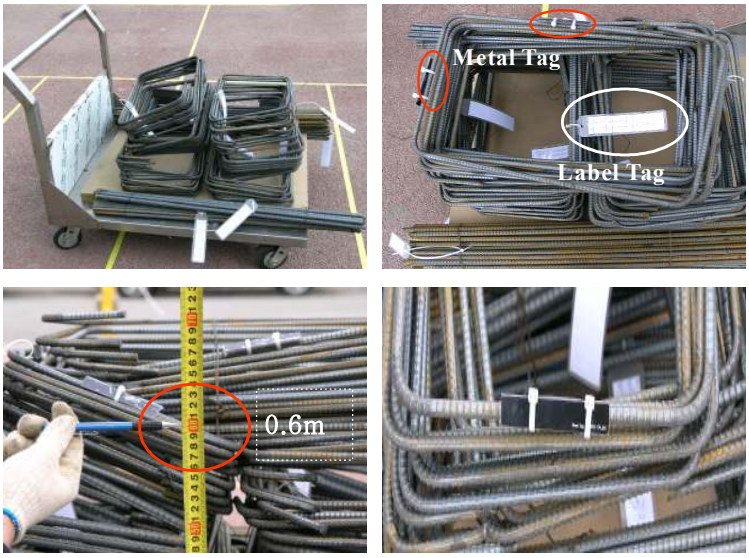
<table>
<tr><td>리더기</td><td>  </td><td>안테나</td><td>  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">라벨태그</td><td>비닐코팅 전</td><td></td><td>비닐코팅 후</td></tr>
<tr><td>  </td><td>라벨태그</td><td>  </td></tr>
<tr><td>메탈태그</td><td>  </td><td>가공철근</td><td>  </td></tr>
</table>

[그림 3-061] RFID 인식능력 주요 실험기기

본 실험에서 사용된 RFID 실험기기는 위의 그림과 같다. 메탈 태그는 철근 다발에 직접 바인더로 고정하였으며, 라벨 태그는 철근 상차시 태그손상을 방지하기 위하여 비닐코팅을 하고 고리로 연결하여 철근 다발에 부착하였다. 태그의 부착위치는 가장 열악한 조건 하에서 전파 인식정도를 파악하기 위해 철근 다발의 내부에 집중적으로 배치하였다.

③ RFID 인식능력 실험 방법

실험방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 우선, 단일(1개) 안테나에 대한 전파(RF) 인식 능력 및 범위를 파악하기 위한 기초실험과 안테나 개수 증가, 높이 및 배치를 변화시킨 응용실험으로 구분하였다.



[그림 3-062] 가공철근 상차 및 태그 부착 전경

○ 기초실험

본 실험은 C 및 L 각각 안테나 1개에 대하여 철근자재에 대한 태그 인식정도를 파악하는 실험이다. 안테나의 높이는 0.6m와 1.0m 두 가지로 구분하여 실시하였으며, 아래 그림과 같이 안테나로부터 3m 이격거리에서 정면으로 1m씩 전진하면서 태그 인식현황을 파악하였다.

실험의 주요 관점은 RFID 제품 매뉴얼에 제시된 태그의 인식거리(약 3~5m)를 확인하고 금속(철근자재)과 전파(RF)와의 상관관계를 파악하는데 의의를 두었다. 또한, 철근자재에 적합한 태그 유형(라벨·메탈 태그)을 파악하는데 있다.

기초실험 결과는 C와 L 안테나 유형별로 제시하고 지면에서의 안테나 높이를 0.6m와 1.0m로 각각 구분하여 실시하였다.

<표 3-024> 안테나 높이 1m에서 태그 인식률

구 분	Circular Antenna		Linear Antenna	
	Label Tag(10개)	Metal Tag(2개)	Label Tag(10개)	Metal Tag(2개)
3.0m	-	-	-	-
2.0m	-	-	-	-
1.0m	1개	-	-	1개
평균	10.0%	0.0%	0.0%	50.0%

<표 3-025> 안테나 높이 0.6m에서 태그 인식률

구 분	Circular Antenna		Linear Antenna	
	Label Tag(10개)	Metal Tag(2개)	Label Tag(10개)	Metal Tag(2개)
3.0m	4개	-	-	-
2.0m	2개	-	-	-
1.0m	2개	4개	1개	-
평균	80.0%	30.0%	10.0%	0.0%

기초실험에서 안테나 1개 설치시 태그 인식률이 높은 안테나는 Circular이며, 안테나 높이는 자재의 상차 높이에 맞추어 배치해야 함을 알 수 있었다.

○ 응용실험

본 실험은 기초실험 결과를 이용하여 C 안테나 개수를 2개부터 4개에 걸쳐 태그 인식 정도를 파악하고 최적의 안테나 개수 및 배치를 도출하는데 있다. 안테나는 2개 안테나의 횡·열방향 배치와 3개 안테나의 삼각형 배치 및 4개 안테나 사각형 배치로 나누어 실험계획을 실시하였다. 기초실험과 달리 메탈 태그 6개를 추가하여 총 18개의 라벨 및 메탈 태그를 사용하였으며, 안테나로부터 3m 떨어진 지점에서 출발하여 태그의 인식현황을 파악하였다.

▪ 2개 안테나 횡방향 배치

안테나 높이 1m에서 실시한 결과는, 안테나 개수를 2개로 증가시킨 것과 무관하게 기초실험과 유사하게 인식률이 낮은 것으로 나타났다. 따라서 안테나(Circular)의 높이 기준을 철근 상차 높이에 맞추어 약 0.6m로 고정하였으며, 안테나 간의 이격거리는 3.0m와 5.0m로 구분하여 실시하였다. 이후 실험에 대해서도 동일하게 적용하였다.

<표 3-026> 안테나 높이 1.0m에서 태그 인식률

구 분	Circular Antenna	
	Label Tag(10개)	Metal Tag(8개)
태그인식 수	6	3
평 균	60.0%	37.5%

<표 3-027> 안테나 높이 0.6m에서 태그 인식률(안테나 간격 3.0m)

구 분	Circular Antenna	
	Label Tag(10개)	Metal Tag(8개)
태그인식 수	10	-
평 균	100.0%	0.0%

<표 3-028> 안테나 높이 0.6m에서 태그 인식률(안테나 간격 5.0m)

구 분	Circular Antenna	
	Label Tag(10개)	Metal Tag(8개)
태그인식 수	10	-
평 균	100.0%	0.0%

실험결과를 보면, 철근 자재에 RFID 시스템을 적용할 경우에는 라벨 태그가 적합한 것으로 나타났으며, 태그 부착 위치 및 안테나 방향과 무관하게 라벨 태그의 인식률이 양호하게 나타났다.

④ 소결

본 실험의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 태그 종류는 Label 태그가 Metal 태그보다 양호한 것으로 나타났으나, 이론상으로 보면 Metal 태그를 철근에 부착시키면 철근이 안테나 역할을 해서 송수신 기능이 양호하다고 하나, 본 실험에서는 그 결과를 얻지 못하여 향후 Metal 태그에 대한 추가실험이 필요하다.

둘째, 태그 패킹의 경우, 본 실험에서는 태그를 비닐로 패킹하고 바인딩을 이용하여 철근에 부착하였으나, 태그의 손상을 방지하고 자재에서 태그의 이탈을 예방할

수 있는 태그의 추가 설계검토가 요구된다.

셋째, 안테나 종류의 경우, 철근자재에는 Circular 안테나가 Linear 안테나 보다 적합한 것으로 나타났다.

넷째, 안테나 높이는 자재의 상차 높이에 맞추어 설치해야 한다는 것을 알았다. 단, 상차 높이가 높으면 안테나 2개를 수직으로 설치하되, 수직배치에 대한 2개 안테나의 적정 이격거리에 대해서는 추후 검토가 필요하다.

다섯째, 안테나 배치 및 개수는 1개 안테나가 한 방향으로 3~5m를 포괄하기 때문에, 횡방향 2개(좌우대칭, 이격거리 5m) 배치가 적정하다. 단, 자재의 상차규모가 크다면 안테나의 적정개수는 추후실험에서 확인이 필요하다.

본 실험에서는 기존의 RFID 시스템의 적용가능성을 금속자재까지 확대한 것에 의의를 둘 수 있으며, 어느 정도 실현 가능성을 확인하였다. 향후 실제 현장에서 자재조달 프로세스에 RFID 시스템을 접목하여 실질적인 적용가능성을 높일 수 있는 방안 마련이 요구된다.

(2) 실험 2 : 시나리오 A를 위한 건설현장에서의 RFID 인식능력 TEST

① Test 개요

• 실험 목적

가공철근 자재의 현장 반입시 RFID 인식능력을 TEST하여 현장 적용성을 검증하고 개선방향을 도출하고자 하였다.

• 대상 자재

실험 자재는 아파트건축현장에 납품하기 위해 철근가공공장에서 1차 가공한 철근을 사용하였으며, 실제 현장 조건과 동일하게 25톤 트럭 1차 분량(장철근 5다발, 후프근 5다발, 기타 7다발)을 그대로 사용하였다.

• 실험 조건

기초공사가 진행중인 재건축 아파트 현장의 부게이트에서 실험을 실시하였으며, 게이트 전후 10m 지점에서 트럭의 이동속도는 현장의 실제 진출입 속도인 10㎞/h를 적용하였다.

• RFID 실험사양

실험 1과 2의 주요 실험장비는 다음과 같다.

<표 3-029> RFID 인식능력 주요 실험기기

구분	규격	사진
RFID Reader	• 주파수 : 910MHz ~ 915MHz • 호핑 채널 : 50 • 네트워크 인터페이스 : RS-232 (DB-9 F), TCPI/IP (RJ-45) • 크기 및 중량 : 22.9x28x5.6cm, 1.8 kg • Channel Spacing : 500 KHz • Channel Dwell Time : < 0.4 Seconds • RF Receiver : 2 Channels • Power Consumption : 45 Watts(120VAC at 600mA) • Inputs/Outputs 2 or 4 coax antenna, 4/8 optically isolated, comport, LAN, power	
RFID Antenna	• Circular Antenna, Linear Antenna • 크기 및 중량 : 22x27x4(cm), 0.57(kg) • 전력: 1 Watt • 케이블 길이 : 6m	
RFID Label Tag	• 주파수 대역 : 910Mhz ~ 914Mhz • Air Interface : EPC Class1 Gen2 • 사용자 메모리 : 96bit 이상 • 동작온도 : -20C ~ 50C 이상 • Lock, Kill 기능 제공 • 부착 : 철근 부착 부재물 포함	
Active RFID Reader (리더, 안테나 일체형)	• 주파수 대역 : 433MHz • 인식거리 : 50m • Network Interface : RS232 or RS485 • I/O : 2 Isolated Output,1 Isolated Input, 1 SPDT Dry Contact Output, 1 LED Output, 1 EXT • 작동 습도 : 90% non-condensing • 전용 제어 소프트웨어 포함	
Active RFID Tag	• 주파수대역 : 433MHz(원거리 인식) • 인식 거리 : 50m(433Mhz) • 사용자 메모리 : 2048 bytes • 작동 습도 : 90% Non-condensing	

② 실험방법

• 가공철근의 Packing size

가공철근은 패킹하는 사이즈에 대한 기준은 없으나 너무 작은 단위로 패킹할 경우 현장에서 하차하는 데 시간이 많이 소요되므로 트럭 1차에 20개 내외가 적재될 수 있도록 패킹하는 것으로 조사되었다. 그러나 현장에서 특별히 요청하는 것과 같이 특수한 경우, 트럭 1대에 약 100여종에 가까운 부재를 적재하는 경우도 있는 것으로 파악되었다. 장철근은 양중시 하중을 위해 2ton 이하로 패킹하고, 후프근은 구역(zone)별·부위별로 묶어어주며 양중을 고려하여 대략 1ton 이내로 패킹하는 것

이 일반적인 것으로 조사되었다.

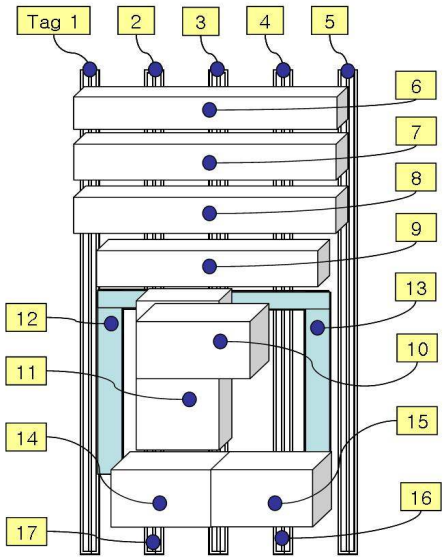
• 가공철근의 상차 방법

철근가공공장을 대상으로 조사한 결과, 트럭에 상차하는 방법은 하단에 장철근을 적재하고 상단의 트럭 앞쪽에서 부터 뒷쪽으로 후프근 다발이 큰 것 부터 작은 것을 배치하는 것이 일반적이었다. 이때 후프근은 가공된 형상에 변화가 발생하지 않도록 겹쳐 쌓지 않아야 하며, 소량의 부재는 트럭 위 빈공간에 적재하는 것으로 조사되었다.

<가공철근 상차(25톤 트럭) 전경>



<가공철근의 Tag 부착 위치>



<철근 Packing size (가로×세로×높이)> 단위 : cm

1~5 : 810	6 : 60×130×70	7 : 93×120×90	8 : 96×130×60	9 : 70×90×70
10, 14, 15 : 80×90×50	11 : 190×55×30	12~13 : 250×70×15		16~17 : 810

[그림 3-063] 가공철근의 상차 및 태그 부착 배치도

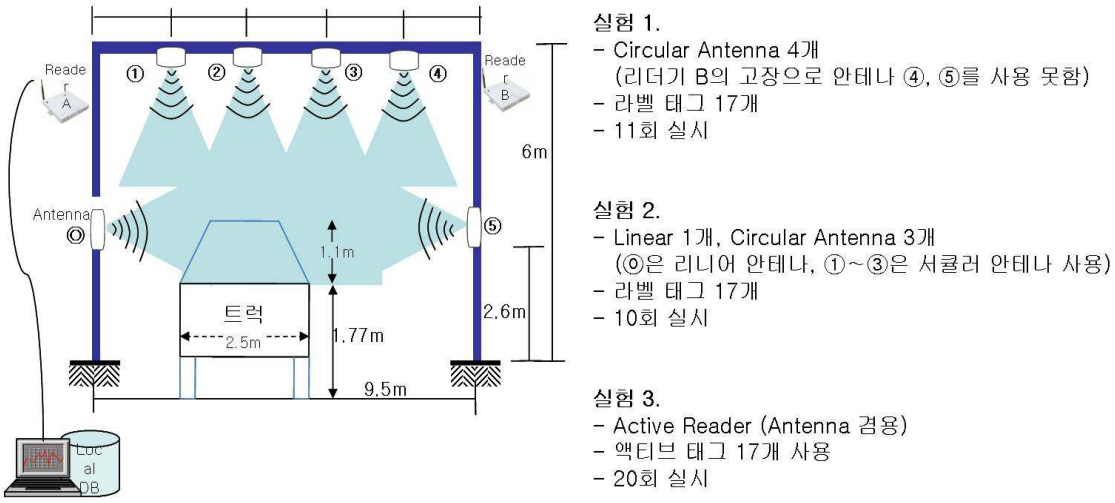
• 태그 부착위치 및 부착방법

라벨 태그(Passive) 및 Active 태그를 각각 17개씩 사용하였으며, 위의 그림에서 보는 바와 같이 트럭에 상차된 가공철근에 부착하여 실험하였다. 태그의 부착 위치 및 방향은 트럭의 하단에 적재된 장철근의 전·후방과 장철근 위에 적재된 후프근 다발에 랜덤하게 부착하였으며, 14번과 15번 태그의 경우는 후프근 다발 안쪽 깊숙이 부착하여 철근 인식능력을 실험하였다. 본 실험에서는 실험의 편의성을 고려하여 액티브와 라벨 태그를 같은 위치에 부착하였으며, 철선으로 고정하였다.

• 안테나 및 리더기 설치

본격적인 실험에 앞서 게이트 내부에서 라벨 태그를 가지고 인식범위를 검토한 결과, 지면으로부터 1.7m 이상의 높이에서 태그가 인식되는 범위로 확인되었다. 아래 그림에서 보는 바와 같이, 트럭의 높이가 지면으로부터 1.77m이므로 게이트 하단의 안테나 위치는 2m 이상이 적합한 것으로 판단되었으며, 본 실험에서는 현장 게이트 구조상 안테나 부착의 편의성을 고려하여 ⓞ번과 ⑤번 안테나의 위치를 2.6m로 정하였다.

한편, 액티브 리더기(리더·안테나 일체형)는 지면으로부터 1m 높이에 설치하여 실험하였다.



[그림 3-064] RFID 현장 인식능력 실험 방법

• 상세 실험방법

실험은 상기 그림과 같이 3가지 유형으로 실시하였다. 실험 1과 2는 라벨 태그(Passive)에 대한 인식능력 실험으로, 실험 1에서는 모두 서큘러 안테나를 실험2에서는 리니어 1대와 서큘러 안테나 3대를 조합하여 실험하였다.

실험 3은 액티브 태그에 대한 실험으로, 안테나 겸용의 리더기에 대하여 실험하였다. 이때 액티브 리더는 매 실험 횟수마다 1번씩 태그를 읽는 명령을 내려서 태그 값을 읽도록 하였다.

③ Test 결과

서큘러 안테나 4대와 라벨 태그(Passive) 17개를 이용한 실험 1에서는 11회 반복

테스트의 평균 인식률이 43.3%로 낮게 나타났다.

실험1에서 인식률이 0으로 나온 태그는 1~3번, 7번, 11~12, 14번으로, 태그 14번은 비교적 하부에 숨겨져서 인식이 안된 것으로 파악된다.

<표 3-030 > 실험1의 태그 인식률

No	Passive Tag ID	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차	소계	평균
1	8253												0	0.0
2	8251												0	0.0
3	8250												0	0.0
4	8104	0		0		0	0						4	36.4
5	8105	0	0	0		0	0	0			0	0	8	72.7
6	8106	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	10	90.9
7	8110												0	0.0
8	8115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	100.0
9	8117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	100.0
10	8515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	100.0
11	8118												0	0.0
12	8514												0	0.0
13	8516	0			0	0	0	0	0	0	0	0	9	81.8
14	8093												0	0.0
15	8090	0			0	0	0	0	0	0	0		8	72.7
16	8091					0	0	0			0	0	5	45.5
17	8095		0	0	0		0						4	36.4
소계		8	6	6	7	9	10	8	6	6	8	7	81	
평균		47.1	35.3	35.3	41.2	52.9	58.8	47.1	35.3	35.3	47.1	41.2	43.3	

※ 태그의 ID 코드는 24자리(예 : A5A5 0000 0000 6101 6528 8253)이나 편의상 끝의 4자리로 표현

서큘러 안테나 3대와 리니어 안테나 1대, 라벨 태그(Passive) 17개를 이용한 실험2에서는 10회 반복 테스트의 평균 인식률이 60.6%로 나타났다. 실험2에서는 4개의 태그(1~3번, 7번)가 인식률이 0으로 나왔다.

<표 3-031> 실험2의 태그 인식률

No	Passive Tag ID	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	소계	평균
1	8253											0	0.0
2	8251											0	0.0
3	8250											0	0.0
4	8104		0			0						2	20.0
5	8105	0		0	0		0	0		0	0	7	70.0
6	8106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
7	8110											0	0.0
8	8115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
9	8117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
10	8515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
11	8118	0		0	0	0	0	0	0		0	8	80.0
12	8514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
13	8516	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
14	8093						0	0			0	3	30.0
15	8090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
16	8091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100.0
17	8095				0				0		0	3	30.0
소계		10	9	10	11	10	11	11	10	9	12	103	
평균		58.8	52.9	58.8	64.7	58.8	64.7	64.7	58.8	52.9	70.6	60.6	

액티브 리더·안테나 일체형과 액티브 태그 17개를 이용한 실험 3에서는 20회 반복 테스트의 평균 인식률이 94.7%로 나타났다.

실험3에서 비교적 인식률이 낮게 나온 태그는 2~3번, 7번, 14~16번이었다.

태그 2번, 3번, 7번은 3가지 실험 모두에서 인식률이 낮게 나왔다. 이중에서 태그 2,3의 인식률이 저조한 것은 태그의 부착위치에서 트럭 앞부분(운전석)으로 인한 전파 굴절의 가능성도 배제할 수 없다.

<표 3-032> 실험3의 태그 인식률

No	Active Tag ID	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	9차	10차	11차	12차	13차	14차	15차	16차	17차	18차	19차	20차	소계	평균
1	3023	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	95.0
2	4196		0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	90.0
3	4212	0	0		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	90.0
4	2820	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	95.0
5	5812	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	95.0
6	5835	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.0
7	2709		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	90.0
8	3080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.0
9	3089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.0
10	3124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.0
11	3120	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	95.0
12	3121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.0
13	3123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	100.0
14	3090	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	90.0
15	3105	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	90.0
16	3111		0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	85.0

17	3104	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	95.0	
소계		14	17	14	16	15	15	14	14	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	322		
평균		82.4	100.0	82.4	94.1	88.2	88.2	82.4	82.4	94.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	94.7		

※ 태그의 ID 코드는 24자리(예 : A5A5 0000 0000 6101 6528 8253)이나 편의상 끝의 4자리로 표현하였음

Seal ID	Events	Seal Short Status							Sessior	Rdr
QABA01053080	9	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053124	16	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053120	10	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053090	11	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
IJBA25165835	11	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
IABA49725812	16	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053123	17	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053121	13	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
ISBA01052820	55	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
IABA01064212	29	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053104	9	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053089	9	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053105	9	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1
QABA01053023	26	S\T	LBW	O\C	SS	WRC	Sleep	GE	1	1

[그림 3-065] 실험3의 1차 실험결과 캡쳐화면

(주) Seal ID : 태그의 값

Sear Short Status : 태그의 현재 상태 값

Sessior : 태그의 값을 읽도록 시도한 횟수

Rdr : 태그의 값을 읽은 횟수

④ 인식률 향상 방안

RFID의 특성상 리더기의 설정값 및 안테나의 각도, 전파간섭, 실험환경 등 여러 가지의 변수들이 존재하기 때문에 최상의 인식률을 얻기 위해서는 그만큼 많은 테스트와 시행착오를 필요로 한다. 이 실험의 결과, 라벨 태그의 인식률을 향상시키기 위한 다음의 5가지 방법이 제시되었다.

·· 안테나의 사용 갯수를 늘리는 방법

·· 안테나의 ⓞ~③에서 태그 값의 인식률이 높았으므로 안테나간의 거리를 좁히는 방법

·· 리더기 설정 값의 조절로 인식률을 높이는 방법. 즉 리더기의 안테나 전파세기 조절 및 태그를 읽어 처리하는 설정 값의 변화로 인식률을 향상시킬 수 있을 것

·· Linear 안테나와 Circular 안테나의 적절한 혼합으로 인식률을 높이는 방법

·· 안테나의 각도 조절을 통해서 최적의 상태를 찾아 인식률을 높이는 방법

액티브 태그(433MHz)의 경우 장비의 가격이 비싸다는 것이 사용을 어렵게 하는 이유이지만, 인식률 측면으로만 봤을 때는 거의 100%에 가깝다. 이번 실험에서는 태그를 한번씩 읽는 명령을 주었지만, 주기적으로 계속 읽는 명령을 줄 경우 100%의 인식률이 가능하다는 것을 알 수 있었다.

(3) 실험 3 : 시나리오 B를 위한 RFID 시스템의 현장 적용성 TEST

① 시스템 테스트 개요

- 실시기간 : 2010년 8월 25일
- 실시현장 : 대호산업 여주공장
- 조사방법 : 작업 소요시간 비교를 통한 시스템 적용효과 검증

다음과 같이 가공공장에서 50개의 부재를 주문/출하하는 업무를 가공공장 담당자가 기존 방식으로 수행할 때 소요되는 시간과, 웹기반 철근자재 조달관리 시스템을 사용하여 처리하는 데 소요되는 시간을 상호 비교하였다. 비교분석한 결과 표에서 보는 바와 같이 시간 단축 효과가 있는 것으로 조사되었으며, 조사결과에 대하여 가공공장 실무자도 시스템 숙련도에 따라 시간 단축효과는 더 클 수 있다는 의견이다. 한편, 실무에서 가장 큰 애로사항은 바리스트 입력오류로 인한 오가공과 검수 실수로 인한 운반오류로 조사되었으며 이로 인한 손실 규모가 반기당 1-5톤에 달하는 것으로 조사되었다.

② 테스트 결과

<표 3-033> 철근 가공공장의 주문관리 및 출하관리 업무처리시간 비교

업무 프로세스		가공공장		시스템 적용	
		프로세스	처리 시간	프로세스	처리 시간
주문관리	SHOP 및 바리스트 진행현황 파악	수시로 현장과 전화 통화하여 체크	5분	웹에서 동-층-부재별 SHOP 작성 및 승인 현황 실시간 조회	40초
	작업지시서 (바리스트) 받기	팩스+ 전화통화 (부재 50개 기준)	7분 ~ 30분	웹에서 조회	10초
	바리스트 입력	팩스로 받은 바리스트	34분	업로드 버튼 클릭 (배근시공상세도 작성 지원 프로그램 연계시)	10초
				표준형상 정보를 활용하여 바리스트 작성	20분
출하관리	출하할 자재 찾기	육안으로 찾기 (부재 50개 기준)	20분	PDA리더로 송장인식후, 부재태그 인식	8분
	운반차량의 부재 확인하기	육안으로 찾기 (부재 50개 기준)	10분	PDA리더로 부재태그 인식	4분
합계		76분 ~ 99분		~42분 50초	

(다) RFID 기술 적용 시나리오 결정

실험 1과 2를 실시한 결과 게이트에 설치한 고정형 안테나의 조합 및 설치 위치와 태그 종류를 최적화하여도 100%의 인식률을 확보하기 어려운 것으로 나타났다. 따라서 가공철근 운반 트럭이 현장 게이트를 통과할 때 게이트에 설치된 RFID 안테나 및 리더를 통하여 트럭에 부착된 송장 태그와 가공철근 부재에 부착된 부재 태그 정보를 읽어서 자재의 입고 및 출고, 재고 정보를 자동인식하여 처리하는시나리오 A는 철근 자재에 적합하지 않다는 결론을 얻을 수 있었다.

반면에 실험 3을 통하여 시나리오 B는 100%의 인식률을 얻었으며, 현장 적용성을 높이기 위해 바코드 태그를 병행하거나 바코드로 대체할 수 있는 방안을 함께 모색할 필요성이 제기되었다. RFID 기술 적용 시나리오 B는 가공철근 운반 트럭이 현장에 들어오면 이동형 RFID 리더(Handheld형 PDA)를 들고 트럭 주변을 돌면서

부재 태그 정보를 읽어서 자재의 입고 및 출고, 재고 정보를 자동인식하여 처리하는 프로세스이다.

(라) RFID 조달관리 시스템 도입시 경제성 검토

시스템 도입비용에 대한 검토 결과는 다음 표와 같다.

영세한 철근가공공장 및 건설업체에게 투자비용이 부담이 되는 것은 분명하지만, 가장 부담이 되는 소모품(RFIP 태그)의 가격은 중장기 관점으로 하락할 개연성이 크기 때문에 다소나마 경제적 부담은 경감될 것으로 전망된다.

<표 3-034> RFID 조달관리 시스템 도입비용

구분	품명	수량	단가	금액
현장	RFID PDA	1	1,500,000	1,500,000
	Access Point	1	200,000	200,000
	소 계			1,700,000
가공 공장	RFID Label Tag Printer	1	3,000,000	3,000,000
	RFID PDA	1	1,500,000	1,500,000
	Access Point	1	200,000	200,000
	소 계			4,700,000
소모품	부재태그(Label Tag)	14,000	250	3,500,000
	송장태그(Label Tag)	280	250	70,000
	소 계			3,570,000
합계(A)				9,970,000 원

다만, RFID 대신 바코드 사용시 소모품비는 상기 비용의 1/5로 경감되며 바코드도 사용 가능하도록 시스템을 보완하였으므로 RFID 태그 비용 부담이 큰 경우 바코드를 활용하므로써 경제적 부담을 경감할 수 있도록 하였다.

제 2 절 설계협업 및 최적화 시스템 개발

1. 연구 수행 방법 및 절차

한국건설기술연구원(2000)에 따르면, 설계관리는 세부 설계업무에 대한 분석, 설계업무를 수행할 설계팀 구성 및 역할정립, 설계 프로세스에 대한 협업절차 및 표준 수립 등 일련의 프로세스이라고 정의하고 있다.

본 연구에서는 설계관리시스템(DIMS)을 개발하기 위한 선행 작업으로서, 아래와 같은 프로세스에 따라 설계관리에 대하여 명확하게 정의하고자 하였다.

실무적인 관점에서의 설계업무 프로세스 및 성과물간 연관관계를 정립하였고, 설계관리 핵심지표 및 방법론을 도출하였으며, (사)한국건축사협회를 중심으로 국내 유수의 설계사무소 전문가와의 면담조사 및 공동연구를 실시하여, 지속적인 검토를 통해 보완하였다. 설계업무 프로세스는 4단계로 구성된 업무 분류체계, 각 단계별 성과물에 대한 가중치(성과물별 작업시간의 상대적인 수치로서 일정관리계획의 기초자료로 활용), 체크리스트(품질관리의 기초자료로 활용), 협력업체 협업도서 등으로 구성된다. 설계관리 핵심지표는 투입시간관리, 일정관리(설계진도, 인허가진도 등), 품질관리(설계도서, 엔지니어링도서 등), 인허가관리(인허가, 인증 등) 등으로 구성된다. 이러한 설계관리시스템 구축을 위한 기본적인 인프라를 구축하고, 시스템 개발과정에 착수하였다.

위의 절차에 의해, 설계관리시스템(DIMS)이 개발되었으며, 이러한 시스템에 대한 실용화 전략을 수립하고 실행함으로써, 시스템의 실무 적용성을 향상시키고, 사용자 중심의 시스템을 구축하고자 하였다. 실용화 전략은 총 3단계로 계획하였으며, 시스템 기능검토(1차), 사전 테스트베드(2차), 본 테스트베드(3차)로 구성되어 있다. OO 설계사무소의 전문가를 대상으로 시스템 기능검토(2009.8~2009.12), 사전 테스트베드(2010.2~2010.4), 본 테스트베드(2010.4~2010.6)를 완료하였고, 테스트베드 과정에서 제기된 보완사항을 반영하였다. 또한, 연구단 주관 시스템 시연회(2010.8)를 통해, 완성된 시스템에 대한 실무적인 검증을 실시하였다.

2. 설계관리 도구 및 방법론 분석

본 연구에서 개발하고자 하는 웹 기반 설계관리 시스템과 관련하여, 다음의 주제

에 대한 연구개발 실적을 정리하였다. 생산적 설계관리를 위한 린 건설 개념을 적용한 연구, 효율적 설계업무 지원을 위한 전산화 관련 연구, 설계프로세스 관련 연구, 통합설계관리 시스템 구축을 위한 프레임워크 작성, 웹기반 통합설계관리모듈, 발주자 요구사항 관련 연구, 협력설계 지원 연구, DW기반 온라인 자재선정지원모듈, 웹기반 개산견적지원모듈.

<표 3-035> 주제별 연구개발 실적

주제	연구개발 실적
생산적 설계관리를 위한 린 건설 개념을 적용한 연구	•건설공사의 생산설계에 관한 조사 연구 (한국건설기술연구원, 1999) •엔지니어링절차: 설계관리 (한국엔지니어링진흥협회, 2003)
효율적 설계업무 지원을 위한 전산화 관련 연구	•Analytical design planning technique (AdePT): A dependency structure •Matrix tool to schedule the building design process (Austin et al. 2000) •Integrating Design Planning, Scheduling, and Control with DePlan (Hammond et al. 2000) •Process-Parameter-Interface Model for Design Management (Chua et al. 2000)
설계프로세스 관련 연구	•건축설계 단계별 업무수행에 관한 연구 (대한건축사협회 부설 건축연구소, 1998) •효율적 설계프로세스 관리를 위한 린 기반의 개념적 모델 제시 (김대영, 2007) •정보 중심의 설계관리를 위한 설계 업무 프로세스 모델 개발 (배정익 외 2인, 2007) •설계관리 모델 개발을 위한 설계업무 프로세스 개선 방향 제시 (배정익 외 2인, 2006) •설계 협업 과정에서의 효과적인 설계관리를 위한 정보 중심의 설계 업무 프로세스 모델링 기법 제안 (신재원 외 2인, 2006)
통합설계관리 시스템 구축을 위한 프레임워크 작성	•협업 설계관리를 통한 건설 프로젝트 기대효과에 관한 연구 (남혜원 외 2007) •협업 기반의 커튼월 설계관리 시스템 구축에 관한 연구 (권원 외 2007) •전문분야 간 협업을 통한 웹기반 설계관리방안에 관한 연구 (이종식 외 2007) •Knowledge Network :An Information Repository with Services for Managing Concurrent Engieering Design (Lin 외 1996)) •Analytical design planning technique(AdePT): A dependency structure matrix tool to schedule the building design process(Austin 외 2000) •Integrating Design Planning, Scheduling and Control with DePlan (Hammond 외 2000) •PPI(Process-Parameter-Interjace) Model (Chua 외 2003)
웹기반 통합설계관리모듈	•건설 CALS/EC 환경에서의 STEP 데이터 활용방안에 관한 연구 - 도면정보와 자재정보 연계 중심으로 - (서종철 외 2003) •웹기반 건축 자재정보모듈의 모델개발 (안광수 외 2000)

주제	연구개발 실적
	•온라인 자재정보 활용을 위한 모델 개발 (김성아 외 1998) •웹 기반 교육환경에서 데이터 웨어하우스 개념을 도입한 DVS모듈에 관한 연구 (전주현 외 2000) •환경 측정질 정보 Data Warehouse 구축 방안 (정의성 외 2007) •친환경 정비공법 선정 지원을 위한 웹기반 정보모듈 구축 (조영권 외 2008) •Implementing Web-Based Project Management Systems in the United States and Japan (Carrie Sturts Dossick 외 2008)
발주자 요구사항 관련 연구	•영국의 건축주 관련 연구 고찰 및 이의 국내 수행 방향 제언 (대한건축학회 논문집, 제20권 제3호, 2004, 김주형) •건축기획단계에서 가치 특성에 따른 건축주 요구정의 모델 구축 (단국대학교 석사학위논문, 2006, 조수경) •설계단계에서의 발주자 요구사항 관리를 위한 정보관리 시스템 개발에 관한 연구 (한국건설관리학회논문집, 제9권 제 3호, 2008, 유승연)
협력설계 지원 연구	•건축설계 단계별 협력설계 의사결정 지원 프로세스 구축 방안 (대한건축학회 논문집 제19권 11호, 2003, 전재열) •Web을 기반으로 하는 건축협업 설계시스템 기반구축에 관한 연구 (대한건축학회논문집, 제22권 제2호, 2006, 유승연) •설계프로젝트 참여자간 정보교환 지원시스템 개발방향 제시 (대한건축학회논문집, 제24권 제 9호, 2008, 전준기)
DW기반 온라인 자재선정지원모듈	•건축공사 마감자재정보모듈 구축 및 활용방안 (원서경 외 2008) •건축자재정보 DB 및 검색시스템 구축방안에 관한 연구 (송석기 외 2000) •건축자재정보 멀티미디어 모듈 구축에 관한 연구 (이현수 외 1998) •건축자재정보 데이터베이스 구축 방안에 관한 연구 (이재열 외 1994) •설계단계 건축마감자재 선정을 위한 지식정보기반 자재성능 지원모델 (구교진 외 2008) •인터넷 개방형 구조를 갖는 RF 태그 자동인식 모듈을 통한 자재관리모듈 개발 (손수국 외 2004) •웹기반 재료 데이터베이스 구축 및 자동차 엔진풀리용 재료선정 예 (천만두 외 2006) •THE DEVELOPMENT OF ROAD CONSTRUCTION MATERIAL SELECTION SYSTEM(RC-MSS) (Kian 외 2005) •A web-based tutoring system with styles-matching strategy for spatial geometric transformation (Hao-Chuan Wang 외 2006)
웹기반 개산견적지원모듈	•인터넷 웹기반 RADIANCE 가시화 모듈의 개발 : II. 건축자재의 데이터베이스 구축 (이정은 외 2005) •웹 기반 견적서 작성을 위한 견적 단위 객체형 3D 모델러 개발에 관한 연구 (장지영 외 2003) •사례연구를 통한 수량변화분석 기반 건축공사비 개산견적 모델 분석 (손보식 외 2008) •Construction Estimating an Accounting and Productivity Approach, (Adrian 외 1993) •System of Multiple ANNs for Online Planning of Numerous

주제	연구개발 실적
	Building Improvements (Saied Yousefi 외 2008) •A WICE(Web-based Intelligent Cost Estimator) approach to real-time construction cost estimation (Wen-der Yu 외 2006)

3. DIMS 구축을 위한 프레임워크

가. 통합 설계관리 시스템

(1) 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스

본 연구에서는 설계 프로세스 상에서 발생하는 정보를 중심으로 한 통합 설계관리 시스템을 개발하고자 하며, 이를 위한 기반기술로서 설계 프로세스별 정보를 정의하였으며, 다음과 같은 절차에 따라 진행하였다.

첫째, 표준 설계업무 프로세스를 제안하기 위하여, 여러 설계회사별 설계업무 프로세스를 하나의 프로세스로 정리하였다. 설계업무 프로세스 중 동일한 사항에 대하여 설계회사별로 서로 다른 표현을 사용하는 경우가 있었으며, 이러한 사항에 대해서는 해당 설계회사의 전문가 의견수렴을 통해 일반적인 합의가 가능한 수준에서 용어를 통일하였다.

둘째, 앞서 제안한 표준 설계업무 프로세스는 설계업무의 진행 프로세스를 도식화하고 전반적인 진행상황을 파악하는 데 효과적이지만, 프로젝트 특성에 따라 설계업무 프로세스를 정의하기 위해 개별업무 간 연관 관계를 재설정해야 하는 번거로움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 각각 소분류 프로세스 마다 요구정보(Input) 및 성과물(Output)을 규명하고, 이들 간의 연관관계를 정의하는 방법으로 전체 설계업무 프로세스를 재설정하였다.

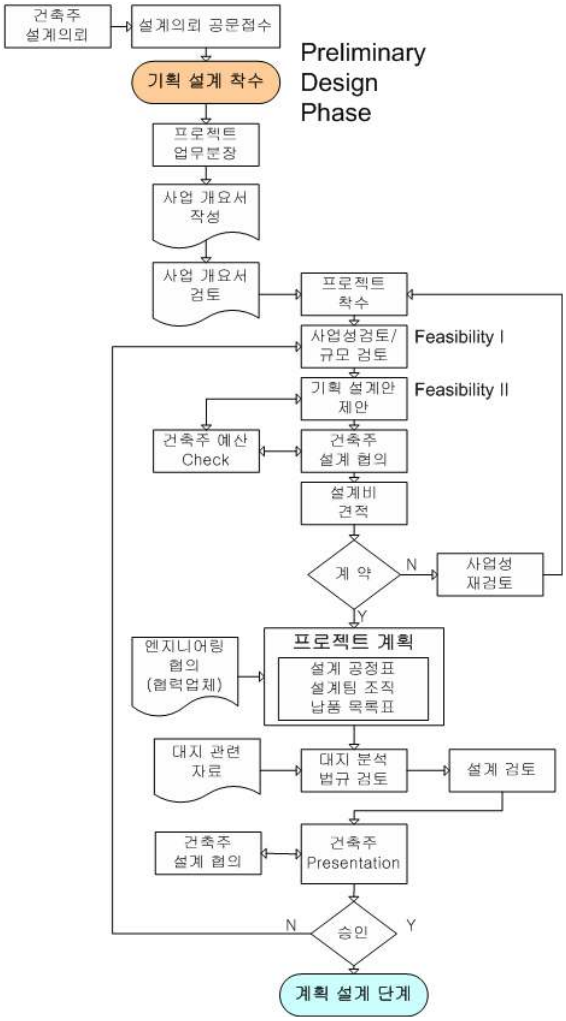
셋째, 설계업무 프로세스 상의 요구정보(Input) 및 성과물(Output)이 서로 다른 기준 및 분류로 정의되는 것이 아니라, 하나의 소분류 프로세스에 대하여 생성된 성과물(Output)이 후속 프로세스의 요구정보(Input)로 연계되는 것이다. 따라서 법규 또는 지침서와 같이 설계업무 외적으로 발생하는 정보를 제외하고는, 설계 진행과정에서 생성·활용되는 산출물은 하나의 성과물(Output)로 정의할 수 있으며, 이는 정보 중심의 설계관리 시스템을 구축하기 위한 기초가 된다.

(가) 표준 설계업무 프로세스 제안

표준 설계업무 프로세스는 모든 프로젝트에 적용할 수 있는 하나의 정형화 된 프로세스는 아니며, 프로젝트 특성 또는 설계회사의 특성에 관계없이, 표준이 되는 설계업무 프로세스를 제안한 것이다. 실제 설계업무를 진행하는 과정을 왜곡시키지 않는 범위 내에서, 설계자가 전체 설계업무 프로세스 및 진행 상황을 한눈에 파악할 수 있도록 표현하는데 중점을 두었다. 이와 같은 분석을 통해 도출한 표준 설계업무 프로세스는 직관적으로 이해할 수 있도록 순서도의 형식으로 재구성하였다.

다음의 그림은 전체 표준 설계업무 프로세스 중 기획설계[3] 단계에 해당하는 순서도를 나타낸 것이다.

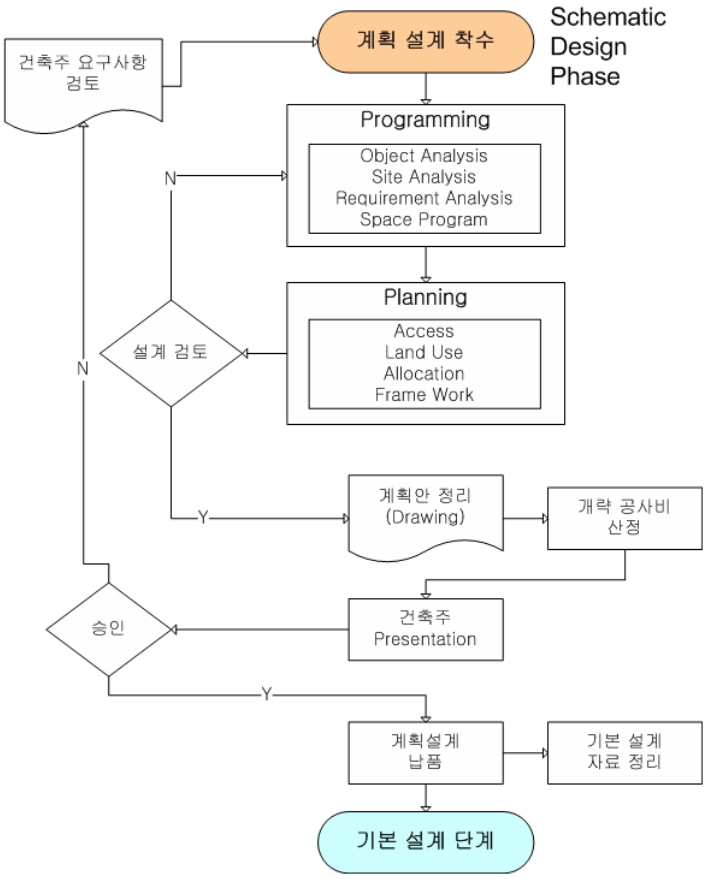
3) 대분류 프로세스의 명칭은 국내 설계회사에서 가장 일반적으로 쓰고 있는 방식인 기획설계, 계획설계, 기본설계, 실시설계의 4 단계로 구분하였는데, 여기서 기획설계는 법규상의 기획업무를 뜻한다. 법규는 건축사 용역의 범위와 대가 기준(건설교통부 공고 제2002-270호(2002.10.21)를 참고하였다.



[그림 3-066] 기획설계 표준 프로세스

기획설계 단계는 '건축주 설계의뢰'로 시작하게 되며, 사업 초반부에 해당하는 만큼 건축주와의 협의가 다른 단계와 비교하여 많은 편이다. 전체 프로젝트의 사업타당성 분석 또는 공사비 검토와 관련된 업무가 많은 대신 실제 디자인과 관련된 업무는 상대적으로 적은 것을 확인할 수 있다.

다음의 그림은 전체 표준 설계업무 프로세스 중 계획설계 단계에 해당하는 순서도를 나타낸 것이다.

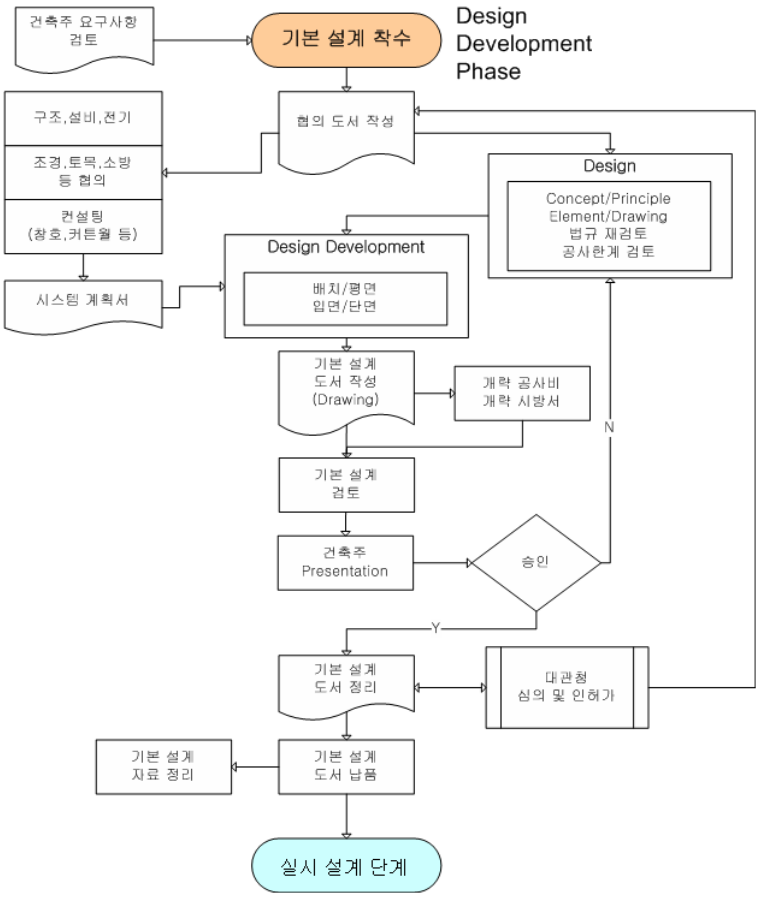


[그림 3-067] 계획설계 표준 프로세스

계획설계 단계는 앞서 설명한 기획설계 단계에서 도출된 발주자 요구사항 및 개략적인 설계 결정사항을 발전시키는 단계이다. 이 단계에서 각 실별 구체적인 계획이 도출되지는 않으며, 다만 설계 사이트 분석, 스페이스 프로그램, 그리고 전체적인 배치 등의 설계가 이루어진다. 이러한 계획설계 결과물을 토대로 하여 개략적인 공사비를 산정하게 되며, 건축주 승인 완료 후 계획설계 단계가 마무리 된다.

다음의 그림은 전체 표준 설계업무 프로세스 중 기본설계[4] 단계에 해당하는 순서도를 나타낸 것이다.

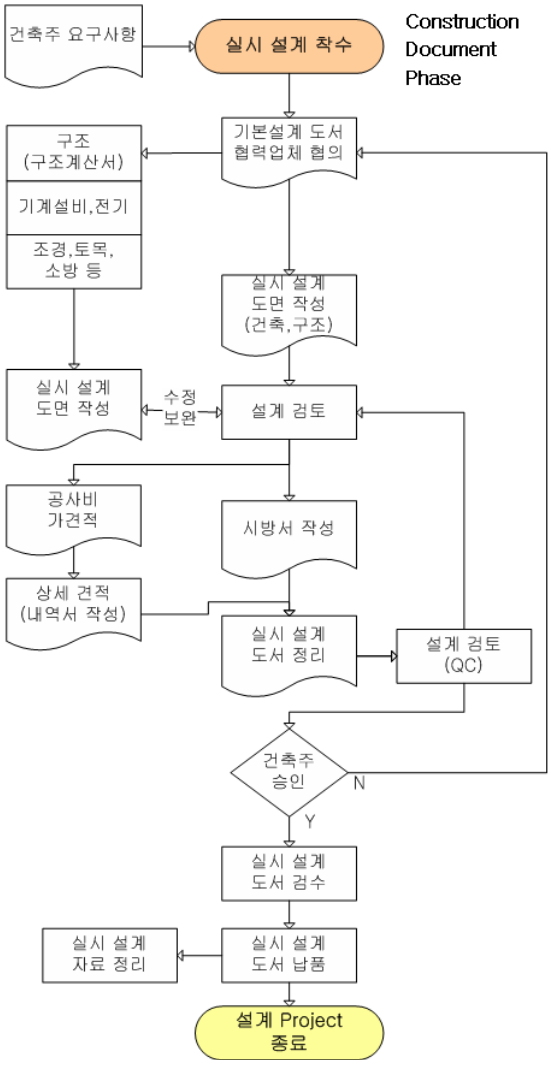
4) 대분류 프로세스의 명칭은 국내 설계회사에서 가장 일반적으로 쓰고 있는 방식인 기획설계, 계획설계, 기본설계, 실시설계의 4 단계로 구분하였는데, 여기서 기본설계는 법규상의 기본설계를 뜻한다. 법규는 건축사 용역의 범위와 대가 기준(건설교통부 공고 제2002-270호(2002.10.21)를 참고하였다.



[그림 3-068] 기본설계 표준 프로세스

기본설계 단계에서는 앞서 설명한 계획설계 단계에서 도출된 건축주 요구사항 및 설계 결정사항을 토대로 하여 기본설계에 착수하게 된다. 설계업무에 대한 진행과 함께, 엔지니어링 협력업체와의 협업이 진행된다. 기본설계 도면이 완성되면, 개략 공사비 및 개략 시방서를 작성하여 최종적인 건축주 승인을 거친다. 건축주 승인을 득하게 되면 설계도서 및 엔지니어링도서를 취합하여 관청의 심의 및 인허가를 추진하게 된다. 이러한 기본설계 자료가 작성된 후 일정한 프로세스를 거쳐, 실시설계 단계로 진행하게 되는 것을 확인할 수 있다.

다음의 그림은 전체 표준 설계업무 프로세스 중 실시설계 단계에 해당하는 순서도를 나타낸 것이다.



[그림 3-069] 실시설계 표준 프로세스

실시설계 단계는 실제 건축물을 시공할 수 있는 수준의 설계 결과물을 도출해 내는 과정이다. 기본설계 단계에서 도출된 결과물을 토대로 하여, 각각의 엔지니어링 전문회사에서 기능적인 부분의 도면을 작성하고, 지속적인 협의 및 보완을 통해 실시설계 도면을 완성하게 된다. 또한, 시방서 및 내역서 작성, 공사비 견적 등의 업무가 이루어지며, 건축주 승인을 통해 실시설계 도서를 납품하게 되면, 전체 설계 업무 프로세스가 종료된다.

(나) 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스 제안

앞서 제안한 표준 설계업무 프로세스는 설계업무의 진행 프로세스를 도식화하고

전반적인 진행상황을 파악하는 데 효과적이지만, 프로젝트 특성에 따라 설계업무 프로세스를 정의하기 위해 개별업무 간 연관 관계를 재설정해야 하는 번거로움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 각각 소분류 프로세스마다의 요구정보(Input) 및 성과물(Output)을 규명하고, 이들 간의 연관관계를 정의하는 방법으로 전체 설계업무 프로세스를 재설정하였다.

다음의 표는 기획설계 단계에 대한 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)을 정의한 것이다.

<표 3-036> 기획설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)

중분류	소분류	요구정보	성과물
설계의뢰 접수	사업개요서 작성	· 설계의뢰 공문 · 설계의뢰서 · 건축주 요구자료 체크리스트	· 사업개요서 · 건축주 요구사항 개요
	프로젝트 착수	· 사업개요서	· 프로젝트 실행계획서
조사·분석	규모검토	· 사업개요서 · 건축주 요구사항 개요 · 대지관련 기본자료 · 건축주 제공자료 체크리스트 · 법규검토 체크리스트	· 규모검토서 · 건축주 제공자료 검토서
	기획설계안작성	· 사업개요서 · 프로젝트 실행계획서 · 규모검토서 · 대지관련 기본자료 · 건축주 요구사항 개요 · 건축주 제공자료 검토서	· 사례검토서(기획) · 법규검토서(기획) · 스페이스 프로그램 · Concept Design · 대안 Study 자료
	개략견적	· 규모검토서 · 스페이스 프로그램 · Concept Design · 대안 Study 자료	· 개략견적서
건축주 협의	예산검토	· 규모검토서 · 사례검토서(기획) · 스페이스 프로그램 · Concept Design · 대안 Study · 개략견적서	· 사업성 검토서 · 대안별 평당 단가 분석표 · 유사건물 평당 단가 비교표
	최종규모검토	· 규모검토서 · 사업성 검토서 · 대안별 평당 단가 분석표 · 유사건물 평당 단가 비교표	· 사업계획서 · 최종규모검토서
계약	계약서 작성	· 사업계획서 · 최종규모검토서	· 설계비 견적서 · 계약서
프로젝트	건축주 요구사항	· 건축주 요구사항 개요	· 계획자료 검토서

중분류	소분류	요구정보	성과물
계획	검토		
	설계공정표 작성	· 프로젝트 실행계획서 · 계약서 · 계획자료 검토서	· 공정계획서
	설계품질계획서 작성	· 계약서 · 계획자료 검토서	· 설계품질계획서
	설계조직 구성	· 프로젝트 실행계획서 · 계약서 · 공정계획서	· 설계조직표
	실행예산서 작성	· 설계비 견적서 · 계약서 · 계획자료 검토서 · 설계품질계획서 · 설계조직표	· 설계실행예산계획서
	납품목록표 작성	· 설계비 견적서 · 계약서 · 계획자료 검토서	· 납품목록표

기획설계 단계는 기본적인 건축주 요구사항, 대지에 대한 현황 및 법규 등을 분석하는 단계로서, 구체적인 설계의 진행사항 보다는 사례 및 법규에 대한 검토사항이 많은 부분을 차지하게 된다. 기획설계 단계에서의 업무내용, 요구정보 및 성과물의 범위, 그에 대한 상세수준 등에 대해서는 기획설계 단계 이후의 3단계, 즉, 계획설계, 기본설계, 실시설계 보다 설계자 간 이견이 많을 수 있다. 이는 설계 프로젝트에서 기획설계 단계에 대한 정의가 명확하지 않다는 특성에서 기인한다고 판단되며, 업무범위에 대한 명확한 구분이 없거나 프로젝트 수주를 위한 서비스 제공 수준에서 다루어지고 있다.

다음의 표는 계획설계 단계에 대한 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)을 정의한 것이다.

<표 3-037> 계획설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)

중분류	소분류	요구정보	성과물
Programming	Object Analysis	▪ 사업개요서 ▪ 사례검토서(기획) ▪ 프로젝트 실행계획서	사례검토서(계획)
	Site Analysis	▪ 사례검토서(계획)	대지조사분석 보고서
		▪ 대지관련 기본자료	현황측량검토서
		▪ 건축주 요구사항 개요	대지 내/외 공급시설 조사 검토서
		▪ 건축주 제공자료 검토서	대지환경 조사 검토서
		▪ 설계실행예산계획서	환경영향 평가 검토서
		▪ 설계조직표	위치도(계획)

중분류	소분류	요구정보	성과물
		▪ 법규검토서(기획)	경계명시측량도
			법규검토서(계획)
			축, 조망 분석도
			교통 및 주차체계 검토서
			지질조사보고서
	Requirement Analysis	▪ 사례검토서(계획) ▪ 대지조사분석 보고서 ▪ 건축주 요구사항 개요 ▪ 건축주 제공자료 검토서	건축주 요구사항
	Space Program	▪ 사업성 검토서 ▪ 대지조사분석 보고서 ▪ 대안별 평당 단가 분석표(기획) ▪ 유사건물 평당 단가 비교표(기획) ▪ 현황측량검토서 ▪ 대지 내/외 공급시설 조사 검토서 ▪ 대지환경 조사 검토서 ▪ 환경영향 평가 검토서 ▪ 위치도 ▪ 경계명시측량도 ▪ 법규검토서(계획) ▪ 축, 조망 분석도 ▪ 교통 및 주차체계 검토서 ▪ 지질조사보고서	토지이용계획서
			배치대안 비교분석표
			사례조사서
			계획자료 조사서
			동선기능도
			Space Program 계획서
			층별 Zonning 계획서
			대안별 평당 단가 분석표(계획)
			유사건물 평당 단가 비교표(계획)
Planning	Access	▪ 토지이용계획서 ▪ 배치대안 비교분석표 ▪ 사례조사서 ▪ 계획자료 조사서 ▪ 동선기능도 ▪ Space Program 계획서 ▪ 층별 Zonning 계획서	코아계획
			보차 동선도
	Land Use	▪ 토지이용계획서 ▪ 배치대안 비교분석표 ▪ 사례조사서 ▪ 계획자료 조사서 ▪ 동선기능도 ▪ Space Program 계획서 ▪ 층별 Zonning 계획서 ▪ 보차 동선도	기능분석도
			조경/주차 계획도
	Allocation	▪ 토지이용계획서 ▪ 배치대안 비교분석표 ▪ 사례조사서 ▪ 계획자료 조사서 ▪ 동선기능도 ▪ Space Program 계획서 ▪ 층별 Zonning 계획서 ▪ 보차 동선도 ▪ 기능분석도 ▪ 조경 주차 계획도	모듈계획서

중분류	소분류	요구정보	성과물
	Frame Work	▪ 토지이용계획서 ▪ 배치대안 비교분석표 ▪ 사례조사서 ▪ 계획자료 조사서 ▪ 동선기능도 ▪ Space Program 계획서 ▪ 층별 Zoning 계획서 ▪ 보차 동선도 ▪ 기능분석도 ▪ 조경 주차 계획도 ▪ 모듈계획서	개략 마스터플랜 평입단면 종합계획 계획 모델
Drawing	설계 개요 작성	▪ 개략 마스터플랜	설계개요서(계획)
	배치 개념 작성	▪ 설계개요서(계획) ▪ 평입단면 종합계획 ▪ 코어계획 ▪ 기능분석도 ▪ 조경 주차 계획도 ▪ 모듈계획서	배치계획도
	평·입·단면 종합계획	▪ 설계개요서(계획) ▪ 평입단면 종합계획 ▪ 코어계획 ▪ 기능분석도 ▪ 조경 주차 계획도 ▪ 모듈계획서 ▪ 배치계획도	계획설계 평입단면 기계, 전기, 구조 계획 반영 대안
	투시도, 모델 제작	▪ 계획모델 ▪ 계획설계 평입단면	계획설계 투시도 계획설계 모델
건축주 협의	Presentation	▪ 계획설계 평입단면 ▪ 기계, 전기, 구조 계획 반영 대안 ▪ 계획설계 투시도 ▪ 계획설계모델 ▪ 대안별 평당 단가 분석표(계획) ▪ 유사건물 평당 단가 비교표(계획) ▪ 개략견적서 ▪ 공사비 견적업무지침서	계획설계 보고서 계획설계 설명서 자재시스템 목록표 예상공사비 산정표 심의관련 서류 주요자재검토서
	건축주 승인	▪ 계획설계 보고서 ▪ 계획설계 설명서 ▪ 계획설계 평입단면 ▪ 기계, 전기, 구조 계획 반영 대안 ▪ 계획설계 투시도 ▪ 계획설계모델 ▪ 자재시스템 목록표 ▪ 예상공사비 산정표 ▪ 심의관련 서류 ▪ 주요자재검토서	계획설계 승인서

계획설계 단계는 기획설계 단계와 마찬가지로, 설계진행에 따른 구체적인 성과물(예를 들어, 설계도면) 보다는 계획서와 같은 추상적인 업무가 많은 것을 확인할 수 있다. 본 연구에서 제안하는 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스에는 기존의 설계업무 프로세스와 비교하여, '검토서' 또는 '계획서'라고 명명된 업무가 매우 많은 것을 확인할 수 있다. 이는 현업의 설계업무 프로세스 상에서 발생하는 암묵지 또는 참여주체 간 구두로 협의하고 있는 사항들을 시스템 상에서 관리할 수 있는 형태로 구성하기 위한 것이다.

다음의 표는 기본설계 단계에 대한 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)을 정의한 것이다.

<표 3-038> 기본설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)

중분류	소분류	요구정보	성과물 (세움터 연계번호)
Design	계획안의 법적 검토	• 법규검토 체크리스트 • 법규 검토서(계획) • 계획설계 평입단면 • 기계,전기,구조 계획 반영 • 대안 • 자재시스템 목록표 • 예상공사비 산정표 • 주요자재검토서	세부법규검토서
	계획안의 기술적 검토	• 계획설계 평입단면 • 기계,전기,구조 계획 반영 • 대안 • 자재시스템 목록표 • 예상공사비 산정표 • 주요자재검토서	시스템 계획서
	건축계획, 배치, 공간구성 검토	• 계획설계 평입단면 • 기계,전기,구조 계획 반영 • 대안 • 계획설계모델 • 시스템 계획서	기본설계초안 프로그램 검토서
	내외 디자인 입안	• 기본설계초안 • 프로그램 검토서	건물 각부 기본안 도면 주요 재료 마감표
	예산검토	• 기본설계초안 • 건물 각부 기본안 도면 • 주요 재료 마감표 • 예상공사비 산정표	개략공사비 검토서
Design Development	배치	• 세부법규검토서 • 시스템 계획서 • 기본설계초안 • 주요 재료 마감표 • 장비검토서	배치도 검토안 평면도 검토안 입면도 검토안 단면도 검토안 추정부하산정서
	평면		
	입면		
	단면		
	Engineering 협의		

중분류	소분류	요구정보	성과물 (세움터 연계번호)	
			구조계산서 시스템 분석 결과서 개략 계산서 설비도 검토안	
기본설계 건축도서 작성	건축공통도면 작성	• 배치도 검토안 • 평면도 검토안 • 입면도 검토안 • 단면도 검토안 • 주요 재료 마감표 • 설계도면 작성 지침서	표지	(A01)
			도면목록	(A02)
			투시도 또는 조감도	(A03)
			일반사항	(A04)
			기타	(A09)
	개요 및 배치계획도면 작성		설계개요	(A11)
			안내도/지적도	(A12)
			구적도/구적표	(A13)
			배치도/대지종횡단면	(A14)
			주차계획도	(A15)
			면적산출표	(A16)
			각종계획도	(A17)
			기타	(A19)
	마감표 및 마감상세도 작성		실내재료마감표	(A21)
			표준마감상세도	(A22)
			기타	(A29)
	기본평입단면도 작성		평면도	(A31)
			입면도	(A32)
			주단면도	(A33)
			기타	(A39)
	코아, 계단 등 각종상세도 작성		코아상세도	(A41)
			계단상세도	(A42)
			승강기/샤프트상세도	(A43)
			주차경사로상세도	(A44)
			주차리프트상세도	(A45)
			기타	(A49)
	평입단면 부분상세도 작성		평면상세도	(A51)
			입단면상세도	(A52)
			출입구상세도	(A53)
			내부벽체일람표	(A54)
			기타	(A59)
	창호 평면도 및 일람표 작성		창호평면도	(A61)
			창호일람표	(A62)
			창호상세도	(A63)
			창호입면도	(A64)
			창호잡철물목록	(A65)
			기타	(A69)
	천장도 및 전개도 작성		천장도(평면 및 상세도)	(A71)
			로비관련도면	(A72)
			주요실전개도	(A73)

중분류	소분류	요구정보	성과물 (세움터 연계번호)
			승강기홀전개도 (A74)
			화장실전개도 (A75)
			칸막이전개도 (A76)
			기타 (A79)
	건축기타도면 작성		정화조 (A91)
			소음 및 방음 (A92)
			무대 또는 조명 (A93)
			주방 (A94)
			음향 (A95)
			전시 (A96)
			기타 (A99)
문서작성	개략공사비 산출	• 기본설계 건축도서 • 기본설계 구조도서 • 기본설계 기계도서 • 기본설계 전기도서 • 기본설계 통신도서 • 기본설계 조경도서 • 기본설계 토목도서 • 개략공사비 검토서 • 공사비 견적업무지침서	임시내역서
			평당 단가비교표
			부문별 예상공사비 산정표
			개략공사비 산출서
	개략시방서 작성	• 기본설계 건축도서 • 기본설계 구조도서 • 기본설계 기계도서 • 기본설계 전기도서 • 기본설계 통신도서 • 기본설계 조경도서 • 기본설계 토목도서 • 개략공사비 산출서 • 임시내역서 • 시방서 작성지침서	개략시방서
			기본설계 설명서
			주요 자재 및 장비 계획서
건축주 협의	법규검토 및 분석	• 법규 분석 체크리스트 • 세부법규검토서	법규분석서
	Presentation	• 투시도 • 개략시방서 • 기본설계 설명서 • 주요 자재 및 장비 계획서	건축주 설명자료
	건축주 승인	• 법규분석서 • 건축주 설명자료	기본설계 승인서
대관청 심의 및 허가	심의/인허가 도서작성	• 인허가 서류	인허가 도서
	도서 수정 및 보완	• 인허가 도서	납품 도서

기본설계 단계에서는 구체적인 성과물(예를 들어, 설계도면)이 눈에 띄게 증가한 것을 확인할 수 있으며, 전문 분야별 설계도서가 작성되기 때문에 협력업체와 연계

된 업무가 발생하게 된다.

소분류 프로세스는 요구정보(Input)와 성과물(Output)로 구성되는데, 여기서 요구정보(Input)는 다수의 소분류 프로세스와 연계될 수 있지만, 성과물(Output)은 오직 하나의 소분류 프로세스와 연계되어야만 한다. 이는 정보의 생성과 활용의 관점에서 이해할 수 있다. 요구정보(Input)의 경우에는 선행 프로세스의 성과물(Output)이 연계되는 것이므로, 경우에 따라서는 다수의 소분류 프로세스와 연계될 수 있지만, 성과물(Output)의 경우에는 소분류 프로세스와 독립적으로 연계되어야 한다. 만일, 하나의 성과물(Output)이 다수의 소분류 프로세스에 연계된다면, 발생정보를 저장하기 위한 공간(Storage)에 혼선이 발생할 수 있고, 또한 후속 프로세스의 요구정보(Input)로 어떤 성과물(Output)을 지정해야 하는지 판단할 수 없게 된다.

앞서 설명한 바와 같이, 선행 프로세스의 성과물(Output)이 후속 프로세스의 요구정보(Input)로 설정될 수 있지만, 선행 프로세스의 중분류 또는 소분류 항목이 후속 프로세스의 요구정보(Input)로 설정될 수도 있다. 이 경우 중분류 또는 소분류에 포함된 모든 성과물(Output)이 요구정보로 설정되는 것이다.

다음의 표는 실시설계 단계에 대한 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)을 정의한 것이다.

<표 3-039> 실시설계 단계 소분류 프로세스별 요구정보(Input) 및 성과물(Output)

중분류	소분류	요구정보	성과물 (세움터 연계번호)	
기본설계 도서 협의	기본설계도서 보완	• 기본설계 건축도서 • 기본설계 구조도서 • 건축주협의 결과(기본) • 인허가 결과	실시설계초안	
	Engineering 협의	• 실시설계초안 • 설계도면 작성 지침서 • 기본설계 기계도서 • 기본설계 전기도서 • 기본설계 통신도서 • 기본설계 조경도서 • 기본설계 토목도서	설계개요서(실시)	
			설계검토서	
실시설계 건축도서 작성	건축공통도면 작성	• 설계개요서(실시) • 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	표지	(A01)
			도면목록	(A02)
			투시도 또는 조감도	(A03)
			일반사항	(A04)
			건축공통기타	(A09)
	개요 및	• 설계개요서(실시)	설계개요	(A11)

중분류	소분류	요구정보	성과물 (세움터 연계번호)	
	배치계획도면 작성	• 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	안내도/지적도	(A12)
			구적도/구적표	(A13)
			배치도/대지종횡단면도	(A14)
			주차계획도	(A15)
			면적산출표	(A16)
			각종계획도	(A17)
			개요기타	(A19)
	마감표 및 마감상세도 작성	• 설계개요서(실시) • 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	실내재료마감표	(A21)
			표준마감상세도	(A22)
			마감기타	(A29)
	기본평입단면도 작성	• 설계개요서(실시) • 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	평면도	(A31)
			입면도	(A32)
			주단면도	(A33)
			기본평입단면기타	(A39)
	코아, 계단 등 각종상세도 작성	• 설계개요서(실시) • 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	코아상세도	(A41)
			계단상세도	(A42)
			승강기/샤프트상세도	(A43)
			주차경사로상세도	(A44)
			주차리프트상세도	(A45)
			코아.계단기타	(A49)
	평입단면 부분상세도 작성	• 설계개요서(실시) • 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	평면상세도	(A51)
			입단면상세도	(A52)
			출입구상세도	(A53)
			내부벽체일람표	(A54)
			부분상세기타	(A59)
	창호 평면도 및 일람표 작성	• 설계개요서(실시) • 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	창호평면도	(A61)
			창호일람표	(A62)
			창호상세도	(A63)
			창호입면도	(A64)
			창호잡철물목록	(A65)
			창호기타	(A69)
	천장도 및 전개도 작성	• 설계개요서(실시) • 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	천장도(평면 및 상세도)	(A71)
			로비관련도면	(A72)
			주요실전개도	(A73)
			승강기홀전개도	(A74)
			화장실전개도	(A75)
			칸막이전개도	(A76)
			내부전개기타	(A79)
	건축기타도면 작성	• 설계개요서(실시)	정화조	(A91)

중분류	소분류	요구정보	성과물 (세움터 연계번호)
		• 설계검토서 • 설계도면 작성 지침서	소음 및 방음 (A92)
			무대 또는 조명 (A93)
			주방 (A94)
			음향 (A95)
			전시 (A96)
			실시건축기타 (A99)
실시설계 기타도서 작성	조감도, 투시도, 모델 작업	• 개요 및 배치계획도서 • 기본평입단면서	조감도
			투시도
			모델
	시방서 작성	• 실시설계 건축도서 • 실시설계 구조도서 • 실시설계 기계도서 • 실시설계 전기도서 • 실시설계 통신도서 • 실시설계 조경도서 • 실시설계 토목도서 • 개략시방서 • 시방서 작성 지침서	시방서
	내역서/공사비 상세견적	• 임시내역서 • 개략공사비 산출서 • 평당 단가비교표 • 부문별 예상공사비 산정표 • 공사비 견적업무지침서	도면 검토서
			내역서
			공사비 견적서
실시설계 도서 검토/검수	실시설계도서 품질확인	• 실시설계 건축도서 • 실시설계 구조도서 • 실시설계 기계도서 • 실시설계 전기도서 • 실시설계 통신도서 • 실시설계 조경도서 • 실시설계 토목도서	실시설계 도서
	시방서/내역서 검토	• 시방서 • 도면 검토서 • 내역서 • 공사비 견적서	시방서 검토본
			내역서 검토본
납품	납품도서 제본	• 실시설계 도서	납품 도서
	건축주 승인	• 납품 도서	설계도서 승인서
	내역승인	• 설계도서 승인서	내역 승인서

실시설계 단계에서는 설계자가 수행하게 될 최종 단계로서, 실제 건축물을 시공할 수 있는 수준의 설계 결과물을 도출해야 한다. 따라서 실시설계 단계의 업무 프로세스는 설계도면·시방서·내역서 작성 또는 공사비 견적과 같은 실질적인 결과물로 구성되며, 이전 단계의 성과물과 비교하여 실질적인 것을 확인할 수 있다.

설계업무 프로세스 상의 요구정보(Input) 및 성과물(Output)이 서로 다른 기준

및 분류로 정의되는 것이 아니라, 하나의 소분류 프로세스에 대하여 생성된 성과물(Output)이 후속 프로세스의 요구정보(Input)로 연계되는 것이다. 따라서 법규 또는 지침서와 같이 설계업무 외적으로 발생하는 정보를 제외하고는, 설계 진행과정에서 생성·활용되는 산출물은 하나의 성과물(Output)로 정의할 수 있으며, 이는 정보 중심의 설계관리 시스템을 구축하기 위한 기초가 된다.

(2) 설계업무 프로세스별 가중치 산정

설계 일정관리는 프로젝트 특성, 설계사 및 설계팀의 특성, 그리고 설계관리자의 역량 등에 따라 서로 다른 방식으로 수행되었으며, 하나의 형태로 정형화시키기 어려웠던 것이 사실이다. 더욱이 대다수의 설계회사에서 설계 과정 중 발생하는 설계정보를 체계적으로 관리하고 있지 못하며, 그 과정을 하나의 결과물로 정리할 만한 실적데이터 또한 부족 상황이다. 이러한 여건 하에, 설계 일정관리를 위한 기본 자료로 활용될 수 있는 데이터를 도출하기 위하여, 본 연구에서는 다음과 같이 두 가지 방법론, ① 실적자료 분석을 통한 가중치 산정, ② 전문가 설문조사를 통한 가중치 산정을 적용하였다.

첫째, 기 수행한 설계 프로젝트의 실적자료를 수집하여, 해당 프로젝트에 수행 시 업무 프로세스별로 실제 투입된 소요시간을 분석하였다. 사단법인 한국건축가협회 산하의 표준화위원회를 통해 회원사의 실적자료를 수집(프로젝트 유형은 중·소규모 오피스로 한정하였고, 총 5건의 프로젝트에 대한 설계 공정표, 일정 계획표, 개인 노트, 사업 계획서 및 완료보고서, 설계 이력서 및 설명서 등을 수집)하였으나, 앞서 언급한 바와 같이 현재 대다수의 설계회사에서는 설계업무 수행과정에 대한 체계적인 관리가 이루어지지 못하고 있어 자료수집의 양은 기대에 미치지 못하였다. 자료의 부족으로 인하여 분석결과의 통계적 유의성을 확보하기에는 충분하지 못한 것이 사실이다. 다만, 통합 설계관리 시스템이 구축되고, 프로젝트의 결과가 지속적으로 저장될 경우에는, 누적된 자료를 토대로 하여 객관적인 신뢰도를 갖춘 분석결과를 기대할 수 있을 것이다.

둘째, 성과물에 대한 정의가 비교적 명확한 기본설계 및 실시설계 단계에서는 성과물(Output) 기반의 가중치를 도출하여 설계 일정관리에 활용하는 것이 타당하다. 다만, 현재 설계회사에서는 이러한 성과물(Output)별 소요시간에 대한 자료를 관리하고 있지 않기 때문에, 전문가 설문조사(국내 주요 설계회사 13개사의 설계 전문

가 30인을 대상)를 통해 분석을 실시하여야 한다. 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스를 기반으로 설문조사 양식을 개발하였고, 설문항목의 지나친 세분화로 인하여 설문대상자가 객관적인 판단을 할 수 없을 것으로 판단하여 각 단계별 상대적인 투입시간을 조사하여 가중치를 도출하였다. 이러한 가중치는 시스템상의 설계 일정관리 모듈과 연계되어 활용된다. 앞서 언급한 바와 같이, 설계업무 프로세스별 시간비중에 대한 설문조사를 분석한 결과(가중치)는 다음의 표와 같다.

<표 3-040> 설문조사 결과 (설계업무 프로세스별 가중치)

대분류	가중치	중분류	가중치	소분류	가중치	성과물	가중치
기획설계	9.75%	설계의뢰접수	0.95%	사업개요서 작성	0.60%		
				프로젝트 착수	0.36%		
		조사·분석	3.68%	규모검토	1.04%		
				기획설계안작성	2.08%		
				개략견적	0.56%		
		건축주 협의	1.62%	예산검토	0.65%		
				최종규모검토	0.97%		
		계약	0.60%	계약서 작성	0.60%		
		프로젝트 계획	2.89%	건축주 요구사항 검토	0.52%		
				설계공정표 작성	0.47%		
				설계품질계획서 작성	0.51%		
				설계조직 구성	0.38%		
				실행예산서 작성	0.65%		
				납품목록표 작성	0.36%		
계획설계	19.41%	Programming	5.96%	Object Analysis	0.73%		
				Site Analysis	1.73%		
				Requirement Analysis	1.17%		
				Programming	2.33%		
		Planning	6.28%	Access	1.05%		
				Land Use	1.24%		
				Allocation	1.62%		
				Frame Work	2.38%		
		Drawing	4.37%	설계 개요 작성	0.38%		
				배치 개념 작성	0.86%		
				평·입·단면 종합계획	1.45%		
				투시도, 모델 제작	1.67%		
		건축주 협의	2.80%	Presentation	1.67%		
				건축주 승인	1.13%		
기본설계	31.26%	Design	7.09%	계획안의 법적 검토	0.73%	세부법규검토서(계획)	0.73%
				계획안의 기술적	0.64%	시스템 계획서	0.64%

대분류	가중치	중분류	가중치	소분류	가중치	성과물	가중치
				검토			
				건축계획, 배치, 공간구성 검토	2.88%	기본설계초안	2.25%
						프로그램 검토서	0.63%
				내외 디자인 입안	2.01%	건물 각부 기본안 도면	1.73%
						주요 재료 마감표	0.28%
				예산검토	0.82%	개략공사비 검토서	0.82%
		Design Development	7.92%	배치	1.72%	배치도 검토안	1.72%
				평면	1.68%	평면도 검토안	1.68%
				입면	1.86%	입면도 검토안	1.86%
				단면	0.97%	단면도 검토안	0.97%
				Engineering 협의	1.69%	추정부하산정서	0.39%
						구조계산서	0.42%
						시스템 분석 결과서	0.19%
						개략 계산서	0.19%
						설비도 검토안	0.51%
		Drawing	6.74%	기본설계도면 작성	4.60%	기본설계도면	2.98%
						인허가 서류	1.17%
						투시도	0.45%
				Engineering 도면 작성	2.14%	Engineering 기본설계도면	2.14%
		문서작성	2.66%	개략공사비 산출	1.58%	임시내역서	0.28%
						평당 단가비교표	0.30%
						부문별 예상공사비 산정표	0.35%
						예상공사비 산정표	0.32%
						개략공사비 산출서	0.33%
				개략시방서 작성	1.08%	개략시방서	0.32%
						계획설계 설명서	0.50%
						주요 자재 및 장비 계획서	0.26%
		건축주 협의	2.95%	Presentation	2.40%	건축주 설명자료	2.40%
				승인	0.55%	기본설계 승인서	0.55%
		대관청 심의 및 허가	3.89%	법규검토 및 분석	0.69%	법규분석서	0.69%
				심의/인허가 도서작성	2.41%	인허가 도서	2.41%
				도서 수정 및 보완	0.79%	납품도서	0.79%
실시설계	39.58%	기본설계도서 협의	4.89%	기본설계도서 보완	2.27%	실시설계초안	2.27%
				Engineering 협의	2.62%	설계개요서(실시)	1.22%
						설계검토서	1.40%
		실시설계도서 작성	25.15%	건축도면 작성	9.97%	건축공통도면	0.39%
						개요 및 배치계획도면	0.89%
						마감표 및	0.99%

대분류	가중치	중분류	가중치	소분류	가중치	성과물	가중치
						마감상세도	
						기본평입단면도	2.42%
						코아, 계단 등 각종상세도	1.36%
						평입단면 부분상세도	1.40%
						창호 평면도 및 일람표	1.02%
						천장도 및 전개도	0.75%
						기타도면	0.74%
				구조도면 작성	4.91%	구조공통도면	0.44%
						각종 위치도	0.22%
						구조평면도	1.78%
						각종 RC일람표	0.70%
						각종 철골 일람표	0.58%
						철골구조상세도	0.66%
						구조기타도면	0.52%
				Engineering 도면 작성	3.56%	Engineering 도면	3.56%
				조감도, 투시도, 모델 작업	1.69%	조감도	0.57%
						투시도	0.45%
						모델	0.68%
				시방서 작성	2.44%	시방서	2.44%
				내역서/공사비 상세견적	2.57%	도면 검토서	0.67%
						내역서	1.08%
						공사비 견적서	0.82%
		실시설계도서 검토/검수	5.81%	실시설계도서 품질확인	4.44%	실시설계 도서	4.44%
				시방서/내역서 검토	1.37%	시방서	0.64%
						내역서	0.73%
		납품	3.73%	납품도서 제본	0.32%	납품 도서	0.32%
				건축주 승인	1.72%	설계도서 승인서	1.72%
				내역승인	1.69%	내역 승인서	1.69%

※ 붉은색 점선안의 설문결과는 앞서 언급한 '①실적자료 분석을 통한 가중치' 산정결과 이며, 그 이외의 부분은 '②전문가 설문조사를 통한 가중치' 산정결과 임

(3) 설계 성과물별 표준 체크리스트

(가) 기획설계 단계의 표준 체크리스트

앞서 언급한 바와 같이, 사단법인 한국건축가협회 산하 표준화위원회를 통해 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스를 개발하였다. 이렇게 개발된 표준 설계업무 프로세스를 토대로 하여, 설계품질 향상을 위한 체크리스트를 개발하였다. 기획설계, 계획설계, 기본설계, 실시설계의 4단계로 구분하였으며, 성과물 기반의 체크리스트

를 작성하였다. 체크리스트는 크게 3가지로 구분하였으며, 일반 체크리스트, 핵심 체크리스트, 법규 체크리스트로 구성된다. 다음의 표는 기획설계 단계의 표준 체크리스트를 나타낸 것이다.

<표 3-041> 기획설계 단계의 표준 체크리스트

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
설계의뢰접수	사업개요서 작성	사업개요서	▪ 건축주로부터 사업성 검토서 및 사업 개요에 대한 자료를 받은 것이 있는가?
		건축주 요구사항 개요	▪ 건축주로부터 건축가의 업무 범위를 구두나 서면상으로 받은 것이 있는가?
			▪ 수자원 이용(음수/용수/정수/중수)에 관한 건축주의 의견이 있는가?
			● 에너지 이용(열/전기/가스: 에너지 절약시스템 : 자연에너지이용 등)에 관한 건축주의 의견이 있는가?
			● 폐기물 처리(분리수거/재활용/청소방법 등)에 관한 건축주의 의견이 있는가?
			▪ 주변환경보존 및 개발방안/대기오염 방지안에 관한 건축주의 의견이 있는가?
	프로젝트 착수	프로젝트 실행계획서	–
조사·분석	규모검토	규모검토서	–
		건축주 제공자료 검토서	▪ 지적도, 토지 이용계획 확인서 및 기타 대지 관련 서류를 건축주로부터 받았는가?
			▪ 토지 소유자가 많을 경우, 토지 사용승락서, 토지 등기부 등본 및 토지 관련 서류를 건축주로부터 받았는가?
			● 현황측량도를 건축주로부터 받았는가?
			▪경계명시측량 혹은 수치지적도를 건축주로 부터 받았는가?
			● 지질조사 보고서를 건축주로부터 받았는가?
			▪ 주변교통현황, 교통수요예측, 교통개선계획에 대한 자료를 건축주로부터 받았는가?
			▪ 대지, 토지 관련 서류 및 정보를 건축주로부터 받지 못할 경우의 대행 방법에 대해서 논의하였는가?
	기획설계안작성	사례검토서(기획)	–
		법규검토서(기획)	–
		스페이스 프로그램	● 대지 내.외의 공급시설에 대한 현황 및 계획을 해당부서에 파악하였는가?
			▪ 건축주와 이용자의 요구를 분석하였는가?
			▪ 차량·보행자 동선 및 주차에 대한 건축주의 의견이 있는가?
			● 조경, 공개공지와 같은 녹지공간 및 지역 공여 공간에 대한 건축주의 의지 및 의견이 있는가?
			▪ 분수, 연못, 산책로 및 스트리트 퍼니처에 대한

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			건축주의 요구사항이 있는가?
			▪ 대지환경요소를 체계적으로 분석, 정리하였는가?
			▪ 주변환경요소를 체계적으로 분석, 정리하였는가?
			▪ 프로그램 작성시 다음사항을 충분히 고려하였는가? - 건물개요 파악 / 주차 / 동선 / 프로그램 평가 요약정리
		Concept Design	-
		대안 Study 자료	-
	개략견적	개략견적서	-
건축주 협의	예산검토	사업성 검토서	● 프로젝트 예산안 및 공사비 예산안을 건축주로부터 받았는가 ?
			▪ 사업성 검토시 다음사항을 충분히 고려하였는가? - 사업타당성, 시장조사 / 재정타당성 / 예산타당성 / 규모검토
			▪ 연도별 건축물 운영경비 예측시, 다음사항을 충분히 고려하였는가? - 편의시설 / Facilities Management / 임대 / 청소 / 장비관리 / 조경 / 외부 관리 / 재산세 / 보험 / 회계 비용 / 안전 / 물가지수 / 예비비 / 인력운영
			▪ 건축물 임대수입 예측시, 다음사항을 충분히 고려하였는가? - 공간과 기능 유형 / 면적당 소득 / 공실률
			▪ 대지분석 후, 프로젝트 예산 수립시 다음사항을 충분히 고려하였는가? - 서비스 타임스케줄 결정 / 개인의 시간과 프로젝트의 비용 / 전체 프로젝트의 기초 서비스 비용 견적 / 여분의 추가서비스 비용 / 여분의 서비스에 대한 보상 / 보상 비용에 대한 견적 / 특별 보험 비용 / 기타 비용
		대안별 평당 단가 분석표(기획)	-
		유사건물 평당 단가 비교표(기획)	-
	최종규모 검토	사업계획서	▪ 건축주가 특별히 계약서상에 표현하고자 하는 요구사항이 있는가?
			▪ 사업성 검토에 따른 시설 프로그램을 건축주로부터 받았는가?
			● 프로젝트 업무범위 LIST를 합리적으로 작성하였는가?
			▪ 건축주/건축가 합의사항 정리시, 다음사항을 충분히 고려하였는가? - 프로젝트 목표의 명확화 / 설계조건의 명확화 / 건축주 목표정리 / 건물수준 협의
		최종규모검토	-

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
		서	
계약	계약서 작성	설계비 견적서	–
		계약서	–
프로젝트 계획	건축주 요구사항 검토	계획자료 검토서	▪ 건축주의 사업의도와 조건을 알기 쉽게 정리하였는가?
			▪ 건축주 요청시 부지 선정에 대한 협력을 적절히 하였는가?
			▪ 대지분석 및 선정시, 다음사항을 충분히 고려하였는가? – 물리적 조건/ 문화적 조건/ 법규적 조건 파악
			● 건축주 요구사항 협의시, 다음 요령에 의거하여 확인하였는가? – 건축주 의도 및 요구조건을 명확히 하기 위해 유사예를 제시하거나 부지.법적조건.요구사항들을 알기 쉬운 자료를 사용해 협의 – 판단의 기준을 건축주와 공유 – 설계조건을 검토.정리할 때 항상 완성시킬 구성과 형태를 고려하여 협의
			● 건축주 예산을 정확히 파악하고 확인하였는가?
	설계공정표 작성	공정계획서	▪ 사업추진일정 및 설계 일정 계획을 건축주로부터 받았는가?
			▪ 착수회의의 시기 및 참석인원, 논의사항 등 충분히 검토하였는가?
			▪ 대지분석 후, 프로젝트 일정표 작성시 다음사항을 충분히 고려하였는가? – 프로젝트팀 구성 / 디자인/ 비용 예측 / 재정/ 디자인검토 / 품질관리 / 인허가절차 / Phasing(단계) / 가구와 장비의 특별 주문 / 건설 / Data 와 보안체계 / 사용자입주 / 시험가동 / 분양,임대)
	설계품질 계획서 작성	설계품질계획서	–
	설계조직 구성	설계조직표	▪ 착수회의의 시기 및 참석인원, 논의사항 등 충분히 검토하였는가?
			▪ 구조, 전기, 그리고 특별 고려사항을 포함한 디자인 팀을 선택하고 조직하였는가?
	실행예산서 작성	설계실행예산계획서	▪ 프로젝트의 실행예산을 적절하게 계획하였는가?
	납품목록표 작성	납품목록표	–

(나) 계획설계 단계의 표준 체크리스트

다음의 표는 계획설계 단계의 표준 체크리스트를 나타낸 것이다.

<표 3-042> 계획설계 단계의 표준 체크리스트

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
Programming	Object Analysis	사례검토서(계획)	_
	Site Analysis	대지조사분석보고서	_
		현황측량검토서	_
		대지 내/외 공급시설 검토서	_
		대지환경 조사검토서	_
		환경영향 평가검토서	_
		위치도(계획)	▪ <위치도 및 현황사진>주변 500m 정도의 주변 현황(위치, 도로망, 지역여건 등)에 대한 내용이 쉽게 인식되도록 작성되어 있는가? ▪ <주변현황도>주변 100m 정도의 주변현황(건축선후퇴거리, 주차장 입구, 공개공지 위치 및 규모 등)에 대한 내용이 서로 알기 쉽게 작성되어있는가? ▪ <주변현황도>인근 기존 건축물의 용도, 재료, 외관 디자인, 형태(공동주택의 경우 기존 및 인접 아파트의 배치 현황) 가 적절히 표현되었는가? ▪ <주변현황도>[심의시] 신청계획과 주변현황이 비교 가능하도록 기재하였는가?
		경계명시측량도	_
		법규검토서(계획)	_
		축, 조망 분석도	_
		교통 및 주차체계 검토서	_
		지질조사보고서	_
	Requirement Analysis	건축주 요구사항	_
	Space Program	토지이용계획서	_
		배치대안 비교분석표	_
		사례조사서	_
		계획자료	_

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
		조사서	
		동선기능도	–
		Space Program 계획서	–
		층별 Zonning 계획서	–
		대안별 평당 단가 분석표(계획)	–
		유사건물 평당 단가 비교표(계획)	–
Planning	Access	코아계획	–
		보차 동선도	–
	Land Use	기능분석도	–
		조경/주차 계획도	▪ 조경계획도>생태환경을 고려한 녹화공법 (옥상, 지붕, 가로녹화 등) 적용을 유도하였는가? ▪ <조경계획도>관련법규상 충분한 면적을 계획하였는가?
	Allocation	모듈계획서	–
	Frame Work	개략 마스터플랜	–
		평입단면 종합계획	–
		계획 모델	–
Drawing	설계 개요 작성	설계개요서(계획)	▪ 설계도서 작성지침에 따라 작성하였는가? ▪ 계획안의 연면적, 건폐율, 용적률, 층수, 구조, 용도별 면적, 세대수(평형별) 등 전반적인 사항을 기입 및 확인하였는가? ▪ 계획안의 주요디자인 컨셉 및 아이디어 창출경위 등을 알기 쉽게 표기하였는가? ▪ <표지>[심의시] 사업명, 사업위치, 재심의 여부 등과 건축심의, 심의규칙 완화 심의 여부 등을 기재하였는가?
	배치 개념 작성	배치계획도	▶ 조경 및 공개공지 계획을 적법하게 계획하였는가? ▪ 차량동선과 보행동선을 알기 쉽게 표기하였는가? ▪ 교통처리계획 및 옥외주차계획을 알기 쉽게 표기하였는가? ● 대지경계선 또는 기준점 (Working Point)에서 부터 건축후퇴선, 건축지정선 등 이격 거리 확인 및 치수 표기가 되어 있는가? ● 측량도면에 의한 작업 기준점(레벨 GL +-0) 위치표시 및 그 지점을 기준으로 한 대지내 마감레벨이 표기되었는가? ▪ 대지와 접한 도로의 길이와 너비가 표기되었는가? ▪ 대지 경계선으로부터 지하층 및 지상층 외벽까지의 치수가 표기되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			● 증축의 경우 기존 건물과 신축건물과의 관계를 명확히 표현하였는가? (기존건물 / 증축범위,1차 / 2차공사) ▪ 대지내로의 차량 진출입 동선 및 건물 진출입위치 표기가 되어있는가? (교통영향평가 내용 반영)
	평·입·단면 종합계획	계획설계 평입단면	1. 평면도 ▪ <일반>지하층, 1층 , 기준층, 옥탑층 순으로 작성하였는가? (각층이 비슷할 경우 기준층만 작성하고 공용공간 및 다중이용시설이 있는 층 위주로 작성) ▶ <화장실>장애인 화장실 설치여부(법규 확인) 및 시설기준(출입문 및 복도 폭) 적합 여부를 검토하였는가? ▪ <화장실>출입구로부터의 내부 시선차단을 고려하였는가? ● <기계실,전기실>장비 반입을 위한 장비 반입구 설치 및 반입로를 확보하였는가? ▪ 기계실,전기실>발전기실 급배기 및 기계,전기실 환기 및 채광을 위한 Dry Area설치(위치, 크기, 이격거리 검토)를 하였는가? ▶ <주차장>장애인 주차 댓수와 위치(코아 부근)가 적합하게 계획되었는가? ▶ <주차장>주차램프 경사도, 완화구배, 폭, 회전반경 등이 법규치수 이상 확보되었는가? ▪ <주차장>주차장 환기방법 및 시설(펜룸, 풍도, 환기샤프트 등)이 적합하게 계획되었는가? ▶ <주차장>설비 천장 배관(환기덕트, 스프링클러 등)설치시 적법한 천장고 (주차부분 2.1m, 주차로 2.3m 이상)확보가 되었는가? ▶ <지붕층>각종 설비관련시설물(통신안테나, 냉각탑, 피뢰침, 헬리포트, 곤도라 등)을 위한 공간 확보 및 위치, 장비기초를 고려하였는가? ▪ <지붕층>안전을 고려한 파라펫 높이(1.2m)가 확보되었는가? ▶ <계단>계단실의 위치, 개수, 이격거리, 유효폭 등이 적법하게 계획되었는가? ▶ <계단>계단실 문의 개폐방향이 피난방향으로 되어있는가? ▪ 승강기>승강기 인승 및 설치대수가 적법한가? ▶ <승강기>승강기 기계실 출입이 타실을 통해서 출입이 되지 않도록 계획되었는가? ▶ <승강기>비상용 승강기 홀(전실)이 6㎡ 이상 확보되었는가? ▶ <승강기>장애인용 엘리베이터 설치 여부 확인 및 필요시 설치를 하였는가?(법규 확인)
			2. 입면도 ▪ 면을 작성하되 정면도 수준으로 계획하며, 재료·색상 등 디자인적 측면에서 계획한 입면으로 표출되었는가? ▪ 대지의 기준 지반고에 의한 입면 레벨(마감레벨) 및 층이 정확히 표기되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ 외장 재료의 규격을 고려한 입면 계획이 되었는가? ▪ 외벽 창호의 형태, 크기, 위치 등이 평면도 및 단면도와 일치하는가?
			3. 종횡단면도 ▪ 대지고저차를 자세히 표기하였는가? (도로, 인접대지 레벨 포함) ● 절토 및 성토 부분의 전후상황을 비교하여 알기 쉽도록 표기하였는가? ▶ 전면도로 폭에 의한 법규상의 사선제한, 일조에 의한 사선제한 및 건축물의 최고높이가 표기되어 있는가? ▪ 건축선으로 부터의 이격거리 및 건축물간의 인동간격이 표기되었는가?
		기계,전기,구조 계획 반영 대안	<구조분석도> ▪ 구조개요를 알기쉽게 작성하였는가? ▪ 제반 하중 조건을 빠짐없이 분석하였는가? ▪ 지상층 및 지하층의 구조 계획을 알기쉽게 작성하였는가? ● 기초 구조계획 중 지내력 관련사항 (가능한 토질 및 기초 전문가 소견필요) 을 확인하였는가? ▪ 하중 전이 (Load Transfer) 층 구조계획을 검토하였는가?(해당사항 없을 경우 생략) ▪ 각종 조인트 (Expansion Joint, Seismic joint, Constraction Joint, Delay Joint 등) 의 계획을 하였는가? ▪ 구조물의 안정성 검토 중 아래사항을 확인하였는가? - 횡력 (내진, 내풍) - 변위 검토: 지진하중에 의한 층간 변위, 풍하중에 대한 최대 횡변위
	투시도, 모델 제작	계획설계 투시도	▪ <조감도> 주요 조망 축에서 본 조감도로 작성하고 신청대지와 접한 실제 주변 대지, 건축물을 포함하여 작성하였는가?
		계획설계 모델	-
건축주 협의	Presentation	계획설계 보고서	-
		계획설계 설명서	-
		자재시스템 목록표	-
		예상공사비 산정표	-
		심의관련 서류	▪ 사업추진 경위>지구의 지정일시, 자치구 건축위원회· 도시계획위원회· 市도시건축공동위원회· 교통영향평가·환경영향평가·전차 받은 건축위원회 등의 심의 여부 및 결과 등 개략 내용을 알기 쉽게 기입하였는가? (해당분야) ▪ <사업추진 경위>사업 결정고시 내용(토지이용계획)을 표기하였는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ <타위원회 등 심의관련도>도시건축 공동위원회 신청계획안· 심의결과 및 조치 결과를 건축심의 신청안과 비교할 수 있도록 작성하였는가?
		주요자재검토서	–
	건축주 승인	계획설계 승인서	<설계자측면> ▪ 모든 도면이 설계 책임자에 의해 검토되고 확인 및 승인을 받았는가? ▪ 재심 또는 설계변경에 대하여는 변경 전.후를 비교할 수 있도록 표기하였는가? ● 건축, 구조, 기계, 전기, 소방, 조경도면 등과의 일치여부를 확인하였는가? ▪ 건축주의 디자인 목표 설정, 설계조건에 대한 확인을 하였는가? ▪ 설계를 담당할 프로젝트팀의 구성을 확정하였는가? ▶ 설계진행단계에 맞추어 법규검토를 하였는가? ▪ 건물에 대한 종합적인 계획을 수립하였는가? (기능/규모/형태/구조/재료 등) ● 계획안의 예상 공사비를 산정하고, 공사비 목표를 설정하였는가? (시방서 항목선정 등, 시방서 작성 준비) ▪ 개략적인 사업공정 및 설계공정을 작성하였는가? ▪ 복수의 계획안을 제출하여 1개의 확정안을 승인받았는가? <발주자측면> ▪ 기획설계 후 사업계획 변경여부에 대하여 확인하였는가? ▪ 건축주측 팀편성, 의사 결정 기구를 확인하여 의사결정 주체가 어디인지 파악하였는가? ● 향후 사업확장에 따른 장래 확장계획(부지,건물-수평,수직)에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 유효면적, 건물 수준에 대하여 확인 및 승인을 받았는가? ▪ 시설규모 배분에 대한 방침에 대하여 확인 및 승인을 받았는가? ▪ 건축주가 의도하는 조경·공개공지에 대한 선택된 개념안을 받았는가? ● 굴토공사 및 흙막이 공법에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 교통영향평가 보고서 작성을 위해 준비해야 할 목록을 건축주로부터 받은 것이 있는가? ▪ 교통영향평가 업무 대행시에는 심의관련 기준에 대한 건축주의 승인자료가 있는가? ● 각종 심의(교통영향평가,건축,에너지절약,굴토 심의 등) 일정 및 추진방향에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 자재·장비·시스템에 대한 건축주의 의견이 있는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ 건물 전체 및 용도별, 평당 단가에 예상공사비 가설정안에 대한 건축주로부터 받은 자료가 있는가?

(다) 기본설계 단계의 표준 체크리스트

다음의 표는 기본설계 단계의 표준 체크리스트를 나타낸 것이다.

<표 3-043> 기본설계 단계의 표준 체크리스트

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
Design	계획안의 법적 검토	세부법규검토서	–
	계획안의 기술적 검토	시스템 계획서	–
	건축계획/배치/공간구성	기본설계초안	–
		프로그램 검토서	–
	내/외 디자인 입안	건물 각부 기본도면	–
		주요 재료 마감표	▪ 마감표의 양식에 의거하여 작성하였는가? ▪ 외기에 면한 최종재료 층은 마감만을 표현하고, 바닥 및 벽면, 바탕에 대한 내용은 표준마감상세도에서 작성하였는가? ▶ 실의 용도 및 시공 부위에 맞는 적합한 재료를 사용하였는가? (피난계단실의 불연 재료사용 등) ▪ 실내재료마감표상에 표기되지 않은 실명 확인 및 별도공사(인테리어)에 대한 표기가 되어있는가?
	예산검토	개략공사비 검토서	–
Design Development	배치	배치도 검토안	–
	평면	평면도 검토안	–
	입면	입면도 검토안	–
	단면	단면도 검토안	–
	Engineering 협의	추정부하산정서	–
		구조계산서	–
		시스템 분석 결과서	–
		개략 계산서	–
		설비도 검토안	–
기본설	건축공	표지	–

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
계 건축도서 작성	통도면 작성	도면목록	–
		투시도 또는 조감도	–
		일반사항	● 건축, 구조, 기계, 전기, 소방, 조경도면 등과의 일치여부를 확인하였는가? ● 모든 도면이 설계 책임자에 의해 검토되고 확인 및 승인을 받았는가? ▪ 신기술 및 특허 개발 등의 활용화 방안을 적용한 설계를 하였는가?
		기타	–
	개요 및 배치계 획도면 작성	설계개요	▪ 설계도서 작성지침 양식(내용)을 준수하였는가? ▶ 건폐율, 용적률, 높이제한, 조경면적, 공개공지, 주차대수 등이 법적기준에 적합한가?
		안내도/지적도	▪ 금번 신청대지 및 대지주변의 조건이 정확히 표기되어 있는가?
		구적도/구적표	▪ 구적도의 대지구적이 공부상(토지대장)의 면적과 일치하는가?
		배치도/대지종횡 단면도	1. 배치도 ▪ 공사범위의 포함 및 제외부분이 명확히 표기되었는가? ● 대지경계선 또는 기준점(Working Point)으로부터의 건축후퇴선, 건축지정선 등 이격거리 확인 및 지하층, 지상층 외벽까지의 거리의 표기가 되어있는가? ● 화단, 담장, 맨홀, 설비용 장비(쿨링타워 등), 국기게양대, 자전거보관소, 미술장식품, 옥외조명 등 지상공작물 및 오수정화시설 등 지하구조물의 위치 및 거리가 표기되었는가? ● 측량 도면에의 한 작업 기준점(GL±0) 위치표시 및 그 지점을 기준으로 한 대지 내 마감레벨이 표기되었는가? ● 주요 설비의 대지 인출입 위치와의 관계를 확인하였는가? ① 전기, 가스, 수도 등의 확인 (전신주, 맨홀, 메타박스 등) ② 대지 밖의 전신주, 가로등, 표식 등의 위치 및 이설의 유무 ③ 공공하수관/접속관의 지름 및 관레벨 확인 (접속가능 여부, 관공서와의 협의) ▪ 대지 내 차량 진출입 동선 및 건물 진출입 위치 표기가 되어있는가? (교통영향평가 내용 반영) ▪ 차량 동선과 보행 동선 및 옥외 주차계획을 표기하였는가? ▪ 가설 현장사무소의 위치 및 도로 점용부분의 면적이 표시되었는가? ▪ 대지와 접한 도로의 길이와 너비가 표기되었는가? ▪ 도로 확보를 위한 대지의 후퇴(Set-Back) 상황이 표현되었는가? ▪ 조경 및 공개공지 계획을 표기하였는가? ▪ 증축의 경우 기존 건물과 신축 건물과의 관계를 명확히

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			표현 하였는가? (기존건물/증축범위, 1차/2차공사) ▪ 설계 변경에 대해서는 변경 전·후를 비교할 수 있도록 작성하였는가? ▪ 각종 신/구 시설물 및 주요 설비들이 서로 간섭이 없는지 확인하였는가? ● 옥외 소화전, 장비 반입구 및 유류 반입구에 장비 접근이 가능한가? (重차량이 접근 가능한지 확인) ▪ 근린 상황의 파악과 대책(전파장애, 일조방해, 반사공해, 소음, 진동, 엿보기, 악취, 쓰레기처리장 등)을 검토하였는가?
			2. 대지종횡단면도 ▪ 건축물의 주 단면을 종횡으로 2방향 이상 표현하여 건물높이, 지하층 깊이 등이 요약되어 표현될 수 있게 작성하였는가? ▶ 대지경계선, 건축선지정(후퇴)등 법적 제한 경계선을 표현 하였는가? ▶ 인접도로폭, 가상도로폭, 도로레벨, 가상도로레벨 등 건축물의 높이 사선제한 및 일조권 사선제한 설정을 위한 내용이 표현되었는가? ▪ 인동간격 등을 표기하였는가? (대지 내 여러 동의 건물이 있을 경우)
		주차계획도	▪ 차량 진출입 관계 및 주차장차량동선 표시가 되어있는가? ▪ 주차 대수 및 주차 규격 및 주차로 폭, 램프 회전반경 등 주차관련 계획치수가 적법하게 되었는가? ▶ 장애인 주차구획이 적법하게 되어있는가?
		면적산출표	▶ 설비샤프트, 물탱크, 오수정화시설 등 면적제외 부분이 포함되지 않았는가? ▪ 설계개요와 면적 산출면적이 일치하는가?
		각종계획도	1. 단열계획도 ▪ 단열이 필요한 부분 및 누락우려 부위(외부 노출바닥면, 출입구상부 등)에 단열처리가 되어있는가? ▶ 단열재의 종류 및 두께가 법적기준에 적합하게 계획되었는가?
			2. 방화계획도 ▶ 방화구획이 적법하게 구획되었는가? (승강기홀, 슬라브 오픈 부위, 주차장 층간방화구획 등) ▶ 방화구획 부위에 창호(방화문, 방화셔터) 설치 및 개폐방향 등이 적법하게 계획하여 표기하였는가? ▶ 배연창이 설치면적에 맞게 적법하게 설치되었는가? ▶ 완강기 설치 필요여부 및 설치 위치를 확인하였는가?
		기타	▶ 철골구조의 경우 철골부재에 내화피복표기를 하였는가?
	마감표 및 마감상세도	실내재료마감표	▪ 마감재료명은 "지정마감"으로 표기하고 적용재료는 실내재료마감표에서 작성하였는가?
		표준마감상세도	▪ 표준마감상세도 작성법에 의거하여 작성하였는가? ▪ 마감두께 등이 건축 평면레벨과 일치되게 작성되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
	작성	기타	–
	기본평입단면도 작성	평면도	▪ 평면도 작성방법에 의거하여 작성하였는가? ● 해당 층 기준바닥면으로부터 약 1.5m 높이에서 아래로 내려다본 형태를 표현하였는가? ● 축척은 알기쉽고 시공이 용이한 축척을 사용하였는가? (1/100, 1/200, 1/300) ● 평면도의 배치방향을 배치도의 평면방향과 일치되게 작성하였는가? ▪ 창호 및 벽체부호 등은 별도의 평면도를 작성하여 표기하였는가? (Key Map) ▪ 평면도 내의 바닥마감 레벨을 명확히 표기하였는가? ▶ 장애인 관련시설을 적법하게 계획하였는가? ▪ 오프닝이 필요한 부분의 표현이 되었는가? ▪ 등의 층별 방화구획은 고려하였는가? ● <기계실, 전기실>장비반입을 위한 장비 반입구 설치 및 반입로를 확보하였는가? ▪ 기계실, 전기실>기계실 바닥 배수를 위한 트랜치 및 집수정의 위치 및 구조를 검토하여 설치하였는가? ▪ 기계실, 전기실>발전기실 급배기 및 기계, 전기실 환기 및 채광을 위한 Dry Area 설치(위치, 크기, 이격거리검토)를 하였는가? ▪ 기계실, 전기실>Dry Area의 바닥 배수처리 방법 및 방수를 고려하였는가? ● <기계실, 전기실>전기실 및 발전기실의 상부에 물 사용시설의 배치를 피하였는가? (불가피한 경우 2중슬래브 등 검토) ▪ 기계실, 전기실>전기실에 소화 가스설비를 반영하였는가? ▶ <주차장>장애인 주차댓수가 적법하게 설치되고 위치(코아부근)가 적합하게 계획되었는가? ▶ <주차장>주차램프 경사도, 폭, 높이, 회전반경 등 법규치수 이상 확보되었는가? ▶ <주차장>램프부분 층간 방화구획을 위한 방화셔터를 설치하였는가? ▪ <주차장>주차장 환기방법 및 시설(펜룸, 풍도, 환기샤프트 등)이 적합하게 계획되었는가? ▶ <주차장>설비천장배관(환기덕트, 스프링클러 등) 설치시 적법한 천장고(주차부분 2.1m, 주차로 2.3m 이상) 확보가 되었는가? ▶ <지붕층>각종 설비관련 시설물(통신안테나, 냉각탑, 피뢰침, 헬리포트, 곤도라 등)을 위한 공간확보 및 위치, 장비기초를 고려하였는가? ▪ <지붕층>안전을 고려한 파라펫 높이(1.2m)가 확보되었는가?
		입면도	▪ 입면도 작성방법에 의거하여 작성하였는가? ▪ 축척을 기본 평면도, 단면도와 동일하게 사용하며, 전체적 형태가 이해될 수 있도록 작성하였는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ 도면명은 방위와 상관없이 정면도, 배면도, 좌측면도, 우측면도로 명기하였는가? ▪ 치수 및 축열선을 표기하지 않으며, 축열기호만 표기하였는가? ▪ 대지의 기준지 반고에 의한 입면레벨(마감레벨) 및 층이 정확히 표기되었는가?
		주단면도	▪ 주단면도 작성방법에 의거하여 작성하였는가? ▪ 축척은 기본 평면도 및 입면도와 동일하게 작성하여 전체적인 건물형태가 이해 될 수 있도록 작성되었는가? ▪ 층고, 기준 지반고로부터의 건물높이, 천장고, 지하층의 깊이 등이 정확하게 표기되었는가?
		기타	-
	코아, 계단 등 각종상세도 작성	코아상세도	▶ 각종 샤프트의 층간 방화구획에 대한 고려가 되었는가?
		계단상세도	▶ 계단실의 위치, 개수, 이격거리, 유효폭, 개폐방향 등이 적법하게 계획되었는가? ▪ 계단과 핸드레레일의 재료 및 높이가 적절하고 상세도가 작성되어 있는가? ▶ 피난계단의 경우 계단실 내부재료가 불연재료로 마감되었는가?
		승강기/샤프트 상세도	▶ 승강기 인승 및 설치 대수가 적법한가? ▪ 샤프트 크기, 오버헤드 높이, 피트 깊이, 기계실 크기 등이 전문업체와 협의되어 계획되었는가? ▶ 승강기 기계실 환기팬 또는 환기창이 설치되었는가? (기계실 온도 40도 이하 유지) ▶ 승강기 기계실 출입이 타실을 통해서 출입이 되지 않도록 계획되었는가? ● 승강기 샤프트 하부가 실로 사용시 이중 슬라브를 설치하였는가? ▶ 비상용승강기 피트에 하부집수정(배수설비)이 설치되었는가? ▶ 비상용 승강기가 전층 이용이 가능토록 계획되었는가? ▶ 비상용 승강기 홀(전실)이 6㎡ 이상 확보되었는가? ▪ 승강기 피트점검용 사다리 설치를 고려하였는가? ▶ 승강기 홀 층간 방화구획을 하였는가? ▶ 장애인용 엘리베이터 설치여부 확인 및 필요시 설치를 하였는가? (법규 확인) ▶ <에스컬레이터>에스컬레이터 주변 층간 방화구획을 위한 방화셔터가 설치되었는가?
		주차경사로상세도	▪ 램프의 충돌방지대(W:300, H:150)가 설치되었는가? ▪ 램프 경사 끝단에 완화구배(램프구배의 1/2 적용)를 고려하였는가? ▪ 램프 끝 단상, 하부에 빗물유입방지를 위한 트랜치를 설치하였는가? (지하1층 필수, 지하2층 이하 권장) ▪ 램프 바닥이 미끄럼 방지를 위한 마감으로 되어있는가?
		주차리프트상세도	-
		기타	-

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
	평입단면 부분상세도 작성	평면상세도	▶ <화장실>장애인 화장실 설치여부(법규 확인) 및 시설기준(출입문 및 복도폭) 적합여부를 검토하였는가?
		입단면상세도	▪ 화장실>바닥마감(방수 등)을 고려한 구조레벨(슬라브다운)을 검토하였는가?
		출입구상세도	▪ 회전문 설치 시 장애인 출입 및 짐의 이동을 위한 별도의 출입구가 고려되었는가?
		내부벽체일람표	–
		기타	–
	창호평면도 및 일람표 작성	창호평면도	▪ 각층 평면도와 창호평면도와의 문의 위치 및 개폐방향이 일치하는가? ▶ 방화구획에 맞게 방화도어 및 방화셔터가 설치되어있는가? ▪ 배연창 설치에 대한 법적 검토(유효면적 확보 등) 및 하드웨어에 대한 검토가 되었는가?
		창호일람표	▪ 창호일람표 양식에 의거하여 작성하였는가? ▪ 실의기능(방음, 방화, 내수 등)에 맞는 창호가 선정되었는가? ▪ 창문의 개폐방법이 표현되었는가? ▶ 피난계단의 방화문의 경우 적절한 유효폭(900mm 이상)을 확보하였는가? ▶ 피난통로에 방화셔터 설치시 3m 이내에 피난에 유효한 피난도어(갑종방화문)가 설치되었는가?
		창호상세도	–
		창호입면도	–
		창호잡철물목록	–
		기타	–
	천장도 및 전개도 작성	천장도(평면/상세도)	–
		로비관련도면	–
		주요실전개도	–
		승강기홀전개도	–
		화장실전개도	▪ 기구(대,소변기)의 적정간격 및 타일모듈을 고려한 기구배치 계획을 하였는가?
		칸막이전개도	–
		기타	–
	건축기타도면 작성	정화조	–
		소음 및 방음	–
		무대 또는 조명	––
		주방	–
		음향	–
		전시	–

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
		기타	–
문서작성	개략공사비 산출	임시내역서	–
		평당 단가비교표	–
		부문별 예상공사비	–
		개략공사비 산출서	–
	개략시방서 작성	개략시방서	–
		기본설계 설명서	–
		주요 자재/장비 계획	–
건축주협의	법규검토 및 분석	법규분석서	–
	Presentation	건축주 설명자료	–
	건축주 승인	기본설계 승인서	▪ 기본설계 후 사업계획 변경에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ● 만약, 임대·분양 사업이라면 그 시점, 방법 및 마감에 대한 기본방침에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 건축 심의결과에 따른 건물수준 조정방침에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 조경·공개공지에 대한 심의결과의 수용여부에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 굴토심의 결과 수용여부 및 흙막이공법 결정에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 교통영향평가 심의 결과의 수용여부에 대해 건축주로부터 받은 자료가 있는가? ▪ 심의·인허가 관련 도서 및 필증에 대해 건축주 승인 자료를 받았는가? ● 개략 시방서에 대한 건축주의 수정사항이나 승인 자료를 받은 것이 있는가? ● 개략 공사비에 대한 건축주의 수정사항이나 승인 자료를 받은 것이 있는가? ▪ 기본공간의 구성을 검토받았는가? ▪ 관리 및 운영 조건에 대하여 확인하고 승인받았는가? ▪ 각 용도 및 시설별 조건을 확인하고 승인받았는가? ● 건축주의 규모, 설비, 건물수준 결정에 대하여 확인하였는가? ▪ 기본설계도서를 승인받았는가? ▪ 설계취지 및 방침을 제시하여 승인받았는가? ▪ 내·외부 종합적 디자인 방침을 결정하였는가? ▪ 개략시방서를 검토하였는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			● 검토한 개략공사비와 건축주의 예산과의 균형여부를 검토하였는가? (건물수준 검토, 확정하고 공사비 협의) ▪ 시설배치, 건물공간구성, 용도·면적배분에 대하여 확정하고 승인받았는가? ▪ 기본평면형을 검토하였는가? ● 구조, 설비, 전기 각 시스템 검토, 건물수준 설정하고 승인받았는가? ▪ 인허가 절차를 준비하고 일정 계획을 수립하였는가? ▪ 건축, 구조, 설비, 전기 등 각 분야를 효율적으로 통합 조정하였는가?
대관청 심의 및 허가	심의/인허가 도서작성	인허가 도서	-
	도서 수정 및 보완	납품 도서	-

(라) 실시설계 단계의 표준 체크리스트

다음의 표는 실시설계 단계의 표준 체크리스트를 나타낸 것이다.

<표 3-044> 실시설계 단계의 표준 체크리스트

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
기본설계도서 협의	기본설계 도서 보완	실시설계초안	-
	Engineering 협의	설계개요서(실시)	-
		설계검토서	-
실시설계 건축도서 작성	건축공통 도면 작성	표지(건축)	▪ 건축주의 요구에 맞게 표지를 작성하였는가?
		도면목록(건축)	▪ 도서작성지침 및 양식을 준수하였는가?
		투시도 또는 조감도	-
		일반사항(건축)	-
		건축공통기타	▪ 최신 업데이트된 공통사항을 기준으로 도면을 작성하였는가?
	개요 및 배치계획도면 작성	설계개요	▪ 도서작성지침 양식(내용)을 준수하였는가? ▶ 건폐율, 용적률, 높이제한, 조경면적, 공개공지, 주차대수 등이 법적기준에 적합한가?
		안내도/지적도	▪ 금번 신청대지 및 대지주변의 조건이 정확히 표기되어 있는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
		구적도/구적표	▪ 구적도의 대지구적이 공부상(토지대장)의 면적과 일치하는가?
		배치도, 대지종횡단면도	1. 배치도 ● 배치도에 표기되어야 할 내용 이외의 표기 (지붕 신축줄눈 표시, 바닥패턴 등)로 도면의 이해도가 저하되지 않았는가? ▪ 공사범위의 포함 및 제외부분이 명확히 표기되었는가? ▪ 대지경계선 또는 기준점(Working Point)으로부터의 건축후퇴선, 건축지정선 등 이격거리 확인 및 지하층, 지상층 외벽까지의 거리의 표기가 되어있는가? ▪ 화단, 담장, 맨홀, 설비용 장비(쿨링타워 등), 국기게양대, 자전거보관소, 미술장식품, 옥외조명 등 지상공작물 및 오수정화시설 등 지하구조물의 위치 및 거리가 표기되었는가? ● 측량 도면에의 한 작업 기준점(GL±0) 위치표시 및 그 지점을 기준으로 한 대지 내 마감레벨이 표기되었는가? ● 주요 설비의 대지 인출입 위치와의 관계를 확인하였는가? ① 전기, 가스, 수도 등의 확인 (전신주, 맨홀, 메타박스 등) ② 대지 밖의 전신주, 가로등, 표식 등의 위치 및 이설의 유무 ③ 공공하수관/접속관의 지름 및 관레벨 확인 (접속가능 여부, 관공서와의 협의) ▪ 대지로의 차량 진출입 동선 및 건물 진출입 위치 표기가 되어있는가? (교통영향평가 내용 반영) ▪ 대지내의 차량동선과 보행동선 및 옥외주차계획을 표기하였는가? ▪ 가설 현장사무소의 위치 및 도로 점용부분의 면적이 표시되었는가? ▪ 대지와 접한 도로의 길이와 너비가 표기되었는가? ▪ 도로 확보를 위한 대지의 후퇴(Set-Back) 상황이 표현되었는가? ▪ 조경 및 공개공지 계획을 표기하였는가? ● 증축의 경우 기존 건물과 신축 건물과의 관계를 명확히 표현 하였는가? (기존건물/증축범위, 1차/2차공사) ▪ 설계변경에 대해서는 변경 전·후를 비교할 수 있도록 작성하였는가? ▪ 각종 신/구 시설물 및 주요 설비들이 서로 간섭이 없는지 확인하였는가? ● 옥외소화전, 장비반입구 및 유류반입구에 장비접근이 가능한가? (重차량이 접근 가능한지 확인) ▪ 근린상황의 파악과 대책(전파장애, 일조방해, 반사공해, 소음, 진동, 엿보기, 악취, 쓰레기처리장 등)을 검토하였는가?
			2. 대지종횡단면도 ▪ 건축물의 주단면을 종횡으로 2방향 이상 표현하여

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			건물높이, 지하층 깊이 등이 요약되어 표현될 수 있게 작성하였는가? ▶ 대지경계선, 건축선지정(후퇴)등 법적 제한 경계선을 표현 하였는가? ▶ 인접도로폭, 가상도로폭, 도로레벨, 가상도로레벨 등 건축물의 높이 사선제한 및 일조권 사선제한 설정을 위한 내용이 표현되었는가? ▪ 인동간격 등을 표기하였는가? (대지 내 여러 동의 건물이 있을 경우)
		주차계획도	▪ 차량 진출입 관계 및 주차장차량동선 표시가 되어있는가? ▶ 주차대수 및 주차규격 및 주차로 폭, 램프 회전반경 등 주차관련 계획치수가 적법하게 되었는가? ▪ 주차시설(유도등, 반사경, 차량동선 안내표시판, 노면마킹 등)의 설치위치가 표시되었는가? ▶ 장애인 주차구획이 적법하게 되어있는가?
		면적산출표	▶ 설비샤프트, 물탱크, 오수정화시설 등 면적제외 부분이 포함되지 않았는가? ▪ 설계개요와 면적 산출면적이 일치하는가?
		각종계획도	1. 방수계획도 ▪ 방수범위 및 한계가 명확히 표현되었는가? ▪ 실내재료마감표, 표준마감상세도, 방수계획도, 흡음단열계획도 등 관련 도면 상호간 적용부위 및 재료가 일치하는가? ▪ 벽체 방수 시 방수높이가 표기되었는가? ● 방수부위, 바탕면 등이 고려된 적절한 방수재료가 선택되었는가?
			2. 단열계획도 ▪ 단열이 필요한 부분 및 누락우려 부위(외부 노출바닥면, 출입구상부 등)에 단열처리가 되어있는가? ▪ 단열 시공부위 범위 및 한계를 명확히 표기되었는가? ▶ 단열재의 종류 및 두께가 법적기준에 적합하게 계획되었는가? ▪ 시공 부위에 맞는 단열재료 및 공법이 선택되었는가? - 천장 속을 공조 챔버로 사용할 경우 탈락 및 분진이 생기지 않는 단열재 사용 - 습기 또는 누수가 우려되는 부위는 물에 의해 성능저하가 되지 않는 단열재 사용 - 단열부위 형상이 복잡할 경우 스프레이 단열재료 사용 - 열교 현상 방지를 위해 단열재 연속시공, 틈새처리 및 겸침 처리 등이 용이한 단열재 사용 ● 결로 방지를 위해 단열층과 함께 방습층을 설치하였는가?
			3. 흡음계획도 ▪ 흡음재 시공이 필요한 부위(기계실, 공조실, 주차장, 강당, 운동시설(헬스,에어로빅) 등)의 흡음처리 및 한계가 명확히 표현되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ 탈락 및 분진이 발생되지 않는 재료를 사용하였는가?
			4. 방화계획도 ▶ 방화구획이 적법하게 구획되었는가? (승강기홀, 슬라브 오픈 부위, 주차장 층간방화구획 등) ▶ 방화구획 부위에 창호(방화문, 방화셔터) 설치 및 개폐방향 등이 적법하게 계획하여 표기하였는가? ▶ 배연창이 설치면적에 맞게 적법하게 설치되었는가? ▶ 완강기 설치 필요여부 및 설치 위치를 확인하였는가?
		개요기타	-
	마감표 및 마감상세도 작성	실내재료마감표	▪ 마감표의 양식에 의거하여 작성하였는가? ▪ 외기에 면한 최종 재료층은 마감만을 표현하고, 바닥 및 벽면, 바탕에 대한 내용은 표준마감상세도에서 작성하였는가? ▶ 실의 용도 및 시공 부위에 맞는 적합한 재료를 사용하였는가? (피난계단실의 불연 재료사용 등) ▪ 실내재료마감표상에 표기되지 않은 실명 확인 및 별도공사(인테리어)에 대한 표기가 되어있는가?
		표준마감상세도	▪ 마감재료명은 "지정마감"으로 표기하고 적용재료는 실내재료 마감표에서 작성하였는가? ▪ 표준마감상세도 작성법에 의거하여 작성하였는가? ▪ 마감두께 등이 건축 평면레벨과 일치되게 작성되었는가?
		마감기타	-
	기본평입단면도 작성	평면도	▪ 평면도 작성방법에 의거하여 작성하였는가? ▪ 가구 등 인테리어에 대한 별도 공사구분 표현을 하였는가? ● 해당 층 기준바닥면으로부터 약 1.5m 높이에서 아래로 내려다 본 형태를 표현하였는가? ● 축척은 알기쉽고 시공이 용이한 축척을 사용하였는가? (1/100, 1/200, 1/300) ● 평면도의 배치방향을 배치도의 평면방향과 일치되게 작성하였는가? ▪ 창호 및 벽체부호 등은 별도의 평면도를 작성하여 표기하였는가? (Key Map) ▪ 평면도 내의 바닥마감 레벨을 명확히 표기하였는가? ▶ 장애인 관련시설을 적법하게 계획하였는가? ▪ 오프닝이 필요한 부분의 표현이 되었는가? ▪ PIPESHAFT, DUCT 등의 층별 방화구획은 고려하였는가? ▪ 입면에 나타나지 않는 문과 창의 부호가 표기되었는가? ▪ 설비, 전기부분과의 관계에서 서로 누락된 창호(GRILL 등)는 없는가? ▪ 지하실 내 환기 및 채광을 필요로 하는 실의 고려가 되었는가? ▪ PIPE 및 DUCT 점검을 위한 점검구 표시는 되었는가? ▪ 배수가 필요한 부분의 DRAIN 및 구배가 표기되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ 바닥재료가 상이한 부분의 재료분리대 표기는 되었는가?
		입면도	▪ 입면도 작성 방법에 의거하여 작성하였는가? ▪ 축척을 기본 평면도, 단면도와 동일하게 사용하며, 전체적 형태가 이해될 수 있도록 작성하였는가? ▪ 도면명은 방위와 상관없이 정면도, 배면도, 좌측면도, 우측면도로 명기하였는가? ▪ 치수 및 축열선을 표기하지 않으며, 축열기호만 표기하였는가? ▪ 대지의 기준지 반고에 의한 입면레벨(마감레벨) 및 층이 정확히 표기되었는가? ▪ 시공기술, 성능, 재료수급 등을 고려하여 외벽 마감재료를 선정하였으며, 누락없이 표기되었는가? ▪ 외벽 창호의 형태, 크기, 위치 등이 평면도 및 창호도와 일치하는가? ▪ 가려진 부분의 입면도도 빠짐없이 작성되었는가? ▪ 배연창, 외벽부착물(장식홈통, 선홈통 등) 및 시설물(환기용 그릴, 사다리, 항공장애등, 경관조명등 등) 위치가 표시되었는가? ▪ 배기타워, 연돌, 난간 등 건축물의 돌출부위가 누락없이 표현되었는가? ▪ 고층의 경우 외벽유지관리(청소)를 위한 곤도라 고정용 외벽 디테일 및 고정방법 등에 대한 검토 및 계획이 되었는가? ● 대형 창호의 풍압이 고려되었는가? ▪ 주변 민원발생 우려가 있는 개구부에 대한 대책을 검토하였는가?
		주단면도	▪ 주단면도 작성 방법에 의거하여 작성하였는가? ▪ 축척은 기본 평면도 및 입면도와 동일하게 작성하여 전체적인 건물형태가 이해될 수 있도록 작성되었는가? ▪ 층고, 기준지반고로부터의 건물높이, 천장고, 지하층의 깊이 등이 정확하게 표기되었는가? ▪ 입면도에 표기되지 않은 입면부분이 단면과 함께 작성이 되었는가? ▪ FCU 또는 라디에이터 등 각종 배관시 BEAM 등으로 인한 설치가 불가능한 곳은 없는가? ▪ DRY AREA가 있을 경우 방수 및 우수 DRAIN의 표기는 되었는가? ● CEILING 내부의 벽체높이 및 마감한계선이 표기되었는가?
		기본평입단면 기타	▪ 피트, 공동구>내부 환기처리에 대한 필요여부를 검토하였는가? ● <피트, 공동구>물 처리를 위한 바닥구배, 오픈 트랜치 및 집수정 설치에 대한 검토 및 설치를 하였는가? ▪ 피트, 공동구>방수마감의 검토 및 처리를 하였는가? ▪ 피트, 공동구>점검을 위한 점검구 설치 및 진입공간이 적합하게 계획되었는가? ● <기계실, 전기실>장비반입을 위한 장비 반입구 설치 및

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			반입로를 확보하였는가? ● <기계실, 전기실>기계실 바닥배수를 위한 트랜치 및 집수정의 위치 및 구조를 검토하여 설치하였는가? ▪ 기계실, 전기실>발전기실 급배기 및 기계, 전기실 환기 및 채광을 위한 Dry Area 설치(위치, 크기, 이격거리검토)를 하였는가? ▪ 기계실, 전기실>Dry Area의 바닥 배수처리 방법 및 방수를 고려하였는가? ▪ 기계실, 전기실>기계실 및 발전기실의 소음(흡음 및 차음) 처리를 위한 마감을 고려하였는가? ● <기계실, 전기실>전기실 및 발전기실의 상부에 물 사용시설의 배치를 피하였는가? (불가피한 경우 방수시공 검토) ▪ 기계실, 전기실>전기실, 발전기실 바닥에 외부로부터의 물 차단처리(레벨차이, 트랜치 등)를 하였는가? ▪ 기계실, 전기실>장비 배치계획에 의해 장비 기초설치를 하였는가? ▪ 기계실, 전기실>보일러 및 발전기실 연돌배관계획이 설비담당자와 협의되어 적합하게 설치되었는가? ▶ <기계실, 전기실>전기실에 소화 가스설비를 반영하였는가? ▶ <주차장>장애인 주차댓수가 적법하게 설치되고 위치(코아부근)가 적합하게 계획되었는가? ▶ <주차장>주차램프 경사도, 폭, 높이, 회전반경 등 법규치수 이상 확보되었는가? ▪ <주차장>승용차 외 서비스차량(트럭) 진출입시 원활한 통행을 위한 여유치수를 확보하였는가? ▪ <주차장>CAR STOPPER 및 코너가드를 설치하였는가? ▶ <주차장>램프부분 층간 방화구획을 위한 방화셔터를 설치하였는가? ▪ <주차장>주차장 환기방법 및 시설(펜룸, 풍도, 환기샤프트 등)이 적합하게 계획되었는가? ▶ <주차장>설비천장배관(환기덕트, 스프링클러 등) 설치시 적법
	코아, 계단 등 각종상세도 작성	코아상세도	▶ 각종 샤프트의 층간 방화구획에 대한 고려가 되었는가?
		계단상세도	▶ 계단실의 위치, 개수, 이격거리, 유효폭, 개폐방향 등이 적법하게 계획되었는가? ▪ 계단과 핸드레레일의 재료 및 높이가 적절하고 상세도가 작성되어 있는가? ▶ 피난계단의 경우 계단실 내부재료가 불연재료로 마감되었는가? ▪ 계단 재료에 적합한 논슬립 재료가 선택되었는가?
		승강기/샤프트 상세도	▶ 승강기 인승 및 설치 대수가 적법한가? ▪ 인승 및 속도, 전기 용량에 대해 전기설비와 협의되고 표기되었는가? ▪ 샤프트 크기, 오버헤드 높이, 피트 깊이, 기계실 크기 등이 전문업체와 협의되어 계획되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ 승강기 기계실 환기팬 또는 환기창이 설치되었는가? (기계실 온도 40도 이하 유지) ▶ 승강기 기계실 출입이 타실을 통해서 출입이 되지 않도록 계획되었는가? ● 승강기 샤프트 하부가 실로 사용시 이중 슬라브를 설치하였는가? ▶ 비상용승강기 피트에 하부집수정(배수설비)이 설치되었는가? ▶ 비상용 승강기가 전층 이용이 가능토록 계획되었는가? ▶ 비상용 승강기 홀(전실)이 6㎡ 이상 확보되었는가? ▪ 승강기 피트점검용 사다리 설치를 고려하였는가? ▶ 승강기 홀 층간 방화구획을 하였는가? ▶ 장애인용 엘리베이터 설치여부 확인 및 필요시 설치를 하였는가? (법규 확인) ▶ <에스컬레이터>에스컬레이터 주변 층간 방화구획을 위한 방화셔터가 설치되었는가?
		주차경사로상세도	▪ 램프의 충돌방지대(W:300, H:150)가 설치되었는가? ● 램프 경사 끝단에 완화구배(램프구배의 1/2 적용)를 고려하였는가? ● 램프 끝 단상, 하부에 빗물유입방지를 위한 트랜치를 설치하였는가? (지하1층 필수, 지하2층 이하 권장) ● 지상 램프진입부 지붕설치 및 미설치 시 겨울철 빙판방지를 위한 바닥열선 설비설치를 하였는가? ▪ 램프 바닥이 미끄럼 방지를 위한 마감으로 되어있는가? ▪ 층 이상의 주차장일 경우 차량의 진행방향에 면하는 벽체의 두께 및 높이를 기준이상으로 하였는가?
		주차리프트상세도	-
		코아.계단기타	-
	평입단면 부분상세도 작성	평면상세도	▪ 지하층 외부옹벽에 대한 방수계획(종류, 연속성, 시공성, 연장 한계 등) 및 결로수 처리방법이 적절히 되었는가? ● Dry Area 하부에 우수에 대한 배수처리 및 방수를 고려하였는가? ▪ 지하층 외벽 내부마감의 재료가습기를 고려한 재료로 설계되었는가? ● 지하층 바닥의 지정 및 지하수처리(Dewatering, 배수판 설치, Rock Anchor 등)에 대한 고려가 되었는가? ▪ Dry Area 부분의 상부 그레이팅 설치 시 사람 및 주변환경을 고려하여 위치 선정 및 형태를 결정하였는가?
		입단면상세도	1. 확대입단면 상세도 ▪ 층고, 천장고, 창대높이, 커튼박스 등 필요한 부위의 치수 및 마감상태가 정확히 표현되어있는가? ▪ 커튼월의 경우 전문업체의 구조검토(Bar 크기 결정) 및 성능검토(방수, 방풍 등)가 되었는가? ▪ 팬코일(FCU) 또는 라디에이터 등 설치 시 설비배관을 고려한 공간(슬라브하부구조(보) 간섭)을 확보하였는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▶ 외벽의 바닥 부위에 층간 방화구획이 적합하게 되어있는가? ▪ 외벽의 사용재료에 맞게 단열마감(종류, 두께, 재질, 연속성, 연장 한계 등) 및 결로방지 대책이 잘 되어있는가? ● 결로방지를 위해 단열재 설치와 함께 방습층 설치를 고려하였는가?
			2. 평입단면 부분상세도 ▪ 지하층 외부옹벽에 대한 방수계획(종류, 연속성, 시공성, 연장 한계 등) 및 결로수 처리방법이 적절히 되었는가? ● Dry Area 하부에 우수에 대한 배수처리 및 방수를 고려하였는가? ▪ 지하층 외벽 내부마감의 재료가 습기를 고려한 재료로 설계되었는가? ● 지하층 바닥의 지정 및 지하수처리(Dewatering, 배수판 설치, Rock Anchor 등)에 대한 고려가 되었는가? ▪ Dry Area 부분의 상부 그레이팅 설치 시 사람 및 주변환경을 고려하여 위치 선정 및 형태를 결정하였는가?
		출입구상세도	● 고층 건물의 경우 Stack Effect 방지를 위해 외부와 면하는 출입구에 방풍실 설치 및 방풍처리를 하였는가? ▪ 필요시 현관 캐노피 설치를 위한 구조계획 및 도면이 작성되었는가? ▪ 현관 캐노피의 빗물 처리 방법과 청소 시 하중에 견딜 수 있는 구조로 검토되었는가? ● 방풍실 및 출입문 주변 및 천장 내부단열이 충분히 되었는가? ▪ 회전문 설치 시 장애인 출입 및 짐의 이동을 위한 별도의 출입구가 고려되었는가?
		내부벽체일람표	▪ 벽체 평면도에서 표기된 벽체부호와 맞게 설계되었는가? ▶ 내부 간막이 벽에 대한 종류(조적벽, 콘크리트벽, 건식벽 등) 및 성능(차음, 방화구획, 방습 등)이 적절히 검토되었는가? ▶ 방화구획 간벽의 경우 법적기준에 충족되고 슬라브 하부까지 설치하였는가? ▪ 간벽의 설치높이가 기준 이상일 경우 보강에 대한 검토가 되었는가? ▪ 흡음 또는 차음이 요구되는 실에 적절한 대책이 마련된 간벽을 사용하였는가? ▪ 물이 사용되는 실에 내수재료 사용 및 방수를 고려한 벽체 설계가 되었는가? ▶ 드라이월 사용 시 내화기준 및 차음기준이 최근의 인증벽체로 정확히 사용되었는가? ▪ 벽체 평면도에서 표기된 벽체 부호와 맞게 설계되었는가? ▪ 벽체 개구부에 필요시 인방 설치 또는 보강에 대한 고려가 되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
		부분상세기타	▪ <화장실>바닥마감(방수 등)을 고려한 구조레벨(슬라브다운)을 검토하였는가? ▶ <화장실>장애인 화장실 설치여부(법규 확인) 및 시설기준(출입문 및 복도폭) 적합여부를 검토하였는가? ▪ <화장실>대소변기의 위치가 BEAM 등으로 인해 배관이 불가능한 곳은 없는가? ▪ <화장실>급배수, 위생배관의 매설을 위한 벽두께는 충분한가? ▪ <화장실>타일 크기가 결정된 경우 타일크기를 고려한 설계가 되었는가? (화장실의 크기, 천장고, 각종기구 등의 위치) ▪ <화장실>출입구 등에서 이질재와의 JOINT 및 벽 TILE 사용 시 CORNER 부분의 처리(타일처리, CORNER GUARD 등)등이 고려되었는가? ▪ <화장실>화장실의 환기를 기계식으로 할 경우 급기통풍구(문의 under cut 또는 grill)를 고려하였는가? ▪ <굴뚝>굴뚝 기초와 건물 기초의 오버랩은 없는가? (있을 경우 온통기초로 하였는가?) ▪ <굴뚝>배수처리 및 소재구는 적절한가? ▪ <굴뚝>점검구 및 매연 측정구는 설치되었는가?
	창호 평면도 및 일람표 작성	창호평면도	▪ 각층 평면도와 창호평면도와의 문의 위치 및 개폐방향이 일치하는가? ▶ 방화구획에 맞게 방화도어 및 방화셔터가 설치되어있는가? ▪ 창호평면도의 모든 창호에 창호 기호가 누락되지 않고 모두 표기되었는가? ▪ 배연창 설치에 대한 법적 검토(유효면적 확보 등) 및 하드웨어에 대한 검토가 되었는가? ▪ 치수가 개구부 외곽인지, 창호 FRAME 외곽인지가 명확하고, 관련 도면(평면, 입면, 단면 등)과 상이한 점은 없는가? ▪ 관련 도면(평면, 입면, 단면 등)과 상이한 점은 없는가? ● 방음이 필요한 실(강당, 연회실 및 사무실에 인접한 공조실 등)의 문에 필요한 조치를 취하였는가? ● 자동문, 전동셔터, 방화용 매립도어 등 전동으로 작동되는 도어에 대한 위치 및 용량이 전기설비와 협의가 되었는가?
		창호일람표	▪ 창호일람표 양식에 의거하여 작성하였는가? ▪ 실의기능(방음, 방화, 내수 등)에 맞는 창호가 선정되었는가? ▪ 창문의 개폐방법이 표현되었는가? ▪ 창호의 문틀, 문짝, 유리 등의 재료 및 두께, 크기, 마감상태가 누락 없이 정확히 표현되었는가? ▶ 피난계단의 방화문의 경우 적절한 유효폭(900mm 이상)을 확보하였는가? ▪ 기능에 맞도록 도어하드웨어 스케줄이 전문업체에 의해 작성되었는가?

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			▪ 그릴 또는 루버의 면적 적용시 손실률을 고려하였는가? (설비 협의사항) ▶ 방화셔터 설치 시 상부셔터 박스설치 가능여부 확인 및 상부 방화벽 처리가 완벽하게 되었는가? ▶ 피난통로에 방화셔터 설치시 3m 이내에 피난에 유효한 피난도어(갑종방화문)가 설치되었는가? ▪ 커튼월의 경우 전문업체로부터 구조 및 성능에 대한 검토를 받았는가? ▪ 방충망 설치여부를 검토하였는가? (아파트, 기숙사, 병실, 학교 등) ▪ 블록벽에 설치되는 창호의 경우 200mm 단위의 창호를 사용하였는가?
		창호상세도	▪ 문틀의 HEAD, JAMB, SILL에 대한 마감상세가 주변 벽체마감을 고려하여 정확히 표현되었는가? ▪ 천창 또는 수평창호의 경우 낙하물에 대해 안전을 고려한 유리를 사용하였는가? ▪ 실의기능(방음, 방화, 내수 등)에 맞는 문틀 상세가 선정되었는가? ▪ 커튼월 등 창호설치 시 지지방법 및 지지재료(부식방지)에 대한 고려를 하였는가? ▪ 스판드럴 부위 배면단열을 위한 적합한 디테일(유리 종류, 단열재, Back Board 재질 등)이 적용되었는가? ● 피난문의 경우 도어 상부에 피난유도 등 설치를 위한 공간(200mm 이상)이 확보되었는가?
		창호입면도	–
		창호잡철물목록	–
		창호기타	–
	천장도 및 전개도 작성	천장도(평면 및 상세도)	▪ 천장의 형태 및 부착물의 위치가 명확하게 인식될 수 있는 축척을 사용하였는가? ▪ 천장 부착물(등기구, 디퓨져, 스프링클러, 감지기, 스피커 등)이 누락없이 표현되었는가? ▪ 기타 천장 부착물(커텐박스, 익스팬션조인트, 특수조명, 빔프로젝트, CCTV 등)이 표현되었는가? ▪ 천장 평면도상의 고저차(Level)가 표현되었는가? ● 천장 내부점검을 위한 고려 및 필요시(화장실 등) 점검구 위치와 크기를 표현하였는가? ● 대형공간(강당, 극장 등)의 천장내부점검을 위한 캐트워크 설치검토를 하였는가? (필요 시 캐트워크 관련 상세도작성) ● 높은 층고의 경우 등 기구교체 및 설비부착물 유지관리를 위한 방법을 고려를 하였는가? ▪ 설비, 전기, 소방관련 천장부착물의 개수, 위치에 대하여 각 담당자와 협의하였는가? (설비, 전기도면과 일치여부 확인) ▪ 천장 부착시설물의 범례표가 적합하게 표현되었는가? ▪ 재료 마감표상에 표기되지 않은 것 이외의 천장마감에

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
			대한재료명이 표기되었는가? ▪ 천장 SYSTEM과 기계 및 전기설비는 일치하는가?
		로비관련도면	–
		주요실전개도	–
		승강기홀전개도	–
		화장실전개도	▪ 기구(대,소변기)의 적정간격 및 타일모듈을 고려한 기구배치 계획을 하였는가?
		칸막이전개도	–
		내부전개기타	–
	건축기타도면작성	정화조	–
		소음 및 방음	–
		무대 또는 조명	–
		주방	● 주방의 적재하중에 대한 구조검토가 되었는가? ▪ 배수를 위한 트랜치, 드레인, 그리스트랩 설치 및 이를 고려한 바닥레벨(슬라브다운)이 반영되었는가? ● 주방 배기 및 냄새확산을 방지하기 위한 설비적 고려가 되어있는가? ▪ 바닥에 미끄럼 방지를 위한 마감재료를 사용하였는가? ▪ 주방기기 설치 시 주방공간의 적정성에 대해 전문업체의 자문을 받았는가?
		음향	–
		전시	–
		실시건축기타	▪ 계단 핸드레일, 커튼박스, 내부난간, 트랜치(트랜치커버), 점검구, 점검용사다리, 팬코일, 드레인, 캐노피 등의 상세도를 작성하였는가? ▪ 철골구조의 경우 철골부재에 내화피복표기를 하였는가? ▪ 물탱크실, 경유탱크실 등의 출입구 하부에 방수턱 또는 차수시설을 설치하였는가?
실시설계 기타도서 작성	조감도, 투시도, 모델 작업	조감도	–
		투시도	–
		모델	–
	시방서 작성	시방서	–
	내역서/공사비 상세견적	도면 검토서	–
		내역서	–
		공사비 견적서	–
실시설계도서 검토/검수	실시설계도서 품질확인	실시설계 도서	–
	시방서/내역서	시방서 검토본	–
		내역서 검토본	–

중분류	소분류	성과물	체크리스트 (▪ : 일반 체크리스트, ● : 핵심 체크리스트, ▶ : 법규 체크리스트)
	검토		
납품	납품도서제본	납품 도서	-
	건축주승인	설계도서 승인서	-
	내역승인	내역 승인서	-

나. 웹기반 통합설계관리 지원 시스템

(1) 웹기반 개산견적지원모듈

(가) 기존 사업비 관리현황 및 문제점

2007년 3월 25일부터 4월 4일까지 11일간 국내 설계사무소의 건축설계담당자 중 경력 3년 이상의 63명을 대상으로 「설계단계 공사비관리 및 현황」에 대한 설문조사를 실시하였다. 본 연구에서는 설계단계 공사비관리 현황을 분석하고 공사비관리 주요영향요인에 대해 조사하고자 설문내용 중 '설계단계 공사비견적 및 관리 현황'과 '설계단계 공사비관리 저해항목의 영향도'의 설문조사결과를 분석하였다.

설계안에 대한 견적 후 예상공사비를 초과한 경우 설계자가 어떠한 조치를 행하는지에 대해 조사한 결과, <표 3-011>과 같이 주요 자재나 시스템의 품질을 하향조정한다는 의견이 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 발주자에게 예산증액을 요구한다라는 의견이 높게 나타났다. 이러한 방법은 건물의 품질을 저하시키거나 발주자의 부담을 증가시키는 결과로, 설계초기 주요 의사결정과정부터 체계적인 공사비관리의 중요성을 나타내는 결과라고 볼 수 있다.

<표 3-045> 예상공사비 초과 시 조치 방법

구분	예산증액 요구	규모 변경	품질 하향조정	형태 변경
빈도	15(23%)	9(14%)	38(58%)	3(5%)

설계자가 공사비견적이나 검토 시 주로 활용하는 방법으로 과거 유사사례를 참고한다는 의견이 설문조사뿐만 아니라 사전면담조사에서도 많이 나타났다. 그러나 과거수행자료 참고 시 문제점에 대하여 조사한 결과, <표 3-012>과 같이 공종별 내역중심으로 된 공사비 정보는 설계단계 의사결정이 이루어지는 계획 및 기본설계단계에 적용하는데 어려움이 있는 것으로 조사되었다. 또한 설계사무소 내에서 보

유하고 있는 실시설계도면과 내역서의 품질이 미흡하다는 의견과 최근 사례가 부족하다는 의견이 그 다음 순으로 높게 나타났다.

<표 3-046> 과거 유사사례 자료 활용 시 문제점

구분	적용 어려움 (공종별 내역중심)	최근사례 부족	자료품질 미흡	일부자료 누락	기타
빈도	21(33.9%)	13(21.0%)	18(29.0%)	7(11.3%)	3(4.8%)

최종설계안에 대한 예상공사비 초과발생 빈도에 대해 설문조사한 결과, 설계단계 공사비견적 부족으로 설계목적물이 예상공사비를 초과하는 경우가 대부분인 것으로 나타나 공사비측면에서 설계관리가 효과적으로 행해지지 못하고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 설계단계 공사비관리 지원도구의 필요성과 기존의 공종별 내역중심의 공사비에 대한 개선이 필요한 것을 알 수 있었다.

(나)개산견적지원모듈 개발

① 부위별 오브젝트 입력 모듈

건물은 전반적인 성능에 많은 영향을 끼치는 기능적인 부위들로 구성되어 있다. 이 부위들은 이전 사례들로부터 표현되거나 또는 집합적인 경험과 직관에 의해 특별히 표현된다. 그러므로 그 대안들로 구성된 항목들의 조합은 상속받은 의미있는 오브젝트들로서 설명될 수 있다. 많은 수의 다양한 대안들은 설계자가 그들의 경험과 지식의 한계를 극복하도록 해준다.

오피스 빌딩의 기본설계에서는 단계별로 많은 설계요소들이 결정되어야 하며 이러한 단계별 설계요소별 의사결정을 위해 고려되는 조합가능한 설계대안의 수는 기하급수적이다. 그러나 실무적으로 존재하는 설계는 설계요소 상호간 관계와 프로젝트 내외의 실무적인 이유로 인하여 양적으로 한정되어 있다.

실존하는 한정된 각 설계 인스턴스(instance)는 가치있는 설계자의 의사와 지식이 발현된 실체이기 때문에 설계요구조건과 공간적·비용적 조건이 진행중인 설계와 유사하다면 우선적으로 고려될 수 있는 대안이다. 또한 진행 중인 또는 미래의 설계에서 새로운 대안을 생성할 필요가 있을 때 이러한 사례들은 수정·보완됨으로써 설계자의 부족한 시간과 노력을 최소화하고 궁극적으로 설계의 고품질화를 유도할 수 있다. 이러한 관점에서 때때로 조합으로서 해석될 수 있는 빌딩 부위들을 구체

화하는 것 , 문제되는 설계 부분을 상당히 감소시키고 그 결과의 질을 높일 수 있다. 건물 부위들는 다양한 구성물들로 이루어져 있다. 일반적으로 그 빌딩 부위는 구조 부위와 마감 부위로 분류될 수 있다. 각각의 부위는 하나 또는 그 이상의 주요 기능을 제공하는 많은 구성항목로 이루어져 있다.

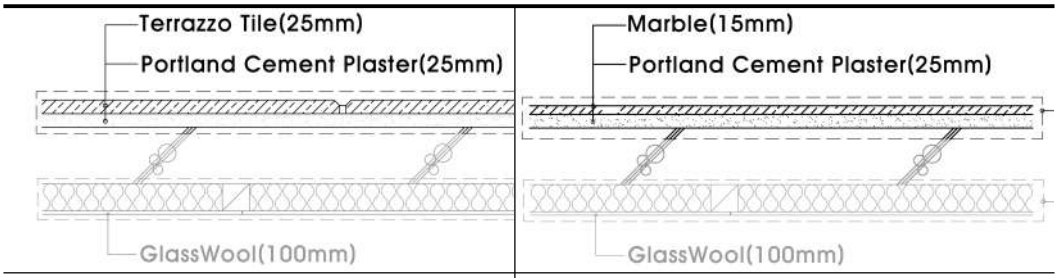
오브젝트 내에 포함되어 있는 여러 개의 구성항목들은 인스턴스 정보의 품질과 양을 결정한다. 그러므로 오브젝트의 모듈은 설계 지원 시스템의 성능을 결정하는 주요한 요소이다. 설계자의 관점에서 실정보와 각 부위별 대안들의 연결은 설계자의 설계활동의 결과물이며 지식의 결합체이다. 따라서, 각 대안별 오브젝트는 실 단위로 저장·재활용될 필요성이 있다. 또한, 각 구성물들의 결합 및 결합순서는 시공지식을 포함하고 있기 때문에 실 단위로 각 대안을 오브젝트화하는 것은 설계 및 시공경험이 부족한 설계자에게 매우 유용하다. 양쪽의 마감 구성체들과 구조체를 하나의 오브젝트에 포함시키는 것은 너무나 다양한 종류의 오브젝트를 생성하기 때문에 데이터베이스의 물리적 저장(메모리)의 비효율성과 중복성을 야기시킨다. 따라서 본 연구에서는 양쪽의 오브젝트를 각각 별도의 오브젝트로 정의한다. 표 1의 바닥 슬라브를 예로 들면, 구성물들의 수평구조체인 바닥슬라브를 경계로 위로는 바닥오브젝트(F01 and F02), 아래로는 천정오브젝트(C01)로 구분하여 오브젝트를 정의하고 있다. 수직구조체인 벽체의 경우에도 마감부를 좌우로 구분하여 각각 다른 오브젝트로 정의하고 오브젝트 데이터베이스에 저장·재활용한다. 또한 본연구의 오브젝트는 외벽, 내벽(벽, 천정, 바닥), 창호 오브젝트로 구성된다.

기본설계단계에서의 설계자에 의한 마감공법 및 자재의 결정이 과거 유사 프로젝의 유사 부위에서 적용된 사례들을 바탕으로 하고 있다면 설계 안에 대한 개산견적은 선정된 사례들에 매칭된 부위별 실적공사비의 합으로 산출되게 된다. 이러한 측면에서 실시설계 및 개산견적 시 고려되고 있는 대상부위와 가장 유사한 과거 실적사례를 효율적으로 검색하는 것이 설계업무의 효율성 측면에서 중요한 일이다. 따라서 각 사례들은 설계자에 의해서 용이하게 검색되고 진행중인 설계프로젝트에 적용되기에 적합한 정보(속성)을 포함하고 있어야 한다. 각 사례는 프로젝트, 층, 실, 그리고 부위에 대한 정보를 위계적으로 포함하고 있다. 설계자들은 이 속성들을 이용하여 설계될 부위와 일치하는 또는 유사한 사례에 적용되었던 인스턴스를 쉽게 검색할 수 있다.

설계중인 부위들의 요구조건을 충족하는 인스턴스를 대상으로 설계자는 각 인스

턴스가 가지고 있는 세부사항을 검토하여 그 중 최선의 인스턴스를 부위 오브젝트로 선정하게 된다. 이때 검토되는 인스턴스가 가진 속성정보는 구성 항목, 단가, 사용 빈도, 최종마감재 단가이다. 예를 들어, <표 3-013>에서 F01의 항목은 Terrazzo Tiling(25mm), Portland Cement Plastering(25mm), Portland Cement, and Sand이며, 단가는 각 항목들의 재료비, 노무비, 그리고 경비를 합한 단가로서 표1의 33,889이다. 빈도는 DB내 과거의 여러 프로젝트들에서 그 인스턴스가 사용된 횟수로서 높은 빈도를 가지고 있는 인스턴스는 설계자들에게 의해서 많이 선호된다는 것을 의미한다. 건물의 사용자 그리고 설계자에게 있어 최종마감재의 단가는 부위 인스턴스의 품질을 판단하는 중요한 항목이다. 예를들어, <표 3-016>에서 F01과 F02의 최종마감재의 단가는 각각 13,500과 59,400이므로 F02의 품질이 F01보다 높다는 것으로 볼 수 있다.

<표 3-047> 오브젝트 부위 정보



F 01				F 02			
Component	P/S	Unit Prices	QFF*	Component	P/S	Unit Prices	QFF
Terrazzo Tiling(25mm)	P**	28,500	13,500	Marble Flooring (15mm)	P**	103,869	59,400
Portland Cement Plastering (25mm)	P**	3,500		Portland Cement Plastering (25mm)	P**	3,500	
Portland Cement	S***	1,339		Portland Cement	S***	1339	
Sand	S***	550		Sand	S***	550	
Total		33,889	13,500	Total		109,258	59,400

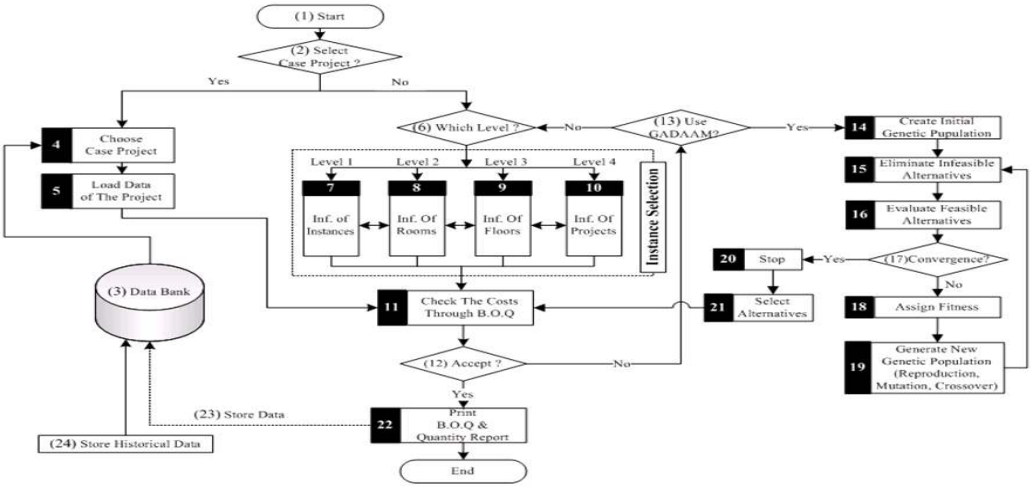
Note : * QFF = Quality of Final Finish, ** P = Primary Component, *** S = Supplementary Component.

내역서를 구성하고 있는 마감공사비의 항목들은 설계자의 관점에서 크게 두 가지로 분류될 수 있다. 첫 번째는 기본설계단계에서 설계자에게 보여지는 가시적인 항목으로서 의사결정의 대상이 되는 주요 항목들로 이들은 내역서의 비용항목(cost item)과 직접적으로 일치된다. 두 번째는 견적에 대한 추가적인 전문지식을 요구하는 부속항목들들로 구분될 수 있다. 이에 부위 오브젝트는 주요항목과 부속항목을 연결을 통하여 설계자의 대안선정 시 개략비용의 정확성을 더욱 높였다.

개산견적모듈은 [그림 3-037]와 같이 크게 네 부분으로 구성되어 있다. 첫 단계

에서는 새로운 프로젝트를 생성하기 위해서 데이터뱅크(Data Bank)에 축적된 유사 프로젝트의 정보를 활용할 것인지(Option 1) 아니면 각 부위를 위해서 인스턴스를 새롭게 조합할 것인지(Option 2)를 결정한다. 유사한 사례를 선택할 수 있는 모듈을 지원하는 이유는 공간 및 비용정보에 관한 기본적인 정보를 제공함으로써 의사결정에 필요한 시간과 노력을 절감하기 위함이다.

두 번째 단계에서는 프로젝트, 층, 실, 그리고 부위와 같은 정보를 입력함으로써 설계 대안을 생성하는 단계이다. 만약, 첫 번째 단계에서 'Option 1'을 선택했다면 이 단계를 통하여 선택된 유사 프로젝트에 속해있는 층들, 실들, 부위들, 그리고 인스턴스에 대한 정보들이 수정된다. 셋째, 개산견적모듈에서 제시되는 견적공사비를 내역서와 함께 확인한다. 이 견적공사비를 산출하기 위해서는 단가가 요구된다. 개산견적모듈은 실적입찰단가와 시장데이터를 동시에 수용할 수 있다. 넷째, 최종적으로 신규 프로젝트에 대한 정보는 인스턴스의 형태로 Data Bank에 축적된다.



[그림 3-070] 개산견적 시스템의 프로세스

② 파라미터 - 부속항목 산출 모듈

○ 오브젝트 부속 작업항목의 산정

개산견적 시 오브젝트를 활용할 경우에는 주요 작업항목과 직접적으로 연결되어 있는 부속 작업항목들을 반드시 고려해야 한다. 기존 오브젝트기반 개산견적 시스템(Object Based Schematic Estimation System : OBSES)에서는 부속 작업항목을 고려하지 않아서 총공사비의 관점에서 오차가 발생하였다.

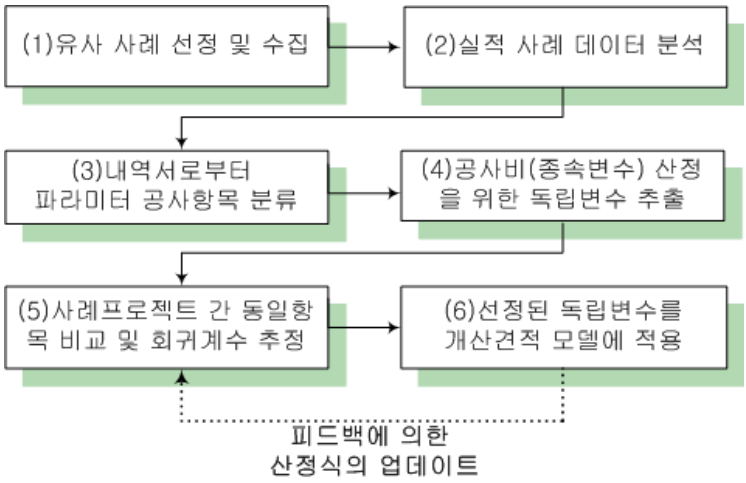
이와 같이 오브젝트 주요 작업항목과 함께 오브젝트의 부속 작업항목 공사비를

고려해야 보다 정확한 견적값을 도출할 수 있다. 사용자가 오브젝트를 선택 시, 견적시간을 단축시키고 보다 신뢰성 높은 견적결과를 도출하기 위해 표 16의 2개 사례 프로젝트 일위대가 및 수량산출서로부터 약 50개의 오브젝트 부속 작업항목에 대한 산식을 정립하고, 부속 작업항목을 가진 오브젝트 선택 시 자동계산에 의해 시스템에서 실행되도록 하였다.

○ 파라미터 작업항목의 공사비 산정

기본설계단계 마감공사비 산정에서 분류된 파라미터 작업항목 대한 공사비를 예측하기 위해 설계도서의 완성이 미비한 기본설계 단계에서 획득할 수 있는 정보(연면적, 건축면적, 지상·지하층연면적, 지상·지하층수, 외벽면적, 외벽개구부 면적 등)인 건축개요적 영향요인을 활용하였다. 파라미터에 의한 개략견적은 설계가 진행되는 기본설계단계에서 건축개요 정보들에 의해 쉽고 빠르게 계산될 수 있다. 또한 파라미터에 의한 견적은 작업항목의 속성에 따라서 편차가 크고, 오브젝트 작업항목에 비해 정확도가 낮다. 그러나 파라미터 작업항목은 총 마감공사비 중에서 약 10%를 차지하기 때문에 사업비 예측의 신뢰성을 향상시키는 차원에서 고려되어야 한다.

[그림 3-038]은 파라미터에 의한 작업항목의 분석절차를 도식화 한 것이다. 첫째, 파라미터 작업항목의 산정을 위해 유사 사례를 선정하고 수집한다([그림 3-038]의 ⑴). 그리고 실적 사례의 내역서를 분석하고([그림 3-06]의 ⑵), 파라미터 공사항목을 분류한다([그림 3-038]의 ⑶). 이렇게 추출한 파라미터 항목들을 대상으로 공사비 산정을 위해 연면적, 지상층 연면적, 지하층 연면적, 주차대수와 같은 독립변수를 추출한다([그림 3-38]의 ⑷). 최종적으로 사례프로젝트 간 동일항목을 비교하여 회귀계수를 추정하고, 선정된 독립변수들을 오브젝트-파라미터 기반 건축마감공사비 산정 모델에 적용시킨다([그림 3-06]의 ⑸와 ⑹).



[그림 3-071] 파라미터 작업항목 분석 프로세스

위와 같은 분석절차로 2개의 실적 공사의 내역서로부터 파라미터 작업항목을 추출하였고, 해당 프로젝트의 연면적, 지상층 연면적, 지하층 연면적 등과 같이 설계초기에서 얻을 수 있는 정보를 각 파라미터 작업항목과 비교한 후, 가장 큰 추출회귀계수값(기울기)이 도출되는 독립변수를 사용하였다. 통계적인 유의성 확보에는 사례의 수가 적지만, 지속적으로 사례가 축적되어 신뢰성을 갖게 될 때를 고려한 초기단계의 회귀분석 방법론 차원에서 연구가 진행되었다.

최종적으로 오브젝트-파라미터 기반 개산견적 시스템에 적용되어질 추정된 회귀식을 도출하기 위해 회귀계수 추정법으로는 최소제곱법을 사용하였고, Microsoft Excel XP® 프로그램의 데이터분석 중 회귀분석 기능을 활용하였다. 예를 들어, 아래의 식(1)을 바탕으로 층간 방화구획의 회귀식을 추정하기 위해 2개의 프로젝트에서 추출 회귀계수가 가장 유사한 지상층연면적을 독립변수로 사용하고 다음과 같이 독립변수값(x)과 수량(Y)과의 추정된 회귀식을 도출하였다.

③실적단가 DB 업데이트 모듈

설계단계에서 설계자의 의사결정은 최종 건축물의 품질과 더불어 공사비를 결정한다는 측면에서 프로젝트의 성패를 좌우하는 중요한 행위이다. 이러한 관점에서 설계단계에서의 설계자가 주체가 되어 수행하는 견적은 성공적인 프로젝트를 위한 첫걸음이라 할 수 있다. 또한, 현실적인 단가의 갱신·적용은 정확성 높은 견적을

수행하기 위한 필수요소이다. 견적에 활용될 수 있는 단가는 크게 실적공사비 적용 단가와 표준품셈에 의한 단가로 구분될 수 있다. 그러나 표준품셈에 의한 단가는 다양한 건설 환경적인 영향에 관계없이 일정한 대표값으로 한정하는 등의 여러 문제점들이 있는 것으로 지적되었다. 이해 반해 실적공사비는 다양한 건설환경 및 작업조건 반영이 가능하여 설계단계에서 견적의 실효성을 높일 수 있는 효과적인 자료원이라 할 수 있다. 미국, 영국, 일본 등에서는 실적공사비를 활용하여 예산산정 및 공사비지수보정에 적용하고 있다.

국내에서는 실적공사비 적용을 위한 작업항목과 단가로 한국건설기술연구원에서 제공하는 「건설공사 실적공사비 적용 공종 및 단가」와 기존의 사례 프로젝트의 내역서를 활용할 수 있다. 사례 프로젝트의 내역서를 활용하는 것은 공사의 특성 및 규모, 준공시점, 공사지역 등의 부가적인 정보가 고려될 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러나 상당부분의 동일한 작업항목이 각 내역서에서 상이하게 표현되고 있는 것으로 조사되었다. 내역서 작업항목들 간 표현상의 차이는 실적공사비를 기반으로 하는 견적시스템(Cheng et al. 2009, Yu et al. 2006, BSD costlink®/AE, CMS® ProEst®)을 구축하고 활용하는데 장애가 되고 있다.

본 연구에서는 상이한 표현을 포함한 내역서의 작업항목들을 실적공사비 기반 견적시스템의 단가 데이터베이스(Database : DB)에 저장되어 있는 작업항목과 매칭시킴으로써 작업항목 단가의 갱신·적용을 지원하는데 목적을 두고 있다. 이를 위하여 온톨로지 기반 데이터베이스와 문자열 매칭 알고리즘을 활용한다.

작업항목 매칭 프로세스 모델 수행과정은 그림 1을 바탕으로 설명한다.

작업항목 매칭 프로세스의 첫 번째 단계는 추가할 내역서를 입력([그림 3-039]의 ①)하고 내역서 정리([그림 3-039]의 ②)를 통해 작업항목테이블(Work Item Table : WIT)과 비교하여 명칭과 규격이 정확하게 일치하는 동일 작업항목의 매칭([그림 3-039]의 ③)을 수행한다. 동일 작업항목은 WIT에 축적되고 매칭이 되지 않은 작업항목은 다음 단계로 진행된다. 동일 작업항목의 매칭이 이루어지지 않은 작업항목의 명칭과 규격은 의미단위 단어로 분절([그림 3-039]의 ④)된다. 여기서 의미단위는 매칭을 위한 최소단위로서 기준이 되는 단어 온톨로지 테이블과의 비교에 의해서 매칭이 수행되며 작업항목의 의미를 전달하는 최소단위로 분절된다. 예를 들어, 대상내역서의 “고름몰탈바르기”의 경우 “고름”, “몰탈”, “바르기”와 같이 3개의 의미단위 단어로 분절되게 된다. 분절된 의미단위 단어는 단어 온톨로지 테이블

(Word Ontology Table : WOT)의 단어와 비교([그림 3-039]의 ⑤)하여 동일하면 WOT로부터 단어ID를 부여([그림 3-039]의 ⑦)받게 되고 동일하지 않으면 불일치 단어로 분류하여 단어의 음절 유사도 계산([그림 3-039]의 ⑥)을 통해 단어ID를 부여받게 된다. 추가할 내역서의 작업항목 분절 시 원시적인 매칭과 보이어-무어 알고리즘을 사용하여 단어ID를 부여받게 된다. 그리고 중복으로 단어ID를 부여받은 단어는 팝업창이 뜨게 되고 사용자의 결정에 의해 해당하는 단어ID를 부여받게 된다. 단어의 음절 유사도 계산은 앞서 언급한 식(1)을 기반으로 본 연구에 맞는 변수 값을 적용하여 변형한 식(3)을 활용한다.

$$Sw = \frac{W_n}{(A_n + B_n)/2} \quad \cdots\cdots (3)$$

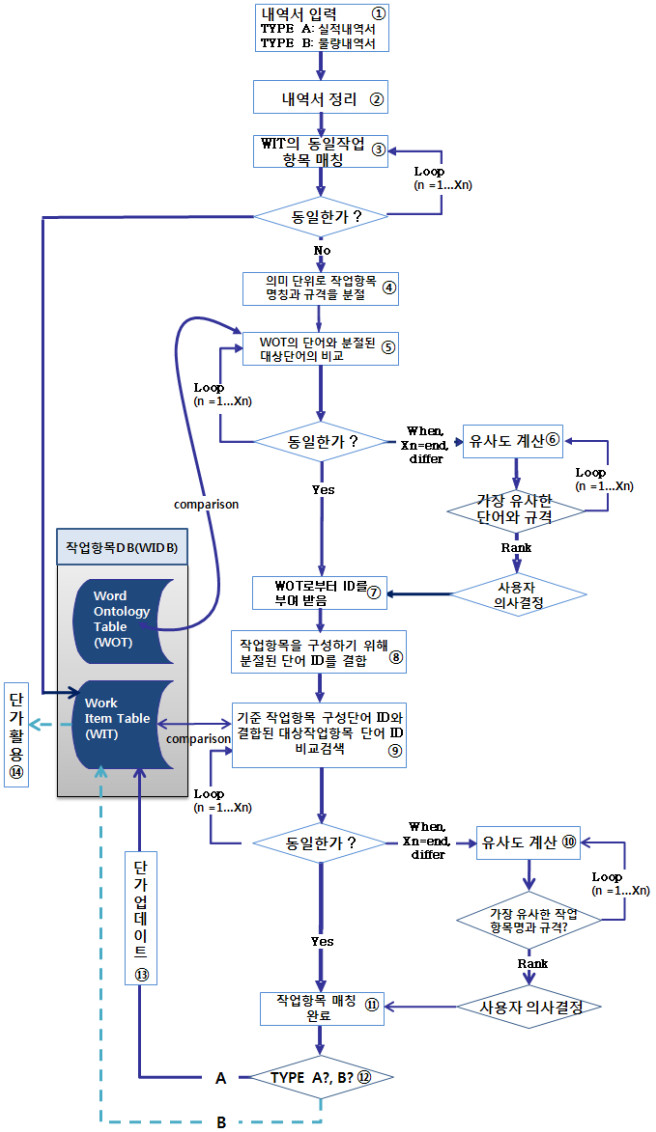
Sw = 의미단위 단어의 유사도
W_n = 기준 작업항목과 대상 작업항목의 매칭 되는 음절의 수
A_n = 기준 작업항목 의미단위 단어의 음절수
B_n = 대상 작업항목 의미단위 단어의 음절수

WOT로부터 단어ID를 부여받고 작업항목을 구성하기 위해 분절된 의미단위 단어들은 각각의 단어ID로 결합([그림 3-039]의 ⑧)된다. 이렇게 구성된 대상 작업항목 단어ID는 기준 작업항목 구성단어ID와 비교([그림 3-039]의 ⑨)하여 모두 일치하면 작업항목 매칭이 완료([그림 3-039]의 ⑪)되고 불일치 단어가 있으면 작업항목의 의미단위 단어를 기준으로 식(4)에 의해 유사도 계산([그림 3-039]의 ⑩)을 수행한다. 설계자는 유사도 계산을 수행하고 도출된 작업항목 명칭에 포함되어 있는 작업항목규격을 선정하게 된다. 이 단계에서는 새로운 작업항목의 경우 설계자의 결정에 의해 작업항목을 추가할 수 있다.

$$Si = \frac{I_n}{(C_n + O_n)/2} \quad \cdots\cdots (4)$$

Si = 작업항목의 유사도
I_n = 기준 작업항목과 대상 작업항목의 의미단위 단어의 일치한 수
C_n = 기준 작업항목의 단어수
O_n = 대상 작업항목의 단어수

작업항목 매칭이 완료되면 내역서의 종류([그림 3-039]의 ⑫)에 따라 실적내역서이면 단가 업데이트([그림 3-039]의 ⑬)를 통해 WIT에 저장되고 물량내역서일 경우는 작업항목이 WIT에 저장되고 WIT의 단가를 활용([그림 3-039]의 ⑭)하게 된다.



[그림 3-072] 작업항목 매칭 프로세스

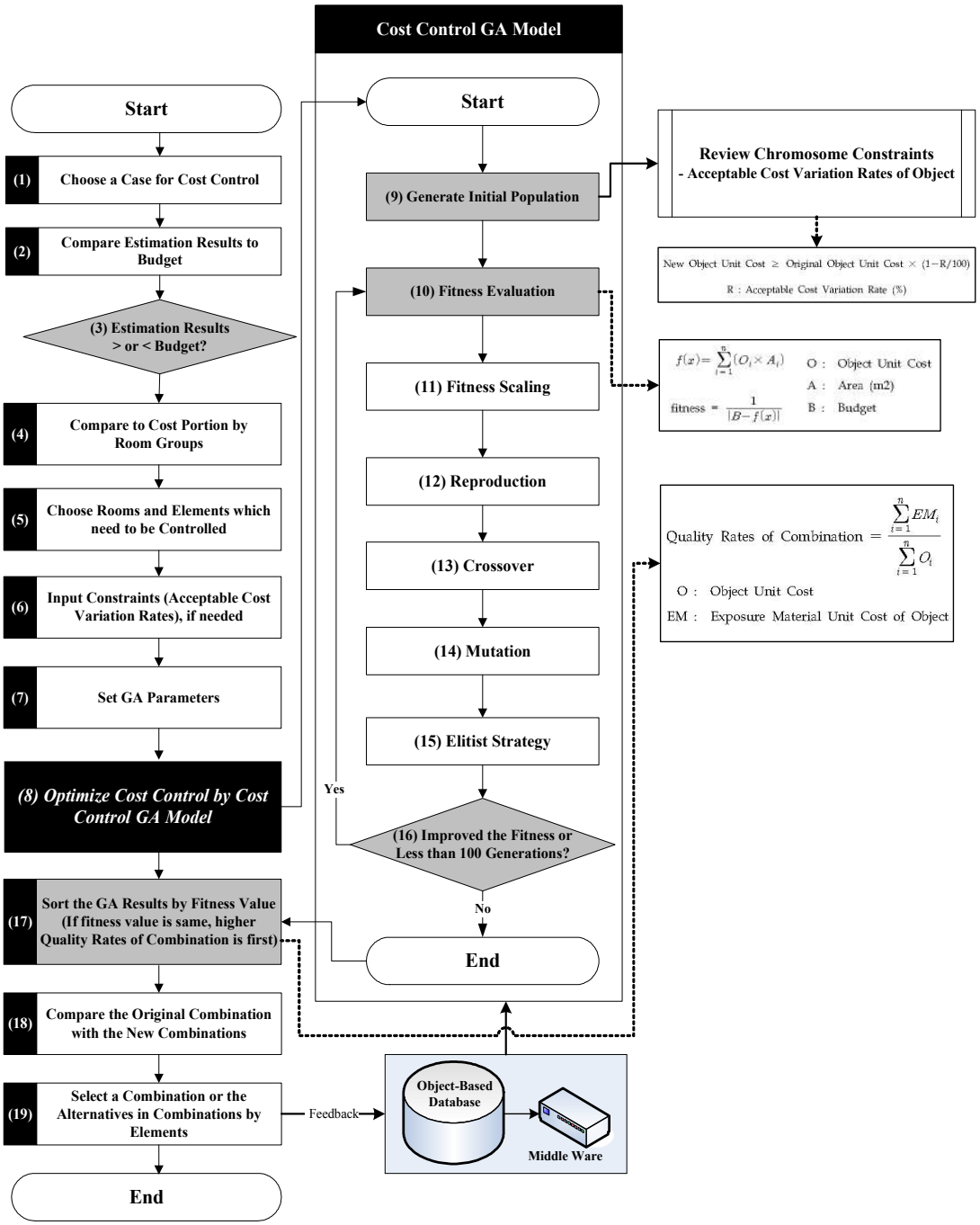
④ 하이브리드 공사비 조정 모듈

○ 매뉴얼/GA 기반 공사비 조정 통합 인터페이스 개발 필요성

3차년도 연구를 통하여 개산견적모듈은 설계자의 공사비 견적 및 발주자 요구사항 변경 등에 의한 설계조정을 매우 용이하게 지원함을 검증하였다. 또한 견적결과가 예산을 약간 초과하거나 못 미치는 경우(예산대비 ±3% 내외), 오브젝트 대안별 공사비 비교를 통해 수동적인 공사비 조정을 수행할 수 있다. 그러나 견적결과가 주어진 예산과 크게 다를 경우(예산대비 ±5% 이상) 기존에 결정된 설계정보와 데이터베이스 내 많은 오브젝트 대안들을 비교하면서 임의적인 과정으로부터 예산에

맞게 조정해야 하는 번거로움이 있다. 이에 부족한 설계기간에 특정부위의 마감기능 및 품질수준 유지 등과 같은 발주자 요구사항 및 설계자의 설계의도, 한정된 예산, 국부적 기능 및 품질저하 방지 등을 모두 고려한 최적 마감설계 지원으로부터 공사비를 효과적이고 자동적으로 조정할 수 있는 도구가 필요하다. 본 연구에서는 개산견적모듈로부터 도출된 공사비가 예산과 다를 경우, 데이터베이스에 저장된 오브젝트 대안들로부터 예산에 가장 근접하도록 자동 조합하여, 공사비 조정의 최적화를 효과적으로 지원할 수 있는 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm : GA) 기반 공사비 조정 지원시스템을 개발하고 이를 활용하여 수동 또는 자동으로 공사비를 조정할 수 있는 매뉴얼/GA 기반 공사비 조정 통합 인터페이스를 구성하고자 하였다.

[그림 3-040]은 GA기반 공사비 조정 모듈 구축을 위한 프레임워크로서, GA 기반 공사비 조정 모듈의 목적과 용도를 달성하기 위해 필요한 기능과 체계를 정리하여, 크게 주요입력 프로세스, 공사비 조정 GA 모델을 활용한 설계대안 조합 및 적합도 분석 프로세스, 그리고 최종 결과물을 도출시키는 출력 프로세스의 3단계로 나타낸 것이다. 첫째, 사용자의 설계의사가 반영되는 입력 프로세스에서는 입력정보를 바탕으로, 실그룹별(실그룹 예: 사무실_1, 사무실_2, ..., 사무실_n → 사무실), 실별, 부위별 m2 당 공사비 또는 전체공사비, 최종마감재 종류 등을 비교하여, 공사비 조정이 필요한 실과 부위를 선택한다. 또한 특정부위의 마감기능 및 품질을 일정수준 이상으로 유지시키기 위하여, 비용변동허용비율을 적용한다. 둘째, 설계대안 조합 및 적합도 분석 프로세스에서는 오브젝트기반 데이터베이스로부터 공사비 조정 GA 모델을 통해 입력 프로세스에서 설정한 조건에 맞는 오브젝트 대안들을 조합하여, 공사비를 예산(목표공사비)에 맞게 조정시킨다. 셋째, 출력 프로세스에서는 GA기반 공사비 조정 모듈에 의해 조정된 새로운 조합들을 공사 내역에 적용하여 내역서를 도출시킨다.



[그림 3-073] GA기반 공사비 조정 모듈 프레임워크

(2) DW기반 온라인 자재선정지원모듈

(가) 연구의 배경 및 목적

기술의 발달과 함께 다양한 고성능의 건설자재가 지속적으로 개발되고 있으며, 각 프로젝트의 실·부위 등의 공간정보별로 물성·비용·시공성 등의 측면에서 다양한 대안들이 존재한다. 이러한 다대다의 의사결정을 위해'자재성능비교표'를 작성하여 적합한 자재를 선정하고 있다. 현재까지는 필요한 자재정보를 얻기 위해 자재생산 업체(영업담당자 또는 페이퍼 카탈로그) 또는 조달청, 대한주택공사, 건축자재 협회 등의 인터넷 자재정보 웹사이트를 통하여 정보를 획득하고 있다(한충한 2007). 그러나 자재업체나 웹사이트의 정보는 대부분 물성, 친환경 등급 등과 같은 일반정보의 제공에 치중되어 있다. 따라서 설계자가 적정한 대안을 선정하기 위해서는 시공성, 하자사례와 같은 지식정보를 획득하기 위하여 더 많은 노력과 시간을 소요하게 된다. 무엇보다도 설계자가 수집된 자재정보를 공간정보와 연결하기 위해서는 추가적인 자원이 소요된다. 그러므로 설계자는 자재성능비교 업무를 소홀히 하게 되고 이는 곧 의사결정의 품질 저하로 직결된다. 이에 본 연구는 설계단계에서 자재선정에 대해 데이터웨어하우스(Data Warehouse : DW)를 통해 설계자가 고품질의 의사결정을 내릴 수 있도록 지식기반의 자재정보에 대하여 효율적인 등록 및 검색을 지원할 수 있는 'DW기반 온라인 자재선정지원모듈'을 개발하고자 한다.

(나) 자재정보 관리현황

국내 자재업체 중 대규모 자재업체 4곳의 실무자들을 대상으로 자재정보 관리현황을 분석하였다. 각 자재업체들은 홈페이지를 통해 자재정보를 제공하고 있었다. 그러나 새로 개발되거나 자재정보의 내용이 변경되는 경우가 수시로 발생하지만 홈페이지를 업데이트하는 주기에 맞추어 일괄적으로 정보가 업데이트된다. 모든 회사의 경우 별도의 자재정보 DB구축을 통해 자재정보를 관리하는 경우는 없었다. 다만, A사의 경우 사내 지식정보 시스템이 구축되어 있어 자재정보뿐만 아니라 뉴스, 논문, 최신연구자료, 공지사항 등 여러 가지로 종류 정보로 이루어진 지식들을 공유하는 시스템이 있었다.

자재업체의 자재정보관리 현황을 살펴본 결과, 자재정보 DB 또는 자재정보를 관리하는 책임을 가진 주체가 없었다. 자재정보를 홈페이지에 업데이트하기 위해서는 자재정보를 가공하여 업데이트하는데 시간과 노력이 많이 소요되기 때문에 이 또한 제대로 이루어지지 않고 있었다. 따라서 자재업체의 직원들이 개별적으로 관리하고 있는 다양한 멀티타입의 정보들을 취합하여 저장하고 이를 검색을 통해 사용

자에게 제공할 수 있는 DW기반 온라인 자재선정지원모듈 구축이 필요하다.

(다) 자재업체 면담조사 개요 및 결과

설계단계 건축마감자재 선정업무 현황파악을 위해 사전조사로 설계경력 20년 이상의 건축설계 전문가와 건설현장에서 시공업무를 담당하고 있는 현장소장을 대상으로 면담조사를 실시하였다. 면담을 실시한 결과, 자재의 다양성과 고려항목 대상이 많아서 자재선정에 많은 어려움이 있어 건설산업에서 마감자재 선정 업무의 정확하고 빠른 예측과 자재 선정에 필요한 시간을 절약시킬 수 있는 목적의 자재정보시스템 필요함을 언급하였다.

설계단계 자재선정을 위한 검색 지원도구의 필요성에 대해 조사한 결과, <표 3-017>와 같이 응답자의 90%가 필요하다고 응답하였다. 설계단계 자재선정을 위한 지원도구가 필요하지만 설계사무소 자체에서 지원도구를 구축하는데 있어 비용 및 업무의 부담으로 인해 관심이 낮은 것으로 판단된다.

<표 3-048> 설계단계 자재선정 지원도구의 필요성

구분	필요함	다소 필요함	잘 모름	불필요함
빈도	52(90%)	5(9%)	1(1%)	0

설계단계별 마감자재 선정업무 현황에 대한 설문조사 결과, 기본설계단계에서 자재선정 업무가 가장 빈번히 발생하며, 자재선정업무를 지원하는데 있어 필요한 시스템이 마련되어 있지 않은 것이 도출되었다.

(라) 개발방향

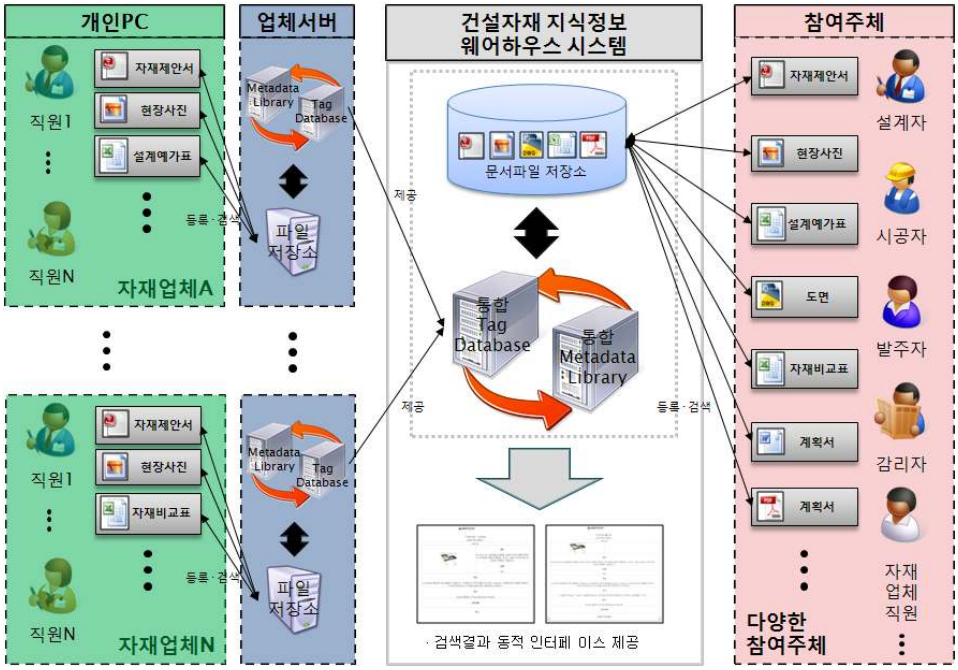
①분산·공유형 정보 웨어하우스

자재정보를 획득할 수 있는 방법인 자재업체 홈페이지, 자재카탈로그, 자재정보문서의 3가지 자재정보를 분석하였다. 자재업체의 홈페이지는 각 업체에 따라 차이가 있긴 하지만 비교적 많은 자재정보를 다양한 형태로 제공하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 설계자가 필수적으로 알아야 하는 자재의 가격, 시공사례 등 지식정보와 관련된 사항들은 제공되지 않고 있었다. 정보의 업데이트가 늦고 관리가 제대로 이루어지지 않아 단종된 자재정보가 제공되거나 신규자재정보가 제공되지 않는 등

의 문제점이 있었다. 자재카탈로그는 가장 상세하고 풍부한 정보를 제공하고 있음이 나타났으나 역시 정보의 업데이트가 느리다는 단점이 있었다. 특히 자재카탈로그를 이용하여 자재정보제공체계를 구축한다고 하여도 물리적 공간이 추가로 필요할 뿐 아니라 사용자가 원하는 정보를 쉽게 검색하기 힘들다는 단점이 있다. 자재정보문서는 자재업체의 직원들이 직접 보유하고 있는 자재와 관련된 여러 가지 정보를 담고 있다. 자재정보문서 등 모두 전자문서 형태이기 때문에 웹기반의 시스템이 구축된다면 컴퓨터를 통해 쉽고 빠르게 검색할 수 있다는 장점이 있으며 자재업체 직원들이 직접 관리하고 있는 정보이기에 정보의 업데이트가 신속하며 그 내용 또한 풍부하다.

그럼에도 불구하고 앞 자재정보 관리현황을 보면 알 수 있듯이 자재카탈로그, 자재정보문서 등 자재정보들은 자재업체별, 더 나아가 자재업체 직원별로 분산되어 저장 및 관리가 되고 있다. 이로 인하여 자재를 선정하는 관련 주체들은 자재를 선정하는데 있어서 필수적인 정보를 획득하기가 쉽지 않을 뿐만 아니라, 다양한 자재정보를 관리하기도 어렵다.

이러한 자재정보문서를 관리하기 위해서 본 연구에서는 전자문서관리시스템에서 주요하게 사용되고 있는 메타데이터(Metadata)의 개념을 적용한 태그(Tag) 정보를 활용한다. 태그정보 입력을 지원하는 기능과 효율적으로 자재관련 문서를 검색할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.



[그림 3-074] 건설자재 지식정보 웨어하우스 시스템 프레임워크

② 건설자재도메인 메타데이터라이브러리

본 연구에서 구축하고자 하는 메타데이터 라이브러리(Metadata Library : MDL)는 자재에 대한 정보를 모두 포함되어 있는 집합체 또는 이 집합체를 다루는 학문으로 정의된다. 따라서 앞에서 정의한 메타데이터의 정의와 결합시키면 자재에 관련된 문서를 대표할 수 있는 키워드의 집합이라고 정의할 수 있다.

자재정보 관리현황 및 자재정보 현황 분석을 통하여 도출된 결과를 바탕으로 자재문서의 등록 시 태그 및 자재문서의 검색 시 검색어로 활용될 수 있는 메타데이터를 [그림 3-010]과 같이 구축하였다. 중분류에 속하는 메타데이터는 해당 대분류의 하위위계속성을 지니고 있으며, 반대로 대분류에 속하는 메타데이터는 해당 중분류의 상위위계속성을 지니고 있다. 이는 단순히 태그뿐만 아니라, 분류체계와 통합되어 사용될 수 있다. 이러한 메타데이터 라이브러리를 통하여 개념 검색 범위를 확장하여 단순 키워드 매칭으로 인한 검색결과 누락 등을 예방하고 다양한 관련 정보를 제공할 수 있다.

대분류	중분류							
벽돌, 블록	보통벽돌	재활용콘크리트벽돌	점토벽돌	점토타일벽돌	비소성흙벽돌	흙블록	특수벽돌	콘크리트경량인방재
	내화벽돌·내화물	벽돌보수보장재	태양광바닥블록타일	자연석전통블록·인조무늬벽돌	스틸웰블록(지장블록)	전통블록	하이패널시스템(지하이중벽)	경량기포콘크리트블록·패널(ALC)
	콘크리트경량인방재	슬빈시멘트블록						
경량콘크리트판	슬빈PC판	패션압출성형시멘트패널	압축성형시멘트패널	경량콘크리트패널(온돌패널)	경량콘크리트복합패널	조립식내외벽패널		
석재	인조석	화장석(원석)	건축용석재	대리석	크리스탈대리석(마블라이트)	인조대리석		
타일	점자블록	장애인편의시설용품	내장타일	외장타일	바닥타일	자갈타일	벽화타일	지압타일
	테라조타일·계단	황근타일	석재타일	수영장타일	코너타일	모자이크타일		
방수재	결로방지재	침투(도포)성방수재	GUSS아스팔트방수보수재	시트방수재	도막방수재	건축용보수보강재	특수방수재(보수보강)	코킹·실링재
	아스팔트방수재	발수제	구체방수제	모르타르방수재				
미장재	미장혼화재	석고플라스터	구조물보수용모르타르	인조석(종석)	펄라이트시공물	라이톤시공물	친환경현무암	흡음재
	건축마감재	천연황토미장재	친환경기능성모르타르	내화피복재	펄러흑단열판재	외벽단열마감재	(건식)외벽단열마감재	
도료	KS표시페인트	가정용페인트(DIY페인트)	조합페인트	본타일용도료	알키드에나멜페인트	에폭시페인트	합성수지에멀션페인트(수성도료)	황토숯페인트
	방청페인트	기와슬레이트용페인트	방화·방염·내열페인트	소부페인트	퍼티	래커	시너	특수페인트
	건축용무기질계내외장마감재	중방식용페인트	친환경페인트(기능성페인트)	기능성다목적페인트	기능성세라믹표면처리재	아크릴페인트	우레탄페인트	목재보호도료
	바니시							
창호재	액체금속	철재문틀	합성수지문	합성목재창	문틀 및 SMC도어	플라스틱창문틀	안전방충망	
	알루미늄새시·도어	스테인리스문	친환경·고기밀성단열이중창	다기능단열복합창(PVC)	셔터	자동문	회전문	자동대문(X-Gate)
	오버헤드도어	방화문	방음문	특수문				
유리	유리창단열안전필름	판유리	복층유리	접합유리·특수유리	글라시안내장재(유리타일)	유리대리석패널(내외장재)	장화유리	유리블록
	폴리카보네이트 SHEET	거울원판						
합판, 보드	합판	가공합판(미장합판)	B.M.C판재	파티클보드	섬유판	불연성펄라콜솔내장재	마그네슘보드	세대간경계벽
	CRC보드	불연(방수)보드	석고보드	불연천장판	섬유장화시멘트판	폴리에스테르보드		
천장재	플라스틱천장재	기능성천장재	고밀도NT목재판	금속천장재	열경화성수지천장재			
금속내외장재	알루미늄패널	알루미늄캐스팅	세라믹패널	아연도장판패널	금속재패널	법랑패널		
실내장식재	카펫	도배지(벽지)	친환경기능성마감재(규조토)	세라조판내장재	친환경기능성인테리어내장재	마감재(금모리)	친환경준불연인테리어내장재	커튼
	블라인트	황토숯타일	인테리어마감재					
보온·단열재	미네랄울보온재	유리면보온재	폴리에스테르성유단열재	천연양모보온단열재	규산칼슘보온재	질석보드	펄프발포단열재	
	발포폴리스틸렌판(스티로폼)	발포폴리스틸렌판(압출)	복합단열재(e-Board)	발포폴리스틸렌판(네오폴 에너폼)	발포폴리에틸렌보온재	다층구조반사단열재(Super Ondori)	열반사단열재	연질수성단열폼(스프레이·저압주입형)
	바르는단열모르타르	코르코	단열장판	폴리우레탄시공물	폴리우레탄보드			
바닥재	바닥강화재	친환경무기질바닥재	출입문매트	고무바닥재	비닐시트바닥재 (경보행용)	비닐시트바닥재(중보행용)	염화비닐바닥타일(P.V.C)	
	전도성타일	멜라민강화PVC타일	코르크타일	친환경불연바닥마감재	카펫타일	플로어링재	이중바닥재	재생고무바닥재
	고무타일	특수방진바닥재	도장형바닥재					
문서 유형	제안서	공법자료	시험성적서	시방서	비교표	인증서	현장시공사진	계약서

[그림 3-075] 자재정보 메타데이터 라이브러리

[그림 3-075]과 같이 구축한 메타데이터 라이브러리는 사용자가 DW기반 온라인 자재선정지원모듈에 자재관련 문서를 등록함과 동시에 문서내에 포함하고 있는 키워드와 매칭과정을 실시하여 해당 자재문서에 가장 적합한 태그정보를 부여할 수 있도록 도움을 줄 것이다. 이는 자재에 대하여 정확한 명칭을 인식하고 있지 못한 사용자측면에서 쉽고 빠르게 태그를 부여할 수 있을 것이다. 또한 자재관련 문서를 검색할 경우, 자동완성채움기능, 연관검색어 등 부가적인 서비스도 제공이 가능하기 때문에 검색자는 자신이 원하는 자재정보를 정확하게 검색할 수 있을 것이다.

③자재 및 자재정보문서 태그정보

본 연구에서는 자재정보파일의 태그정보를 자재품목, 등록자, 건축자재문서에 관한 태그정보로 구분한다. 자재품목 태그정보는 수많은 자재정보문서 중 사용자가 원하는 정보를 쉽고 빠르게 검색할 수 있도록 지원한다. 두 번째로 자재정보문서의 등록자에 관한 정보이다. 다수의 자재업체와 그 업체의 여러 직원들이 건축자재정보문서를 등록할 것이기 때문에 문서를 등록하는 자에 대한 정보가 필요하다. 세 번째로 자재정보문서 자체의 태그정보이다. 이는 메타데이터 라이브러리와 매칭과정을 통해 자동으로 입력될 수 있으며 문서의 검색에 활용된다.

○ 자재품목

설계자들이 자재의 단가를 찾고자 할 때 가장 많이 사용하고 있는 '종합물가정보', '월간거래가격', '월간물가자료' 등의 거래실례가격을 제공하는 업체의 자재분류체계를 분석한다. 이러한 물가정보지에 수록된 품명은 정보나 기업에서 대량 구매하는 상품 가운데 비교적 거래빈도가 높은 대표적인 품목과 공인규격품을 기준으로 선정·조사한 것이다. 비규격품이라도 시장성이 높고 유통물량이 많은 상품은 생산업체의 표준규격을 기준으로 선정하였다[5].

<표 3-049> 월간거래가격의 자재분류체계

대분류	중분류
벽돌, 블럭	콘크리트벽돌, 시멘트벽돌, 특수벽돌, 점토벽돌, 황토벽돌, 내화벽돌, 블럭벽체, 경량기포콘크리트블럭·패널·인방, 속빈콘크리트블럭, 속빈시멘트블럭
경량 콘크리트판	속빈PC판, 압출성형시멘트판, 조립식내·외벽패널, 경량콘크리트복합패널
석재	화산석, 테라조, 화강석, 인조석, 대리석, 인조대리석
타일	내장타일, 세라믹타일, 수영장타일, 석재타일, 모자이크타일, 장애인용안전유도타일, 바닥타일, 폴리싱타일, 대리석타일
•	•
•	•

○ 등록자

5) 월간거래가격, 한국물가협회, 2008, 10, pp 40.

자재정보문서를 등록하는 자는 자재업체의 직원이다. ISO 15489에서는 문서 등록시 필수적인 태그정보의 하나로서 '등록자'를 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 등록자의 태그정보를 상세히 정의하고 이를 건축자재정보 문서관리모델에 활용하고자 한다.

건축자재정보 문서관리모델의 정보등록자는 다수의 자재업체 직원이기 때문에 이름, 부서, 직급, 전화번호, 이메일 등 기본적인 개인정보가 필요하다. 또한 건축자재정보 문서관리모델은 여러 자재업체에만 활용될 수 있기 때문에 회사에 대한 태그정보도 요구된다. 이를 정리하면 다음의 <표 3-019>과 같다.

<표 3-050> 등록자용 태그정보 (예시)

구분	태그정보	예시
자재업체 직원	이름	홍길동
	직책	대리
	부서	판촉1팀
	전화번호	02-351-5136
	이메일	eafei@abc.com
자재업체 회사	회사명	AAA
	회사전화번호	02-861-3681

○ 자재문서

설계자는 자재별 분류체계를 통해서 검색한 문서가 어떤 자재인지를 파악할 수 있으나 검색된 문서의 내용이 어떠한지를 알 수는 없다. 따라서 자재정보문서에 미리 어떠한 형태의 정보이고 문서 내부에는 어떠한 내용이 포함되어 있는지를 태그정보를 통해 알려준다면 일일이 문서를 열어보지 않고 확인할 수 있다. 또한 이러한 정보를 검색에 활용하여 검색 범위를 좁혀줄 수 있다.

자재정보문서의 형태는 앞서 분석한 바와 같이 자재비교표, 자재제안서, 인증서, 시방서, 설계예가표, 현장시공사진으로 구분할 수 있다. 자재정보문서는 이 중 하나의 형태로 지정되어 태그정보로 등록된다.

앞서 검색 또는 등록을 위한 태그정보들을 정의하였다. 앞의 태그정보들은 정보를 등록하는 자가 직접 입력해야 하는 태그정보들이다. 이와 달리 시스템적 처리를 통해 자동으로 입력될 수 있는 태그정보들이 있으며 이러한 태그정보 또한 자재정

보문서의 검색에 활용될 수 있다.

Window® XP에서 한 문서의 시스템적 정보를 보면 파일명, 파일의 형식, 파일의 저장위치, 크기, 만든 날짜 등이 나타난다. 본 연구에서는 이러한 전자적 정보를 그대로 자재정보문서에 태그정보로 활용하여 향후 파일명 검색에 활용한다. 자재정보문서 등록자가 모델을 통해 문서를 등록 한 후 원본 문서를 수정하였을 때 파일의 크기 및 생성 날짜 정보가 변하게 된다. 이를 통해 모델은 어떠한 문서가 수정되었는지를 확인하고 이를 업데이트할 수 있다.

<표 3-051> 자재정보문서 파일 태그정보

구분	태그정보	예시
자재정보문서 태그정보	문서 형식	자재비교표
	파일명	계단바닥재비교
	자재	바닥재, 건축시설물바닥재
	파일의 형식	Microsoft Office Excel 97-2003 워크시트
	디렉토리 정보	C:₩Documents and Settings₩자재파일₩BB
	파일 크기	939KB
	만든 날짜	2009년 4월 16일 목요일, 오전 1:25:57
	수정한 날짜	2009년 5월 5일 화요일, 오전 1:14:57

(마) 자재선정지원모듈 개발

① 자재정보 문서 등록 및 검색

시스템을 구성하는 주요 모듈은 크게 자재문서 등록과 검색으로 구분되어 있으며, 등록 및 검색 모듈은 세부적인 기능을 수행하는 모듈로 구성되어있다. 등록목듈의 경우, 파일 태그매니저 모듈과 파일-정보 연계 프로토콜인 블럭설정모듈로 구성되어 있으며, ASP기반 통합 DW 스키마 검색모듈과 같은 경우, 빠른 검색과 상세검색, 자재DB검색 모듈, 2차 자재지식정보 생성 모듈, 동적·정적 자재정보 융합 카달로그 인터페이스로 구성된다. 또한 자동완성채움기능과 확장MDL, 최근검색어 및 Q&A 등 부가적인 서비스를 제공할 수 있는 모듈도 추가되어 있다. 해당 모듈에 대한 설명은 다음 <표 3-021>와 같다.

<표 3-052> 시스템 주요 모듈 설명

모듈(大)	모듈(中)	모듈(小)	설명
등록	블럭설정	-	광범위한 내용을 지닌 문서파일인 경우, 분할하여 등록함으로써, 파일단위가 아닌 사용자가 원하는 정보에 직접적인 접근이 용이하도록 분할한 정보단위
	태그설정	추천태그	메타데이터 라이브러리와 매칭된 태그를 제시해주는 기능
		선택태그	건설사전과 매칭된 태그를 제시해주는 기능
		입력태그	사용자가 수동으로 태그를 입력할 수 있도록 해주는 기능
검색	자동완성 채움	-	검색어를 모두 입력하지 않아도 사용자에게 검색어를 제시해주는 기능
	빠른검색	-	사용자가 입력한 검색어에 대하여 신속한 검색결과를 제시해주는 기능
	상세검색	태그검색	문서파일/블럭에 부여된 태그를 대상으로 검색범위를 좁히는 기능
		블럭검색	등록한 문서블럭명으로 검색범위를 좁히는 기능
		등록자검색	문서파일/블럭을 등록한 등록자를 대상으로 검색범위를 좁히는 기능
		문서유형검색	등록된 문서유형(사례정보, 법규정보 등)으로 검색범위를 좁히는 기능
		기간설정	등록된 문서파일의 날짜를 대상으로 검색범위를 좁히는 기능
	확장MDL	-	사용자가 입력한 검색어와 연관된 검색어를 제시해주는 기능
	최근검색어	-	사용자가 최근 입력한검색어를 제시해주는 기능
	자재DB검색	상세정보	자재에 대하여 성능비교/카탈로그를 생성하여 제시해주는 기능
		2차지식정보	설계예가표와 자재성능비교표를 통하여 자재에 대한 평균단가,단가변화그래프 등 새로운 2차지식정보를 제공해주는 기능
	Q & A	-	입력한 검색어에 대하여 자주 질의되는 항목과 답변을 제시해주는 기능(네이버 지식인과 유사한 기능)

② 자재 데이터베이스 저장 및 검색

자재에 관련된 문서로는 설계예가표, 자재성능비교표, 자재제안서 등과 같은 다양한 문서로 존재한다. 이러한 자재에 관련된 정보는 xls, hwp, doc, ppt 등 여러 종류의 파일 타입으로 구성되어 있으며, 각 자재업체 실무자들에 의하여 작성 및 저장되어 활용되고 있다. 하지만 비슷한 항목을 반복적으로 중복입력 및 작성하고, 각 업무단위마다 사용되는 자재정보들은 개인기호에 맞추어 작성하여 사용하고 있다. 이는 결과적으로 자재선정 업무 수행을 방행하여 차후 생산성 저하의 원인이 될 수 있다. 이로 인하여 전반적인 프로젝트의 품질저하 문제를 발생시킬 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 자재문서들이 내포하고 있는 정보의 부가적인 조합을 통하여 양질의 정보를 제공할 수 있는 문서의 DB화 작업이 요구된다.

자재문서의 DB화를 위하여 자재업체가 소유하고 있는 자재문서분석을 토대로 DB화 시킬 수 있는 자재문서를 선정하였다. 선정한 자재문서는 DB화가 가능한 문서, DB화 활용 시 더욱 업무에 효율적인 문서이다.

<표 3-022>과 같이 선정된 자재문서의 DB화를 위하여 자재설계예가표와 자재성능 비교표가 포함하고 있는 정보항목을 분석하여 DB화 항목들을 도출하였다. 도출된 자재문서의 정보항목들은 데이터베이스로 구축되어 활용될 것이며, 2차 지식정보의 로우데이터로 활용될 것이다.

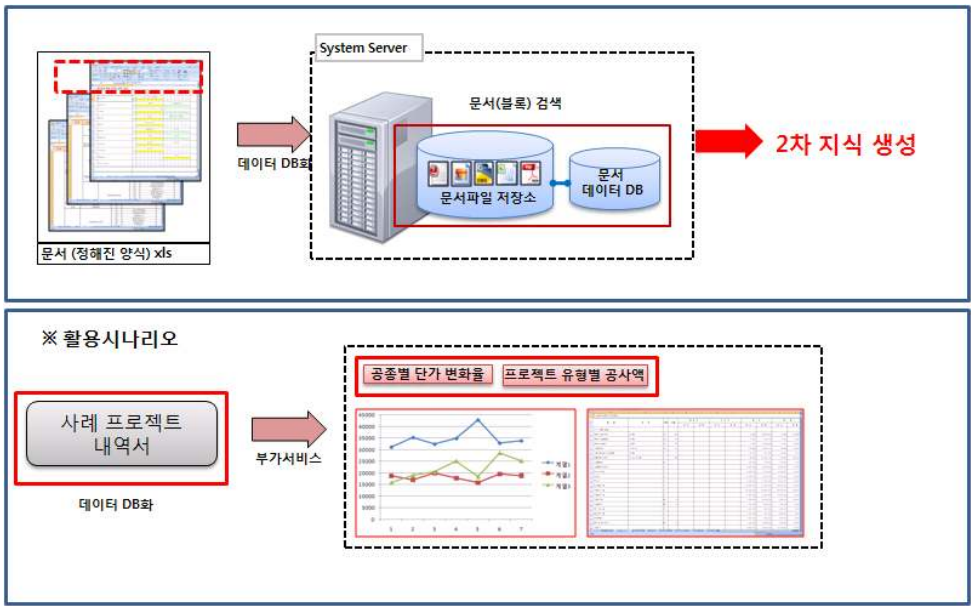
<표 3-053> 자재문서의 DB화 항목

건설문서양식	DB화 항목
자재설계예가표	제품명 자재별 단가, 시공비
자재성능비교표	제품명, 특성, 규격, 공법, 적용부위, 시공사례

③ 자재 2차 지식정보 활용

2차 지식정보는 자재문서가 포함하고 있는 구성정보들 중 데이터베이스를 활용하고, 데이터베이스의 조합으로 새로운 부가적인 정보를 생성하여 실무자로 하여금 양질의 정보를 제공할 수 있는 것을 2차 지식 생성이라고 한다. 본 연구에서는 앞에서 언급했던 것과 같이 자재선정에 관련된 2차 지식정보 제공을 위하여 자재성능비교표와 자재설계예가표를 선정하였다.

자재선정업무를 지원하기 위하여 자재성능비교표 및 설계예가표를 활용한 시나리오는 [그림 3-043]와 같다. (1) 자재업체 실무자는 설계예가표와 자재성능비교표를 등록한다. (2) 시스템에 의해 각 정보별 데이터가 축적된다. (3) 저장된 자재정보의 DB를 활용하여 새로운 자재비교표를 생성하여 확인할 수 있고, 제품의 가격 변동, 성능의 평균 값 등 부가적인 정보를 확인한다.



[그림 3-076] 2차 지식 생성 및 활용 시나리오

본 연구에서 자재문서 DB화와 2차 지식정보를 위하여 선정한 자재성능비교표와 자재설계예가표뿐만 아니라, <표 3-023>와 같이 내역서 및 자재가 선정되어 사용되었던 사례정보와도 연계하여 활용할 수 있으며, 사용자에 의하여 가장 많이 검색되었던 자재정보를 대상으로 최근의 자재 동향 파악 및 신규 자재에 대한 정보를 수집하는데 활용될 수 있을 것이다.

<표 3-054> 2차 지식정보 활용방안

2차 지식정보 생성	활용방안
같은 종류의 자재들의 시장단가의 평균을 제공 같은 종류의 자재들의 시장단가의 최고•최저 단가를 제공	시장단가는 업체별 또는 구성성분별로 다양하다. 사용자는 자신이 선택한 자재와 평균가격을 비교함으로써 선택한 자재의 시장단가의 위치를 알 수 있다. 또한 공시비 조정 시 평균단가보다 상위에 있는 자재들을 우선 조정함으로써 공사비 조정 업무를 효율적으로 할 수 있다.
개산견적시스템의 프로젝트 내역 정보와 연계하여 자재가 사용된 사례정보를 제공	자재의 사용 사례는 자재의 품질 및 성능 등을 보장한다. 시스템은 사용자가 선택한 자재의 사용된 사례정보를 제공함으로써 자재 선정의 합당성을 보완하고 대중적인 자재 또는 다른 자재선정 의사결정자들의 경향을 파악할 수 있다.
최근 시스템에서 제공하는 자재정보 중 사용자에 의해 가장 많이 검색된 자재	최근의 자재 동향 및 신규 자재에 대한 정보 수집이 용이하다.

다. 설계업무 체계화 지원 시스템

(1) 설계협업 지원모듈 개요

설계업무와 참여주체간의 관계 정의를 바탕으로 구축된 설계관리시스템(DIMS)의 활용을 위하여 본 연구에서는 설계프로젝트 사용자간의 협업을 지원하는 설계협업 지원모듈을 개발하였다. 건축주를 포함한 건축, 구조, 기계설비, 전기, 토목, 조경, 인테리어 등의 모든 설계 참여주체들이 각각의 업무를 수행하는 과정에서 발생하는 정보들을 교환하고 의견을 주고받는 전체과정(신재원, 2006)을 의미하는 협력설계 개념을 바탕으로 개발된 설계협업 지원모듈은 발주자 협업관리, 엔지니어링 협업관리로 분류된다.

설계협업 지원모듈의 개발에 앞서, 먼저 국내의 설계사무소에서 활용되고 있는 업무 절차서 및 실무설계 공정사례를 바탕으로 현행 설계협업 프로세스를 분석함으로써 설계협업 지원모듈 개발을 위한 사전 조사를 실시하였다. 다음의 그림은 이러한 작업의 일부로 국내 건축설계분야의 현행 설계협업 프로세스를 정리한 것이다.

<table>
<tr><td></td><td colspan="8">심의 및 인허가 ▼</td></tr>
<tr><td>발주자</td><td>계약</td><td>토지이용계획
검토/협의</td><td>발주자 요구
사항 제시</td><td>계획설계
협의</td><td>발주자 요구
사항 제시</td><td>기본설계
협의</td><td>발주자 요구
사항 제시</td><td>검수완료 및
승인</td></tr>
<tr><td>설계 Process</td><td colspan="2">기획설계</td><td colspan="2">계획설계</td><td colspan="2">중간설계</td><td colspan="2">실시설계</td></tr>
<tr><td>설계자</td><td colspan="2">- 대지분석
- 프로그램 검토
- 설계 프로젝트 계약</td><td colspan="2">- Programming
- Planning
- Drawing
- 계획설계 납품</td><td colspan="2">- 기본설계도서 작성
- 기본상세도 작성
- 주요 재료마감표 작성
- 기본설계 납품</td><td colspan="2">- 실시설계도서 작성
- 내역서, 시방서 작성
- 실시설계 납품</td></tr>
<tr><td>엔지니어</td><td colspan="2"></td><td>업체선정
및 협의</td><td>시스템
검토서</td><td colspan="2">구조계산서 작성(구조)
기본설계도면작성
(기계/전기/토목/조경)</td><td colspan="2">실시설계도면 작성
내역서, 시방서 작성</td></tr>
</table>

[그림 3-077] 현행 설계협업 프로세스

기획-계획-기본-실시설계 단계를 진행함에 따라 발생하는 설계 참여자간의 협업업무는 발주자와 설계자간의 협업, 설계자와 엔지니어링 협력업체간의 협업으로 구분할 수 있으며, 발주자와 설계자의 협업은 프로젝트 초기단계에 주요업무가 발생하는 반면, 설계자와 엔지니어의 협업은 기본설계단계 시점을 전후로 실질적인 협력관계를 구축하는 것으로 볼 수 있다.

(2) 발주자 협업관리 방안 수립

발주자와 설계자의 커뮤니케이션을 지원하여 상호협력을 구축하기 위한 발주자 협업관리 모듈의 개발을 위하여 해외 발주자관리 업무 분석 및 국내외 현황 분석을 토대로 발주자 요구사항 관리방안을 도출하였다. 이를 위하여 국내 설계 프로젝트 지침서를 통해 국내 발주자관리 업무의 정의 및 범위를 분석하고, 5개사의 발주자 관리업무 담당자를 대상으로 면담조사를 실시하여 문제점을 도출하고 개선방향을 제시하였다.

설계 프로세스는 건축주 요구사항에 부합하는 건물로 구체화하는 과정으로, 국내 종합건축사사무소에서는 '기획-계획-기본-실시' 설계단계로 구분하여 업무를 정의하고 있다.

(가) 국내 발주자관리 업무 정의 및 범위

①기획설계 발주자관리 업무

기획설계에는 프로젝트 개요서 검토 후 프로젝트에 착수, 규모 및 법규에 대한 검토를 통하여 프로젝트계획을 수립하는 단계이다. 여기서 발주자의 요구사항과 함께 정해진 건축개념 및 목표는 프로젝트 전(全)과정의 기준이 되므로 기획설계 단계는 프로젝트를 진행하는 데 중요한 단계라 할 수 있다.

이 단계에서 발주자(또는 그 대리인)가 부지선정, 사업의도 및 사업계획 제시, 자금계획 및 예산안 입안, 시설계획개요 및 조건제시, 사업계획, 시장, 입지특성조사, 설계요청서에 대한 업무를 수행하면 설계업체는 부지조건 분석, 사업의도와 제반여건 정리, 시설계획에 대한 조사 및 검토, 법령상의 조건 조사, 각종 사례정보의 수집 및 제공, 사업계획 및 부지이용계획에 대한 조사·검토, 제정 분석 등을 통해 설계조건 검토 및 발주자의 의도를 파악 후 정리하는 업무가 이루어진다[6].

6) 나원균, 임현봉 (2005). 건축설계프로세스,구미서관, p. 11.

<표 3-055> 기획설계단계에서의 발주자관리 업무

기 획 설 계			
단계정의	단계목적	건축주업무	설계자업무
• 설계수주를 위한 건축가능 여부 조사 및 사업성 검토 • 건축주의 프로그램, 재정, 요구시간 및 업무범위 설정 • 시설계획 및 경제적 타당성 검토 • 프로젝트 스케줄 및 예산 확립 • '품질·시간·비용'을 고려한 필수적 의사결정을 통한 프로젝트 정의	• 프로젝트 목표 및 설계조건 명확화(건축주 목표정리, 건물수준 협의) • 시설계획 및 프로그래밍(사업개요, 부지, 시설내용조사) 경제성 및 타당성 조사 • 프로젝트 스케줄 및 예산 작성	• 부지선정 • 사업계획 제시 (사업의도, 기본일정, 시설계획개요 및 조건 제시) • 자금계획, 예산안 입안 • 건축주 요구사항 작성	• 부지선정 협력 • 사업의도 조건정리 • 사업성 검토 • 건축주요구사항 확인 • 프로젝트 업무계획 • 건축주-설계자간 협의사항 정리 • 건축주 예산확인 • 계약 • 실행예산 계획 • 팀 편성 및 총괄
[주요협의사항] • 건축주 의도 및 요구조건 명확화를 통한 원만한 협의 • 판단근거 공유 • 설계조건 검토, 정리 시 완성된 건물의 구성과 형태 고려			

② 계획설계 발주자관리 업무

계획설계는 프로젝트 일정 및 팀의 확정 후 설계개념 선정을 통하여 계획안을 발전시키는 단계이다. 계획안에 대한 시스템을 산정하고 검토를 마친 설계계획안으로 건축주와 협의, 계획설계 성과물을 납품하게 된다.

<표 3-056> 계획설계단계에서의 발주자관리 업무

계 획 설 계			
단계정의	단계목적	건축주업무	설계자업무
• 설계 기본목표 및 방향 수립 단계 • 프로젝트프로그램, 예산 및 스케줄 관련하여 대지평가 • 건물기능 ·규모 ·형태 ·구조 ·재료 등 종합방침 수립 • 명확한 개념과 형태를 갖추어 건축주 이해 및 승인 획득 • 프로그램의 명확화를 통한 디자인 해결책 제안 • 비용분석을 위한 기초자료 제공	• 프로그램 평가 • 대지조건 평가 • 디자인 목표확정 • 건축주 개념 공유화 • 건물수준 협의 • 건물형태 및 배치방법 구상 • 복수案 제안 : 1개의 案으로 확정 • 설계일정 파악	• 대지관련 자료제공 팀 편성 및 • 의사결정기구 확립 • 건축주 요구사항 작성 • 사업계획 수정 및 향후계획 수립 • 공사비 예산, 유효면적, 건물수준 설정 • 시설규모 배분에 관한 방침 수립	• 대지분석 • 건축주 요구조건 분석 • 프로그램 작성 • Planning(Access, land use, allocation, frame work 등)을 통한 확정案 승인 • 예비공사비 산정 • 설계공정표 승인 • 협력업체 선정
[주요협의사항] • 건축주 요구조건 파악, 디자인 개념, 계획안을 위한 광범위한 의견 수렴 • 의사결정주체 결정 • 설계案 Presentation			

③기본설계 발주자관리 업무

기본설계는 선정된 계획안을 발전시키는 단계로, 계획설계안 검토 후 설계와 시스템계획을 확정하여 설계도서를 작성한다. 개략시방서 작성과 개략공사비 산정이 이루어지며, 건축주와 기본설계안 협의 후 기본설계 성과물을 제출한다.

<표 3-057> 기본설계단계에서의 발주자관리 업무

기 본 설 계			
단계정의	단계목적	건축주업무	설계자업무
▪ 계획설계에서 설정된 구상의 실시설계 반영을 위하여 중요사항 정의 ▪ 계획설계에서 해결되지 못한 문제점 해결 및 실시설계 보완사항 최소화를 통한 디자인 완성(지속적인 다듬기와 조정) ▪ 기본설계도서는 건축·구조·설비·전기·재료 등 기타 관련부분이 종합적으로 반영되어야 함	▪ 건축주 의도 및 여건 체계화 ▪ 계획안의 법적·기술적 근거 검토 ▪ 프로그램 분석 및 확정기능과 품질·건축계획·기술·건물배치·평면과 공간의 구성 및 예산 균형 검토 ▪ 관계관청과의 절충 및 법규 분석 ▪ 기본설계도서의 건축주 승인 ▪ 건축주 기본조건 및 관청의 설계 변경사항 검토	▪ 사업계획 확정 ▪ 계획안 결정 ▪ 기본 공간구성 검토 ▪ 관리운영 조건 계획 ▪ 건물의 규모·설비·수준 결정 ▪ 임대방법 결정 ▪ 기본설계도서 승인	▪ 설계취지 및 방침 제시 ▪ 내외부의 종합적 디자인 방침 결정 ▪ 개략 시방서 검토 ▪ 개략 공사비와 예산의 균형 검토 ▪ 시설배치, 건물공간구성,용도면적배분 확정 ▪ 구조·설비·전기시스템 검토 ▪ 인허가 절차 준비
[주요협의사항] ▪ 건축·구조·설비·전기 등 각 분야 통합 조정 ▪ 건물수준 검토 및 확정후 공사비 협의 ▪ 기본설계 Presentation ▪ 인허가 업무			

④ 실시설계 발주자관리 업무

실시설계는 기본설계 안을 바탕으로 시공에 필요한 도서를 작성하는 단계로, 건축주의 요구사항 재검토 후 실시설계 초안을 작성한다. 실시설계 초안으로 분야별 엔지니어링 담당자와 상초 검토를 실시, 실시설계도면 작업과 공사비 검토 시방서 작성 등의 업무수행 후 최종 실시설계도서를 납품한다.

다음의 표와 같이, 일반적으로 기획부터 실시설계까지 단계마다 발주자관리 업무가 설정되어 있지만, 프로젝트 진행 중 발주자의 요구사항을 반영하는 특정 시점이 있는 것이 아니라 후속 단계에 이르러서 요구사항이 발생 또는 변경이 되어 잦은 설계변경이나 의사결정이 지연되는 경우가 많다. 또한 프로젝트 초기단계에서 관련 자료, 법적조건 및 현장조사가 미흡하거나 발주자 요구에 대한 이해가 부족한 경우, 자료, 법적조건 및 현장조사가 미흡하거나 발주자 요구에 대한 이해가 부족한 경우, 프로젝트 진행시 중요자료 누락으로 인한 설계변경이 발생하여, 프로젝트 초기단계의 발주자관리 업무의 중요성을 알 수 있다.

<표 3-058> 실시설계단계에서의 발주자관리 업무

실 시 설 계			
단계정의	단계목적	건축주업무	설계자업무
▪ 기본설계를 구체적·세부적으로 도면에 나타내어 실제 공사가 가능하도록 하는 단계 ▪ 실시설계도서는 시공단계에서 건축주-시공자 간의 정확한 커뮤니케이션이 가능하도록 도면구성, 표현방법, 치수 등을 논리적으로 정확하게 구성	▪ 디자인과 기술 측면의 상세한 설계추진 ▪ 모든 요소가 건축구조설계·전기 등 분야간 일치를 이루도록 상세 검토 ▪ 재료, 공법의 결정 및 건축주 승인 ▪ 시공자의 명확한 설계내용 파악을 위한 실시설계 도서정리 ▪ 실시설계도서 품질확인 및 건축주 승인	▪ 기본설계방침 확인 ▪ 관리운영방침 설정 및 조정 ▪ 별도 공사방침 설정 ▪ 인허가 신청 ▪ 실시설계도서 승인	▪ 건축주 의도 및 기본설계 추가수정사항 간 조정 ▪ 설계법규 재확인 ▪ 종합적인 상세검토 ▪ 실시설계 진행(실시설계도서 작성) ▪ 시방서 작성 ▪ 공사비 가견적(실시설계 80%) 및 상세견적(실시설계 완료시)
[주요협의사항] ▪ 합의사항 정리 ▪ 시방서 구성방식, 작성방법 및 범위 검토 ▪ 자재·공법·예산 확인 ▪ 설계도서간 상호검토 ▪ 추가 발주분에 대한 설계방침 확정			

(나) 국내 발주자관리 업무 현황

국내 발주자관리 업무의 내용과 방법 및 문제점을 파악하기 위하여 대형설계사무소(설계인원 200명 이상) 5개사의 발주자관리 업무 담당자 면담조사를 실시하였으며, 이를 통해 도출된 발주자 관리 업무의 내용 및 문제점은 다음과 같다.

첫째, 설계프로젝트 초기단계에서는 발주자의 경험부족으로 인한 의사결정 지연이나 비현실적인 요구사항 설정이 가장 큰 문제점으로 나타났다. 이는 설계자가 프로젝트를 통해 얻고자 하는 발주자의 목적을 정확하게 정의해주고 발주자의 필요에 따라 다양한 사례를 제시해 줌으로써 해결 될 수 있다. 이를 위해 발주자 요구사항의 범위와 항목 및 내용의 체계화가 필요하며, 발주자 발주 능력의 차이를 고려한 단계별 지식정보 지원과 요구사항의 구체화 지원이 필요하다.

둘째, 설계프로젝트가 진행됨에 따라 발주자와 설계자간의 협의 부족으로 발주자가 잦은 설계변경을 요구하거나 프로젝트 성과물이 초기 발주자 요구사항과 부합하지 않는 경우가 발생하고 있다. 따라서 초기단계부터 각 프로젝트 단계별 요구사항과 성과물에 대한 문서화 및 정보화를 통해 발주자 요구사항 변경에 대한 관리

와 참여자간 충분한 협의가 이루어져야한다.

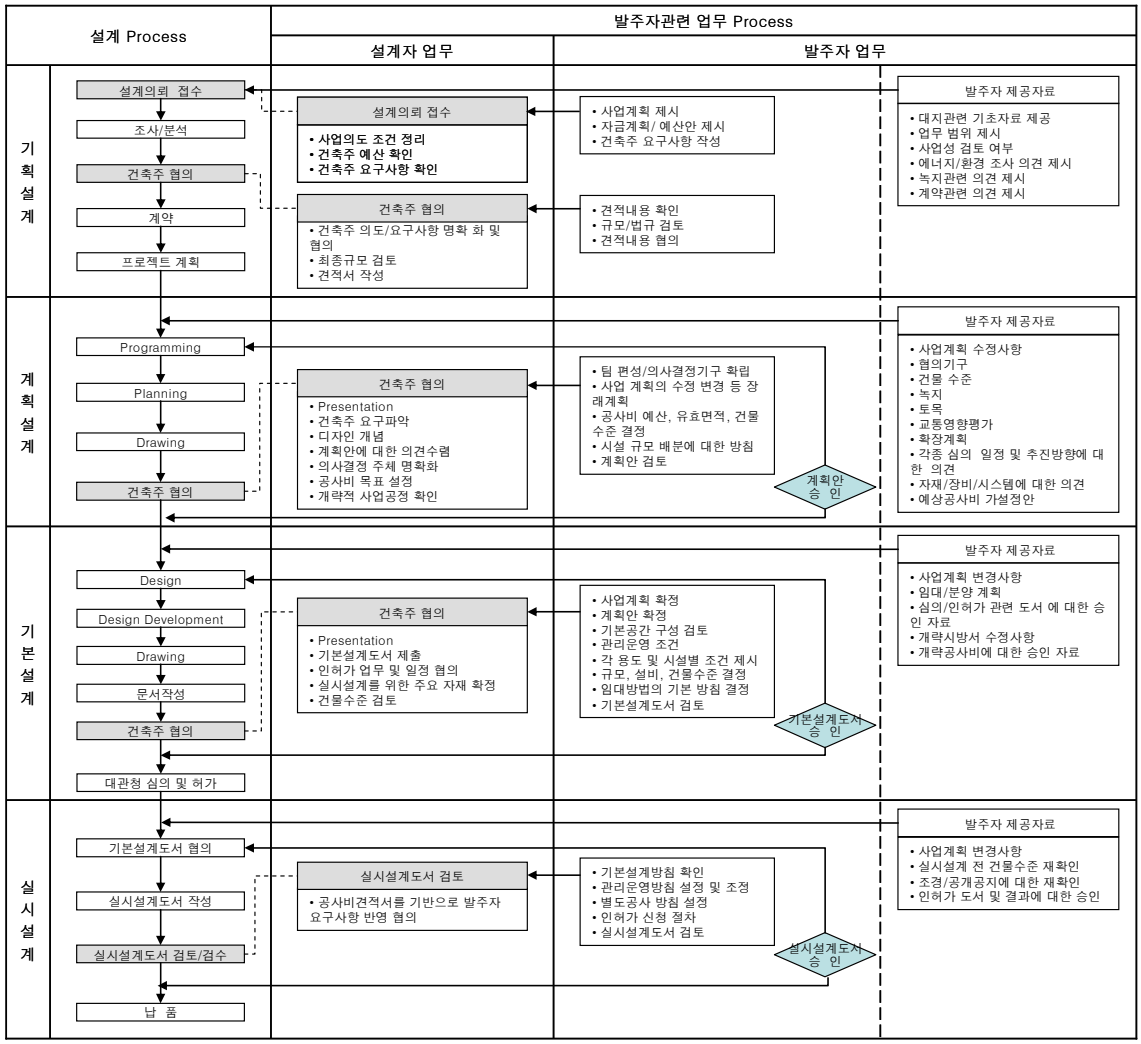
국내에서는 건축프로젝트의 대형화와 전문화로 인한 참여자수의 증가로 참여주체간의 원활한 의사소통이 더욱 중요시 되고 있다. 이를 위한 설계협업시스템이나 설계관리기법을 구축하려는 움직임도 일고 있는 상황이다. 프로젝트의 질적인 성공을 위해 건축프로젝트가 달성해야하는 발주자 요구사항 항목 및 내용을 체계화 한 후 설계에 적용하여 설계내용에 대한 확신성을 높일 필요가 있다.

<표 3-059> 발주자 요구사항 내용 및 관리의 문제점

구분	문제점
요구사항의 내용	▪ 요구사항 표현의 한계성 ▪ 발주자 요구사항 내용의 부족 ▪ 요구사항의 비전문성 ▪ 주요 의사결정을 위한 필요정보 부족 ▪ 요구사항의 범위 불명확
요구사항의 관리	▪ 요구사항에 대한 잦은 변경 ▪ 요구사항 내용에 따른 적정 제시시점 불명확 ▪ 일방적인 발주자 요구사항 변경 ▪ 발주자 요구사항의 문서화 부족 ▪ 설계관리 전담 관리자의 부재 ▪ 발주자 요구사항 관리에 대한 지침서 및 체크리스트의 부재 ▪ 프로젝트 착수 시, 발주자 요구사항 설정에 대한 중요성 인식 부족

(다) 발주자 관리업무 체계화 방안

앞서 수행된 사전조사 및 국내외 현황조사에서 제시된 문제점을 개선하기 위해 발주자 관리업무의 체계화 방안을 제시할 수 있다. 다음의 그림은 단계별 설계협업 프로세스를 바탕으로 발주자가 의사결정을 내려야 하는 시점, 의사결정 업무, 발주자 수행 업무 등을 정의하여 종합화한 것이다.



[그림 3-078] 발주자관리 업무 프로세스

또한, 발주자관리 업무 프로세스의 세부사항을 설계자 업무와 발주자 업무로 구분하여 설정하였다. 설계자 업무는 업무 명, 업무정의, 수행자, Input(요구정보), Output(성과물), Guiding(참고자료) 항목으로 정보를 설정하였고, 발주자업무는 세부업무 확인사항, 발주자 제공정보 항목으로 정보를 설정하였다. 발주자관련 업무에 대한 세부사항을 설정하기 위해 공공/민간 설계용역 입찰 서류, AIA 표준계약서, RIBA 표준계약서, 설계사무소 지침서 내용 등을 분석하여 정보를 설정하였고, 설계사무소 발주자관리 담당자와 전문가 면담을 통하여 적용가능성을 확인하였다.

① 설계의뢰 접수(기획설계)의 발주자 관리 업무프로세스

다음의 표는 기획설계 단계의 설계의뢰 접수에 대한 발주자 관리 업무프로세스를

나타낸 것이다. 설계자업무 및 발주자업무로 구분하여 작성하였다.

<표 3-060> 설계의뢰 접수(기획설계)의 발주자관리 업무프로세스

구분		상세내용
설계자 업무	업무정의	▪ 사업의도 조건 정리 ▪ 건축주 예산 확인 ▪ 건축주 요구사항 확인
	요구정보	▪ 설계의뢰서 ▪ 건축주 요구자료 체크 리스트
	성과물	▪ 사업개요서 ▪ 건축주 요구사항 개요
	발주자 승인	▪ 회의록, 공문 확인
발주자 업무	세부 업무 확인 사항	▪ 사업계획 제시 ▪ 자금계획/ 예산안 제시 ▪ 건축주 요구사항 작성
	발주자 제공 정보	▪ 대지관련 기초자료 제공 ▪ 업무 범위 제시 ▪ 사업성 검토 여부 ▪ 에너지/환경 조사 의견 제시 ▪ 녹지관련 의견 제시 ▪ 계약관련 의견 제시

② 건축주 협의(기획설계)의 발주자 관리 업무프로세스

다음의 표는 기획설계 단계의 건축주 협의에 대한 발주자 관리 업무프로세스를 나타낸 것이다. 설계자업무 및 발주자업무로 구분하여 작성하였다.

<표 3-061> 건축주 협의(기획설계)의 발주자관리 업무프로세스

구분		상세내용
설계자 업무	업무정의	▪ 건축주 의도/요구사항 명확화 및 협의 ▪ 최종규모 검토 ▪ 견적서 작성
	요구정보	▪ 설계의뢰서 ▪ 건축주 요구자료 체크 리스트
	성과물	▪ 사업개요서 ▪ 건축주 요구사항 개요
	발주자 승인	▪ 회의록, 공문 확인
발주자 업무	세부 업무 확인 사항	▪ 견적내용 확인 ▪ 규모/법규 검토 ▪ 견적내용 협의
	발주자 제공 정보	-

③ 건축주 협의(계획설계)의 발주자 관리 업무프로세스

다음의 표는 계획설계 단계의 건축주 협의에 대한 발주자 관리 업무프로세스를

나타낸 것이다. 설계자업무 및 발주자업무로 구분하여 작성하였다.

<표 3-062> 건축주 협의(계획설계)의 발주자 관리 업무프로세스

구분		상세내용
설계자 업무	업무정의	▪ Presentation ▪ 건축주 요구파악 ▪ 디자인 개념 ▪ 계획안에 대한 의견수렴 ▪ 의사결정 주체 명확화 ▪ 공사비 목표 설정 ▪ 개략적 사업공정 확인
	요구정보	▪ 계획설계 평입단면 ▪ 기계, 전기, 구조 계획 반영 대안 ▪ 계획설계 모델 ▪ 시스템 계획서 ▪ 대안별 평당단가 분석표 ▪ 유사건물 평당단가 분석표 ▪ 유사건물 평당공사비 비교표 ▪ 공사비 견적 업무 지침서 ▪ 시방서 작성 지침서
	성과물	▪ 계획설계 평입단면 ▪ 기계, 전기, 구조 계획 반영 대안 ▪ 계획설계 모델 ▪ 자재시스템 목록표 ▪ 예상공사비 산정표 ▪ 심의 관련 서류 ▪ 주요자재검토서
	발주자 승인	▪ 회의록, 공문 확인
발주자 업무	세부 업무 확인 사항	▪ 팀 편성/의사결정기구 확립 ▪ 사업 계획의 수정 변경 등 장래계획 ▪ 공사비 예산, 유효면적, 건물 수준 결정 ▪ 시설 규모 배분에 대한 방침 ▪ 계획안 검토
	발주자 제공 정보	▪ 사업계획 수정사항 ▪ 협의기구 ▪ 건물 수준 ▪ 녹지 ▪ 토목 ▪ 교통영향평가 ▪ 확장계획 ▪ 각종 심의 일정 및 추진방향에 대한 의견 ▪ 자재/장비/시스템에 대한 의견 ▪ 예상공사비 가설정안

④ 건축주 협의(기본설계)의 발주자 관리 업무프로세스

다음의 표는 기본설계 단계의 건축주 협의에 대한 발주자 관리 업무프로세스를

나타낸 것이다. 설계자업무 및 발주자업무로 구분하여 작성하였다.

<표 3-063> 건축주 협의(기본설계)의 발주자 관리 업무프로세스

구분		상세내용
설계자 업무	업무정의	▪ Presentation ▪ 기본설계도서 제출 ▪ 인허가 업무 및 일정 협의 ▪ 실시설계를 위한 주요 자재 확정 ▪ 건물수준 검토
	요구정보	▪ 투시도 ▪ 개략시방서 ▪ 계획설계 설명서 ▪ 주요 자재 및 장비 계획서
	성과물	▪ 협의서
	발주자 승인	▪ 회의록, 공문 확인
발주자 업무	세부 업무 확인 사항	▪ 사업계획 확정 ▪ 계획안 확정 ▪ 기본공간 구성 검토 ▪ 관리운영 조건 ▪ 각 용도 및 시설별 조건 제시 ▪ 규모, 설비, 건물수준 결정 ▪ 임대방법의 기본 방침 결정 ▪ 기본설계도서 검토
	발주자 제공 정보	▪ 사업계획 변경사항 ▪ 임대/분양 계획 ▪ 심의/인허가 관련 도서 에 대한 승인 자료 ▪ 개략시방서 수정사항 ▪ 개략공사비에 대한 승인 자료

⑤ 납품(실시설계)의 발주자 관리 업무프로세스

다음의 표는 실시설계 단계의 납품에 대한 발주자 관리 업무프로세스를 나타낸 것이다. 설계자업무 및 발주자업무로 구분하여 작성하였다.

<표 3-064> 납품(실시설계)의 발주자 관리 업무프로세스

구분		상세내용
설계자 업무	업무정의	▪ 공사비견적서를 기반으로 발주자 요구사항 반영 협의
	요구정보	▪ 투시도 ▪ 개략시방서 ▪ 계획설계 설명서 ▪ 주요 자재 및 장비 계획서
	성과물	▪ 협의서
	발주자 승인	▪ 회의록, 공문 확인
발주자 업무	세부 업무 확인 사항	▪ 기본설계방침 확인 ▪ 관리운영방침 설정 및 조정 ▪ 별도공사 방침 설정 ▪ 인허가 신청 절차 ▪ 실시설계도서 검토
	발주자 제공 정보	▪ 사업계획 변경사항 ▪ 실시설계 전 건물수준 재확인 ▪ 조경/공개공지에 대한 재확인 ▪ 인허가 도서 및 결과에 대한 승인

(3) 엔지니어링 협업관리 방안 수립

현재 건축 프로젝트는 한정된 시간 안에 공간적으로 분산되어있는 전문가들이 공동 작업을 해야 하므로 적절한 설계 품질을 얻기란 쉽지 않다. 프로젝트 규모가 대형화·복합화 되면서 엔지니어링 부문의 적극적인 참여와 의사결정이 중요해 지고 있지만 국내 설계 프로젝트는 건축 부문에서 주관이 되어 엔지니어링 부문 업체를 일방향적으로 관리하는 형태로 운영되는 경향이 크다. 또한 설계업무 수행시 프로젝트 참여자간의 의사소통부족으로 설계변경에 적절히 대응하지 못하여 엔지니어링 분야별 설계도면의 불일치가 발생하고 이에 따른 재작업이 빈번하게 일어나고 있다.

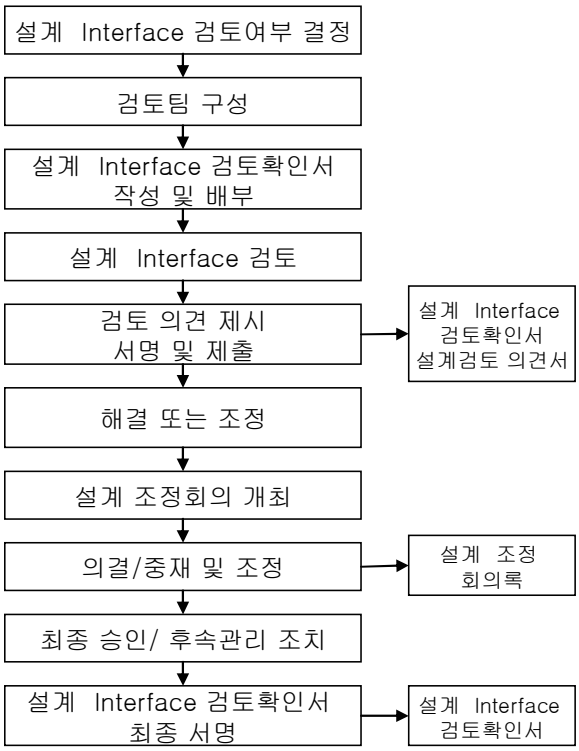
이에 본 연구에서는 설계자와 엔지니어링 협력업체간의 협업현황 파악을 기초로 협업관리 방안을 수립하고 이에 따른 엔지니어링 협업관리 모듈(설계협업 도서관리 모듈)을 개발하였다

(가) 국내 엔지니어링 협업관리 업무 정의

설계프로젝트 수행시 관리되고 있는 엔지니어링 협력업체와의 협업관리 업무를 파악하기 위해 국내 대형설계사무소의 설계지침서와 건축설계 단계별 업무수행에 관한 보고서를 토대로 국내 설계프로젝트 수행시 협업업무를 고찰하였다.

대부분의 업체에서는 각종 설계정보와 자료에 대한 원활한 의사교환을 위해서 기본설계 및 실시설계단계에서 설계자가 생산하는 설계도서, 기술문서를 관리하는 절차를 규정해 놓았다.

설계관리팀장은 여러 설계 부문간 상호 연계성을 갖는 설계도서에서 설계 Interface 사항이 사전에 검토· 조정 될 수 있도록 설계 관리를 수행한다.



[그림 3-079] 설계Interface관리 및 설계조정회의 업무흐름도

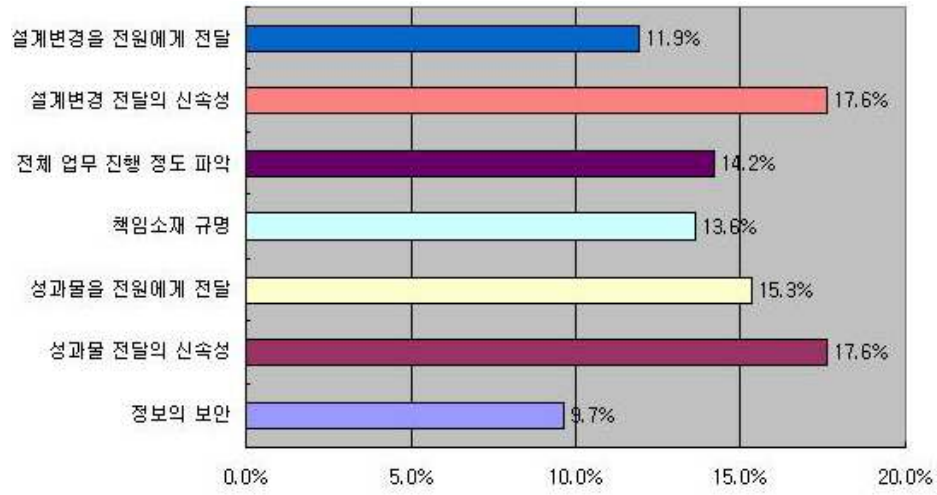
위의 그림은 설계 Interface 간섭 시 설계관리 담당자가 설계자 내부조직, 엔지니어링업체 및 기타 사업 참여자와 함께 설계 검토 팀을 구성하여 문제를 해결해 나가는 과정이다. 설계 Interface 관리 절차에 의해 해결이 되지 않은 사항은 설계조정 회의를 통하여 처리한다. 그러나 이것은 관리대상이 기본설계와 실시설계 단계의 도면에 한정되어 있고 문제 발생 후의 해결절차에 그치고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 설계관리자는 발생정보를 지속적으로 확인하여 산출되는 설계정보를 관리할 필요가 있으며 이를 위한 시스템적인 지원이 필요하다.

(나) 국내 엔지니어링 협업관리 업무 현황

국내 설계사무소와 엔지니어링 부문의 협업정도를 파악하기 위해 2008년 3월 7일부터 3월 25일까지 구조 부문 17명, 기계 부문 9명, 전기 부문 3명을 대상으로(평균경력 9.46년) 설계협업 현황을 파악하기 위한 설문조사를 실시하였다. 조사 결과, 설계사무소와 엔지니어링 부문의 상호간 정보교환 지원 시스템 개발 시 중점적으로 고려해야 하는 사항의 우선순위는 다음의 그림과 같이, '업무 수행시 발생하는 성과물을 관련자에게 신속히 전달함', '설계변경 관련 사항이 관련자에게 신속히 전달함'이 1순위로 정보전달의 신속성을 가장 중요시하는 것으로 나타났다.

다음으로는 '업무 수행시 발생하는 성과물을 관련자 전원에게 전달됨', '설계프로젝트 업무 진행 정도 파악', '설계변경 발생시 명확한 책임소재 규명', '설계변경 사항이 관련자 전원에게 전달됨', '발생 정보의 보안 유지' 순으로 나타났다.



[그림 3-080] 참여자간 정보교환 시스템 개발시 고려사항

국내 설계사무소의 협업현황을 종합한 결과, 설계 참여자 간 정보교환 시스템 개발시 실무자가 수행하고 있는 업무에 필요한 정보에 대한 즉각적인 접근에 중점을 두고 개발하여야 한다는 결론이 도출되었다. 이를 위해 설계 단계별로 설계자가 엔지니어에게 전달해야 하는 정보에 대한 정의가 필요한 것으로 보인다.

(다) 엔지니어링 협업관리 업무 체계화 방안

이상에서 실시한 현황 분석 및 설문조사를 통해 설계자와 엔지니어의 효과적이고

체계적인 협업을 지원하기 위해서는 주체간 주고받는 정보에 대한 명확한 정의가 필요한 것으로 나타났다. 이에 설계자와 엔지니어가 주고받는 교환정보의 특성 및 필요정보를 정의함으로써 엔지니어링 협업관리 업무를 체계화하고자 한다.

① 설계업무 수행시 교환되는 정보의 특성

일반적으로 설계프로젝트 수행시 필요한 정보는 도면, 문서, 회의록과 같이 파일 형태로 저장되는 정보와 특정 대상의 필요 유무, 시스템의 종류, 필요수치와 같은 단순 참고 정보로 나눌 수 있다. 또한 업무 수행시 설계자와 엔지니어가 필요한 정보의 형태는 부문별, 업무진행 시기별로 다를 것이다.

예를 들어 공조방식 결정단계에서 설비 부문의 엔지니어와 설계자는 다른 관점에서 정보에 접근한다. 설비부문의 엔지니어는 건축면적/연면적(크기의 정도), 조닝정도(복잡성), 외기냉방의 필요성, 개별제어의 필요성 등 명확한 값보다는 의미척도로 된 정보를 필요로 한다. 반면 설계자는 이 시점에서 공조실의 위치와 규모, 샤프트의 위치와 크기, 천정고와 층고 등 명확한 명제논리로 된 정보가 필요하다. 이는 발생되는 정보관리시 도면이나 도서와 같이 파일 형태로 저장되는 정보와 업무 수행시 참고 정보로 나누어 관리할 필요가 있다는 것을 의미한다.

② 엔지니어링 업무 수행시 필요정보 설정

각 단계별로 설계업무를 수행하기 위해 엔지니어가 제공 받아야 하는 정보를 도출하기 위해 기 연구된 표준 설계업무 프로세스를 활용하였다. 표준 설계업무 프로세스는 본 프로젝트 2차년도 연구 수행결과물로써 8개 설계사무소에서 15건의 실적자료 수집 후, 실제로 수행된 프로세스를 분석하여 설정된 것이다.

표준 설계업무 프로세스에서는 설계단계를 기획, 계획, 기본, 실시단계로 나누고 각 단계별로 설계자가 수행해야 하는 업무와 세부 Activity, Activity별 Input정보, Output정보가 정의되어 있다. 이를 토대로 전문가와의 면담과 설문을 통해 엔지니어링 부문에서 업무 수행시 필요한 정보를 도출하였다.

기 설정된 표준 설계 프로세스의 일부로 기획, 계획, 기본, 실시설계단계에서의 설계자의 업무와 관련 정보, 엔지니어링 업체의 전달 여부를 정의할 필요가 있다. 이를 활용하여 단계별로 발생된 성과물의 엔지니어링 부문 전송여부를 설계자가 판단하여 신속하게 전달할 수 있다.

㉮ 기획설계단계에서의 협력업체 협업도서

다음의 표는 기획설계단계에서의 협력업체 협업도서를 나타낸 것이다.

<표 3-065> 기획설계단계에서 협력업체 협업도서

업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
설계의뢰 접수	사업개요서 작성	사업개요서	○	○	○	○	○	○
		건축주 요구사항 개요	○	○	○	○	○	○
	프로젝트 착수	프로젝트 실행계획서	○	○	○	○	○	○
조사분석	규모검토	규모검토서	○	○	○	○	○	○
		건축주 제공자료 검토서	○	○	○	○	○	○
	기획설계안작성	사례검토서(기획)						
		법규검토서(기획)	○	○	○	○	○	○
		스페이스 프로그램	○	○	○	○		
		Concept Design	○	○	○	○	○	○
		대안 Study 자료	○	○	○	○	○	○
	개략견적	개략견적서						
건축주 협의	예산검토	사업성 검토서						
		대안별 평당 단가 분석표(기획)	○	○	○	○	○	○
		유사건물 평당 단가 비교표(기획)	○	○	○	○	○	○
	최종규모검토	사업계획서						
		최종규모검토서	○	○	○	○	○	○
계약	계약서 작성	설계비 견적서						
		계약서						
프로젝트 계획	건축주 요구사항 검토	계획자료 검토서	○	○	○	○	○	○
	설계공정표 작성	공정계획서	○	○	○	○	○	○
	설계품질계획서 작성	설계품질계획서	○	○	○	○	○	○
	설계조직 구성	설계조직표	○	○	○	○	○	○
	실행예산서 작성	설계실행예산계획서						
	납품목록표 작성	납품목록표	○	○	○	○	○	○

㉯ 계획설계단계에서의 협력업체 협업도서

다음의 표는 계획설계단계에서의 협력업체 협업도서를 나타낸 것이다.

<표 3-066> 계획설계단계에서 협력업체 협업도서

업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
Programming	Object Analysis	사례검토서(계획)						
	Site Analysis	대지조사분석 보고서						
		현황측량검토서						○
		대지 내/외 공급시설 조사 검토서		○	○	○		○
		대지환경 조사 검토서						

업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
		환경영향 평가 검토서						
		위치도(계획)	○	○	○	○	○	○
		경계명시측량도						○
		법규검토서(계획)	○	○	○	○	○	○
		축, 조망 분석도		○	○	○		
		교통 및 주차체계 검토서					○	○
		지질조사보고서	○					○
	Requirement Analysis	건축주 요구사항	○	○	○	○	○	○
	Space Program	토지이용계획서						
		배치대안 비교분석표						
		사례조사서						
		계획자료 조사서						
		동선기능도						
		Space Program 계획서						
		층별 Zonning 계획서	○	○	○	○	○	○
		대안별 평당 단가 분석표(계획)						
		유사건물 평당 단가 비교표(계획)						
Planning	Access	코아계획	○					
		보차 동선도						
	Land Use	기능분석도						
		조경/주차 계획도					○	
	Allocation	모듈계획서						
	Frame Work	개략 마스터플랜	○	○	○	○	○	○
		평입단면 종합계획	○	○	○	○	○	○
		계획 모델						
Drawing	설계 개요 작성	설계개요서(계획)	○	○	○	○	○	○
	배치 개념 작성	배치계획도	○	○	○	○	○	○
	평압단면 종합계획	계획설계 평입단면	○	○	○	○	○	○
		기계,전기,구조 계획 반영 대안						
	투시도, 모델 제작	계획설계 투시도						
		계획설계 모델						
건축주 협의	Presentation	계획설계 보고서	○	○	○	○	○	○
		계획설계 설명서	○	○	○	○	○	○
		자재시스템 목록표		○	○	○		
		예상공사비 산정표	○	○	○	○	○	○
		심의관련 서류	○	○	○	○	○	○
		주요자재검토서		○	○	○	○	○
	건축주 승인	계획설계 승인서						

㈐ 기본설계단계에서의 협력업체 협업도서

다음의 표는 기본설계단계에서의 협력업체 협업도서를 나타낸 것이다.

<표 3-067> 기본설계단계에서 협력업체 협업도서

업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
Design	계획안의 법적 검토	세부법규검토서	○	○	○	○	○	○
	계획안의 기술적 검토	시스템 계획서	○	○	○	○	○	○
	건축계획, 배치, 공간구성 검토	기본설계초안	○	○	○	○	○	○
		프로그램 검토서	○	○	○	○	○	○
	내외 디자인 입안	건물 각부 기본안 도면	○	○	○	○	○	○
		주요 재료 마감표	○	○	○	○		
	예산검토	개략공사비 검토서	○	○	○	○	○	○
Design Development	배치	배치도 검토안						
	평면	평면도 검토안						
	입면	입면도 검토안						
	단면	단면도 검토안						
	Engineering 협의	추정부하산정서						
		구조계산서						
		시스템 분석 결과서						
		개략 계산서						
		설비도 검토안						
기본설계 건축도서 작성	건축공통도면 작성	표지	○	○	○	○	○	○
		도면목록	○	○	○	○	○	○
		투시도 또는 조감도						
		일반사항	○	○	○	○	○	○
		기타						
	개요 및 배치계획도면 작성	설계개요	○	○	○	○	○	○
		안내도/지적도						
		구적도/구적표						
		배치도/대지종횡단면도	○	○	○	○	○	○
		주차계획도					○	○
		면적산출표						
		각종계획도						
		기타						
	마감표 및 마감상세도 작성	실내재료마감표		○	○	○		
		표준마감상세도						
		기타						
	기본평입단면도 작성	평면도	○	○	○	○		
		입면도		○	○	○		
		주단면도	○	○	○	○	○	○
		기타						
	코아, 계단 등 각종상세도 작성	코아상세도	○	○	○	○		
		계단상세도	○					
		승강기/샤프트상세도		○	○	○		
		주차경사로상세도					○	○
		주차리프트상세도		○	○	○		
		기타						
	평입단면	평면상세도						

업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
	부분상세도 작성	입단면상세도						
		출입구상세도						
		내부벽체일람표						
		기타						
	창호 평면도 및 일람표 작성	창호평면도		○	○			
		창호일람표		○	○			
		창호상세도						
		창호입면도						
		창호잡철물목록						
		기타						
	천장도 및 전개도 작성	천장도(평면 및 상세도)		○	○	○		
		로비관련도면						
		주요실전개도						
		승강기홀전개도						
		화장실전개도						
		칸막이전개도						
		기타						
	건축기타도면 작성	정화조	○	○	○			
		소음 및 방음		○	○			
		무대 또는 조명			○	○		
		주방	○	○				
		음향			○			
		전시		○	○	○		
		기타						
문서작성	개략공사비 산출	임시내역서	○	○	○	○	○	○
		평당 단가비교표	○	○	○	○	○	○
		부문별 예상공사비 산정표	○	○	○	○	○	○
		개략공사비 산출서	○	○	○	○	○	○
	개략시방서 작성	개략시방서	○	○	○	○	○	○
		기본설계 설명서	○	○	○	○	○	○
		주요 자재 및 장비 계획서		○	○	○		
건축주 협의	법규검토 및 분석	법규분석서	○	○	○	○	○	○
	Presentation	건축주 설명자료	○	○	○	○	○	○
	건축주 승인	기본설계 승인서						
대관청 심의 및 허가	심의/인허가 도서작성	인허가 도서	○	○	○	○	○	○
	도서 수정 및 보완	납품 도서	○	○	○	○	○	○

㉮ 실시설계단계에서의 협력업체 협업도서

다음의 표는 실시설계단계에서의 협력업체 협업도서를 나타낸 것이다.

<표 3-068> 실시설계단계에서 협력업체 협업도서

업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
기본설계	기본설계도서 보완	실시설계초안						

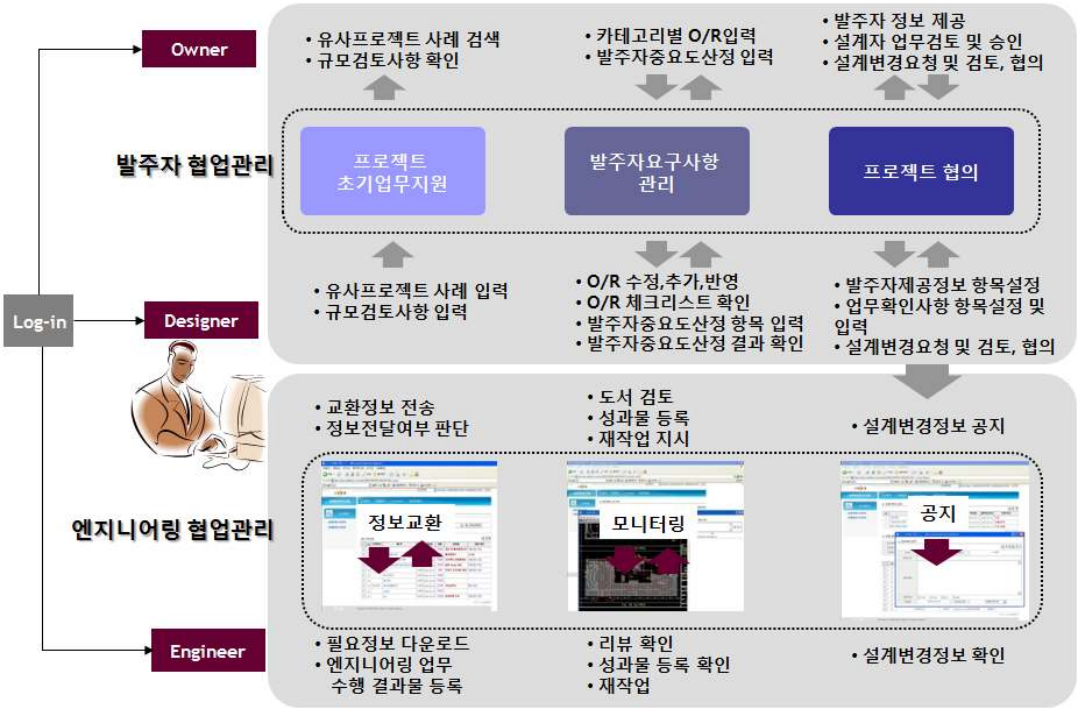
업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
도서 협의	Engineering 협의	설계개요서(실시)						
		설계검토서						
실시설계 건축도서 작성	건축공통도면 작성	표지	○	○	○	○	○	○
		도면목록	○	○	○	○	○	○
		투시도 또는 조감도						
		일반사항	○	○	○	○	○	○
		기타						
	개요 및 배치계획도면 작성	설계개요	○	○	○	○	○	○
		안내도/지적도						
		구적도/구적표						
		배치도/대지종횡단면도	○	○	○	○	○	○
		주차계획도						
		면적산출표						
		각종계획도						
		기타						
	마감표 및 마감상세도 작성	실내재료마감표		○	○	○		
		표준마감상세도						
		기타						
	기본평입단면도 작성	평면도	○	○	○	○		
		입면도						
		주단면도	○	○	○	○	○	○
		기타						
	코아, 계단 등 각종상세도 작성	코아상세도	○	○	○	○		
		계단상세도	○					
		승강기/샤프트상세도		○	○	○		
		주차경사로상세도					○	○
		주차리프트상세도		○	○	○		
		기타						
	평입단면 부분상세도 작성	평면상세도						
		입단면상세도						
		출입구상세도						
		내부벽체일람표						
		기타						
	창호 평면도 및 일람표 작성	창호평면도		○	○			
		창호일람표		○	○			
		창호상세도						
		창호입면도						
		창호잡철물목록						
		기타						
	천장도 및 전개도 작성	천장도(평면 및 상세도)		○	○	○		
		로비관련도면						
		주요실전개도						
		승강기홀전개도						
		화장실전개도						
		칸막이전개도						
		기타						

업무 프로세스			협력업체 협업도서					
업무구분	설계자업무	성과물	구조	기계	전기	통신	조경	토목
	건축기타도면 작성	정화조	○	○	○			
		소음 및 방음		○	○			
		무대 또는 조명			○	○		
		주방	○	○				
		음향			○			
		전시		○	○	○		
		기타						
실시설계 기타도서 작성	조감도, 투시도, 모델 작업	조감도						
		투시도						
		모델						
	시방서 작성	시방서	○	○	○	○	○	○
	내역서/공사비 상세견적	도면 검토서	○	○	○	○	○	○
		내역서	○	○	○	○	○	○
		공사비 견적서	○	○	○	○	○	○
실시설계 도서 검토/검수	실시설계도서 품질확인	실시설계 도서	○	○	○	○	○	○
	시방서/내역서 검토	시방서 검토본	○	○	○	○	○	○
		내역서 검토본	○	○	○	○	○	○
납품	납품도서 제본	납품 도서	○	○	○	○	○	○
	건축주 승인	설계도서 승인서						
	내역승인	내역 승인서						

(4) 통합 설계협업지원모듈 프레임워크 구축

발주자 협업관리와 엔지니어링 협업관리로 구축된 설계협업지원모듈의 통합적 프레임워크를 구축하여 DIMS내 통합설계관리를 실현할 수 있다. 이는 발주자의 요구사항을 설계업무로 활용할 수 있는 기능뿐만 아니라 설계사무소와 엔지니어링 부문 상호간 정보교환 지원 모듈인 설계협업도서관리 모듈과의 정보교환 기능을 제공할 수 있다.

다음은 통합 설계협업지원모듈의 개념도로 발주자가 설계관리 시스템에 접속을 하여 로그인을 하게 되면 발주자 요구사항 관리 시스템으로 이동하게 되고 발주자 업무지원, 발주자요구사항 구체화, 발주자 협의 모듈을 통해 필요정보를 제공받고, 업무를 수행 할 수 있다. 설계자는 설계관리 시스템의 주 사용자로서 시스템 로그인을 통해 발주자 요구사항 관리 시스템과 설계협업도서관리 모듈을 모두 사용하면서 발주자관련 업무와 엔지니어링 업체와의 협력 업무를 수행할 수 있다. 또한, 엔지니어는 로그인을 통해 설계협업도서관리 모듈에 접속하게 되고 설계자가 전달한 설계 성과물을 내려 받아 업무를 수행할 수 있다.

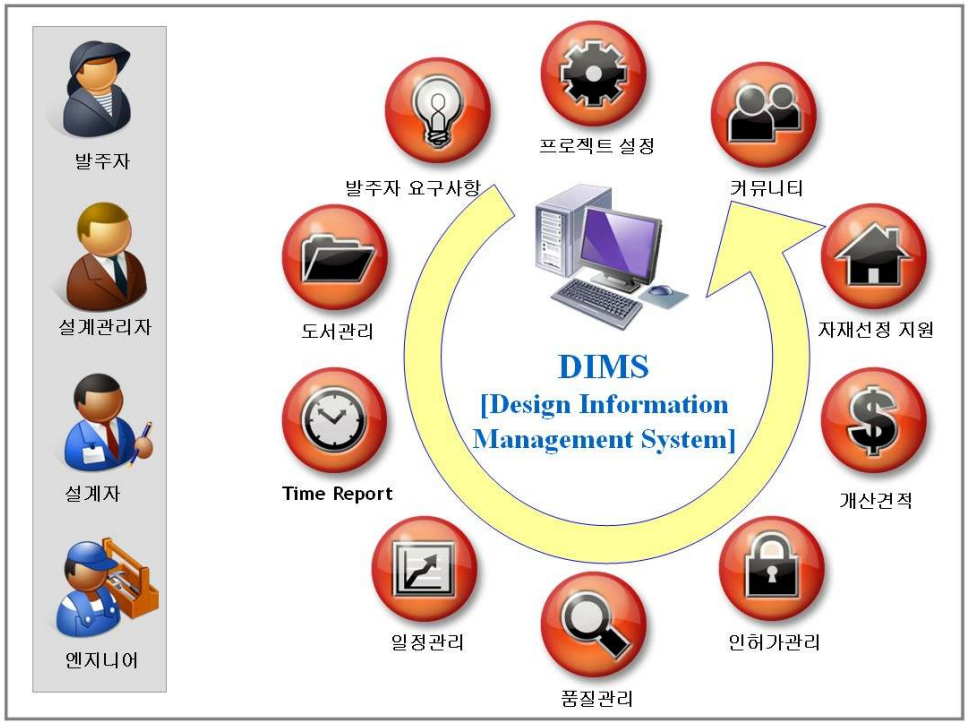


[그림 3-081] 통합 설계협업지원모듈 시스템 개념도

4. DIMS의 구성 체계

가. DIMS의 기능 구성도

설계정보관리시스템(Design Information Management System; DIMS)은 설계 프로세스 상에서 발생하는 여러 정보를 관리하고 참여주체 간 효율적인 협업이 가능하도록 하기 위하여, 다음의 그림과 같은 다양한 기능을 제공한다. ①프로젝트 설정, ②발주자 협업관리, ③도서관리, ④Time Report, ⑤일정관리, ⑥품질관리, ⑦인허가관리, ⑧개산견적, ⑨자재선정, ⑩커뮤니티. 본 시스템은 발주자, 설계관리자, 설계자, 엔지니어 등의 설계 프로젝트 참여주체가 활용하게 될 것이며, 사용자로서의 권한을 부여받아 설계관리 도구로 활용할 수 있다.

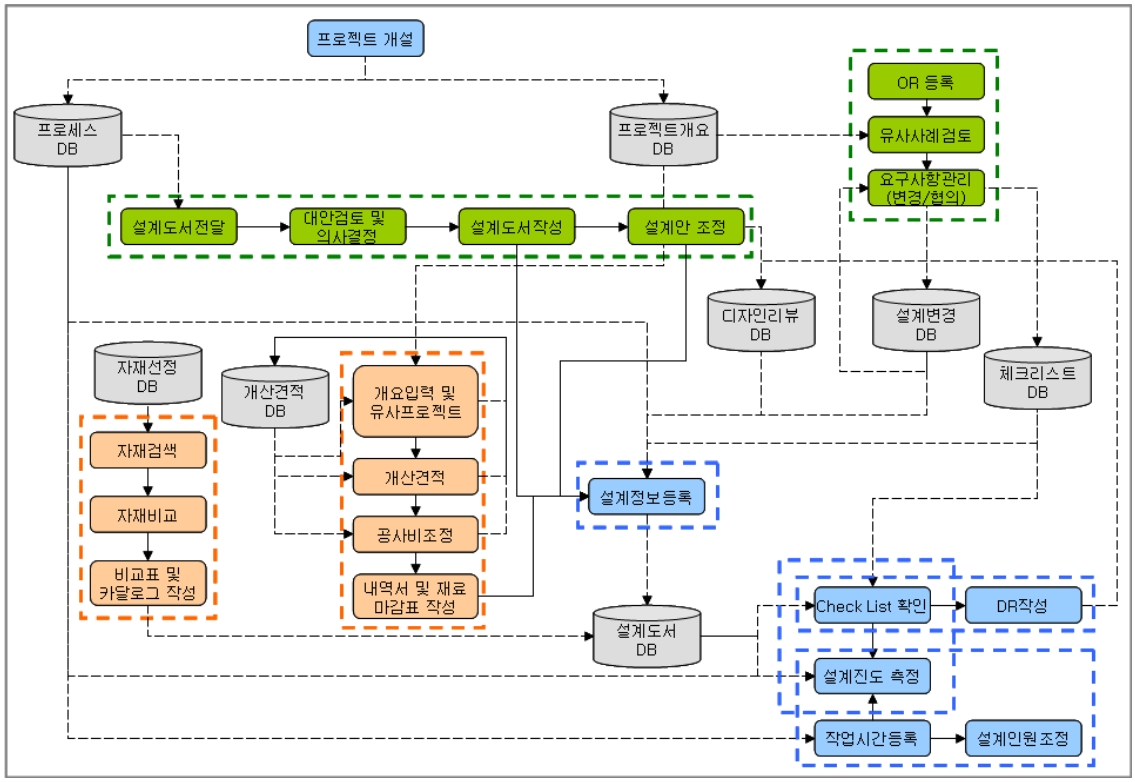


[그림 3-082] 설계정보관리시스템(DIMS)의 기능 구성도

위에서 언급한 설계정보관리시스템(DIMS) 상에 구현되어 있는 다양한 기능들은 서로 유기적으로 연계되어 있다. 시스템 모듈 간 기능 연계에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

나. DIMS의 시스템 아키텍쳐

앞서 설명한 바와 같이, 설계정보관리시스템(DIMS)은 다양한 설계관리 기능을 제공하며, 또한 여러 참여주체가 사용하게 된다. 시스템을 구성하고 있는 모듈 간 연계되는 부분이 많기 때문에, 모듈 간 데이터 연계를 한눈에 확인할 수 있도록 하나의 시스템 아키텍쳐를 작성하였으며, 다음의 그림과 같다.



[그림 3-083] 설계정보관리시스템(DIMS)의 시스템 아키텍쳐

위의 그림에서, 실선으로 표현한 부분은 시스템 모듈별 기능을 활용한 업무 자체의 연속성을 나타낸 것이고, 점선으로 표현한 부분은 실선으로 표현한 업무들과 연계되는 데이터베이스를 나타낸 것이다. 그리고 굵은 점선으로 구획된 영역은 하나의 업무를 수행하기 위한 일련의 프로세스를 나타낸 것으로서, 여러 모듈이 복합적으로 관련되고 있음을 확인할 수 있다.

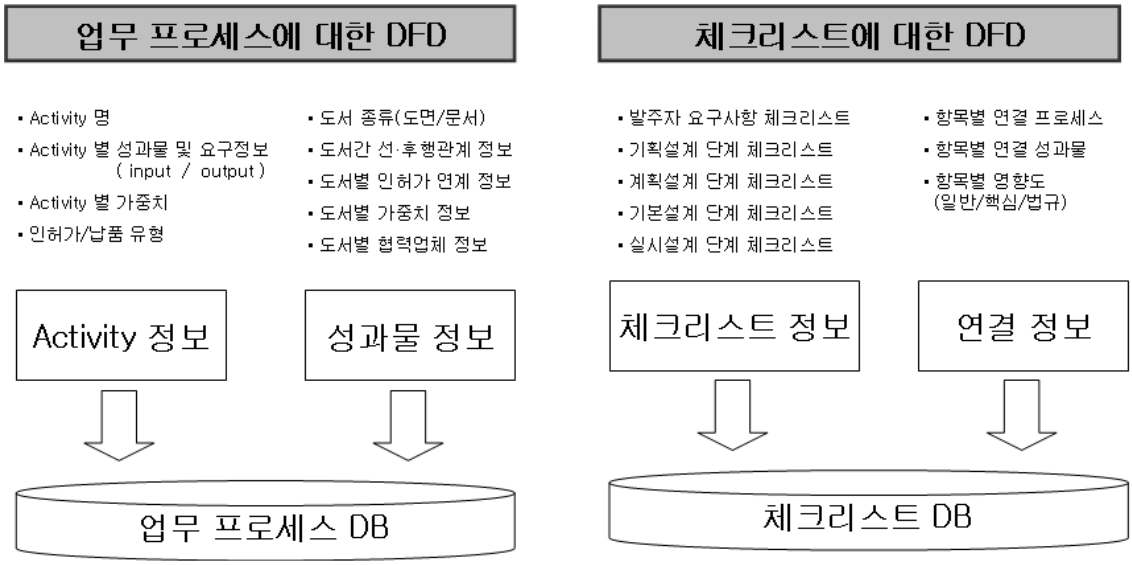
다. DIMS의 모듈별 데이터 흐름도(DFD)

DIMS의 시스템 아키텍쳐 및 모듈 간 연계도를 통해, 시스템의 전체적인 구성 및 모듈 간 데이터 연계를 한눈에 확인할 수 있었다. 이를 기반으로, 웹 기반의 시스템으로 구현하기 위해서는 시스템의 모듈 간 관계를 상세하게 정의하고, 각 모듈별로 어떤 데이터베이스와 연결되는지 파악해야 한다. 이에 모듈별 데이터 흐름도를 작성하였다.

(1) 시스템 상에서 기본적으로 제공하는 데이터

아래 그림은 시스템 상에서 기본적으로 제공하는 데이터에 대한 것으로서, 기본

적인 정보의 구성 및 사용자의 활용에 따른 데이터 흐름을 나타낸 것이다.



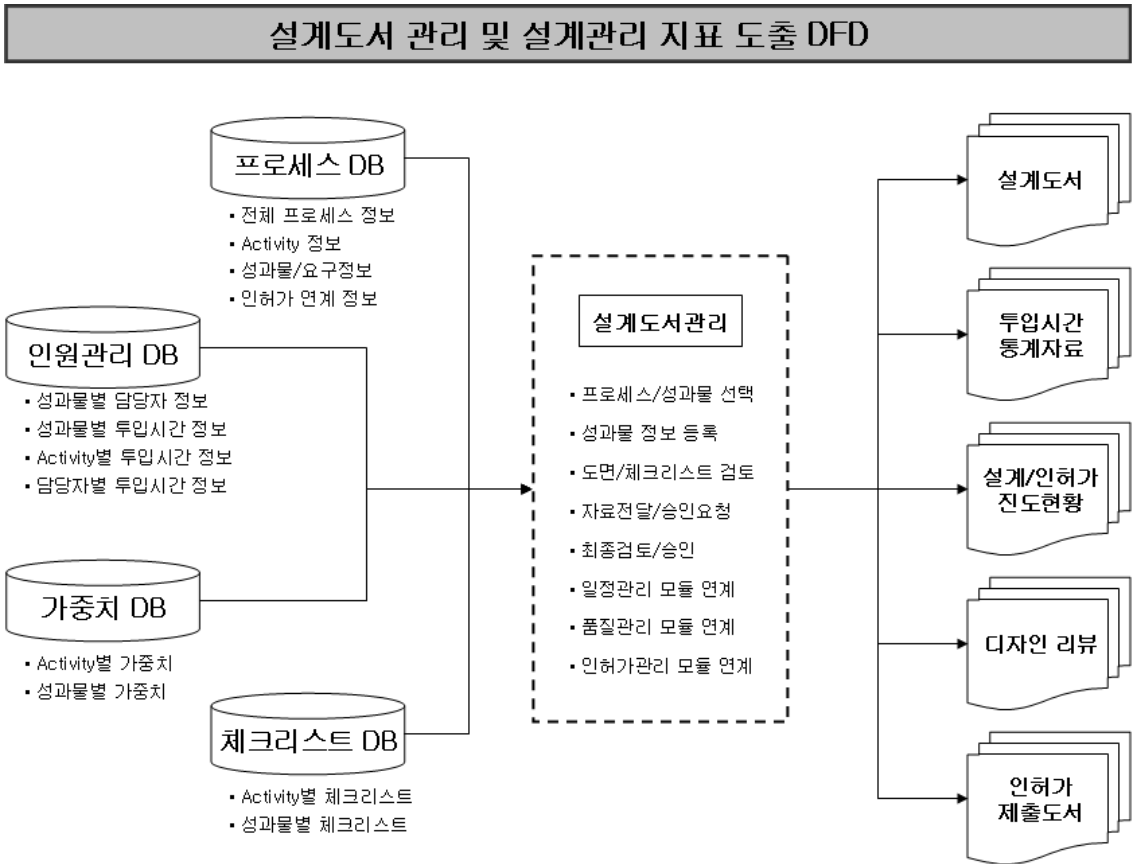
[그림 3-084] 기본 제공 데이터의 흐름도 - 1

업무 프로세스 DB는 시스템 상의 모든 모듈과 연계되어 있으며, 시스템 활용을 위한 첫 단추가 되는 요소이다. 설계, 엔지니어링, 인허가 3부문으로 구분되며, Activity 정보와 성과물 정보로 구성된다. 프로젝트 개설 시, 프로젝트 특성, 설계회사 및 설계팀의 특성을 반영하여 사용자가 재설정하여 활용할 수 있다.

체크리스트 DB는 체크리스트 정보와 연결정보로 구성된다. 체크리스트 정보는 설계단계별(기획설계, 계획설계, 기본설계, 실시설계) 체크리스트와 발주자 요구사항 체크리스트로 구성되며, 시스템 내부적으로 정의되어 있어 사용자가 프로젝트 개설시 재설정하여 활용할 수 있다.

(2) 프로젝트 수행과정에서 발생하는 데이터

아래 그림은 프로젝트 수행과정에서 발생하는 데이터에 대한 것으로서, 시스템 상에서 기본적으로 제공하는 데이터베이스의 구성과 프로젝트 수행과정에서 사용자의 활용에 따른 데이터 흐름을 나타낸 것이다.



[그림 3-085] 설계도서 관리 및 설계관리 지표 도출 DFD

설계도서관리 모듈을 중심으로 하여, 어떤 데이터를 활용하여, 어떤 결과물을 생성하는지를 한눈에 파악할 수 있다. 시스템 상에서 기본적으로 제공하는 데이터베이스는 프로세스 DB, 인원관리 DB, 가중치 DB, 체크리스트 DB가 있으며, 이러한 정보들은 시스템 상의 내부 알고리즘에 의해 다른 모듈의 기능과 연계된다.

5. DIMS의 모듈별 상세 개발내용

가. 통합 설계정보관리 및 협업관리 시스템

통합 설계정보관리 및 협업관리 시스템은 설계정보의 관리 및 참여주체 간 협업의 효율성 제고를 위하여 웹 기반의 시스템으로 개발하였다. 시스템의 실무 적용성 및 사용자 편의성 향상을 위하여 테스트베드를 통한 시스템 완성도 확보에 총력을 기울였으며, 지속적으로 보완작업을 통해 상용화 수준으로 업그레이드하고자 한다.

설계업무 프로세스 분석을 토대로, 세부업무별 체크리스트, 투입시간, 협업여부

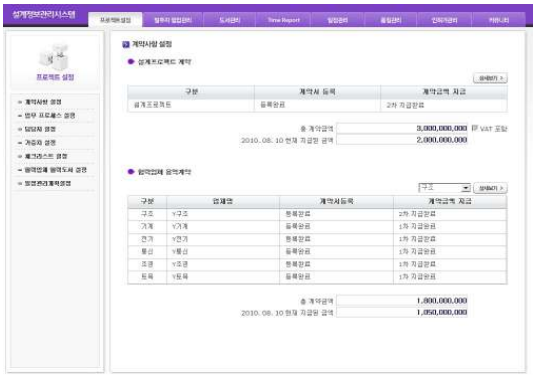
등에 대한 실적자료 분석을 통하여 설계관리를 위한 프레임워크를 구축하였다. 이를 기반으로 하여, 설계단계를 효율적으로 관리할 수 있는 모듈(프로젝트설정, 도서관리, 인원관리, 일정관리, 품질관리, 인허가관리 등)을 개발하였고, 이들 모듈 간 연관관계를 재정립함으로써 통합 설계관리 시스템을 개발하였다.

한편, 시스템의 실무 적용성 검토를 위한 테스트베드 수행과정에서, 설계품질 향상을 위해서는 최종성과물에 대한 관리도 중요하지만, 그 성과물을 도출하기 위한 진행과정을 지원할 수 있는 시스템이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 위해 설계 프로젝트에 참여하는 주체 간에 정보를 상호 공유할 수 있는 커뮤니티(의견공유; Shout, 갤러리; Gallery) 기능을 구현하였다.

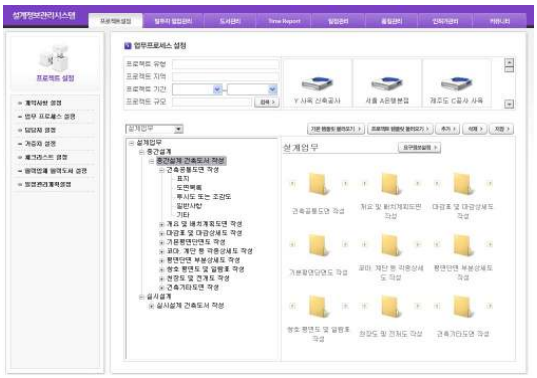
통합 설계정보관리 및 협업관리 시스템은 다양한 설계관리 기능을 제공하고 있으며, 다수의 참여주체가 사용하도록 개발되었다. 이러한 특성을 반영한 효과적인 시스템을 구축하기 위하여 웹 기반으로 구현하였다. 시스템 개발 시 주요 고려사항은 다양한 설계관리 요소의 통합적인 관리와 설계 프로젝트의 여러 참여주체 간 협업체계 구축 그리고 건설 환경의 변화를 수용할 수 있는 시스템 확장성을 고려하였다.



[그림 3-086] 메인화면의 UI



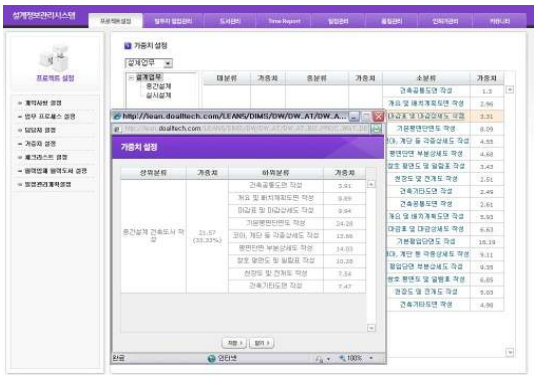
[그림 3-087] 계약사항 설정 모듈의 UI



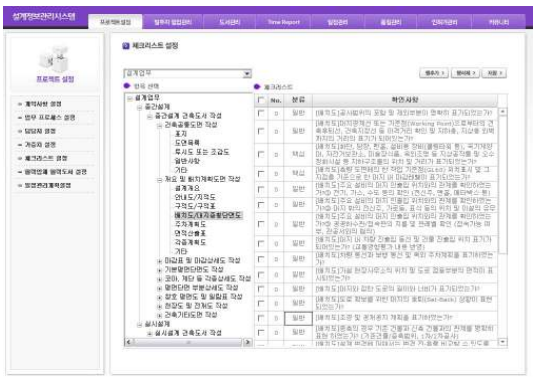
[그림 3-088] 업무 프로세스 설정 모듈의 UI



[그림 3-089] 담당자 설정 모듈의 UI



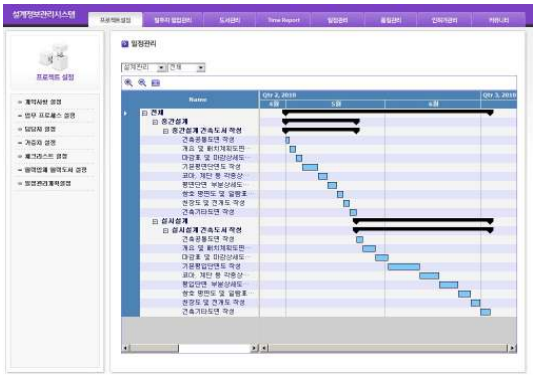
[그림 3-090] 가중치 설정 모듈의 UI



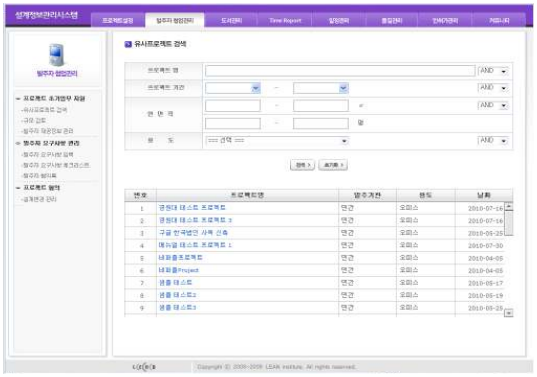
[그림 3-091] 체크리스트 설정 모듈의 UI



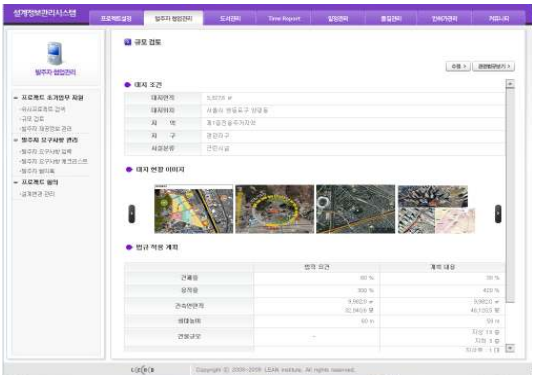
[그림 3-092] 협력업체 협업도서 설정의 UI



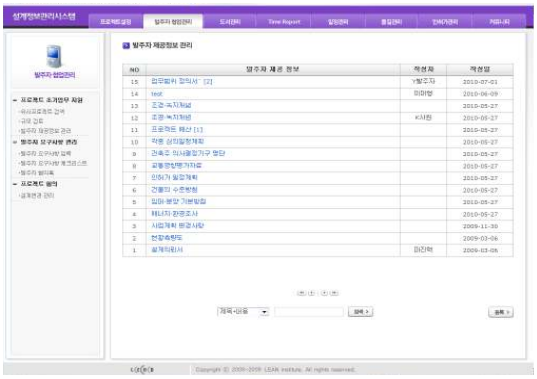
[그림 3-093] 일정관리계획 설정 모듈의 UI



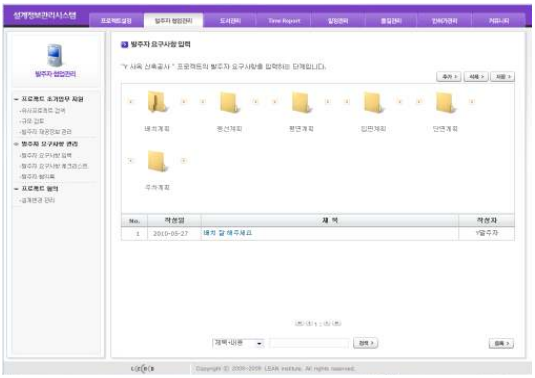
[그림 3-094] 프로젝트 초기업무 지원 모듈의 UI(1/3)



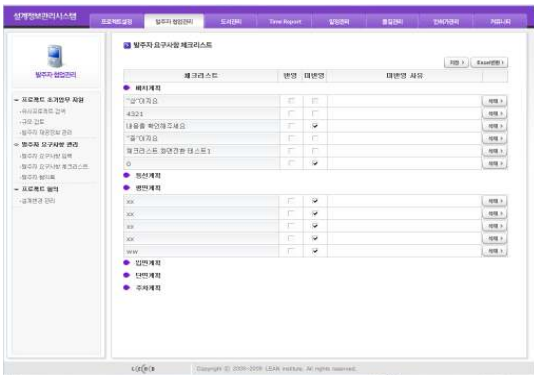
[그림 3-095] 프로젝트 초기업무 지원 모듈의 UI(2/3)



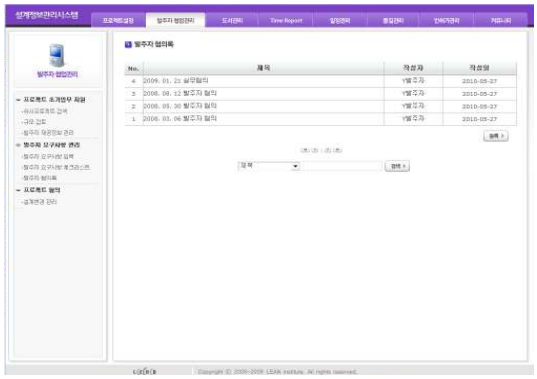
[그림 3-096] 프로젝트 초기업무 지원 모듈의 UI(3/3)



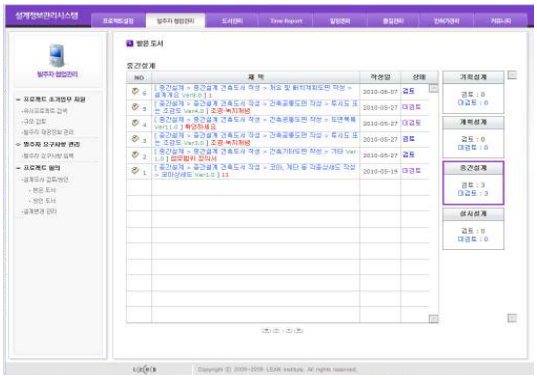
[그림 3-097] 발주자 요구사항 관리 모듈의 UI(1/3)



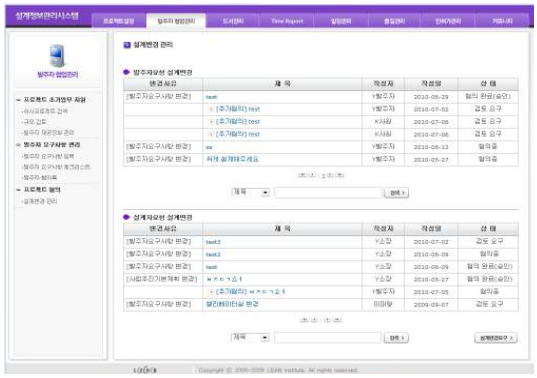
[그림 3-098] 발주자 요구사항 관리 모듈의 UI(2/3)



[그림 3-099] 발주자 요구사항 관리 모듈의 UI(3/3)



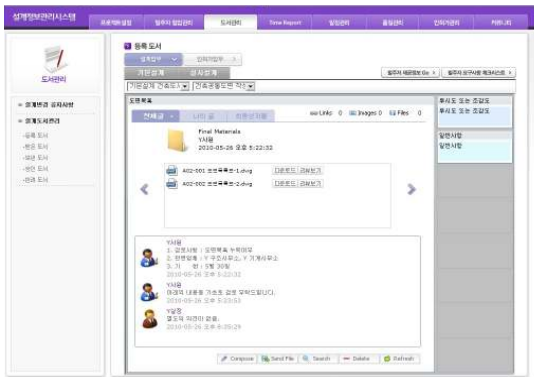
[그림 3-100] 프로젝트 협의 모듈의 UI(1/2)



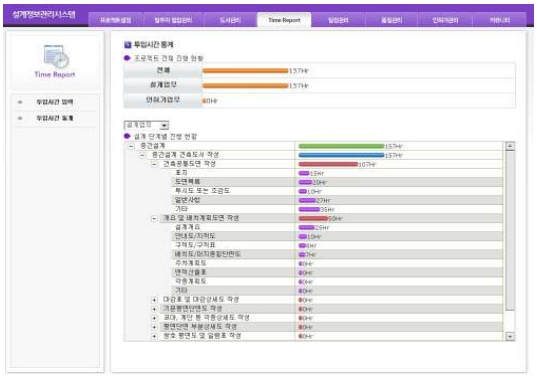
[그림 3-101] 프로젝트 협의 모듈의 UI(2/2)



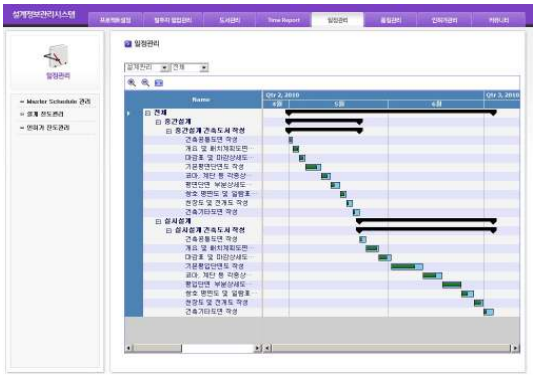
[그림 3-102] 설계변경 공지사항 모듈의 UI



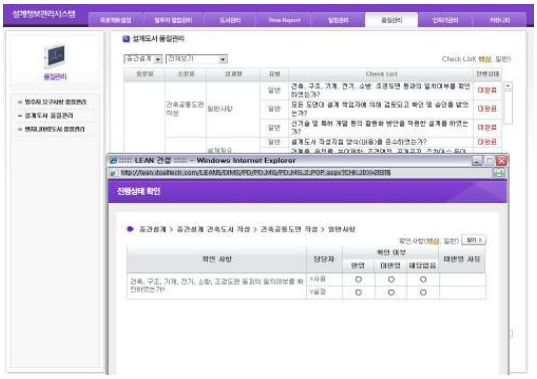
[그림 3-103] 설계도서관리 모듈의 UI



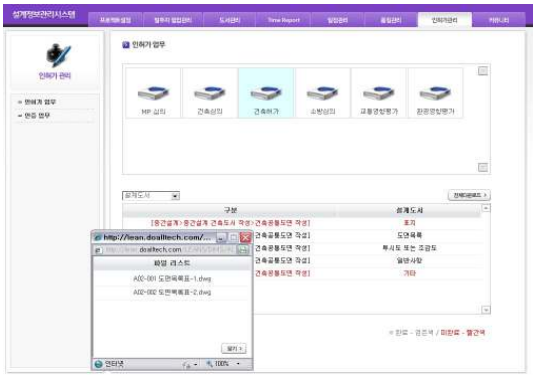
[그림 3-104] 투입시간통계 모듈의 UI



[그림 3-105] 일정관리 모듈의 UI



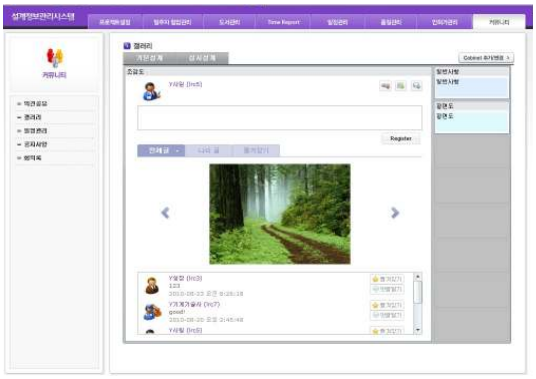
[그림 3-106] 품질관리 모듈의 UI



[그림 3-107] 인허가관리 모듈의 UI



[그림 3-108] 의견공유(Shout) 모듈의 UI

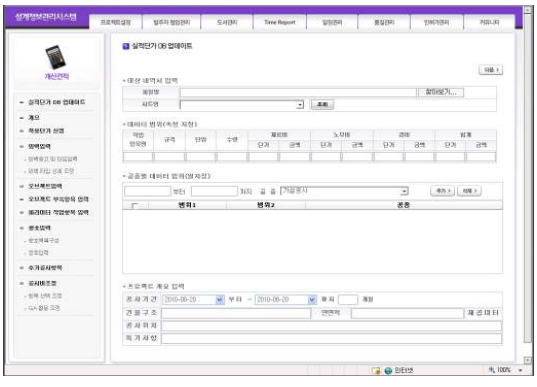


[그림 3-109] 갤러리(Gallery) 모듈의 UI

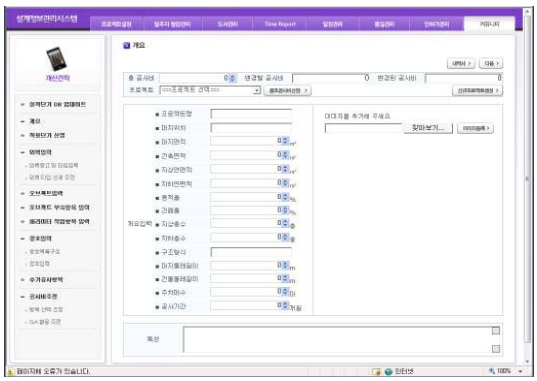
나. 웹기반 통합설계관리 지원 시스템

설계단계에서 설계자와 발주자에게 공사비조정 및 최적화를 지원하기 위한 부위별 오브젝트 개산견적 지원모듈과 동시에 DW기반 온라인 자재선정 지원모듈을 개발하여 설계단계 참여자의 다자간 협업을 위한 웹기반 통합설계관리 시스템을 개발하였다. 계산견적 지원모듈은 계획설계 및 기본설계단계에서 설계진행과 더불어 결정되는 설계요소들에 공사비정보가 연계되어 설계대안별 공사비 비교가 가능하다. 또한 대안별 공사비 비교를 통하여 설계자에게 설계안 평가에 유효한 정보로 제공되어 예산범위 내에서 전체적으로 통합된 설계품질을 유지하면서 설계의 진화가 이루어지기 위한 프레임워크를 구축하였다.

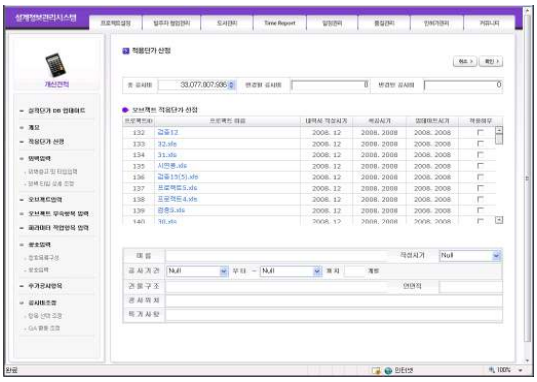
DW온라인 자재선정 지원모듈은 자재선정업무를 지원하기 위한 시스템으로 자재업체 실무자들을 통하여 주기적으로 자재정보를 검색·수집하여 제공하는 시스템이다. 자재업체 실무자들은 자재정보문서 등록 시 문서에 태그 및 블럭을 설정하여 문서를 업체서버에 등록하고 업체서버에 저장된 태그 데이터베이스는 통합 관리서버에 저장되게 된다. 각 주체별 참여자들은 통합서버의 태그 데이터베이스를 통하여 자재정보를 검색한다. 검색 시 업체서버에 있는 자재정보파일의 정보와, 자재정보데이터베이스는 웹기반 인터페이스와 연동되어 자재정보문서, 자재성능비교표, 정적/동적 카달로그, 2차 지식 검색 등을 지원한다.



[그림 3-110] 실적단가 DB 업데이트 모듈의 UI



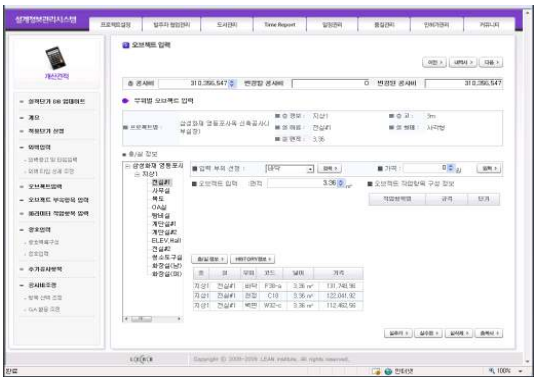
[그림 3-111] 프로젝트 개요 UI



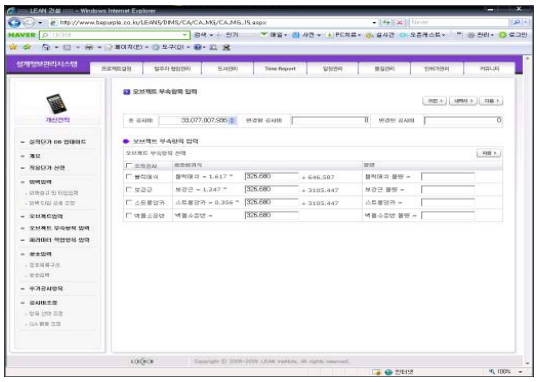
[그림 3-112] 적용단가 선정 UI



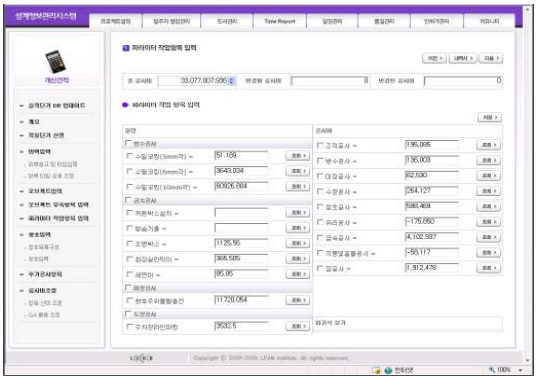
[그림 3-113] 외벽입력 UI



[그림 3-114] 오브젝트 입력 UI



[그림 3-115] 오브젝트 부속항목 입력 UI



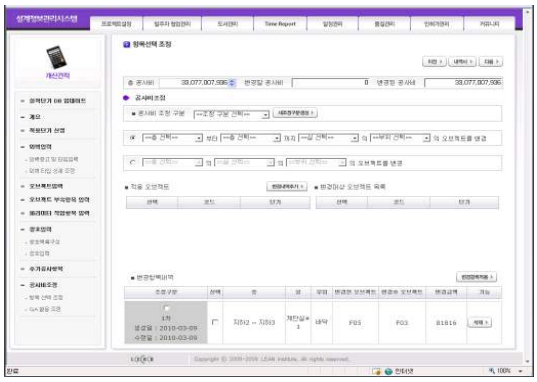
[그림 3-116] 파라미터 작업항목 UI



[그림 3-117] 창호입력 UI



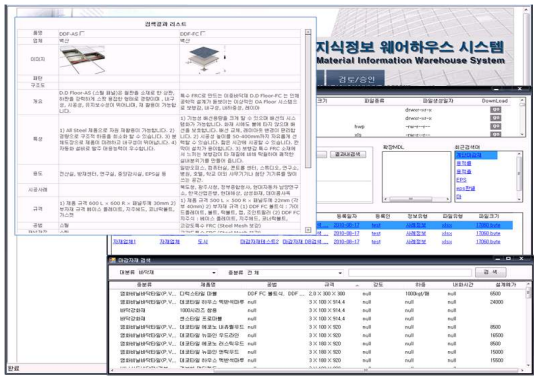
[그림 3-118] 추가공사항목 UI



[그림 3-119] 공사비 조정 UI



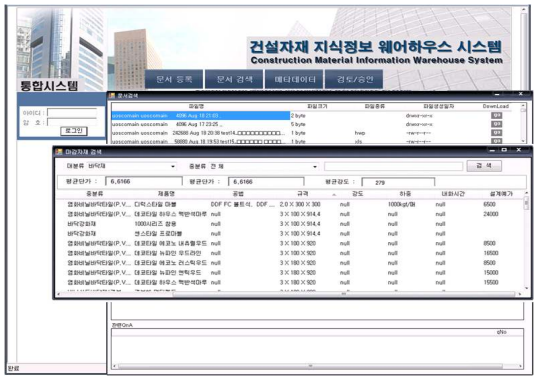
[그림 3-120] 자재검색 UI



[그림 3-121] 자재성능비교표 UI



[그림 3-122] 동적/정적 자재 카달로그 UI



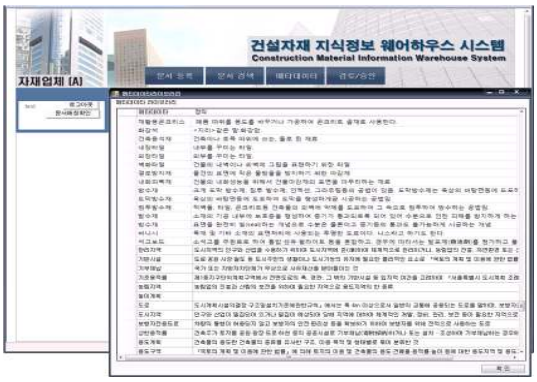
[그림 3-123] 2차 지식검색 UI



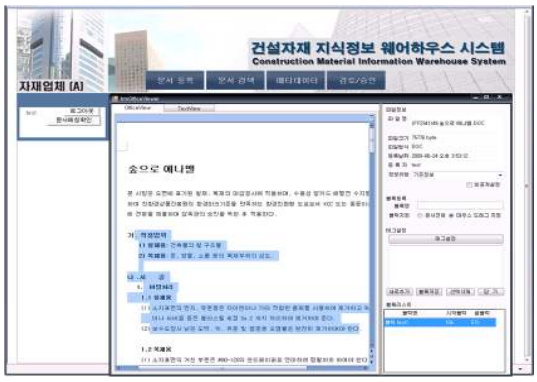
[그림 3-124] 멀티타입 통합뷰어 UI(1/2)



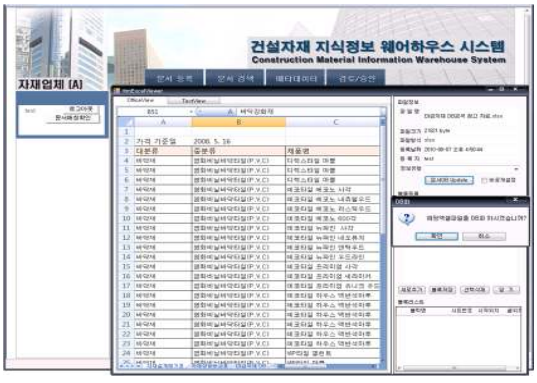
[그림 3-125] 멀티타입 통합뷰어 UI(2/2)



[그림 3-126] 메타데이터 라이브러리 UI



[그림 3-127] 블럭설정 UI



[그림 3-128] 자재 데이터베이스 UI



[그림 3-129] 검토/승인 UI

6. 시스템 활용 시나리오

웹 기반 설계관리 시스템(DIMS)은 발주자, 설계관리자, 설계자, 엔지니어(구조, 기계, 전기, 통신, 조경, 토목) 등의 여러 참여주체에게 협력적인 업무 환경을 제공하며, 설계 프로세스를 통합하기 위한 일련의 프로세스를 제공한다.

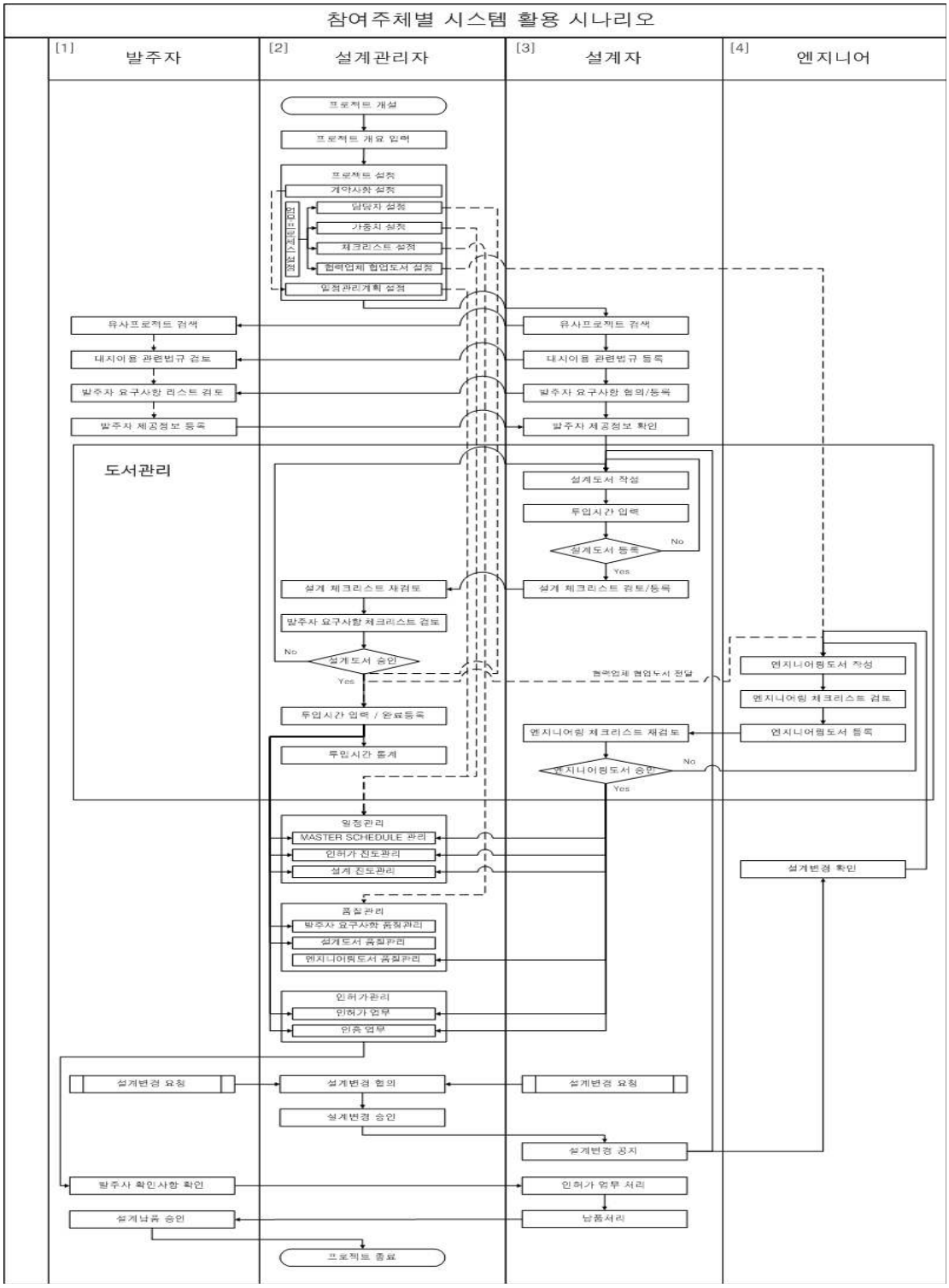
다음의 그림에서 제시하는 바와 같이, 본 시스템은 참여주체의 역할과 제반조건에 따라 매우 다양하게 활용될 수 있다. 참여주체별 시스템 활용 시나리오는 아래의 설명과 같으며, 각 주체의 번호([1]발주자, [2]설계관리자, [3]설계자, [4]엔지니어)에 따라 기술하였다.

첫째, '발주자 협업관리' 모듈을 통해, [1]발주자는 유사프로젝트를 검색할 수 있고, 프로젝트 현장부지와 관련된 법규 및 제반규정을 검토할 수 있다. 또한, 발주자가 [2]설계관리자 및 [3]설계자와 함께 고려해야 할 사항 및 정보교환 등에 대해 의사소통할 수 있도록 협의체계가 구현되어 있다.

둘째, '프로젝트 설정' 모듈을 통해, [2]설계관리자는 신규 프로젝트에 대한 정보를 초기화할 수 있다. 또한, 프로젝트, 설계회사, 설계팀 등의 특성을 반영하여, 세부적인 설계업무를 정의하고, 설계업무를 수행할 조직을 구성하고 역할을 정립하며, 설계 프로세스에 대한 협업절차 및 표준을 수립할 수 있다. 이러한 프로젝트 설정 결과는 프로젝트 진행과정에서 설계관리 지표를 도출하는데 직접 연관된다.

셋째, '도서관리' 모듈을 통해, [3]설계자는 실제 설계 프로세스 상에서 작성된 설계도서를 등록할 수 있으며, 'Time Report" 모듈을 통해, 투입시간을 입력할 수 있다. 각 설계업무가 완료되면, [3]설계자는 각 성과물과 관련된 도면 및 체크리스트를 검토하게 되며, 그 결과는 [2]설계관리자에게 전달된다. [2]설계관리자는 발주자의 관점에서 해당 성과물을 재검토하게 된다. 해당 성과물에 대한 문제가 발생하게 되면, [2]설계관리자는 시스템 상에 등록된 관련 담당자를 소집하여 문제를 해결하고, 승인 프로세스를 진행하게 된다.

넷째, [4]엔지니어는 [2]설계관리자 또는 [3]설계자를 통해 완성된 설계도서을 전달 받고, 이를 참고하여 엔지니어링도서를 작성할 수 있다. 각 엔지니어링 업무가 완료되면, [4]엔지니어는 '도서관리' 모듈을 통해 각 성과물을 등록하고, 관련 도면 및 체크리스트를 검토한 후, [3]설계자에게 전달한다. [3]설계자는 해당



[그림 3-130] 참여주체별 시스템 활용 시나리오

성과물을 재검토하고, 문제가 발생하게 되면, 시스템 상에 등록된 관련 담당자를 소집하여 문제를 해결하고, 승인 프로세스를 진행하게 된다.

다섯째, [1]발주자는 최종 설계도서 및 엔지니어링도서를 검토하고, 문제가 발생하게 되면, 시스템 상에 등록된 관련 담당자를 소집하여 문제를 해결하고, 승인 프로세스를 진행하게 된다. 설계 프로세스가 진행되고, '도서관리' 모듈 상에 성과물이 등록됨으로써, 'Time Report", "일정관리', '품질관리', '인허가관리' 모듈상에 투입시간, 일정, 품질, 인허가와 같은 설계관리지표가 자동으로 산출된다. 이러한 설계관리지표를 활용하여, [2]설계관리자 또는 [3]설계자는 설계 프로세스에 대한 전반적인 검토를 수행할 수 있고, 초기에 설정된 참여주체별 역할 및 협업절차에 따라 프로젝트를 관리할 수 있다.

웹 기반 설계관리 시스템의 지원 모듈인 개산견적 모듈과 자재선정지원 모듈의 활용 시나리오는 다음과 같다.

첫째, '개산견적 모듈'을 통해 설계자 및 관리자는 마감공사비 개산견적을 수행하기 위하여 설계대안으로 부위정보 및 마감자재 부위 구성정보를 입력한다. 입력한 설계대안을 통하여 마감공사비를 산출하고, 내역서를 출력한다. 만약 공사비를 추가적인 조건을 입력하여 조정을 원하는 경우 자동/수동 공사비 조정프로세스를 통하여 마감공사비의 정확도를 높인다.

둘째. '자재선정 지원 모듈'을 이용하여 설계자는 마감자재정보검색을 통한 자재에 대한 상세정보, 카달로그, 2차 지식등을 제공받고, 관련되는 자재문서를 확인함으로써 자재선정업무를 지원받는다.

7. 테스트베드(Test-Bed)

가. 테스트베드 기획

본 연구에서 제시하는 통합 설계관리 시스템(DIMS)은 수차례에 걸친 설계분야 전문가 면담, 여러 가지 실무 절차서 및 관련문서, 다수의 과거 연구 결과물 등을 반영하여 개발되었다. 이러한 시스템의 완성도 및 실용성을 향상시키기 위하여, 3차례에 걸쳐 테스트베드를 실시하였으며, 시스템의 실무 적합성, 실무 개선도, 활용 편의성 등 3가지 관점에서 시스템을 평가하고자 하였다. 아래의 그림은 본 연구의 5개년 간 추진 일정과 테스트베드 추진 절차를 종합적으로 나타낸 것이다.



[그림 3-131] 연구 진행일정과 테스트베드 추진 절차

테스트베드는 총 3차례에 걸쳐 진행하였다. 1차, 2차 테스트베드에서는 시스템의 세부적인 기능에 대한 검토를 실시하였고, 이를 통해 시스템의 완성도를 향상시키고자 하였다. 그리고 3차 테스트베드를 통해 실제 사례 적용(Real Case Application)을 통한 시스템 검증을 실시하고자 하였다. 3차에 걸친 테스트베드의 차수별 기간, 목적, 방법에 대한 세부사항은 아래의 표와 같다.

<표 3-069> 테스트베드 차수별 목적 및 방법

차수	기간	목적	방법
1차 (기능검토)	2009.8 ~ 2009.12	• 테스트베드 실무자의 시스템에 대한 이해도 향상 • 시스템의 실무 적합성 및 실무 개선도 향상	• 일반: 시스템 모듈별 기능에 대한 개괄적인 검토의견 수렴 • 상세: 모듈별 기능 활용, 보완사항 의견수렴, 시스템 보완 계획서
2차 (사전 TB)	2010.2 ~ 2010.4	• 1차 테스트베드 결과에 대한 검토 • 3차 테스트베드 수행을 위한 시스템 완성도 향상 • 시스템의 활용 편의성 향상	• 일반: 1차 테스트베드 결과가 반영된 시스템에 대한 모듈별 체계적/심층적 검토의견 수렴 • 상세: 시스템 사용설명서, 모듈별 상세 질의서, 시스템 보완 계획서
3차 (본 TB)	2010.4 ~ 2010.6	• 실제 사례 적용(Real Case Application)을 통한 시스템 검증 • 완성된 시스템 개발	• 일반: 2차 테스트베드 결과가 반영된 시스템을 대상으로, 실제 사례 적용 및 검토의견 수렴 • 상세: 본 TB 시나리오, Timeline, 시스템 보완 계획서

나. 테스트베드 추진전략

본 연구에서 개발한 통합 설계관리 시스템(DIMS)은 설계 진행과정에서 발생하는 성과물을 체계적으로 관리하기 위한 목적으로 개발되었다. 이를 위해 설계업무 프로세스를 정의하였고, 각 성과물을 도출하기 위해 소요되는 시간을 가중치로 변환하였으며, 그 성과물과 관련된 주요 검토사항을 체크리스트화 하였다. 이렇게 설정된 기본 인프라를 토대로 하여, 설계가 진행됨에 따라 설계관리 지표가 도출되는 프로세스 기반의 시스템을 개발하였다. 이러한 특성을 반영하여, 테스트베드 시나리오를 작성하였으며, 시나리오에 따른 상세계획은 Timeline형태로 작성하였다.

(1) 프로세스 기반의 테스트베드 시나리오

본 테스트베드 시나리오는 실제 설계 프로세스를 반영하여 크게 5 단계(①프로젝트 정의, ②프로젝트 설정, ③기본설계(Ver. 1.0), ④기본설계(Ver. 2.0), ⑤실시설계)로 계획하였으며, 다음의 그림과 같다.



[그림 3-132] 테스트베드 시나리오

첫째, ①프로젝트 정의 단계는 프로젝트 착수를 위한 기본사항을 수립하는 단계로서, 프로젝트 개요 정보, 발주자 제공 정보, 발주자 요구사항 정보, 설계사 정보, 협력사 정보를 정의하게 된다. 이러한 업무는 발주자, 설계관리자에 의해 수행된다.

둘째, ②프로젝트 설정 단계는 프로젝트 특성, 설계회사 및 설계팀 특성에 맞게 시스템의 기본 인프라를 최적화하는 단계로서, 계약사항, 업무 프로세스, 성과물별 가중치 및 체크리스트, 일정관리계획 등을 정의하게 된다. 이러한 업무는 설계관리자, 설계자에 의해 수행된다.

셋째, ③기본설계(Ver. 1.0), ④기본설계(Ver. 2.0), 그리고 ⑤실시설계 단계는 프로젝트 진행과정에서 발생하는 성과물(설계/엔지니어링도서)에 대한 체계적 관리(작성·등록·검토·전달·승인), 참여주체 간 효율적인 정보교환, 일정·품질 등의 설계관리 지표에 대한 정보 공유 등의 활동이 반복적으로 이루어진다. 이러한 업무는 발주자, 설계관리자, 설계자, 엔지니어 등 모든 참여주체가 관여하게 되며, 필요에 따라 상호간의 관계가 형성된다. 여기에서, 기본설계가 착수하여 설계변경이 발생한 시점까지를 ③기본설계(Ver. 1.0)로 정의하였고, 설계변경 이후 기본설계 완료 시점까지를 ④기본설계(Ver. 2.0)로 정의하였으며, 실시설계 단계를 ⑤실시설계로 정의하였다.

(2) 프로덕트 기반의 테스트베드 시나리오

위와 같이 설계프로세스를 반영하여 테스트베드 시나리오를 가지는 DIMS의 모듈과는 달리 개산견적모듈과 자재선정지원 모듈의 테스트베드 시나리오는 프로덕트기반으로 계획하였다.

개산견적 모듈의 대상 프로젝트는 다른 모듈과 동일하고. 상세시나리오는 다음과 같다. 첫째, 단순하게 사무실, 화장실 등 6개의 실로 구성된 1개 층의 가상 건물의 설계도면을 적용함으로써 개산견적 또는 설계에 적은 실무경험(practical experience)을 가지고 있는 설계자들도 참여할 수 있도록 test cases는 충분히 쉽게 설계되었다. 둘째, 견적 시 필요한 실에 대한 정보(예를 들어, 치수, 천정고, 마감, 그리고 단가표 등)를 도면에 기술하여 테스트베드 대상자에게 제공하였다. 셋째, 개산견적 시스템의 정확도를 알아보기 위하여 견적전문가가 수작업으로 견적한 공사비와 테스트베드 대상자들이 본 프로그램을 이용하여 견적한 금액을 비교함으로써 정확도를 측정하였다.

자재선정지원모듈의 테스트베드는 CM사 6명, 설계사 2명, 시공사4명, 발주기관 2명, 기타 4명을 대상으로 하였다. 이는 다양한 주체들간의 협업을 효율적으로 이룰 수 있는 시나리오를 테스트하기 위해 여러 업무의 종사자들을 대상으로 하였으며 이를 통해 시스템의 개선사항 및 만족도를 조사한다. 조사방법은 자재관련문서 파일을 나누어주고 이를 스스로 자재선정지원모듈을 통해 등록하는 기능을 테스트하고 등록된 문서를 검색하는 과정을 시행하였다. 문서등록 및 검색 기능에 대한 실무적 사용가능성 및 효율성 만족도에 대해 면담하였으며 자동완성채움기능, 연관검색어, 상세검색 등 부가기능에 대해서도 면담하였다.

나. 테스트베드 결과

(1) 프로세스 기반의 테스트베드 결과

(가) 시스템 보완사항

앞서 '가. 테스트베드 기획'에서 설명한 바와 같이, 테스트베드 목적 및 방법에 따라 총 3차례에 걸쳐 진행하였다. 시스템의 완성도 향상을 목적으로 실시한 1차, 2차 테스트베드에서는 시스템의 세부적인 기능에 대한 보완사항이 대부분을 차지하였다. 반면, 실제 사례 적용(Real Case Application)을 통한 시스템 검증을 목적으로 실시한 3차 테스트베드에서는 시스템의 사용성 및 연계성 부분에 대한 보완

사항이 주류를 이루었다. 3차수에 걸친 테스트베드 과정에서 도출된 보완사항은 별첨의 '테스트베드 총괄 보고서'에 수록하였으며, 그 예시는 아래의 표와 같다.

다음의 표는 1차 테스트베드 결과 보완사항에 대한 것이며, '계약사항 설정'을 예시로 나타낸 것이다. 2차, 3차 테스트베드 결과 보완사항은 2세부과제 최종보고서에 수록하였다.

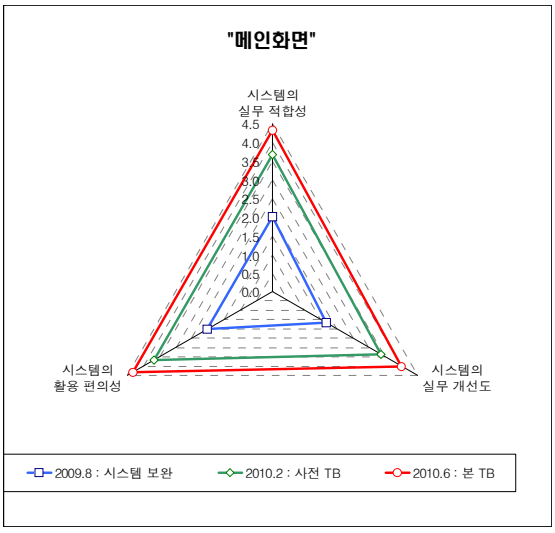
<표 3-070> 테스트베드 결과 보완사항 (예시: 1차 테스트베드의 '계약사항 설정' 부문)

구분	보완사항
계약서 관리	▪ 계약서 샘플" 클릭 시 다운로드 팝업 창 구현 要
	▪ 발주자-설계자"간 계약서 이외에, "설계자-협력업체"간 계약서를 관리할 수 있는 기능 구현 要 (UI 참조)
계약기간 설정	▪ 일정관리계획 설정" 모듈과 연동되도록 구현하며, 가중치 설정 결과에 따라 일정관리계획이 1차적인 결과가 제시될 수 있도록 구현
	▪ 발주자-설계자"간 계약기간 이외에, "설계자-협력업체"간 계약기간을 관리할 수 있는 기능 구현 要 (UI 참조)
	▪ 인허가 등 주요일정 등록하여 관리할 수 있는 기능 구현 要 (UI 참조), 업무 프로세스 설정, 인허가업무의 '제출도서' 설정에서 기능 구현
계약금액 설정	▪ 비율" 자동계산 기능 구현 要 <항목별금액 / 총계약금액 x 100>
	▪ 계약금액 설정 후 "저장" 클릭 시, 오류발생 수정 要
	▪ 저장" 클릭 시, "총계약금액" 저장되지 않음
	▪ 계약금 지급시기, 금액 및 비율의 표준을 제시하도록 함 < 계약체결시(30%), 인허가 완료시(30%), 실시설계도서 남품시(30%), 준공시(10%) > 단, 사용자가 지급시기, 금액, 비율 등을 변경하여 사용할 수 있도록 기능 구현 要
	▪ 발주자-설계자"간 계약금액 이외에, "설계자-협력업체"간 계약금액을 관리할 수 있는 기능 구현 要 (UI 참조)
	▪ 구분의 "차수" 자동연번 기능 구현 要
	▪ 차수별 비율 합계가 100%가 아닐 경우, 경고기능의 팝업창 기능 구현 要

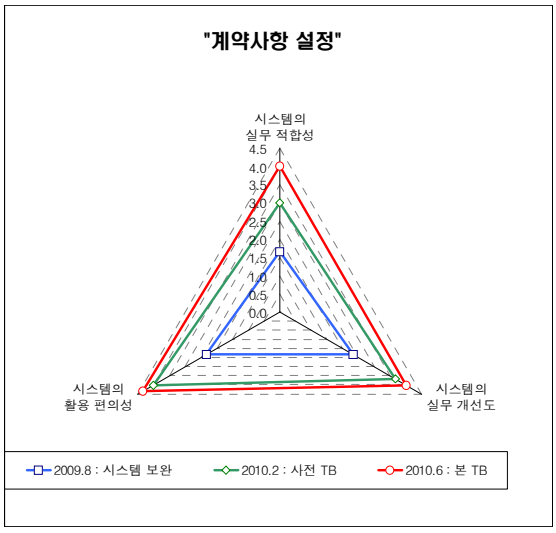
(나) 테스트베드 차수별 설문조사

테스트베드 차수별로 3가지 관점에서 설문조사를 실시하였다. ①시스템의 실무적합성, ②시스템의 활용 편의성, ③시스템의 실무개선도. 시스템 모듈별로 설문조사를 실시하였으며, 전반적으로 테스트베드가 진행됨에 따라 위의 3가지 관점에서 시스템이 개선된 것으로 나타났다. 그 결과의 예시는 다음과 같으며, 기타 설문결

과는 2세부과제 최종보고서에 수록하였다.



[그림 3-133] '메인화면'에 대한 설문결과



[그림 3-134] '계약사항 설정'에 대한 설문결과

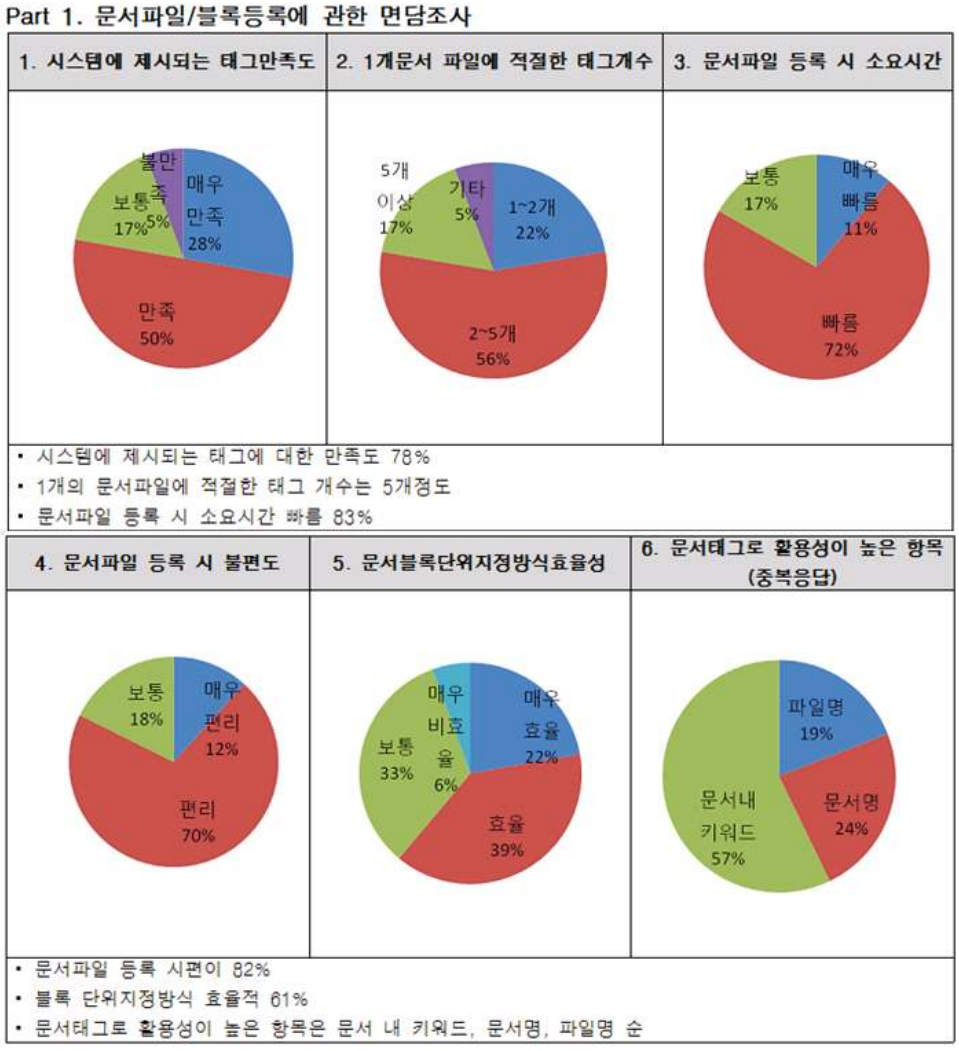
(2) 프로덕트 기반의 테스트베드 결과

개산견적 테스트베드 결과는 30명의 참가자들이 개산견적모듈과 CEMH를 이용하여 수행한 개산견적의 평균 소요시간을 비교한 것이다. 개산견적모듈의 견적시간 18.22 minutes (다음 표의 (2)열)이 CEMH에 의한 견적시간 69.71 minutes보다 51.49 minutes(69.71−18.22), 73.86%[{(69.71−18.22)/69.71}*100(%)]가 감소한 것을 볼 수 있다. 또한, 다음 표의 4, 5번 째 열과 같이, 두 값의 신뢰도를 나타내는 standard deviations(15.64 and 5.27)과 standard errors(2.85 and 0.96)값이 매우 적은 것은 것을 볼 수 있다. 특히, 컴퓨터에 능숙한 1년 미만의 설계경력자의 test결과, CEMH에 의해서는 90분이 소요된 반면 개산견적모듈을 활용한 개산견적에서는 18분이 소요되는 것을 볼 수 있었다. 이것은 설계분야의 초보자도 개산견적모듈을 통하여 개산견적을 실시함으로써 고품질의 설계업무를 진행할 수 있다는 것을 의미한다.

<표 3-071> CEMH와 개산견적모듈을 통해 수행한 개산견적의 통계적인 결과치 비교

Estimation Methods (1)	Mean(min.) (2)	N (3)	Std. Deviation (4)	Std. Error Mean (5)
CEMH	69.71	30	15.64	2.85
개산견적모듈	18.22	30	5.27	0.96

자재선정지원모듈의 테스트베드 설문·면담지를 분석한 결과는 아래와 같다. 다음 같은 결과를 통하여 현재의 재선정지원 시스템에 태그개수 만족도, 자재정보문서파일 등록 소요시간, 마감자재 DB검색의 효율성 등을 알 수 있었고 앞으로 추가해야할 보완사항을 도출하였다.



[그림 3-135] 테스트베드 결과 - 자재문서 등록 및 태그/블럭 지정

제 3 절 건설 생산 공정 혁신 기술 개발

1. SimCon 시스템

가. 배경 및 필요성

대규모 항만, 댐, 활주로 포장공사, 단지조성공사 및 장대터널 공사 등은 대량의 장비투입을 필요로 한다. 그러나 건설현장에 많은 수의 건설 장비가 동시에 투입되는 경우 현장 내에서의 병목현상, 정체구간 및 대기 현상이 발생하게 되며, 건설장비들 간의 교통 흐름 간섭으로 인한 혼잡이 작업효율에 미치는 영향은 전체 공정 및 사업비에 매우 중요한 영향을 미친다. 따라서 이러한 현장 혼잡을 반영한 장비의 교통흐름이 작업효율과 작업시간에 미치는 영향을 평가하고, 계획된 공사 기간 내에 사업이 완료 될 수 있는지 여부를 평가할 필요가 있다.

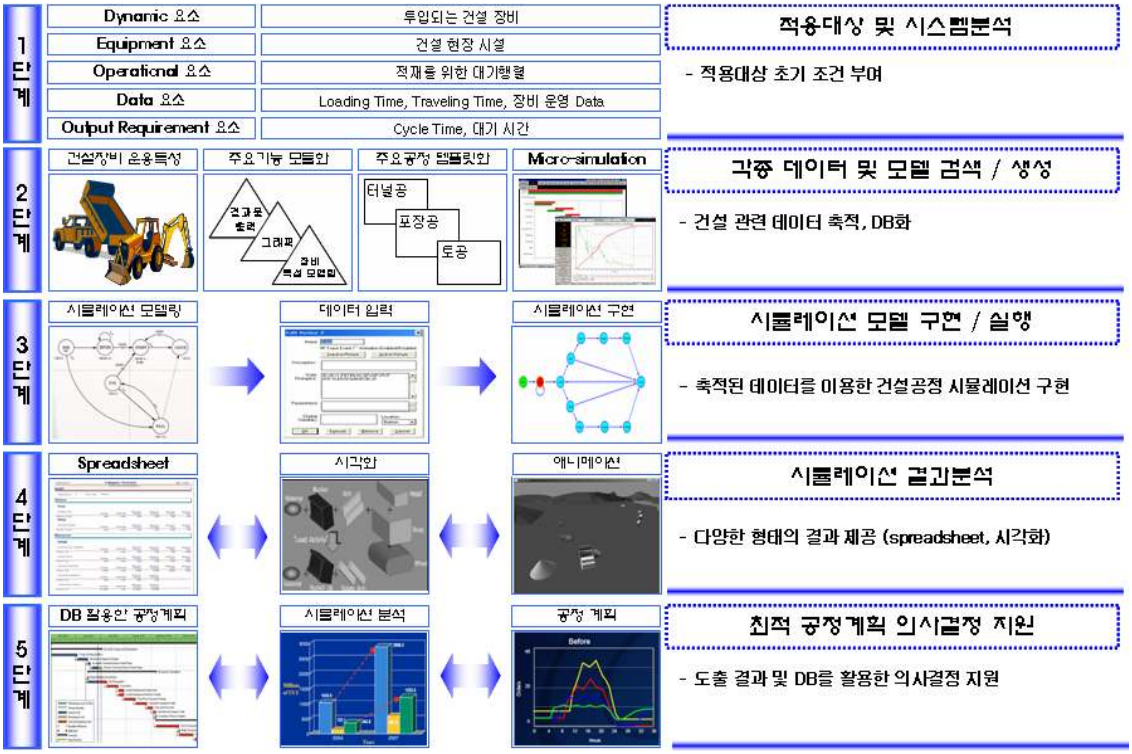
교통 혼잡을 고려하여 건설 장비의 효율성과 생산성을 분석하기 위해서는 건설공사의 공정을 상세 수준으로 모델링하는 마이크로 단계에서의 분석이 수행되어야 하며, 이러한 분석에는 전통적으로 시뮬레이션 기법이 사용되어왔다. 그러나 기존의 불연속 사건 시뮬레이션 모델링 방법론의 경우 장비간의 간섭영향을 반영한 교통 흐름을 평가하는데 한계가 있다. 또한 교통 분야에서 개발되고 있는 PARAMICS, SIMETRON, Synchro/ Simtraffic (Trafficware 2009), CORSIM (Owen et al 2000) RoadSim (Castro and Dawood, 2005) 등과 같은 교통 시뮬레이션 시스템은 교통 예측에 초점을 둠으로써 건설공정과 연계한 다양한 의사결정 지원에 한계를 가지고 있다.

따라서 개별 장비의 시시각각 변화하는 상태와 상호 간섭을 분석하기 위하여 시스템의 변화를 일으키는 행위주체를 중심으로 동태적인 환경 내에서의 변화를 인지하고 자율적으로 작업을 수행할 수 있도록 멀티에이전트 기반의 시뮬레이션 모델링 시스템인 SimCon을 개발하였다. 이를 통해 건설현장에서 발생하는 장비간의 간섭에 따른 장비흐름의 영향을 고려한 장비 운영계획과 전체 공기의 적정성 평가를 효율적으로 수행할 수 있는 방법론을 제공하고자 하였다.

나. 시스템 개념도 및 구성도

(1) 시스템 개념도

건설공정 시뮬레이션은 적용대상 및 시스템 분석 과정에서 초기조건을 부여하는 것을 시작으로, 건설 관련 데이터 축적을 통해 Data Base화를 이루고, 축적된 데이터를 바탕으로 건설 공정 시뮬레이션을 구현하게 된다. 시뮬레이션의 결과는 시각화를 통해 다양한 형태로 제공되며, 도출된 결과를 활용하여 최적의 공정계획, 의사결정에 활용할 수 있다(아래 그림 참조).



[그림 3-136] 건설공정 시뮬레이션 시스템 개념도

(2) 시스템 구성도

건설공정 시뮬레이션 시스템의 특징은 아래 표와 같이, 지속적으로 축적된 건설장비의 운영 특성 데이터를 Library화하여 다음 모델 구축 시 사용할 수 있다는 점과, 시간 진전에 따른 시스템의 전체 행위를 검사하기 위해 일정 시간 간격으로 시스템을 Scanning하는 것을 특징으로 한다. 시스템의 시작과 종료 시점을 시간으로 정의할 뿐만 아니라 시스템의 처리량으로도 결정할 수 있고, 시스템 Scanning을 통해 행위의 시작/종료 조건(Activity start up/ ending condition)을 설정하여 자원

의 이동을 정의할 수 있다. 문서형태뿐만 아니라 애니메이션과 같이 시각화된 방법으로 결과를 보여주므로 시뮬레이션 모델의 문제점과 결과 등을 시각적으로 보다 쉽게 확인할 수 있다.

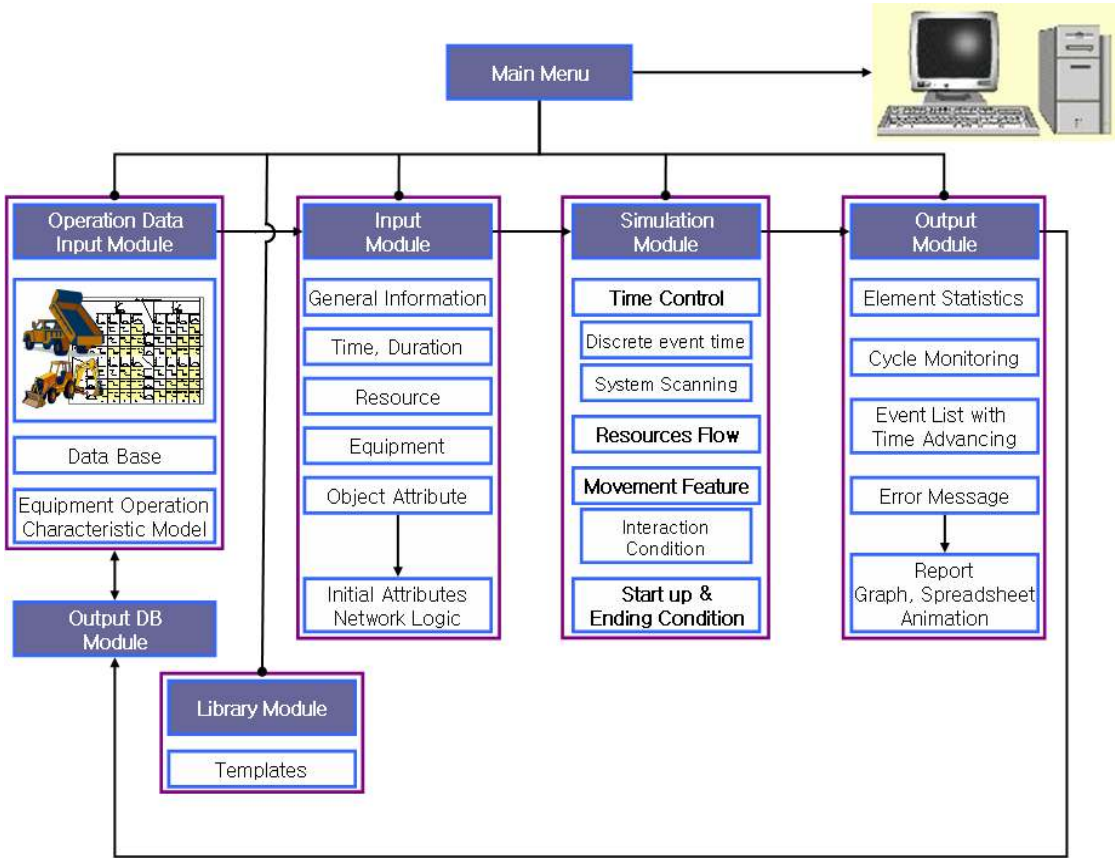
<표 3-072> 건설공정 시뮬레이션 시스템 특징

특 징	설 명
Operation Data DB	- 시뮬레이션을 통해 얻어진 건설장비 운영 특성 Data를 축적하여 다음의 시뮬레이션 계획 시 활용하거나 시뮬레이션 결과를 기존에 얻어진 특성 데이터와 비교하는 등 데이터의 Feed back 효과를 거둘 수 있다.
Model Library	- 건설장비 운영 특성을 Library화하여 Template 구성하므로, 모델링 시 필요한 작업을 파악하여 Library에서 불러온 후 조건에 맞게 진행순서 및 객체들의 속성값 만을 입력하여 모델을 쉽고 빠르게 구성한다.
Time Control	- Simulation clock을 이용하여 진행에 따른 시스템의 상태가 변화하는 순간, 즉 사건 발생시간 및 Activity duration을 체크한다. - 시간의 진전에 따른 시스템의 상태를 파악하고 발생되는 전체 행위를 검사하기 위해 일정 시간을 간격으로 하여 System scanning 실시한다.
자원 흐름	- 장비들 사이의 Interaction에 의해 자원이 이동한다. - System Scanning으로 Activity start up/ending condition을 설정하여 자원의 이동을 정의한다. - 전체 시스템의 시작과 종료를 시스템 처리량으로 결정한다.
시각화	- 시뮬레이션의 수치 결과를 그래픽 시뮬레이션과 연계시켜 Report, Spreadsheet 형태뿐 아니라 그래프, 노드의 색변화 및 애니메이션과 같이 보다 시각화된 방법 활용한다. - 공정의 진행상황에 따른 장비 움직임 및 자재흐름을 쉽게 파악함으로써 장비 등의 효율적 운영 계획 수립, 시공성 검토 및 증진 도모 및 합리적 의사결정의 지원에 유리하게 작용한다.

건설공정 시뮬레이션 시스템은 아래 그림에서 알 수 있듯이 Operation data input module, Library module, Input module, Simulation module 및 Output module, 다섯 가지 모듈로 구성되어 있다. Operation data input module은 건설장비의 특성에 따른 데이터와 데이터 분포에 대한 자료를 축적하여 다음 모델 구축 시 활용하는 것을 말한다. Library module은 모델링 시 필요한 작업을 Library/Template화하여 쉽고 빠르게 모델을 만들 수 있도록 도와주는 모듈이고, Input Module은 여러 종류의 데이터를 입력할 수 있는 모듈이다.

Simulation module은 건설공정 시뮬레이션 시스템에서 가장 핵심이 되는 모듈로서, 시간관리, 장비의 흐름, 거동특성 및 시뮬레이션 시작과 종료 조건으로 구성된 모델을 컴퓨터상에서 재현할 수 있도록 해주는 모듈이며, Output module은 시뮬레

이션 결과를 그래프나 애니메이션 등과 같은 여러 형태로 표현해 주는 모듈이다.



[그림 3-137] 건설공정 시뮬레이션 시스템 구성도

건설 공정은 현장 여건 변화와 불확실성으로 인해 예측이 어려운 본질적인 특성을 지니고 있으며, 이로 인하여 공정계획의 측면에서 많은 어려움이 있어 왔으며 또한, 실제 현장 조건은 공사 진행 상황에 따라서 작업 요인이 변화되어, 동일한 조건하에서 수집할 수 있는 데이터의 측정에 한계가 있다.

실제 현장에서 이루어지는 건설 공정의 장비 운영 데이터를 측정하여 시뮬레이션에 활용할 수 있다면, 시뮬레이션을 건설 공정계획에 적용하는데 도움이 될 것이며 이러한 장비 운영 데이터 특성에 대한 이해는 시뮬레이션의 적용 시 보다 현실에 가까운 재현이 가능하다.

본 연구에서는 터널 공사 현장의 버력처리 시스템을 대상으로 장비 운영 데이터를 측정하여 시뮬레이션의 입력 데이터로 사용하여 시뮬레이션 모델 결과값과 측정 데이터의 비교·분석하여 시뮬레이션 모델의 적정성을 검증하였다. 검증된 시뮬레이션 모델을 바탕으로 다른 공정은 물론, 전체 운행 주기(Cycle Times)의 추정

및 건설 공정계획을 위한 의사 결정 지원 도구로 사용될 수 있을 것이며, 데이터베이스(DB)화를 통한 건설 정보로써 광범위한 기능을 수행하게 될 것이다.

다. SimCon 시스템 적용성 분석

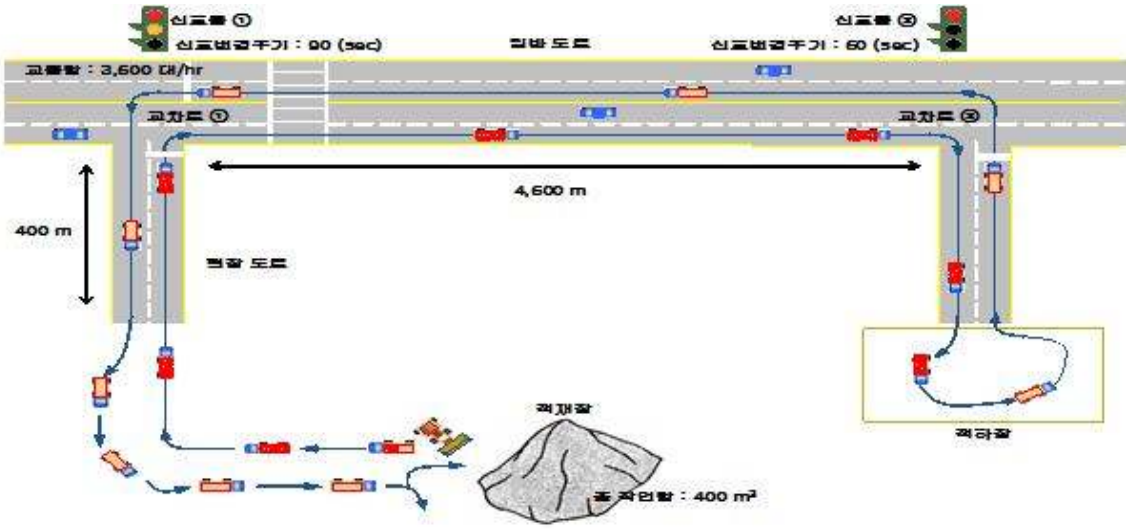
(1) 적용사례 1

본 연구에서 개발한 멀티에이전트 기반 시뮬레이션 시스템의 적정성을 검증하기 위하여 토공운반 시스템을 대상으로 동일한 조건하에서 사건중심의 불연속 사건 시뮬레이션 시스템인 SIGMA(Schruben, 1992)와 시뮬레이션 수행결과를 비교·분석하고자 한다. SIGMA는 시스템의 상태변화를 사건 중심적인 관점으로 모델링하기 때문에 분석 대상 시스템을 구체적이고 세부적으로 표현 가능하며, 국내에서도 건설 공사의 자원 효율성과 생산성 분석을 위해 활용되고 있는 시뮬레이션 도구이다. 그러므로 본 연구에서 시스템 검증을 위해 비교적 상세한 모델링이 가능한 사건 중심의 시뮬레이션 도구인 SIGMA를 비교 대상 시뮬레이션 시스템으로 선정하여 검토하고자 한다.

(가) 시스템 검증을 위한 건설공정

본 연구에서 개발한 시스템의 검증을 위하여 토공운반 시스템을 대상으로 선정하였으며, 기존 도로의 교통흐름에 공사차량이 진입할 경우 공사차량의 효율성 및 공기에 미치는 영향을 고려하기 위하여 적재장에서 적하장까지의 이동 경로에 일반도로를 주행하는 과 같은 공정 시나리오를 설정하였다. 총 작업량은 400 ㎥으로 설정하였으며, 구간별 이동거리는 적재장 및 적하장 현장도로 400 m, 일반도로 4,600 m로서 1회 왕복거리는 10,800 m이다. 교차로에서의 신호 변경주기는 신호등 ① 90 sec, 신호등 ② 60 sec이며, 일반도로의 교통량은 시간당 3,600 대의 통행량으로 교통 혼잡에 의한 영향을 관찰할 수 있도록 설정하였다. 현장도로의 제한속도는 30 km/hr이며, 일반도로의 제한 속도는 왕복 4차로의 경우 일반적으로 80 km/hr로 규정된다. 신호등에 의한 통행규칙은 적재장 현장 도로에서 일반도로로 우회전하여 진입하는 경우와 일반도로에서 적하장 현장 도로로 우회전하여 진입하는 경우는 신호등에 관계없이 진입할 수 있다. 하지만, 교차로 ②에서 일반 차량이 우회전 차선에서 신호 대기를 하고 있는 경우는 공사 차량이 적하장 현장 도로로 진입을 하지 못하고 대기하게 된다. 그리고 적하장 현장 도로에서 일반도로로 좌회전 진입하

는 경우와 일반도로에서 적재장 현장 도로로 좌회전 진입하는 경우는 신호등의 통행 규칙을 따르게 된다.



[그림 3-138] 토공 운반 공정 시나리오

(나) 시뮬레이션 모델 구축

① SimCon을 이용한 시뮬레이션 모델 구축

SimCon을 이용하여 교통 혼잡에 의한 영향을 고려한 시뮬레이션 모델과 교통량을 고려하지 않은 시뮬레이션 모델을 구축하였다. 교통 혼잡에 의한 영향을 고려하지 않은 모델은 SIGMA 모델과 검증을 수행하기 위해 구축하였다. SimCon 모델에 적용된 입력 값은 아래 표와 같으며, 총 작업량은 400 ㎥이다. 기존 교통량에 공사 차량이 통행할 경우 발생되는 공사 차량의 효율성과 작업 시간의 변화를 분석하기 위하여 교통량을 시간당 3,600대로 설정하였다. 아래 그림은 토공 운반 공정에 대한 SimCon의 설정 화면을 나타내고 있다.

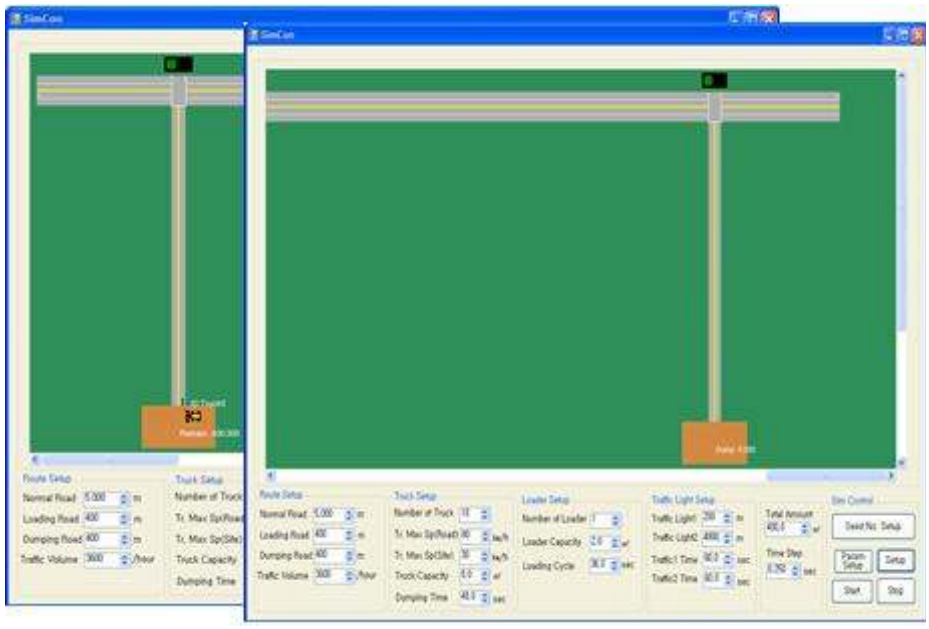
<표 3-073> SimCon 입력 변수

Route Setup	
Normal Road	5,000 m
Loading Road	400 m
Dumping Road	400 m
Traffic Volume	3600 대/hr
	교통량 미고려

Truck Setup	
Number of Truck	10 대
Tr. Max Sp.(Road)	80 km/hr
Tr. Max Sp.(Site)	30 km/hr
Truck Capacity	8.0 ㎥
Dumping Time	48.0 sec

Loader Setup	
Number of Loader	1 대
Loader Capacity	2.0 ㎥
Loading Cycle	36.0 (sec/cycle)

Traffic Light Setup	
Traffic Light1	200 m
Traffic Light2	200 m
Traffic1 Time	90 sec
Traffic2 Time	60sec



[그림 3-139] 토공 운반 공정의 시뮬레이션 모델(SimCon)

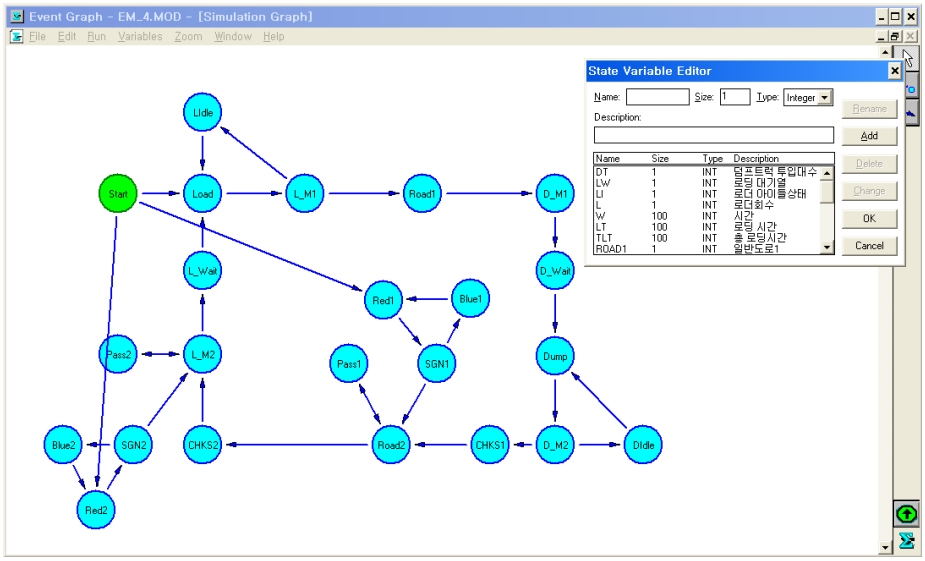
② SIGMA를 이용한 시뮬레이션 모델 구축

토공 운반 시스템을 대상으로 건설 공사의 다양한 상황을 표현하는데 있어 필요

한 여건을 제공하는 사건중심(Event-Oriented)의 SIGMA(Schruben, 1992)를 적용하였다. 아래 표는 SIGMA 모델에서 사용된 변수의 입력 값이며, 아래 그림은 시뮬레이션 구축 모델을 나타내고 있다. 트럭의 주행속도는 교통 혼잡을 고려하지 않은 SimCon 시뮬레이션 모델의 결과에 근거하여 동일하게 설정하였다.

<표 3-074> SIGMA 입력 변수

항 목		입력 값	비 고
적재장 현장도로	적재	22.0 km/hr(이동 시간으로 환산)	이동거리 400 m
	공차	14.6 km/hr(이동 시간으로 환산)	
일반도로	적재	66.2 km/hr(이동 시간으로 환산)	이동거리 4,600 m
	공차	67.9 km/hr(이동 시간으로 환산)	
적하장 현장도로	적재	21.3 km/hr(이동 시간으로 환산)	이동거리 400 m
	공차	25.6 km/hr(이동 시간으로 환산)	
적재 작업시간		36 sec/1회 × 4회 = 144 sec	총 4회 (2.0 ㎥×4=8.0 ㎥)
적하 작업시간		48 sec	-
신호 변경주기		90sec(신호등 ①), 60sec(신호등 ②)	-
투입 장비		트럭 10대, 로더 1대	-



[그림 3-140] 토공 운반 공정의 SIGMA 모델

(다) 시뮬레이션 결과 분석

총 작업량 400 ㎥와 트럭 10대 및 로더 1대의 동일한 조건에서 트럭 및 로더의 대기 시간과 총 작업시간에 대한 평균 효율성을 아래 표 같이 산정하였다. SIGMA에 의한 실행결과는 총 작업시간이 142.643(min)이며, 교통량을 고려하지 않은 SimCon은 총 작업시간 140.383(min)의 결과를 나타내었다. 현장에 혼잡이 발생하지 않는 경우 SIGMA와 SimCon의 시뮬레이션 결과데이터가 거의 유사한 경향을 나타내고 있어 SimCon 시스템의 적정성을 검증할 수 있다. 작업 시간과 대기시간에서 약간의 차이를 나타내는데, 이는 아래 세 번째 표와 같이 SIGMA에서는 평균 주행 속도를 적용한 것이며, SimCon은 구간별 제한 속도만 규정하여 차량들 간의 거동 특성에 따라 속도가 결정되기 때문에 발생되는 차이라고 할 수 있다. 그러므로 SimCon은 실제 트럭의 주행속도가 반영된 것이라고 할 수 있다.

<표 3-075> 트럭과 로더에 대한 효율성 비교

구 분	트럭 효율성(%)	로더 효율성(%)	총 작업시간 (분)	비 고
SIGMA	94.733	100.000	142.643	평균속도
SimCon (교통량 미고려)	94.434	100.000	140.383	주행속도
SimCon (교통량 고려)	99.259 (정체 : 69.581)	87.255	190.525	주행속도 +정체구간

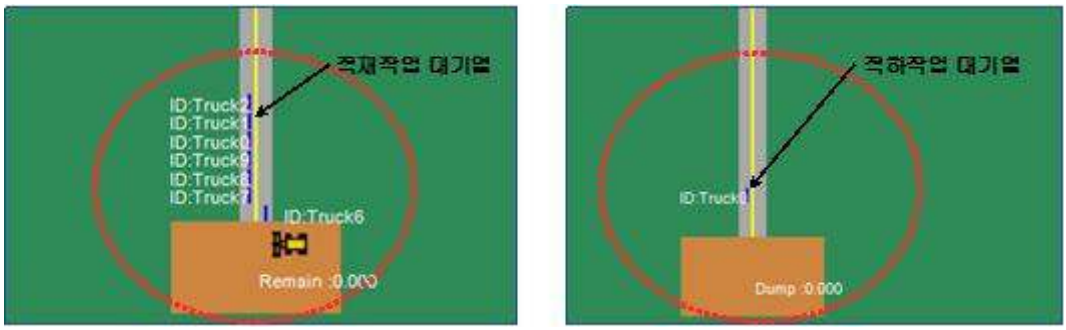
<표 3-076> 토공운반에 대한 시뮬레이션 데이터 비교

구 분	트럭 작업 시간	트럭 대기시간		총 작업시간 (분)	비 고
		신호대기	적재대기		
SIGMA	135.130	0.552	6.961	142.643	평균속도
SimCon (교통량 미고려)	132.569	0.693	7.121	140.383	주행속도
SimCon (교통량 고려)	189.112 (정체 : 56.543)	0.612	0.801	190.525	주행속도 +정체구간

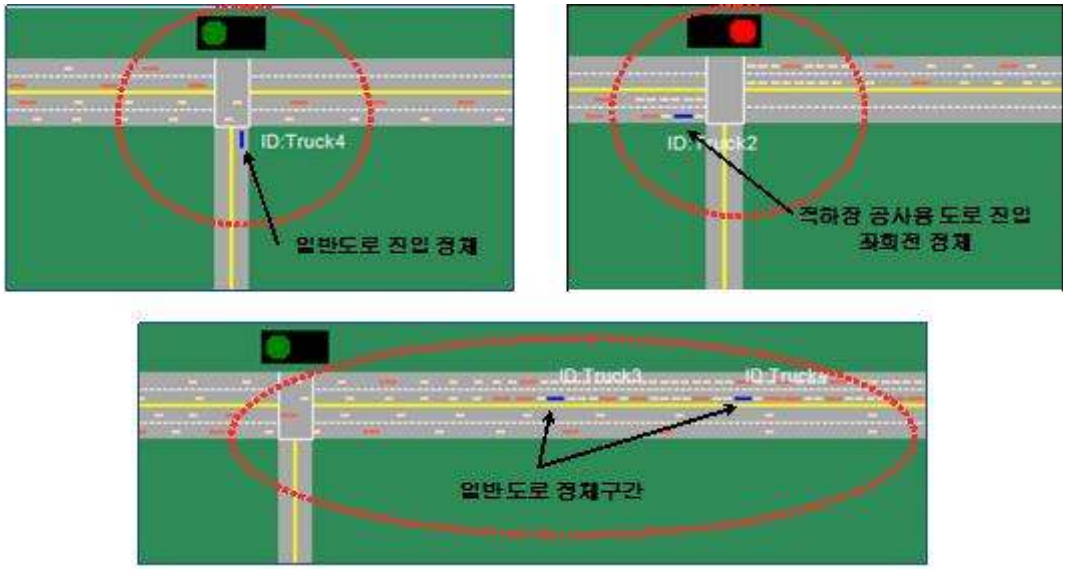
<표 3-077> 도로 구간별 트럭의 평균속도(단위 : km/hr)

구 분	적재장 도로		일반 도로		적하장 도로		비 고
	적재	공차	적재	공차	적재	공차	
SIGMA	22.0	14.6	66.2	67.9	21.3	25.6	평균속도
SimCon (교통량 미고려)	22.0	14.6	66.2	67.9	21.3	25.6	주행속도
SimCon (교통량 고려)	22.0	21.8	29.8	31.8	22.4	24.9	주행속도 +정체구간

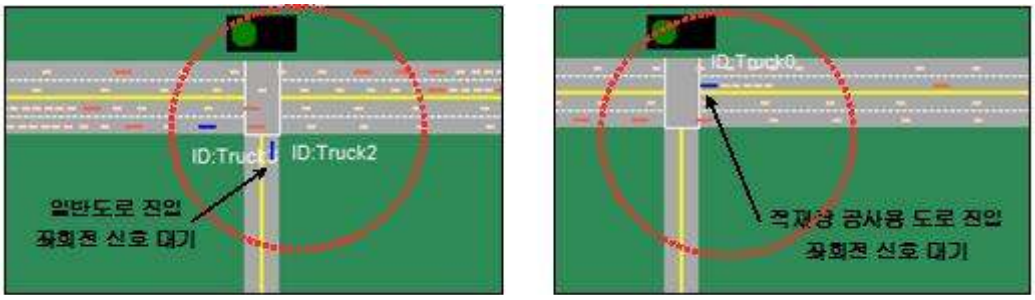
교통 혼잡을 고려하기 위하여 SimCon을 이용하여 시뮬레이션을 수행한 경우, 일반도로의 정체구간에서 발생하는 교통 혼잡도의 영향으로 인해 총 작업시간이 증가되고, 트럭과 로더의 효율성이 떨어지는 결과를 나타내었다. <표 3-077>와 같이 일반 도로에서의 교통 혼잡으로 인해 트럭의 주행속도가 현저하게 낮아져서 결과적으로 장비의 효율성과 총 작업시간에 영향을 미친 것으로 판단된다. SIGMA의 결과와 대비하여, 트럭의 효율성은 약 25.2% 떨어지는 경향을 나타내며, 총 작업시간은 약 33.6% 증가되었다. 본 연구에서 개발한 시스템인 SimCon을 활용하여 기존 도로의 교통 혼잡도에 의해 발생하는 공사 차량의 효율성과 공기의 변화를 평가 가능하다고 할 수 있다. 이상과 같이 본 연구에서 개발한 시뮬레이션 시스템의 적정성을 검증할 수 있으며, 다양한 장비 운영계획에 따른 현장의 작업 생산성을 평가하는데 본 연구에서 개발한 시뮬레이션 시스템을 활용하여 평가할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 3-141] 작업장에서의 대기열



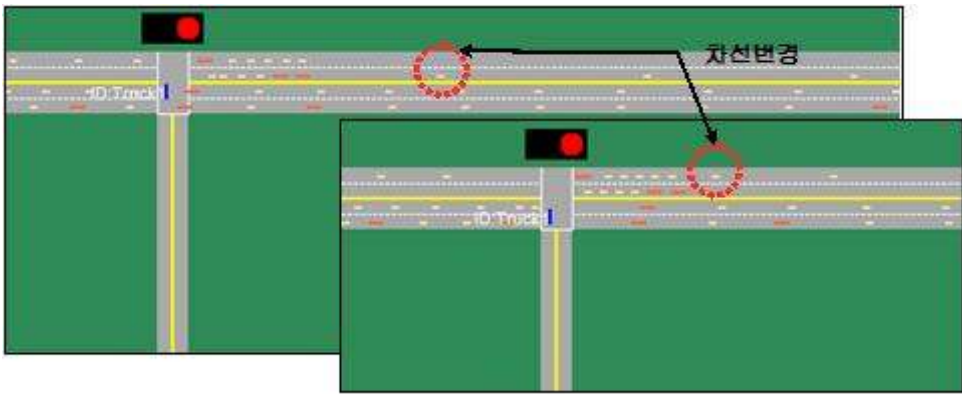
[그림 3-142] 일반 도로에서의 정체현상



[그림 3-143] 일반 도로 및 현장 도로 진입을 위한 신호대기



[그림 3-144] 차량 간격에 의한 속도변화



[그림 3-145] 차량의 차선변경

위 그림들은 SimCon의 주요 실행화면이며, 일반 차량 및 공사 차량의 거동 특성을 관찰할 수 있다. 첫 번째 그림은 현장의 작업장에서 발생하는 공사 차량들의 대기 현상을 나타내고 있으며, 두 번째 그림은 기존 도로에서의 교통 혼잡 현상을 나타낸다. 세 번째 그림은 일반 도로 및 현장 도로 진입을 위해 트럭이 신호대기를 하고 있는 상황이다. 네 번째 그림은 차량의 간격에 따라 속도변화가 발생하는 현상을 나타내고 있으며, 다섯 번째 그림은 차선의 혼잡으로 옆 차선으로 차선을 변경 시도하는 상황을 나타낸다. 이상과 같이 본 연구에서 개발한 SimCon에서는 교통 혼잡에 의한 차량의 다양한 거동 특성을 정밀하게 구현할 수 있다.

SIMON을 이용하여 트럭 대수 증감에 따른 작업의 생산성과 경제성을 평가하고자 하며, SIGMA와 시뮬레이션 결과를 비교하였다. SIGMA 모델의 경우, 트럭의 주행속도는 아래 표와 같이 운반도로에 따른 적재 상태와 공차 상태의 평균 주행속도를 건설공사 표준품셈(2007)에 근거하여 선정하였다. 적재장과 적하장의 공사용 작업도로에서는 적재 상태일 경우 15(km/hr)이며, 공차 상태일 경우는 20(km/hr)이다. 그리고 일반 도로를 주행할 경우는 적재 상태 30(km/hr), 공차 상태 35(km/hr)의 평균 주행속도를 설정하였다.

<표 3-078> 운반도로와 평균주행속도(㎞/hr)

도 로 상 태	평균속도	
	적재	공차
·토취장 또는 토사장 등 열악한 조건의 도로	7	8
·교차가 힘든 산간지 도로 및 제방 등의 도로	10	15
·교차가 가능한 산간지 도로 및 제방도로, 미포장도로	15	20
·2차로 이상의 공사용 도로	30	35
·2차로 교통량 및 교통대기가 많은 시가지 포장도로 (7,000 대/일 이상)	20	25
·4차로 이상의 교통량 및 교통대기가 많은 시가지 포장도로 (40,000 대/일 이상)		
·2차로 시가지 포장도로 (7,000 ~ 2,000 대/일)	25	30
·4차로 이상의 시가지 포장도로 (40,000 대/일 미만)	30	35
·2차로 교외 포장도로 (2,000 대/일 이상)		
·4차로 이상의 교외 포장도로 (40,000 대/일 이상)		
·2차로 교외 포장도로 (2,000 대/일 미만)	35	35
·4차로 이상의 교외 포장도로 (40,000 대/일 미만)		
·2차로 고속도로 또는 교통량(편도) 1일 40,000대 이상의 4차로 고속도로	50	65
·4차로 고속도로(편도 교통량 1일 40,000대 미만)	60	60

[주] 차로는 왕복기준이며, 주행속도는 차로수·교통량 등 현장조건에 따라 주행속도를 측정하여 사용할 수 있다. (건설공사 표준품셈 2007, 대한건설협회, pp. 247)

트럭 대수 변화에 따른 생산성과 경제성을 평가하기 위하여 아래 표와 같이 트럭과 로더의 사용 단가와 유류비를 고려한 시간당 장비비를 산정하였으며, 트럭의 경우, 트럭 대수를 5대~12대까지 변화시켜 각각 시간당 장비비를 산출하였다. 시뮬레이션을 수행하여 트럭 대수가 증가함에 따른 총 작업시간을 구할 수 있으며, 총 작업량 400 ㎥의 토공 운반을 위해 필요한 작업시간과 소요 비용을 아래 두 번째 표, 세 번째 표와 같이 산정하여 트럭 대수 증가에 따른 생산성과 경제성을 분석할 수 있다.

<표 3-079> 트럭과 로더의 시간당 장비비

장비명	수량	단가 (원/일)	유류비 (ℓ/일)	시간당 장비비 (원)
로더 (2.0㎥)	1	508,000	290ℓ (1,400원/ℓ)	114,250
트럭 (15ton)	5	210,000	40ℓ (1,400원/ℓ)	166,250
	6			199,500
	7			232,750
	8			266,000
	9			299,250
	10			332,500
	11			365,750
	12			399,000

<표 3-080> 트럭 대수 증감에 따른 공정의 생산성 및 경제성(SIGMA)

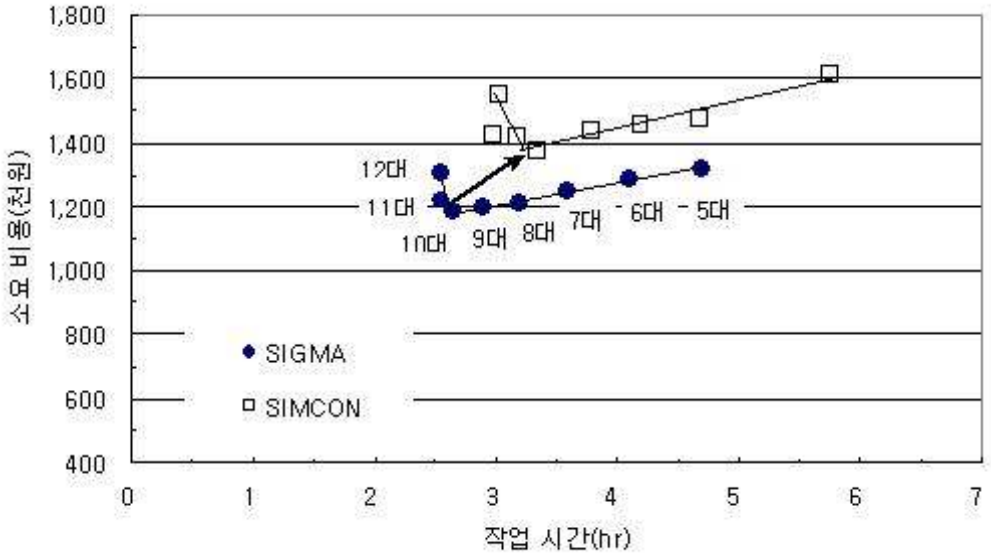
트럭 대수	작업시간 (hr)	시간당 장비비 (원)	단위시간당 물량 (㎥/hr)	단위물량당 비용 (원/㎥)	소요비용 (천원)
5대	4.70	280,500	85.20	3,292.37	1,316.95
6대	4.09	313,750	97.68	3,212.00	1,284.80
7대	3.59	347,000	111.27	3,118.65	1,247.46
8대	3.19	380,250	125.20	3,037.23	1,214.89
9대	2.89	413,500	138.17	2,992.69	1,197.08
10대	2.65	446,750	150.88	2,960.89	1,184.36
11대	2.54	480,000	157.17	3,053.98	1,221.59
12대	2.54	513,250	157.17	3,265.53	1,306.21

시뮬레이션을 수행하여 총 작업물량 400㎥를 운반하는데 필요한 작업 시간과 소요 비용을 트럭의 대수 증가에 따라 산정하였다. <표 3-80>는 SIGMA의 시뮬레이션 결과를 이용하여 산정한 토공운반 공정의 작업 시간과 소요 비용을 분석한 것이다. 아래 표는 SimCon의 시뮬레이션 결과를 이용하여 산정한 작업 시간과 소요 비용을 분석한 것이다. SIGMA와 SimCon의 분석 결과를 아래 그림과 같이 트럭 대수의 증감에 따른 비용-시간 상관관계를 나타내었다. SIGMA의 경우, 트럭 대수 10대를 투입하여 운반 작업을 수행하는 것이 가장 생산성이 높고 경제적인 것으로 나타났다. 트럭을 11대 이상 투입할 경우 오히려 생산성이 떨어지고 소요 비용이

증가되는 경향을 나타내었다.

<표 3-081> 트럭 대수 증감에 따른 공정의 생산성 및 경제성(SimCon)

트럭 대수	작업시간 (hr)	시간당 장비비 (원)	단위시간당 물량 (㎥/hr)	단위물량당 비용 (원/㎥)	소요비용 (천원)
5대	5.76	280,500	69.50	4,035.79	1,614.32
6대	4.69	313,750	85.23	3,681.12	1,472.45
7대	4.19	347,000	95.53	3,632.29	1,452.92
8대	3.78	380,250	105.74	3,596.00	1,438.40
9대	3.33	413,500	120.21	3,439.80	1,375.92
10대	3.18	446,750	125.97	3,546.54	1,418.62
11대	2.97	480,000	134.55	3,567.33	1,426.93
12대	3.02	513,250	132.32	3,878.78	1,551,51



[그림 3-146] 트럭 대수의 증감에 따른 비용-시간 상관관계

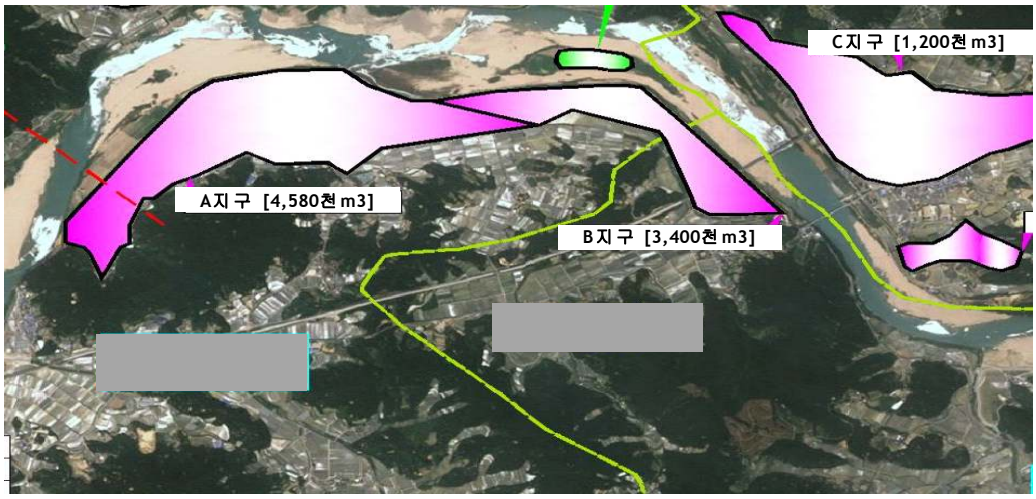
SimCon의 경우, 트럭 대수 9대를 투입하는 것이 가장 생산성이 높고 경제적인 것으로 나타났으며, 트럭을 10대 이상 투입할 경우 오히려 생산성이 떨어지고 소요 비용이 증가되는 경향을 나타내었다. 교통 혼잡에 의한 영향으로 인해 총 작업시간은 약 25.7%가 증가되고 소요 비용 또한 약 16.2%의 증가를 나타내었다. <표 3-32>, <표 3-081>은 트럭 대수 증감에 따른 작업물량(㎥/4hrs)을 산정한 것이며, [그

림 3-146]은 트럭 대수의 증감에 따른 작업물량-단위 물량당 비용 관계를 나타낸 것이다. SIGMA의 경우, 트럭 대수 11대 이상 투입하게 되면 작업물량(㎥/4hrs)의 증가 효과가 나타나지 않는다. SINCOM의 경우, 트럭 대수 11대 이상 투입하게 되면 오히려 처리할 수 있는 작업물량(㎥/4hrs)이 감소하는 경향을 나타낸다. 이와 같이 건설 현장 주변의 기존 교통 흐름에 영향을 받는 공사 차량의 거동 특성을 구현함으로써 교통 혼잡에 의한 장비의 효율성과 공기의 변화를 평가할 수 있다. 또한, 비용과 공기 측면에서 현장 여건을 고려한 합리적인 장비운영계획을 수립하고 계획된 공기 내에서 건설 공사를 완료할 수 있는 다양한 대안을 평가함으로써 최적의 공정계획을 수립하기 위한 의사결정 자료로 활용될 수 있을 것이다.

(2) 적용사례 2

(가) 현장 Data 분석

본 시스템을 검증하기 위하여 대형 하천정비사업을 검증대상현장으로 선정하였다. 현장은 3개의 지구로 구분이 되며, 본 연구에서는 A지구의 1개 소지구로 연구범위를 제한하여 Data를 수집하였다. 현장은 계획 공기 내에 공사를 완료하기 위하여 동시에 많은 양의 다양한 장비가 투입되었다. 또한, 하천정비사업의 특성상 작업위치가 지속적으로 변하기 때문에 특정일을 기준으로 작업량과 작업시간을 검증하고자 한다. 현장의 개략적인 지도와 Data는 다음과 같다.

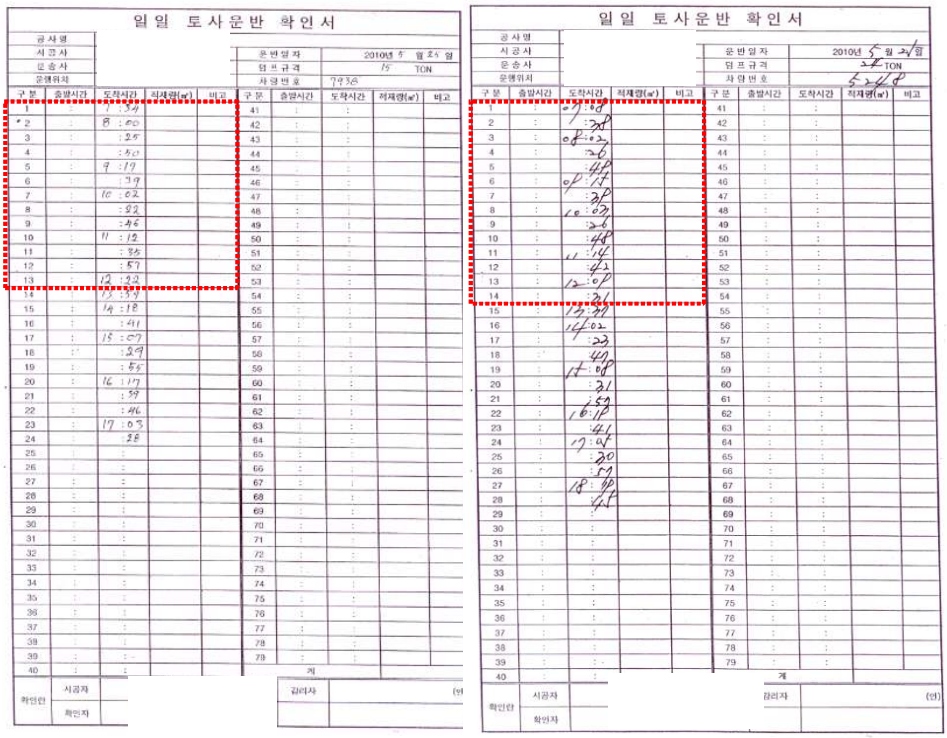


[그림 3-147] 현장 지도

① 작업시간 및 물량

작업시간은 점심시간 전까지인 오전시간(07~12시)을 기준으로 선정을 하였고, 일

일 사토량 집계표의 트럭 운반횟수를 집계하였다. 오전시간의 트럭의 평균 운반 횟수는 약 13~14회 정도로 이를 트럭 대수와 용량에 적용하면 6,147m3의 작업 물량을 갖는다.


일일 토사운반 확인서

공사명
시공사
운송사
운행위치

운반일자 2010년 5월 24일
덤프규격 15 TON
차량번호 구무56

구분	출발시간	도착시간	적재량(㎥)	비고	구분	출발시간	도착시간	적재량(㎥)	비고
1	:	7 : 34			41	:	:		
2	:	8 : 00			42	:	:		
3	:	: 25			43	:	:		
4	:	: 50			44	:	:		
5	:	9 : 19			45	:	:		
6	:	: 39			46	:	:		
7	:	10 : 02			47	:	:		
8	:	: 22			48	:	:		
9	:	: 46			49	:	:		
10	:	11 : 12			50	:	:		
11	:	: 35			51	:	:		
12	:	: 57			52	:	:		
13	:	12 : 22			53	:	:		
14	:	13 : 37			54	:	:		
15	:	14 : 18			55	:	:		
16	:	: 41			56	:	:		
17	:	15 : 07			57	:	:		
18	:	: 29			58	:	:		
19	:	: 55			59	:	:		
20	:	16 : 17			60	:	:		
21	:	: 39			61	:	:		
22	:	: 46			62	:	:		
23	:	17 : 03			63	:	:		
24	:	: 28			64	:	:		
25	:	:			65	:	:		
26	:	:			66	:	:		
27	:	:			67	:	:		
28	:	:			68	:	:		
29	:	:			69	:	:		
30	:	:			70	:	:		
31	:	:			71	:	:		
32	:	:			72	:	:		
33	:	:			73	:	:		
34	:	:			74	:	:		
35	:	:			75	:	:		
36	:	:			76	:	:		
37	:	:			77	:	:		
38	:	:			78	:	:		
39	:	:			79	:	:		
40	:	:			계				

확인란 시공자 / 확인자 — 감리자 (인)

일일 토사운반 확인서

공사명
시공사
운송사
운행위치

운반일자 2010년 5월 24일
덤프규격 15 TON
차량번호 5구48

구분	출발시간	도착시간	적재량(㎥)	비고	구분	출발시간	도착시간	적재량(㎥)	비고
1	:	07 : 08			41	:	:		
2	:	7 : 38			42	:	:		
3	:	08 : 02			43	:	:		
4	:	: 26			44	:	:		
5	:	: 48			45	:	:		
6	:	09 : 17			46	:	:		
7	:	: 38			47	:	:		
8	:	10 : 03			48	:	:		
9	:	: 26			49	:	:		
10	:	: 48			50	:	:		
11	:	11 : 14			51	:	:		
12	:	: 42			52	:	:		
13	:	12 : 09			53	:	:		
14	:	: 31			54	:	:		
15	:	13 : 27			55	:	:		
16	:	14 : 02			56	:	:		
17	:	: 23			57	:	:		
18	:	: 40			58	:	:		
19	:	17 : 08			59	:	:		
20	:	: 31			60	:	:		
21	:	: 59			61	:	:		
22	:	18 : 12			62	:	:		
23	:	: 41			63	:	:		
24	:	19 : 04			64	:	:		
25	:	: 20			65	:	:		
26	:	: 57			66	:	:		
27	:	18 : 10			67	:	:		
28	:	: 41			68	:	:		
29	:	:			69	:	:		
30	:	:			70	:	:		
31	:	:			71	:	:		
32	:	:			72	:	:		
33	:	:			73	:	:		
34	:	:			74	:	:		
35	:	:			75	:	:		
36	:	:			76	:	:		
37	:	:			77	:	:		
38	:	:			78	:	:		
39	:	:			79	:	:		
40	:	:			계				

확인란 시공자 / 확인자 — 감리자 (인)

[그림 3-148] 일일 토사운반 확인서

② 작업장

로딩작업은 총 2개소의 적재장에서 이루어지며 각 적재장에는 3대의 로더가 작업을 하고 있다. 또한, 적하장은 총 3개소가 위치해 있으며 각 적재장에서 출발한 트럭들이 배정된 각각의 적하장에 덤핑작업을 한다.

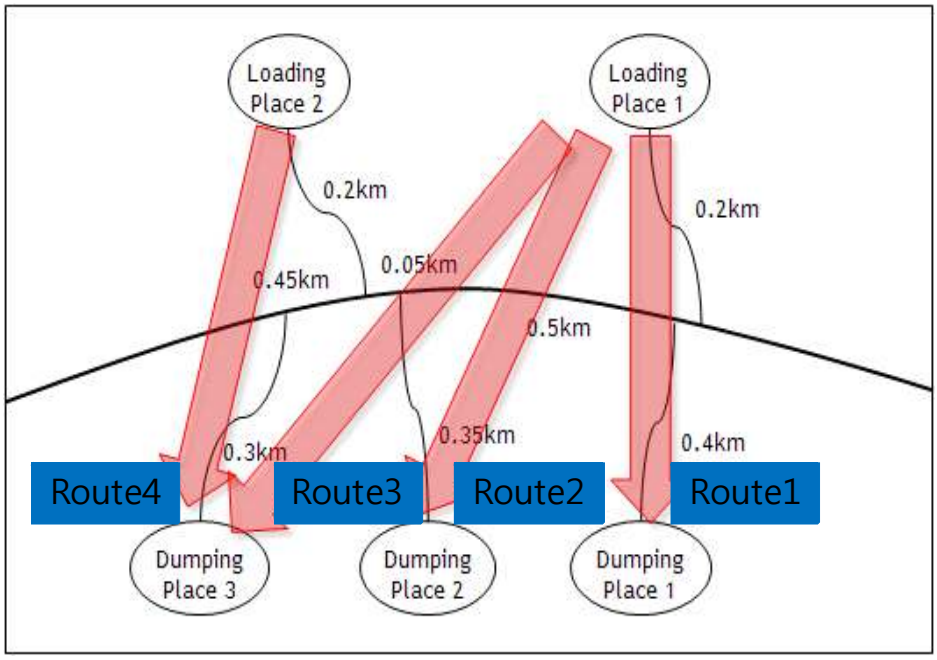


[그림 3-149] 적재장 사진



[그림 3-150] 적하장 사진

③ 이동경로



[그림 3-151] 이동경로

대상 현장은 2곳의 적재장에서 준설을 하여 3곳의 적하장으로 운반/성토를 한다. 각각의 적하장은 성토작업의 효율을 위하여 3곳으로 나뉘었으며, 트럭 또한 서로 다른 이동경로를 갖는다. 이러한 이동경로를 간략히 그림으로 나타내면 그림 1과 같다. 적재장1은 각각 3곳의 적하장에 트럭을 보내며, 적재장2의 경우 1곳의(적하장 3) 적하장를 가진다.

트럭은 각각의 적재장에서 왕복2차로의 제방길을 이동하여(제한속도 20km/hr) 현장도로(제한속도 15km/hr)를 통해 적하장으로 접근이 가능하다. 제방길 및 현장도로의 한계속도는 트럭의 평균속도를 측정한 Data이며, 이는 현장에서도 제한속도로 규정하고 있다.

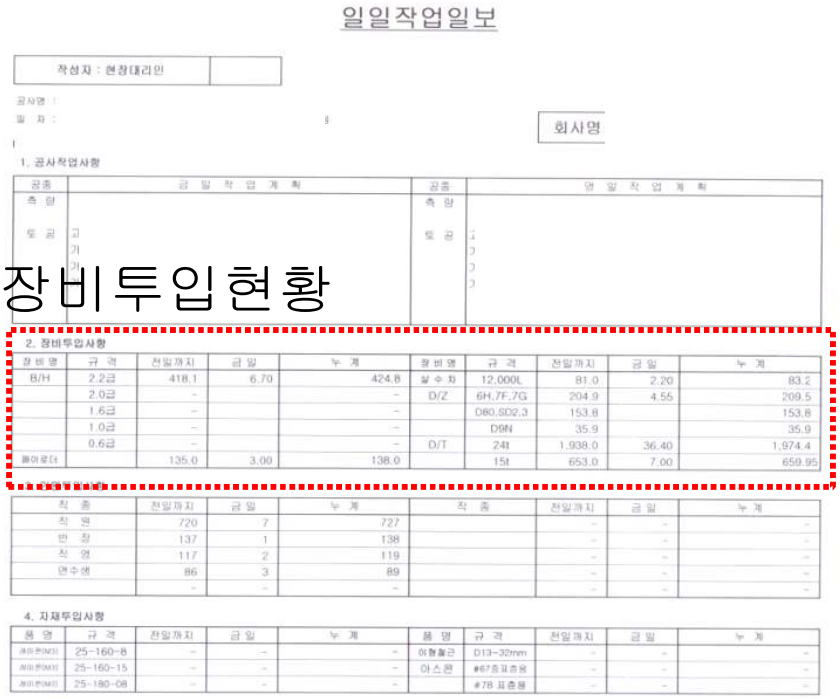
④ 투입장비

투입장비는 현장조건과 작업물량에 따라 항상 변동이 되지만, 장비조합이 한번 결정되면 현장여건이나 작업물량이 변경되기 전까지 유지된다. 작업일보를 바탕으로 3일 동안 장비투입현황 및 계획에 변동이 없음을 확인하고, 표 1과 같은 장비투입현황을 수집하였다. 15ton, 24ton 트럭은 토량환산계수를 적용하여 각각 10m3,

16m3의 용량을 갖는다.

<표 3-082> 장비투입 현황

구분	제원	대수	기종
로더	3m3	6	
트럭	16m3	25	24ton
	10m3	6	15ton



[그림 3-152] 일일작업일보

(나) 시뮬레이션을 위한 현장 Data의 구성

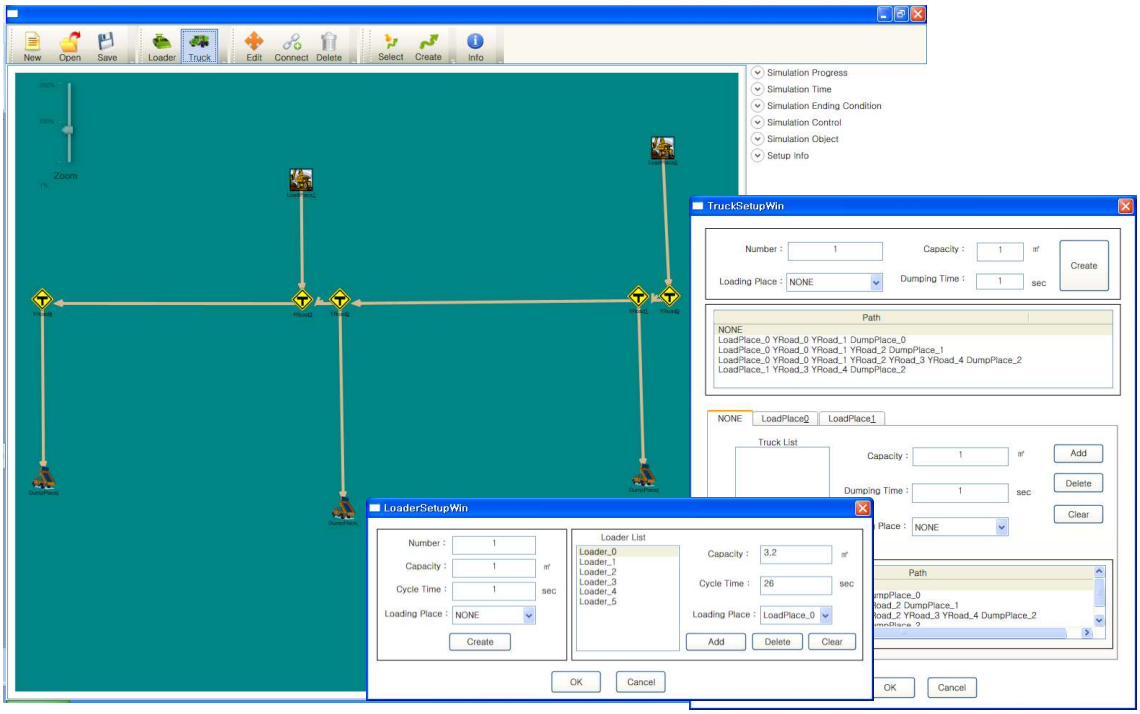
앞에서 수집된 Data를 바탕으로 모델 구성에 필요한 Data로 재구성하면 다음 표와 같다.

<표 3-083> 현장 Data의 구성

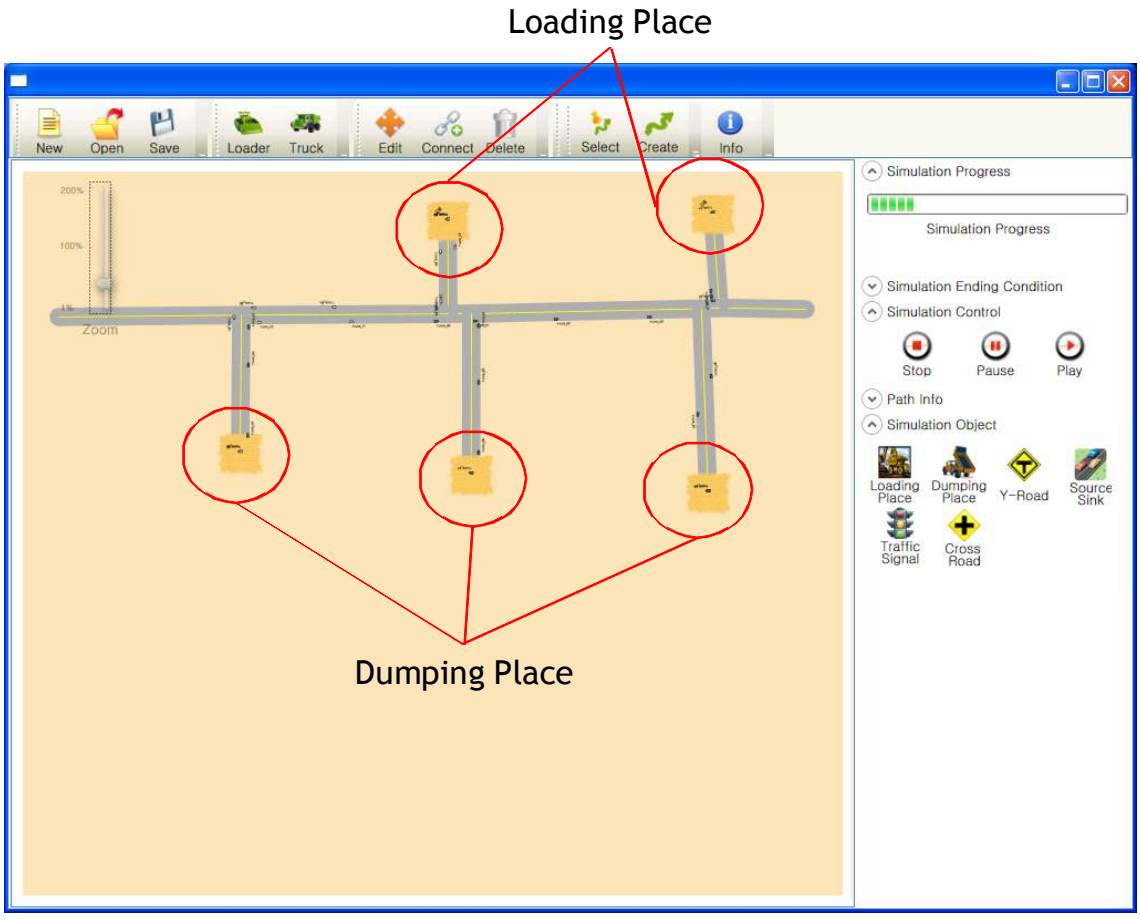
적재장 구성			적재장1		적재장2	합계
준설량			3,151 (m3)		2,996 (m3)	6,147 (m3)
투입장비	로더	대수	3m3×3대		3m3×3대	3m3×6대
		Cycle time	27, 30(sec)		31, 32, 33(sec)	-
	트럭	대수	16m3×11대+10m3×6대		16m3×14대	16m3×25대+10m3×6대
적하장 구성			적하장1	적하장2	적하장3	합계
트럭 대수			16m3×5대	10m3×6대	16m3×20대	16m3×25대+10m3×6대
트럭 Cycle time			124, 157(sec)	102(sec)	124(sec)	-
덤핑가능 트럭대수			2	2	4	-

각 Cycle time은 현장의 측정 Data를 기준으로 작성하였으며, 로더마다 작업여건, 회전각도 등이 다르기 때문에 Cycle time을 각각 다르게 입력하였다. 트럭 또한 적하장과 트럭의 용량에 따라 덤핑 Cycle time이 다르기 때문에 이를 다르게 입력하였다.

위의 표를 바탕으로 작성하는 시뮬레이션 모델링과 시뮬레이션 화면은 아래 그림들과 같다.



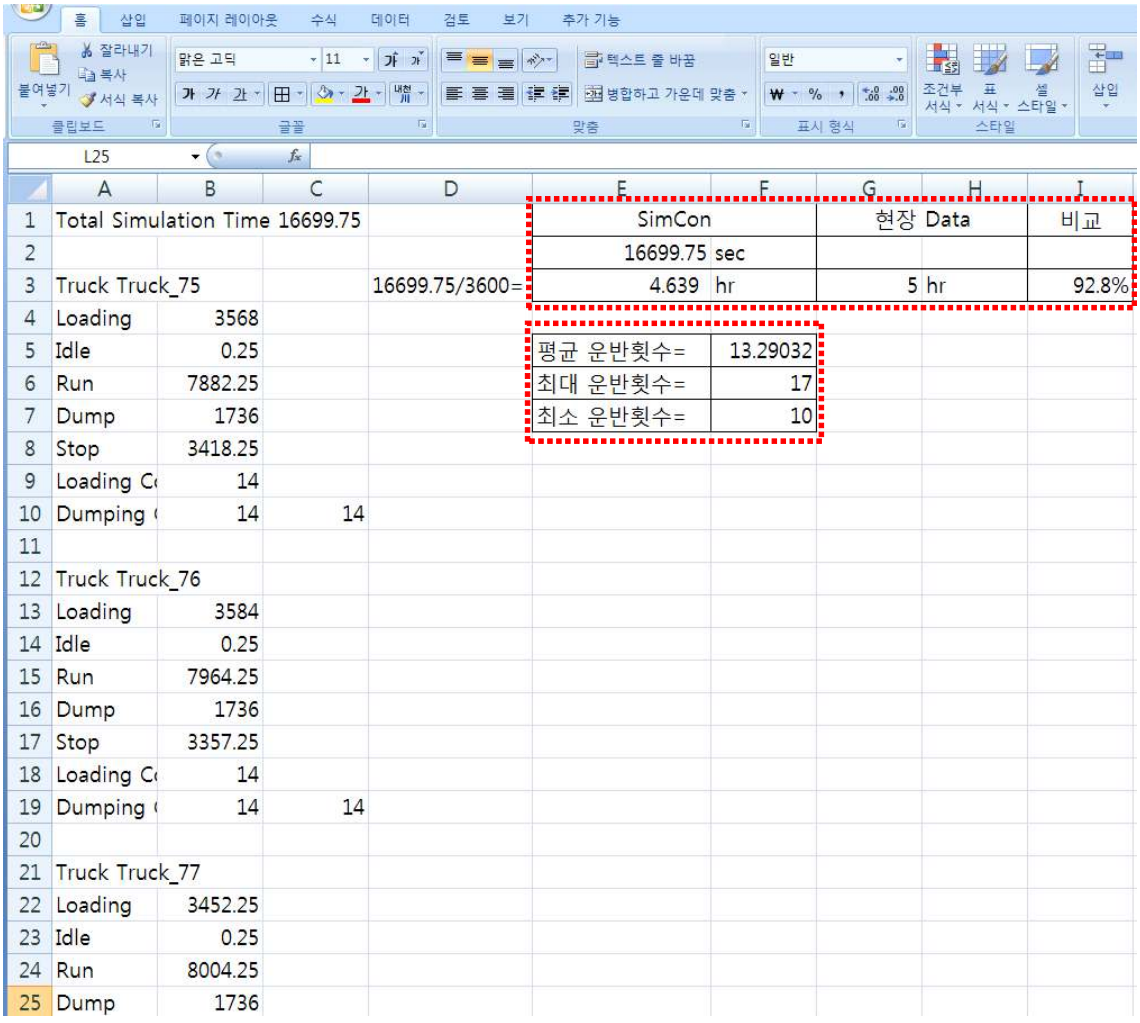
[그림 3-153] 적용사례 2 모델링



[그림 3-154] 적용사례 2 시뮬레이션 화면

① 시뮬레이션모델 Output 비교

시뮬레이션 결과 동일한 물량을 바탕으로 현실에서의 작업시간은 5시간, 시뮬레이션을 통한 작업시간은 약 4.639시간으로, 약 23분 정도의 차이를 가지며, 92.8%의 신뢰성을 갖는다. 트럭의 운반횟수는 시간당 2.86회로 현장 Data의 2.67회와 비교되었다.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Total Simulation Time	16699.75			SimCon		현장 Data		비교
2					16699.75	sec			
3	Truck Truck_75			16699.75/3600=	4.639	hr	5	hr	92.8%
4	Loading	3568							
5	Idle	0.25			평균 운반횟수=	13.29032			
6	Run	7882.25			최대 운반횟수=	17			
7	Dump	1736			최소 운반횟수=	10			
8	Stop	3418.25							
9	Loading C	14							
10	Dumping	14	14						
11									
12	Truck Truck_76								
13	Loading	3584							
14	Idle	0.25							
15	Run	7964.25							
16	Dump	1736							
17	Stop	3357.25							
18	Loading C	14							
19	Dumping	14	14						
20									
21	Truck Truck_77								
22	Loading	3452.25							
23	Idle	0.25							
24	Run	8004.25							
25	Dump	1736							

[그림 3-155] 시뮬레이션 결과값

(다) 현실과 차이 발생원인 추정/분석

시뮬레이션 결과 값을 보면 실제와의 차이는 약 7.2%로 나타난다. 차이가 발생한 원인을 추정/분석하여 이를 개선한다면 더욱 현실에 적합한 의사결정지원도구를 제공할 수 있을 것이다. 현장에서 트럭을 추적하고, 적재장/적하장에서 지속적으로 장비의 거동(Time and motion study)을 조사, 분석한 결과 추정되는 원인들은 다음

과 같다.

① 트럭 운전자에 의해 생기는 손실

덤프트럭 운전자들이 교행 하는 순간, 잠깐 대화를 갖는 시간을 갖거나 적재장이나 적하장에서 작업을 하는 동안 화장실을 다녀오거나, 흡연, 밖으로 나와서 스트레칭을 하는 등의 경우가 발생하고 있으며, 이러한 거동이 시뮬레이션 모델에 포함되어 있지 않은데서 작업 효율성의 차이가 발생하는 것으로 분석된다.

② 장비의 점검 및 작업준비

준설토를 운반해야하는 현장인 만큼 현장 여건이 장비의 효율을 상당히 좌우한다. 작업의 진행과정에서 주기적으로 트럭의 바퀴를 점검하거나, 살수차, 로더, 등을 이용하여 현장여건을 개선하는 등의 작업이 이루어진다. 이러한 작업은 대부분 점심시간에 이루어지기는 하나 작업과정에서도 현실적으로 발생하고 있다.

③ 상/하행 도로 이동속도의 상이함

해당 현장은 적재장에서 제방길을 한번 올라와 적하장으로 접근하기 위하여 제방길을 내려가야 한다. 본 현장의 경우 동일한 도로에서 만차시 언덕을 오르고, 공차시 언덕을 내리는 경우가 발생하여, 만차와 공차시 트럭이 이동하는 속도가 다르기 때문에 이에 따른 현실과의 차이가 발생한 것으로 분석된다.

④ 시간구분의 모호함

현장에서는 몇 십대나 되는 트럭이 동시에 점심시간을 가질 수 없다. 따라서 실제 오전 작업시간이 12시에 모든 트럭이 정확하게 작업을 종료하지는 않는다. 즉 일부 트럭은 일찍 점심시간을 갖는다. 하지만 시스템에서는 명확한 시작과 종료 작업시간을 설정하여 시뮬레이션을 수행하여야 함으로써 약간의 오차가 발생할 수 있다.

⑤ 로더에 접근 시간

적재장에서 각 트럭은 적재를 위해 각 로더가 위치한 장소까지 전진 및 후진으로 로더에 접근하는데, 이러한 과정에 대한 모델링의 상세에서 차이가 발생하고 있는 것으로 분석된다.

이러한 원인들은 전체 공기나 작업량에는 크게 영향을 미치지 않는 작은 오차이나, 작은 오차들은 서로 간섭되고 영향을 주면서 현실과의 차이를 가져올 수 있다.

(라) 시스템 반영

시뮬레이션 결과와 현장과의 차이를 최소화하기 위하여 위에서 분석된 요인들을 모델링 요소에 반영할 필요가 있으며, 그 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-084> 발생원인 및 시스템 반영

차이 발생원인	시스템 반영
- 트럭 운전자에 의한 손실 - 장비의 점검 및 작업준비시간	- 주기적으로 작업 효율성에 영향을 미치는 요인들을 모델에 포함할 수 있도록 개선
- 로더에 접근 시간	- 로더에 접근 시간을 고려하는 부분은 각 로더와 트럭간의 상호작업에 필요한 과정을 모델링에 포함하여 작업시간을 반영할 수 있도록 함.
- 상/하행 도로 이동속도의 상이함	- 도로의 상/하행을 구분할 수 있도록 이동경로마다 제한속도, 거리, 도로 특성 값들을 입력하도록 한다.

본 연구를 통해 작업과정을 재현하기 위한 모델링이 상세해지면서 상세 모델에 대한 정확도가 시스템의 신뢰성에 영향을 미침을 알 수 있었다. 모델이 상세해지면 사용자의 편의성은 떨어질 수 있으며, 현실을 충분히 반영하면서 사용자의 편의성을 향상시키는 부분에 대한 지속적인 연구의 필요성을 파악할 수 있었다.

(마) 장비조합 변화에 따른 효율 분석

현장의 로더와 트럭의 효율적인 장비조합을 산정하기 위하여 여러 시나리오를 작성하여 각각의 작업효율 및 생산성을 분석하였다. 다음 표는 로더와 트럭의 장비조합별 작업 시나리오를 나타내고 있다. 동일한 작업량에 대해 트럭의 투입 대수에 따라 소요되는 작업시간을 구하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 일반적으로 로더와 트럭의 장비조합은 로더의 cycle time과 트럭의 cycle time을 고려하여 구할 수 있으며, 작업 시나리오 3의 경우 건설공사 표준품셈(한국건설기술연구원, 2009)을 참고로 로더와 트럭의 장비조합을 계산하였고, 이를 기준으로 트럭의 대수를 변경하여 시나리오를 작성하였다.

<표 3-085> 작업 효율분석 시나리오

시나리오	Loading Place 1			Loading Place 2	Total	비고
	Route 1	Route 2	Route 3	Route 4		
	트럭 대수	트럭 대수	트럭 대수	트럭 대수	트럭 대수	
0	5	6	6	14	31	현장 Data
1	4	7	6	12	29	
2	5	7	7	13	32	
3	5	8	7	15	35	기준
4	6	7	8	16	37	
5	6	8	8	17	39	
6	7	8	8	18	41	

로더와 트럭의 장비조합은 다음의 식으로 계산하며, 계산식의 cm(1회 cycle time)의 경우 측정된 data를 적용하였다.

$$N = \frac{Q_L}{Q_T},$$

$$Q_L = \frac{3600 \times q \times K \times f \times E}{cm_L},$$

여기서 Q_L: 로더의 시간당 작업량(m^3/hr)
q: 버킷용량(m^3)
f: 체적환산계수
E: 작업효율
cm: 1회 $cycle\,time$(초)

$$Q_T = \frac{60 \times q \times f \times E}{cm_T}$$

$$q = \frac{T}{\gamma_T} L$$

여기서 Q_T: 트럭의 시간당 작업량(m^3/hr)
q: 흐트러진 상태의 덤프트럭 1회 적재량(m^3)
γ_T: 자연상태에서의 토석의 단위중량(습윤밀도)(t/m^3)
T: 덤프트럭의 적재용량(t)

시나리오 3의 Route 1을 예로 들면 다음과 같다.

$$Q_L = \frac{3600 \times 3 \times 1.1 \times \frac{1}{1.2} \times 0.85}{27} = 311.667(m^3/hr)$$

$$Q_T = \frac{60 \times 16 \times \frac{1}{1.2} \times 0.9}{9.464} = 76.077(m^3/hr)$$

$$q = \frac{24}{1.8} \times 1.2 = 16(m^3)$$

$$N = \frac{Q_L}{Q_T} = \frac{311.667}{76.077} \simeq 6$$

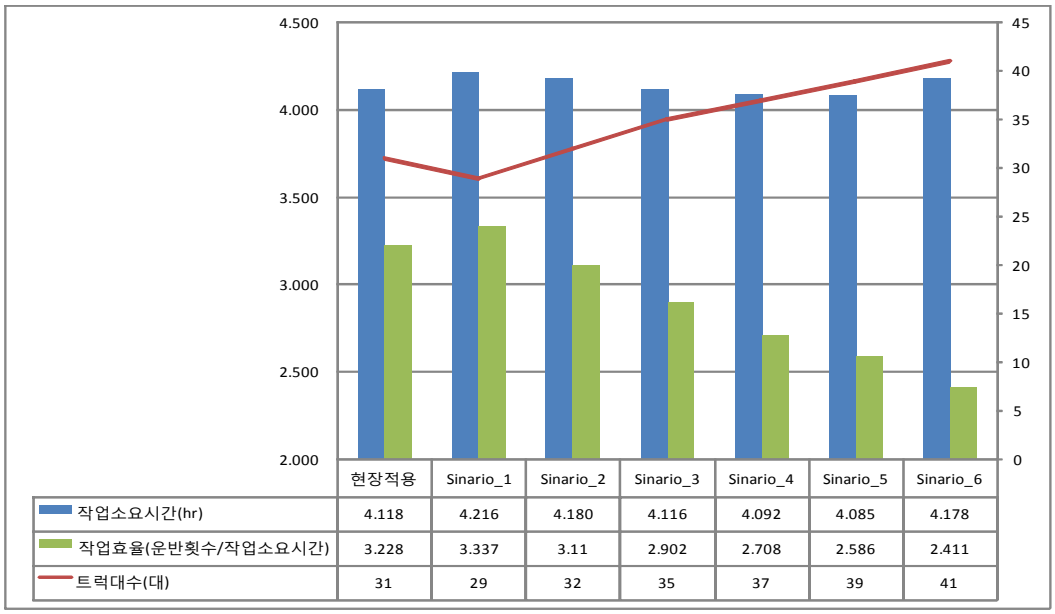
본 연구에서는 트럭의 투입 대수가 증가함에 따라 발생되는 장비들 간의 간섭효과에 의한 영향을 평가하기 위하여 투입 대수를 변수로 설정하였다. 트럭 투입대수 총 29대의 작업 시나리오부터 트럭 투입대수 총 41대의 작업 시나리오를 구성하였다.

아래 표와 같이 동일한 작업량에 대해 트럭의 투입대수가 증가함에 따라 작업 소요시간이 감소하는 경향을 나타낸다. 반면, 트럭의 투입대수가 증가함에 따라 트럭의 운반속도는 감소하고 있다. 작업 시나리오 1의 경우 작업량을 모두 운반하기 위하여 소요되는 작업 시간은 약 4.216 시간이며, 작업 시나리오 5의 소요시간은 약 4.085 시간까지 감소하다가 작업시나리오 6부터 다시 작업 소요시간이 증가한다.

<표 3-086> 작업효율분석 결과

시나리오	트럭 대수	평균 속도 (km/hr)	운반횟수	작업 소요시간 (hr)	작업효율 (운반횟수/트럭 대수/작업 소요시간)	비고
현장 Data	31	9.392	412	4.118	3.228	현장 Data
1	29	9.650	408	4.216	3.337	
2	32	9.215	416	4.180	3.110	
3	35	8.985	418	4.116	2.902	기준
4	37	8.880	410	4.092	2.708	
5	39	8.824	412	4.085	2.586	
6	41	8.783	413	4.178	2.411	

작업 소요시간의 감소비율이 점차적으로 줄어듦에 따라 위의 표와 같이 시간당 트럭의 운반회수 즉, 작업효율이 떨어지고 있는 경향을 나타내고 있다.

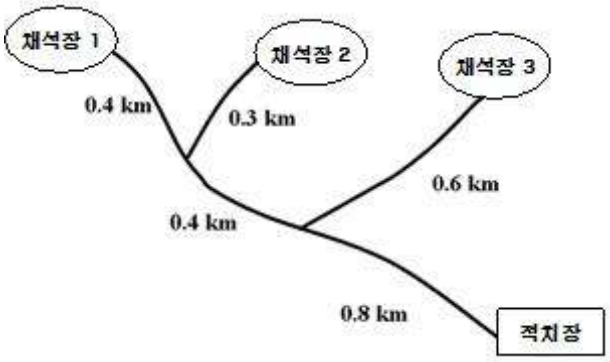


	현장적용	Sinario_1	Sinario_2	Sinario_3	Sinario_4	Sinario_5	Sinario_6
작업소요시간(hr)	4.118	4.216	4.180	4.116	4.092	4.085	4.178
작업효율(운반횟수/작업소요시간)	3.228	3.337	3.11	2.902	2.708	2.586	2.411
트럭대수(대)	31	29	32	35	37	39	41

[그림 3-156] 작업효율분석결과 그래프

(3) 적용사례 3

항만 건설 사업 중 채석장에서 석재를 채취하여 적치장으로 운반하는 공정에 적용하여 그 활용성을 소개하고자한다. 현장은 총 23,000,000 m3을 채석하여 2년 내에 적치장으로 운반해야 되며, 현장 내에서는 계획 기간 내에 완료하기 위하여 동시에 많은 양의 장비가 투입되도록 계획되었다. 주요 장비로는 로더와 트럭이 사용되며, 작업구역 1에서 12,500,000 m3을 운반하여야 한다. 채석장에서 적치장으로의 이동경로 및 거리는 아래 그림과 같다.



[그림 3-157] 현장 개요도

<표 3-087> 공사 개요

공사 개요	
작업구역 1의 총작업량	12,500,000 m3
공사 기간	2 년
작업 일수	235 일/년
일일 작업량	26,595.8 m3/일
트럭 용량	8 m3
일일 운반 회수	3,324 회/일
트럭의 평균 운반시간	12 분/회
트럭당 평균 운반회수	40 회
일일 투입 트럭대수	83 대

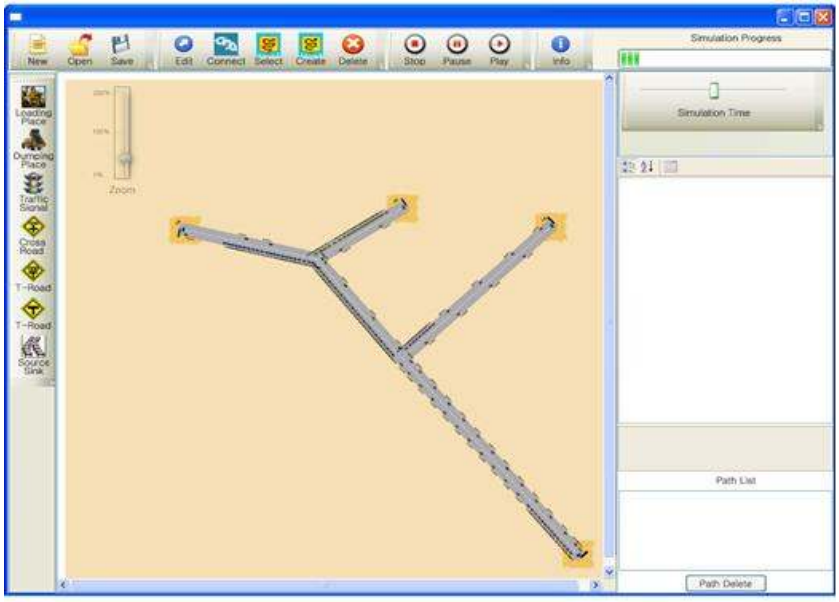
위의 그림과 같이 현장은 3 개소의 채석장에서 로딩작업이 이루어지고, 각각의 채석장에서 주 운반로로 진입하기 위해 교차로가 존재하며 병목 현상이 발생할 것으로 예상된다. 채석장에서 적치장까지의 거리는 각각 채석장 1~적치장은 1.6 km, 채석장 2~적치장은 1.5 km, 채석장 3~적치장은 1.4 km이다. 운반 장비로는 15 ton 트럭(8 m3), 로더(5 m3)가 사용되며, 적치장은 공간적인 제약 없이 동시에 여러 대가 적하할 수 있다.

교통 혼잡을 고려하지 않는 경우 트럭의 평균 운반 속도는 25 km/hr로 추정된다. 각 채석장에서 적치장으로의 이동 경로는 적치장 방향으로 경사져있어 적재상태와 공차상태의 평균 운반 속도는 동일하게 산정하였다. 1회 운반 시간은 로딩, 운반, 대기, 덤핑을 포함하여 평균 12분 소요된다. 8시간의 일일 작업시간에 대해 트럭당 일일 40회 정도 운반이 가능하다. 그러므로 공사 기간 내에 완료하기 위해서는 일일 투입 트럭대수는 83대가 소요된다.

본 사업은 많은 수의 건설장비가 투입되어 혼잡에 의한 장비들 간의 간섭효과가 발생하게 된다. 이러한 영향을 고려하지 않고 기존의 장비운영계획 방법으로 계획된 공사기간 내에 공사를 완료할 수 있는지 검토하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 장비들 간의 간섭에 의한 혼잡이 장비의 작업효율 및 작업시간에 미치는 영향을 멀티에이전트 기반 시뮬레이션 시스템을 활용하여 평가하고자 한다.

(가) 작업 효율 분석

아래 그림은 대상 건설 사업에 대한 시뮬레이션 실행화면을 나타내고 있다. 채석장에서 로딩을 완료한 후 각각의 이동경로를 통하여 적치장으로 운반하고 다시 회귀하는 현장상황을 재현하고 있다. 각 채석장에서 주 운반로로 진입하기 위한 교차로가 2개소가 존재하며, 직진하는 트럭, 진입을 위한 좌회전 트럭, 회귀를 위한 트럭의 흐름이 교차로에서 교차된다.



[그림 3-158] 시뮬레이션 실행화면

채석장에서 주 운반로로 진입하기 위한 교차로에서 혼잡이 발생하고 있으며, 주 운반로 뿐만 아니라 진입하기 위해 좌회전 트럭이 대기하고 있는 상황이 나타내고 있다. 또한 교차로의 혼잡으로 인해 덤핑 후 회귀하는 트럭의 주행에도 영향을 미치고 있다. 트럭의 투입 대수가 증가가함에 따라 트럭의 평균 운반속도에 영향을 주게 된다. 본 연구에서는 멀티에이전트 기반 시뮬레이션 시스템을 활용하여 많은 수의 장비 투입으로 인해 발생하는 혼잡과 이에 따른 장비들 간의 간섭효과가 작

업 중인 트럭의 운반속도에 미치는 영향을 파악하고, 작업 효율에 미치는 영향을 평가하고자 한다.

다음의 표는 로더와 트럭의 장비조합별 작업 시나리오를 나타내고 있다. 각각의 작업 시나리오에서 운반로에서의 트럭의 한계속도(30km/h)는 모두 동일하다. 동일한 작업량에 대해 트럭의 투입 대수에 따라 소요되는 작업시간을 구하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 일반적으로 로더와 트럭의 장비조합은 로더의 cycle time과 트럭의 cycle time을 고려하여 구할 수 있다. 본 연구에서는 트럭의 투입 대수가 증가함에 따라 발생되는 장비들 간의 간섭효과에 의한 영향을 평가하기 위하여 투입 대수를 변수로 설정하였다. 트럭 투입대수 총 62대(로더 16대)의 작업 시나리오부터 트럭 투입대수 총 196대(로더 50대)의 작업 시나리오를 구성하였다.

<표 3-088> 로더와 트럭 장비조합별 작업시나리오

작업 시나리오	이동경로 1		이동경로 2		이동경로 3		합계	
	로더 대수	트럭 대수	로더 대수	트럭 대수	로더 대수	트럭 대수	로더 대수	트럭 대수
Scenario 1	6	22	5	20	5	20	16	62
Scenario 2	8	29	7	27	7	27	22	83
Scenario 3	11	40	10	36	10	36	31	112
Scenario 4	12	44	10	40	10	40	32	124
Scenario 5	14	52	12	48	12	48	38	148
Scenario 6	16	60	14	56	14	56	44	172
Scenario 7	18	68	16	64	16	64	50	196

동일한 작업량에 대해 트럭의 투입대수가 증가함에 따라 작업 소요시간이 감소하는 경향을 나타낸다. 반면, 트럭의 투입대수가 증가함에 따라 트럭의 운반속도는 감소하고 있다. 작업 시나리오 1의 경우 작업량(운반회수 1,120회)을 모두 운반하기 위하여 소요되는 작업 시간은 약 237.467 분이며, 작업 시나리오 6의 소요시간 약 189.638 분까지 감소하다가 작업 시나리오 7부터 다시 작업 소요시간이 증가한다.

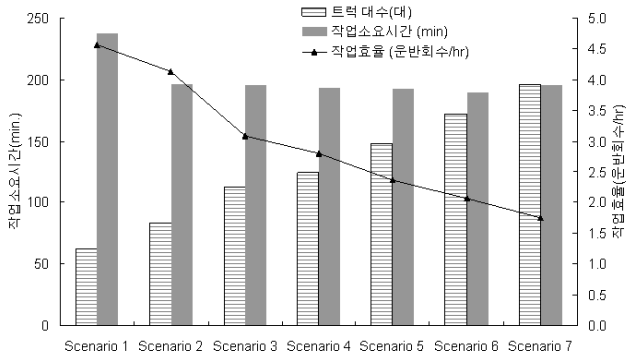
<표 3-089> 트럭 운반속도 변화와 작업 효율

작업 시나리오	한계 속도 (km/h)	평균 속도 (km/h)	운반회수 (회)	작업 소요시간 (min)	일일 작업량 (m3)	작업 효율 (트럭당 운반회수/hr)	트럭 투입대수
Scenario 1	30	22.0	1,120	237.467	18,111	4.564	62
Scenario 2	30	21.8	1,120	196.308	21,908	4.124	83
Scenario 3	30	18.4	1,120	195.033	22,052	3.076	112
Scenario 4	30	17.5	1,120	193.288	22,252	2.804	124
Scenario 5	30	14.6	1,120	192.038	22,396	2.364	148
Scenario 6	30	13.9	1,120	189.638	22,679	2.060	172
Scenario 7	30	11.3	1,120	195.438	22,006	1.754	196

작업 소요시간의 감소비율이 점차적으로 줄어듦에 따라 시간당 트럭의 운반회수 즉, 작업효율이 떨어지고 있는 경향을 나타내고 있다. 본 시뮬레이션 수행결과를 근거로 현장에서 장비들 간의 간섭으로 인한 혼잡을 고려하여 트럭의 시간당 운반 가능 횟수를 결정할 수 있다. 또한 트럭의 투입대수가 작업효율이 감소하기 시작하는 임계점에 도달할 경우, 작업 소요시간이 증가하게 되는데 현장내 도로의 수용능력을 초과하여 장비들 간의 혼잡이 발생된다는 것을 나타낸다. 작업효율에 따라 작업시간의 변동을 추정함으로써 계획된 공사 기간 내에 공사 완료여부를 검토할 수 있다.

본 연구에서 선정한 대상 건설 사업의 경우, 멀티에이전 기반 시뮬레이션을 수행한 결과, 기존 계획에 의한 트럭 투입대수(83대)로는 작업을 완료할 수 없는 것으로 검증되었다. 일일 작업량 26,595.8 m3을 운반하는데 필요한 일일 트럭 투입대수를 83대로 계획되었으며, 기존 장비투입 계획으로 처리할 수 있는 일일 작업량은 22,679 m3으로 산출되었다. 아래 그림에 나타난 바와 같이 추가적으로 트럭을 투입하더라도 일일 작업량을 처리하는데 소요되는 작업시간이 크게 줄지 않는 경향을 나타내고 있다. 결과적으로 트럭을 추가로 투입하더라도 일일 작업량이 크게 향상되지 않는 경향을 나타내고 있다. 트럭 투입대수가 증가됨에 따라 현장내 운반로에서 혼잡이 가중된다고 할 수 있다. 작업소요시간은 트럭 대수가 112대 이상 투입하더라도 운반회수 1,120회의 작업량을 처리하는데 소요되는 시간이 크게 줄지 않고 있다. 결과적으로, 건설 장비의 투입대수는 장비들 간의 간섭효과에 의한 혼잡을 고려하여 계획할 필요가 있다. 본 연구의 대상 건설 사업의 경우, 해당 작업구역의 총 작업량을 계획된 공사 기간 내에 처리하기 위해서는 토공 운반경로를 추가 확

보하고 채석장과 적치장을 추가로 조성해야 할 것으로 판단된다.



[그림 3-159] 작업 시나리오별 작업소요시간 및 작업효율

라. 사용자 매뉴얼

(1)SimCon 시스템 사용자 메뉴얼

"SIMCON 소프트웨어"

사용자 설명서

2010. 8.

<제목 차례>

1. 개요 ---- 4
1.1. 시스템 개요 ---- 4
1.2. 문서개요 ---- 4
1.3. 소프트웨어 운용환경 ---- 4
1.4. 하드웨어 운용환경 ---- 4

2. 소프트웨어 설치 및 삭제 ---- 5
2.1. 소프트웨어 설치 ---- 5
2.2. 소프트웨어 제거 ---- 7

3. 프로그램 구성 ---- 8
3.1. SIMCON MAIN화면구성 ---- 8
3.1.1. 상단 Toolbar ---- 9
3.1.2. 시뮬레이션 객체 바 ---- 10
3.1.3. 시뮬레이션 Zoom Control ---- 11
3.1.4. Simulation Progress ---- 11
3.1.5. Simulation Time ---- 11
3.1.6. Simulation Ending Condition ---- 12
3.1.7. Simulation Control ---- 12
3.1.8. Path Info ---- 12
3.1.9. 시뮬레이션 객체 속성 창 ---- 13

3.2. 시뮬레이션 화면 ---- 18

4. 프로그램 사용 방법 ---- 20
4.1. 프로그램 시작 및 종료 ---- 20
4.1.1. 프로그램 시작 ---- 20

1. 개요

1.1. 시스템 개요

건설 생산 프로세스 혁신기술 개발에서 사용하는 시뮬레이션 프로그램인 SIMCON은 Multi-Agent를 기반으로 개발하여 기존 이산 사건 기반 시뮬레이션에서는 볼 수 없었던 모델에서 각 운반 차량의 거동 특성을 확인 할 수 있으며 이를 통해 최적 장비 조합과 건설 생산 시뮬레이션 결과의 정확성을 높이는 것을 목적으로 한다.

1.2. 문서개요

본 문서는 SIMCON 소프트웨어의 사용자 매뉴얼에 대한 내용을 기술하며 각 장별 내용은 다음과 같다.

1장 : 본 문서가 적용되는 범위를 식별하고, 문서개요를 기술한다.
2장 : 본 소프트웨어의 설치와 삭제에 대해 기술한다.
3장 : 본 소프트웨어 구성에 대해 기술한다.
4장 : 본 소프트웨어 사용법에 대한 내용을 기술한다.

1.3. 소프트웨어 운용환경

SIMCON 소프트웨어를 사용하기 위한 소프트웨어 환경은 다음과 같다.

- 운영체제: Windows XP Professional SP2 이상
- .Net Framework 3.5 이상

1.4. 하드웨어 운용환경

SIMCON 소프트웨어를 사용하기 위한 권장하드웨어 환경이라 함은 SIMCON 소프트웨어를 사용하는데 있어서 SIMCON 소프트웨어의 전 기능을 원활하게 사용할 수 있는 환경을 말한다. 권장 하드웨어는 아래와 같다.

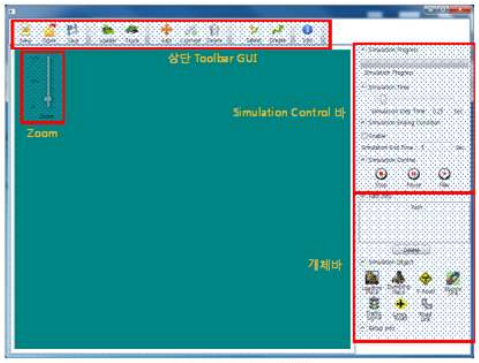
- CPU: Intel Core2 Duo 2.66 Ghz 이상

3. 프로그램 구성

본 장에서는 소프트웨어의 운용에 필요한 정보에 대해 상세히 설명하고 화면별로 SIMCON 운용과 관련된 전반적인 내용을 설명한다.

3.1. SIMCON MAIN화면구성

SIMCON 을 구동하게 되면 프로그램의 Main화면은 아래와 같다. Main화면에서의 각 부분에 대해 설명한다.



<Figure 3-99> SimCon 메인화면

SimCon 메인 화면은 시뮬레이션을 위한 작업공간, 화면 해상도 조절을 위한 Zoom Tool, 객체 생성 및 수정을 담당하는 상단 Toolbar GUI 및 개체 Toolbar GUI와 시뮬레이션 기능을 담당하는 Simulation Control Toolbar GUI로 구성되어 있다. 각 부분의 구성은 다음과 같다.

2. 양중장비와 자재 야적 위치의 최적 결정을 위한 모델 개발(SimTower 시스템)

가. 배경 및 필요성

일반적으로 양중 계획은 개략적인 양중부하계산 및 개략 타워크레인 대수 산정, 공정표에 의한 양중부하계산 및 타워크레인 대수 산정, 타워크레인 위치 결정, 타워크레인 기종 결정 등의 작업에 의해 수행된다.(김정진, 2002) 타워크레인의 위치 결정을 위해서는 관련된 많은 공종과 다양한 현장조건, 작업수행 계획을 반영하여 복잡한 과정을 통하여 수행된다.

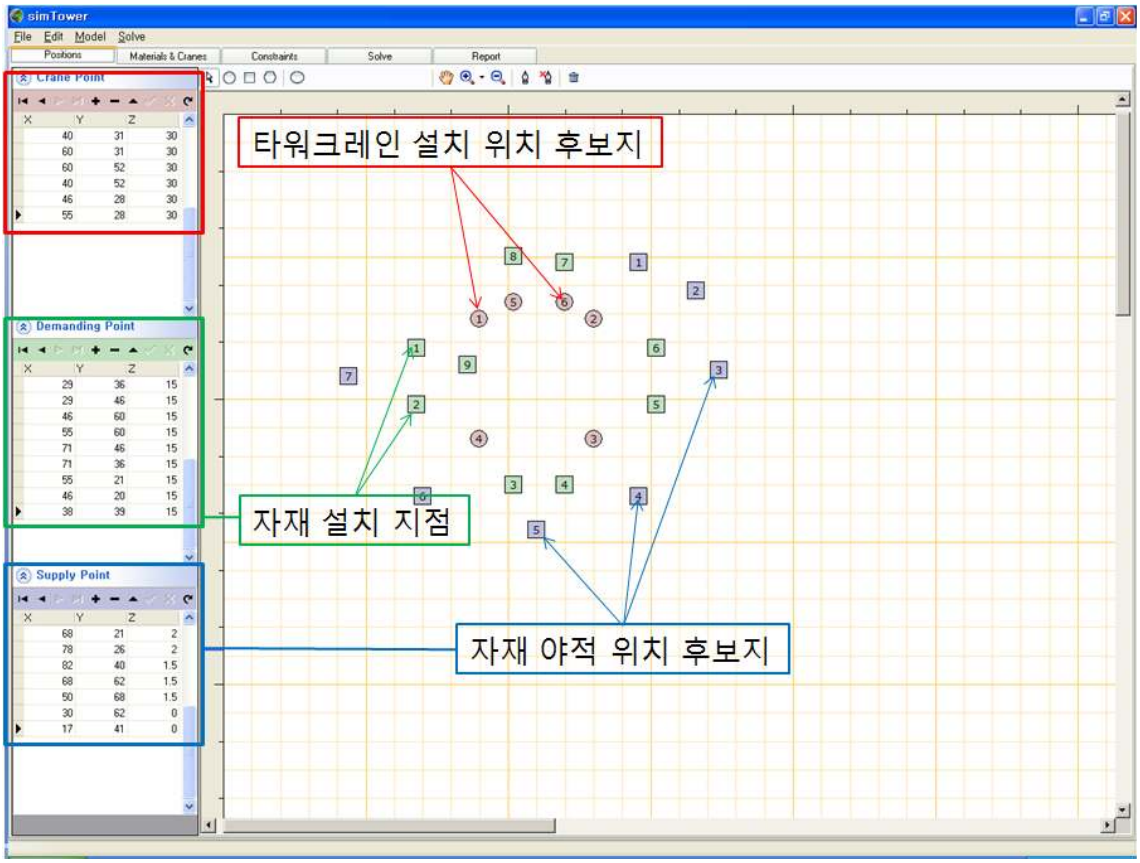
따라서 본 연구에서는 이러한 복잡한 과정을 해결하기 위하여 공동주택의 콘크리트 구조체 공사 단계를 대상으로 타워크레인 기종 및 대수 산정과 타워크레인 및 자재야적지의 최적 위치를 결정하는 최적화 모델 구축 및 시스템 개발을 수행하였다. 본 연구에서는 타워크레인의 다양한 위치에 따른 다양한 자재 야적 후보지로부터 자재 설치 지점까지의 운반시간 최소화를 지원하는 타워크레인의 위치를 동시에 최적화하는 모델을 제시하고자 한다. 타워크레인, 자재 야적 후보지, 설치 지점간의 다양하고 복잡한 상관관계를 다루기 위하여 유전자 알고리즘을 적용한 최적 타워크레인 위치결정 모델을 구축하고자 한다.

나. SimTower 시스템 구성

SimTower 시스템은 마감단계 등 공정 Peak Time 시 주요 양중자재의 운반시간 최적화를 목적으로 하며, 기본적인 작업 구성은 다음과 같다. 여러 종류의 자재를 현장의 여러 지점에 야적한 후 공사 단계에 따라 타워크레인을 이용하여 필요한 위치에 자재를 운반하는데 있어 최저의 비용으로 운반할 수 있는 자재 야적 및 타워크레인의 위치를 선정 한다. 즉, 사전 조사를 통해 파악된 다수의 활용 가능한 자재 야적위치(S1, S2, …, Si)가 존재하며, 자재가 설치되는 다수의 지점(D1, D2, …, Di)이 존재한다. 또한 타워크레인을 설치할 수 있는 다수의 후보지(Cr1, Cr2, …, Cri)가 존재한다.

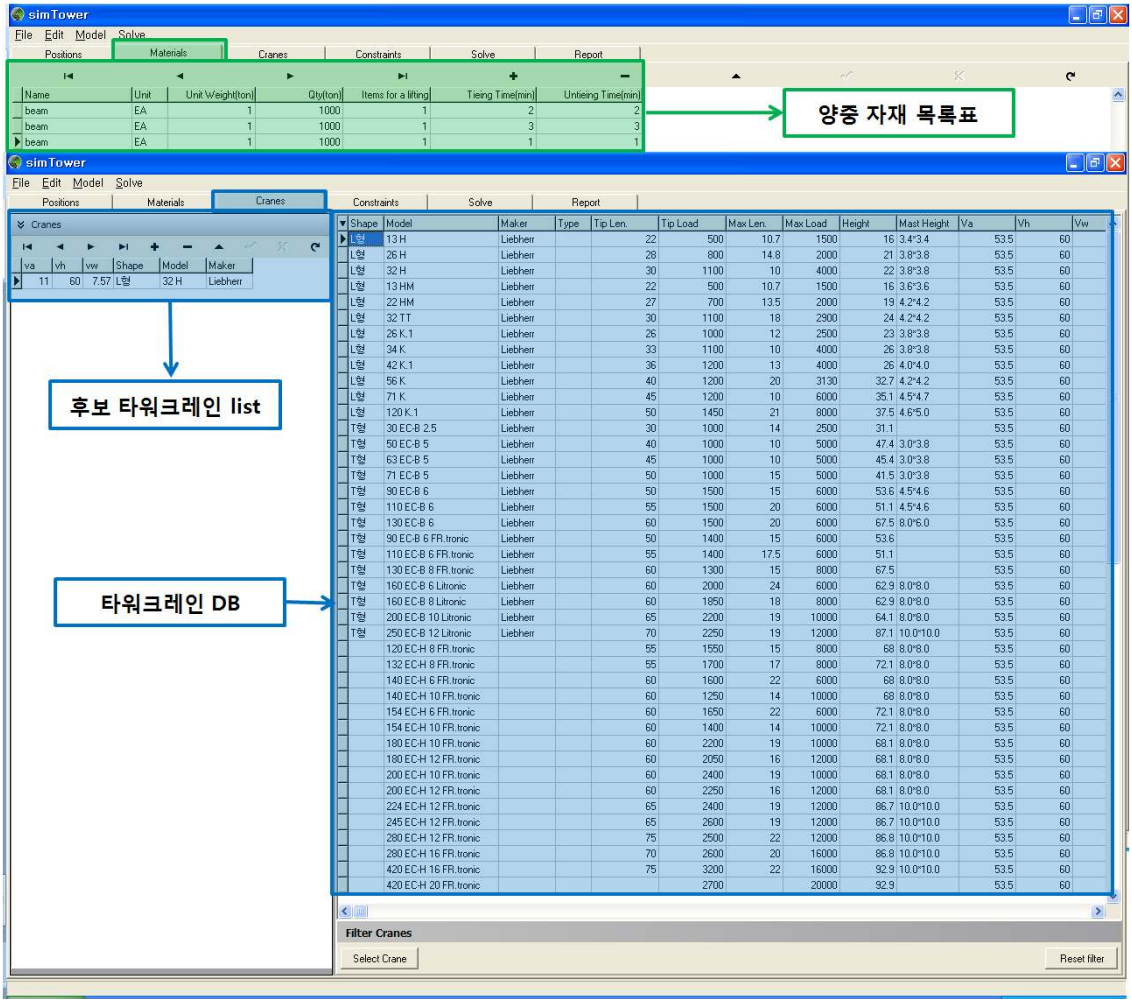
하나의 자재는 여러 개의 야적 후보지점을 가질 수 있으며, 동일한 야적 지점에 적치하거나 여러 야적지점에 나누어 적치할 수 있다. 운반되어야 하는 자재의 수량은 설치지점마다 상이한 경우를 반영한다.

선정된 자재 야적위치로부터 타워크레인 위치에 따라 각 자재별 설치지점에 대한 운반시간을 산정한다. 크레인의 상승, 하강, 회전 시간은 기존 연구결과인 Hook Travel Time (Zhang et al. 1999)을 활용 하였으며, 각 타워크레인의 제원(중량, Jib 길이, 운반속도 등)을 고려하여 산정하도록 하였다. 또한 제시된 결과를 바탕으로 변수를 변화시키면서 총 운반시간의 변화를 검토할 수 있도록 하였다.



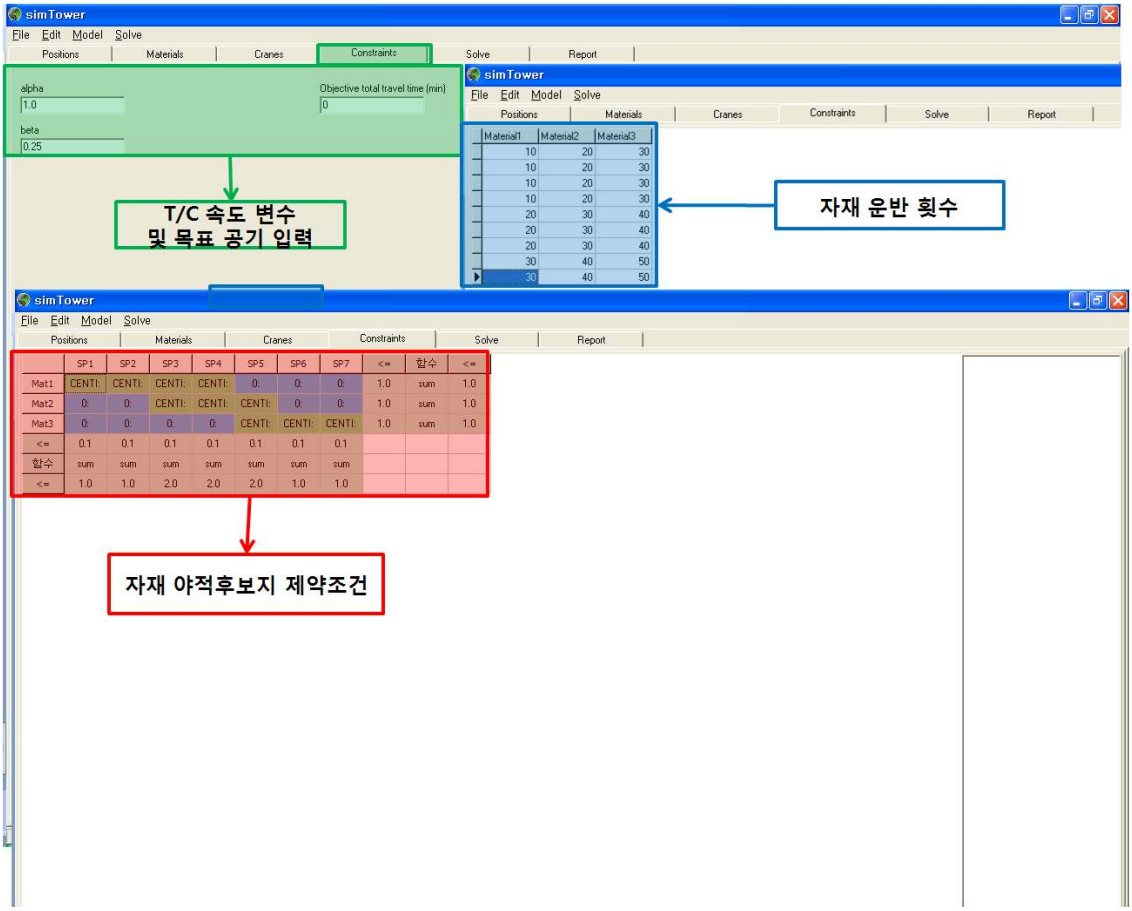
[그림 3-160] 위치 Data 입력창

타워크레인 설치 후보지점, 자재 야적 후보지, 자재 최종 설치지점은 위의 그림과 같이 입력된다. 왼쪽 좌표 창에 좌표를 입력하거나, 오른쪽 화면 창에 직접 Click/Drag 하여 입력이 가능하다.



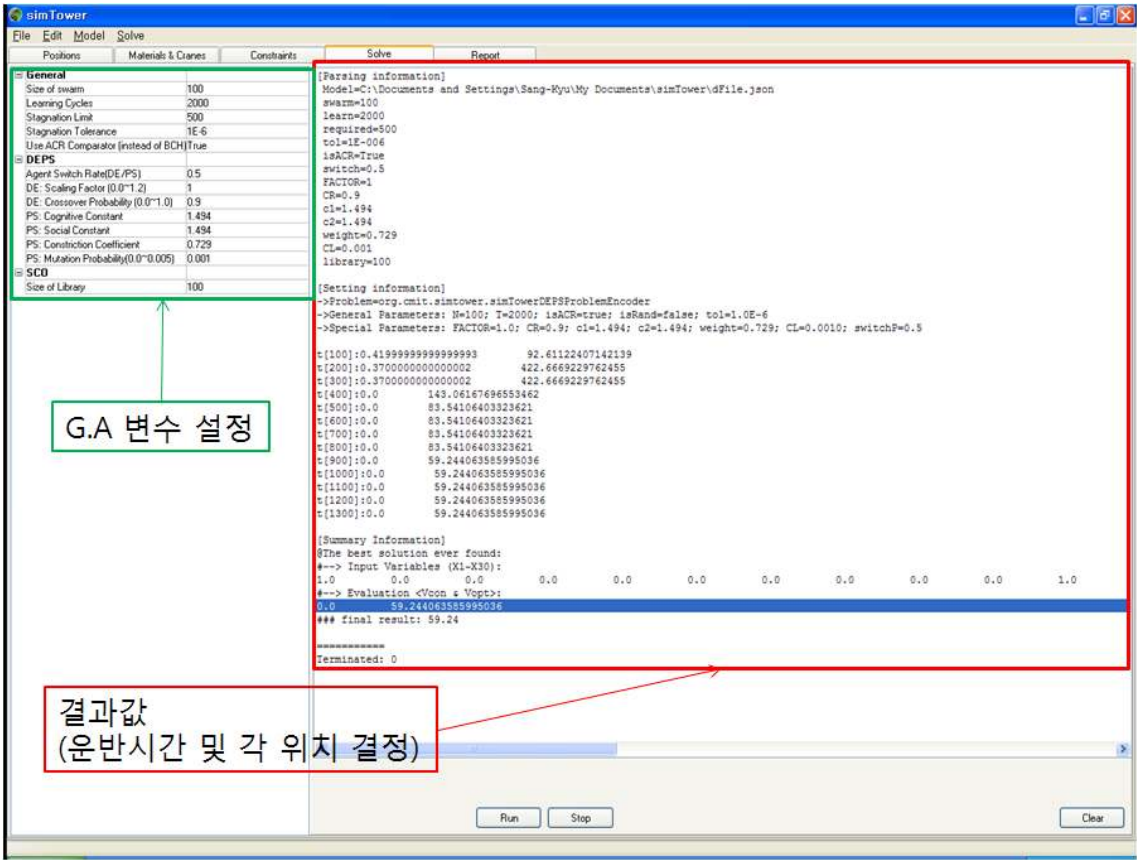
[그림 3-161] 자재입력 및 후보 타워크레인 List 구성

각각의 위치가 결정되면, 양중자재목록을 작성하며, 작성된 양중자재목록을 바탕으로 타워크레인 DB에서 후보 타워크레인을 결정한다. 양중 자재 목록에서 단일부재 최대 양중 자재 하중으로 타워크레인 최대 용량을 결정하여 타워크레인 DB에서 필터링 된 타워크레인을 사용자가 select 버튼을 이용하여 후보 타워크레인을 만든다.



[그림 3-162] 자재 운반 횟수 및 자재 야적후보지 제약조건

각 양중자재 운반횟수는 후보 타워크레인의 기종이 선정되면, 선정된 타워크레인의 용량을 바탕으로 자동 계산이 되며 사용자가 직접 수정이 가능하다. 자재 야적지 결정에 영향을 주는 제약 조건을 입력하여 모든 입력사항을 확인한다.



[그림 3-163] G.A 변수 설정 및 결과값

G.A 변수는 제공된 기본 값을 바탕으로 하며, 입력된 자료들을 바탕으로 타워크레인 설치위치, 자재 야적지 위치를 경쟁하여 최적의 위치를 탐색한다. 또한 결정된 위치에서 운반시간을 계산하여 양중장비 운영계획을 지원한다.

다. SimTower 시스템 프로세스

시스템의 처리단계를 간략히 나타내면 다음과 같다.

① 현장을 관리 가능한 구역으로 나누며, 타워크레인 설치 후보지(CP), 자재 야적 후보지(SP), 자재 설치 위치(DP) Data 입력한다.

② 선택된 구역(Zone_i)에 대한 양중자재 목록표 작성한다.

③ 양중자재 목록표의 자료 및 각 위치 정보로부터 타워크레인 DB에서 후보 타워크레인 List를 도출한다.

④ 제약조건 및 타워크레인 운용변수(α, β, 속도 효율)를 입력한다.

⑤ 후보 타워크레인 List로 부터 타워크레인_i (i=1...n)의 위치 최적화 시킨다.

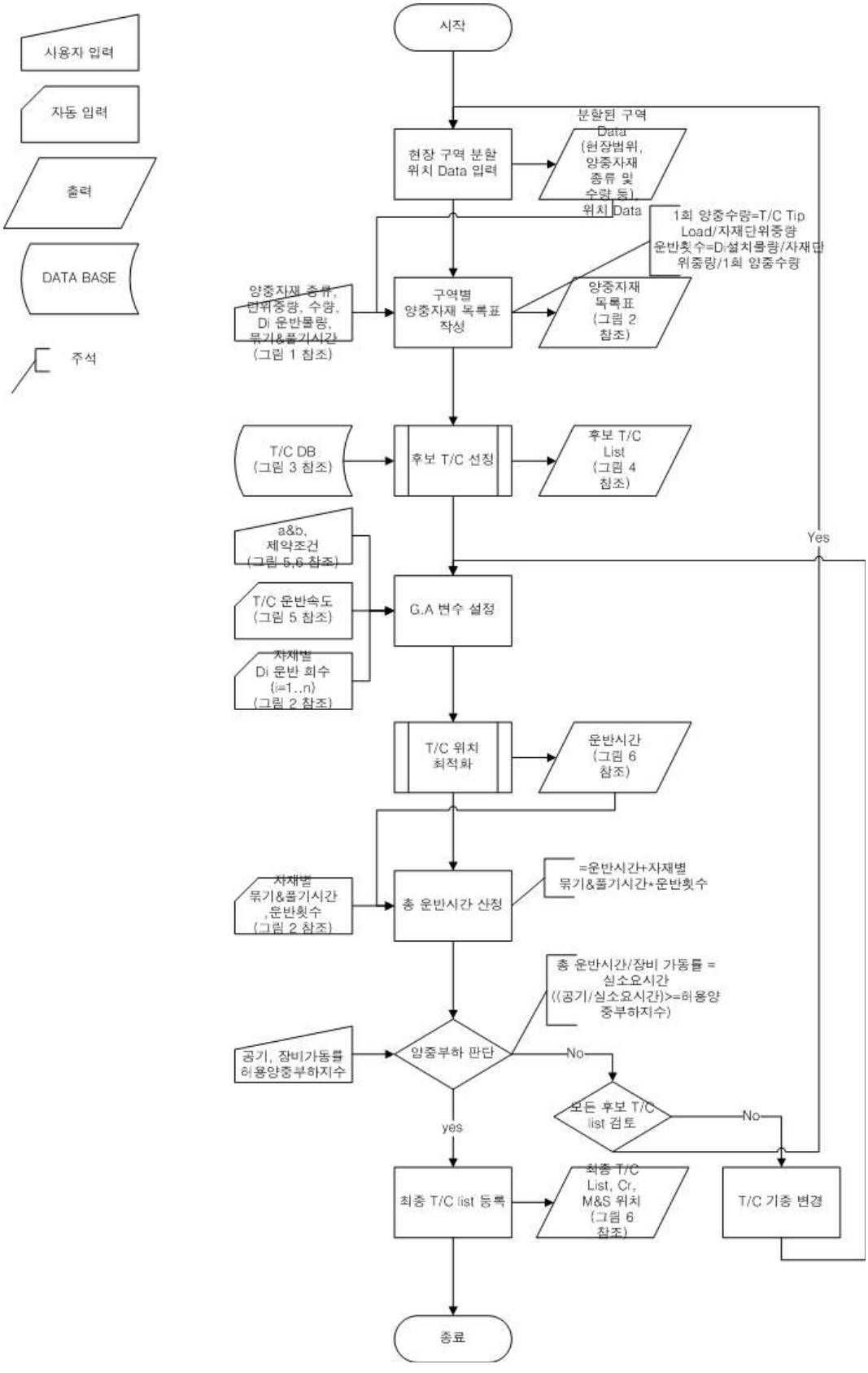
⑥ 위치결정에 의한 운반시간 계산과 자재별 묶기&풀기 시간을 고려한 총 운반시간 산정 한다.

⑦ 총 운반시간과 공기를 비교하여 양중부하 판단한다.

⑧ 양중부하를 만족하지 못하고 모든 후보 타워크레인을 고려하지 않았으면, ⑤번 프로세스(i=i+1)

⑨ 양중부하를 만족하지 못하고 모든 후보 타워크레인을 고려하였으면, ①번 프로세스

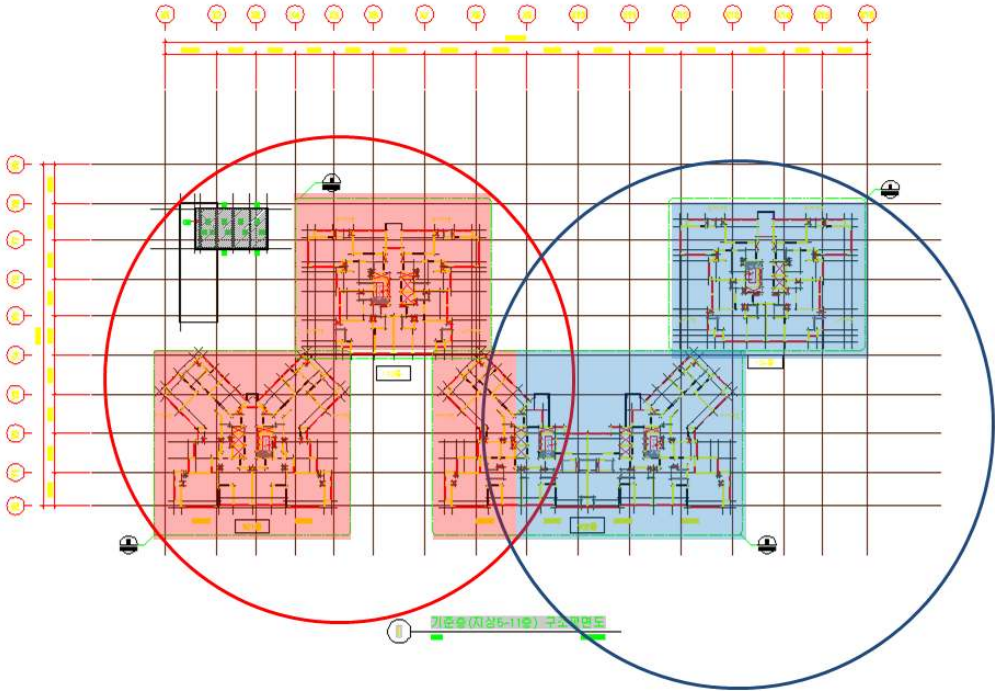
⑩ 양중부하를 만족하면, 타워크레인_i 및 설치 위치, 자재의 총 운반시간 등 최종 결과값 도출 한다.



[그림 3-164] SimTower 알고리즘

(1) 현장 구역 분할 및 위치 후보지 입력

자재 야적 후보지를 포함한 현장의 모든 범위는 타워크레인 작업반경(JIB 길이)에 포함되어야 한다. 현장의 위치, 범위, 공사방법 등의 여건으로 한대의 타워크레인으로 현장전체를 포괄하기 어려운 경우에는 현장을 사용자가 관리 가능한 범위로 구역을 분할하여 각 타워크레인의 작업구역을 설정한다. 단일 타워크레인은 구역으로 분할된 현장 범위를 포괄할 수 있어야 하며, 현장 범위내에 설치될 자재 야적 후보지 또한 포괄하여야 한다.



[그림 3-165] 현장 구역 분할의 예

타워크레인의 설치 후보지(CP)는 평면도, 단면도 등을 고려하여 Set back, Sunken garden, 간섭, wall Bracing(건물이격, Bracing 이격거리) 및 해체가능여부 등을 판단하여 선정한다. 또한, CP는 아래 표와 같이 건물내부, 외부에 설치됨에 따라 장·단점이 서로 다르기 때문에 이를 고려하여 CP(타워크레인 설치 후보지점)를 선정하도록 한다. 양중계획 프로세스의 후반부에서 어떤 조건이 만족되지 않으면 다른 부분들은 수정할 수 있는 방법이 있지만 CP의 경우 처음부터 다시 고려해야 하기 때문에 신중을 기해야 한다. 자재 야적 후보지(SP)는 양중자재를 야적할 수 있는 후보지를 말한다. 하나의 자재는 여러 야적 후보지를 가질 수 있으며, 하

나의 야적 후보지에 여러 자재가 야적될 수 있다. 자재설치지점(DP)는 현장 범위내에 자재 설치위치를 말한다.

<표 3-090> 타워크레인 위치별 장 · 단점(김정진, 2002)

위치별 / 구분	코어 내부	코어 외부	건물 외부
장점	- 건물의 가운데에 위치해서 목적위치까지 최단거리이므로 유리 - 코어 외부의 골조공정에 지장을 주지 않음으로써 공기단축에 유리	- 타워크레인 장비 설치가 용이함 - 타장비와의 간섭을 피할수 있음	- 건물내부 골조공사에 지장을 주지 않아 층당 골조공기 단축에 유리함 - Telescoping 횟수가 Climbing에 비해 적어 공기에 유리
단점	- 코어 내부가 벽으로 둘러싸여 공간이 좁아 장비설치가 어려움 - 타워크레인 Climbing 하는 작업공간이 좁고 어려움 - 코어내의 기타장비와 간섭이 발생하기 쉬움 - 코어를 통한 물류이동통로에 방해	- 공구 한가운데 타워크레인이 설치되어 공사에 지장 - 타워크레인 설치로 인해 공구 한 가운데 개구부가 발생하므로 잔여공사공정에 영향 - 공구 중앙에 타워크레인 개구부가 발생하여 지수에 문제가 생겨 타공정에 영향	- 건물외벽이 잔여공사로 남아 마감공사공정에 영향 - 마스트가 지상층부터 건물높이까지 필요하므로 마스트 비용이 상승함 - 타워크레인 설치 반대편까지의 거리가 멀어지므로 타워크레인 반경 및 큰 용량 필요

(2) 양중자재 목록표 작성

현장이 관리 가능한 범위로 분할이 되면, 분할된 구역에 대한 고려시점(예를 들어 공정 Peak time)의 양중자재 목록을 작성한다. 양중자재 목록표는 Peak time을 기준으로 작성하는 것이 양중부하 판단에 적합하다.

양중자재는 그 형상과 중량에 따라 상당한 다양하다. 삼성중공업은 이러한 양중자재를 형상과 중량에 따라 크게 3항목으로 분류를 하였다. 양중자재의 분류는 아래 표와 같으며, 타워크레인으로 양중 가능한 자재는 대형재와 일부 중형재이다. 나머지 중형재와 소형재는 보통 Lift 나 승강기를 통해 운반을 한다.

<표 3-091> 양중재의 분류(삼성중공업, 초고층요소기술, 199)

항목			대형재	중형재	소형재
양중재	형상	길이	4m 초과	4m 이하~ 1.8m 초과	1.8m 이하
		폭	1.8m 초과	1.8m 이하	1.8m 이하
	중량		2.0ton 초과	2.0ton 이하	2.0ton 이하
	품명		대형재, 장척재, 정형재 : 철골, 철근, 와이어메쉬, 공조기, 열교환기, 설비기긱, 대형거푸집(벽, 바닥), 비계파이프 등	권물재, 평판재, 이형재, 정형재 : 경량형강, 데크플래이트, 목재, 파이프류, 보드류, 비계발판, 동바리, 커튼월, 덕트류, 각종 전기, 설비자재, 기타 마감재	권물재, 평판재, 이형재, 정형재, 분산재 : 작업원, 비계류, 유리, 합판, 각종 내장재 및 보드류, 바닥재, 도장재, 시멘트벽돌·블록, 전기, 자재, 뿜칠용 석면, 시멘트, 모래
양중장비			타워크레인	타워크레인/ 장스탠 리프트	Lift/엘리베이터

현장마다 각 현장의 특성을 반영하여 양중자재를 선정하기 때문에 양중자재 목록의 표준은 없다. 따라서 양중자재 선정은 사용자의 입력값이며, 상당한 다양성을 가지고 있다. 양중자재 목록표 작성시, 김정진(2002)은 서울시내 46~69층 초고층 주거건물 4개 현장(3개 철골조 건물과 1개 RC조 건물)을 대상으로 고려하였다. 본 연구는 김정진(2002)의 양중자재 목록을 바탕으로 다음 표와 같은 주요 양중자재 리스트(20~30개)를 제공한다.

1												
2	T/C Tip Load :	4	ton	T/C Jib 길이 :	40					m		
3						공구별 설치물량(ton)						
4	구분	양중자재	단위	단위 중량 (ton)	양중자재 수량	D1	D2	...+,-	계(ton)	1회 양중수량	양중횟수	T_loading& T_unloading
5	철골재	기둥	매	4	28				112	1	28	
6		Girder	매	2	46					2	23	
7		Beam	매	1.5	85					2	43	
8		계단	매	1.3	6					3	2	
9		Balcony	매	1	30					4	8	
10	데크 플레이트	Deck Plate	매		652							
11		Stud Bolt	개		1900							
12		HT Bolt	개		1000							
13	철골부자재	용접 Tent	set	4	8					1		
14		용접기	대		8							
15		가설창고	대		3							
16	RC자재	Core Wall 거푸집	set		24							
17		Core Wall 철근	ton		27.4							
18		Core Wall Con'c	m3		194							
19		기둥거푸집	set		28							
20		기둥 System form	set		0							
21		기둥철근	ton		18.5							
22		기둥 Con'c	m3		87							
23		Slab 거푸집	m2		0							
24		Slab 철근	ton		21.3							
25		Slab Con'c	m3		210							
26		동바리	개		120							
27		기타										
28		합계										

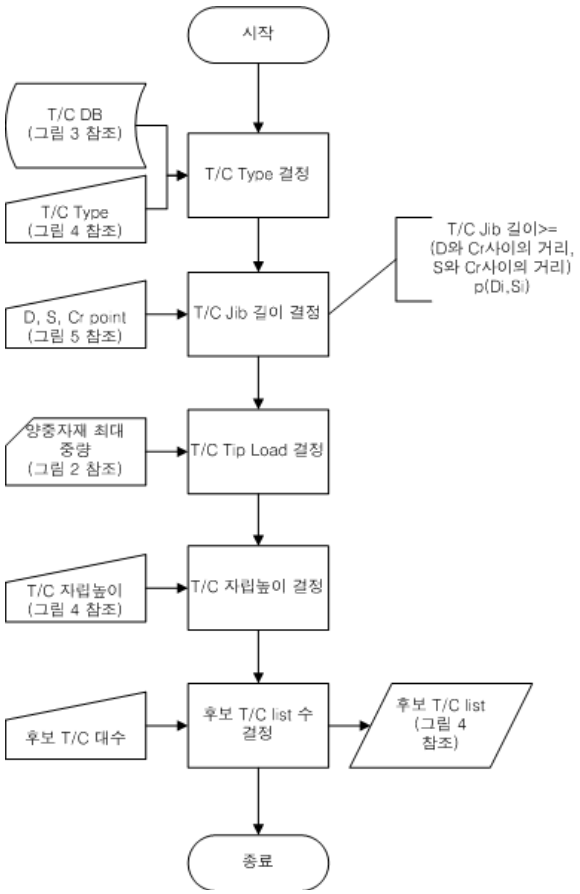
[그림 3-166] 양중자재 목록표

위의 양중자재 목록표는 대형 가시설, 안전 시설물, 대형 Pipe, 커튼월(PC 외장재), AHU(Air Handling Unit ; 대형 기계실에 설치, 2ton) 정도만 제외한 목록표이며, 전문가의 의견에 의하면 이는 총 양중자재에서 약 95%를 포괄하는 것으로 판단된다. 또한 마감자재, 소방시설, 전기시설, 건축설비 자재 등은 양중재의 분류표에서 분류되었듯이 대부분 Lift나 승강기로 양중하기 때문에 제외하였다.

양중자재 목록표에서 사용자는 양중자재를 추가 또는 삭제 가능하며, 양중자재의 단위중량, 양중자재의 수량 및 공구별 설치물량 등을 입력한다. 또한, 각 양중자재의 묶기&풀기 시간은 사용자가 이를 DB화하여 입력/수정할 수 있도록 한다.

(3) 후보 타워크레인 선정

양중자재 목록이 작성되면, 양중자재의 제원으로부터 후보 타워크레인 List를 선정한다. 후보 타워크레인 List의 선정은 타워크레인 DB로부터 Type, Tip Load, Jib 길이, 자립높이 등의 요구조건을 만족하는 타워크레인 목록을 제시한다. 사용자는 제시된 타워크레인 목록으로부터 각 타워크레인을 선정 또는 제거하여, 고려할 후보 타워크레인 List를 선정한다. 그 세부과정은 다음과 같다.

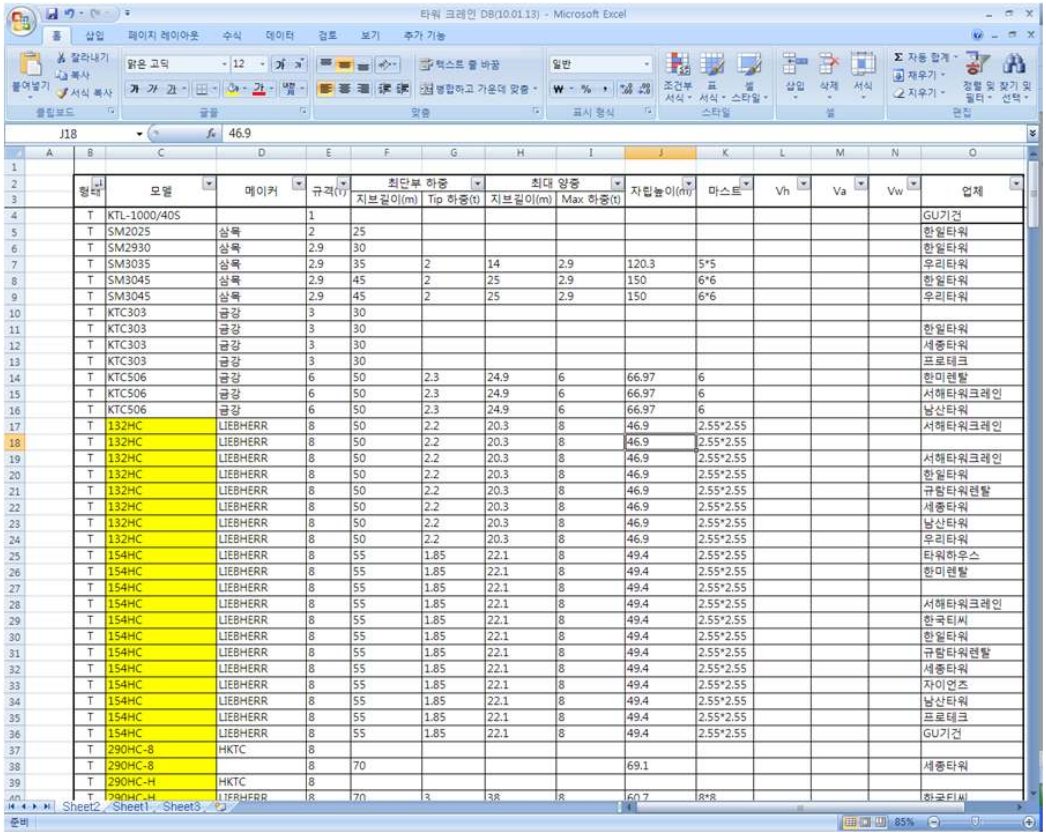


[그림 3-167] 후보 타워크레인 선정 알고리즘

(가) 타워크레인 DB

타워크레인의 DB는 타워크레인 전문 대여업체를 선정하여, 보유한 모든 타워크레인을 바탕으로 구축하였다. 크레인의 종류에는 타워크레인, 모바일 크레인, 카고크레인 등 여러 종류가 있으나 보통 건설현장에서는 타워크레인과 모바일 크레인을 사용하기 때문에 다른 종류의 크레인은 제외하였다. 또한, 모바일 크레인의 경우 특성상 이동이 가능하기 때문에 타워크레인의 위치최적화를 목적으로 하는 본 연구의 범위에서 제외되었다. 타워크레인 DB는 추가 입력 및 삭제 등이 가능하다.

다음의 그림은 타워크레인 DB를 나타내며, 타워크레인의 type, 모델, Jib 길이, Tip Load, Max Load, 자립높이, 양중속도(Vh, Va, Vw) 등으로 구성된다.



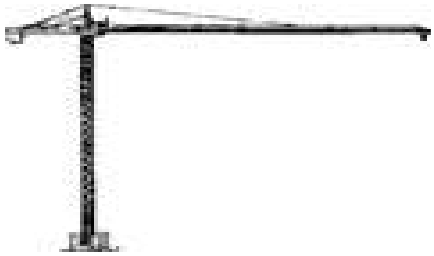
형태	모델	메이커	규격(t)	최단부 하중		최대 양중		자립높이(m)	마스트	Vh	Va	Vw	업체
				지브길이(m)	Tip 하중(t)	지브길이(m)	Max 하중(t)						
T	KTL-1000/40S		1										GU기건
T	SM2025	삼육	2	25									한일타워
T	SM2930	삼육	2.9	30									한일타워
T	SM3035	삼육	2.9	35	2	14	2.9	120.3	5*5				우리타워
T	SM3045	삼육	2.9	45	2	25	2.9	150	6*6				한일타워
T	SM3045	삼육	2.9	45	2	25	2.9	150	6*6				우리타워
T	KTC303	금강	3	30									
T	KTC303	금강	3	30									한일타워
T	KTC303	금강	3	30									세종타워
T	KTC303	금강	3	30									프로테크
T	KTC506	금강	6	50	2.3	24.9	6	66.97	6				한미렌탈
T	KTC506	금강	6	50	2.3	24.9	6	66.97	6				서해타워크레인
T	KTC506	금강	6	50	2.3	24.9	6	66.97	6				남산타워
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				서해타워크레인
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				서해타워크레인
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				한일타워
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				규탑타워렌탈
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				세종타워
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				남산타워
T	132HC	LIEBHERR	8	50	2.2	20.3	8	46.9	2.55*2.55				우리타워
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				타워하우스
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				한미렌탈
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				서해타워크레인
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				한국티씨
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				한일타워
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				규탑타워렌탈
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				세종타워
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				자이언즈
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				남산타워
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				프로테크
T	154HC	LIEBHERR	8	55	1.85	22.1	8	49.4	2.55*2.55				GU기건
T	290HC-8	HKTC	8										
T	290HC-8		8	70				69.1					세종타워
T	290HC-H	HKTC	8										
T	290HC-H	LIEBHERR	8	70	3	38	8	60.7	8*8				한국티씨

[그림 3-168] 타워크레인 DB

타워크레인 양중속도의 경우, Hook의 fall(Line)에 따라 다르며 양중자재의 하중에 따라 다르기 때문에 제원표의 최대속도를 입력하였다. 양중 Cycle time 계산시 타워크레인의 속도효율을 적용하여 적정한 값을 계산하도록 하였다.

(나) 타워크레인 Type결정

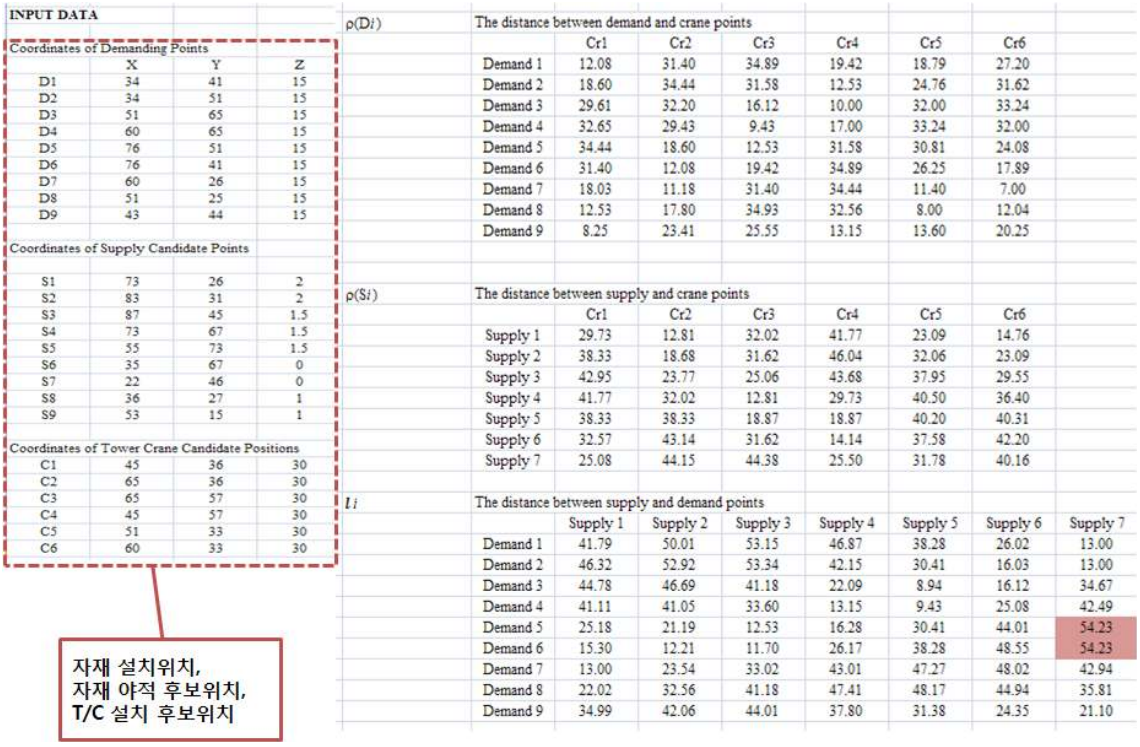
타워크레인의 Type은 크게 T-type과 Luffing-type 2가지로 나뉘며, 현장의 작업환경에 따라 결정된다. 보통 T-Type자형 타워크레인 같은 경우는 고공방해가 없는 현장에 설치하게 되지만 현장 주변에 높은 건물들이 있을 때에는 Main Jib이 다른 건물에 접촉이 되기 때문에 운용에 어려움이 있다. 이런 현장 여건에 맞추어진 타워크레인이 Luffing Jib-Type 타워크레인이다. 타워크레인의 타입은 현장 여건에 따라 사용자가 선정하도록 한다.

	
T-type 타워크레인 국내 타워크레인의 주종을 이루는 형식으로 주로 작업반경내에 장애물이 없을 때 사용	**Luffing Jib-type 타워크레인** T 형 타워크레인은 지브가 고정되어 있는데 비하여, LuffingJib 형은 고공권 침해 또는 타 건물에 간섭이 있을 경우 선택되는 장비로 Mobile Crane처럼 지브를 상하로 움직여 작업물을 인양할 수 있음

[그림 3-169] 타워크레인 Type(서울시 건설안전본부 건축부, 2005)

(다) 타워크레인 Jib 길이 결정

타워크레인 Jib 길이의 경우, 앞서 현장 구역 분할에서 설명한대로 타워크레인의 Jib 길이가 현장의 모든 범위를 포괄하여야 하기 때문에, 직접적인 Jib길이의 선택보다는 타워크레인 설치 후보지, 자재야적위치 후보지, 자재설치지점(CP, SP, DP)의 위치 Data를 바탕으로 타워크레인 최소 jib 길이를 자동으로 선정한다.



INPUT DATA

Coordinates of Demanding Points

	X	Y	Z
D1	34	41	15
D2	34	51	15
D3	51	65	15
D4	60	65	15
D5	76	51	15
D6	76	41	15
D7	60	26	15
D8	51	25	15
D9	43	44	15

Coordinates of Supply Candidate Points

S1	73	26	2
S2	83	31	2
S3	87	45	1.5
S4	73	67	1.5
S5	55	73	1.5
S6	35	67	0
S7	22	46	0
S8	36	27	1
S9	53	15	1

Coordinates of Tower Crane Candidate Positions

C1	45	36	30
C2	65	36	30
C3	65	57	30
C4	45	57	30
C5	51	33	30
C6	60	33	30

자재 설치위치,
자재 야적 후보위치,
T/C 설치 후보위치

ρ(Di) The distance between demand and crane points

	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5	Cr6
Demand 1	12.08	31.40	34.89	19.42	18.79	27.20
Demand 2	18.60	34.44	31.58	12.53	24.76	31.62
Demand 3	29.61	32.20	16.12	10.00	32.00	33.24
Demand 4	32.65	29.43	9.43	17.00	33.24	32.00
Demand 5	34.44	18.60	12.53	31.58	30.81	24.08
Demand 6	31.40	12.08	19.42	34.89	26.25	17.89
Demand 7	18.03	11.18	31.40	34.44	11.40	7.00
Demand 8	12.53	17.80	34.93	32.56	8.00	12.04
Demand 9	8.25	23.41	25.55	13.15	13.60	20.25

ρ(Si) The distance between supply and crane points

	Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5	Cr6
Supply 1	29.73	12.81	32.02	41.77	23.09	14.76
Supply 2	38.33	18.68	31.62	46.04	32.06	23.09
Supply 3	42.95	23.77	25.06	43.68	37.95	29.55
Supply 4	41.77	32.02	12.81	29.73	40.50	36.40
Supply 5	38.33	38.33	18.87	18.87	40.20	40.31
Supply 6	32.57	43.14	31.62	14.14	37.58	42.20
Supply 7	25.08	44.15	44.38	25.50	31.78	40.16

li The distance between supply and demand points

	Supply 1	Supply 2	Supply 3	Supply 4	Supply 5	Supply 6	Supply 7
Demand 1	41.79	50.01	53.15	46.87	38.28	26.02	13.00
Demand 2	46.32	52.92	53.34	42.15	30.41	16.03	13.00
Demand 3	44.78	46.69	41.18	22.09	8.94	16.12	34.67
Demand 4	41.11	41.05	33.60	13.15	9.43	25.08	42.49
Demand 5	25.18	21.19	12.53	16.28	30.41	44.01	54.23
Demand 6	15.30	12.21	11.70	26.17	38.28	48.55	54.23
Demand 7	13.00	23.54	33.02	43.01	47.27	48.02	42.94
Demand 8	22.02	32.56	41.18	47.41	48.17	44.94	35.81
Demand 9	34.99	42.06	44.01	37.80	31.38	24.35	21.10

[그림 3-170] 타워크레인 Jib 길이 결정

자재 설치지점, 자재 야적 후보지, 타워크레인 설치 후보지의 위치 Data를 입력하면 각각으로 부터 거리를 계산하며, 계산된 가장 긴 거리에 닿을 수 있는 타워크레인 jib 길이를 보유한 타워크레인을 선별한다. 위의 그림에서는 최대거리가 54.23m이기 때문에, Jib길이가 54.23보다 긴 타워크레인을 선별한다.

$$T/C\,Jib\,\text{길이} \geq MAX(\rho(D_i), \rho(S_i), l_i)$$

여기서, $\rho(D_i) = Demand\,Point$ 에서 $Crane\,Point$ 까지의 거리
$\rho(S_i) = Supply\,Point$ 에서 $Crane\,Point$ 까지의 거리
$l_i = Supply\,Point$ 에서 $Demand\,Point$ 까지의 거리

(라) 타워크레인 Tip Load 결정

타워크레인의 Tip Load란 Jib의 끝단에서 양중 가능한 최대 중량을 말한다. 타워크레인의 Tip Load를 결정하는 이유는 현장의 모든 범위(자재 야적 후보위치, 자재 설치위치)를 타워크레인의 JIB가 포괄하여 양중 가능해야 하기 때문이다. 아래

의 그림은 KH310의 75M Jib 길이에 대한 Tip Load는 2.2ton 이라는 것을 보여준다.

■ KH 310 Load Capacity

JIB Length	Max Capacity (ton)											
	14ton	20M	25M	30M	38M	44M	50M	56M	60M	66M	70M	75M
75M	15m	10.0	7.7	6.7	5.1	4.3	3.7	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2
70M	18m	12.5	9.7	7.8	6.4	5.4	4.6	4.1	3.7	3.3	3.1	
66M	19m	13.8	10.7	8.6	7.0	5.9	5.1	4.5	4.1	3.7		
60M	20m	14.0	10.8	8.7	6.8	6.0	5.2	4.6	4.2			
56M	21m	14.0	11.4	9.2	7.1	6.3	5.5	4.8				
50M	21m	14.0	11.8	9.6	7.3	6.6	5.7					
44M	22m	14.0	12.3	10.0	7.5	6.8						
38M	22m	14.0	12.4	10.1	7.7							

[그림 3-171] KH310 Tower Crane 제원

타워크레인 기종 선정 시에는 타워크레인의 Jib 길이와 Load 결정이 크게 영향을 미친다. 타워크레인의 최소 용량 결정은 양중자재 목록표의 단일 양중부재의 최대중량으로 자동 결정되며, 또는 여러 부재가 동시에 양중되는 경우 사용자가 이를 수정할 수 있다. 철골조 빌딩의 경우 보통 철골부재가 최대중량을 가진다.

$$T/C\,Tip\,Load \geq \text{양중자재 최대중량}$$

(마) 타워크레인 자립높이 결정

타워크레인의 설치위치는 크게 코어 내부, 코어 외부, 건물 외부로 나뉘어 진다. 코어 내부, 코어 외부처럼 건물내부에 설치되는 경우 Climbing으로 타워크레인의 높이를 상승시키기 때문에 타워크레인 자립높이가 크게 영향을 미치지 않는다. 하지만 건물 외부에 타워크레인을 설치하는 경우는 Telescoping으로 타워크레인의 높이를 상승시키기 때문에, 양중 요구 높이보다 낮을 경우가 생길 수 있으므로 타워크레인 자립높이를 고려조건으로 입력 하도록 한다. 타워크레인 자립높이는 사용자의 입력값으로 요구조건을 만족하는 타워크레인을 선택한다.

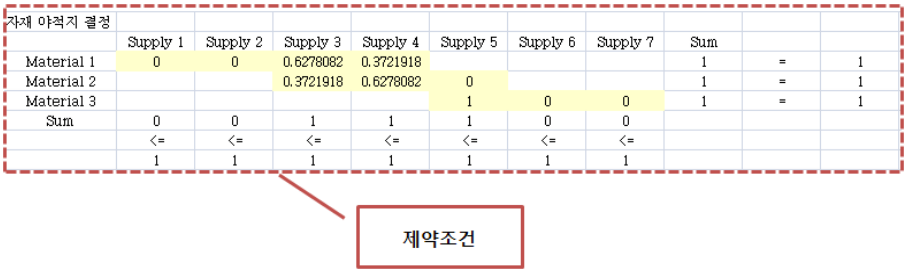
(바) 후보 타워크레인 List

타워크레인의 Tip Load, Jib길이, 자립높이 등 제약조건을 고려하여, DB로부터

조건을 만족하는 타워크레인 List에서 사용자가 고려할 타워크레인을 선택, 후보 타워크레인 list를 작성한다.

(4) 제약조건입력

후보 T//C List가 결정되어 타워크레인 설치지점 및 자재 야적지를 최적화 하기 위해, 자재 야적지 결정에 대한 제약조건을 입력한다. 각 자재마다 여러 자재 후보지를 갖거나, 특정 후보지에는 야적이 불가능하게 제약할 수 있다. 또한, 한 곳의 자재 야적 후보지에는 여러 자재가 야적가능하다.



[그림 3-172] 자재 야적지 결정

위의 그림은 Material 1은 Supply 1, 2, 3, 4 의 후보지를 갖고, Material 2은 Supply 3, 4, 5 의 후보지, Material 3은 Supply 5, 6, 7 의 후보지를 갖는 것을 보여준다.

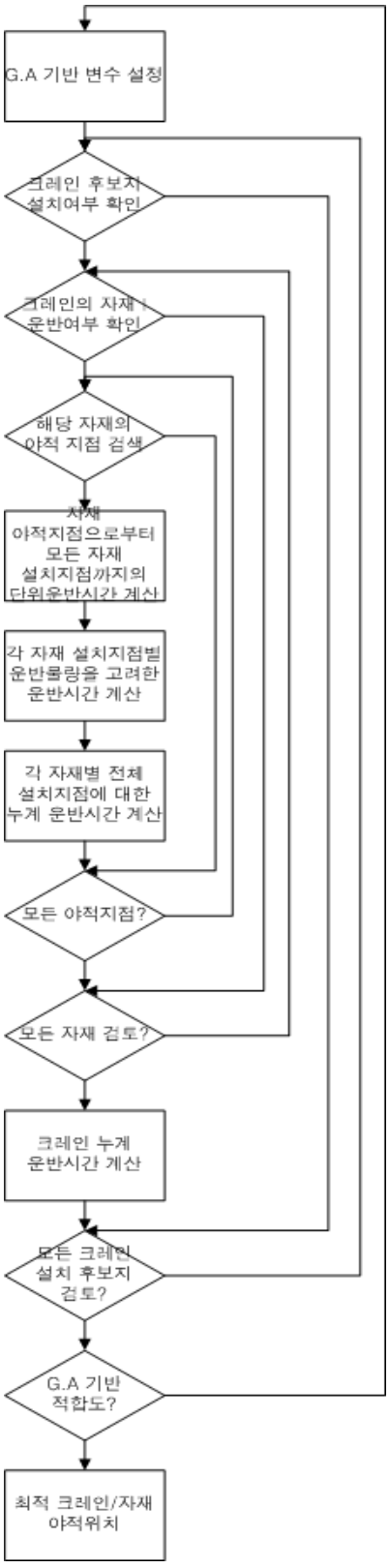
(5) 위치 최적화

타워크레인 설치위치 및 자재야적지의 선정을 위해서는 자재 야적지에 대한 제약조건을 고려하여, 자재 야적 후보지와 타워크레인 설치위치 후보지들 간의 상호조합을 통하여 자재 운반시간 최소화의 목적함수를 만족하는 조건을 검색한다.

$$Minimize \quad c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \cdots + c_{ij}x_{ij}$$

여기서, c_{ij} = 야적장 i로부터
공구 j로의 자재 운반량(운반 횟수)
x_{ij} = 지점 i로부터 지점 j로
운반하는데 드는 단위비용(운반시간)

목적함수를 만족하기 위하여 운반시간과 운반횟수를 계산하는 과정은 다음과 같다.



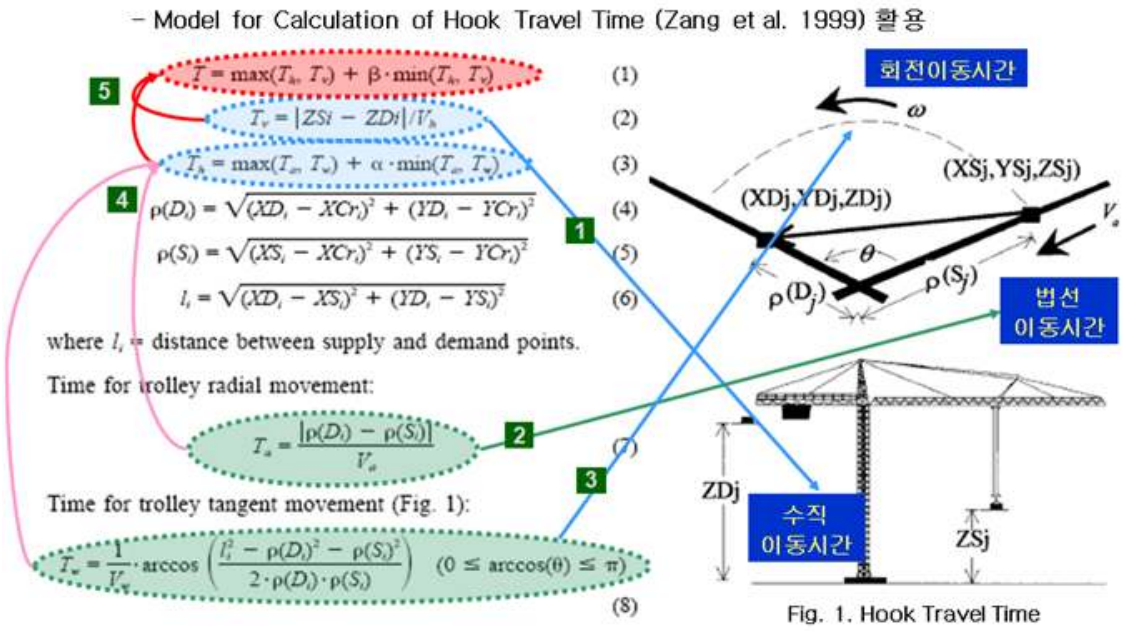
[그림 3-173] 위치 최적화 프로세스

(가) 운반시간

1회 양중 Cycle time은 각 부재마다 다르다. 철골 기둥, 철근, 데크플레이트, 거더, 거푸집 등 각각의 부재마다 묶기시간, 해체시간, 이동시간이 다르기 때문에 각각 부재들의 양중싸이클타임을 고려해야 한다. 또한 양중 싸이클 타임은 바람의 영향, 습도, 운전자의 시야확보 등 여러 영향을 받는다.

모든 현장의 현장여건과 양중조건이 다르기 때문에 각 자재의 양중 싸이클 타임을 기본값으로 제공한다는 것은 한계가 있다. 또한 바람의 영향, 습도, 운전자의 시야확보 등 지속적으로 변하는 변수들을 고려한다는 점은 한계(획일화)가 있으며, 계획단계에서 이의 변수들을 파악하는데 한계가 있다. 즉, 양중부하판단을 위해 양중 cycle time 계산 시 미래의 바람속도, 습도, 운전자의 시야확보를 파악하는데에 어려움이 있다는 것이다.

따라서, 본 연구는 운반시간을 계산하기 위해서 Hook Travel Time 식(Zhang ea al. 1999)을 적용하였다. Hook Travel Time 식의 입력 변수는 타워크레인의 속도 제원와 위치Data이다. Hook 식에 대한 자세한 설명은 다음 그림과 같다.



[그림 3-174] Hook Travel Time 식

여기서, $V_h = Hoist\ Winch\ Speed(m/\min)$
$V_a = Trolley\ Winch\ Speed(m/\min)$
$V_w = Slewing\ Machinery\ Speed(rad/m)$

$\rho(D_i) = Demand\ Point$ 에서 $Crane\ Point$ 까지의 거리
$\rho(S_i) = Supply\ Point$ 에서 $Crane\ Point$ 까지의 거리
$l = Supply\ Point$ 에서 $Demand\ Point$ 까지의 거리

운반시간을 계산하기 위해서 사용자는 α, β의 값을 입력해야 한다. α는 0에서 1 사이의 값을 가지며, Hook의 이동궤적이 평면상에서 원호 및 삼각형 형태를 가지도록 이동시키는 조작능력을 의미한다. β는 마찬가지로 0에서 1사이의 값을 가지며, Hook를 수직·수평 방향으로 동시에 조작할 수 있는 능력을 의미한다.

예를 들어 α가 0일 경우는 트롤리와 지브를 동시에 조작하는 상황이며, 1일 경우는 지브와 트롤리를 각각 독립적으로 조작하는 것을 말한다. β에 대해서 예를 들면, 0일 경우는 Hook의 이동이 수직과 수평면에서의 동시에 움직이며, β가 1일 경우는 각각 독립적으로 수직·수평면 이동을 조작하는 것을 의미한다. β값은 작업장의 높이에 따라 달라지며, 높이가 클수록 값이 증가한다. 또한, 이상적인 α, β값을 얻기 위해서는 실제 건설현장에서 조사를 통해 얻은 데이터를 반영하여 조정되

어야 한다. Kogan(1976)은 숙련된 운전원일 경우, 전체 Cycle time의 76% 정도가 동시 이동되는 것으로 발표하였다. 그러므로 별도로 표시되지 않는 한 α는 0.25로 추정되며, β는 1로 추정될 수 있는데 이는 Hook가 수직과 수평면에서 순차적으로 이동한다는 것을 의미한다.

(나) 운반횟수

후보 타워크레인 List를 선정하는 과정에서의 타워크레인 Tip Load는 양중자재의 운반횟수에 영향을 미친다. 양중자재마다 단위중량이 다르기 때문에 타워크레인 용량에 따라 양중자재의 1회 운반횟수가 각각 다르게 된다.

$$1\text{회 양중수량} = \frac{T/C\,Tip\,Load}{\text{양중자재 단위 개수당 중량}},$$

$$\text{운반횟수} = \frac{\text{양중자재 수량}}{\text{1회 양중수량}}$$

예를 들어, 타워크레인 Tip Load를 4ton이라 하고, 양중자재 단위 개수당 중량을 4ton 이라하면, 1회 양중수량은 1(piece)가 된다.

$$\frac{T/C\,Tip\,Load}{\text{양중자재 단위 개수당 중량}} = \frac{4t}{4t} = 1(piece)$$

다른 경우로, 양중자재 단위 개수당 중량을 1.5ton 이라하면, 1회 양중수량은 2(pieces)가 된다.(1회에 양중가능한 수량은 2.667회 이지만, 단위의 소수점은 없기 때문에 소수자리를 버림하여 2pieces가 1회 양중가능 수량이다.

$$\frac{T/C\,Tip\,Load}{\text{양중자재 단위 개수당 중량}} = \frac{4t}{1.5t} = 2.667 \Rightarrow 2(pieces)$$

1회 양중수량이 구해지면, 양중자재수량에 나누어 운반횟수를 구할 수 있다.

$$\text{운반횟수} = \frac{\text{양중자재수량}}{\text{1회 양중수량}}$$

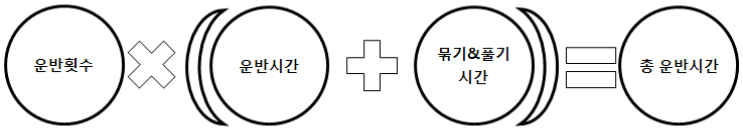
예를 들어, 양중자재수량이 85(pieces)이고, 1회 양중수량이 2(pieces)라면,

$$\frac{85(pieces)}{2(pieces)} = 42.5 \Rightarrow 43(\text{회})$$

마찬가지로 양중횟수도 단위의 소수점이 없기 때문에 소수점을 올려 총 43회를 운반한다. 양중자재 목록표의 양중자재를 대상으로 위와 같은 계산을 반복하여 각 양중자재의 운반횟수를 산출한다.

(6) 총 운반시간 산정

총 운반시간은 위치최적화를 통해 최소화한 운반시간에 묶기&풀기시간을 고려하여 계산한다.



[그림 3-175] 총 운반시간 산정

따라서 타워크레인의 속도제원과 자재운반의 이동거리를 변수로 하여 이동시간을 계산하며, 과거 측정 Data의 자재 묶기&풀기 시간을 고려하여 각 양중자재의 양중 Cycle time을 계산한다. 이 양중 Cycle time에 운반횟수를 고려하여 총 운반시간을 계산하게 된다.

(7) 양중부하 판단

양중부하판단은 주어진 공기와 계산된 총 운반시간의 비교를 통해 알 수 있다.

$$\text{양중부하판단} \begin{cases} \dfrac{\text{총 운반시간}}{\text{공기}} > 1 & ; \text{불만족} \\ \dfrac{\text{총 운반시간}}{\text{공기}} \leq 1 & ; \text{만족} \end{cases}$$

공기는 초기 양중자재 목록을 작성할때의 기간을 기준으로 입력하며, 보통 Peak Time을 기준으로 하는 것이 적합하다. 공기는 사용자의 입력값이며, 주어진 공기가 24hr이라면, 총 운반시간은 주어진 공기 24hr보다 작아야 한다. 양중부하 판단 후 불만족의 결과가 나오면, 프로세스는 후보 타워크레인 List로 돌아가 다음 후보타워크레인을 선택하여 위치최적화 등 프로세스를 다시 진행한다. 만일 모든 후보 타워크레인을 고려하였는데도 양중부하판단을 만족하지 않으면, 최초의 현장 구역 분할을 다시 하도록 한다. 양중부하를 만족하게 되면 고려한 타워크레인은 최종 타워크레인 list로 등록된다.

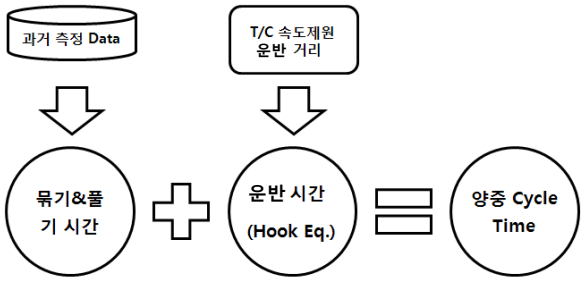
(아) 최종 타워크레인 List 등록

양중부하 판단 후 공기를 만족하게 되면 고려한 타워크레인을 최종 타워크레인 List로 등록하게 된다. 최종 타워크레인 List는 Report를 출력하며, Report에는 타워크레인의 제원, 총 운반시간, 타워크레인의 설치위치, 자재별 야적지 등의 결과를 출력한다.

라. 시스템 검증

(1) Hook Travel Time

1회 양중 Cycle time을 계산하기 위해서는 묶기&풀기 시간과 운반시간을 고려한다. 기존의 연구는 양중부하 판단 시 양중 Cycle Time을 경험이나 과거현장의 측정된 데이터에 따라 결정하였다. 즉, 양중 Cycle time 계산 시에 타워크레인속도 제원이나 운반거리를 고려하지 않았다. 이에 본 연구는 양중 Cycle Time 결정시 과거 측정된 묶기&풀기 시간과 타워크레인 속도제원과 운반거리에 따라 운반시간을 계산하는 Hook Travel Time 식을 적용하여 Cycle Time을 계산하고자 한다. 이를 간단히 나타내면 다음 그림과 같다.

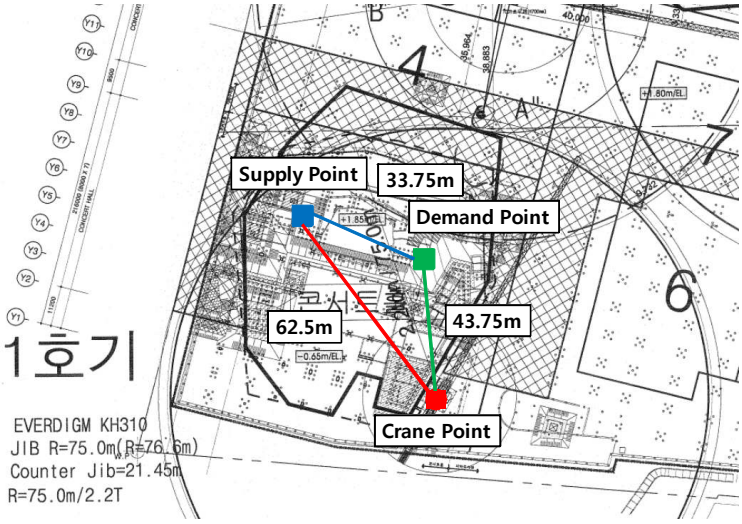


[그림 3-176] 양중 Cycle Time

(가) 현장 Data

본장에서는 Hook Travel Time 식이 운반시간을 계산하는 식으로써 적합한지를 검증하고자 한다. 검증 Data 수집 현장은 1층 바닥 슬래브 콘크리트 양생 후 유로폼의 해체에 따라 동일 시점으로부터 동일 종점까지의 여러 번의 자재 이동이 있었고, 총 20개의 운반시간 데이터를 수집하였다.

검증 현장의 도면을 통해 각각의 위치를 살펴보면 다음과 같다.



[그림 3-177] 검증현장 도면

① 이동거리

이동시점(Supply Point)에서 이동종점(Demand Point)까지의 이동거리와 각 포인트에서 Crane Point 까지의 거리는 다음과 같다.

$$\rho(D_i) = 43.75(m)$$
$$\rho(S_i) = 62.5(m)$$
$$l = 33.75(m)$$

여기서, $\rho(D_i) =$ *Demand Point* 에서 *Crane Point* 까지의 거리
$\rho(S_i) =$ *Supply Point* 에서 *Crane Point* 까지의 거리
$l =$ *Supply Point* 에서 *Demand Point* 까지의 거리

② 타워크레인 제원

현장에서는 다음의 KH310 타워크레인을 사용하였으며, Hook 의 경우 2fall line 을 사용하였다. KH 310 타워크레인의 속도 제원 및 적용 속도값은 다음과 같다.

■ KH 310 Load Capacity

JIB Length	Max Capacity (ton)											
	14ton	20M	25M	30M	38M	44M	50M	56M	60M	66M	70M	75M
75M	15m	10.0	7.7	6.7	5.1	4.3	3.7	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2
70M	18m	12.5	9.7	7.8	6.4	5.4	4.6	4.1	3.7	3.3	3.1	
66M	19m	13.8	10.7	8.6	7.0	5.9	5.1	4.5	4.1	3.7		
60M	20m	14.0	10.8	8.7	6.8	6.0	5.2	4.6	4.2			
56M	21m	14.0	11.4	9.2	7.1	6.3	5.5	4.8				
50M	21m	14.0	11.8	9.6	7.3	6.6	5.7					
44M	22m	14.0	12.3	10.0	7.5	6.8						
38M	22m	14.0	12.4	10.1	7.7							

■ KH 310 Technical Data

Hoist Winch 45kW - AC - Stepless

2 part line reeve	0 - 1500 kg	0 - 90 m/min
	1500 - 3000 kg	0 - 60 m/min
	3000 - 7000 kg	0 - 34 m/min
4 part line reeve	0 - 3000 kg	0 - 45 m/min
	3000 -6000 kg	0 - 30 m/min
	6000 -14000 kg	0 - 17 m/min

Slewing Machinery - 4 Drive Units - Stepless

Speed (4 x 4kw - AC)	0 - 0.67 rpm

Trolley Winch 6.6kW - AC - Stepless

Speed	0 - 6000 kg	0 - 70 m/min
	6000 - 14000 kg	0 - 35 m/min

Electrical Information

Power supply	3ph x 380V , 60Hz (Standard) 3ph x 440V , 60Hz (Option)
Control circuit	24Vdc - 48Vac
Power consumption	100KVA
Power cable	60SQx4core

[그림 3-178] KH310 Tower Crane 제원

<표 3-092> KH310 타워크레인 속도제원 및 적용속도

구분	속도제원	적용 속도	비고
Vh	90 (m/min)	63.00 (m/min)	70%
Va	70 (m/min)	48.85 (m/min)	70%
Vw	0.67 (rpm) ; 4.21 (radian/min)	2.10 (rad/min)	50%

Hook 식에 적용 속도값은 전문가의 의견에 따라 타워크레인의 속도효율을 고려하여 최고속도의 70%값을 적용하였다.

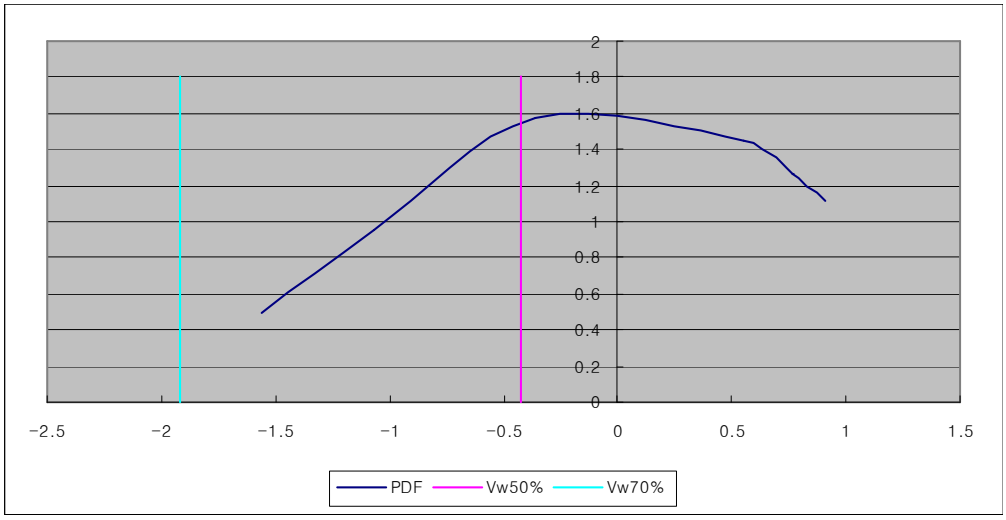
(나) 측정 Data 정규화

건설현장의 특성상 동일한 시점에서 동일한 종점까지의 다수의 양중 Data를 수집하기에는 한계가 있다. 하지만, 수집한 7개의 Data는 정규분포의 특성을 갖는다는 가정을 하여 접근하였다. 측정한 실제 운반시간 및 이에 대한 Z, PDF의 값은 다음 표와 같다.

<표 3-093> 측정 Data의 정규화

순번	실제 운반시간	X	Z	PDF
1	0:01:21	1.350	-1.55999	0.499467
2	0:01:28	1.467	-1.06683	0.95457
3	0:01:38	1.633	-0.36232	1.579222
4	0:01:51	1.850	0.553545	1.446815
5	0:01:54	1.900	0.764898	1.258645
6	0:01:54	1.900	0.764898	1.258645
7	0:01:56	1.933	0.905801	1.118885
평균값		1.719		
표준편차		0.236571		

측정 Data의 정규화 값과 Hook 식으로 계산한 결과 값을 그래프로 그리면 다음 그림과 같다.



[그림 3-179] 정규화 그래프

그래프에서 Vh 70%, Va 70%, Vw 50%의 경우 상당히 평균과 근접한 값을 같는 것을 볼 수 있다. Vh 70%, Va 70%, Vw 70%의 경우는 −1.92로서 0.4726*2%의 값을 갖는 것을 볼 수 있다.

현장Data 측정 중 다음과 같은 한계점을 볼 수 있었다. 건물형상이나 작업요건에 따라 직선으로 운반할 수 없는 경우 돌아서 더 멀리, 더 높이 운반하는 경향을 볼 수 있었다. 또한, 운반경로하에 작업자가 있을 경우도 마찬가지였다. 또한, 날씨가 갑자기 흐려서 바람이 불자, 운반하는 도중 바람이 잠잠해질때까지 잠시 대기하는 등 예측할 수 없는 상황들로 인하여 양중시간 Data 측정의 어려움이 있었다.

	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
0	0	0.004	0.008	0.012	0.016	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.091	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.148
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.17	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844
0.5	0.1915	0.195	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.219
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517
0.7	0.258	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823
0.8	0.2881	0.291	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.334	0.3365
1	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.377	0.379	0.381
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.398	0.3997
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.437	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.475	0.4756	0.4761
2	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812
2.1	0.4821	0.4826	0.483	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.485	0.4854
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913
2.4	0.4918	0.492	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934

[그림 3-180] 표준 정규분포표

3. 린 기반 건설생산 업무가이드북 및 린 건설 실무매뉴얼 개발

핸드북 형식의 업무가이드북을 개발하였으며 린 건설 수행을 위한 실무매뉴얼을 포함하고 있음. 전체적인 내용은 다음과 같다.

가. 현장 기본업무 분석

나. 린작업일괄통합도구(Lean Work-package Tool) 매뉴얼

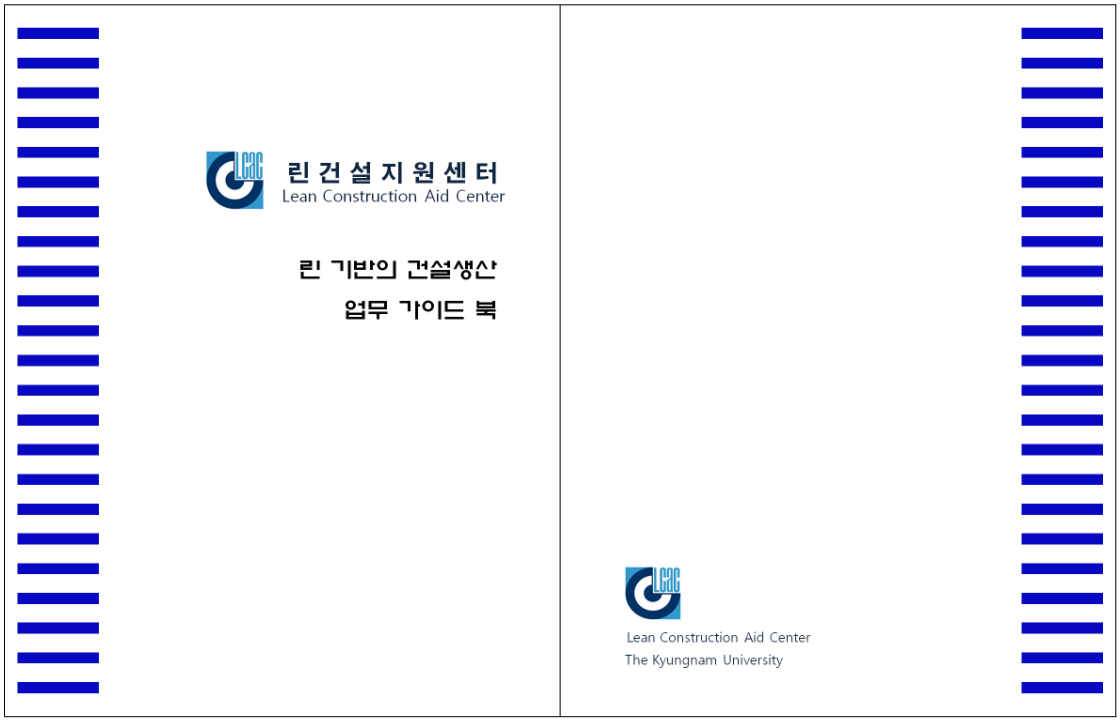
(1) LWT 프로세스 체계의 의미와 목적

(2) LWT의 단계별 업무 분담

(3) LWT의 운용체계

(4) 프로세스 단계별 서식

(5) 린 공정 생산관리 체크리스트



다. 린 기반 건설생산 교육용 교재 개발

(1) 린 사고로서의 접근

(2) 린 사고의 프로젝트 관리

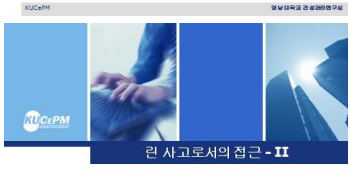
(3) 교육 PPT 교재 예시











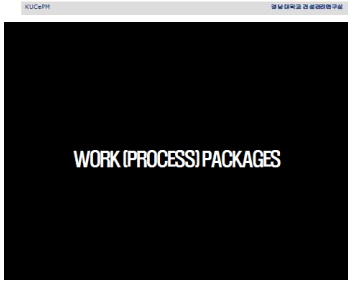




















라. 중장기 발전방향 제시

(1) 린 기반의 관급공사 관리방안 제시

발주자 역할의 재정립

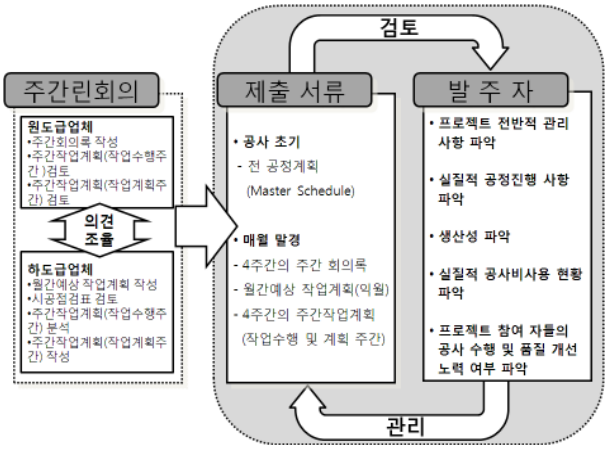
기존의 프로젝트 관리에서의 발주자는 프로젝트에 참여한 원도급 및 전문하도업

체로부터 제공되어 지는 서류에 의해 공사 진행 상황을 파악하는 경우가 대부분일 것으로 예상된다. 이는 프로젝트 결과물에 대하여 다수의 책임소지를 지니는 발주자가 프로젝트의 결과물에 대한 성공여부를 순전히 시공업체의 프로젝트 결과물에 의해서만 의존할 수밖에 없음을 의미한다. 시공업체 선정이 우수하여 우수한 결과물로 이루어진다면 다행이지만, 선정이 잘못되어져 우수하지 못한 결과물로 결과가 나온다면 이는 고스란히 발주자에게 공사의 책임이 뒤따르게 될 뿐 아니라 실질적으로 공사비 증가로 이어지게 된다.

따라서 린 원리를 적용한 프로세스의 경우 공사완료 상황, 공정변경 상황, 공사진행 상황, 공사 수행상의 개선 사항 등을 나타낸 앞서 설명한 회의록, 시공점검표 및 공정계획표 등의 기본 양식에 의거한 서류를 매달 제공토록 해줌으로써 발주자가 프로젝트 상황과 프로젝트 수행자들의 의견들을 신속히 파악하고 그에 합당한 피드백을 가능토록 해줄 수 있을 것이다. 또한 자신들이 발주한 프로젝트의 보다 실질적이고 책임 있는 관리가 가능해질 것으로 보인다.

다음의 그림은 발주자가 원도급업체로부터 어떠한 서류를 받아서 공사의 진행 상황을 파악하고 관리하여야 하는지에 대한 프로세스를 도식화 한 것이다.

이 과정에서 제공되어 지는 제출 서류 및 기타 결과물에 대해서 발주자는 모든 공사 진행 상황에 대하여 보고 받기 때문에 공정의 불합리한 부분이나 리스크가 발견될 시에는 이의제기를 통해 원도급업체와 전문하도업체에게 재검토를 요구할 수 있다. 이의 제기하지 않은 공정에 대해서는 프로젝트의 전반적인 책임을 발주자가 지게 함으로써 체계적이고 합리적인 프로젝트 관리에 만전을 기할 수 있는 환경을 제공하게 된다.



[그림 3-181] 발주자 프로젝트 관리 프로세스

또한 제공되어 진 서류 및 기타 결과물은 향후 발주자의 프로젝트 관리 평가에 대한 근거 자료로 활용되어져 프로젝트 평가에 객관성을 부여하게 될 것이며, 나아가 유사 프로젝트의 평가를 위한 데이터베이스화 되어 효율적인 프로젝트 관리를 통한 사업평가의 기준의 수립을 위해 다양하게 활용되어 질 것이다.

(2) 관리방안의 적용 시 계약 사항의 추가

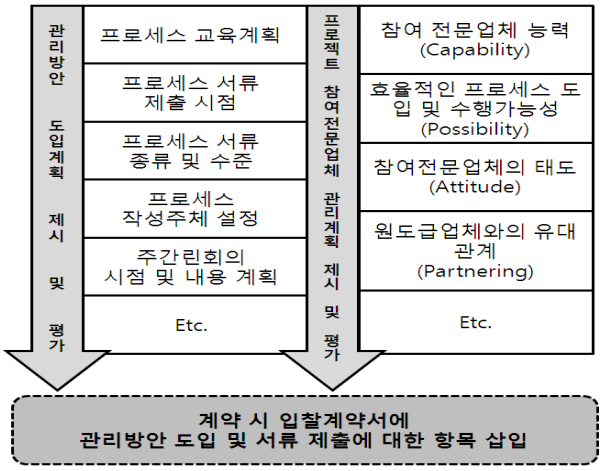
앞서 설명한 여러 이점에도 불구하고 린 기반의 관리방안을 도입하여 프로젝트 관리를 실행함에는 발주자뿐만 아니라 프로젝트의 각 참여주제들과의 자발적인 노력이 상당히 필요하다. 참여주체들의 프로젝트 관리의 노력이 없다면 관리방안 자체의 효율 및 실행에 많은 어려움이 있는 것 또한 사실이다.

이에 발주자는 원도급업체와 전문하도업체의 선정 시 입찰시 입찰제안서에 삽입할 계약요소를 각 프로젝트의 성격과 특성에 부합하는 항목을 선정하여 계약을 체결하여 자발적인 노력보다 한층 강화된 강제적인 계약 사항으로 발전시켜야 할 것이다. 이러한 과정은 프로젝트 전반의 각 작업에 대한 책임소재를 명확히 할 수 있을 것이며 그에 따라 실질적이고 체계적인 프로젝트 관리에 일조할 것이다.

다음 그림은 입찰제안서에 어떠한 계약 사항을 삽입할 것인지에 대하여 예시하여 보았다. 그림에 나타나있는 삽입하여야할 계약사항은 프로젝트의 특성과 환경에 따라 계약 항목을 탄력적으로 적용하여야 할 것이며, 또한 복잡한 프로젝트일수록 요구하는 계약 사항이 많아 질 것이다.

앞서 말한 과정을 통해 프로젝트를 수행함으로서 발주자는 프로젝트의 실패 시

책임을 가지고 있음에도 불구하고, 공사가 무사히 완료되어지길 기다리는 것이 아니라 프로젝트가 성공적으로 완료될 수 있도록 프로젝트의 성공을 종용하고 독려 및 관리하는 책임 있고 권한 있는 관리자의 입장으로 바뀌게 될 것으로 기대한다. 강제적인 계약을 통해서 발주자 및 프로젝트 이해 당사자 간 효율성 있는 프로젝트 관리에 대하여 환기(喚起)시키고 이에 대하여 교육 및 훈련이 된다면 차츰 이러한 효율적인 프로젝트 관리에 대하여 자연스럽게 산업 전반에 보편화 될 것이다.



[그림 3-182] 입찰시 삽입할 계약사항 예시

마. 단기 교육과정 제시

<표 3-094> 단기 교육과정 제시

기간	목표	주요 내용
1일차	린 건설 소개	- 린 기법의 역사 - 린 건설의 발전
	린 개념 및 원리 소개	- 낭비의 정의 - 건설 패러다임의 전환 - 프로젝트 관리의 정의
	린 게임을 통한 린 개념 및 원리 이해	- Dice Game (Speed vs. Reliability) - 사전계획의 신뢰성 및 예측 가능성
2일차	린 건설 프로세스 소개	- Last Planner의 이해 - Lean Project Delivery System(LPDS)의 이해 - Lean Work-Package Tool(LWT)의 이해
	린 건설 프로세스별 기법 이해	- 전공정작업계획(Master Schedule)의 이해 - 4단위예상작업계획(Lookahead Planning)의 이해 - 외부작업저해요인분석(Construction Planner)의 이해 - 예비계획작업목록표(Workable Backlog)의 이해 - 주간작업계획표(Weelky Planning)의 이해 - 내부작업저해요인분석(Shielding)의 이해 - PPC(Percent Plan Complete)의 이해
	기법서식 작성	- 프로세스별 서식 예 소개

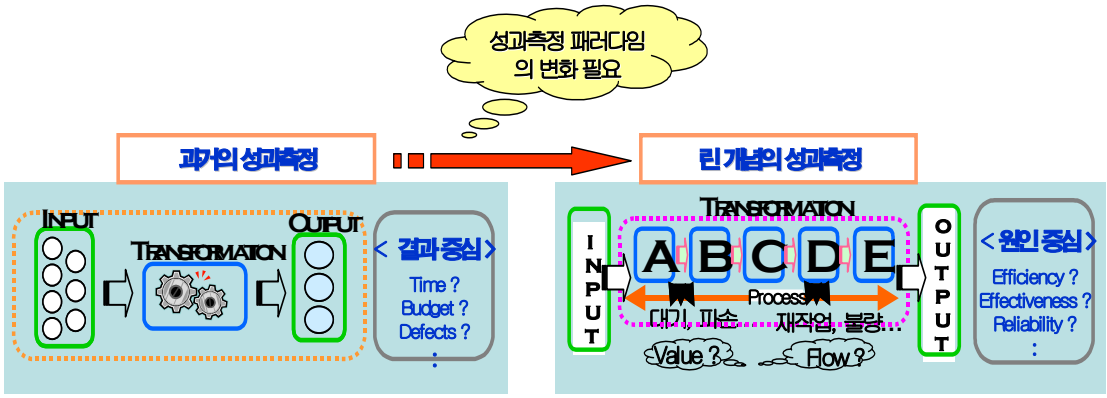
	방법 이해	
	린 게임을 통한 린 건설 프로세스 이해	- Airplane Game - Work Process Control - Work Structuring Control - Work Chunk Utilization
3일차	린 건설 적용 해외 사례	- Case Studies
	린 건설 프로세스 기법 적용	- 가상 프로젝트 적용 Pilot Study
	Wrap Up!	

4. 성과측정 통합시스템 개발

가. 성과측정 모델개발 및 절차수립

"측정할 수 없는 것은 관리할 수 없다"라는 말처럼, 효율적인 건설사업 수행을 위해서는 건설사업의 현재 상태를 파악하고 성과개선 여부를 정량화하고 측정하는 능력을 향상시켜야 한다. 한 연구에 따르면, 200여명의 건설기업 임원들을 대상으로 조사한 결과, 측정지표를 관리하는 회사는 그렇지 않은 회사에 비해 보다 좋은 성과를 나타내고 있는 것으로 보고되었다.[7)]

이는 지표의 활용을 통하여 프로세스의 속성을 가시화함으로써 목표 지향적 관리를 가능하게 하고, 궁극적으로는 프로세스의 질을 향상시킬 수 있음을 의미한다. 그러나 국내 건설업계는 주어진 예산/공기에 맞추는 소극적 프로젝트 관리 방법에서 아직 벗어나지 못하고 있는 실정이며, 이러한 관행은 건설사업 수행의 효율성 향상을 통한 경쟁력 확보에 걸림돌이 되고 있는 실정이다.



[그림 3-183] 성과측정 패러다임 변화의 필요성

7) Schiemand and Lingle(1999)의 연구결과를 Lantelme and Formoso(2000)에서 재인용

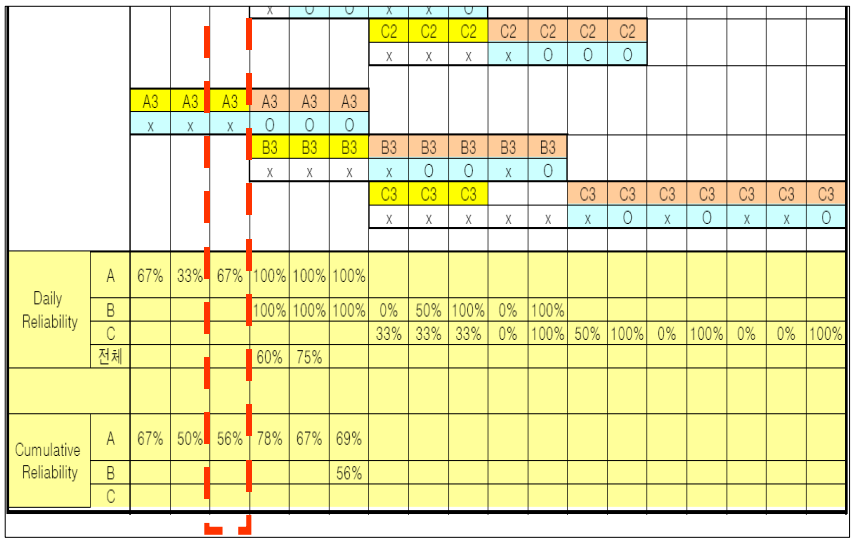
따라서 이러한 문제를 극복하고 개별 건설사업의 수행 과정을 개선하여 건설산업의 경쟁력 향상을 도모하기 위해서는 건설 프로젝트의 공정, 품질, 공사 기간 등에 중요한 영향을 미치는 작업의 신뢰성, 효용성, 효율성을 측정 및 분석해 조기에 스스로 문제점을 발견하고 해결할 수 있는 성과측정 시스템의 개발이 필요하다.

(1) 성과지표 측정방법

건설 생산프로세스의 성능을 측정하기 위한 지표로써 작업들의 신뢰성, 효용성, 효율성이라는 세 가지 측정지표를 제시하였다. 신뢰성과 효용성은 각각 PPC1과 PPC2라는 용어로 표현하였으며 이는 작업성취율 (Percent of Plan Conplete)을 의미한다. 그리고 효율성은 생산성과 동일한 의미를 지님.

(가) 신뢰성(Reliability) 측정 방법

신뢰성이란 계획 작업량 대비 수행 작업량을 의미하며 작업의 신뢰성을 측정하기 위해 작업성취율 지표(PPC 1)를 활용하게 된다. 신뢰성 측정대상은 프로젝트를 구성하는 최소관리단위의 작업들이다.



[그림 3-184] 신뢰성 측정 방법의 예시

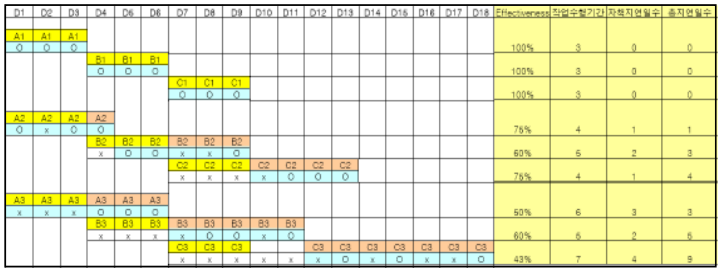
신뢰성 측정은 매일 이루어지며 측정과정이 간단하므로 현장 적용성이 매우 높다. [그림 3-184]는 신뢰성 측정 방법의 예를 나타낸다.

점선으로 표시된 박스 안에 표시된 D3은 작업일자를 나타내며 A1,A2,A3은 각각

A협력업체들의 일일작업계획을 의미한다. A1작업의 경우 D1부터 D3까지 3일의 작업기간을 지니고 있으며 해당 D3일에 A협력 업체의 신뢰성은 67%이며 D3일까지의 누적 신뢰성은 56%를 나타내고 있다.

(나) 효용성(Effectiveness) 측정 방법

효용성이란 선행 작업이 후행 공정 수행에 미치는 영향을 의미하며 작업의 신뢰성을 측정하기 위해서는 작업성취율 지표(PPC 2)를 활용한다. 효용성의 측정대상은 신뢰성과 동일하게 프로젝트를 구성하는 최소관리단위의 작업들이며 그에 대한 측정 주기는 해당 작업 완료시에 측정된다.

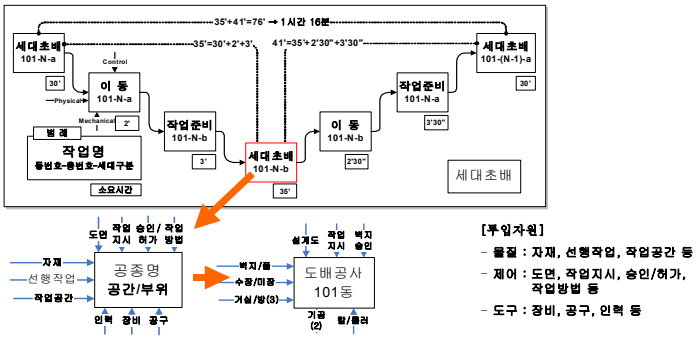


[그림 3-185] 효용성 측정 방법의 예시

다음 [그림 3-185]는 효용성 측정 방법의 예를 나타낸다. 점선으로 표시된 박스 안에 표시된 A2는 A협력업체의 일일작업계획 중 하나의 최소 관리단위의 작업을 의미하며, D1일부터 D4일에 걸쳐 4일 동안 작업이 이루어졌다. A2작업의 경우 D2일의 작업계획이 미완료됨으로써 1일의 자책지연일수를 기록했고 결과적으로 다음 작업인 B2작업에 대한 효용성은 75%로 나타나게 되었다.

(다) 효율성(Efficiency) 측정 방법

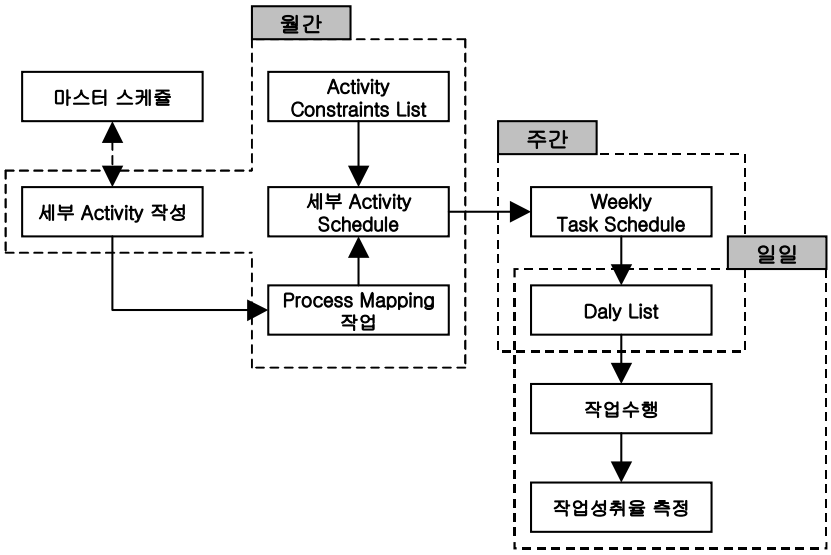
효율성이란 단위 작업의 수행에 소요되는 투입자원량을 의미한다. 효율성은 작업생산성, 작업량 대비 투입자원량의 비, 가치창출작업(VAA) 대비 비가치창출 작업시간(NVAA)등으로 측정하게 된다.



[그림 3-186] 효율성 측정방법의 예시

나. PPC 도구 개발

LPS의 공정관리체계와 국내 공정관리체계의 비교분석을 통하여 도출된 추가관리절차를 포함하여 Master Schedule부터 일일공정계획 단계에 걸쳐 아래 그림과 같은 작업성취율 지표의 활용을 위한 공정관리체계를 수립하였다.



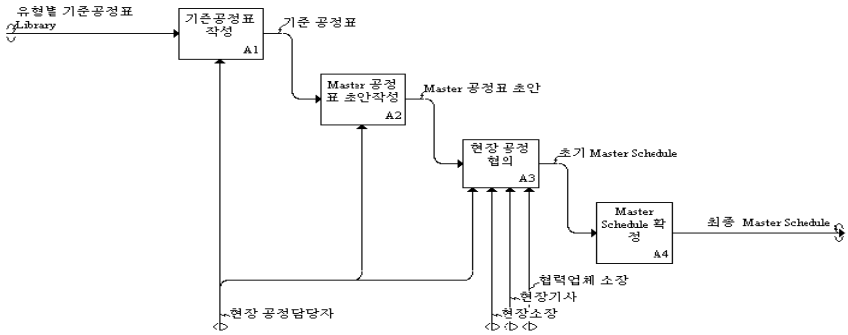
[그림 3-187] 작업성취율 지표 활용을 위한 공정관리체계

(가) 작업성취율 지표의 활용을 위한 세부 공정관리절차의 제시

작업성취율 지표의 활용을 위한 공정관리체계 내의 각 단계별 세부 공정관리절차를 IDEF0[8] 기법을 통하여 Input, Output, Control, Mechanism의 4가지 속성으로 분석하여 세부 공정관리절차의 수행내용을 정의하였다.

8) IDEF0 분석은 SmartABC 2.0에 의해 작성되었음

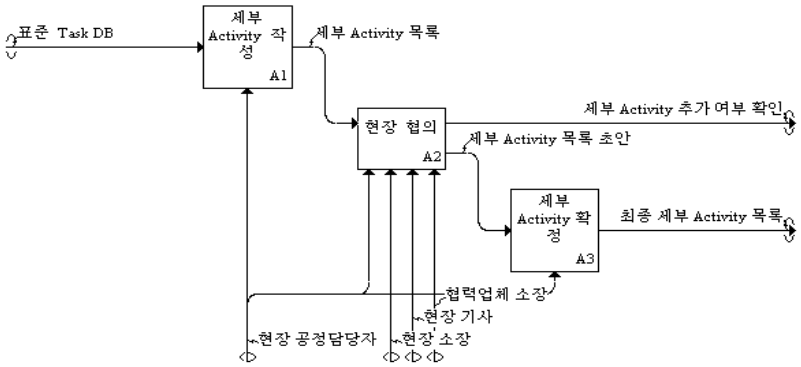
(나) 마스터 스케쥴의 작성 시 유형별 기준공정표 Library를 통해 기준 공정표를 작성한 후 현장 공정 담당자가 Master 공정표 초안을 작성한다. 그리고 현장 공사팀 공정협의 후 최종 공정표를 확정한다.



[그림 3-188] Master 공정표 작성 절차

(다) 세부 Activity 작성

세부 Activity의 작성 시 표준 Task DB를 통해 현장 공정 담당자가 세부 Activity를 작성한 후 현장 공사팀 공정협의 후 세부 Activity 추가여부를 확인한 후 최종 세부 Activity를 확정한다.

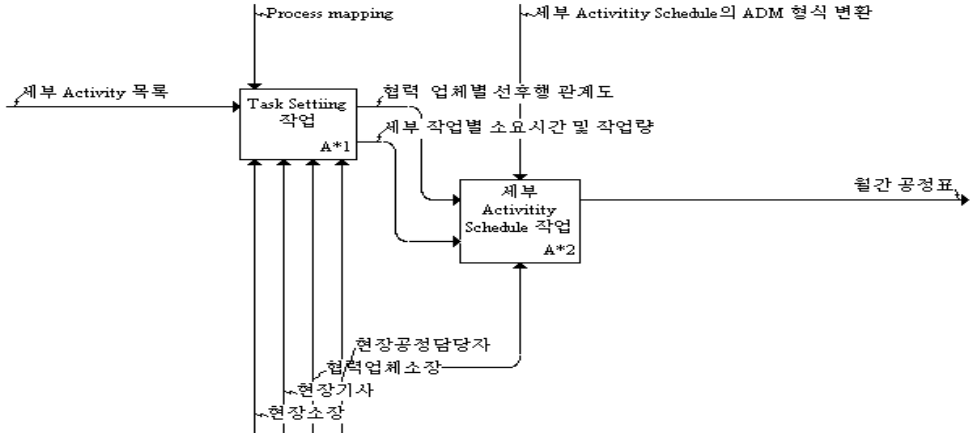


[그림 3-189] 세부 Activity 등록 절차

① Process Mapping 작업 및 세부 Activity Schedule 작성

세부 Activity 목록이 결정된 후 현장소장, 현장기사, 협력업체소장, 현장 담당자가 모여 Process mapping 작업을 통해 세부 작업별 소요시간 및 작업량을 파악하고 협력업체별 선후행 관계를 결정하고 Process Map을 완성한다. 이를 토대로 세부 Activity Schedule 작성을 완료하고 이를 ADM 형식으로 변환하여 월간 공정표

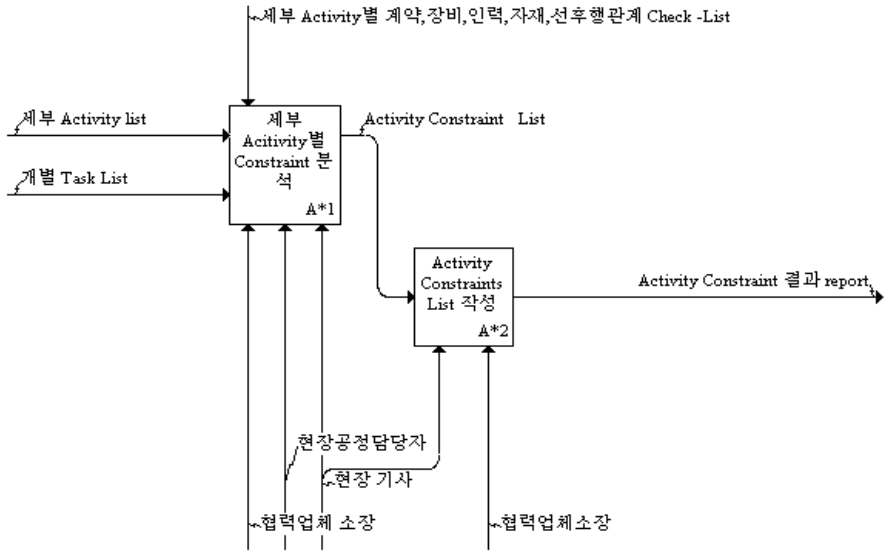
를 작성한다.



[그림 3-190] Process mapping 작업 및 세부 Activity Schedule 작성절차

② Activity Constraints 작성

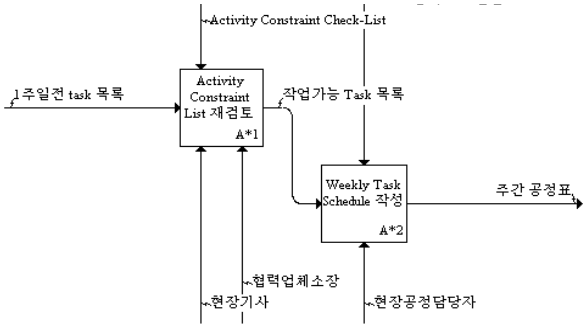
세부 Activity Schedule이 확정 후 작성된 월간 공정표 상의 개별 Task에 대하여 계약, 장비, 인력, 자재, 선후행 관계에 대한 제반요건분석 항목을 설정한다. 제반요건분석 항목을 설정한 후 개별 Task에 대한 작업 시작 전 Check-List를 작성완료하고 완료된 Task에 한하여 Activity Constraint 결과 report를 작성한다.



[그림 3-191] Activity Constraint 절차

③ Weekly Task Schedule 작성

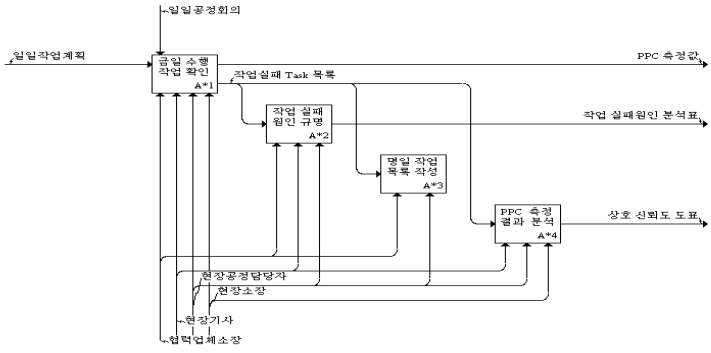
세부 Activity List 중 작업시작 1주일 전 Task 목록에 대하여 Activity Constraint Check-List를 재검토한 후 작업가능 Task 목록을 작성하고, 작업가능 Task 목록을 토대로 주간 공정표를 작성한다.



[그림 3-192] Weekly Task Schedule 작성 절차

④ Daily List 작성 및 작업성취율 측정

일일작업계획의 Task Level은 일 단위로 측정 가능한 작업량을 지니도록 설정하며 주간 공정표에 제시된 일일 작업내용을 토대로 매일 일일공정회의를 통해 제출한다. 일일공정회의 진행 동안 먼저 금일 수행한 작업을 확인하고 실패한 작업에 대한 실패원인을 규명하고, 실패원인은 계약, 자재, 인력, 장비, 선후행 작업, 승인 및 검토의 6가지 항목을 기본으로 설정하고 프로젝트 특성에 맞는 항목을 추가한다.



[그림 3-193] Daily List 작성 및 작업성취율(PPC) 측정

실패원인 항목외의 이유가 발생할 경우는 추가적으로 기록한다. 일일공정회의를 마침과 동시에 각 협력업체에 대한 작업성취율 측정 결과를 신뢰도 도표로 작성하

여 성공적인 프로젝트 진행을 위한 상호경쟁의식 및 동기화 부여의 수단으로 활용한다.

다. VSM을 활용한 작업지연 원인분석

(1) 작업지연 원인분석 방법

의학 분야에서는 오래전부터 실수(error)를 줄이기 위한 노력이 시행되고 있으며 문제발생 상황을 잠재적인 실수(Latent Error)와 사람의 실수(Human Error)로 구분하여 원인분석을 실행하고 있다. 사람의 실수에 대해서는 훈련만이 최선의 예방책이라 간주하고 주로 잠재적인 실수의 개선을 위해 선·후행작업의 인과관계를 파악해서 원인을 분석하는 방법인 Events & Causal factors Analysis를 활용한 분석절차와 방법을 제시하였다(Choksi 2005, Eagle 1992).

생산조립분야에서는 VSM을 활용하여 생산 프로세스에서 발생하는 불량률을 줄이고 이를 개선하기 위한 원인분석 방법을 제시했다(Carlson 2003). 사무관리 분야에서는 문제발생시 인과관계 분석을 통해 문제에 대한 대처와 지속적인 개선을 위한 절차와 방법을 제시하였다(US. Department of Energy 1992).

이처럼 다른 분야에서는 문제발생에 대한 원인분석을 통해 성과를 개선할 수 있는 여러 가지 방법들이 활용되고 있다. 이 외에도 많은 연구들이 다양한 방법을 활용하여 원인분석을 실행하고 있으나 각각 분석방법과 진행절차 및 형식은 다름.

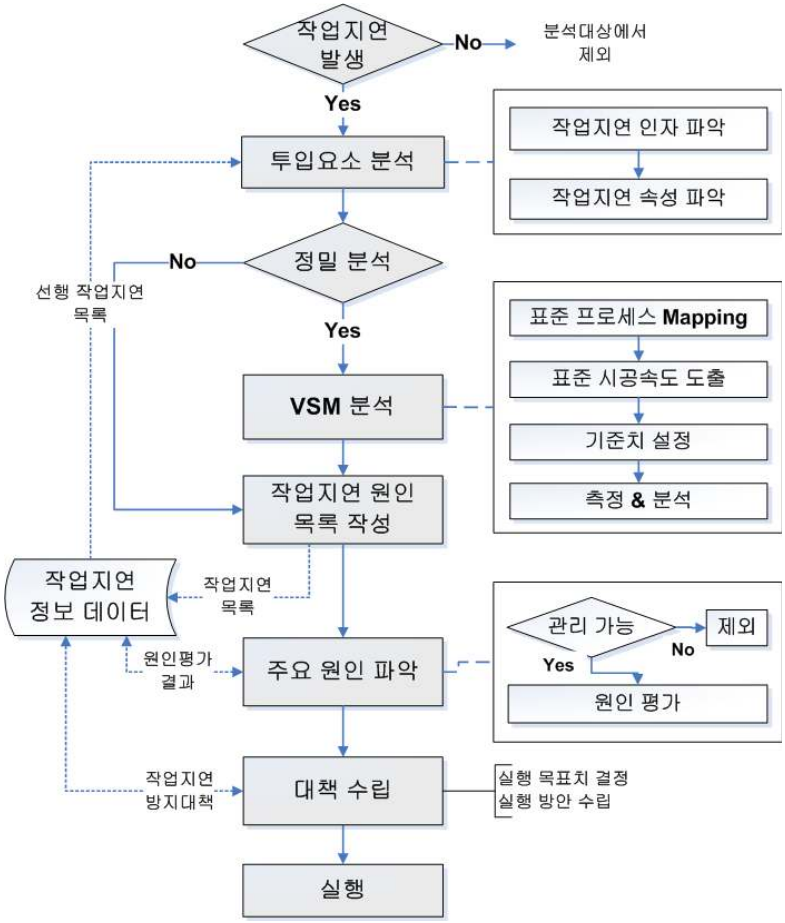
<표 3-095> 5가지 분석방법의 비교

방법	사용 시기	장 점	단 점
Events&Causal Fact Analysis	복잡하고 다양한 요소가 관련되어 있을 때.	모든 가능성의 고려할 수 있으며 / 문제발생 상황의 유발 가능인자를 파악하기 편리하다.	인과관계를 파악하기 위한 프로세스 도식화에 많은 시간이 소모되며 올바르고 정확한 프로세스 표현과 필요하지 않은 정보를 가려내기 위한 정확한 지식이 필요하다.
Change Analysis	원인이 불분명할 때. 특히 장비고장을 분석에 유용.	간단한 6가지 프로세스로써 분석이 가능하다.	조사를 통해 도출된 원인과 발생된 문제와의 직접적인 인과관계를 파악하기 어렵다. 원인을 밝혀내기 위해 모든 가능성을 검토해야 하기 때문에 많은 시간이 필요하다.
Barrier Analysis	제약, 장비 고장, 절차 또는 행정상의 어려움을 파악할 때 사용	문제파악에 대한 체계적인 접근이 가능하다.	개선을 저해하는 요소를 파악하기 위해 개선절차 및 문제발생 프로세스에 대한 정확한 지식이 필요하다.
MORT/ Mini-MORT	문제 분석 전문가가 부족할 때 사용 / 프로그램적 문제해결에 유용	초보자도 활용이 가능하고 / 구체적인 제어/관리 요소의 질문목록을 제공한다.	Checklist와 같은 형식으로 인해 원인영역 외 구체적인 원인의 파악이 불가능하다.
Human Performance Evaluations (HPE)	문제원인에 사람이 포함됐을 때.	문제에 대한 철저한 분석이 가능하다.	원인분석 실행을 위해서 별도의 HPE 교육을 수료해야한다.

(2) 작업지연원인 분석 프로세스

(가) 작업지연 원인분석 프로세스

아래 그림은 본 연구에서 제안하는 작업지연 원인분석 프로세스를 나타낸 것이다. 작업지연 원인분석은 기본적으로 작업계획을 달성하지 못한 작업에 대해서 실시하는 것이다. '투입요소 분석'단계에서는 작업지연을 작업지연 인자와 속성으로 나누어 분석한다. 작업지연의 속성과 인자는 [표 21]과 같이 '물질요소의 시간문제(Physical input/Provision time)'로 표현할 수 있으며 '투입요소 분석'이 끝나면 분석결과에 상관없이 VSM분석의 유무를 체크하고 필요에 따라 시행한다. 'VSM 분석'단계에서는 프로세스 맵핑을 위한 기본정보를 파악하고 계획치와 실행치 측정결과의 비교를 통해 작업지연의 원인을 찾을 수 있다.



[그림 3-194] 작업지연 원인분석 절차

투입요소 분석과 VSM 분석이 끝나면 도출된 작업지연 원인의 목록을 작성한다. 작성된 목록의 내용은 현장에서 조치의 가능성 여부에 따라 원인평가 대상에서 제외된다. 현장에서 관리가 불가능한 요인은 지연원인이 현장 밖 즉, 물품 공급업체에 있거나 불가항력적인 것을 의미한다. 주요원인은 원인분석 주체 간 협의를 통해 도출하며 도출된 주요원인에 따라 작업지연의 재발을 방지하기 위한 대책을 수립한다. 이때 작업지연의 재발방지를 위한 대책은 반드시 주요원인의 우선순위에 따라 수립하는 것보다 협의를 통해 쉽게 개선이 가능한 대상부터 시작하는 것이 원칙이다.

라. 해외 성과 시스템의 분석

성과 측정과 관련된 해외 성과 시스템 분석으로는 Calibre2000(영국), SPS (Strategic Project Solution-미국), LPM(Lean Project Manager-미국)이 있다. 이들을 대상으로 시스템의 프로세스 및 특징 및 주요 요소기술을 검토하여 국내의 성과 측정 시스템 개발에 응용하고자 한다.

(1) 해외 성과 측정 시스템의 비교

<표 3-096> 해외 성과 측정 시스템의 비교

	Calibre 2000	SPS	LPM
성과측정의 목적	·작업상의 낭비·가치요소를 도출	·작업상의 실패요인을 도출	·프로젝트 별 적정 진도율을 도출
성과측정의 방법	·PDA와 디지털카메라로 현장에서의 낭비요소와 가치요소 데이터를 입력하고 통합서버를 활용하여 일일 공사 진행률과 낭비요소, 가치요소 데이터를 분석함.	·일별 전체회의를 통한 PPC 측정으로 계획작업 대비 실적 작업의 완성률을 분석함.	·주간 전체회의를 통해 계획작업기간 대비 실적 작업기간을 분석함
성과측정의 용도	·작업상의 낭비요소를 분석하여, 데이터베이스에 축적하여 차후 유사프로젝트에 활용함.	·선·후 공정이 명확한 작업을 기준으로 PPC측정을 실시함으로서 작업간의 간섭과 실패요인을 파악함.	·계획 작업기간에 따른 실적 작업기간의 진도율을 관리함.
성과측정의 중요성	·현장관리자는 PDA를 이용하여 작업진행 중 직접적으로 낭비요소와 가치요소를 수집함. ·축적된 데이터를 차후 유사프로젝트의 계획단계와 진행시의 피드백 단계에 활용 할 수 있음.	·각 작업의 관리자들은 선·후 공정의 PPC 측정 결과와 해당작업의 진행율을 비교함으로써 적극적인 자세로 작업관리를 하도록 유도함. ·작업 지연에 의한 실패요인을 분석한 결과를 차후 유사프로젝트에 반영할 수 있음.	·실적 작업의 진행이 계획 작업기간에 근접하게 진행될 수 있도록 지속적으로 비교하여 작업의 지연을 최소화함.
활용도구 (하드웨어)	·PDA ·디지털 카메라 ·서버 ·데이터베이스	·서버 ·데이터베이스	·서버 ·데이터베이스
활용도구 (소프트웨어)	·Calibre2000 내 생산성에 관련된 다양한 그래프 (프로젝트·작업 별 생산성 등)	·PPC 측정 방법론, PPC 그래프 ·Gantt Chart	·Gantt Chart
기대효과 및 활용방안	·PDA와 무선 인터넷, RFID 등을 활용한 실시간 낭비요소와 가치요소의 분석이 가능함	·PPC 측정을 기반으로 하는 시스템으로 국내 현장에 PPC적용을 위한 예시모델로 제시함	·작업 별로 점수를 부여하여 작업 관리의 우선순위를 가늠하는 방식은 활용 가능함.

본 연구는 Carlibre2000, SPS, LPM을 대상으로 해외 성과 측정 시스템의 목적과 프로세스 특징을 분석하였으며 그 결과를 비교해 보면 다음 <표 3-96>과 같다.

(2) 성과 측정 시스템 개발방향

이상의 해외 성과 측정 시스템 비교분석을 통하여 본 연구에서 개발하고자 하는 성과측정 시스템의 개발방향을 아래 표와 같이 도출하였다.

<표 3-097> 성과측정 시스템의 개발방향

	본 연구의 성과측정 시스템
성과측정의 목적	·건설 생산프로세스의 원인지표(작업의 신뢰성, 효용성, 효율성) 측정 및 관리를 통한 결과지표 (공기 및 원가 등)의 통제 ·건설 생산프로세스의 가치흐름 분석을 통한 낭비요소 발견 및 개선방안 도출
성과측정의 방법	·작업의 신뢰성을 측정하기 위해 작업성취율 지표 (PPC 1)를 활용 ·작업의 효용성을 측정하기 위해 작업성취율 지표 (PPC 2)를 활용 ·효용성은 작업생산성을 통하여 측정
성과측정의 용도	·건설 생산과정에서 작업의 신뢰성, 효용성, 효율성 등을 측정 관리함으로써 프로젝트의 성과를 사전에 통제함 ·건설 생산과정의 정보를 참여주체 간에 공유하도록 함 ·건설 생산과정의 작업 가치를 분석하여 전체 프로세스의 가치 개선 방향을 도출
성과측정의 중요성	·건설 생산프로세스의 흐름과 가치를 사전적으로 통제가능 ·지속적인 개선활동의 기본 정보 제공 ·참여주체간의 정보 공유를 통한 프로세스 가치 향상에 기여
활용도구 (하드웨어)	·PDA 및 디지털 카메라 (현장 정보수집 도구) ·서버 및 데이터베이스 (수집 정보의 저장/관리 및 분석 도구)
활용도구 (소프트웨어)	·일단위 작업계획 도구 ·성과지표 측정 및 분석 알고리즘 ·작업지연분석 도구 ·VSM 작성 및 분석 도구

마. 실패원인 분석 모델

(1) 실패원인분석 모델 개요 작업 실패원인 분석은 현재 계획에 의해 진행되고 있는 작업을 완료하지 못하여 다음날로 연기되거나 또는 계획된 착수시기가 되었음에도 불구하고 어떠한 원인에 의해 착수하지 못한 상태에서 지연시킨 원인을 파악하는 것이다. 실패원인 분석 결과는 목적에 따라 다양한 형태로 변형되어 공종별, 지연원인별, 기간별 등에 따라 정리할 수 있다. 실패원인분석은 착수하지 못한 원인에 대한 것과 완료하지 못한 것에 대해 이루어진다. 착수하지 못한 원인에 대

해서는 작업 수행 환경이 조성되지 않은 것으로 간주하고 작업 수행에 필요한 조건들에 대해 조사하였다. 작업을 완료하지 못한 경우에 대해서는 기본적으로 작업 수행 환경은 조성되었으나 작업자의 생산성 또는 작업의 효율의 영향을 받는다고 정의하고 작업자의 생산성 및 효율성에 대해 조사하였다.

(2) 실패원인 분석방법

(가) 실패원인 발생 메커니즘

작업수행은 계획이 완벽하다면 작업수행에 필요한 요소, 즉 투입요소들이 계획대로 공급됐을 때 계획대로 수행할 수 있다. 그러나 현실에서는 다양한 변수의 작용으로 작업이 지연되는 경우가 자주 발생한다. 작업을 지연시키는 변수의 발생은 시공단계 이전의 계획이 잘못됐거나 도저히 대응할 수 없는 자연요소와 같은 경우를 제외한다면 시공단계 투입요소의 문제로 귀결될 수 있다. 따라서 투입요소의 문제에 의해 발생한 작업지연 발생 데이터를 체계적으로 관리한다면 차기 작업 또는 차기 프로젝트 수행 시 이를 고려할 수 있다.

실패원인의 관리를 위해서는 이를 체계적으로 표현할 수 있는 구조적인 표현형식이 필요하기 때문에 Activity 모델링에 활용되는 ICOM[9] 모델을 이용하여 투입요소를 표현하였다.

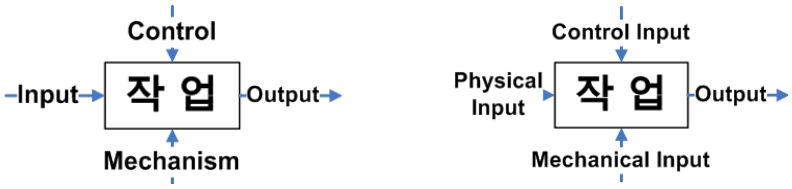
그리고 투입요소의 구분 외에 투입요소가 가진 문제의 속성을 분석할 필요가 있다. 투입요소는 작업을 위해 필요한 구제적인 대상을 가리킬 뿐 대상의 문제에 대해서는 표현할 수 없기 때문이다. 투입대상은 ICOM모델에 의해 '작업지연 인자'로 정의하였으며 투입대상이 가진 문제의 특성은 '투입요소의 속성'으로 정의한다.

(나) 실패원인 인자

실패원인분류체계의 실패원인 인자는 작업수행의 지연을 유발하는 요소, 즉 작업을 지연시킨 구체적인 대상을 가리킴. 건설 프로젝트를 구성하는 다양한 요소들 중에서 작업지연 인자로 분류할 수 있는 요소는 자재, 발주자, 인력, 도면, 장비, 계획 등으로 다양하다. 따라서 ICOM모델을 활용하여 작업수행에 필요한 요소를 구체적으로 표현하였으며 각각을 투입, 제어, 도구로 표현하고 있다. 이를 본 연구에서는

9) Activity를 모델링할 때 활용되는 ICOM 모델(input-control- output-mechanism)의 Input, Control, Mechanism에 해당함

조금 변형하여 물질요소, 도구요소, 제어요소로 정의하였으며 각각의 투입요소를 구성하는 세부항목은 다음과 같다.



a) ICOM 모델 b) 투입요소 표현

[그림 3-195] 투입요소에 따른 건설작업의 표현

<표 3-098> 투입요소의 구성

대분류	중분류	구체적 투입요소
물질요소 (Physical)	자재	'투입 요소'의 구체적 대상은 상세공종에 따라 결정 (ex. 철근공사 : 물질요소-자재-철근 도구요소-인력-기공)
	선행작업	
	작업공간	
도구요소 (Mechanical)	인력	
	장비	
	공구	
제어요소 (Control)	도면	
	승인/허가	
	작업방법	
	작업지시	

- 물질요소는 작업수행을 통하여 그 형태가 변형되거나 가공에 의해 가치가 더해지는 것으로써 선행작업, 자재, 작업공간으로 구성할 수 있다.

- 도구요소는 물질요소의 변형이나 가치창출에 활용되는 도구로써 인력, 장비, 도구로 구성되어 있다.

- 제어요소는 작업수행에 필요한 정보 또는 기준을 가지고 있는 것으로써 설계도서, 작업지시, 작업방법, 승인/허가로 구성할 수 있다.

- 기후요소나 기성과 같은 비 관리요소는 작업수행과 1차적인 관계가 미약하기 때문에 원인에서 제외하였다.

(다) 실패원인 속성

실패원인의 속성은 작업실패를 유발시킨 투입요소의 문제. 즉 실패원인을 유발시

킨 투입요소(작업지연 원인인자)가 가진 문제의 특성을 가리킴.

다양한 공기지연 원인들 중에서 작업지연의 속성으로 분류할 수 있는 요소는 동시성, 가능성, 발생시점 등으로 다양하다. 투입요소의 속성은 사례를 통하여 다음 3가지의 경우로 정의할 수 있다.

첫째, 계획된 작업 또는 업무 수행에 필요한 요소가 계획된 시점에 사용이 어려운 경우의 시간(time)으로 구분할 수 있다.

둘째, 계획된 작업 및 업무에 필요한 요소의 수량 또는 종류가 부족해서 수행하지 못하거나 지체된 경우의 수량(quantity)으로 정의할 수 있다.

셋째, 계획된 작업 또는 업무를 수행하기 위한 선행작업, 자재, 장비 등의 품질이 만족스럽지 않은 경우의 품질(quality)로 구분할 수 있다.

(라) 실패원인 분류체계

실패원인은 작업지연 인자와 속성에 따라 다음 표와 같이 9가지 분류로 정의될 수 있다.

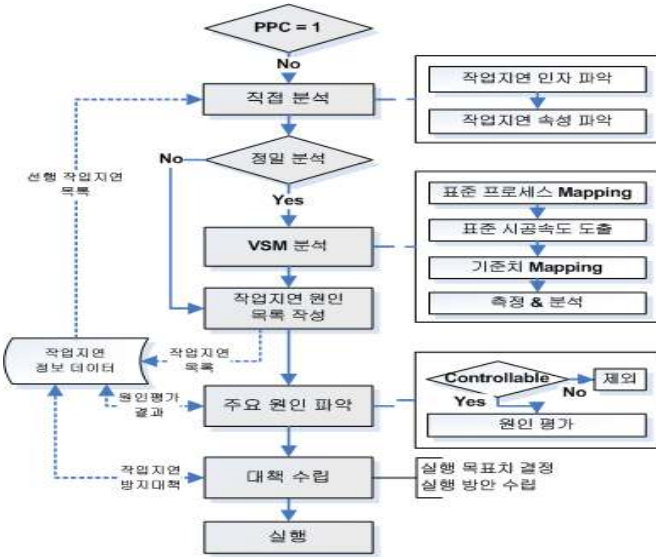
<표 3-99> 실패원인의 9가지 분류

지연인자	지연 속성		
	시간 (T)	수량 (Qn)	품질 (QI)
물질(P)	물질요소의 시간문제(PT)	물질요소의수량문제(PQn)	물질요소의품질문제(PQI)
도구(M)	도구요소의 시간문제(MT)	도구요소의수량문제(MQn)	도구요소의품질문제(MQI)
제어(C)	제어요소의 시간문제(CT)	제어요소의수량문제(CQn)	제어요소의품질문제(MQI)

(마) 작업지연 발생평가

작업지연 원인은 작업명, 협력업체, 공종명, 담당자에 따라 각각 정리해볼 수 있으며 그 결과는 지연원인의 평가결과에 따라 다음 계획 수립 또는 유사 프로젝트에 자료로써 활용할 수 있다.

(바) 측정절차



[그림 3-196] 실패원인 측정절차

작업계획을 달성하지 못한 작업에 대해 '투입요소 분석'단계에서는 작업실패를 실패원인 인자와 속성으로 나누어 분석한다. 실패원인의 속성과 인자는 '투입요소 분석'이 끝나면 분석결과에 상관없이 VSM분석의 유무를 체크하고 필요에 따라 시행한다. 'VSM 분석'단계에서는 프로세스 맵핑을 위한 기본정보를 파악하고 계획치와 실행치 측정결과의 비교를 통해 작업지연의 원인을 찾을 수 있다.

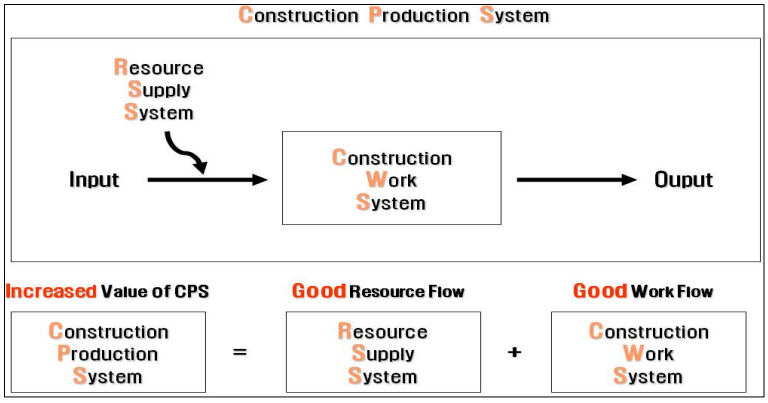
투입요소 분석과 VSM 분석이 끝나면 도출된 작업지연 원인목록을 작성한다. 작성된 목록의 내용은 현장에서 조치의 가능성 여부에 따라 원인평가 대상에서 제외된다. 현장에서 관리가 불가능한 요인은 지연원인이 현장 밖 즉, 물품 공급업체에 있거나 기후요소 및 물가등과 같은 불가항력적인 것을 의미한다. 실패원인은 원인분석 주체 간 협의를 통해 도출하며 도출된 주요원인에 따라 작업지연의 재발을 방지하기 위한 대책을 수립한다.

바. 수행성능평가시스템 개발

(1) 수행성능평가시스템의 개발 배경

건설 프로젝트는 개별작업과 작업으로 구성되어 있으며, 작업은 자원, 노동, 장비 등의 입력요소가 출력요소로 변환하는 과정으로 구성되어 있다. 이러한 과정을 본 연구에서는 건설생산시스템(Construction Production System)으로 보며, 입력요소

가 출력요소로 변환되는 과정을 건설작업시스템(Construction work system)이라 정의하였다.



[그림 3-197] 건설생산 시스템

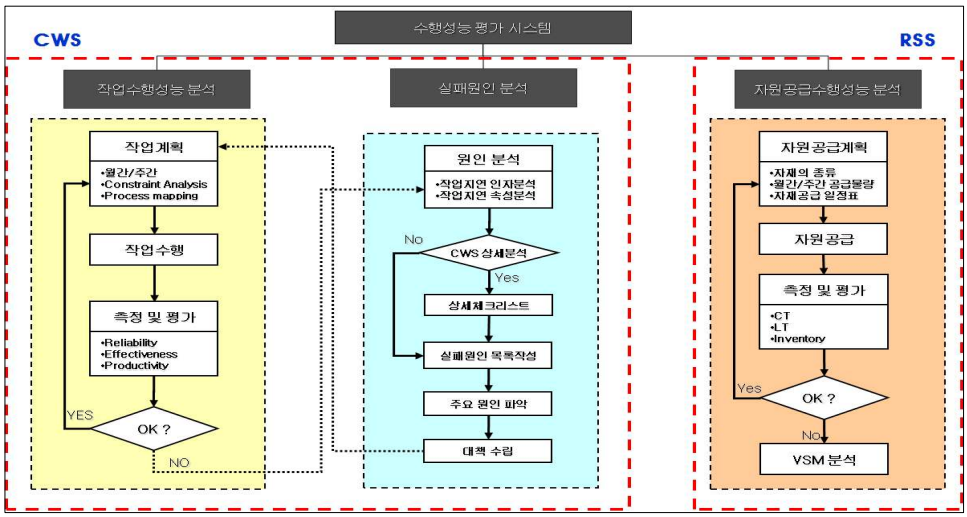
그러므로 [그림 3-197]와 같이 건설작업시스템의 성과를 좋게 하고 자원공급흐름을 원활히 하면 결과적으로 프로젝트 결과는 좋게 될 것이다. 이를 위해 건설작업시스템과 자원공급시스템의 현 상태를 파악하고 지속적인 개선을 위해서는 성과지표를 수립하고 가시화 하여 관리할 필요가 있다. 이에 1차년도 연구에서는 건설작업시스템을 측정할 수 있는 과정지표로 신뢰성, 효율성, 효용성을 개발하였고, 이를 측정하는 관리절차를 제시하였다. 또한 지속적인 개선활동을 통해 경쟁력을 향상시키기 위해서 실패한 작업의 원인을 파악 및 분석하고 이를 토대로 지연 발생 작업을 중점관리 할 수 있도록 27가지 작업지연원인을 정의하였다. 따라서 1차년도에 수행한 연구가 효과적으로 활용되기 위해서는 사용자가 쉽게 측정하고, 즉각적인 결과를 확인하여 개선조치를 취할 수 있도록 실시간으로 프로젝트의 진행 상황을 파악할 수 있는 Web 기반의 성과측정시스템이 필요하다.

(2) 수행성능평가시스템의 목적 및 범위

수행성능평가시스템의 목적은 건설작업시스템의 성과를 나타내는 지표인 신뢰성, 효율성, 효용성을 사용자가 쉽게 측정하고 분석하며 이를 바탕으로 실패한 작업에 대한 원인을 분석하고 대책을 수립하여 지속적인 개선활동이 가능하도록 실시간으로 프로젝트 현황을 파악할 수 있는 Web 기반의 성과측정 시스템을 개발하는 것이다. 핵심기술은 크게 작업수행성능 분석, 실패원인 분석, 자원공급수행성능 분석

모듈로 구성되어 있다.

- 작업수행성능 분석 : 작업수행 팀이 매주 초 수행 계획한 작업 중 수행 완료한 작업의 백분율을 측정 후 실패원인을 분석 및 규명함으로써 각 참여 주체들의 작업 신뢰도 및 생산성 향상을 가능하게 한다.
- 실패원인 분석 : 작업수행성능분석 모듈과 연계되어 실패한 작업에 대한 원인 파악 및 대책을 수립할 수 있도록 하는 시스템이며, 제어가 어려운 불가항력적인 요소를 제외한 27가지 실패원인분류체계를 바탕으로 실패한 작업에 대한 분석을 실시하고 대책수립이 가능하게 한다.

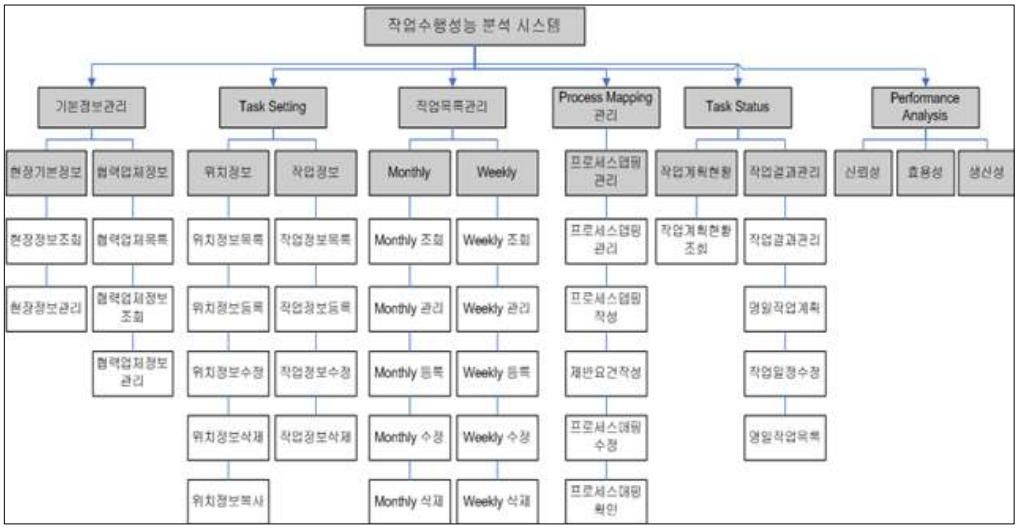


[그림 3-198] 수행성능 평가 시스템의 구성도

(3) 수행성능평가시스템의 기능구성

(가) 작업수행성능분석 모듈 기능 구성도

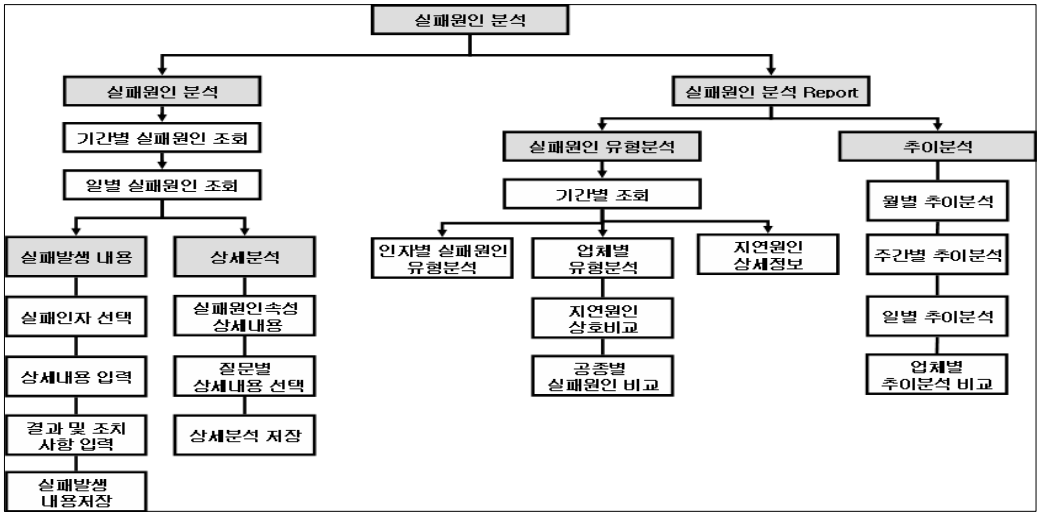
본 연구는 작업수행성능분석의 업무 프로세스를 시스템화하기 위하여 다음과 같이 기본정보입력, Task Setting, 작업목록관리, 프로세스맵 관리, Task Status(작업수행현황), Performance Analysis 등의 총 6개의 상위 기능모듈로 구성하였다. 또한, 이 상위모듈의 밑에는 현장기본정보, 협력업체정보, 위치정보, 작업정보, 월간작업목록, 주간작업목록, 프로세스맵 작성 및 확인, 작업계획현황, 작업결과관리, 작업신뢰성 분석, 작업효용성 분석, 생산성 분석 등의 총 12개의 하위 기능모듈로 시스템을 구성하였다.



[그림 3-199] 작업수행성능 분석 시스템 구성도

(나) 실패원인분석 모듈의 기능 구성도

실패원인 분석 모듈은 작업수행성능분석 모듈과 연계되는 실패원인 분석 기능과 실패원인 분석 Report 기능으로 나뉘며, 실패원인 분석 기능에서는 사용자가 직감적으로 알 수 있는 실패원인을 입력하거나 그렇지 못할 경우 상세분석 기능을 통해 실패원인을 분석한다. 실패원인 분석 Report에서는 저장된 실패원인 DB를 통해 실패원인 유형분석 및 추이분석 기능을 수행하도록 구성되어 있다.



[그림 3-200] 실패원인분석 모듈의 기능 구성도

(4) 수행성능평가시스템의 구현

(가) 작업수행성능분석 시스템의 UI 및 기능

① 기본정보입력 단계

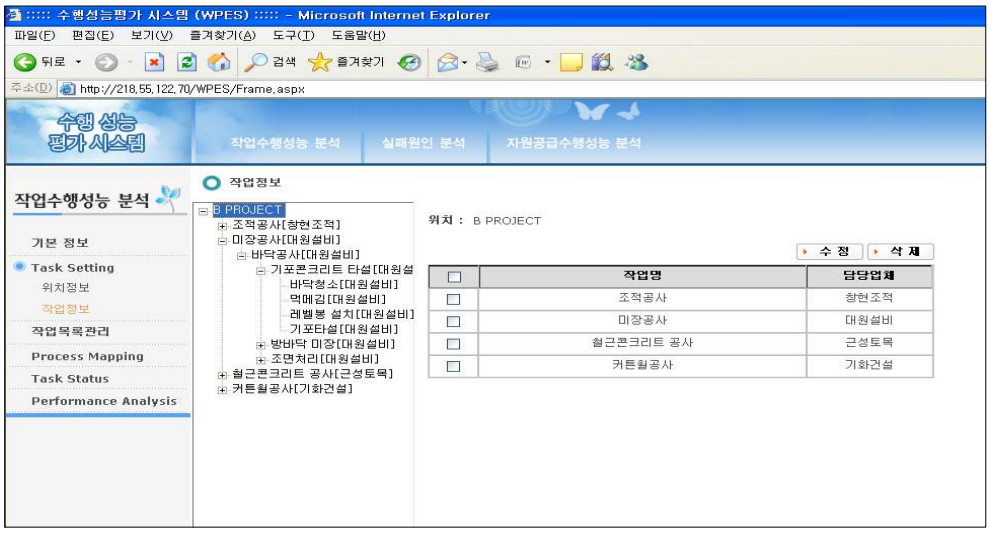
기본정보입력 단계에서는 프로젝트 전반에 대한 자료들을 시스템에 등록하게 되며 주요 등록정보에는 현장정보입력의 경우 공사명, 공사기간, 규모, 총세대수, 조감도 이미지, 배치도 이미지 등과 협력업체기본정보의 경우 협력업체명, 담당담자명, 이메일 등이 해당된다.



[그림 3-201] 공사기본정보 화면

② Task Setting 단계

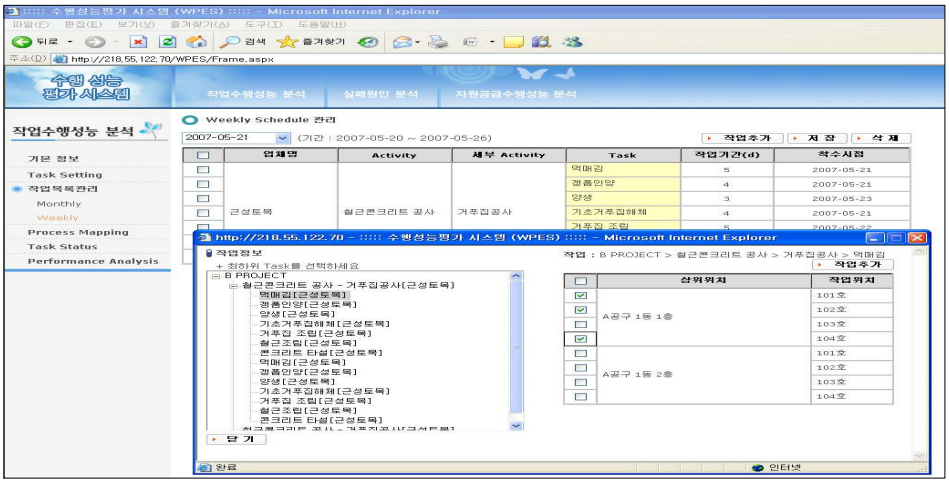
Task Setting 단계에서는 해당 프로젝트 전체의 위치정보와 작업정보를 등록한다. 위치정보입력 단계에서는 해당 프로젝트의 공구, 동, 층, 세대 등의 구성 정보를 등록하며 작업정보입력 단계에서는 Activity, 세부 Activity, Task 등의 구성 정보를 등록하게 된다. 다음 그림은 작업정보 입력화면 예시이다.



[그림 3-202] Task Setting의 작업정보 입력 화면

③ 작업목록작성의 단계

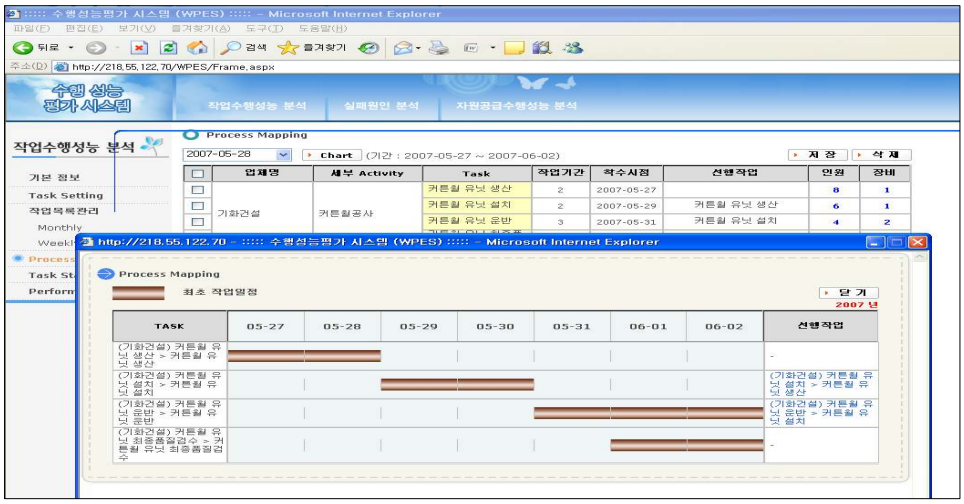
작업목록작성 단계에서는 Task Setting을 통하여 입력된 해당 프로젝트의 작업정보와 위치정보를 토대로 월간/주간작업목록을 작성하게 된다. 월간작업목록 작성시에는 해당 협력업체를 먼저 선택한 후 세부 Activity명을 선택한 후 해당 작업의 작업위치를 Tree 구조의 창에서 단/복수 형태로 선택하게 된다. 다음으로 해당 작업의 총 작업일수를 입력창에 입력하게 된다. 주간작업목록 작성은 월간작업목록 입력방식과 동일하며 세부 Activity 하위에 있는 개별 Task의 단위로 작업목록을 작성하게 된다.



[그림 3-203] 작업목록관리 기능 중 주간작업계획 설정 화면

④ 프로세스맵 관리

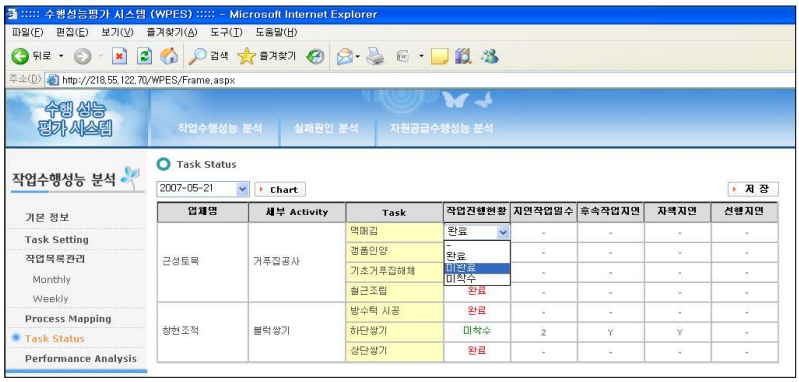
프로세스맵 관리 단계에서는 작업목록리스트 상에 입력된 여러 협력업체들의 Task들의 제반요건분석과 선후행관계도를 작성함으로써 주간공정표를 작성하게 된다. 제반요건분석의 경우 해당 Task에 대한 투입인력, 장비, 안전사항, Risk(실패원인유형분석) 입력 및 최적 작업량 확인이 가능하며, 제반요건분석이 완료되지 않은 작업은 미완료 사항이 처리되지 않을 경우 선후행관계도 작성을 위한 창에 포함되지 않다. 다음 그림은 작업일정을 차트로 표현한 화면의 예시이다.



[그림 3-204] Proses Mapping 화면

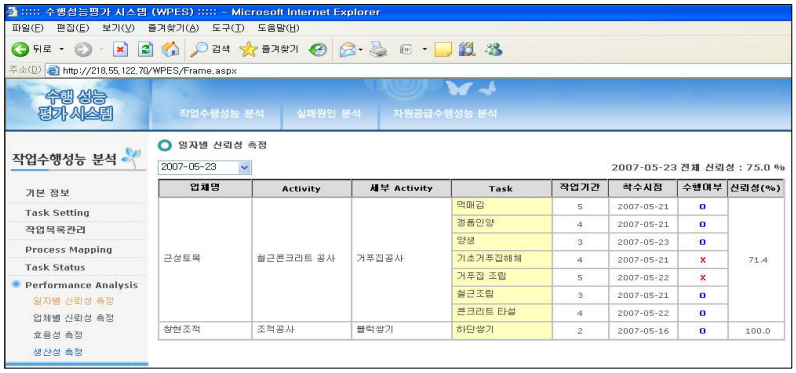
⑤ Task Status(작업수행현황)

작업수행현황은 프로세스맵 관리 단계에서 작성되어진 주간공정표 상의 작업 중 해당 일에 대한 작업완료여부를 확인하는 단계이다. 작업결과입력화면 상에서는 해당 Task에 대한 완료여부를 완료/미완료/미착수의 세 가지 진행상황으로 입력하게 되며 후행작업의 지연여부를 표현함으로써 작업효용성 계산이 가능하도록 한다. 아래 그림은 작업진행현황을 입력하는 화면이다.



[그림 3-205] Task Status 작업진행현황 입력 화면

⑥ Performance Analysis(작업수행성능분석)



[그림 3-206] Performance Analysis 일자별 신뢰성 측정 화면

작업수행성능분석 단계에서는 해당 기간 동안 작업에 참여한 모든 협력업체에 대한 작업신뢰성, 작업효용성, 작업생산성에 대한 분석 내용을 확인할 수 있다. 또한, 작업수행성능분석 시스템을 통하여 수집된 프로젝트별, 협력업체별, 개별 Task별 작업수행도 측정값을 DB화함으로써, 유사 프로젝트의 작업수행도를 예측할 수 있게 된다. 다음 [그림 3-206]은 일자별 신뢰성이 측정된 화면의 예시이다.

(나) 실패원인분석 모듈의 UI 및 기능

① 실패작업 조회 단계

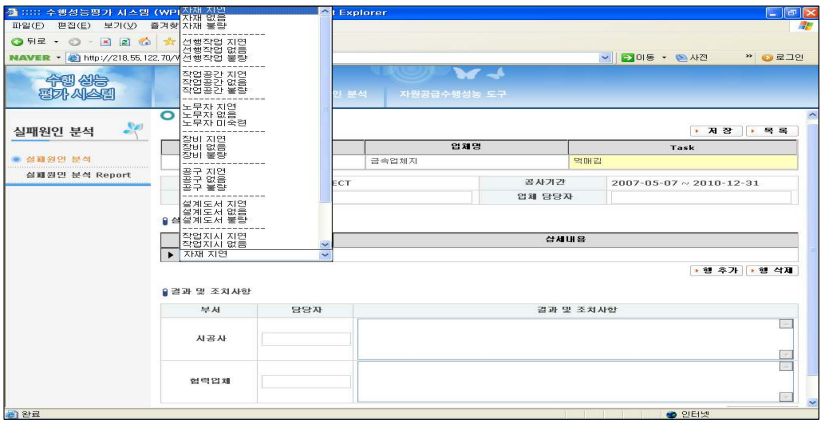


[그림 3-207] 실패작업 목록 작성 UI화면

작업수행성능 분석을 통해 작업의 신뢰성, 효율성, 효용성을 측정하고 신뢰도가 낮은 작업은 실패원인 분석 단계에서 실패원인을 분석한다. [그림 3-207]은 실패원인분석에 앞서 실패작업을 조회하는 화면이다. 먼저 분석할 기간을 설정하고 조회 버튼을 누르면 지연발생일, 업체명, 공종명, 세부공종명, 작업명이 입력된 실패작업의 목록이 생성된다.

② 실패원인분석 단계

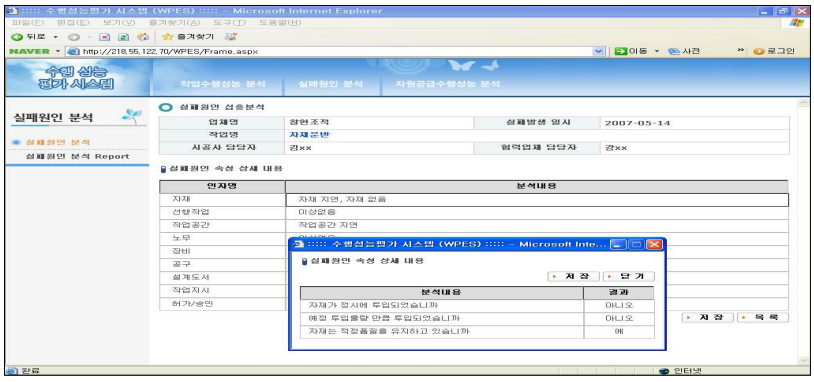
생성된 실패작업 목록에서 작업명을 클릭하면 그림 3-289와 같이 실패원인 분석 화면이 생성된다. 27가지 실패원인 중 해당 원인을 선택하고 상세내용을 입력하며 실패원인이 1개 이상 복합적으로 발생했을 시에는 모든 원인을 입력한다. 실패원인의 입력이 완료되면 결과 및 조치사항에 작업의 결과와 분석을 통한 조치사항을 입력하며 이러한 실패작업 분석결과는 DB에 저장함으로써 사용자 관점에서 작업일, 업체, 공종명 등으로 쉽게 검색, 분석할 수 있고 실패작업의 유형분석, 추이분석을 위한 바탕이 된다.



[그림 3-208] 실패원인 분석 UI화면

③ 상세분석 단계

실패원인분석을 통해 구체적인 실패원인을 알 수 없을 경우 상세분석을 실시한다. 실패작업의 상세분석은 각 실패원인분류체계의 인자를 중심으로 세부항목들의 반복적인 질문을 통해 답변을 이끌어 내어 실패원인의 추적하는 것이다. 먼저 9가지 인자명으로 구성된 표에서 각 인자를 클릭하면 속성에 대한 질문창이 생성되고 해당 질문에 예/아니오 의 답변을 통하여 실패원인을 분석한다. 반복적 질문을 통해 모든 인자에 대해 분석을 실시하여 실패원인을 도출해 내고 그 결과값은 DB에 저장된다.

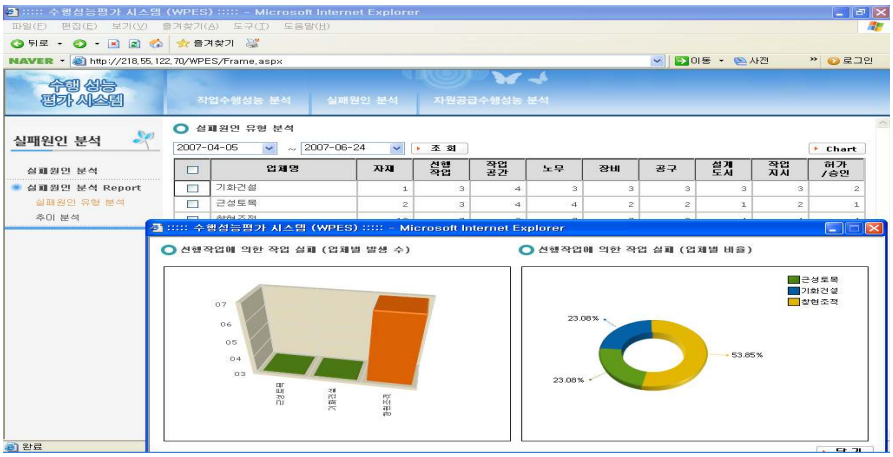


[그림 3-209] 실패원인분석의 상세분석 UI화면

④ 실패원인 유형분석

위의 그림은 실패원인분석을 통해 D/B에 저장된 결과를 사용자 관점에서 생성한 예이다. 해당 기간의 실패원인 분석 작업을 조회하면 각 업체의 실패인자별 발생건

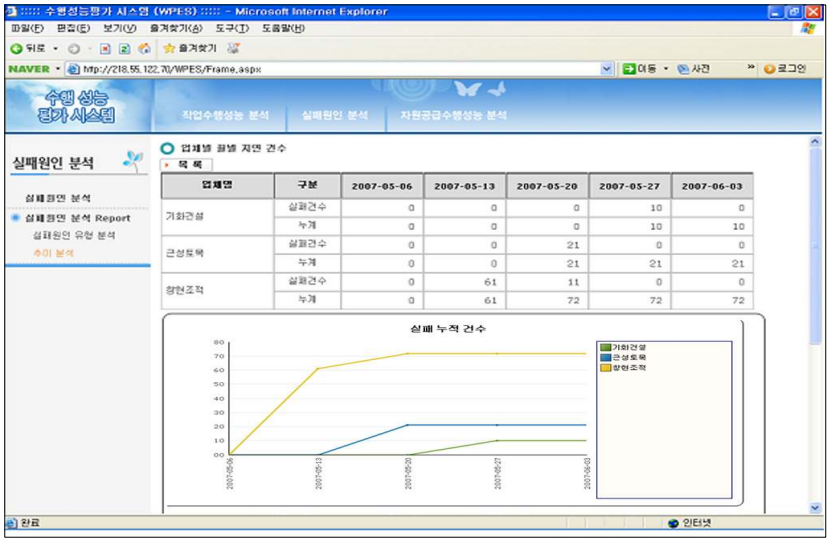
수가 표로 나타나고 표에서 각 인자를 클릭 시 인자의 업체별 발생건수가 그래프로 표현된다. 또한 업체별 차트보기를 클릭하면 해당업체에서 발생한 실패작업의 작업일, 실패원인, 공종별 실패건수에 대한 상세 검색이 가능하다.



[그림 3-210] 실패원인 유형분석 UI 화면

⑤ 추이분석

추이분석단계는 DB에 저장되어 있는 실패작업의 추이를 분석함으로써 공정관리의 성과파악과 예정 공사에서 실패발생가능 작업에 대한 예측을 가능하게 한다.



[그림 3-211] 실패원인 추이분석 UI 화면

사. 수행성능평가 시스템의 설계 및 개발

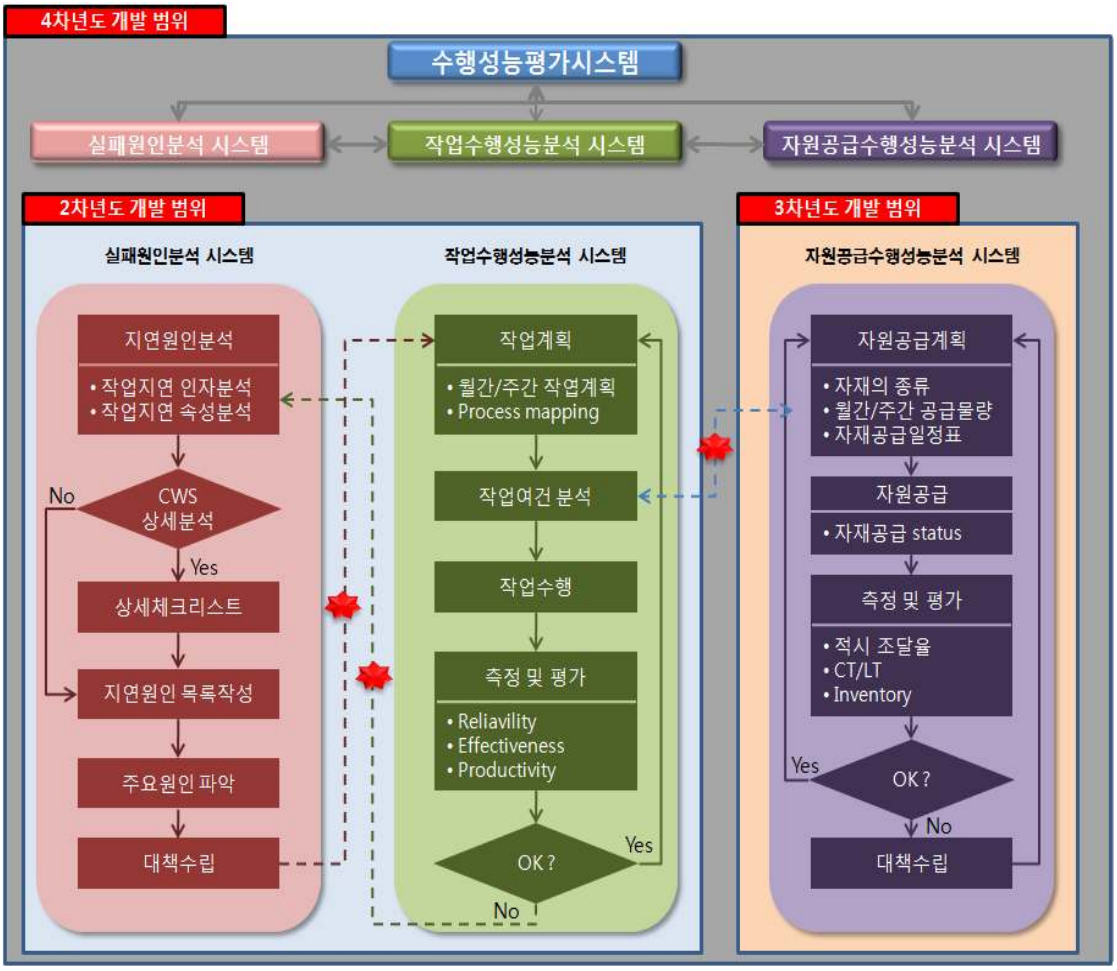
(1) 세부 시스템간의 연계방안 수립

본 연구는 2차년도에 작업수행성능분석 시스템 및 실패원인분석 시스템을 개발완료하였으며, 3차년도에는 자원공급수행성능분석 시스템을 개발하였다. 4차년도 연구는 이미 개발 완료한 위 3개의 세부 시스템들을 통합하는 것이다. 이를 위해 세부 시스템간의 연계방안을 수립하였고, 그 내용은 아래와 같다.

첫째, 작업수행성능분석 시스템과 실패원인분석 시스템 간의 연계 방안.

둘째, 작업수행성능분석 시스템과 자원공급수행성능분석 시스템 간의 연계 방안.

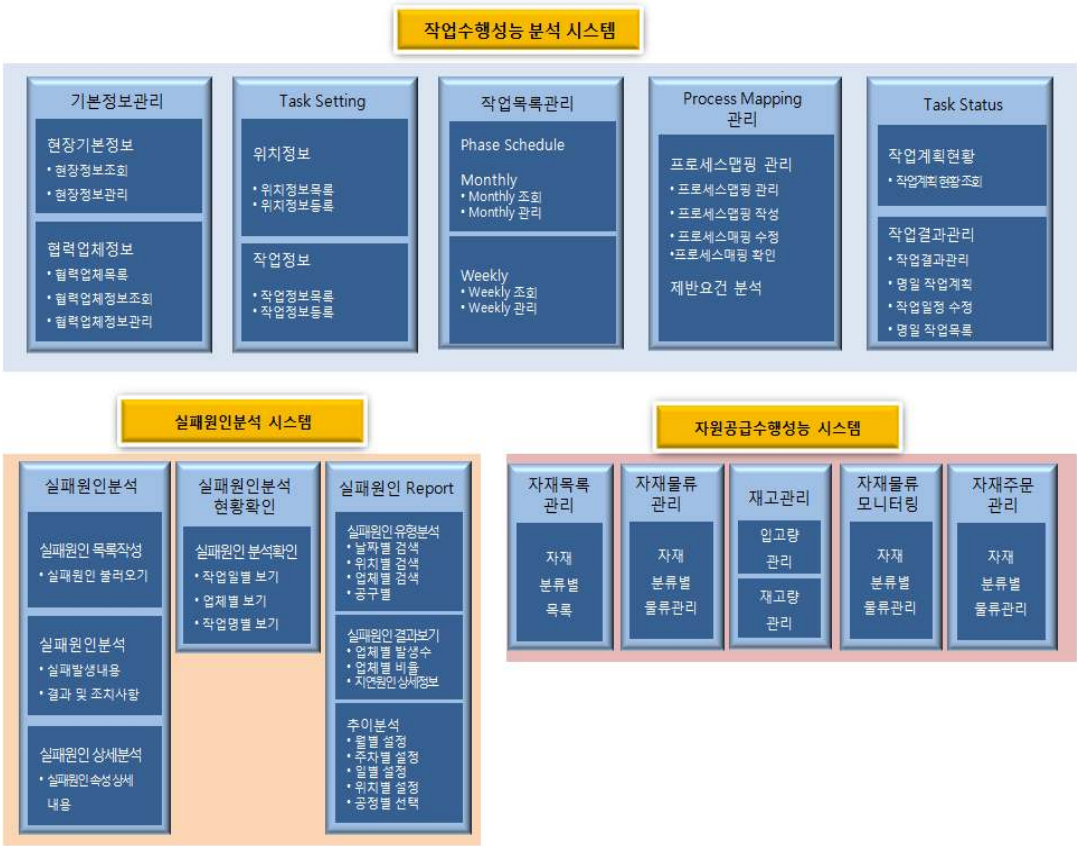
셋째, 실패원인분석 시스템과 자원공급수행성능분석 시스템 간의 연계 방안.



[그림 2-212] 세부 시스템 간의 연계 방안

(2) 수행성능평가 시스템의 기능 구성

수행성능평가 시스템은 작업수행성능분석 시스템, 실패원인분석 시스템, 자원공급 수행성능분석 시스템 등 총 3개의 세부 시스템으로 구성되어지고, 각 세부 시스템별 기능 구성은 아래 그림과 같다.



[그림 3-213] 수행성능평가 시스템의 기능 구성도

(3) 수행성능평가 시스템의 주요 기능 및 활용 방안

수행성능평가 시스템은 작업수행성능분석 시스템, 실패원인분석 시스템, 자원공급 수행성능분석 시스템 등 총 3개의 세부 시스템으로 구성된다. 각 시스템별 주요기능 및 활용방안은 아래 내용과 같다.

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	작업수행성능분석 시스템	버전	v.100
화면 명	기본정보 – 공사정보	화면 ID	WP-01



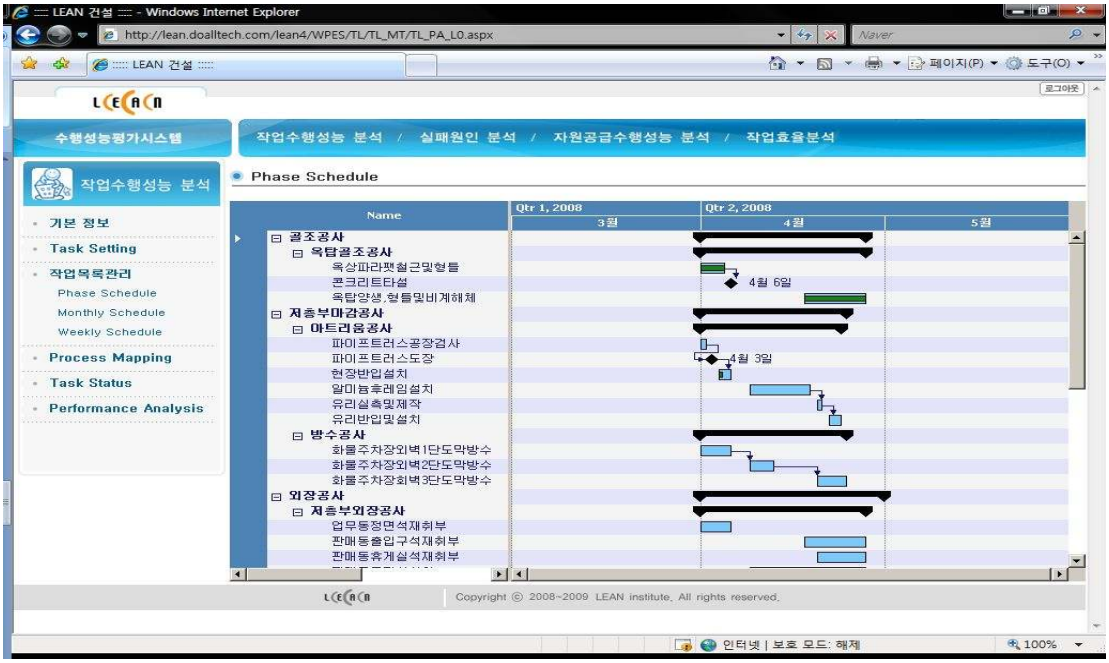
주요 기능	활용 방안
■ 기본정보입력 단계에서는 프로젝트 전반에 대한 자료들을 시스템에 등록하게 되며 주요 등록정보에는 현장정보입력의 경우 공사명, 공사기간, 규모, 총세대수, 조감도 이미지, 배치도 이미지 등을 등록/수정할 수 있다	■ 공사기본정보에 대해 조회할 수 있다

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	작업수행성능분석 시스템	버전	v.100
화면 명	Task Setting – 위치정보입력	화면 ID	WP-03



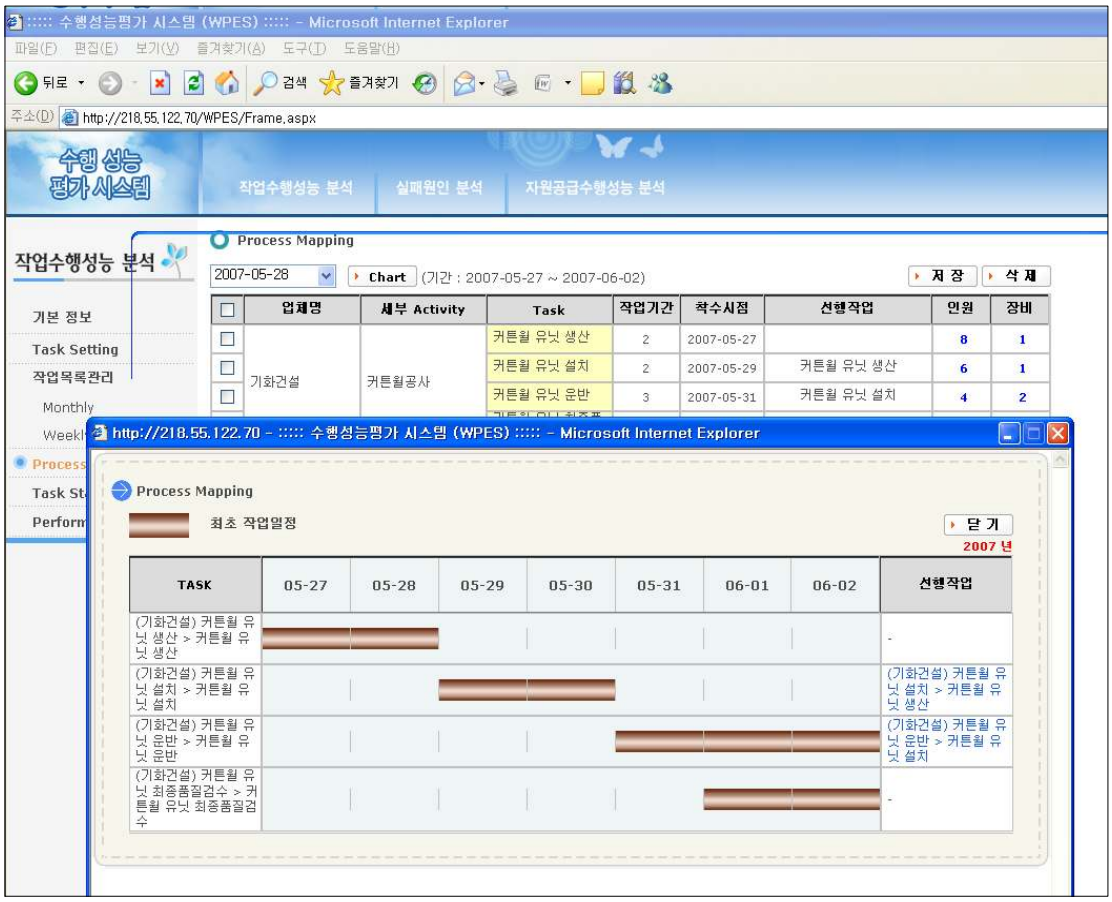
주요 기능	활용 방안
■ 입력화면과 작업정보 입력화면 예시이다.	■ 작업들의 위치정보를 입력할 수 있다.

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	작업수행성능분석 시스템	버전	v.100
화면 명	작업목록작성 – Phase Schedule	화면 ID	WP-05



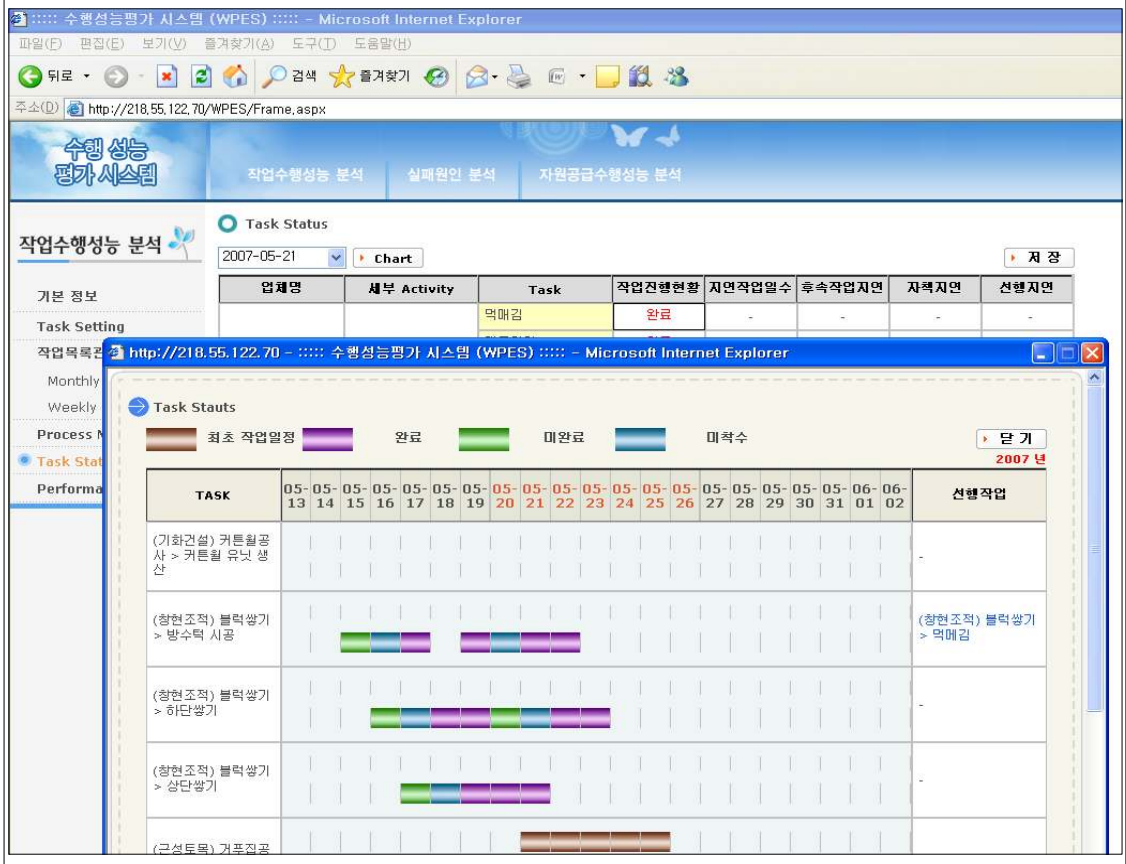
주요 기능	활용 방안
■ 작업목록작성 단계에서는 Task Setting을 통하여입력된 해당 프로젝트의 작업정보와 위치정보를 토대로 월간/주간작업목록을 작성하게 된다. 월간 작업목록 작성 시에는 해당 협력업체를 먼저 선택한 후 세부 Activity명을 선택한 후 해당 작업의 작업위치를 Tree 구조의 창에서 단/복수 형태로 선택하게 된다. 다음으로 해당 작업의 총 작업일수를 입력창에 입력하게 된다. 주간작업목록 작성은 월간작업목록 입력방식과 동일하며 세부 Actvity 하위에 있는 개별 Task의 단위로 작업목록을 작성하게 된다.	■ 당월 전후의 3개월의 공정 스케줄을 알 수 있어 공정계획에 활용 .

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	작업수행성능분석 시스템	버전	v.100
화면 명	프로세스맵 관리 – Process Mapping	화면 ID	WP-08



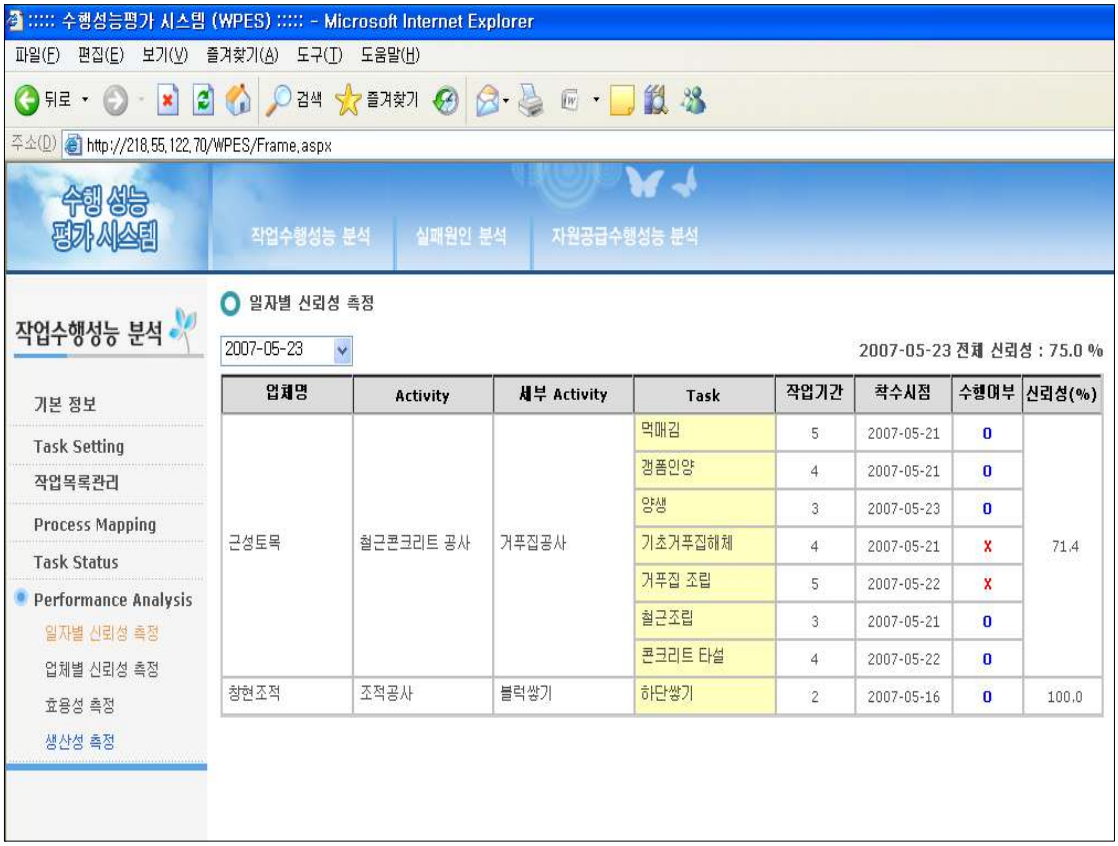
주요 기능	활용 방안
■ 의 제반요건분석과 선후행관계도를 작성함으로써 주간공정표를 작성하게 된다. 제반요건분석의 경우 해당 Task에 대한 투입인력, 장비, 안전사항, Risk(실패원인유형분석) 입력 및 최적 작업량 확인이 가능하며, 제반요건분석이 완료되지 않은 작업은 미완료 사항이 처리되지 않을 경우 선후행관계도 작성을 위한 창에 포함되지 않다.	■ 작업의 선후행 관계를 설정하여 작업순서를 결정하는데 활용.

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	작업수행성능분석 시스템	버전	v.100
화면 명	Task Status – 작업진행현황	화면 ID	WP-11



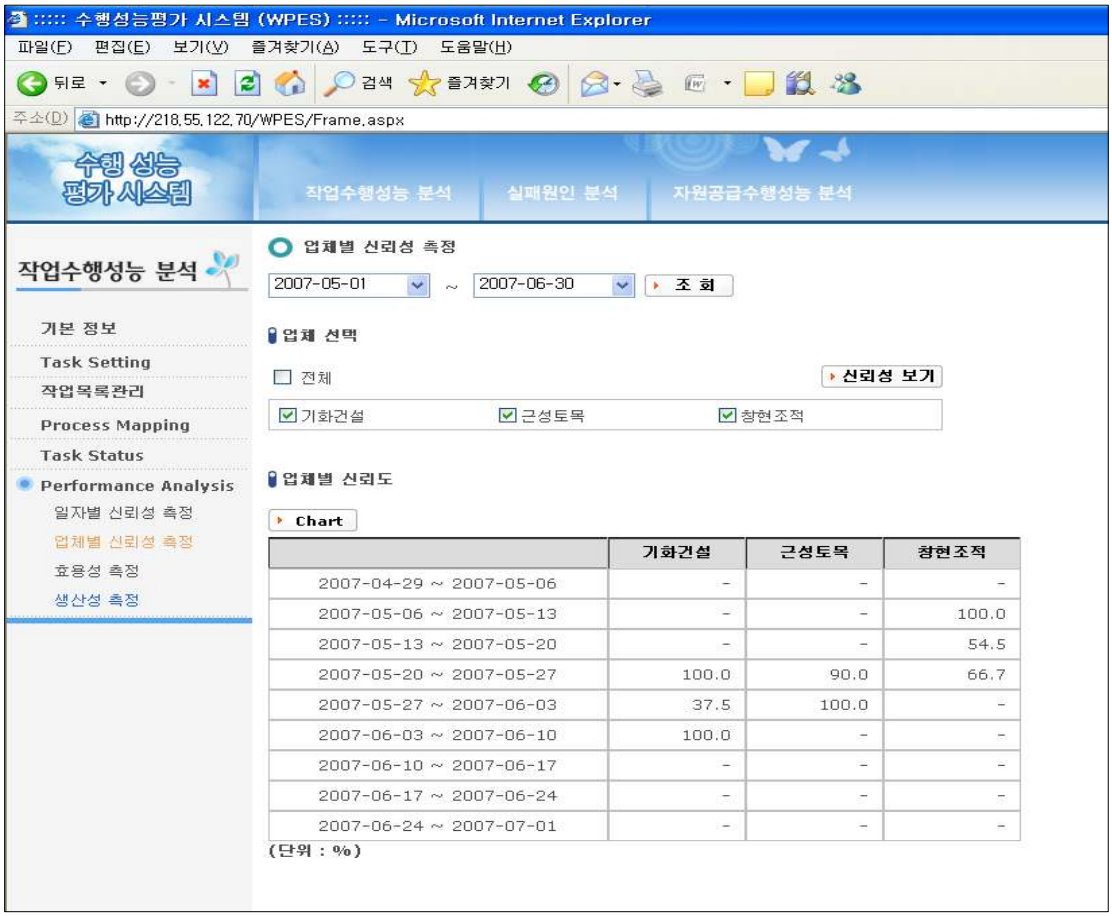
주요 기능	활용 방안
■ 작업수행성능분석 단계에서는 해당 기간 동안 작업에 참여한 모든 협력업체에 대한 작업신뢰성, 효용성, 작업생산성에 대한 분석 내용을 확인할 수 있다. 또한, 작업수행성능분석 시스템을 통하여 수집된 프로젝트별, 협력업체별, 개별 Task별 작업수행도 측정값을 DB화함으로써, 유사 프로젝트의 작업수행도를 예측할 수 있게 된다.	■ 일일작업의 수행여부 확인을 통해 당일 작업을 모니터링에 활용.

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	작업수행성능분석 시스템	버전	v.100
화면 명	Perfomance Analysis – 일자별 신뢰성 측정	화면 ID	WP-12



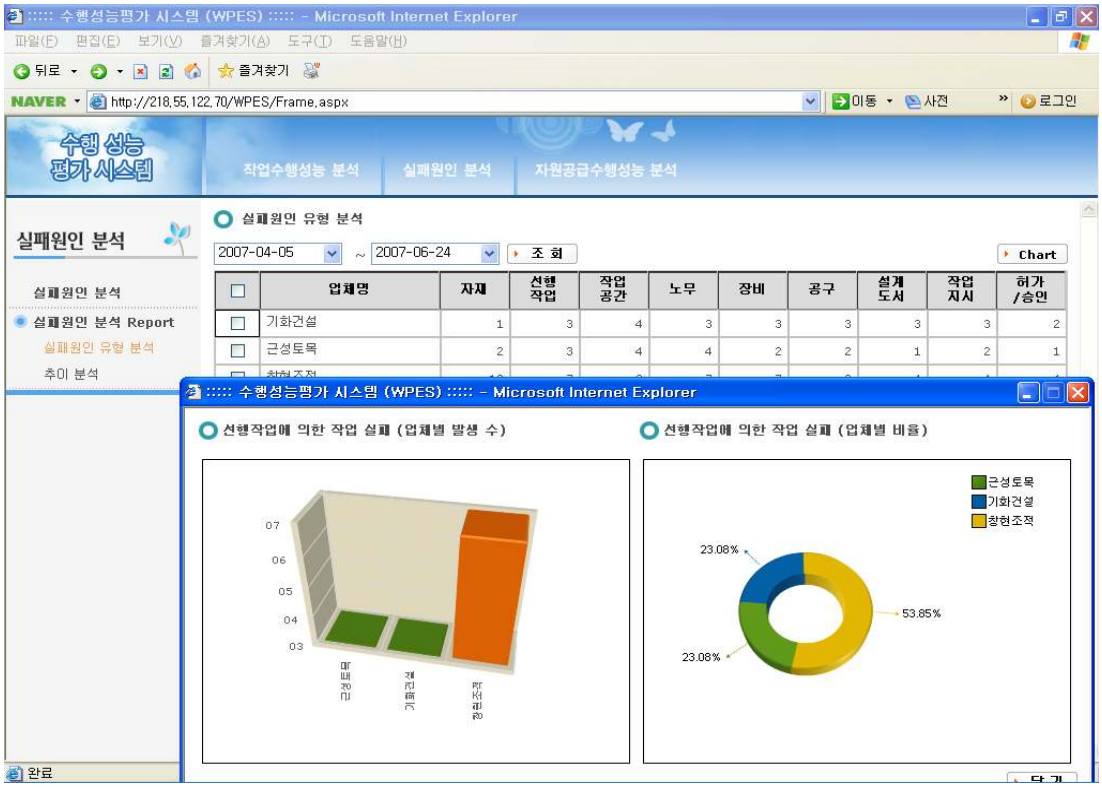
주요 기능	활용 방안
■ 작업수행성능분석 단계에서는 해당 기간 동안 작업에 참여한 모든 협력업체에 대한 작업신뢰성, 효용성, 작업생산성에 대한 분석 내용을 확인할 수 있다. 또한, 작업수행성능분석 시스템을 통하여 수집된 프로젝트별, 협력업체별, 개별 Task별 작업수행도 측정값을 DB화함으로써, 유사 프로젝트의 작업수행도를 예측할 수 있게 된다	■ 특정 일자/기간 동안 수행된 작업의 신뢰성 측정.

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	작업수행성능분석 시스템	버전	v.100
화면 명	Performance analysis – 업체별 신뢰성 측정	화면 ID	WP-13



주요 기능	활용 방안
■ 작업수행성능분석 단계에서는 해당 기간 동안 작업에 참여한 모든 협력업체에 대한 작업신뢰성, 효용성, 작업생산성에 대한 분석 내용을 확인할 수 있다. 또한, 작업수행성능분석 시스템을 통하여 수집된 프로젝트별, 협력업체별, 개별 Task별 작업수행도 측정값을 DB화함으로써, 유사 프로젝트의 작업수행도를 예측할 수 있게 된다	■ 특정 업체의 작업 수행 신뢰도를 측정.

시스템 명	수행성능분석 시스템	유형	Prototype System
서브 시스템 명	실패원인분석 시스템	버전	v.100
화면 명	실패원인 유형분석 – 실패원인 유형분석	화면 ID	FP-04



주요 기능	활용 방안
■ 그림은 실패원인분석을 통해 D/B에 저장된 결과를 사용자 관점에서 생성한 예임. 해당 기간의 실패원인 분석 작업을 조회하면 각 업체의 실패 인자별 발생건수가 표로 나타나고 표에서 각 인자를 클릭 시 인자의 업체별 발생건수가 그래프로 표현된다. 또한 업체별 차트보기를 클릭하면 해당 업체에서 발생한 실패작업의 작업일, 실패원인, 공종별 실패건수에 대한 상세 검색이 가능하며 업체별 지연발생건수 및 지연원인의 상호 비교도 가능하다.	■ 실패원인 발생건수를 업체별, 공종별로 조회 및 비교 .

아. 수행성능평가 시스템 개선 및 보급

5차년도의 주요 연구내용은 기존에 개발 완료된 작업수행성능분석/작업지연원인분석/자원공급수행성능분석 모듈의 통합시스템인 수행성능평가시스템의 개발을 완료하고 이에 대한 사용자 편의를 위한 시스템 업무 매뉴얼 작성 및 시스템 현장 적용을 통한 사용성과 유용성 검증, 그리고 마지막으로 수행성능평가시스템의 시연회 개최 및 홍보 전략수립을 통한 상용화 제품 출시이다.

(1) 시스템 모듈별 보완 및 개선 사항에 따른 알고리즘 및 UI 변경

(가) 시스템 모듈별 보완 사항 도출

본 연구는 수행성능평가시스템의 보완 및 개선사항을 도출하기 위하여 국내 3개의 건설 현장을 방문하여 건설현장전문가(현장소장 3명, 공사과장 3명, 현장기사 7명) 및 건설현장 감리자(소장 2명, 대리 2명, 사원 4명)를 대상으로 수행성능평가시스템의 모듈별 보완 및 개선사항을 조사하였으며, 그 결과를 요약하면 아래 표와 같다.

<표 3-100> 전문가 자문을 통한 시스템 보완사항 도출 주요 내용

구분	해당 모듈 명칭	문제점 및 보완 사항	개선 방향	반영 여부
작업수행성능분석시스템	Task Status	작업수행성능분석 시스템 내의 Task Status에서 일일작업 현황을 손쉽게 파악할 수 있음. 하지만 현장 내의 전 공정에 대한 진도현황을 한 눈에 파악하는 데에는 어려움이 있으며, 이러한 진도현황을 손쉽게 파악하는 것이 현업에서는 가장 시급함. 작업수행성능분석 시스템 내에 공사진행 현황을 손쉽게 확인할 수 있는 진도관리 모듈이 추가되면 유용할 것으로 생각됨.	일일 단위로 개별작업에 대한 완료/미완료/미착수 결과를 토대로 계획 대비 실적 진도율을 관리할 수 있는 진도관리 모듈을 추가할 예정임. 진도관리 현황은 현업에서 한눈에 손쉽게 관리할 수 있도록 시스템 메인 화면에 Bar 형태의 계획 대비 실적 진도율 확인 상태를 표시하며 개별 작업에 대한 기성액과 진행현황을 동시에 관리할 수 있는 형태로 개발할 예정임.	반영(○)
		현재 Task Status 모듈 내에서 제시하는 작업현황 확인 단위는 3주 단위로 고정되어 있음. 하지만, 개별 작업의 지연 단위가 최대 7일 단위로 고정되	Task Status 내에 개별 작업이 미완료 또는 미착수로 표기될 경우 해당 작업에 대한 지연일은 최대 7일로 한정되어 있었음. 하지만, 특정 작	반영(○)

		어 특정 작업의 경우 7일 보다 작업지연이 길어질 수 있음을 고려할 필요가 있음	업에 대한 장기 지연을 표기하기 위하여 최대 지연일 수는 최대 30일까지로 확대할 예정임.	
작업수행성능분석시스템	Process mapping	작업여건 분석 시 동일 작업에 대한 최적 작업량이 테이블에 아래에 제공되어 투입할 인원 및 작업량에 대한 기초자료로 활용될 수 있음. 하지만, 이러한 최적 작업량 데이트가 해당 현장에 입력된 데이터 베이스만을 기반으로 하고 있어 이를 타 프로젝트 데이터와 연계할 경우 기초 제공 데이터를 더욱 많이 확보할 수 있을 것으로 예상됨.	작업여건 분석 시 제공되는 동일작업에 대한 최적 작업량 데이트를 타 프로젝트 내에의 데이트를 포함하도록 데이터 DB를 연계할 예정임. 또한, 최적 작업량과 비교하여 투입인력 및 작업량이 초과할 시에는 시스템 내에서 경고 안내 메시지를 제공하도록 보완할 예정임.	반영(○)
		프로세스 맵핑 모듈의 경우 협력업체들이 1주일 타 협력업체들의 작업내용을 손쉽게 이해하고 작업선후행 관계 정의를 통한 작업간섭여부 및 투입장비의 배분에 유용하다고 생각됨. 하지만, 시스템 내에서 프로세스 맵핑 결과에 대한 출력기능이 지원되지 않아 현장 작업자가 해당 내용을 수시로 확인하는데 많은 어려움이 있음.	프로세스 맵핑 모듈에서 작성된 작업선후행 관계도 및 개별 작업에 대한 작업여건 분석결과를 시스템 내에서 출력할 수 있는 출력기능을 추가할 예정임. 또한, 현장 적용 시에 매주 금요일 다음 주 작업에 대한 프로세스 맵핑 결과를 출력하여 배포할 예정임.	반영(○)
	Performance Analysis	Performance Analysis 모듈의 경우 기간별(일/주/월 단위) 및 협력업체별 작업신뢰성/작업효용성/작업생산성에 대한 결과를 Reprot로 출력할 수 있어 건설현장 내의 관리에 있어 매우 유용할 것으로 예상되어짐. 하지만, 위 출력물은 그래프와 수치로만 표현되어 향후 시스템 내에서 그래프와 수치에 대한 분석 내용을 같이 기입하여 출력할 수 있으면 더욱 유용할 것으로 예상됨.	Performance Analysis 모듈에서 출력되어지는 결과보고서의 형태에 관리자가 분석 내용 및 분석 결과에 따른 향후 조치사항을 같이 기입하여 보고서 형태로 출력될 수 있도록 수정할 예정임.	반영(○)
작업실패원인분석	작업실패원인분석 Report	작업실패원인 Report 모듈의 경우 해당 현장의 공종별, 업체별 작업실패유형에 대해 한눈에 파악하는 데 매우 유용함. 하지만, 동일 공종에 대해 2개 이상의 협력업체가 투입되는 경우 해당 협력업체들 간의 작업실패유형을 비교 분석할	작업실패원인 Report 모듈 내에 동일 공종에 대한 2개 이상의 협력업체 간의 실패원인 유형 비교 분석을 할 수 있는 기능을 추가할 예정임.	반영(○)

시스템		수 있는 기능이 추가될 필요가 있음. 이러한 기능을 통하여 좀더 체계적이고 정확한 개별 작업에 대한 실패원인분석이 진행될 수 있음.		
작업실패원인분석시스템	작업실패 원인분석 Report	Performance Analysis 모듈에서 출력되는 작업실패원인 결과 레포트의 그래프 및 수치에 대한 가시성이 미흡함. 이에 대한 개선이 필요함	Performance Analysis 모듈에서 출력되는 작업실패원인 결과 레포트의 그래프 및 수치에 대한 가시성을 확보할 수 있도록 시스템 UI를 변경할 예정임.	반영 (○)
시스템전반	시스템 매뉴얼	수행성능평가 시스템이 제공하는 현장의 수행성능평가 지표인 작업신뢰성, 작업효용성, 작업생산성에 대한 측정 산식 및 측정 절차에 대한 안내가 시스템 내에서 제공될 필요가 있음. 처음 시스템을 접하는 사람은 해당 지표가 높고 낮음이 무엇을 의미하는 이해하기 어려움.	수행성능평가 시스템 개발과 동시에 사용자 매뉴얼을 구축할 예정이며, 해당 매뉴얼 작성 완료 후 시스템 내에서 사용자가 다운로드하여 해당 측정 지표의 측정 방법 및 알고리즘을 이해하고 이를 관리할 수 있는 방법을 제시할 예정임. 또한, 이는 프로젝트 블로그 내에 사용자 게시판에도 같이 업로드할 예정임.	반영 (○)
	시스템 설계 (구동속도)	대형 건설현장에는 1만개~1만2천에 개별 작업이 관리대상으로 구성되어짐. 현 시스템에 입력된 1천개 미만의 개별작업에 대한 관리 및 확인을 위한 시스템 반응 및 구동 속도에 대해 최대 시스템 부하 시를 고려하여 시스템 설계를 할 필요가 있음.	현재 수행성능평가 시스템 내에 작업정보에 대한 업로드 및 분석 레포트 출력에 대한 시스템 반응 속도가 상당히 저하되어 이에 대한 응답 속도를 최대한 높일 수 있도록 시스템을 보완할 예정임. 또한, 1만 2천개의 개별 작업관리에 적합하도록 시스템 개발 시 시범 테스트를 진행할 예정임.	반영 (○)

(나) 시스템 모듈별 개선 사항에 따른 시스템 알고리즘 및 UI 변경

① 진도관리 모듈의 추가

전문가 자문을 통해 수행성능평가 시스템의 보완 및 개선 사항으로 가장 중요하게 언급된 것은 바로 현장의 공사진행현황을 한 눈에 파악할 수 있는 진도관리 모듈의 추가이다. 기존의 수행성능평가 시스템은 Task Status 모듈 상에서 3주 단위의 개별 작업에 대한 진행현황을 확인할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 하지만, 이는 개별 작업으로 구성되어 있어 현 시점에서 전체 공정의 공사진행현황을 종합적으로 파악하는 데에는 한계점을 지니고 있었다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 수행성능평가 시스템에 아래 그림과 같이 진도관리 모듈을 추가하였다. 수행성능평가 시스템 상에 공정관리를 위한 마스터스케쥴/3개월 공정표/ 월간 공정표/ 주간 공정표 및 진도관리 관련 정보입력은 기존 공정관리 프로그램의 작성 내용을 Excel 형태로 변환하여 업로드가 가능하게 하였으며 Task Status 상에 작업진행 현황에 대한 정보 입력 시에는 일일공정회의 시에 작업진행 현황을 시공자 현장기사가 회의 진행 결과에 대해 수작업으로 입력하는 방식을 선택하였는데 이는 업체업체별 공사진행 현황 보고의 신뢰성을 확보하며 보고 내용에 대한 추후확인 작업을 배제하기 위한 조치임

② 진도관리 모듈의 UI 구성



[그림 3-214] 진도관리 모듈의 UI 구성 화면의 예시

[그림 3-214]은 수행성능평가 시스템 내에 추가된 진도관리 모듈의 화면 예시이다. 진도관리 모듈은 작업목록 관리 모듈 내의 3개월 공정표, 월간 공정표, 주간 공정표 내용과 연계하여 개별 Task별 작업완료 여부를 활용하여 시스템 내에서 자동으로 공종별 공사진척도를 제공한다.

(2) 수행성능평가 시스템 현장 적용 결과

① 수행성능평가 시스템 현장 적용 개요

수행성능평가시스템을 2010년 6월~2010년 8월까지 국내 대표적인 건설업체인 [D건설사의 마포지구 도시환경정비사업의 0-000 오피스 빌딩 공사 현장]과 [D건설사의 0000아파트 현장]에 Pilot 현장적용을 실시하였다. Pilot 현장적용 과정에서 '수행성능평가시스템'의 작업수행성능분석 및 실패원인분석 모듈의 최종 버전을 활용하였으며, 현장 공사과장 및 현장 기사가 직접 수행성능평가 시스템을 활용하여 사용자 측면에서의 시스템 사용성 및 상용화 가능성을 검토하는 것을 목적으로 진행하였다.

② Pilot 현장적용결과 분석

㉮ D건설, 마포지구 도시환경정비사업의 0-000 오피스 빌딩 공사 현장

- 현장적용 목적 및 범위

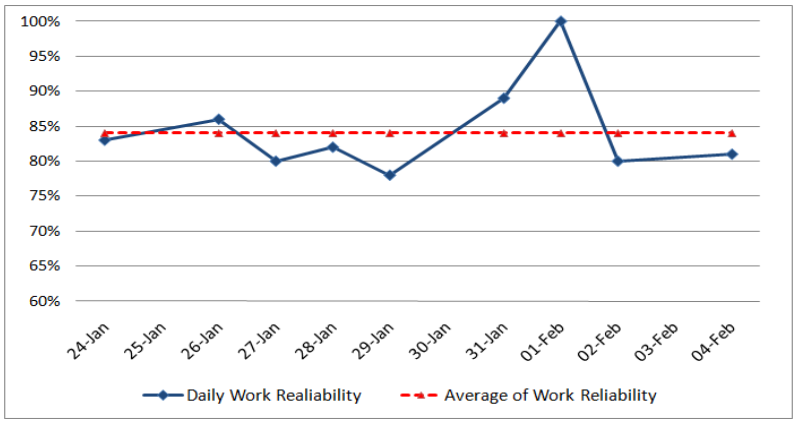
본 현장은 총 18개월의 공기로 2009년 9월에 시작하여 현재 7개월의 잔여공기가 남은 상황이었으며, 대부분의 동이 골조공사가 진행되고 있는 시점이다. 이에 본 연구에서는 수행성능평가시스템을 골조공사에 적용하여 A동을 대상으로 2009년 6월 21일부터 2009년 7월 24일 까지 총 5주간 측정하였으며, 2주간은 수행성능분석 시스템을 적용하지 않는 AS-IS 프로세스를 남은 3주간은 수행성능분석 시스템을 적용하는 TO-BE 프로세스를 적용하여 측정하였다.

- 현장적용 사례 결과 분석

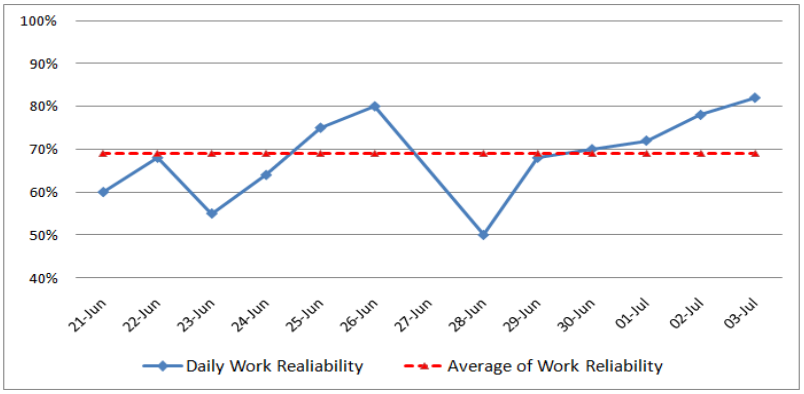
AS-IS 프로세스의 경우 작업완료여부는 평균 69%로 측정되었으며, TO-BE 프로세스의 경우 작업완료여부가 평균 85%로 측정되었다. 골조공사의 경우 작업완료율이 16% 증가 하였으며, 측정결과는 아래 그래프와 같다.

또한, 골조공사의 작업지연 발생 빈도의 경우 AS-IS 프로세스의 작업지연 발생

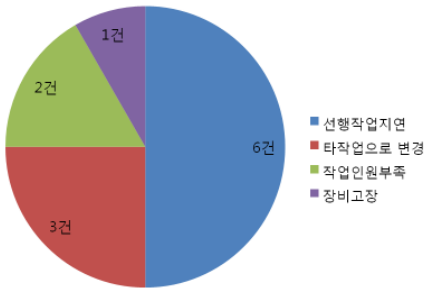
빈도는 총 12건이며 TO-BE 프로세스의 작업지연 발생빈도는 총 5건으로, 작업지연 원인별 발생빈도는 아래 그림과 같다. TO-BE 프로세스의 경우 AS-IS 프로세스에 비해 작업지연이 48% 감소하는 것으로 나타났다.



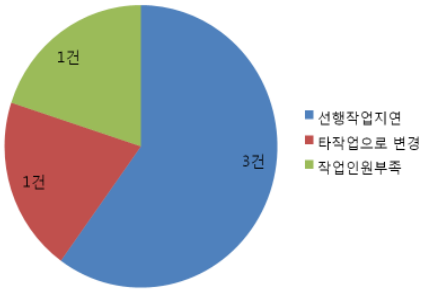
[그림 3-215] 골조공사 AS-IS 프로세스 측정 결과



[그림 3-216] 골조공사 TO-BE 프로세스 측정 결과



[그림 3-217] AS-IS 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도

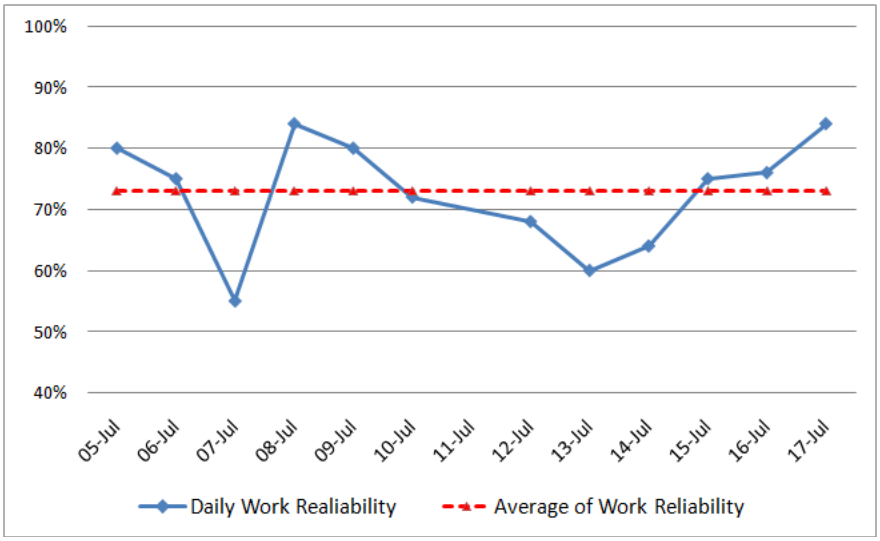


[그림 3-218] TO-BE 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도

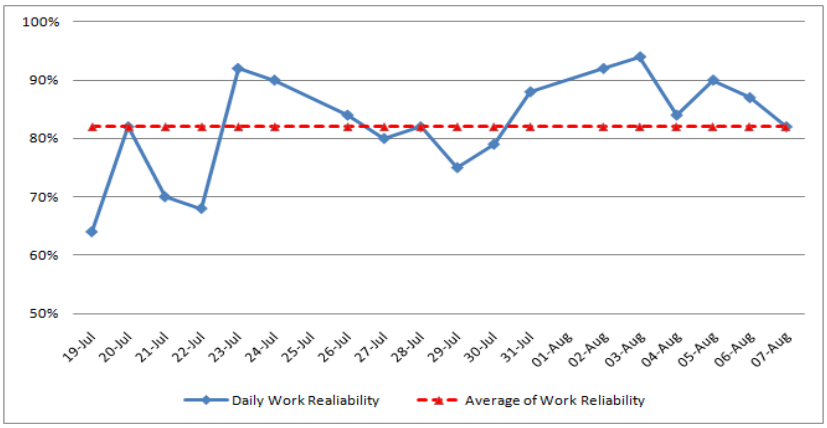
㉰ D건설사의 0000아파트 현장

– 현장적용 목적 및 범위

본 현장은 총 23개월의 공기로 2009년 3월에 시작하여 현재 6개월의 잔여공기가 남은 상황이었으며, 대부분의 동이 마감공사가 진행되고 있는 시점이다. 이에 본 연구에서는 수행성능평가시스템을 골조공사에 적용하여 112동과 113동을 대상으로 2010년 7월 5일부터 2010년 8월 7일 까지 총 5주간 측정하였으며, 2주간은 수행성능분석 시스템을 적용하지 않는 AS-IS 프로세스를 남은 3주간은 수행성능분석 시스템을 적용하는 TO-BE 프로세스를 적용하여 측정하였다.



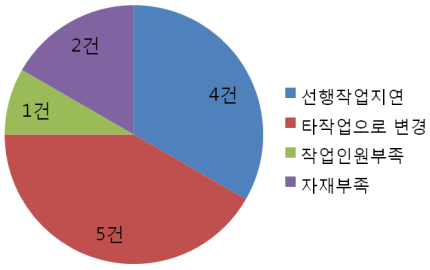
[그림 3-219] 마감공사 AS-IS 프로세스 측정 결과



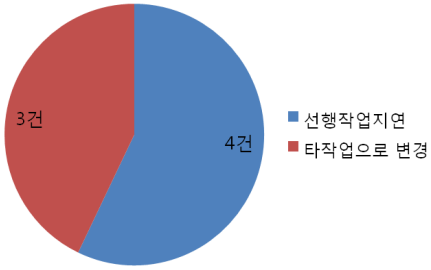
[그림 3-220] 마감공사 TO-BE 프로세스 측정 결과

- 현장적용 사례 결과 분석

AS-IS 프로세스의 경우 작업완료여부는 평균 73%로 측정되었으며, TO-BE 프로세스의 경우 작업완료여부가 평균 82%로 측정되었다. 마감공사의 경우 작업완료율이 9% 증가 하였으며, 측정결과는 [그림 3-174], [그림 3-220]와 같다.



[그림 3-221] AS-IS 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도



[그림 3-222] TO-BE 프로세스의 작업지연 원인별 발생빈도

또한, 마감공사의 작업지연 발생 빈도의 경우 AS-IS 프로세스의 작업지연 발생빈도는 총 12건이며 TO-BE 프로세스의 작업지연 발생빈도는 총 7건으로, 작업지연 원인별 발생빈도는 [그림 3-176], [그림 3-222]과 같다. TO-BE 프로세스의 경우 AS-IS 프로세스에 비해 작업지연이 42% 감소하는 것으로 나타났다.

③ 수행성능평가시스템의 현장적용을 통한 사용성 및 유용성 평가

㉮ 수행성능평가시스템 사용자 평가 개요

수행성능평가시스템 사용자 평가를 위해 측정이 종료된 후 현장소장, 공무과장, 공사과장, 현장기사를 대상으로 현장 설문을 실시하였다. 질문 내용은 수행성능평가시스템의 모듈에 따른 기능의 사용성과 유용성에 관한 것으로 다음과 같으며, 각 항목에 대하여 1~10점 사이의 점수를 부여하도록 하였다.

- 사용성 평가항목

1-1 수행성능평가시스템의 공사기본(공사개요/업체정보/공정정보) 정보를 입력하는 과정은 편리한가?

1-2 수행성능평가시스템의 위치 및 작업정보 입력 과정은 편리한가?

1-3 수행성능평가시스템의 월간/주간 작업정보의 입력 과정은 편리한가?

1-4 수행성능평가시스템의 Process Mapping을 통한 작업여건분석 과정은 편리한가?

1-5 수행성능평가시스템의 Task Status 분석과정은 편리한가?

1-6 수행성능평가시스템의 Performance Analysis을 통한 협력업체의 작업신뢰성 측정 과정은 편리한가?

- 유용성 평가항목

2-1 실패원인분석을 함으로써 계획된 작업의 실패(완료/미완료/미착수) 방지에 유용한가?

2-2 공사 진행과정에 대한 프로젝트 성과측정지표로 작업 신뢰성 지수의 활용은 유용한가?

2-3 수행성능평가기스템의 해당공종에서의 적용은 유용한가?

2-4 수행성능평가시스템의 타 공종 적용 가능성은 어떠한가?

㉯ 사용자 평가 결과

아래 표는 D건설, 마포지구 도시환경정비사업의 0-000 오피스 빌딩 공사 현장과 D건설사의 0000아파트 현장의 소장, 공사과장, 공무과장, 담당기사 각각 1명씩 총 8명에 대하여 수행성능평가시스템의 사용성과 유용성 평가를 실시한 결과이다.

두 현장의 평가가 비슷하게 나왔는데, 수행성능평가시스템의 사용성을 평가한 항목들은 최소평균 8.3, 최대평균 9.0사이로 평가되었으며 대체적으로 사용하기에 편리한 것으로 조사되었다. 유용성에 관한 평가에서는 최소평균 8.0, 최대평균 9.0사이로 평가되었으며 이는 4차년도에 실시한 설문 결과보다 사용성 및 유용성 모두에서 약 4.5%(평균 0.3점)의 결과치가 향상된 것으로 조사되었다.

<표 3-101> 사용성 및 유용성 설문조사 결과

항목		D건설 오피스 빌딩(골조공사)				D'건설 아파트 현장 (마감공사)				총점		평균
		현장소장	공무과장	공사과장	담당기사	현장소장	공무과장	공사과장	담당기사	골조공사	마감공사	
사용성	1-1	9	8	7	8	8	9	8	9	32	34	8.3
	1-2	8	8	8	9	9	8	9	9	33	35	8.5
	1-3	8	8	9	8	9	8	8	8	33	33	8.3
	1-4	9	9	9	8	9	9	8	9	35	35	8.8
	1-5	9	8	9	8	9	8	9	9	34	35	8.6
	1-6	9	9	9	9	9	9	9	9	36	36	9.0
합계		52	50	51	50	53	51	51	53	203	208	51
유용성	2-1	9	9	8	9	9	8	9	9	35	35	8.8
	2-2	9	9	9	8	9	8	8	9	35	34	8.6
	2-3	8	8	7	8	9	9	9	9	31	36	8.4
	2-4	8	7	8	9	8	8	8	8	32	32	8.0
합계		33	32	33	32	35	33	35	34	130	137	33.4

(3) 수행성능평가 시스템의 사용자 매뉴얼 작성

시스템 명	수행성능분석 시스템	버젼	System 최종본

1. 수행성능평가관리

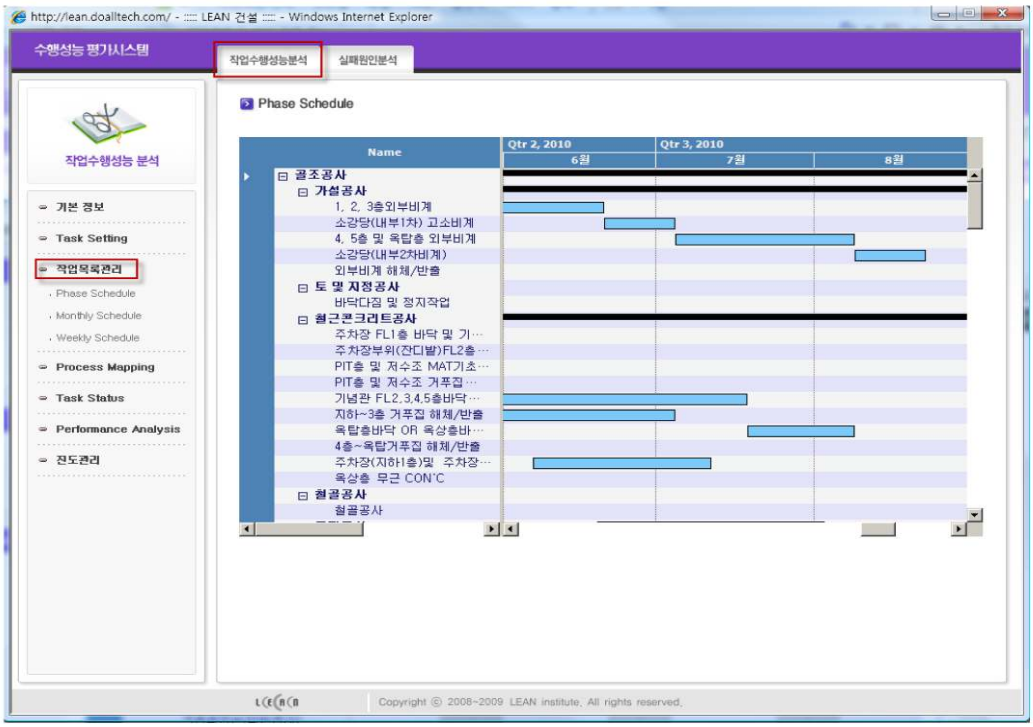
수행성능평가관리로 이동하기 위해서는 "프로젝트블로그-시공관리-수행성능평가관리" 메뉴를 클릭하면 수행성능평가시스템 팝업이 나타납니다.



<수행성능평가관리 화면>

1.3 작업목록관리

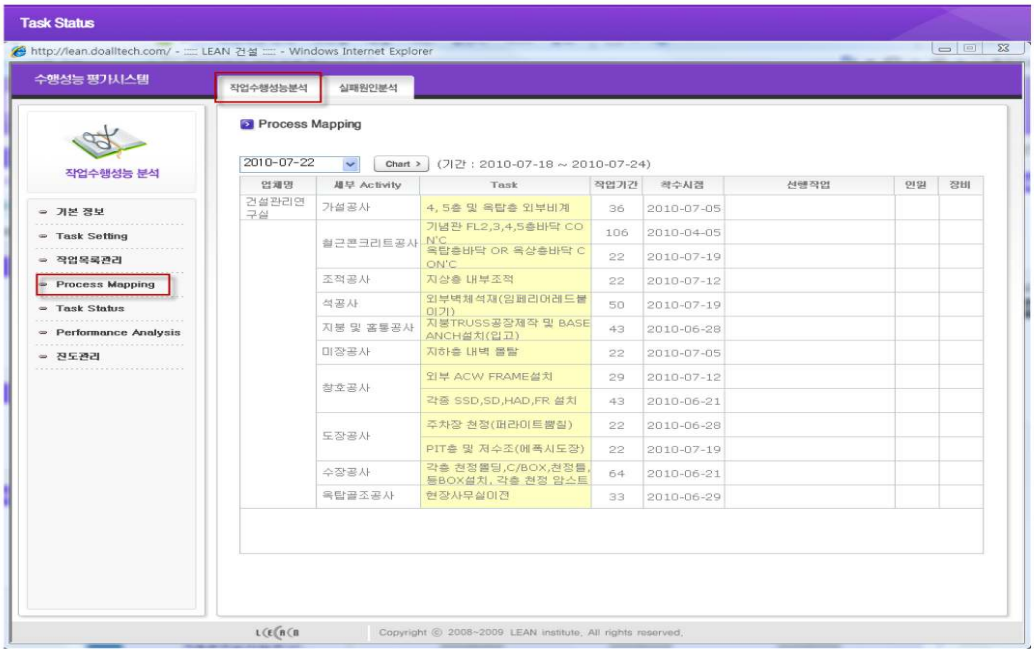
작업목록관리로 이동하기 위해서는 "작업수행성능분석-작업목록관리" 메뉴로 이동합니다.



<작업목록관리 화면>

1.4 Process Mapping

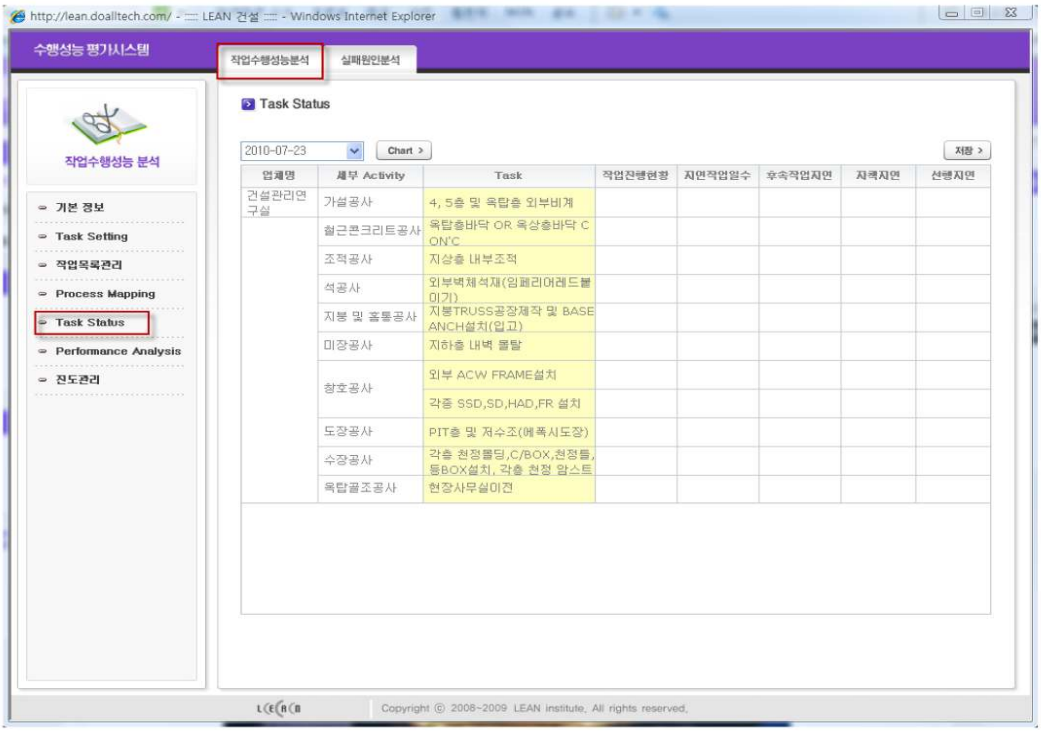
Process Mapping 으로 이동하기 위해서는 "작업수행성능분석-Process Mapping" 메뉴로 이동합니다.



<Process Mapping 화면>

1.5 Task Status

Task Status 로 이동하기 위해서는 "작업수행성능분석-Task Status" 메뉴로 이동합니다.



<Task Status 화면>

가. 일자별 신뢰성 측정

작업사항

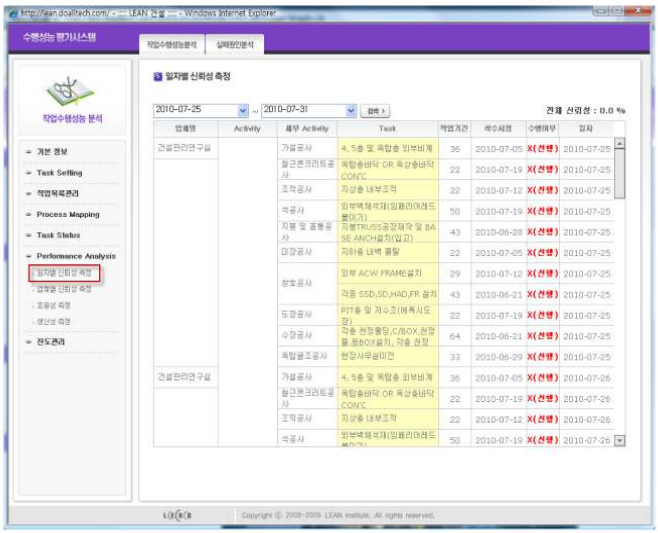
1. "Performance Analysis-일자별 신뢰성 측정" 메뉴를 클릭하면 일자별 신뢰성 측정 페이지로 이동합니다.

.

2. 기간을 선택하고 검색 > 을 클릭하면 해당 기간의 데이터가 표시됩니다.
   수행여부 항목은 Task의 수행여부에 따라 완료는 O, 선행지연이 있는 미완료는 X(선행), 그 외는 X입니다.
   전체 신뢰성은 리스트 전체 행의 수에 대해 완료된 Task 의 비율을 나타냅니다.

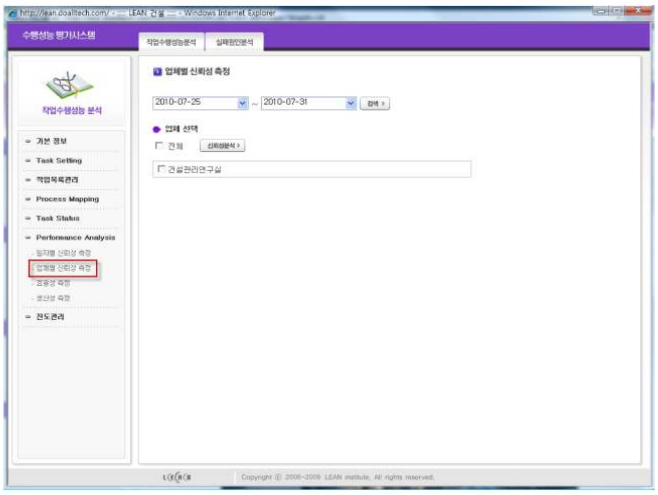
.

결과 및 설명





나. 업체별 신뢰성 측정

작업사항	결과 및 설명
1. "Performance Analysis-업체별 신뢰성 측정" 메뉴를 클릭하면 업체별 신뢰성 측정 페이지로 이동합니다.	
2. 기간을 선택하고 검색 > 을 클릭하면 해당 기간 중 투입된 업체선택에 업체리스트가 나타납니다. 업체리스트에서 업체를 선택하고 신뢰성분석 > 을 클릭하면 업체별 신뢰도 리스트가 주 단위로 나타납니다. .	

업체별 신뢰성 측정

2010-01-01 ~ 2010-07-31 검색 >

업체 선택

전체 신뢰성분석 >

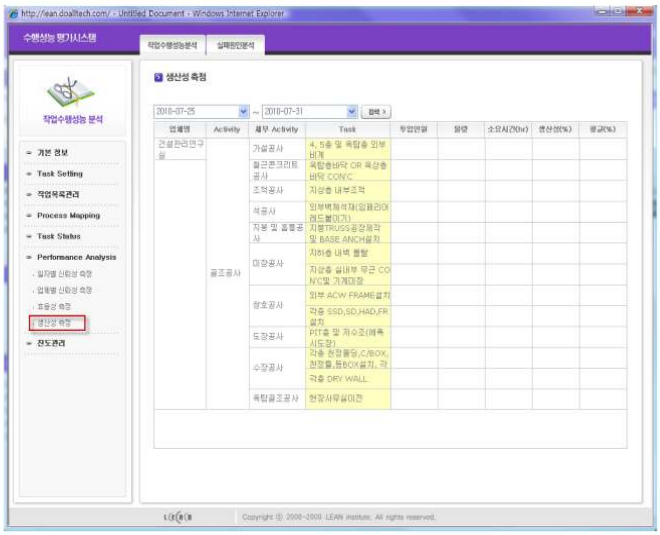
린건설 건설관리연구실

업체별 신뢰도

Chart > (단위 : %)

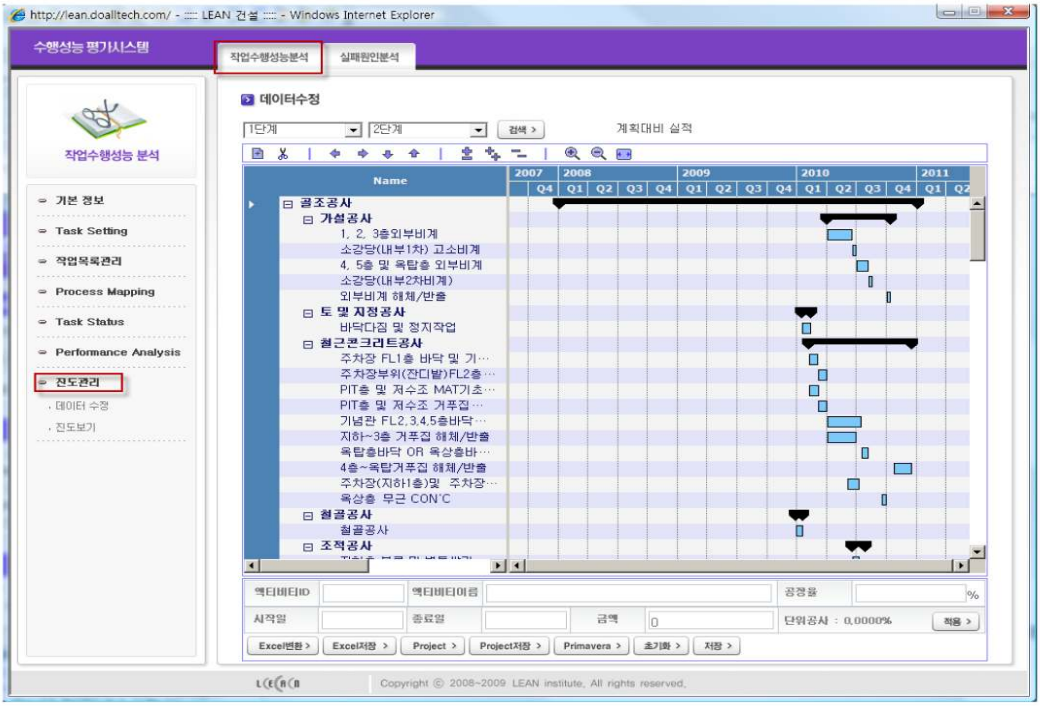
	린건설	건설관리연구실
2009-12-27 ~ 2010-01-02	-	-
2010-01-03 ~ 2010-01-09	-	-
2010-01-10 ~ 2010-01-16	-	-
2010-01-17 ~ 2010-01-23	100.0	-
2010-01-24 ~ 2010-01-30	100.0	-
2010-01-31 ~ 2010-02-06	100.0	-
2010-02-07 ~ 2010-02-13	100.0	-
2010-02-14 ~ 2010-02-20	100.0	-
2010-02-21 ~ 2010-02-27	100.0	-
2010-02-28 ~ 2010-03-06	100.0	-
2010-03-07 ~ 2010-03-13	100.0	-

라. 생산성 측정

작업사항	결과 및 설명
1. "Performance Analysis-생산성 측정" 메뉴를 클릭하면 생산성 측정 페이지로 이동합니다.	
2. 기간을 선택하고 검색 > 을 클릭하면 작업시간 내에 선택한 날짜가 있는 데이터가 표시됩니다. 생산성 항목은 투입인원과 소요시간의 곱에 대한 물량의 비율을 표시합니다. 평균 항목은 업체별 Task의 수에 대한 생산성의 합을 표시합니다.	

1.7 진도관리

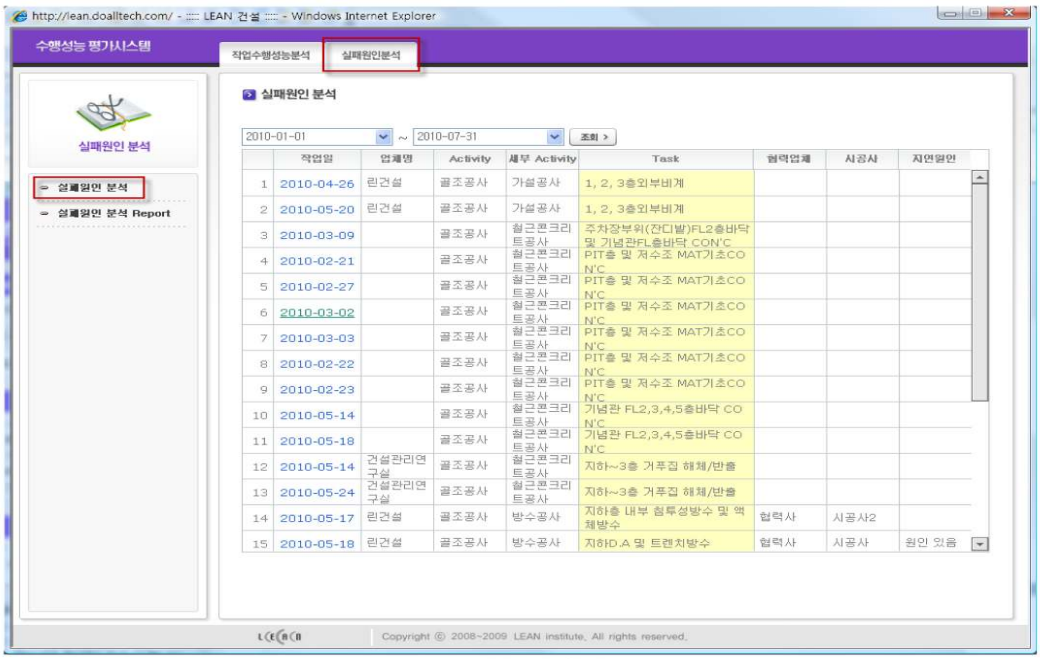
진도관리로 이동하기 위해서는 "작업수행성능분석-진도관리" 메뉴로 이동합니다.



<진도관리 화면>

1.8 실패원인 분석

실패원인분석으로 이동하기 위해서는 "실패원인분석-실패원인분석" 메뉴로 이동합니다.



<실패원인분석 화면>

(3) 최종 시스템 시연회 개최 및 제품 상용화 계획 수립

(가) 최종 시스템 시연회 개최

① 1차 시연회

㉮ 일시 및 장소 : 2010년 3월 11일(목) 오후1시 30분, 서울대학교 39동 B103호

㉯ 주요 프로그램 : 시스템의 개별 시연 및 홍보 동영상 상영

수행성능평가 시스템에 대한 1차 시연회는 린건설 연구단이 주최하는 린건설 정보시스템 시연회에서 함께 이루어졌으며, 시연회 장소 내에 수행성능평가 시스템의 개별 부스를 마련하여 시스템의 개별 시연, 제품 안내 홍보물 배포 및 시스템 홍보 동영상을 소개하였다.



[그림 3-223] 시스템의 개별 시연 사진



[그림 3-224] 시스템의 홍보 동영상 소개

② 시스템 체험 행사를 통한 사용자 의견 수렴

1차 시연회 동안 수행성능분석 시스템 시연 참석자는 총 18명이며, 이중 65%는 건설현장에 근무하는 현장소장, 공사과장 또는 대리 이상의 현장기사였다. 주요 문의 사항은 현업에서 사용하고 있는 공정관리 프로그램 또는 PMIS와 수행성능평가 시스템의 차이점에 대한 질문이 가장 많이 차지하였으며, 상용화 제품 시의 제품 비용 및 서비스 제공 유형에 대한 문의도 있었다.

또한, 시스템 개별 시연 참석자들은 수행성능평가 시스템의 현장적용 결과에 대한 큰 관심을 보였다. 따라서 향후 상용화 제품 출시에 앞서 현장적용으로 인한 효과를 체계적으로 정리하여 홍보할 예정이다.

① 2차 시연회

㉮ 일시 및 장소 : 2010년 8월 24일(화) 오후1시 30분, 서울대학교 39동 B103호

㉯ 주요 프로그램 : 시스템의 개별 시연 및 사용자 시스템 체험 행사실시

수행성능평가 시스템에 대한 2차 시연회 역시 린건설 연구단이 주최하는 린건설 정보시스템 시연회에서 함께 이루어졌으며, 시연회 장소 내에 수행성능평가 시스템의 개별 부스를 마련하여 시스템의 개별 시연을 실시하고 사용자가 직접 시스템을 사용할 수 있는 체험 프로그램을 제공하였다.

② 2차 시스템 시연을 통한 상용화 제품 전략 수립

수행성능평가 시스템의 상용화 제품 전략은 단기 컨설팅 옵션과 장기 임대 옵션 등의 2가지로 구분되어 진다.

㉮ 단기 컨설팅 계약 옵션 : 중소형 건설업체의 현장공사수행성능 평가 및 진단을 위한 1~3개월 이내의 단기 컨설팅 용역 업무 제공

㉯ 장기 임대 계약 옵션 : 중소형 건설업체의 현장공사 관리 도구로써 공사진행 전반에 걸쳐 ASP 형식으로 수행성능평가시스템을 임대하고 이에 대한 장기 임대 계약 및 관리 서비스 용역 제공

제 4 절 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축

1. 웹서비스 기반 건설정보 포탈

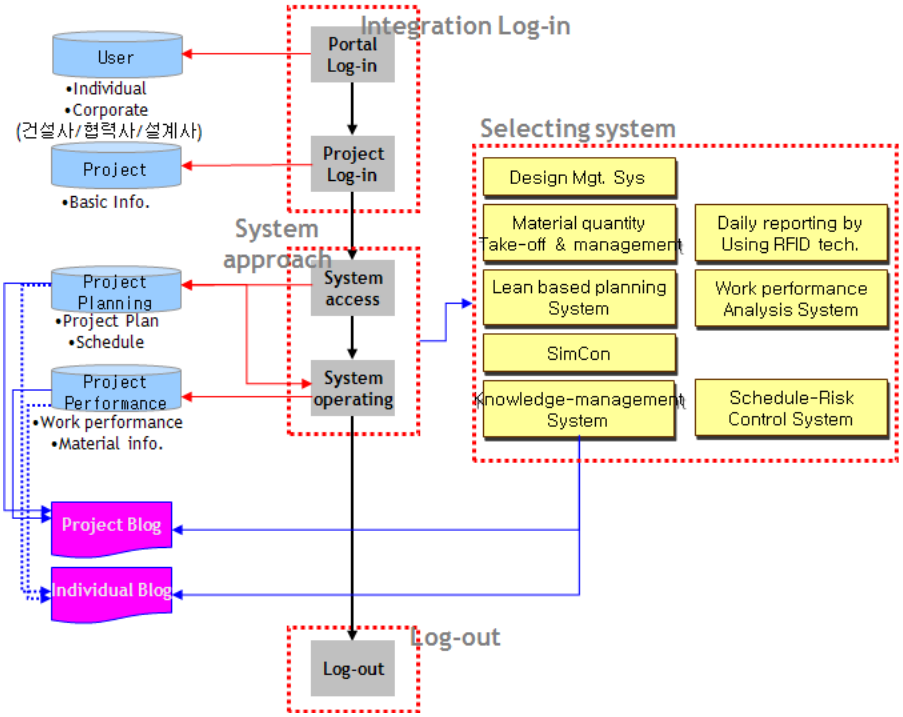
가. 린 정보시스템의 개발방향

제임스 워맥과 다니엘 존스는 '린솔루션'에서 고객에게 상품과 서비스를 제공하는 사람들에게 6가지의 메시지를 던졌다. 메시지는 낭비를 제거함으로써 생산의 흐름을 짧게 하려는 목표를 가지고 있다. 이는 린 건설 그리고 본 연구에서 개발하려는 린 정보시스템의 방향과도 일맥상통하다. 6가지의 메시지를 린 사고를 바탕으로 개발되는 린 정보시스템에 적용하여 보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

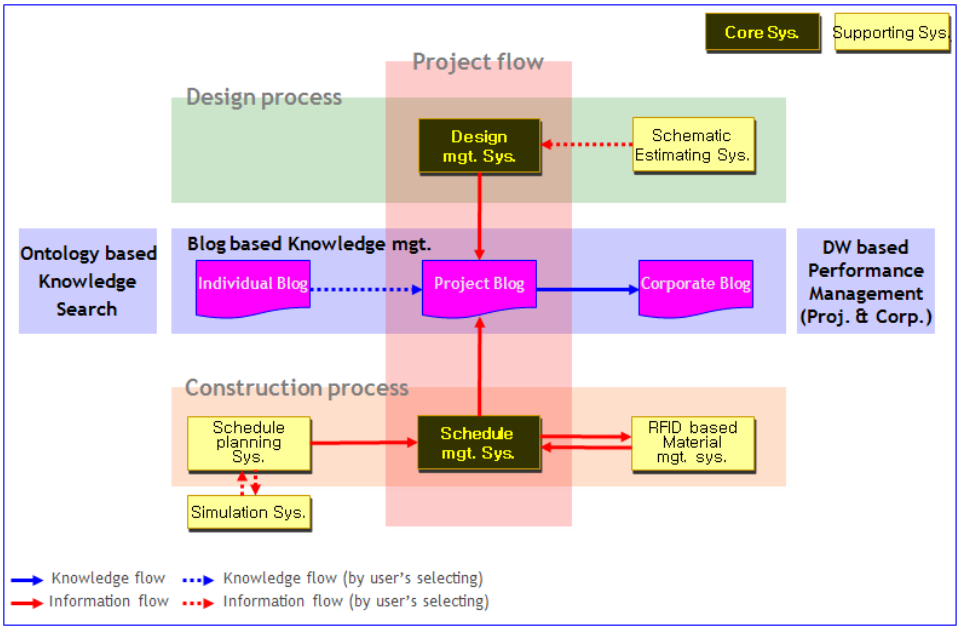
- 린 정보시스템은 사용자가 궁금해하는 문제를 완전하게 해결해주어야 한다.
- 린 정보시스템은 사용자가 시간을 낭비하지 않게 만들어야 한다.
- 린 정보시스템은 사용자가 정말로 원하는 것을 제공해주어야 한다.
- 린 정보시스템은 사용자가 정말로 원하는 곳에 가치를 제공해야 한다.
- 린 정보시스템은 사용자가 정말로 원할 때 가치를 제공해주어야 한다.
- 린 정보시스템은 사용자가 궁금해하는 문제를 풀기 위해 의사결정을 해야하는 것들의 개수를 줄여야 한다.

린 정보시스템은 DMS(Design Management System), KMS(Knowledge Management System), CSMS(Construction Schedule Management System) 등의 여러 이질적인 시스템이 서로 다른 접근 방식과 서로 다른 사용자 인터페이스를 가지고 사용자에게 제공되는 것을 통합하여 제공하려고 한다. 본 연구에서는 Bottom-up 방식의 연구를 통해 각 세부과제의 결과물을 활용할 수 있도록 시스템에 접속 후, 개별시스템을 선택적으로 사용할 수 있도록 구성한다. 또한 Top-down 방식의 연구추진에 의한 통합을 수행하여 첫째, 건설생산(설계&시공)단계에서의 공정기반 프로젝트 관리지원을 위한 Core System을 선정, 둘째, 블로그 기반의 지식관리 시스템, 온톨로지 기반 지식검색, DW기반 성과관리를 주요기능으로 하는 건설정보시스템 개발, 셋째, Supporting System은 프로젝트 레벨의 설계/시공 공종(진도)관리 지원을 위해 활용, 마지막으로 프로젝트 블로그 기반 시스템 통합에 필요한 세부기능 보완 및 기업블로그 개발을 완료함으로써 총체적으로 세부과제와

세부과제와의 융합을 도모하였다.



[그림 3-225] Bottom-up 통합방식



[그림 3-226] Top-down 통합방식

예비적 고찰에서 최근 정보시스템의 추세가 기업 내부 및 외부의 관련 주체 간의 통합을 모색하는 EKP(Enterprise Knowledge Portal)로 발전되고 있음을 알게 되었다. EKP(Enterprise Knowledge Portal)란 기업 내, 외부의 상호협업을 위한 효율적인 도구인 그룹웨어와 산재해 있는 여러 지식자산을 통합 관리하는 지식관리시스템을 통합하고 단일 로그인을 통하여 개인이 업무를 처리하는데 필요한 모든 정보를 맞춤 서비스로 제공해 주는 전사 통합정보 포탈을 의미한다. 사용자가 본인이 자주 접근하는 기능을 한 화면에 통합하여 볼 수 있도록 해주어 사용자는 로그인을 한 후, 그룹웨어의 주요기능과 지식관리시스템의 주요기능을 한 화면에서 볼 수 있으며, 여러 경로를 거치지 않고 한번에 접근이 가능하도록 구성되어 있다.

따라서 린 정보시스템은 사용자가 본인이 필요로 하는 기능(DMS, KMS, CSMS 등)과 데이터에 접근하기 쉽도록 하기위해 웹 기반의 EKP의 형태로 개발하고자 한다.

(1) 린 정보시스템 주요 어플리케이션

① 블로그 – 린 정보시스템은 블로그를 기반으로 하여 사용자가 목적별로 주요 기능을 한 화면에서 볼 수 있도록 하였다. 사용자 개인들의 지식공간인 개인 블로그, 프로젝트 현장의 공정관리 및 성과관리를 위한 프로젝트 블로그, 각 프로젝트의 통합과 기업 관리를 위한 기업 블로그로 구성되어 있다. 단일 로그인을 통해 사용자별로 맞춤형 블로그가 보여지게 되고, 프로젝트 블로그, 기업블로그, 검색창, 메일, 웹하드 아이콘이 항상 보여지게 되어 다른 어플리케이션간의 이동이 용이하다. 또한 일정관리, 날씨정보의 추가적인 기능들을 포함하고 있다.

② 개인 블로그 – 사용자 개인이 각자의 지식을 정보화하여 저장할 수 있는 공간이다. 자유로운 메뉴구성을 통해 지식을 카테고리별로 정리할 수 있으며, 타 블로그에서 지식을 스크랩하여 정리 할 수도 있다. 다른 개인의 블로그를 관심 블로그로 지정하여 인맥관리 또한 가능하다.

③ 프로젝트 블로그 – 기업에 속해있는 개인에게 제공되는 블로그로 현장프로젝트 별로 블로그가 생성되도록 한다. 프로젝트를 진행시에 유사 프로젝트를 참조할 수 있도록 연동되어 있고, 진행중인 프로젝트의 공정관리 기능을 한다. 또한 설계와 시공단계의 관리 시스템으로 연결시켜주는 역할을 한다.

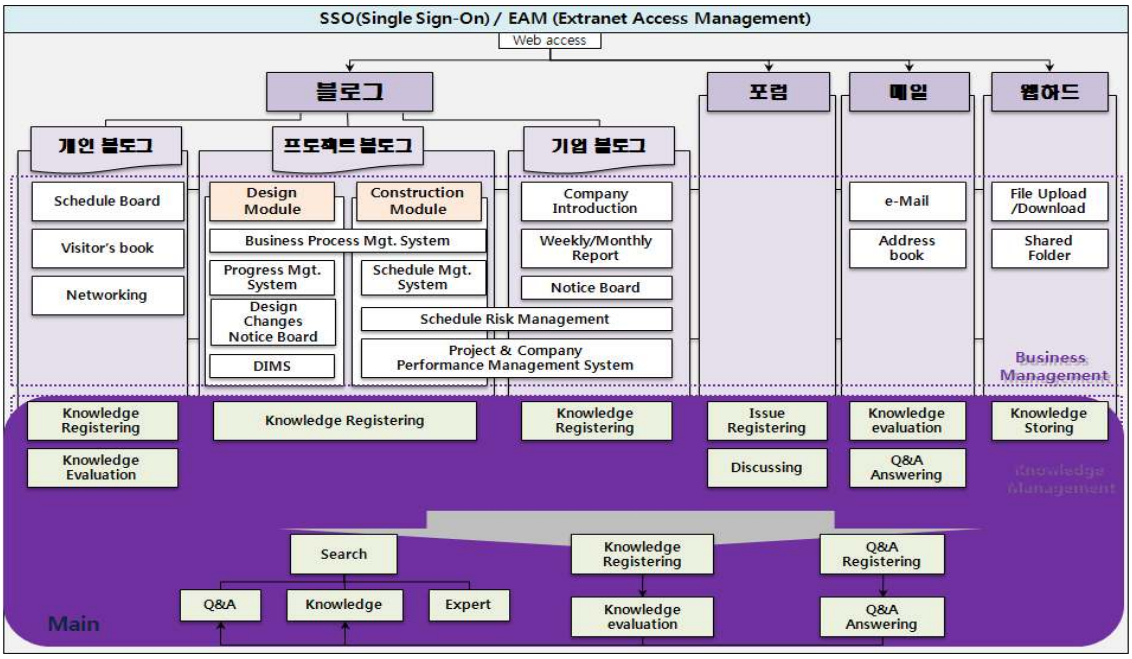
④ 기업 블로그 – 기업의 노하우, 프로젝트 정보, 공지사항 등을 공유하는 공간이다. 프로젝트 별로 현장에서 생기는 노하우를 기업 블로그의 지식공유 게시판에 올려 기업 전체가 공유할 수 있도록 한다. 지식의 정보화를 통해 기업 블로그는 업무의 프로세스를 명확하게 하도록 한다.

⑤ 검색 – 시스템의 모든 어플리케이션에서 검색이 가능하고, 온톨로지를 활용하도록 한다. 검색은 일반지식 검색, Q&A검색, 전문성 검색으로 분류할 수 있다. 검색창에 키워드를 입력하면 개인 블로그 내의 텍스트, 이미지 등의 일반지식 검색결과를 제공하고, Q&A가 같이 검색된다. 이때 기업에 속한 개인의 경우는 개인블로그외에 프로젝트, 기업블로그 내의 지식도 검색이 된다. 또한 범용 검색엔진을 제공하여 시스템 외의 지식도 검색이 가능하다. 검색창에 프로젝트의 종류, 지역, 규모, 경력 등의 사항을 입력하면 해당하는 내용에 대해 전문성을 가진 개인 및 기업이 검색가능하고, 개인 블로그 혹은 기업 블로그에 연결이 되어진다.

⑥ 메일 – 개인별로 메일계정이 주어지고, 사용자가 속한 기업의 주소록은 자동으로 저장되어진다. 전문가 지수를 통해 특정 분야의 전문가로 지정이 된 사용자의 메일함은 일반메일함과 질문메일함으로 구분되어 구성된다. 사용자의 전문분야와 관련된 질문이 블로그 게시판에 올라오면 자동으로 질문이 사용자의 메일로 보내지게 되고, 질문메일함에서 질문을 보고 답변을 하게 된다.

⑦ 웹하드 – 웹하드에는 개인, 프로젝트, 기업 별로 카테고리가 정해져있다. 프로젝트, 기업 폴더는 사용자에게 맞춤으로 제공되고, 공유할 수 있게 된다.

다음 그림은 린 정보시스템의 구성도이다.



[그림 3-227] 린 정보시스템 구성도

2. 건설 지식관리시스템 개발

가. 현황분석 및 개선방안

(1) 지식관리의 현황 및 문제점

건설 산업은 수많은 참여자들의 경험과 기술을 이용하여 프로젝트를 이끌어 간다. 건설 프로젝트는 그들의 지식에 크게 의존하며 주요한 관리의 요소이다. 따라서 그들의 지식을 효과적으로 관리하는 것은 성공적인 프로젝트를 위하여 필요하다. 많은 건설 기업들은 지식관리의 중요성을 인식하고 지식관리 시스템을 경쟁적으로 발전시키려고 노력하였다. 지식의 관리를 통한 생산성 향상을 예상하였지만 기존의 시스템들은 긍정적인 결과를 이끌지 못했다. 개인들이 보유하고 있는 지식이 시스템 내에서 효율적으로 활용되지 못하고 있으며, 기업은 지식 관리를 위한 장기적인 계획과 적절한 기술의 적용이 되지 못했기 때문에 한계점을 드러냈다.

건설 산업에서 지식관리 시스템을 활성화시키지 못하는 원인으로 형식지(Explicit Knowledge) 활용에 대한 매력 부족, 암묵지(Tacit Knowledge)에서 형식지의 전환 문제, 인맥으로 연결된 지식 전달의 한계점을 고려할 수 있다.

(2) 사용자 요구사항 분석 및 적용

사용자 요구사항 분석 및 적용은 프로토타입이 개발된 3차년도 이후부터 각 차년도별로 1~2차례씩 진행되었다.

(가) 3차년도 현장적용 테스트

1) 현장적용 테스트 개요 및 방법

현장적용 테스트는 1차 설문 및 인터뷰, 2차 설문에 의해 이루어졌다. 설문 및 인터뷰는 총 3개 건설업체(*1차: 호반건설, 한솔건설, 신성건설 *2차: 호반건설, 신성건설, 반도건설)의 각 현장에서 수행되었으며 총 응답자는 1차에서 17명, 2차에서는 22명으로 집계되었다. 응답자의 직위는 현장기사에서부터 차장이상까지 분포하였고 응답자의 담당 직무로는 공사, 공무, 기타(설비, 소장)등이 있었다.

설문 및 인터뷰에 앞서 건설 지식관리 시스템과 그 사용 방법에 대한 설명이 이루어졌다. 응답자의 시스템에 대한 숙지가 끝났을 때 설문과 인터뷰를 실시하였다. 현장적용 테스트는 설문 및 인터뷰의 결과를 정리하고 분석하여 현장 요구사항을 도출하는 방법으로 진행되었다. 또, 이렇게 도출된 요구사항을 바탕으로 해결방안을 모색하였고 이를 시스템에 적용 시키는 방안을 도출하였다.

2) 현장적용 테스트 내용

1차 현장적용 테스트는 설문과 인터뷰를 통해 이루어졌다. 테스트 내용은 현장 내에서 시스템의 필요성 및 유용성 등에 대한 견해를 파악하기 위해 수행되었다. 설문은 크게 지식관리시스템, Lean Information System, 성과측정시스템, 온톨로지 기반 검색 시스템의 총 4가지 항목으로 나누어 수행되었다. 설문은 총 49개의 객관식 문항으로 이루어졌으며 인터뷰는 건설 지식 시스템에 대한 전반적인 의견 위주로 이루어졌다.

2차 현장 적용 테스트는 지식관리시스템에 대한 사용자들의 실질적인 요구 사항을 파악하고 시스템의 개선방안을 도출하는데 목표를 두고 수행되었다. 설문은 총 21개의 객관식 문항과 1개의 주관식 문항으로 이루어져있다. 주관식 문항은 현장에서 근무자의 업무를 파악하기 위해 일간, 주간, 월간 주요업무를 각각 시간별, 일별, 월별로 간단히 작성하는 방식으로 구성되었고 객관식 문항은 업무 수행 방법, 지식 획득 방법, 지식 공유 방법, IT시스템 사용현황 등 현장 근무자의 실제적인

업무 환경 및 현황에 대한 문항을 중심으로 구성하였다.

3) 현장적용 테스트 결과 및 적용방안

1차 설문 결과나 인터뷰의 내용을 살펴보면 지식관리시스템의 필요성에 대해서는 인식하고 있지만 실질적인 적용에 대해서는 아직 회의적인 입장인 것을 파악할 수 있다. 지식관리시스템의 업무 효율화에 대해서는 전반적으로 공감하고 있지만 비용적인 측면, 사용상 편의, 사용을 위한 동기부여 등의 문제점들이 지적됐다. 그러므로 현장 여건을 더 면밀히 파악하여 현장 실정에 맞는 시스템의 개발이 있어야 할 것이다. 더욱이 건설 지식관리 시스템은 사용자들이 공감하고 실질적 필요성을 느낄 수 있는 요소들로 구성되고 개발되어야할 것이다.

사용성 측면에서는 사용자들이 사용하기에 좀 더 쉽고 간단하여 사용편리성을 향상시킬 필요성이 있다. 그리고 무엇보다도 인식의 변화가 가장 시급한 문제이다. 일부 중소기업에서는 대부분의 대기업에서 적용하고 있는 지식관리시스템의 존재여부에 대해서도 모르는 경우가 있었고 변화에 대한 거부반응도 드러나기도 하였다. 그렇기 때문에 중소기업에 지식경영의 분위기를 조성할 수 있는 전략 수립이 필요하고 이에 걸맞은 시스템이 개발이 이루어져야 한다는 결론에 이르렀다. 더불어 전략 수립 과정에서는 지식경영에 대한 단계적인 교육의 필요성도 고려되어야 할 것이다.

<표 3-102> 1차 설문 결과 집계

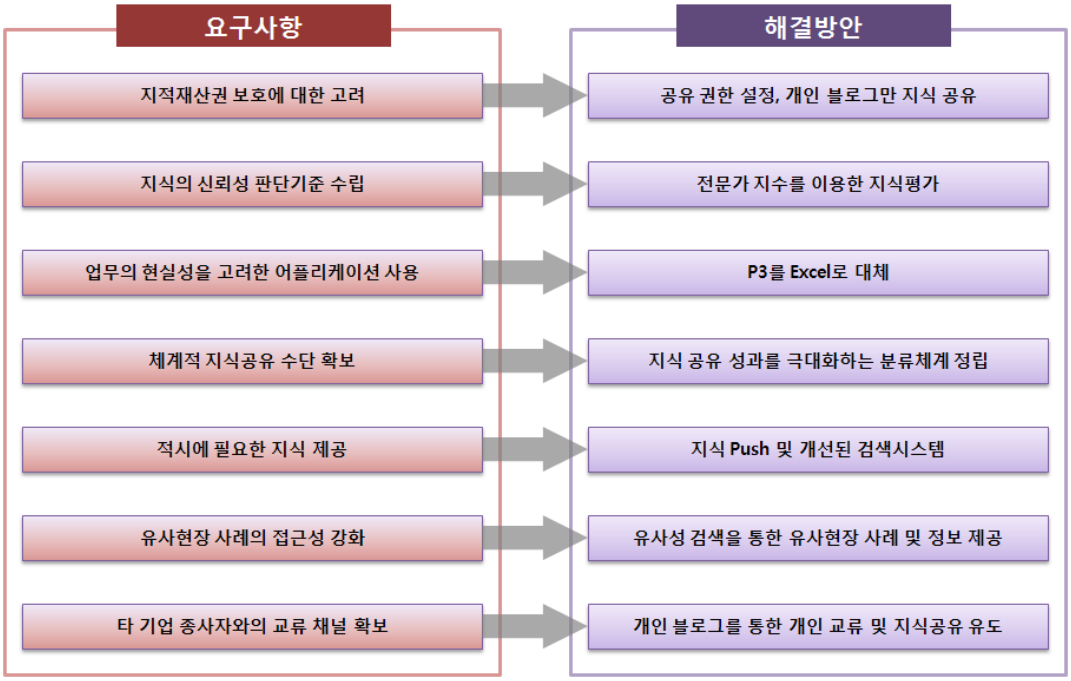
구분	예상사용빈도	필요성	정보효율성	편의성	업무개선정도	병용가능성
호반	1일1~5회	4.25	4.25	3.50	4.00	3.75
한솔	1일1~5회	3.57	3.43	3.43	3.29	3.00
신성	1일 1회	3.67	3.67	3.17	3.17	3.33
전체평균	1일1~3회	3.83	3.78	3.37	3.48	3.36
		높음	높음	중간	중간	중간

매우 높음: 5 높음: 4 중간: 3 낮음: 2 매우 낮음: 1

<표 3-103> 인터뷰 주요 내용

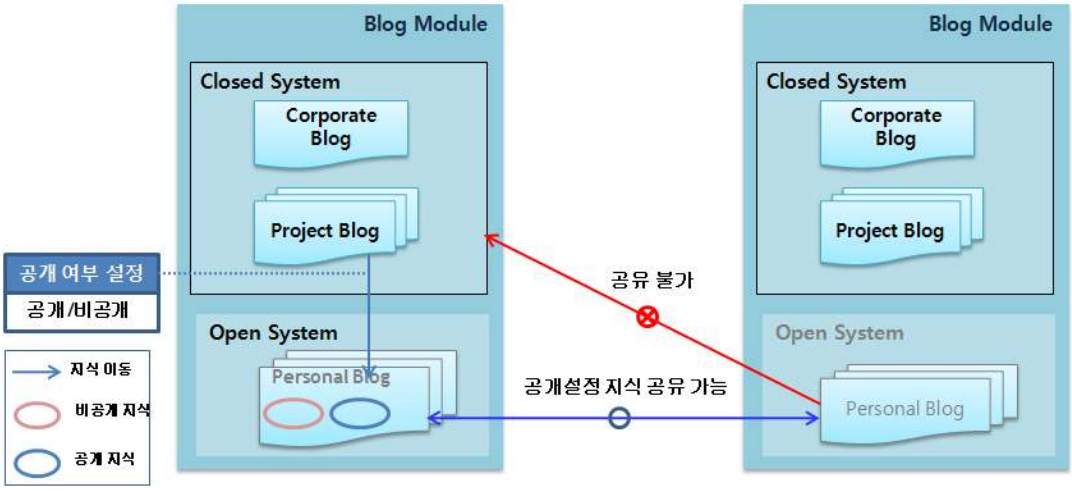
구 분	주 요 의 견
호 반	지식관리시스템의 필요성 및 업무효율화에 전적으로 공감하고 우리나라 건설산업도 이제 바뀌어야 한다고 생각한다. 단 이러한 시스템으로 가기 위한 준비과정이 철저히 이루어져야 하겠다. 변화과정 중 상당한 진통이 예상된다.
한 솔	사실 이러한 시스템이 건설현장에 꼭 필요한지는 모르겠다. 모두들 자기 밥그릇 챙기는 데 바쁘고 현 시스템 속에서도 현장은 잘 돌아간다. (변화를 받아들이는 데 적극적이지 않음)
신 성	이러한 시스템이 있다면 업무의 효율화에 상당히 많은 영향을 미칠 것으로 기대된다. 하지만 직원의 교육이 문제다. 누가 어떻게 교육을 시킬 것이며 무엇보다 중요한 것은 사용하기 매우 쉽게 구축되어야 한다는 것이다. 본 시스템의 편리성은 중간 정도로 컴퓨터를 잘 모르는 사람도 쉽게 사용할 수 있도록 좀 더 보완이 되어야 겠다.

2차 설문은 1차 설문 결과에서 파악된 응답자들의 지식관리시스템에 대한 인식을 바탕으로, 상대적으로 낮은 점수를 받은 편의성, 업무개선, 병용가능성 측면에서 사용자들의 실질적인 요구사항을 파악하기 위해 구성되었다. 이러한 설문을 거쳐 도출된 요구사항을 분석하여 해결방안을 제시하였고 시스템에 적용할 수 있는 방안을 제시하였다. 아래 그림은 도출된 요구사항과 그에 따른 해결방안을 나타내준다.



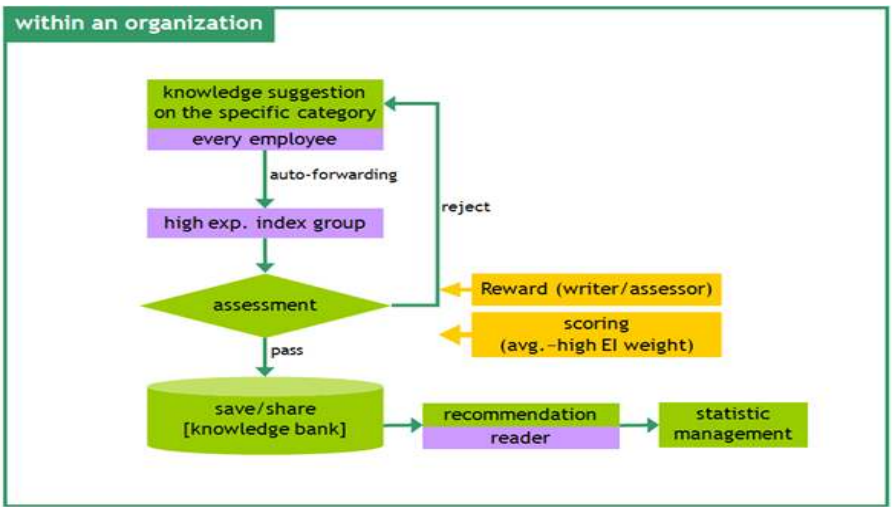
[그림 3-228] 요구사항 및 해결방안

① 지적재산권 보호에 대한 고려: 인터뷰를 통해서 지적재산권 문제가 해결해야 할 사항 중 하나로서 제시되었다. 건설 지식관리 시스템이 여러 기업이 함께 사용하므로 기업의 지적 재산권이 침해될 우려가 있다는 의견이었다. 이러한 문제점은 공유 권한 설정으로서 해결 가능할 것이다. 사용자 혹은 기업은 자신이 등록한 지식을 전체 공개, 기업 공개, 이웃 블로그 공개 등의 공유 권한 설정을 통해서 자신들의 지적 재산권을 보호할 수 있을 것이다.



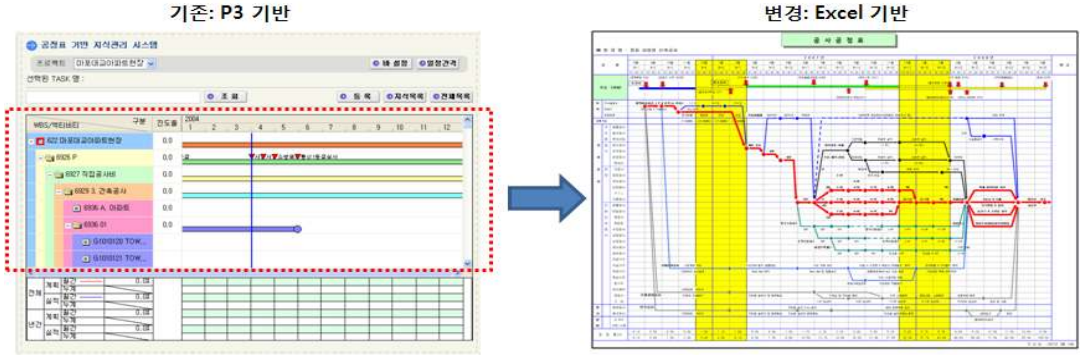
[그림 3-229] 시스템 적용방안-공유 권한 설정

② 지식의 신뢰성 판단 기준 수립: 응답자들은 지식의 신뢰성 판단에 대한 의문을 제시했다. 이처럼 지식의 옳고 그름을 판단하는 기준이 모호할 수 있다는 사항에 대해서 전문가 지수를 이용한 지식평가를 해결방안으로 제시한다.



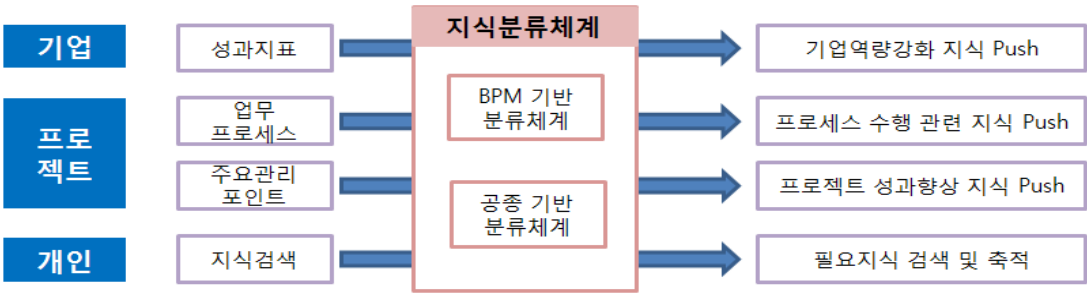
[그림 3-230] 시스템 적용방안-전문가 지수 도입을 통한 지식평가 프로세스

③ 업무의 현실성을 고려한 어플리케이션 사용: 인터뷰 결과 테스트 대상 기업 모두 Excel 기반의 공정표 작성이 이루어지고 있다는 것을 알 수 있었다. 또, “귀하께서는 업무와 관련하여 주로 어떠한 프로그램을 사용하십니까? 사용하시는 프로그램을 모두 체크해주세요.”라는 설문 질문에 대해 22명중 19명은 Excel을 사용한다고 집계된 반면 다른 선지 중 하나인 Primavera는 전혀 사용하지 않고 있는 것을 볼 수 있었다. 이로부터 사용자들에게 Excel이 훨씬 더 친숙한 프로그램인 것이 파악되어 기존 P3기반의 공정관리시스템을 Excel기반으로 대체한다는 해결방안을 제시하였다.



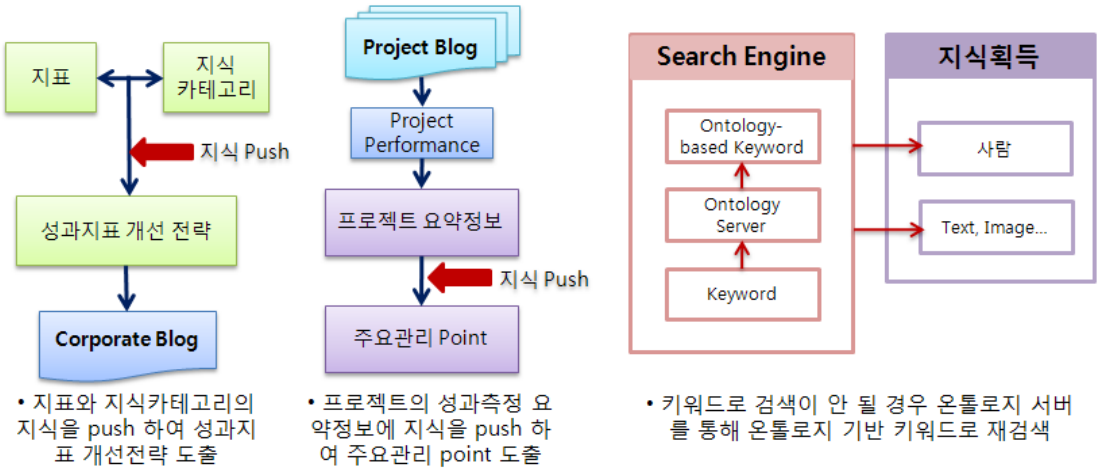
[그림 3-231] 시스템 적용방안-Excel기반 공정관리시스템

④ 체계적 지식공유 수단 확보: 설문 결과 22명 중 3명은 지식의 전부를 공개, 13명은 대다수의 지식 공유라고 응답하였다. 또, 공유 수단으로는 22명 중 18명이 웹하드, 공유폴더, 사내 ftp를 활용하고 있다는 결과가 나왔다. 이러한 결과를 통해 응답자들은 지식 공유에 대해 적극적인 태도를 보인다는 것을 알 수 있다. 하지만 상대적으로 공유수단이 체계화 되어있지 못해 공유가 활성하지 못하고 사용상에 불편을 느끼는 것을 알 수 있다. 이러한 사항을 개선하기 위해 지식 공유 성과를 극대화하는 분류체계를 정립하여 기존 공유 수단의 문제점을 개선하고 지식 공유를 좀 더 활성화시키는 방안으로 제시한다.



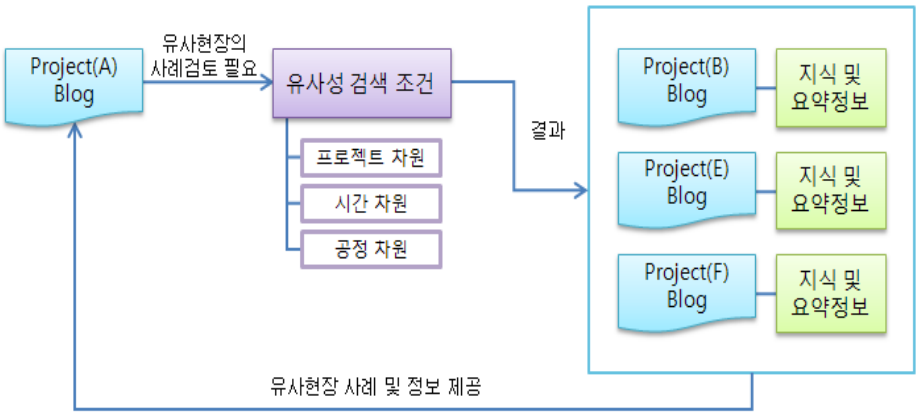
[그림 3-232] 시스템 적용방안-지식분류체계

⑤ 적시에 필요한 지식 제공: 응답자들은 필요한 지식이 있을 때 획득이 힘들고, 지식획득을 위해 많이 활용하는 인터넷 검색의 경우에 원하는 지식을 찾기 어렵다고 답변하였다. 이에 따라 사용자의 지식 획득을 원활히 해주고 적시에 필요한 지식을 제공해줄 수 있는 지식 push와 온톨로지 기반의 검색시스템을 적용한다.



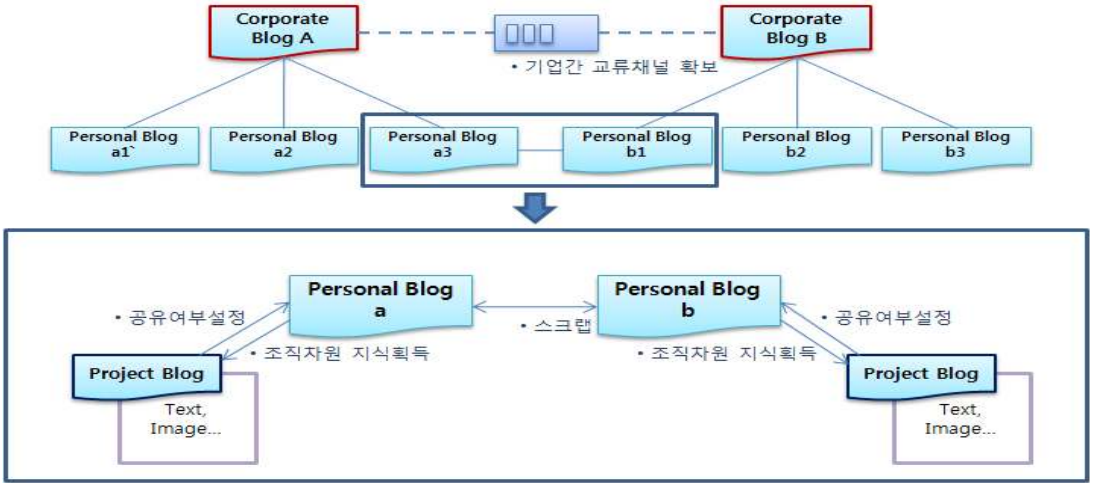
[그림 3-233] 시스템 적용방안-지식push 및 온톨로지 기반 검색

⑥ 유사현장 사례의 접근성 강화: 설문 결과 22명 중 21명이 현장 업무 시 유사한 현장사례를 1회 이상 참조한다고 집계되었다. 유사현장 사례로의 접근성 강화를 위한 방안은 시스템의 활용도를 향상시킬 것으로 판단된다. 이를 위한 해결방안으로 유사성 검색이 이루어질 것이고 이를 통해 유사현장 사례 및 정보 제공이 이루어질 것이다.

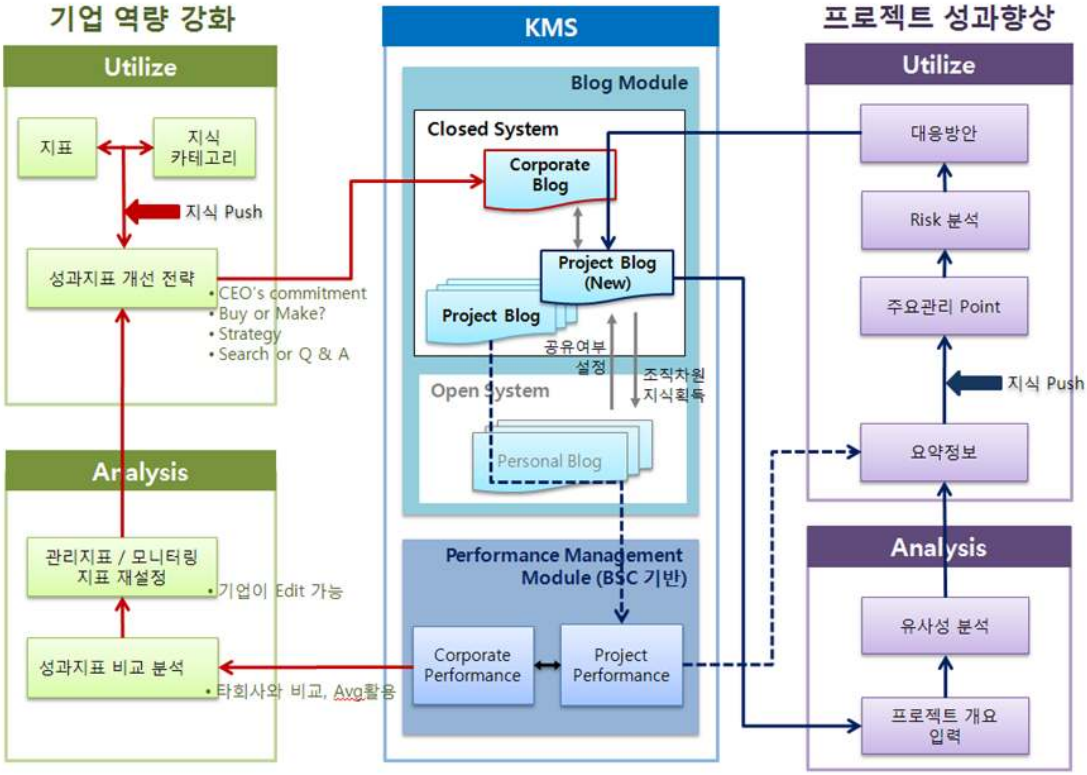


[그림 3-234] 시스템 적용방안-유사성 검색

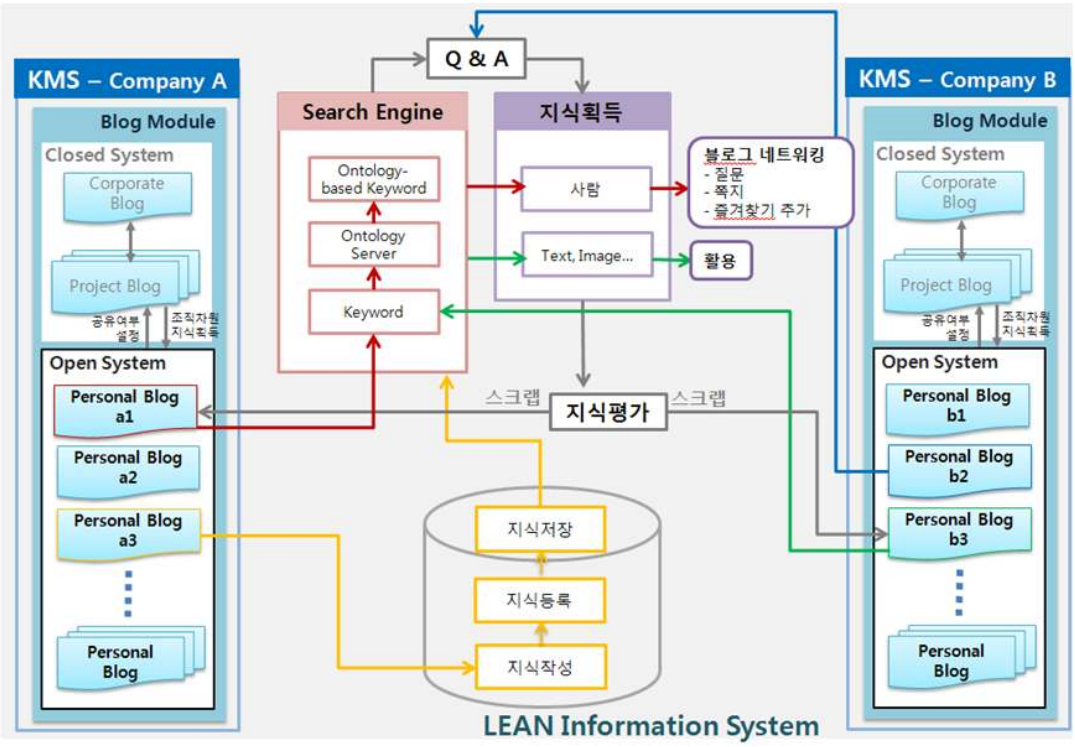
⑦ 타기업 종사자간의 교류채널 확보: 현재 응답자들은 타기업 종사자간의 교류는 거의 없는 것으로 나타났다. 설문 결과 22명 중 20명은 타기업 종사자와 거의 교류하지 않거나 가끔 교류하는 것으로 집계 되었는데 이는 종사자들의 교류에 대한 요구에 비해 상대적으로 상반된 결과이다. 가장 큰 원인은 타 기업 종사자간의 교류채널의 미비하다는 점이다. 이러한 사항을 개선하기 위해 개인 블로그를 통해 개인교류 및 지식공유를 유도할 것이다.



[그림 3-235] 시스템 적용방안-개인 블로그를 통한 개인교류 및 지식공유



[그림 3-236] 사용자 시나리오-성과관리



[그림 3-237] 사용자 시나리오-지식검색 및 획득

(나) 4차년도 현장적용 테스트

1) 현장적용 테스트 개요 및 방법

현장적용 테스트는 설문 및 인터뷰에 의해 이루어졌다. 설문 및 인터뷰는 총 3개 건설관련 엔지니어링 업체(선 엔지니어링, 희림 엔지니어링, 신화 엔지니어링)에서 수행되었다.

<표 3-104> 현장적용 테스트 개요

현장적용 테스트 설문 및 인터뷰	
테스트 기간	'09. 2. 23(월) ~ 3.6(금)
업 체	3개 업체(선 엔지니어링, 희림 엔지니어링, 신화 엔지니어링)

설문 및 인터뷰에 앞서 건설 지식관리 시스템과 그 사용 방법을 매뉴얼을 이용하여 교육하고 설문과 인터뷰를 실시하였다. 현장적용 테스트는 설문 및 인터뷰의 결과를 정리하고 분석하여 현장 요구사항을 도출하는 방법으로 진행되었다. 또, 이렇게 도출된 요구사항을 바탕으로 해결방안을 모색하였고 이를 시스템에 적용 시키는 방안을 도출하였다.

2) 현장적용 테스트 내용

현장 적용 테스트는 지식관리시스템에 대한 사용자들의 실질적인 요구 사항을 파악하고 시스템의 개선방안을 도출하는데 목표를 두고 설문과 인터뷰를 통해 수행되었다. 테스트 내용은 현장에서 시스템의 필요성 및 유용성 등에 대한 견해를 파악하기 위해 수행되었다. 설문은 총 9개의 주관식 문항으로 구성되어 크게 지식관리시스템, 성과측정시스템, Lean Information System, 온톨로지 기반 검색 시스템의 총 4가지 항목으로 나뉘어 시스템을 통한 지식획득 및 공유방법, 시스템 활성화 방안, 성과측정 등 실제적인 업무 환경 및 현황에 대한 문항으로 이루어졌다.

3) 현장적용 테스트 결과 및 적용방안

설문 결과나 인터뷰의 내용을 살펴보면 지식관리시스템의 필요성에 대해서는 인식하고 있지만 실질적인 적용에 대해서는 아직 회의적인 입장인 것을 파악할 수 있다. 지식관리시스템의 업무 효율화에 대해서는 전반적으로 공감하고 있지만 비용적인 측면, 사용상 편의, 사용을 위한 동기부여 등의 문제점들이 지적됐다. 그러므로 현장 여건을 더 면밀히 파악하여 실정에 맞는 시스템의 보완이 있어야 할 것이

다. 사용성 측면에서는 사용자들의 활용정도를 높이기 위해 법규, 시방서 등과 같은 표준화된 정보를 포함하고 여기에 추가하여 전문가에 의해 검증된 신뢰성이 높은 다양한 정보들을 제공하고, 지식 평가에 대한 적절한 보상방식의 필요성이 고려되었으며 성과관리시스템은 타사의 우수한 성과 벤치마킹 및 실적에 대한 분석 및 평가를 통한 자극제가 될 수 있음을 알 수 있었다.

<표 3-105> 설문 및 인터뷰 주요 내용

구 분	주요 의견
선 엔지니어링	지식관리시스템은 전문가의 지식을 빠르게 접할 수 있으며 일반인의 의견에 의하여도 새로운 아이디어가 도출 가능하며 성과관리시스템 및 타사 벤치마킹을 통해 성과향상에도 기여할 수 있을 것으로 판단됨.
희림 엔지니어링	지식검색에 있어서 기존의 포털(네이버, 다음 등)이 더 효율적일 것으로 판단되며 타사를 벤치마킹함으로써 소속사가 개선되지 않고 지속적인 열세에 처한다면 오히려 역효과가 나서 기업이미지만을 실추 시킬수 있음
신화 엔지니어링	지식을 공유 및 보관하는 방법은 웹하드 및 기타 프로그램에서도 많이 사용되고 있으므로 이를 좀 더 보완해야 겠으며 사용자 입장을 충분히 반영한 프로그램이 되도록 보완이 필요할 것으로 판단됨.

다음은 설문을 거쳐 도출된 요구사항을 분석하여 해결방안을 제시하였다

<표 3-106> 요구사항 및 해결방안

요 구 사 항	해 결 방 안
일반적인 저장방식 탈피 / 뷰어기능 추가	각종 파일형식에 따른 뷰어기능 구현
적시에 필요한 지식 / 질문에 대한 답변 제공	전문가 전화상담 기능, 핸드폰 알림기능 추가
적극적 활동 유도를 위한 체계 마련	회원등급제 운영 열람권한 차등부여
지식평가에 대한 신뢰성 향상	전문가 / 일반인 별도 평가방식 적용 답변이나 평가에 대한 점수 / 등급 부여
표준정보(법규, 시방서 등) 검색 서비스 필요	표준정보 검색 기능 / 주요정보 링크 기능 추가

(다) 5차년도 현장적용 테스트

1) 현장적용 테스트 개요 및 방법

현장적용 테스트는 설문 및 인터뷰에 의해 이루어졌다. 5차년도의 현장적용 테스트는 시스템 사용성에 초점을 두고, 총 2차례에 걸쳐 진행되었다. 현장적용 테스트

는 개발된 시스템의 사용성을 기능별, 요구사항별로 나누어 설문형식으로 진행되었다.

2) 현장적용 테스트 내용

1,2 차 테스트는 총 5일간 실시하였으면 평소 인터넷 환경에 자주 노출되어 기존 포탈시스템의 사용에 익숙한 사용자 총 17명을 대상으로 린 정보시스템의 사용성 수준평가 및 요구사항을 파악하였다. 테스트의 절차는 다음과 가다.

① 개요설명 : 본 테스트의 목적을 참가자에게 설명하고 테스트에서 하게 될 과제의 성격과 제안된 시스템에 대한 개략적 설명을 함

② 참가자 그룹 설정 : 참가자들을 4개의 그룹(가상 기업군)으로 구분하고 그룹별 관리자(1인)를 선정함

③ 시나리오 배부 : 시스템 수행 순서와 과제를 정리한 시나리오를 배부하고 숙지시킴

④ 시나리오 수행 : 하루에 한번씩 총 5일간 시스템에 접속하여 시나리오를 수행하도록 함

⑤ 설문조사 : 시나리오 수행을 마친 참가자들에게 시스템에 대한 설문지를 작성하도록 함

⑥ 인터뷰 : 참가자에게 간단한 비공식적 인터뷰를 실시함

사용성 수준평가를 위해서 기능별 (총괄, 메인, 개인 블로그, 기업 블로그, 프로젝트 블로그, 메일, 웹하드 / 지식입력, 지식검색, 지식평가)로 구분하였다. 요구사항 파악을 위해서는 제이콥 닐슨의 평가척도를 바탕으로 총 9가지 항목에 대한 설문을 하였다. 각 항목에 대한 설명은 다음과 같다.

① 가시성 : 상황과 사용자의 행동 및 결과에 대한 정보를 제공하는가?

② 현실 세계와의 부합 : 사용자가 상식적으로 납득할 수 있는 시스템, 단어, 글을 사용하고 있는가?

③ 컨트롤 : 사용자가 원하는 컨트롤을 자유롭게 할 수 있는가?

④ 일관성 : 일관되고 표준화된 체계가 있는가?

⑤ 에러 방지 : 오류가 발생할 가능성은? 오류 발생 시 치명적인 영향을 미치는가?

⑥ 즉각적 인지 : 보는 즉시 이것이 무엇인지 알 수 있는가?

⑦ 융통성 : 사용방법이 불편할 경우 대안이 있는가?

⑧ 비주얼 : 디자인적으로 완성도가 있는가?

⑨ 에러 해결 : 오류 발생 시 쉽고 빠르게 해결할 수 있는가?

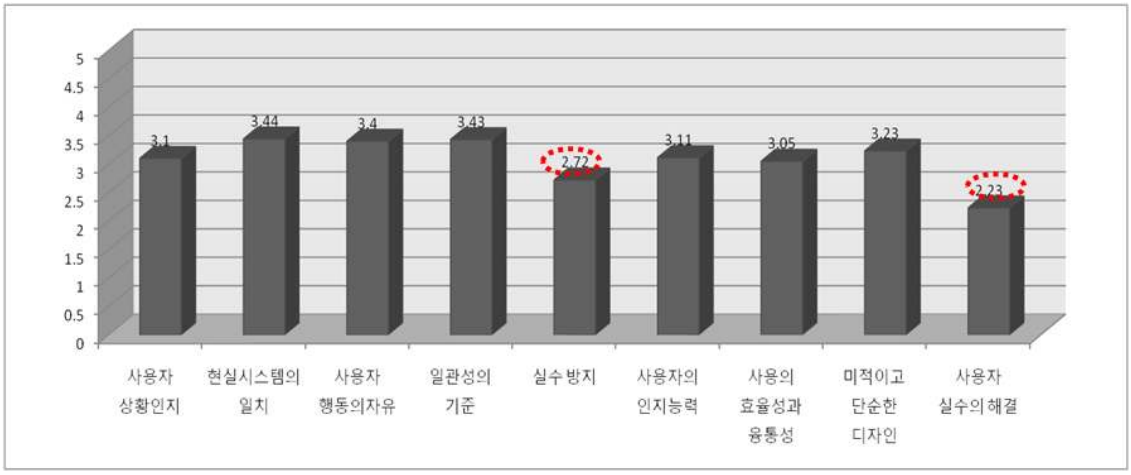
현장적용테스트의 시나리오는 다음 그림과 같다.



[그림 3-238] 현장적용 테스트 시나리오

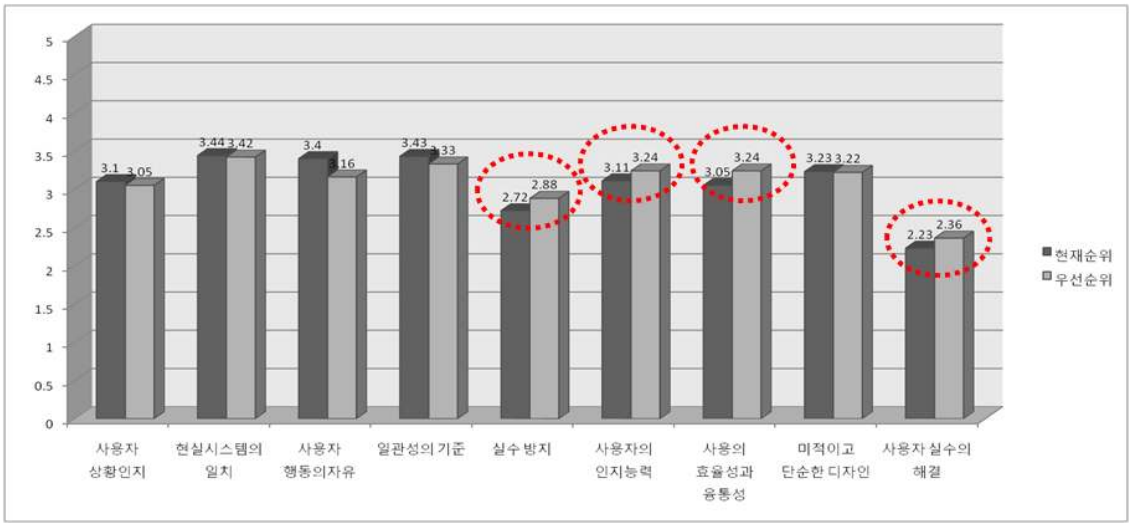
3) 현장적용 테스트 결과 및 적용방안

① 기능별 사용성 평가 결과



[그림 3-239] 기능별 사용성 평가 결과

- 일정관리 기능의 기능 및 UI 개선 요구
- 이웃 블로그 신청 기능의 시스템 불안정성 및 오류 개선 요구
- 기업 조직도 기능 시스템 불안정성 및 UI 개선 요구



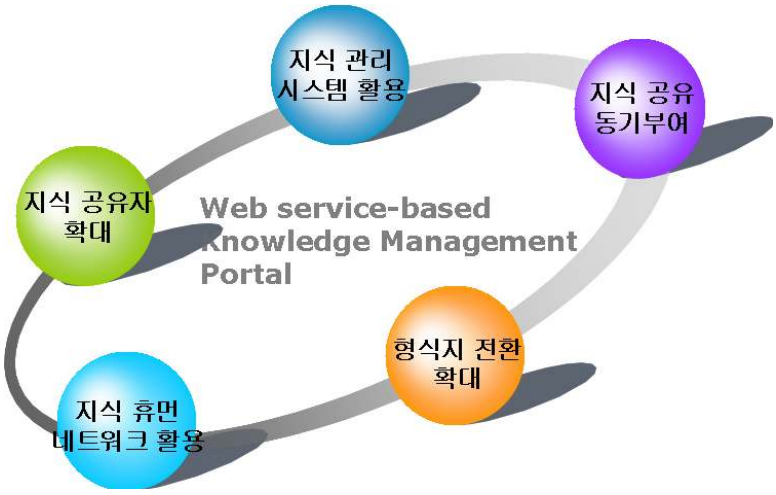
[그림 3-240] 요구사항 별 사용성 평가 결과

- 사용자가 오류를 범할 수 있는 확률을 낮추기 위한 UI 구성 요구
- 사용자가 오류상황을 정확히 판단할 수 있고, 자동보정 기능 개선 요구

(2) 개선방안

(가) 기존 문제점 해결방안

기존 지식관리 시스템의 문제점을 해결하고 건설 산업의 지식관리 효율성을 향상시키고자 아래와 같은 건설 지식관리 포탈 활용 전략을 제시한다.



[그림 3-241] 건설 지식관리 포탈 활용 전략

① 지식 관리 시스템 활용

② 지식 공유 동기부여

기존의 지식관리 동기부여 방식으로 사용되던 적립금, 포인트 등의 현금성 방안과 인사 승진의 가점 등의 평가성 방안을 사용하였지만 실적 위주의 지식 등록에 의해 축적된 지식의 활용성이 저하되었다. 따라서 자발적인 사용자들의 참여가 유발될 수 있도록 하는 것이 필요하므로 지식의 소유권 (저작권) 제공 및 활발한 피드백을 통해 이러한 문제가 해소될 것으로 기대된다.

③ 형식지 전환 확대

업무상 발생하게 되는 형식지와 암묵지를 지식 전환을 위한 복잡한 추가적인 과정을 프로젝트 진행과정과 동시에 지식을 추출할 수 있도록 도와주는 업무 프로세스 기반 지식관리 시스템을 제안한다.

④ 지식 휴먼 네트워크 활용

과거 각 개인, 회사의 인적 네트워크보다 규모, 영향력 측면에서 더욱 확장된 블로그를 통한 '지식인맥'은 인터넷을 통해 정치, 사회, 문화 등 각 분야에서 활발하게 활동하고 있다. 이러한 블로그를 건설지식관리 포탈에 가입된 회사, 개인에게

제공하여 지식공유의 장을 형성하게 해 준다.

⑤ 지식 공유지 확대

지식의 공유 범위를 형식지, 암묵지의 제한없이 자유롭게 공유, 전달할 수 있도록 하여 지식 활용에 대한 인식을 높이고 사용자의 참여가 중심이 되는 건설 지식관리 포탈이 되고자 한다.

(나) 개선효과

① 다양한 건설프로젝트의 건설생산과정에서 발생하는 지식을 자동으로 체계화하고 분류하여 재사용과 수정이 가능한 시스템 환경 조성

② 건설 지식의 추출 및 저장으로 건설 산업 전반의 건설 지식 데이터베이스 구축

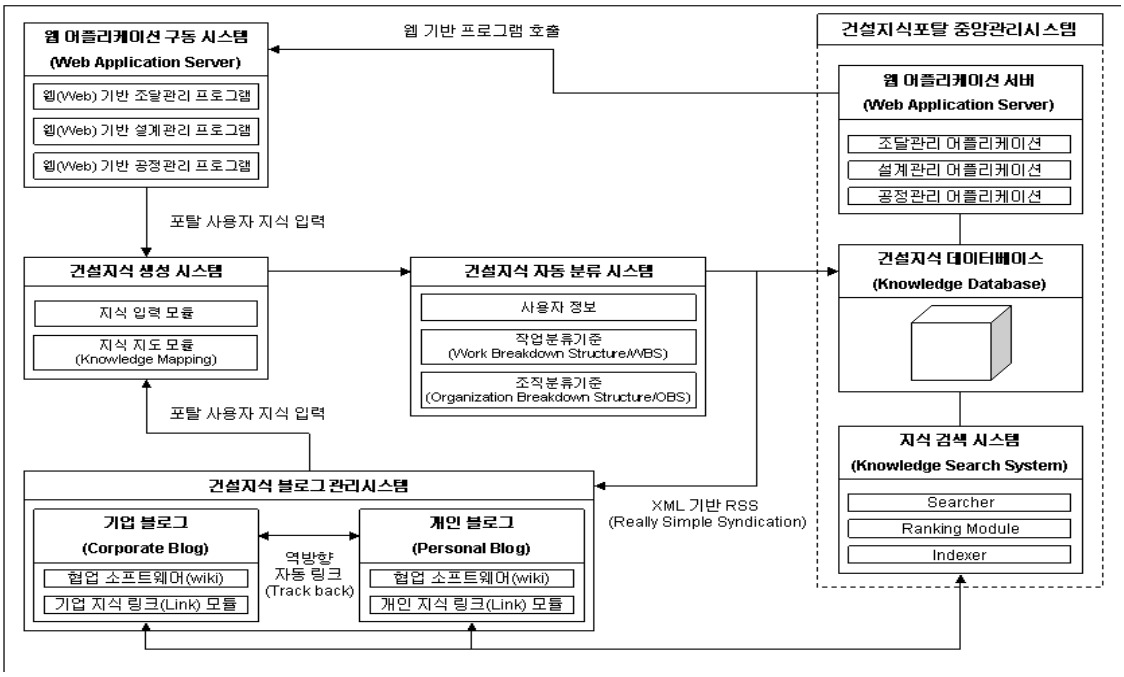
③ 건설 중소업체의 조달, 설계, 시공 관리 프로그램을 웹 어플리케이션 서버에서 호출하는 ASP 방식으로 제공하여 건설 관리 기술 경쟁력 제고

④ 업무 프로세스와 연계하여 프로젝트에서 발생하고 활용하는 지식을 체계화된 분류 기준으로 관리하여 건설 기업의 경영 정보 경쟁력 향상

⑤ 중소기업과 일반 건설산업 종사자뿐만 아니라 정보, 연구소, 대형 건설업체를 통합하는 건설 지식관리 체계 제공

(3) 개발기술 내용

(가) 시스템 개념도



[그림 3-242] 건설 지식관리 포탈 시스템 개념도

① 건설지식포탈 중앙관리시스템

건설지식 포탈을 전체적으로 관리하는 중앙관리 시스템에서 조달, 설계, 시공 관리를 위한 웹 어플리케이션을 제공하고 포탈 내 발생하는 건설지식들을 저장하는 데이터베이스를 기반으로 사용자의 지식검색을 지원한다. 지식 검색 시스템은 지식이 입력된 웹페이지 내용뿐만 아니라 파일 속성 및 내용까지 검색할 수 있는 기능으로 인덱스 생성과 순위를 결정한다.

② 웹 어플리케이션 구동 시스템

웹페이지 상에서 각 단계별 관리 프로그램을 구동하기 위한 기능을 지원한다. 건설지식포탈의 중앙관리시스템 서버에서 프로그램을 호출하여 사용자의 PC에 프로그램 설치 없이 언제, 어디서나 포탈에서 웹 어플리케이션을 사용할 수 있게 한다.

③ 건설지식 생성 시스템

웹 어플리케이션 관리 프로그램과 연계하여 작업 중 발생되는 지식을 프로그램 화면에서 one-click으로 입력하면 작업 내용과 지식간의 관계가 mapping될 수 있도록 한다. 업무 프로세스 기반 지식관리를 위한 knowledge mapping 단계를 자동

으로 생성하여 사용자가 직접 분류된 게시판에 입력하는 방식이 아닌 자동으로 지식이 분류되어 저장될 수 있도록 업무 프로세스와 지식을 연계한다.

④ 건설지식 자동 분류 시스템

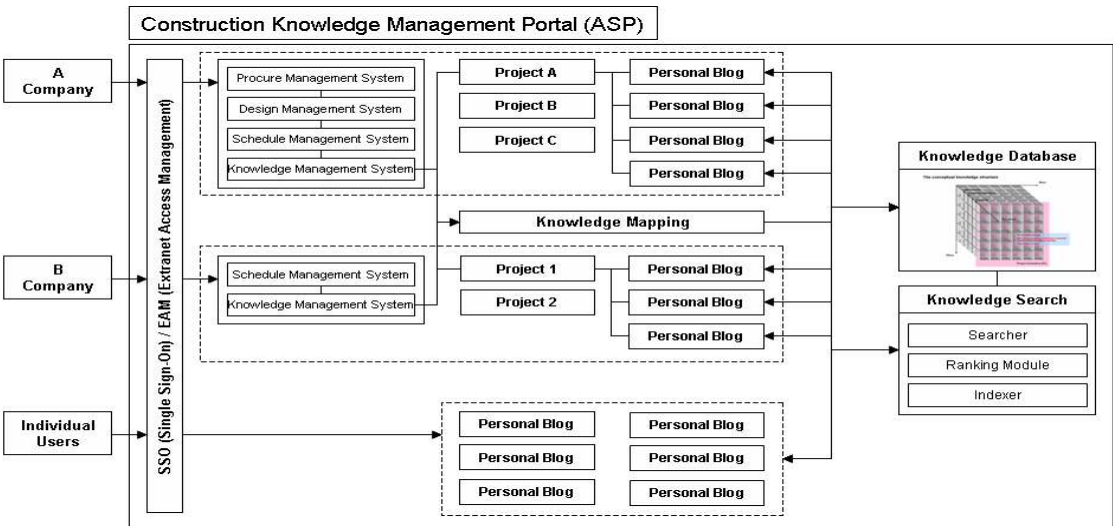
웹 어플리케이션 프로그램 상에서 입력된 지식은 mapping을 거쳐 자동 전달 및 재사용을 위하여 자동으로 분류된다. 지식의 기본적인 속성은 mapping을 통하여 이루어지며 건설 프로세스 상에서 지식이 자동으로 전달되기 위하여 WBS, OBS, 사용자 정보를 기준으로 데이터베이스에 저장되게 된다.

⑤ 건설지식 블로그 관리 시스템

건설 지식관리 포탈에 가입된 회사 또는 개인은 자신의 블로그를 보유하게 된다. 블로그는 개인의 지식 저장 공간뿐만 아니라 공유를 전제로 서로 연계를 하게 된다. 블로그에서는 RSS, Trackback, wiki를 지원하여 블로그를 연결하고 블로그에 저장되는 지식들은 중앙관리시스템의 데이터베이스에 저장되게 된다. 또한 지식검색시스템에서는 모든 블로그를 검색하여 접근 권한에 따라 열람이 가능하다.

(나) 건설 지식관리 포탈 Conceptual Model

건설 지식관리 포탈은 회사 및 개인 회원을 대상으로 ASP 웹구동을 기반으로 한다. 인터넷에 연결된 장치만 있으면 PC나 PDA등으로 건설 지식관리 포탈에 접속하여 로그인을 하게 되면 회원의 기존 설정에 따라 구동된다.



[그림 3-243] 건설 지식관리 포탈 개념 Model

2. 건설 지식관리시스템 개발

가. 블로그 기반 지식관리 시스템

(1) 블로그 기반 지식관리시스템 개념

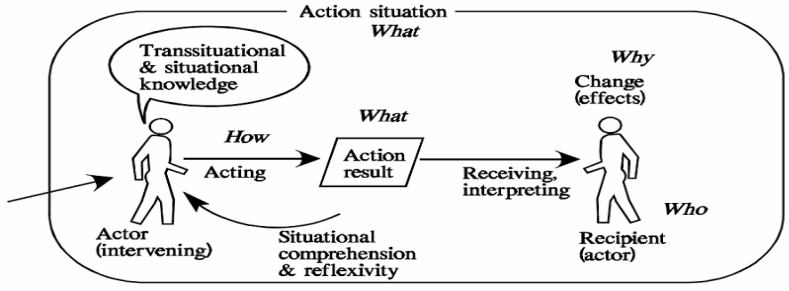
(가) 블로그의 활용

블로그란 시간의 역순으로 아티클을 저널 스타일로 표현하는 사용자 생산형 웹사이트이다. 블로그는 원래 개인의 미디어로 사용되었으나 최근 블로그가 발생시키는 엄청난 지식의 양과 이끌어내는 소셜 네트워크를 관찰한 전문가들에 의해 강력한 KM 실행 도구로 인식되어 지고 있다. 건설업에서의 KM에서 블로그를 적용하는 것은 Mills(2006)에 의해 이미 얘기된바 있다.

본 연구에서는 블로그를 활용함으로써 기존의 아래 System Dynamics 모델에서 보이는 인센티브나 강압적 지식생산이 불러일으키는 동기 저하의 악순환을 개선하고자 하였다.

(나) 컨텍스츄얼 지식의 관리 (Contextual Knowledge Management)

Goldkuhl and Braf (2000)에 따르면 컨텍스츄얼 지식은 지식이 만들어지고, 전달되며 사용되는 조직의 상황을 아우르며, 과거의 특정 상황에서 발생한 지식을 현재의 새로운 프로젝트에 적용하기 용이하도록 한다. 그는 컨텍스츄얼 지식은 기존의 지식에 Situational Knowledge와 Transsituational Knowledge를 포함한 것이라고 역설하였다. 아래 그림에서 보자면 기존의 지식은 어떤 상황에 있어서 How나 What, Why에 관한 부분이었다면, 컨텍스츄얼 지식은 현재 상황에 대한 지식인 Situational Knowledge와 지식을 전달하는 사람에 관한 지식인 Transsituational Knowledge를 포함 한 것이라고 할 수 있다.



[그림 3-244] Contextual 지식의 구성

이러한 부분을 건설업에 적용하여, 컨텍스츄얼한 지식을 분석한다면 Situational Knowledge는 프로젝트를 둘러싼 상황 정보, Transsituational Knowledge는 현장 관리자의 특정 분야 지식에 대한 이해도나 경험이 될 수 있을 것이다. 이러한 정보들이 전달될 경우에만 해당 지식의 재사용이 가능하고, 또한 재사용하는 사람의 이해도 역시 높아질 수 있다.

(다) 프로젝트 기반의 웹사이트

오늘날, 프로젝트 기반의 웹사이트의 빠른 발전은 프로젝트 팀에게 전통적 정보 전달 방법을 재구성하는 효과적 방법을 제시해 주고 있다. 프로젝트 팀원에서 정보에의 적시의 접근을 가능하게 함으로써 PSWS는 pull 방식의 정보전달을 가능케 하는 커뮤니케이션 네트워크를 만들어 낸다. 즉, 이 시스템들은 정보의 접근성을 높이고, 정보의 길목을 막는 것을 없애고, 정보의 왜곡이나 특정인에게의 과부하를 줄임으로써 프로젝트의 커뮤니케이션을 개선한다.

(2) 블로그 기반 지식관리시스템 개발

(가) Contextual Knowledge 의 전달

Contextual Knowledge의 전달을 위해 개인 블로그와 프로젝트 블로그의 연계를 통한 Contextual Knowledge를 저장하고자 한다. 먼저, 지식 전달자의 신상 정보 및 경력, 기술 정보 등의 프로필 정보와 해당분야에 대한 이해도나 숙련도 등을 개인 블로그를 통해 전달하게 된다. 해당 개인이 생산한 이전의 지식들을 통해 지식 재사용자는 지식 생산자의 해당분야에 대한 이해도나 지식 기술의 숙련도 등을 파악할 수 있다. 그리고, 프로젝트의 위치, 협력 업체, 계약 정보 등의 기본 정보와 해당 공정에 관한 정보를 프로젝트 블로그를 통해 전달하게 된다. 지식 재사용자는 프로젝트 블로그를 통해 프로젝트에서 이전에 발생한 지식을 살펴보고 선행 지식의 습득이나 프로젝트 상황을 이해할 수 있게 된다.

(나) PSWS로서의 프로젝트 블로그의 활용

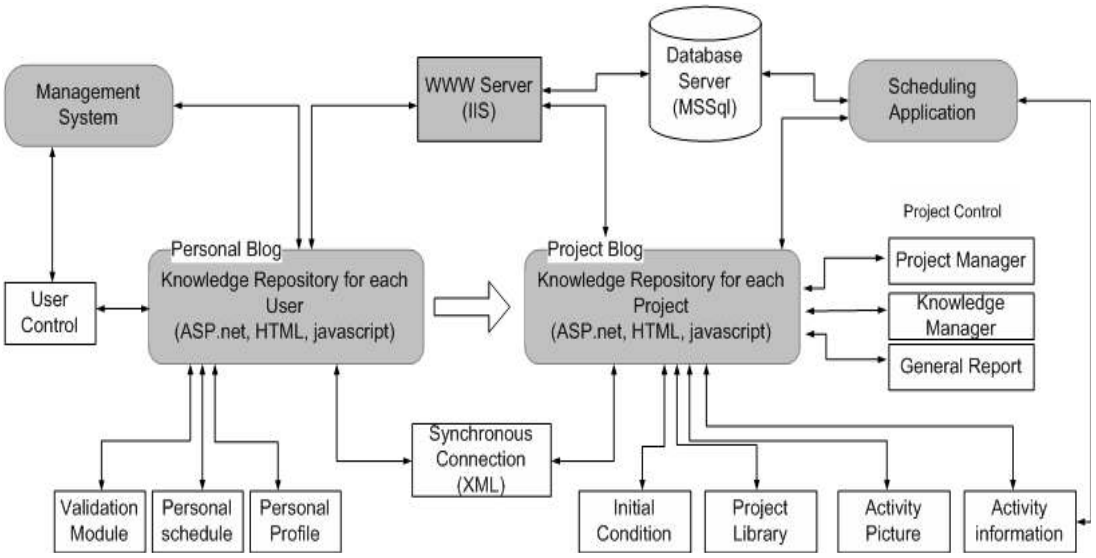
본 연구에서는 프로젝트의 지식의 저장소로 프로젝트 블로그를 개발하고 이를 PSWS로서 활용하고자 하였다. 프로젝트 블로그는 프로젝트가 생성되면 자동으로 생성되게 되며 프로젝트 팀원이 자신의 개인블로그에 지식을 등록할 경우 프로젝

트 블로그에도 자동으로 해당 지식이 동시에 게재되게 된다.

또한 각각의 공정에 관한 사진들도 공정단위로 관리할 수 있도록 하였으며 프로젝트의 월간 실적 등의 기타 정보도 프로젝트 블로그를 통해 관리 되고 전달되게 된다. 이러한 프로젝트 블로그의 활용은 프로젝트 진행시에는 PSWS 로서 프로젝트 팀원들 간의 커뮤니케이션을 증진시키게 되고 프로젝트 완료 후에는 Best Practice 들 간의 커뮤니케이션 또한 저장하여 전달하게 됨으로써 이후에 해당 프로젝트를 참조하거나 해당 프로젝트의 지식 중 일부를 재사용하는 사용자에게 더욱 풍부하고 생생한 지식을 전달할 수 있게 된다.

(다) 시스템 아키텍처

본 시스템의 시스템 아키텍처는 다음과 같다. 먼저 personal blog의 경우에는 MIS 시스템 상의 조직 정보를 기본으로 연동되게 되며, 지식 검증 모듈이나 개인의 스케쥴 모듈과도 연동되게 된다. 프로젝트 블로그는 공정표 어플리케이션의 데이터베이스를 기반으로 공정 정보를 구성하며, 그 외에도 전사적 회사 시스템 내의 조직 정보 및 프로젝트 정보와 연동 되게 된다. 또한 공정에 관한 추가적 정보나 사진 데이터베이스와도 연결을 갖게 된다.



[그림 3-245] System Architecture of Blog-based KMS

(3) 상황 정보를 활용한 건설 지식관리 시스템 개념

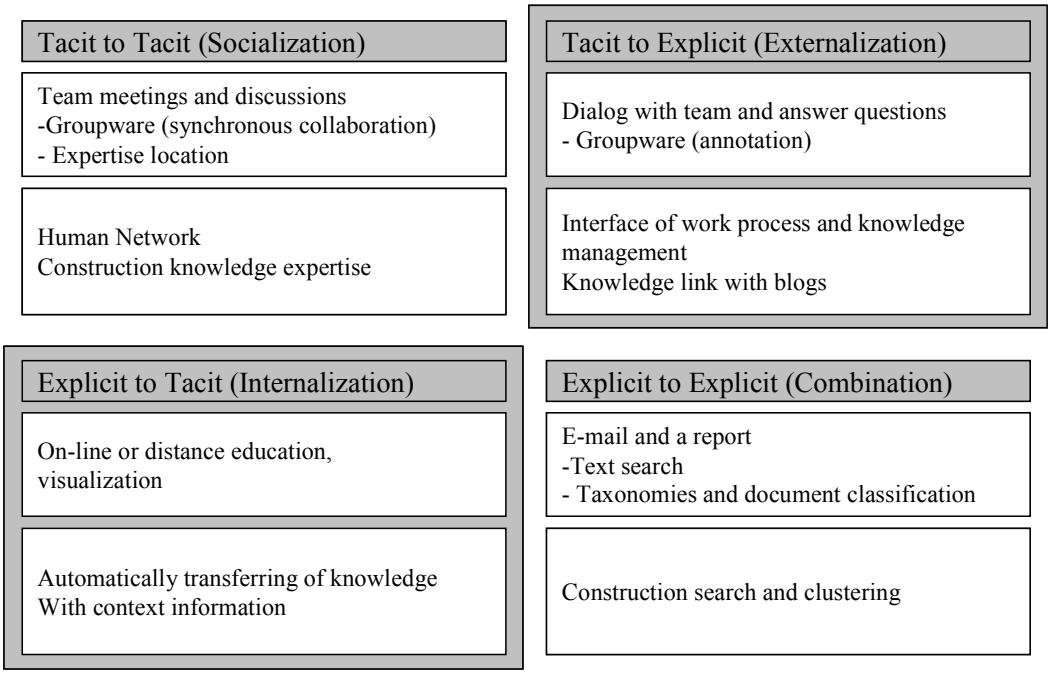
건설기업들은 전문 관리자와 기술자등의 인적 네트워크를 효율적으로 관리하기 위하여 그들의 경험과 노하우를 지식관리 시스템으로 전환하고자 노력하였다. 그 노력의 결과로 대기업을 중심으로 많은 투자가 이루어지고 있지만 건설 프로젝트를 수행하는 데 있어 다른 참여주체들과의 지식이 자유롭게 공유하는데 한계가 있다. 특히 프로젝트 중심의 한시적인 현장 조직과 경험에 의존하는 건설 산업 특징으로 인하여 건설 프로세스에서 발생되는 지식을 관리하는데 많은 어려움이 있다.

본 연구에서는 건설 지식 활용을 극대화하기 위한 방안으로 지식 상황정보를 제안하였으며 공정 프로세스를 반영한 지식관리 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다. 건설지식 관리의 효율성을 제고하고자 개발되는 건설 지식관리 시스템은 ASP(Application Service Provider) 비즈니스 모델, 지식의 피드백, 지식 상황 정보들의 개념을 통하여 개발된다.

위의 개념과 목표를 구현하기 위하여 본 연구에서는 건설 지식의 속성을 부여하기 위해 상황정보를 분류, 정의하였으며, 건설 지식 상황정보의 데이터 모델링을 통하여 공정 데이터 서버와 실시간으로 연동하는 시스템을 구성하였다. 그리고 사용자가 건설 프로젝트 수행과정에서 발생하는 지식들을 자동으로 저장하고 검색할 수 있는 건설 지식 상황 정보 기반의 시스템 프로토타입을 제시하였다.

(가) 지식 피드백(Knowledge Feedback)

지식관리 시스템 내에 많은 지식과 정보가 있더라도 활용되지 않으면 그 가치는 창출되지 못한다. 지식의 형태를 분류할 때 형식지(Explicit knowledge)와 암묵지(Tacit knowledge)로 구분되는데 이중에 암묵지의 활용에 있어서 잠재적 가치는 지식관리 측면에서 중요하다(Nonaka and Takeuchi 1995). 지식관리 시스템을 통하여 습득된 지식은 실제 건설 프로세스에 적용하면서 암묵지 형태로 축적되며, 다시 시스템에 입력되어 형식지 형태로 저장되는 피드백 과정을 거치게 된다. 이 과정에서 지식에 대한 평가와 수정을 통하여 지식 형태가 전환되는 지식의 피드백 과정을 거치게 된다.

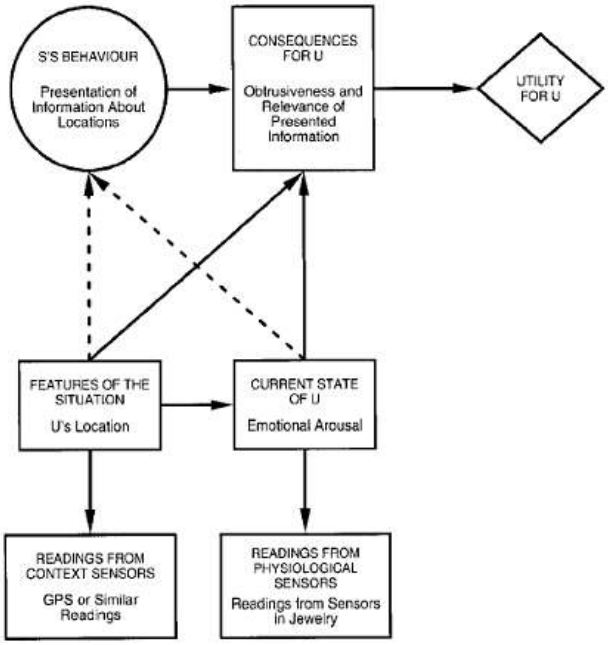


[그림 3-246] Conversion of Knowledge between Tacit and Explicit Forms

(나) 지식 상황 정보

상황 정보는 위치, 주변 사람, 사물들의 속성과 변화량에 의해 정의된다(Schilit and Theimer 1994). 상황 정보는 속성의 상태를 정의하는 데 사용되며 사용자와 어플리케이션의 관계를 나타낸다. Context-awareness라 하는 상황 인식은 이러한 상황정보를 통하여 사용자의 현재 상황을 표현할 수 있는 정보를 제공하는 것이다. 건설 산업에서의 상황 정보는 건설 환경의 동적인 성격을 정의하기 위한 정보로 활용되고 있다. 그 속성은 사용자 속성, 위치, 한시적 정보, 그리고 조직으로 구분된다(Singhvi et al. 2003). 또한 상황 정보는 어느 시점에 사용자의 요구에 따라 정보가 제공되는 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 구축하기 위한 중요한 속성으로 활용되고 있다(Prekop and Burnett 2003).

이러한 상황정보를 인식하는 것은 지식관리에서 중요한 문제이다. 지식의 성격을 규명하기 위하여 지식의 상황정보가 필요하며 이를 활용한 지식의 저장, 출력은 사용자의 상황을 반영한 지식관리를 가능하게 한다. 건설 프로세스 상에서 필요한 지식이 알맞은 시기에 사용자에게 전달되기 위해서 상황정보가 활용되어 지식이 전달되고, 지식의 입력에는 상황정보가 함께 저장되어 재사용이 자동으로 이루어지게 된다.

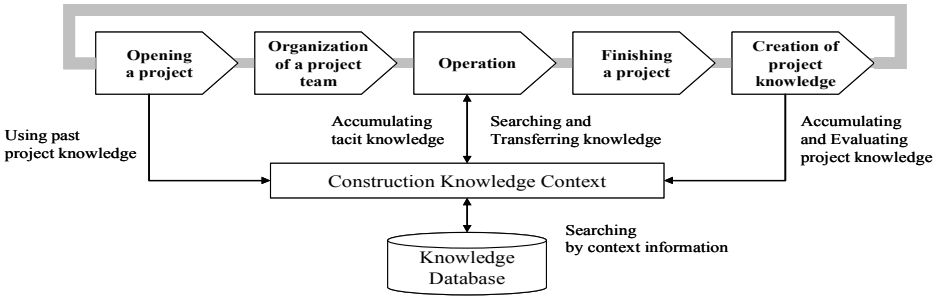


[그림 3-247] xample of Context-awareness (FEATURES OF THE SITUATION on the CURRENT STATE OF U)

(4) 상황 정보를 활용한 건설 지식관리 시스템 개발

(가) 건설 지식 상황정보 모델

건설 지식 상황정보는 건설 프로젝트에서 발생하는 지식의 속성을 부여하기 위해 활용된다. [그림 3-14]은 건설 지식 상황정보가 활용되는 모델을 설명하고 있다. 건설 프로젝트가 진행되면서 습득되는 개인의 노하우 또는 형식지들이 지식관리 시스템에 저장될 때 자동으로 지식의 상황정보가 함께 입력된다.



[그림 3- 248] Model of Construction Knowledge Context along with the project process

지식과 상황정보는 텍스트로 구성되어 있으므로 프로젝트에 관련된 지식을 키워드 검색을 통하여 지식 데이터베이스에서 찾을 수 있다. 건설 프로젝트가 진행되면서 지식이 상황정보에 따라 저장, 검색이 되며 이러한 상황정보는 다음과 같은 절차에 따라 지식관리 시스템에서 활용된다. 지식은 웹기반 시스템의 사용자 화면에서 입력되며 웹기반 프로젝트 공정관리 어플리케이션과 연동하여 지식 상황정보를 가져오게 된다. 마지막으로 지식 상황정보와 함께 자동으로 지식 데이터베이스에 저장이 된다. 지식을 입력하는 순서와 비슷하게 지식을 추출하는 과정을 거치게 된다. 먼저, 사용자가 지식관리 시스템에서 건설 프로젝트의 작업을 기준으로 필요한 지식을 요청하면 웹기반 어플리케이션으로부터 지식 상황정보가 자동으로 생성된다. 그 다음 지식 데이터베이스에서 상황정보의 속성들이 텍스트 방식의 키워드로 검색이 되어 마지막으로 사용자에게 관련된 지식들이 웹에서 또는 이메일로 전달된다.

(나) 건설 지식 상황정보 정의

건설 프로세스가 진행되는 과정에서 사용자가 입력하는 지식의 속성을 부여하고 사용자에게 필요한 지식을 전달해 주기 위해 건설 지식 상황정보의 정의와 분류가 필요하다. 건설 지식이 자동으로 저장되고 전달되기 위해서 이러한 상황정보가 참고 되며 다음과 같이 분류한다.

① Work context

작업과 관련된 상황정보는 프로젝트의 WBS(Work Breakdown Structure)에 따라 정의된다. 공정 어플리케이션에는 각 Activity별로 작업 정보가 입력되어 있으며 이를 참고하여 상황정보는 작성된다.

② Cost context

공사비와 관련된 상황정보는 공정 어플리케이션에 저장된 CBS(Cost Breakdown Structure)에 따라 정의된다.

③ Organization context

조직 상황 정보에는 Activity를 수행하는 담당자가 설정되어 있으며 협력업체 정보가 수반된다. 이 정보는 지식의 수혜자를 결정하는데 중요하게 활용된다. 즉 지식이 입력될 때 저장되는 지식 상황정보와 비슷한 Activity를 수행하거나 담당 업무를 진행할 경우 상황정보의 유사도에 따라 지식이 전달될 수 있도록 한다. 조직

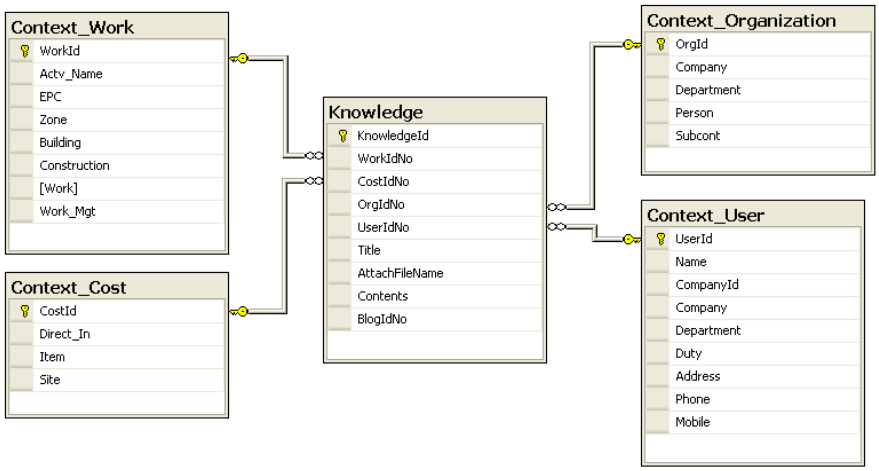
상황정보는 소속 업체, 담당 구역, 현장 직책, 성명, 협력 업체명으로 정의된다.

④ User context

위에서 정의된 작업, 비용, 조직 상황정보는 지식의 속성을 나타낸다면, 사용자 정보는 지식 네트워크를 형성하기 위해 필요한 상황정보이다. 지식 작성자의 정보가 입력되며 지식의 수혜자 측면에서 지식 정보를 평가하고 수정하는 지식의 피드백 과정이 발생한다. 다시 말하면, 지식 작성자와 수혜자를 연결해주는 지식 네트워크가 사용자 상황정보를 통하여 이루어진다.

(다) 건설 지식상황 정보 데이터 모델링

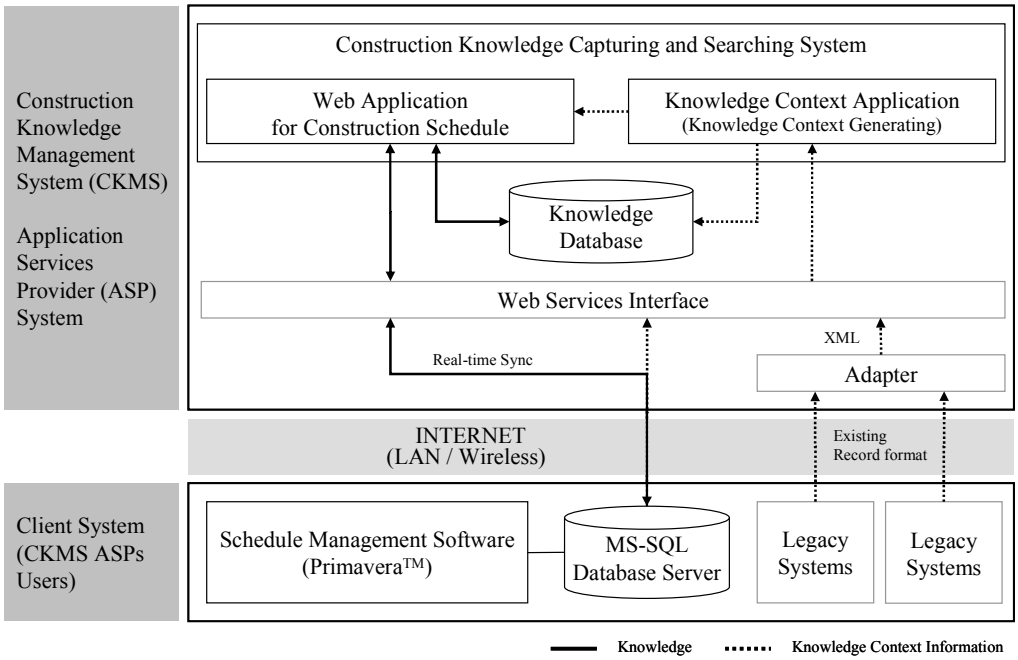
위에서 정의된 각 속성들을 이용하여 지식을 자동으로 저장, 추출하기 위해서 지식 상황정보의 데이터 모델링을 통한 데이터베이스 구축이 필요하다. 시스템 사용자에 의해 생성된 지식이 지식 데이터베이스에 입력되는 과정에서 상황정보가 입력되는 지식과 함께 연결되도록 기본키(Primary Key)가 정의된다. 지식상황 정보의 분류에 따라 정의된 Context_Work, Context_Cost, Context_ Organization, Context_User 테이블은 시스템 사용자에 의해 입력되는 지식 테이블과 연결되어 다음과 같은 구조를 가지게 된다.



[그림 3-249] Data Modeling Structure of Construction Knowledge Context

(라) 건설 지식관리 시스템 구성

상황정보를 활용한 건설 지식관리 시스템(Context- based Construction Knowledge Management System, C2KMS)은 ASP방식을 채택한 웹기반 시스템으로 개발된다.



[그림 3-250] Context-based Construction Knowledge Management System Architecture

위 그림은 시스템의 아키텍쳐를 보여주고 있다. 각 사용자들의 클라이언트 시스템에는 공정 어플리케이션과 데이터베이스 서버가 존재한다. 이 연구에서 사용하고 있는 공정 어플리케이션은 Primavera 5.0이며 MS-SQL 데이터베이스 서버와 연동되어 운용된다. 클라이언트 시스템의 데이터베이스 서버와 ASP방식으로 개발되는 건설 지식관리 시스템은 인터넷을 통하여 연결되어 상황정보를 추출하게 된다. ERP 또는 PMIS등의 기존 시스템들로부터 사용자 정보를 가져오기 위하여 Web Services를 사용하여 통신하게 된다.

C2KMS는 지식을 입력, 추출, 검색할 수 있는 공정기반 웹 어플리케이션(Web application for construction schedule), 지식 상황정보를 추출하는 상황정보 어플리케이션(Knowledge Context Application)으로 구성된다. 공정기반 웹 어플리케이션은 MS-SQL 데이터베이스 서버로부터 공정 데이터를 가져와 공정 상황을 확장하

면서 Activity와 관련을 입력, 추출, 검색을 할 수 있는 웹 브라우저를 구동한다. 사용자가 공정기반 웹 어플리케이션을 사용하면서 Activity를 선택하게 되면 상황정보 어플리케이션은 그 Activity와 관련 상황정보를 MS-SQL 데이터 서버로부터 가져온 데이터를을 입력할 때 이 로 구성된다. 어플리리고 지식을 s하는 s되며 터를을 추출할 때에는 선택onActivity의n상황정보를 나타내는 키워드들 그리고 지식을 쉳에 입력되어 관련된 상황정보를 검색, 출력하게 된다.

(4) 건설 지식평가시스템 개발

(가) 연구배경 및 관련연구

지식 경영은 이제 학문과 산업 분야 모두에서 믿음을 주고 있고, 계속해서 관심을 받고 있다. 특히 건설과 같은 프로젝트 기반의 산업에 있어서 효과적인 지식관리는 기업의 생존과 계속적인 발전을 위해 매우 중요하다. 사실, 건설산업에서 지식관리시스템(KMS)은 현재 계속해서 거론되고 있고, 이미 지식경영을 도입하는 기업의 수가 늘어나고 있다. 따라서 질적이고 양적인 데이터를 어떻게 거르고 어떻게 정확히 평가하는가가 중요한 과제가 된다. 하지만 지금까지 지식 평가 향상에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 수행된 몇몇 연구는 평가수단 자체에만 초점을 맞추었다. 본 연구는 지식을 어떻게 효과적으로 평가할 것인가에 대해 구체적으로 살펴봄으로써 지식관리와 평가에 초점을 맞추어 이러한 현안에 대해 다루고자 한다. 활발한 지식 경영에 기반하여, 본 연구는 전문가 지수를 이용한 효과적인 건설지식 평가 프로세스 모델을 제안한다. 전문가 지수란 지식활동을 함으로써 직원이 얻게 되는 각 분야에 대한 전문성의 수준을 말한다. 제안된 모델은 정확한 평가를 가능하게 할 뿐만 아니라 지식활동을 활발하게 하는데도 기여할 수 있다.

<표 3-107> 지식평가도구 사례

Section	Source	Contents	Trait
Abroad	Techno Sphere (Finland)	• Technology effective evaluation as to Technology Leverage • ROI as to Technology Leverage	• A fixed quality evaluation • Research Project, Patent
	Intangible assets (Australia)	• Predict intangible assets mount(stock) • nature/internal/external	• Enterprise • Simple and easy evaluation
	Dow Chemical (America)	• Technology weight evaluation as to Technology Factor	• Wide scope • Quality evaluation
Domestic	Researches	• Items evaluation of research • Principle	• Application • Just Principle
	Big Co. (SDS, LG)	• SDS found KMS, but evaluation is not perfect • LG try to evaluation system	• Elementary step • Imperfection
	Other evaluator organ	• Patent etc. • Checklist	• Checklist • Evaluation of mark

<표 3-108> 관련연구

Author	Title / Objectives
Pervaiz K. Ahmedet al(1999)	"Measurement practice for knowledge management"
	To present a holistic model of KM which dynamically incorporates both tactical as well as strategic elements
Yogesh Malhotra(2003)	"Measuring Knowledge Assets of a Nation"
	To develop the theoretical and pragmatic foundations for management and measurement of knowledge assets to facilitate this vision of holistic growth and development
Housel and Bell(2001)	"Measuring and Managing Knowledge"
	To provide a framework for managing and maximize the return on knowledge assets
Lee et al.(2003)	"Knowledge Evaluation on the Construction Industry"
	To present a evaluation model for more objective evaluation. (The results of evaluation for storing knowledge are very different by evaluator because of the subjective evaluation, in spite of the standard.

(나) 기업사례 문제점 분석 및 해결방안

지식경영을 실시하고 있는 4개의 회사를 대상으로 지식평가 도구를 조사해 본 결과 공통적으로 전문가 집단을 이용하여 전문가의 검증 및 평가가 이루어지는 것을 알 수 있었다. 전문가 집단에 의한 평가는 많은 장점을 가지고 있다. 하지만 전문가들에게 자신의 업무 이외에 추가적인 업무가 과중됨으로써 금전적 인센티브에도 불구하고 평가업무를 원치 않는 것으로 보고되고 있다. 또한 전문가 선정은 일정 직급 이상을 로테이션 식으로 선발하기 때문에 전문가의 실제 전문성을 신뢰할 수 없다. 그리고 하나의 지식이 한 분야의 카테고리(또는 지식 캐비넷) 전문가에 의해 평가되므로 일차원적인 평가의 한계점을 가지고 있는 것이 사실이다.

이러한 크게 3가지 문제점을 '전문가 지수'를 가지고 해결할 수 있다. 먼저 전문가 지수는 근래 웹에서 어떤 분야의 전문성을 나타내는 '내공'과 유사한 개념으로 본 연구에서 새롭게 제안하는 표현이다.

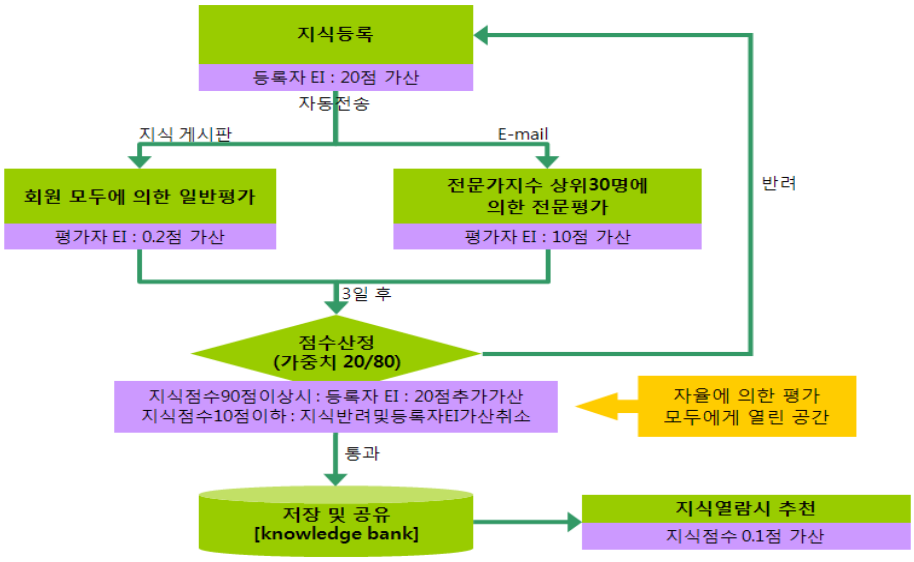
① 평가 프로세스 및 시나리오

전문가 지수(Expert Index, EI)란 지식활동(지식등록, 평가 등)에 따른 각 지식카테고리의 전문성을 나타내는 지수이다. 아래 표는 전문가 지수의 예이다.

<표 3-109> 전문가 지수 예

직원이름 / 카테고리	홍길동	일지매	아무개	…
벽돌공사	150	10	31	…
창호공사	20	160	25	…
콘크리트	00	40	250	…
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

아래 그림은 지식평가 프로세스의 전체적인 플로우차트를 나타내고 있다. 먼저 기업 내에서 린 정보시스템에 직원이면 누구나 지식을 등록한다. 이 때 등록지식과 관련된 카테고리를 미리 지정하여 등록하게 되고 등록자는 해당 분야에 대한 20점의 EI를 얻게 된다. 등록된 지식은 지식게시판과 해당 카테고리의 전문가 지수 상위30명의 메일로 자동 전송된다. 그러면 3일 간 자율적으로 평가가 실시된다. 지식게시판에서는 미평가 지식란에서 회원 누구나 평가에 참여할 수 있고(일반평가), 상위 30명의 전문가지수 그룹도 자율에 의해 평가에 참여한다(전문평가).



[그림 3-251] 지식평가 프로세스

단 지식게시판에서의 평가 시 EI가 0.2점 가산되고 하루에 10번으로 평가가 제한되어 있는 반면, 메일에 의한 평가 시는 평가자에게 10점이 가산된다. 하지만 유기시에는 건당 1점이 감산된다. 그리고 3일 후 점수가 산정된다. 이 때 지식게시판과 메일에 의한 평가에 있어 가중치를 20:80으로 한다. 또한 개개인의 전문가지수 가중치도 고려한다. 아래 표는 지식게시판에서 5명이 평가하고 메일을 통해 5명이 평가했을 때 점수산정 예이다.

<표 3-110> 점수산정 사례

구분	지식게시판 5명 평가					메일 5명 평가				
평가자	A	B	C	D	E	가	나	다	라	마
EI	20	30	40	10	30	110	200	120	100	110
평가점수	75	60	75	90	60	75	40	60	40	90
각 점수 산정	EI합산=130 75*20/130+60*30/130+75*40/130+ 90*10/130+60*30/130=69.2					EI합산=640 75*110/640+40*200/640+60*120/640+ 40*100/640+90*110/640=58.4				
합산	가중치합산 : 69.2*0.2+58.4*0.8=60.5									

<표 3-111> 배점표

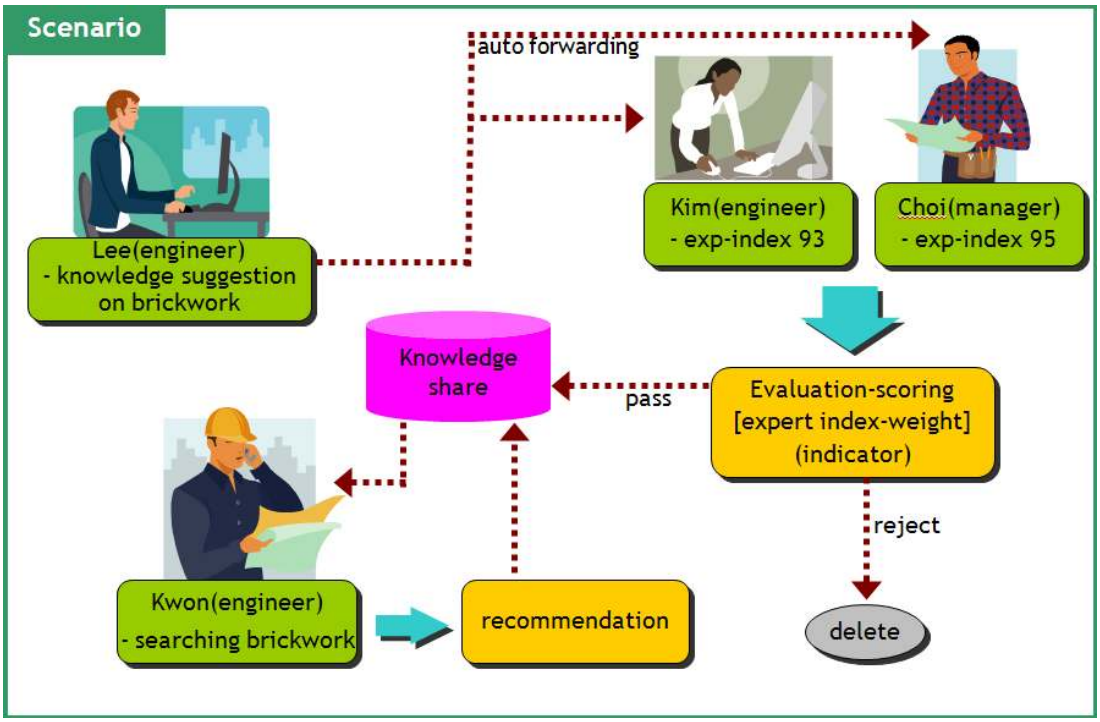
구분	평가지표	독창성/노력정도				
평가지표	Grade	Best	Good	Normal	Bad	Poor
활용성	Best	100	90	75	60	50
	Good	90	75	60	50	40
	Normal	75	60	50	40	25
	Bad	60	50	40	25	10
	Poor	50	40	25	10	0

점수 산정 결과 지식점수가 90점 이상(표3에서 Good/Good 이상)이 되면 해당지식 등록자에게 EI가 추가 20점 부여된다. 반면 점수가 10점 이하일때는(음영처리부분) 지식이 반려되고 등록 시 획득했던 전문가 지수 10점이 취소된다. 만일 3일(72시간)이 지난 시점에 메일평가 10인을 채우지 못했을 경우 평가기한이 24시간 연장되고, 평가자 10인을 만족할 때까지 계속해서 24시간 연장되며, 연장될 때마다 평가요청메일이 미평가자에 대해 계속 전송된다. 만약 연장된 기간에 10인이 만족되면 그 시점에서 평가는 완료된다. 통과된 지식은 저장되고 모든 사람에게 공유되며 사람들이 지식을 보고 추천을 했을 시 지식점수가 0.1점 가산된다. 물론 지식점수가 20점점이 되면 더 이상의 가산은 없다. 또한 지식스크랩 시 별점을 주게 되어 있는데 별5개~별1개는 0.젵점, 0.젝점, 0.젲점, 0.젯점, 0.1점으로 하여 지식점수에 가산된다. 상위 전문가 지수 그룹의 레벨은 아래 표와 같이 총 5등급으로 구분된다.

<표 3-112> 등급구분표

전문가 지수 랭킹순위	등급구분
1~10위	1등급
11~30위	2등급
31~60위	3등급
61~100위	4등급
101~	5등급

아래 그림은 간단한 시나리오이다.



[그림 3-252] 지식평가 시나리오

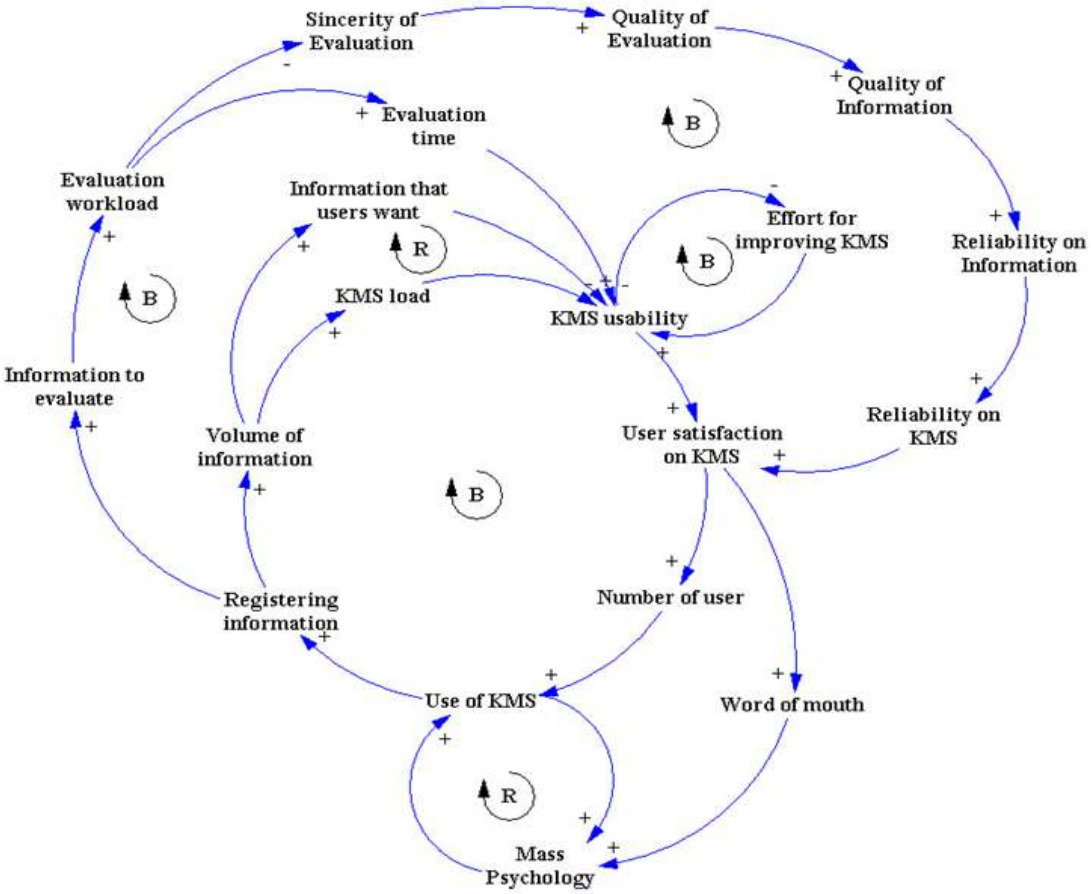
(다) 전문가 지수를 활용한 지식평가 모델 분석

① System Dynamics를 이용한 모델 분석

기존 지식평가도구를 사용했을 때와 본 연구에서 제안하는 평가도구를 사용했을 때 KMS에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 System Dynamics 기법을 이용해 분석해 보았다.

아래 그림에서 보는 것과 같이, 먼저 지식 등록이 많아지면 평가해야 할 지식의

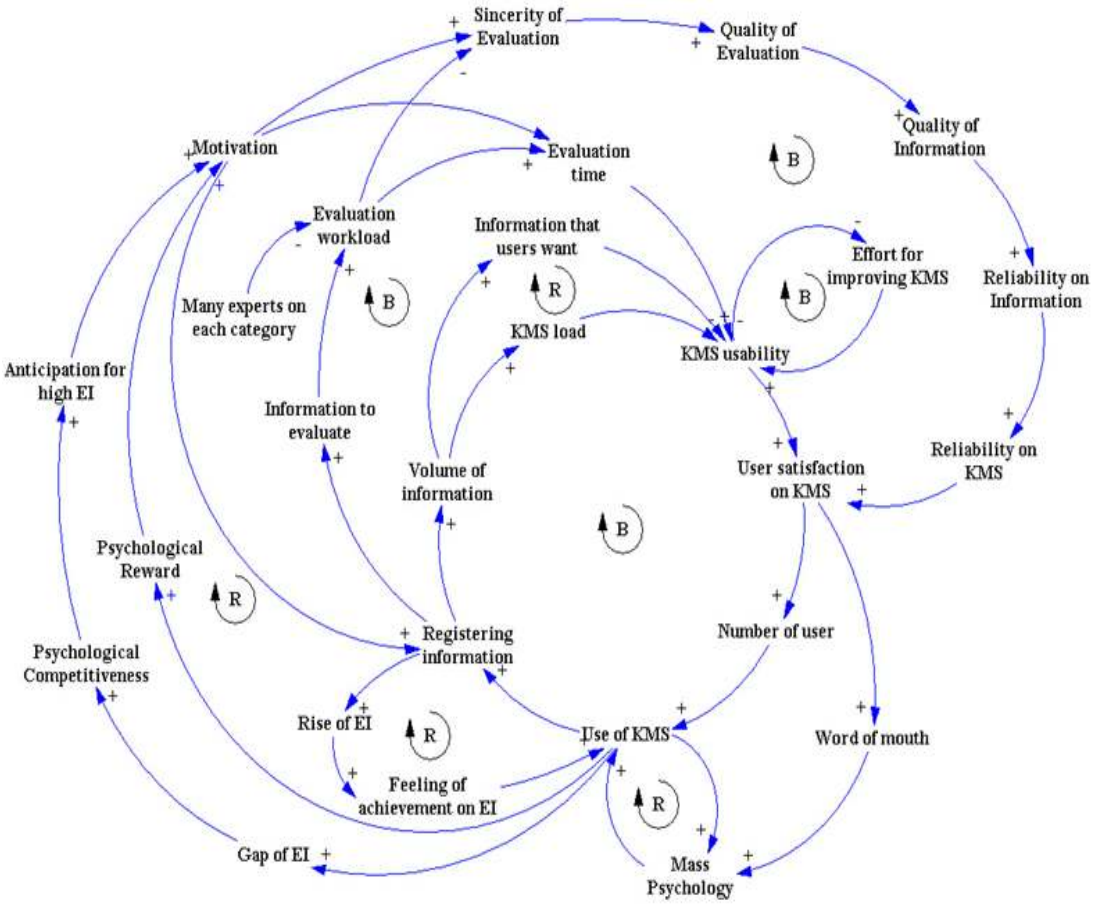
양이 많아진다. 기존 전문가 평가 방식에서는 이 상황에서 평가업무가 많아지면서 한 번에 몰아서 하는 폐해가 발생하고 평가의 성실도가 떨어짐으로써 평가의 질이 떨어지고 정보의 질이 떨어지며 결국 이것은 해결된다. 또한 평가시간이 길어짐으로써 KMS의 사용성에도 부정적인 영향을 미치게 된다. KMS에 대한 사용자의 만족도와 연계된다.



[그림 3-253] 기존 평가도구 적용 시 KMS모델

그러면 EI를 적용했을 때는 KMS에 어떠한 영향을 미치는지 알아보자. 아래 그림에서 보는 것과 같이, 지식등록이 많아지면 평가해야 할 지식이 많아져서 평가업무가 늘어나지만 각 카테고리마다 1명이 아닌 여러명의 전문가가 자율적으로 평가하는 시스템 하에서는 늘어나는 평가업무를 상쇄시키게 된다. 그러므로 성실한 평가가 가능하게 되고 평가시간도 단축시킬 수 있게 된다. 또한 지식을 등록할수록 자신의 EI가 상승하는 것에 대하여 성취감을 느껴 KMS 사용빈도가 많아지고 금전적인 보상이 아닌 심리적인 보상으로 동기부여로 직결된다. 그리고 자신의 EI가 높

아지면서 다른사람과의 격차가 생기면 심리적인 경쟁심이 유발되어 더욱 높은 EI를 얻기 위해 노력하게 되고, 이것 역시 동기부여로 연결된다. 결국 이 동기부여는 성실한 평가와 평가시간단축의 결과를 가져오고 KMS의 사용성과 사용자의 만족도가 높아져 더욱 활발한 사용의 결과를 가져오게 된다. 이렇게 심리적인 동기유발을 이끌어내는 것이 KMS의 활발한 사용에 있어 가장 핵심적인 요소가 된다. 전문가 지수를 이용하면 이것이 가능하게 되어 기존 평가방식보다 나은 평가의 질과 KMS 활성화에 기여할 수 있다.



[그림 3-254] EI 적용 시 KMS모델

② 기대효과 및 차후 연구

전문가 지수를 활용한 지식평가는 평가의 신뢰성 수준이 높아질 뿐만 아니라 자율적인 지식활동에까지 기여할 수 있을 것이다. 지식 경영에서 가장 큰 문제가 사용자들의 참여부족으로 드러나고 있는 현 시점에서 본 프로세스는 금전적 인센티브보다 큰 자신만의 점수에 대한 심리적 보상 때문에 자발적 참여가 가능할 것으

로 예상된다.

3. 건설 온톨로지 기반 검색시스템 개발

가. 건설 온톨로지 구축을 위한 기초연구

본 시스템에서는 지식전달 측면에서 3R(Right knowledge to the Right Person at the Right time)이라는 목표를 세우고 있다. 이는 사용자에게 필요한 지식을 사용자가 필요할 때 신속히 제공해준다는 개념을 담고 있다. 하지만 지식전달에서 큰 부분을 차지하고 있는 검색에서 기존 검색시스템으로는 이러한 목표를 실현하는데 미흡하다고 판단되었고 건설업 분야에 특화되고 보다 효율적인 검색시스템의 필요성이 대두되었다.

효율성 측면에서 살펴봤을 때, 기존 검색시스템의 경우 키워드가 들어간 모든 문서가 검색되기 때문에 사용자에게 불필요하거나 사용자의 의도와 무관한 정보가 함께 검색된다. 이에 따라, 사용자는 수많은 검색결과 속에서 원하는 정보를 획득하기 위해 시간과 노력을 소비해야하는 문제점이 있다. 또, 키워드가 들어간 문서만 검색되기 때문에 키워드와 같은 의미로 쓰이는 다른 용어나 연관된 내용이 포함된 정보들은 누락될 수밖에 없다. 즉, 사용자가 필요로 하는 지식이 검색결과에서 누락될 수 있다는 한계점이 있다.

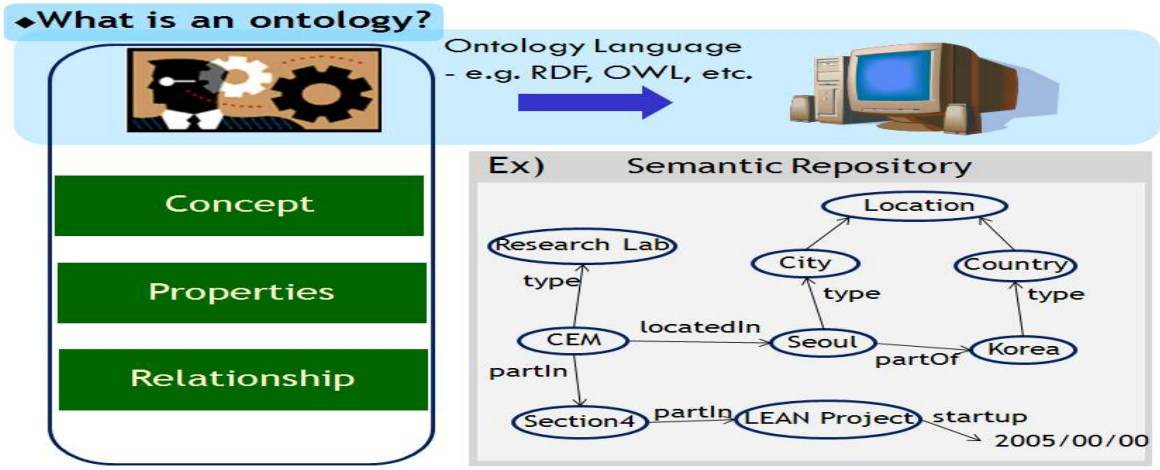
지식의 특성 측면에서 살펴봤을 때, 건설 지식은 건설사업의 진행과정(Project Life Cycle; 기획, 기본설계, 상세설계, 시공, 완공, 유지/보수, 해체 등)과 수행기능(Function; 영업, 기획, 설계, 견적, 공정관리, 자재관리, 원가관리, 계약관리, 품질관리 등) 그리고 관련주체(Organization; 발주기관, 설계업체, 엔지니어링 업체, 건설업체 등) 복합적인 조합에 의해 발생되므로, 그 분화의 정도와 비정형성이 타산업에 비해 매우 높다. 이러한 특성은 건설 지식의 활용을 저하시키며 최근 수년간 정보기술(IT)로 대변되는 첨단 기술의 도입에 의한 건설산업의 부가가치 제고 노력이 꾸준히 경주되어 왔음에도 불구하고 그 효과나 개선실적을 거두지 못한 주요 원인이 되었다.

이러한 한계점을 개선하고 건설 지식 활용을 극대화하기 위한 방안으로 온톨로지 기반의 건설 지식검색 시스템을 제안하였다. 건설 분야의 온톨로지를 구축하고 검색시스템에 도입함으로써 건설 지식에 특화된 검색이 가능하게 하여 3R을 실현하

고자 한다.

(1) 온톨로지 개념

온톨로지란, 원래 철학에서 나온 개념이지만, IT분야에서는 특정 영역의 개념과 그들 간의 관계를 정의하는 명세라는 좁은 의미의 개념으로 사용되고 있다. 즉, 용어(개념) 간의 관계가 설정된 의미망을 형성하여서 단순히 문자의 나열로서 존재하던 용어들에 의미를 부여하는 것이다. 대부분의 온톨로지는 '개념(concept)','속성(property)', '관계(relationship), '제약조건(constraint)', '공리(axiom)', '인스턴스(instance)'의 여섯 가지 구성 요소로 이루어져 있다. (노상규 · 박진수, 2007) 개념이란 현실 세계에서 존재하는 것이나 추상적인 것을 표현하는 단위이다. 속성은 개념에 근본적으로 속해 있는 성질을 말하며 관계란 개념들 사이의 상관관계를 말한다. 제약조건이란 개념들 간의 관계나 속성의 값에 관한 제한 규정을 말하며 공리는 추론의 기본이 되는 명제로서 증명을 할 수 없거나 증명을 요하지 않는'참(true)'으로 인정되는 문장을 말한다.(노상규 · 박진수, 2007) 인스턴스는 '개체'라고도 하며, 각 개념의 실례를 말한다. 아래 그림은 온톨로지의 개념의 이해를 위한 하나의 예시이다



[그림 3-255] 온톨로지의 개념

지금까지의 정보기술은 주로 단순히 정보를 저장하고 처리하는데 중점을 두었기 때문에 필요한 정보의 지능적 검색이나 지적인 수행 능력은 부족하였다. 하지만 어떤 개념과 그들 간의 관계가 정해진 온톨로지를 활용하면 인간뿐만 아니라 소프트

웨어 에이전트 간의 커뮤니케이션 시 특정한 단어가 나타내는 개념의 의미를 이해하는 데 사용할 수 있다. 또, 온톨로지는 추론규칙을 포함할 수 있기 때문에 새로운 사실을 자동으로 추출하거나 제약조건에 맞지 않는 오류를 찾아낼 수 있다. 따라서 온톨로지는 지식을 수집하고 표현하는데 사용될 뿐만 아니라 추론 기능을 지원함으로써 지식 모델링 및 지식 검색 시 유용한 수단으로 이용될 수 있다.

(2) 온톨로지 기반 검색시스템

이러한 온톨로지를 활용하여 기존의 검색시스템보다 한 단계 업그레이드된 검색시스템 개발을 목표로 하고 있다. 온톨로지를 이용하여 단순한 검색어 기반의 매칭 기술(키워드 매칭)이 아닌 보다 지능적인 기술로 각 개인이 사용하는 용어의 차이에 관계없이 정확히 필요한 정보만을 검색하고 사용자가 필요로 하는 지식을 더 많이 제공해주는 것을 목표로 한다. 즉, 검색자의 의도가 반영된 검색을 가능하게 하여 검색 효율을 높이는 것이다. 사용자들은 동일한 검색어지만 다른 의미를 지닌 정보, 즉 관련이 없는 정보를 검색하는 경우들을 피할 수가 있을 것이다. 또, 다른 검색어지만 같은 의미로 사용되는 경우, 모두 검색 결과에 포함되게 하여 지식의 누락을 방지할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 검색어가 내용에 포함되어 있지 않더라도 검색어와 연관성이 있는 지식이라면 함께 검색되어 사용자에게 더 풍부한 지식을 제공할 것이다.

<표 3-113> (예)검색 결과 비교

	검색어	검색결과
기존 검색 시스템(네이버)	자갈과 시멘트로 이루어진 재료	자갈, 시멘트와 같은 키워드가 포함되면 모두 검색됨 (예제1) 대나무의 희망과 화장독 2008.02.18 호에서는 최근 남부임업시험장에서 **이루어진** 연구를 중심으로... . **시멘트**의 독성을 줄여줄 수 있는 벽돌, 블록, **자갈**에 대한 연구도 수행 중이다. 폐놀수지주입 ... http://blog.naver.com/loessash/130028110221 블로그명 : 綠康 천연물 연구소
	발주자 하도급자 계약	(예 제 2) 턴키**방식**이 뭔가요? [경제연구소] 2006.02.27 자신의 공급범위 뿐만 아니라 **하도급자**의... 등과 같은 책임이 전력회사에 이전하게 된다. 이러한 **계약방식**은 다음과 같은 문제와 높은 위험성에 대한 만족할 만한 해결책이 ... 시설공사 관련 용어해설 [연말정산] 2005.03.30 건설공사손해보험**계약방식**은 시공자 부보**방식**과 발주... (CM)**방식** - **발주자**와 설계자 및 건설관리를 담당할 건설관리전문가(Construction Manager : CMr)의 3자로 구성되며, **발주자**는 CM서비스를 전제로 공사계...
온톨로지 기반 검색 시스템	자갈과 시멘트로 이루어진 재료	"콘크리트"가 포함된 문서 우선적으로 검색됨
	발주자 하도급자 계약	발주자와 하도급자가 포함된 계약 방식 검색됨

연구에 앞서 건설산업의 지식을 세 단계로 보았다. 조직 차원(Organizational level), 공사 차원(Project level), 작업 차원(Operational level) 세 단계로 보고 연구의 범위를 공사 차원 이하로 축소하여 현장의 적용에 중점적으로 연구를 시작하였다. 이러한 범위로 구축 방법론을 제시하여 추후 더 나아가 건설산업 전반에 걸친 온톨로지 구축에도 도움이 될 것이라 생각된다. 또한, 우리나라 건설 산업에 새로 온톨로지를 적용시켜 보다 진화된 지식관리를 목표로 한다는 점에서 연구가치가 있을 것이다.

공사 차원의 지식관리를 목표로 하는 이 연구는, 특히, 공정에 따른 분류 체계를 활용하여 현장 적용성과 활용도를 높일 것이다. 이 연구는 온톨로지를 검색에 활용하는데 중점을 두고 있는데 더 나아가 지식의 분류, 요약 등 지식관리 전반에 걸친 활용을 위한 연구의 바탕이 될 것으로 생각된다.

선행연구 조사로서 유럽에서 진행한 e-COGNOS 프로젝트와 관련된 자료를 중점적으로 분석하였다. 이 프로젝트 역시 건설 분야의 지식을 통합, 관리하는 연구를 진행하고 있었으며 그 기반에 온톨로지를 활용하는 연구를 하고 있었다. 이 연구에서는 효과적인 분류체계를 활용하여 온톨로지를 활용하고 있었으며 이러한 분류체

계를 일부 활용하는 것을 생각해보았다. 기존 연구를 조사하면서 무엇보다 실제 현장에서의 적용 시 괴리감 등과 같은 실용성 문제가 없기 위해서 실무자들과의 인터뷰, 설문조사 등이 매우 중요하다고 판단된다.

이 이외에도 건설 분야뿐만 아니라 조달청에서 구축한 검색시스템, 의학 분야에서 활용되고 있는 온톨로지에 관한 연구를 조사하였는데 온톨로지가 다양하게 활용될 수 있다는 것을 확인할 수 있었고 적용 분야의 특성을 충분히 고려한 온톨로지 구축이 중요하다고 판단된다.

일반적으로 검색 시스템의 성능을 평가하는 요소는 정확도(Precision)과 재현율(Recall)이 있다. 정확도는 전체 검색 결과 중 사용자가 원하는 지식이 얼마나 검색되었는지를 나타내고 재현율은 사용자가 원하는 지식 전체 지식 저장소로부터 얼마나 누락 없이 검색되었는지를 나타낸다. 자세한 정의는 <표 3-16>에서 설명한다.

<표 3-114> 정확도, 재현율 정의

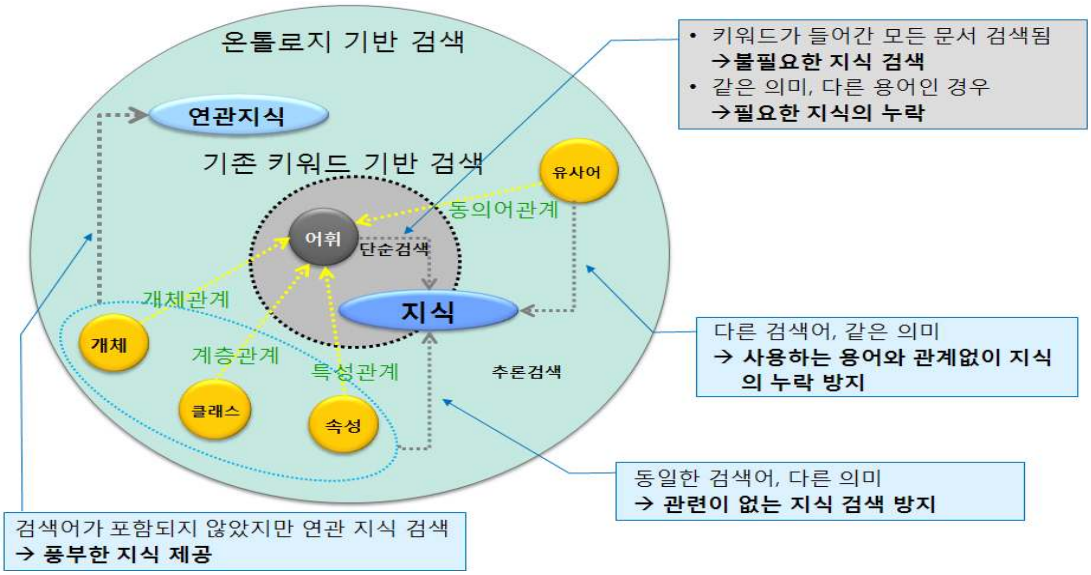
	정의
정확도(Percision)	| A ∩ B | / | B |
재현율(Recall)	| A ∩ B | / | A |

(A는 전체 지식 중 키워드(검색어)와 관련 있는 지식의 집합,
B는 검색 시스템이 찾아온 지식의 집합)

온톨로지 기반 검색은 단순한 검색어 기반의 매칭 기술(키워드 매칭)이 아닌 보다 지능적인 기술로 각 개인이 정확히 필요한 정보만을 검색하고 사용자가 필요로 하는 지식을 누락 없이 제공한다. 즉, 검색자의 의도가 반영된 검색을 가능하게 하여 검색의 정확도와 재현율을 높인다. [그림 3-48]은 기존 키워드 기반 검색에 온톨로지를 적용했을 때 개선되는 점들을 나타낸 것이다. 우선, 지식에 사용자가 입력한 검색어를 포함하지만 사용자의 의도와 다른 의미로 용어가 지식에서 사용된 경우, 즉 관련이 없는 지식이 검색되는 경우를 피하여 검색의 정확도를 높인다. 예를 들어, 어스앵커 공사 시 사용되는 모르타르에 대한 지식을 원하는 사용자가 '어스앵커 모르타르'를 검색했을 때 일반 검색 결과에는 '어스앵커'나 '모르타르'가 포함된 모든 지식이 검색되지만 온톨로지 기반의 검색 시 '어스앵커'를 '토공사'와 관련된 개념으로, 또 '모르타르'를 하나의 자원으로 인식하여 토공사 혹은 더 구체적으로 어스앵커 공법 시공 시 사용되는 자원인 모르타르에 대한 지식 찾는데 정확

도를 높인다. 또, 검색어가 내용에 포함되어 있지 않더라도 검색어와 연관성이 있는 용어가 포함된 지식을 함께 검색하여 지식의 누락을 방지하고 사용자에게 더 풍부한 지식을 제공하여 재현율을 높인다. 예를 들어, 계층적인 관계를 이용할 경우, '토공사 장비'를 검색어로 입력 시 검색 결과에 검색어 이외에 '오우거', '크램쉘' 등의 하위 개념이 포함된 지식도 함께 제공하여 사용자의 요구와 관련된 지식을 더 많이 제공한다. 또, 비계층적인 관계를 이용할 경우 예를 들면, 흙막이 공사에 대한 전반적인 지식을 원하는 사용자가 '흙막이 공사'를 검색어로 입력하면 '어스앵커 공법', '터파기', '보일링' 등 관련 있는 지식을 함께 제공한다. 뿐만 아니라, '슬래브', 바닥판 등과 같은 동의어 관계를 이용하여 지식의 누락을 방지한다. 마지막으로 '시트파일', '쉬트파일', 'Sheet Pile' 등과 같은 동의어를 정의하여 같은 대상을 지칭하지만 다른 용어를 사용하는 경우도 검색 결과에 포함시켜 검색의 재현율을 높인다.

이러한 장점에도 불구하고 온톨로지를 기반으로 한 검색은 온톨로지라는 지식베이스를 기반으로 한 규칙에 따라 검색 과정이 진행되기 때문에 용어들의 동시 등장 빈도, 사용자의 2차 검색어 등을 고려한 접근 방법에 비해 지속적으로 변하는 지식들에 대한 유연성이 떨어질 수 있다. 하지만 모든 분야에 대해 다루는 일반 검색 포탈들과 다르게 건설이라는 특정 전문 분야를 다루는 경우 그 분야에서 통용되는 용어들을 중심으로 지식이 구성되기 때문에 온톨로지의 활용성이 높다. 또한, 일반 검색 포탈은 다양한 목적을 갖는 사용자들을 충족시켜야하는데 반해 건설지식 검색의 경우는 건설과 관련된 전문지식에만 초점을 두기 때문에 검색의 유연성에 대해 상대적으로 영향이 적다. 그럼에도 불구하고 이러한 점을 보완하기 위해 온톨로지의 유지관리, 여러 방법의 병용 등을 고려할 필요성이 있다.



[그림 3-256] 기존 키워드 기반 검색과 온톨로지 기반 검색 비교

(3) 온톨로지 구축 방법론

온톨로지 구축방법론에는 TOVE(Gruninger & Fox, 1995), ENTERPRISE(Uschold & King, 1995), METHONTOLOGY(Fernandez et al. 1997), OnToKnowledge(Staab et al., 2001) 등 여러 방법이 있는데 공통적으로 따르는 기본적인 절차는 다음과 같다(Pinto & Martins, 2004). 이러한 기본 절차에 따라 건설 온톨로지 구축이 이루어진다.

① 명세화 (Specification): 온톨로지 목표 및 범위 설정하는 단계이다. 온톨로지는 목적에 따라 다양하게 활용될 수 있다. 그렇기 때문에 구축하려는 온톨로지의 목표는 신중하게 선정되어야한다. 적용 분야 및 사용 목적에 따라 구축 및 활용 방법이 달라지기 때문에 명확한 목표선정이 있어야한다. 우선, 온톨로지가 적용될 분야인 건설업의 특성과 건설 지식의 특성을 파악하고 현업에서 이 검색 엔진을 사용할 때 어떠한 상황에서 어떻게 사용할지 등을 예상하여 온톨로지의 범위를 설정한다.

② 개념화 (Conceptualization): 개념화란 일정한 현상이나 사물이 갖고 있는 공통적인 속성을 추출해 그건들을 대표할 수 있는 포괄적인 개념을 이끌어내는 것이다(한국전산원, 2004). 즉, 온톨로지를 구성할 개념과 관계들을 추출하고 정의한다. 용

어 관계 설정은 크게 상하위 관계설정, 동의어 관계설정, 속성 관계설정으로 나눈다. 상하위 관계설정은 온톨로지 개념 간의 계층구조(hierarchical structure)를 형성하는 상속관계를 설정하는 것이다. 상속관계는 상위개념과 하위개념 간의 관계로 분류체계 형성 시 형성된다. 동의어 관계 설정은 하나의 개념이 여러 용어로 쓰이는 경우 관계를 설정하는 것이다. 예를 들어, '건설장비'라는 개념은 '건설기계', construction equipment'등으로도 쓰일 수 있는데 이와 같이 모두 같은 의미를 나타내지만 다른 용어로 쓰인 경우 동의어 관계로 설정하여 검색어뿐만 아니라 동의어도 함께 검색하여 검색 시 정보의 누락을 방지해준다.

③ 형식화 (Formalization): 개념적으로 기술된 개념과 관계에 대한 해설을 형식적인 모델로 형성하는 단계이다. 즉, 개념화 단계에서 추출한 개념과 관계를 이용하여 통합적인 분류체계를 형성하고 클래스/인스턴스 속성, 관계를 형식적 모델로 형성하는 단계이다.

④ 구현 (Implementation): 형식적인 모델을 온톨로지 언어로 작성하여 컴퓨터가 인식할 수 있도록 하는 단계이다. 온톨로지 언어는 월드와이드웹 컨소시움(W3C)[10]에서 정의한 RDF(Resource Description Framework), RDFs(Resource Description Framework Schema), OWL(Ontology Web Language)가 쓰인다. 온톨로지는 온톨로지 구축 작업을 지원해주는 구축툴(e.g. Protege)을 이용하여 구현된다.

⑤ 검증 (Validation/Evaluation): 온톨로지의 검증은 기술적 평가와 사용성 평가로 이루어진다. 기술적 평가는 온톨로지가 표현하는 개념과 관계가 정확한지, 논리적 오류가 없는지 등을 평가한다. 사용성 평가는 온톨로지가 명세화 단계에서 도출한 사용목적에 부합하는지, 요구사항들을 반영하는지 등에 대한 평가가 이루어진다.

나. 시스템 개발

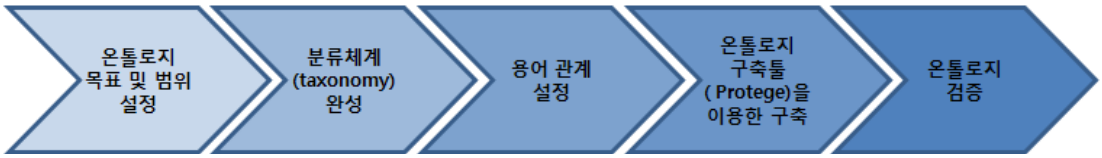
(1) 시스템 개발 프로세스

온톨로지의 구축은 온톨로지를 구성하는 클래스(class), 속성(property), 관계(relation), 공리(axiom) 등을 기본요소로 구성한다. 각각의 클래스는 계층적인 구조를 포함할 수 있으며, 고유한 특성을 속성으로 정의할 수 있다.(김학래 외, 2004) 클래스는 동일한 속성을 지니고 있어 하나의 부류로 모아지는 개체들의 그룹을 의

10) http://www.w3.org

미한다. 클래스는 다른 클래스와의 관계를 정의하기 위해 공리를 포함하며, 관계 설정에 있어서는 클래스 사이의 관계와 속성의 관계를 정의할 수 있다. 이러한 구성에 앞서 올바른 온톨로지의 목표와 범위의 설정이 무엇보다 중요하다.

건설 지식 검색을 위한 구체적인 구축 방법은 다음과 같은 단계로 계획하였다.



[그림 3-257] 연구 방법-온톨로지 구축

(가) 온톨로지 목표 및 범위 설정

현황 조사에서 살펴봤다시피 온톨로지는 목적에 따라 다양하게 활용될 수 있다. 그렇기 때문에 구축하려는 온톨로지의 목표는 신중하게 선정되어야한다. 적용 분야에 따라 또는 사용 목적에 따라 구축 및 활용 방법이 달라지기 때문에 명확한 목표선정이 있어야한다. 일반적으로 다음과 같은 질문들로부터 온톨로지의 범위와 목표를 설정을 시작한다.

a. 온톨로지가 구축될 분야는 무엇이며 그 특성은 어떠한가?

b. 온톨로지를 어디에 사용할 것인가?

c. 어떠한 사람들이 이 온톨로지를 사용할 것인가?

d. 예상되는 질문은 어떠한 것이 있으며 구축될 온톨로지는 이러한 질문들에 대한 응답이 가능한가?

우선, 온톨로지가 적용될 분야인 건설업의 특성과 건설 지식의 특성을 파악하고 현업에서 이 검색 엔진을 사용할 때 어떠한 상황에서 어떻게 사용할지 등을 예상하여 competency questions(검증을 위한 질문)를 통해 온톨로지의 범위를 설정해 나간다.

(나) 분류체계(taxonomy) 완성

온톨로지의 목표와 범위 설정 후 이를 따르는 용어들의 분류체계를 완성한다. 이러한 분류체계를 만드는 방법에는 보통 하향식 방식(top-down development), 상향식 방식(bottom-up development), 조합 방식(combination development)이 있다.

하향식 방식은 우선 적용 분야의 일반적인 클래스를 정의 한 후 클래스를 세부적으로 구체화시킨다. 예를 들어, “건설장비”라는 일반적인 클래스를 정의했을 때, 이를 더 하위 클래스인 “타워크래인”, “불도져”, “포크래인” 등으로 분류하고 또, “타워크래인”을 “트롤리-고정식T/C”, “트롤리-상승식T/C”, “러핑-고정식T/C” 등의 더 하위 클래스(subclass)로 분류하는 방식이 하향식 방식이다. 상향식 방식은 이와 반대로 가장 구체화된 인스턴스(instance)로의 정의부터 시작하여 더 일반적인 개념으로 계속적으로 그룹 짓는 것을 말한다. 이러한 두 방식을 조합하여 사용하는 조합 방식을 이 연구에서 이용하고자 한다.

(다) 용어 관계 설정

용어 관계 설정은 크게 클래스 관계설정, 동의어 관계설정, 속성 관계설정으로 나누어 보았다. 클래스 관계설정은 온톨로지 개념 간의 계층구조(hierarchical structure)를 형성하는 상속관계를 설정하는 것이다. 상속관계는 상위개념과 하위개념 간의 관계로 분류체계 형성 시 이미 형성되었다. 동의어 관계 설정은 하나의 개념이 여러 용어로 쓰이는 경우 관계를 설정하는 것이다. 예를 들어, ‘건설장비’라는 개념은‘건설기계’, construction equipment’등으로도 쓰일 수 있는데 이와 같이 모두 같은 의미를 나타내지만 다른 용어로 쓰인 경우 동의어 관계로 설정하여 검색어뿐만 아니라 동의어도 함께 검색하여 검색 시 정보의 누락을 방지해준다. 마지막으로 속성 관계는 RDF의 기본 단위인 트리플(Triple) 형식으로 형성한다. RDF는 온톨로지 언어의 하나로 지식 세계를 이루고 있는 온갖 사물과 개념들을 자원(resource)으로 보고 이러한 자원의 식별자로 URIref를 사용하여 자원이 가지고 있는 속성이나 자원과 자원간의 관계를 기술하는 데이터 모델이다.[11] 기본 단위는 ‘자원(주어부)-속성(서술부)-속성값(목적부)’로 이루어지는 서술문이다. 다음은 이러한 트리플의 예시이다.

11) http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/

◆ **RDF 기본단위**

Triple: 자원(주어부)-속성(서술부)-속성값(목적부)

Ex) 타워크레인 (주어부)-운반한다(서술부)-자재(목적부)
Resource-Equipment Resource-Material

Ex) 철근기능공 (주어부)-배근한다(서술부)-철근(목적부)
Resource-Labor (?) Resource-Material
Actor-Labor force (?)

[그림 3-258] RDF 기본단위-Triple

(라) 온톨로지 구축툴 (Protege4.0)을 이용한 구축

온톨로지의 효과적인 구축을 위해 전문적인 개발 도구인 Protege4.0을 사용한다. Protege는 스탠포드 대학에서 지식 기반 모델의 설계와 획득을 위해 개발한 시스템으로, 사용자가 대상 영역 온톨로지를 손쉽게 구축할 수 있도록 지원해 준다.(김학래 외 2004)

(마) 온톨로지 검증

온톨로지의 검증은 현장 적용성 테스트를 통해 이루어질 계획이다. 현장 실무자들에게 설문 및 인터뷰를 실시하여 온톨로지의 검증과 보완이 이루어질 것이다. 검증 과정에서 온톨로지는 개념을 찾을 수 있는 능력, 개념의 분류의 정확성, 개념간의 관계들의 정확성 등의 항목으로 평가될 것이다.

(2) 건설 온톨로지 구축

본 연구에서 구축되는 온톨로지 프레임워크는 건설 지식 검색에서의 활용을 목적으로 한다. 사용자는 자신이 필요한 지식을 검색하기 위해 검색어를 입력하게 되고 검색어를 입력받은 시스템은 지식을 대표하는 키워드와 매칭 과정을 거친다. 본 연구에서 목표로 하는 온톨로지는 이와 같은 검색 프로세스의 매칭 과정을 개선하기 위해 사용자의 검색어를 확장시켜 사용자의 의도가 잘 반영될 수 있도록 사용하며 지식을 대표하는 키워드로 활용된다.

건설 산업은 프로젝트 중심의 한시적인 현장 조직과 경험에 의존하는 특징을 지니기 때문에, 현장에서 대다수의 지식이 발생하고, 이러한 지식이 현장에서 가장 많이 사용된다. <표 3-17>에서 확인할 수 있듯이 70%이상이 현장에서 발생하는

공사 관련 지식이므로 검색 대상이 될 지식은 현장에서 발생하거나 활용되는 시공 관련 지식으로 정한다. 지식을 활용하고 검색을 수행하는 잠재 사용자는 건설 현장에서 관리 또는 작업에 참여하는 건설 엔지니어들이다. 지식 검색은 사용자가 배움이나 문제해결 등을 목적으로 자신이 갖고 있는 지식의 상태를 변화시키기 위해 수행하는 행위이다(Marchionini, 1995). 이러한 정의에 따라 건설현장에서 수행되는 지식 검색을 보면 다음과 같다. 사용자들은 작업을 수행하기 전, 유사한 프로젝트에서의 수행 방식, 신기술, 주의점 등을 미리 확인하여 간접 경험 획득을 위해 검색을 하게 된다. 또, 작업 수행 후나 작업 수행 중 하자나 사고, 기술적 어려움 등의 문제가 발생했을 때 문제 해결을 위해 지식 검색이 이루어진다. 따라서 본 연구에서 구축하는 온톨로지는 건설 현장에서 활용되는 지식을 대표할 수 있는 개념과 관계를 정의하여 검색하고자 하는 지식을 사용자의 의도에 부합하도록 제공하고 연관된 지식을 제공할 수 있도록 하고 그에 따라 지식 검색의 정확도와 재현율을 향상시키는 것을 목표로 한다.

<표 3-115> D사 지식 등록 건수 현황

중분류	지식 등록 건수	분포(%)
사업기획/관리	166	1.14
수주영업	1213	8.36
설계/구조/환경	1194	8.23
공사관리	1353	9.33
운영(고객)	208	1.43
공사기술	9908	68.32
기타	461	3.18
합계	14503	100

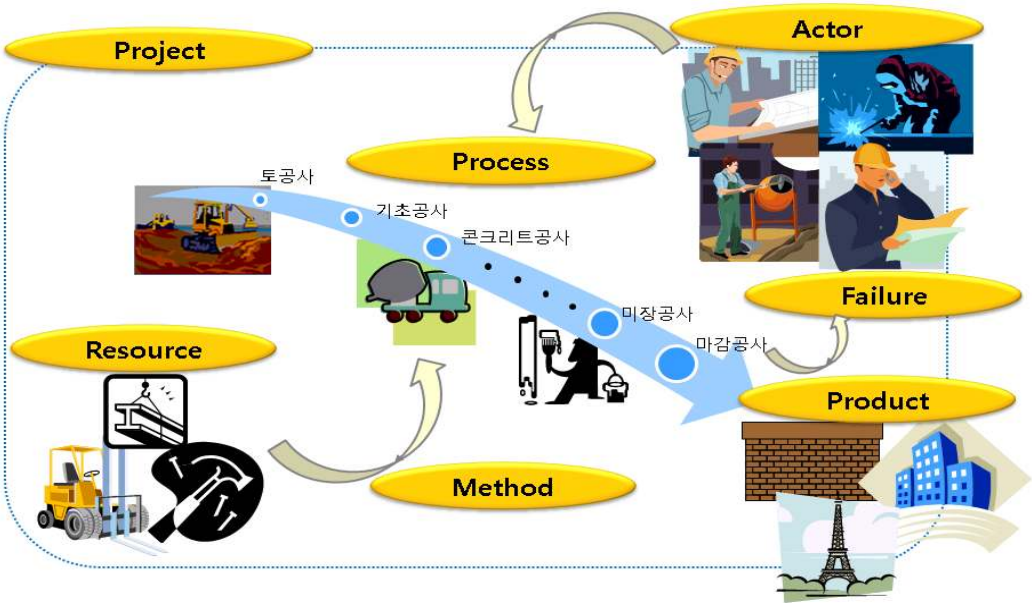
본 연구의 온톨로지 구축을 위해 사용되는 자료는 통합건설정보분류체계(국토해양부, 2006), Omniclass(OCCS Development Committee, 2006), e-COGNOS 온톨로지(e-COGNOS project[12], 2005), 건축공사표준시방서(국토해양부, 2006) 그리고 각 종 시공교과서이다. 또, 실제 건설기업에서 사용하는 지식관리시스템의 분류와 웹상에 존재하는 블로그, 웹사이트 등에서 사용하는 지식 분류도 참고 자료로 이용된다. Omniclass는 북미 지역의 건설 산업에서 정보를 분류하기 위한 체계이

12) e-COGNOS project: COnsistent knowledGe management across prOjects and between enterpriSes in the construction domain-IST-2000-28671

며, International Organization for Standardization(ISO)의 기준들을 따라 구축되었고 객체 지향적인 접근으로 분류를 구성한다. e-COGNOS 온톨로지는 건설 분야에서의 지식관리를 위해 최초로 구축된 온톨로지로서 유럽에서 진행된 e-COGNOS project의 일환으로 구축되었다. e-COGNOS 온톨로지는 본 연구에서 추구하는 온톨로지와 유사한 범위와 개념들을 다루지만 온톨로지를 구성하는 인스턴스나 온톨로지의 실제 적용 방안에 대해서는 구체적이지 않다.

(가) 건설 온톨로지 상위 클래스 구조

지식이 작성되는 프로젝트와 지식을 작성하는 작성자에 따라 지식은 다양한 형태로 저장되며 다양한 체계에 따라 저장된다. 하지만, 반복성을 띄지 않는 건설 프로젝트의 특성에도 불구하고, 과거에 수행된 프로젝트에서 생성된 지식과 새로운 프로젝트에서의 해결과제 간에 관계가 형성이 된다면 새로운 과제를 해결하는데 과거의 지식을 활용할 수 있다(Fong, 2005). 그러므로 지식을 검색하는 사용자의 질의(검색어)와 기존의 건설 지식 간에 공통적인 관계를 형성할 수 있는 개념들을 추출하여 온톨로지를 구축한다.

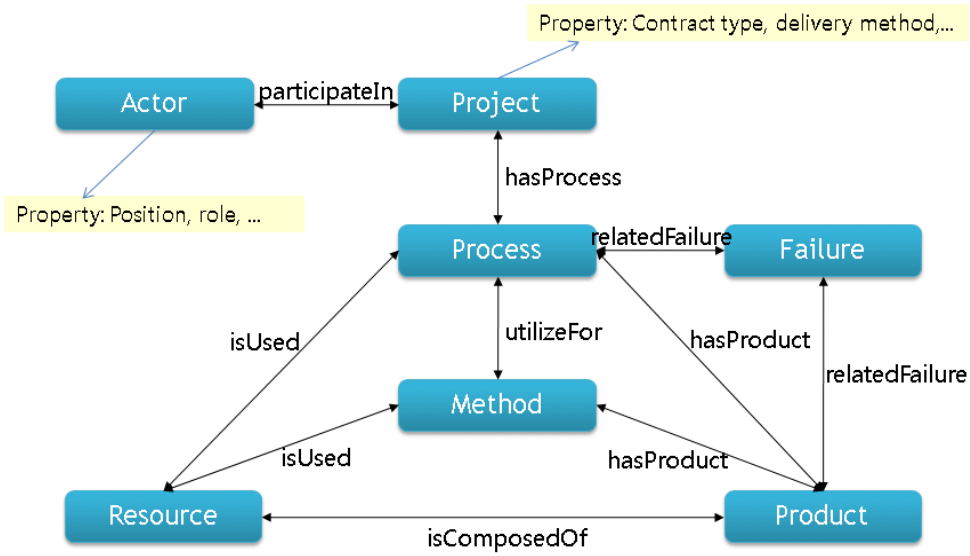


[그림 3-259] 온톨로지 최상위 클래스

본 연구에서 지식 재사용을 위한 과거 생성된 지식과 현재 사용자의 질의(검색어)간의 공통적 연결고리는 시공 단계의 생산 프로세스 상에 존재하는 공통 요소들에서 포착하여 추출한다. 건설 프로젝트는 매번 똑같지 않고 반복적이지 않으며 일시적이라는 특성이 있지만 기본적인 생산 프로세스 간에는 공통적인 요소들을 지

닌다. 여기서 말하는 기본적인 생산 프로세스는 자원이 투입되고 특정한 작업을 거쳐 결과물이 생산되는 과정을 말한다. [그림 3-51]은 이와 같은 생산 프로세스를 개념적으로 나타낸 것이며 본 연구에서 구축한 건설 온톨로지를 구성하는 7개의 주요 개념(프로젝트, 프로세스, 자원, 참여자, 생산물, 공법, 실패사례)을 표시한다. 구체적으로, 생산 프로세스는 특정 프로젝트(Project) 내에서 진행되며 자원(Resource)과 참여자(Actor)가 일정한 프로세스(Process)를 따라 투입되어 생산물(Product)을 만들어내는 것으로 설명할 수 있다. 또, 생산 과정에는 적합한 공법(Method)이 적용되고 생산물을 생산하는 과정에서 실패/하자사례(Failure)가 발생한다. 건설 온톨로지는 이와 같은 내용을 기반으로 개념화를 거쳐 구축한다.

건설 온톨로지를 구성하는 5개의 개념인 프로젝트(Project), 프로세스(Process), 참여자(Actor), 자원(Resource), 생산물(Product)은 분류체계에서 매우 흔히 사용되는 개념들이다(Gruninger etal. 1997). 뿐만 아니라, 투입되는 자원(input)과 수행되는 작업(task, activity) 그리고 결과물(output)을 프로세스 중심으로 개념화한 모델들인 Information/ Integration for Construction(ICON) (Aouad et al., 1994), Building Process Model(BPM)(Luiten, 1994), General Construction Object Model(GenCOM)(Froese, 1996), Generic Process Modelling Method(GEPM)(Karhu, 2003) 등과 이를 바탕으로 구축된 e-COGNOS 온톨로지(EI-Diraby et al., 2005)에서도 주요 개념들임을 확인할 수 있다. 공법(Method)과 실패/하자사례(Failure) 또한 건설 지식을 대표하는 주요 개념들로서, 실제로 기업의 지식관리시스템, 웹페이지, 블로그 등에 존재하는 지식들을 조사하여 선정한 개념들이다. D건설사의 지식관리시스템에 존재하는 지식과 웹페이지, 블로그 등에 존재하는 지식 약 1200개의 제목을 조사한 결과 공법 관련 지식 163개, 실패/하자사례 관련 지식 165개로 각각 전체 조사한 지식의 10%이상을 차지한 것을 볼 수 있다. 선정한 7개의 개념들은 건설 온톨로지 최상위 클래스(Class)로 구성하고, 개념들 사이의 연관관계를 [그림 3-52]와 같이 설정한다.



[그림 3-260] 온톨로지 최상위 클래스 형식화

개념들 사이의 연관관계는 앞서 수행한 건설 생산 프로세스의 개념화를 바탕으로 건설 지식 검색 시 활용성을 고려하여 설정한 것이다.

7개의 개념들은 지식의 배경과 내용을 대표하면서 지식 검색 시 연결고리 역할을 한다. 여기서 지식의 배경이란 지식의 내용 속에 포함되어있지 않지만 지식이 어떠한 종류의 프로젝트에서 생성되거나 활용되었는지 또, 어떠한 작성자에 의해 작성되었는지를 나타낸다. 지식의 배경정보는 검색 사용자의 상황과 공통적인 연결을 맺어 사용자의 상황에 적합한 지식 제공을 할 수 있게 한다. 지식의 배경은 건설 온톨로지를 구성하는 개념 중 프로젝트(Project)와 참여자(Actor)로 대표한다. 프로젝트는 프로젝트의 개요 정보를 속성으로 갖으며 지식의 배경을 대표한다. 프로젝트 개요 정보는 <표 3-18>와 같이 속성으로 구성된다. 우선, 프로젝트의 속성 중 생산물(Product)은 업무시설, 숙박 시설 등 시설물 유형을 포함하며 지식이 어떤 시설물의 시공과 관련 있는지를 보여준다. 계약 방식(Contract Type)은 정액, 실비정산 등의 계약 방식을 나타내고, 수주 방식(Delivery Type)은 설계-시공 일괄방식, 턴키 등을 나타내며, 수행 방식은 순차적, 패스트트랙 등을 포함한다. 지식의 배경을 대표하는 다른 개념인 참여자(Actor)는 지식 작성자 프로필을 속성으로서 지닌다. 작성자 프로필은 프로젝트에 참여하는 사람의 직급, 직무, 참여 프로젝트 등으로 구성한다.

<표 3-116> 연관관계 활용

정의역	연관관계	치역	연관관계 활용방안
Actor	partcipateIn	Project	*참여자가 특정 프로젝트에 소속돼있음을 이용해 연관 전문가 검색
Project	hasProcess	Process	*비슷한 공사를 수행한 연관 프로젝트 검색
Process	relatedFailure	Failure	*특정 공종 혹은 작업과 연관있는 실패사례를 연관 검색어로 제공
Product	relatedFailure	Failure	*검색어를 확장하여 재현율을 향상 ex)토공사 붕괴==>사면붕괴, 흙막이 붕괴 *특정 실패사례와 관련있는 생산물을 연관 검색어로 제공하여 실패 원인 파악에 도움
Resource	isUsed	Process	*특정 공종 혹은 공법에 사용된 자원을 연관 검색어로 제공 *특정 공종 혹은 공법에 대한 검색어 입력 시 지식에 등장하는 특정 검색어의 빈도 뿐만 아니라 검색어와 연관된 자원들이 등장하는 빈도도 고려하여 검색 결과 순위에 반영하여 검색 정확도 향상
Resource	isUsed	Method	
Method	utilizeFor	Process	*특정 공종 혹은 작업에 사용되는 공법을 연관검색어로 제공
Process	hasProduct	Product	*특정 공종, 작업이나 공법에 대한 검색어 입력 시 검색어 확장 ex)지하연속벽 공법==>SCW, 슬러리월 *연관검색어 제공
Method	hasProduct	Product	
Product	isComposedof	Resource	*특정 생산물을 생산하기 위해 필요한 자원 혹은 특정 생산물을 구성하는 자원을 연관검색어로 제공

<표 3-117> 프로젝트 속성

정의역(domain)	관계/속성(property)명	치역(range)
프로젝트(Project)	hasName	프로젝트명
	isProduced	생산물(Product)
	hasContractType	계약 방식
	hasDeliveryType	수주 방식
	hasDeliveryMethod	수행 방식

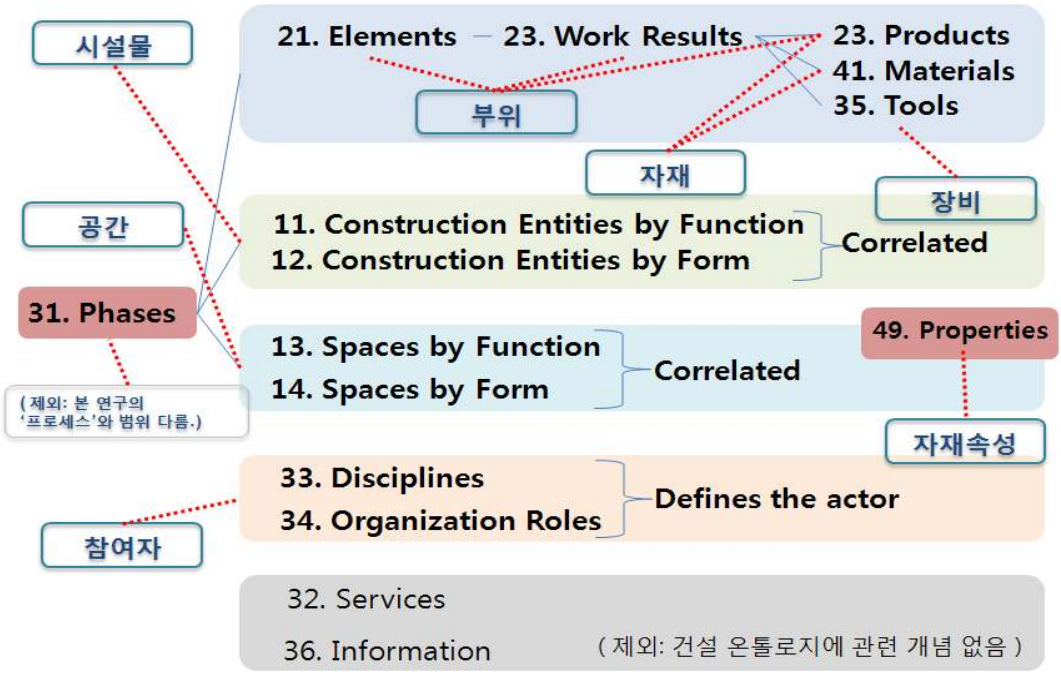
지식의 내용은 지식이 다루는 대상이나 주제를 잘 요약해서 대표할 수 있는 개념들을 이용한다. 지식의 내용을 대표하는 개념으로 프로세스(Process), 생산물(Product), 자원(Resource), 공법(Method), 실패/하자사례(Failure)를 사용한다. 프로세스(Process)는 지식 분류의 기본으로 사용된다. 프로세스(Process)는 지식이 어떠한 공종과 관련 있는 지식인지를 나타내준다. 건축공사표준시방서(국토해양부, 2006)에서 구분하는 기초공사, 토공사 등의 23개 공종을 하위 클래스로 구축한다. 생산물(Product)는 앞서 설명한 시설물 유형뿐만 아니라 건축물을 구성하는 공간과 부위도 하위 클래스로 구축하여 지식 내용을 대표한다. 공법(Method), 실패/하자(Failure)는 앞서 설명 했듯이 전체 지식 중 큰 비중을 차지하는 개념들로 지식의 내용을 대표하는 중요한 개념들이다. 건설 온톨로지를 구성하는 각 개념들에 대한 구체적인 설명은 다음 절에서 다루도록 한다.

(나) 건설 온톨로지 구성

검색 사용자의 의도를 많이 반영하도록 검색어를 확장시키고 또, 지식을 건축분야의 용어 중심으로 대표하기 위해서 건축분야에서 통용되고 공유되는 용어로 건설 온톨로지를 구성한다. 통용되는 용어는 명세화 단계에서 언급한 기존의 분류체계와 교재에서 차용한다. 지식검색은 한글로 된 텍스트를 대상으로 하기 때문에 통합건설정보분류체계(국토해양부, 2006), 건축시공학 교과서, 건축공사표준시방서(국토해양부, 2006) 위주로 건설 온톨로지를 구성하고 영어로 표기된

Omniclass(OCCS Development Committee, 2006)의 분류 구조와 구성 용어를 도입하여 보완한다. 지식의 내용을 대표하기 위한 개념인 '프로세스', '자원', '생산물', '공법', '실패/하자'는 '프로세스'를 중심으로 구성한다. 건축공사표준시방서, 시공학 교과서의 각 공종에 대한 설명에 등장하는 '자원', '생산물', '공법', '실패/하자'의 인스턴스는 해당 공종과 연관관계를 갖으며 건설 온톨로지를 구성한다.

통합건설정보분류체계(국토해양부, 2006)를 이용하여 프로세스는 '공종분류'의 항목들, 참여자(Actor)의 속성 중 '직무'는 '인력분류'의 항목들, 결과물(Product)는 '시설물분류'와 '공간분류'의 항목들, 자원(Resource)은 '자재분류'와 '장비분류'의 항목들을 바탕으로 구성한다. 특히, '공종분류'의 항목은 공종이나 작업 뿐만 아니라 각 공종 혹은 작업에 사용되는 자원이나 공법을 포함하기 때문에 '자원'과 '공법'클래스를 구성하는데 이용한다. [그림 3-53]은 건설 온톨로지를 구성하기 적합한 Omniclass의 테이블을 건설 온톨로지의 적합한 개념/클래스와 연결한 그림이다.



[그림 3-261] 건설 온톨로지 구성 시 Omniclass 각 table 활용 방안

1) 프로젝트(Project)

프로젝트(Project)는 지식이 어떠한 프로젝트에서 생성되었고 활용되었는지를 대표하는 개념이다. 앞 절에서 설명했듯이 시설물, 계약방식 등을 속성으로 갖으면서 검색 사용자가 프로젝트 수행 중이라면 그 프로젝트와 유사한 프로젝트에서 생성되거나 사용된 지식을 우선적으로 제공할 수 있도록 한다. 프로젝트(project) 클래

스를 구성하는 인스턴스(instance)는 '○○아파트 신축공사' 과 같이 실제 프로젝트 수행 중이거나 수행 완료된 프로젝트가 된다.

2) 프로세스(Process)

'프로세스는'의 구축은 공종을 중심으로 구축한다. 이러한 공종은 건축공사표준시방서(국토해양부, 2006)의 분류에 따라 가설공사, 토공사, 지정 및 기초공사, 콘크리트공사, 철골공사, 조적공사, 석공사, 타일 및 테라코타공사, 방수공사, 목공사, 방수 및 방습공사, 지붕 및 홈통공사, 금속공사, 내외벽공사, 미장공사, 온돌 및 바닥판공사, 창호 및 유리공사, 도장공사, 수장공사, 조경공사, 단열 및 방화내화공사, 특수건축공사, 해체 및 재활용공사, 기타공사의 총 23개로 구성한다. 각 프로세스(process)는 하위 개념으로 작업(activity)들을 갖는다. 예를 들어, 콘크리트 공사는 거푸집 설치, 타설 등과 같은 작업들을 하위 개념으로 포함한다. 각 공종의 작업들을 나타내는 인스턴스는 통합건설정보분류체계의 '공종분류', 건축공사표준시방서와 시공학 교과서의 각 공종에 대한 세부 설명에서 추출하여 구성한다. 인스턴스의 구성과 더불어 프로세스에 속해 있는 개념들과 다른 클래스의 개념들 사이의 관계를 설정한다. 예를 들어, '토공사'의 '천공'이라는 작업에 대한 설명에 '로우더', '크램쉘' 등 사용되는 장비들에 대한 언급이 있는데, 이러한 장비들을 '천공'이라는 개념과 '사용된다(isUsed)'의 관계를 맺을 수 있으며, '천공'이 '토공사'와 관련되어 있는 하위개념이므로 해당 장비들이 '토공사'에 사용된다는 것이 추론가능하다. '프로세스'의 개념들은 다른 클래스의 인스턴스들과 관계를 형성하는데 중심적 역할을 하며 지식의 내용을 대표하는데 중요한 역할을 한다. 실제 각종 지식 분류체계에서 공종을 중심으로 항목을 구성하는 것을 기본으로 한다.

3) 참여자(Actor)

'참여자(Actor)'는 건설 프로세스의 활동 주체이다. 참여자는 현장소장, 현장기사와 같은 현장관리자, 각종 기능공 및 기술자, 전문컨설턴트 등과 같은 개별 참여자들뿐만 아니라 정부조직, 기업, 민간조직 등이 포함된다. 즉, e-COGNOS의 분류와 같이 '개인(Personnel)'과 '조직(Organization)'을 하위클래스로 갖는다. '개인'의 인스턴스는 실제 프로젝트 참여자 및 검색 사용자로 구성되며, '조직'의 인스턴스는 실제 프로젝트를 수행하는 기업이나 프로젝트에 참여하는 기관으로 구성한다. 예를 들어, '○○아파트 신축공사'라는 프로젝트에 참여하는 '김○○'라는 사름이 '개인'의

인스턴스가 되고 이 프로젝트를 수행하는 '○○기업'이 '조직'의 인스턴스가 된다. 각 '개인'은 '직무', '직급' 등을 속성으로 갖고, 직무의 경우 통합건설정보분류체계의 '자원분류' 중 '인력분류'와 Omniclass의 '33.Disciplines'와 '34.Organization Roles' 항목을 활용한다.

4) 생산물(Product)

'생산물'은 '프로세스' 및 '작업'을 통해 생산된 결과물로서, 하위 개념으로 '시설물(Facility)', '공간(Space)', '부위(Element)'를 갖는다. '시설물'은 '프로젝트'의 특성을 잘 나타내주는 개념으로서, 해당 프로젝트에서 어떠한 결과물을 목표로 하는지를 나타내준다.

'시설물'은 기능과 형태를 특성으로 갖는다. '시설물'을 구성하는 하위클래스와 인스턴스는 기본적으로 기능에 따라 분류하고 형태를 속성으로 갖는다. 기능에 따른 분류는 통합건설정보분류체계 '시설물분류'의 대·중·소 분류를 따르며 세분류를 인스턴스로 갖는다. 예를 들어, 기능에 따라 '주거시설', '상업시설' 등을 하위클래스로 구성하고 '아파트', '기숙사', '백화점' 등을 인스턴스로 구성한다. '시설물'의 속성이 될 '형태'의 구성으로는 Omniclass의 '11.Construction Entities by Form'을 도입하여 '저층', '중층', '고층', '선형', '원형' 등이 있다. 검색 사용자가 '초고층' 건물에 대한 지식을 검색 시 형태를 나타내는 속성으로 '초고층'이 부여된 '아파트', '사무시설' 등이 검색결과에 포함되도록 사용된다.

'공간(Space)'은 '시설물'을 구성하는 요소로서 생산과정을 통해 형성된 비물리적 혹은 추상적인 생산물을 나타내는 개념이다. 각 종 용도에 따른 '실'들, '복도', '테라스' 등 공간을 나타내는 개념들을 인스턴스로 갖는다. '공간'의 개념들은 '지하층', '지상층', '1층', '2층' 등을 속성으로 갖는다. '공간' 클래스의 구성은 통합건설정보표준분류체계 '공간분류' 중 '기능적 구획 공간'의 하위 개체들을 활용한다.

'부위(Element)'도 '시설물'을 구성하는 요소로 물리적인 생산물을 나타낸다. '기둥', '보', '벽', '바닥', '지붕' 등 시설물의 구조를 구성하는 요소들이나 시설물의 각종 기능 수행을 위한 '덕트', '배관', '문' 등의 요소들이 '부위'의 인스턴스를 구성한다. '기둥', '보' 등은 자원의 '자재'와 연관 관계를 갖고 더 구체적인 개체를 나타낸다. 그 예로 '콘크리트 기둥', '철골 기둥' 등에서 보면 각 '부위'에 사용되는 '자재'가 다름에 따라 다른 개념임을 표현한다.

5) 자원(Resources)

‘자원’은 ‘자재(Material)'와 ‘장비(Equipment)’의 두 하위 클래스로 구성한다. ‘자재’는 건설에 쓰이는 재료를 나타내는 개념으로, ‘콘크리트’, ‘스터드’, ‘거푸집’ 등을 인스턴스로 갖는다. 각 ‘자재’는 특성을 나타내는 ‘속성’을 지닌다. ‘콘크리트’의 경우 ‘슬럼프’, ‘강도’ 등의 속성을 갖는다. 속성의 구성은 Omniclass의 ‘49.Properties'를 활용하여 구성가능하다. ‘자재’ 속성은 검색 시 검색 사용자가 조건을 부여하여 검색 결과를 좁히는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 지식 등록자가 자신의 지식에 언급된 ‘콘크리트’의 ‘강도’를 ‘40MPa’로 하여 속성으로 부여했을 때, 지식 검색 시 ‘30MPa 이상'의 강도를 갖는 콘크리트를 사용한 시공사례를 검색 시 앞서 강도가 ‘40MPa’인 ‘콘크리트’가 등장하는 지식이 우선적으로 검색결과에 제시될 수 있다. 또, 지식에 특정 ‘자재’의 속성을 나타내는 용어들이 많이 등장하면 지식이 해당 ‘자재’와 연관성이 높은 지식으로 판단하여 높은 검색순위를 부여하는 것을 가능하게 한다. ‘자재’를 구성하는 인스턴스는 통합건설정보분류체계의 ‘자재분류’와 ‘공종분류’를 주로 하여 구성한다.

‘장비’는 ‘크램쉘’, ‘불도우저’, ‘믹서’ 등과 같이 각 ‘프로세스’에서 해당 ‘작업’을 수행하기 위해 사용되는 도구들을 나타낸다. 각 ‘프로세스’나 ‘작업’과 연관관계를 정의하여 해당 ‘장비’의 명칭을 모르더라도 어떠한 ‘작업’에 사용되는지를 연관 지어 검색결과에 포함시키는 것이 가능하다. 예를 들어, ‘토공사’ 혹은 더 구체적으로 ‘굴착’에 사용되는 장비를 검색 시 ‘백호우(Backhoe)', '드레그라인(Dragline)' 등과 같은 개념이 포함된 지식도 동시에 검색 가능하다. ‘장비’의 구성은 통합건설정보분류체계의 ‘장비분류’로 구성한다.

6) 공법(Method)

‘공법’은 시공과정에서 쓰이는 공사방법을 의미한다. ‘어스앵커공법’, ‘PIP공법’ 등의 개념을 인스턴스로 갖고 특정 공종이나 작업에 쓰이는 공법을 정의함으로써 구체적인 명칭을 모르더라도 연관관계를 통해 관련 공법에 대한 검색을 가능하게 한다. 특히 ‘공법’은 약어가 많고 생소한 명칭이 많으며 새로운 공법이 자주 등장하여 명칭이 통용되지 때문에 온톨로지 상의 관련 개념들과의 연관관계를 통해 특정 공법을 검색하는 것이 유용하다. 예를 들어, 지반 및 차수 보강을 위한 공법인 ‘S.G.R공법’, ‘J.S.P공법’, ‘S.I.G공법’ 등을 검색하기 위해 기존 키워드 검색은 정확한

명칭을 모른다면 몇 번의 검색 시도를 거쳐 검색 결과를 획득하지만 온톨로지 기반의 검색은 '지반 보강', '차수', '절삭', '주입제', '그라우트' 등과 같이 특정 공법과 관련있는 개념을 통해 효과적인 검색이 가능하다. 건설 온톨로지의 인스턴스에 포함된 공법이 아니더라도 특정 공법을 나타내는 명칭에는 가 들어간다는 점을 이용해 지식 상에 '공법'이라는 용어와 함께 등장하는 관련 개념들을 통해 연관 지식으로 유추하는 것이 가능하다. '공법'의 인스턴스는 통합건설정보분류체계의 '공종분류'에서 특정 작업의 하위 항목으로 포함된 공법들을 추출하여 구성한다. 예를 들어, '공종분류' 중 '지반 배수'라는 항목의 하위항목으로 '샌드드레인', '페이퍼드레인', '웰포인트'를 포함하는데, 이를 이용하여 '공법'을 구성하고 '배수'라는 작업과 관계를 부여한다. '공법' 클래스는 새로운 명칭이 자주 등장하기 때문에 신공법에 대한 지식이 축적됨에 따라 온톨로지의 유지관리를 통한 지속적인 갱신이 필요하다. 온톨로지의 유지관리 방법은 본 연구 범위를 벗어나므로 설명하지 않는다.

7) 실패/하자(Failure)

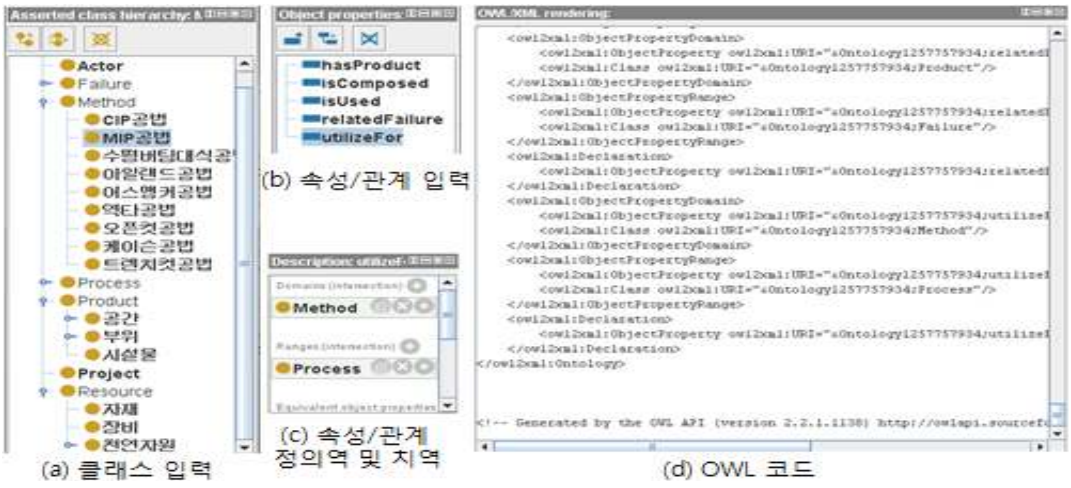
'실패/하자'는 공사 수행 도중이나 공사 수행 후 나타나는 실패 혹은 하자 사례를 나타내는 개념이다. '추락', '감전' 등과 같은 인적 재해, '붕괴', '전도' 등과 같이 구조물이나 장비 관련 재해, '보일링', '블리딩' 등과 같은 하자 사례들이 모두 인스턴스를 구성한다. 검색 시 관련 실패 및 하자에 관한 지식을 제공해 주어 시공과정에서 나타날 수 있는 재해에 대해 미리 알 수 있고 반대로 실패 및 하자 관련 검색어를 입력 시 관련되어있는 작업, 자재 등과 관련된 지식을 제공함으로써 실패 및 하자의 원인을 파악하고 대책을 세우는데 도움을 준다. '실패/하자'의 구성은 재해사례 관련 지식에 등장하는 개념과 건축공사표준시방서나 시공학 교과서에서 설명하는 하자 관련 개념들로 구성한다.

(3) 구현 및 온톨로지 적용방안

본 연구에서 제안하는 건설 온톨로지는 OWL(Ontology Web Language)을 이용하여 구축한다. OWL은 와이드웹 컨소시움(W3C)의 권고안이 된 온톨로지 마크업 언어로서 표현력이나 추론 능력에 있어서 뛰어난 언어라고 평가되고 있으며 가장 널리 사용되고 있다(노상규·박진수, 2007). OWL를 건설 온톨로지의 언어로 사용함으로써 온톨로지를 확장할 때나 다른 온톨로지와 연계 및 병합할 때 유리함을 확

보할 수 있다. [그림 3-54]은 온톨로지 구축툴(protege)를 이용하여 구축된 건설 온톨로지를 보여준다. 앞서 설명한 7개의 상위 클래스(class)와 해당 하위개념들을 입력하고 관계(relationship)을 나타내는 값들을 입력한다. 그리고 각각의 관계로 연결된 개념들을 정의역(domain), 치역(range)으로 설정한다. 결과적으로 [그림 3-54](d)에서 보이는 OWL 코드로 저장된다.

건설 온톨로지는 앞서 설명했듯이 일반적인 검색프로세스에 적용하는 것을 최종 목표로 한다. 우선, 건설 온톨로지는 새로운 지식이 등록되었을 때 지식을 요약하여 대표하는 기반이 된다. 지식의 분류, 제목, 본문에서 등장하는 용어들 중 건설 온톨로지에 포함된 용어들을 추출하여 지식을 대표하는 키워드로 활용하여 색인(indexing)하는 것이다. 이는 건설과 관련된 용어로서 지식을 대표함에 따라 검색 시 건설 관련 내용을 중심으로 결과를 획득하는데 도움을 준다. 건설 온톨로지는 또 사용자의 검색 의도 및 필요를 표현하는 과정인 검색어 입력을 보완한다. 일반적으로 사용자는 검색어를 입력하는 과정에서 적합한 검색어 선택의 어려움, 사용자에 따라 다른 어휘 사용 등에 의해 어려움을 겪는다(Spink et al., 2001). 즉, 사용자가 검색어에 자신의 의도와 필요를 충분히 반영하는데 제약이 따른다. 따라서 건설 온톨로지를 기반으로 사용자가 입력한 검색어를 동의어, 연관관계 등을 활용하여 확장시켜 검색을 수행하면 필요한 지식 획득에 도움을 줄 수 있다.



[그림 3-262] 온톨로지 구축툴(protege)을 이용한 온톨로지 구축 화면

(4) 검증

건설 온톨로지의 검증은 <표 3-20>과 같이 하나의 공종('토공사')에 대한 예시 온톨로지를 구축하고 이를 대상으로 기술적 평가와 사용성 평가로 진행한다. 우선, 기술적 평가는 온톨로지가 자체적으로 논리적 오류나 모순이나 오류가 없는지와 분류가 일관적인지의 유효성 검사가 이루어진다. 유효성 검사는 온톨로지 구축툴(Protege3.4)과 추론기(Pellet)의 검사기능을 이용하여 이루어지며 온톨로지 구현 과정에서 즉시 오류에 대한 확인과 수정이 진행된다. 사용성 평가는 건설 온톨로지가 지식에 포함된 개념들을 대표할 수 있는 대표성과 포괄성을 갖는지에 대한 검증과 일반적인 검색 모델에 건설 온톨로지를 적용시켰을 때 그 효과를 검증하는 두 가지로 이루어진다.

<표 3-118> 예시 온톨로지 구성 클래스 및 인스턴스 일부('토공사' 관련)

프로세스		생산물			자원		공법	실패/하자
공종	작업	시설물	공간	부위	자재	장비		
토공사	대지정리	-	지하층	발파부	시트파일	로더	어스앵커 공법	파이핑
	절토(흙깍기)	-	-	절토부	골재	파워쇼벨	아일랜드컷 공법	보일링
	운반(잔토처리)	-	-	성토부	사석	크램쉘	트렌치컷 공법	히빙
	흙막이	-	-	사면부	어스앵커	불도우저	MIP 공법	동결
	되메우기	-	-	지보부	모르터	케리어 스크래이퍼	PIP 공법	붕괴
	성토(흙쌓기)	-	-	되메우기부	강재 널말뚝	파일드라이버	CIP 공법	침하
	고르기	-	-	슬러리월	버팀대	백호우	집수정 공법	전도
	배수	-	-	시트파일	띠장	앵글도져	Deep well 공법	매몰
	지수	-	-	옹벽	PC강선	드래그라인	Well point 공법	추락
	고결	-	-	흙막이벽	철근	크래인	Vacuum well 공법	낙하
	다지기	-	-	지하연속벽	시멘트	오거	전기삼투 공법	-

건설 온톨로지의 대표성과 포괄성에 대한 검증은 건설기업의 지식 데이터베이스, 블로그, 웹사이트 등에서 '토공사'로 분류된 지식 647건을 대상으로, '토공사' 관련하

여 구축된 예시 온톨로지의 개념들이 지식의 제목에 얼마나 등장하는지를 조사했다. <표 3-21>은 검증 과정의 일부와 결과를 나타낸 것으로 총 647건 중 518건으로 약 80%의 지식 제목이 건설 온톨로지에 포함된 용어로 구성되어 있음을 확인할 수 있다. 특히, 지식의 제목 중 '자재', '공법', '작업', '부위'에 포함된 개념의 등장 빈도가 높았다. 지식의 제목은 지식 내용을 요약하여 대표하는 것으로, 해당 개념들이 지식을 대표하고 검색의 지표로서 중요한 역할을 하는 것을 알 수 있다. 따라서, '자재', '공법', '작업', '부위'에 대해서는 추후 검색 알고리즘에 대한 연구를 수행할 때 집중적으로 다루어야할 필요성을 보여준다. 건설 온톨리지에 포함된 용어를 지식 제목에 포함하지 않는 경우는 지식의 주제가 수주영업, 조달 등으로 건설 온톨로지의 법위를 벗어나는 경우, '공법개요-5.시공사례'와 같이 지식 제목이 포괄적인 경우, 해당 용어를 건설 온톨로지가 포함하지 못한 경우 등이 있다.

<표 3-119> 건설 온톨로지 대표성, 포괄성 검증: 검증 예시 및 합계

온톨로지 클래스 / 지식제목	자원		공법	실패/하자	프로세스		생산물			포함 지식 개수
	자재	장비			공종	작업	시설물	공간	부위	
[공사]기성말뚝기초 시공법 요약정리	1		1							1
[공사]건축토공시 scw공법적용시 주의사항			1							1
SOIL NAIL 공사 시 숏크리트 공사 품질관리 방안	1									1
프리텐션 Soil Nail	1									1
[공사]건축토공사 - 영구 스트러트 공법 (S.P.S 공법)			1		1				1	1
[공사]흙막이 공법 (토류벽,굴착공법,지보공법 정리)			1		1	1			1	1
[공사]토질 및 시공조건을 고려한 흙막이 공법 선정			1			1				1
.....	.....									
합계	126	47	186	26	47	200	11	4	128	518

건설 온톨로지를 검색 모델에 적용시켰을 때 나타나는 효과는 정확도와 재현율이라는 두 척도로 검증한다. 온톨로지를 적용할 검색 모델은 불리언(boolean) 모델로서 검색 대상이 검색 용어를 포함하는지(true), 하지 않는지(false)에 대한 정보만을 가지고 검색 대상을 찾는 가장 기본적으로 사용되는 검색 모델이다(Baeza-Yates et al, 2001). 검증 방법은 예상 검색어를 선정하여 온톨로지를 적용했을 때와 안했을 때 예상되는 지식 검색 결과를 각각 추출하여 정확도와 재현율을 측정하고 비교한다. D건설사의 지식 데이터베이스, 블로그, 웹사이트 등에서 수집된 총 11526개의 지식 제목을 대상으로 불리언 모델에 따라 검색 결과를 추출하고 정확

도와 재현율을 측정하여 <표 3-22>로 정리한다. 전반적으로 정확도와 재현율은 온톨로지를 적용했을 때 향상된 것을 볼 수 있다. 예를 들어, 검색어가 '토공사 붕괴 사고'인 경우 '토공사'와 연관 있는 생산물이면서 '붕괴'라는 실패와 직접적인 연관 있는 '사면'이나 '흙막이'가 건설 온톨로지로부터 얻어지고 질의를 확장시켜 관련 지식의 검색을 향상시킨다. 검색어가 'CIP 공법'과 같이 구체적일 수록 정확도와 재현율에서 큰 차이가 없는 것을 볼 수 있다. 하지만 'CIP 공법'과 관련 있는 연관 용어를 연관 검색으로 제공해주어 사용자가 필요한 지식에 접근을 용이하게 한다.

<표 3-120> 검색 효과 검증: 정확도, 재현율

검색어	기본 검색		온톨로지 적용		연관 검색어
	정확도	재현율	정확도	재현율	
토공사 붕괴 사고	0.47	0.38	0.78	0.67	흙막이 붕괴, 사면 붕괴, 토류벽 붕괴
지하연속벽 공법	0.93	0.32	0.83	0.73	SCW, 슬러리월, 벤토나이트, 가이드월, 크램쉘
CIP 공법	0.76	0.84	0.84	0.84	주열식 흙막이, 콘크리트말뚝, 어스오거 등

실제 웹상에 존재하는 4개의 대형 포탈에서 건설 온톨로지를 바탕으로 제공될 수 있는 연관 검색어를 불리언 연산인 AND(모두 포함), OR(적어도 하나 포함)에 적용시켜 검색하고 상위 20개의 검색 결과를 조사한 결과 정확도 측면에서 향상된 것을 볼 수 있다. 예를 들어 검색어를 '토공사 붕괴 사고'라 고 입력했을 때 보다 '토공사 붕괴 사고 or 사면 붕괴 or 흙막이 붕괴'로 입력했을 때 연관성 있는 검색 결과를 더 많이 획득할 수 있다.

건설프로젝트에서는 다양하고 수많은 지식이 발생하고 잠재되어 있지만 상당 부분이 낭비되고 있는 실정이다. 이렇게 낭비되고 있는 지식의 활용은 미래의 기업 경쟁력과 프로젝트 수행 능력에 있어 중요한 영향을 미친다. 따라서, 본 연구에서는 지식관리의 4단계인 지식 생성(capture), 공유(share), 재사용(reuse), 유지(maintain) 중 지식의 공유와 재사용에 중점을 둔다. 지식검색의 정확도와 재현율을 개선하기 위해 도입된 온톨로지를 건설업에 적합하도록 적용하는 방안을 모색

해 보았다. 그 방안으로서 건설 프로젝트의 시공과정을 표현할 수 있는 개념을 포함하는 온톨로지 프레임워크를 제시하고 이 프레임워크를 바탕으로 건설 온톨로지를 구성할 방안을 제시한다. 데이터모델이나 분류체계와 같은 기존 건설 프로젝트를 개념화하기 위한 노력과 건축공사표준시방서와 같은 건설 관련 표준이나 지침을 활용하여 건설 지식 검색에 필요한 주요 상위개념을 추출하고 건설 지식이 활용되는 경우를 예상하여 건설 온톨로지를 구성한다. 건설 온톨로지는 온톨로지 기반 건설 지식 검색시스템의 기반이 되며 지식 검색의 정확도와 재현율을 향상시킨다. 이는 원하는 지식을 효과적으로 찾아주고 축적되어있는 지식을 검색 시 누락을 줄인다는 측면에서 건설조직의 지식 재사용 과정을 개선한다고 할 수 있다. 공사 차원의 지식관리를 목표로 하는 이 연구는, 특히, 공종을 중심으로 온톨로지를 구성하여 현장 적용성과 활용도를 높인다. 본 연구는 온톨로지를 검색에 활용하는데 중점을 두고 있는데 더 나아가 지식의 분류, 요약 등 지식관리 전반에 걸친 활용을 위한 연구의 바탕이 될 것으로 생각된다. 또한, 본 연구는 지식 검색의 범위를 시공 과정뿐만 아니라 다른 범위로 확장시키는데 기반을 제공하고 지식 검색에 적용시키는 것 외에 다른 적용방안을 위해 도입될 가능성도 제공한다. 즉, 건설 온톨로지의 확장 혹은 다른 온톨로지와의 병합을 통해 지식 검색 범위를 확장 시킬 수 있으며 적용분야 또한 넓힐 수 있을 것이라 생각된다.

모든 개념을 온톨로지 상에 포함하는데 한계가 있다. 그러므로 지속적인 유지관리를 통해 온톨로지의 갱신이 필요하다. 또한, 목적에 적합하지 못하고나 올바르지 않은 온톨로지가 구축된다면 사용자가 원하는 지식을 올바로 전달해주지 못하는 등 의도한 결과를 얻을 수 없기 때문에 지속적인 검증이 필요하다. 따라서 온톨로지의 유지관리와 검증에 대한 연구가 추후 지속적으로 이루어져야 한다. 추후 건설 온톨로지의 활용방안에 대한 더 구체적인 연구가 필요하다. 최종적으로 검색 알고리즘을 개발하고 실제 온톨로지 기반 검색시스템 개발을 목표로 하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

4. 성과 관리시스템 개발

가. 건설 기업성과관리시스템 개발

기업이 급변하는 환경에 맞추거나, 혹은 변화를 선도하기 위해서는 환경에의 적응능력과 핵심역량의 분배와 집중에 관한 기준이 있어야 한다. 이를 기업의 경영전략이라 할 수 있는데, 올바른 전략의 수립을 위해서는 과거의 실행에 대한 평가가 필수적이다. 이러한 성과의 측정을 통해서 기업은 자신의 강점과 약점을 파악하고, 그에 맞는 행동지침을 세울 수 있다.

전략은 “기업이 어떤 사업들에 있고 또 있어야 하는가, 그리고 기업의 성격은 어떤 것을 띠고 있고 또 띠어야 하는가를 정의하는 목표(objective), 목적(purposes or goals) 그리고 그러한 목적을 달성하기 위한 주요 정책(policies)과 계획(plan)의 형태(pattern)"로 정의된다. 또한 전략 수립을 위해서는 외부 환경의 기회와 위협, 기업의 강점과 약점, 그리고, 주요 전략 실행자들의 개인적 가치들, 사회의 기대와 같은 요소들 간의 적합관계를 창출해야 한다. 여기서 전략이 계획의 형태로도 나타나므로, 이의 실행에 대한 평가가 차기 계획의 수립에 영향을 줄 수밖에 없다는 것을 알 수 있다. 건설산업에 맞는 성과측정과 관리가 이루어지기 위해서는 제시되는 전략 이행의 정도를 측정할 수 있는 지수, 즉 기준이 명확해야 한다. 하지만, 기업의 경영에 영향을 주는 요인들이 매우 다양하고, 또한, 정량적인 분석이 어려운 부분도 많으며, 각 요소들 간의 연결이 유기적인 부분이 많아 명확한 성과지수를 개발하는 연구가 쉽지 않았던 것이 사실이다.

건설프로젝트의 성과는 다양한 관점에서 평가될 수 있으며, 다양한 척도로 측정될 수 있다. 본 연구는 최종적으로 다양한 건설프로젝트의 속성과 참여주체별 관점을 반영하여 건설프로젝트의 전략적 성공요인을 체계화하고, 이 성공요인의 달성정도를 평가할 수 있는 기준으로서의 성과척도를 도출하며, 각 성과척도를 정량적으로 측정하기 위한 성과지표를 제시하고자 한다.

(1) 건설프로젝트 참여주체별 관점 설정 및 속성

(가) 건설프로젝트 참여주체

건설프로젝트의 성공요인은 참여주체별 관점 및 단위건설프로젝트의 속성에 따라 달라진다. 이러한 참여주체별 관점을 파악하기 위해 참여주체를 크게 발주자, 생산

자, 소비자 등으로 구분한다.

(나) 건설기업의 성과영역

건설기업의 전략 및 목표 분석으로부터 공통적인 성과영역을 도출하기 위하여 우선 관련된 연구문헌들을 분석하고, 국내 건설기업이 표명하고 있는 주요 경영전략 및 몰표를 조사하였다. 조사는 인터넷 홈페이지를 통한 사전조사와 경영관리 담당자와의 개별 인터뷰를 병행하였다.

또, 이를 바탕으로 국내 건설기업의 다양한 전략 및 목표의 세부항목들을 공통적 항목으로 취합하면 다음 표 와 같은 결과가 도출된다.

<표 3-121> 국내 건설기업의 전략 및 목표 분석

분석 대상		특성	주요 전략 및 목표		
문헌 분석	남충희 (1993)	건설기업의 경영혁신전략	- 기능의 종합화(기획/관리/구매 등) - 상품의 전문화(공종집중공략 등) - 시장의 국제화(자금동원능력 등)		
	신규철 (2002)	건설기업의 비전/경영목표	- 수익성극대화 - 견실한 재무구조	- 핵심역량확보 - 인재양성	- 고객중심경영 - 정보공유 등
	현준식 (2002)	건설업체의 성공역량/전략	- 사업구조다양화 - 재무구조개선	- 기술경쟁력강화 - 전문가육성	- 수주극대화 - 지식관리 등
기업 조사	대기업	시공능력순위 15위 이내	- 기술개발/혁신 - 고객중심	- 수익위주경영 - 네트워크 강화	- 가치창조기업 - 직원능력배양 등
	중견기업	시공능력순위 15위~50위	- 고객만족/유지 - 원가절감	- 수주극대화 - 조직/업무혁신	- 투명한 경영 - 기술력확보 등
	중소기업	시공능력순위 50위~100위	- 수익구조다변화 - 관리능력강화	- 신기술도입 - 교육시스템투자	- 품질경영 - 시스템선진화 등

성과영역은 BSC 각 관점별 3개씩, 모두 12개의 성과영역으로 도출되었으며, <표 3-10>의 기타에 해당되는 내용들은 기업경영 전반에 걸친 일반적 사항이므로 성과영역에서 제외시켰다. 이러한 성과영역을 바탕으로 추후 지표를 선정할 수 있다.

<표 3-122> 국내 건설기업의 전략 및 목표 분석

재무 관점	수익성	성장성	안정성
	- 수익성극대화 - 이익창출 - 원가절감지향	- 사업구조의다양화 - 수주극대화 - 사업기획능력배양	- 재무구조개선 - 차입금감축 - 경영정상화
고객 관점	외부고객만족	내부고객만족	시장점유
	- 고객중심경영 - 주주가치극대화 - 최고품질지향	- 내부고객만족/유지 - 조직내조화 - 합리적인분배	- 수주극대화 - 안정적인시장확보 - 신규시장발굴
내부 프로세스 관점	연구개발투자	기술능력	업무효율성
	- 기술개발/혁신 - R&D 투자 - 미래지향적경쟁력	- 핵심역량확보 - 기술경쟁력강화 - 신기술도입	- 관리능력배양/강화 - 협업화 - 의사소통활성화
학습 및 성장 관점	인력양성	조직역량	정보화
	- 핵심인력육성 - 직원능력배양 - 교육시스템투자	- 품질/생산성향상 - 지식경영/지식관리 - 종합적능력배양	- 정보공유 - 시스템의 선진화 - 네트워크강화
기타	- 초일류기업건설 - 투명한경영	- 신기업문화정착 - 자율과책임경영	- 환경친화 - 경영구조합리화

(2) 시스템 개발

(가) 건설기업 공통핵심성과지표 개발

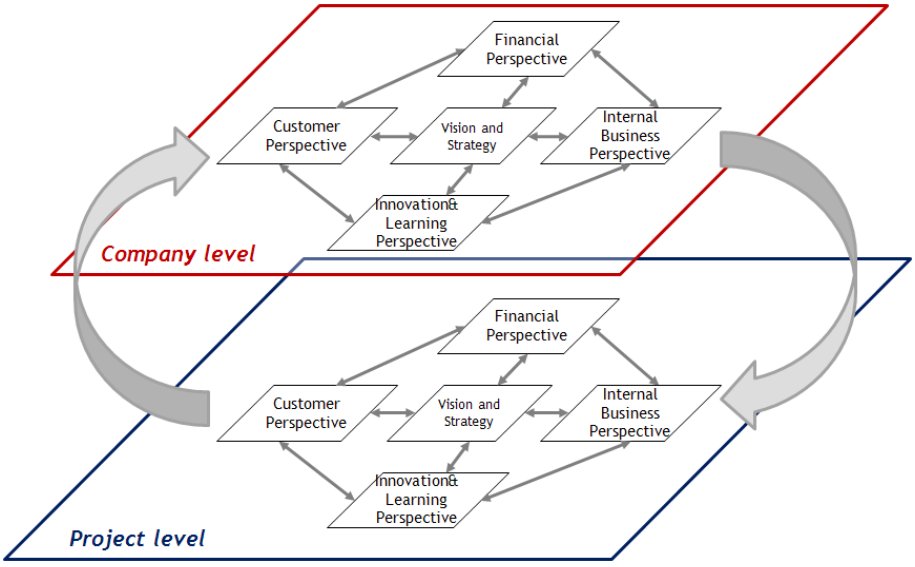
1) 건설기업형 균형성과표의 개념

기업의 경쟁력이라는 측면에서 지식자원, 특히 조직 구성원과 정보기술에 대한 중요성이 날로 커져 가고 있는 상황에서, 전통적인 성과측정방식인 재무회계 시스템하에서는 조직의 무형자산의 역량증가에 의해 창출된 가치 측정 및 관리에는 아무런 토대도 제공해 주지 못한다. 이에 캐플란과 노튼은 이미 수행된 활동의 결과를 요약하기 위한 재무지표들을 유지하되 이러한 결과지표들을 3개의 부가적인 관점(고객관점, 내부 프로세스 관점, 학습과 성장관점)에서 본 비 재무적 지표들과의 균형을 이루는 균형성과표(Balanced ScoreCard, BSC)의 개념을 소개하였다. 건설산업의 특징상 다양한 프로젝트, 다양한 사업수행주체, 다양한 투입자원의 관리가 매우 중요한 만큼 재무적 지표 뿐만아니라 비 재무적 지표들에 대한 관리는 필수적이라고 할 있다. 또한 재무적(결과지표), 비재무적지표(원인지표)들간의 인과관계를 알아내어 재무적 지표에 영향을 미치는 비재무적지표를 중점 관리할 수 있다면 좀 더 효율적이고, 효과적인 성과관리가 가능할 것이므로 본 연구에서는 균형성과표 개념을 바탕으로 건설기업의 공통핵심성과지표를 개발하였다.

건설산업은 프로젝트 기반산업이라는 특징을 가지고 있기 때문에 지표의 구성도

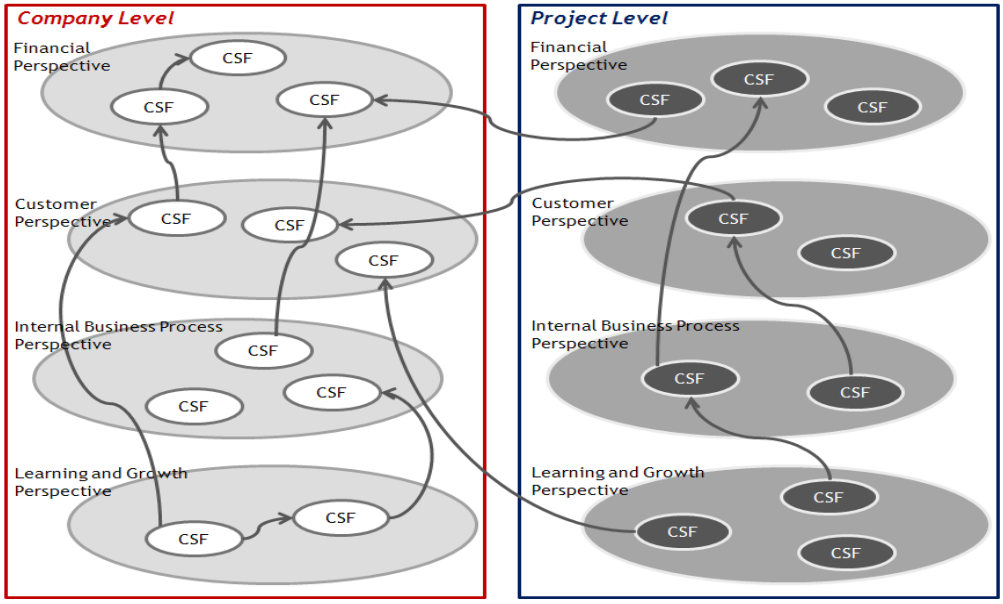
기업차원과 프로젝트 차원으로 구분할 수 있다. 프로젝트차원의 성과지표는 원가관리, 공정관리, 안전관리 등의 결과중심의 지표로 독립적으로 측정가능하다는 특성을 가지고 있다. 이에 반하여 기업의 성과지표는 재무, 비즈니스 프로세스, 교육 등의 선행, 후행이 혼재된 지표로 정성적인 지표까지 포함하고 있다는 특징을 가지고 있다. 하지만 건설기업의 성과는 이 두 가지 차원이 별개로 작용하여 이루어지는 것이 아니라 프로젝트, 기업차원이 상호영향을 미친다고 할 수 있다.

캐플란과 노튼이 제시한 균형성과표는 기업의 재무적 관점, 고객관점, 내부프로세스 관점, 학습 및 성장 관점간의 인과관계를 보여주고 있지만, 프로젝트 중심인 건설기업의 특징을 반영하였다고 보기 어렵다. 이에 건설기업에서 수행하는 프로젝트들이 프로젝트 내부의 4가지 관점 간 뿐 만 아니라, 기업의 4가지 관점과도 인과관계를 갖는 건설기업형 균형성과표를 제안한다. 다음 그림은 건설기업형 균형성과표의 개념을 3차원으로 표현한 것이다.



[그림 3-263] 건설기업형 균형성과표 개념

기업의 성과관리를 위해서는 균형성과표의 각 관점별로 핵심성공요인들을 작성하고 핵심성공요인(Critical Success Factor, CSF)들을 달성하기 위해 측정하고 관리해야 할 핵심성과지표를 도출해야 한다. 기업 차원과 프로젝트간의 상호영향은 핵심성공요인들간의 인과관계로 보여지게 되고 더 나아가서는 핵심성과지표들간의 인과관계로 보여지게 된다. 다음 그림은 기업차원과 프로젝트차원간의 인과관계 연결의 개념을 보여주고 있다.



[그림 3-264] 기업차원 프로젝트 차원간의 인과관계 도식화

2) 공통 핵심성과지표 도출과정

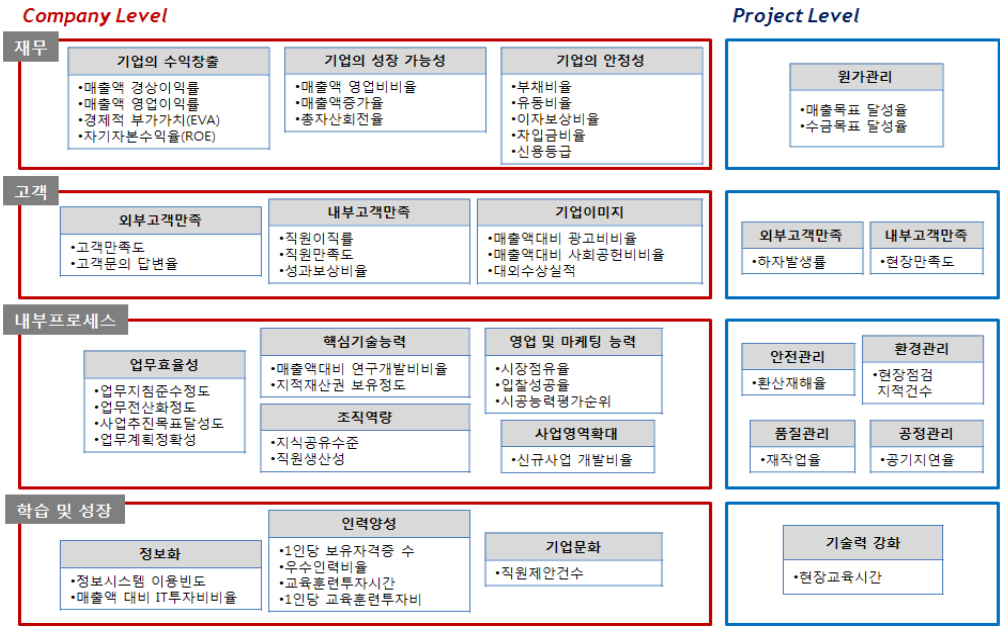
위에서 제시한 건설기업형 균형성과표의 개념을 바탕으로 각 관점별 핵심성공요인, 핵심성공지표 도출을 위해 우선 건설기업들의 비전, 목표, 전략을 조사한다. 이와 동시에 건설기업의 경쟁력 요소 및 성공결정요인에 관한 문헌고찰을 하여 핵심성공요인을 도출한다. 선행연구문헌고찰과 실제 건설기업들이 사용중인 지표들을 균형성과표의 4가지 관점별로 분류하여 지표 Pool을 만든 후, 도출한 핵심성공요인을 바탕으로 예비성과지표를 선정한다. 선정된 예비성과지표 중에서 건설기업의 실무자와의 인터뷰를 통해 실제 기업에서 필요로 하는 실제 사용가능한 핵심성과지표를 도출하고 인과관계를 보여주는 성과 전략맵을 그린다. 다음 그림은 공통 핵심성과지표 도출 프로세스를 도식화한 것이다.



[그림 3-265] 공통 핵심성과지표 도출 프로세스

3) 공통 핵심성과지표 선정

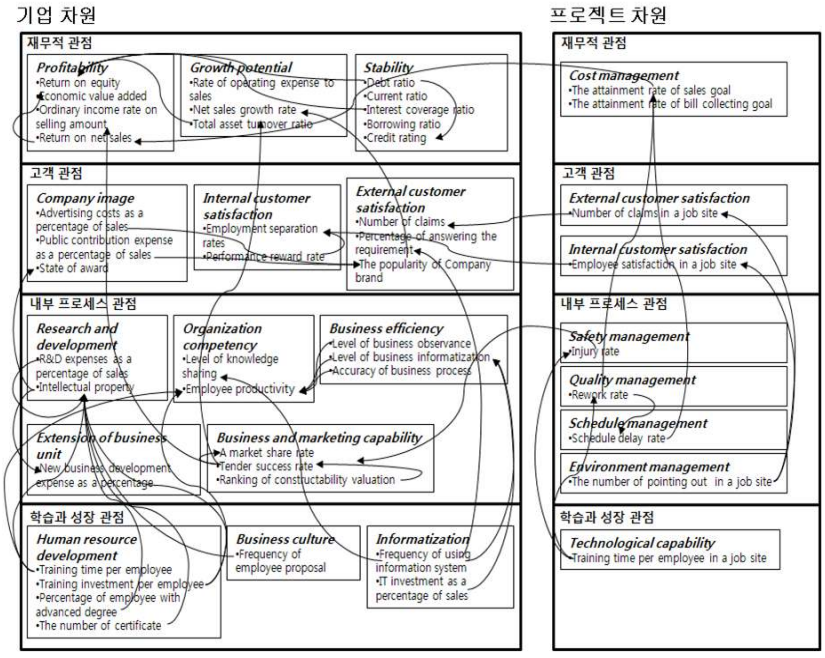
앞의 도출 프로세스를 통해 22개의 핵심성공요인과 48개의 핵심성과요인이 도출되었다. 기업차원의 경우는 재무적 관점에서는 기업의 수익창출, 성장가능성이, 고객관점에서는 외부고객만족, 내부고객만족, 기업이미지가 내부프로세스관점에서는 영업 및 마케팅 능력, 핵심 기술능력, 업무효율성, 조직역량이 학습 및 성장 관점에서는 인력양성, 기업문화, 정보화가 핵심성공요인으로 나타났다. 재무적 관점에서는 원가관리가, 고객의 관점에서는 내외부고객만족이, 내부프로세스 관점에서는 안전관리, 환경관리, 품질관리가 학습 및 성장관점에서는 기술력 강화가 핵심성공요인으로 나타났다.



[그림 3-266] 관점별 핵심성공요인 및 핵심성과지표

4) 성과 전략맵

다음 그림은 핵심성과지표들 간의 인과관계를 맺어준 성과 전략맵을 보여주고 있다.

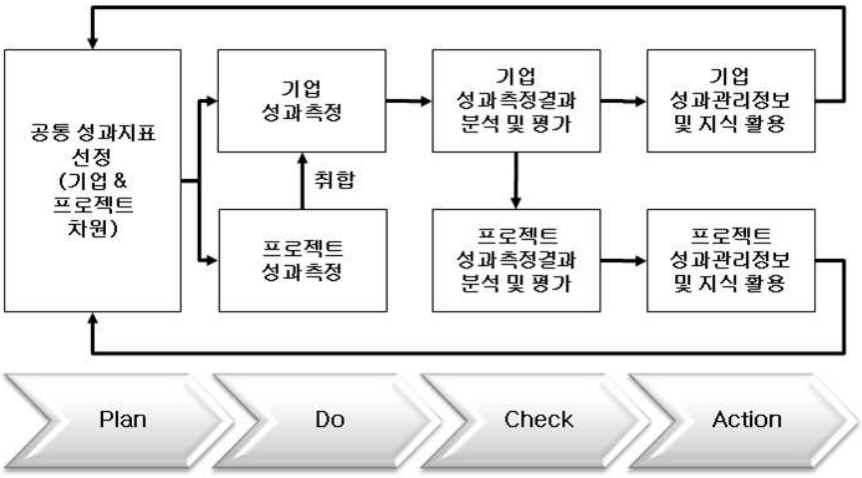


[그림 3-267] 성과관리 전략맵 예시

(나) 건설기업 성과관리시스템 프로세스

성과관리는 반복되는 사이클을 가지고 있으며 그에 따라 정해진 프로세스에 맞게 관리가 이루어진다. Performance-Based Management Special Interest Group(PBM SIG 2001)에서는 Plan-Do-Check-Act (PDCA)사이클에 따라 성과관리의 프로세스를 정의하고 이를 통해 성과를 개선하는 시스템적인 접근을 시도하였다.

본 연구에서는 건설기업성과관리시스템 개발에 앞서 PBM SIG(2001)의 성과관리 프로세스 정의에 기업 차원과 프로젝트 차원을 동시 고려한 cBSC 개념을 도입하여 재구성한 성과관리 프로세스를 제안한다. 프로세스의 주체는 기업 차원의 본사 관리자와 프로젝트 차원의 프로젝트 관리자로 구분된다. 다음 그림은 cBSC기반 성과관리 프로세스를 도식화한 것이다.



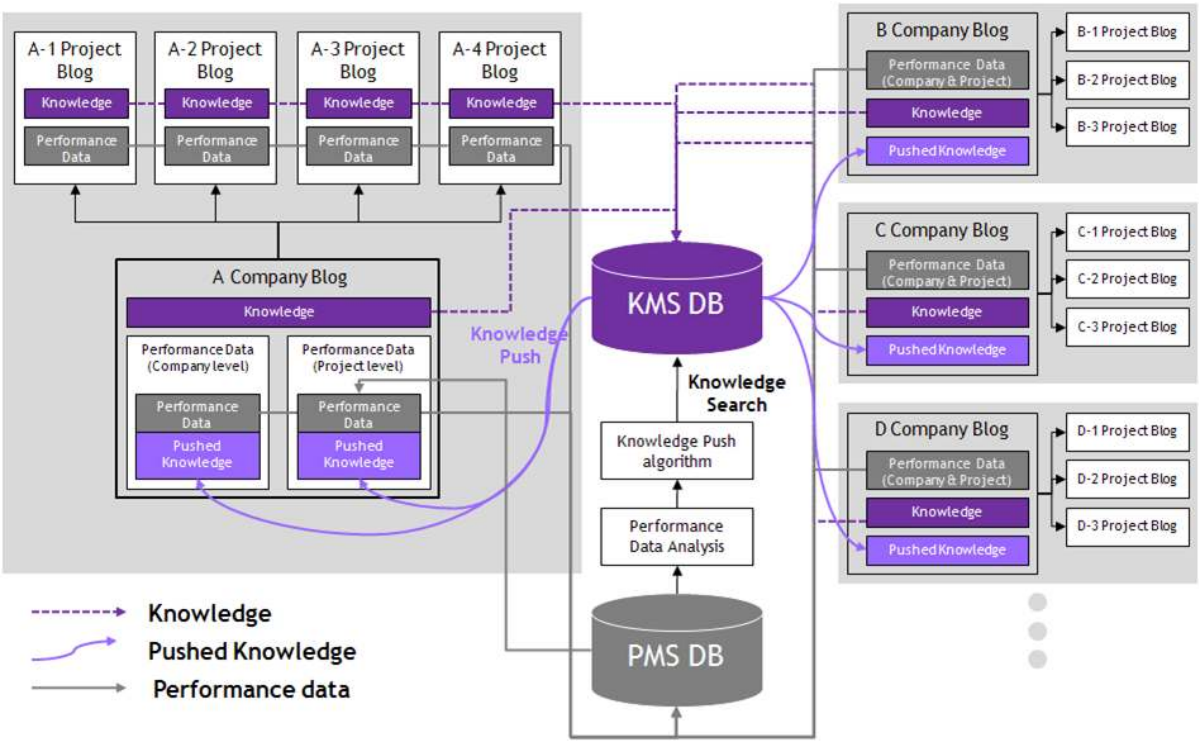
[그림 3-268] cBSC기반 성과관리 프로세스

Plan 단계에서는 공통성과지표를 선정하고 인과관계를 설정한다. 성과지표 선정 시에는 기업 간에 벤치마킹이 가능하게 하기 위해 공통의 성과측정프레임워크를 사용한다. 이 단계에서는 기업들의 비전과 전략을 반영하여 기업 차원과 프로젝트 차원별 공통성과지표를 만들고, 지표들은 일정한 주기로 수정하도록 한다. Do 단계는 성과측정 단계로서 Plan 단계에서 선정한 지표를 바탕으로 본사 관리자는 기업 차원의 성과를, 프로젝트 관리자들은 각자 맡은 프로젝트의 성과를 측정한다. 각 프로젝트들의 성과는 본사 관리자에게 보내져 하나의 프로젝트 차원 성과로 취합이 된다. Check 단계에서는 Do 단계에서 수집된 성과측정결과를 다각도로 분석하고 평가한다. 수집된 타기업 성과측정결과와의 비교분석 및 집중성과관리항목 도출은 이 단계에서 수행되어 진다. 프로젝트별로 분석된 내용은 다시 각 프로젝트관리

자에게 보내진다. Action 단계는 분석된 내용을 바탕으로 도출된 성과관리 정보 및 지식을 학습하고 활용하는 단계이다. 성과지식 자동제공 알고리즘을 통해 필요한 지식을 의사결정에 지원할 수 있도록 제공해준다. 제공된 지식은 평가, 활용 등의 과정을 거쳐 확장되고, 이러한 확장의 과정은 지식을 재사용하는 사용자에게 풍부하고 생생한 지식이 전달될 수 있게 해준다.

(다) 시스템 아키텍쳐

제안하는 시스템을 통해 건설기업들은 자사 블로그에 접속하여 기업차원과 프로젝트 차원의 성과를 측정하고, 성과측정결과에 근거하여 타기업들과 공유하는 지식들 중 자사에 필요한 지식을 제공받을 수 있다.



[그림 3-269] 건설기업 성과관리 시스템 아키텍쳐

우선 프로젝트 블로그는 기업 블로그에서 기업별 수행하는 프로젝트 수만큼 생성할 수 있다. 각 프로젝트 블로그에서는 cBSC의 프로젝트 차원 성과지표로 성과를 측정하고, 그 값은 성과관리시스템 데이터베이스(PMS DB)에 저장이 되며, 분석된 성과결과는 해당 프로젝트 블로그로 전송된다. 기업 블로그에서는 cBSC의 기업 차

원 성과지표로 성과를 측정하고, 기업 차원 성과분석결과와 자사에서 수행한 프로젝트들의 취합된 성과분석결과를 확인할 수 있다. 또한 성과지식 자동제공 알고리즘을 통해 지식관리시스템 데이터베이스(KMS DB)에 저장되어 있는 성과분석결과와 연관된 지식을 제공받는다. 프로젝트 블로그와 기업 블로그는 ASP.net, HTML, java script을 기반으로 구축되며, 데이터는 XML 형태로 프로젝트 블로그에 실시간으로 보내지게 된다. 그리고 이러한 전체 웹어플리케이션은 IIS(Internet Information System)와 MSSQL(Microsoft SQL Server)을 기반으로 구축되었다.

나. 건설프로젝트 성과관리 시스템 개발

(1) 성과관리의 현황 및 시스템 개발 배경

기업은 이윤을 추구하는 수익성 목적, 발전을 추구하는 성장성 목적, 목적간의 균형/중요도를 추구하는 탄력성 목적 등 복수의 다차원적 목표를 추구한다. 따라서 많은 기업들은 이러한 기업의 목표에 조직원들의 목표를 일치시켜 변화하는 기업환경하에서 조직유효성을 극대화시키고자 하였다. 이러한 당면과제에 대한 해결 방안으로 기업들은 성과관리를 도입하였고 이를 활용하여 조직과 기업의 목표를 달성하고 나아가 기업의 경쟁력을 강화하는 데 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 노력은 과거 전통적인 방법의 재무적인 성과관리에서부터 시작하여 Kaplan & Norton(1992)이 제안한 Balanced Scorecard(BSC)에 이르기까지 꾸준히 이루어지고 있으며 현재도 많은 연구가 진행되고 있다.

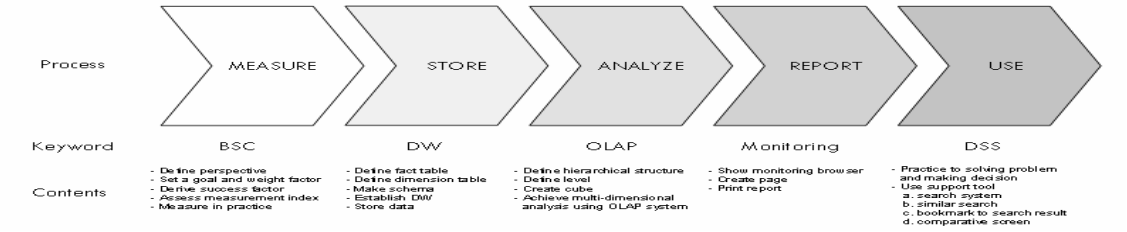
그 중 BSC 성과관리는 최근 가장 각광받고 있고 여러 기업들에서 널리 사용되고 있다. 이 개념은 재무, 고객, 내부 프로세스, 학습/성장 관점에 따라 각각 전략목표, 성과지표, 목표값, 이니셔티브와 측정값의 항목으로 구성되어 재무적 성과와 비재무적 성과를 동시에 고려할 수 있다.

건설 산업의 경우, 제조업이나 다른 기타 산업들과는 다르게 다양한 프로젝트를 수행하고 여러 사업수행주체가 동시에 참여하므로 관리가 복잡하다(유, 2004). 이로 인해 건설 기업들은 재무적 손익 중심의 성과를 관리하는 것에 의존하고 있다(Michail Kagioglou et al., 2001). 그래서 건설 산업에서는 균형적인 평가와 판단을 위해 여러 요인을 고려한 성과 관리의 필요성이 확대되었고 대기업을 중심으로 BSC 성과 관리를 도입하여 적용하는 단계에 있다. 그러나 아직도 많은 건설기업들은 BSC의 개념을 활용한 성과관리의 중요성에 대한 인식이 아직 부족한 실정이다.

따라서 성공적인 성과관리를 위해서는 프로세스와 구조에 대한 내용의 이해가 필요하고, 성과에 대한 결과를 지식의 형태로 변환하여 프로젝트 내 성과분석 및 프로젝트 간의 성과를 비교하는 등 다양하게 활용될 수 있도록 유연성을 갖춘 시스템이 필요하다. 위의 필요와 목표를 구현하기 위하여 본 연구에서는 먼저 성과관리 프로세스를 정의하고 프로세스의 각 단계에 따른 상세내용을 제시한다. 다음으로 성과관리의 전반적인 흐름을 이해하고 시스템 구축을 가능하게 하는 framework을 수립하고 실제 성과관리에 대한 이해를 돕기 위해 성과관리에 대한 시뮬레이션을 진행하면서 지식 활용 시스템의 가능성을 제시한다.

(가) 성과관리 프로세스의 5단계

문헌고찰을 통해 성과관리의 전반적인 프로세스를 살펴본 결과 성과관리 프로세스에 대한 정의가 사용하는 곳에 따라 조금씩 차이가 나는 것을 볼 수 있었고 성과측정이 관리에 있어 많은 비중을 차지하고 있었다. 그러나 측정하는 것 이외에도 분석이나 활용을 하는 것도 관리에 있어 매우 중요한 부분이라고 생각한다. 따라서 일반적으로 사용할 수 있는 성과관리 프로세스에 대한 새로운 정의가 필요하다고 생각하였고 기존의 정의된 내용을 바탕으로 프로세스를 5단계로 나누어서 프로세스 상에서의 기능과 역할에 대해 서술하고자 한다.



[그림 3-270] Performance Management Process

① 측정 단계 (Measure) : 측정 단계는 BSC의 개념을 바탕으로 성과관리를 위해 필요한 관점을 정의하고 그에 맞게 성과의 목표를 설정한 후 성공요인을 도출하고 측정 지표를 산정하여 실제 측정을 한다.

· 구성요소 – 측정의 관점 (재무, 고객, 내부 프로세스, 학습/성장), 관점에 따른 측정 목표, 목표에 대한 가중치, 성공 요인, 성과 지표 및 하위 성과 지표, 지표 계산식

② 수집 단계 (Collect) : 수집 단계는 성과 데이터를 Data Warehouse(DW)에 적재하는 단계로 측정값이 포함된 사실 테이블(fact table)과 사실(fact)에 대한 서술적 정보가 포함된 차원 테이블(dimension table)을 정의하고 각 테이블마다의 연결 고리를 설정하여 성과 데이터 스키마를 구성한다.

· 구성요소 – 사실 테이블 (Fact table), 차원 테이블 (Dimension table), Data Schema, Data Warehouse, ETL (Extract, Transfer, Load)

③ 분석 단계 (Analyze) : 분석 단계는 DW에 저장된 성과 및 관련 데이터를 가지고 OLAP을 활용하여 다차원분석을 가능하게 하는 단계이다.

· 구성요소 – 계층구조/레벨, Cube (Hyper Cube, Multi Cube), OLAP (On Line Analytical Processing)

④ 보고 단계 (Report) : 보고 단계는 분석 단계에서 얻어낸 결과를 표와 그림을 이용하여 보고 가능한 형태의 페이지를 생성하는 단계로 별도의 프로그래밍 없이 원하는 형태의 페이지 생성을 할 수 있다.

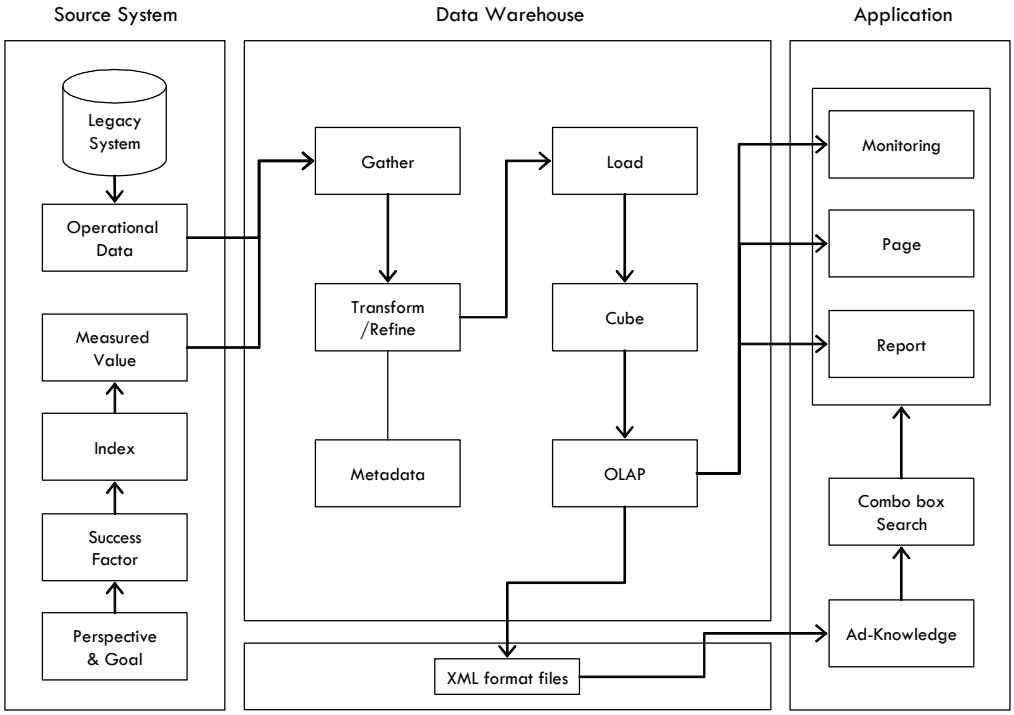
· 구성요소 – 모니터링 화면, 페이지, xml 포맷 데이터, 보고서

⑤ 활용 단계 (Use) : 활용 단계는 분석을 통해 얻은 결과물을 가지고 문제를 해결하거나 의사결정에 활용하는 단계이다. 활용적인 측면에서 xml을 이용하여 검색 시스템을 바탕으로 사용자가 질의한 검색결과와 유사한 내용을 광고 형태로 제공하고, 검색 결과를 저장하고 비교 가능한 화면을 제공하는 지원도구를 이용하여 좀 더 많은 자료를 확보하고 합리적인 의사결정을 돕는 역할을 가능하게 한다.

· 구성요소 – 검색 시스템, 유사 검색, 북마크, 비교 화면

(다) 성과관리 Framework

성과관리 framework은 다음과 같다.



[그림 3-271] 성과관리 Framework

① Source System

데이터 웨어하우스에 저장되는 데이터를 제공하는 원천시스템은 업무시스템과 측정시스템으로 구분된다. Source System에서는 측정단계에서 이루어지는 측정 내용을 저장하고 수집단계에서 사실테이블과 차원테이블을 구성하기 위해 필요한 데이터를 결정하고 준비한다. 이는 추후에 분석과정에서 Cube를 생성하는데 많은 역할을 한다.

② Data Warehouse

관 데이터 웨어하우스에서는 Framework에서 가장 많은 비중을 차지하고 있어 전체적으로 시스템의 주춧돌 역할을 한다. 이러한 DW는 프로세스의 각 단계가 순차적으로 진행되면서 성과에 대한 순차적인 분석이 가능하도록 한다.

③ Application

성과에 대한 분석이 이루어진 후 경영진을 포함한 최종 사용자들에게 이를 어떻게 활용할 것인가에 대한 물음의 답을 제공하고자 application들이 framework상에 제시된다.

(2) 시스템 개발

(가) 프로젝트 성과관리 지표 구성

측정지표는 계산식에 의해 도출되며 각 지표들의 관계를 종합하여 관점별 성과점수 및 프로젝트의 성과점수를 보여준다. 측정지표들의 구성은 다음과 같다.

재무관점에서는 안정매출달성을 위해 매출계획 대비 실적과 수금계획 대비 실적을 지표로 정하였고 원가경쟁력 제고를 위해 원가율 목표 달성을 지표로 구성하였다. 설계변경 이익개선을 위해서는 설계변경 전 계획된 비용대비 설계변경 후 소요된 비용을 측정하기로 한다.

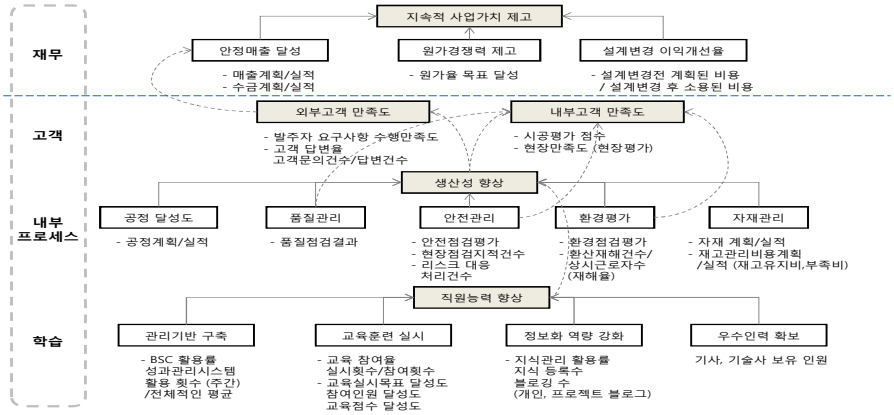
고객관점에서는 고객만족 개선사항의 지속적 도출 및 개선을 위해 발주자 측면에서는 요구사항에 대한 수행만족도를 지표로 삼고 고객에 관해서는 문의건수 대비 답변건수를 측정하여 답변율에 대한 값을 얻어낸다. 내부고객의 입장에서는 시공평가 점수와 현장만족도를 지표로 정한다.

내부 프로세스 관점에서는 공정 달성과 품질관리 부분에서 각각 공정 계획 및 실적, 품질점검결과를 지표로 정하였고 안전관리는 안전점검평가, 현장점검지적건수, 그리고 리스크 대응 처리건수를 지표로 정하였다. 환경평가의 경우 환경점검결과와 재해율에 관해서 측정한다. 재해율은 상시근로자수 대비 환산재해건수로 정한다. 자재관리의 경우 자재계획 대비 실적과 재고관리비용계획 대비 실적을 지표로 재고유지비나 부족비가 포함된 값을 측정한다.

학습 및 성장관점에서는 성과관리시스템의 활용 정도를 수치화한 것을 지표로 정하였고 교육에 대한 참여율과 실시 목표의 달성정도를 지표화 하였다. 정보화 역량을 높이기 위해 지식관리 활용 정도, 지식 등록수, 그리고 블로깅 수를 체크하고 우수인력 확보는 프로젝트 수행 시 참여한 기사, 기술사 등의 보유 인원을 지표로 한다.

이렇게 정해진 지표를 바탕으로 성과측정이 이루어진다. 그러나 각 프로젝트마다의 특성이 있고 기업의 전사적인 목표에도 차이가 있기 때문에 이를 고려하여 지표를 재설정하는 과정이 필요하다. 이를 위해 앞서 제시한 지표들은 대부분 프로젝트의 성과를 위해 필요한 기본적인 사항들이므로 이를 바탕으로 이루어지는 것이 효율적이라고 하겠다. 하지만 이 논문에서는 기본적인 성과관리 모델을 제시하는 것을 목표로 하기 때문에 특정한 부분을 모두 고려하지는 않는다. 다음으로 고려할 부분이 중요도에 따른 가중치를 설정하는 것으로 예를 들어 공정을 달성하는 것을

최우선으로 하는 현장이라면 다른 지표들보다 공정 계획 및 실적을 측정하는 지표에 가중치를 부여하여 성과를 평가하기를 원한다. 이처럼 각 관점에 따라 정해진 지표들에는 프로젝트 수행에 따른 요구수준이 다르기 때문에 각각의 지표에 가중치를 부여하여 성과 측정한 결과를 취합하는 것이 프로젝트의 정확한 성과를 관리하는데 있어 중요한 사항이다.



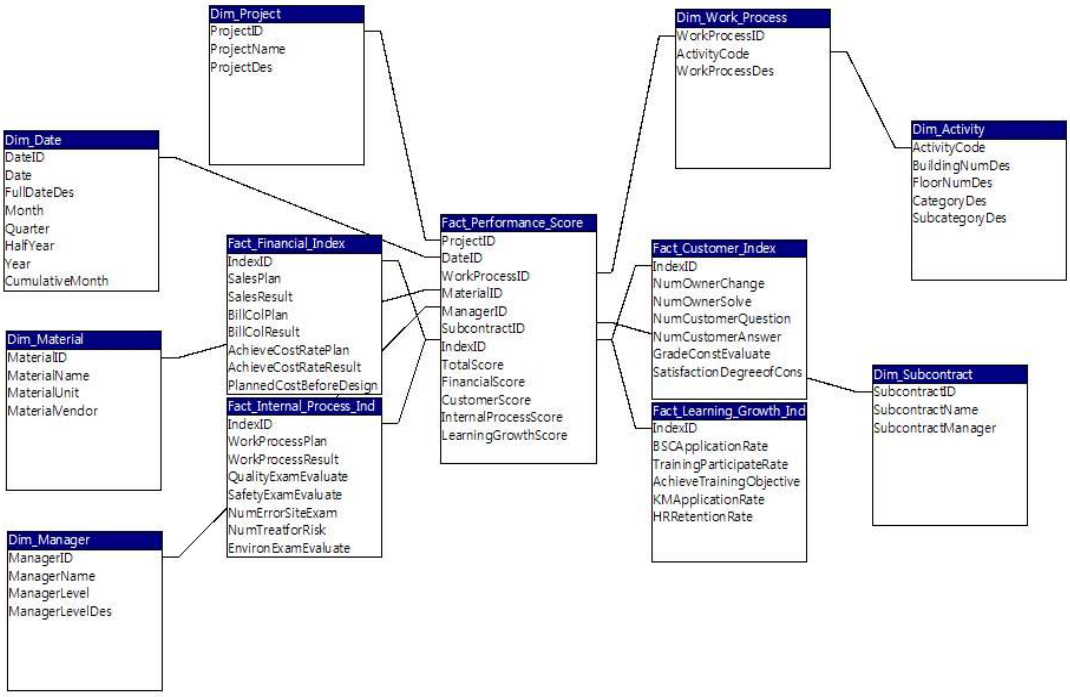
[그림 3-272] 성과측정 전략맵

(나) 프로젝트 성과관리 데이터 스키마

사실테이블과 차원테이블에 대해 정의한 내용을 바탕으로 데이터 모델링을 하여 테이블을 구성하는 항목들을 정하고 테이블 간의 관계를 설정하였다.

다차원 데이터를 표현하기 위한 설계 기법으로는 스타스키마(Star schema)가 사용되며, 이는 다차원 데이터를 효과적으로 저장하고 조회하는 역할을 한다. 스타스키마는 기본키(Index key)와 외래키(foreign key)로 각 테이블을 연결하여 사실 테이블 중심으로 여러 개의 차원 테이블이 뻗어 나오는 별모양의 스키마를 갖는다 (Kimball, 1996).

아래 그림에서 보면 스키마는 5개의 사실테이블과 7개의 차원테이블로 구성되며 가장 중심이 되는 사실테이블은 성과점수를 나타내는 테이블이고 성과점수를 도출하기 위한 기초 데이터를 포함하는 4개의 성과지표 테이블과 연결된다. 그리고 측정값들을 설명하기 위한 차원테이블은 성과점수 테이블에 연결된다.



[그림 3-273] 테이블 구조 및 스타스키마

(다) 분석 방법 - OLAP(On-Line Analytical Processing)

분석은 DW에 저장된 성과 및 관련 데이터를 가지고 OLAP을 활용하여 다차원 분석을 가능하게 한다. 다차원 모델을 구성하는 대부분의 차원들은 계층구조를 가지고 있고, 사용자가 요구하는 차원의 레벨을 정하여 그 레벨에 해당하는 데이터들의 분석이 가능하다. 이를 위해 차원의 계층구조를 분류하고 레벨을 설정한 후 큐브를 생성한다. 큐브는 분석의 목적과 상황에 맞게 방식이 결정되고 slicing&dicing의 방법에 의해 사용자가 원하는 형태로 분석을 실행한다.

OLAP은 최종 사용자가 다차원 정보에 직접 접근하여 대화식으로 정보를 분석하고 의사결정에 활용하는 과정으로(조재희, 1996), 그 특징은 크게 세 가지로 말할 수 있다.

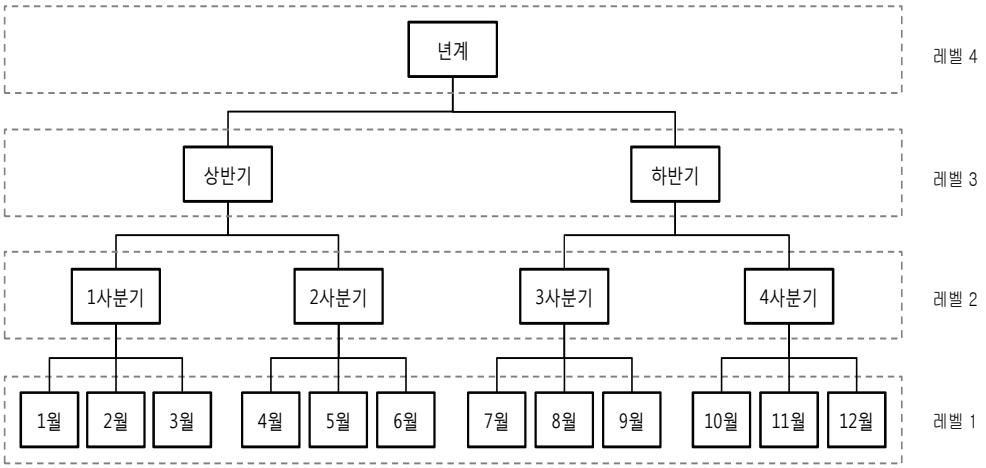
첫째로, 다차원적인 정보는 OLAP 분석을 위해 전제되는 사항으로 사용자들에 의해 이해되는 조직 및 사업의 차원(project, date, material, work process 등)을 반영한다. 그리고 측정된 데이터는 현재 상황을 표현할 수 있는 context 정보와 결합되어 사용자의 요구에 좀 더 적합한 결과를 얻도록 한다. 예를 들면, 매출계획 대비 실적의 측정값에 대해서 사용자는 단지 그 값만을 보기 원하는 것보다 'A 프로

젝트, 이번 달 골조공사의 매출 계획 대비 실적은 어떻게 되는가?'와 같은 구체적인 내용을 보기 원한다. 따라서 이러한 결과를 얻기 위해서는 다차원 정보를 고려하여 분석이 이루어져야 한다.

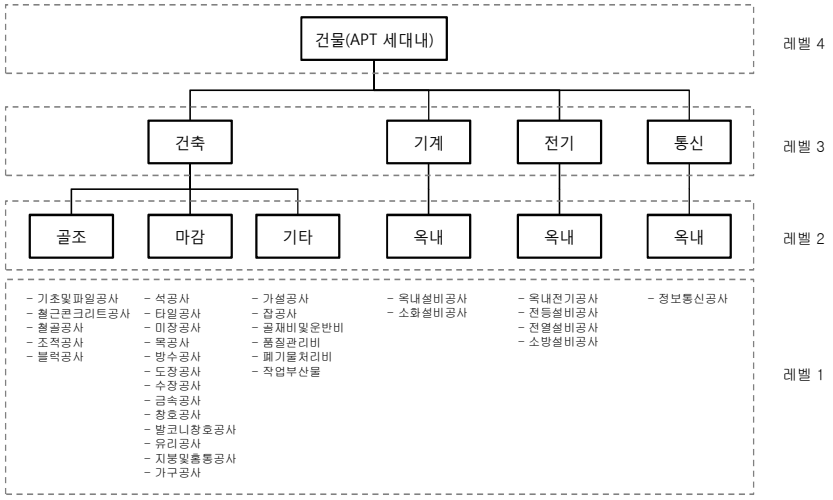
둘째로, 기존의 정형화된 보고서 형태에서 벗어나 대화식(interactive)으로 정보를 분석한다. 이러한 방법을 통해 하나의 질문에 대한 답으로부터 또 다른 답을 이끌어내는 반복적인 행동이 이루어진다. 그 예로, 위에서 언급한 'A 프로젝트, 이번 달 골조공사의 매출계획 대비 실적은 어떻게 되는가?'라는 질문에 대한 답으로부터 매출계획 대비 실적을 달성하지 못했다면 '이번 달 골조공사의 세부 공정 각각의 매출계획 대비 실적은 어떻게 되는가?' 혹은 '같은 달 고객, 내부 프로세스, 학습 및 성장 관점의 점수는 어떻게 되는가?'의 질문을 다시 할 수 있고 그에 대한 답을 얻을 수 있다. 이처럼 계속되는 질문을 통해서 처음 제기했던 문제에 대한 해결책을 찾아낼 수 있고 미처 생각하지 못했던 이유를 찾아낼 수도 있다.

셋째로, 분석한 결과는 의사결정을 지원하는데 도움을 준다. 이는 OLTP(On-Line Transaction Processing)와 OLAP의 비교를 통해 설명이 가능하다. 먼저 OLTP는 트랜잭션 처리를 위해 만들어졌고 데이터가 정규화되어 있어 비즈니스의 운영에 도움을 주는 반면 OLAP은 보고서, 분석 및 계획을 위한 목적을 가지고 계층구조에 따라 통합적인 데이터를 볼 수 있으며 이를 통해 비즈니스의 방향을 설정할 수 있다.

다차원 모델을 구성하는 대부분의 차원들은 일반적으로 계층구조를 갖고 그에 따라 분석의 레벨을 정할 수 있다. 이러한 계층적인 구조상에서 항목들 사이에는 'Parent - Child' 관계가 존재한다. Parent는 계층구조에서 어떤 항목의 바로 상위 항목을 나타내며, Child는 바로 하위항목을 나타낸다. 그 예로 [그림 3-65]를 보면 '1사분기' 항목의 Child는 '1월, 2월, 3월'이며 Parent는 '상반기'가 된다. 레벨은 계층구조의 단계에 의해 정해지는데 두 항목이 임의의 가지에 대해 최하위 항목까지의 최대치가 동일한 경우 동일한 레벨에 속한다고 한다. [그림 3-66]에서는 Work Process에 관한 계층구조 및 레벨의 일부분을 보여주고 있으며 각 건물의 공종을 분류하는데 있어 type, group, trade, and item의 네 단계로 나누어 각 레벨을 정의하였다.

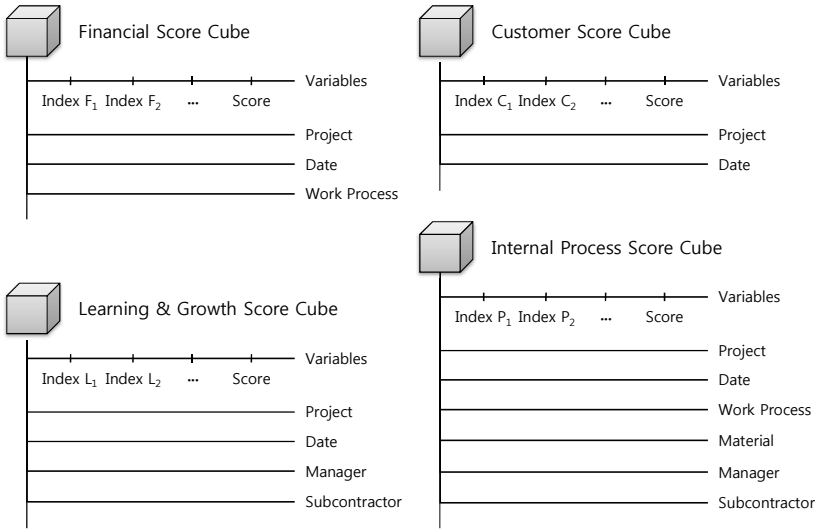


[그림 3-274] 시간의 계층 구조



[그림 3-275] 공정의 계층 구조

다차원 모델은 축과 좌표로 구성되는 cube의 형태로 표현된다. 축은 각 차원으로 구성되고 좌표는 차원의 항목들로 구성된다. 큐브를 논리적으로 표현하는 방식은 크게 하이퍼큐브방식과 멀티큐브방식으로 나눌 수 있다. 하이퍼큐브방식의 접근법은 하나의 모델을 하나의 큐브로 표현하는 것으로 각각의 차원들에 담긴 모든 내용을 조합하여 그 수만큼 셀이 존재하도록 한다. 이러한 방식은 모델의 구축이 용이한 반면 큐브 내에 '의미 없는 셀'이 존재할 수 있다. 이를 보완하는 것으로 멀티큐브방식을 말할 수 있는데 이 방식은 하나의 모델을 여러 개의 큐브로 표현한다. 따라서 측정값에 대해 관련이 있는 차원들끼리만 연결시켜 큐브를 각각 생성하여 의미 없는 셀이 생성되지 않기 때문에 효율적인 큐브 분석이 가능하다. 프로젝트의 성과관리에서는 아래 그림에서 보는 바와 같이 각 관점별로 관련이 있는 차원들만을 연결시켜 큐브를 생성한 멀티큐브방식을 활용하였다.



[그림 3-276] 성과관리 점수의 큐브

OLAP 분석을 하기 위해서 다차원 질의가 이루어지고 이는 사용자가 큐브의 어떠한 부분을 볼 것인지를 정의하는 것을 말한다. 그리고 이러한 질의를 수행하기 위해 여러 방법들이 활용되고 있다.

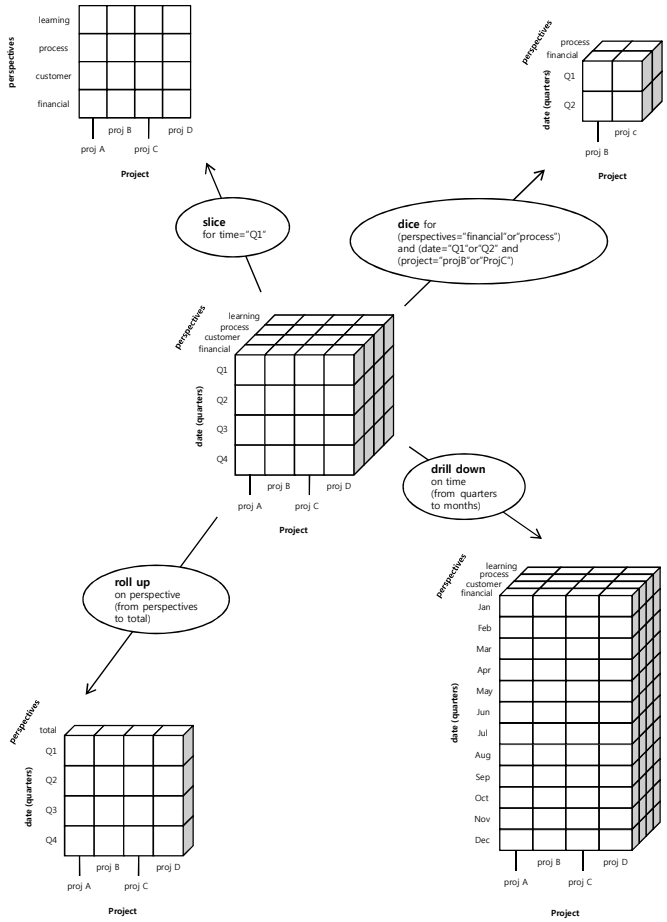
① Slicing & Dicing

슬라이스 연산은 주어진 큐브에서 세 가지 차원 중 한 가지 차원의 항목을 정하고 그 항목을 중심으로 단면을 만든다. 이는 3차원에서 2차원의 형태로 바뀌면서 다양한 형태의 평면상의 보고서를 제공한다. 다이스 연산은 2개 또는 그 이상의 차원에 대하여 필요한 부분을 정의하여 부분 큐브를 결정한다.

② Roll Up & Drill Down

Roll Up과 Drill Down은 서로 반대되는 연산으로, Roll Up의 경우는 차원의 계층구조에서 하위 레벨에 따른 분류에 의해 얻어진 데이터로부터 그 계층을 한 단계 올라가서 집계된 데이터를 보여준다. Drill Down은 차원의 상위항목에서 하위항목으로 이동하여 주어진 데이터를 더 상세하게 볼 수 있다.

아래 그림은 프로젝트 성과의 다각도적인 분석을 위해 Project, Date, Perspective 차원을 포함하며 프로젝트의 성과점수에 대한 데이터 큐브를 위와 같은 방법을 사용하여 그 결과에 대해 보여주고 있다.



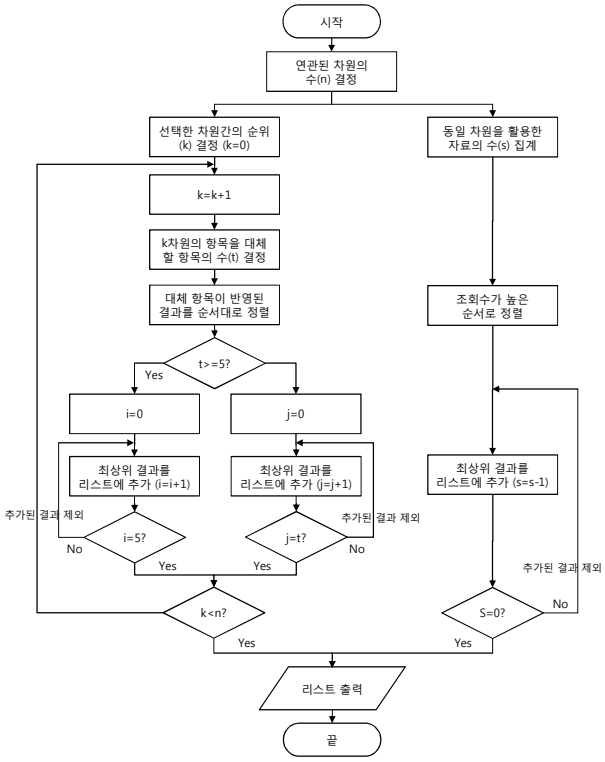
[그림 3-277] OLAP 분석의 연산 방법

③ 유사성검색 알고리즘

유사성 검색 결과는 크게 두 형태를 가진다. 사용자가 정하는 차원의 순위에 따라 차원의 항목만을 변경하여 그 결과를 보여주는 형태와 이전에 검색을 통해 저장된 내용들 중 조회 수가 많은 순서대로 결과의 리스트를 만들어 보여주는 형태가 있다.

유사성 검색 알고리즘은 먼저 사용자가 필요한 차원을 직접 선택하여 검색을 실시하였다는 것을 전제로 검색에 사용된 차원의 수가 결정이 되고 차원을 결정한 순서에 따라 우선순위가 매겨진다. 이러한 우선순위는 차원의 항목을 유사 항목으로 변경하여 얻어낸 결과를 리스트에 추가하는 과정에 활용되고 그에 따라 출력 결과의 순서가 정해진다. 추가적으로 이전 결과들 중에서 사용자가 정한 차원의 조합으로 검색하여 조회 수가 많은 순서대로 또 하나의 유사 검색 리스트를 보여준다. 이는 사용자가 생각하지 못했던 부분을 볼 수 있도록 하며 관련이 있는 데이터

를 확보할 수 있도록 도와준다.



[그림 3-278] 유사성 검색 알고리즘

④ 시스템 시나리오

블로그를 중심으로 한 지식관리 시스템 중 프로젝트 블로그 내에 성과관리를 연동시킨다. 단일로그인 체계를 활용하여 블로그에 로그인 한 유저는 성과관리를 활용하도록 한다. 프로젝트 블로그에서 성과관리 메뉴로 이동하면 성과관리 시스템의 메인화면으로 이동하며 크게 초기화면, 출력화면, 검색화면 및 입력화면으로 구성된다.

초기화면에서는 해당 프로젝트와 이번 달의 성과점수에 대한 내용을 표와 차트를 통해 보여준다.

* 프로젝트명, 측정월에 관한 사항

- 로그인한 사용자가 참여하고 있는 프로젝트가 선택
- 로그인한 날짜에 해당하는 달이 선택

* 프로젝트명, 측정월에 해당사항이 없을 경우

- 사용자가 참여했던 최근 프로젝트의 마지막 달의 내용을 보여주도록 함

세부적으로 각 관점에 따른 트리구조를 제공하며 트리구조의 한 부분을 클릭할 경우, 그에 대한 성과지표와 목표, 실적 그리고 점수를 표의 형태로 제공한다.

검색화면은 검색할 점수를 선택하는 메뉴와 점수와 관련이 있는 차원 선택 메뉴로 구분된다. 검색의 결과는 점수의 형태로 나타나고, 점수는 크게 총점, 재무, 고객, 내부프로세스, 학습및성장으로 분류되며 각 점수는 중복 체크가 가능하다. 점수와 이를 설명해주는 차원과의 관계는 다음과 같다.

총점 – 프로젝트, 시간 차원

재무 – 프로젝트, 시간, 공정 차원

고객 – 프로젝트, 시간 차원

내부프로세스 – 프로젝트, 시간, 공정, 자재, 관리자, 협력업체 차원

학습및성장 – 프로젝트, 시간, 관리자, 협력업체 차원

예를 들어, 내부프로세스 점수와 관련이 있는 6개의 차원을 검색하는데 사용가능하다. 프로젝트 차원을 선택 후 추가 버튼을 클릭하면 프로젝트 차원이 추가되고 차원의 내용을 입력하는 공간이 나타난다. 다음으로 시간 차원을 선택 후 추가 버튼을 클릭하면 프로젝트와 시간 차원이 추가되고 각 차원에 해당하는 내용을 입력할 수 있는 공간이 주어진다. 이러한 방식으로 검색에 대한 차원을 설정할 수 있다. 상세한 검색을 위해서는 각 차원의 내용을 선택하거나 직접 입력한다. 화면은 검색 결과에 따른 내용을 보고서의 형태를 갖추고 표와 그래프로 구성한다. 하단의 유사성검색리스트는 유사성검색 알고리즘에 따라 작성되고 화면에 나타난다.

(라) 시스템 설계 자료

<표 3-0123> 성과관리 시스템 테이블의 종류와 속성

테이블 명	속성	정의	비고
성과점수관리 (Fact Table) Fact_Performance_Score	ProjectID	프로젝트 ID	Foreign Key
	DateID	시간 ID	Foreign Key
	WorkProcessID	공정 ID	Foreign Key
	MaterialID	자재 ID	Foreign Key
	ManagerID	관리자 ID	Foreign Key
	SubcontractID	협력업체 ID	Foreign Key
	FinancialIndexID	재무지표 ID	Foreign Key
	CustomerIndexID	고객지표 ID	Foreign Key
	InternalProcessIndexID	내부프로세스지표 ID	Foreign Key
	LearningGrowthIndexID	학습및성장지표 ID	Foreign Key
	TotalScore	총 점수	

	FinancialScore	재무점수	
	CustomerScore	고객점수	
	InternalProcessScore	내부프로세스점수	
	LearningGrowthScore	학습및성장점수	
성과측정 데이터관리 (Fact Table) Fact_Financial_Index	FinancialIndexID	재무지표 ID	Primary Key
	ProjectID	프로젝트 ID	Foreign Key
	DateID	시간 ID	Foreign Key
	SalesPlan	매출계획	
	SalesResult	매출실적	
	BillColPlan	수금계획	
	BillColResult	수금실적	
	AchieveCostPlan	원가율계획	
	AchieveCostResult	원가율실적	
성과측정 데이터관리 (Fact Table) Fact_Customer_Index	IndexID	지표 ID	Primary Key
	ProjectID	프로젝트 ID	Foreign Key
	DateID	시간 ID	Foreign Key
	NumofOwnerChangeNeed	발주자변경 요구건수	
	NumofOnwerChangeSolve	발주자변경 해결건수	
	NumofCustomerQestion	고객질문건수	
	NumofCustomerAnswer	고객답변건수	
	ConstructionValuation	시공평가	
	SatisfactionDegreeofSite	현장만족도	
성과측정 데이터관리 (Fact Table) Fact_Internal_Process_Index	IndexID	지표 ID	Primary Key
	ProjectID	프로젝트 ID	Foreign Key
	DateID	시간 ID	Foreign Key
	WorkProcessAchieve	공정달성도	
	QualityValuation	품질평가	
	EnvironmentValuation	환경평가	
	RiskTreatRate	리스크대응처리율	
	AccidentRate	재해율	
	MaterialUseRate	자재사용률	
	StockManageCostPlan	재고관리비용계획	
	StockManageCostResult	재고관리비용실적	
성과측정 데이터관리 (Fact Table) Fact_Learning_Growth_Index	IndexID	지표 ID	Primary Key
	ProjectID	프로젝트 ID	Foreign Key
	DateID	시간 ID	Foreign Key
	BSCUseRate	BSC활용률	
	EducationParticipationRate	교육 참여율	
	EducationExecutionRate	교육실시달성률	
	KMUseRate	지식관리 활용률	
	HRRetentionRate	인력 보유율	
성과관련 정보관리 (Dimension Table) Dim_Project	ProjectID	프로젝트 ID	Primary Key
	ProjectName	프로젝트 이름	
	BusinessForm	사업형태	
	BusinessType	사업유형	
	GFA	연면적	
	FSI	용적률	
	StartDate	착공일	
	CompletionDate	준공일	
	Amount	공사금액	

성과관련 정보관리 (Dimension Table) Dim_Date	DateID	시간 ID	Primary Key
	Date	시간	
	FullDateDes	시간 서술정보	
	Month	월	
	Quarter	분기	
	HalfYear	반기	
	Year	년도	
	CumulativeMonth	누적 월	
	CumulativeYear	누적 년도	
성과관련 정보관리 (Dimension Table) Dim_Work_Process	WorkProcessID	공정 ID	Primary Key
	ActivityCode	액티비티 코드	Foreign Key
	WorkProcessDes	공정 서술정보	
성과관련 정보관리 (Dimension Table) Dim_Activity	ActivityCode	액티비티 코드	Primary Key
	BuildingNumDes	건물번호	
	FloorNumDes	층번호	
	CategoryDes	카테고리 서술정보	
	SubcategoryDes	서브카테고리 서술정보	
성과관련 정보관리 (Dimension Table) Dim_Material	MaterialID	자재 ID	Primary Key
	MaterialName	자재 이름	
	MaterialStandard	자재 규격	
	MaterialUnit	자재 단위	
	MaterialVendor	자재 공급처	
성과관련 정보관리 (Dimension Table) Dim_Manager	ManagerID	관리자 ID	Primary Key
	ManagerName	관리자 이름	
	ManagerLevel	관리자 레벨	
	ManagerLevelDes	관리자 레벨 서술정보	
성과관련 정보관리 (Dimension Table) Dim_Subcontract	SubcontractID	협력업체 ID	Primary Key
	SubcontractName	협력업체 이름	
	SubcontractManager	협력업체 관리자	

(3) 기대효과

(가) 사용자 관점

프로젝트의 성과를 점수화하여 프로젝트의 성과 달성을 한 눈에 알아볼 수 있어 프로젝트 구성원들은 다차원 분석을 토해 측정된 성과 데이터를 가지고 여러 분석 결과를 얻어내어 좀 더 합리적이고 타당한 분석을 얻을 수 있다.

또한 프로젝트 성과에 대한 이해를 높이고 이를 분석하고 관리하여 프로젝트의 성과 달성의 효율을 높일 수 있다.

(나) 시스템관점

본 연구에서 제시한 시스템은 프로젝트 내에서 측정된 데이터를 통해 프로젝트의

성과를 관리하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 프로젝트 내에서 얻어진 성과 결과물들은 기업 레벨에서의 성과를 관리하는데 활용할 수 있는 기초데이터의 역할을 하게 될 것이다.

5. 린 정보시스템 중장기 운영전략 수립

가. 현황분석

(1) 건설 IT 투자 현황 분석 및 개선방안

현재까지 대부분의 기업은 정보화를 대세론으로 인정하고 IT 투자를 증대할 수 밖에 없었지만 가시적인 효과가 미비하여 IT에 대한 투자를 줄이거나 IT 투자 평가를 위한 방법론이 주목을 받게 되었다. 건설 산업 정보화는 일반 제조업과는 달리 작업 공정의 자동화를 이룰 수 없으며, 주문생산형의 방식으로 업무 프로세스가 추진되고, 생산광정에 관련 개체(발주처, 설계회사, 감리회사, 외주업체, 자재공급업체 등)가 연관되어 있어 의사소통 및 관리 체계가 다차원적이고 복잡하다는 특징이 존재한다. 따라서 건설산업의 이러한 특징을 반영한 건설정보화 추진 프레임워크는 전략, 비즈니스, 프로세스, 응용시스템/데이터, 그리고 전반적인 기반의 인프라스트럭처로 구분할 수 있다.

(2) 다이내믹-IT BSC 모델

Delone and Mclean(1992)은 1970~1980년대까지 IT 투자 평가지표에 관한 180여 개의 문헌들을 종합하여 “정보시스템 성공모델”을 제안하였다. 이 모델은 주로 서비스품질, 시스템품질, 정보품질, 사용, 사용자의 만족도, 개인 및 기업에 미치는 영향으로 나뉜다. 각 품질과 사용자의 만족도는 고객의 관점에 매치시키고 사용은 프로세스의 관점과 맞물리며 개인 및 고객에 미치는 영향은 이익관전에 속한다. 여기서 이익관점과 인프라관점은 기존의 BSC모델에서 IT에 적용하기 위하여 추가한 부분이다. 다이내믹 BSC의 각각의 관점에서 시스템 모델을 작성하여 보면 현재 건설업의 IT 투자 문제점들을 설명해 주고 이러한 문제점을 설명하기 위해 본 연구에서는 8가지 전략을 제시하였다.

첫째, 웹-서비스 기반 통합 시스템

둘째, 병행 훈련

셋째, 요청 매니저

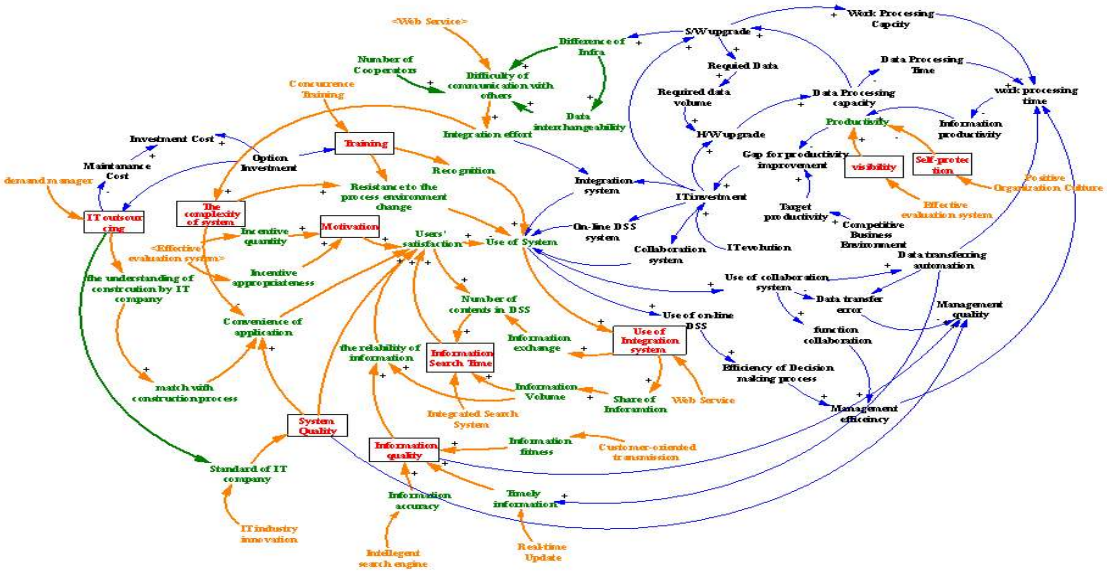
넷째, 효율적인 평가 시스템

다섯째, 통합 검색 시스템

여섯째, 지식응용의 도약

일곱째, 적극적인 기업문화

여덟째, IT 산업의 개혁



[그림 3-279] 시스템 다이내믹 모델을 통한 전략 제시

나. 린 정보시스템 비즈니스 모델

(가) 린 정보시스템의 수익창출방식

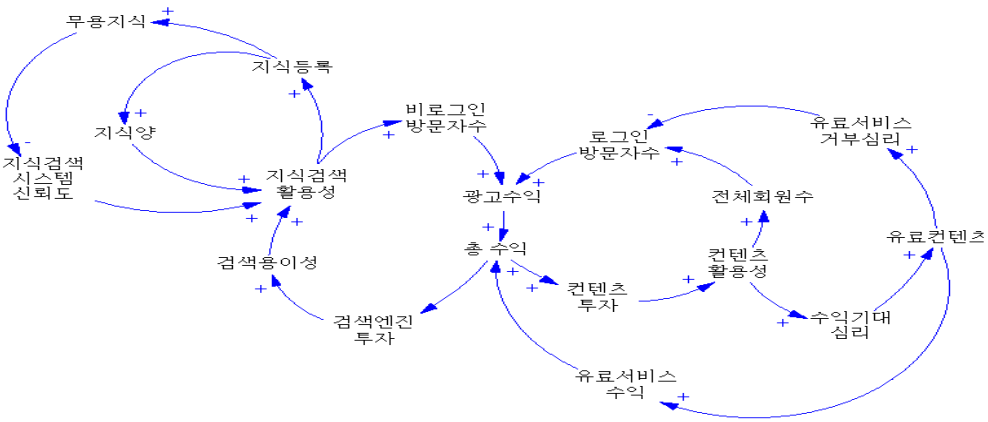
기존에 존재하는 대형 포탈사이트의 수익창출방식을 바탕으로 하여 다음 표와 같이 린 정보시스템의 수익창출방식을 도출하였다.

	창출원	성공요인	부작용
	건설전문지식 검색엔진	→(+)지식접근용이성→ (+)비로그인 방문자수	→(+)초기투자비
	지식평가	→(+)지식신뢰도→(+) 비로그인 방문자수	→(-)지식활용용이성→ (+)지식등록
	업무관리시스템	→(+) 유료서비스사용 →(+) 유료서비스 수익	→(+)유료서비스 거부심리→(-)가입단체→(+)로그인 방문자수
	웹하드 및 이메일	→(+)전체회원수 →(+)로그인 방문자수	→(+)초기투자비
		→(+) 유료서비스사용 →(+) 유료서비스 수익	

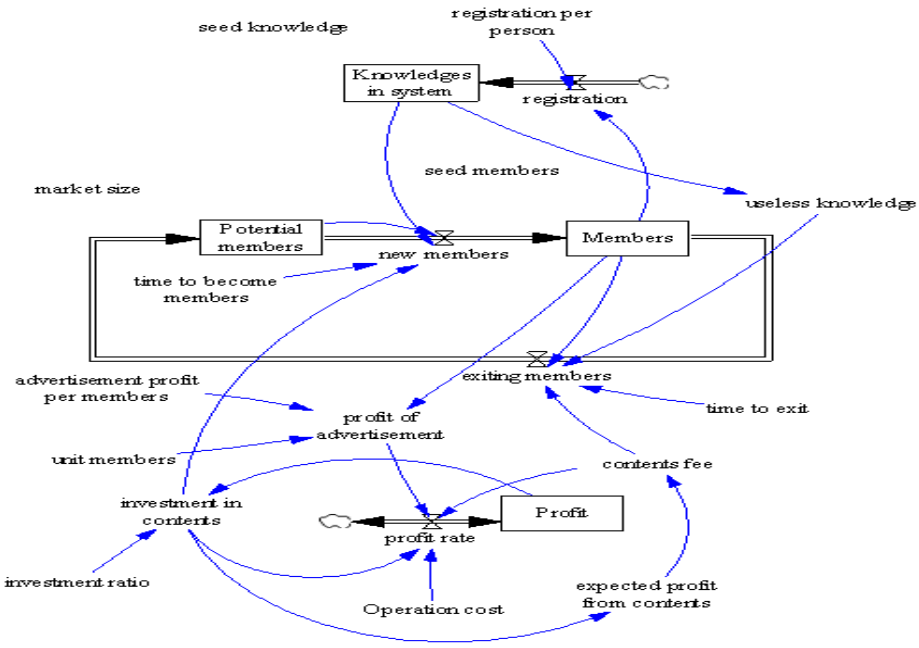
[그림 3-280] 린 정보시스템의 수익창출방식

(나) 시스템 다이내믹스를 활용한 린 정보시스템의 수익창출 방식

린 정보시스템을 활성화시키기 위한 지식과 지식관리시스템, 유료컨텐츠 등 각 항목들을 시스템 다이내믹스를 이용하여 린 정보시스템의 비즈니스 모델을 정성적, 정량적으로 표현한 것은 아래 그림과 같다.

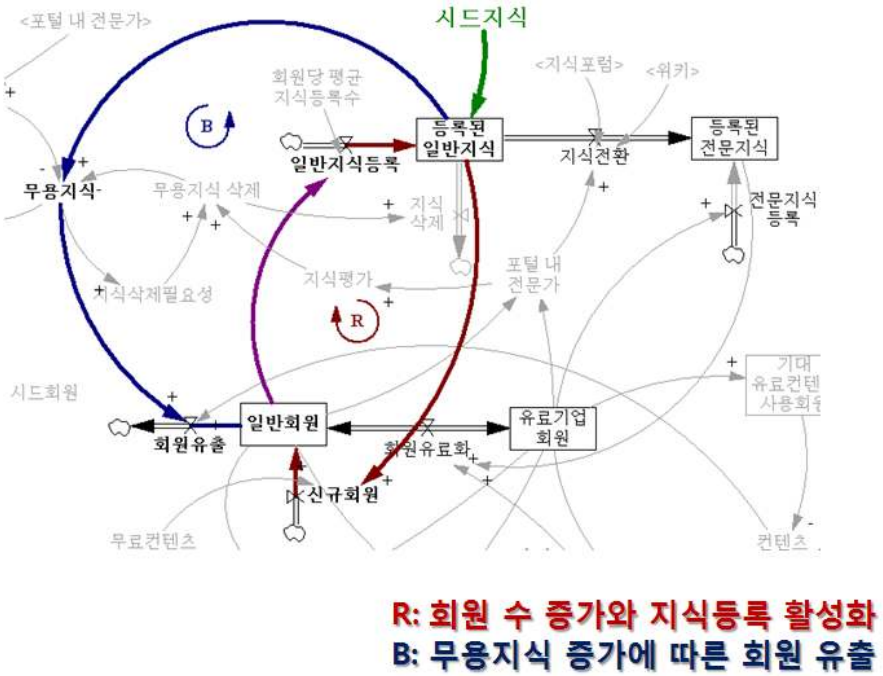


[그림 3-281] 린 정보시스템의 비즈니스 모델 (정성적)

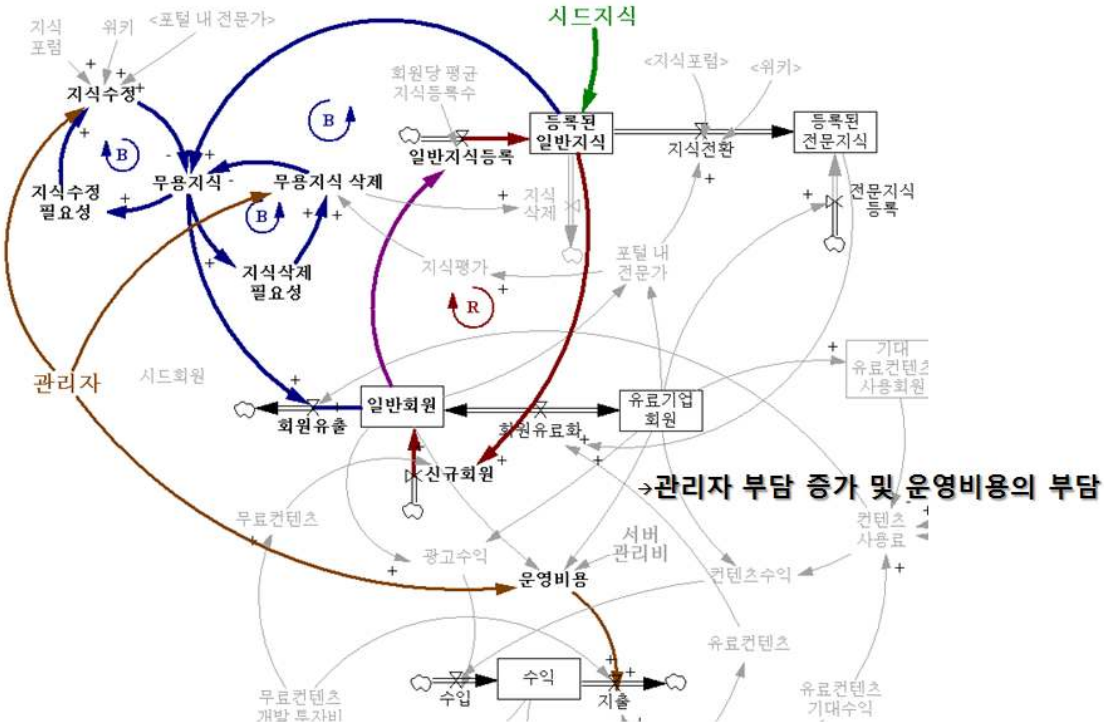


[그림 3-282] 린 정보시스템의 비즈니스 모델 (정량적)

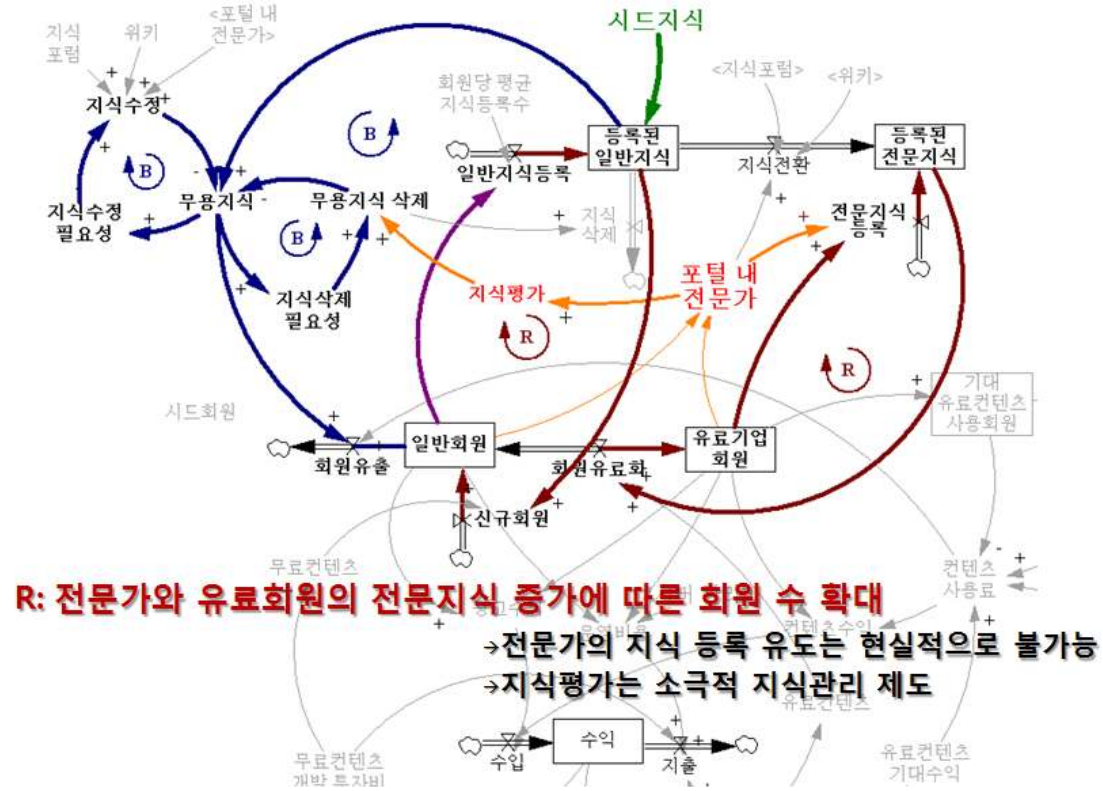
위 개념모델을 바탕으로 실제 회원유치를 위한 지식관리 전략을 모델화 하면 다음과 같다.



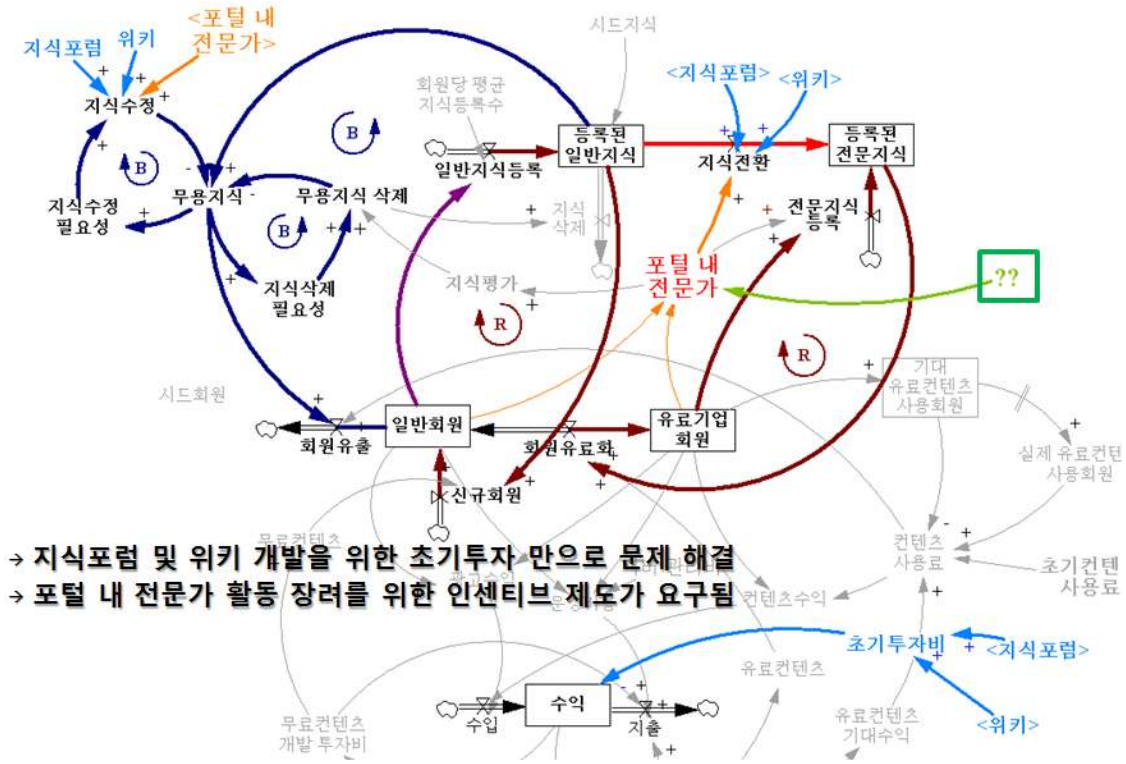
[그림 3-283] 지식등록에 따른 회원의 변화



[그림 3-284] 관리자의 역할 증대 및 운영비용 증가



[그림 3-285] 시스템 자율조절을 위한 전문가 및 지식평가제도



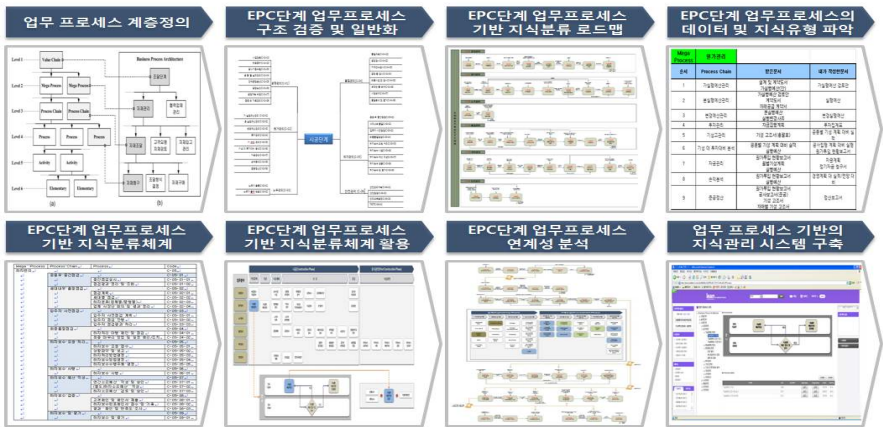
[그림 3-286] 시스템 자율조절 기능 강화 및 전문가 부담 경감을 위한 제도

6. KMS 구축을 위한 BPM 기반의 지식정보분류체계

가. 연구방법 및 연구 흐름

(1) KMS 구축을 위한 업무프로세스 기반 지식분류체계 연구 절차

본 연구는 업무 프로세스 기반 지식분류체계를 구축하는 것을 목표로 EPC 단계의 업무 프로세스 기반 지식분류체계를 제시하기 위하여 다음 그림과 같이 진행하였다. 또한 본 연구의 결과물인 분류체계를 활용하기 위한 방안을 제시하고 포탈 내의 시스템 모듈을 구축하였다.



[그림 3-287] 연구흐름도

업무 프로세스 기반의 지식분류체계 제시를 위해 먼저 업무 프로세스의 계층을 정의하였다. EPC단계의 업무 프로세스 구조를 작성하기 위해 건설기업 및 건축설계업체의 Value chain과 그 이하의 업무 프로세스 구조를 분석하여 정의된 계층에 따라 작성하고 건축설계업체 및 대형건설업체를 대상으로 검증을 통해 일반화 하였다.

또한 engineering단계를 단순히 건축설계에 국한되어 정의하지 않고 설계단계에 참여하는 주체들 즉, 전기, 기계설비, 조경, 구조설계 업체들의 업무 프로세스를 자문을 통해 분석하였다. 이를 바탕으로 건축설계업체의 업무 프로세스를 기획설계, 계획설계, 중간설계, 실시설계의 메가 프로세스별로 분석하였다.

건설기업의 조달단계를 자재소요계획과 자재 조달, 현장 자재관리, 협력업체관리의 메가 프로세스별로 분석을 하였다.

착공 준비부터 준공에 이르는 시공단계의 업무프로세스를 공정관리, 원가관리, 품

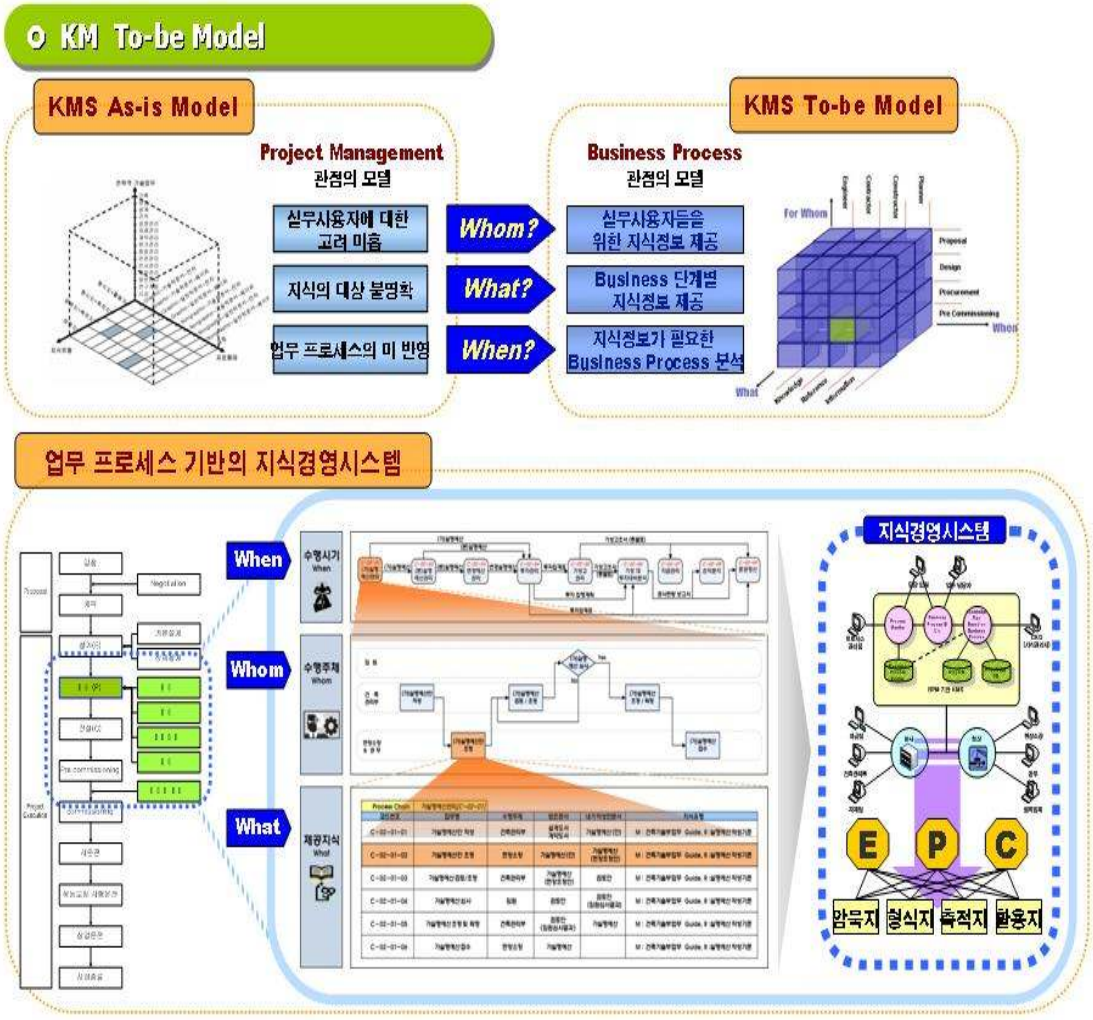
질관리 등의 메가 프로세스 별로 분석하였으며, 지식을 관리하기 위한 관점으로 EPC단계의 업무 프로세스기반 지식분류로드맵을 작성하였다.

지식분류로드맵에 따라 각 프로세스체인 별 입출력데이터와 업무 수행자를 상세 분석하고 필요한 지식의 유형을 파악하였으며, EPC단계의 업무 프로세스기반 지식 분류체계를 작성하였다.

본 연구의 결과물인 분류체계를 효과적으로 활용하기 위하여 실제 업무를 수행할 경우 지식을 공유하고 축적하기 위한 지식관리방안을 제시하고 시스템 모듈을 구축하였다.

(2) EPC단계 BP기반 지식분류체계의 개념

현재 대형건설업체를 중심으로 구축된 지식관리 시스템의 지식분류체계는 프로젝트관점의 기술업무를 중심으로 하고 있어 건설기업마다 차이를 보이며, 실무사용자들의 업무 프로세스 반영이 미흡하고 지식의 대상이 불명확하여 건설업 실무 사용자의 활용도가 감소하고 있다. 또한 업무와 지식관리가 별개로 진행되기 때문에 지식에 대한 수행자와 수행시점이 명확히 고려되어 있지 않으며, 지식을 찾는데 많은 시간적 낭비가 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 건설산업 지식관리 시스템 구축의 실무적 활용도 증대와 건설산업 정보관리의 효용성을 향상시키기 위하여 지식관리 시스템 구축을 위한 BPM 기반의 지식분류체계를 제시하고자 한다.



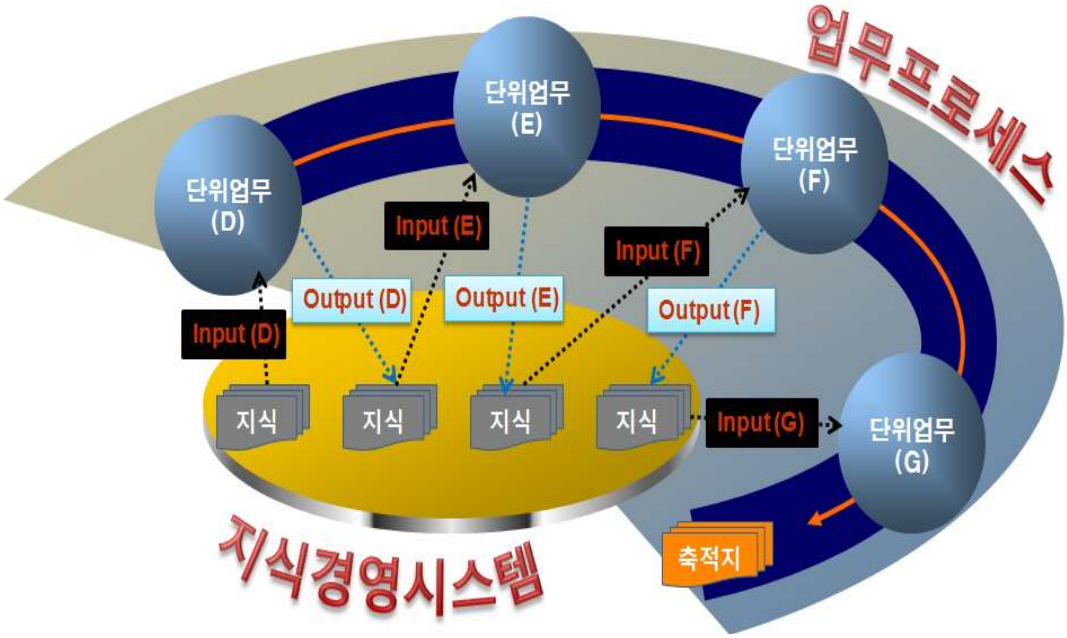
[그림 3-288] BPM 기반 KM의 개념

본 연구에서 제시하는 지식분류체계는 Business Process 관점의 모델로서, 지식이 필요한 시점, 지식의 주체 및 대상, 지식의 유형을 체계적으로 제시하여 EPC업무를 지원하고 지식을 효과적으로 관리하도록 한다.

Business Process관점에서는 실무사용자들을 위한 Business 단계별 지식정보가 제공되고 지식이 필요한 Business Process를 분석하여 업무의 시점과 사용자가 고려되어 업무 프로세스 기반의 KMS를 구축하여 기존의 KMS와 업무가 분리되었던 단점을 보완하여 프로세스 기반의 지식경영을 이루고자 한다.

Business Process기반의 KMS는 다음 그림과 같이 단위업무가 진행될 때 KMS에 미리 정의되어 있는 업무수행 지식을 정의된 프로세스 단계의 업무수행자에게 제공하고 업무 수행중 생성된 자료는 다시 KMS에 저장되어, 자동으로 자료의 축

적과 생성이 가능해진다. 이를 통해 업무와 지식활동이 동시에 이루어지도록 한다.



[그림 3-289] 업무프로세스 기반의 지식 경영

지식의 대상을 형식지로 만들어 저장하고 열람하는 2세대 지식경영 수준이며, 해외 선진 기업들이 시도하고 있는 업무 프로세스 기반의 3세대 지식경영에는 아직 미치지 못하고 있다. 특히 본 연구단에서 대상으로 하고 있는 중소건설업체의 경우 지식경영에 대한 시도조차 이루어지지 않은 경우가 많으나 업무 프로세스 기반의 지식분류체계를 제시하고 시스템을 구축하여 제공하는 것을 통해 중소건설업체가 지식을 효율적으로 관리하는 방향을 제시하였다.

(3) 업무 프로세스 계층 정의

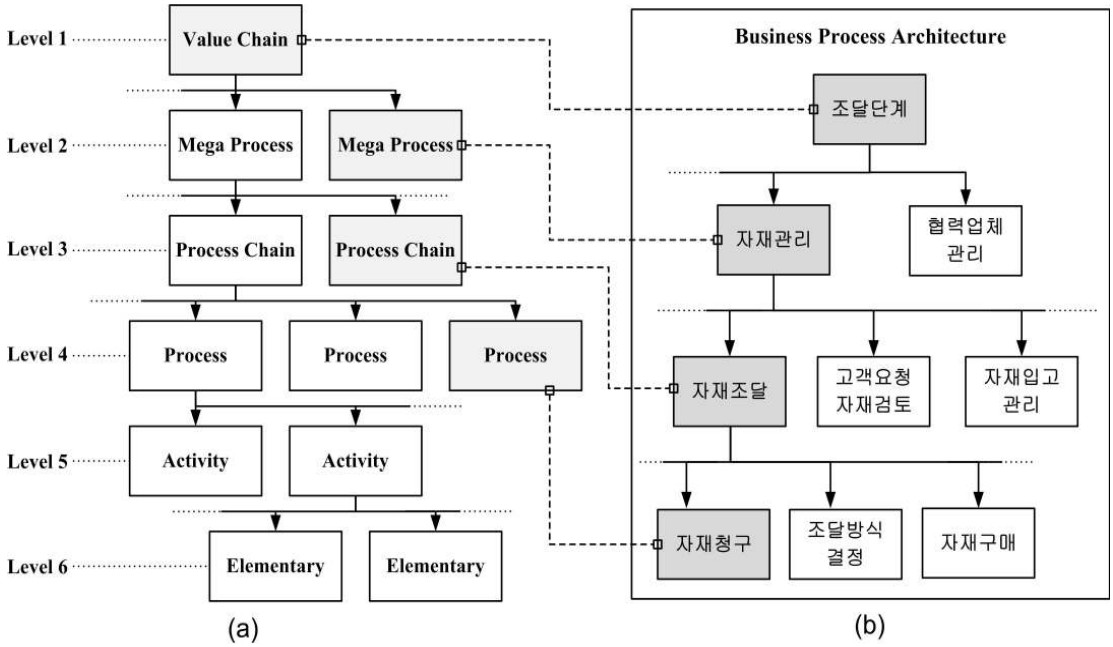
Marcheal은 제조업을 중심으로 가치사슬을 제시하였으며 지원활동과 주 활동으로 구분하여 제시하였다. 또한 업무 결과에 대한 피드백이 전략과 실행을 조정하는데 있어서 매우 중요하며 이것은 전략-실행-피드백 형태의 연속적인 연결을 뜻하며 실시간으로 흘러야 한다고 하였다.

가치사슬은 건축사업 분야의 특성과 공사관리 업무의 비중을 고려하여 건설기업의 가치사슬은 지원업무, 사업운영 업무, 공사 수행 업무 총 3분야로 구성되어있다.

지원업무는 건설기업의 근간이 되는 업무로서 경영관리, 재경관리, 인사관리, 일

반지원관리, 연구지원 관리, 외주관리로 구성된다. 사업운영업무는 공사수행 업무를 지원하기 위한 업무로서 건설기업의 수익창출을 하는 업무이다. 이는 사업기획 및 관리, 수주영업관리, 설계 및 조달 관리, 운영관리 업무로 구성된다. 공사수행관리 업무는 현장별 공사 지원을 위한 업무로서 공정관리, 원가관리, 견적관리, 자재관리, 노무관리, 협력관리, 품질관리, 하자관리 업무로 구성된다.

가치사슬에 따라 건설기업의 업무 프로세스를 분류하였으며, 이병옥(2004)이 제시한 프로세스 계층 분류를 기준으로 건설기업의 가치사슬은 메가 프로세스, 프로세스 체인, 프로세스, 액티비티, 엘러먼트로 세분화 되어 업무 프로세스의 계층을 제시하였다. 본 연구에서는 건설기업의 업무 프로세스의 계층을 총 6단계로 분류하였으며 건설기업 업무 프로세스 계층도는 다음 그림과 같다.



[그림 3-290] 건설기업 업무 프로세스 계층도

· 가치사슬 단계(Value Chain Level) : 대상 조직내에서 생산되는 제품 또는 서비스의 라이프 사이클 전 과정을 포함하는 일련의 최상위 프로세스로서, 설계, 조달, 시공 단계를 가치사슬 단계로 정의한다.

· 메가 프로세스 단계(Mega Process Level) : 가치사슬의 구성요소로서 특정 비즈니스 업무영역에 해당한다. 마케팅, R&D, 구매, 자재관리 등의 영역이 해당되며, 조달 단계는 자재소요 계획, 자재 조달, 현장 자재관리, 협력업체관리 업무로

정의하였다.

· 프로세스 체인 단계(Process Chain Level) : 비즈니스 업무를 수행하는 주요 기능을 지칭하는 것이다. 예를 들어 마케팅의 경우 시장조사, 판매계획 수립, 마케팅 기획 등의 업무가 해당되며, 조달단계의 협력업체 관리는 협력업체 등록, 협력업체 선정, 협력업체 기성관리, 하도급 변경계약, 부도업체 처리, 협력업체 평가 및 우수업체 관리로 정의된다.

· 프로세스 단계(Process Level) : 구체적인 비즈니스 목표를 달성하기 위한 일련의 활동을 말하는 것으로 구체적인 업무처리 단계에 해당되며, 구체적인 수행주체 및 지식의 대상이 발생하는 단계이다.

· 엑티비티 단계(Activity Level) : 프로세스의 가장 작은 유형으로 5~9개 사이의 엘레멘터리로 구성된다.

Business Process는 각 회사마다 매우 상이하고, 각 회사의 Business Process의 하위 단계로 내려갈수록 더욱 많이 달라지기 때문에 오히려 사용성이 떨어짐을 감안하여 본 연구는 프로세스 체인단계를 기준으로 업무 프로세스 계층도(Business Process Architecture)를 작성하고 프로세스 단계까지 정의 하고자 한다.

나. 연구내용 및 실적

(1) Engineering 단계의 KMS 구축을 위한 Business Process 지식분류체계 구축

(가) engineering단계의 Business Process 상세분석

기획설계, 계획설계, 중간설계, 실시설계의 메가 프로세스 및 각 하위 프로세스 체인을 참고문헌 분석을 통하여 프로세스, 수행주체, In put/Out put을 분석을 하였으며 업무 프로세스의 계층은 이병옥(2004)가 제시한 업무 프로세스의 구분단계 6단계를 기준으로 분석을 수행하였다..

1) Engineering단계 업무 프로세스의 특징

건설 프로젝트에서 Engineering단계의 업무는 건축설계를 중심으로 구조, 기계/설비, 토목 등의 협력설계자의 협업을 통해서 이루어진다. 따라서 Engineering단계의 업무 프로세스의 분석은 이러한 특성을 반영하여 이루어져야 한다. 이를 위해 Engineering단계의 중심을 이루는 건축설계를 중심으로 업무 프로세스의 특징을 기존연구 문헌 및 참고 자료를 통해서 우선 분석하여, 분석된 특징을 반영한 Engineering단계의 업무 프로세스를 도출하였다. 건축설계 프로세스의 특징에 관한

기존 연구 문헌 고찰 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-124> 건축설계업무 프로세스 특징에 관한 기존 연구 고찰

저자	제목	내용	건축설계 업무 프로세스 특징
배정익 외 2인	설계관리 모델 개발을 위한 설계업무 프로세스 개선 방향 제시	·건축설계는 선형적인 의사결정의 과정	선형성
전재열 외 1인	건축설계 단계별 협력설계 의사결정 지원 프로세스 구축 방안	·건설 프로젝트의 복잡, 다양화 추세에 따라 설계 진행 과정에 다양한 주체들의 참여가 요구됨 ·구조, 기계설비 등의 다양한 분야에서의 기술적 지원이 필요	협업성
정윤 외 1인	설계단계별 정보관리를 위한 시스템 개발에 관한 연구	·건축계획은 가설보다는 경험사실에 기초함 ·설계자는 건축주의 요구와 건축물 기능 및 제반 제약조건 고려 ·창의적인 업무 성격	경험(지식)의 중요성
신재원 외 2인	설계 협업 과정에서의 효과적인 설계관리를 위한 정보 중심의 설계업무 프로세스 모델링 기법 제안	·대형 설계사무소는 도면 작성 지침이나 표준 공정표를 보유하고 있으나 실제 적용률은 10%정도에 지나지 않음 ·각 프로젝트 팀장의 재량에 따라 업무 진행이 관리됨	비정형성

건축설계업무를 중심으로 한 Engineering단계 업무 프로세스의 특징을 종합해 보면 일련의 흐름 속에서 의사결정이 이루어지는 선형성, 건축, 구조, 토목 등 다양한 참여주체가 참여하여 상호 간의 정보 교환을 통해 대부분의 업무가 진행되는 협업성, 과거 수행했던 프로젝트에서 얻은 경험(지식)이 업무의 성공적인 수행에 중요한 역할을 하게되는 경험(지식)의 중요성, 마지막으로 표준화된 업무 프로세스를 정리하기 힘들고 프로젝트의 진행에 따라 변화가 많은 비정형성의 특징을 가진다.

도출된 건축설계업무를 중심으로 한 Engineering단계 업무 프로세스의 특징을 바탕으로 Engineering 업무 프로세스 지원을 위한 지식분류체계의 성격을 도출해 보면 다음과 같다.

· 업무 수행자가 업무수행과정에서 참고할 수 있는 필요 지식을 적절한 시기에 제공받을 수 있도록 Engineering단계 업무 프로세스를 기반으로 작성

· 선형적으로 진행되는 업무의 흐름을 고려한 선후행 프로세스의 In/Output 정

보 분석

· 다양한 참여 주체들 간의 협업을 지원을 위한 참여 주체 간의 협업 지식 분석

· 선형적 업무 진행과 협업지원, 또한 프로젝트에 따라 생기는 차이를 지원하기 위한 수행 주체, 수행 시점이 반영된 지식분류체계 구성

2) Engineering단계 지식분류체계 작성을 위한 업무 프로세스 분석 기준

Engineering단계의 지식분류체계가 담길 틀이 되는 Engineering단계 업무 프로세스 분석에 앞서 Engineering단계 지식분류체계가 가져야 하는 특성을 반영한 업무 프로세스 분석을 위한 분석 기준이 필요하다.

기존 연구 고찰을 통해 Engineering단계 업무 프로세스 분석 기준에 관해 다음 표와 같이 분석하였다. 분석의 결과 기존 연구에서는 정보흐름, 업무대가(결과물), 프로젝트 수행자 레벨, 협업정보를 분석기준으로 Engineering단계의 업무 프로세스를 분석하고 있었다.

<표 3-125> Engineering단계 업무 프로세스 분석 기준에 관한 기존 연구 고찰

출처	분류기준	업무분류	한계점
정보 중심의 설계관리 시스템 프로토타입 개발 (신재원 외 2인, 2008)	정보 흐름	· 업무 프로세스의 수행 과정에서 발생하는 In/Output 정보를 중심으로 업무 프로세스를 분석	· 협업 시점의 연계성 표현 부족 · In/Output 위주의 분석으로 업무지원을 위한 지식분석 부재
설계 업무 프로세 모델링 연구용역 보고서 (한국건축가협회, 2007)	업무대가 (결과물)	· 설계업무 참여자간 업무계약의 대가로 납품하는 결과품(설계도서)을 중심으로 업무 프로세스를 분석	· 성과물 위주의 관리로 인해 In/Output 정보의 흐름 표현이 어려움 · 업무수행자가 업무파악이 어려움 · 업무지원을 위한 지식분석 부재
건축설계사무소에 있어서 설계과정에서의 정보소통 특성에 관한 조사연구 (홍성민 외 1인, 2002)	프로젝트 수행자 레벨	· 건축설계사무소의 프로젝트 수행주체의 레벨을 3단계로 구분하여 분석	· 건축설계사무소 위주의분석으로 협업지원 부족 · 선후행 업무의 입출력 정보 분석 미흡 · 수행주체를 위한 지식분석 부재
설계사무소와 엔지니어링업체간 지속적 정보교환관리 시스템 구축을 위한 기초연구 (전준기 외 2인, 2007)	협업정보	· Engineering단계에서 각 참여 주체간에 오고가는 결과물과 업무 내용을 중심으로 업무 프로세스 분석	· 협업 데이터의 교환 시점 분석 부족 · 결과물 위주의 분석으로 인한 지식 분석 부재

기존 분석의 기준에서는 앞서 도출된 Engineering단계 업무 프로세스의 특성과 지식분류체계가 가져야 하는 특성을 종합적으로 반영하지 못하고 부분적으로 지원하는 한계점을 가지고 있는 것으로 분석되었다.

Engineering단계 업무 프로세스 및 지식분류체계의 특성을 종합적으로 반영하고 기존 업무 프로세스 분석기준의 한계점을 보완한 본 연구에서의 Engineering단계의 업무 프로세스 분석 기준은 다음과 같다.

· 업무 프로세스 수행 과정에서 발생하는 선·후행 업무 프로세스의 Input/Output 정보 분석

· 업무수행 중에 필요한 시기에 필요한 사람에게 적절한 지식을 제공하기 위해서 각 업무 프로세스의 업무 수행주체 분석

· 다양한 수행 주체간의 협업지원을 위한 주요 수행 주체간의 협업 시점 분석

· 업무 프로세스 수행의 결과로 발생하는 단순 In/Output 정보 이외에 업무 수행자의 효율적인 업무 수행을 지원하기 위한 업무수행 지원 지식의 분석

3) 건설기업의 Engineering 단계 업무 프로세스 계층도(BPA)

건설기업의 업무 프로세스 구조를 작성하고 일반화하기 위하여 건설기업의 프로세스 맵을 분석하고 공통적인 업무 분류를 분석하였다. 업무 프로세스 계층도에 따라서 각 레벨에 따른 건설기업의 업무분류구조를 작성하였다. 메가 프로세스까지 구축한 형태로, 프로세스 체인 단계까지 분석이 이루어졌다.각 건설기업의 특성에 따라 업무분류가 다르게 수행됨을 고려하여, 다음 표와 같이 설문을 통하여 5개 Engineering 업체의 검증 및 자문을 통하여 일반화 가능성을 검증 하였다.

<표 3-126> 설문조사 개요

구 분	설 문 조 사 개 요
목 적	- Engineering업체의 지식경영 현황 파악 - Engineering단계에서의 BPM기반의 KMS 도입시 기대 효과
기 간	2009. 1. - 2009. 3
조사대상	국내 Engineering업체 업무 담당자
조사방식	1차 : 전화를 통한 설문소개 및 설문 가능여부 확인. 2차 : 방문을 통한 설문관련 개념 소개 및 설문 작성 요령 설명 · 설문지 배부. 3차 : 방문 및 우편을 통한 회수. 4차 : 전문가로부터 자문.
설문회수	- 총 배포 부수 : 60부 - 건설기업 배포 세부사항 : 5개 회사, 12부 - 설문 응답 부수 : 21부 회수 - 회수율 : 33%

일반화를 위한 검증 결과는 대부분이 명칭 수정 · 삭제하여 업무 프로세스 계층도(BPA)를 보완하였다. 각각의 단계에는 수행 시점이 고려되기 위하여 각각의 프로세스에는 코드를 부여하였다.

모든 프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여 가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.

검증된 업무 프로세스 계층도(BPA)를 바탕으로 각각의 프로세스 체인 단계를 정의하였다. 설계단계의 메가프로세스를 총 4개의 메가프로세스로 정의하였다.다음 그림은 건설회사의 업무 프로세스와 참고자료를 통하여 분석된 프로세스 체인 레

벨과 코드를 나타낸 것으로 메가프로세스를 정의한 계층도이다.

설계단계의 프로세스 체인은 기획설계 5개, 계획설계에 4개, 기본설계에 5개, 실시설계에 6개로 정의 되었고, 전체20개로 이루어져 있다. 모든 프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여 가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.



[그림 3-291] Engineering단계의 프로세스 체인

코드는 [X-00-00-00-00]의 형태로 프로세스의 단계와 프로세스의 순서에 따라 숫자로 부여하였다. X는 EPC의 가치사슬 단계를 나타내며, 각각의 2자리의 코드는 하위 레벨의 프로세스 단계를 의미한다. 따라서 설계단계의 실시설계의 세 번째 프로세스 체인 단계인 실시설계 구조도서 작성의 코드는 [E-04-03]이 된다. 이는 설계단계의 메가프로세스 중 두 번째인 실시설계 단계[E-02]의 하위 프로세스 체인 레벨의 3번째 프로세스라는 것을 의미한다.

(나) Engineering단계 지식정보 분석

1) 기획설계 업무 프로세스 지식정보 분석

Engineering단계의 기획설계 업무는 5개의 프로세스 체인과 14개의 프로세스로 분석하였고 해당 프로세스별 수행자 및 In/Output 정보를 분석하였다.

<표 3-127> 기획설계 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	기획 설계				
Process Chain	설계의뢰 접수				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	사업개요서 작성	건축주	사업팀	설계의뢰공문 설계의뢰서	사업개요서 건축주요구사항개요
2	프로젝트 착수	설계팀	설계팀	사업개요서	프로젝트 실행계획서
Process Chain	조사·분석				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	규모검토	기획팀	지원부문	사업개요서 건축주요구사항개요	규모검토서 건축주제공자료검토서
2	기획설계안작성	기획팀	지원부문	사업개요서 프로젝트실행계획서 규모검토서	사례검토서 법규검토서 스페이스프로그램 ConceptDesign 대안Study자료
3	개략견적	견적사	외주	규모검토서 스페이스프로그램 ConceptDesign 대안Study자료	계략견적서
Process Chain	건축주 협의				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	예산검토	기획팀	지원부문	규모검토서 사례검토서 스페이스프로그램 ConceptDesign 대안Study자료	사업성검토서 유사건물평당단가비교표 대안별평당단가분석표
2	최종규모검토	기획팀	지원부문	규모검토서 사업성검토서	사업계획서 최종규모검토서
Process Chain	계약				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	계약서 작성	계약팀	지원부문	사업계획서 최종규모검토서	설계비견적서 계약서
Process Chain	프로젝트 계획				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	건축주 요구사항 검토	기획팀	지원부문	건축주 요구자료 체크리스트	계획자료검토서
2	설계공정표 작성	공정팀	지원부문	프로젝트실행계획서 계약서 계획자료검토서	공정계획서
3	설계품질계획서 작성	품질보증팀	지원부문	계획자료검토서 계약서	설개품질계획서
4	설계조직 구성	팀장	프로젝트팀	프로젝츠실행계획서 계약서 공정계획서	설계조직표
5	실행예산서 작성	기획팀	지원부문	설계비견적서 계약서 계획자료검토서 설계품질계획서 설계조직표	설계실행예산계획서
6	납품목록표 작성	기획팀	지원부문	설계비견적서 계약서 계획자료검토서	납품목록표

2) 계획설계 업무 프로세스 지식정보 분석

설계단계의 계획설계 단계의 업무는 4개의 프로세스 체인단계와 14개의 프로세스로 분석하였으며 각 프로세스별 수행자 및 In/Output 정보를 분석하였다.

<표 3-128> 계획설계 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	계획설계				
Process Chain	Programming				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	Object Analysis	팀원	프로젝트팀	프로젝트 실행계획서	사례 검토서
2	Site Analysis	팀원, 외주	프로젝트팀, 외주	사례검토서 대지관련자료 설계실행예산계획서 설계조직표	현황측량검토서 대지내/외공급시설조사검토서 대지환경조사검토서 환경영향평가검토서 위치도 경계명시측량도 법규검토서 축,조망분석도 교통및주차체계검토서 지질조사보고서
3	Requirement Analysis	팀원	프로젝트팀	사례검토서 대지조사분석보고서 건축주요구사항개요	건축주 요구사항
4	Programming	팀원	프로젝트팀	사업성검토서 대지조사분석보고서 현황측량검토서 대지내/외공급시설조사검토서 대지환경조사검토서 환경영향평가검토서 위치도 경계명시측량도 법규검토서 축,조망분석도 교통및주차체계검토서 지질조사보고서	토지이용계획서 배치대안비교분석표 사례조사서 계획자료조사서 동선기능도 SpaceProgram계획서 층별Zonning계획서 대안별평당단가분석표 유사건물평당공사비 비교표
Process Chain	Planning				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	Access	팀원	프로젝트팀	토지이용계획서 배치대안비교분석표 사례조사서 계획자료조사서 동선기능도 SpaceProgram계획서 층별Zonning계획서	코아계획 보차동선도
2	Land Use	팀원	프로젝트팀	토지이용계획서 배치대안비교분석표 사례조사서 계획자료조사서 동선기능도 SpaceProgram계획서 층별Zonning계획서 보차동선도	기능분석도 조경주차계획도
3	Allocation	팀원	프로젝트팀	토지이용계획서 배치대안비교분석표 사례조사서 계획자료조사서 동선기능도 SpaceProgram계획서 층별Zonning계획서 보차동선도 기능분석도 조경주차계획도	모듈계획서
4	Frame Work	팀원	프로젝트팀	토지이용계획서 배치대안비교분석표 사례조사서 계획자료조사서 동선기능도 SpaceProgram계획서 층별Zonning계획서 보차동선도 기능분석도 조경주차계획도 모듈계획서	평입단면종합계획 계획모델 개략마스터플랜
Process Chain	Drawing				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	설계 개요 작성	팀원	프로젝트팀	개략 마스터플랜	설계 개요서
2	배치 개념 작성	팀원	프로젝트팀	평입단면종합계획 코아계획	배치계획도

				기능분석도 조경주차계획도 모듈계획서	
3	평·입·단면 종합계획	팀원, 외주	프로젝트팀, 외주	평입단면종합계획 코아계획 기능분석도 조경주차계획도 모듈계획서 배치계획도	계획설계평입단면 기계,전기,구조계획반영대안
4	투시도, 모델 제작	팀원, 외주	프로젝트팀, 외주	계획설계 평입단면	계획설계투시도 계획설계모델

Process Chain	건축주 협의				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	Presentation	팀장	프로젝트팀	계획설계평입단면 기계,전기,구조계획반영대안 계획설계투시도 계획설계모델 시스템계획서	계획설계보고서 계획설계설명서 자재시스템목록표 예상공사비산정표 심의관련서류 주요자재검토서
2	건축주 승인	건축주	본사	계획설계평입단면 기계,전기,구조계획반영대안 계획설계투시도 계획설계모델 자재시스템목록표 예상공사비산정표 심의관련서류 주요자재검토서	계획설계 승인공문

3) 중간설계 업무 프로세스 지식정보 분석

설계단계의 중간설계단계는 앞서 상세 분석된 중간설계단계에서의 건축설계업체와 협력업체와의 협업까지 고려한 업무 프로세스 구조(Business Process Architecture)를 설문을 통해 전문가 자문을 통하여 업무 프로세스별 In/Output정보 및 지식유형을 분석하였다. 중간설계단계의 업무는 5개의 프로세스 체인, 18개의 프로세스 단계로 분류하였으며 각 프로세스 별 수행주체 및 지식의 유형을 분석하였다. 자문을 통한 지식의 유형은 사내에서 제공 되어지는 매뉴얼 및 정기 간행물, 건축관련 법규 및 지침서로 분석되었다.

<표 3-129> 중간설계 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	중간설계				
Process Chain	Design				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	계획안의 법적 검토			계획설계평입단면 기계,전기,구조계획반영대안 자재시스템목록표 예상공사비산정표 주요자재검토서	세부법규검토서(계획)
2	계획안의 기술적 검토			계획설계평입단면 기계,전기,구조계획반영대안 자재시스템목록표 예상공사비산정표 주요자재검토서	시스템 계획서
3	건축계획, 배치, 공간구성 검토			계획설계평입단면 기계,전기,구조계획반영대안 계획설계모델 시스템계획서	기본설계초안 프로그램검토서
4	내외 디자인 입안			기본설계초안 프로그램검토서	건물각부기본안도면 주요재료마감표
5	예산검토			기본설계초안 건물각부기본안도면 주요재료마감표	개략공사비 검토서

Process Chain	Design Development				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	배치			세부법규검토서(계획) 시스템계획서 기본설계초안 주요재료마감표 장비검토서	배치도 검토안
2	평면			세부법규검토서(계획) 시스템계획서 기본설계초안 주요재료마감표 장비검토서	평면도 검토안
3	입면			세부법규검토서(계획) 시스템계획서 기본설계초안 주요재료마감표 장비검토서	입면도 검토안
4	단면			세부법규검토서(계획) 시스템계획서 기본설계초안 주요재료마감표 장비검토서	단면도 검토안
5	Engineering 협의			세부법규검토서(계획) 시스템계획서 기본설계초안 주요재료마감표 장비검토서	추정부하산정서 구조계산서 시스템분석결과서 개략계산서 설비도검토안

Process Chain	Drawing				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	기본설계 건축도면 작성	팀원,외주	프로젝트팀 ,외주	배치도검토안 평면도검토안 입면도검토안 단면도검토안 주요재료마감표	건축공통도면 기본설계개요 마감 기본평입단면도 수직수평동선관련상세도 부분상세도 창호도 내부전개도 기본설계기타도면
2	기본설계 구조도면 작성	구조담당	지원부문	건축공통도면 기본설계개요 마감 기본평입단면도 수직수평동선관련상세도 부분상세도 창호도 내부전개도 기본설계기타도면	기본구조공통도면 위치도 구조평면도 RC일람표 RC구조상세도 철골일람표 철골구조상세도 기본구조기타도면
3	기본설계 Engineering 도면 작성	기계,전기 ,설비담당	지원부문	건축공통도면 기본설계개요 마감 기본평입단면도 수직수평동선관련상세도 부분상세도 창호도 내부전개도 기본설계기타도면	Engineering 기본설계도면

Process Chain	문서작성				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	개략공사비 산출	견적담당	프로젝트팀 ,외주	건축공통도면 기본설계개요 마감 기본평입단면도 수직수평동선관련상세도 부분상세도 창호도 내부전개도 기본설계기타도면 기본구조공통도면 위치도 구조평면도 RC일람표 RC구조상세도 철골일람표 철골구조상세도 기본구조기타도면 Engineering기본설계도면 예상공사비산정표	임시내역서 평당단가비교표 부문별예상공사비산정표 예상공사비산정표 개략공사비산출서

2	개략시방서 작성	시방서담당	프로젝트팀,외주	건축공통도면 기본설계개요 마감 기본평입단면도 수직수평동선관련상세도 부분상세도 창호도 내부전개도 기본설계기타도면 기본구조공통도면 위치도 구조평면도 RC일람표 RC구조상세도 철골일람표 철골구조상세도 기본구조기타도면 Engineering기본설계도면 예상공사비산정표 개략공사비산출서 임시내역서	개략시방서 기본설계설명서 주요자재및장비계획서
Process Chain	건축주 협의				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	법규검토	법무담당	지원부문		법규분석서
2	Presentation	팀장	프로젝트팀	투시도 개략시방서 기본설계설명서 주요자재및장비계획서	건축주 설명자료
3	승인	건축주	본사	건축주 설명자료	기본설계 승인서

4) 실시설계 업무 프로세스 지식정보 분석

설계단계의 실시설계의 업무는 6개의 프로세스 체인과 28개의 프로세스 레벨로 분류하였다. 프로세스 별 수행주체, In/Output 정보에 대한 분석을 수행하였다.

<표 3-130> 실시설계 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	실시설계				
Process Chain	중간설계도서 협의				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	중간설계도서 보완	팀원	프로젝트팀	기본설계도면 건축주협의사항(기본) 인허가결과	실시설계초안
2	Engineering 협의	팀장	프로젝트팀	실시설계초안 구조검토서	설계개요서(실시) 설계검토서
Process Chain	실시설계 건축도서 작성				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	건축공통도면 작성	팀원,외주	프로젝트팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	표지 도면목록 투시도또는조감도 일반사항 건축공통기타 표지 도면목록 투시도또는조감도 일반사항 건축공통기타
2	개요 및 배치계획도면 작성	팀원,외주	프로젝트팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	설계개요 안내도/지적도 구적도/구적표 배치도,대지종횡단면도 주차계획도 면적산출표 각종계획도 개요기타
3	마감표 및 마감상세도 작성	팀원,외주	프로젝트팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	실내재료마감표 표준마감상세도 마감기타
4	기본평입단면도 작성	팀원,외주	프로젝트팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	평면도 입면도 주단면도

					기본평입단면기타
5	코아, 계단 등 각종상세도 작성	팀원,외주	프로젝트 팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	코아상세도 계단상세도 승강기.샤프트상세도 주차경사로상세도 주차리프트상세도 코아.계단기타
6	평입단면 부분상세도 작성	팀원,외주	프로젝트 팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	평면상세도 입단면상세도 출입구상세도 내부벽체일람표 부분상세기타
7	창호 평면도 및 일람표 작성	팀원,외주	프로젝트 팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	창호평면도 창호일람표 창호상세도 창호입면도 창호잡철물목록 창호기타
8	천장도 및 전개도 작성	팀원,외주	프로젝트 팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	천장도(평면및상세도) 로비관련도면 주요실전개도 승강기홀전개도 화장실전개도 칸막이전개도 내부전개기타
9	건축기타도면 작성	팀원,외주	프로젝트 팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	정화조 소음및방음 무대또는조명 주방 음향 전시 실시건축기타

Process Chain	실시설계 구조도서 작성				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	구조공통도면 작성	구조담당, 외주	지원부문, 외주	설계개요서(실시) 설계검토서	구조공통표지 도면목록 일반사항 구조공통기타
2	각종 위치도 작성	팀원,외주	프로젝트 팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	기초위치도 기둥중심도 구조위치도기타
3	구조평면도 작성	구조담당, 외주	지원부문, 외주	설계개요서(실시) 설계검토서	구조평면도 구조평면도기타
4	각종 RC일람표 작성	구조담당, 외주	지원부문, 외주	설계개요서(실시) 설계검토서	기초일람표 기둥일람표 콘크리트벽일람표 보일람표 슬래브일람표 벽개구구일람표 RC일람표기타
5	RC 상세도 작성	구조담당, 외주	지원부문, 외주	설계개요서(실시) 설계검토서	RC평면상세도 RC단면상세도 잡배근상세도 RC상세도기타
6	각종 철골 일람표 작성	구조담당, 외주	지원부문, 외주	설계개요서(실시) 설계검토서	철골일람표 철골기둥일람표 베이스플레이트일람표 기둥접합상세도 철골보일람표 보접합상세도 기타접합상세도 철골일람표기타
7	철골구조상세도 작성	구조담당, 외주	지원부문, 외주	설계개요서(실시) 설계검토서	철골평면상세도 철골단면상세도 철굴상세도기타
8	구조기타도면 작성	구조담당, 외주	지원부문, 외주	설계개요서(실시) 설계검토서	데크플레이트상세도 실시구조기타

Process Chain	실시설계 기타도서 작성				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	실시설계 Engineering 도면 작성	팀원,외주	프로젝트 팀,외주	설계개요서(실시) 설계검토서	Engineering 도면
2	조감도, 투시도, 모델 작업	외주	외주	평면도 입면도 주단면도 기본평입단면기타 개요및배치계획도면	조감도 투시도 모델
3	시방서 작성	시방서담	프로젝트	창호기타	시방서

		당	팀,외주	천장도(평면및상세도) 로비관련도면 주요실전개도 승강기홀전개도 화장실전개도 칸막이전개도 내부전개기타 정화조 소음및방음 무대또는조명 주방 음향 전시 실시건축기타 구조공통표지 도면목록 일반사항 구조공통기타 기초위치도 기둥중심도 구조위치도기타 평면도 구조평면도기타 기초일람표 기둥일람표 콘크리트벽일람표 보일람표 슬래브일람표 벽개구구일람표 RC일람표기타 RC평면상세도 RC단면상세도 잡배근상세도 RC상세도기타 철골일람표 철골기둥일람표 베이스플레이트일람표 기둥접합상세도 철골보일람표 보접합상세도 기타접합상세도 철골일람표기타 철골평면상세도 철골단면상세도 철굴상세도기타 데크플레이트상세도 실시구조기타 Engineering도면	
4	내역서/공사비 상세견적	견적담당	외주	임시내역서 개략공사비산정표 공사견적업무지침서	도면검토서 내역서 공사비견적서

Process Chain	실시설계도서 검토/검수				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	실시설계도서 품질확인	팀원	프로젝트 팀	건축공통도면 개요및배치계획도면 마감표및마감상세도 기본평입단면도 코아,계단등각종상세도 평입단면부분상세도 창호평면도및일람표 천장도및전개도 기타도면 구조공통도면 각종위치도 구조평면도 각종RC일람표 각종철골일람표 철골구조상세도 구조기타도면	실시설계 도서
2	시방서/내역서 검토	팀원	프로젝트 팀	도면검토서 시방서 내역서 공사비견적서	시방서검토본 내역서검토본

Process Chain	납품				
순서	프로세스명	수행자		받은문서	내가 작성한문서
		수행주체	부서		
1	납품도서 제본	외주관리 팀,외주업	지원부문, 외주	실시설계 도서	납품 도서

		체			
2	건축주 승인	건축주	본사	납품도서	설계도서 승인서
4	내역승인	건축주	본사	설계도서 승인서	내역 승인서

(다) E단계 업무 프로세스 기반 지식분류체계

앞서 분석한 업무 프로세스별 수행자와 업무 수행시기를 고려한 지식분류체계는 다음과 같다. Engineering단계의 메가 프로세스는 4가지 업무 영역(기획설계, 계획설계, 중간설계, 실시설계)으로 분석하였으며 그 하위 단계인 프로세스 체인 레벨은 20개, 프로세스 레벨은 74개로 분류하였다.

<표 3-131> 설계단계 기획설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
기획설계			E-01
	설계의뢰 접수		E-01-01
		사업개요서 작성	E-01-01-01
		프로젝트 착수	E-01-01-02
	조사.분석		E-01-02
		규모검토	E-01-02-01
		기획설계안 작성	E-01-02-02
		개략견적	E-01-02-03
	건축주 협의		E-01-03
		예산 검토	E-01-03-01
		최종규모 검토	E-01-03-02
	계약		E-01-04
		계악서 작성	E-01-04-01
	프로젝트 계획		E-01-05
		건축주 요구사항 검토	E-01-05-01
		설계 공정표 작성	E-01-05-02
		설계품질계획서 작성	E-01-05-03
		설계조직 구성	E-01-05-04
		실행예산서 작성	E-01-05-05
		납품목록표 작성	E-01-05-06

<표 3-132> 설계단계 계획설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
계획 설계			E-02
	Programming		E-02-01
		Object Analysis	E-02-01-01
		Site Analysis	E-02-01-02
		Requirement Analysis	E-02-01-03
		Programming	E-02-01-04
	Planning		E-02-02
		Access	E-02-02-01
		Land Use	E-02-02-02
		Allocation	E-02-02-03
		Frame Work	E-02-02-04
	Drawing		E-02-03
		설계 개요 작성	E-02-03-01
		배치 개념 작성	E-02-03-02
		평.입.단면 종합계획	E-02-03-03
		투시도, 모델 제작	E-02-03-04
	건축주 협의		E-02-04
		Presentation	E-02-04-01
		건축주 승인	E-02-04-02

<표 3-133> 설계단계 중간설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
중간설계			E-03
	Design		E-03-01
		계획안의 법적 검토	E-03-01-01
		계획안의 기술적 검토	E-03-01-02
		건축계획, 배치, 공간구성 검토	E-03-01-03
		내외 디자인 입안	E-03-01-04
		예산 검토	E-03-01-05
	Design Development		E-03-02
		배치	E-03-02-01
		평면	E-03-02-02
		입면	E-03-02-03
		단면	E-03-02-04
		Engineering 협의	E-03-02-05
	Drawing		E-03-03
		기본설계 건축도면 작성	E-03-03-01
		기본설계 구조도면 작성	E-03-03-02
		기본설계 Engineering 도면 작성	E-03-03-03
	문서작성		E-03-04
		개략공사비 산출	E-03-04-01
		개략시방서 작성	E-03-04-02
	건축주 협의		E-03-05
		법규검토	E-03-05-01
		Presentation	E-03-05-02
		승인	E-03-05-03

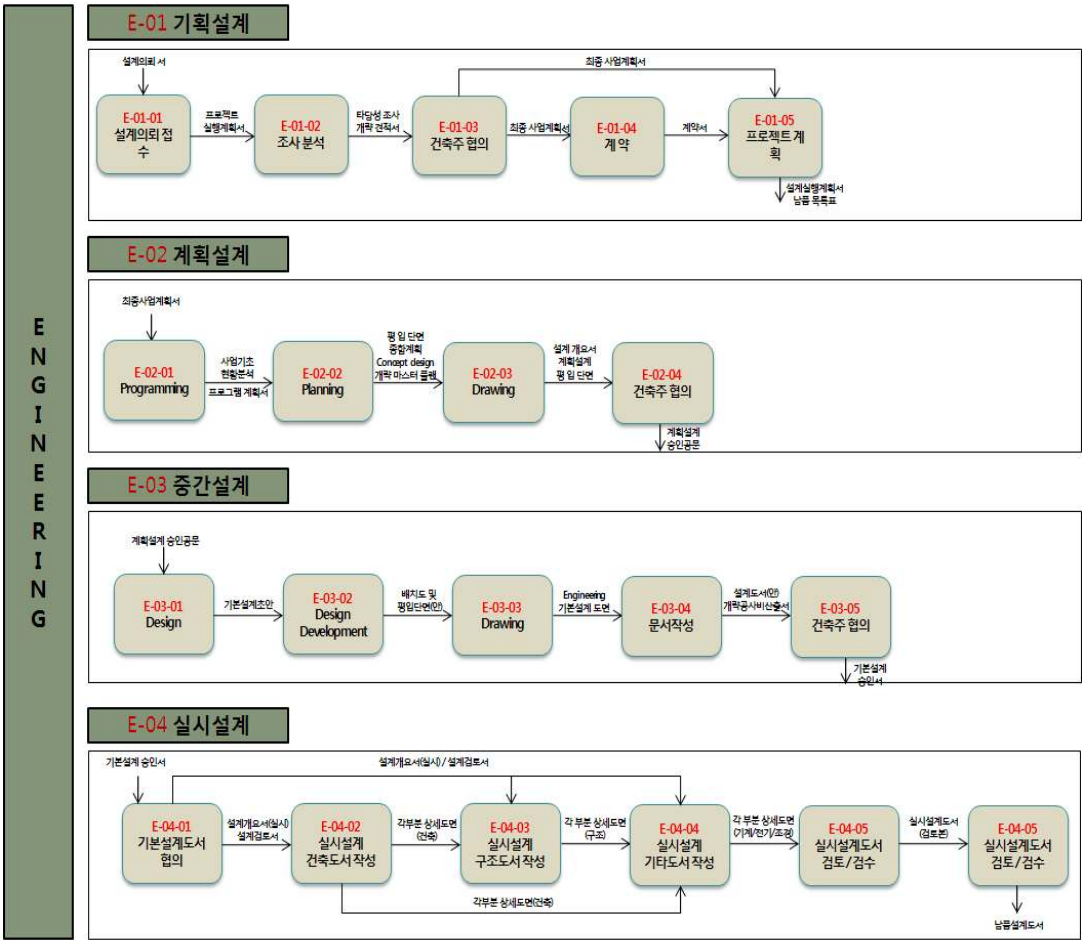
<표 3-134> 설계단계 실시설계 업무의 업무 프로세스 기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
실시 설계			E-04
	기본설계도서 협의		E-04-01
		기본설계도서 보완	E-04-01-01
		Engineering 협의	E-04-01-02
	실시설계 건축도서 작성		E-04-02
		건축공통도면 작성	E-04-02-01
		개요 및 배치계획도면 작성	E-04-02-02
		마감표 및 마감상세도 작성	E-04-02-03
		기본평입단면도 작성	E-04-02-04
		코아,계단 등 각종상세도 작성	E-04-02-05
		평입단면 부분상세도 작성	E-04-02-06
		창호 평면도 및 일람표 작성	E-04-02-07
		천장도 및 전개도 작성	E-04-02-08
		건축기타도면 작성	E-04-02-09
	실시설계 구조도서 작성		E-04-03
		구조공통도면 작성	E-04-03-01
		각종 위치도 작성	E-04-03-02
		구조 평면도 작성	E-04-03-03
		각종RC일람표 작성	E-04-03-04
		RC 상세도 작성	E-04-03-05
		각종 철골 일람표 작성	E-04-03-06
		철골구조상세도 작성	E-04-03-07
		구조기타도면 작성	E-04-03-08
	실시설계 기타도서 작성		E-04-04
		실시설계 Engineering 도면 작성	E-04-04-01
		조감도, 투시도, 모델 작업	E-04-04-02
		시방서 작성	E-04-04-03
		내역서/공사비 상세견적	E-04-04-04
	실시설계도서 검토/검수		E-04-05
		실시설계도서 품질확인	E-04-05-01
	납품	시방서/내역서 검토	E-04-05-02
			E-04-06
		납품도서 제본	E-04-06-01
		건축주 승인	E-04-06-02
		내역승인	E-04-06-03

(라) Engineering 단계 업무 기반 지식분류체계 로드맵

업무 프로세스 분석을 통하여 얻은 BPA를 바탕으로 EPC단계의 로드맵을 작성하였다. 각각의 단계의 상관관계와 프로세스 체인 레벨에서의 주요지식을 나타내고 있어 지식의 흐름을 파악하기 용이하게 작성되었다. EPC 단계별 메가 프로세스 단위로 세분화되어 프로세스 체인 레벨을 정의하고 있으며, 하위 레벨인 프로세스 레벨은 수행주체 및 지식의 유형을 정의한다.

Engineering의 로드맵을 보여주고 있다. E단계 로드맵은 4개의 메가 프로세스인 기획설계, 계획설계, 중간설계, 실시설계로 구성되어 있으며, 그 하위 단계인 프로세스 체인 레벨의 지식의 흐름을 보여주고 있다



[그림 3-292] Engineering단계 업무프로세스 로드맵

(2) Procurement 단계의 KMS 구축을 위한 Business Process 지식분류체계 구축

(가) Procurement단계의 업무 프로세스 상세분석

1) 건설기업의 Procurement 단계 업무 프로세스 계층도(BPA)

건설기업의 업무 프로세스 구조를 작성하고 일반화하기 위하여 건설기업의 프로세스 맵을 분석하고 공통적인 업무 분류를 분석하였다. 업무 프로세스 계층도에 따라서 각 레벨에 따른 건설기업의 업무분류구조를 작성하였다. 메가 프로세스까지 구축한 형태로, 프로세스 체인 단계까지 분석이 이루어졌다.

각 건설기업의 특성에 따라 업무분류가 다르게 수행됨을 고려하여, 표-5와 같이 설문을 통하여 11개 건설기업의 검증 및 자문을 통하여 일반화 가능성을 검증 하였다.

<표 3-135> 설문조사 개요

구 분	설 문 조 사 개 요
목 적	- 기업의 업무 프로세스 계층 (BPA :Business Process Architecture) 현황 - 요구되는 지식의 유형 및 검색 빈도 파악 - 핵심 업무 영역선정 평가기준을 통한 업무영역의 중요도 평가
기 간	2007. 2. 28.(화) ~ 2007. 3. 7.(수)
조사대상	국내 종합건설회사 11개사의 업무 담당자.
조사방식	1차 : 전화를 통한 설문소개 및 설문 가능여부 확인. 2차 : 방문을 통한 설문관련 개념 소개 및 설문 작성 요령 설명 · 설문지 배부. 3차 : 방문 및 우편을 통한 회수. 4차 : 전문가로부터 자문.
설문회수	- 총 배포 부수 : 110부 - 건설기업 배포 세부사항 : 11개 회사, 10부 - 설문 응답 부수 : 83부 회수 - 회수율 : 75%

일반화를 위한 검증 결과는 대부분이 명칭 수정 · 삭제하여 업무 프로세스 계층도(BPA)를 보완하였다. 각각의 단계에는 수행 시점이 고려되기 위하여 각각의 프로세스에는 코드를 부여하였다.

모든 프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여

가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.

검증된 업무 프로세스 계층도(BPA)를 바탕으로 각각의 프로세스 체인 단계를 정의하였다. 그림-6은 건설회사의 업무 프로세스와 참고자료를 통하여 분석된 프로세스 체인 레벨과 코드를 나타낸다. 2차년도에 분석되어진 조달단계의 업무 프로세스 계층도(BPA)는 두 개의 메가 프로세스로 분석되어졌지만 관리대상과 업무 영역이 상이하므로 자재조달 메가 프로세스 레벨을 자재소요 계획과 자재 조달, 현장 자재관리인 3개의 메가 프로세스로 세분화 하여 조달단계의 메가 프로세스를 총 4개의 메가 프로세스로 정의하였다. 또한 세분화된 메가 프로세스별로 프로세스 체인, 프로세스를 분석하였다. 그림-00는 메가 프로세스를 재 정의한 계층도이다.

조달단계의 프로세스 체인은 자재소요 계획에 3개, 자재 조달에 3개, 현장 자재관리에 2개, 협력업체관리에 6개로 정의 되었고, 전체 14개로 이루어져 있다. 모든 프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여 가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.



[그림 3-293] Procurement단계의 프로세스 체인

코드는 [X-00-00-00-00]의 형태로 프로세스의 단계와 프로세스의 순서에 따라 숫자로 부여하였다. X는 EPC의 가치사슬 단계를 나타내며, 각각의 2자리의 코드는

하위 레벨의 프로세스 단계를 의미한다. 따라서 Procurement단계의 협력업체 관리의 세 번째 프로세스 체인 단계인 협력업체 기성관리의 코드는 [P-02-03]이 된다. 이는 조달단계의 메가프로세스 중 두 번째인 협력업체 관리 단계[P-02]의 하위 프로세스 체인 레벨의 3번째 프로세스라는 것을 의미한다.

2) Procurement단계 업무 프로세스 분석 기준

Procurement단계의 업무는 Engineering단계에서 발주자에 의해 진행되거나 혹은 Construction단계 이전 혹은 진행 중에 건설업체에 의해서 이루어지는 경우가 대부분이다. 이 중 국내 건설 환경을 고려했을 때 국내에서는 Procurement업무 대부분이 시공단계를 맡아 진행하는 건설업체에 의해 진행되는 경우가 대부분이다.

국내 건설 환경을 고려할 때 Procurement단계 업무 수행 및 지식의 주 사용자는 건설업체에서의 조달업무 수행자이다. 따라서 본 연구에서는 Procurement단계 업무 프로세스의 분석 기준을 국내 대형 건설업체의 Procurement단계 업무 프로세스 구조를 바탕으로 진행하였다.

업무 프로세스는 업체별로 상이하고 업무 프로세스의 단계가 세분화될수록 그 상이함의 정도가 커지게 된다. 따라서 본 연구에서는 이병옥(2004)가 제시한 업무 프로세스의 구분단계 6단계 중 프로세스 체인 단계까지 분석을 수행했다.

업무수행자의 효율적 업무 수행을 지원하기 위한 지식분류체계를 담기 위하여 분석의 범위 및 내용은 건설프로젝트 가치사슬 상의 본원업무를 대상으로 프로젝트 관리를 중심으로 한 현장 및 본사의 Procurement업무 수행자를 수행 주체로 하여 업무 프로세스, 수행주체, In/Output 정보, 그리고 업무수행 지원을 위한 지식을 분석하였다.

<표 3-136> Procurement단계 업무 프로세스 분석 기준

분석기준	내용
분석범위	·국내 대형 건설업체의 본원업무 ·현장 및 본사의 Procurement단계 업무 ·업무 프로세스 분류 6단계 중 프로세스 체인단계
분석내용	·업무 프로세스 명 ·업무 수행주체 ·In/Output 정보 ·업무수행 지원을 위한 지식

(나) Procurement단계 지식정보 분석

1) 조달단계 자재소요계획 업무의 프로세스 지식정보 분석

메가 프로세스 단계의 자재소요계획 업무를 3개의 프로세스 체인으로 나누고 3개의 프로세스로 분류하였다. 프로세스의 코드번호는 프로세스의 진행 순서에 따라 부여되었다. 예를 들면 메가 프로세스인 자재소요계획의 3개의 프로세스 체인 중 코드번호가 가장 빠른 총괄 자재소요계획(P-01-01)이 가장 먼저 시작하는 프로세스이고 코드번호가 가장 느린 주요자재 조달전략 수립(P-01-03)이 가장 늦게 시작하는 프로세스이다. 이와 동일하게 프로세스 체인 하위단계인 프로세스 단계도 적용된다. 해당 프로세스의 작성한 문서는 다음 프로세스의 요구되는 자료로 제공 되며 프로세스의 수행을 통하여 작성되어진 문서는 생성되는 자료로 저장되어 다음 프로세스의 요구되는 자료로 제공되는 순환 관계를 형성하게 된다. 자재소요계획 업무의 수행주체는 본사의 프로젝트 자재팀과 현장의 자재담당자이며 수행주체의 업무 흐름에 따라 지식정보가 입·출력된다.

<표 3-137> 조달단계 자재소요계획 업무의 프로세스 지식정보

Mega Process	자재소요계획[P-01]					
Process Chain	총괄자재소요계획 [P-01-01]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-01-01-01]	총괄자재소요계획	자재팀 자재담당자 현장소장	공정표 도급계약서	년도별/분기별 자재소요계획서	실행예산서 자재관리절차서	
Process Chain	가설재사용계획수립 [P-01-02]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-01-02-01]	가설재 사용계획 수립	자재담당자 현장소장	공정표 도급계약서	주요가설재소요및 철수계획	실행 예산서	
Process Chain	주요자재조달전략수립 [P-01-03]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-01-03-01]	주요자재 조달전략 수립	자재담당자 현장소장	공정표 도급계약서	주요자재품목별 조달전략	실행 예산서	
Mega Process	자재조달[P-02]					
Process Chain	고객지급 [P-02-01]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-02-01-01]	고객지급자재 식별	발주자	도급계약서	고객지급자재 List	자재관리 절차	
[P-02-01-02]	지급자재 반입일정 작성	발주자 자재담당자 현장소장	공정표 년도별/분기별 자재소요계획서 고객지급자재List	지급자재 반입일정	자재관리 절차	

2) 조달단계 자재 조달 업무의 프로세스 지식정보 분석

조달단계 자재조달 업무를 프로세스 체인 단계 3개로 분류하고 프로세스 단계 8개로 분류하였다. 프로세스 체인 단계는 고객 지급, 협력업체 조달, 회사조달로 분류하였으며 그에 필요한 지식정보를 분석하였다.

<표 3-138> 조달단계 자재 조달 업무의 프로세스 지식정보

Mega Process	자재조달[P-02]					
Process Chain	고객지급 [P-02-01]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-02-01-01]	고객지급 자재 식별	발주자	도급계약서	고객지급자재 List	자재관리 절차	
[P-02-01-02]	지급자재 반입일정 작성	발주자 자재담당자 현장소장	공정표 년도별/분기별 자재소요계획서 고객지급자재List	지급자재 반입일정	자재관리 절차	
Process Chain	협력업체 조달 [P-02-02]					

코드번호	프로세스 명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-02-02-01]	사전승인 대상 자재목록 작성	건축관리부 품질보증팀 협력업체 시공담당자 현장소장		사전승인대상 자재목록		
[P-02-02-02]	자재승인 요청 접수 및 승인	협력업체 시공담당자 현장소장 자재담당자	사전승인대상자재목록 년도별/분기별 자재소요계획서	자재승인서		
Process Chain	회사조달 [P-02-03]					
코드번호	프로세스 명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-02-03-01]	자재청구	시공담당자 자재담당자	년도별/분기별 자재소요계획서	자재청구서	자재관리절차서, 공정표	
[P-02-03-02]	조달방식 결정	자재담당자 자재팀	자재청구서	자재전용결정 현장/본사구매결정	자재관리절차서	
[P-02-03-03]	회사자재 구매	자재담당자 자재팀 공급업체 현장소장	자재청구서 현장/본사구매결정	자재공급계약서	자재관리절차서	
[P-02-03-04]	자재 전용	자재담당자 자재팀 현장소장 타현장 창고	자재전용결정		자재관리절차서	

3) 조달단계 현장 자재관리 업무의 프로세스 지식정보 분석

현장자재 관리의 메가 프로세스는 프로세스 체인단계에서 자재입고관리, 자재출고 관리 2개로 분류하였으며, 프로세스 단계에서 총 7개의 업무로 분류하였으며 해당각 프로세스 별 수행주체 및 지식유형을 분석하였다.

<표 3-139> 조달단계 현장 자재관리 업무의 프로세스 지식정보

Mega Process	현장자재관리[P-03]					
Process Chain	자재입고관리 [P-03-01]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-03-01-01]	자재현장반입	공급업체 자재담당자	자재공급계약서	자재송장 반입자재사양및수량	자재관리절차서, 협력업체지입자재관리절차	

[P-03-01-02]	자재검수	공급업체 자재담당자 시공담당자 협력업체 현자소장	검사신청서 자재송장 반입자재사양및수량	초과/부족/부적합/ 손상보고서 인수검사보고서 검수결과	자재관리절차서, 협력업체지입자재관리절차	
[P-03-01-03]	자재입고	자재담당자 협력업체	검수결과 초과/부족/부적합/손상 보고서	입고자재 사양 및 수량	자재관리절차서, 협력업체지입자재관리절차	
[P-03-01-04]	입고현장관 리	자재담당자 현장소장	입고자재사양및수량 초과/부족/부적합/손상 보고서 고객지급자재List 사전승인대상자재목록	자재반입일보 벌크자재반입집계표	자재관리 절차서	
Process Chain	자재출고관 리 [P-03-02]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-03-02-01]	자재사용 청구 및 승인	시공담당자 협력업체 자재담당자	자재사용청구 년도별/분기별자재소요 계획서 자재반입일보	출고 승인	자재관리절차서	
[P-03-02-02]	자재출고 및 작업 투입	협력업체 자재담당자	출고승인	출고자재 사양 및 수량	자재관리절차서	
[P-03-02-03]	출고현장 정리	자재담당자	고객지급자재List 출고자재사양및수량	출고 일계표	자재관리절차서	

4) 조달단계 협력업체관리 업무 프로세스 지식정보 분석

조달단계의 협력업체관리 업무는 6개의 업무 프로세스로, 프로세스는 18개로 분류하였다. 또한 해당 프로세스별 수행자를 분석하였으며 수행주체 및 지식의 유형을 분석하였다.

<표 3-140> 조달단계 협력업체관리 업무 프로세스 지식정보

Mega Process	협력업체관리[P-04]					
Process Chain	협력업체등록 [P-04-01]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-04-01-01]	신규등록	건축기술부,협력업체,건축외주팀	신규업체등록서류	신규등록업체목록	기자재 협력업체 등록 및 평가 절차서,국내 하도급관리 절차서	

[P-04-01-02]	재등록	건축설계자	재등록업체 등록서류	재등록 업체 목록	기자재 협력업체 등록 및 평가 절차서,국내 하도급관리 절차서	
Process Chain	협력업체선정 [P-04-02]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-04-02-01]	선정 방식 및 형식 결정	현장	등록업체 목록	입찰방식		
[P-04-02-02]	대상업체 선정 및 입찰 통보	현장 협력업체 건축외부팀 건축기술부	입찰방식	입찰통보서	공정표 하도급심의절차서 국내공사하도급관리절차서	
[P-04-02-03]	현장 설명	현장 협력업체	입찰통보서	현장설명서	등록업체서류 하도급심의절차서 국내공사하도급관리절차서	
[P-04-02-04]	입찰	현장협력업체 건축외부팀 건축기술부	현장설명서 입찰통보서	입찰서류	하도급심의절차서 국내공사하도급관리절차서	
[P-04-02-05]	견적 검토	현장	입찰 서류	견적금액대비표 하도급/예산대비표	실행예산,도급계약서류 하도급심의절차서 국내공사하도급관리절차서	
[P-04-02-06]	업체 선정 및 계약	현장협력업체 건축외부팀 건축기술부	견적금액대비표 하도급/예산대비표	하도급 계약서	하도급심의절차서 국내공사하도급관리절차서	
Process Chain	협력업체기성관리 [P-04-03]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-04-03-01]	하도공사 기성물량 확인	현장 협력업체	하도급계약서 변경하도급계약	하도공사 물량	건축공무업무매뉴얼, 하도급계약서	
[P-04-03-02]	하도기성고조성/총괄표 작성	현장	하도공사물량 실행예산 변경하도급계약	공종별/전체 기성금액	하도급 계약서	
[P-04-03-03]	기성금액 확정	현장	공정별/전체 기성금액 실행예산	확정기성금액	건축공무 업무 매뉴얼	
[P-04-03-04]	기성지불조서 작성	현장	확정 기성금액	하도급 기성지불조서	건축공무 업무 매뉴얼	
[E-04-03-05]	자금신청	현장 자금팀	하도급기성 지불조서	외주비 청구서	건축공무업무매뉴얼, 자금신청매뉴얼	
[P-04-03-06]	하도급 기성 지불	자금팀 협력업체	외주비청구서 하도급기성 지불조서	기성지불 확인서	건축공무 업무 매뉴얼	
Process Chain	하도급변경계약 [P-04-04]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-04-04-01]	하도급 변경서류접수	현장	계약변경 사유서	하도급 변경 서류	공정표,하도급계약서 실행예산,하도급심의절차서 국내공사하도급관리절차	
[P-04-04-02]	하도서류 검토/승인	건축기술부	하도급 변경 서류	계약변경내용 변경하도급계약서	하도급계약서,실행예산, 하도급심의절차서, 국내공사하도급관리절차	
[P-04-04-03]	하도급계약, 입력 및 현장통보	건축외주팀 협력업체	계약변경내용		하도급계약서,실행예산, 하도급심의절차서, 국내공사하도급관리절차	
Process Chain	부도업체처리 [P-04-05]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-04-05-01]	부도발생공지	현장 건축관리부		부도공지	국내공사 하도급 관리절차	

		건축기술부 건축외주팀				
[P-04-05-02]	기성산출 및 체불노임 조사	현장	부도공지	미지불 기성 체불노임내역	국내공사 하도급 관리절차	
[P-04-05-03]	타절 정산금액 확정 및 준비	현장 건축관리부 협력업체	미지불기성 체불노임내역	타절정산금액 타절공문	국내공사하도급관리절차, 하도급계약서	
[P-04-05-04]	긴급자금 청구 및 노임직불	현장 자금팀	타절정산 금액		국내공사하도급관리절차, 하도급계약서	
[P-04-05-05]	후속공사 집행 방안 품의	현장 건축관리부 건축기술부 건축외주팀		신규선정업체 리스트	국내공사 하도급 관리절차	
[P-04-05-06]	타절계약 및 신규 하도급 계약	건축외주팀 협력업체	신규선정업체 리스트	신규하도급계약서	국내공사 하도급 관리절차	
Process Chain	협력업체평가및 우수업체관리 [P-04-06]					
코드번호	프로세스명	수행자	받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
					매뉴얼 및 지침	참고자료
[P-04-06-01]	현장평가	현장		현장평가표	기자재협력업체등록및평가절차서, 국내공사하도급관리절차	
[P-04-06-02]	본사관련 부서평가	건축관리부 건축기술부 안전환경팀 건축외주팀	현장평가표	업체재해실적 본사관련부서 평가표	기자재협력업체등록및평가절차서, 국내공사하도급관리절차	
[P-04-06-03]	집계 및 확인	건축외주팀	업체재해실적 본사관련부서평가표	현장평가표	기자재협력업체등록및평가절차서, 국내공사하도급관리절차	
[P-04-06-04]	협력업체 정비	건축외주팀	협력업체 평가표	우수협력업체 리스트	기자재협력업체등록및평가절차서, 국내공사하도급관리절차	

(다) P단계 업무 프로세스 기반 지식분류체계

앞서 분석한 업무 프로세스별 수행자와 업무 수행시기를 고려한 지식분류체계는 다음과 같다. Procurement 단계의 메가 프로세스는 4가지 업무 영역(자재소요계획, 자재조달, 현장자재관리 ,협력업체관리)으로 분석하였으며 그 하위 레벨인 프로세스 체인단계는 14개로, 프로세스 레벨은 45개로 분류하였다. 프로세스 체인과 프로세스는 업무 순서를 고려하여 배열하였고 코드를 부여하였다.

<표 3-141> 조달단계 자재소요계획 업무의 업무 프로세스 기반의 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
자재소요 계획			P-01
	총괄 자재소요계획		P-01-01
		총괄 자재 소요계획	P-01-01-01
	가설재 사용계획 수립		P-01-02
		가설재 사용계획 수립	P-01-02-01
	주요자재 조달전략 수립		P-01-03
		주요자재 조달전략 수립	P-01-03-01

<표 3-142> 조달단계 자재조달 업무의 업무 프로세스 기반의 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
자재 조달			P-02
	고객 지급		P-02-01
		고객 지급 자재 식별	P-02-01-01
		지급 자재 반입 일정 작성	P-02-01-02
	협력업체 조달		P-02-02
		사전승인대상 자재목록 작성	P-02-02-01
		자재승인 요청 접수 및 승인	P-02-02-02
	회사조달		P-02-03
		자재 청구	P-02-03-01
		조달방식 결정	P-02-03-02
		회사자재 구매	P-02-03-03
		자재 전용	P-02-03-04

<표 3-143> 조달단계 현장자재관리 업무의 업무 프로세스 기반의 지식분류체계

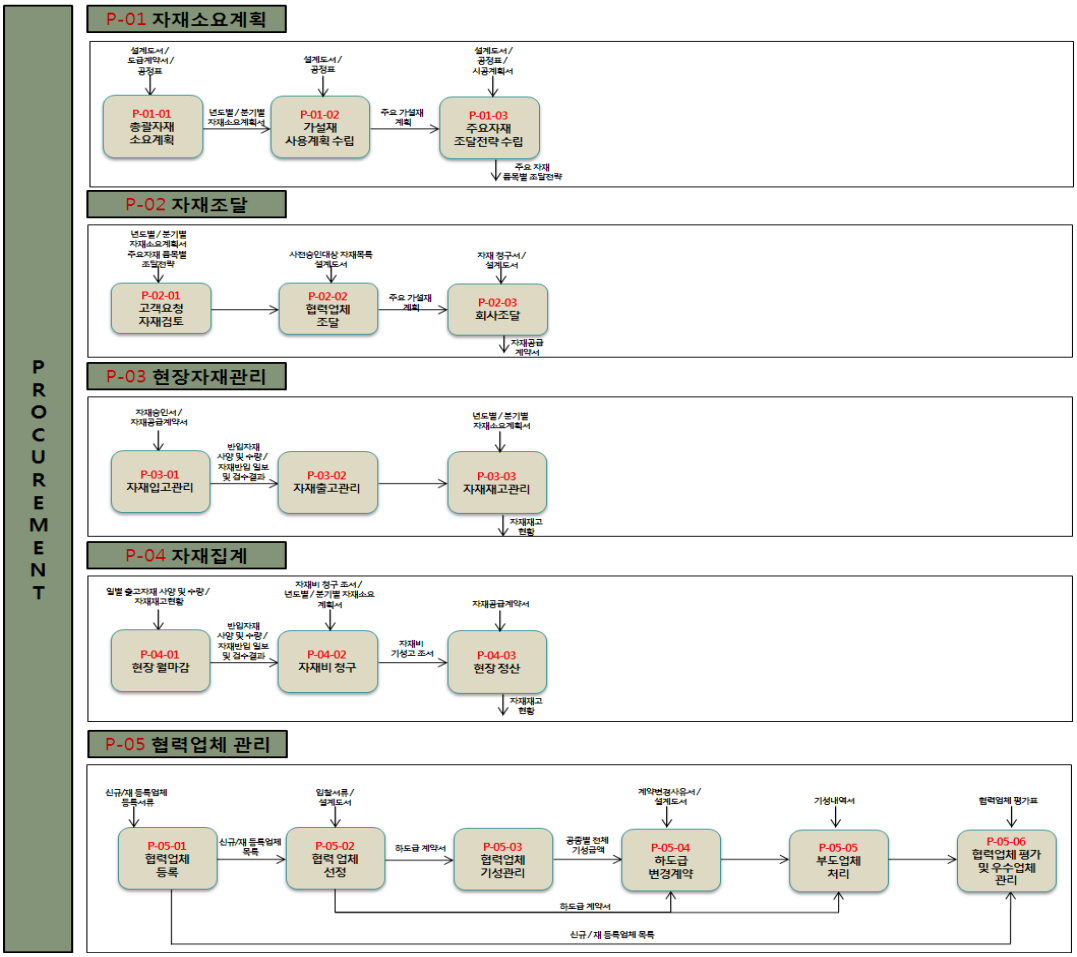
Mega Process	Process Chain	Process	Code
현장 자재관리			P-3
	자재입고 관리		P-3-01
		자재현장 반입	P-3-01-01
		자재검수	P-3-01-02
		자재입고	P-3-01-03
		입고 현장 관리	P-3-01-04
	자재출고 관리		P-3-02
		자재 사용청구 및 승인	P-3-02-01
		자재 출고 및 작업 투입	P-3-02-02
		출고 현장 관리	P-3-02-03

<표 3-144> 조달단계 협력업체관리 업무의 업무 프로세스 기반의 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
협력업체 관리			P-04
	협력업체 등록		P-04-01
		신규 등록	P-04-01-01
		재등록	P-04-01-02
	협력업체 선정		P-04-02
		선정방식 및 형식 결정	P-04-02-01
		대상업체 선정 및 입찰 통보	P-04-02-02
		현장 설명	P-04-02-03
		입찰	P-04-02-04
		견적검토	P-04-02-05
		업체 선정 및 계약	P-04-02-06
	협력업체 기성관리		P-04-03
		하도공사 기성물량 확인	P-04-03-01
		하도기성고조서/총괄표 작성	P-04-03-02
		기성금액 확정	P-04-03-03
		기성지불조서 작성	P-04-03-04
		자금 신청	P-04-03-05
		하도급 기성지불	P-04-03-06
	하도급 변경계약		P-04-04
		하도급 변경 서류 접수	P-04-04-01
		하도서류 검토 / 승인	P-04-04-02
		하도급 계약, 입력 및 현장 통보	P-04-04-03
	부도업체 처리		P-04-05
		부도발생 공지	P-04-05-01
		기성 산출 및 체불 노임 조사	P-04-05-02
		타절 정산금액 확정 및 준비	P-04-05-03
		긴급 자금 청구 및 노임지불	P-04-05-04
		후속공사 집행 방안 품의	P-04-05-05
		타절계약 및 신규 하도급 계약	P-04-05-06
	협력업체 평가 및 우수업체 관리		P-04-06
		현장평가	P-04-06-01
		본사관련 부서평가	P-04-06-02
		집계 및 확인	P-04-06-03
		협력 업체 정비	P-04-06-04

(라) Procurement단계 업무 프로세스 맵

Procurement 단계의 로드맵을 보여주고 있다. P단계 로드맵은 5개의 메가 프로세스인 자재관리와 협력업체 관리로 구성되어 있으며, 그 하위단계인 프로세스 체인 레벨의 지식의 흐름을 보여주고 있다.



[그림 3-294] Procurement단계 업무프로세스 로드맵

(3) Construction 단계의 KMS 구축을 위한 Business Process 지식분류체계 구축

(가) Construction 단계의 Business Process 상세 분석

1) 건설기업의 시공단계 업무 프로세스 계층도(BPA)

건설기업의 업무 프로세스 구조를 작성하고 일반화하기 위하여 건설기업의 프로세스 맵을 분석하고 공통적인 업무 분류를 분석하였다. 업무 프로세스 계층도에 따라서 각 레벨에 따른 건설기업의 업무분류구조를 작성하였다. Mega Process까지 구축한 형태로, Process Chain level까지 분석이 이루어졌다.

각 건설기업의 특성에 따라 업무분류가 다르게 수행됨을 고려하여, 표00과 같이 설문을 통하여 11개 건설기업의 검증 및 자문을 통하여 일반화 가능성을 검증 하였다.

<표 3-145> 설문조사 개요

구 분	설 문 조 사 개 요
목 적	- 기업의 업무 프로세스 계층 (BPA :Business Process Architecture) 현황 - 요구되는 지식의 유형 및 검색 빈도 파악 - 핵심 업무 영역선정 평가기준을 통한 업무영역의 중요도 평가
기 간	2007. 2. 28.(화) ~ 2007. 3. 7.(수)
조사대상	국내 종합건설회사 11개사의 업무 담당자.
조사방식	1차 : 전화를 통한 설문소개 및 설문 가능여부 확인. 2차 : 방문을 통한 설문관련 개념 소개 및 설문 작성 요령 설명 · 설문지 배부. 3차 : 방문 및 우편을 통한 회수. 4차 : 전문가로부터 자문.
설문회수	- 총 배포 부수 : 110부 - 건설기업 배포 세부사항 : 11개 회사, 10부 - 설문 응답 부수 : 83부 회수 - 회수율 : 75%

일반화를 위한 검증 결과는 대부분이 명칭 수정 · 삭제하여 BPA를 보완하였다. 설문을 통해 검증받은 시공단계 업무 프로세스 계층도(BPA)는 그림 00와 같다. 각



[그림 3-295] Construction단계의 프로세스 체인 분석

각의 단계에는 수행 시점이 고려되기 위하여 각각의 프로세스에는 코드를 부여하였다.

모든 프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여 가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.

검증된 업무 프로세스 계층도(BPA)를 바탕으로 각각의 프로세스 체인 단계를 정의하였다. 그림 00는 건설회사의 업무프로세스와 참고자료를 통하여 분석된 프로세스 체인 레벨과 코드를 나타낸다. 시공단계의 프로세스 체인은 공정관리에 8개, 원가관리에 9개, 노무관리에 2개, 품질관리에 8개, 하자관리에 9개, 안전관리에 3개로 정의 되었고, 전체 39개로 이루어져 있다. 모든 프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점

이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여 가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.

그림 00과 같이 코드는 [X-00-00-00-00]의 형태로 프로세스의 단계와 프로세스의 순서에 따라 숫자로 부여하였다. X는 EPC의 가치사슬 단계를 나타내며, 각각의 2자리의 코드는 하위 레벨의 프로세스 단계를 의미한다. 따라서 Construction단계의 공정관리의 세 번째 프로세스 체인 단계인 공사기준 수립의 코드는 [C-01-03]이 된다. 이는 시공단계의 메가프로세스 중 첫 번째인 공정관리 단계[C-01]의 하위 프로세스 체인 레벨의 3번째 프로세스라는 것을 의미한다.

2) 시공단계 업무 프로세스 상세분석

① 시공단계 공정관리 업무 프로세스 분석

시공단계 공정관리 업무 프로세스의 기존 선행연구 고찰을 수행하였다. 대형건설업체의 보고서, 건설교통부의 연구보고서, 건설사업관리를 수행하는 엔지니어링 업체, 그리고 출판된 참고서적을 분석하여 공정관리 업무 프로세스의 분류 내용과 기준, 수행주체를 분석하였다.

종합건설업체의 공정관리 프로세스는 주로 일정의 계획과 진행, 실적을 주 내용으로 하고 있으며 건설사업관리자의 공정관리 프로세스는 공사 진도와 만회 공정계획 및 클레임 대책을 중점적으로 수행하고 있는 것으로 분석되었다. 이에 프로세

스 체인 하위 단계인 프로세스를 중심으로 각 연구들을 분석하여 종합건설업체의 공정관리 업무 프로세스를 중심으로 일반화하였으며 그 외 건설사업관리를 대상으로 하는 업무를 참고하여 업무의 내용, 수행주체(수행자, 부서)를 분석하였다. 분석된 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-146> 시공단계 공정관리 업무 프로세스 분석

출처	업무 분류	분류 기준	수행주체	특징
D건설 PMIS보고서(2003)	사업검토 착공준비 공사기준수립 공종별 실적관리 전체공정분석 공정보고 공정계획수정 준공 후 자료관리	대형건설업체 공정관리업무	종합건설업체	공정관리 업무 프로세스를 업무의 시간적 흐름에 따라 3단계(계획, 진행, 준공 후 자료정리)로 분류
건설교통부 건설사업관리 업무절차 보고서(2003)	분야별 세부공정표 작성 분야별 세부공정표 운영 공정만회대책 수립 및 이행 클레임 공사기간 연장 공정회의 운영	공정관리를 위하여 건설사업관리자가 해야 하는 업무	건설사업관리자	건설사업관리자가 시공자의 공정관리를 위하여 협조 및 수행하는 업무를 중점으로 분석(시공자 업무 포함)
K엔지니어링 건설사업관리 실무교재(2003)	공사예정공정표 월간/주간공정회의 공정만회대책 수립 및 이행 공사기간 연장	시공단계 공정관리를 위하여 건설사업관리자가 해야하는 업무	건설사업관리자	시공자의 공정관리 및 건설사업관리를 위한 공정관리 업무를 분석(시공자 업무 포함)
건설교통부 건설 프로젝트 관리체계 개발 보고서(2004)	일정계획 실적자료수집 공사진척현황파악 진도관리	시공업체의 현장 공정관리 업무	종합건설업체	PDCA의 일반적인 순서에 따라 현장 공정관리 업무 절차를 분석
건설사업관리지식체계(기문당 2003)	공사기간 연장 및 영향분석 공사진도 점검 만회공정계획 클레임대책	건설사업관리자의 공정관리 업무	건설사업관리자	공사의 총괄적인 관리 및 성공을 위하여 건설사업관리자가 해야 하는 공정관리 업무를 분석(시공자 업무 불포함)

② 시공단계 원가관리 업무 프로세스 분석

시공단계 원가관리 업무 프로세스를 종합건설업체와 건설사업관리자의 두 개의 주체로 분류하여 업무의 프로세스를 분석하였다. 종합건설업체의 원가관리 업무 프로세스는 시공단계의 Cost Control을 중심으로 분류되어있으며 건설사업관리자의 업무 프로세스는 시공단계에서 발생할 수 있는 공사 계약금액의 조정과 클레임을 위한 원가 관리 업무를 중점적으로 분류하였다. 이에 종합건설업체의 원가관리업무 프로세스를 중심으로 시공단계 원가관리 업무 프로세스를 정립하였으며 업무의 내용, 수행주체, 수행시점은 건설사업관리자의 업무를 참고하여 분석하였다. 분석된 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-147> 시공단계 원가관리 업무 프로세스 분석

출처	업무 분류	분류 기준	수행주체	특징
D건설 PMIS보고서(2003)	(가)실행예산관리 (본)실행예산관리 변경예산관리 투자관리 기성고 관리 기성 대 투자대비 분석 자금관리 손익분석 준공정산	대형건설업체 공정관리업무	종합건설업체	실행예산관리, 공사 중 원가관리, 준공정산의 3단계로 원가관리업무를 분석
건설교통부 건설사업관리 업무절차 보고서(2003)	사업비추세 분석 기성계획 수립 및 관리 대안분석 물가변동에 따른 계약금액 조정 설계변경에 따른 계약금액 조정 사업비보고서 관리	원가관리를 위하여 건설사업관리자가 해야하는 업무	건설사업관리자	시공단계에서 사업비의 효율적인 관리를 위한 건설사업관리자의 업무를 중점적으로 분석
K엔지니어링 건설사업관리 실무교재(2003)	공사비 집행실적 관리 기성확인 설계변경에 따른 계약금액 조정 물가변동에 따른 계약금액 조정	시공단계 공정관리를 위하여 건설사업관리자가 해야 하는 업무	건설사업관리자	시공자의 원가관리 및 건설사업관리를 위한 원가관리 업무를 분석
건설사업관리지식체계(기문당 2003)	대안분석 설계변경관리 기성계획수립 및 관리 공사비관련 클레임 대비 총공사내역보고서 작성	건설사업관리자의 공정관리 업무	건설사업관리자	공사의 총괄적인 관리 및 성공을 위하여 건설사업관리자가 해야하는 원가관리 업무를 분석
건설교통부 건설 프로젝트 관리체계 개발 보고서(2004)	실행예산관리 실적정보수집 투입원가관리 도급기성관리 원가분석 자금관리	시공업체의 현장 공정관리 업무	종합건설업체	PDCA의 일반적인 순서에 따라 현장 원가관리 업무 절차를 분석

③ 시공단계 노무관리 업무 프로세스 분석

시공단계의 노무관리 업무 프로세스를 종합건설업체의 업무 프로세스를 중심으로 분석하였다. 노무관리 업무 프로세스는 PDCA의 순서에 의하여 노무동원계획, 노무자등록, 노무자출역확인, 출역현황집계의 4단계 순서에 따라 분류되었고 현장 노무담당자, 시공담당자, 공무담당자의 수행자에 따라 업무를 분류하였다. 분석된 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-148> 시공단계 노무관리 업무 프로세스 분석

출처	업무 분류	분류 기준	수행주체	특징
D건설 PMIS보고서 (2003)	노무동원계획 노무자등록 노무자출역확인 출역현황집계	대형건설업체 현장노무관리	종합건설업체	현장 노무관리를 PDCA의 순서에 따라 분석
건설관리개발원 공사관리업무메뉴얼(1997)	인원동원계획표의 작성 현장출역자 등록명부의 작성 출역일보의 작성 공종별 노임집계대장의 작성 인부출력 인원점검 노임지급표의 작성 및 임금전표	종합건설업체 직영노무관리 절차	종합건설업체	종합건설업체의 직영시공시의 현장 노무 담당자의 업무 절차를 분석
건설교통부 건설 프로젝트 관리체계 개발 보고서(2004)	노무동원계획 노무자등록 노무자 출역확인 안전조회 단위작업투입 현장안전점검 출역현황집계	시공업체 의 현장 공정관리업무	종합건설업체	PLAN, DO, PLAN, UPDATE의 절차에 의하여 노무관리 업무프로세스를 분석

④ 시공단계 품질관리 업무 프로세스 분석

시공단계 품질관리 업무 프로세스를 종합건설업체와 건설사업관리자의 업무 프로세스를 기준으로 분석하여 품질계획, 품질 시험 및 검사, 품질 조치, 품질 보고의 단계로 업무 프로세스를 분류 하였다. 업무 프로세스의 상세 단위 업무는 종합건설업체의 품질관리 업무 프로세스를 기준으로 작성하였으며 업무 프로세스의 내용, 담당자, 수행시점 분석은 건설사업관리자의 업무 프로세스를 참고로 작성하였다. 건설사업관리자의 업무 프로세스에서만 존재하는 품질계획단계에서의 발주자 협의

업무와 준공 후 업무는 본 연구의 업무 프로세스 범위에서 제외하였다. 분석된 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-149> 시공단계 품질관리 업무 프로세스 분석

출처	업무 분류	분류 기준	수행주체	특징
D건설 PMIS보고서 (2003)	품질계획 공장검사 인수검사 공정 중 검사 최종시험 및 검사 부적합 조치 시정조치 품질분석 및 평가	대형건설업체 현장 품질관리 업무	종합건설업체	대형건설업체의 현장과 본사 간의 업무 흐름과 데이터 흐름을 IDEF0로 분석
건설교통부 건설사업관리 업무절차 보고서(2003)	품질계획 품질관리 조직구성과 책임/권한설정 품질조정회의 운영 품질보증감사자 자격여부 및 관리 공사에 요구되는 시험의 확인 기계제작 승인 자재공급원 승인 지급자재관리 검측 및 시험 기술검토의견서 작성 품질결함사항조치 준공검사 및 미결사항 조치 최종준공	시공단계에서 건설사업관리자가 해야하는 업무	건설사업관리자	건설사업관리자의 업무 및 건설사업관리자가 업무수행시 발주자, 설계자, 시공자가 해야하는 업무를 분석
현장실무자를 위한 품질관리실무 (대한주택공사 2005)	품질계획 품질시험	현장 품질담당자가 해야하는 업무	종합건설업체	현장실무자의 품질관리를 위한 업무 절차 분석
CM지식체계 (기문당 2003)	사전시공회의 변경사항영향검토 시공계획 및 공정계획 수립 검측 및 시험 품질결함사항 조치 준공검사 및 펀치리스트 실질준공 최종준공 보고서작성 및 기록보관	시공단계에서 건설사업관리자가 해야하는 업무	건설사업관리자	건설사업관리자, 발주자, 시공자간의업무 흐름을 분석

⑤ 시공단계 하자관리 업무 프로세스 분석

시공단계 하자관리 업무 프로세스는 크게 입주 전 하자관리와 입주 후 하자관리로 분류되며 조사된 3개 기존 연구 중 두 개의 보고서는 입주 전 하자관리 업무 프로세스를 포함하지 아니 하였지만, 건설업체의 고객관리가 중요시됨에 따라 입주 전 하자관리 업무 프로세스도 포함하여 분석하였다. 입주전 사전 점검은 설계관리자, 입주자, 현장 시공관리자, 고객센터장 등의 수행주체의 업무가 복합적으로 연결되어 있으며, 입주 후 사전점검은 하자처리 접수 후 현장 하자관리담당자의 하자보수 업무로 구성되어진다. 또한 하자 보수 처리 및 평가의 업무 프로세스에서 고객만족도 조사를 수행하는 것으로 분석되었다. 분석된 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-150> 시공단계 하자관리 업무 프로세스 분석

출처	업무 분류	분류 기준	수행주체	특징
D건설 PMIS보고서(2003)	공용부 중간점검 세대내부 품질점검 입주자 사전점검 최종품질점검 하자보수 요청 처리 하자보수 시행 하자보수 예산 작성 하자보수 검증 하자분석 및 평가	대형건설업체 하자관리업무	종합건설업체	입주 전 하자관리(4단계)와 입주 후 하자관리(5단계)로 분류하여 하자관리업무 프로세스 분석
전재열, 최진호, 권원, 건축생산관리, 기문당, 2004.	고객불만족 접수 접수내용 분류 원인분석 관련부서/업체통보 현장점검 작업자 선정 자재청구 작업지시 완료 및 고객만족도 확인	건설업체 고객 서비스센터의 하자관리 운영절차	종합건설업체	입주 후 하자관리를 고객의 하자접수 및 완료를 기준으로 업무 흐름에 따라 분석
건설관리개발원 공사관리업무메뉴얼(1997)	세대별 시설물 점검표 작성 세대별 수선보수 요청서 입주자 불편사항 접수 하자 업무 처리	종합건설업체의 하자관리 업무 절차	종합건설업체	입주 후 하자관리를 APT현장을 기준으로 분석

⑥ 시공단계 안전관리 업무 프로세스 분석

시공단계 안전관리 업무 프로세스를 건설사업관리자와 종합건설업체의 안전관리 업무프로세스를 중심으로 분석하였다. 건설사업관리자의 안전관리 업무 프로세스는 설계전단계, 설계단계, 조달단계, 시공단계, 시공 후 단계로 분류되며 본 연구에서는 시공단계의 업무 프로세스를 참고하여 분석하였다. 안전관리 업무 프로세스를 프로세스 체인단계에서 3단계(안전관리계획, 안전점검, 안전교육훈련)으로 정리하여 상세 업무 프로세스를 분석하였다. 분석된 내용은 다음 표와 같다.

<표 3-151> 시공단계 안전관리 업무 프로세스 분석

출처	업무 분류	분류 기준	수행주체	특징
건설교통부 건설사업관리 업무절차 보고서(2003)	건설현장 안전조직체계 유해·위험방지계획 안전관리계획 안전관리 이행감독 월간이행사항 안전조정회의 운영 안전교육훈련 안전관리문서 관리	안전관리를 위하여 건설사업관리자가 해야하는 업무	건설사업관리자	시공단계의 건설현장에서 안전관리를 위한 건설사업관리자와 시공자의 업무 프로세스를 분석
K엔지니어링 건설사업관리 실무교재(2003)	건설안전조직체계 안전관리계획 유해·위험방지계획 표준안전관리비 안전교육훈련 안전점검 재해대책본부 월간이행사항	설계전단계 및 시공단계에서 건설사업관리자가 해야하는 업무	건설사업관리자	건설사업관리자의 안전관리 절차서를 바탕으로 업무의 주관과 협조를 분류하여 업무의 흐름을 분석
건설사업관리지식체계(기문당 2003)	건설현장 안전조직체계 안전관리 시행감독 안전관련 제출물 검토 안전감사 안전관리문서관리 사전 시공회의 주관 안전조정회의 주	프로젝트의 효율적이고 안전한 관리를 위한 업무	건설사업관리자	공사의 총괄적인 관리 및 성공을 위하여 건설사업관리자가 해야하는 안전관리 업무를 분석

	관 관계기관과의 유대강화지원			
대한건설협회 건설업 업무 편람(2008)	안전관리계획의 수립 안전점검의 실시 안전관리비 계상	건설기술관리법령에 의한 건설공사 안전관리체계	종합건설업체	건설기술관리법령에 의거하여 건설공사 안전관리를 위한 업무 프로세스 분석

(나) Construction단계 지식정보 분석

업무 프로세스 로드맵과 Business Process Architecture를 바탕으로 프로세스 체인의 하위 레벨인 프로세스 레벨의 프로세스와 프로세스별 받은 문서와 내가 작성한 문서를 분석하였다. 업무 프로세스와 KM을 연동시키기 위하여 자료를 분석하여 각 단계별 요구되는 지식과 생성되는 지식을 분석하여 업무프로세스에 따른 요구되는 자료와 생성되는 자료를 매뉴얼 및 지침과 참고자료로 분류하여 작성하였다.

1) 시공단계 공정관리 업무 프로세스 지식정보 분석

메가 프로세스 단계의 공정관리 업무를 8개의 프로세스 체인으로 나누고 28개의 프로세스로 분류하였다. 프로세스의 코드번호는 프로세스의 진행 순서에 따라 부여되었다. 예를 들면 메가 프로세스인 공정관리의 8개의 프로세스 체인 중 코드번호가 가장 빠른 사업검토(C-01-01)가 가장 먼저 시작하는 프로세스이고 코드번호가 가장 느린 준공 후 자료관리(C-01-08)가 가장 늦게 시작하는 프로세스이다. 이와 동일하게 프로세스 체인 하위단계인 프로세스 단계도 적용된다. 해당 프로세스의 작성한 문서는 다음 프로세스의 요구되는 자료로 제공 되며 프로세스의 수행을 통하여 작성되어진 문서는 생성되는 자료로 저장되어 다음 프로세스의 요구되는 자료로 제공되는 순환 관계를 형성하게 된다. 공정관리의 업무의 수행주체는 본사의 프로젝트 공정담당자와 현장의 공정담당자이며 수행주체의 업무 흐름에 따라 지식정보가 입·출력된다.

<표 3-152> 시공단계 공정관리 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	공정관리[C-01]
Process Chain	사업검토 [C-01-01]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-01-01-01	예상공기 산정(입찰/사업성 검토)	공정담당자	건축기술부	사업계획안	예상공기	공정계획 절차서	도면, 시방서, 도급계약서
C-01-01-02	입찰용 공정표 작성	공정담당자	건축PMS부	예상공기	입찰용 공정표	공정계획 절차서	
C-01-01-03	분양용 공정표 작성	공정담당자	건축PMS부	예상공기	분양용 공정표	공정계획 절차서	

Process Chain	착공준비 [C-01-02]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-01-02-01	입찰용/분양용 공정표 접수	공정담당자	건축PMS부	입찰용 공정표 분양용 공정표	예상공기 분양시점	공정계획 절차서	
C-01-02-02	마일스톤 계획	공정담당자	건축관리부	예상공기 분양시점	마일스톤	공정계획 절차서	
C-01-02-03	공기 확정(공정관리용)	공정담당자	건축PMS부	예상공기 마일스톤	확정공기	공정계획 절차서	

Process Chain	공사기준수립 [C-01-03]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-01-03-01	Master Schedule 작성	공정담당자	건축관리부	확정공기	마감공사 계획 토공/지정/골조 계획 가설/장비 계획	공정계획 절차서	초기공정표
C-01-03-02	Master Schedule 검토 및 승인	공정담당자 현장소장 발주자	건축PMS부 현장 발주처	마감공사 계획 토공/지정/골조 계획 가설/장비 계획	Master Schedule	공정계획 절차서	

Process Chain	공종별 실적관리 [C-01-04]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-01-04-01	공사 진척자료 수집	TASK 담당자	현장		작업진행정보		
C-01-04-02	일일 작업 정리	TASK 담당자	현장	작업진행정보	작업일보	공정관리 절차서	
C-01-04-03	기간별 공종실적 정리	TASK 담당자	현장	작업일보	공종별 물량실적대비표	공정관리 절차서	
C-01-04-04	공종별 현황분석	공사담당자	협력업체		공종별 공정현황도	공정관리 절차서	Master Schedule
C-01-04-05	공종별 부진사유 분석	공정담당자	현장	공종별 공정현황도 공종별 물량실적대비표	부진사유 주/월간 공정계획	공정관리 절차서	Master Schedule
C-01-04-06	공종별 만회대책 수립	공정담당자	현장	부진사유	만회대책 하도급 회의록	공정관리 절차서	Master Schedule

Process Chain	전체공정분석 [C-01-05]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-01-05-01	기간별 전체 실적 정리	공사담당자	협력업체		물량실적대비표	공정관리 절차서	상세공정표 하도급회의록
C-01-05-02	전체 공정 현황 분석	공정담당자	현장	물량실적대비표	Update Schedule	공정관리 절차서	Master Schedule
C-01-05-03	진도 평가	TASK 담당자 현장소장	현장	Update Schedule	진척율	공정관리 절차서	상세공정표 하도급회의록 Master Schedule
C-01-05-04	만회대책 수립	공정담당자	현장	진척율	Control Schedule 공정회의록	공정관리 절차서	Master Schedule

Process Chain	공정보고 [C-01-06]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료

C-01-06-01	주간 공정보고	공정담당자	현장	공정회의록	공정보고서(주간)	공정관리절차서	Master Schedule
C-01-06-02	월간 공정보고	공정담당자	현장	공정회의록 Control Schedule	공정보고서(월간)	공정관리절차서	Master Schedule
C-01-06-03	본사 공정 보고	공정담당자	현장	공정보고서	건축관리부 회의록	공정관리절차서	
C-01-06-04	감리/발주처 보고 및 회의	공정담당자	현장	공정보고서	발주처 회의록	공정관리절차서	
Process Chain	공정계획수정[C-01-07]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-01-07-01	당초 실행공정표 변경	공정담당자	건축관리부	Revision 사유	(가)Revision Schedule	공정관리절차서	Master Schedule
C-01-07-02	변경 승인 및 접수	공정담당자	건축PMS부	(가)Revision Schedule	(본)Revision Schedule	공정관리절차서	Master Schedule
C-01-07-03	Revision Schedule 관리	공정담당자	건축관리부	(본)Revision Schedule	Revision Schedule	공정관리절차서	
Process Chain	준공 후 자료관리[C-01-08]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-01-08-01	공사자료 정리	공정담당자	현장	Control Schedule Revision Schedule Update Schedule	준공자료		Master Schedule
C-01-08-02	실적자료 분석 및 DB화	공정담당자	건축PMS부	준공자료	실적 DB	공정관리절차서	
C-01-08-03	기술자료 분석 및 DB화	공정담당자	건축기술부	준공자료	기술 DB	공정관리절차서	

2) 시공단계 원가관리 업무 프로세스 지식정보 분석

시공단계 원가관리 업무를 프로세스 체인 단계 9개로 분류하고 프로세스 단계 41개로 분류하였다. 프로세스 체인 단계는 가실행예산관리, 본실행예산관리, 변경예산관리, 투자관리, 기성고관리, 기성 대 투자대비분석, 자금관리, 손익분석, 준공정산으로 분류하였으며 본실행예산관리 업무 프로세스는 본사 건축관리부와 현장 소장, 본사 임원의 의사결정 순서에 의하여 업무 프로세스를 정렬하였으며 그에 필요한 지식정보를 분석하였다.

<표 3-153> 시공단계 원가관리 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	원가관리[C-02]						
Process Chain	가실행예산관리[C-02-01]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-01-01	가실행예산 작성	원가담당자	건축기술부	설계 및 계약도서	가실행예산(안)	실행예산 작성 기준	건축기술부 업무 Guide
C-02-01-02	가실행예산 접수 및 심사	원가담당자	건축기획부	가실행예산(안)	검토안	실행예산 작성 기준	건축기술부 업무 Guide
C-02-01-03	가실행예산 조정 및 확정	원가담당자	건축기술부	검토안	가실행예산	실행예산 작성 기준	건축기술부 업무 Guide
Process Chain	본실행예산관리[C-02-02]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-01-01	실행예산 안 작성	건축관리부	건축관리부	가실행예산 설계도서, 계약도서	실행예산(안)	원가관리절차서 실행예산작성기준	초기공사비집행실적 가실행예산
C-02-01-02	실행예산 안 조정	현장소장	현장	실행예산(안)	실행예산	실행예산작성기준	초기공사비집행실

					(현장조정안)		적 가실행예산
C-02-01-03	실행예산 검토/조정	건축관리 부	건축관리 부	실행예산 (현장조정안)	검토안	실행예산작성기준	초기공사비집행실 적 가실행예산
C-02-01-04	실행예산 심사	임원	본사	검토안	검토안 (임원심사결과)	실행예산작성기준	초기공사비집행실 적 가실행예산
C-02-01-05	실행예산 조정 및 확정	건축관리 부	건축관리 부	검토안 (임원심사결과)	실행예산	실행예산작성기준	초기공사비집행실 적 가실행예산
C-02-01-06	실행예산 접수	현장소장	현장	실행예산		원가관리절차서 건축기술부업무Gu ide	초기공사비집행실 적 가실행예산 실행예산작성기준

Process Chain	변경예산관리 [C-02-03]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-03-01	현장 품의	원가담당 자	현장	여건보고사항 실행변경사유	현장품의서	실행예산작성기준	공사비 집행실적 설계 및 계약도서 본실행예산
C-02-03-02	본사담당부서 검토	원가담당 자	건축관리 부	현장품의서	검토안	실행예산작성기준	본실행예산
C-02-03-03	결재 및 집행	원가담당 자	건축기술 부	검토안	변경실행예산	원가관리 절차서 실행예산작성기준	본실행예산

Process Chain	투자관리 [C-02-04]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-04-01	공종별 직영/하도집행 계획	공무	현장		공종별 직영/하도 집행계획	건축공무업무매뉴 얼	가/본 실행예산
C-02-04-02	경상비/복리후생 비 집행 계획	공무	현장		경상비/복리 후생비 집행계획	건축공무업무매뉴 얼	가/본 실행예산
C-02-04-03	집중 관리자재 선정 및 목표 설정	자재담당 자	현장		관리자재 품목 및 집행계획	건축공무업무매뉴 얼	가/본 실행예산
C-02-04-04	일별 투자 정리	시공담당 자	현장		일별투자집계문서	건축현장 공사관리 매뉴얼	
C-02-04-05	공종별/비목별 투자 집계	공무	현장	공종별 직영/하도집행계획 경상비/복리후생비 집행계획 관리자재 품목 및 집행계획	투자집계표	건축공무업무매뉴 얼	

Process Chain	기성고관리 [C-02-05]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-05-01	기성소화계획 작성	공무	현장		기성소화계획	건축공무업무매뉴 얼	
C-02-05-02	기성물량 확인	시공담당 자	현장		기성물량	건축공무업무매뉴 얼	기성산출기준 투자집계표
C-02-05-03	기성고 작성	공무	현장	기성물량	기성고조서(총괄 표) 기성산출근거	건축공무업무매뉴 얼	기성산출기준 투자집계표 하도급계약서 가/본 실해예산 도급계약서
C-02-05-04	기성 소화 계획/실적분석	공무	현장	기성소화계획 기성고조서(총괄표) 기성산출근거	공종별 기성 계획 대 실적	건축공무업무매뉴 얼	

Process Chain	기성 대 투자대비 분석[C-02-06]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-06-01	주요자재	공무	현장	기성고조서(총괄표	공사집행 계획	건축공무업무매뉴	투자집행계획

	기성/투입, 예산/투자 분석			) 투자집계표	대비 실행	얼	
C-02-06-02	공종별/비목별 기성/투자 분석	공무	현장	기성고조서(총괄표) 투자집계표	공사집행 계획 대비 실행	건축공무업무매뉴 얼	투자집행계획
C-02-06-03	간접공사비 집행 계획/투자 분석	공무	현장	기성고조서(총괄표) 투자집계표	공사집행 계획 대비 실행	건축공무업무매뉴 얼	투자집행계획
C-02-06-04	대비표검산서 작성 및 조정	공무	현장	기성고조서(총괄표) 투자집계표 하자보수충당금 현장전도 판매관리비	대비표검산서	건축공무업무매뉴 얼	하자보수충당금 기준율
C-02-06-05	공사현황보고	공무	현장	대비표검산서 기성고조서(총괄표) 투자집계표	공사현황보고서	건축공무업무매뉴 얼	가/본 실행예산

Process Chain	자금관리 [C-02-07]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-07-01	자금계획수립	공무	현장		자금계획	건축공무업무 매뉴얼	가/본 실행예산
C-02-07-02	정기자금 등 청구	현장소장	현장	미지급금 현황 기성고조서(총괄표)	정기자금 청구서	건축공무업무 매뉴얼	가/본 실행예산 자금계획
C-02-07-03	비정기자금 등 청구	현장소장	현장	긴급자금 요구	비정기자금 청구서	건축공무업무 매뉴얼	가/본 실행예산 자금계획
C-02-07-04	자금집행 및 기성 지불	현장소장	현장	정기자금 청구서 비정기자금 청구서	지불확인서	건축공무업무 매뉴얼	가/본 실해예산 자금계획 자금집행기준 외주비기성지불조 건

Process Chain	손익분석 [C-02-08]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-08-01	경영계획/Rolling Plan 작성	공무	현장	전년누계실적	경영계획/Rolling Plan	건축공무업무 매뉴얼	공정표 가/본 실행예산
C-02-08-02	사업수지 항목별 집계	공무	현장	공사현황보고서	항목별 사업수지	건축공무업무 매뉴얼	
C-02-08-03	자금 분할 및 자금수지 확정	공무	현장		특별 이익 및 손실 명세서 자금관련자료	건축공무업무 매뉴얼	
C-02-08-04	사업수지 산출	공무	현장	특별 이익 및 손실 명세서 자금관련자료	사업수지	건축공무업무 매뉴얼	사업수지 작성기준 및 산출방식
C-02-08-05	계획 대 실적/전망 대비	공무	현장	사업수지	경영계획 대 실적/전망 대비	건축공무업무 매뉴얼	경영계획/Rolling Plan

Process Chain	준공정산 [C-02-09]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-02-09-01	정산예산서 작성	공무	현장	투자집계표	정산 실행 대 투자분석	건축공무업무 매뉴얼	가/본 실행예산
C-02-09-02	정산보고서 작성	공무	현장	공사현황보고서	정산 보고서 종합누계 공사현황	건축공무업무 매뉴얼	
C-02-09-03	하도계약 정산	시공담당 자	협력업체	기성고조서(총괄표)	정산하도기성지불 조서	건축공무업무 매뉴얼	하도급 계약서
C-02-09-04	잔공사 내역서 작성	공무	현장		잔공사 내역서	건축공무업무 매뉴얼	가/본 실행예산 공정표
C-02-09-05	원가분석자료 정리	공무	현장	정산 실행 대 투자분석 종합누계 공사현황	원가분석자료	건축공무업무 매뉴얼	가/본 실행예산
C-02-09-06	준공보고서 작성	공무	현장	원가분석자료	준공보고서	건축공무업무 매뉴얼	

3) 시공단계 노무관리 업무 프로세스 지식정보 분석

프로세스 체인단계에서 노무자 등록, 노무관리로 분류하였으며, 프로세스 단계에서 총 9개의 업무로 분류하였다. 노무자 등록 프로세스 체인 하위에 노무동원계획 및 노무자 등록을 위한 채용, 교육, 등록의 업무 프로세스가 포함된다. 노무자 출역현황 프로세스 체인은 현장의 노무 담당자와 협력업체의 업무로 구성되며, 프로세스 수행 시 생성되는 지식정보 및 문서는 원가관리의 업무에 필요한 지식정보로 활용된다.

<표 3-154> 시공단계 노무관리 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	노무관리[C-03]
Process Chain	노무자등록[C-03-01]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-03-01-01	노무동원계획	공무	현장	실행예산 시공계획서 공정표	노무동원계획서	노무관리 절차서	
C-03-01-02	근로자 신규 채용	노무	현장	노무동원계획서	노무자 정보	노무관리 절차서	
C-03-01-03	안전교육 이수 확인	안전	현장	노무자 정보	안전장구 지급서 안전수칙 준수서약서	안전관리 절차서 노무관리 절차서	
C-03-01-04	근로자 현장 등록	노무	현장	노무자 정보	노무자 명부	노무관리 절차서	안전장구 지급서 안전수칙 준수서약서
C-03-01-05	출입증 발급	노무	현장	노무자 정보	노무자 현장 출입증	노무관리 절차서	

Process Chain	노무자 출역현황[C-03-02]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-03-02-01	현장출입확인	노무담당자	현장	작업지시서 노무자현장출입증	출역노무자정보 노무자작업정보	노무관리절차서	노무자명부
C-03-02-02	협력업체 확인	반장	협력업체	출역노무자정보 노무자작업정보	협력업체출역일보	노무관리절차서	
C-03-02-03	공사담당자 확인 및 정리	공사담당자	현장	협력업체출역일보	일일출역현황	노무관리절차서	노무자명부
C-03-02-04	출역 현황 집계	공무담당자	공무	일일출역현황	출역집계표 작업일보 노임지급명세서 노무대장 기간별인원투입현황 계획 대비 실적	노무관리절차서	노무동원계획서 시공계획서 실행예산 공정표

4) 시공단계 품질관리 업무 프로세스 지식정보 분석

메가 프로세스 단계인 품질관리는 8개의 프로세스 체인으로 구성된다. 프로세스 체인은 PDCA의 순서로 품질 계획, 품질 시험 및 검사, 품질 조치, 품질 보고의 순서로 8개의 업무로 분류된다. 품질관리 업무는 품질담당자와 시공담당자, 자재 담당자의 업무가 복합적으로 구성되며 업무 프로세스의 입·출력되는 지식정보는 자재

관리 업무 프로세스와 연계된다.

<표 3-155> 시공단계 품질관리 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	품질관리[C-04]
Process Chain	품질계획 [C-04-01]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-01-01	품질경영계획서작성	품질담당자	현장		품질경영계획서	품질관리 절차서	시방서, 계약서, 회사품질방침
C-04-01-02	품질시험계획서작성	시공담당자	현장		품질시험계획서	품질관리 절차서	시방서, 계약서, 회사품질방침
C-04-01-03	검토 및 승인	품질담당자	본사	품질경영계획서 품질시험계획서	품질경영계획서 검토안 품질시험계획서 검토안	품질관리 절차서	건설기술관리법 시행규칙 제15조2(품질시험계획의 내용)

Process Chain	공장검사 [C-04-02]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-02-01	공장검사 계획	품질담당자 시공담당자	현장	공장검사요구품목	공장검사 계획	품질관리 절차서 협력업체 지입자재관리 절차서 현장 검사 및 시험관리절차서	품질경영계획서 품질시험계획서
C-04-02-02	공장검사 수행	품질검사관	품질검사 전문기관	공장검사계획	검사결과	품질관리절차서 협력업체 지입자재관리 절차서 현장건사 및 시험관리절차서	관련법규
C-04-02-03	공장검사결과 처리	품질담당자	협력업체	검사결과	공장검사 입회검사서 검사결과통보서 부적합/조치요구사항	품질관리절차서 협력업체 지입자재관리 절차서 현장건사 및 시험관리절차서	

Process Chain	자재인수검사 [C-04-03]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-03-01	자재인수검사 계획	자재담당자 시공담당자	현장		현장자재인수검사 계획서 검사담당자 명부 주요자재검사항목	품질관리 절차서 협력업체 지입자재관리 절차서 현장 검사 및 시험관리절차서	품질경영계획서 품질시험계획서
C-04-03-02	자재인수 및 검사	품질검사관	품질검사 전문기관	검사담당자 명부 주요자재검사항목	검사결과	품질관리절차서 협력업체 지입자재관리 절차서 현장건사 및 시험관리절차서	현장자재인수검사 계획서
C-04-03-03	자재인수검사결과 처리	품질담당자	현장	검사결과	인수검사보고서 부적합/조치요구사항	품질관리절차서 협력업체 지입자재관리 절차서 현장건사 및 시험관리절차서	

Process Chain	공정 중 검사[C-04-04]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-04-01	검사 및 시험 계획	품질담당자 시공담당자	현장		검사계획서 시험계획서	품질관리 절차서 현장 검사 및 시험관리절차서	품질경영계획서 품질시험계획서

C-04-04-02	검측요청서	시공담당자	현장	검사계획서 시험계획서	검사요청서 시험요청서	품질관리 절차서 현장 검사 및 시험관리절차서	
C-04-04-03	시험실시	시공담당자	협력업체	시험요청서	시험결과	품질관리 절차서 현장 검사 및 시험관리절차서	검사계획서 시험계획서
C-04-04-04	검사실시	시공담당자	협력업체	검사요청서	검사결과 체크리스트 작업완료일	품질관리 절차서 현장 검사 및 시험관리절차서	검사계획서 시험계획서
C-04-04-05	시험 및 검사 결과 처리	품질담당자 시공담당자	협력업체	시험결과 검사결과 체크리스트 작업완료일	검사표 부적합/조치요구 사항 품질시험/검사대 장 품질시험/검사실 적보고서	품질관리 절차서 품질기록 관리 절차 현장 검사 및 시험관리절차서	

Process Chain	최종시험 및 검사[C-04-05]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-05-01	최종검사 시행	품질담당자 시공담당자	현장		시험 및 검사 결과	품질관리 절차서	품질경영계획서
C-04-05-02	검사 기록 및 조치 확인	품질담당자 시공담당자	현장	시험 및 검사 결과	확인 사항	품질관리 절차서	시방서, 계약서, 회사품질방침
C-04-05-03	보완조치확인 및 최종승인	품질담당자 시공담당자	현장	확인 사항	최종 검사표	품질관리 절차서 품질기록관리절 차	건설기술관리법 시행규칙 제15조2(품질시험 계획의 내용)

Process Chain	부적합품 조치[C-04-06]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-06-01	부적합품 식별	자재담당자 시공담당자	현장	부적합/조치요구 사항	구두시정조치 처리이행방안 부적합상세내용 부적합발생일자	품질관리절차서 현장 검사 및 시험관리 절차서	시방서, 설계도면 품질경영계획서
C-04-06-02	부적합사항 조치방안 수립 및 통보	품질담당자	현장	처리이행방안 부적합상세내용 부적합발생일자	조치완료일 조치사항	품질관리절차서 현장 검사 및 시험관리 절차서	
C-04-06-03	부적합품 처리결과 확인	품질담당자 시공담당자	현장	조치완료일 조치사항	처리승인 부적합보고서 조치요구사항	품질관리절차서 현장 검사 및 시험관리 절차서	

Process Chain	시정 조치[C-04-07]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-07-01	조치요구사항 식별 및 통보	자재담당자 시공담당자 품질담당자	현장	부적합/조치요구 사항	시정조치요구서	품질관리절차서 현장 검사 및 시험관리 절차서	품질경영계획서
C-04-07-02	조치방안 접수 및 평가	자재담당자 시공담당자 품질담당자	현장	시정조치요구서	조치완료예정일 시정조치방안	품질관리 절차서	품질경영계획서
C-04-07-03	조치시행결과 확인	자재담당자 시공담당자 품질담당자	현장	조치완료예정일 시정조치방안	시행결과 승인 시정조치 결과	품질관리 절차서	품질경영계획서
C-04-07-04	예방조치 실시	품질담당자	건축관리부 품질보증팀	시정조치결과	하자사례집 품질감사보고서 예방조치 실행계획서 에방조치점검대장		품질경영계획서

Process Chain	품질분석 및 평가[C-04-08]

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-04-08-01	품질경향 분석	품질담당자	품질보증팀	부적합보고서 시정조치요구서	품질경향분석보고서	품질관리절차서	
C-04-08-02	품질목표실적 평가	품질담당자	품질보증팀		품질목표 계획/실적 보고서	품질관리절차서	현장품질방침 및 목표

5) 시공단계 하자관리 업무 프로세스 지식정보 분석

하자관리는 9개의 프로세스 체인으로 분류되며 24개의 프로세스로 구성된다. 시공단계 하자관리 업무 메가 프로세스는 크게 입주 전 하자관리와 입주 후 하자관리로 분류되며 설계관리자, 입주자, 현장 시공관리자, 고객센터장 등의 수행주체의 업무가 복합적으로 연결되어 있다. 또한 하자관리의 고객만족도 조사결과는 설계관리 업무와 연계되며 하자요인 및 발생요소는 품질관리 업무의 요구되는 지식정보로 활용되어 진다.

<표 3-156> 시공단계 하자관리 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	하자관리[C-05]						
Process Chain	공용부 중간점검[C-05-01]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-01-01	중간점검실시	설계관리자	설계관리팀		품질점검내용	하자관리업무절차서	
C-05-01-02	점검결과 정리 및 조회	설계관리자	설계관리팀	품질점검내용	중간품질점검 결과보고서	하자관리업무절차서	
Process Chain	세대내부 품질점검[C-05-02]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-02-01	점검계획	고객센터장	고객센터		세대품질점검계획서	하자관리업무절차서	
C-05-02-02	세대별 점검	현장직원	건축관리부		세대별 점검표	하자관리업무절차서 세대품질점검 계획서	
C-05-02-03	하자분류(업체별/평형별)	고객센터장	고객센터	세대별 점검표	업체별/평형별 점검결과	하자관리업무절차서	
C-05-02-04	업체 사장단 회의 및 결과 정리	현장직원	건축외주팀		업체별 조치계획서 업체별 처리방안	하자관리업무절차서 세대품질점검 계획서 업체별/평형별 점검결과	
Process Chain	입주자 사전점검[C-05-03]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-03-01	입주자 사전점검 계획	현장직원	현장		입주자 사전점검행사 계획	하자관리업무절차서	
C-05-03-02	입주자 점검 진행	고객센터장	고객센터		입주자 사전점검표	하자관리업무절차서 입주자 사전점검행사 계획	
C-05-03-03	입주자 점검결과 처리	고객센터장	고객센터		조치 방안	하자관리업무절차서 입주자 사전점검표	
Process Chain	최종품질점검 [C-05-04]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료

C-05-04-01	하자처리 이행 확인 및 점검	고객센터 장	고객센터	업체별/평형별 점검결과 입주자 사전점검표 중간품질점검 결과보고	점검사항 조치여부	하자관리업무절차서	
C-05-04-02	최종 마무리 방법 및 일정 확인/조치	고객센터 장	고객센터		최종 마무리 요청	하자관리업무절차서 점검사항 조치여부	
Process Chain	하자보수 요청 처리[C-05-05]						

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-05-01	하자보수 요청 접수	고객센터 장	고객센터	하자보수요청	하자접수보고서 접수 하자내용	하자관리업무절차서	
C-05-05-02	상황파악 및 보고	현장직원	현장	접수 하자내용	현장답사보고서 하자사항 및 원인 당사 책임 여부	하자관리업무절차서	
C-05-05-03	하자처리방법결정	고객센터 장	고객센터	하자사항 및 원인 당사 책임여부	하자처리방법	하자관리업무절차서	
C-05-05-04	하자보수방법결정	현장직원	현장	하자처리방법	하자보수방법	하자관리업무절차서	
C-05-05-05	하자보수수행주체 결정	고객센터 장	고객센터	하자보수방법 하자처리방법	하자보수수행주체	하자관리업무절차서 해당 현장 여건	
Process Chain	하자보수 시행[C-05-06]						

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-06-01	하자보수 시행	하자처리 담당자	현장		하자보수현황표 하자보수집행현황 하자처리결과	하자관리업무절차서 하자처리방안 하자소요예산	
Process Chain	하자보수 예산 작성[C-05-07]						

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-07-01	연간소요예산 작성 및 승인	고객센터 장	고객센터		연간소요예산	하자관리업무절차서	
C-05-07-02	(별도)하자소요예산 작성	현장직원	현장		소요예산(안) 하자발생경위	하자관리업무절차서 하자처리방안	
C-05-07-03	하자소요예산 검토 및 승인	고객센터 장	고객센터	소요예산(안) 하자발생경위	하자소요예산	하자관리업무절차서 하자처리방안	
Process Chain	하자보수 검증[C-05-08]						

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-08-01	고객확인 및 확인서 제출	하자처리 담당자	현장	하자처리결과	하자보수완료확인서	하자관리업무절차서	
C-05-08-02	하자보수완료확인서 접수 및 기록	고객센터 장	고객센터	하자보수완료확인서	하자보수완료 기록	하자관리업무절차서 하자처리방안	
C-05-08-03	결과 확인 및 만족도 조사	고객센터 장	고객센터	하자보수완료 기록	고객만족도 최종처리결과	하자관리업무절차서	
Process Chain	하자보수 및 평가[C-05-09]						

코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-05-09-01	하자보수 및 평가	고객센터 장	고객센터	최종처리결과 고객만족도	만족도 분석 하자경향 분석 하자 분석 보고서	하자관리업무절차서	

6) 시공단계 안전관리 업무 프로세스 지식정보 분석

안전관리 메가 프로세스는 안전관리계획, 안전점검, 안전교육훈련의 프로세스 체인으로 분류되며 11개의 업무 프로세스로 구성된다. 안전관리 계획서 작성업무는 총괄안전관리계획서 작성, 공종별 안전관리계획서 작성의 Activity로 구성되며 이는 유해, 위험방지계획서와 함께 안전관리계획을 위한 지식정보로 축적된다. 계획서를 바탕으로 안전점검 프로세스 체인에서는 5개의 업무 프로세스를 수행하여 안전관리 결과보고서를 작성한다. 또한 안전교육훈련 프로세스 체인은 노무관리 메가 프로세스의 노무자 안전교육 이수 확인 업무 프로세스와 연계되어 지식정보의 흐름을 생성한다.

<표 3-157> 시공단계 안전관리 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	안전관리[C-06]						
Process Chain	안전관리계획[C-06-01]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-06-01-01	안전관리 계획서 작성	안전관리담당자	현장		총괄안전관리계획서 공종별 안전관리계획서	안전관리절차서	건설기술관리법
C-06-01-02	유해, 위험방지계획서 작성	안전관리담당자	현장		유해, 위험방지계획서	안전관리절차서	산업안전보건법
C-06-01-03	계획서 검토	현장소장	현장	총괄안전관리계획서 공종별 안전관리계획서 유해, 위험방지계획서	안전관리계획서 유해, 위험방지계획서	안전관리절차서	건설기술관리법 산업안전보건법
Process Chain	안전점검[C-06-02]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-06-02-01	점검빈도 설정	안전관리담당자	현장	안전관리계획서 유해, 위험방지계획서	안전점검 빈도	안전관리절차서	건설기술관리법
C-06-02-02	현장 점검표 작성	안전관리담당자	현장	안전점검 빈도	현장 점검표	안전관리절차서	
C-06-02-03	점검반 구성	안전관리담당자	현장	현장 점검표	점검반 조직도	안전관리절차서	
C-06-02-04	안전점검실시	안전관리담당자	현장	현장 점검표 점검반 조직도	안전점검 실시결과	안전관리절차서	
C-06-02-05	안전관리 결과보고서 작성	안전관리담당자	현장	안전점검 실시결과	안전관리 결과보고서	안전관리절차서	건설기술관리법
Process Chain	안전교육훈련[C-06-03]						
코드번호	업무명	수행자		받은문서	내가 작성한 문서	지식유형	
		담당자	부서			매뉴얼 및 지침	참고자료
C-06-03-01	안전교육훈련 계획 수립	안전관리담당자	현장	안전관리계획서 유해, 위험방지계획서	안전교육훈련계획서(가)	안전관리절차서	산업안전보건법 건설기술관리법
C-06-03-02	검토 및 승인	현장소장	현장	안전교육훈련계획서(	안전교육훈련계획	안전관리절차	

				가)	서	서	
C-06-03-03	안전교육훈련 실시	안전관리담당자	현장	안전교육훈련계획서	안전교육훈련결과보고서	안전관리절차서	

(다) Construction단계 BP기반 지식분류체계

앞서 분석한 업무 프로세스별 수행자와 업무 수행시기를 고려한 지식분류체계 내역은 다음과 같다. 메가 프로세스는 6가지 업무 영역(공정, 원가, 노무, 품질, 하자, 안전)으로 구분하였고, 그 하위에 40개의 프로세스 체인과 140개의 프로세스로 분류하였다. 프로세스 체인은 업무 순서를 고려하여 배열하고 코드를 부여하였으며, 프로세스 레벨 역시 시공단계에서 업무 흐름에 따라 지식을 관리할 수 있도록 분류체계를 제시 하였다.

<표 3-158> 시공단계 공정관리 업무의 BP기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
공정관리			C-01
	사업검토		C-01-01
		예상공기 산정	C-01-01-01
		입찰용 공정표 작성	C-01-01-02
		분양용 공정표 작성	C-01-01-03
	착공준비		C-01-02
		입찰용/분양용 공정표 접수	C-01-02-01
		마일스톤 계획	C-01-02-02
		공기 확정(공정관리용)	C-01-02-03
	공사기준 수립		C-01-03
		Master Schedule 작성	C-01-03-01
		Master Schedule 검토 및 승인	C-01-03-02
	공종별 실적관리		C-01-04
		공사 진척자료 수집	C-01-04-01
		일일 작업 정리	C-01-04-02
		기간별 공종실적 정리	C-01-04-03
		공종별 현황분석	C-01-04-04
		공종별 부진사유 분석	C-01-04-05
		공종별 만회대책 수립	C-01-04-06
	전체공정분석		C-01-05
		기간별 전체 실적 정리	C-01-05-01
		전체 공정 현황 분석	C-01-05-02
		진도 평가	C-01-05-03
		만회대책 수립	C-01-05-04
	공정보고		C-01-06
		주간 공정보고	C-01-06-01
		월간 공정보고	C-01-06-02
		본사 공정 보고	C-01-06-03
		감리/발주처 보고 및 회의	C-01-06-04
	공정계획수정		C-01-07
		당초 실행공정표 변경	C-01-07-01
		변경 승인 및 접수	C-01-07-02
	준공 후 자료관리		C-01-08
		공사자료 정리	C-01-08-01

		실적자료 분석 및 DB화	C-01-08-02
		기술자료 분석 및 DB화	C-01-08-03

<표 3-159> 시공단계 원가관리 업무의 BP기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
원가관리			C-02
	가실행예산관리		C-02-01
		가실행예산 작성	C-02-01-01
		가실행예산 접수 및 심사	C-02-01-02
		가실행예산 조정 및 확정	C-02-01-03
	본실행예산관리		C-02-02
		실행예산 안 작성	C-02-02-01
		실행예산 안 조정	C-02-02-02
		실행예산 검토/조정	C-02-02-03
		실행예산 심사	C-02-02-04
		실행예산 조정 및 확정	C-02-02-05
		실행예산 접수	C-02-02-06
	변경예산관리		C-02-03
		현장 품의	C-02-03-01
		본사담당부서 검토	C-02-03-02
		결재 및 집행	C-02-03-03
	투자관리		C-02-04
		공종별 직영/하도집행 계획	C-02-04-01
		경상비/복리후생비 집행 계획	C-02-04-02
		집중 관리자재 선정 및 목표 설정	C-02-04-03
		일별 투자 정리	C-02-04-04
		공종별/비목별 투자 집계	C-02-04-05
	기성고관리		C-02-05
		공종별 직영/하도집행 계획	C-02-05-01
		경상비/복리후생비 집행 계획	C-02-05-02
		집중 관리자재 선정 및 목표 설정	C-02-05-03
		일별 투자 정리	C-02-05-04
		공종별/비목별 투자 집계	C-02-05-05
	기성 대 투자대비 분석		C-02-06
		주요자재 기성/투입, 예산/투자 분석	C-02-06-01
		공종별/비목별 기성/투자 분석	C-02-06-02
		간접공사비 집행 계획/투자 분석	C-02-06-03
		대비표검산서 작성 및 조정	C-02-06-04
		공사현황보고	C-02-06-05
	자금관리		C-02-07
		자금계획수립	C-02-07-01
		정기자금 등 청구	C-02-07-02
		비정기자금 등 청구	C-02-07-03
		자금집행 및 기성 지불	C-02-07-04
	손익분석		C-02-08
		경영계획/Rolling Plan 작성	C-02-08-01
		사업수지 항목별 집계	C-02-08-02
		자금 분할 및 자금수지 확정	C-02-08-03
		사업수지 산출	C-02-08-04
		계획 대 실적/전망 대비	C-02-08-05
	준공정산		C-02-09
		정산예산서 작성	C-02-09-01
		정산보고서 작성	C-02-09-02
		하도계약 정산	C-02-09-03
		잔공사 내역서 작성	C-02-09-04
		원가분석자료 정리	C-02-09-05
		준공보고서 작성	C-02-09-06

<표 3-160> 시공단계 노무관리 업무의 BP기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
노무관리			C-03
	노무자등록		C-03-01
		노무동원계획	C-03-01-01
		근로자 신규 채용	C-03-01-02
		안전교육 이수 확인	C-03-01-03
		근로자 현장 등록	C-03-01-04
		출입증 발급	C-03-01-05
	노무자 출역현황		C-02-02
		현장출입확인	C-03-02-01
		협력업체 확인	C-03-02-02
		공사담당자 확인 및 정리	C-03-02-03

<표 3-161> 시공단계 품질관리 업무의 BP기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
품질관리			C-04
	품질계획		C-04-01
		품질경영계획서작성	C-04-01-01
		품질시험계획서작성	C-04-01-02
		검토 및 승인	C-04-01-03
	공장검사		C-04-02
		공장검사 계획	C-04-02-01
		공장검사 수행	C-04-02-02
		공장검사결과 처리	C-04-02-03
	자재인수검사		C-04-03
		자재인수검사 계획	C-04-03-01
		자재인수 및 검사	C-04-03-02
		자재인수검사결과 처리	C-04-03-03
	공정 중 검사		C-04-04
		검사 및 시험 계획	C-04-04-01
		검측요청서	C-04-04-02
		시험실시	C-04-04-03
		검사실시	C-04-04-04
		시험 및 검사 결과 처리	C-04-04-05
	최종시험 및 검사		C-04-05
		최종검사 시행	C-04-05-01
		검사 기록 및 조치 확인	C-04-05-02
		보완조치확인 및 최종승인	C-04-05-03
	부적합품 조치		C-04-06
		부적합품 식별	C-04-06-01
		부적합사항조치방안수립및통보	C-04-06-02
		부적합품 처리결과 확인	C-04-06-03
	시정 조치		C-04-07
		조치요구사항 식별 및 통보	C-04-07-01
		조치방안 접수 및 평가	C-04-07-02
		조치시행결과 확인	C-04-07-03
		예방조치 실시	C-04-07-04
	품질분석 및 평가		C-04-08
		품질경향 분석	C-04-08-01
		품질목표실적 평가	C-04-08-02

<표 3-162> 시공단계 하자관리 업무의 BP기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
하자관리			C-05
	공용부 중간점검		C-05-01
		중간점검실시	C-05-01-01
		점검결과 정리 및 조회	C-05-01-02
	세대내부 품질점검		C-05-02
		점검계획	C-05-02-01
		세대별 점검	C-05-02-02
		하자분류(업체별/평형별)	C-05-02-03
		업체 사장단 회의 및 결과 정리	C-05-02-04
	입주자 사전점검		C-05-03
		입주자 사전점검 계획	C-05-03-01
		입주자 점검 진행	C-05-03-02
		입주자 점검결과 처리	C-05-03-03
	최종품질점검		C-05-04
		하자처리 이행 확인 및 점검	C-05-04-01
		최종 마무리 방법 및 일정 확인/조치	C-05-04-02
	하자보수 요청 처리		C-05-05
		하자보수 요청 접수	C-05-05-01
		상황파악 및 보고	C-05-05-02
		하자처리방법결정	C-05-05-03
		하자보수방법결정	C-05-05-04
		하자보수수행주체 결정	C-05-05-05
	하자보수 시행		C-05-06
		하자보수 시행	C-05-06-01
	하자보수 예산 작성		C-05-07
		연간소요예산 작성 및 승인	C-05-07-01
		(별도)하자소요예산 작성	C-05-07-02
		하자소요예산 검토 및 승인	C-05-07-03
	하자보수 검증		C-05-08
		고객확인 및 확인서 제출	C-05-08-01
		하자보수완료확인서 접수 및 기록	C-05-08-02
		결과 확인 및 만족도 조사	C-05-08-03
	하자보수 및 평가		C-05-09
		하자보수 및 평가	C-05-09-01

<표 3-163> 시공단계 안전관리 업무의 BP기반 지식분류체계

Mega Process	Process Chain	Process	Code
안전관리			C-06
	안전관리계획		C-06-01
		안전관리 계획서 작성	C-06-01-01
		유해, 위험방지계획서 작성	C-06-01-02
		계획서 검토	C-06-01-03
	안전점검		C-06-02
		점검빈도 설정	C-06-02-01
		현장 점검표 작성	C-06-02-02
		점검반 구성	C-06-02-03
		안전점검실시	C-06-02-04
		안전관리 결과보고서 작성	C-06-02-05
	안전교육훈련		C-06-03
		안전교육훈련 계획 수립	C-06-03-01
		검토 및 승인	C-06-03-02
		안전교육훈련 실시	C-06-03-03

(라) Construction단계 업무 프로세스 맵

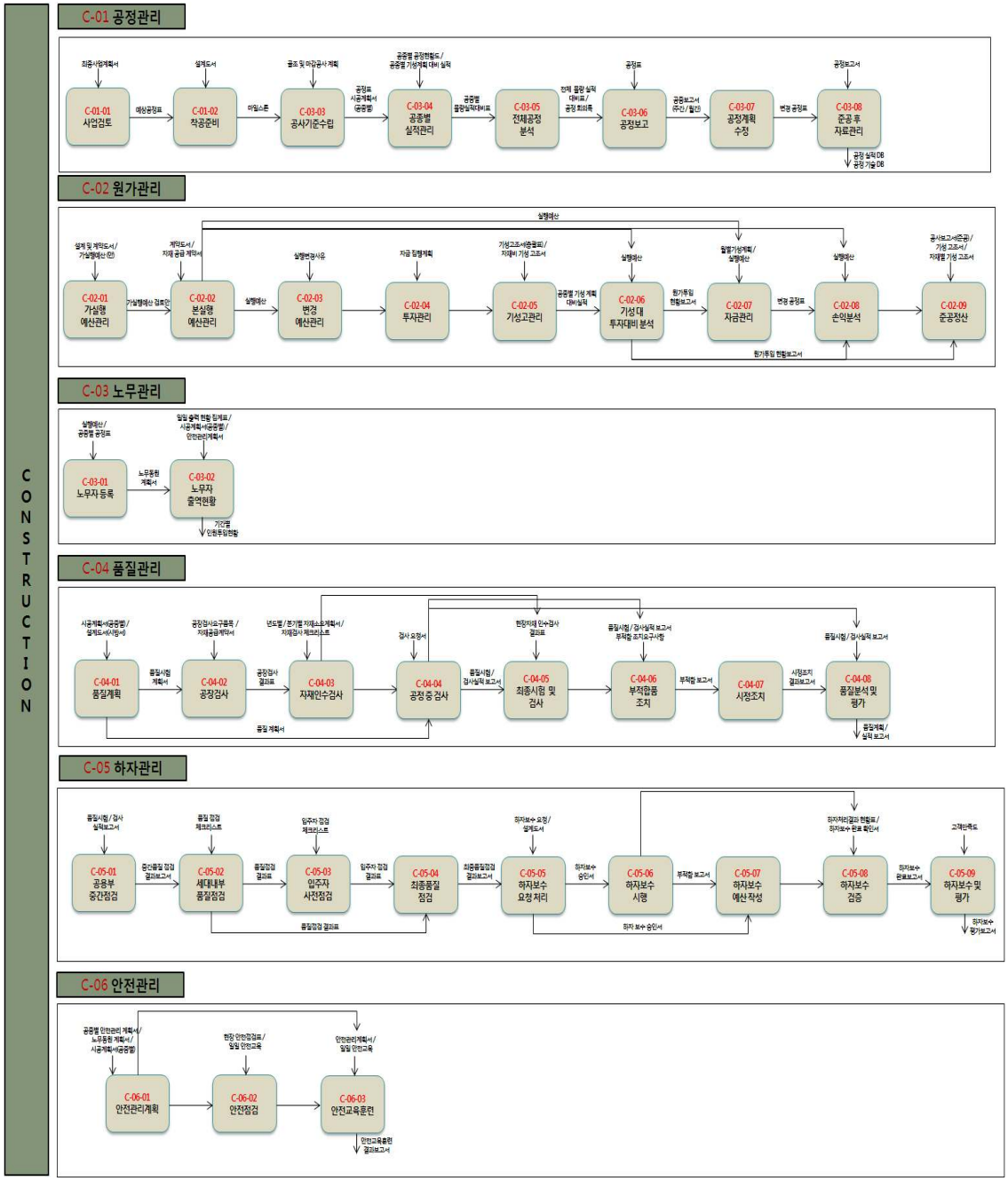
Construction단계의 로드맵을 보여주고 있다. C단계 로드맵은 6개의 메가 프로세스인 공정관리, 원가관리, 노무관리, 품질관리, 하자관리, 안전관리로 구성되어 있으며, 그 하위단계인 프로세스 체인 레벨의 지식의 흐름을 보여주고 있다.

(3) EPC 단계 업무프로세스 기반 지식분류체계 활용방안

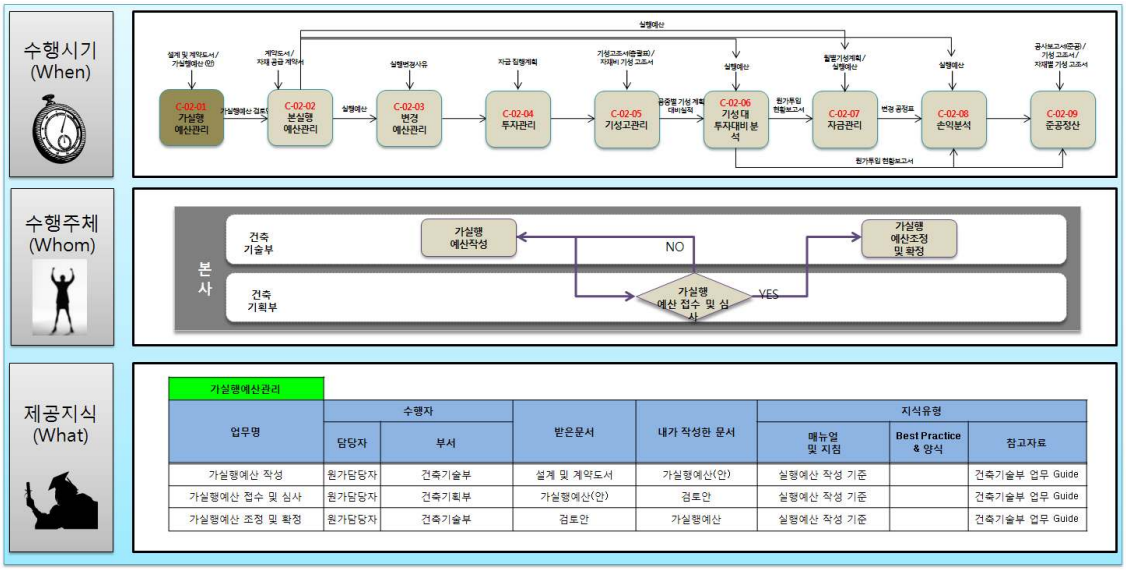
업무 프로세스기반의 지식분류체계는 다음 그림과 같이 업무 수행시기에 맞추어 지식을 제공하는 데에 사용된다.

필요에 따라 업무를 수행하는 프로세스 레벨의 지식 뿐 아니라 그 상위인 프로세스 체인과 메가 프로세스 레벨에서 작성된 지식도 함께 제공 될 수 있도록 한다.

업무 프로세스에 따른 지식은 그림-8과 같이 메가 프로세스, 프로세스 체인, 프로세스 단계별로 정확한 수행시기를 알 수 있으며, 그에 따른 수행주체를 확인하고, 프로세스별 받은 문서와 작성해야 하는 문서 그리고 지식이 제공된다. 업무 프로세스를 통하여 업무가 진행됨에 따라 현재의 업무의 상황을 파악할 수 있으며, 그에 따른 수행자가 정의되어 있고, 제공 지식이 정의되어 있어 요구되는 지식은 업무 프로세스와 연동되어 해당업무가 시작될 때, 지식을 제공하게 되고 제공된 지식을 바탕으로 업무를 수행한 결과물을 다음 단계로 진행될 때 그 결과물은 그 단계의 Output 정보로 KM DB에 저장되게 되어 자동으로 지식이 저장 된다.



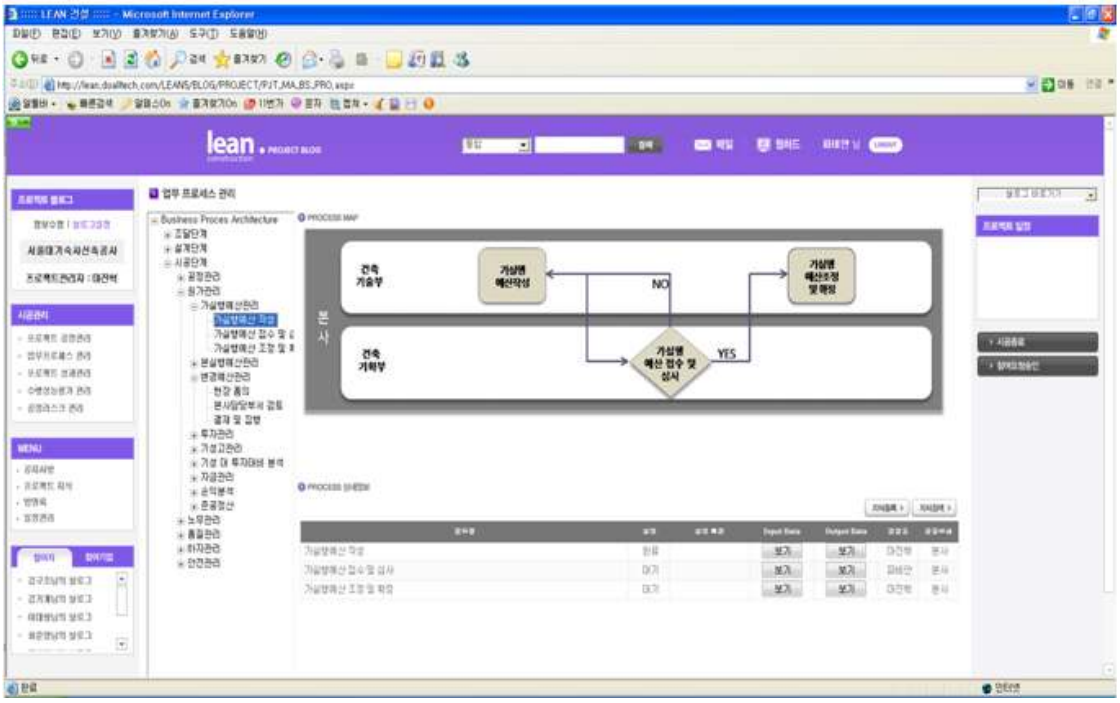
[그림 3-296] Construction단계 업무프로세스 로드맵



[그림 3-297] 업무 프로세스 지식의 요구 및 생성 시점 개념

(4) EPC 단계 BP 기반 지식관리 시스템 모듈

(가) 시스템 메인 User Interface

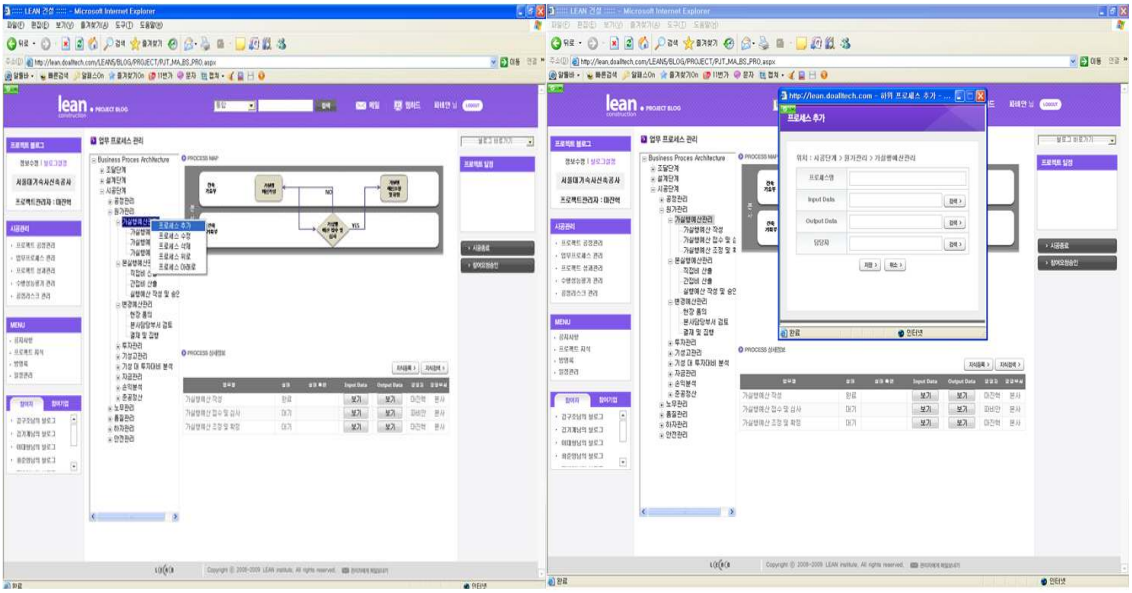


[그림 3-298] Portal 내의 업무 프로세스 시스템 모듈 메인 User Interface

BP기반의 지식관리 시스템은 EP단계에 수행되는 구체적인 업무 프로세스를 기반으로 하여 구성되어 있어 시스템 내에서 사용자가 가시화된 업무 프로세스에 따라서 수행해야할 상세 업무의 실행과 선·후행 업무 관계 파악, 관련 지식의 열람과 등록 등의 작업 수행이 가능하다.

위 그림은 EPC단계 업무 프로세스 기반 지식관리 시스템의 기본 User Interface 이다. 시스템의 메인 User Interface는 크게 세 개의 화면 구성 된다. 화면 가장 왼쪽에 EPC 단계의 업무 프로세스 계층도(BPA)가 보여 지게 되어 사용자가 원하는 업무를 트리형태의 메뉴 구조를 통해서 찾아 갈 수 있게 구성된다. 사용자가 원하는 업무를 클릭하면 해당 업무의 프로세스가 화면 중심에 Process Map의 형태로 나타나며 한눈에 자신의 업무위치와 다음 업무를 쉽게 파악할 수 있다. 또한 화면 하단에는 업무명, 현재 업무진행 상태 및 상태 확인, Input/Output Data, 수행주체, 담당부서, 지식등록 및 지식검색 등의 해당 프로세스의 상세 정보가 제공된다.

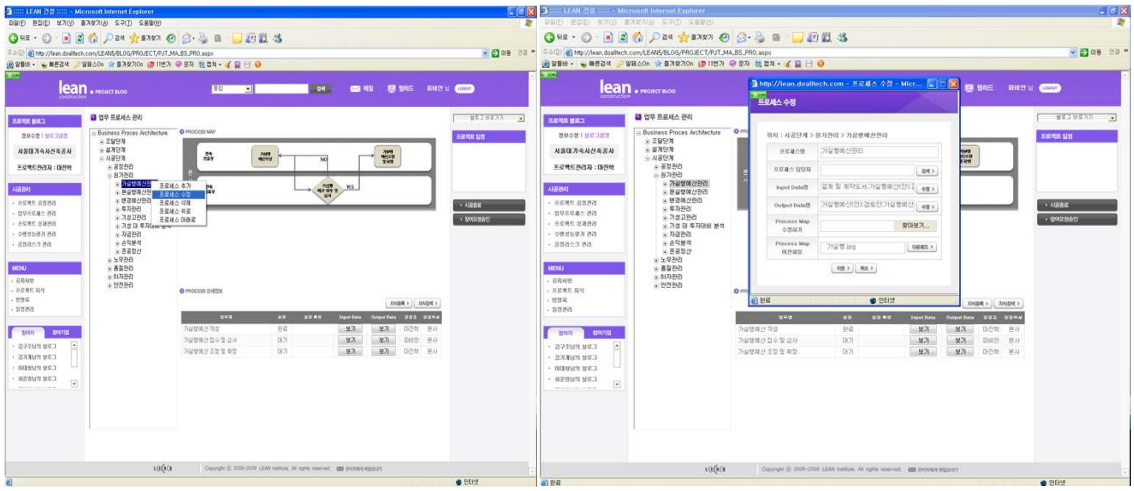
(나) 프로세스 추가/수정/삭제 기능



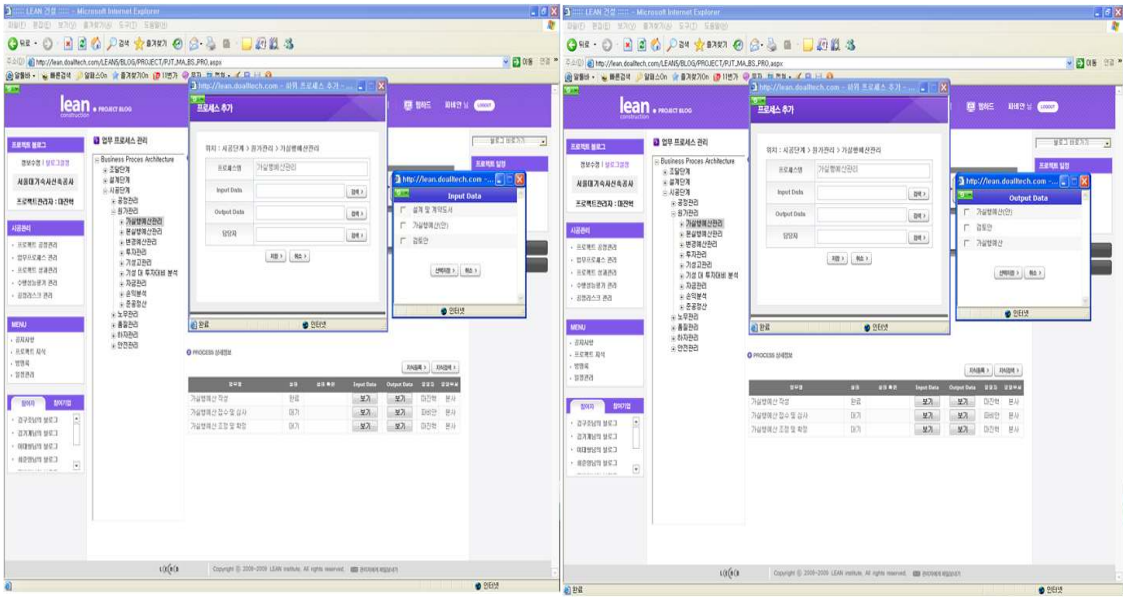
[그림 3-299] 시공단계 프로세스 추가 기능

건설업체는 발주 유형별, 프로젝트별로 상이한 프로세스로 분석되어져 있다. 이를 보완하기 위하여 BP기반의 KM은 프로젝트별 프로세스의 추가, 수정, 삭제가 가능하도록 하였다. 먼저 프로세스 명을 기입하고 Input/Output 검색을 누르면 프로세

스 상위 레벨인 프로세스 체인 단계에 입력되어진 모든 Input/Output Data가 모두 제공되어 쉽게 등록할 수 있다.

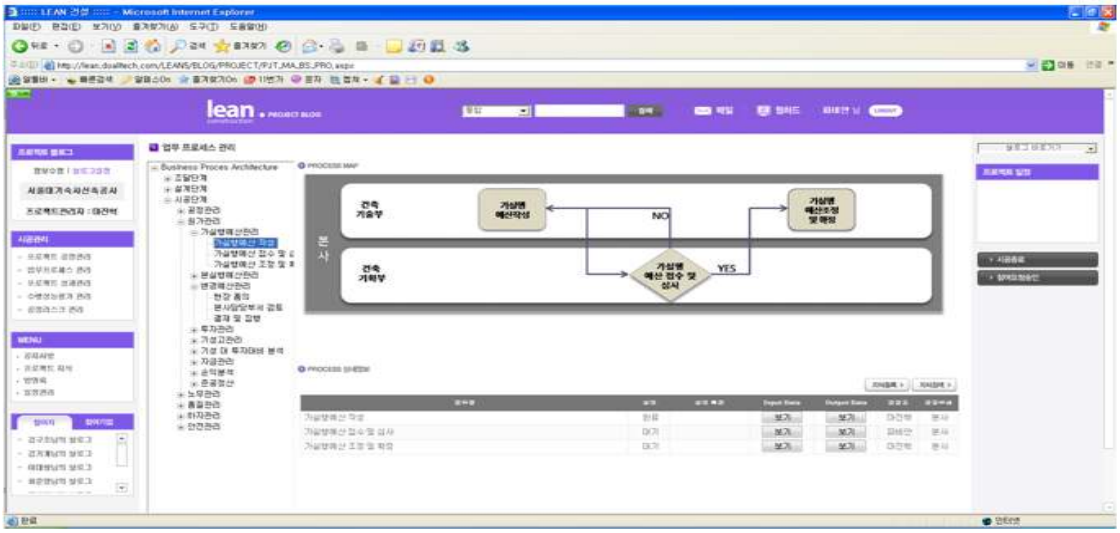


[그림 3-300] 시공단계 프로세스 수정 기능

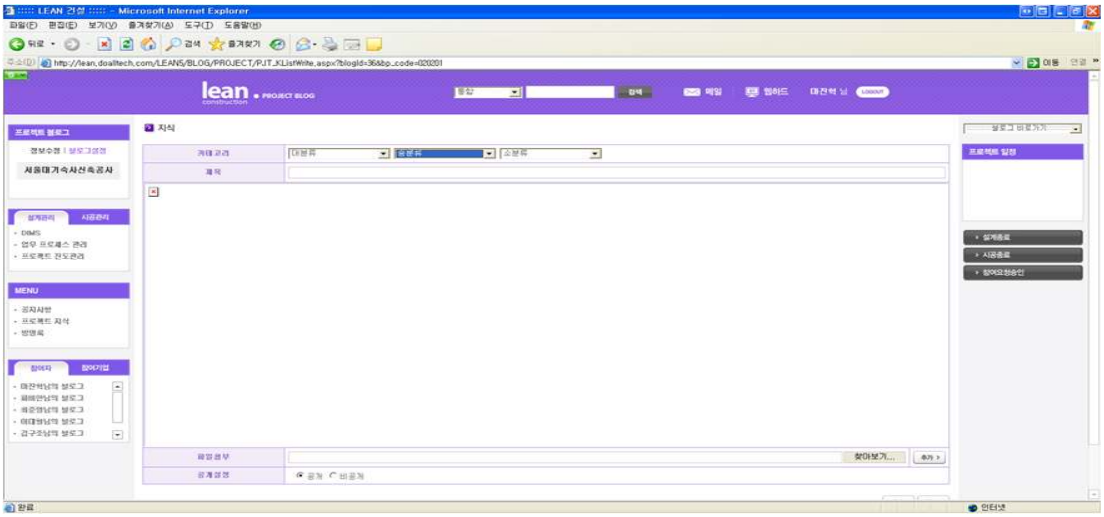


[그림 3-301] Input/Output Date 검색 기능

(다) 지식 등록 User Interface



[그림 3-302] 지식 등록 User Interface



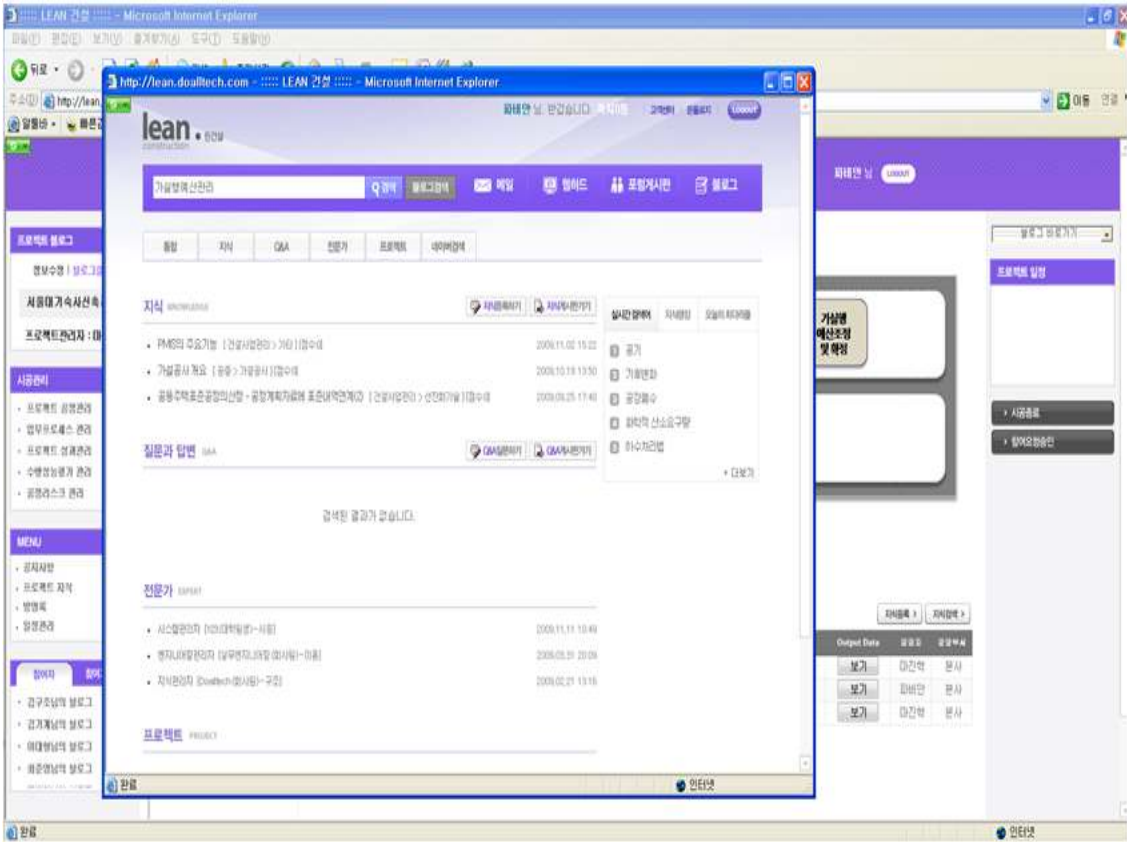
[그림 3-303] 지식 등록 User Interface

지식관리 시스템은 단순히 지식 열람 기능 뿐 아니라 업무 프로세스의 진행에 따라서 발생하는 지식을 사용자가 시스템에 등록할 수 있는 기능을 제공한다.

해당 업무를 수행하면서 지식을 등록할 경우 Process 상세정보란 상단 오른쪽의 “지식등록“을 누르면 다음과 같이 시스템 분류체계인 대(가치사슬), 중(메가 프로세스), 소(프로세스 체인)단계가 기입되어지며 제목 및 내용을 적어 넣음으로 지식 등록을 간소화하여 지식의 창출 효과를 나타낼 수 있다.

(라) 지식 검색 User Interface

지식이 체계적으로 정리되어 제공되는 KMS가 없을 경우, 혹은 KMS가 구축되어있더라도 사용하기 복잡할 경우 업무를 수행하면서 지식을 검색하는 것 자체가 또 하나의 업무로 인식 된다. 따라서 지식의 검색을 용이하기 위해 화면 하단의 Process 상세정보란의 오른쪽 상단의 “지식검색”을 누르면 다음 그림과 같이 Portal 내의 Keyword로 검색이 되며 지식의 유형별로 제공되어 진다.



[그림 3-304] 지식 검색 User Interface

(5) EPC 업무프로세스 연계성 분석

현행 업무 구조는 설계와 조달, 시공단계가 모두 분리가 되어 있기 때문에 다수의 참여자가 참여하는 건설산업의 특성상 시공단계의 업무는 설계 또는 조달단계와의 협업에 어려움이 있다. 특히 시공회사는 설계가 끝난 이후에 참여하기 때문에 설계당시의 지식과 업무 또는 담당자를 명확히 파악하기 어려운 실정이다.

특히, 중소건설업체의 경우 프로젝트 진행 중 다양한 주체와의 협업에서 문제가

주로 발생하며, 이로 인해 의사결정의 지연, 업무의 지체로 인한 설계변경 등의 많은 문제가 발생하게 된다.

따라서, 본 연구에서는 현업에서의 시스템 적용성과 연계성을 높이기 위하여 시공 프로세스가 설계와 조달단계의 프로세스와 어떤 연관성을 가지고 있으며, BP기반 프로세스 구축의 특성인 언제?, 누구에게? 어떤정보?를 제공하며 업무가 연계되는지를 분석하였다.

EPC 단계의 지식분류체계 연관성은 프로세스 체인단계의 레벨에서 도출하였다. 이는 하위단계인 프로세스 단계에서의 연관성 도출은 현실적인 연구의 제약뿐만 아니라 사용자의 회사별 특성 및 프로젝트에 따라 변화할 수 있는 유연성을 반영하기 어렵다고 판단하였기 때문이다.

<표 3-164> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Value Chain	설계단계

Mega Process	기획설계		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	설계의뢰 접수	설계 의뢰서	프로젝트 실행계획서
2	조사·분석	프로젝트 실행계획서	타당성조사 개략견적서
3	건축주 협의	타당성조사 개략견적서	최종 사업 계획서
4	설계조직 구성	최종사업 계획서	계약서 내역서
5	계약	최종사업계획서 계약서	설계실행계획서 납품목록표

<표 3-165> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	계획설계		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	Programming	최종사업계획서	사업기초현황분석 프로그램계획서
2	Planning	프로그램 계획서	평입단면종합계획 conceptdesign 개략마스터플랜
3	Drawing	평입단면종합계획	설계개요서

		conceptdesign 개략마스터플랜	계획설계평입단면
4	건축주 협의	설계개요서 계획설계평입단면	계획설계 승인공문

Mega Process	중간설계		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	Design	계획설계 승인 공문	기본설계 초안
2	Design Development	기본설계 초안	배치도 및 평입단면(안)
3	Drawing	배치도 및 평입단면(안)	enginerring 기본설계도면
4	문서작성	enginerring 기본설계도면	설계도서(안)-
5	건축주 협의	설계도서(안) 개략공사비산출서	기본설계 승인서

Mega Process	실시설계		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	기본설계도서 협의	기본설계 승인서	설계개요서(실시) 설계검토서
2	실시설계 건축도서 작성	설계개요서(실시) 설계검토서	각부분 상세도면(건축)
3	실시설계 구조도서 작성	설계개요서(실시) 설계검토서 각부분상세도면(건축)	각부분 상세도면(구조)
4	실시설계 기타도서 작성	설계개요서(실시) 설계검토서 각부분상세도면(건축)	각부분 상세도면(기계/전기/조경)
6	실시설계도서 검토/검수	각부분상세도면 (건축/구조기계/전기 /조경실시설계도서(검토본)	실시설계도서 검토/검수
7	납품	실시설계도서(검토본)	설계 도서

<표 3-166> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Value Chain	조달단계

Mega Process	자재소요계획		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	총괄 자재소요계획	설계도서	년도별/분기별 자재소요

		도급계약서 공정표	계획서
2	가설재 사용계획 수립	설계도서 공정표	주요 가설재 소요 및 철수 계획
3	주요자재조달전략 수립	설계도서 공정표 시공계획서(공종별)	주요 자재 품목별 조달 전략

Mega Process	자재조달		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	고객요청 자재검토	년도별/분기별자재소요계획서 주요자재품목별조달전략	지급자재 반입일정
2	협력업체 조달	사전승인대상자재목록 설계도서	자재 승인서
3	회사조달	자재청구서 설계도서	자재공급계약서

Mega Process	현장자재관리		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	자재입고관리	자재승인서 자재공급계약서	반입자재사양및수량 자재반입일보및검수결과
2	자재출고관리	자재반입일보및검수결과	일별 출고자재 사양 및 수량
3	자재재고관리	년도별/분기별 자재소요계획서	자재재고현황

Mega Process	자재집계		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	현장 월마감	일별출고자재사양및수량 자재재고현황	소비조서집계표
2	자재비 청구	자재비청구조서 년도별/분기별자재소요계획서	자재비 기성고 조서
3	현장 정산	자재비기성고조서 자재공급계약서	자재재고현황

<표 3-168> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	협력업체 관리		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	협력업체등록	신규/재 등록업체 등록서류	신규/재 등록업체 목록
2	협력업체선정	신규/재등록업체목록 입찰서류	하도급 계약서

		설계도서	
3	협력업체기성 관리	하도급계약서	공종별/전체 기성금액
4	하도급 변경 계약	계약변경사유서 하도급계약서 설계도서	변경 하도급 계약서
5	부도업체 처리	하도급계약서 기성내역서	기성정산금액
6	협력업체평가 및우수업체관리	신규/재등록업체목록 협력업체평가표	우수협력업체 리스트

<표 3-169> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Value Chain	시공단계

Mega Process	공정관리

순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	사업검토	최종사업 계획서	예상 공정표
2	착공준비	예상공정표 설계도서	마일스톤
3	공사기준수립	마일스톤 골조및마감공사계획	Master Schedule
4	공종별 실적관리	공종별공정현황도 공종별공정표 공종별기성계획대비실적	공종별 물량실적대비표
5	전체공정분석	공종별 물량실적대비표	전체물량실적대비표 공정회의록
6	공정보고	전체물량실적대비표 공정회의록 공정표	공정보고서(주간/월간)
7	공정계획수정	공정보고서(주간/월간) 변경사유	변경 공정표
8	준공 후 자료관리	변경공정표 공정보고서	공정실적DB 공정기술DB

<표 3-170> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	원가관리

순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	가실행예산관리	설계및계약도서 가실행예산(안)	가실행예산 검토안
2	본실행예산관리	가실행예산검토안 계약도서 자재공급계약서	실행예산
3	변경예산관리	본실행예산 실행변경사유	변경실행예산
4	투자관리	자금집행계획	투자집계표
5	기성고관리	기성 고조서(총괄표)	공종별 기성 계획 대비 실적
6	기성 대 투자대비 분석	공종별기성계획대비실적 실행예산	공사집행계획대비실행 원가투입현황보고서
7	자금관리	원가투입현황보고서 월별기성계획 실행예산	자금계획 정기자금청구서
8	손익분석	원가투입현황보고서 실행예산	경영계획 대 실적/전망 대비
9	준공정산	원가투입현황보고서 공사보고서(준공) 기성고조서 자재별기성고조서	정산보고서

Mega Process	노무관리		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한 문서
1	노무자등록	실행예산 공종별공정표	노무동원계획서
2	노무자 출역현황	노무동원계획서 일일출력현황집계표 시공계획서(공종별) 안전관리계획서	기간별 인원투입현황

<표 3-171> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	품질관리		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	품질계획	시공계획서(시공계획서)	품질시험계획서

		설계도서(시방서)	
2	공장검사	공장검사요구품목 품질시험계획서 자재공급계약서	공장검사 결과표
3	자재인수검사	년도별/분기별자재소요계획서 자재검사체크리스트	현장자재인수검사결과표
4	공정 중 검사	검사요청서 품질계획서	품질시험/검사실적 보고서
5	최종시험 및 검사	품질시험/검사실적보고서 현장자재인수검사결과표	최종검사보고서
6	부적합품 조치	전체물량실적대비표 공정회의록 공정표	부적합 보고서
7	시정 조치	부적합 보고서	시정조치 결과보고서
8	품질분석 및 평가	시정조치결과보고서 품질시험/검사실적보고서	품질 계획/실적 보고서

<표 3-172> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega Process	하자관리		
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	공용부 중간점검	품질시험/검사 실적보고서	중간품질점검 결과보고서
2	세대내부 품질점검	품질점검 체크리스트	품질점검 결과표
3	입주자 사전점검	입주자 점검 체크리스트	입주자 점검 결과표
4	최종품질점검	입주자점검결과표 품질점검결과표 중간품질점검결과보고서	최종품질점검 결과보고서
5	하자보수 요청 처리	하자보수요청 최종품질점검결과보고서 설계도서	하자보수 승인서
6	하자보수 시행	하자보수 승인서	하자소요예산
7	하자보수 예산 작성	하자보수 승인서	하자소요예산
8	하자보수 검증	하자보수완료확인서 하자처리결과현황표	하자보수완료 보고서
9	하자보수 및 평가	하자보수완료보고서 고객만족도	하자보수 평가 보고서

<표 3-173> 프로세스 체인단계에서의 EPC 업무 프로세스 지식정보 분석

Mega	안전관리

Process			
순서	Process Chain	받은문서	내가 작성한문서
1	안전관리계획	공종별안전관리계획서 노무동원계획서 시공계획서(공종별)	안전관리계획서 유해,위험방지계획서
2	안전점검	현장안전점검표 일일안전교육	안전관리 결과보고서
3	안전교육훈련	안전관리계획서 일일안전교육	안전교육훈련결과보고서

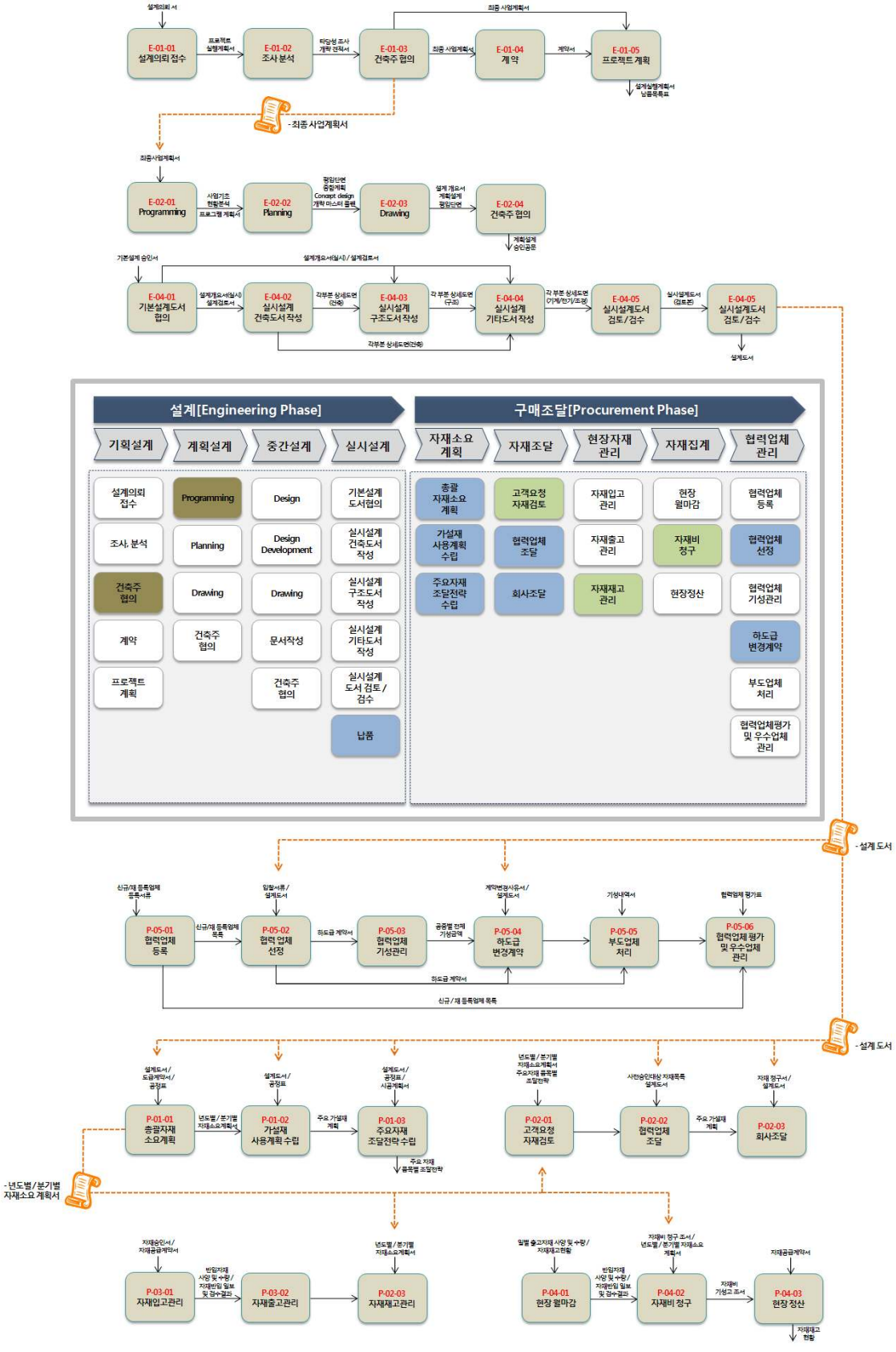
위 표는 설계, 조달, 시공 업무 프로세스를 기반으로 프로세스 체인단계에서 Input / Output Data를 분석, 도출한 것이다.

위 표에서 도출된 Input / Output Data를 분석하여, E-P단계 / E-C단계 / P-C단계로 묶어 업무프로세스 간 세 가지 Type의 연계성 모델링을 도출하였다.

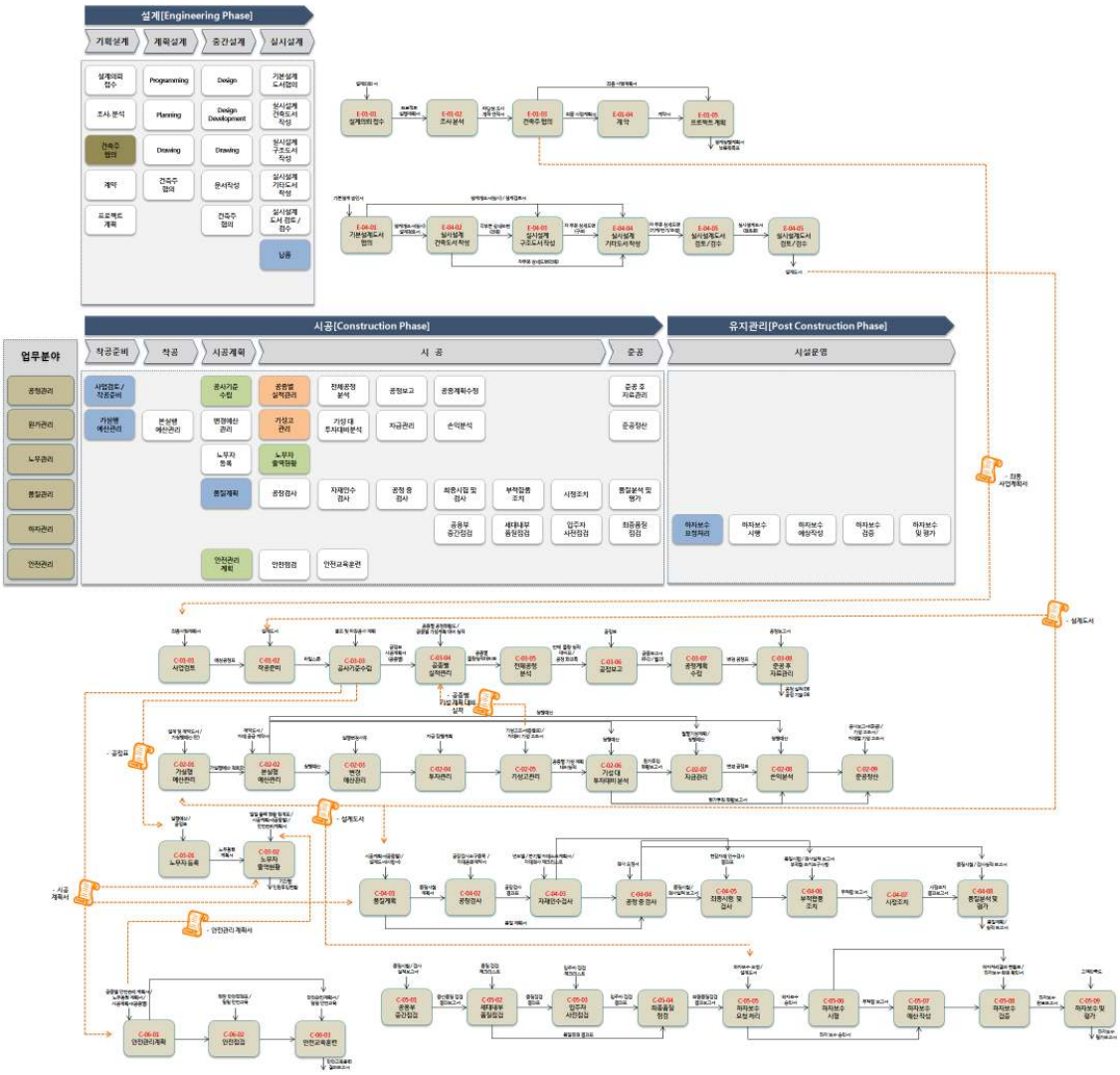
다음 그림 [Engineering-Procurement] 단계의 업무프로세스 간 연관성을 분석한 결과이다. 설계 및 조달단계의 해당 업무프로세스 진행 시 상호 교환되는 정보의 내용과 시점을 보여주게 된다.

실시설계 단계에서 작성 된 최종설계도서는 조달단계의 협력업체 관리업무 중 협력업체 선정 및 하도급 변경계약 프로세스로 보내지며 또한, 자재소요계획 업무의 총괄자재소요계획, 가설재 사용계획 수립, 주요자재 조달전략수립, 협력업체 조달, 회사조달 등의 프로세스로 보내진다.

다음 그림은 [Engineering-Construction] 단계의 업무프로세스 간 연관성을 분석한 결과이다. 설계와 시공단계간의 업무프로세스 연관성을 보여준다.



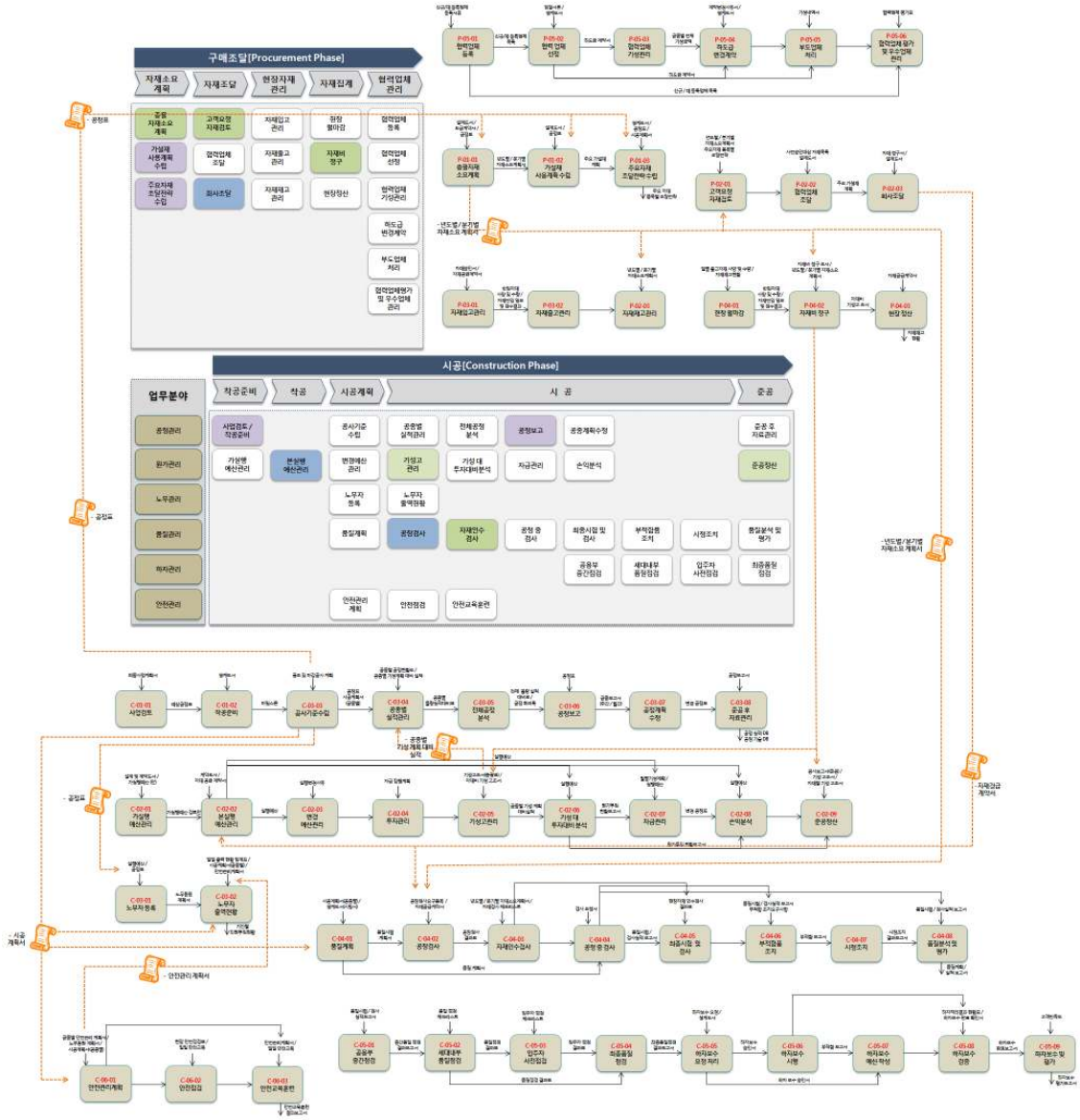
[그림 3-305] E-P 단계 업무프로세스 별 연관성 모델링



[그림 3-306] E-C단계 업무 프로세스별 연관성 모델링

기획설계업무 중 건축주 협의를 통해 작성된 최종사업계획서는 시공단계의 착공준비시 사업검토 프로세스로 보내지며, 실시설계 단계에서 작성 된 설계도서는 공정관리업무의 착공준비, 원가관리업무의 가실행 예산관리, 품질관리업무의 품질계획, 하자관리 업무의 하자보수 요청처리 프로세스 등으로 보내지게 된다.

다음 그림은 [Procurement-Construction] 단계의 업무프로세스 간 연관성을 분석한 결과이다. 조달단계와 시공단계간의 업무프로세스 연관성을 보여준다.



[그림 3-307] P-C 단계 업무프로세스별 연관성 모델링

조달단계에서 자재조달 업무 중 회사조달 프로세스에서 작성 된 자재공급계약서는 시공단계의 원가관리 업무 중 본실행 예산관리와 품질관리업무의 공장검사단계로 보내진다. 또 자재집계업무의 자재비 청구에서 작성 된 자재비 기성고 조서는 원가관리의 기성고 관리와 준공정산 프로세스로 보내지게 된다.

시공단계의 공사기준수립단계에서 작성된 공정표는 조달단계의 자재소요계획 각 프로세스로 전달되어 상호간 업무를 진행하게 된다.

위에서 분석된 E-P-C단계 연관성을 통해 프로젝트 수행 담당자는 각 단계별 업무 프로세스 간에 어떤 정보가 어느 시점에 연결되는 지를 파악할 수 있게 되어

업무 수행 시 필요한 정보를 적시에 설계회사 또는 협력업체에 의뢰하고 서로간의

협업을 통하여 문제점을 해결하며 빠른 의사결정를 내릴 수 있다. 이는 곧 업무의 효율성을 높일 수 있게한다.

따라서, 본 연구의 결과를 토대로 해당 프로젝트 담당자의 업무를 지원하기 위해 추후 시스템에 적용시키는 방안이 요구된다.

(6) 상용화를 위한 Lean 과 BPM의 상호 연관성 검증

(가) Lean의 주요개념

코스켈라는 건설 생산 시스템의 효율성을 끌어올리기 위해서는 기존의 변화생산(Conversion Production)을 새로운 개념의 흐름생산(Flow production system)으로 바꿔야 한다고 주장하였다. 그리고 생산과정에서의 작업은 이동(Moving), 대기(Waiting), 처리(Processing), 검사(Inspection) 등 4가지 형태로 구분된다고 구현하였다. 건설생산의 효율성을 높이기 위해서는 비 가치 창출 작업인 운반, 대기, 검사 등의 작업을 최소화하며 가치창출 작업인 처리작업으로 그 효율성을 극대화해야 한다.

(나) BPM의 개념

BPM은 기업의 전략목표를 이루기 위해서 업무 흐름을 가시화하고, 체계화하여 업무를 일목요연하게 관리하고, 전체 프로세스를 조화시켜 미리 정의 된 사람, 정보 자원과 업무의 흐름을 IT를 통하여 통합적으로 관리하는 기법이다.

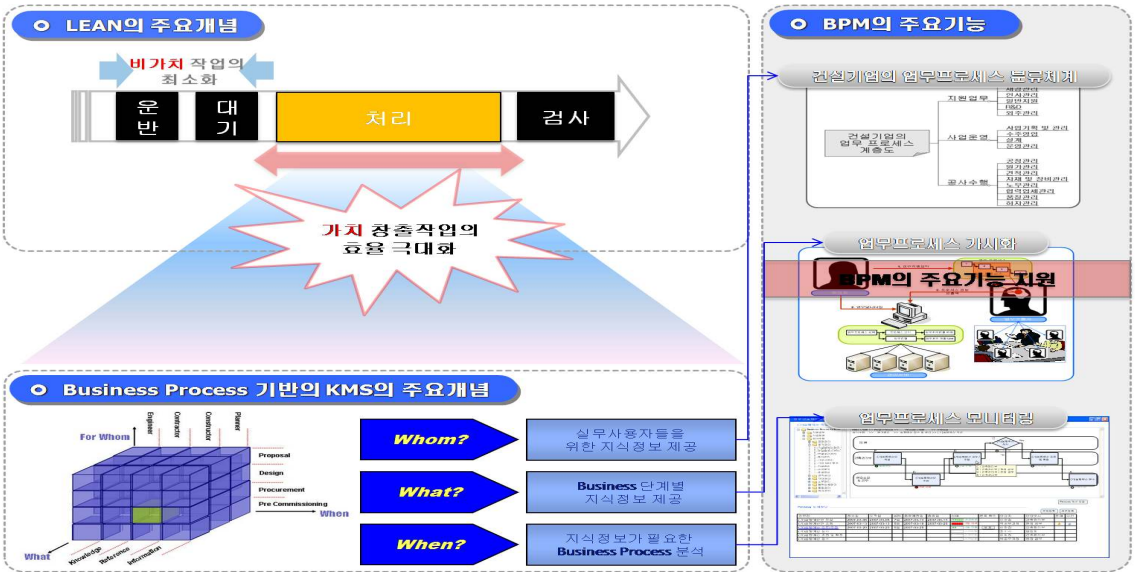
또한 프로세스를 중심으로 일어나는 사람과 사람, 사람과 시스템, 시스템과 시스템의 상호작용과 명시적인 프로세스를 관리하고, 보이지 않는 프로세스를 가시화함으로써 업무들이 유기적 관계를 가지고, 시작부터 끝까지 다양한 의사소통을 수행하고 정보를 공유하거나 만들면서 생성되며, 업무를 중심으로 통합된 지식환경의 제공이 가능하다. 외부환경 변화에 따른 변화된 프로세스를 쉽게 적용할 수 있도록 지원하며, 향후 의사소통, 자료와 업무의 배분 등 업무를 최대한 자동화하는 프로세스 경영기법이다.

(다) BPM 기반의 KMS와 Lean의 상호연관성

현재 국내 건설기업의 지식관리시스템은 업무 프로세스를 고려하지 않고 별도로 운영되고 있어, 각 실무자에게 업무를 수행하는 시점에 필요한 지식을 제공하지 못하고 단순히 지식을 정리/축적/검색을 위한 것으로 사용하고 있으며, 지식의 축적량에 비해 적은 활용도를 보이고 있다.

국내 건설기업의 업무와 지식관리는 별개로 진행되기 때문에 지식에 따른 수행자와 수행시점이 명확히 고려되어 있지 않으며, 수행자 관점의 지식관리의 형태가 아니기 때문에 지식을 검색하는데 많은 시간낭비가 발생하고 있다.

국내 건설기업은 지식이 필요할 때마다 자신이 직접 찾아가는 방식으로 구축되어 있기 때문에 같은 업무 수행 시 비효율적 지식관리가 이루어지고 있다. 그리고 지식의 공유 및 배분이 암묵적인 형태로 이루어지고 있어 지식공유가 미비하기 때문에 지식의 효율적인 배분이 이루어지지 않은 실정이다.



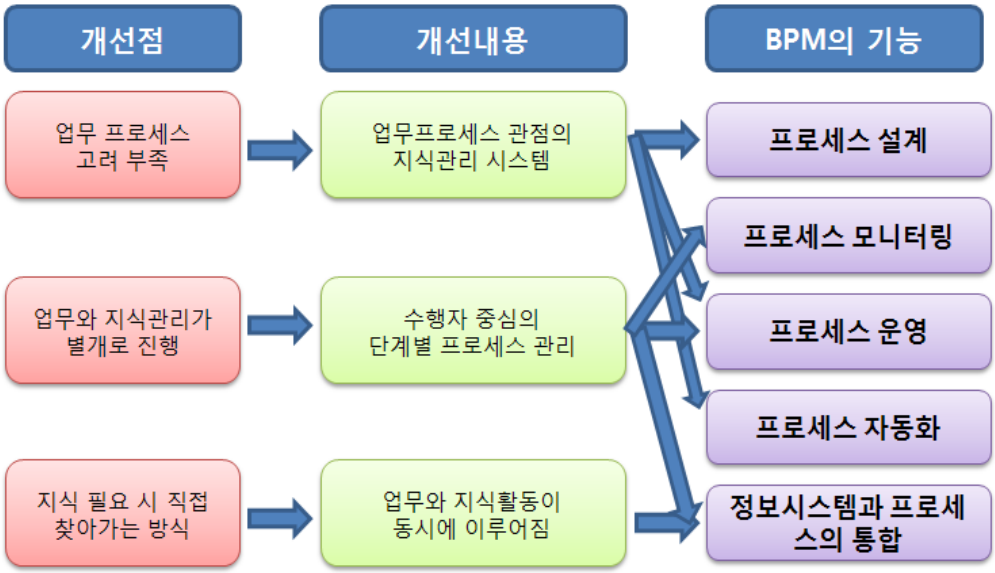
[그림 3-308] Lean과 BPM의 상호 연관성 개념도

현재의 KMS는 공종별 혹은 지식유형별 분류 등 기능 위주로 분류되어 있기 때문에 업무와 지식이 별도로 이루어져 있다. 따라서 실무사용자에 대한 고려가 미흡하고, 지식의 대상이 불명확하며 업무프로세스가 반영되어 있지 않기 때문에 효율적으로 사용되고 있지 못하다.

대다수의 기업에서 지식분류체계는 단순히 부서와 조직에 따라 구성되어 있는 2세대 지식경영의 수준에 머무르고 있으며, 3세대 지식경영인 업무프로세스 기반의 지식분류체계는 아직 실현되지 못하고 있다.

<표 3-174> 기존 지식관리 시스템의 문제점

문제점	내용
업무 프로세스에 고려 부족	단순히 지식을 정리/ 축적/ 검색을 위한 것으로 사용되고 있으며 적은 활용도를 보임
업무와 지식관리가 별개로 진행	수행자 관점의 지식관리의 형태가 아니기 때문에 지식 검색시 시간낭비 발생
지식이 필요시 직접 찾아가는 방식	지식공유가 미비하여 효율적인 지식 배분이 이루어지기 힘듦



[그림 3-309] BPM을 통한 지식관리 시스템 개선

업무프로세스 관점의 지식관리시스템은 지식이 필요한 업무분석을 통해 업무 프로세스를 수행하는 실무자를 위한 지식을 제공하고, 또한 각 해당 프로세스의 진행 시점에 맞는 단계별 지식을 실무자에게 적시에 제공한다.

또한 수행주체별 진행 프로세스를 관리를 통해 지식의 흐름을 파악하여 저장/재생성하여 후속 프로세스에서 활용할 수 있도록 관리한다.

지식정보를 업무 프로세스에 맞추어 분석하여 단위업무가 진행될 때 미리 정의되어 있는 업무수행 지식을 정의된 프로세스 단계의 실무수행자에게 제공하고, 업

무를 수행하며 생성한 자료는 다시 저장되어, 자동으로 자료의 축적과 생성이 가능해진다.

업무프로세스 상에 입력지식을 지원하여 업무의 효율성을 극대화시키고, 의사결정을 지원하는 등 BPM의 기능을 수반하게 되고, 그에 따르는 도출 지식은 지식경영시스템의 DB에 저장되어 다른 프로세스의 입력지식 자료로 사용되게 된다. 따라서 업무와 지식활동이 동시에 이루어지는 것이 가능하다.

현재 구축중인 BPM기반의 지식경영시스템은 BPM의 주요 기능인 업무프로세스 분류체계, 업무프로세스 가시화, 모니터링을 통해 해당 실무사용자들을 위한 지식정보를 제공하고, 그들에게 단계별 지식정보를 제공하며, 지식정보가 필요한 Business process를 분석하여 적기에 사용정보를 제공함으로써 LEAN 건설이 추구하고 있는 비 가치 창출을 줄이며, 가치 창출의 효율을 지원한다.

<표 3-175> BPM기반 지식관리시스템의 도입효과

분야	내 용
기술적 측면	- 업무 프로세스에 따른 지식관리 기술개선 - 실무사용자 중심의 지식관리 프로세스 확립 - 지식의 정확성, 범용성, 활용성 증대로 효율적인 지식관리 구축지원
사회/경제적 측면	- 업무 프로세스 상에서 지식필요시기와 주체를 중심으로 분류하므로 지식검색 및 활용 용이로 인한 생산성 향상 - 지식 축적이 용이하므로 지식의 선순환 유도 - 실무자 중심의 지식관리로 지식의 가공/ 수정/ 변경의 시간을 감소시키므로 비용과 낭비를 제거 가능
타산업 영향 측면	- 다수의 주체 참여 프로젝트 수행시 업무 프로세스 기반의 협업 구축으로 지식공유 가능 - 지식공유문화의 정착으로 타산업에 파급효과

기술적 측면에서 업무 프로세스에 따른 지식관리 기술을 개선할 수 있으며, 이러한 기술을 바탕으로 실무 사용자 중심의 지식관리 프로세스가 확립된다. 실무 사용자 중심으로 지식의 정확도 및 활용성이 증대되며 지식이 효율적으로 관리되어 간다.

사회/경제적 측면에서는 지식의 필요시기와 주체에 따라 분류됨으로써 검색 및 활용의 용이함을 가져와 생산성 향상에 기여한다. 지식의 활용의 확대로 지식은 지

속적으로 순환되어 보다 나은 지식으로 진화하고 실무자가 사용하는데 있어 가공, 수정, 변경의 시간이 감소되어 비용과 낭비 시간을 줄임으로써 국가경쟁력 향상을 가져온다. 업무프로세스 기반의 협업을 구축하는데 기여함으로써 다수 주체 참여 프로젝트 수행 시 타 산업에 영향을 미쳐 범산업적인 지식공유 문화의 파급효과를 가져올 수 있다.

상용화의 방안으로 개발된 업무 프로세스(Business Process)기반의 지식관리 시스템의 기능 및 보완사항 도출과 기대효과에 관한 면담을 실시하였다.

<표 3-176> 실무자 면담 개요

구 분	면 담 개 요
목 적	건설산업에 실용화될 업무프로세스 기반의 지식관리 시스템의 기존 시스템과의 비교분석을 통한 개선점과 효용성
기 간	2010년 5월 1일~ 24일
조사 대상	국내 Engineering 회사와 시공회사의 업무담당자
조사 방식	1차: 전화를 통한 면담소개 및 면담가능여부 확이 2차: 메일을 통한 면담관련 개념 소개 및 면담지 작성 요령 설명/ 면담지 배부 3차: 면담실시
면담지 회수	-총 배포부수:14부수 -배포세부사항: 건설회사 및 Engineering 업체 -면담지 응답부수: 14부 -회수율:100%

면담은 2010년 5월부터 1개월에 걸쳐 국내 건설회사 3곳 및 Engineering 업체 2곳, 총 5개 업체의 실무자를 대상으로 직접 방문을 통해 면담을 제시하였다.

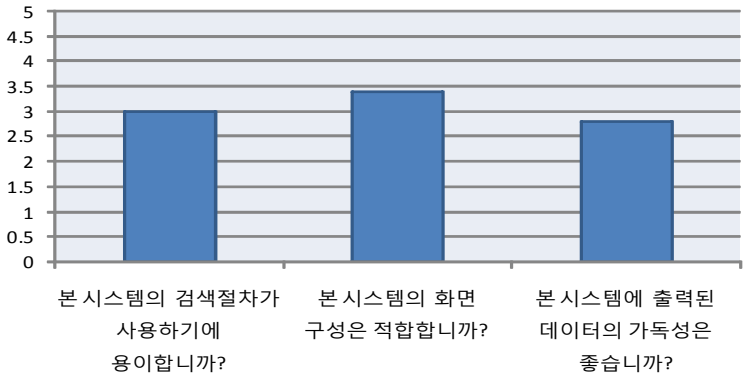
<표 3-177> 면담 내용

평가 분야	항 목
업무프로세스별 지식의 검색을 위한 분류체계의 합리적 구성여부	- Business Process Architecture 체계에 의한 지식연계의 합리성 - EPC 단계의 BPA와 연계한 지식분류체계의 합리적 구성여부 - 전반적 시스템의 편의성/가독성/용이성 등의 일반적 시스템 평가항목

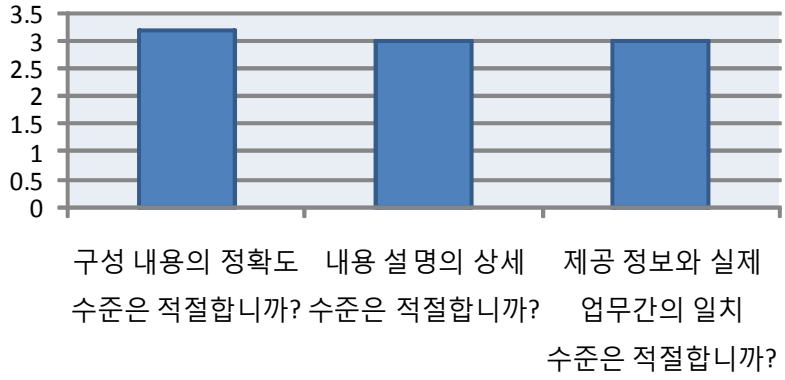
Business Process 변경관리를 위한 사용자 평가	- 표준화/일반화 하여 기본 제시한 프로세스의 개선과 추가를 위한 관리편의성평가 - 프로세스관리 모듈의 시스템적 사용성 검증
프로세스분류체계를 근간으로 구성된 지식활용 평가	- BPA와 연계한 지식검색의 용이성 및 지식의 가독성 평가 - 지식변경관리를 위한 등록/변경의 시스템적 사용성과 프로세스와 연계한 변경관리의 용이성 평가
BPM 기반 KMS 도입 시 기대 효과 평가	- BPM 기반 KMS 도입 시 기대 효과 검증

면담은 업무 프로세스별 지식의 검색을 위한 분류체계의 합리적 구성 여부와 Business Process 변경관리를 위한 사용자 평가, 프로세스 분류체계를 근간으로 구성된 지식 활용 평가, BPM 기반 KMS 도입 시 기대 효과 평가 항목으로 1~5점의 5점 척도로 진행하였다.

1) 업무프로세스 별 지식의 검색을 위한 분류체계의 합리적 구성여부 분야의 결과는 다음과 같다.



[그림 3-310] 사용자의 편의성

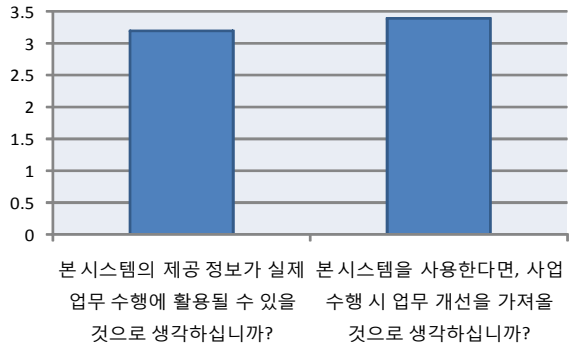


[그림 3-311] 제공정보의 완결성

전반적인 시스템의 편의성/ 가독성/ 용이성 등의 일반적인 시스템의 평가항목에서는 화면구성에서 높은 점수를 기록하였으나 출력된 데이터의 가독성은 다소 떨어지는 것으로 나타났다.

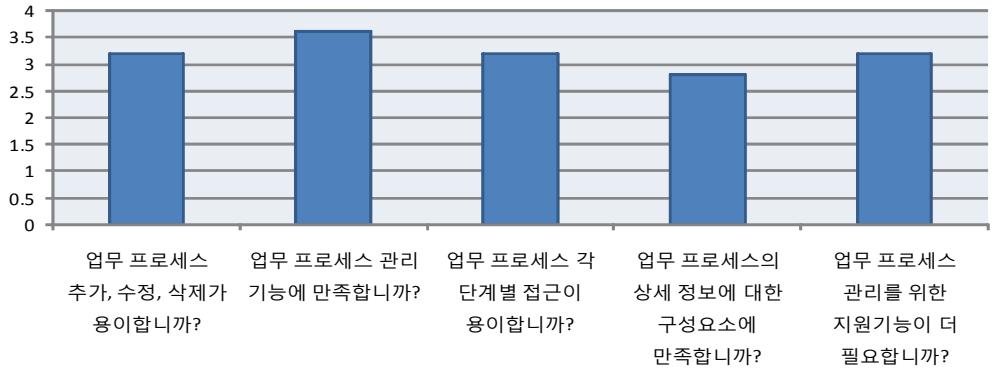
EPC 단계의 BPA와 연계한 지식분류체계의 합리적 구성여부 평가항목에서는 내용의 정확도 수준은 비교적 높으나 내용 설명의 상세수준과 제공정보와 실제업무간의 일치 수준은 평이한 것으로 나타났다.

2) Business Process 변경관리를 위한 사용자 평가 분야의 결과는 다음과 같다.



[그림 3-312] 해당시스템의 필요성

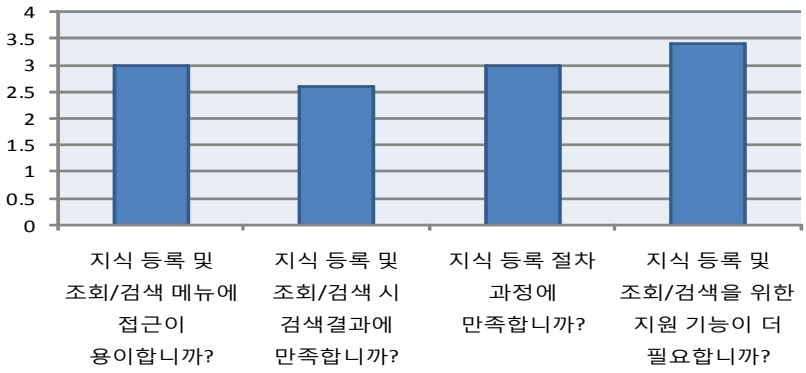
프로세스 관리 모듈의 시스템적 사용성 검증 평가항목에서는 시스템의 실용화 측면과 업무 프로세스 기반의 지식관리시스템 사용으로 인한 업무개선에 높은 점수를 주었다.



[그림 3-313] 업무프로세스 관리 기능

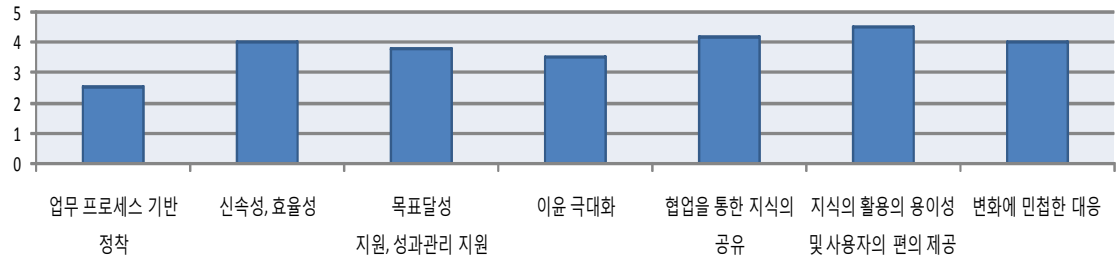
표준화/ 일반화하여 기본 제시한 프로세스의 개선과 추가를 위한 관리 편의성 증가 평가항목에서는 업무 프로세스의 추가, 수정, 삭제의 용이성과 관리기능에 대한 만족도, 수행자 측면에서의 각 단계별 접근 용이성에서는 긍정적인 답변을 보였으나 상세정보 지원 기능의 보완이 필요하다는 의견이 나왔다.

3) 프로세스분류체계를 근간으로 구성된 지식활용 평가 분야의 결과는 다음과 같다.



[그림 3-314] 지식 등록 및 조회/검색 기능

지식변경관리를 위한 등록/변경의 시스템적 사용성과 프로세스와 연계한 변경관리의 용이성 평가항목에서는 지식 등록 및 조회 검색 메뉴 시스템에 대해서는 아직 미흡한 점이 많고 이를 개선하기 위한 몇 가지 보완사항이 나왔다.



[그림 3-315] BPM 특성에 따른 지식관리시스템 기대효과

BPM기반 KMS의 도입시 기대효과는 높게 나타났으나, 업무/ 수행자 중심의 업무 프로세스 기반 정착 가능성을 높지 않게 보고 있는 것으로 나타났다.

그 이유를 설문 및 전문가 자문을 통해 분석해 본 결과 프로젝트의 다양성으로 인한 업무 프로세스의 표준화의 어려움, 지식을 분류하여 데이터화 하는 어려움, 전문 인력부족 등의 도입과정의 어려움, 구축기간 및 자금 등으로 나타났다.

하지만 BPM기반 KMS 도입시 기대효과로는 신속한 프로세스의 처리로 인한 효율성 증대를 가져온다고 보았다.

또한 목표 달성과 성과관리를 지원함으로써 전략적 연계를 도모하며, 이는 이윤을 극대화시키고 기업의 목표달성에 효과를 주고 업무 프로세스 기반의 지식흐름은 협업의 조직문화를 형성하고 지속적인 지식의 공유/활용의 문화를 형성한다고 보았다.

해당 프로세스에 진행 사전에 지식을 제공함으로써 지식의 사용과 사용자 편의 또한 증대되어 생산성에 기여한다고 보았다.

업무 프로세스의 기반은 변화에 민첩하게 대응하는 근간이 되므로 유연하고 기업 운영을 지원할 수 있다고 보았다

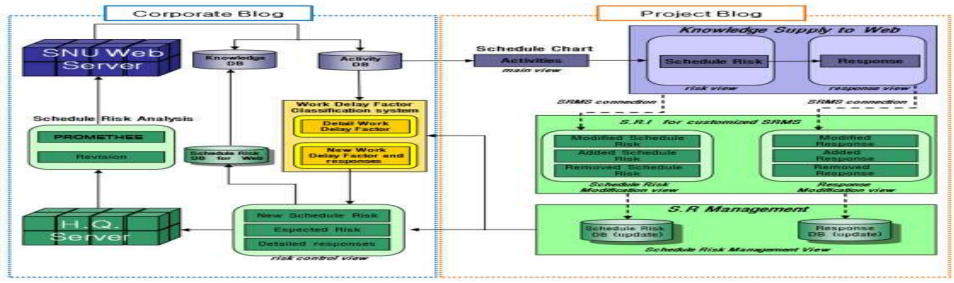
7. Blog 기반의 공정리스크 관리 시스템 개발

가. 시스템 개발의 목표

리스크 요인에 확인방법 및 관리전략을 건축 프로젝트에서 공정흐름과 연계된 현장실무자들의 리스크 관리업무를 지원하기 위해 공종별 업무 프로세스 중심의 리스크 분류체계를 제시, 리스크 검토 및 프로젝트 수행과정에서 리스크 관리업무를 지원할 수 있는 시스템의 개발을 목적으로 한다.

나. 블로그 기반의 공정리스크 관리 시스템 세부 개발 내용

(1) 공정리스크 관리 시스템 관리 절차 (아래 그림 참고)



[그림 3-316] 공정리스크 관리 시스템 아키텍쳐

· 공정리스크 요인 데이터는 웹서버의 Activity DB와 연결되어서 액티비티 코드와 리스크 코드를 연결시킴
· 연결된 공정리스크 데이터는 웹 브라우져와 공정관리모듈에서 간략한 지식으로서 제공된다. -> 리스크와 대응방안에 대한 요약된 텍스트 형태
· 현장관리자는 공정리스크에 관한 세부사항 파악이나 관리가 필요할시 로그인 후 웹상에서 회원 가입 시 현장리스크 관리자에 대한 권한을 부여함
· 공정리스크 지식(text)에 공정리스크 관리 프로그램을 링크시켜서 클릭하면 공정리스크 관리 시스템으로 연결됨
· 현장관리자는 현장을 반영한 공정리스크와 대응방안에 관한 전반적인 사항을 관리
· 관리된 공정리스크와 대응방안은 각각의 공정리스크 DB와 대응방안 DB로 저장
· 현장 관리자는 관리된 공정리스크 DB와 대응방안 DB를 참고로 하여 신규리

스크 요인이나 예상되는 리스크 요인 및 발생한 리스크에 대한 상세한 대응방안을 작성하고 공정리스크 DB 및 대응방안 DB와 함께 본사 서버로 전송

· 신규리스크 요인, 예상되는 리스크 요인, 발생한 리스크에 대한 상세한 대응방안에 대한 정보는 웹 DB로 전송되기 위한 스케줄 리스크 DB에 저장

· 웹 DB 전송을 위한 공정리스크 DB에 저장된 정보는 지식관리 DB로 전송이 되어 지식을 제공하기 위한 자료로써 축적

· 공정상의 문제가 발생하여 공정 변경이 필요할 시 공정 조정에 대한 요청 사항을 작성하여 본사 DB로 전송

· 본사 DB로 전송된 리스크와 대응방안은 보정작업과 PROMETHEE 분석과정을 거쳐서 업데이트 된 지식으로서 웹서버에 전송되어 추후 신규 사용자에게 제공

(2) 공정리스크 관리시스템의 개발 적용 범위

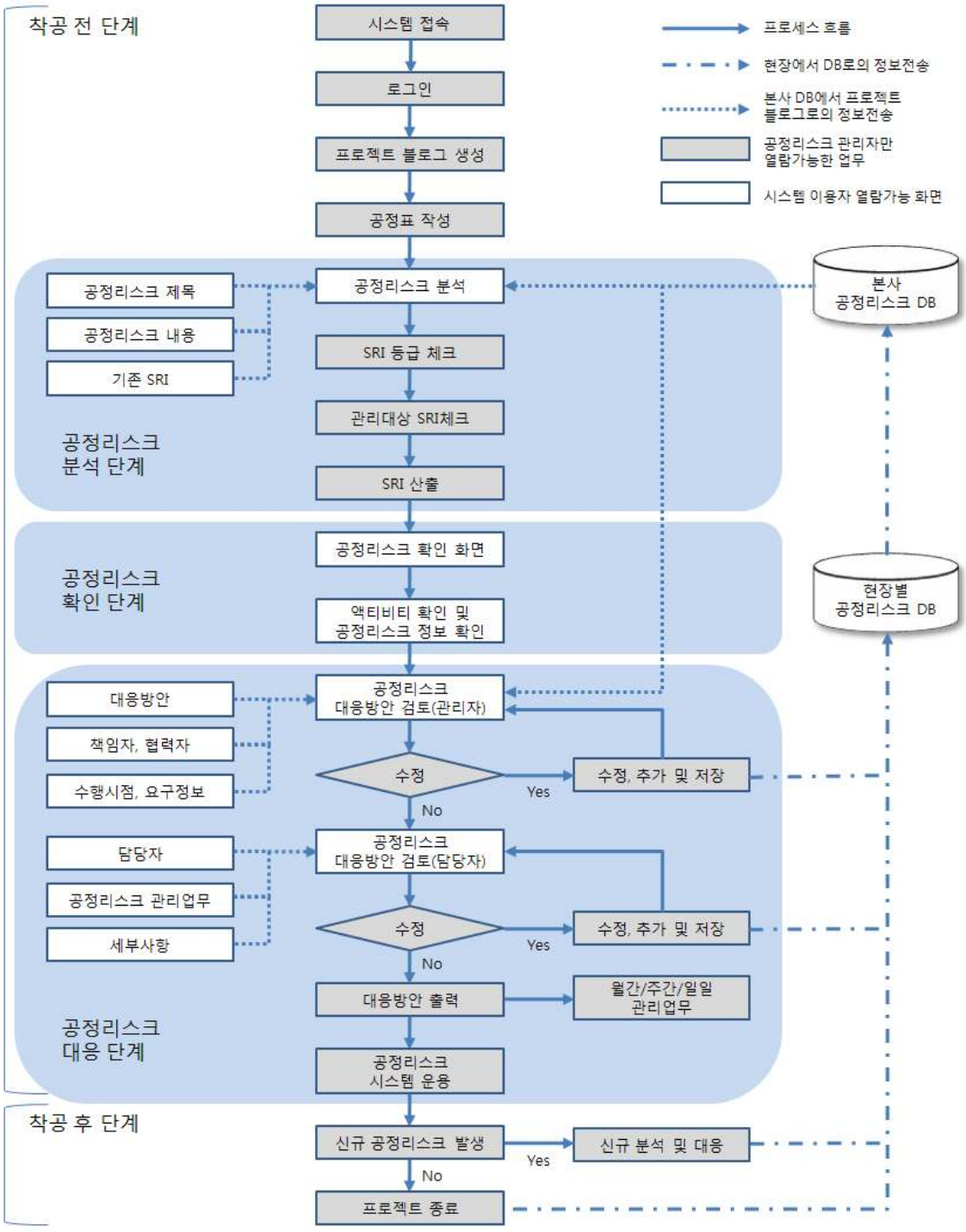
공정리스크 관리시스템의 전산모듈 개발은 공정관리 데이터의 입력범위에 있어 마스터 스케쥴 작성 단계에서 공정관리를 시작하는 것으로 제한하며, 공정리스크 관리시스템의 시스템 적용범위는 다음과 같다.

· 사용자 : 시공사(본사 담당자, 현장소장, 공정담당자, 현장기사)

· 사용자 통신수단 : 공정표 기반 공정리스크 관리시스템

· 시스템 적용공종 : 프로젝트 특정 공종

(3) 공정리스크 관리시스템의 시스템 메뉴 구성



[그림 3-317] 공정리스크 관리 시스템의 관리 프로세스

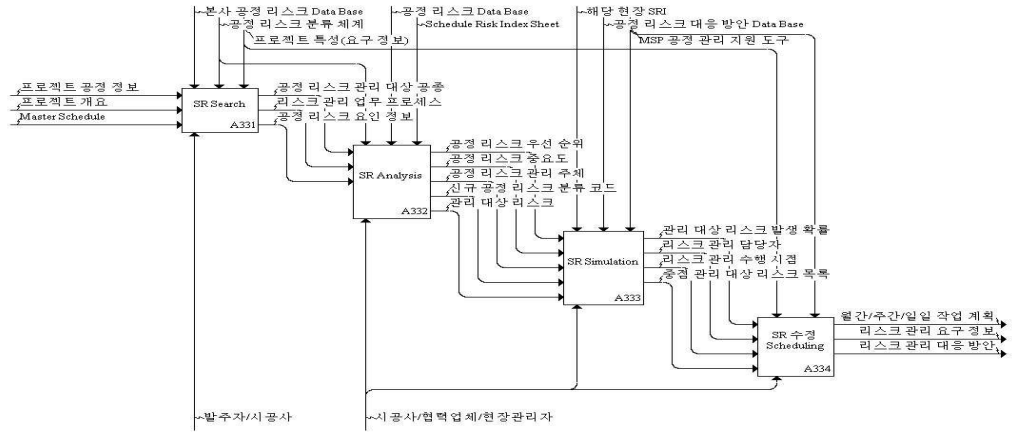
· 공정리스크 요인 데이터는 건설사의 본사 전문가에 의하여 중점관리대상 공정리스크를 선별
· 선별된 공정리스크 요인 데이터는 계층분석적 의사결정방법(PROMETHEE)에 의하여 중요도가 산정하고, 현장의 특성을 반영하기 위하여 요인지수(SRI)를 적용하여 현장별 중요도를 결정 후에 중요도 보정지수를 이용하여 공정리스크 관리에 대한 신뢰도 확보 및 발생빈도, 중요도에 대한 정량적 정보를 산출, 공정리스크 관리에 정확성을 확보함
· 신규공정리스크가 발생하였을 경우 현장관리자는 공정리스크에 대한 일반 사항 및 대응방법, 대응결과를 시스템에 입력하며, 신규공정리스크는 본사에서 차기 프로젝트의 공정리스크 지식으로써 이용되어짐

(4) 공정리스크 관리 시스템의 정보 흐름
· 공정중심의 리스크관리 시스템의 화면 구성을 위하여 각 액티비티에 대한 입력 정보와 그에 따른 출력 정보를 설정함으로써 시스템의 내부 구조의 흐름과 외부 화면과의 관계를 파악하였고, 이를 아래표에 나타내었다.

<표 3-178> 공정중심의 리스크관리 시스템 구성표

Activity		Input				Output				Control		비고
code	name	code	name	format	정보제공	code	name	format	정보취득	code	name	
A331	Risk Search	I-001	프로젝트 개요	Text	발주자 / 시공사	O-001	리스크 요인 정보	Text	시공사 / 협력업체 / 현장관리자	C-001	프로젝트 특성 (요구정보)	
		I-002	프로젝트 공정정보	Text		O-002	리스크관리 업무 프로세스	Flow Chart		C-002	리스크 분류체계	
		I-003	Master Schedule	CPM		O-003	리스크 관리 목록	Text		C-003	본사 리스크 DataBase	
A332	Risk Analysis	I-001	리스크 요인 정보	Text	시공사 / 협력업체 / 현장관리자	O-001	관리대상 리스크	Text	시공사 / 협력업체 / 현장관리자	C-001	리스크 분류체계	
		I-002	리스크관리 업무 프로세스	Flow Chart		O-002	신규 리스크	Code		C-002	리스크 DataBase	
		I-003	리스크 관리 목록	Text		O-003	리스크 관리주체	Code				
						O-004	리스크 중요도	Number		C-003	Risk Index Sheet	
						O-005	리스크 우선순위	Number				
A333	Risk simulation	I-001	관리대상 리스크	Text	시공사 / 협력업체 / 현장관리자	O-001	중점관리대상 리스크목록	Code	시공사 / 협력업체 / 현장관리자	C-001	해당현장 SRI	
		I-002	신규 리스크	Code		O-002	리스크 관리 수행시점	MSP Text		C-002	리스크 대응방안 Data Base	
		I-003	리스크 관리주체	Code		O-003	리스크관리 담당자	Number				
		I-004	리스크 중요도	Number						C-003	MSP 공정관리 지원도구	
		I-005	리스크 우선순위	Number		O-004	관리대상 리스크 발생확률	MSP Sheet				
A334	RiLi 수정 Scheduling	I-001	중점관리대상 리스크 목록	Code	시공사 / 협력업체 / 현장관리자	O-001	월간/주간/일일 작업계획	MSP Text	시공사 / 협력업체 / 현장관리자	C-001	프로젝트 특성 (요구정보)	
		I-002	리스크 관리 수행시점	MSP Text		O-002	리스크관리 대응방안	Text		C-002	MSP 공정관리 지원도구	
		I-003	리스크 관리 담당자	Number		O-003	리스크관리 요구정보	Text				
		I-004	관리대상 리스크 발생확률	MSP Sheet								

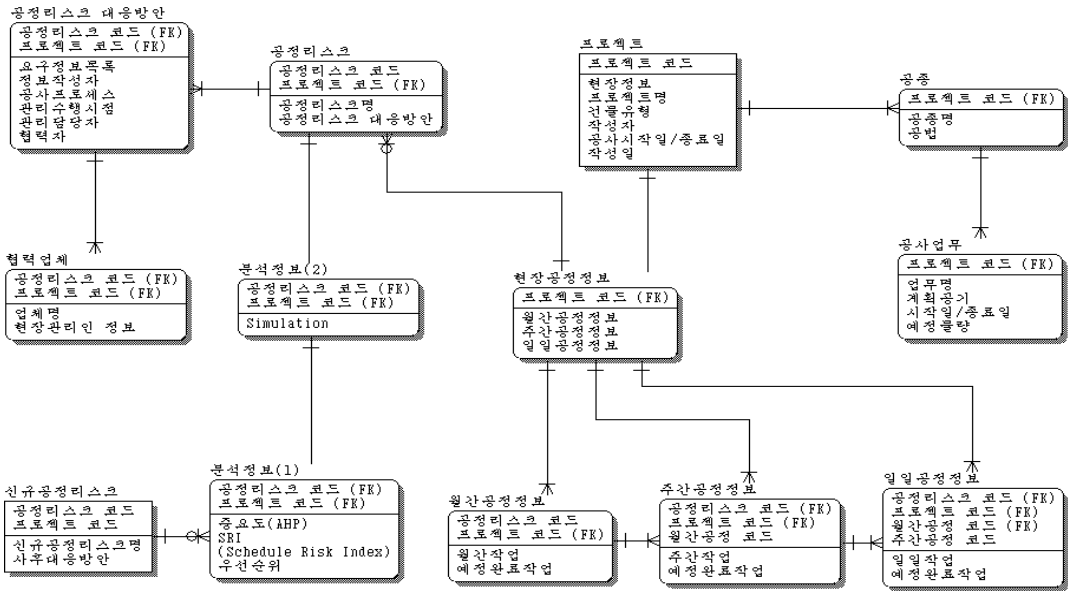
· 각 모듈별(SR Search, SR Analysis, SR Simulation, SR 수정 Schedule)의 세부 정보흐름을 IDEF0 모델링 기법을 사용하여 분석하였고, 아래 그림은 시스템 관리모듈의 정보흐름 분석을 나타낸다



[그림 3-318] 시스템 관리모듈의 정보흐름 분석

(5) 공정리스크 관리시스템의 개발 방향

· 공정리스크 관리시스템은 프로젝트의 일반사항, 현장 공정정보, 각 시스템 구성들의 역할 및 기능 등으로 구성되어있으며, 아래 그림의 ERD를 참조하여 공정리스크 관리 시스템은 공정리스크 요인의 확인, 시공단계에서의 공종별 발생 가능한 공정리스크 확인, 각 공정리스크에 대한 신뢰성, 발생빈도 및 중요도에 대한 분석 및 대응방안을 사전 인식시켜주며 신규공정리스크가 발생할 경우에 현장관리자는 시스템에 접속하여 공정리스크 정보를 입력하도록 시스템 체계를 구성하였음.



[그림 3-319] 공정리스크 관리 시스템 ERD

· 공정리스크 관리시스템은 앞서 제시된 공정리스크 관리방법을 기반으로 개발됨

· 공정리스크 확인은 본사에 저장된 공정리스크 DB를 통하여 현장관리자에게 제공되며, 신규 공정리스크는 현장관리자가 별도로 입력

· 공정리스크는 PROMETHEE 기반의 가중치 산출을 통한 개별적인 중요도를 가지게 되며, 현장별 SRI 산출과 산출된 SRI가 반영된 중요도 보정과정을 통해 후속 프로젝트에 제공 – 엑셀, MS Project, P3 기반으로 작성된 공정표의 개별 액티비티에 해당되는 공정리스크는 자동으로 연결되어, 대응방안 DB에 저장된 정보와 연계되어 현장관리자에게 제공

다. 공정리스크 중요도 보정

PROMETHEE 분석 방법에 의해 분석된 중요도 값과 현장별 중요도 값을 이용하여, 수식1을 통해 새로운 중요도 보정 값을 도출 한 후 다음 현장에 적용하게 됨.

$$\frac{\text{중요도} \times n + SRI}{n+1} \quad \cdots\cdots \text{수식1}$$

중요도 : 상대비교방법을 통해 도출해 낸 공정리스크 요인의 중요도

n : 누적 현장의 수

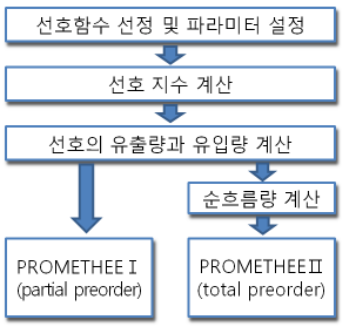
SRI : 공정리스크 중요도에 현장 특성을 반영한 공정리스크 요인 지수(Schdule Risk Index)

라. PROMETHEE기법

Brans와 Vincke(1985)는 순위선호(outranking) 개념을 바탕으로 기준별 선호함수(preference function)와 선호의 유출량(leaving flow) 및 유입량(entering flow)의 개념을 이용하여 대안들 간의 우선순위를 도출하는 PROMETHEE 분석 기법을 개발하였다. PROMETHEE 분석 기법은 평가자(전문가)가 평가함수와 파라미터(parameter, 선호임계치)를 설정하면 내부 분석과정을 통해 평가항목들 간의 쌍대비교가 자동적으로 이루어진다. PROMETHEE 분석 기법은 아래 그림과 같은 수행절차를 갖는다(홍성준, 2005).

<표 3-179> 리스크 중요도 산출을 위한 평가자료 예

평가항목 / 평가기준	Risk 1	Risk 2	Risk 3	Risk 4	Risk 5	선호함수	가중치	파라미터
C-1	0.101	0.256	0.151	0.140	0.231	V	0.333	m=0.15
C-2	0.355	0.077	0.228	0.183	0.035	V	0.333	m=0.15
C-3	0.45	0.259	0.033	0.034	0.102	V	0.333	m=0.15



[그림 3-320] PROMETHEE 분석 기법 수행 절차

PROMETHEE 분석 기법을 활용하기 위해서는 평가의 기준에 대한 설정이 필요하며 6가지의 선호함수 중에 평가 기준에 가장 부합하는 선호함수를 선택하고, 이에 해당하는 파라미터를 설정한다. 다음으로 평가자에 의해 평가 기준에 대하여 평가 항목들이 얼마나 중요한가를 평가하여 정량화한 값을 산출해낸다. 이러한 과정을 통해 위의 표와 같은 평가 자료를 작성하고 이를 바탕으로 선호지수(preference index)를 계산한다.

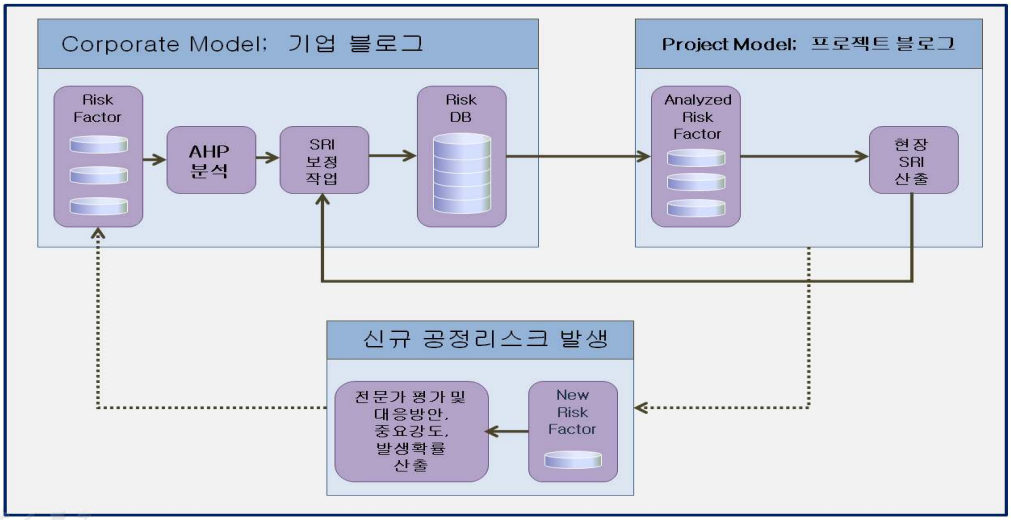
마. 프로젝트블로그(Project Blog)와 기업블로그(Corporate Blog)의 연계

(1) 기업 블로그(Corporate Blog)

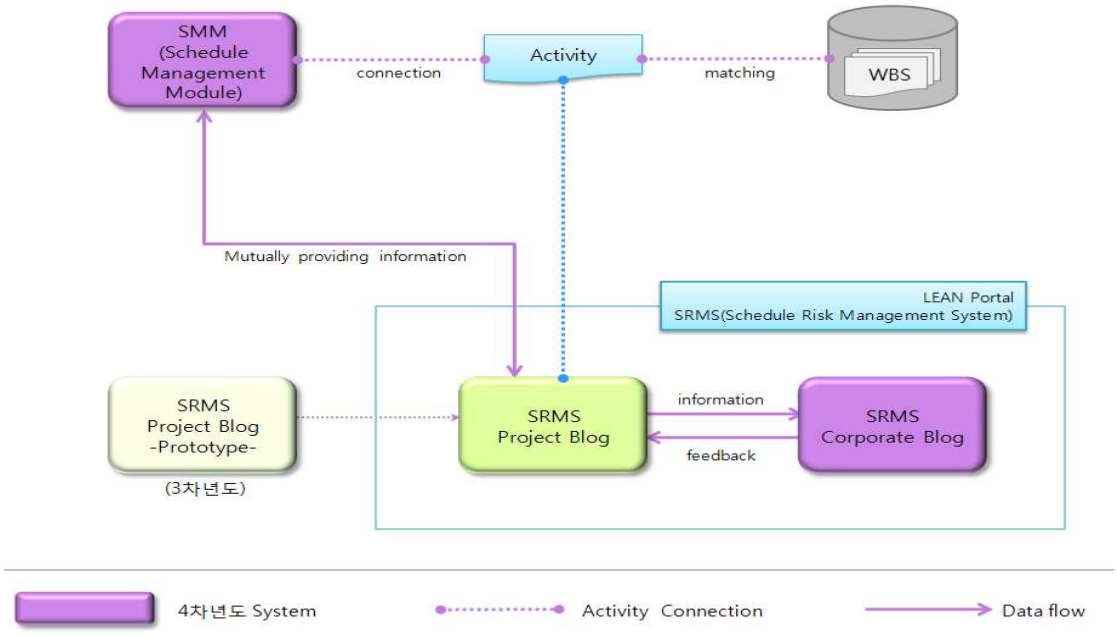
기업 블로그의 공정리스크 요인(Risk factor)은 AHP분석과 SRI작업을 통해서 본사 공정리스크 DB에 저장되어져 있다. 기업블로그의 주요 역할은 프로젝트 블로그(Project Blog)에서 산출된 현장SRI값을 현장종료시점에 기업 블로그로 불러와 SRI값을 보정하고, 현장에서 신규 공정리스크가 발생 하였을 때 전문가평가 및 대응방안 등을 마련하여 본사 DB에 업데이트 하는 것이다. 이렇게 기업 블로그에 최신화된 정보들은 해당 기업의 새로운 현장 개설시 정보를 전달하게 된다.

(2) 프로젝트 블로그(Project Blog)

프로젝트의 현장별 특성을 반영하기 위하여 SRI분석 과정을 수행하게 되며, 해당 현장의 SRI 수치는 현장별 공정리스크 DB에 저장되고, 본사 공정리스크 DB로 피드백 되어 추후 프로젝트의 공정리스크 관리를 위한 정보로써 이용된다. 아래 그림은 블로그 기반 공정리스크 관리 시스템의 기업블로그와 프로젝트 블로그의 정보흐름을 나타낸다



[그림 3-321] 기업블로그와 프로젝트블로그의 정보흐름



[그림 3-322] 공정리스크 관리 시스템의 연결도

8. Web 기반의 공정관리모듈 프로그램 개발

가. 프로그램 개발의 목표

기존의 공정관리 프로그램은 공정표의 작성이 주 목적이었지만, 린 건설 포탈의 공정관리모듈은 액티비티 기반으로서, 공정표 뿐만이 아닌 공정관련의 업무를 관리할 수 있는 기능들과 연계되어 상호연계적인 관리 기능을 이용할 수 있다. 또한 액티비티를 관리하기에 수월한 공정관리 프로그램을 활용하여 범용성을 확보하기 위해서 공정표의 Input/Output을 Excel, MS Project 프로그램으로 가능할 수 있게 하여, 공정관리자들이 손쉽게 사용할 수 있도록 개발하고자 한다.

나. 프로그램 개발을 위한 사전 조사

(1) 국내 건설업체의 공정관리 프로그램 활용 현황

공정관리모듈의 범용성을 확보하기 위해서는, 국내 건설업체의 공정관리 프로그램의 활용 현황에 대해서 선행 조사가 필요하다. 조사 결과 많은 건설업체들이 전문 공정관리 프로그램이 아닌 Excel을 활용하여 공정표를 작성하고 있었다.

<표 3-180> 국내 공정관리 프로그램의 활용 현황

도급 순위	업체명	공정관리 프로그램
2위	A업체	SureTreck
3위	B업체	TPMS
4위	C업체	NeoPlan
5위	D업체	P3 Ver.5
6위	E업체	P3
7위	F업체	NeoPlan
9위	G업체	P3
12위	H업체	P3
14위	I업체	TACT공정표
18위	J업체	P3 Ver.6
21위	K업체	EXCEL
28위	L업체	EXCEL
34위	M업체	P3
35위	N업체	MSP
42위	O업체	EXCEL
47위	P업체	EXCEL
51위	Q업체	EXCEL
52위	R업체	EXCEL
55위	S업체	EXCEL
65위	T업체	EDMS
72위	U업체	P3

77위	V업체	HAINS(자체개발)
79위	W업체	EXCEL

(2) 국내·외 공정관리 프로그램

본 연구에 적용 가능한 공정관리 프로그램을 조사하여, 공정관리모듈을 활용할 수 있도록 하였다. 아래의 표는 국내·외 공정관리 프로그램의 특징에 대해서 나타내고 있다.

<표 3-181> 국내.외 공정관리 프로그램 조사

프로그램	특징	비고
NeoPlan ProjectWare	·윈도우용 독립실행 프로그램 ·PMIS 연동 - 웹에서 공정표 보기 및 출력가능 - 각 공정별 권한 부여 및 정보제공 ·클라이언트 프로그램 무료 ·회사 차원의 PMIS구축, 프로젝트 단위 구축 등에 따라 가격 다름	클라이언트 프로그램을 무료로 제공하나 중소기업에서 쉽게 사용할 수 있을지 검토가 필요함. 현재 개발 중인 시스템에서 공정관리모듈의 사용가능 여부에 대한 협의가 필요함.
Easy PEM	·엑셀기반 공정표 작성 프로그램 ·웹에서 실행불가	웹 기반 사용이 불가하나 엑셀기반이라 쉽게 사용할 수 있을 것으로 사료됨. 현재 개발 중인 시스템 내부에 공정표를 보여줄 수는 없으므로 직접 적용하기는 어려움.
ILog	· 웹상에서 액티비티 추가, 수정, 삭제 가능 · 공정표의 손위운 기간/일정변경 · 엑셀, MS Poject의 Import/Export기능	웹상에서 프로그램의 지원, 액티비티의 변경, Excel을 활용할 수 있으므로, 중소건설업체에게 실질적인 도움이 될 것임.

제 5 절 연구결과

[1세부과제 : 건설자재공급망 및 조달관리 시스템 개발]

본 연구의 대표적인 성과물은 다음과 같은 두 가지 소프트웨어이며, 소프트웨어 개발 및 등록을 완료하고 보급을 추진 중이다.

1. 배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템.

Auto CAD와 연동하여 기초, 기둥, 벽, 보, 슬라브, 집수정, 기둥 dowel, 옹벽 dowel 등 부재별로 배근 영역과 배근조건을 사용자가 입력하면 부재별 배근 알고리즘에 따라 배근시공상세도를 자동으로 작성하고, 작성된 배근시공상세도로부터 표준가공형상별 가공철근 물량을 자동 집계하여 가공철근일람표(Bar List)를 생성하는 시스템으로,

가공공장 또는 현장의 정척철근 재고량을 고려하여 형상별 우선사용 정척철근 길이를 지정하고 철근가공시 연신율 적용기준을 정의하므로써 철근가공손실(Loss)을 최적화하여 관리할 수 있는 기능과 작성된 배근시공상세도와 가공철근일람표 정보를 인터넷을 통해 원청사, 철근콘크리트 전문업체, 철근가공공장 등 철근공사 공급망 전체가 공유하고 가공철근 주문 기초자료로 활용하는 기능을 포함한다.

2. 가공철근 조달관리 시스템

인터넷을 통해 승인된 배근시공상세도와 바리스트를 기초로 가공철근 주문서와 작업지시서를 생성하여 가공작업 진행(착수여부, 가공완료 여부 등) 정보와 가공철근의 조달(공장 출고, 현장입고, 현장출고, 현장재고 등) 정보를 철근 공사관계자들이 실시간으로 공유하는 시스템으로, 이 때 가공철근의 조달정보는 RFID (바코드도 적용 가능)를 기반으로 하는 자동정보수집(Automatic Data Collection; ADC) 기술로 생성한다.

[2세부과제 : 설계협업 및 최적화 시스템 개발]

본 연구과제에서는 웹 기반 설계관리 시스템을 개발하였으며, 세부적으로 통합

설계관리 시스템, 웹 기반 통합설계관리 지원 시스템, 설계업무 체계화 지원 시스템으로 구분하여 연구를 진행하였다. 세부내용별 연구개발결과는 다음과 같다.

1. 웹 기반 설계관리 시스템 구축을 위한 프레임워크

가. 통합 설계관리 시스템

(1) 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스

본 연구에서는 설계 프로세스 상에서 발생하는 정보를 중심으로 한 통합 설계관리 시스템을 개발하고자 하며, 이를 위한 기반기술로서 설계 프로세스별 정보를 정의하였다.

첫째, 표준 설계업무 프로세스를 제안하기 위하여, 여러 설계회사별 설계업무 프로세스를 하나의 프로세스로 정리하였다.

둘째, 각각 소분류 프로세스 마다 요구정보(Input) 및 성과물(Output)을 규명하고, 이들 간의 연관관계를 정의하는 방법으로 전체 설계업무 프로세스를 재설정하였다.

셋째, 설계 진행과정에서 생성·활용되는 산출물은 하나의 성과물(Output)로 정의할 수 있으며, 이는 정보 중심의 설계관리 시스템을 구축하기 위한 기초가 된다.

(2) 설계업무 프로세스별 가중치 산정

설계 일정관리는 프로젝트 특성, 설계사 및 설계팀의 특성, 그리고 설계관리자의 역량 등에 따라 서로 다른 방식으로 수행되었으며, 하나의 형태로 정형화시키기 어려웠던 것이 사실이다. 설계 일정관리를 위한 기본 자료로 활용될 수 있는 데이터를 도출하기 위하여, 본 연구에서는 다음과 같이 두 가지 방법론, ① 실적자료 분석을 통한 가중치 산정, ② 전문가 설문조사를 통한 가중치 산정을 적용하였다.

첫째, 기 수행한 설계 프로젝트의 실적자료를 수집하여, 해당 프로젝트에 수행 시 업무 프로세스별로 실제 투입된 소요시간을 분석하였다. 사단법인 한국건축가협회 산하의 표준화위원회를 통해 회원사의 실적자료를 수집하였으나, 자료의 부족으로 인하여 분석결과의 통계적 유의성을 확보하기에는 충분하지 못한 것이 사실이다. 다만, 향후 통합 설계관리 시스템이 구축되고, 프로젝트의 결과가 지속적으로 저장될 경우에는, 누적자료를 토대로 하여 객관적인 신뢰도를 갖춘 분석결과를 기대할 수 있을 것이다. 둘째, 성과물에 대한 정의가 비교적 명확한 기본설계 및 실시설계

단계에서는 성과물(Output) 기반의 가중치를 도출하여 설계 일정관리에 활용하는 것이 타당하다. 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스를 기반으로 설문조사 양식을 개발하였고, 설문항목의 지나친 세분화로 인하여 설문대상자가 객관적인 판단을 할 수 없을 것으로 판단하여 각 단계별 상대적인 투입시간을 조사하여 가중치를 도출하였다.

(3) 설계·엔지니어링 성과물별 표준 체크리스트

사단법인 한국건축가협회 산하 표준화위원회를 통해 정보 중심의 표준 설계업무 프로세스를 개발하였다. 이렇게 개발된 표준 설계업무 프로세스를 토대로 하여, 설계품질 향상을 위한 체크리스트를 개발하였다. 기획설계, 계획설계, 기본설계, 실시설계의 4단계로 구분하였으며, 성과물 기반의 체크리스트를 작성하였다.

나. 웹기반 통합설계관리 지원 시스템

(1) 웹기반 개산견적지원모듈

마감공사비 부위별 분류체계(Element Breakdown Structure, 이하 EBS)를 정립하여 설계자가 용이하게 마감공사비에 대한 구성항목의 인지를 가능하게 함은 물론 상세견적 지원 및 정보의 피드백을 가능하도록 하였다. 오브젝트의 개념을 제시하여 과거 프로젝트의 층 또는 실에서 부위별(바닥, 벽, 천정 등)로 사용되었던 사례들로 객체를 상속받아 새로운 객체를 구성하였다. 현실적인 단가의 갱신·적용은 정확성 높은 견적을 수행하기 위한 실적단가 데이터베이스 업데이트 모듈을 개발한다. 개산견적모듈로부터 도출된 공사비가 예산과 다를 경우, 수동 또는 자동으로 공사비를 조정할 수 있는 매뉴얼/GA 기반 공사비 조정 통합 인터페이스를 구성하고자 하였다.

(2) DW기반 온라인 자재선정지원모듈

본 연구는 설계단계에서 자재선정에 대해 설계자가 고품질의 의사결정을 내릴 수 있도록 지식기반의 자재정보에 대하여 효율적인 등록 및 검색을 지원할 수 있는 'DW기반 온라인 자재선정지원모듈'을 개발한다.

본 연구에서는 첫째, 자재업체 및 설계업체 실무자들을 대상으로 자재정보 관리 현황 및 요구사항 파악을 위한 설문 및 면담조사를 실시하였다. 둘째, 분산·공유형 정보 웨어하우스를 구축하고 이의 기반이 되는 건설자재도메인의 메타데이터라이브러리를 구축한다. 셋째, 자재 및 자재정보문서의 태그를 정의하기 위해 자재품목,

자재분류, 등록자, 문서 등의 태그정보를 정형화한다. 넷째, 검색모듈, 등록모듈, 자재 DB모듈로 구성된 자재선정지원모듈을 개발한다.

다. 설계업무 체계화 지원 시스템

설계프로젝트의 사용자간 협업을 지원하는 설계협업 지원모듈은 발주자와 설계자간의 협업을 위한 발주자 협업관리와, 설계자와 엔지니어링 협력업체의 협업을 위한 엔지니어링 협업관리로 분류된다.

(1) 발주자 협업관리

발주자와 설계자의 커뮤니케이션을 지원하여 상호협력을 구축하기 위한 발주자 협업관리 모듈의 개발을 위하여 해외 발주자관리 업무 분석 및 국내 현황 분석을 토대로 발주자 요구사항 관리방안을 도출하였다.

첫째, 해외 발주자관리 업무 분석 및 국내 업무 현황 분석을 통해 기획-계획-기본-실시단계에서의 발주자관리 업무를 파악하였으며, 발주자 요구사항관리에 대한 체계적 관리의 필요성을 파악하였다.

둘째, 현황분석을 통해 도출된 발주자 관련업무의 문제점을 해결하기 위해, 단계별 설계협업 프로세스를 바탕으로 발주자가 의사결정을 내려야 하는 시점, 의사결정 업무, 발주자 수행 업무 등을 정의한 체계화방안을 수립하였다.

(2) 엔지니어링 협업관리

설계자와 엔지니어링 협력업체간의 기존의 일방향적인 업무형태를 개선하고, 실질적인 설계협업을 구현하기위해 개발된 엔지니어링 협업관리 모듈은 설계자와 엔지니어의 상호교환정보를 중심으로 분석되었다. 설계자와 엔지니어가 주고받는 교환정보의 특성 및 필요정보를 정의함으로써 엔지니어링 협업관리 업무를 체계화하였다. 각 단계별로 설계업무를 수행시 발생하는 정보 및 업무 정의가 필요하며, 이를 위해 표준 설계업무 프로세스에 따라 각 단계별로 설계자가 수행해야 하는 업무와 세부 Activity, Activity별 Input정보, Output정보를 정의하였다.

2. 웹 기반 설계관리 시스템 구축

웹 기반 설계관리 시스템(Design Information Management System; DIMS)은 설계 프로세스 상에서 발생하는 여러 정보를 관리하고 참여주체 간 효율적인 협업이

가능하도록 하기 위하여, 다음의 그림과 같은 다양한 기능을 제공한다. ①프로젝트 설정, ②발주자 협업관리, ③도서관리, ④Time Report, ⑤일정관리, ⑥품질관리, ⑦인허가관리, ⑧개산견적, ⑨자재선정, ⑩커뮤니티. 본 시스템은 발주자, 설계관리자, 설계자, 엔지니어 등의 설계 프로젝트 참여주체가 활용하게 될 것이며, 사용자로서의 권한을 부여받아 설계관리 도구로 활용할 수 있다.

가. 통합 설계정보관리 및 협업관리 시스템

통합 설계정보관리 및 협업관리 시스템은 설계정보의 관리 및 참여주체 간 협업의 효율성 제고를 위하여 웹 기반의 시스템으로 개발하였다. 시스템의 실무 적용성 및 사용자 편의성 향상을 위하여 테스트베드를 통한 시스템 완성도 확보에 총력을 기울였으며, 지속적으로 보완작업을 통해 상용화 수준으로 업그레이드하고자 한다.

설계업무 프로세스 분석을 토대로, 세부업무별 체크리스트, 투입시간, 협업여부 등에 대한 실적자료 분석을 통하여 설계관리를 위한 프레임워크를 구축하였다. 이를 기반으로 하여, 설계단계를 효율적으로 관리할 수 있는 모듈(프로젝트설정, 도서관리, 인원관리, 일정관리, 품질관리, 인허가관리 등)을 개발하였고, 이들 모듈 간 연관관계를 재정립함으로써 통합 설계관리 시스템을 개발하였다.

한편, 시스템의 실무 적용성 검토를 위한 테스트베드 수행과정에서, 설계품질 향상을 위해서는 최종성과물에 대한 관리도 중요하지만, 그 성과물을 도출하기 위한 진행과정을 지원할 수 있는 시스템이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 위해 설계 프로젝트에 참여하는 주체 간에 정보를 상호 공유할 수 있는 커뮤니티(의견공유; Shout, 갤러리; Gallery) 기능을 구현하였다. 통합 설계정보관리 및 협업관리 시스템은 다양한 설계관리 기능을 제공하고 있으며, 다수의 참여주체가 사용하도록 개발되었다. 이러한 특성을 반영한 효과적인 시스템을 구축하기 위하여 웹 기반으로 구현하였다.

나. 웹 기반 통합설계관리 지원 시스템

설계단계에서 설계자와 발주자에게 공사비조정 및 최적화를 지원하기 위한 부위별 오브젝트 개산견적 지원모듈과 동시에 DW기반 온라인 자재선정 지원모듈을 개발하여 설계단계 참여자의 다자간 협업을 위한 웹기반 통합설계관리 시스템을 개발하였다. 개산견적 지원모듈은 계획설계 및 기본설계단계에서 설계진행과 더불어

결정되는 설계요소들에 공사비정보가 연계되어 설계대안별 공사비 비교가 가능하다. 또한 대안별 공사비 비교를 통하여 설계자에게 설계안 평가에 유효한 정보로 제공되어 예산범위 내에서 전체적으로 통합된 설계품질을 유지하면서 설계진화가 가능하도록 프레임워크를 구축하였다.

DW온라인 자재선정 지원모듈은 자재선정업무를 지원하기 위한 시스템으로 자재업체 실무자들을 통하여 주기적으로 자재정보를 검색·수집하여 제공하는 시스템이다. 자재업체 실무자들은 자재정보문서 등록 시 문서에 태그 및 블럭을 설정하여 문서를 업체서버에 등록하고 업체서버에 저장된 태그 데이터베이스는 통합 관리서버에 저장되게 된다. 각 주체별 참여자들은 통합서버의 태그 데이터베이스를 통하여 자재정보를 검색한다. 검색 시 업체서버에 있는 자재정보파일의 정보와, 자재정보데이터베이스는 웹기반 인터페이스와 연동되어 자재정보문서, 자재성능비교표, 정적/동적 카달로그, 2차 지식 검색 등을 지원한다. 웹 기반 통합설계관리 지원 시스템은 다양한 기능을 제공하고 있으며, 다수의 참여주체가 사용하도록 개발되었다. 이러한 특성을 반영한 효과적인 시스템을 구축하기 위하여 웹 기반으로 구현하였다.

3. 테스트베드 추진 및 결과

본 연구에서 제시하는 웹 기반 설계관리 시스템은 수차례에 걸친 설계분야 전문가 면담, 여러 실무 절차서 및 관련문서, 다수의 연구 결과물 등을 반영하여 개발되었다. 이러한 시스템의 완성도 및 실용성을 향상시키기 위하여, 3차례에 걸쳐 테스트베드를 실시하였으며, 시스템의 실무 적합성, 실무 개선도, 활용 편의성 등 3가지 관점에서 시스템을 평가하고자 하였다.

본 연구에서 개발한 웹 기반 설계관리 시스템은 설계 진행과정을 체계적으로 지원하고 관리하기 위한 도서관리, 발주자 협업관리, 인원·일정·품질·인허가 모듈에 대해서는 프로세스 기반의 테스트베드를 수행하였고, 설계자 의사결정을 지원하기 위한 마감공사비 개산견적, 자재선정 지원 모듈에 대해서는 프로덕트 기반의 테스트베드를 수행하였다. 테스트베드 수행과정에서 보완사항을 도출하였고, 차수별 설문조사를 통해 개선도를 측정하였다.

[3세부과제 : 건설 생산 공정 혁신 기술 개발]

1. 건설생산 프로세스 혁신기술 개발

대규모 항만, 댐, 활주로 포장공사, 단지조성공사 및 장대터널 공사 등은 대량의 장비투입을 필요로 한다. 그러나 건설현장에 많은 수의 건설 장비가 동시에 투입되는 경우 현장 내에서의 병목현상, 정체구간 및 대기 현상이 발생하게 되며, 건설장비들 간의 교통 흐름 간섭으로 인한 혼잡이 작업효율에 미치는 영향은 전체 공정 및 사업비에 매우 중요한 영향을 미친다. 따라서 이러한 현장 혼잡을 반영한 장비의 교통흐름이 작업효율과 작업시간에 미치는 영향을 평가하고, 계획된 공사 기간 내에 사업이 완료 될 수 있는지 여부를 평가할 필요가 있다.

교통 혼잡을 고려하여 건설 장비의 효율성과 생산성을 분석하기 위해서는 건설공사의 공정을 상세 수준으로 모델링하는 마이크로 단계에서의 분석이 수행되어야 하며, 이러한 분석에는 전통적으로 시뮬레이션 기법이 사용되어왔다. 그러나 기존의 불연속 사건 시뮬레이션 모델링 방법론의 경우 장비간의 간섭영향을 반영한 교통 흐름을 평가하는데 한계가 있다. 또한 교통 분야에서 개발되고 있는 PARAMICS, SIMETRON, Synchro/ Simtraffic (Trafficware 2009), CORSIM (Owen et al 2000) RoadSim (Castro and Dawood, 2005) 등과 같은 교통 시뮬레이션 시스템은 교통 예측에 초점을 둠으로써 건설공정과 연계한 다양한 의사결정 지원에 한계를 가지고 있다.

따라서 개별 장비의 시시각각 변화하는 상태와 상호 간섭을 분석하기 위하여 시스템의 변화를 일으키는 행위주체를 중심으로 동태적인 환경 내에서의 변화를 인지하고 자율적으로 작업을 수행할 수 있도록 멀티에이전트 기반의 시뮬레이션 모델링 시스템인 SimCon을 개발하였다. 이를 통해 건설현장에서 발생하는 장비간의 간섭에 따른 장비흐름의 영향을 고려한 장비 운영계획과 전체 공기의 적정성 평가를 효율적으로 수행할 수 있는 방법론을 제공하고자 한다.

양중장비의 위치 결정을 위해서는 관련된 많은 공종과 다양한 현장조건, 작업수행 계획을 반영하여 복잡한 과정을 통하여 수행된다. 이러한 복잡한 과정을 해결하기 위하여 공동주택의 콘크리트 구조체 공사 단계를 대상으로 타워크레인과 자재 야적지의 최적 위치 선정을 위한 양중장비 운영계획 지원시스템(SimTower)을 개발하였다. 기존의 연구는 타워크레인의 위치와 자재 야적지점, 자재 야적지점간의

다양한 경쟁관계를 무시했던 한계를 가지고 있다. SimTower 시스템은 이러한 타워크레인, 자재 야적지, 설치 지점간의 다양하고 복잡한 상관관계를 다루기 위하여 유전자 알고리즘을 적용하여 개발되었다.

본 시스템에서는 타워크레인이 다양한 후보지점을 갖고, 자재 역시 다양한 야적 후보지점을 가질 때 자재 운반시간 최적화를 지원하기 위한 환경을 제공한다. 사례적용을 통하여 제시된 모델의 적용과정을 예시하고 최적화에 따른 자재 운반시간의 효율성 개선 효과를 분석하였다. 사전분석 작업 지원 시스템과의 연계를 통한 초고층 빌딩 현장 배치계획(Layout) 자동화를 지원할 수 있는 시스템 개발의 기반이 될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 실무적용을 위한 발전방향 제시

국내에는 2000년도 처음으로 국내전문학술지(김창덕 2000)를 통해 제조업체의 린 기법의 개념을 중심으로 소개되어진 린 건설(Lean Construction)은 이후 많은 연구들이 진행되어져 왔고, 현재에는 건설 산업체에까지 확산되어 국내의 GS건설에서는 선두적으로 린 건설 개념의 일부를 적용한 TPMS(Total Project Management System)를 개발하여 실무 현장에 적용해 보고 있는 단계이다. 또한, 건설교통부에서는 국내 건설 생산성 향상을 위한 혁신기술 개발을 위해 2005년부터 린 건설을 근간으로 하는 연구 과제를 수행하고 있다.

하지만 현재까지 나온 대다수의 연구들은 린 건설의 기술적인 측면과 해외 사례 성과들을 중심으로 이루어졌고, 사용 기법의 활용성 및 타당성에 대한 연구들에만 초점이 맞추어진 듯 하다. 특히, 기존 연구들에서 제시되어지는 린 건설의 개념 및 주요기법들은 해외 논문의 내용에 의존하기 때문에 다소 국내 현실과는 다르고, 또한 이에 대한 체계적인 국내에서의 이론 정립이 제시되어지지 않고 있어 린 건설에 관심이 있는 연구자들에 의해 제각기 다른 이해와 해석이 도출되어짐으로써 많은 개념적인 혼란이 야기되어지고 있다. 또한 최근에 제시되어지고 있는 GS건설의 TPMS를 포함한 많은 연구들이 미국 린건설협회(LCI)가 현장 실무자들이 사용하기 편하도록 가능한 간단한 프로세스 도구를 제시하고자 하는 것과는 다르게 복잡한 시스템 구축을 위주로 진행되어지고 있는 것도 많은 건설 실무자들이 린 건설로의 접근을 다소 어렵게 만드는 것이 아닌가 하는 생각을 해 본다. 이러한 시스템

중심의 린 건설 접근은 자칫 린 건설이 제시하고자 하는 낭비적인 요소 제거와 비생산적인 프로세스 제거, 기본적인 린 건설의 원리와 개념에 상반되는 것으로 비추어질 수 있다는 단점을 가지고 있다. 현재까지 개발되어온 모든 시스템들은 그 구축비용, 운용상의 어려움, 지속적인 관리의 어려움, 전문 관리인원의 부족 등으로 그 효용성이 기대보다 못 미친다는 것은 다 아는 사실이며, 역시나 시스템 개발 중심의 린 건설 또한 이러한 문제점에 대한 명확한 해결책을 제시하지 않고서는 과거의 악순환이 지속될 것으로 우려된다.

따라서 향후 국내 린 건설에 관심있는 산학연의 연구자 및 실무자들은 해외에서 제시한 린 건설의 개념과 주요기법들을 근간으로 하여 국내 건설 현실에 맞는 구체적인 이론들을 재정립하고 off-line 상에서 실무자들이 간편하게 적용할 수 있는 도구들을 제시함으로써 추후 린 건설에 대한 연구에 있어서의 기본적인 틀을 구축하였으면 한다. 이를 통해 향후 린 건설이 보다 보편화되어지고 많은 건설 산업체의 관심이 집중되어지길 기대한다.

3. 수행성능평가 시스템 개발

본 연구는 Web 기반의 수행성능평가 시스템을 구축함으로써 건설사업의 현재 상태 진단을 위한 평가체계를 수립하여 현재 상태를 파악을 가능하게 하며, 린 방식 건설 도입을 통하여 작업수행 성능의 개선 정도를 평가하기 위한 평가 방법론을 결정하여 인터넷 기반 실시간 자가 평가 가능한 통합시스템을 구축하였다. 이와 관련된 연구 결과를 요약하면 아래와 같다.

가. 현장 성과 측정 모델 설계 및 프로세스 정립

성과측정 이론 및 개념 정립을 위하여 기존 성과측정평가 관리기술, 린방식의 성과관리 방법을 분석하고 PPC/VSM 국내 현장 적용 모델개발 및 절차를 수립한다.

나. 작업관리 모델 및 실패원인분석 모델 Prototype 개발 및 현장 적용성 검증

작업관리 모델 및 실패원인분석 모델의 알고리즘 및 세부 모듈별 UI 설계를 완료하고 이를 활용하여 Prototype 제품을 개발하여 국내 대형 주상복합아파트현장에 적용성을 검증한다.

다. 작업수행성능분석/실패원인분석/자원공급분석 시스템 개발

작업수행성능분석 및 작업지연원인분석 Protype 시스템 개발을 완료한 후 Pilot 현장적용을 수행하였으며, 이러한 현장적용 분석결과를 토대로 추가 모듈인 작업여건분석 모듈과 자재흐름의 원활한 정도를 각종 물류 지표로 측정할 수 있는 자원공급수행성능분석 시스템을 개발하였다.

라. 수행성능평가 시스템 개발

기존에 개발 완료된 작업수행성능분석/작업지연원인분석/자원공급수행성능분석 모듈의 통합 시스템인 수행성능분석시스템 Prototype을 개발하고 이를 현업에 적용하여 시스템의 사용성 및 유용성을 검증하고 향후 개발된 최종 시스템을 위한 보완 및 개선 사항을 도출하였다.

마. 수행성능평가 시스템 개선 및 보급

작업수행성능분석/작업지연원인분석/자원공급수행성능분석 모듈의 통합시스템인 수행성능평가시스템의 개발을 완료하고 이에 대한 사용자 편의를 위한 시스템 업무 매뉴얼 작성 및 시스템 현장 적용을 통한 사용성과 유용성 검증, 그리고 마지막으로 수행성능평가시스템의 시연회 개최 및 홍보 전략을 수립하였다.

[4세부과제 : 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축]

첫째, 웹 서비스 기반건설정보 포탈을 구축하였다.

블로그를 기반으로 하여 건설지식관리 포탈을 구축하였고 이를 통해 기대되는 효과는 다음과 같다. 첫째, 지식 공유 동기가 부여되며 둘째, 형식지 전환이 확대되며 셋째, 지식 휴먼 네트워크 활용이 활발해지고 마지막으로 지식 공유지가 확대되는 효과가 기대된다또한 건설 지식만을 전문적으로 공유하는 포탈로서 효율적인 건설지식관리시스템을 도입하였다. 사용자들이 활발하게 지식을 등재하거나 공유할 수 있고 , 전문가 지수를 도입하여 양질의 지식만이 등재할 수 있는 시스템을 구축하였다.

둘째, 건설 온톨로지 기반 검색시스템을 개발하였다.

현 정보화 시대에서는 정보의 '양'이 중요한 것이 아니라 정보의 '질'이 얼마나 우수하냐가 더 관건이다. 기존의 '키워드' 기반 검색에서는 사용자가 원하는 검색 결과를 정확히 도출해 내기 어려웠고 그 정확도가 떨어지는 것이 사실이었다. 그러나 온톨로지를 적용하게 되면 각 지식들이 서로 관계를 맺게 됨으로써 가장 연관성 높고 사용자가 원하는 지식들을 적절하게 제공해 줄 수 있다는 이점이 있다.

셋째, 성과 관리 시스템의 개발하였다.

건설 기업의 성과 영역을 도출하고 이를 토대로 BSC를 기반으로 하여 건설 프로젝트/기업 성과관리 시스템을 개발하였다. 이 성과 관리가 도입된다면 사용자 관점에서는 프로젝트의 성과 달성을 한 눈에 알아볼 수 있어 합리적이고 타당한 분석 결과를 얻을 수 있고 시스템 관점으로는 기업 레벨에서의 성과를 관리하는데 활용할 수 있는 기초데이터의 역할을 할 수 있게 될 것이다.

넷째, Engineering 단계의 KMS 구축을 위한 Business Process 지식분류체계를 구축하였다.

건설기업의 업무 프로세스 구조를 작성하고 일반화하기 위하여 건설기업의 프로세스 맵을 분석하고 공통적인 업무 분류를 분석하였다. 업무 프로세스 계층도에 따라서 각 레벨에 따른 건설기업의 업무분류구조를 작성하였다. 메가 프로세스까지 구축한 형태로, 프로세스 체인 단계까지 분석이 이루어졌다. Engineering단계의 기획설계 업무는 5개의 프로세스 체인과 14개의 프로세스로 분석하였고 해당 프로세스별 수행자 및 In/Output 정보를 분석하였다. 설계단계의 계획설계 단계의 업무는 4개의 프로세스 체인단계와 14개의 프로세스로 분석하였으며 각 프로세스별 수행자 및 In/Output 정보를 분석하였다. 설계단계의 중간설계단계는 앞서 상세 분석된 중간설계단계에서의 건축설계업체와 협력업체와의 협업까지 고려한 업무 프로세스 구조(Business Process Architecture)를 설문을 통해 전문가 자문을 통하여 업무 프로세스별 In/Output정보 및 지식유형을 분석하였다. 설계단계의 실시설계의 업무는 6개의 프로세스 체인과 28개의 프로세스 레벨로 분류하였다. 프로세스 별 수행주체, In/Output 정보에 대한 분석을 수행하였다.

다섯째, Procurement 단계의 KMS 구축을 위한 Process 지식분류체계 구축하였다.

조달단계의 프로세스 체인은 자재소요 계획에 3개, 자재 조달에 3개, 현장 자재관리에 2개, 협력 업체 관리에 6개로 정의 되었고, 전체 14개로 이루어져 있다. 모든

프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여 가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.

여섯째, Construction 단계의 KMS 구축을 위한 Business Process 지식분류체계를 구축하였다.

시공단계의 프로세스 체인은 공정관리에 8개, 원가관리에 9개, 노무관리에 2개, 품질관리에 8개, 하자관리에 9개, 안전관리에 3개로 정의 되었고, 전체 39개로 이루어져 있다. 모든 프로세스에 부여된 코드는, 명확한 수행시점을 정의한다. 정확한 업무의 시점이 정의되지 않으면 지식을 제공할 시점이 명확하지 않기 때문에 코드를 통하여 가시화된 업무 프로세스의 시점을 정의하였다.

일곱째, Blog 기반의 공정리스크 관리 시스템을 개발하였다.

공정리스크 관리시스템은 프로젝트의 일반사항, 현장 공정정보, 각 시스템 구성들의 역할 및 기능 등으로 구성되어있다. 공정리스크는 PROMETHEE 기반의 가중치 산출을 통한 개별적인 중요도를 가지게 되며, 현장별 SRI 산출과 산출된 SRI가 반영된 중요도 보정과정을 통해 후속 프로젝트에 제공 – 엑셀, MS Project, P3 기반으로 작성된 공정표의 개별 액티비티에 해당되는 공정리스크는 자동으로 연결되어, 대응방안 DB에 저장된 정보와 연계되어 현장관리자에게 제공한다.

여덟째, 웹 기반 공정관리모듈 프로그램 개발을 하였다.

린 건설 포탈의 공정관리모듈은 액티비티 기반으로서, 공정표 뿐만이 아닌 공정관련의 업무를 관리할 수 있는 기능들과 연계되어 상호연계적인 관리 기능을 이용할 수 있다. 또한 액티비티를 관리하기에 수월한 공정관리 프로그램을 활용하여 범용성을 확보하기 위해서 공정표의 Input/Output을 Excel, MS Project 프로그램으로 가능할 수 있게 하여, 공정관리자들이 손쉽게 사용할 수 있도록 하고자 한다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발목표 달성도

본 연구의 주요 연구목표의 달성도는 다음 표와 같다.

<표 4-001> 본 연구의 목표달성도

연 구 목 표	달성도(%)	내 용
철근 자재공급망 및 조달시스템 혁신모델 개발	100	▪ 배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템 개발 ▪ 가공철근 조달관리 시스템 개발
설계협업 및 최적화 시스템 개발	100	▪ 정보중심의 표준 설계업무 프로세스 구축 ▪ 설계업무 프로세스별 가중치 산정 ▪ 설계 및 엔지니어링 성광루별 표준 체크리스트 ▪ 웹 기반 개산견적지원 모듈 개발 ▪ 데이터웨어하우스기반 온라인 자재선정지원 모듈 개발 ▪ 발주자 협업관리 지원 시스템 개발 ▪ 엔지니어링 협업관리 체계 개발 ▪ 웹 기반 설계관리 시스템 구축
건설 생산 프로세스 혁신기술 개발	100	▪ SimCon & SimTower 시스템 개발 ▪ 린 기반 건설생산 업무 가이드북/교육용 교재/실무 매뉴얼 개발 ▪ 수행성능평가를 주요기능으로 하는 성과측정 통합시스템 개발
웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축	100	▪ 웹 기반 분산형 건설정보 포탈 개발 ▪ 블로그 기반 지식관리시스템 개발 ▪ 전문가 지식평가 시스템 개발 ▪ 온톨로지 검색시스템 구축 ▪ 프로젝트 및 기업성과관리 시스템 개발 ▪ BPM기반 지식분류체계 구축 ▪ 웹 기반 공정관리시스템 구축 ▪ 웹 기반 공정리스크 관리시스템 개발

제 2 절 관련분야에의 기여도

[건설자재공급망 및 조달관리 시스템 개발]

1. 가공철근 형상 표준화를 통한 철근가공산업 발전 기반 조성

가공철근 형상 표준화는 철근가공산업의 선진화를 위해 중요한 선결과제라 할 수 있다. 본 연구를 통해 철근가공실무에서 시공성과 정확성을 종합고려하여 44개의 가공철근 형상표준을 도출하였고, 이를 토대로 표준화를 위한 정책건의를 통해 향후 철근가공산업 발전의 기반이 될 수 있을 것이다.

2. 배근시공상세도 및 바리스트 작성의 정확성·신속성 향상

시방기준 등 배근조건을 설정하고 배근영역을 지정한 후 옵션값들을 설정하면 시스템이 배근시공상세도를 자동으로 작성하고 배근시공상세도와 완벽하게 연동되는 바리스트를 제공하므로 엔지니어링 업무의 정확성·신속성 향상에 기여할 수 있다.

그러나, 여기서 신속성이 가공철근의 생산시간까지 포괄하는 의미는 아니다. 생산 자체의 속도는 절단기나 절곡기의 성능, 배치의 최적화 등 또다른 요인이 영향을 미치게 되는데 본 연구가 가공철근의 생산 자체에 소요되는 시간을 줄이는 방안까지 다루고 있지는 않다. 또한 철근가공의 정밀도도 마찬가지로 본 연구의 대상이 아니다. 다만, 오가공 방지를 위한 기반이 조성될 수 있으므로 넓은 의미의 철근가공 생산성 향상 측면에 대해서는 본 연구의 기여도를 찾을 수 있을 것이다.

3. 철근공사 협업촉진 및 투명성 제고

철근공사 공급망 전체가 가공철근 목적물 정보와 제작·조달정보 등을 실시간으로 공유함에 따라 협업 촉진 및 투명성 제고에 기여할 수 있다.

4. 가공철근 조달관리 시스템 후속연구 효율 제고

가공철근 조달관리 시스템 소스코드를 완전 공개를 추진하여 후속 연구자의 시행착오을 최소화하고 후속 연구개발의 효율을 제고하는데 기여할 수 있다.

5. 철근공사 관련 교육 내실화

철근공사의 비중이나 배근 엔지니어링의 중요성에도 불구하고 그동안 마땅한 교육교재가 없었으나, 본 연구성과를 토대로 교육교재를 보급하므로써 철근공사 관련 대학·사회교육 내실화에 기여할 수 있다.

[설계협업 및 최적화 시스템 개발]

건설 산업은 기획, 설계, 시공, 유지관리 등 여러 단계로 구성되며, 발주자, 설계자, 시공자 등 수많은 주체가 참여하고 있고, 설계, 구조, 기계, 전기 등 다양한 분야의 기술들이 접목된 복합 산업이다. 설계단계에서의 의사결정은 매우 어려운데, 이는 다양한 엔지니어링 분야와의 협업관계가 요구되고, 발주 및 시공단계와 같은 후속 프로세스에 미치는 영향력이 크기 때문이다.

이러한 특성을 고려하여, 본 연구에서는 설계단계에 대한 통합 및 계획, 지속적인 모니터링, 참여주체 간 협업체계 구성, 마감공사비 산정 및 자재선정 지원이 가능한 통합 설계관리 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 건설 산업의 관련분야에 대하여 다양한 관점에서 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 통합 설계관리 체계 구축을 통한 설계 업무 효율 극대화

통합 설계관리 시스템을 통하여, 설계 프로세스 상에서 발생하는 설계도서를 체계적으로 관리할 수 있고, 일정, 품질, 인허가, 투입인력 등의 설계관리 지표에 대한 지속적인 모니터링이 가능하다. 또한, 최종 성과물로서의 설계 도서를 도출하기 위한 설계 진행과정에서의 발생 정보를 관리하고, 참여주체 간 공유할 수 있는 커뮤니티를 통해, 설계대안의 질적인 향상을 도모할 수 있을 것이다. 이러한 시스템의 미래 적용성 검토 결과를 토대로, 향후 BIM 적용 시 이를 효과적으로 관리할 수 있는 설계 관리 시스템으로 발전할 수 있을 것이다.

2. 설계단계 개산견적 및 자재선정 지원

설계관리 통합지원 시스템을 통하여, 계획설계 및 기본설계 단계에서 개산견적을 용이하게 수행할 수 있고, 설계변경 시 오브젝트 기반 개산견적 시스템을 활용하여 효율적으로 문제를 해결할 수 있을 것이다. 또한, 자재선정 지원 시스템을 통해 설계자들 간 마감자재에 대한 정보를 효과적으로 공유할 수 있을 것이다.

3. 설계단계 참여주체간 효율적 업무관리 지원

발주자 요구사항 정보화 시스템 및 설계 협업관리 시스템을 통하여, 여러 참여주

체 간 업무를 효율적으로 관리할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 설계 프로젝트 참여주체 간 교환정보를 통합 관리함으로써, 업무에 필요한 정보를 적시에 제공하고, 상호 모니터링 및 효율적인 협업을 수행할 수 있을 것이다.

후속 연구 과제를 통하여, 본 연구에서 개발된 시스템의 실무 적용성을 검증하고 보완·향상시킬 수 있고, 시스템의 활용성을 증진시킬 수 있을 것이며, 나아가 설계·엔지니어링 산업의 지속적인 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

[건설 생산 공정 혁신 기술 개발]

1. 주요 공정 자원투입계획 시뮬레이션을 통한 공공건설사업의 경제적 실익 도모

건설 주요 공정 자원투입계획 시뮬레이션에 의한 공공건설사업의 경제적 실익 도모한다. 도로 노반, 포장, 배수구조물 공사, 터널공사, 항만 및 준설공사, 공항공사, 등 반복적으로 수행되는 공공건설사업의 공정계획에 활용함으로써 계획단계에서 다양한 공정계획 대안에 대한 효율성을 평가하고, 최적의 자원투입계획을 지원하고, 공기단축 및 공사비 절감에 기여하고자한다. 주어진 건설 환경에서의 작업진행을 공사수행 이전에 컴퓨터상에서 현실에 가깝게 재현할 수 있어 대상 사업의 공기 적정성 검토가 가능하며 직관에 의해 수행되던 기존 현장 공정계획에 대하여 과학적인 검증기법을 제공하며, 신공법의 현장 적용이전에 비용 및 공기 측면에서의 보다 신뢰성 있는 사전평가 가능하다.

2. 국내 린건설 정착을 위한 기반 구축

미국과 덴마크의 LCI(Lean Construction Institute)의 경우와 마찬가지로 린 건설을 도입하는 데 있어서 국내에도 린 건설의 도입 추진을 도울 수 있는 한국 LCI 구성이 필요하다. 이를 통해 린건설 지식체계 및 모범사례 공유•보급, 기술개발, 국제 협력 등을 위한 공동체(Community)의 구축이 가능할 것으로 예상된다. 한국 LCI는 린 건설 도입을 추진하는 회사의 린 개념 교육을 제공하고 현장 적용 및 수행에 있어서의 컨설팅을 제공할 수 있다. 또한 지속적인 린 건설 수행에 대한 데이터를 축적하고 이의 피드백을 통해 Continuous Quality Improvement를 달성함과 동시에 성공사례를 통한 Best Practice를 국내 건설회사에 제공할 수 있다.

3. 중소기업 또는 지방업체에 대한 공정관리 체계 제공

국내 소수의 대기업을 제외한 중소업체 또는 지방업체에 대한 프로젝트 관리 및 공정관리의 체계를 제공할 수 있다. 린 워크패키지 툴을 제공함으로써 지속적인 문서화 작업 및 데이터 축적을 가능케 한다. 현장에서의 CPM의 형식적이고 미비한

사용실태를 감안하여 보다 효율적이고 실질적인 공정관리 계획이 가능토록 함으로써 사전에 건설 불확실성(낭비요소)을 제거하고 빠른 작업실패원인 및 대처방안을 제시하게 함으로써 공사 전반에 걸친 생산성 향상을 유도한다. 또한 린 건설 교육, seminar 그리고 conference를 주기적으로 수도권뿐만이 아니라 지방에서도 대학교 및 기업체에서 개최하도록 유도함으로써 대기업을 포함한 중소업체 및 지방업체에게도 린 건설 교육 및 도입 기회를 제공할 수 있다.

4. 현장 상황에 맞는 공정관리 체계 구축

현장 상황에 맞는 개별작업 계획의 신뢰도 평가를 통한 효율적인 세부 공정계획 작성에 활용한다. 건설산업의 자원의 공급 계획/관리를 위한 Web기반의 시스템 – 본 연구에서 개발된 시스템은 건설산업의 자원의 작업의 진행과 연계하여 효율적인 계획/관리에 활용한다. 수행성능평가시스템과 연계로써 상용화 및 실용화를 통한 자원의 적시조달을 위한 시스템 도구로 활용한다. 여러 종류의 자원에 맞는 관리지표 및 관리기법을 도출한다.

[웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축]

1. 중소기업 지향형 웹 기반 건설정보 시스템 제공

국내 건설 정보 시스템으로서는 최초로 웹 서비스(Web Service)를 이용하여 형식지 입력 / 전달 모듈을 개발함으로써 현재 IT 투자에서 가장 문제가 되는 호환성 문제를 해결하였다. 중소 건설업체 지식 공유를 위한 인프라 구축을 통해 대형 건설업체와의 정보나 지식 보유의 격차를 좁힐 수 있는 계기를 마련하였고, 이를 통해 중소 건설업체 경쟁력 강화의 발판을 마련하였다. 블로그를 이용한 건설정보 시스템을 개발함으로써 건설 관련 종사자 개개인이 지식관리를 통한 경력관리의 인식을 불러 일으켜 향후 건설 산업이 지식 집약적 산업으로의 변화를 촉진하는 계기가 될 수 있다.

2. 웹 기반 지식관리 및 성과관리 체계 제공

건설 선진국을 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있는 지식의 공유 및 확산방법과 건설업의 성과측정 연구를 감안하고 국내 건설업의 현황을 정보화하는 성과라는 두 측면에서 조사하여 여러 분석 툴을 이용하여 향후 건설업에서 필요로 하는 정보화 사회에 대응할 수 있는 지식관리 시스템 구축 방법을 도출하는 한편, 성과측정 방법론 개발 및 통합성과측정 시스템을 구축을 위한 새로운 접근 방안을 제시하였다. 이를 통해 건설 생산 프로세스 및 기업의 운영 전략의 개선이 이루어지고, 이를 기반으로 한 생산성의 향상의 효과를 기대할 수 있다. 또한, 기존 지식 관리 시스템과 비교하여 훨씬 간편한 지식 입력 모듈을 제공하였으며, 상황 정보를 활용하여 건설 지식을 적절한 시기에 전달하고 새로운 지식이 축적되어 재사용이 가능하도록 개발하였다.

3. 공정리스크 관련 지식제공을 통한 업무효율 증진

경험이 없는 공사관리자에게 의사결정지원의 도구로서 공정리스크 관리 시스템을 제공하여 체계적인 관리를 할 수 있게 한다. 현장에서 발생하는 신규 리스크를 기업 블로그에서 수집하여, 새로 개설되는 현장에 최신의 정보를 제공할 수 있으며, 현장의 특성에 맞춘 공정리스크를 선정하여, 리스크의 중요도를 산출함으로써, 업

무의 우선순위에 따른 효율적인 업무 수행을 지원할 수 있을 것이다. 또한, 체계적인 공정관리모듈이 없는 중소건설업체에게 웹 기반의 공정관리모듈을 활용할 수 있게 하여 공정정보관리를 위한 능력향상에 이바지할 수 있다. 본 연구에서 제시하는 공정리스크 관리 시스템은 상부조직과 하부조직 간의 긴밀한 협력관계와 공조체제를 주도하여 공사참여자들의 공사 참여의식과 주체의식을 형성시켜 이로 인한 공사관리의 상승효과를 유도할 수 있을 것이다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1 절 후속연구 활용계획

1. 건설자재공급망 및 조달관리 시스템 개발

국내의 철근공사 수행체계는 '80년대 외산 절단기, 절곡기 가공기계 도입으로 인력시공 구조를 탈피하는 첫 번째 변혁을 경험하였고 '90년대 철근가공산업의 태동 및 가공기계 국산화의 시기를 거쳐 '00년대에 들어서서는 공급망의 다변화(대형 건설업체의 가공공장 직영, 제강사가 가공공장 운영 등) 시대를 맞이하고 있다.

본 연구개발은 건설현장과 가공공장이 역할을 분담하는 공급망을 전제로 철근가공을 위한 사전 엔지니어링(배근시공상세도를 작성하고 가공철근 물량을 자동추출·집계하여 가공철근일람표를 작성하는 업무)과 가공철근의 주문, 입·출고, 재고 등 조달정보관리를 위한 도구를 개발하는데 중점을 두고 추진되었다.

그러나 국내에서도 일부 제강사가 Bar-In-Coil 형태의 철근 출시를 검토하고 있는 등 앞으로도 철근공사 수행환경은 변화의 시기를 맞이할 여지가 있다. 이와 같은 변화에 대응하여 Bar-In-Coil을 가공할 수 있는 차세대 철근가공기계의 국산화를 위한 하드웨어와 소프트웨어 개발에 관한 후속연구가 필요하다고 판단되며, 본 연구개발 결과 중 배근시공상세도 및 가공철근일람표 작성 시스템은 차세대 철근가공기계의 소프트웨어 개발 기초로 활용될 수 있다.

또한 RFID 기술 적용에 있어서 가장 인식조건이 까다로운 편에 속하는 가공철근에 적용사례는 향후 RFID 기술의 확산을 위한 다각도의 연구개발의 기초자료로 활용될 수 있으리라 판단된다.

2. 설계협업 및 최적화 시스템 개발

가. DIMS와 기존 시스템과의 차별성

본 연구에서 개발한 설계관리시스템(DIMS)은 다음과 같이, 기존의 설계관리시스템과는 차별화된 특징을 가지고 있다.

첫째, 본 시스템은 투입시간, 일정, 품질, 인허가 등의 다양한 설계관리지표를 통합 관리할 수 있도록 개발되었다. 기존의 설계관리 방식에서는, 설계 프로세스가

시스템적으로 관리되지 않았으며, 개별 설계업무 조차도 조직적이고 협업적인 시스템을 활용하기보다는, 설계자 개인의 능력 및 경험에 전적으로 의존하는 경향이 있었다. 물론, 설계 프로세스를 관리하기 위한 시스템이 존재하기는 하였으나, 설계도서와 관련된 정보를 수집하기 위한 웹하드 수준으로 개발되었던 반면, 본 시스템은 다양한 기능을 포함하고 있으며, 웹기반으로 구현되었다.

둘째, 본 시스템은 참여주체간 상호 의사소통을 원활하게 할 수 있도록 개발되었다. 예를 들어, 발주자 요구사항 체크리스트 기능을 부여함으로써, 발주자 요구사항을 시스템 상에서 효율적으로 관리할 수 있도록 구현하였다. 또한, 정보교환 요건 및 절차를 시스템으로 구현함으로써, 설계자와 엔지니어 간 원활한 협업체제를 구축하였다. 그리고 발주자 또는 설계자로부터 발생하는 설계변경정보를 공유하고, 시스템적으로 관리함으로써, 참여주체 간 효율적인 의사소통을 가능하게 하였다.

셋째, 본 시스템은 프로젝트 특성 또는 설계사 특성을 수용할 수 있도록 확장성을 갖추어 개발하였다. 즉, 설계업무 프로세스를 재정의할 수 있도록 구현하였고, 이와 관련된 기능이 함께 연계되어 재설정될 수 있도록 하였다. 결론적으로, 시스템 초기설정은 유사 프로젝트의 사례 또는 현 시점에서의 설계 프로세스 표준을 적용할 수 있도록 하였으나, 필요한 경우에는 건설환경의 변화에 따라 융통성 있게 조정하여 사용할 수 있도록 구현하였다.

나. DIMS의 지속 가능한 개발 방향

설계관리시스템(DIMS)은 현 시점의 2D 기반 설계 프로세스에 입각하여 개발되었다. 그러나 최근 BIM 기반 설계 프로세스가 시범 적용되고 있으며, 점차 확대될 것으로 예상된다. 따라서, 본 시스템의 지속 가능한 개발 방향을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 설계업무 프로세스가 재정의될 필요가 있다. 2D 기반 설계 프로세스는 다음과 같이 4단계로 구성된다. ①기획단계, ②계획설계단계, ③기본설계단계, ④실시설계단계. 그러나, BIM 기반 설계 프로세스에는 2D 기반과는 달리 다음과 같이 4단계로 구성된다. ①Conceptualization, ②Criteria Design, ③Detailed Design, ④Implementation Documents.

둘째, BIM 기반 설계 프로세스가 적용될 경우, 위에서 언급한 설계업무 프로세스가 변경될 뿐만 아니라, 세부적인 설계업무, 설계팀 조직 및 역할 배분, 협업 프로

세스 등 관련요소들도 변경되어야 할 것이다.

셋째, BIM 기반 설계의 장점을 받아들일 필요가 있다. 예를 들어, BIM 기반 설계 프로세스에서는 간섭체크는 물론 구조분석, 에너지영향평가, 일정정보(4D) 계획 및 관리, 물량산출 및 개산견적 등을 시스템 상에서 쉽게 도출할 수 있다. 다시 말해서, BIM 기반 설계 프로세스는 현 시점의 2D 기반 시스템보다 더욱 많은 기능을 제공해 줄 것이다.

넷째, 현 시점의 설계 프로세스를 반영함과 동시에 BIM 기반 설계 프로세스로부터 발생하게 될 변화를 수용할 수 있어야 한다. 물론 BIM 기반 설계 프로세스가 현재와 비교하여 매우 다양한 기능을 제공하는 것은 사실이지만, BIM 기반 산출물의 용량이 상당히 방대하여 웹기반으로 구현하는데 문제가 있고, 또한 인허가 프로세스는 2D 기반 결과물로 관리되고 있는 것이 현실이다. 따라서, 본 시스템은 지속가능한 발전을 위해 변화를 수용할 필요가 있다.

다. 후속연구 과제의 전망

본 연구에서 개발한 통합 설계관리 시스템은 위에서 언급한 바와 같이, 기존의 설계관리 시스템과 차별화된 특성을 갖고 있으나, 향후 개선되어야 할 사항들 또한 갖고 있다. 이러한 개선사항을 토대로 후속연구 과제를 전망해보면 다음과 같다.

첫째, 건축설계 산업의 구조적 특성상 설계 초기 단계에서의 업무는 서비스의 개념으로 수행되는 경우가 많고, 설계 수행 중 발주자 요구에 의해 설계변경이 빈번하게 발생하고 있다. 이러한 행태는 설계회사의 적정한 보수체계에 혼란을 초래하게 되고, 설계수준을 저하시키게 되며, 궁극적으로 발주자에게 충분한 서비스를 제공할 수 없게 한다. 따라서 현재의 주먹구구식 설계관리 행태를 정량적이고 체계적으로 변화시킬 필요가 있으며, 해외의 선진 표준계약서 모델, 외주비 산정모델을 벤치마킹하여 국내 상황에 적합한 계약표준을 정립할 필요가 있다 (아래 그림은 AIA(American Institute of Architects)에서 제공하는 발주자와 설계자 간의 표준계약서 양식).



INSTRUCTIONS

AIA DOCUMENT B141-1997

Standard Form of Agreement Between Owner and Architect with Standard Form of Architect's Services

GENERAL INFORMATION

BACKGROUND. AIA Document B141-1997 represents an entirely new format for an AIA Owner-Architect agreement. It is the result of considerable input and exchange from a number of sources, including round table meetings conducted with owners and architects throughout the country and contributions from the AIA Practice and Documents Committee. This new format is intended to clarify the assumptions, roles, responsibilities and obligations of the parties, to provide clear narrative descriptions of services, and to facilitate, strengthen and maintain the working and contractual relationships between the parties to the agreement. To that end, these new standard forms encourage greater interaction and communication between the Owner and Architect by requiring them, among other things, to engage in an active dialogue to complete requested information in the forms.

PURPOSE. B141-1997 is intended as a flexible contracting package that allows Architects to offer a broad range of services to Owners spanning the life of a project, from conception to completion and beyond. To that end, B141-1997 is structured in a multi-part format consisting of a Standard Form of Agreement Between Owner and Architect and a Standard Form of Architect's Services. Parties using the Standard Form of Agreement Between Owner and Architect may choose to use an AIA Standard Form of Architect's Services, such as the one accompanying these Instructions, as their scope of services for a particular project, or may choose to draft their own customized scope of services. An architect may also use a Standard Form of Architect's Services as part of a response to an owner's request for proposals. Note that, in the coming months and years, the AIA will develop and release additional Standard Forms of Architect's Services that offer other services packages reflecting different practice styles. The AIA also will be developing reference documents that expand the description of services selected in the Standard Forms of Architect's Services. An example of such a document is AIA Document B162, Duties, Responsibilities and Limitations of Authority of the Architect's Project Representative.

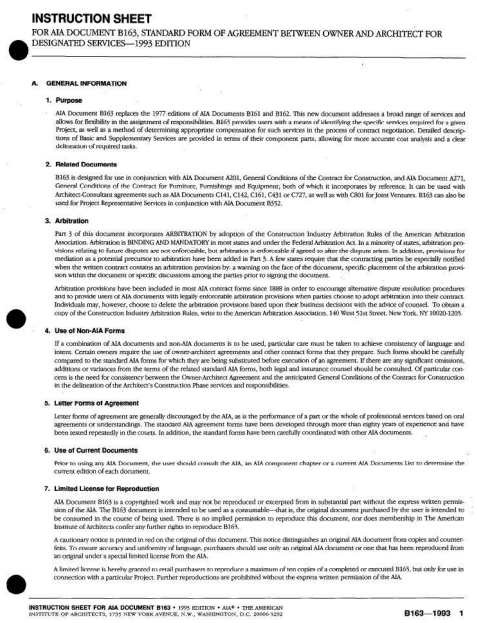
The structure of B141-1997 can be diagrammed as follows:

SAMPLE

© 1997 AIA®
AIA DOCUMENT B141-1997
INSTRUCTIONS
The American Institute of Architects
1735 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20006-5292

Copyright © 1997 by the American Institute of Architects. Reproduction of the material herein or substantial quotation of its provisions without permission of the AIA violates the copyright laws of the United States and will subject the violator to legal prosecution.
WARNING: Unlicensed photocopying violates U.S. copyright laws and will subject the violator to legal prosecution.

[그림 5-001] AIA Document(발주자&설계자)-1



INSTRUCTION SHEET

FOR AIA DOCUMENT B163, STANDARD FORM OF AGREEMENT BETWEEN OWNER AND ARCHITECT FOR DESIGNATED SERVICES—1993 EDITION

A. GENERAL INFORMATION

1. Purpose

AIA Document B163 replaces the 1977 editions of AIA Documents B161 and B162. This new document addresses a broad range of services and allows for flexibility in the assignment of responsibilities. B163 provides users with a means of identifying the specific services required for a given Project, as well as a method of determining appropriate compensation for such services in the process of contract negotiation. Detailed descriptions of Basic and Supplementary Services are provided in terms of their component parts, allowing for more accurate cost analysis and a clear delineation of required tasks.

2. Related Documents

B163 is designed for use in conjunction with AIA Document A201, General Conditions of the Contract for Construction, and AIA Document A271, General Conditions of the Contract for Furniture, Furnishings and Equipment; both of which it incorporates by reference. It can be used with Architect-Consultant agreements such as AIA Documents C141, C142, C161, C431 or C727, as well as with C801 for Joint Ventures. B163 can also be used for Project Representative Services in conjunction with AIA Document B352.

3. Arbitration

Part 5 of this document incorporates ARBITRATION by adoption of the Construction Industry Arbitration Rules of the American Arbitration Association. Arbitration is BINDING AND MANDATORY in most states and under the Federal Arbitration Act. In a majority of states, arbitration provisions relating to future disputes are not enforceable, but arbitration is enforceable if agreed to after the dispute arises. In addition, provisions for mediation as a potential precursor to arbitration have been added in Part 5. A few states require that the contracting parties be especially notified when the written contract contains an arbitration provision by a warning on the face of the document, specific placement of the arbitration provision within the document or specific discussions among the parties prior to signing the document.

Arbitration provisions have been included in most AIA contract forms since 1888 in order to encourage alternative dispute resolution procedures and to provide users of AIA documents with legally enforceable arbitration provisions when parties choose to adopt arbitration into their contract. Individuals may, however, choose to delete the arbitration provisions based upon their business decisions with the advice of counsel. To obtain a copy of the Construction Industry Arbitration Rules, write to the American Arbitration Association, 140 West 51st Street, New York, NY 10020-1203.

4. Use of Non-AIA Forms

If a combination of AIA documents and non-AIA documents is to be used, particular care must be taken to achieve consistency of language and intent. Certain owners require the use of owner-architect agreements and other contract forms that they prepare. Such forms should be carefully compared to the standard AIA forms for which they are being substituted before execution of an agreement. If there are any significant omissions, additions or variances from the terms of the related standard AIA forms, both legal and insurance counsel should be consulted. Of particular concern is the need for consistency between the Owner-Architect Agreement and the anticipated General Conditions of the Contract for Construction in the delineation of the Architect's Construction Phase services and responsibilities.

5. Letter Forms of Agreement

Letter forms of agreement are generally discouraged by the AIA, as is the performance of a part or the whole of professional services based on oral agreements or understandings. The standard AIA agreement forms have been developed through more than eighty years of experience and have been tested repeatedly in the courts. In addition, the standard forms have been carefully coordinated with other AIA documents.

6. Use of Current Documents

Prior to using any AIA Document, the user should consult the AIA, an AIA component chapter or a current AIA Documents List to determine the current edition of each document.

7. Limited License for Reproduction

AIA Document B163 is a copyrighted work and may not be reproduced or excerpted from in substantial part without the express written permission of the AIA. The B163 document is intended to be used as a consumable—that is, the original documents purchased by the user is intended to be consumed in the course of being used. There is no implied permission to reproduce this document, nor does membership in The American Institute of Architects confer any further rights to reproduce B163.

A cautionary notice is printed in red on the original of this document. This notice distinguishes an original AIA document from copies and counterfeits. To ensure accuracy and uniformity of language, purchasers should use only an original AIA document or one that has been reproduced from an original under a special limited license from the AIA.

A limited license is hereby granted to retail purchasers to reproduce a maximum of ten copies of a completed or executed B163, but only for use in connection with a particular Project. Further reproductions are prohibited without the express written permission of the AIA.

[그림 5-002] AIA Document(발주자&설계자)-2

둘째, 국내 설계분야 전반에 걸쳐, 계약단계에서 설계용역비를 책정하기 위한 정량적인 기준이 미흡하고, 설계진행과정에서 발생하는 설계변경에 대한 적정대가를 책정하기 위한 기준이 미흡한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 세부적인 설계 업무별 투입인원 및 투입시간을 분석할 수 있는 기반을 마련하였고, 설계진행과정에서 발생하는 설계변경사항을 명확하게 관리할 수 있는 기능을 제공하였으며, 설계 프로세스에 따라 설계용역비를 관리할 수 있는 기능 또한 제공하였다. 이러한 기초자료를 토대로 하여, 설계용역비에 대한 정량적인 책정기준과 관련된 추가연구를 수행할 필요가 있다.

셋째, 국내 건설산업은 설계분야와 시공분야가 제도적으로 이원화되어 있고, 이로 인하여 시공단계에서 축적된 노하우가 설계단계에 충분히 반영되지 못하는 경우가 빈번히 발생한다. 이러한 문제를 해결하여 건축설계의 품질을 향상시키기 위해서는 시공성을 고려한 설계품질 관리절차를 수립할 필요가 있다. 본 연구에서는 도면리뷰 및 체크리스트에 의한 품질관리 방안을 제안하였는데, 시공성(Constructability)을 고려한 품질관리 방안에 대한 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

그 밖에도 시스템의 실용성 향상 및 시스템 활용의 저변 확대를 위하여 아래와

같은 추가연구가 필요할 것이며, 이를 토대로 국내 건설산업의 기술력 및 대외 인지도가 상승하는 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

첫째, 시스템 사용자의 활용성(User Experience; UX)을 극대화하기 위한 시스템 인터페이스 개선에 관한 연구

둘째, IPD(Integrated Project Delivery) 및 BIM(Building Information Model) 기반의 설계 프로세스에 따른 웹 기반 설계관리 시스템 개발에 관한 연구

셋째, 실무적용성이 높은 공사비정보에 자재정보를 통합하여 생성되는 고품질의 지식정보를 기반으로 한 설계·시공 통합관리 측면의 연구

넷째, 실무적 관점에서 웹 기반 통합 설계관리 시스템을 활용한 체계적인 설계관리를 유도할 수 있는 정책이나 제도에 관한 연구

3. 건설 생산 공정 혁신 기술 개발

가. 연구계획에의 활용

첫째, 멀티에이전트 기반의 건설장비 투입량 결정 지원 시스템은 건설사업관리를 위해 공정계획 시나리오에 따른 건설 자원의 흐름을 실제 공사 수행 이전에 컴퓨터상에서 재현하고 평가함으로써 최적의 공정계획이 수립을 지원하기 위한 시스템이며, 반복적이고 자원들 간의 복잡한 상관관계에 의해서 이루어지는 건설공정의 최적 공정 계획 수립을 지원할 수 있을 것이다.

둘째, 미국, 덴마크, 영국, 스웨덴 LCI(Lean construction Institute)의 경우와 마찬가지로 린 건설을 도입하는데 있어서 국내에도 린 건설의 현장 적용을 도울 수 있는 한국 린 건설 전문기관이 필요하다. 이에 린 건설 지식체계 및 모범사례 공유·보급, 기술개발, 국제 협력 등을 위한 공동체(Community) 구축으로 활용가능하다.

셋째, 한국 린 건설 전문기관은 린 건설 도입을 추진하는 회사의 린 개념 교육을 제공하고 현장 적용 및 수행에 있어서의 컨설팅을 제공한다. 또한 지속적인 린 건설 수행에 대한 데이터를 축적하고 이의 피드백을 통해 Continuous Quality Improvement를 달성함과 동시에 성공사례를 통한 Best Practice를 국내 건설회사에 제공한다. 이에 국내 소수의 대기업을 제외한 중소업체 또는 지방업체에 대한 프로젝트 관리 및 공정관리의 체계를 제공해 줄 수 있다. 또한 린 워크패키지 툴을 제공함으로써 지속적인 문서화 작업 및 데이터 축적을 가능케 한다.

넷째, 현장에서의 CPM의 형식적이고 미비한 사용실태를 감안하여 보다 효율적이고 실질적인 공정관리 계획이 가능토록 함으로써 사전에 건설 불확실성(낭비요소)을 제거하고 빠른 작업 실패 원인 및 대처방안을 제시하게 함으로써 공사 전반에 걸친 생산성 향상을 유도한다. 린 건설의 On-line 시스템의 활용은 Off-line에서의 적용 및 홍보를 통해 점진적으로 이루어 가는 것이 바람직하다고 판단된다. 각 작업의 제약요인 제거를 통한 작업 실행 가능성 상승 및 공기지연 감소 대책으로 활용가능하다. 현장 상황에 맞는 개별작업 신뢰도 평가를 통한 효율적인 세부 공정계획 작성에 활용한다.

다섯째, 수행 성능평가 시스템의 작업계획의 신뢰성 확인 툴 적용으로 활용성이 증가한다. 건설산업의 자원의 공급 계획/관리를 위한 Web기반의 시스템 – 본 연구에서 개발된 시스템은 건설산업의 자원의 작업의 진행과 연계하여 효율적인 계획/관리에 활용가능하다. 수행성능평가시스템과 연계로써 상용화 및 실용화를 통한 자원의 적시조달을 위한 시스템 도구로 활용가능하다. 각 자원에 맞는 관리지표 및 관리기법을 도출할 수 있다.

여섯째, 건설 장비 운영 특성 분석을 통해 건설 장비 운영 계획을 시뮬레이션하기 위한 데이터를 축적하고 구축된 시뮬레이션 모델을 실제 건설 현장에 적용하여 활용한다. Micro Process Modeling 방법론을 설정하여 4차년도에 개발된 건설공정 시뮬레이션 프로그램 을 활용하고 향후 건설공정 시뮬레이션 프로그램의 적용성 분석을 통하여 최적의 공정 계획 의사결정을 지원한다.

일곱째. 본 연구를 통하여 소프트 건설기술 경쟁력 확보를 도모할 수 있도록 린 건설 지식체계와 모범사례, 건설공사 공종별 낭비를 초래하는 요인에 관한 Value D/B 및 낭비요소 진단기술 등을 사이버 공간에서 공유·활용(린건설 분야의 Clearing House화)하며, 건설정보화 촉진 및 업무 효율성 제고를 위해 건설 전반의 공급망 및 조달시스템 관리, 현실성 있는 세부 고정계획 및 관리 등을 위한 전산툴을 개발하여 보급한다.

나. 후속연구 활용계획

이 연구를 통해 개발되어질 시뮬레이션 시스템의 Best Practice를 현장 적용성 분석을 통한 지속적이고 효율적인 데이터베이스 구축 및 활용 방안에 관한 연구로써 활용한다. 본 연구의 결과는 린 건설의 요소기술로써 포괄적인 린 건설 개념에

접목되어 린 건설의 활발한 건설현장 적용과 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다. 또한 린 건설에 대한 건설업체들의 관심이 증대되어 실제적용사례가 늘어나고 현장 적용 위주의 연구개발이 늘어날 것으로 전망된다.

린 건설 도입을 통한 인적자원관리(Human Resource Management) 및 조직체계 변화에 대한 연구를 수행한다. 이와 함께 린 건설에 있어서의 Partnering과 Team Work의 효율성 향상 및 활성화에 대한 연구와 린 건설 도입에 필요한 계약 및 클레임, 그리고 기존 제도 변화에 관한 연구를 수행한다. 중소기업 및 지방업체의 린 건설 도입을 전제로 한 제반 제약 요소 분석 및 제도 변화에 관한 연구를 수행한다. 린 건설 도입에 필요한 계약 및 클레임, 그리고 기존 제도 변화에 관한 연구를 수행한다. 린 건설 교육, seminar 그리고 conference를 주기적으로 수도권뿐만이 아니라 지방에서도 대학교 및 기업체에서 개최하도록 유도함으로써 대기업을 포함한 중소업체 및 지방업체에게도 린 건설 교육 및 도입 기회를 제공한다.

이 연구를 통해 개발되어질 시뮬레이션 시스템의 Best Practice를 현장 적용성 분석을 통한 지속적이고 효율적인 데이터베이스 구축 및 활용 방안에 관한 연구로써 활용한다. 본 연구의 결과는 린 건설의 요소기술로써 포괄적인 린 건설 개념에 접목되어 린 건설의 활발한 건설현장 적용과 생산성 향상에 기여할 것으로 기대된다. 린 건설에 대한 건설업체들의 관심이 증대되어 실제적용사례가 늘어나고 현장 적용 위주의 연구개발이 늘어날 것으로 전망된다. 린 건설 도입을 통한 인적자원관리(Human Resource Management) 및 조직체계 변화에 대한 연구를 수행한다. 린 건설에 있어서의 Partnering과 Team Work의 효율성 향상 및 활성화에 대한 연구를 수행한다. 린 건설 도입에 필요한 계약 및 클레임, 그리고 기존 제도 변화에 관한 연구를 수행한다. 중소기업 및 지방업체의 린 건설 도입을 전제로 한 제반 제약 요소 분석 및 제도 변화에 관한 연구를 수행한다. 린 건설 도입에 필요한 계약 및 클레임, 그리고 기존 제도 변화에 관한 연구를 수행한다. 린 건설 교육, seminar 그리고 conference를 주기적으로 수도권뿐만이 아니라 지방에서도 대학교 및 기업체에서 개최하도록 유도함으로써 대기업을 포함한 중소업체 및 지방업체에게도 린 건설 교육 및 도입 기회를 제공한다. 개별 작업에 대한 신뢰성 분석뿐만 아니라 전체 공정계획 프로세스 전체의 신뢰성을 증진 및 최적 방안에 관한 연구를 수행한다. 본 연구의 자원은 자재(Material)로 한정하였는바, 앞으로는 인력(Manpower),장비(Machinary) 등으로 확대 적용 방안에 관한 연구를 수행한다.

4. 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축

가. 연구개발결과 활용계획

본 연구에서 개발되는 건설정보시스템은 린 건설 수행의 모범사례와 지식체계 보급을 위한 인프라 구축에 활용과 경영정보 시스템과의 연계가 가능할 것이다. 또한, 대형건설업체의 Enterprise Portal 구축될 것이며, 중소기업 및 지방업체의 린 건설 도입을 전제로 한 제반 제약 요소 분석 및 제도 변화에 관한 후속연구를 위한 기반제공이 가능해질 것이다.

또한, 국내 건설업체들의 경쟁력 향상을 위해 체계적인 지식관리의 필요성이 증대되고 있으며, 이를 위해 효율적인 지식관리 지원방안이 필요하므로, 본 연구에서 제시되는 지식정보 분류체계는 향후 EPC Business Process 기반의 정보화 및 지식관리 시스템 지원을 위한 표준모델 역할이 가능할 것이다.

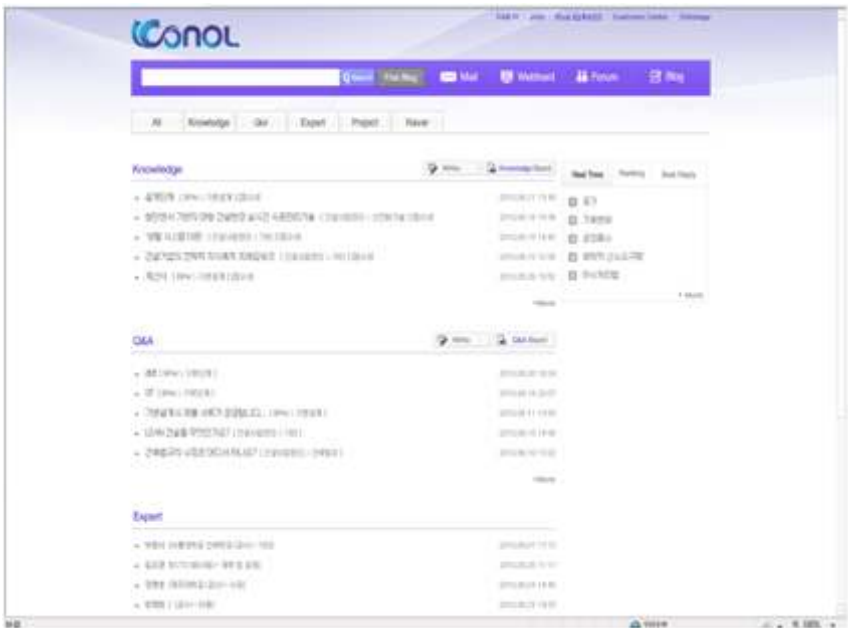
공정리스크 관리시스템에 축적될 공종별 공정리스크 요인 및 대응방안은 건설관련 기업들의 다양한 현장경험의 축적을 통해, 건설관련 연구들의 기초자료로 활용이 가능할 것이다. 이와 더불어 다양한 리스크 중요도 측정방법은 정성적 요인을 정량화하여 다양한 성과측정 방법 개발에 기여할 것으로 판단된다.

나. 후속연구 활용계획

- 린 건설 수행의 모범사례와 지식체계 보급을 위한 인프라 구축에 활용
- 경영정보 시스템과의 연계 및 효율성 향상 방안 도출에 활용
- 대형건설업체의 Enterprise Portal 구축을 위한 지식관리체계의 적용을 위한 로드맵 제시 가능
- 중소기업 및 지방업체의 린 건설 도입을 전제로 한 제반 제약 요소 분석 및 제도 변화에 관한 연구
- 린 건설 도입을 통한 인적자원관리(Human Resource Management) 및 조직체계 변화에 대한 연구에 활용
- Schedule-Risk Pool을 활용하여 공정리스크에 대한 지식기반의 관리를 함
- 혁신적인 건설 생산 공정 관리 체계를 구축할 수 있을 것이며 또한 생산성 향상을 위한 체계적인 관리 시스템 확보 가능.
- 논문 게재 등 연구성과 설명회를 통하여 리스크관리의 중요성을 인식시키고, 본

연구에서 개발된 시스템을 홍보함

- 국내 건설업체들의 경쟁력 향상을 위해 체계적인 지식관리의 필요성이 증대되고 있으며, 이를 위해 효율적인 지식관리 지원방안이 필요하며, 본 연구에서 제시되는 지식정보 분류체계는 향후 EPC Business Process 기반의 정보화 및 지식관리 시스템 지원을 위한 표준모델 역할로 활용
- 계약 및 각종 법규관련 리스크관리 기능 반영여부 검토
- 시스템 개별 모듈에 대한 BIM 연계성 검토
- SimCon/SimTower 등 프로젝트 블로그에 통합되지 못한 모듈과 개발되는 각종 시스템 중 블로그 제공이 어려운 시스템들을 서비스 플랫폼 수준의 통합을 통해 제공
- 시스템 각 모듈을 스모트폰의 어플리케이션으로 개발 및 활용 검토
- 건설기술 및 특허관련 지식제공 방법 검토
- 건설지식의 사회적 활용방안 검토
- 시스템 영문화/중문화를 통한 국외 중소기업 활용 검토



[그림 5-003] 영문판 시스템 프로토타입 (http://lean.doalltech.com/LEAN5_EN/)

제 2 절 산업계 활용계획

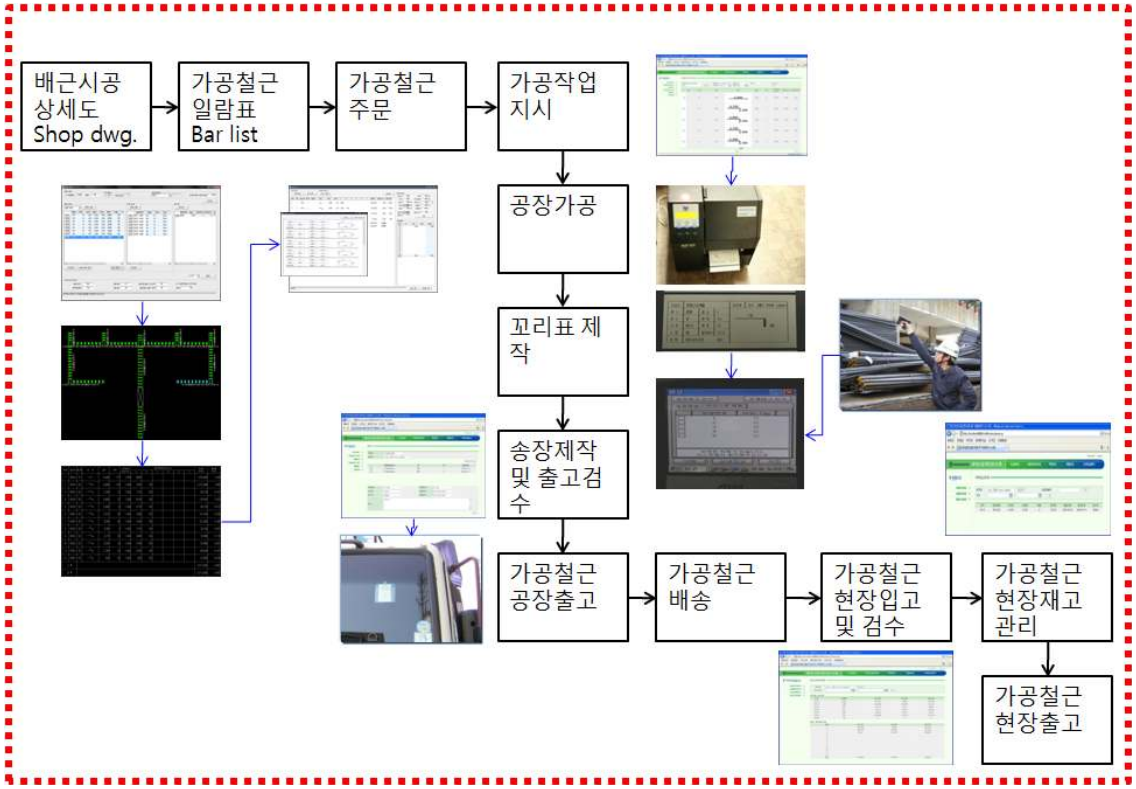
1. 건설자재공급망 및 조달관리 시스템 개발

본 연구의 핵심성과인 2건의 소프트웨어 즉, 배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템과 가공철근 조달관리 시스템의 보급전략을 차별화하고 있다.

배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템은 시스템의 구조를 정확하게 파악하고 있는 시작품 제작업체와 기술실시협약을 체결하여 기술료를 징수하고 이를 시스템 유지·보완에 재투자하는 전략으로 접근하고 있으며, 소프트웨어 등록시부터 상업용으로 용도를 규정하였다. 반면에 가공철근 조달관리 시스템은 현재의 버전을 누구나 설치하여 활용할 수 있도록 무상 보급하는 한편, 프로그램 소스코드도 완전히 공개하여 향후 후속연구개발에 효과적으로 활용될 수 있는 체계를 지향한다. 따라서, 소프트웨어 등록시부터 비상업용으로 용도를 규정한 바 있다.

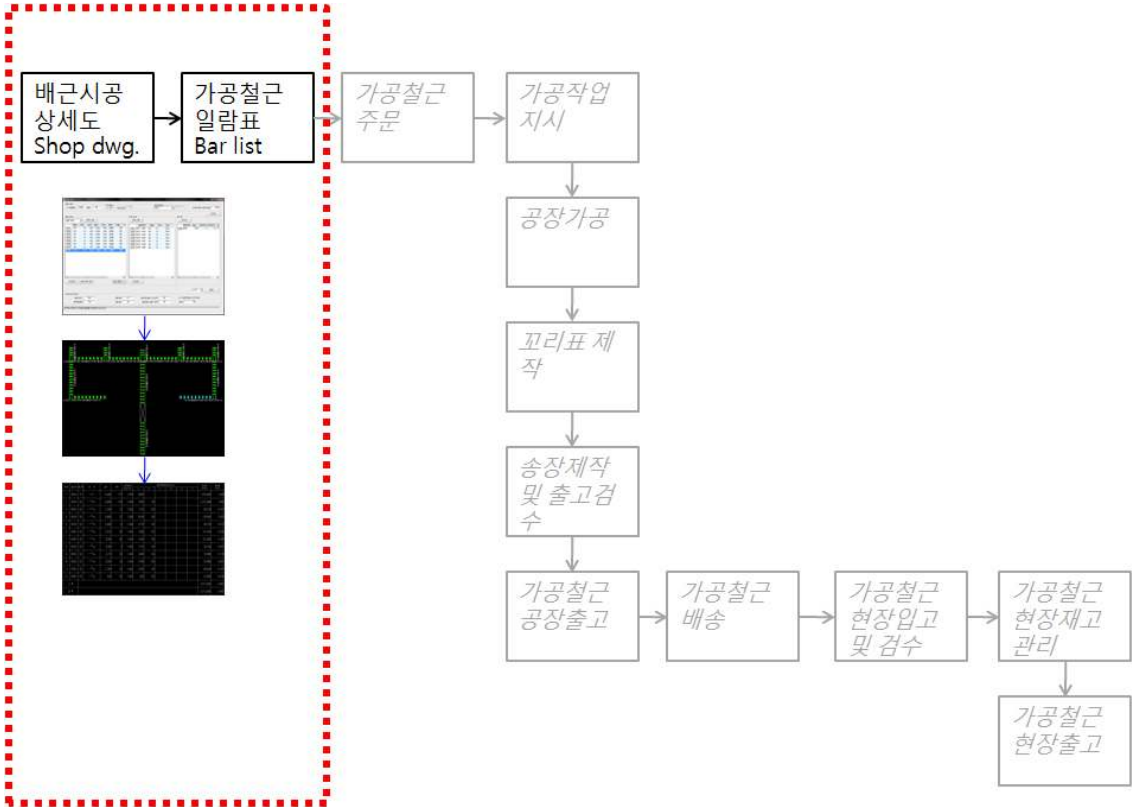
산업계의 활용 시나리오를 다음과 같이 4가지로 정리하여 제시하였다.

가. 활용 시나리오 1 : 공장가공 현장의 철근공사 전 사이클에 연구성과 활용



철근콘크리트 전문업체의 영세성과 최근의 건설경기 침체로 사실상 전문업체 스스로 CAD 기반 소프트웨어를 도입할 수 있는 여력은 낮은 편이므로 원청사가 주도하여 제반 소프트웨어와 하드웨어의 사용을 권고하고 비용을 지불하는 경우에 가장 적합한 시나리오이다. 다만, 가공철근 조달정보 추출 기술은 RFID tag 가격부담을 고려할 때 아직까지는 바코드 적용이 경제적인 측면에서 현실적이다. 이를 위해 5차년도에 바코드 적용도 가능하도록 가공철근 조달관리 시스템을 보완하였다.

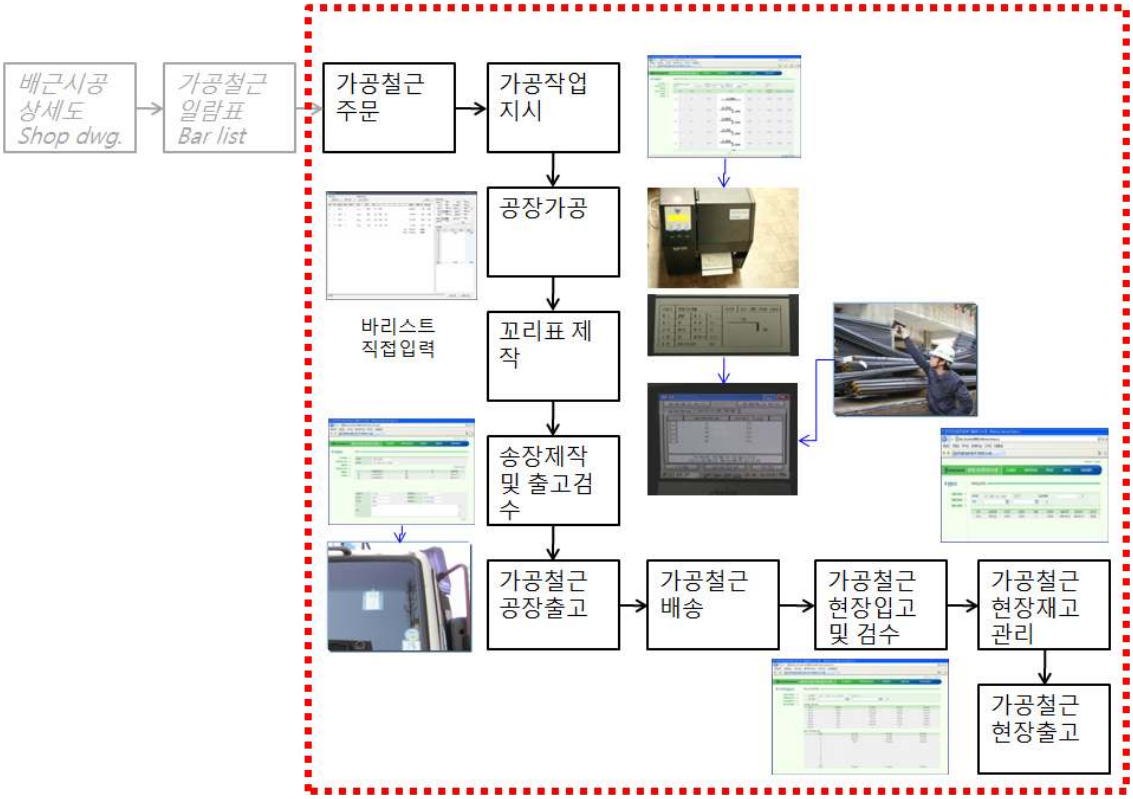
나. 활용 시나리오 2 : 배근시공상세도 및 바리스트 작성 모듈만 활용



철근콘크리트 전문건설업체 또는 샵드로잉 전문업체의 주도로 그들의 업무영역인 철근공사의 사전 엔지니어링, 즉 배근시공상세도 및 바리스트 작성에 소프트웨어를 도입하는 시나리오를 생각해 볼 수 있다. 가장 현실적인 수요가 큰 영역이라 판단되므로, 기술실시를 통해 소프트웨어를 유상보급할 예정이다. 가공형상 DB의 지속적 확충 등 보급과 동시에 애프터 서비스가 발생하는 영역이기도 하므로 연구과제 종료후 연구성과의 지속확산을 위해서도 유료화가 불가피한 부분이다. 본 연구에서 제시하고 있는 “수량-직경-총길이-형상번호(옵션값)” 형식의 도면표기 원칙을 지켜

서 작성된 배근시공상세도 CAD 도면이 있는 경우 본 연구개발 결과인 배근시공상세도 작성 시스템을 적용하지 않았더라도 바리스트 집계가 가능하도록 하여 향후 이 분야 표준화를 위한 기반으로 활용 가능하도록 시스템을 구현하였다.

다. 활용 시나리오 3 : 가공철근 조달관리 모듈만 활용



가공공장이 중심이 되어 가공철근 조달관리 모듈만 활용하는 시나리오도 생각해 볼 수 있다. 본 연구개발 결과를 활용하지 않고 가공철근을 주문하는 경우에 대응하기 위하여 바리스트를 직접 입력하는 기능을 보강하였다. 이 때 바리스트 입력시 본 연구에서 제안한 44개의 형상표준을 기준으로 하도록 하여 향후 표준화를 통한 가공산업 발전을 도모할 수 있도록 하였다. 가공공장의 경우 시스템 도입에 가장 큰 걸림돌을 태그비용으로 인식하고 있다. 실제로 RFID 태그 사용시 공장가공을 통해 가능한 가공손실 감축에 따른 원가절감분이 고스란이 태그 비용으로 들어가게 되면 시스템 도입에 선 듯 나서지 못하게 된다. 이를 해소하기 위해 바코드 활용기능을 보강하였다.

2. 설계협업 및 최적화 시스템 개발

가. 건설산업 분야에서의 활용계획

본 연구의 결과물은 제조업의 설계 및 생산기법, 해외 선진 설계사무소에서의 설계관리 기법 등을 벤치마킹하여 국내 건설부문에 적합한 설계관리 기법을 도출한 것이다. 타 산업과 비교하여 상대적으로 낙후된 국내 건설 산업의 설계·엔지니어링 분야에 이러한 선진관리 기법을 전파, 활용함으로써, 국내 설계·엔지니어링 기술력 및 관리 기법을 해외 건설 시장에서 인정받을 수 있을 것이고, 고부가가치 산업으로서의 패러다임으로 전환하는 계기가 될 것이다. 설계단계에서의 체계적이고 효율적인 프로세스 관리는 설계 성과물의 품질 향상에 기여할 수 있고, 이는 발주, 시공, 유지관리 등의 후속단계에서 투입되는 건설장비·기계·전기·통신·IT 등의 최적화에 기여하게 될 것이며, 궁극적으로 국가경쟁력의 향상에 기여하게 될 것이다.

본 연구개발의 성과물인 통합 설계관리 시스템은 건설 산업의 설계·엔지니어링 분야의 기술 및 노하우를 효율적으로 관리하는데 기여할 것이며, 성과물 기반의 관리체계로서 설계관리자 또는 건설사업관리자가 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 설계 프로세스 상에서 여러 참여주체 간 의사교환을 원활하게 하고, 설계단계 진행에 따라 서로 공유해야 할 정보를 명확하게 규명함으로써, 정량화하기 어려운 설계 진행과정을 보다 체계적으로 관리할 수 있을 것이다. 설계 프로세스가 진행됨에 따라 발생하는 다양한 설계 대안별 마감자재에 대한 고품질의 정보(시공단계와 연계하여 제공되는 고품질 정보)를 활용함으로써, 의사결정을 신속하고 할 수 있고, 설계단계와 시공단계를 통합 관리할 수 있는 토대가 마련될 수 있을 것이다. 시스템의 실무 적용성 향상을 위한 추가적인 테스트베드 과정이 필요하고, 기술을 상용화하기 위한 후속 조치가 필요할 것으로 판단되며, 또한 상용화를 위해서는 상당기간의 교육 및 홍보 기간이 필요할 것으로 사료된다. 중·소규모 설계·엔지니어링 회사의 경우, 설계관리 시스템을 개발할 수 있는 경제적 인프라가 충분히 갖춰져 있지 않고, 이를 위한 이론적 기반이 취약하기 때문에, 이러한 중·소규모 설계·엔지니어링 회사에 실질적인 도움이 될 수 있도록 하여야 할 것이다.

위에서 제시한 바와 같이, 본 연구에서 개발한 시스템은 건설산업 분야에의 활용방안이 매우 다양하며, 그 파급효과 또한 광범위할 것으로 기대된다. 시스템 실용

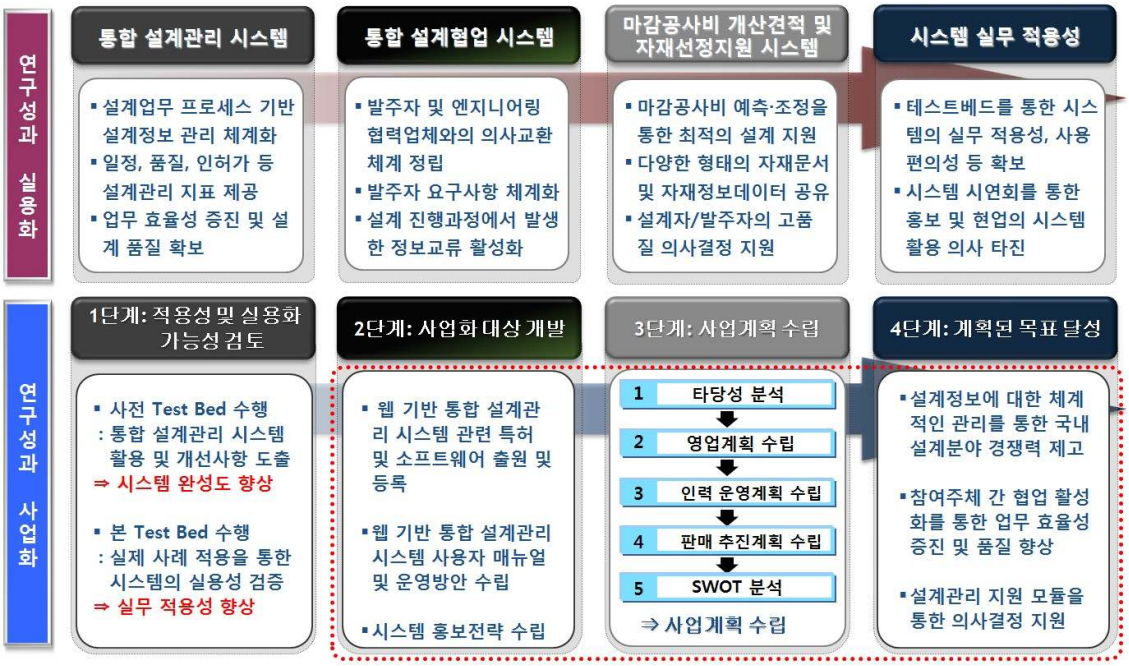
화를 위하여, 연구진행과정에서 기 수행한 방안(왼쪽 4개의 카테고리), 그리고 현재 진행 중인 방안 또는 향후 기술실시 과정에서 추가적으로 계획하고 있는 방안(오른쪽 4개 카테고리)을 정리하면 아래의 그림과 같다.



[그림 5-004] 시스템 실용화를 위한 전략

이러한 시스템 실용화 전략을 기초로 하여, 아래의 그림과 같이 시스템 실용화 및 사업화를 위한 상세계획을 수립하였다. 연구성과 실용화를 위하여, 체계적인 계획 하에 테스트베드를 수행하였고, 시스템 시연회를 성황리에 개최하였다.

또한, 연구성과 사업화를 위하여, 4단계의 상세계획을 수립하였다. 1단계는 시스템의 적용성 및 실용화 가능성 검토를 위한 단계로서, 테스트베드 및 시연회를 통해 시스템 완성도를 향상시키고자 하였다. 2단계는 사업화 대상 개발을 위한 단계로서, 시스템에 대한 특허 및 소프트웨어 등록을 기 완료한 상태이다. 또한, 시스템 사용자 매뉴얼 및 운영방안을 수립하였고, 시스템 홍보전략을 수립하고 있는 상황이다. 3단계는 사업계획 수립을 위한 단계로서, 타당성 분석, 영업계획 수립, 인력운영계획 수립, 판매 추진계획 수립, SWOT 분석을 계획하고 있으며, 기술실시 주관 기업인 (주)비퍼플과 협의하에 진행할 계획이다. 마지막으로 4단계는 계획된 목표 달성을 위한 단계로서, 시스템을 보급하는 게 만족하지 않고, 실무분야 전문가와의 지속적인 피드백을 통해 시스템을 개선하고, 나아가 설계품질 및 업무 효율성을 향상을 도모하고, 국내 설계분야 경쟁력 제고에 기여하고자 한다.



[그림 5-005] 시스템 실용화 및 사업화 상세계획

나. 연구결과의 기업 활용방안

(1) 참여기업의 현황분석

본 연구과제의 참여기업인 (주)삼우종합건축사사무소는 회사의 규모 및 수행중인 프로젝트로 판단할 때, 국내 최고의 설계 사무소 중 하나이다. (주)삼우종합건축사사무소의 설계 전문가를 테스트베드 수행자로 지정하여, 본 연구에서 개발된 설계정보관리시스템(Design Information Management System; DIMS)의 실용성을 검증하고, 실제 수행 프로젝트를 적용해 봄으로써, 시스템의 완성도를 향상시키고자 하였다. (주)삼우종합건축사사무소의 입장에서는 별도의 회사 시스템 개발 없이, 설계정보관리시스템을 활용함으로써, 체계적인 설계업무 수행을 도모할 수 있었다.

(2) 참여기업 연계방안 및 추진전략

본 연구과제의 참여기업인 (주)삼우종합건축사사무소는 공동연구기관으로서, 기업 활용, 기술 상담, 정보 제공, 기술 지도, 기술 이전 등의 연계방안을 수립하여, 실제 연구에 기여하였으며, 연구결과물의 실용화를 통한 건설 산업의 설계분야 기술력 및 관리기법의 선진화에 기여하고자 노력하고 있다.

<표 5-001> 참여기업별 연계방안 및 추진전략

번호	기업명	과제에 대한 기업 관심영역	연계방안								
			기업활용	장비활용	교육연계	기술상담	정보제공	기술지도	기술이전	공동연구	창업지원
1	(주)삼우종합건축사사무소	통합 설계관리 시스템	V			V	V	V	V	V	
2		웹기반 통합설계관리 지원 시스템	V			V	V			V	
3		설계업무 체계화 지원 시스템	V			V	V			V	
합계			3			3	3	1	1	3	

3. 건설 생산 공정 혁신 기술 개발

대량의 물량에 대하여 대형의 중장비가 단순 공종을 반복하며 수행하는 공공 건설사업의 경우 장비의 효율성이 전체 공사비와 공기의 절감에 미치는 효과가 기대된다. 장비의 효율성을 최적화하기 위한 마이크로 프로세스 수준의 공정계획을 필요로 한다. 본 연구의 결과물인 마이크로 프로세스 모델링 도구를 이용한 공정계획의 효율성 제고는 대형 공공사업의 공사비 절감에 기여할 수 있을 것이다. 국내 건설현장의 공사관리는 상부조직(원도급자)에서 하부조직(하도급자)으로의 관료주의적(Bureaucratic) 상하명령체제를 가지고 있었다. 하지만 본 연구에서 제시하고자 하는 공사관리 시스템은 상부조직과 하부조직 간의 긴밀한 협력관계와 공조체제를 주도하여 공사참여자들의 공사 참여의식과 주체의식을 형성시켜 이로 인한 공사관리의 상승효과를 유도한다. 본 연구를 통해 개발되는 각종 린 기반 공정관리 시스템의 활용을 통해 인적자원관리, 공사참여자들의 계획능력 향상을 도모할 수 있으며, 계획대비 실제작업 수행 가능성 증대를 통한 건설 생산성 증대에 기여할 수 있을 것이다.

가. 경제·산업적 측면

- 대량의 물량에 대하여 대형의 중장비가 단순 공종을 반복하며 수행하는 공공 건설사업의 경우 장비의 효율성이 전체 공사비와 공기의 절감에 미치는 효과가 기대된다.
- 장비의 효율성을 최적화하기 위한 마이크로 프로세스 수준의 공정계획을 필요

로 한다. 본 연구의 결과물인 마이크로 프로세스 모델링 도구를 이용한 공정계획의 효율성 제고는 대형 공공사업의 공사비 절감에 기여할 수 있을 것이다.

- 국내 건설현장의 공사관리는 상부조직(원도급자)에서 하부조직(하도급자)으로의 관료주의적(Bureaucratic) 상하명령체제를 가지고 있었다. 하지만 본 연구에서 제시하고자 하는 공사관리 시스템은 상부조직과 하부조직 간의 긴밀한 협력관계와 공조체제를 주도하여 공사참여자들의 공사 참여의식과 주체의식을 형성시켜 이로 인한 공사관리의 상승효과를 유도한다.
- 인적 자원 관리의 필요성을 증가한다.

  – 필요한 우수 인재 양성 및 관리 – 교육, 컨설팅, 시스템 초기 설치 등에 활용 가능한 인재를 육성한다.

  – 린 건설 프로젝트에 참여하였던 현장 실무진(하도급업체 포함)의 지속적인 인적데이터베이스 구축이 필요하다.
- 공사 참여자들(하도급자 포함)의 계획능력 및 체계적 공사 수행 능력이 증가 한다.
- 개별 작업 계획의 신뢰도 증가로 인한 계획대비 실제작업 수행 가능성 증가로 생산성 증대
- 실패원인분석 적용으로 인한 공사의 실패확률, 공사현장의 낭비요소가 제거된다.
- 적시조달을 위한 시스템 개발을 통해 재고량 감소 등 낭비제거를 통해 비용절감 효과가 있다.
- 건설현장의 각 적업과 자원흐름이 연계되어 효율적인 자원관리가 가능해지고 작업 프로세스와 자재의 흐름의 효율적 관리가 가능해지게 된다.
- 비효율적인 건설생산과정에서 발생되는 낭비를 줄임으로써 최소 10%이상의 생산성 향상 및 비용절감을 가능하게 하고 공공 건설 투자예산의 효율성 확보할 수 있다.

- 린 방식의 생산시스템을 개발하여 운영함으로써 건설사업 수행과정의 비효율성 제거와 수행과정 개선을 통해 성공적인 건설사업 수행을 도모할 수 있다.
- 건설공사프로세스 상의 공정리스크 최소화는 국내 건설산업의 국제 경쟁력 또한 향상시킬 것이다.
- 건설산업의 생산성 향상으로 산업의 투명성 확보가 가능해지며, 건설산업 신뢰도 제고에 기여할 것이다.

나. 타 산업에 미치는 효과

- 시뮬레이션은 건설 사업관리 측면에서의 활용에 대한 경제적 효과뿐만 아니라 건설 부문 정보화에 대한 방향을 제시함으로써 그에 대한 연구개발과 상용화에 미치는 파급 효과가 클 것으로 기대된다.
- 향후 린 건설의 교육과 도입을 통해 건설업체뿐만이 아니라 건설과 관련되어진 서비스업체, 컴퓨터업체, 제조업체, 자재업체 등 다양한 산업체의 참여를 유도함으로써 린 개념의 공유를 촉진하고 린 적용 범위의 확산이 가능하다. 따라서 린 개념의 적용을 통해 타 산업에서의 낭비요소 제거 및 가치 창출을 통한 보다 효율적인 프로세스 개발 및 관리 체계 구축이 가능하다.
- 건설산업의 자원관리의 Web을 기반으로 한 시스템의 지속적인 연구개발 및 상용화로 인한 관련 산업의 기대효과 상승이 가능하다.
- 본 연구에서 자원공급수행성능분석 시스템의 활용주체는 주시공사와 협력사이며, web기반 시스템에서 향후 자재 제조·납품업자까지 연계·확대하여 활용할 경우, 건설자재관련 산업의 물류 효율성 증대에 기여할 수 있다.

4. 웹 기반 분산형 건설정보시스템 구축

가. 연구개발 활용계획

지식관리를 위한 인적자원과 IT기술력이 부족하여 시스템 구축이 미비한 중소건설업체를 대상으로 현업 적용을 위한 보완사항을 지속적으로 파악하여 실용화 할 수 있으며, 향후 린 건설의 교육과 도입을 통해 건설업체뿐만이 아니라 건설과 관련되어진 서비스업체, 자재업체 등 다양한 산업체의 참여를 유도함으로써 린 적용 범위의 확산 가능하여 타 산업에서의 낭비요소 제거 및 가치 창출을 통한 보다 효율적인 프로세스 개발 및 관리 체계 구축을 도모할 예정이다.

건설산업은 프로젝트를 중심으로 발주자, 설계자, 시공자, 감리자 등 다수의 주체가 참여하여 협업을 통해 업무를 수행하므로 주체 간 지식 공유시 그 파급 효과가 크므로 본 연구의 성과는 타 산업에서 다수의 주체가 참여하는 프로젝트 수행시 지식공유를 위한 프로토타입이 될 것으로 사료된다.

공정리스크 관리 시스템과 공정관리모듈 프로그램의 상용화를 통해 체계적인 공정관리를 지원하고 공정리스크 관리의 지식을 축적하여 관리시스템의 부재를 겪고 있는 중소건설업체의 경쟁력을 강화할 수 있을 것으로 기대된다.

나. 사업화 계획

(1) 운영전략 및 가격정책

포탈형태의 통합시스템은 최소의 운영을 위해 필요한 비요을 고려하여 가능한 최저가로 제공할 예정이며, 정부지원방안에 대해서는 국토해양부 및 건설교통평가원과 협의를 통해 검토할 예정이다. 계획중인 운영전략 및 가격정책은 아래와 같다.

- 대상고객 : 회원구분을 크게 개인회원과 기업회원으로 구분하여 개인회원은 무료로 사용하고, 기업회원은 기업과의 계약 하에 월사용료를 납부하게 됨.
- 마케팅 타겟 : 개인회원은 건설업 종사자 전체이고, 기업회원은 ERP가 구축되어 있지 않은 중소 건설업체 및 설계, 엔지니어링업체임.
- 마케팅 전략 : 온라인 마케팅, 건설잡지 및 일간·월간지에 지면광고, 대상타겟 직접 방문을 통한 공격적 영업 등을 수행할 계획임.

- 가격 정책 : 요금납부는 온라인결제를 원칙으로 함.

<표 5-002> 가격정책

구 분	요 금 명	요 금	내 용
기업블로그	사용료(월/년)	월50만원/년500만원	년사용료 납부시 약17% 할인
기업웹하드	사용료(월/년)	표준용량제	기본용량 +추가용량사용료
프로젝트블로그	사용료(월) -설계관리-	20만원	현장개소당 (전기능제공)
	사용료(월) -시공관리-	20만원	현장개소당 (기본제공기능:공정관리, 성과관리,업무프로세스)
	추가사용료(시공관리)	10만원	현장개소당

- 시스템 교육 : 원하는 기업에 한하여 3시간 교육 제공(유상)
- 시스템 매뉴얼 : 메인페이지 우측 상단에 고객센터에서 관리자 및 일반사용자를 위한 상세매뉴얼(PDF파일) 제공
- 운영예상비용 : 2012년 10월 이후 장비교체 등 운영비용 발생

<표 5-003> 운영예상비용

내 역	비용산출	비용(원)	주기	년간비용	비고
서버교체	월2,700,000원 X 24개월	64,800,000	3년	21,600,000	총 5대
웹서버, 웹하드2중화	월200,000원 X 24개월	4,800,000	3년	1,600,000	
소프트웨어 비용	3,700,000원 X 1개	3,700,000	3년	1,200,000	windows2008Ent
IDC비용	년9,700,000원 X 2년	19,440,000	2년	9,700,000	
관리비(인건비)	월3,200,000원 X 24개월	76,800,000		38,400,000	최소1명(초급 인건비+재경비)
합계		169,540,000		72,500,000	

제 3 절 기타 활용계획

○ 본 연구에서 개발된 설계정보관리시스템(Design Information Management System; DIMS)은 건축관련 법 제정 및 개선, 설계기준·시방서·지침 제정 등의 공공적 성과에 기여할 수 있을 것이다. 정부 정책과의 연계 방안을 수립함으로써, 시스템을 확대 적용하는 과정에서 발생하는 설계 참여주체들로부터의 반발을 어느 정도 해소할 수 있을 것으로 사료된다.

○ 국토해양부에서 운영하고 있는 건축민원의 접수·처리, 건축물 대장관리, 단체관리, 통계처리 등의 업무를 전산화하는 인터넷 건축행정시스템 세움터와의 연계를 통하여 본 연구의 최종성과물이 통합된 지식기반시스템에의 접근성과 활용도를 높일 것으로 기대된다. 또한 웹기반의 시스템을 활용하여 참여주체 간 의사결정을 진행할 수 있어 전자 정부 구현 정책과 그 맥락을 같이할 수 있을 것이다.

○ 조달청에서 시행중인 나라장터 시스템은 자재정보의 분류체계 및 프레임을 구축하고 있는데, 본 연구에서 개발한 자재선정 지원 시스템을 통해 실무자가 필요로 하는 세부적인 자재정보를 제시하는 방안을 수립함으로써, 나라장터 시스템과의 연계가 가능할 수 있을 것이다. 자재업체와 프로젝트 사례로부터 자재정보 데이터 웨어하우스를 구축하는 새로운 형태의 자재선정 지원 시스템의 도입은 자재업체의 협조가 필수적이며, 이를 위한 정책적인 지원이 필요할 것이다.

○ 본 연구에서 구축될 객체기반 시뮬레이션 모델링 기법은 현대 컴퓨터 프로그래밍의 핵심개념으로서 복잡한 건설현장의 재현을 위한 다양한 이론정립을 통해 효율적이고 지능화된 건설정보관리시스템(PMIS) 구축 등 다양한 건설정보화에 활용될 요소기술들을 제공할 수 있을 것이다.

○ 상호 신뢰성이 향상되고 자발적인 공사참여자간의 유대관계가 형성되어지며, 또한 공정상의 투명성이 확보되어져 공사수행상의 문제점들을 사전에 해결하게 됨으로써 공사참여자들은 각자의 작업들을 언제부터 그리고 어디서 시작하여야 할지에 대한 기존 체계보다는 보다 정확한 정보를 습득하게 됨으로써 원활한 공사 진행이 가능하다.

○ 공사수행 계획에 있어서의 불확실성을 제거하여 생산성을 향상시키고 공사참여자들 상호간의 신뢰성을 향상시키며 공사를 원도급자만의 의지에 의해 수행하는 것이 아니라 참여자 모두의 책임과 참여로 수행하게 됨으로써 현장에서 발생 가능

한 실질적인 문제점을 도출하고 사전에 이를 제거하는 노력을 기울임으로써 자연스럽게 공사비 절감 및 공기 단축을 가져올 수 있다.

○ 본 연구의 결과물인 공정리스크 관리 시스템을 통해 공정계획의 신뢰성을 높이고, 공사 참여자들의 파트너쉽 형성을 통해 적극적인 공사참여가 가능하게 될 것이다. 또한 공사 프로세스 상에 제시된 공정리스크 정보 및 대응방안은 공사참여자들의 원활한 공정관리 업무 수행을 지원할 것이다.

○ 공정리스크 관리도구의 지속적인 현장적용을 통해 문제점의 수정 및 보완이 이루어져 적용성 및 효용성이 향상된다면 국내 건설업체의 공정계획 및 관리지원 도구로써 활용될 수 있을 뿐만 아니라 향후 타 산업에서의 리스크 관리 도구로써 확대적용이 가능하다고 판단된다. 또한 기존에 사용되고 있는 또 다른 공정관리 프로그램과 연계하여 실무에의 확대 적용 및 향후 유사 프로젝트의 사례로써 활용이 가능할 것으로 사료된다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 미국 Flour Construction사의 RFID를 이용한 자재관리 시범사업 사례

가. 추진 배경 및 목적

- 밀착식 바코드 인식 방식의 불편함 때문에 실제로는 눈으로 자재를 식별하게 되어 이로 인해 배송 정보가 실시간으로 관리되지 못하고, 추후에 사무실에서 포장 명세서에 기록된 바코드를 이용하여 배송정보를 관리하는 등 건설자재에 부착된 바코드를 이용하여 수행하던 배송업무의 효율성 저하
- RFID를 활용하여 파이프의 위치파악 및 추적 관리

나. 사업 개요

- 건설자재인 스풀에 RF태그를 부착하여 제조공장에서부터 건설현장까지 선적, 배송, 재고관리 작업을 자동화하기 위한 시스템으로 구축
- Flour Construction이 Shaw 공장에 시범적으로 RFID 설치

다. 추진체계

- 추진주체 : Flour Construction, Shaw Fabricators
- 참여주체 : FIATECH(비영리 컨소시엄), UT AUSTIN, Carnegie Mellon
- RF태그 업체 : Identec Solutions, Phase Ⅳ Engineering

라. Hardware 구성

- 915MHZ의 액티브 태그 사용. 금속자재인 스풀에 태그를 부착하고 주변의 금속 부품이 산재한 장소에서 사용 가능.
- 433.92MHZ의 액티브 태그 사용. 자재를 실은 트럭이 공장을 빠져나갈 때 고정 리더기를 통과하도록 하여 데이터를 읽을 수 있도록 구축

마. 단계별 추진내용

- 1단계 : 주변 환경 적용
  - 금속자재에 태그를 부착하여, 금속 부품들로 둘러싸인 주변 환경에서의

데이터 가독성 테스트

- 915MHZ의 액티브 태그를 이용해 가독률이 초당 2,000개 태그까지 가능하고, 가독거리는 100m 까지 가능

■ 2단계 : 업무 적용

- 태그를 부착한 자재를 트럭에 적재한 후 고정 리더기를 통과하게 하여 데이터 가독성 테스트.
- 433.92MHZ의 액티브 태그를 사용하고 트럭을 리더기 앞에서 잠시 멈추게 함으로써 100%의 가독성 확보

NO	파이프개수	리더기 전원 트럭진입 전(ON) 진입 후(OFF)		진입속도	안테나개수	평균 인식률	편차
1	9	5~6 m	6~7 m	1mph	2	96.4%	0.383%
2	4	5 m	3~9 m	5mph	4	96.9%	0.157%
3	7	0 m	2 m	4~5mph	4	98.7%	0.018%
4	9	5~6 m	6~7 m	1mph	4	99.8%	0.004%
5	6	0 m	0~1 m	2mph	4	100.0%	0.000%

■ 3단계 : 확산

- 자재 적재량을 높이고 리더기를 동시에 통과하는 트럭의 수를 변화하는 등 다양한 조건에서 가독성을 테스트.
- 이전 단계에서는 기존의 바코드 정보에 해당하는 정보만을 RF태그에 실었으나, 태그에 저장할 수 있는 최대 정보의 양과 읽는 데 소요되는 시간 분석 추진
- 벤더 간의 호환성을 테스트하기 위해 한개 업체의 RFID 제품을 사용하지 않고 주파수를 달리하는 타 업체의 제품을 병행 도입하여 1단계와 2단계에 각각 적용, 실험
- 금속 위주의 자재에 적용할 수 있는 태그 부착 방법을 검토하기 위한 테스트. 자재의 안쪽이나 표면에 부착하는 것보다 스툴의 밖에 매달아 표면과 떨어지도록 하여 가독성을 높임.

바. 문제점 및 시사점

■ 태그 훼손 가능성

- 시범 사업에서는 선적된 자재에 태그를 붙였으나, 실제 업무에서는 태그

가 부착된 자재를 트럭에 선적하므로 선적시 태그의 손상이 예상됨

■ 건설업계간의 표준화

- 건설업계간 동일 표준에 대한 합의가 이루어져야 RF 리더의 중복 설치를 예방할 수 있고, 도입 비용을 최소화할 수 있음

■ 고비용 문제

- 액티브 태그가 고가인데다 건설업계에서 아직 RFID 도입에 따른 이익을 확신하지 못하고 있음. 태그의 재활용 가능성에 대한 검토 필요

2. 설계분야별 해외 선진 과학기술정보

본 연구를 수행하는 과정에서, 설계분야별 해외의 선진 과학기술정보를 수집함으로써, 최신 트렌드를 반영한 가치 있는 연구 성과물을 도출하고자 하였다. 아래의 표는 연차별 방문국가, 방문기관, 방문일시, 방문목적 및 내용을 정리한 것이다.

<표 6-001> 연차별 해외과학기술정보 수집내용

연차	방문국가 (도시)	방문기관	방문일시	방문목적	내용
1차 년도	중국 (홍콩)	City University of Hong Kong	06.12.20	▪ 홍콩 설계산업에 대한 현황조사 ▪ 연구진행 정보 수집	▪ 설계사무소와 협력업체 간 협업시스템 파악 ▪ 설계단계별 견적방법 파악
		Levett & Bailey			▪ Quantity Surveying 관련 업무절차 및 내용 수집
	영국 (런던)	Feiden Clegg Bradley	07.02.05	▪ 영국과 프랑스의 설계산업에 대한 현황조사 ▪ 연구진행 정보 수집	▪ 오브젝트기반의 설계초기단계 의사결정지원 및 마감공사비 산정 연계업무 방안 파악 ▪ 설계진행 과정에서 발주자와 설계사무소와의 관계 파악 ▪ 설계사무소와 협력업체 간의 협업시스템 파악 ▪ 설계단계별 견적방법 파악 ▪ 건축설계 프로세스가 체계화되어 있으며,
		Davis Langdon & Gensler	07.02.05		
		Richard Rogers Partnership	07.02.06		
		Allies and Morrison Architect	07.02.07		
		Oxford Brookes University			

연차	방문국가 (도시)	방문기관	방문일시	방문목적	내용
	프랑스 (파리)	A.U.M. Christian Hauvette Architect	07.02.08		계약의 기반으로 활용되고 있음 ▪ 건축설계사무실별로 설계관리 시스템에 관한 연구의 필요성을 인지하고 있으며 관련 연구가 진행되고 있음 ▪ 대형프로젝트의 경우 발주자가 설계성과물에 대한 정보관리 시스템을 계약상 표기하여 활용을 요구하고 있음
2차 년도	호주 (시드니)	SJA Construction Services Boffa Robertson group Tbd technology Government Architect's Office University of Technology Sydney	07.07.09 ~ 07.07.10	▪ 호주 설계산업에 대한 벤치마킹 ▪ 호주의 설계관리 시스템 현황조사 ▪ 호주의 설계 관련 정부 및 학계 전문가 면담	▪ 호주 설계산업의 현황 파악 및 국내와의 차이점 파악을 통한 국내 설계산업 발전 방향 모색 ▪ 호주 설계 현장에서 사용 중인 설계 관리 시스템의 유무 및 성능 파악 ▪ 호주의 QS 현황 및 Cost Planning 방법 조사
	호주 (골드코스트)	Sofitel Gold Coast	07.07.12	▪ 국제 컨퍼런스 발표 및 자료 수집	▪ 연구수행 결과의 국제 컨퍼런스 발표 및 자료 수집
3차 년도	일본 (도쿄)	Nikken Sekkei	08.02.15	▪ 설계사무소 내 부분별 설계 협업 현황 파악	▪ 대형설계사무소의 엔지니어링 부분별 협업 현황 파악 ▪ 설계사무소내에서 발생하는 정보 공유 방법 및 시스템 파악
	일본 (도쿄)	Nikken Sekkei	08.03.12 ~ 08.03.15	▪ 자료수집	▪ Checklist 유무확인과 선진설계사무소의 Check list 활용 실태 파악
4차 년도	일본 (도쿄)	건재·주택설비 산업협회	09.03.18 ~ 09.03.21	▪ 건설자재정보관리 현황 파악	▪ 건설자재 및 설비기기 전문 시스템(KISS; Kenzai Information

연차	방문국가 (도시)	방문기관	방문일시	방문목적	내용
					System Service) 운영현황파악
5차 년도	슬로바키아 (브라티슬라바)	ISARC 2010	10.06.25 ~ 10.06.27	▪ 건설자동화 및 로보틱스 관련 동향 파악	▪ 시공과정에 대한 계획과 실제 성과에 대한 오차를 측정하고 분석함으로써, 향후 시뮬레이션의 정확도를 향상시키기 위한 연구분야 ▪ BIM 기반의 건설IT 기술과 친환경 건축물에 대한 기술을 복합적으로 다루는 연구분야

3. 3차원 시뮬레이션 시스템 활용현황

가. CA4PRS (Construction Analysis for Pavement Rehabilitation Strategies)

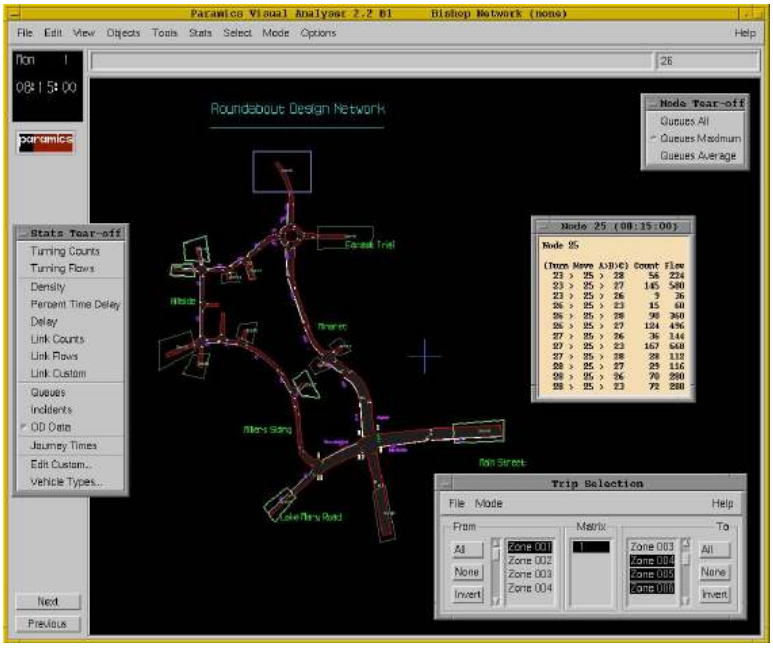
(1) 미국 Caltrans Institute of transportation studies pavement research center에서 도로 재건축 전략수립을 위한 시공분석 소프트웨어인 CA4PRS를 개발

(2) 기존 micro-traffic simulation program과 연계하여 도로 재개발 사업과정에서의 교통 지연 및 포장 생산성 분석을 수행함으로써 최적의 교통관리 및 시공계획 수립에 활용

(3) 도시 고속화 도로 재건축 사업에서 가장 경제적인 공사계획 대안 수립에 활용함으로써 Caltrans I-15 Devore project (도시 고속화 도로 재개발 사업 - California Department of Transportation, 2002)에 적용하여 도로 통제 시간 77% 단축하고, 도로 사용자 비용을 34%, 사업비를 38% 절감



[그림 6-001] CA4PRS 소프트웨어



[그림 6-002] 도로 재건축 시공/교통 분석

4. Soft schedule

가. Soft 공정표의 정의

일본의 공정관리 기술 중 업체선정 협의, 도면의 승인(건축상세도, 종합도, 구체

도 등) 및 각종 계획서 작성에 대한 일정 및 공장제작에서 현장반입까지의 공장제작품에 대한 일련의 과정을 Schedule화 한 공정표를 Soft 공정표(Schedule)라 한다.

나. 일본현장의 공정관리

일본의 각 Genecon별 현장에서 사용하는 공정관리를 위한 공정표는 크게 일반 공정표와 Soft 공정표로 나눠질 수 있는데, 아래 표와 같이 일반 공정표는 국내와 큰 차이가 없다. 국내와 다른 점이라고 하면, 공종별 상세 공정표인데 일본의 경우 협력업체에서 해당 공종별로 상세공정표를 작성하여 각 공종별 시공요령서에 첨부해 공정관리를 하고 있다는 것이 다른 점이라 볼 수 있다.

<표 6-002> 일본 GENECON의 공정관리 (일반 공정표)

구 분	내 용
Master Schedule	- 전체 공정표로 현장 공사 진척상황 검토
중기 공정표 (中期 工程表)	- 7~8개월간의 상세공정(대략 1년간의 예산공정표)
3개월 공정표 (3個月 工程表)	- 매월 월례회의시 검토되며 감리 및 CM에 의해 승인
주간 공정표 (週間 工程表)	- 매주 주간회의시 검토
공종별 상세 공정표 (工種別 詳細 工程表)	- 각 공종별 실시공 상세 공정표(협력업체 작성)

Soft 공정표(Schedule)는 아래 표에서와 같이 공종별 시공 전에 검토, 계획되어야 할 항목을 관리하는 것으로 업체선정, 시공도 작성 및 승인, 제품검사, 각종시험일정, 제작 반입일정 등을 공정표 상에 표현하여 시공 Schedule과 같은 맥락으로 작성해 관리함으로써 시공 시 검토부족에 의한 재작업 방지 및 품질을 확보하면서 전체공기에 차질이 없도록 세심하게 계획된 용어 그래도 Soft한 부분을 관리하는 기능을 갖고 있다.

<표 6-003> 일본 GENECON의 공정관리 Soft 공정표(Schedule)

구 분	작성자	내 용
주요마감 사양결정 공정표	설계자	- 주요 마감사양 결정일정 Master Schedule - 설계결정 지연 문제 미연에 방지
상세사양 결정공정표	설계자	- 상세 Soft 공정표
Master Soft 공정표 (도면&계획서)	Genecon	- 종합도, 시공도 및 각종 계획서 작성의 일정 - 주요 공종별 제작도면 및 제작, 반입 일정 - 주요마감(외장,내장)에 대한 도면 및 제작일정
월간 Soft 공정표 (도면 & 계획서)	Genecon	- 시공구체도 및 각종 계획서, 주요마감관련도면 일정 및 진척도를 검토하는 Schedule
각 공종별 제작공정표	Genecon +협력업체	- 각 공종별 발주 및 제작공정표 (철골 / 커튼월 / 제진장치 등)

일본에서의 이러한 Soft 공정표(Schedule)는 상당히 중요한 중요 Schedule로 여겨지며, 시공 Master Schedule 못지않은 주요 공정표로 취급되어진다. 국내에서는 Engineering Schedule이라는 명칭으로 관리가 되고 있으나 그렇게 활성화 되어 있지는 않고, 경험자들의 감각으로 진행되고 있다.

다. Soft 공정표의 역할

일본 내 현장에서 Soft 공정표(Schedule)는 현장 내 중요 현장 관리 Item으로 분류, 취급되고 있으며 다음과 같은 기능을 갖으며, 이러한 필요성에 의해 작성 관리되고 있다.

(1) 각 설계, 시공도면의 승인시기를 결정함으로 도면승인지연에 의한 리스크를 줄이는 역할을 한다.

(2) 각 설계, 시공도서의 작성을 시공 Schedule 작성과 동시에 검토 결정한 Schedule로 시공과 도면간의 상관관계를 표시하여 입체적 관리가 가능하도록 한다.

(3) 각 공종별 투입시기에 따른 업체선정 결정일정을 사전 Schedule화하여 관리함으로써 업체 선정시점의 손실을 사전에 방지한다.

(4) 일본의 경우 각 공종별 시공 투입 전 시공요령서가 제출되지 않으면 공사 착수가 불가하다.

(5) 이 요령서는 협력업체가 작성하게 되어 있으므로 이 작성기간까지 예측 충분

한 기간을 두고 업체선정을 하여야 한다.

(6) 각 공종별 시공계획서의 작성기간 및 완성시기를 명기하여 관리함으로써 해당 공종 담당자들이 전체 업무량 및 각 제출서류에 대해 사전에 인식이 가능하다.

(7) 각 업체가 작성하는 시공요령서의 작성기간 및 완성일정을 Schedule상 표기하여 관리한다.

(8) 관청서류에 대한 종류 및 제출시기를 Schedule상에 반영하여 관리함으로써 관청의 클레임 발생에 의한 공사영향을 최소한으로 할 수 있다.

라. Soft 공정표의 필요성

국내에서도 Soft 공정표에 대한 개념을 가지고 중요 Item에 대해 Engineering Schedule로써 관리되고 있지만, 정형화된 Soft 공정표에 대한 표준이 세워져 있지 않은 실상이다. 더불어 국내에서의 Soft 공정표는 각 개인의 경험에 많이 의존하는 경향이 있는 듯하며, 소장이나 유경험자는 Soft 공정표의 중요성을 알고 관리하지만 모든 현장이 일관된 표준을 가지고 관리되고 있다고 보기는 어려운 면이 있다.

국내의 현재 관리방법인 몇몇의 유경험자에 의한 현장관리는 특정 사람에 의존해야 하기 때문에 문제가 발생할 수 있는 리스크를 가지고 있다.

따라서 위에서 언급된 Soft 공정표의 장점을 생각한다면, 국내에서도 보다 더 적극적으로 Soft 공정표를 관리할 필요가 있으며, 국내 실정에 맞게 각 Item별 표준을 정해 적용한다면 공정관리 및 품질확보에 보다 더 유리해질 수 있다. Soft 공정표에 대한 업무 표준이 명확히 갖추어져 있다면 현장 담당자 자신이 어느 시기에 어떤 업무를 해야 하는지에 대해 유경험자, 미경험자 모두 함께 공유되어 보다 나은 현장관리가 가능할 것이다.

5. Ashley의 해외건설공사 정치적 위험관리 모델

Ashley의 해외건설공사 위험관리 모델은 다국적 건설기업(multinational construction company)이 정치적 위험을 시스템적으로 분석하는 접근방법을 제안하고 있다. 해외 건설공사 정치적 위험의 평가와 관리는 매우 적극적인 접근방식을 요구한다. 국가 전반의 현황을 보여주는 국가 지수 또는 전체 보고서만을 수동적으로 사용한다면 적절한 의사결정을 위한 충분한 정보가 될 수 없다. 따라서 다국적

건설기업은 해당 국가의 제반 상황에 대한 사전분석을 위해 광범위한 노력을 기울이게 된다. 다국적 건설기업들은 사업초기의 공정과 원가에 매우 민감하고, 계약자의 선택이 입찰을 통해 결정될 때 특히 민감해진다. 제안된 모델은 대부분의 해외건설공사에 적용가능한 정치적 위험분석의 개념적 틀을 제공한다. 해외건설공사의 정치적 위험을 분석하는 개념적 틀은 해외 건설환경에 대한 깊은 이해와 다국적 건설기업들이 그러한 환경에서 어떻게 행동하는지 이해하는 것이 매우 중요하다(김선규, 2004).

6. He Zhi의 해외건설공사 위험관리 모델

이 모델은 Berkley 접근방식에 기초한 포괄적 위험관리방법을 해외건설공사에 적용한 것으로서 다음과 같은 절차를 제안하고 있다. 첫째, 해외공사의 다양한 위험원천(risk sources)을 분류하는 계층적 구조를 보여준다. 둘째, 해외공사에 잠재된 위험요소들을 위험분류체계를 기준으로 인지한다. 셋째, 위험평가단계로서 위험영향정도와 위험발생확률이 결합된 형태의 위험평가를 실시한다. 마지막으로 해외 공사를 위한 위험대응기법을 설명하고 대응전략을 실행한다(김선규, 2004).

7. Last Planer System

미국의 린건설학회(Lean Construction Instute: LCI)는 건설업 생산 업무를 효율적으로 조정해 주는데 역점을 두고 이를 위해 작업 흐름의 관리와 보다 효율적인 공정 및 계획 관리를 위해 라스트 플래너(Last Planner System: LPS)를 개발하여 건설업체에 보급, 린건설의 활성화를 유도하고 있다.

8. 지식관리 소프트웨어 산업 동향

국가별 현황은 싱가포르의 경우 핵심 산업을 집중 육성하는 정부주도 지식국가로의 진입을 목표로 국가 전체의 단일 네트워크화를 위하여 정부와 기업의 공동 출자로 인프라를 구축하고 있다. 네덜란드의 경우에는 공공부문의 지식화를 촉진하기 위해 R&D 투자 확대방안을 마련, 정부 전체가 통합적으로 관계부처 및 기관들 간의 협력강화하고, 민간부문의 참여 유도 방안으로 R&D투자에 대한 세제혜택 및

기업과 교육 및 연구기관들 간의 정보교류 활성화를 촉진하고 있으며, 영국의 경우 국부 창출 기업에 대한 우선지원과 정부 차원의 지적재산권 시스템과 지식자산 평가 시스템을 개발하고 있다.

9. 세계시장을 선도하는 주요 업체

<표 6-004> 해외 대형건설업체 지식관리 현황

업체명(국적)	업체별 능력	중점 분야
BILFINGER+BERGER AG(독일)	고객의 요구에 부응하는 신기술 개발에 주력하는 지식창출체계 구축	최신의 설계 및 건설공법 개발
HOCHTIEF(독일)	OPEN MIND 정신을 함양하여 지식 공유 문화 정착	직업훈련 프로그램 운영
BECHTEL GROUP(미국)	프로젝트 전 과정의 EC화를 바탕으로 공학 분야에 특화	고객중심 가치창조 장기적 보상
THE PARSONS CO.(미국)	전략적 제휴를 통해 새로운 지식을 창출	고객조직의 확대

해외 대형 건설업체중에는 미국의 BECHTEL GROUP과 PARSONS에서 오래전부터 선도적인 움직임으로 운영을 해왔으며, 독일의 HOCHTIEF나 BILFINGER도 지식창출과 공유에 있어서 중점추진중이다. 업체 동향을 살펴보면, 인프라에 경쟁력이 있는 업체라 할 수 있는 Oracle, IBM, Sybase업체 등은 기존 지식관리 시장이 포화되었다고 판단하고 신규 수요를 창출하기 위해 EIP의 기능을 강화하여 정보를 관리하고 액세스 할 수 있는 제품 개발에 나서고 있는 실정이다.

마케팅/판매활동의 지원측면에서 HP, Monsanto, NTT, Yansen 등의 회사는 가치사슬을 분석하여 KIPP(Knowledge-Intensive Pressure Point) 를 파악하고 고객에게 가장 밀착되고 매출을 많이 올릴 수 있는 마케팅과 판매 부서지원을 위한 지식경영 추진하고 있다. 특히, Skandia사는 지적 자본을 개량화하고 전략등의 경영활동에 활용하며, 주주들에게 공개한 최초의 회사로서, 고객과의 밀접한 관계, 우수한 조직 프로세스, 조직구조와 주직내의 축적된 지식(업무지식, 노하우 등)의 중요성을 강조하였다. 지식자본에 대한 평가지표를 개발하여 내부 모델을 개발한 최초의 회사로 알려져 있다.

10. 경영분석가들에 의한 BPM의 도입 필요성

<표 6-005> 경영분석가들에 의한 BPM의 도입 필요성

기 관	경영분석가들에 의한 BPM 도입 필요성
에버딘 그룹	- 경기침체에 따라서 수익향상이 더 어려워진 이 시기에 BPM은 비용감소 능력제공 - BPM은 인력과 서류에 의존하는 수작업 방식의 후방 프로세스로부터 비효율을 제거하고 그것을 통해서 관료적 분파 현상을 타파할 수 있도록 함
컴퓨터 사이언스 그룹	- BPM은 비즈니스 프로세스를 명확하게 하고 실행가능하고 적응가능하게 하려는 단계 임
포레스터 연구소	- 기업들은 광범위한 비즈니스 프로세스들을 모델링하고 수행하는 프로세스 통합 서버를 필요로 하게 될 것으로 예상 - 기능교차적인 비즈니스 프로세스를 설계하고 실행하고 최적화하려는 BPM 프로젝트 착수할 것으로 예상
가트너	- 기업은 명확히 정의된 프로세스를 활용하기 시작해야 함 - 기업 90%가 자신의 전사적 신경망 시스템(ENS : Enterprise Nervous System)안에 BPM을 갖추게 될 것으로 예상
오붐	- BPM은 조직 내부에서 또는 복수 조직 간에 걸쳐서 일어나는 사람 또는 시스템과 상호작용하는 비즈니스 프로세스를 식별하고 이해하고 관리하는 것을 말함 - 최근 경제 환경을 볼 때 비즈니스 프로세스의 유연성은 조직생존을 결정하는 중요한 요소로 작용 할 것임. - 사용자들이 희망하는 유연성과 기능성은 특정 응용시스템에 의존하지 않으며, 조직의 경계가 실제 제약을 주지 않는 기업 간 프로세스를 제공 할 수 있는 시스템에 대한 필요성 증대

11. 프로세스 경영 및 개선에 관한 연구

프로세스 경영의 비즈니스 프로세스가 관심을 받기 시작한 것은 1920년 F.W 테일러의 노동생산성에 대한 연구로 볼 수 있다. 테일러는 작업과정의 능률을 높이기 위해 시간연구와 동작연구를 기초로 성과급을 구분하는 최초로 과학적 관리방법을 적용하였다(이병주, 2004).

Deming(1986)은 TQM 운동의 중요한 원칙 중의 하나는 개선의 초점은 문제보다는 프로세스에 두어야 한다는 것이다. 높은 비용, 낮은 품질, 결함 있는 작업자의 생산성의 원인을 Pareto의 법칙을 제시하였으며, 이 법칙은 문제들 중의 80%는 비즈니스 프로세스와 관계되고, 나머지 20%만이 비즈니스 프로세스 활동을 수행한 작업자에게 책임이 있다는 것을 의미한다고 하였다. 또한 이 새로운 관점은 조직의 문제는 작업자의 부주의와 비즈니스 프로세스 수행에 대한 관리 규칙의 무시 때문

에 일어난다고 생각했었던 이전의 관점을 바꾸었다. 김재준(2005)은 건설회사의 부적합보고서의 문제점을 도출하여 품질경영 업무의 개선방안을 제시하였다.

TQM관련 연구는 1987년 ISO 9000 규격의 제정과 1990년 WTO의 출범에 기점으로 연구흐름이 변화되었으며, 신동우(2005)는 ISO 품질경영시스템의 성과측정을 위한 BSC 성과측정 활용방안을 제시하였다. 이는 6시그마 프로세스 경영기법으로 발전하여 관련하여 배영일(2002)은 6시그마 경영의 이해 및 도입사례, 성공적인 도입방안을 제시하였으며, 김용수(2005)는 품질비용 분석을 통하여 6시그마의 건설업체 적용성과를 제시하였다.

1990년대에 건설기업들은 전략 수립과 프로세스 개선 노력을 수행하기 위하여 BPR 연구를 수행 하였으며, Hammer(1993)는 BPR의 주요성공요인을 19가지 분류로 제시하였으며, Davenport(1993)는 전사적인 관점의 BPR 대상 프로세스의 선정을 주장하였다.

1990년대 후반에는 PI 연구가 진행되었으며, Kock(1997)은 지식공유에 대한 관점으로서 PI에 대한 법칙을 제시하였다. 또한 안상목(2006)은 포스코사의 PI 추진현황, 중점과제 등의 사례를 발표 하였다.

국내·외 프로세스 경영과 관련된 연구 주요내용을 살펴보면 3절의 표와 같다. 하지만 기존 프로세스 경영의 연구의 한계점에서 기술하고 있듯이 기업 내부의 일부 개선된 기능을 획득하였지만 기업전략과의 연계성 부족, 프로세스 관리 체계의 지속적인 관리 미흡, 업무 진행 및 업무 모니터링 체계 미흡, 정보화 시스템과의 분리 현상 발생 등의 문제점이 있는 것으로 분석되었다.

<표 6-006> 프로세스 경영 관련 연구

저 자	연 구 제 목	주 요 내 용	한계점
Xiaohui Zhao (2005)	An Organizational Perspective on Collaborative Business Process	- Workflow를 통한 연관된 비즈니스에서의 상호처리 알고리즘 일반화를 제시.	업무 프로세스 개선의 제시 미흡 전략 연계 미흡
Mati Golani (2005)	Flexible Business Process Management Using Forward Stepping and Alternative Paths	- WfMSs를 이용하여 Business Process에서 발생하는 문제를 유동적으로 해결하고 효율적인 관리를 하는 알고리즘 제시.	순차적인 확대방안 제시 미흡 지속적 개선 체계 제시 미흡

Rainer Anzböck (2005)	Semi-automatic Generation of Web Service and BPEL Processes - A Model-Driven Approach	- Workflow를 구성하는 웹 서비스 제작에서의 복잡성을 줄이기 위한 모델 운영 접근 제시.	프로세스 개선이 간과된 정보화 시스템 측면의 접근
Irene Vanderfeesten (2005)	A Human-Orient Tuning of Workflow Management Systems	-WfMS의 경직과 기계적 특성으로 인해서 사용자의 수행능력 감소로 비용/시간 낭비를 해소하기 위한 인간측면에서의 WfMS 제시.	업무 프로세스의 가시화 노력 부족 업무 모니터링 부재 지속적 개선 방안 부재
Jiacun Wang (2005)	An Intuitive formal Approach to Dynamic Workflow Modeling and Analysis	- 현재 Workflow의 모델링과 분석를 위한 Formal Approach의 문제점 제시. - 새로운 Formal Approach 방법과 차별성, 동적인 Workflow모델 구성방법 제시.	업무 프로세스와 정보화 시스템의 분석 미흡 전략 연계성 부족
Jianrui Wang (2005)	A Framework for Document-Driven Workflow Systems	- 문서운영 Workflow 시스템 위한 Framework의 유동성을 정의. - 문서운영 Workflow 시스템 위한 Framework의 이점 소개 및 Prototype 제시	업무 프로세스 개선과 관리 측면 보다 문서관리에 초점을 두고 있음
Deming, W.E. (1986)	Out of the crisis	- Quality Improvement는 사람이나 생산이 아닌 Business Process에 초점을 맞추어야한다는 개념을 강조.	프로세스의 중요성 부각 하지만 구체적 방안 제시 미흡
Kock, N. (1997)	Fostering Interdepartmental Knowledge Communication through Groupware : A Process Improvement Perspective	- Knowledge Sharing에 대한 촉매로서 Business Process Improvement 법칙을 수행. - 기존 지식을 함유한 커뮤니케이션의 수가 일상적인 업무 프로세스보다 훨씬 많음을 강조.	업무 프로세스의 관리 측면보다 지식관리 측면을 강조 전략 연계성 및 지속적인 관리 방안 제시 미흡

제 7 장 참고문헌

1. 강인석 등. "건설분야 전자매뉴얼의 필요성 및 특성분석을 통한 실무적용성 연구." 한 국건설관리학회, 논문집 제6권 제1호, pp.99-108, 2005.02

2. 강희송, 『RFID 기술 및 시장동향』, KETI, 2005. 10

3. 건설교통부 , 감리업무수행지침서 2001

4. 건축기획부 PMS팀 (2006). 개산견적시스템 개발 기획, 대림산업(주)

5. 고정웅, 『자재관리』, 영문출판사, 1992

6. 구원용, 김정곤, 이준석, 박형근 (2007). "공공건축물의 초기공사비 산정방법 연구." 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 8(6), pp.261-262

7. 권오용, 한충한, 이화영 (2007). "건설 자재정보 DataBase의 실용화 방안 연구." 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp.747-750

8. 금호기술연구소, 『철근콘크리트조 아파트의 철근공사관리 자동화를 위한 전산프로그램 개발 연구』, 서울: 금호기술연구소, 1996. 2

9. 김경석 외 2인, 데이터 베이스론, 이한출판사, 2004

10. 김경주 외 (2000) 여객기 터미널 포장공정의 생산성 향상을 위한 불연속 사건 시뮬레이션 적용연구, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제20권, 제4D호, pp. 403-412.

11. 김경주, "건설 공정 시뮬레이션을 위한 독립 자원모델 구축방안 연구", 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제20권 제4D호, 2000, pp. 389-402

12. 김경주, 건설 공정 시뮬레이션을 위한 독립 자원모델 구축방안 연구

13. 김광만 외 2인, 건축시공 이야기, (주)바로 건설기술, 1999

14. 김광호, 한국 철근 가공업의 어제와 오늘 그리고 향후 발전 전망, 부산대학교 경영대학원 최고경영자과정 수료 논문집, 1999

15. 김광희, 강경인 (2003). "공동주택 프로젝트의 초기 공사비 예측을 위한 신경망 학습에 유전자 알고리즘을 적용한 모델에 관한 연구." 대한건축학회논문집(구조계), 19(10), pp.133-142.

16. 김광희, 박우열, 강경인, "국내 건축물 철근공사 품질·원가 개선을 위한 시스템 개발에 관한 연구", 『대한건축학회논문집 구조계』, 18(5), 2002, pp. 121-128

17. 김기홍 (2003). 건축프로젝트 기획단계의 의사결정을 위한 확률적 공사비계획 모델, 박

사학위논문, 중앙대학교.

18. 김기홍, 박찬식, 장선호 (2005). "고층 사무소건축의 공사비계획을 위한 웹 기반 개산견적 프로그램." 한국건설관리학회논문집, 6(2), pp.69-70.

19. 김대영. "린 건설 수행을 위한 방향제시(Guidelines for Implementing Lean Construction)." 대한건축학회, 논문집 제19권 제9호, pp.121-128, 2003.09

20. 김대영. "린 건설의 도입 및 수행 (Adaptation and Implementation of Lean Construction)." 한국건설관리학회, 건설관리동향, pp.58-60, 2002.12

21. 김대영. "린 건설의 실무현장 적용방안 및 사례분석(Lean Construction Implementation: Case Studies)." 대한건축학회, 논문집 제19권 제4호, pp.145-152, 2003.04

22. 김대영. "Action to Improve the Reliability of Production Planning." 한국건설관리학회, 건설관리 제3권 제4호, pp.139-144, 2002.12

23. 김대영. "Exploratory Study of Lean Construction: Assessment of Lean Implementation." 박사논문, 텍사스대, 어스틴, 미국, 2002

24. 김동진, 김옥종, 철근공사 공장가공 합리화 방안, 대림산업기술연구소 2004-6 여름호

25. 김병곤, 정인수. 건설사업 정보화 요소기술 개발(Ⅱ). 한국건설기술연구원 . 2001

26. 김상중, 신규철, 김재준, "현장물류관리 효율제고를 위한 마감자재 조달프로세스의 영향요소 규명", 『대한건축학회 학술발표대회논문집』, 23(1), 2003, pp. 451-454

27. 김상헌 ,첨단 테크노 하이테크 지식경영론 세영사 , 2001

28. 김선국, 구인완 (2000). "신경망을 이용한 사무소 건물의 코스트 모델." 대한건축학회논문집(구조계), 16(9), pp.59-66.

29. 金善國, 金文漢, "鐵筋 損率을 줄이기 위한 最適化 알고리즘 開發에 관한 硏究",『대한건축학회논문집』, 12(9), 1991, pp. 385-391

30. 김선국, 김치경, "철근 콘크리트조의 구조설계-철근공사관리 자동화 연구",『대한건축학회논문집』, 10(1), 1994, pp. 113-122

31. 김승균. 건설사업 정보화 요소기술 개발(Ⅰ). 한국건설기술연구원 . 2000

32. 김연홍 외 2인, 데이터베이스 모델링, 프리렉, 2002

33. 김예상 외, 미국의 설계경쟁력 어디에서 오나?, 기문당, p.135-141, 2005

34. 김용일 외 3인, "鐵筋物量算出 및 損率 最適化 시스템 開發 硏究",『대한건축학회논문

집』, 10(1), pp. 173-179

35. 김주형, 건축주를 위한 지식흐름 활성화 방안, 대한건축학회논문집(구조계) 22(4), 2006

36. 김진욱, 강부성. “건축 웹 서비스 형태분석 및 사용자 인식조사연구.” 대한건축학회, 논문집 제20권 제11호, pp. 139-147, 2004.11

37. 김찬헌, 김창덕, 서상욱, 박동식, “린 생산원리를 적용한 건설 생산 공정 개선 모델에 관한 연구”, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 제21권 제1호 pp.453-456, 2001. 04.

38. 김찬헌, 김창덕, 서상욱, 박동식, “린 생산원리를 적용한 건설 생산 공정 개선 모델에 관한 연구”, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 제21권 제1호 pp.453-456, 2001. 04.

39. 김찬헌, 김창덕, “린 건설 원리에 기초한 건설 생산 공정 분석 모델에 관한 연구”, 한국건설관리학회 논문집 제 2 권 제 4 호 pp.48-61, 2001 .12.

40. 김찬헌, 김창덕, “린 건설 원리에 기초한 건설 생산 공정 분석 모델에 관한 연구”, 한국건설관리학회 논문집 제 2 권 제 4 호 pp.48-61, 2001 .12.

41. 김창덕, “건설 생산시스템의 새 지평”, 대한건축학회지 건축 제44권 제3호 pp.41-49, 2000. 03.

42. 김창덕, “린 건설(Lean Construction)”, 한국건설관리학회지 건설관리 제1권 제3호 pp.48-57, 2000. 09.

43. 김창덕, “린 건설(Lean Construction)”, 한국건설관리학회지 건설관리 제1권 제3호 pp.48-57, 2000. 09.

44. 김창덕, “A New Construction Production Paradigm”, 광운대학교 건설관리 연구실, 2000. 02.

45. 김태우, 태우's Completely Incomplete Guide to Web 2.0, 크리에이티브커먼즈 라이센스, 2005

46. 김해곤, 박성철, 구교진, 홍태훈, 현창택 (2007). "프로토타입기반 기본설계단계 건축마감공사비 산정 모델.” 한국건설관리학회논문집, 8(4), pp.110-119.

47. 김현만, 이희복, 박찬식, “건축공사 마감자재 조달 프로세스 개선 방안”, 『대한건축학회 학술발표대회논문집』, 24(1), 2004, pp 423-426

48. 김형만, 이희복, 박찬식 (2004). “건축공사 마감자재 조달 프로세스 개선방안.” 대한건

축학회 학술발표논문집, 24(1), pp.423-426.

49. 나경철, “신 작업구성체계에 의한 시공 프로세스 개선방안”, 광운대학교 석사학위 논문, 2001. 12.

50. 나원균 외 1인, 건축설계프로세스, 구미서관 p. 9-20, 2005

51. 나원균, 임헌봉, DESIGN PROCESS IN ARCHITECTURE, 도서출판 구미서관, 2005

52. 남웅찬, 프로젝트 관리 실무, 베스트북, 2004

53. 대한건축학회, 『건축공사 표준시방서』, 개정판, 서울: 기문당, 1999.5.10.

54. 대한건축학회, 『Negative Prefab 표준화』, 서울: 기문당, 2001.11.8.

55. 대한주택공사, 『철근콘크리트조의 배근 시공도작성실무』, 서울: 기문당, 2000.

56. 대한주택공사, “공정관리 과학화 연구”, 1993. 06.

57. 대한주택공사, “공정관리 과학화 연구”, 1993. 06.

58. 대한주택공사, “주요공정별 공정 및 생산성 분석”, 1994. 09.

59. 대한주택공사, “주요공정별 공정 및 생산성 분석”, 1994. 09.

60. 동아건설산업(주), 경희대학교 (1999). 공사실적자료에 의한 건설 사업비 산정시스템 개발에 관한 연구보고서, 건설교통부.

61. 류성경 역, 마이크로소프트의 지식경영, 동방미디어, 2001

62. 문정문, 가치흐름분석을 통한 건설 프로세스의 낭비제거 방법 - 철근공사를 중심으로 -, 광운대학원 건축공학과 석사논문, 2001

63. 문정문, 김창덕, “건설공정의 낭비제거를 통한 생산성 향상방안”, 『한국건설관리학회 논문집』 3(4), 2002, pp. 93-103

64. 문정문, 김창덕, “건설공정의 낭비제거를 통한 생산성 향상 방안”, 한국건설관리학회 논문집 제3권 제4호 pp.93-103, 2002. 12.

65. 문정문, 김창덕, “건설공정의 낭비제거를 통한 생산성 향상 방안”, 한국건설관리학회 논문집 제3권 제4호 pp.93-103, 2002. 12.

66. 미시적 시뮬레이터를 이용한 교통대응 신호시스템의 운영효과 분석 - 이영인

67. 민성기, 창조적 경영관리 시스템 엔지니어링, 도서출판 문원, 2003

68. 박대홍, 김재준, 이현수, “건설 현장 자원소요예측시스템에 관한 연구”, 『대한건축학회 논문집』, 17(11), 2001

69. 박상혁, 김예상, 진상윤, “건설산업에서의 공급사슬관리(SCM) 적용에 관한 연구”, 『한국건설관리학회 논문집』, 4(3), 2003, pp. 85-93

70. 박용태, 차세대 기술혁신을 위한 기술지식 경영, 생능출판사, 2007

71. 박우열, “건설공사 철근정보관리 개선방안에 관한 연구”, 『한국건축시공학회 논문집』, v.5 n.4(통권 제18호)(2005-12)

72. 박우열, 김광희, 강경인, “국내 철근공사 실태분석 및 개선방안에 관한 연구”,『한국건축시공학회논문집』, 2004.9

73. 박우열, 김백중, 정현옥, 윤석헌, “국내 철근공사 배근상세 개선방안에 관한 연구”,『한국건축시공학회 논문집』, v.8 n.1(통권 제27호)(2008-02)

74. 박우열, 차정환, 강경인 (2002). "신경망이론을 이용한 공동주택 초기사업비 예측에 관한 연구.” 대한건축학회논문집(구조계), 18(7), pp.155-162.

75. 박주현, 김대영, 이학기.“린 건설과 연계한 생산성 저하요인과 Waste 요인과의 상호관련성 연구.” 한국건설관리학회, 건설관리 제4권 제4호, pp.164-172, 2003.12

76. 박현용, 이승현, 강태경, 이유섭, “설치 위치 정보를 포함한 배근시공상세도 작성 및 가공철근 자동 물량산출 시스템 개발”,『한국건축시공학회 논문집』, v.8 n.2(통권 제28호)(2008-04)

77. 박효열, 송용식, 김선국 (2004). "공동주택 실적공사 표준 DB를 이용한 코스트 모델.” 대한건축학회논문집(구조계), 20(5), pp.128-135.

78. 배영민 등. “시공단계 정보활용을 통한 웹기반 유지관리 시스템 개발.”한국건설관리학회, 논문집 제5권 제1호, pp.99-107, 2004.02

79. 배재성 ,고성장 기대되는 온라인 교육 시장 , 주간경제 643-4호 , LG경제연구원 , 2001

80. 배정익 외 2인, 정보 중심의 설계관리를 위한 설계 업무 프로세스 모델 개발, 대한건축학회논문집 23(3), 2007

81. 산업자원부, 『ID Tech EX』, 전자신문, 2005. 6.14

82. 삼성경제연구소, CEO Information 블로그 시대의 기업경영, 2005. 11. 9

83. 삼성물산 건설부문 건축사업본부, “마감공기 30% 단축 과제 시범현장 적용 결과보고서”, 2002. 04.

84. 삼성물산 건설부문 건축사업본부, “마감공기 30% 단축 과제 시범현장 적용 결과보고서”, 2002. 04.

85. 삼성물산 건설부문 건축사업본부, “프리마시스템, 인터넷을 이용한 현장 자원 및 정보관리기술”, 2000. 12.

86. 서상욱, 김재호, 김선국, 김창덕, 이현수, “TACT 공정관리 시스템 개발 및 적용 사례”, 한국건설관리학회 논문집 제 4 권 제 4 호 pp.145-154, 2003 .12.

87. 서상욱, 김재호, 김선국, 김창덕, 이현수, “TACT 공정관리 시스템 개발 및 적용 사례”, 한국건설관리학회 논문집 제 4 권 제 4 호 pp.145-154, 2003 .12.

88. 서상욱, 윤유상, “건축공사 공정관리에서 버퍼(buffer)의 활용방안”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집 제2회 pp.257-260, 2001. 11.

89. 서상욱, “건축공사의 최적화 공정계획에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 제12권 제3호 pp.195-202, 1996.03.

90. 서상욱, “건축공사의 최적화 공정계획에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 제12권 제3호 pp.195-202, 1996.03.

91. 서울대학교 공학연구소, 유니세크(주) 기술연구원, 교통관리 효과분석을 위한 모의실험 모형 개발

92. 서울시립대 손정훈, LG실트론 전략기획팀, 3세대 지식경영, 대청, 2003

93. 세계일보, [서명덕의 IT리뷰] “웹 2.0 콘퍼런스 2005” 눈길, 2005. 10. 10

94. 세계일보, [서명덕의 IT리뷰] “포크소노미” 네티즌 큰 관심, 2005. 10. 04

95. 소프트뱅크리서치 , CMS 솔루션 분석과 도입전략 2001

96. 송혁, 류성룡, 이한민, 정환욱, 임종성, 고성석 (2000). "공동주택에서의 건설정보통합을 위한 실무형 부위별 분류체계 구축에 관한 연구.” 한국건설관리학회논문집, 1(4), pp.98-99.

97. 신봉수, 김창덕, “건설공사 적시생산(Just-In-Time)을 위한 조달시스템 개발-콘크리트 타설 공사를 중심으로”, 『한국건설관리학회 논문집』, 5(6), 2004

98. 신봉수, 김창덕, 서상욱, 임형철, 최윤기, “건설공사의 적시생산(Just-In-Time)을 위한 양중시스템 개발”, 『한국건설관리학회 논문집』, 4(4), 2003, pp. 182-191

99. 신재원 외 2인, 설계협업 과정에서의 효과적인 설계관리를 위한 정보 중심의 설계업무 프로세스 모델링 기법 제안, 대한건축학회논문집 22(8), 2006

100. 안용선, 김진호, 21세기의 건설관리와 신공법, 보성각, 2001

101. 안용선, 송규열, 허정민 (2003). "건설사업 초기단계에서 개산견적의 정확성 향상방안.” 대한건축학회논문집(구조계), 19(11), pp.133-140.

102. 오상준, 서상욱, “건축공사 공정중심의 변이관리에 관한 연구”, 한국건설관리학회 논문집 제2권 제4호 pp.117-126, 2001. 12.

103. 오상준, 윤유상, 서상욱, 김창덕, “건축공사의 변이제어기구(Poka-yoke) 적용 방향”, 대한건축학회 춘계학술발표대회논문집 제21권 제1호pp.477-480, 2001. 04.

104. 오상준, “건축공사에서의 변이관리에 관한 연구”, 경원대학교 석사학위 논문, 2001.

105. 오성중 외 2인 , 실패 지식의 활용 현대경제연구원 , 2001

106. 오세욱, 김영석. “PDA 및 웹기반의 공동주택 품질점검 및 하자관리 시스템의 개발.” 한국건설관리학회, 논문집 제6권 제1호, pp.140-151, 2005.02

107. 오정숙 ,EIP 시장 전개 현황 및 전망 , KISDI IT FOCUS 정보통신정책연구원 , 2001

108. 오정숙, 정보통신산업동향 정보통신정책연구원 , 2001

109. 우성호. “웹기반 협조적 설계환경에 있어서 커뮤니케이션 미디어 개발을 위한 기초적 연구.” 한국실내디자인학회, 논문집 제13호 제5호, pp.223-232, 2004.10

110. 우제윤, 진희채, 지식정보관리시스템과 GIS 연계방안연구, 한국건설기술연구원, 2002

111. 원서경, 강민우, 우지연, 김선국 (2006). “건축 마감자재정보 시스템 모델 연구.” 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp.597-601.

112. 유승연 외 3인, 설계단계에서의 발주자 요구사항 관리를 위한 정보관리 시스템 개발에 관한 연구, 한국건설관리학회논문집 9(3), 2008

113. 유승환 외 2인, Web을 기반으로 하는 건축협업 설계시스템 기반구축에 관한 연구, 대한건축학회논문집 22(2), 2006

114. 유인출, 성공적인 e-Learning 비즈니스 전략 이비컴 , 2001

115. 윤영호, 양지수, “철근 기계화 가공 적용 사례”, 『한국콘크리트학회지』,5(4), 1993, pp. 66-76

116. 윤영호, 정회용, 철근기계화 가공 시범사업 성과 분석, 대한주택공사, 1993. 12

117. 윤유상, 정영권, 서상욱, 신동우, 김창덕, 김경래, “작업구역의 합리적 분할에 의한 건축 마감공사의 공정운영 개선”, 한국건설관리학회 논문집 제4권 제2호 pp.59-65, 2003. 06.

118. 윤유상, 정영권, 서상욱, 신동우, 김창덕, 김경래, “작업구역의 합리적 분할에 의한 건축 마감공사의 공정운영 개선”, 한국건설관리학회 논문집 제4권 제2호 pp.59-65, 2003. 06.

119. 윤유상, “건축 생산공정의 개선방안 : 린 설계(Lean Design)개념의 적용을 중심으로”, 경원대학교 석사학위 논문, 2000. 12.

120. 윤유상, “건축 생산공정의 개선방안 : 린 설계(Lean Design)개념의 적용을 중심으로”, 경원대학교 석사학위 논문, 2000. 12.

121. 윤창식, 김예상 (2000). "원가요소의 특성을 고려한 오피스 건물 개산견적 모델 개발에 관한 연구.” 대한건축학회논문집(구조계), 16(12), pp.163-174.

122. 이근식 외, 사이버 지식경영 윈컴프레스 , 2001

123. 이동준 (2003). 초기설계단계에서의 원가관리 프로세스 개선 및 요소별 비용 DB모델에 관한 연구, 석사학위논문, 단국대학교.

124. 이명식. “웹기반 건설 업무프로세스 모델 구축에 관한 연구.” 대한건축학회, 논문집 제20권 제7호, pp. 55-63, 2004.7

125. 이산 사건 모델링 및 시뮬레이션을 이용한 교통 흐름 분석 방법론 - 이자옥, 지승도

126. 이상범 외 5인, 건설경영공학, 기문당, 2004

127. 이상범, “건설자재의 적정 리드타임 산정에 관한 연구”, 『한국건축시공학회 논문집』, 4(1), 2004, pp. 105-11

128. 이성수 외 3인, "철근콘크리트조의 설계 전산화에 관한 연구",『대한건축학회논문집』, 11(3), 1995. pp. 129-136

129. 이순철, 지식경영 매뉴얼 매일경제신문사 , 2000

130. 이재학, 데이터베이스 디자인과 모델링, 베스트북, 2002

131. 이종근 외, 객체지향적 교통류 시뮬레이션 시스템

132. 이종호 ,EDMS(Electronic Document Management System) , 주간경제 574호 , LG경제연구원 , 2000

133. 이준성 외 2인, 설계업무 현황파악을 통한 설계관리 중점요소 도출에 관한 연구, 대한건축학회논문집 22(10), 2006

134. 이준영 ,B2E 구현을 위한 EIP 시장 동향 및 Case Study , EIP Solution Fair 2001

135. 이창림 외 4인, 건설설계학개론, 도서출판 구미서관, 2006

136. 이현수, 송상훈, 김우영, “정보분석을 통한 자재관리 프로세스 재설계”, 『대한건축학회 학술발표논문집』, 18(11), 2002, pp. 125-132

137. 임은모, 디지털 콘텐츠 입문론, 진한도서, 2001

138. 임종권 외 2인, 가치공학의 원리, 도서출판 구미서관, 2006

139. 임칠순, 이규철, "철근의 적정량 산출에 관한 연구",『한국건축시공학회 학술논문발표회』, 제1권, 2001

140. 장영철, 지식경영을 위한 인적자원 개발 및 관리체계 집문당 , 2001

141. 전준기 외 1인, 설계협업 프로세스의 개선을 위한 CMMI 도입 방안에 대한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, p.436-440 , 2008

142. 정병진, 생명주기를 고려한 사업주체별 자재관리 프로세스 개선에 관한 연구, 인하대학교 석사 논문, 1999

143. 정상진 외 16인, 건축시공 신기술 공법, 기문당, 2002

144. 정성희, 한주연, 김경래, 신동우, “중견건설업체의 다중현장관리를 위한 자재조달계획 지원모델”, 『한국건설관리학회 논문집』, 5(2), 2004, 106-114

145. 정인수 등. “건설분야의 지식관리 적용을 위한 학습모델 개발.” 한국건설관리학회, 논문집 제3권 제1호, pp.65-74, 2002.03

146. 정인수 외 2인 ,건설산업 지식관리체계 구현 전략 , 한국전자거래(CALS/EC)학회 종합학술대회 발표논문집 2000

147. 정인수 외 2인 ,건설산업의 지식관리체계 구현을 위한 주체별 역할 , 한국건설관리학회논문집 2001

148. 정인수 외 2인 ,건설산업의 지식관리체계 로드맵 , 한국전자거래(CALS/EC)학회논문집 vol.6 , no.1 , pp.101-121 , 2001

149. 정창덕, e-비즈니스를 위한 성공지식경영 학문사 , 2000

150. 조미란 외 3인, 효율적 사업수행을 위한 건설사업 프로세스모델 개발 대한주택공사 주택연구소 , 2000

151. 조수경 외 3인, 건축 프로젝트 요구정의 체계화 방안, 대한건축학회 학술발표대회논문집, p.633-636, 2006

152. 조수경, 건축기획단계에서 가치 특성에 따른 건축주 요구정의 모델 구축, 석사학위논문, 단국대학교, 2007

153. 조훈희, 강경인, "국내 철근가공공사의 실태에 관한 연구: 자재손실을 중심으로", 『대한건축학회논문집 학술발표대회논문집』, 16(2), 1996, pp. 771-774

154. 주식회사 대우, 『건축공사 견적 및 실행예산 작성 지침서』, 서울:주식회사 대우, 2001. 5.

155. 주진규, 김태희, 김선국, 철근공사 생산성 향상을 위한 작업 모델 연구, 대한건축학회 논문집(구조계), v.19 n.12(2003-12)

156. 진강규 (2004). 유전자 알고리즘과 그 응용, 제2판, 교우사, pp.61-63.

157. 천영호 ,EIP 최근동향과 사례분석 , IT Brief 소프트뱅크리서치 , 2001

158. 최성운, 객체지향 소프트웨어 개발 방법론의 객체지향 모델링 : OMOS

159. 최신 건축공정관리학 - 김경래, 김성식, 김정길, 서상욱, 이상범, 이찬식, 이학기, 임남기, 현창택

160. 최연주 외 2인, 설계업무 현황파악을 통한 설계관리 중점요소 도출에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계) 22(10), 2006

161. 최원식 ,건설산업의 지식관리체계 추진방향 , 건설기술정보 4월호 , 한국건설기술연구원 , 2001

162. 최철호, “건설분야에서의 RFID시스템 활용사례 및 발전방향”, 『한국건설관리학회 학술발표대회논무집』, 5, 2004, pp. 145-152

163. 컴퓨터 모의실험을 통한 고속도로 램프미터링의 효과분석

164. 태연기계,『한국 철근가공의 현주소』, 태연기계㈜, 2001.

165. 포스코경영연구소 , 지식경영 더난출판사 , 1999

166. 프로세스 시뮬레이션을 연계한 건설공정 시각화 - 서종원, 김영환, 정평기

167. 한국건설관리학회, 건설관리의 개념과 실제, MC Graw Hill, 2000

168. 한국건설기술연구원 , 건설사업 정보화 요소기술 개발(Ⅰ) - 건설산업의 지식관리체계 도입방안 연구 2000

169. 한국건설기술연구원 , 건설정보 분류체계 구축을 위한 연구 건설교통부 , 2001

170. 한국건설기술연구원 , 건설정보 분류체계 발전방향 수립 1999

171. 한국건설기술연구원 , 건설정보 분류체계 표준화 연구 1995

172. 한국건설기술연구원 , 건설정보 분류체계 표준화 연구(Ⅲ) 1996

173. 한국건설산업연구원, 건설관리 및 경영, 보성각, 2006

174. 한국도로공사 , 건설CALS 프로세스 모델링(현업부서용) 1999

175. 한국소프트웨어산업협회 , S/W산업 부문별 동향조사 보고서 2001

176. 한국전자통신연구원 ,지식관리시스템의 기술동향 및 전망 , 정보통신동향분석 2001

177. 한국콘크리트학회,『철근콘크리트 건물의 배근설계』,제3판, 서울: 태림문화사, 2000.5.10

178. 한국콘크리트학회,『콘크리트구조설계기준・해설』, 서울: 기문당, 2000.

179. 한국RFID/USN협회, 『RFID 산업동향 및 전망』, 2005, 9

180. 한미파슨스, Construction Management A to Z, 보문당, 2006

181. 한이수, “철근의 기계가공”, 『대림기술정보 겨울호』, 1991, pp. 99-107

182. 한지원 ,Knowledge Sharing Through e-Learning , Entrue C-Commerce World 2001 Entrue Consulting , 2001

183. 한충한, 주기범, 김형준 (2007). "건설자재 정보속성 정형화를 위한 조사·분석적 연구." 한국건설관리학회

184. 함치선 외 4인, "CAD시스템을 이용한 공동주택 철근 시공 상세도 및 물량산출시스템 개발에 관한 연구", 『대한건축학회논문집 구조계』, 15(8), 1998. pp. 111-119

185. 허명숙, 지식경영시스템, 한경사, 2007

186. 현대산업개발 구조설계팀, 『2002철근콘크리트 배근 상세도』, 개정판, 서울: 현대산업개발, 2002. 8. 26

187. 혼마이오쿠카, 『자재와 경영의 기본 자재관리』, 갑진출판사, 1996

188. 홍정기 ,e-Business를 위한 핵심 전략 : HP의 B2E Portal Solution , e-Biz Trends Fair 2001 2001

189. 히로타카 다케우치, 히토씨바시에서 배운다, 시그마프레스, 2006

190. A Computer model for the evacuation of large building populations - Peter A. Thompson, Eric W. Marchant

191. A.S. Milania, A. Shanianb, R. C. Abeyaratnea (2007). “A Group Decision Making Approach in Multi-Criteria Material Selection.”, Proceeding of the 18th IASTED International Conference MODELLING AND SIMULATION, pp.550-555.

192. A.Shanian & O. Savadogo (2006). "A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making." Materials & Design, 27(4), pp.329-337.

193. Adeli, H. and Wu, M. (1998). "Regularization neural network for construction cost estimation.” Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 124(1), 18-24.

194. Advantages of the Activity Scanning Approach in the Modeling of Complex Construction Processes – Julio C. Martinez, Photios G. Ioannou
195. Al-Tabtabai, H. Alex, A. P. and Tantash, M. (1999). "Preliminary cost estimation of highway construction using neural networks." Cost Engineering Journal, AACE, 41(3), 19-24.
196. American Concrete Institute,『ACE DETAILING MANUAL-1994』, Detroit: American Conctete Institute, 1994
197. ARENA Program Manual
198. Ballard, G. "Improving Work Flow Reliability." Proceeding, 7th Conference of the International Group for Lean Construction(IGLC), 버클리대, 캘리포니아, 미국, 1999
199. Ballard, G. "Lean Project Delivery System." White Paper No. 8, LCI, 캘리포니아, 2000
200. Ballard, G. and Howell, G. "Improving the Reliability of Planning: Understanding the Last Planner Technique." White Paper, Lean Construction Institute(LCI), 캘리포니아, 미국, 1997
201. Ballard, G. The Last Planner, Northern California Construction Institute, Monterey, 캘리포니아, 미국, 1994
202. Ballard, G., and Howell, G. "Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow." Proceeding, 2nd Annual Conference on Lean Construction, Potificia University Catolica de Chile, Santiego, Chile, 1994
203. Benold, Leohard E., Md. Salim, "Placementoriented design and delivery of concrete reinforcement", Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 119(2), 1993. pp. 323-335
204. C. M. Tam, Thomas K. L. Tong, Wilson K. W. Chan (2001) Genetic Algorithm for Optimizing Supply Locaations Around Tower Crane, J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, Vol. 127, No. 4, pp. 315-321.
205. Carlson, J. R. & Zmud, R. W.(1999), Channel expansion theory and the experiential nature of media richness perceptions, Academy Management Journal, 42, 153-170.
206. CII, Construction Safety Self-assessment Process, 1993
207. Coffey, M. "Developing and Maintaining Employee Commitment and Involvement in Lean Construction." Proceeding, 8th Conference of the

International Group for Lean Construction, Brighton, U.K., 1999

208. Creese, R. C. and Li, L. (1995). "Cost estimation of timber bridges using neural networks." Cost Engineering Journal, AACE, 37(5), 17-22.

209. CTSS-UCI http://krypton.its.uci.edu/~paramics/index.html

210. De Jong (1975). An Analysis of the Behavior of a Class of Genetic Adaptive Systems, Ph.D. Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor, M.I., U.S.A.

211. Development of Capability-Enhanced PARAMICS Simulation Environment - Lianyu Chu, Henry X. Liu, Will Recker

212. Discrete-Event system simulation - Jerry Banks, John S. Carson Ⅱ, Barry L. Nelson, David M. Nicol

213. Dunston, Phillip S., Leonhard E. Bernold, "Adaptive control for safe and quality rebar fabrication", Journal of Construction Engineering and Management, 126(2), 2000. pp.122-129

214. Garza, J. M. and Rouhana, K.G. (1995). "Neural networks versus parameter-based application in cost estimation." Cost Engineering Journal, AACE, 37(2), 14-18.

215. Goldberg, D. E. (1989). Genetic algorithms in search, optimization and machine learning, Addison-Wesley, Reading, M.A., U.K.

216. Goviadan Kannan, Michael Vorster (2000) Development of an Experience Database for Truck Loading Operations, J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, Vol. 126, No. 3, pp. 201-209.

217. H.Picard. "Construction Process Measurement and Improvement." Proceeding, 10th Conference of the International Group for Lean Construction, Gramado, Brazil, 2002

218. Hahn, G. J., and Shapiro, S. S. (1967) Statistical Models in Engineering. John Wiley and Sons, New York, N. Y.

219. Hayes B. Pehrson G.(1982). Thompson P. A., Willmer G.(1986)., "Risk Management in Engineering Construction", London Thomas Telford.

220. Hayes B. Pehrson G.(1982). Thompson P. A., Willmer G.(1986)., "Risk Management in Engineering Construction", London Thomas Telford.

221. Hegazy, T. and Ayed, A. (1998). "Neural network model for parametric cost estimation of highway projects." Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 124(3), 210-218.

222. Hicks, B. J., Culley, S. J., and Mullineux, G. (2002). "Cost estimation for standard components and systems in the early phases of the design process." Journal of Engineering Design, Taylor & Francis, 13(4), pp.271-292.

223. Holland, J. H. (1975). Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence, 2nd Ed., MIT Press.

224. Howell, G. "A Guide to the Last Planner for Construction Foremen and Supervisors." Restricted White Paper, LCI, 캘리포니아, 미국, 2000

225. Howell, G. "What is Lean Construction-1999." Proceeding, 7th Conference of the International Group for Lean Construction, University of California at Berkeley, California, 1999

226. Howell, G. and Ballard, G. "Implementing Lean Construction: Understanding and Action." Proceeding, 6th Conference of the International Group of Lean Construction, Guaruja, Sao Paulo, Brazil, 1998

227. Howell, G., "What is Lean Construction-1999", Proceeding 7th Conference of the International Group for Lean Construction, University of California at Berkeley, California, 1999.

228. INEWS24 , EIP 시장 동향과 솔루션 가이드 2001

229. International Group of Lean Construction. http://cic.vtt.fi/lean

230. Introduction to Simulation and SLAM Ⅱ - A. Alan B. Pritsker

231. James P.Womack and Daniel T.Jones, "LEAN THINKING", Simon & Schuster, 1996.

232. James P.Womack and Daniel T.Jones, "LEAN THINKING", Simon & Schuste r, 1996.

233. Javier Fente, Kraig Knutson, Cliff Schexnayder (2000) Defining a Probability Distribution Function for Construction Simulation. J. Constr. Engrg. and Mgmt.., ASCE, Vol. 126, No. 3, pp. 234-241.

234. JOINC.co.kr http://www.joinc.co.kr/

235. Joseph A. Demkin, The Architect's handbook of professional Practice, Student Edition 13th, AIA, 2002

236. Junior, A., Scola, A. and Conte, A. "Last Planner as a Site Operations Tool." Proceeding, 6th Conference of the International Group for Lean Construction(IGLC), Guaruja, Sao Paulo, Brazil, 1998

237. Karshenas, S. and Tse, J. (2002). "A case-based reasoning approach to construction cost estimating." Conference Proceedings of Computing in Civil Engineering, 113-123.

238. Kartam, N. A., Integrating Safety and Health Performance into Construction CPM, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 123, No. 2, 1997, pp. 121-126

239. Kibert, C. J., Coble, R. J., Integrating Safety and Environmental Regulation of Construction Industry, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 121, No. 1, 1995, pp. 95-99

240. Kim, K. H. (1996). Genetic Algorithm, Computing Structural Engineering, 9(2).

241. Lean Construction Institute Seminar. Notes from Introduction to Lean Construction, Dallas, Texas, 2002

242. Lean Construction Institute, http://www.leanconstruction.org

243. Lean Construction Institute, http://www.leanconstruction.org.

244. Linbeck Construction Company. Notes from Lean Job Site Handbook: Weekly Job Site Meeting Guide, California, 2002

245. M.Marosszeky., R.Thomas, K. Karim, S.Davis and D.McGeorge. "Quality Management Tools for Lean Production." Proceeding, 10th Conference of the International Group for Lean Construction, Gramado, Brazil, 2002

246. Martin LaMonica, CNET News.com, 2005. 08. 18

247. McKim, R. (1993). "Neural network applications to cost engineering." Cost Engineering Journal, AACE, 35(7), 31-35.

248. Modeling and simulation of the evacuation process of passenger ships - E.K. Boulougouris, A. Papanikolaou

249. Multimedia Development Software : Object-Oriented Interface-Based Simulation - Hossam El-Bibany

250. Multiobjective Optimization of Earthmoving Operations - Mohamed Marzouk, Osama Moselhi, F.

251. Navon, A. S., Y. Shechori, "Automated rebar constructability diagnosis", Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 126(5), 2000. pp. 389-397

252. Navon, R., A. Shapira, and Y. Shechori, "Automated rebar constructability diagnosis", Journal of Construction Engineering and Management, 126(5), 2000. pp. 389-397

253. Navon, Ronie, Ya'acov Rubinovitz, and Mendi Coffler, "Fully automated rebar CAD/CAM system:Economic evaluation and field implementation", Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 122(2), 1996. pp.101-108
254. Oloufa, A.A. (1993) Modeling of Building Construction Activities Using forms. Proceedings of ISARC, Houston, pp. 237-244.
255. P. Zhang, F. C. Harris, P. O. Olomolaiye, and G. D. Holt (1999) Location Opimizing for a Group of Tower Cranes, J. Constr. Engrg. and Mgmt.., ASCE, Vol. 125, No. 2, pp. 115-122.
256. Pappas, M. "Evaluating Innovative Construction Management Methods through the Assessment of Intermediate Impacts." Master thesis, University of Texas, Austin, 1999
257. PARAMICS : Parallel Microscopic Traffic Simulation - Brain J N Wylie, Gordon Cameron, Matthew White, Mark Smith , David McArthur
258. Pearson, K. (1934) Tables of the Imcomplete Beta Function. University College, London.
259. Planning and analysis of construction operations - Daniel W. Halpin, Leland S. Riggs
260. Renai LeMay, CNET News.com, 2005. 10. 24
261. ROADSIM : Simulation Modelling Applied to Road Construction - Serafim Castro, Nashwan N. Dawood
262. Salim, Md., Leohard E. Benold. "Designintegrated process planner for rebar placement", Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, Vol. 9(2), 1995. pp. 157-167
263. Short, J., Williams, E. & Christie, B.(1976), The social psychology of telecommunications, London: Wiley
264. SIGMA - Lee W. Schruben
265. Simulating Building Evacuations With a Model - Ronald Oldengarm
266. Simulation Tedhnologies for Planning Heavy Construction Processes - Jorge A. Vanegas, Edmundo B. Brovo, Danial W. Halpin
267. Simulation Tools for The economic evaluation of Base Construction - Jaehyun Choi, R. Edward Jr., Zohar J. Herbsman
268. Simulation with Arena 3rd ed - W. David Kelton, Randall Sadowski, Deborah A. Sadowski
269. Simulex : simulated people have needs too - Peter Thompson

270. Stock, J. H. and Watson, M. W. (2007). Introduction to econometrics, 2nd Ed., Pearson Education, Inc., M.A., U.S.A.

271. Sun Developer Network(SDN) http://java.sun.com

272. Testing and application of the computer model 'SIMULEX' – Peter A. Thompson, Eric W. Marchant

273. Theory of modeling and simulation – Bernard P. Zeigler, Herbert Praehofer, Tag Gon Kim

274. Thinking C++ Programming http://tc.pukyung.co.kr/

275. Tim O'Reilly, 한동훈역, Web 2.0이란 무엇인가 : 다음 세대 소프트웨어를 위한 디자인 패턴 및 비즈니스 모델(1), 한빛미디어, 2005. 10. 20

276. Tim O'Reilly, What Is Web 2.0 Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software, 2005. 09. 30

277. Tommelein, I.D. and Ballard, G. "Lookahead Planning: Screening and Pulling." Technical Report No. 98-2, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environment, University of California at Berkeley, California, 1997

278. Touran, A. (1990) Integration of Simulation with Expert Systems, J. Constr. Engrg. and Mgmt., ASCE, 116(3), pp. 480-493.

279. Touran, A. (1992) Automatic Generation of Simulation Codes in Construction. Proceedings of Computing in Civil Engineering.

280. Walbridge Aldinger Company. Notes from Lean Practices and Principles: Module No 1. project Logistics Plan, Michigan, 2001

281. Who Serves Whom? Dynamic Resource Matching in an Activity-Scanning Simulation System – Photios G. Ioannou, Julio C. Martinez

282. WIKIPEDIA http://en.wikipedia.org/wiki/

283. WIKIPEDIA, http://en.wikipedia.org/wiki/Web_2.0

284. Yeh, I. (1998). "Quantity estimation of building with logarithm-neuron networks." Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 124(5), 374-380.

285. ZDNet Korea, MS 웹 개발 전략도.타깃은 역시 구글.

부 록

시스템 사용자 매뉴얼

1. 배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템

2. 가공철근 조달관리 시스템

1. 배근시공상세도 및 바리스트 작성 시스템

목 차

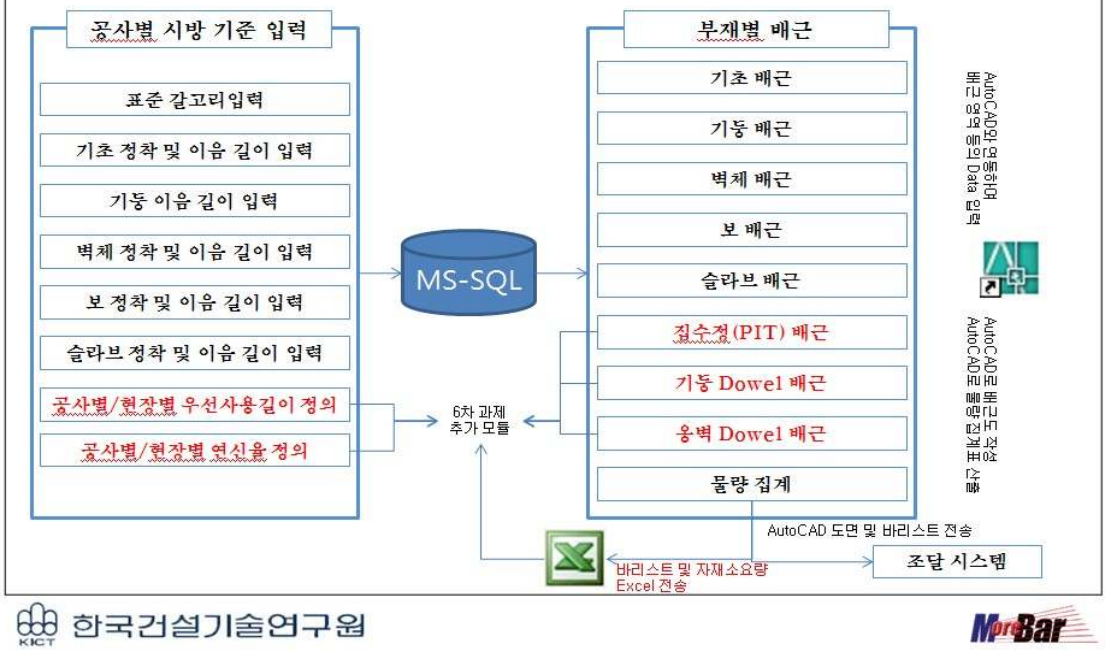
Ⅰ. 설계문서 ····· 1
1. 시스템 프로세스 ····· 1
2. 시스템 기능 정의서 ····· 1
3. 시스템 기능 명세서 ····· 2
4. DB 스키마 ····· 10
5. DB Table 목록 ····· 10
6. DB Table 명세서 ····· 11

Ⅱ. 사용자 매뉴얼 ····· 19
1. 메뉴 구성 ····· 19
2. 프로그램 시작 ····· 19
3. 배근 정보 ····· 20
4. 철근 배근 ····· 23
4.1 기초 ····· 23
4.2 기둥 ····· 26
4.3 옹벽 ····· 28
4.4 보 ····· 31
4.5 슬라브 ····· 34
4.6 집수정 ····· 37
4.7 기둥 Dowel ····· 39

4.8 옹벽 Dowel ····· 41
5. 물량 집계 ····· 44
5.1 바리스트 산출 및 전송 ····· 44
5.2 바리스트 조회 ····· 48

Ⅰ. 설계문서

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	1. 시스템 프로세스	Date	2010.4.30
Title	시스템 프로세스		



한국건설기술연구원

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**2. 프로그램 기능 정의서**	Date	2010.4.30
Title	**2.1 프로그램 기능 개요**		

2.1 프로그램 기능 개요

-. AutoCAD로 작성된 건축/구조도면상에서 배근영역 등의 정보를 입력 받아 시방기준(표준갈고리, 부재별 이음 정착 길이 등)을 적용하여 자동으로 철근 배근 시공 상세도를 작성

-. 집수정(PIT), 기둥 Dowel, 옹벽 Dowel 배근 기능 추가 (6차 추가)

-. 작성된 철근 배근 시공상세도에서 바리스트 산출하여 이를 AutoCAD상에 자동으로 집계표 작성

-. 산출된 바리스트와 배근 시공 상세도를 조달시스템으로 전송

-. 공사 및 형상별로 연신율 (절곡시 줄어 드는 길이)를 정의하여 절단 길이 산출 (6차 추가)



-. 산출되는 로스가 동일 할 경우 우선적으로 사용하는 길이 정의 (6차 추가)
(예를 들어 절단할 철근의 길이가 4,000mm일 경우 8,000mm 또는 12,000mm의 원자재를 사용하여 절단하면 로스가 0임
=> 이때 어떤 길이를 우선적으로 사용할 지 정의

-. 절곡시 줄어 드는 길이를 감안하여 최소 Loss가 산출되는 원자재 길이 산출(6차 추가)

-. 산출된 바리스트를 Excel로 전송

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**2. 프로그램 기능 정의서**	Date	2010.4.30
Title	**2.2 프로그램 기능 목록**		

2.2 프로그램 기능 목록

(1) 시방기준 관리
-. 표준갈고리, 부재별 이음 정착 길이 관리

(2) 도면 옵션 관리
-. 배근 시공상세도 작성 시의 글자 크기 및 폭 등을 관리

(3) 형상별 연신율 정의
-. 공사 및 연신율 (형상별로 절곡시 줄어 드는 길이)를 정의 (6차 추가)

(4) 우선사용 길이 정의
-. 산출되는 로스가 동일 할 경우 우선적으로 사용하는 길이 정의 (6차 추가)

(5) 배근 시공상세도 작성
-. 부재별(기초, 기둥, 옹벽, 보, 슬랩,보) 배근 시공 상세도 작성
-. 기타 부재(집수정(PIT), 기둥 Dowel, 옹벽 Dowel) 배근 시공 상세도 작성(6차)
-. AutoCAD와 연동하여 배근 영역등의 정보를 입력 받음
-. AutoCAD로 시공상세도를 작성

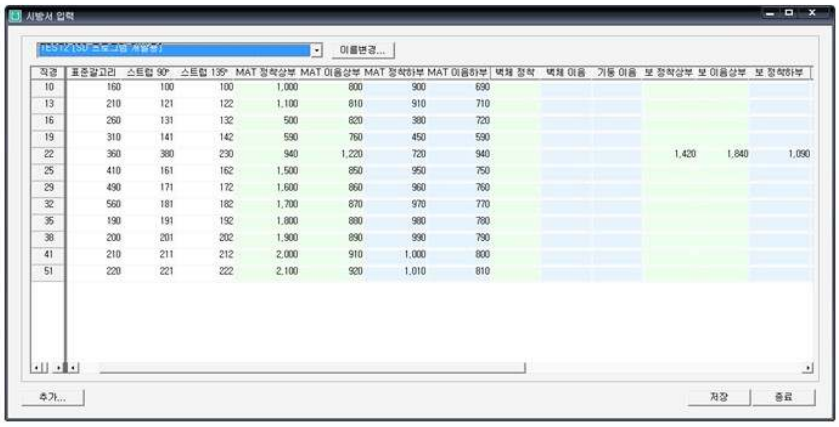
(6) 물량 집계
-. 배근 시공상세도에서 바리스트를 산출
-. 사용자가 수작업으로 추가 및 수정한 부분도 포함한 물량 집계
-. 집계된 물량을 AutoCAD로 출력(바리스트 집계표)
-. 절곡시 줄어드는 길이를 감안하여 최소 Loss가 산출되는 원자재 길이 산출(6차 추가)
-. 최소 Loss를 산출할 수 있는 원자재 길이가 포함된 집계표 및 Loss 발생현황을 Excel로 전송(6차 추가)

(7) 조달 시스템 전송
-. 철근 시공상세도와 바리스트를 조달 시스템 DataBase로 전송

(8) 조달 시스템 전송 Data 조회
-. 바리스트 및 도면 조회

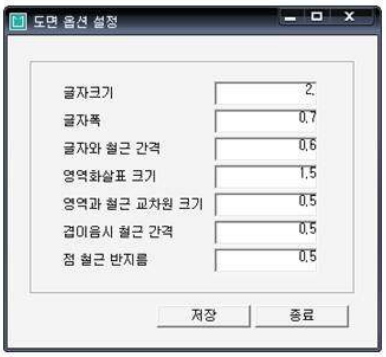
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.1 시방기준 관리**		

(1) 표준갈고리, 부재빌 이음 정착 길이 관리
(2) 신규 시방 기준을 입력하거나 입력된 시방 기준을 수정
(3) 입력값
-. 직경별 표준갈고리, 90도 스트럽, 135도 스트럽 길이
-. 기초, 슬라브, 보 : 직경별 상하부 정착 및 이음 길이
-. 벽체 : 직경별 정착 및 이음 길이
-. 기둥 : 직경별 이음길이

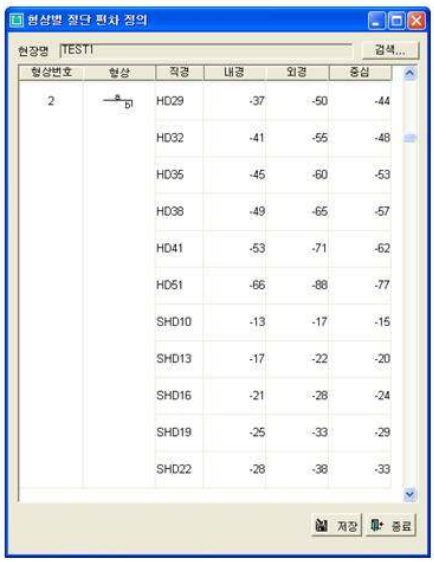


Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.2 도면 표현 옵션 관리**		

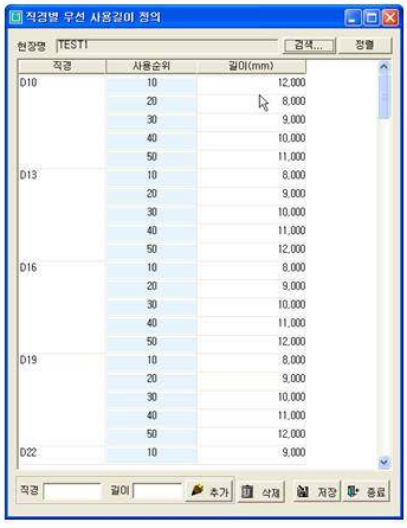
(1) 배근 시공상세도 작성 시의 글자 크기 및 폭 등을 관리
(2) 시공상세도 작성 시 이용되는 기본값이며 각 부재별 시공상세도 작성 화면에서 변경 가능
(3) 입력값 : 글자크기, 글자폭, 글자와 철근 간격, 영역 화살표 크기, 영와과 철근 교차원 크기, 겹이음시 철근 간격, 점 철근 반지름



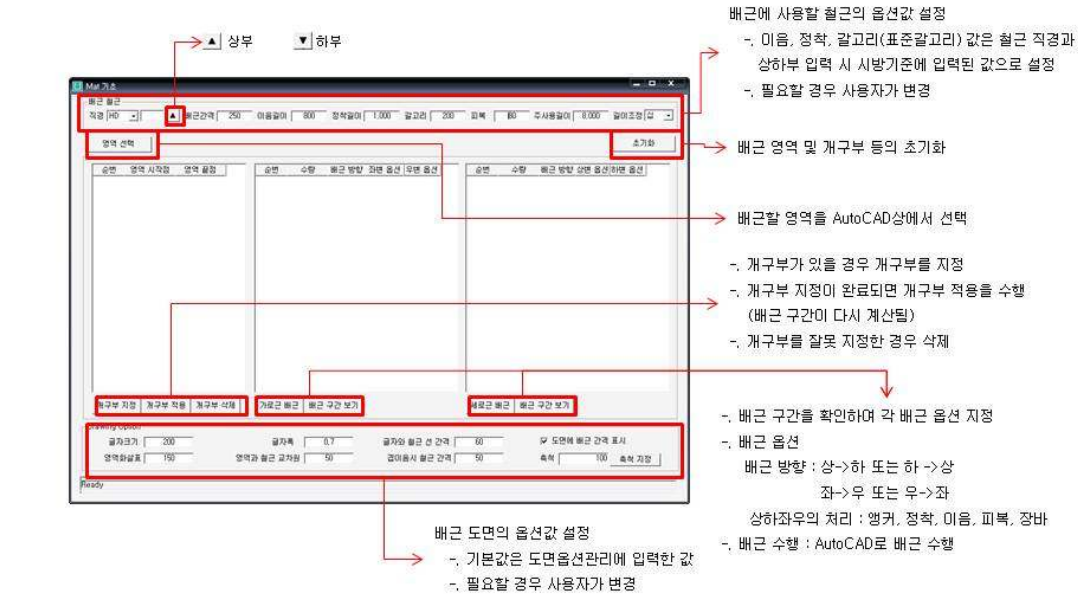
(1) 각 형상별로 절곡기준(내경/외경/중심)에 따라 줄어 드는 길이 정의



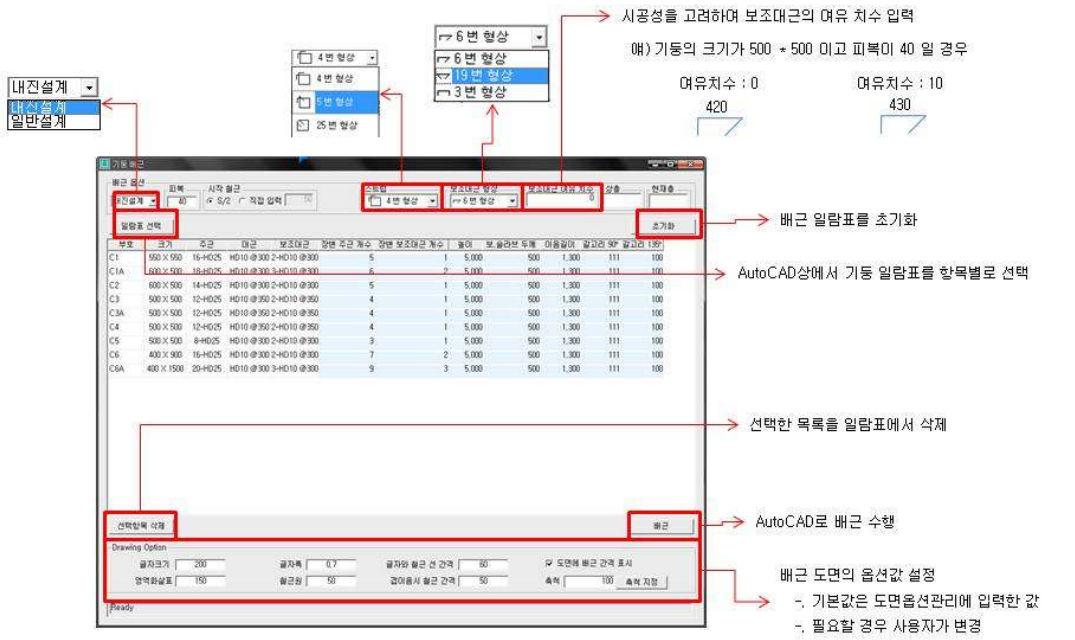
(1) 산출되는 로스가 동일 할 경우 우선적으로 사용하는 길이
(2) 예를 들어 절단할 철근의 길이가 4,000mm일 경우 8,000mm 또는 12,000mm의 원자재를 사용하여 절단하면 로스가 0임
=> 이때 어떤 길이를 우선적으로 사용할 지 정의



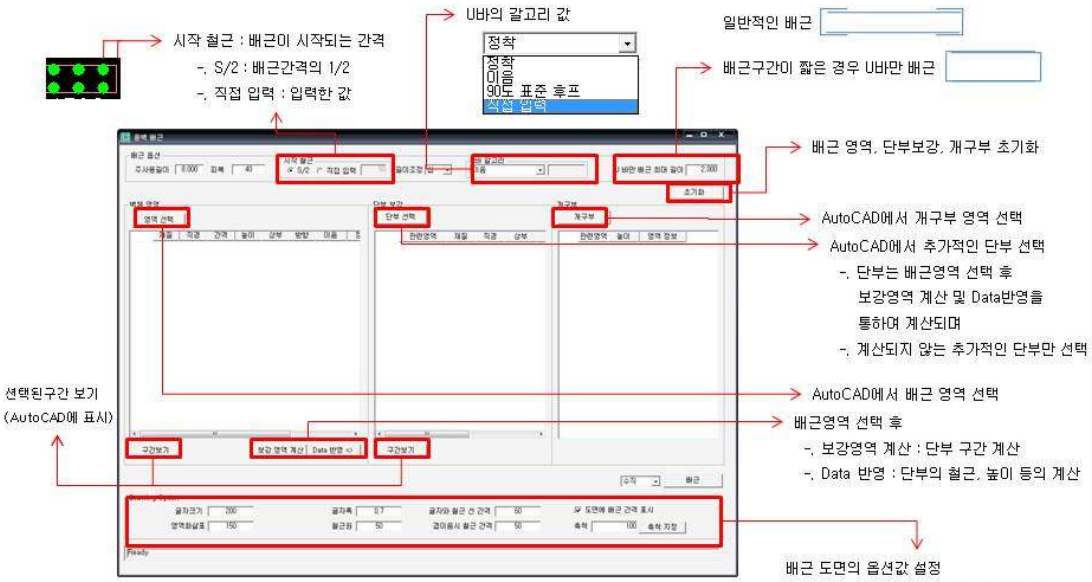
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.5 배근 시공상세도 작성 - 기초**		



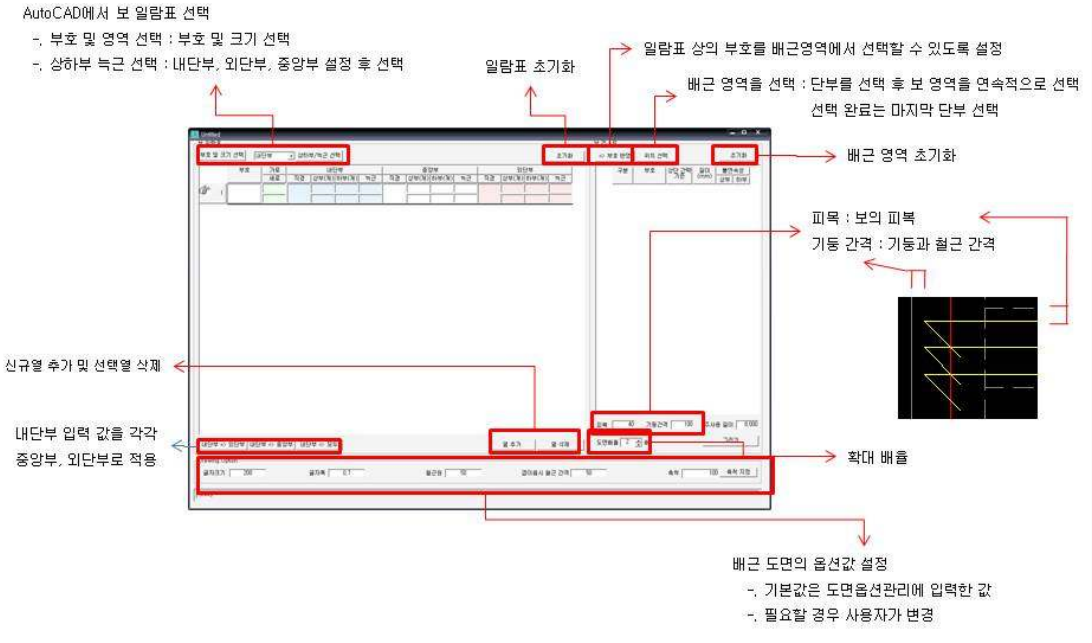
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.6 배근 시공상세도 작성 - 기둥**		



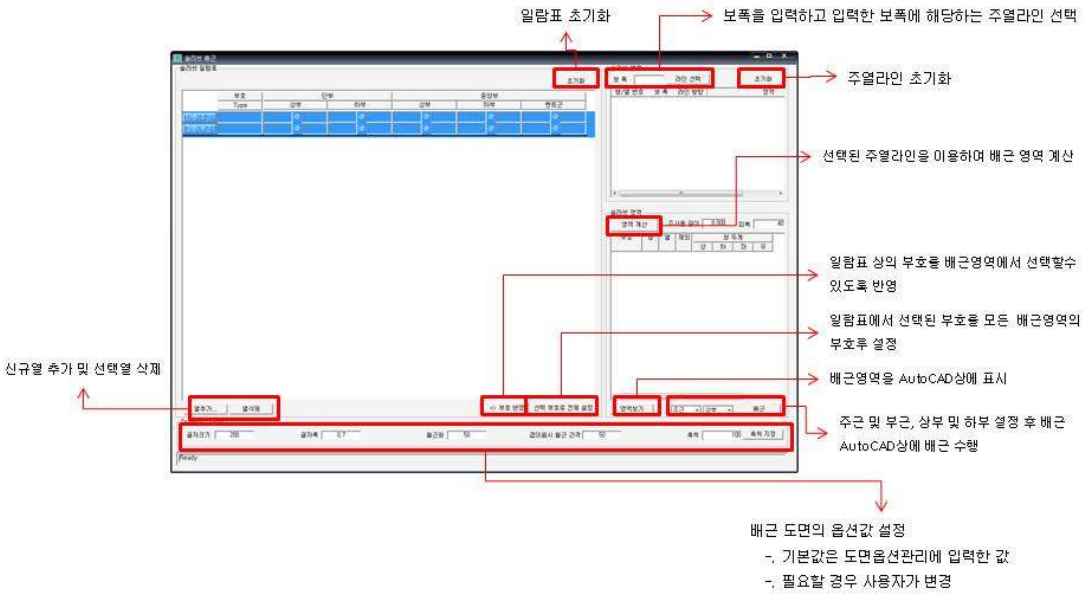
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.7 배근 시공상세도 작성 - 옹벽**		



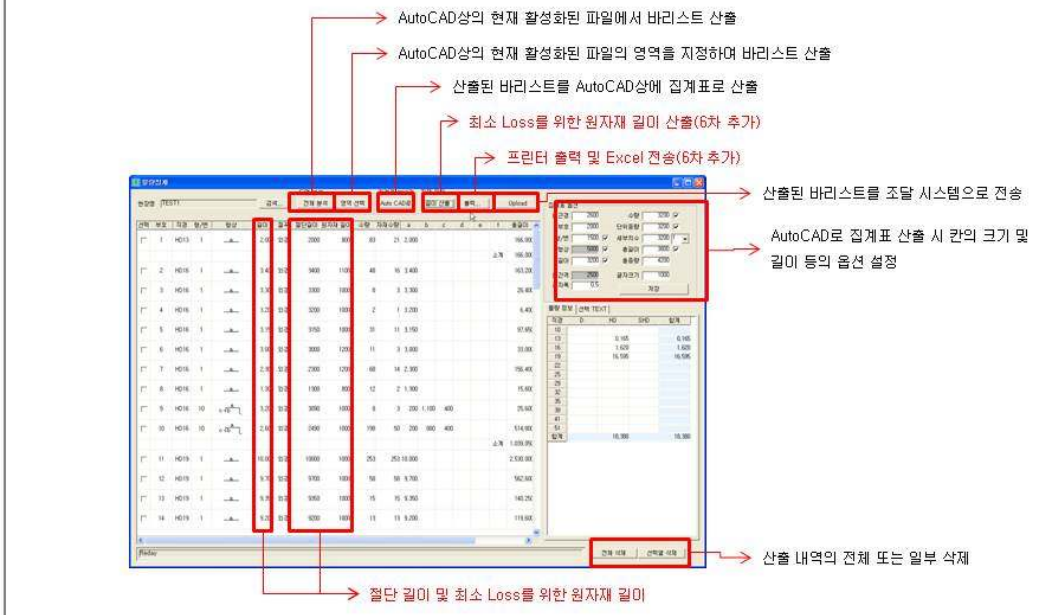
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.8 배근 시공상세도 작성 - 보**		



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.9 배근 시공상세도 작성 - 슬라브**		



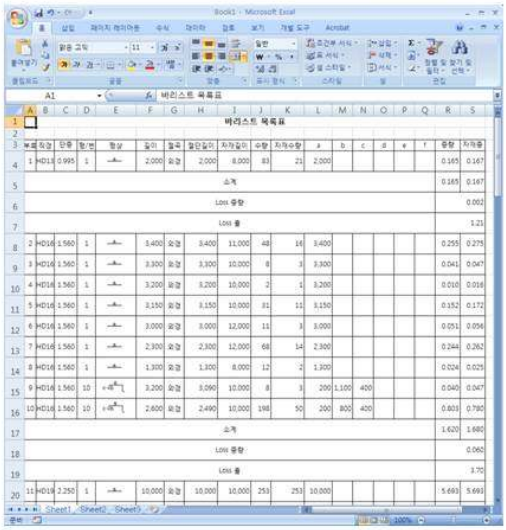
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.10 바리스트 산출 및 전송** **-. 바리스트 산출**		



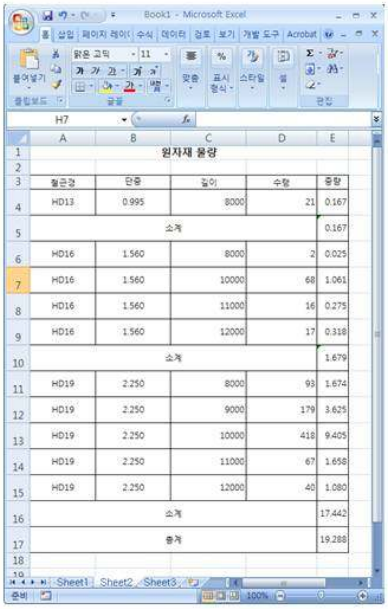


Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**3. 프로그램 기능 명세서**	Date	2010.4.30
Title	**3.10 바리스트 산출 및 전송** **-. 바리스트 출력 (6차 추가)**		

(1) Excel로 전송된 바리스트

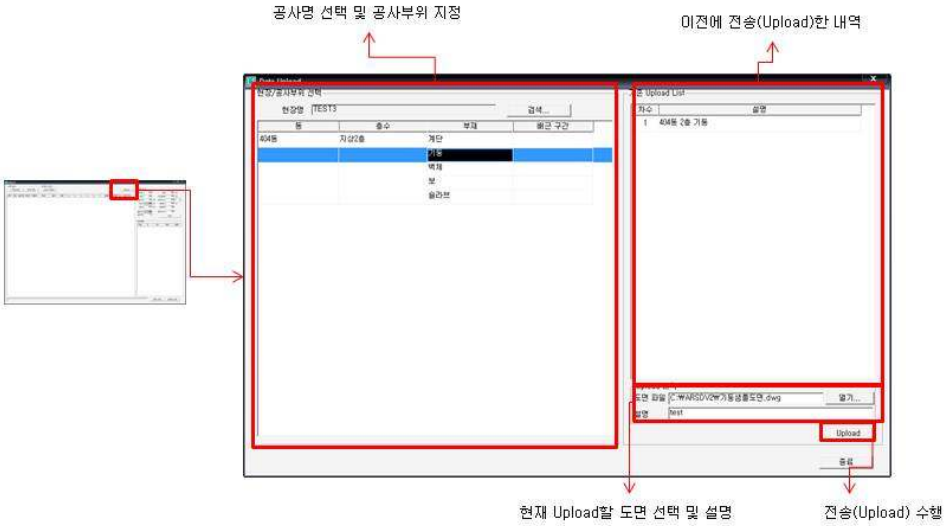


(1) Excel로 전송된 원자재 물량

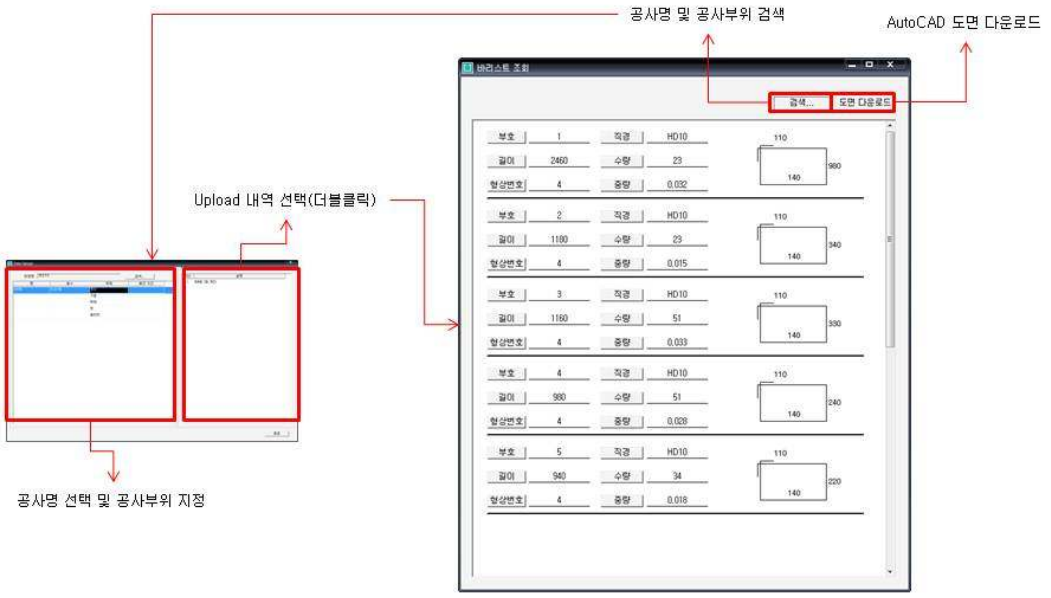


원자재 물량

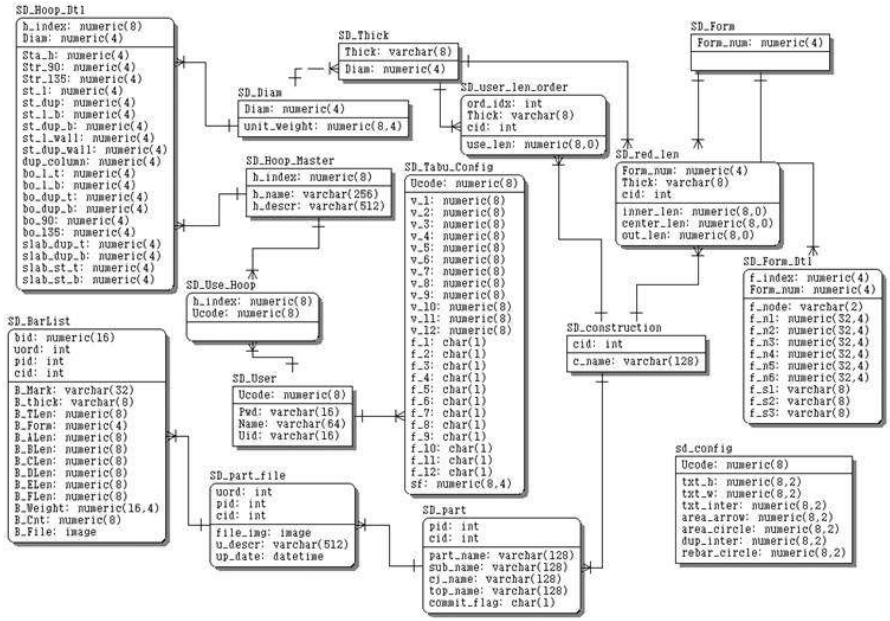
철근경	단중	길이	수량	중량
HD13	0.995	8000	21	0.167
소계				0.167
HD16	1.560	8000	2	0.025
HD16	1.560	10000	68	1.061
HD16	1.560	11000	16	0.275
HD16	1.560	12000	17	0.318
소계				1.679
HD19	2.250	8000	93	1.674
HD19	2.250	9000	179	3.625
HD19	2.250	10000	418	9.405
HD19	2.250	11000	67	1.658
HD19	2.250	12000	40	1.080
소계				17.442
총계				19.288



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	3. 프로그램 기능 명세서	Date	2010.4.30
Title	3.11 바리스트 조회		



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	4. DB 스키마	Date	2010.4.30
Title	ERD(6차 변경 및 추가)		



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**5, DB Table목록**	Date	2010.4.30
Title	**Table 목록**		

TableName	Comment	Description
SD_Diam	철근 직경별 단위중량	
SD_Thick	직경 및 재질	
SD_Hoop_Master	시방기준 마스터	식별 이름, 설명, 코드 등
SD_Hoop_Dtl	시방기준 상세	직경 부재별 정착, 이음, 갈고리 관리 상세 값
SD_Use_Hoop	사용자별로 사용중인 시방기준	로그인시 이전 사용값 설정을 위하여 필요
SD_Tabu_Config	집계표 작성 기준	집계표 작성시 각 칸의 넓이 및 높이 관리
SD_Config	배근도 표현 옵션	글자 크기,폭 등 배근도 작성시 옵션값 관리(사용자별)
SD_User	사용자	조달시스템과 연동
SD_Form	형상 마스터	철근 형상번호
SD_Form_Dtl	형상 상세	AutoCAD 상에 형상을 그리기 위한 정보
SD_Construction	현장	조달 시스템 연동
SD_Part	공사부위	조달 시스템 연동
SD_Part_File	부위별 업로드 리스트	조달 시스템 연동
SD_BarList	부위별 업로드 바리스트	조달 시스템 연동
SD_red_len	공사 및 형상별 축소길이(연신율)	6차 추가
SD_User_len_order	공사 및 직경별 우선 사용길이	6차 추가

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6, DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Diam – 철근 직경별 단위 중량**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Diam	직경	Numeric	4		Not Null	PK	철근의 지름
Unit_weight	단위중량	Numeric	8,4				단위 중량

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Thick – 철근 직경 및 재질**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Thick	재질 + 직경	Numeric	4		Not Null	PK	
Diam	직경	Numeric	8,4				단위 중량

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Hoop_Master – 시방 기준 – 직경 부재별 정착, 이음, 갈고리 관리**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
H_index	관리 코드	Numeric	8		Not Null	PK	단순 시퀀스 형태의 공사코드
H_name	이름	varchar	256				관리 이름(공사명 등을 주로 사용)
H_descr	설명	varchar	256				예 : 1층부터 10층 까지 적용

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Hoop_Dtl-시방서 기준 상세 - 직경 부재별 정착, 이음, 갈고리 관리 상세 값**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
H_index	관리 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	단순 시퀀스 형태의 관리 코드
Diam	직경	Numeric	4		Not Null	PK, FK	철근 직경
Sta_h	표준 갈고리	Numeric	4				
Str_90	스트럽 90도	Numeric	4				
Str_135	스트럽 135도	Numeric	4				
st_l	기초 상부 정착	Numeric	4				
St_dup	기초 상부 이음	Numeric	4				
St_l_b	기초 하부 정착	Numeric	4				
St_dup_b	기초 하부 이음	Numeric	4				
St_ l _wall	벽체 정착	Numeric	4				
St_dup_wall	벽체 이음	Numeric	4				
Dup_column	기둥 이음	Numeric	4				
Bo_l_t	보 정착 상부	Numeric	4				
Bo_dup_t	보 이음 상부	Numeric	4				
Bo_l_b	보 정착 하부	Numeric	4				
Bo_dup_b	보 이음 하부	Numeric	4				
Bo_90	보스트럽 90	Numeric	4				
Bo_135	보스트럽 135	Numeric	4				
Slab_st_t	슬라브 정착 상부	Numeric	4				
Slab_dup_t	슬라브 이음 상부	Numeric	4				
Slab_st_b	슬라브 정착 하부	Numeric	4				
Slab_dup_b	슬라브 이음 하부	Numeric	4				

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Use_hoop - 사용자별로 사용중인 시방 기준**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
H_index	시방서 관리 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	
Ucdde	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Tabu_Config – 집계표 작성 기준 – 집계표 작성시 각 칸의 넓이 및 높이 관리**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ucode	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	사용자 코드
V_1	철근경 칸 넓이	Numeric	8				
V_2	부호 칸 넓이	Numeric	8				
V_3	형상번호 칸 넓이	Numeric	8				
V_4	형상 칸 넓이	Numeric	8				
V_5	길이 칸 넓이	Numeric	8				
V_6	수량 넓이	Numeric	8				
V_7	단위중량 칸 넓이	Numeric	8				
V_8	세부치수 칸 넓이	Numeric	8				
V_9	총길이 칸 넓이	Numeric	8				
V_10	총중량 칸 넓이	Numeric	8				
V_11	줄 간격	Numeric	8				
V_12	글자크기	Numeric	8				
F_1 ~ 12	각 칸의 표시 여부	char	1				V_1 ~ V_12에 해당 하는 내용을 집계표 상에 표시할지 여부

F_1 ~ F_12 까지 총 12개 컬럼은 성격이 동일함으로 테이블 명세서 상에는 한칸으로 표시합니다.

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Config – 배근 표현 옵션**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ucode	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK, FK	
Txt_h	글자크기	Numeric	8	2			
Txt_w	글자 폭	Numeric	8	2			
Txt_inter	글자와 철근 간격	Numeric	8	2			철근 라인과 부호를 표기할 글자 간격
Area_arrow	영역화살표크기	Numeric	8	2			
Area_circle	영역과 철근교차원 크기	Numeric	8	2			
Dup_inter	겹이음시 철근 간격	Numeric	8	2			
rebar_circle	점 철근 반지름	Numeric	8	2			

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_user - 사용자**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ucode	사용자 코드	Numeric	8		Not Null	PK	
Pwd	암호	Varchar	16				
name	이름	Varchar	64				
uid	사영자 ID	Varchar	16				

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_From - 형상**		

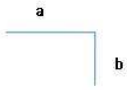
Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Form_num	형상번호	Numeric	4		Not Null	PK, FK	

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_From_Dtl – 형상별 구성 정보**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Form_num	형상번호	Numeric	8		Not Null	PK, FK	
F_index	식별 번호	numeric	4				단순 시퀀스 형태의 순서
F_node	객체 종류	Varchar(2)					L : 선, A : 원호 , C : 원 , T : 글자
F_n1	좌표값1	numeric	32,4				라인 -. 시작점 (X,Y) = (f_n1 , f_n2) -. 끝점 (X,Y) = (f_n3 , f_n3) 원 -. 중심점 (X,Y) = (f_n1 , f_n2) -. 반지름 = f_n3 원호 -. 중심점 (X,Y) = (f_n1 , f_n2) -. 반지름 = f_n3 -. 시작각도 = f_n4 -. 끝 각도 = f_n5 글자 -. 글자 삽입점 (X,Y) = (f_n1 , f_n2)
F_n2	좌표값2	numeric	32,4				
F_n3	좌표값3	numeric	32,4				
F_n4	좌표값4	numeric	32,4				
F_n5	좌표값5	numeric	32,4				
F_n6	좌표값6	numeric	32,4				
F_s1	표기 값	Varchar	8				글자일 경우 표기 부호

F_N6과 F_s2, F_S3는 현재 사용되지 않는 컬럼으로 추후를 대비하여 예비로 생성해 놓은 컬럼입니다.

좌측과 같이 형상일 경우 각 라인의 시작점 끝 점의 좌표와 치수를 기입한 a, b 의 위치 및 글자가 저장



Form Num	F Index	F Node	F N1	F N2	F N3	F N4	F N5	F N6	F S1	F S2	F S3
2	1	T	2982.0054	-1608.1956	0	0	0	0	b		
2	2	T	2235.8220	-987.6891	0	0	0	0	a		
2	3	L	3340.2936	-1099.7332	3340.2936	-1616.6700	0	0			
2	4	L	1368.7724	-1099.7332	3340.2936	-1099.7332	0	0			

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_construction – 공사명**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK	단순 시퀀스 형태의 공사코드
c_name	공사명	varchar	128				

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Part – 공사부위**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
pid	부위코드	int	4		Not Null	PK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
top_name	공사부위(동)	varchar	128				주로 동을 입력(101동, 주차동, …)
part_name	공사부위(층)	varchar	128				주로 층수 입력(1층, 지하층, …)
sub_name	공사부위(부재)	varchar	128				기초, 기둥, 보, …
cj_name	공사부위(CJ)	varchar	128				Cross Joint 번호(1구간, X열, …)
Commit_flag	승인여부	Char	1	0			1 : 승인 완료 , 0 : 미승인

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Part_file – 공사부위별 Upload 내역**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
uord	수정 차수	int	4		Not Null	PK	해당 공사부위의 수정된 차수
Pid	부위코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
U_descr	설명	Varchar	512				전달 사항 등을 Text로 기술
File_img	CAD 도면	image					납품 도면의 CAD 파일(Binary 파일)
Up_date	업로드 날자	Datatime	8				

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_Part_file – 공사부위별 Bar List 내역**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
bid	철근코드	int	4		Not Null	PK	시퀀스 형태의 철근 코드
uord	수정차수	int	4		Not Null	PK, FK	해당 공사부위의 수정된 차수
Pid	부위코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 부위코드
cid	공사코드	int	4		Not Null	PK, FK	시퀀스 형태의 공사코드
B_mark	부호	varchar	32				도면상에 표시된 부호
B_thick	철근경	varchar	8				재질 + 직경 (D10, HD10, SHD10)
B_tlen	길이	numeric	8,0				단위 : mm
B_cnt	수량	numeric	8,0				단위 : EA
B_Form	형상번호	numeric	4,0				
B_alen	세부 치수(a)	numeric	8,0				단위 : mm
B_blen	세부 치수(b)	numeric	8,0				단위 : mm
B_clen	세부 치수(c)	numeric	8,0				단위 : mm
B_dlen	세부 치수(d)	numeric	8,0				단위 : mm
B_elen	세부 치수(e)	numeric	8,0				단위 : mm
B_flen	세부 치수(f)	numeric	8,0				단위 : mm
B_weight	단위중량	numeric	16,4				직경별 단위 중량(Kg/m)
B_file	형상 파일	Image					형상과 세부 치수 정보를 담은 그림 파일

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**6. DB Table명세서**	Date	2010.4.30
Title	**SD_red_len – 공사 및 형상별 축소길이(연신율X6차 추가)**		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Form_num	형상번호	numeric	4,0		Not Null	PK, FK	
cid	공사코드	Int	4		Not Null	PK, FK	
thick	철근경	Varchar	8		Not Null	PK, FK	
Inner_len	내경 축소길이	numeric	8,0				
Center_len	중심 축소길이	numeric	8,0				
Out_len	외경 축소길이	numeric	8,0				

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	6. DB Table명세서	Date	2010.4.30
Title	SD_user_len_order - 공사 및 직경별 우선사용 길이(6차 추가)		

Column Name	Comment	Data Type	Length	Default	Null	Key	Description
Ord_idx	사용 순위	numeric	4,0		Not Null	PK	
cid	공사코드	Int	4		Not Null	PK, FK	
thick	철근경	Varchar	8		Not Null	PK, FK	
Use_len	사용길이	numeric	8,0				

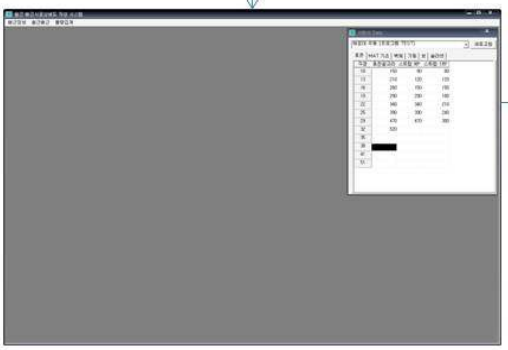
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**1. 메뉴 구성**		



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**2. 프로그램 시작**		



부여된 ID/암호를 이용하여 로그인



[로그인 후 초기 화면]

현재 작업할 현장의
시방기준을
확인하여 정확히 설정

이후 부재별 배근 및 물량집계의 기준이 되는 값으로 정확한 입력 및 설정이 필요합니다.

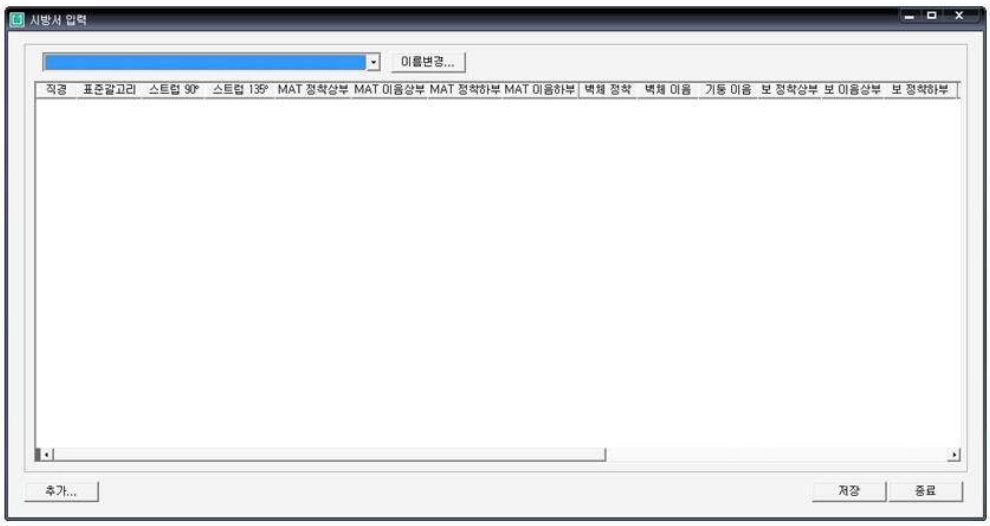


[사용중인 시방 기준 값]

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**3. 배근 정보** **3.1 시방서값 입력**		

(1) 기능 개요

-. 각 현장별 시방기준(정착/이음/갈고리 길이)을 입력/수정합니다.
-. 이후 부재별 배근 및 물량 집계 시 입력된 기준을 적용하며 배근됨으로 정확한 값을 입력해야 합니다.

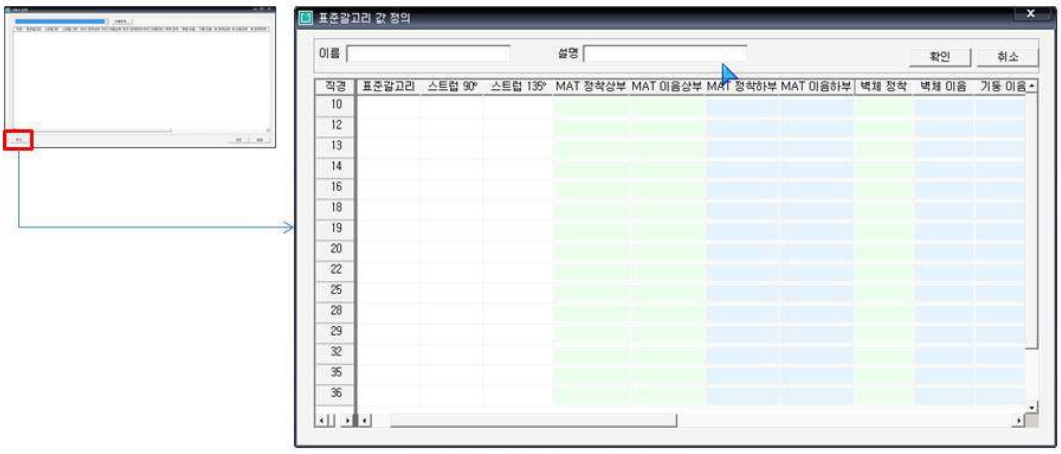


Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**3. 배근 정보** **3.1 시방서값 입력**		

(2) 사용법

1) 신규 입력

-. 추가 버튼을 클릭 하면 새로운 시방 기준을 입력할 수 있습니다.
-. 시방기준의 이름과 설명 및 직경별 시방기준을 입력한 후 확인 버튼을 누르면 신규 기준으로 입력됩니다.
-. Data가 조회된 상태에서 추가 버튼을 클릭하면 조회된 Data를 기본값으로 하여 새로운 기준을 입력할 수 있습니다.
(기존 입력된 시방기준의 일부만 다를 경우 활용)



[조회된 Data 없이 추가 버튼 클릭 시]



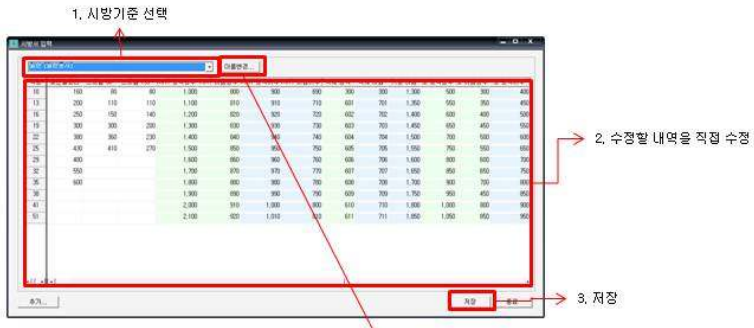
[Data 조회 후 추가 버튼 클릭 시]

TIP) 한 개의 현장에서 두 가지 이상의 시방기준이 적용될 경우, 예를 들어 지하층과 지상층이 다를 경우
이름에는 현장명, 설명에는 각각 지하층, 지상층을 입력하며 두개의 시방기준을 만들어 활용하시기 바랍니다.

(2) 사용법

2) 수정

-. 초기 화면에서 Data 조회 후 수정할 부분을 직접 수정하고 저장을 수행합니다.



3) 이름 변경

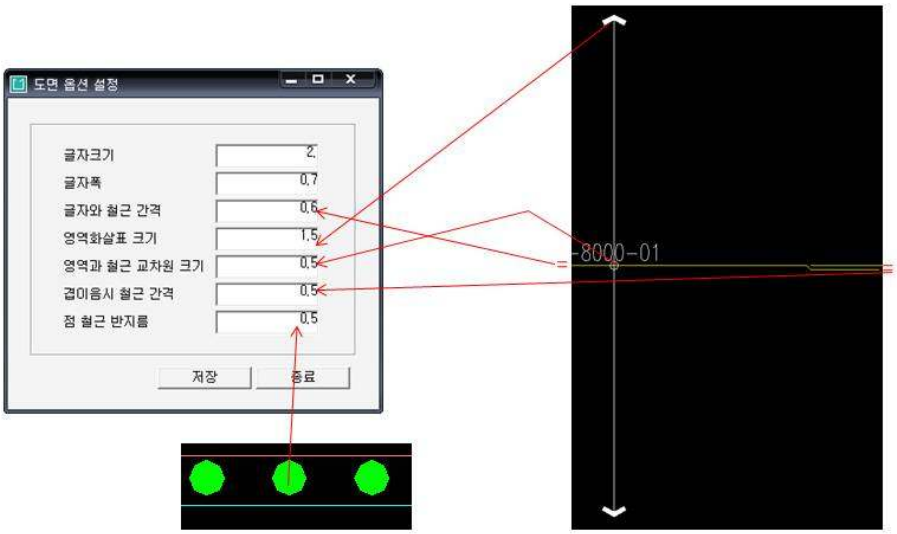
-. 입력한 시방 기준의 이름 및 설명을 변경
-. 이름 변경 버튼을 클릭하며 새로운 이름과 설명 입력 후 확인 버튼 클릭
-. 이름 및 설명에 오타가 있을 경우 주로 사용



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**3. 배근 정보** **3.2 도면 옵션 설정**		

(1) 기능 개요

-. 프로그램에서 AutoCAD상에 배근을 수행 할 때 글자 크기, 폭 등의 값을 설정합니다.
-. 사용자별로 저장됩니다.
-. 1 : 1 스케일을 기준으로 입력합니다.



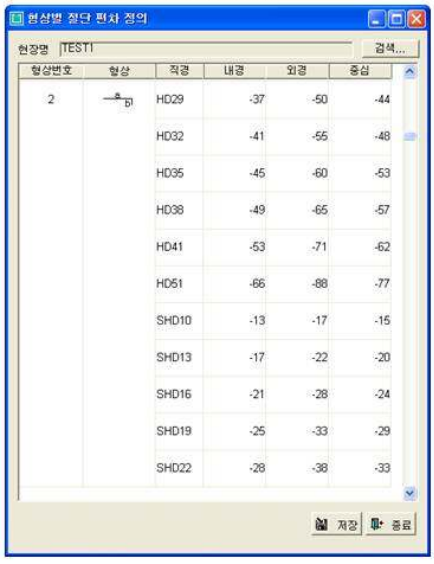
한국건설기술연구원 KICT

MoreBar

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**3. 배근 정보** **3.3 형상별 연신율 정의**		

(1) 기능 개요

-. 각 형상별로 절곡기준(내경/외경/중심)에 따라 줄어 드는 길이를 입력 합니다.
-. 형상별로 값을 입력하고 저장 버튼을 클릭하여 저장합니다.



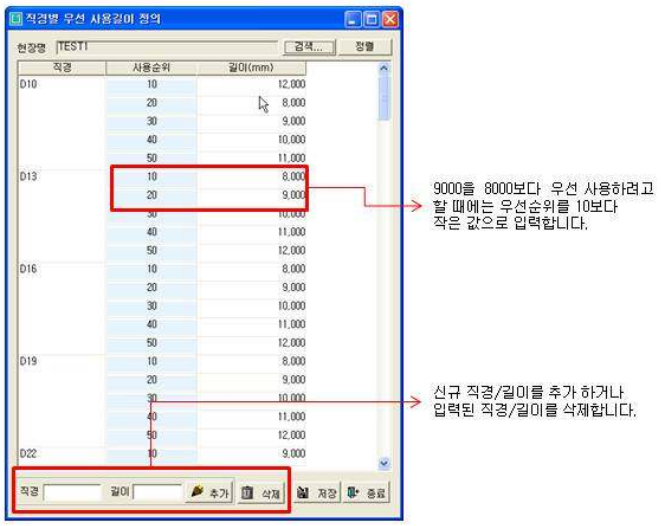
한국건설기술연구원 KICT

MoreBar

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**3. 배근 정보** **3.4 우선사용길이 정의**		

(1) 기능 개요

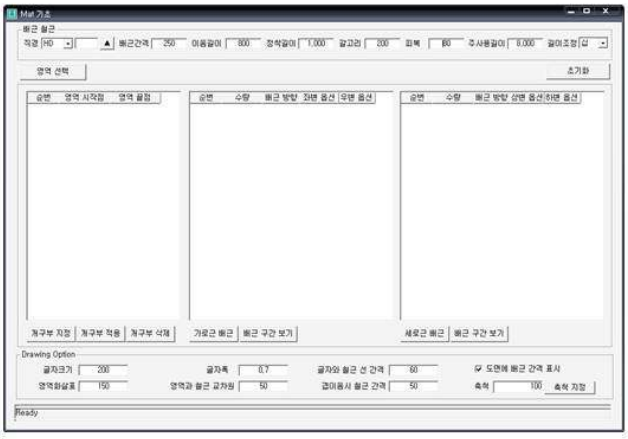
-. 산출되는 로스가 동일 할 경우 우선적으로 사용하는 길이를 입력합니다.
-. 사용순위를 입력하고 저장 버튼을 클릭하여 저장합니다.



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**4. 철근배근** **4.1 기초**		

(1) 기능 개요

-. 기초 배근을 수행합니다.
-. 수행전에 시방기준이 정확히 설정되어 있는 지 한번 더 확인합니다.



[프로그램 초기화면]

(2) 사용법

1) 배근 철근 입력

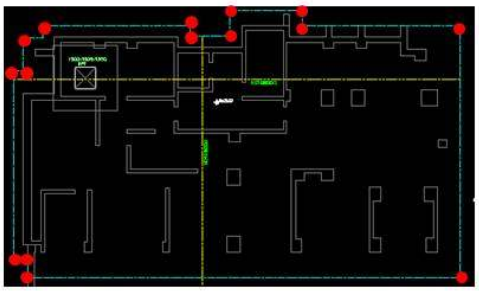




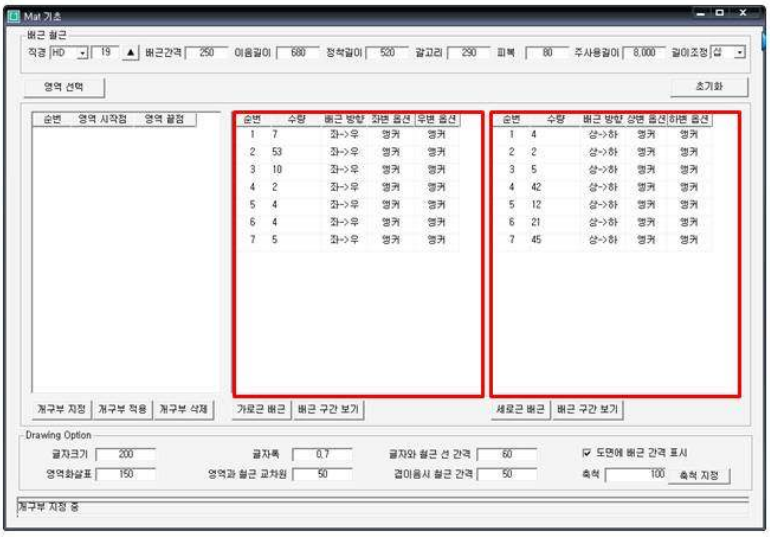
1. 배근에 사용할 직경과 상부근 또는 하부근 선택
   -. 입력 값을 이용하여 시방기준에서 이음, 정착, 갈고리 값이 설정됨
   -. 시방기준과 다른 이음, 정착, 갈고리 값을 적용해야 할 경우 직접 수정할 수 있습니다.
2. 배근 간격을 입력 : 도면에 정해진 배근 간격을 입력합니다.
3. 피복 입력 : 피복값을 입력합니다.
4. 주사용길이 입력 : 현장에서 주로 사용할 철근 길이를 입력합니다
5. 길이 조정 : 철근의 길이를 단순화할 단위를 입력합니다. (십 또는 백)

2) 영역 선택





1. 영역 선택 버튼 클릭 후
2. AutoCAD에서 배근할 영역의 각 경계점을 순서대로 클릭
3. 최초 선택한 점을 클릭하면 영역 선택 완료



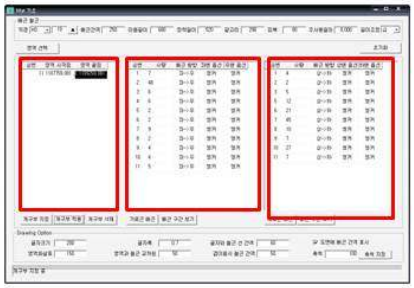
[영역 선택이 완료되면 시스템이 자동으로 가로근 및 세로근의 배근 구간을 계산]

3) 개구부 지정 및 적용





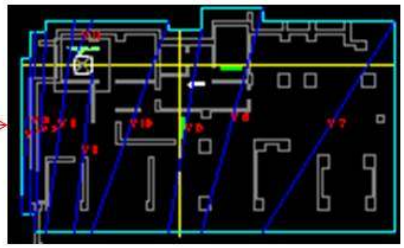
1. 개구부 지정 버튼을 클릭하고 AutoCAD에서 개구부의 시작점, 끝점을 클릭
2. 개구부가 여러 개 있을 경우 1의 과정을 반복
3. 개구부를 잘못 지정한 경우 해당 개구부를 선택하고 개구부 삭제 버튼을 클릭
4. 개구부 지정이 완료 되면 개구부 적용을 클릭



[개구부 적용 시 개구부를 감안하여 가로근 및 세로근의 배근영역 계산]

4) 옵션 지정 및 배근





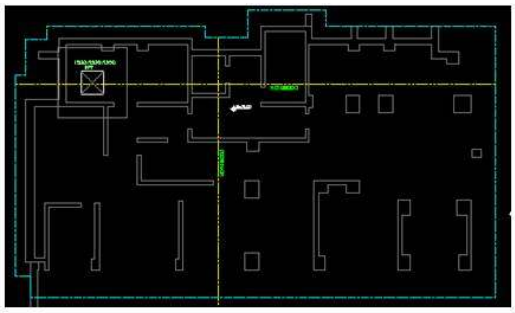
[배근 구간 보기를 수행하면 AutoCAD에 배근 구간이 나타남]



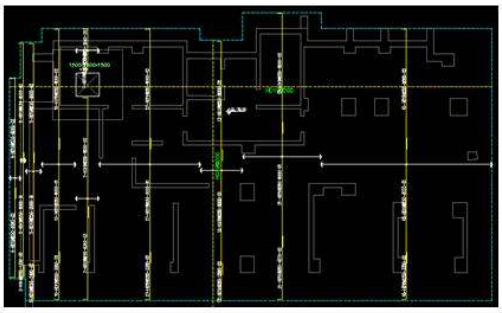


1. 배근 구간 보기를 수행하여 배근 구간 확인
2. 각 구간별 배근 방향 및 상하 좌우 변의 배근 옵션을 지정
3. 옵션 지정이 완료 되면 배근 수행

5) 배근 완료 도면



[배근 전 도면]



[시스템을 이용한 배근 도면]

(1) 기능 개요

-. 기둥 배근을 수행합니다.
-. 수행전에 시방기준이 정확히 설정되어 있는 지 한번 더 확인합니다.
-. 기둥 일람표를 이용하여 배근을 수행합니다.



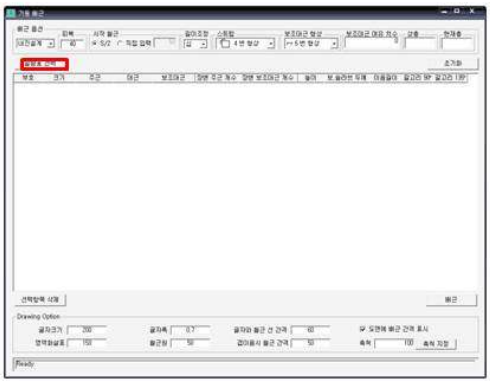
[프로그램 초기화면]



[기둥 일람표]

(2) 사용법

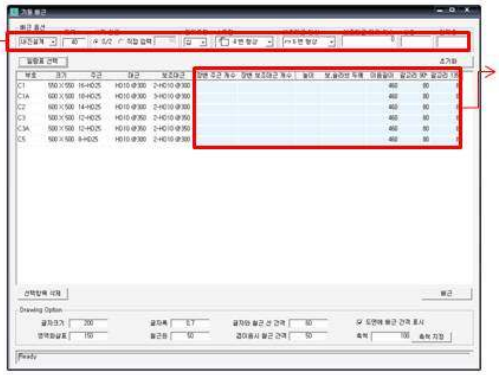
1) 기둥 일람표 선택





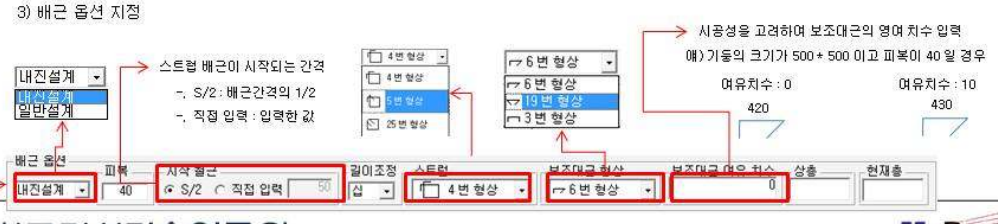
1. 일람표 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 부호, 크기, 주근 , 대근 , 보조근(보조대근)을 선택한 후 Space바를 입력
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 일람표 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 일람표 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

2) 일람표 추가 항목 입력



1. 일람표 선택이 완료 되면 그림과 같이 선택한 항목이 나타납니다.
2. 추가적으로 장변 주근 개수, 장변 보조대근 개수, 보,슬라브 두께를 입력합니다.
3. 이음 및 갈고리 길이는 시방기준을 이용하여 기본값이 설정 됩니다.
   시방기준과 다른 기준을 적용해야 할 경우에만 수정하십시요.

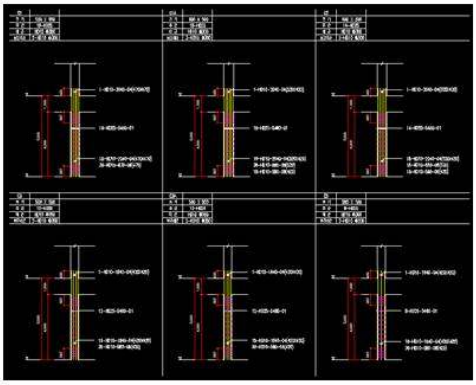
3) 배근 옵션 지정



4) 배근 완료 도면



배근 버튼을 클릭 후 AutoCAD상에서 배근도면이 삽입될 위치 클릭



추가 작업
-. 해당 현장에 맞는 도면들을 복사
-. 필요한 경우 단면 형태를 복사

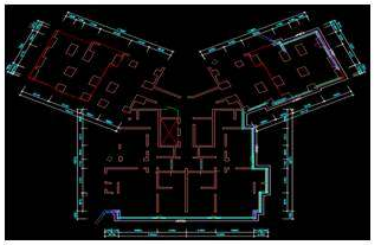
[시스템을 이용한 배근 도면]

(1) 기능 개요

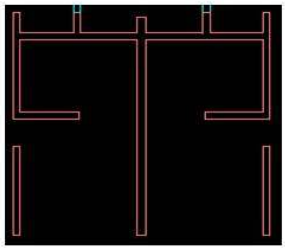
-. 옹벽 배근을 수행합니다.
-. 수행전에 시방기준이 정확히 설정되어 있는 지 한번 더 확인합니다.
-. 원활한 영역 선택을 위하여 사전 작업이 필요할 수 있습니다.

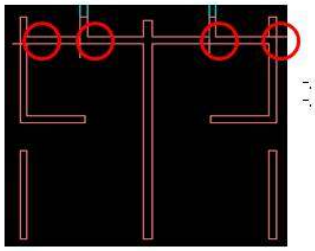


[프로그램 초기화면]



[옹벽 원도]

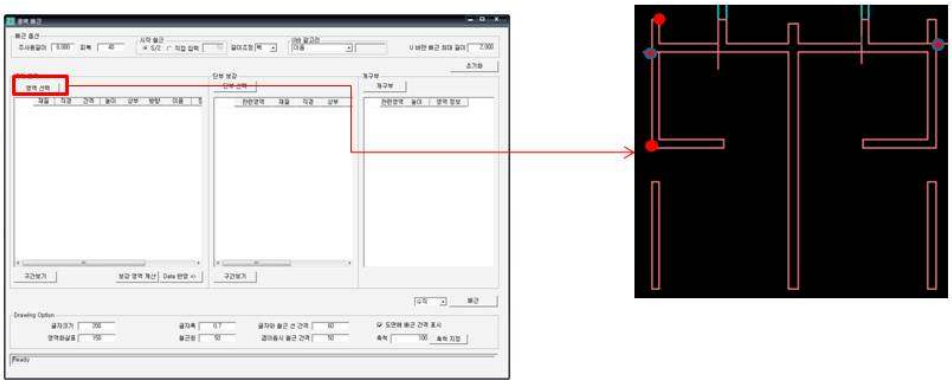




-. 배근 영역 선택 시 시작점과 끝점을 선택합니다.
-. 원활한 영역 선택을 위하여 연장선을 미리 삽입합니다.

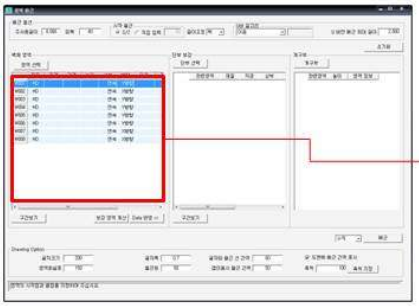
(2) 사용법

1) 배근 영역 선택



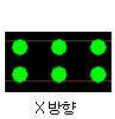
1. 영역 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 옹벽의 시작점, 끝점을 선택
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 영역 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

2) 추가 항목 입력

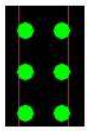


	재질	직경	간격	높이	상부	방향	이음	정
W001	HD				연속	Y방향		
W002	HD				연속	X방향		
W003	HD				연속	Y방향		
W004	HD				연속	Y방향		
W005	HD				연속	Y방향		
W006	HD				연속	Y방향		
W007	HD				연속	X방향		
W008	HD				연속	X방향		

직경 : 배근될 철근의 직경, 입력 시 이음, 정착 길이는 시방기준을 이용하여 기본값이 설정 됩니다. 다른 기준을 적용할 경우 변경하십시요.
간격 : 배근 간격
높이 : 벽체 높이
상부 : 연속 – 상층의 벽체와 연결됨
불연속 – 상층의 벽체가 없거나 연결되지 않음
방향 : 배근 방향, 긴쪽 방향으로 기본값 설정

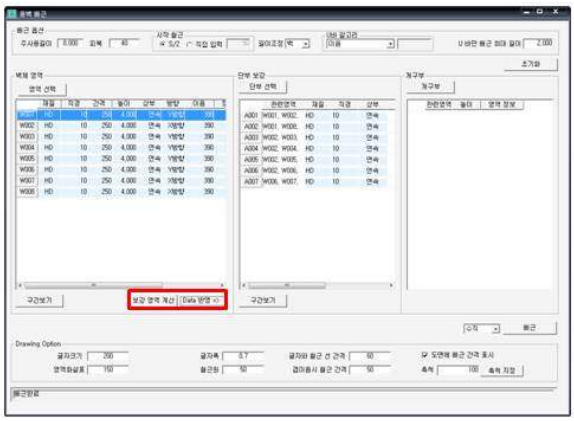


X방향



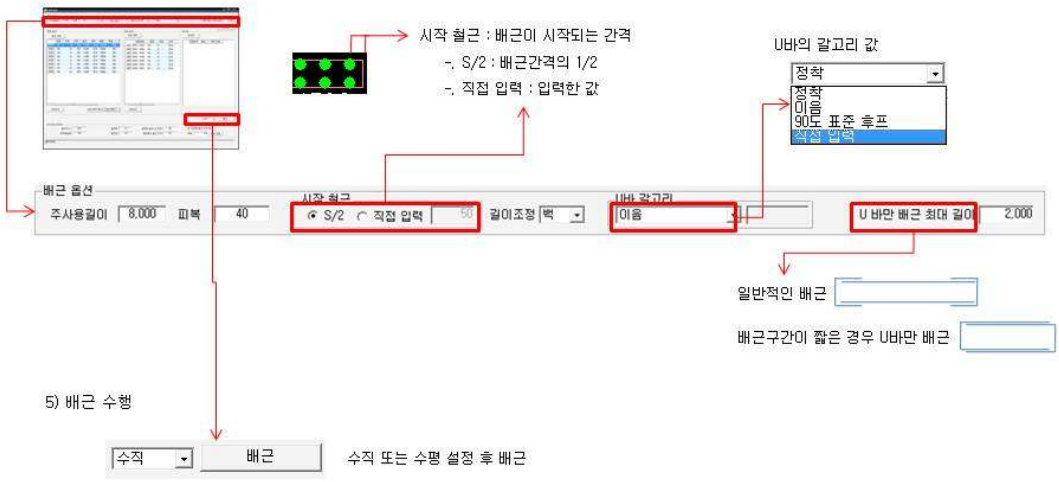
Y방향

3) 보강영역 계산 및 Data 적용



1. 벽체와 벽체가 연결되는 부분에 보강이 필요할 경우 보강여역을 계산 버튼을 눌러 보강 영역을 계산 합니다.
2. Data 반영 버튼을 클릭하여 보강영역의 직경 및 연속성 등을 설정합니다.

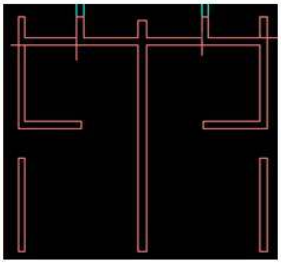
4) 배근 옵션 설정



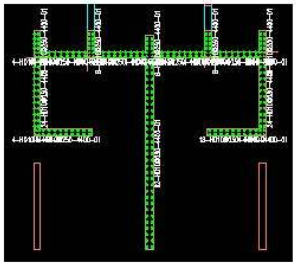
5) 배근 수행

수직 또는 수평 설정 후 배근

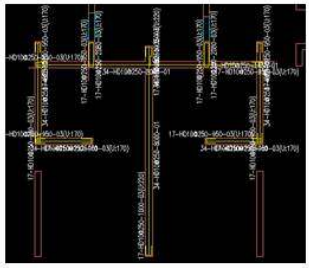
6) 배근 완료 도면



[배근전 도면]



[시스템을 이용한 배근 도면 - 수직근]



[시스템을 이용한 배근 도면 - 수평근]

7) 기타

점철근을 표시 할 때 아래와 같이 구분됩니다.

● 연속되는 철근 ▲ 연속되는 보강근

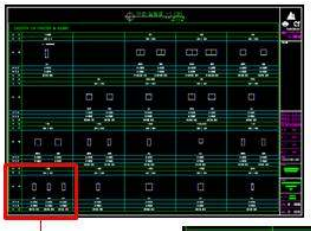
○ 연속되지 않는 철근 △ 연속되지 않는 보강근

(1) 기능 개요

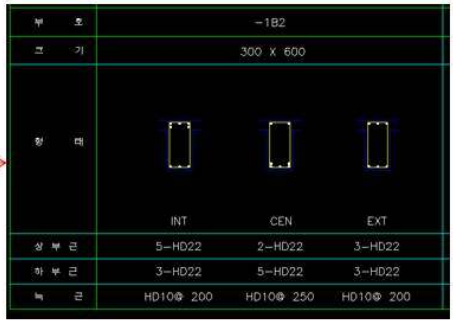
-. 보벽 배근을 수행합니다.
-. 수행전에 시방기준이 정확히 설정되어 있는 지 한번 더 확인합니다.
-. 배근 영역 설정 및 보 일람표를 이용합니다.



[프로그램 초기화면]

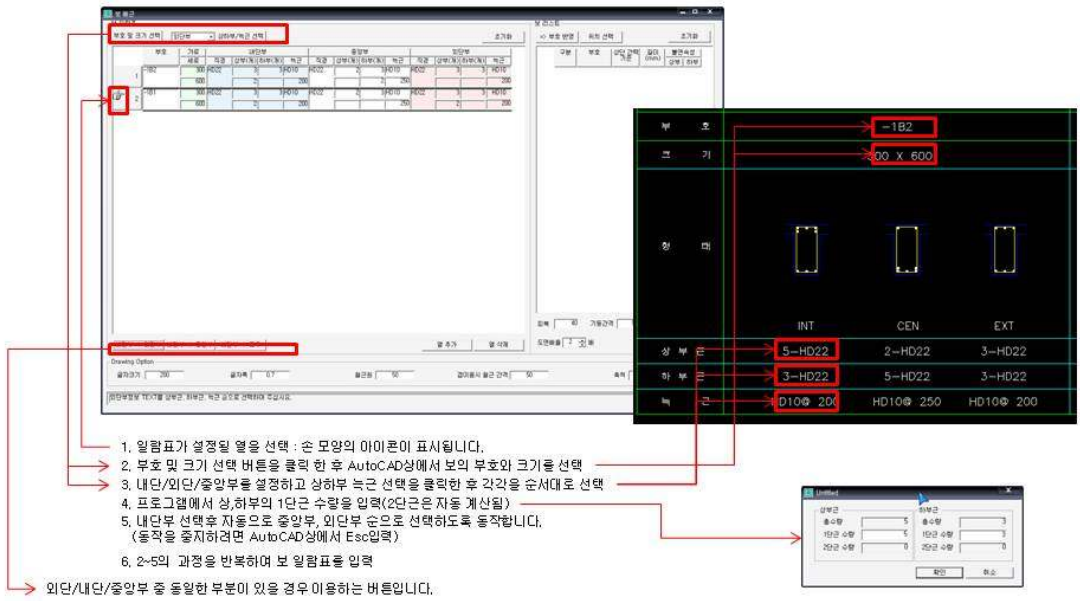


[보일람표]



(2) 사용법

1) 일람표 선택



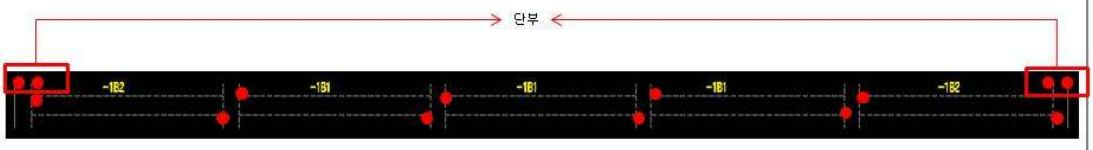
1. 일람표가 설정될 열을 선택 : 손 모양의 아이콘이 표시됩니다.
2. 부호 및 크기 선택 버튼을 클릭 한 후 AutoCAD상에서 보의 부호와 크기를 선택
3. 내단/외단/중앙부를 설정하고 상하부 늑근 선택을 클릭한 후 각각을 순서대로 선택
4. 프로그램에서 상,하부의 1단근 수량을 입력(2단근은 자동 계산됨)
5. 내단부 선택후 자동으로 중앙부, 외단부 순으로 선택하도록 동작합니다.
   (동작을 중지하려면 AutoCAD상에서 Esc입력)
6. 2~5의 과정을 반복하여 보 일람표를 입력

외단/내단/중앙부 중 동일한 부분이 있을 경우 이용하는 버튼입니다.

2) 배근 영역 선택



1. 배근 영역 선택 버튼을 클릭 한후
2. AutoCAD에서 단부 선택
3. 보 배근 영역을 연속적으로 선택
4. 마지막 단부를 선택하면 배근영역 선택 완료



3) 부호 반영 및 기타 옵션 설정



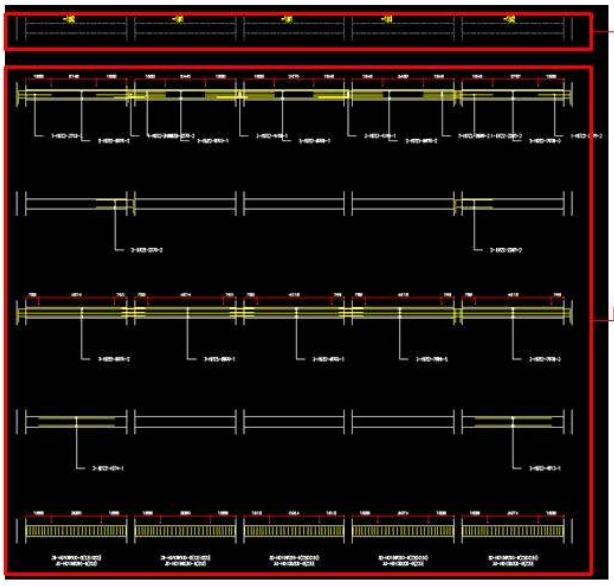
1. 부호 반영 버튼 클릭 후 보의 부호를 입력
2. 마지막 단부를 선택하면 배근영역 선택 완료
3. 상단 간격 기준 : 단부를 0.3 또는 0.25로 계산 할지 선택
4. 불연속성 : 상하부의 단차 등으로 연결이 불가능할 경우 설정

	구분	부호	상단 간격 기준	길이 (mm)	불연속성 상부	불연속성 하부
1	외단		0.25	550	☐	☐
2	보	-1B2		6100		
3	내단		0.3	500	☐	☐
4	보	-1B1		6100		
5	내단		0.3	500	☐	☐
6	보	-1B1		6050		
7	내단		0.3	500	☐	☐
8	보	-1B1		6150		
9	내단		0.3	500	☑	☑
10	보	-1B2		6150		
11	외단		0.25	500	☐	☐

5. 피복, 기둥 간격 , 주사용길이, 배율 입력
(기둥 간격 : 시작 철근 또는 불연속 구간에서 기둥으로 부터 철근의 간격)

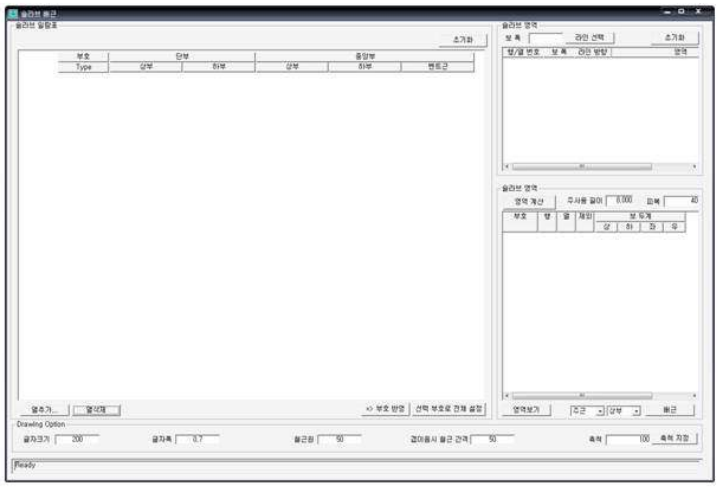
4) 배근

입력이 완료 되면 그리기 버튼을 클릭하여 배근 수행



(1) 기능 개요

-. 슬라브 배근을 수행합니다.
-. 슬라브 일람표를 입력합니다.(슬라브 일람표는 표준적인 형태가 없음으로 수동으로 입력합니다.)
-. 주열라인과 보 두께를 이용하여 배근 영역을 설정합니다.

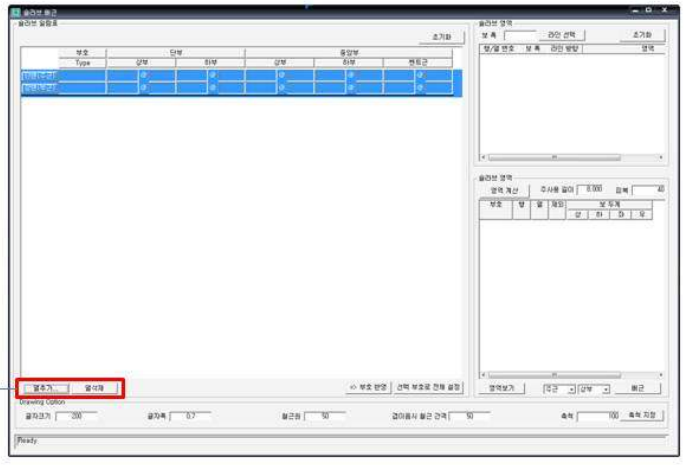


[프로그램 초기화면]

(2) 사용법

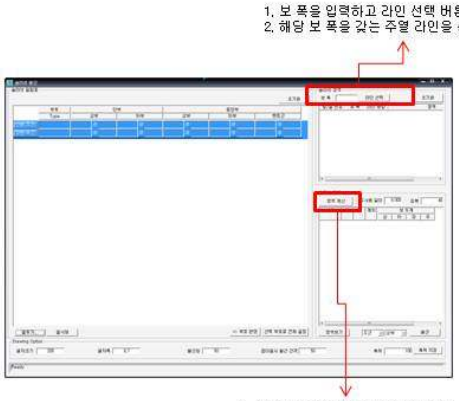
1) 슬라일람표 입력

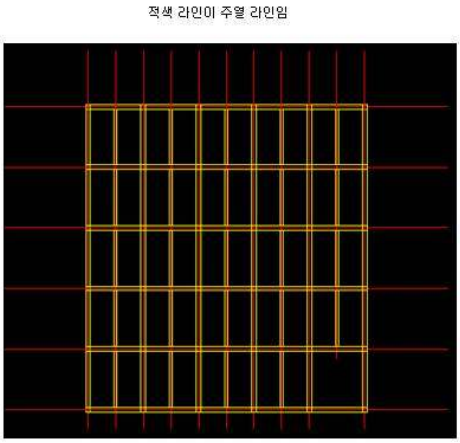
-. 슬라브 일람표는 현장마다 표현 방식이 다음으로 수동으로 입력



1. 열추가 후 내역 입력
2. 열삭제 버튼을 이용하여 필요없는 열 삭제

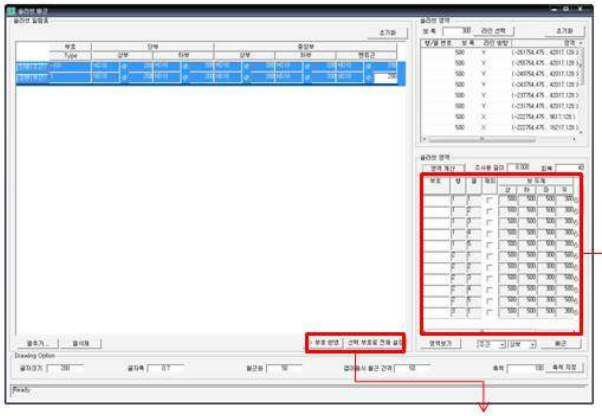
2) 슬라일람표 영역 설정





[슬라브 원도]

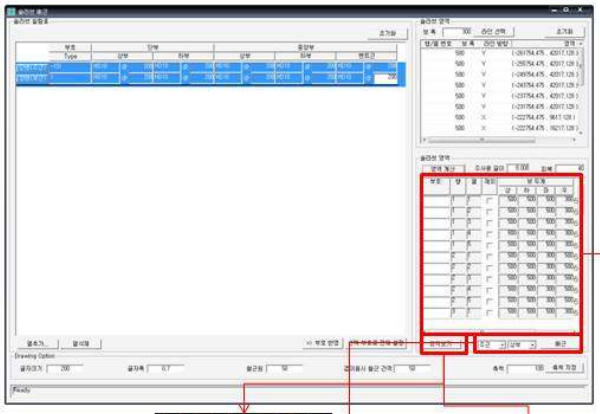
3) 부호 설정 및 기타 옵션 입력



부호	행	열	제외	보 두께			
				상	하	좌	우
-1S!	1	1	☐	500	500	500	300
-1S!	1	2	☐	500	500	500	300
-1S!	1	3	☐	500	500	500	300
-1S!	1	4	☐	500	500	500	300
-1S!	1	5	☐	500	500	500	300
-1S!	2	1	☐	500	500	300	500
-1S!	2	2	☐	500	500	300	500
-1S!	2	3	☐	500	500	300	500
-1S!	2	4	☐	500	500	300	500
-1S!	2	5	☐	500	500	300	500
-1S!	3	1	☐	500	500	500	300

1. 부호 반영 버튼 클릭한 후 부호 입력
2. 슬라브의 경우 대부분 같은 부호임으로 선택부호로 전체설정 버튼을
이용하여 부호 설정 후 다른 부호 부분만 수정하면 간편합니다.

4) 제외 구간 설정 및 배근



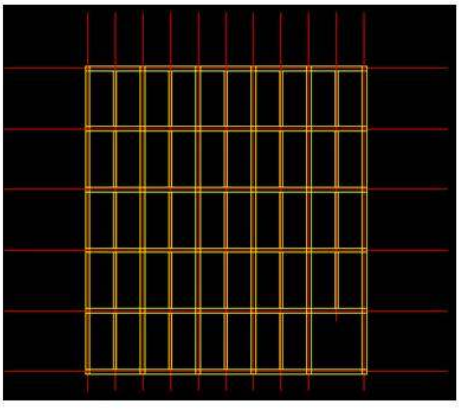
부호	행	열	제외	보 두께			
				상	하	좌	우
-1S!	8	5	☐	500	500	300	500
-1S!	9	1	☐	500	500	500	300
-1S!	9	2	☐	500	500	500	300
-1S!	9	3	☐	500	500	500	300
-1S!	9	4	☐	500	500	500	300
-1S!	9	5	☑	500	500	500	300
-1S!	10	1	☐	500	500	300	500
-1S!	10	2	☐	500	500	300	500
-1S!	10	3	☐	500	500	300	500
-1S!	10	4	☐	500	500	300	500
-1S!	10	5	☑	500	500	300	500



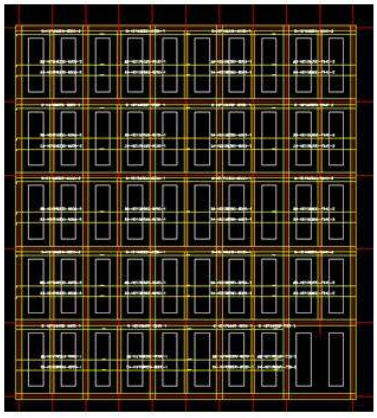
1. 영역 보기 버튼을 클릭하며 AutoCAD 상에 영역이 표시 되고 이를 참조하여 배근에서 제외할 구간을 선택

2. 모든 설정이 완료 되면 배근할 철근(주근 또는 부근, 상부 또는 하부) 선택 후 배근 수행

5) 배근 도면



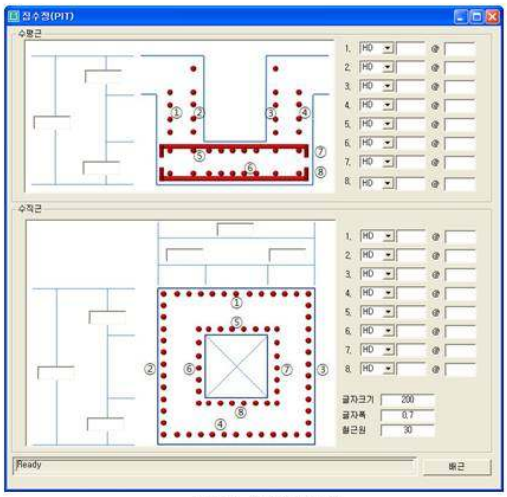
[배근 전 도면]



[시스템을 이용한 배근 도면]

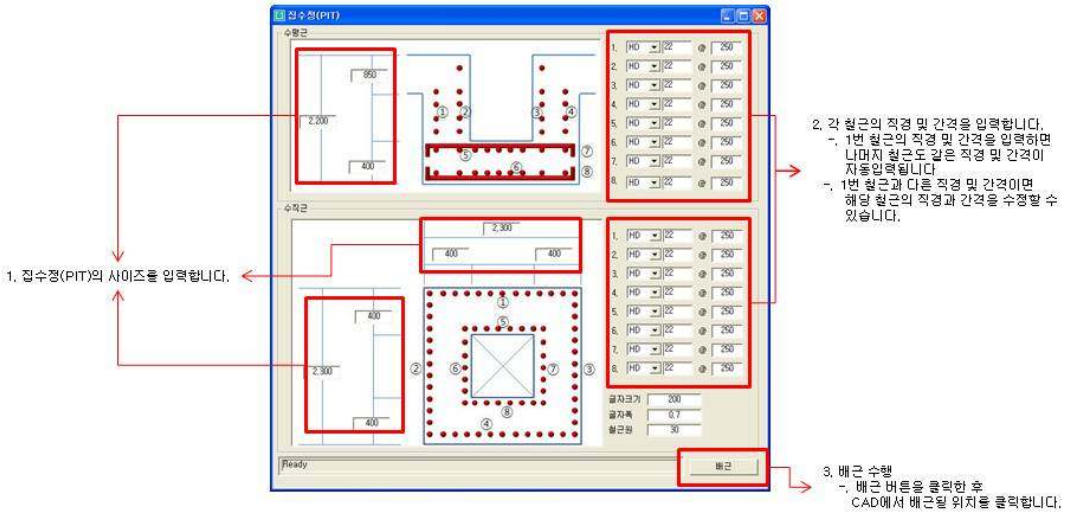
(1) 기능 개요

-. 집수정(PIT) 배근을 수행합니다.
-. 각 철근별로 배근 직경과 간격을 입력합니다.

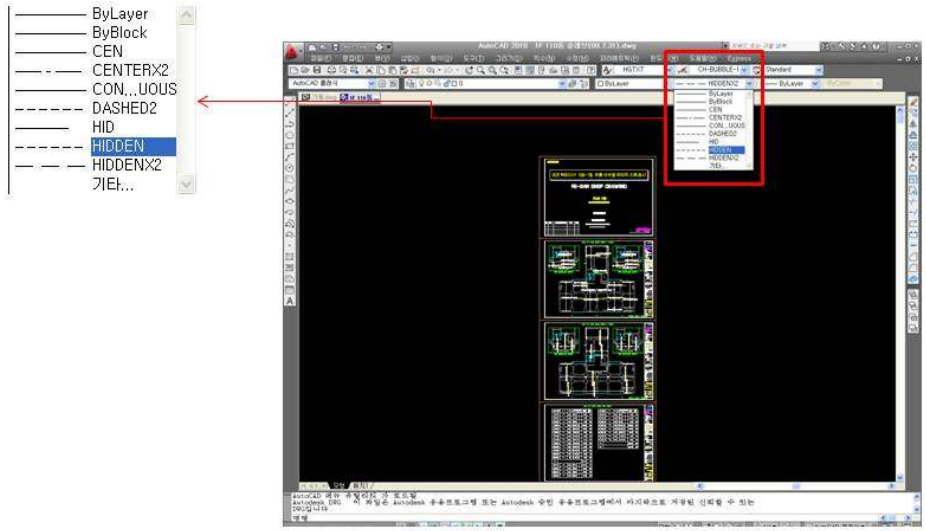


[프로그램 초기화면]

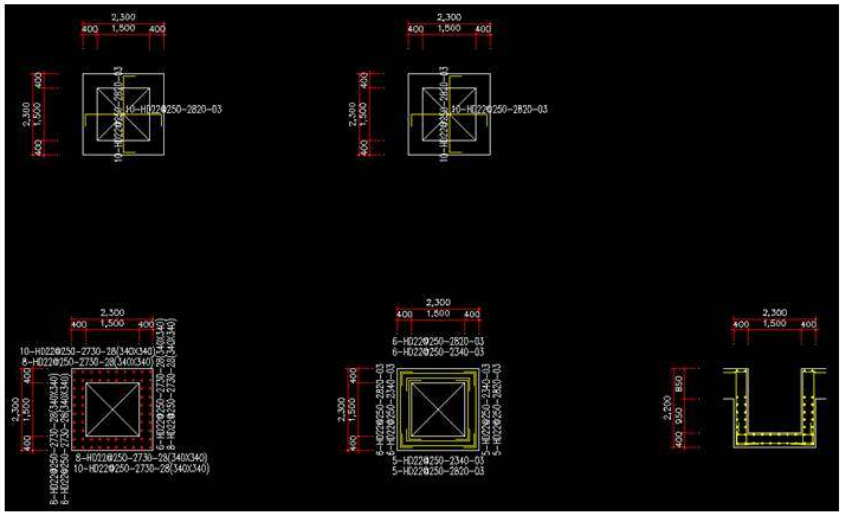
(2) 사용법



주위 : CAD 도면상에 HIDDEN 레이어가 추가 되어 있어야 합니다.



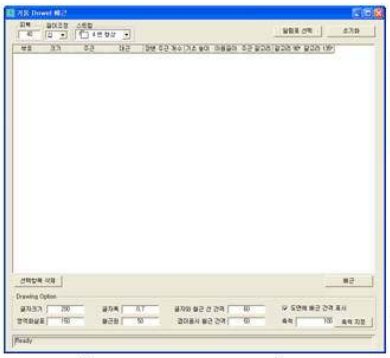
Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**4. 철근배근** **4.6 집수정 (PIT)(6차 추가)**		



작업 완료 도면

(1) 기능 개요

-. 기둥 Dowel 배근을 수행합니다.
-. 수행전에 시방기준이 정확히 설정되어 있는 지 한번 더 확인합니다.
-. 기둥 일람표를 이용하여 배근을 수행합니다.



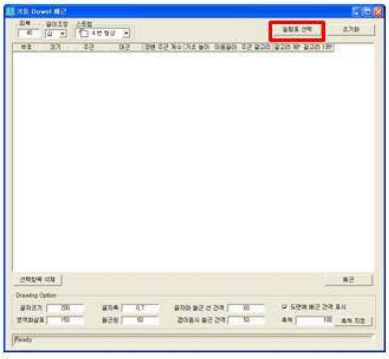
[프로그램 초기화면]



[기둥 일람표]

(2) 사용법

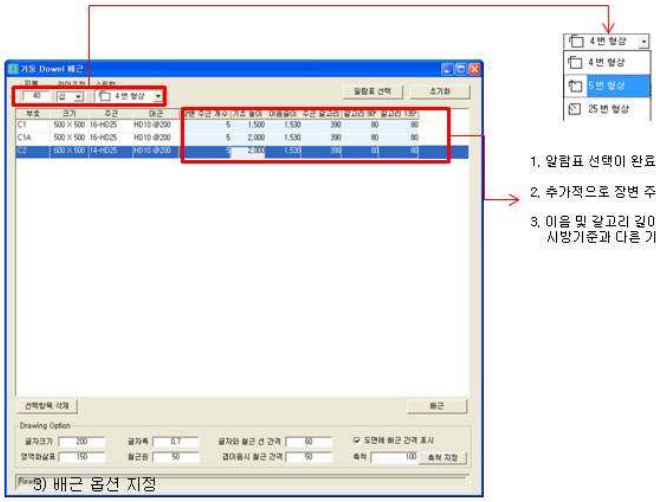
1) 기둥 일람표 선택





1. 일람표 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 부호, 크기, 주근 , 대근 을 선택한 후 Space바를 입력
3. 기둥과 달리 보조대근은 선택할 필요가 없습니다.
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 일람표 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 일람표 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

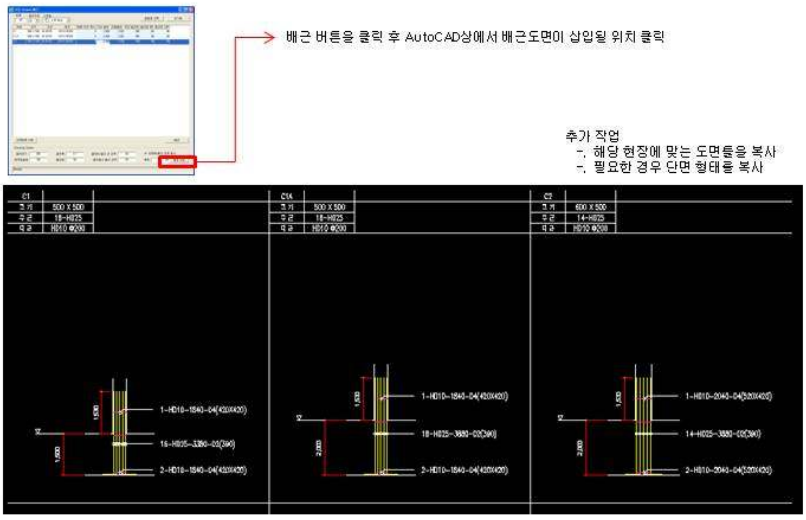
2) 일람표 추가 항목 입력



1. 일람표 선택이 완료 되면 그림과 같이 선택한 항목이 나타납니다.
2. 추가적으로 장변 주근 개수, 기초 길이를 입력합니다.
3. 이음 및 갈고리 길이는 시방기준을 이용하여 기본값이 설정 됩니다.
   시방기준과 다른 기준을 적용해야 할 경우에만 수정하십시요.

3) 배근 옵션 지정

4) 배근 완료 도면



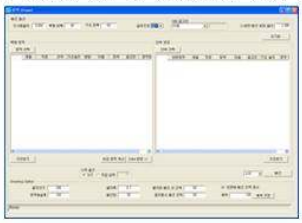
배근 버튼을 클릭 후 AutoCAD상에서 배근도면이 삽입될 위치 클릭

추가 작업
-. 해당 현장에 맞는 도면틀을 복사
-. 필요한 경우 단면 형태를 복사

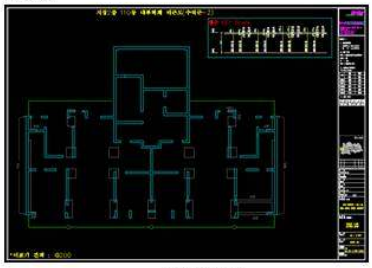
[시스템을 이용한 배근 도면]

(1) 기능 개요

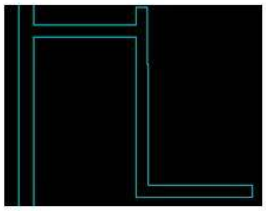
-. 옹벽 Dowel 배근을 수행합니다.
-. 수행전에 시방기준이 정확히 설정되어 있는 지 한번 더 확인합니다.
-. 원활한 영역 선택을 위하여 사전 작업이 필요할 수 있습니다.

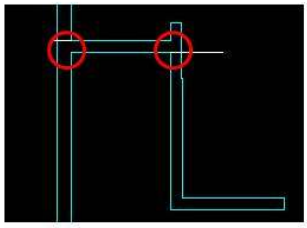


[프로그램 초기화면]



[옹벽 원도]

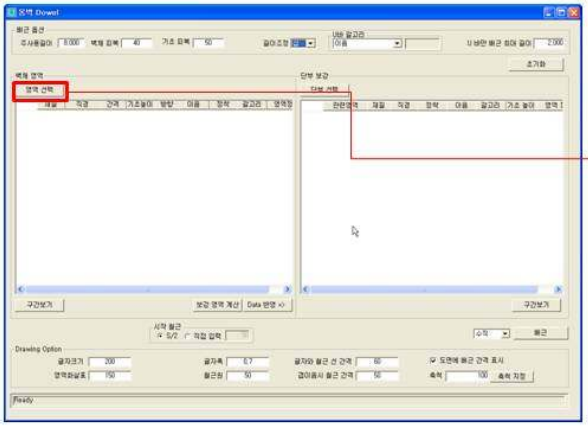


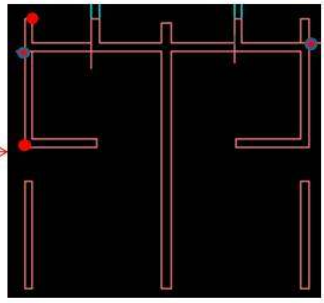


-. 배근 영역 선택 시 시작점과 끝점을 선택합니다.
-. 원활한 영역 선택을 위하여 연장선을 미리 삽입합니다.

(2) 사용법

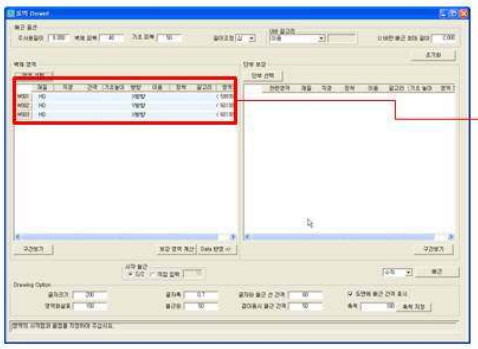
1) 배근 영역 선택





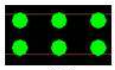
1. 영역 선택 버튼을 클릭 한 후
2. AutoCAD에서 옹벽의 시작점, 끝점을 선택
3. 2의 과정을 반복적으로 수행(다시 영역 선택 버튼을 클릭할 필요 없음)
4. 선택이 완료 되면 AutoCAD에서 키보드 상의 Esc 버튼을 입력

2) 추가 항목 입력

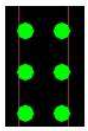


	재질	직경	간격	기초높이	방향	이음	정착	갈고리	영역정
W001	HD				X방향				(599350,
W002	HD				Y방향				(601305,
W003	HD				X방향				(601305,

직경 : 배근될 철근의 직경, 입력 시 이음, 정착, 갈고리 길이는 시방기준을 이용하여 기본값이 설정 됩니다. 다른 기준을 적용할 경우 변경하십시요.
간격 : 배근 간격
방향 : 배근 방향, 긴쪽 방향으로 기본값 설정

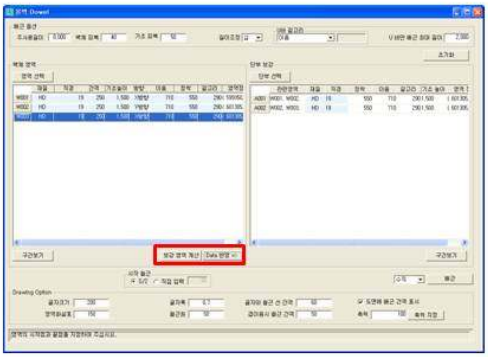


X방향



Y방향

3) 보강영역 계산 및 Data 적용



1. 벽체와 벽체가 연결되는 부분에 보강이 필요할 경우 보강영역을 계산 버튼을 눌러 보강 영역을 계산 합니다.
2. Data 반영 버튼을 클릭하여 보강영역의 직경 및 연속성 등을 설정합니다.

4) 배근 옵션 설정

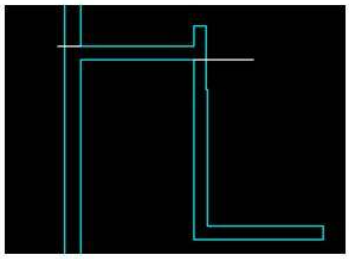


5) 배근 수행

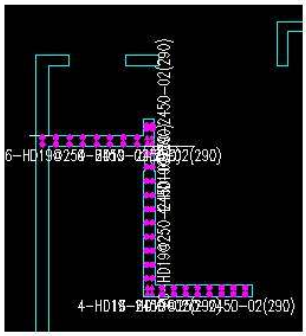
수직 또는 수평 설정 후 배근

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**4. 철근배근** **4.8 옹벽 Dowel(6차 추가)**		

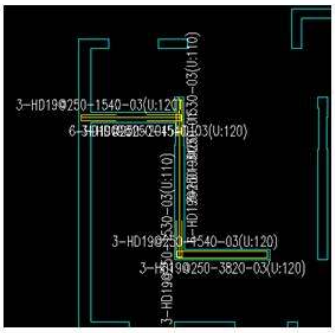
6) 배근 완료 도면



[배근전 도면]



[시스템을 이용한 배근 도면 - 수직근]



[시스템을 이용한 배근 도면 - 수평근]

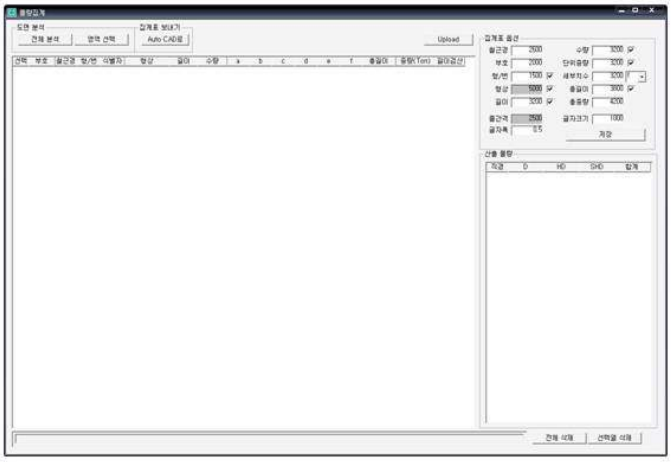
한국건설기술연구원

MoreBar

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**5. 물량집계** **5.1 바리스트 산출 및 전송(6차 기능 추가)**		

(1) 기능 개요

-. 배근된 도면에서 바리스트를 산출합니다.
-. 산출된 바리스트를 AutoCAD상에 출력합니다.(집계표)
-. 산출된 바리스트를 Excel로 출력합니다.
-. 연신율과 우선 사용길이를 이용하여 최소 Loss를 위한 원자재를 산출합니다.
-. 산출된 바리스트와 도면을 조달시스템으로 전송합니다.



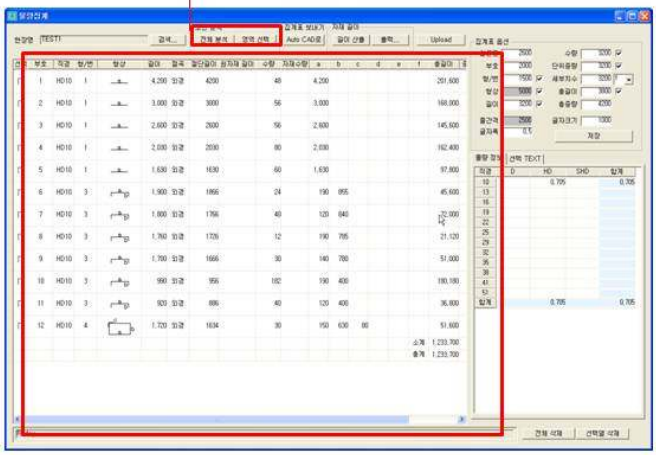
[프로그램 초기화면]

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**5. 물량집계** **5.1 바리스트 산출 및 전송(6차 기능 추가)**		

(2) 사용법

1) 바리스트 산출

1. 공사명을 선택한 후 전체 선택 또는 영역 선택 버튼을 클릭하여 도면에서 바리스트를 산출합니다.
   -. 전체 선택 : AutoCAD상에 활성화된 도면 시트의 전체 영역에서 바리스트를 산출
   -. 영역 선택 : 바리스트가 산출된 영역을 AutoCAD상에서 선택

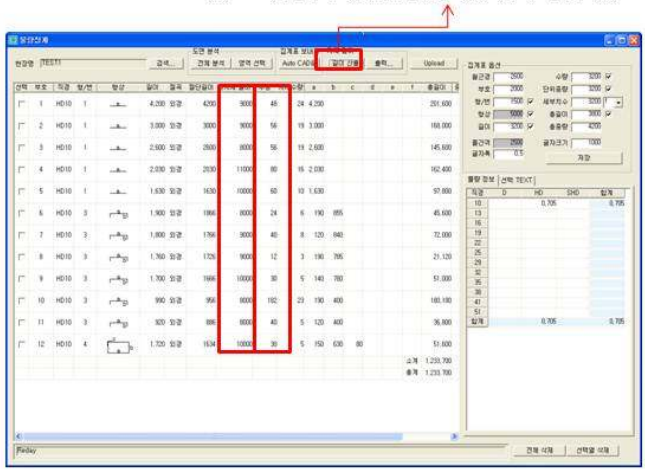


2. 산출된 바리스트의 세부 길이 등을 확인합니다.
   -. 설정된 시방기준과 다른 기준으로 작성한 도면에서는 세부 길이 등을 수정합니다.
   -. 바리스트 산출시 연신율에 의하여 절단 길이를 산출합니다.

한국건설기술연구원 MoreBar

2) 자재길이 산출

길이 산출 버튼을 클릭하면 최소 Loss 산출을 위한 원자재 길이 및 수량을 산출합니다.
이때 Loss가 같을 경우 사전에 정의된 우선 사용길이 순서로 산출합니다.

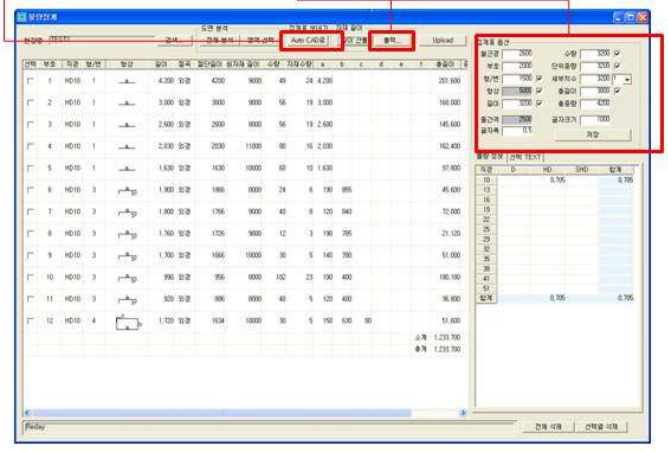


3) AutoCAD로 집계표 그리기

-. AutoCAD로 버튼을 클릭한 후 AutoCAD에서 집계표가 삽입될 위치를 클릭합니다.

-. 집계표 옵션에서 글자크기 및 각 항목의 표시 여부 칸의 크기 등을 설정할 수 있습니다.

-. 프린터 또는 Excle 로 목록을 출력합니다.





[AutoCAD에 삽입된 집계표]

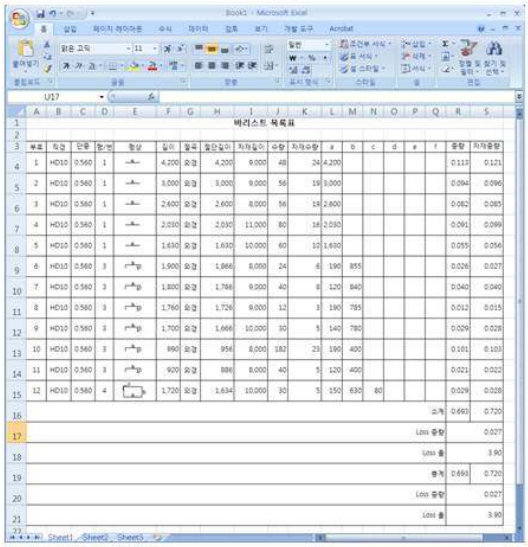
4) 출력 및 Excel 전송

-. 산출된 바리스트를 프린터 출력 또는 Excel로 전송할 수 있습니다.



Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**5. 물량집계** **5.1 바리스트 산출 및 전송(6차 기능 추가)**		

4) 출력 및 Excel 전송

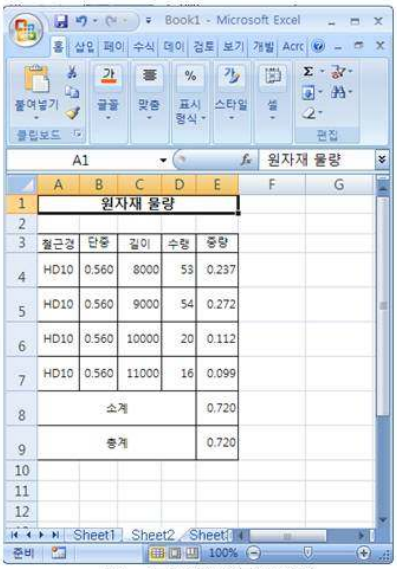


[Excel로 출력한 바리스트]

한국건설기술연구원 KICT

MoreBar

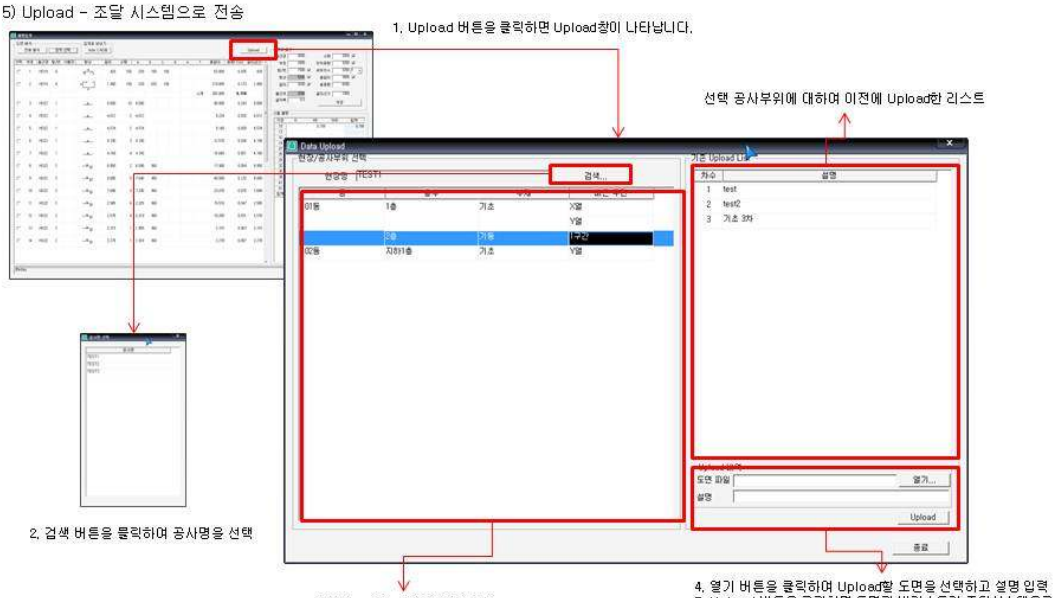
4) 출력 및 Excel 전송



[Excel로 출력한 원자재 물량]

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**5. 물량집계** **5.1 바리스트 산출 및 전송(6차 기능 추가)**		

5) Upload - 조달 시스템으로 전송

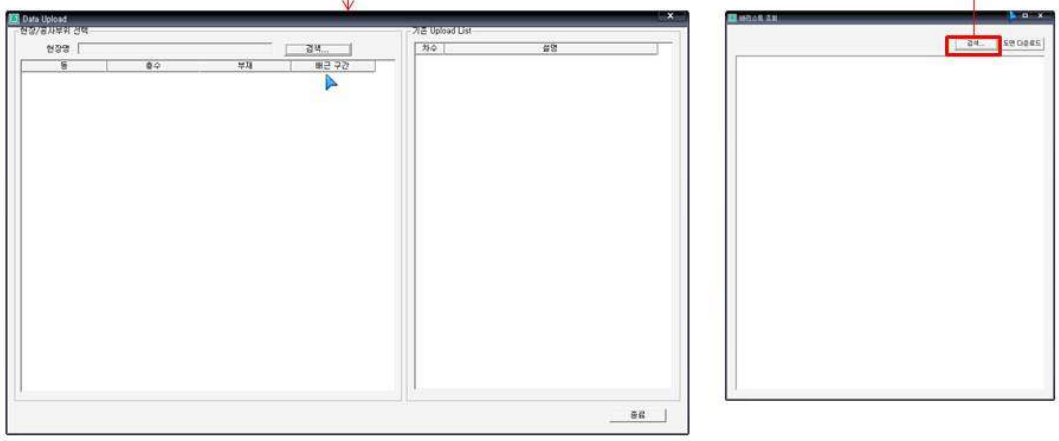


Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**5. 물량집계** **5.2 바리스트 조회**		

(1) 기능 개요

-. Upload한 바리스트를 조회합니다.
-. Upload한 도면을 다운로드 할 수 있습니다.

-. 검색 버튼을 클릭하여 Upload 한 리스트를 선택
-. 프로그램 시작시 검색 창이 같이 나타남

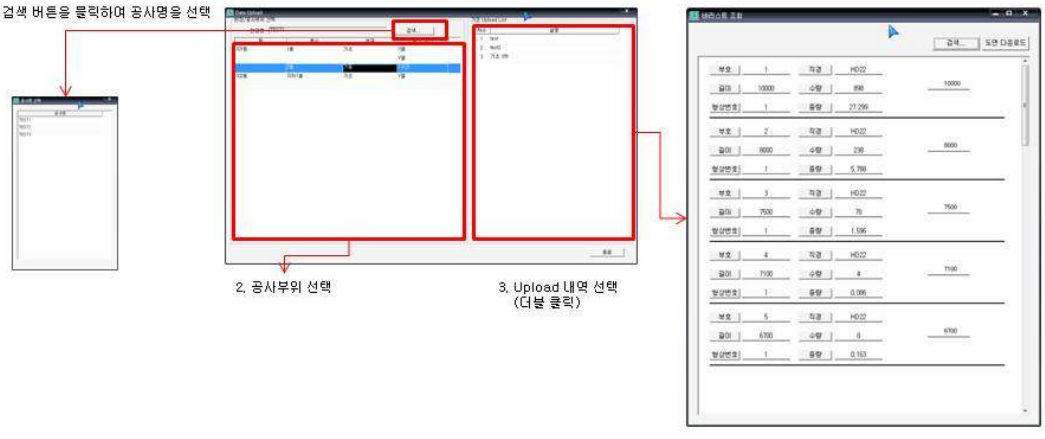


[프로그램 초기화면]

Project Name	철근 시공상세도 배근 시스템	Company Name	한국건설기술연구원
Document Name	**사용자 메뉴얼**	Date	2010.4.30
Title	**5. 물량집계** **5.2 바리스트 조회**		

(2) 사용법

1. 검색 버튼을 클릭하여 공사명을 선택



2. 공사부위 선택

3. Upload 내역 선택
(더블 클릭)

4. 조회된 내역
-. 도면 다운로드 버튼을 이용하여
Upload한 도면을 다운로드 할 수 있음

2. 가공철근 조달관리 시스템

목 차

1. 기능별 사용법 - Web Application---------- 1
(1) 로그인---------- 1
(2) 사용자관리---------- 2
(3) 사용자 정보 등록---------- 3
(4) 사용자 정보 수정---------- 4
(5) 메뉴 권한관리---------- 5
(6) 다운로드---------- 6
(7) 현장정보---------- 7
(8) 현장일반정보 등록---------- 8
(9) 현장일반정보 수정---------- 9
(10) 업체등록---------- 10
(11) 업체정보 등록---------- 11
(12) 업체정보 수정---------- 12
(13) 철근투입계획---------- 13
(14) 시공상세도 조회---------- 14
(15) 시공상세도 등록---------- 15
(16) 총 소요량 입력---------- 16
(17) 총 소요량 정보 업로드---------- 17
(18) 원자재 입고 등록 / 조회---------- 18
(19) 원자재 입고 등록---------- 19

(20) 원자재 출고 등록 / 조회---------- 20
(21) 원자재 출고 등록---------- 21
(22) 원자재 현황 조회---------- 22
(23) 발주 등록 / 조회---------- 23
(24) 발주 등록---------- 24
(25) 시공용 철근 주문---------- 25
(26) 발주 조회---------- 26
(27) 가공출하명세서 조회---------- 27
(28) 가공출하명세서 작성---------- 28
(29) 출하현황---------- 29
(30) 현황조회---------- 30
(31) 수불현황 조회---------- 31
(32) 자재일보현황---------- 32
(33) 주문변경---------- 33
(34) 시공용 철근---------- 34
(35) 실패원인분석---------- 35

2. 기능별 사용법 - PDA Application---------- 35
(1) 로그인---------- 35
(2) 설정---------- 36
(3) 출하---------- 37
(4) 입고---------- 38
(5) 출고---------- 39

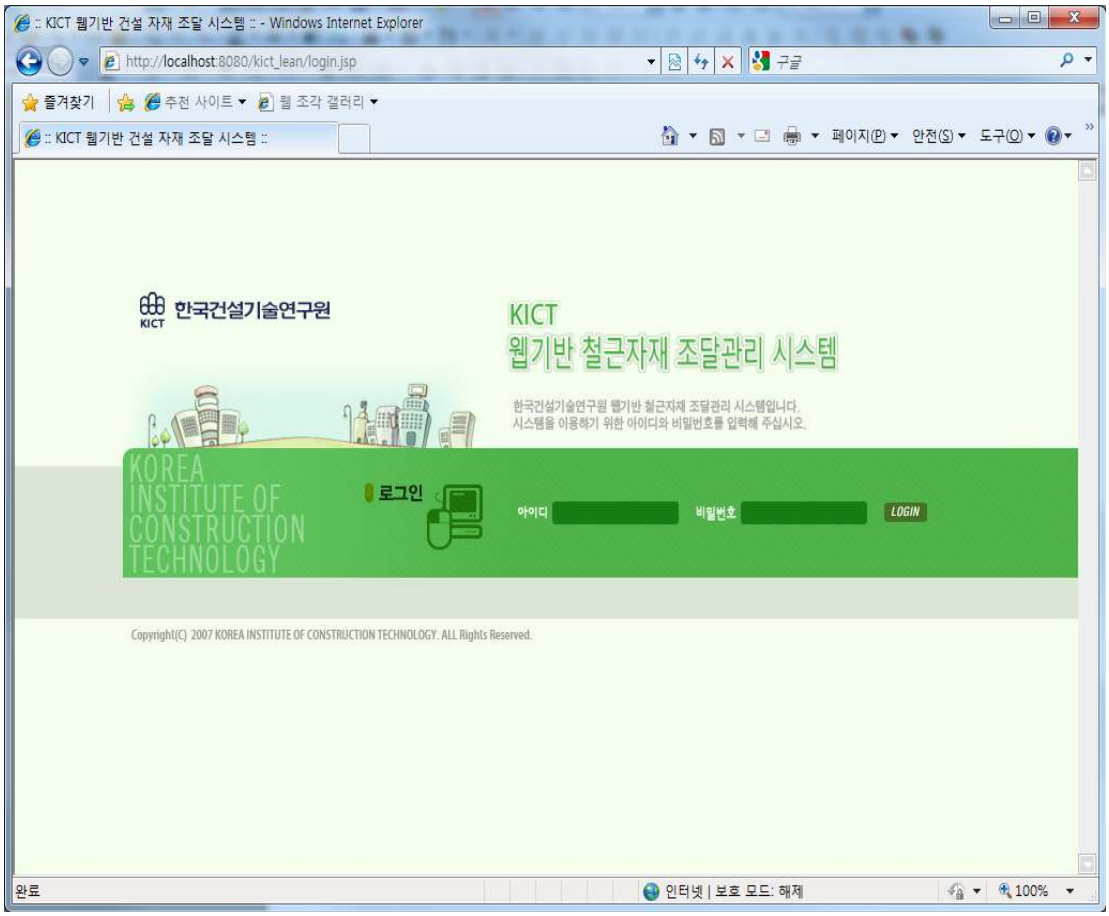
1. 기능별 사용법 - Web Application

(1) 로그인

1) 설명

조달 시스템을 사용하기 위해 사용자 아이디와 비밀번호를 입력한다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

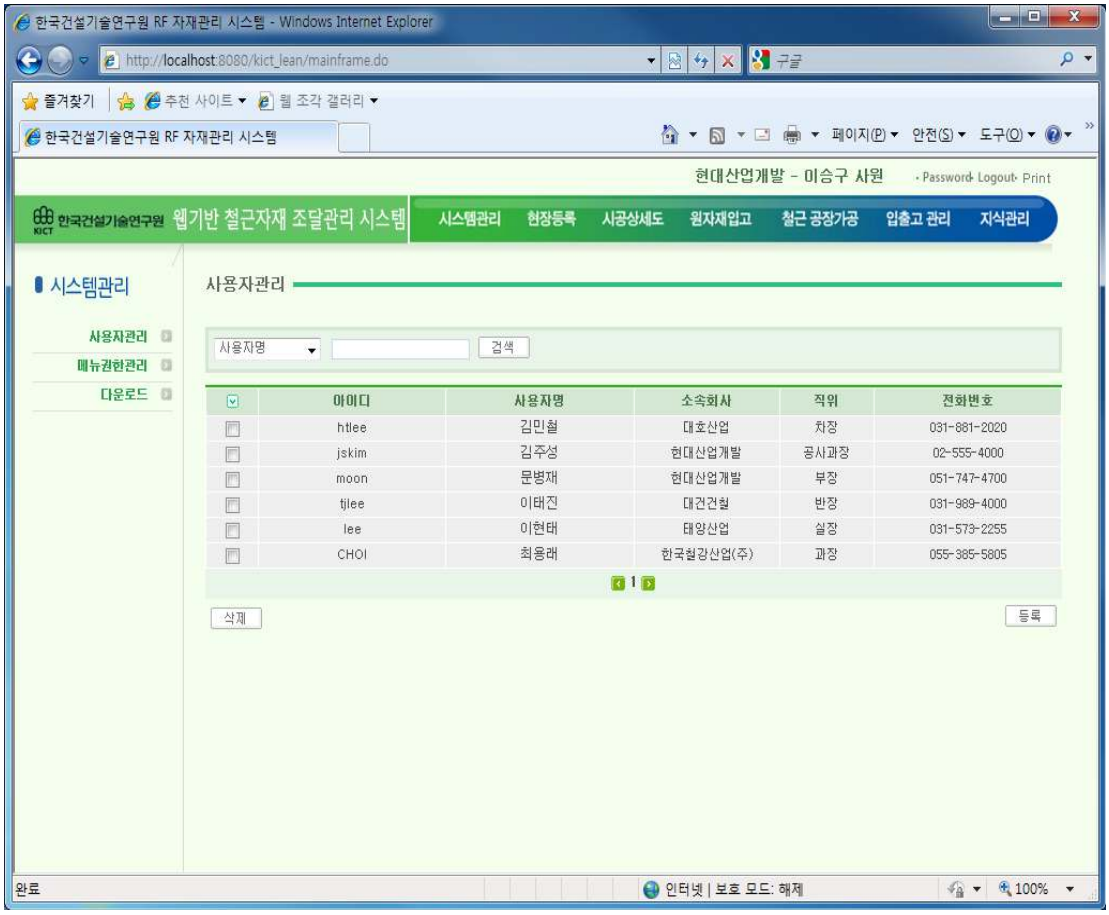
① 사용자 아이디와 비밀번호를 입력한다.

(2) 사용자관리

1) 설명

시스템에 등록되어있는 사용자를 검색하거나 새로운 사용자를 등록, 수정, 삭제하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 사용자명, 소속업체, 사용자 ID 중 선택하여 검색을 실시한다.

② 검색 조건을 입력하지 않을 경우 전체 사용자 정보가 조회된다.

③ 등록 버튼을 선택하여 새로운 사용자를 등록한다.

④ 조회 결과에서 사용자를 선택하여 삭제한다.

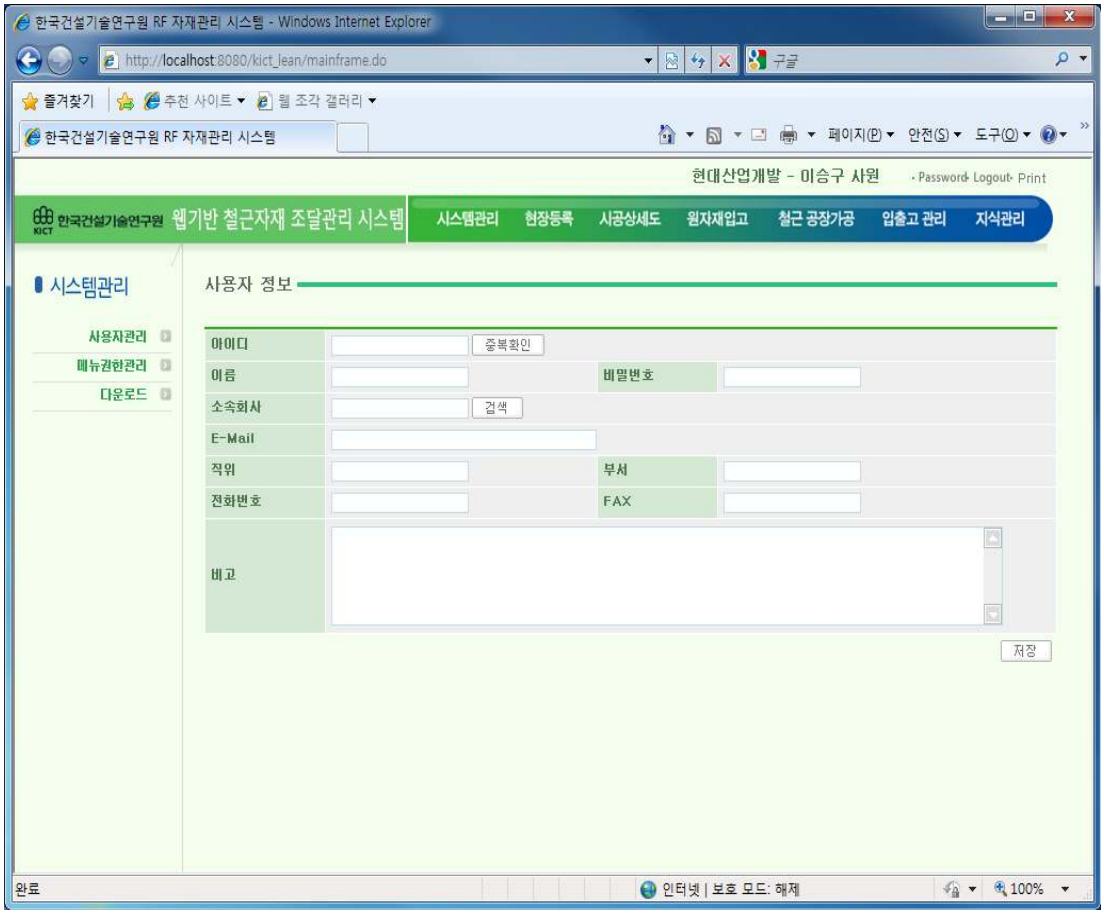
⑤ 사용자명을 선택하여 해당 사용자의 정보를 수정한다.

(3) 사용자 정보 등록

1) 설명

시스템을 사용할 신규 사용자를 등록하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 사용할 아이디를 입력하고 중복확인을 한다.

② 기존에 사용중인 사용자 아이디는 사용할 수 없다.

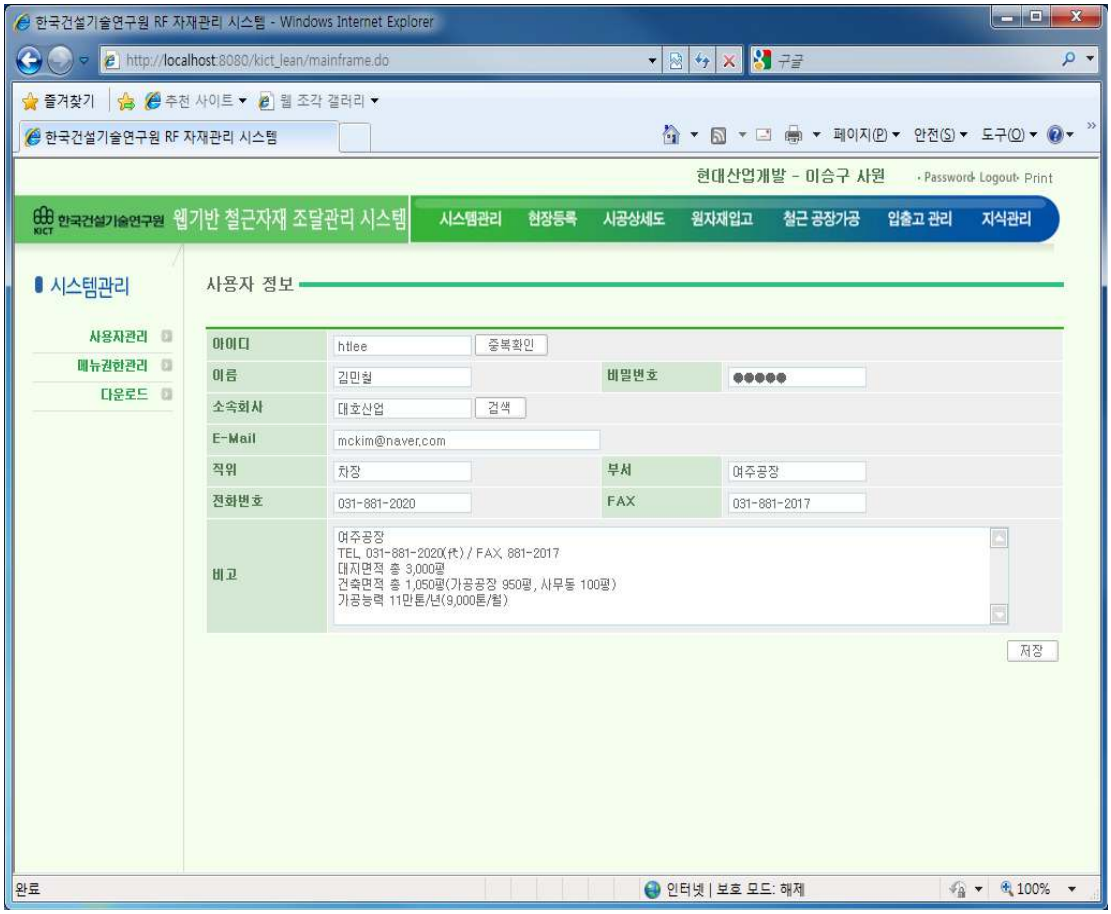
③ 이름, 비밀번호, E-Mail 등 정보를 입력하고 저장버튼을 선택하여 신규 사용자를 등록한다.

(4) 사용자 정보 수정

1) 설명

기존에 등록되어 있는 사용자의 정보를 수정하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 기존에 등록되어 있는 사용자 정보를 수정하고 저장버튼을 선택하여 정보 수정을 한다.

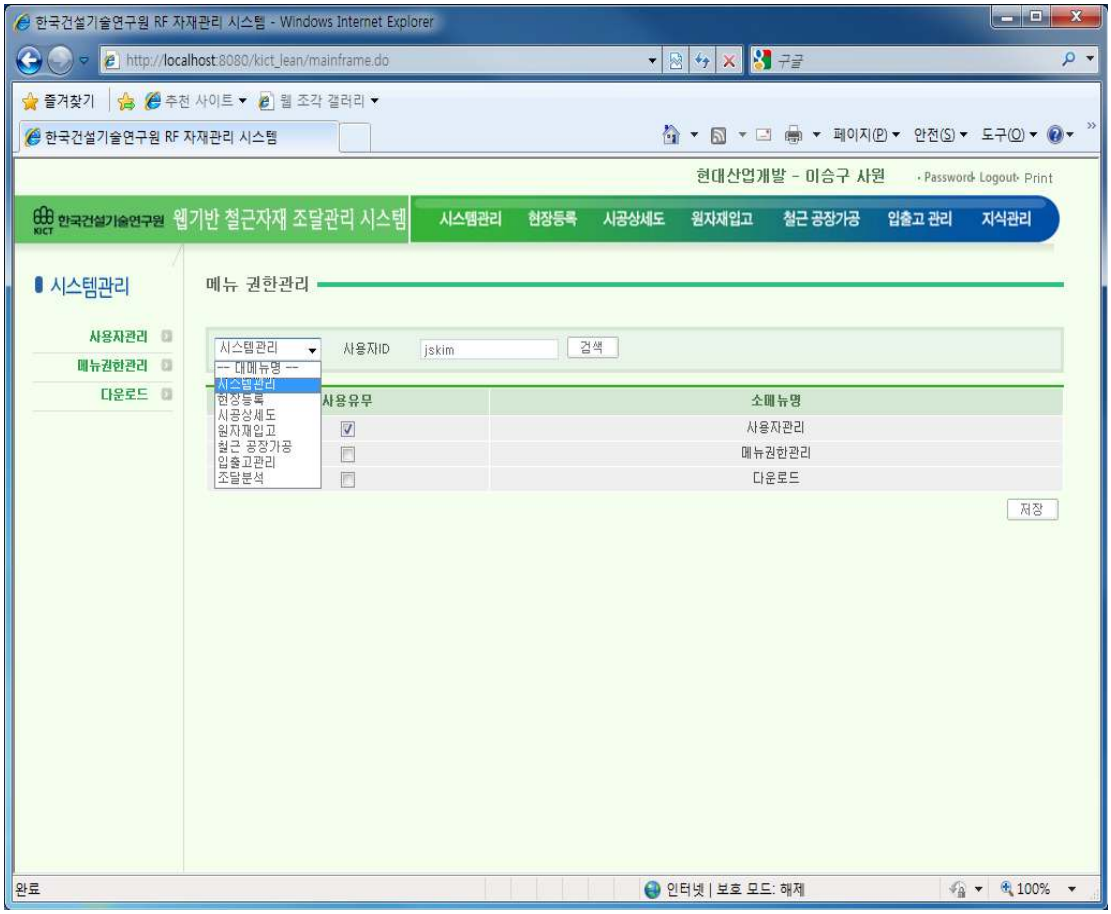
② 사용자 아이디는 수정할 수 없다.

(5) 메뉴 권한관리

1) 설명

사용자 별 메뉴 권한을 지정하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 콤보 박스에서 지정할 대메뉴를 선택하고 사용자 아이디를 입력한 후 검색 버튼을 선택한다.

② 해당 메뉴에 이미 권한이 지정되어있으면 체크박스에 선택되어 화면에 표시된다.

③ 사용유무를 선택하고 저장 버튼을 선택하여 권한 등록을 한다.

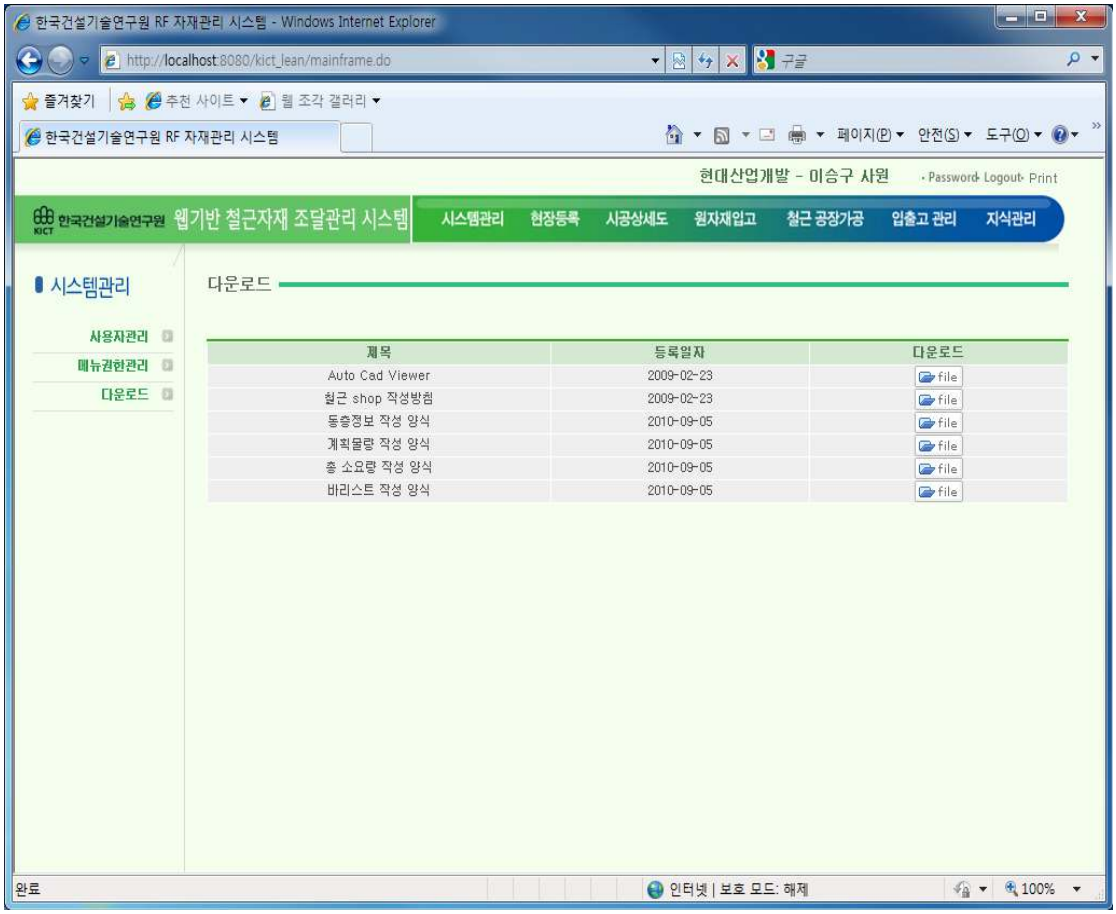
※ 해당 사용자는 선택된 메뉴만 보이게 되므로 주의하여 지정한다.

(6) 다운로드

1) 설명

시스템에서 제공되는 파일을 다운로드 할 수 있는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

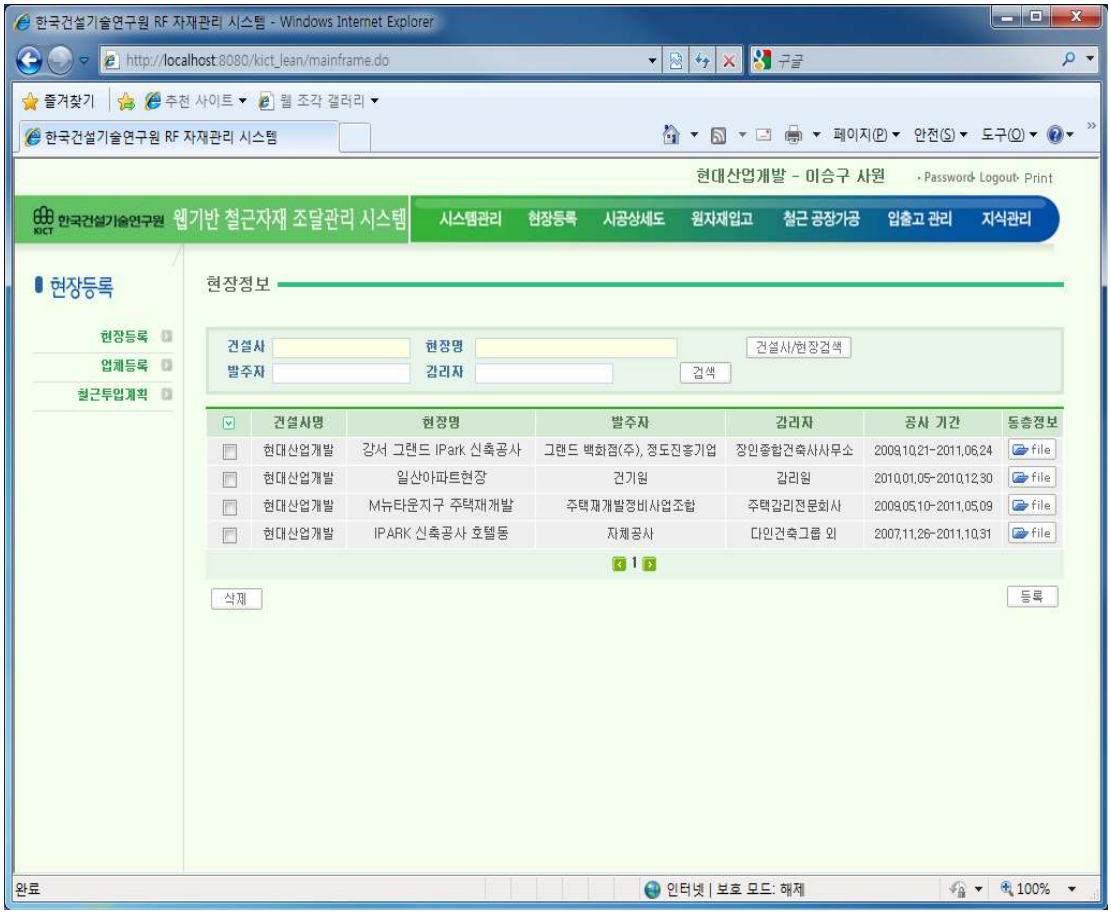
① 다운로드 버튼을 선택하여 해당 파일을 다운로드 한다.

(7) 현장정보

1) 설명

현장정보를 등록, 수정, 삭제할 수 있다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사/현장검색 버튼을 선택하여 검색을 실시한다.

② 발주자, 감리자 정보를 입력하여 추가로 검색 할 수 있다.

③ 동층정보 버튼을 선택하여 해당 현장의 동층 정보를 업로드 할 수 있다.

④ 체크박스를 선택하여 해당 현장정보를 삭제 할 수 있다.

⑤ 등록 버튼을 선택하여 새로운 현장정보를 입력 한다.

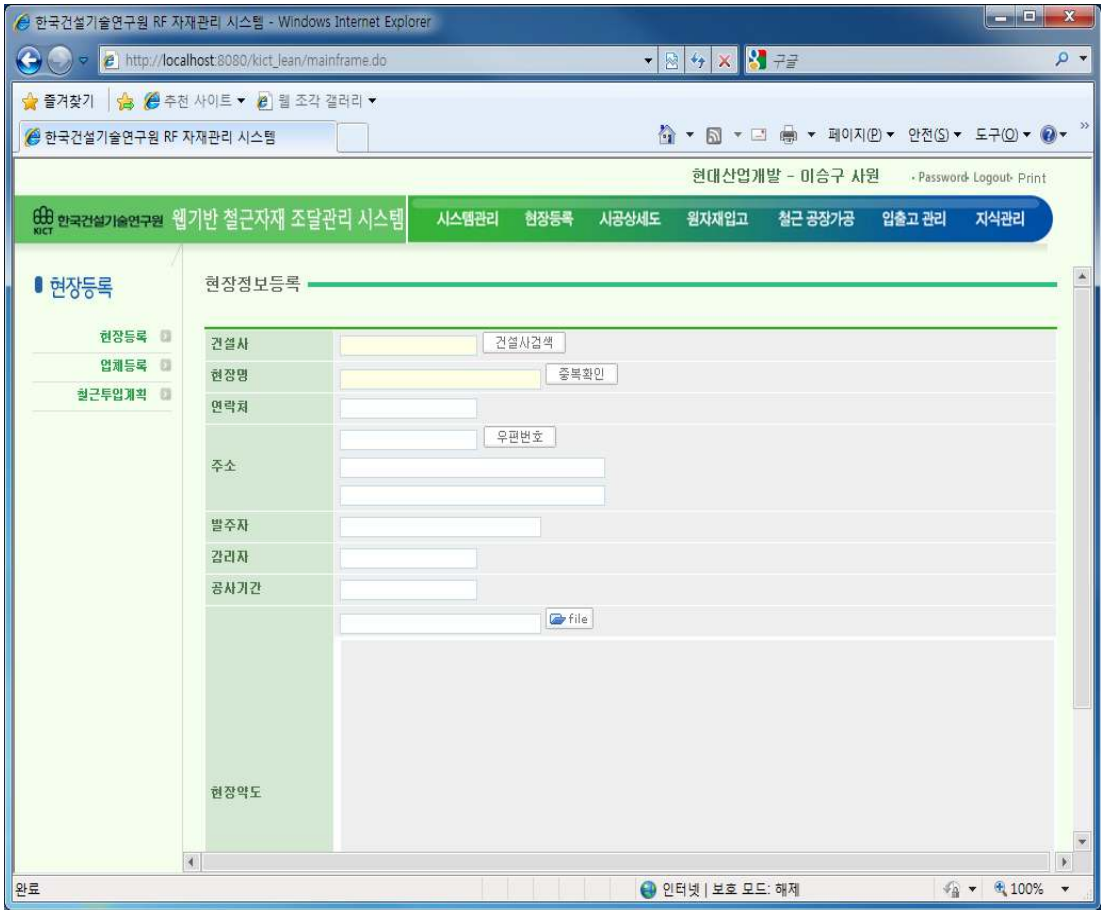
⑥ 현장명을 선택하면 해당 현장정보를 수정 할 수 있다.

(8) 현장일반정보 등록

1) 설명

현장일반정보를 등록 하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사를 검색한 후 중복확인 버튼을 선택하고 사용할 현장명을 입력하여 중복확인을 한다.

② 연락처, 주소, 발주자, 감리자, 공사기간 정보를 입력한다.

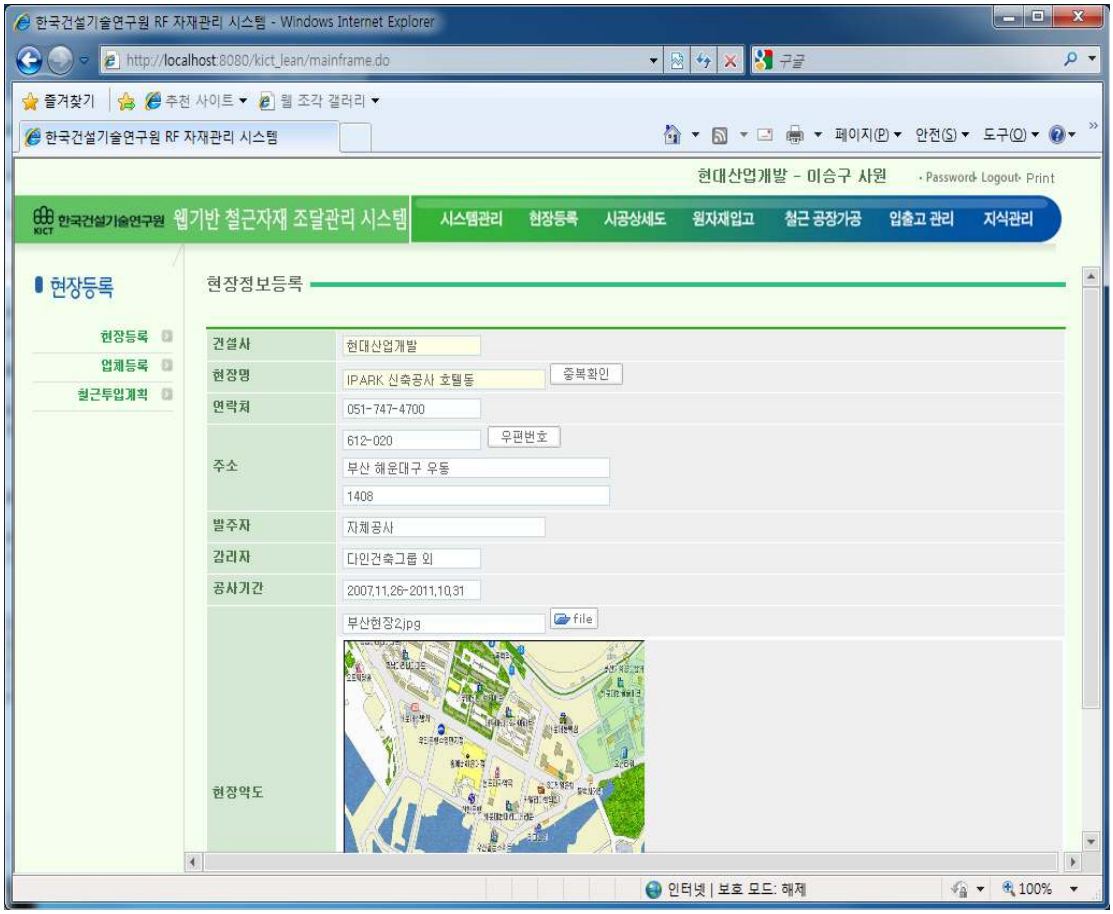
③ 파일 버튼을 선택하여 현장약도를 등록한다.

(9) 현장일반정보 수정

1) 설명

해당 현장일반정보를 수정하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 중복확인 버튼을 선택하여 수정할 현장명을 중복확인을 한다.

② 연락처, 주소, 발주자, 감리자, 공사기간 정보를 입력한다.

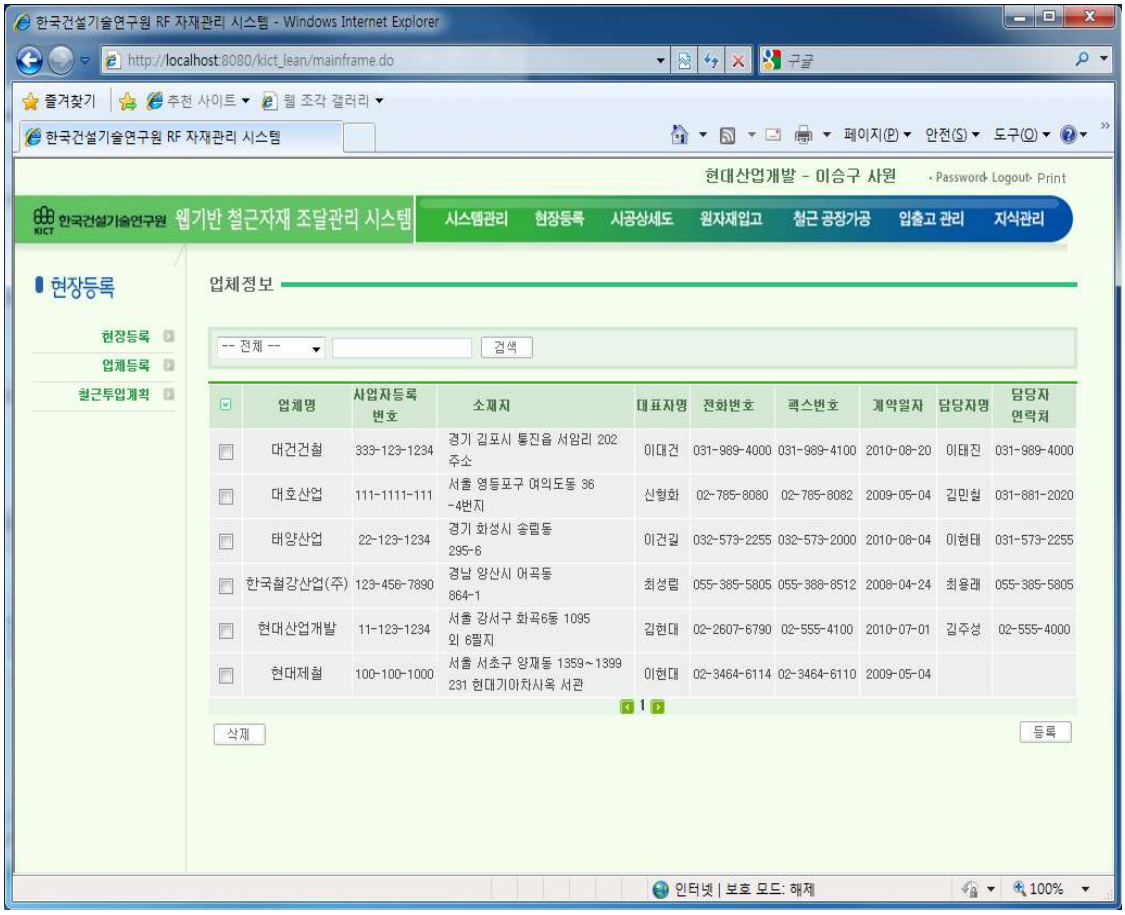
③ 파일 버튼을 선택하여 현장약도를 등록한다.

(10) 업체등록

1) 설명

시스템에 등록된 업체를 검색하고, 신규 업체 등록, 수정, 삭제하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 전체, 회사명, 소재지, 대표자명 중 선택하여 검색 한다.

② 등록 버튼을 선택하여 신규 업체정보를 등록한다.

③ 업체명을 선택하여 해당 업체정보를 수정한다.

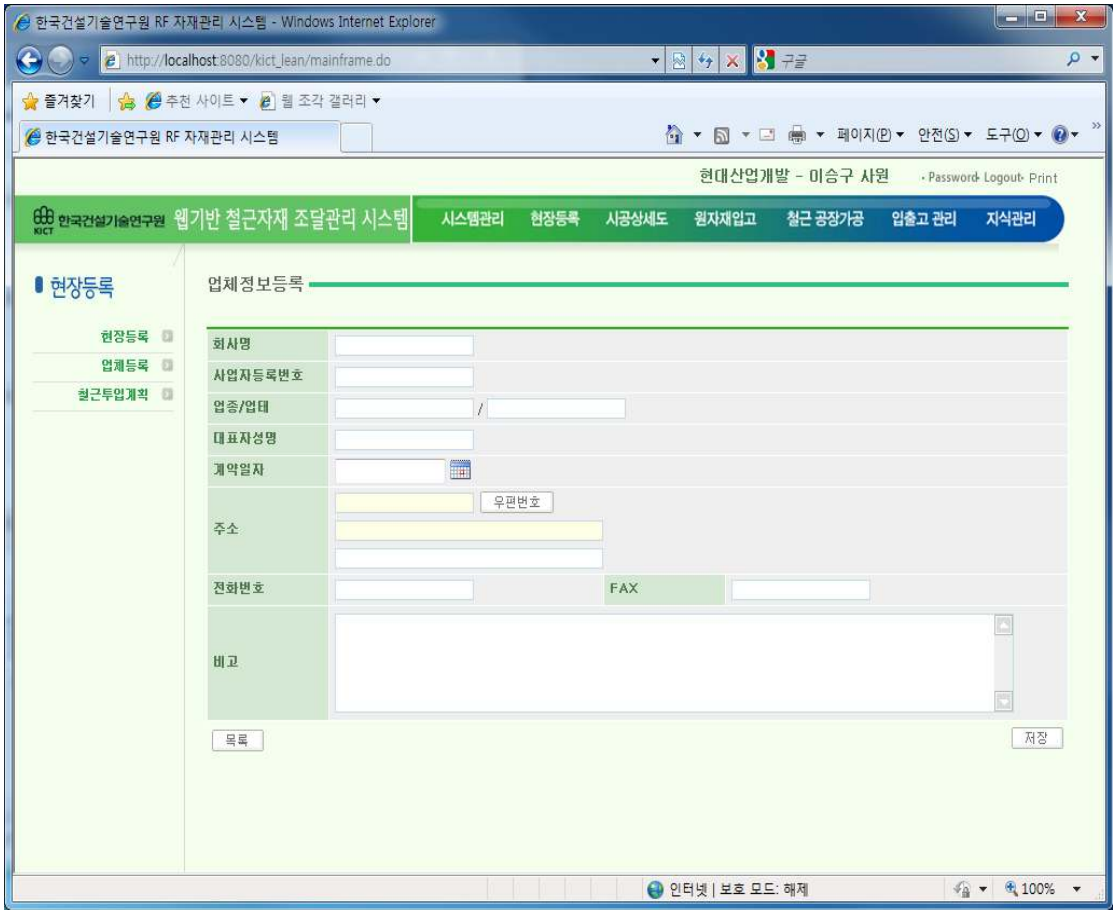
④ 체크박스를 선택하여 해당 업체정보를 삭제한다.

(11) 업체정보 등록

1) 설명

신규 업체정보를 등록하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 회사명, 사업자 등록번호, 대표자 성명등을 입력하고 저장버튼을 선택하여 등록한다.

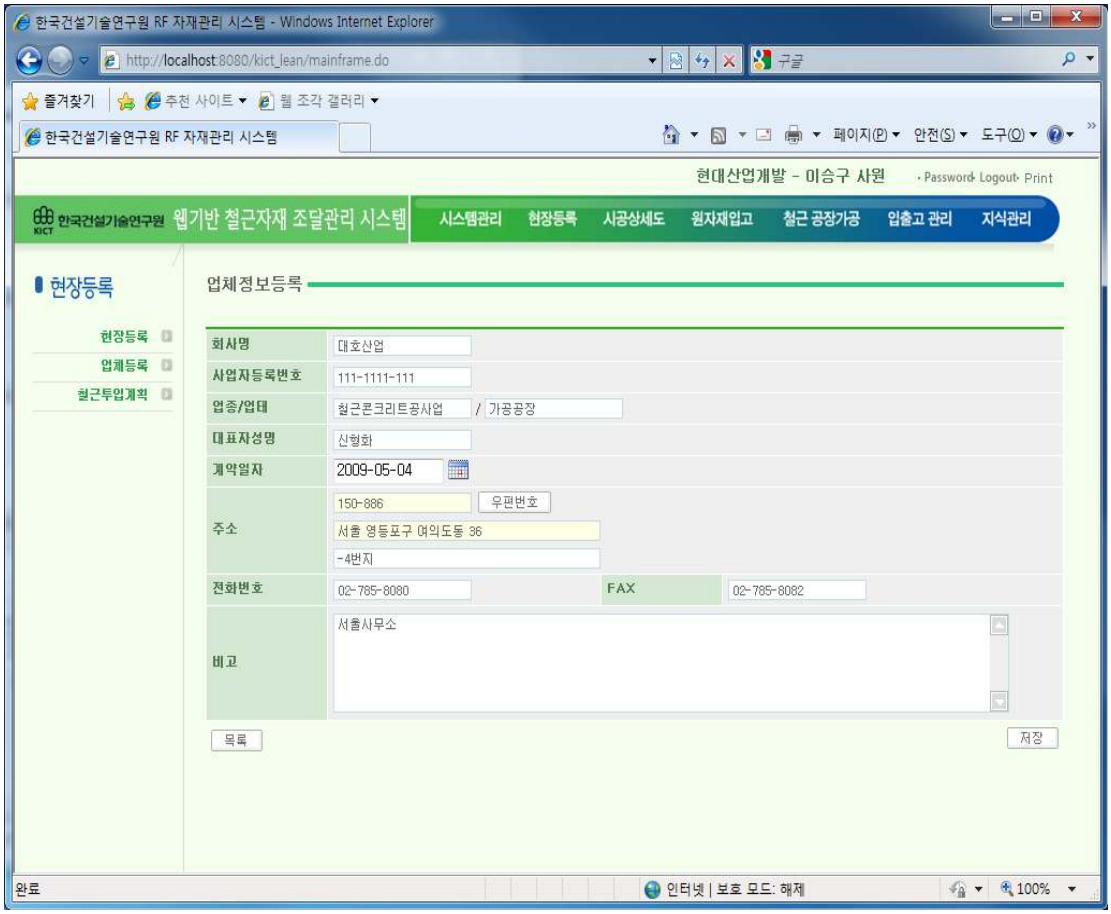
② 목록 버튼을 선택하여 조회 하면으로 이동할 수 있다.

(12) 업체정보 수정

1) 설명

해당 업체정보를 수정하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 해당 업체정보를 수정하고 저장버튼을 선택하여 정보를 수정한다.

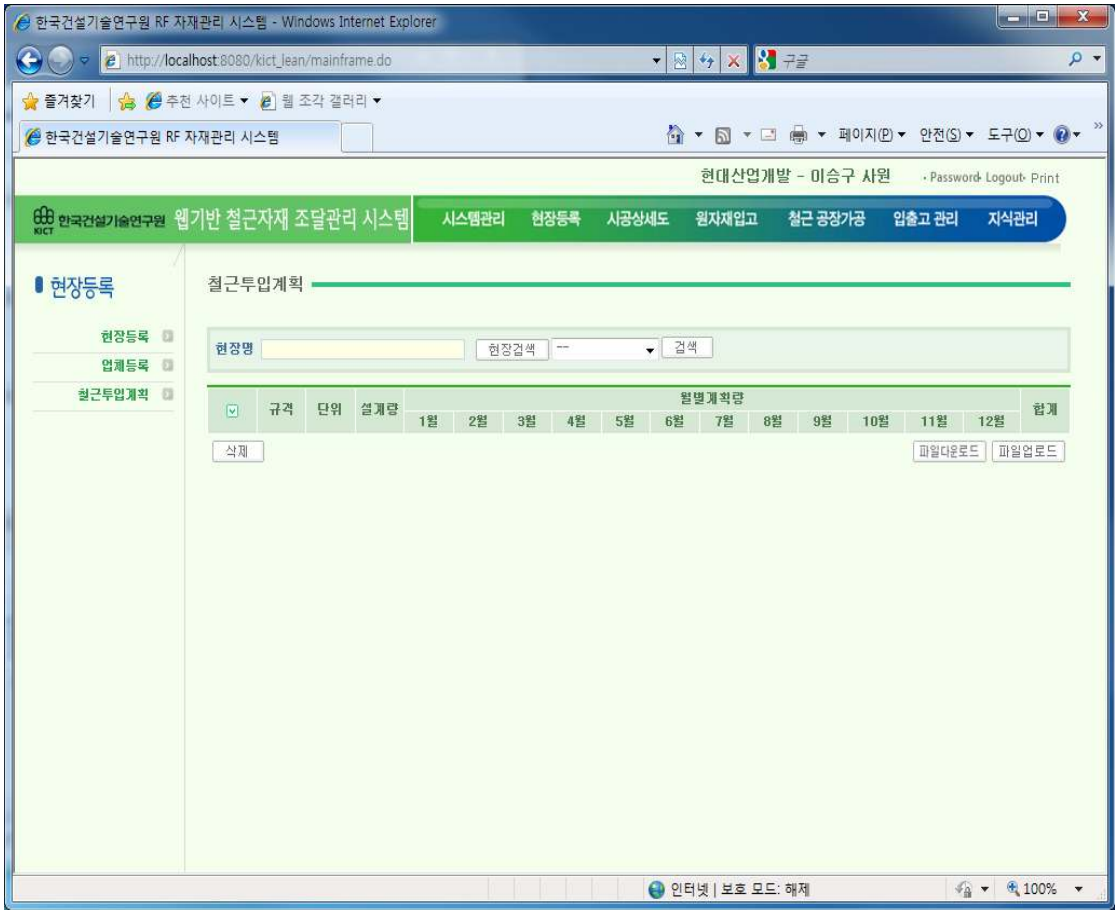
② 목록 버튼을 선택하여 조회 하면으로 이동 할 수 있다.

(13) 철근투입계획

1) 설명

해당 현장의 철근투입계획 정보를 조회, 등록, 삭제, 다운로드 하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장검색 버튼을 선택하여 현장을 검색하고, 년도를 선택하여 추가 검색을 한다.

② 파일(Excel 파일) 업로드 버튼을 선택하여 철근투입계획 정보를 등록한다.

③ 체크박스를 선택하여 해당 정보를 다운로드 한다.(Excel 파일)

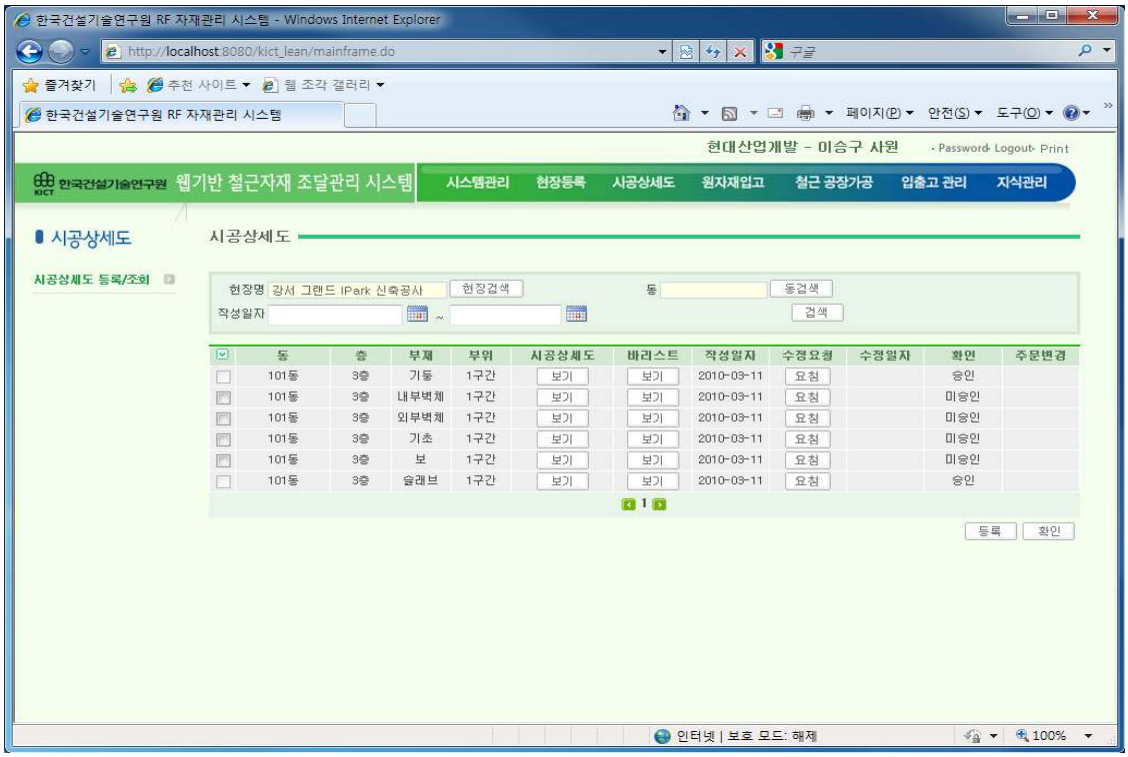
④ 체크박스를 선택하여 해당 정보를 삭제할 수 있다.

(14) 시공상세도 조회

1) 설명

시스템에 등록된 시공상세도를 조회하거나 시공상세도 정보를 등록하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장명, 동 검색을 이용하여 기존에 등록되어있는 시공상세도 정보를 조회한다.

② 체크박스를 선택하여 확인 버튼을 선택하여 해당 시공도를 승인한다.

③ 시공상세도 보기 버튼을 선택하면 CAD 도면을 다운 받을 수 있다.

④ 바리스트 보기 버튼을 선택하여 해당 부위의 바리스트 정보를 확인한다.

⑤ 수정요청 버튼을 선택하여 수정요청 E-Mail을 전송 할 수 있다.

⑥ 등록 버튼을 선택하여 시공도(CAD 파일)와 바리스트 정보(Excel 파일)을 등록한다.

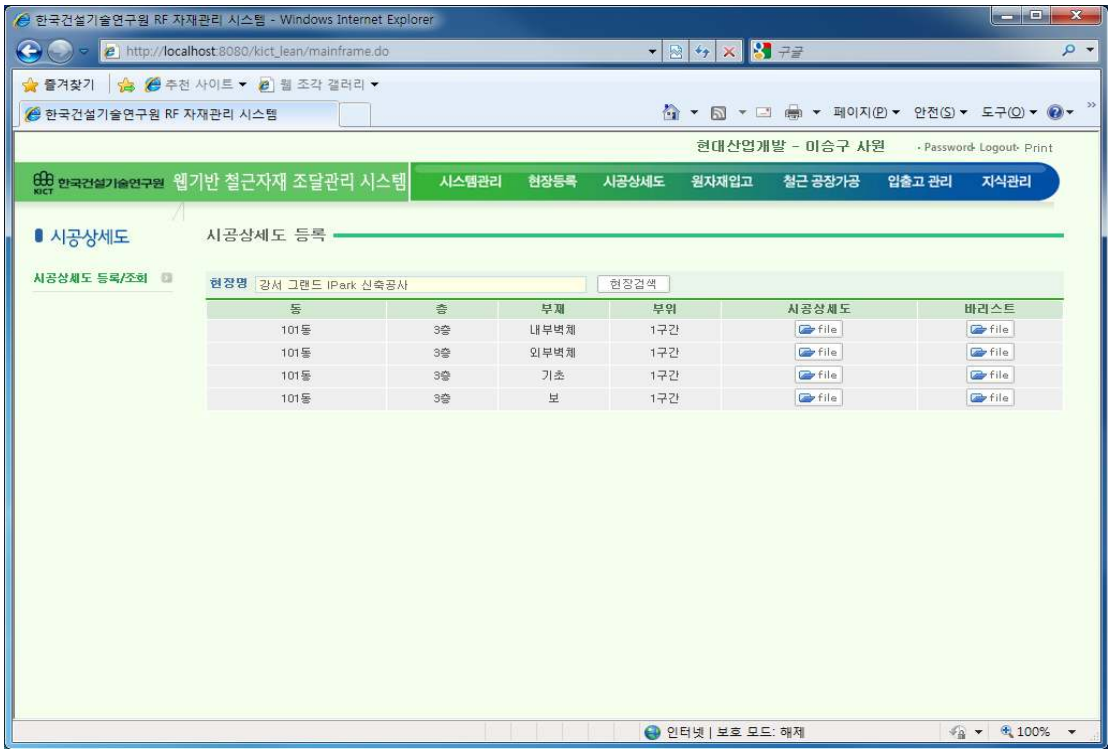
⑦ 주문을 취소했을 경우 주문변경란에 주문 취소 일자가 보여진다.

(15) 시공상세도 등록

1) 설명

승인되지 않은 시공도 정보에 대해 시공상세도, 바리스트 정보를 등록하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장검색 버튼을 선택하여 등록할 현장을 검색한다.

② 해당 현장에 대하여 승인되지 않은 부위 정보가 화면에 출력된다.

③ 시공상세도의 파일 버튼을 선택하여 시공도(CAD 파일)를 업로드한다.

④ 바리스트의 파일 버튼을 선택하여 바리스트 정보(Excel 파일)를 업로드한다.

※ 주의 사항

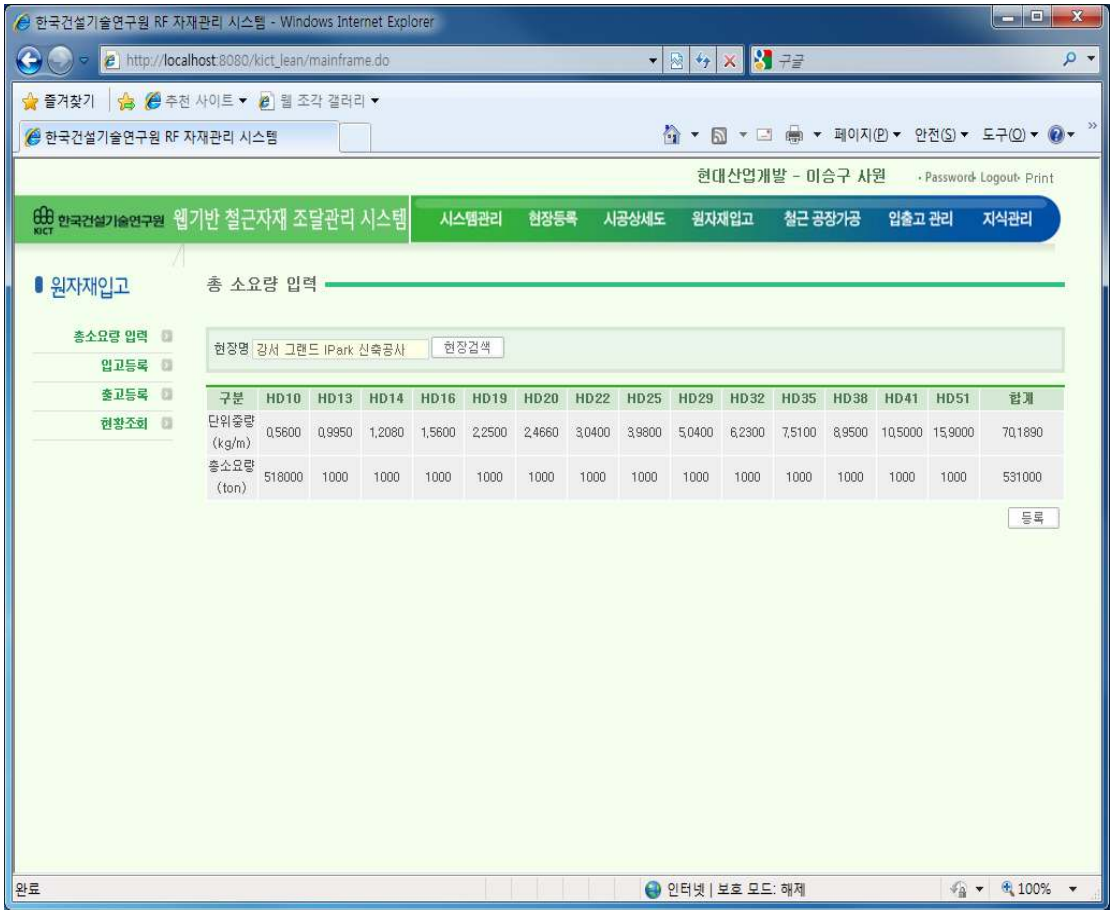
- 시공상세도, 바리스트 정보를 업로드 할 경우 기존에 해당 부위에 등록된 정보는 삭제되므로 주의 하여야 한다.

(16) 총 소요량 입력

1) 설명

원자재 총 소요량 정보를 입력하고 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장 검색 버튼을 선택하여 조회할 현장을 검색한다.

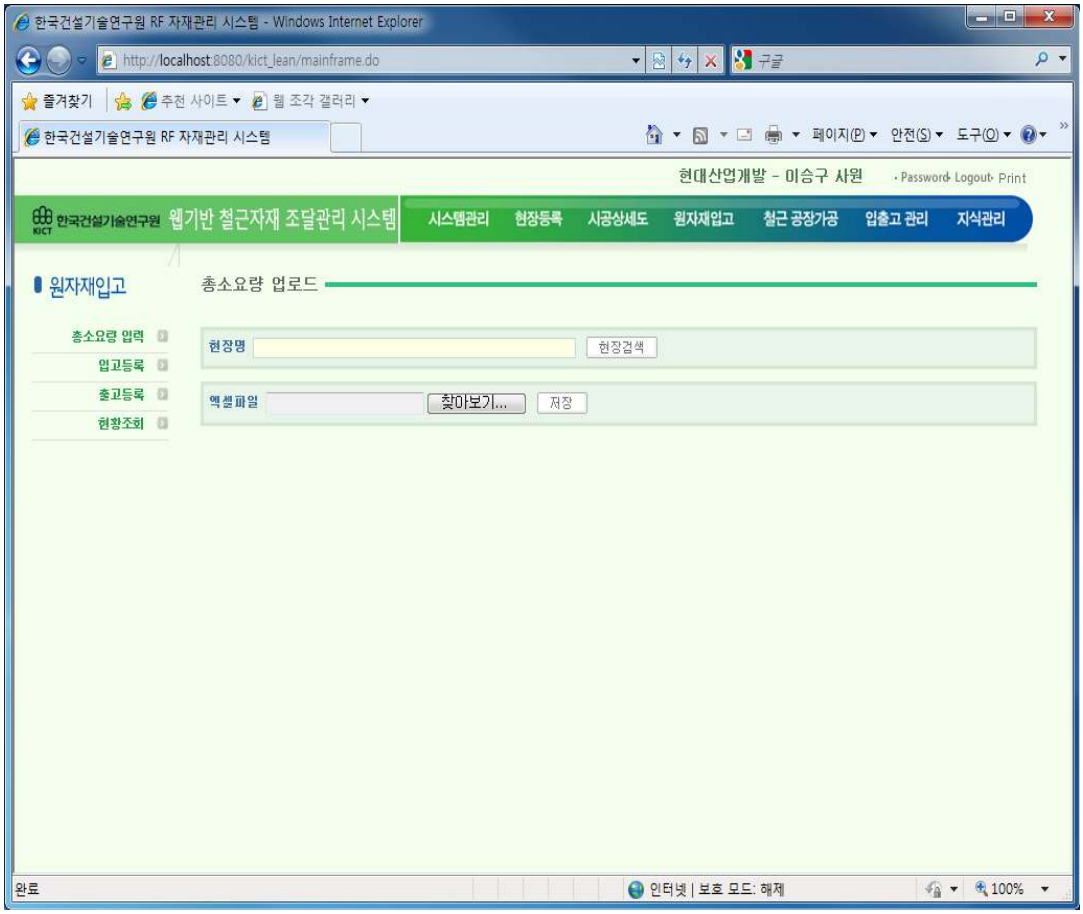
② 등록 버튼을 선택하여 총 소요량 정보 Excel 파일을 업로드 한다.

(17) 총 소요량 정보 업로드

1) 설명

총 소요량 정보 Excel 파일을 업로드 하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장명을 검색하여 정보를 업로드할 현장을 선택한다.

② 찾아보기 버튼을 선택하여 업로드 할 Excel 파일을 선택한다.

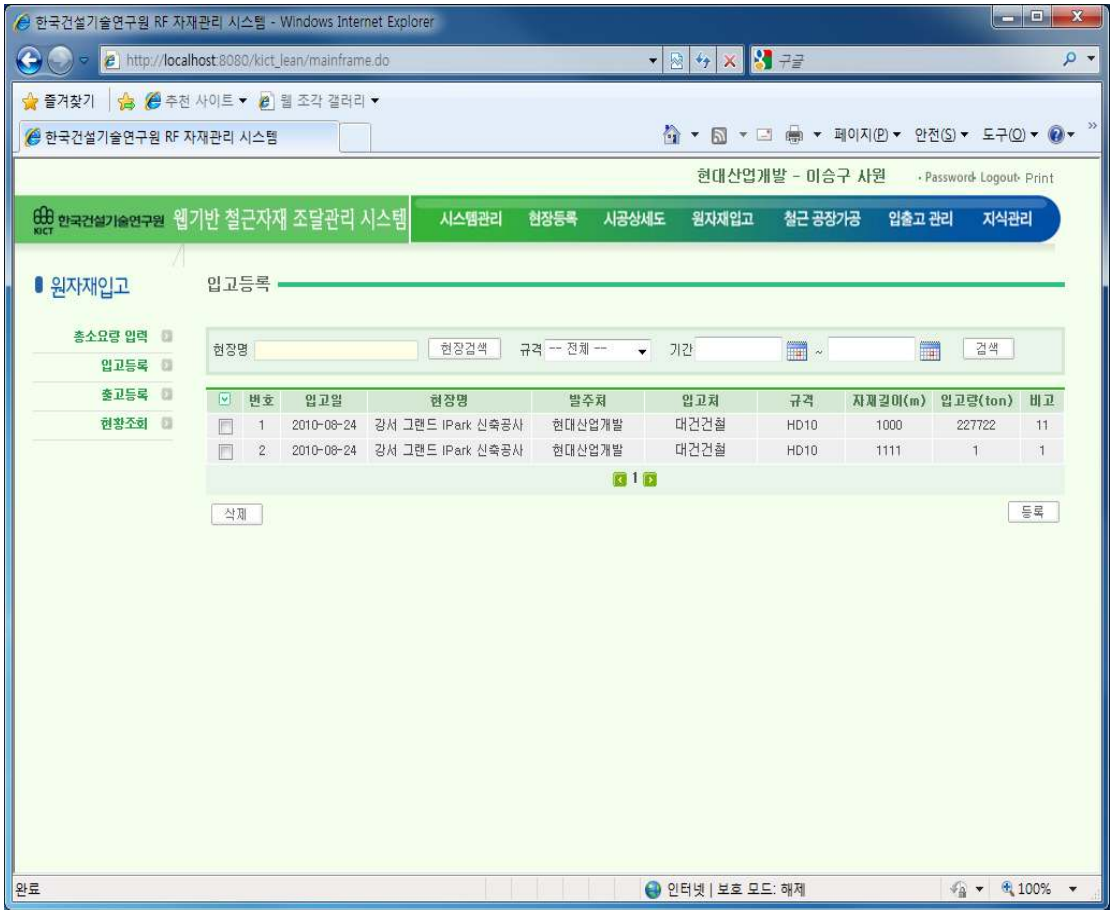
③ 저장 버튼을 선택하여 해당 현장의 총 소요량 정보를 업로드 한다.

(18) 원자재 입고 등록 / 조회

1) 설명

해당 현장에 입고된 원자재 정보 등록 및 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장명, 규격, 기간을 입력하고 정보를 조회한다.

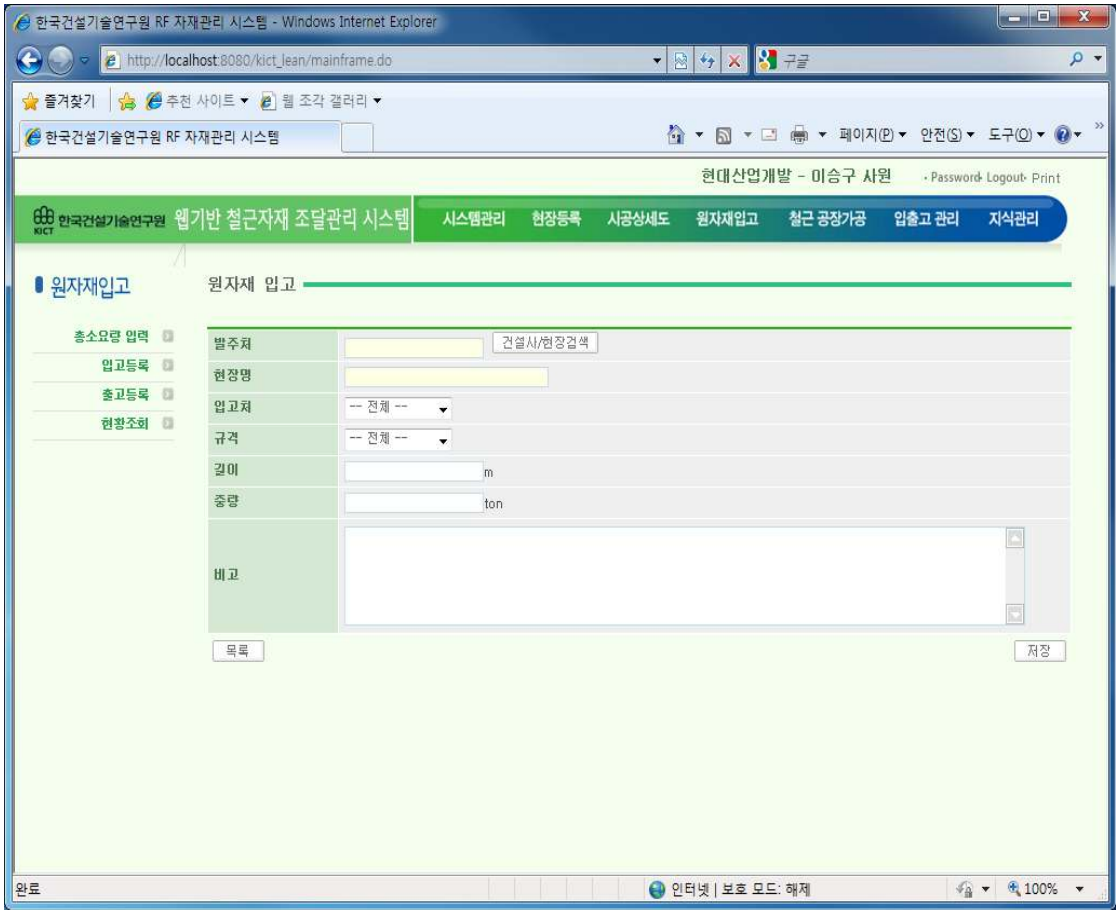
② 등록 버튼을 선택하여 입고물량 정보를 등록한다.

(19) 원자재 입고 등록

1) 설명

해당 현장에 입고된 원자재 정보 등록하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사 / 현장검색을 선택하여 조회한다.

② 입고처, 규격, 길이, 중량을 입력한다.

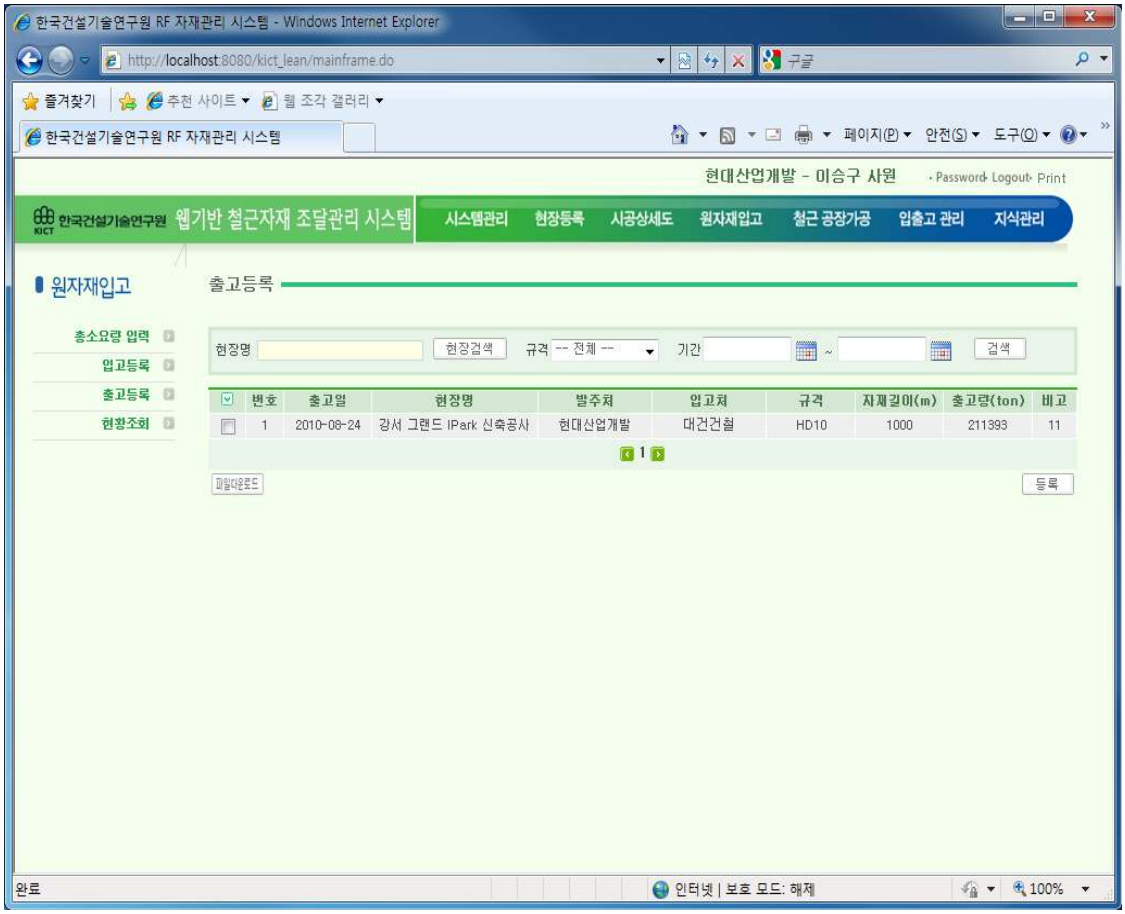
③ 저장 버튼을 선택하여 원자재 입고 정보를 등록한다.

(20) 원자재 출고 등록 / 조회

1) 설명

해당 현장에 출고된 원자재 정보 등록 및 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장명, 규격, 기간을 입력하고 정보를 조회한다.

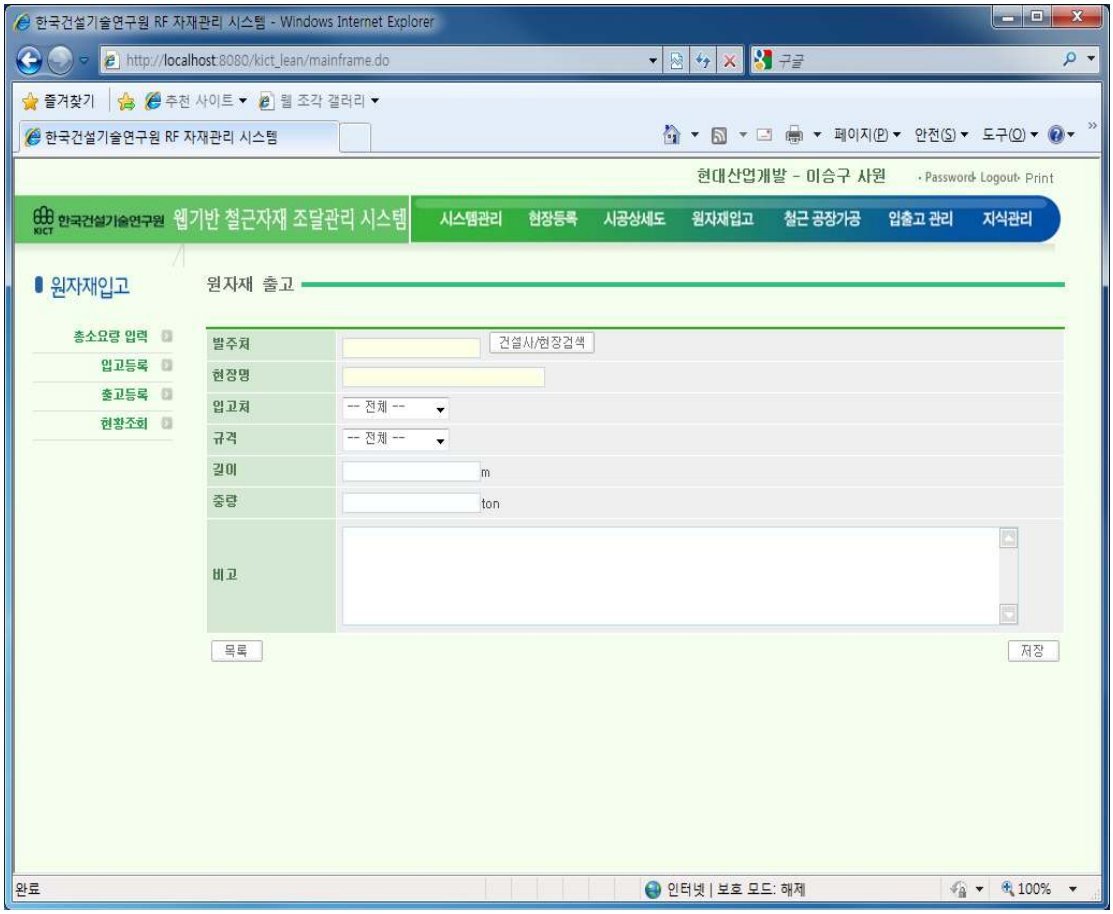
② 등록 버튼을 선택하여 출고물량 정보를 등록한다.

(21) 원자재 출고 등록

1) 설명

해당 현장에 출고된 원자재 정보 등록하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사 / 현장검색을 선택하여 조회한다.

② 입고처, 규격, 길이, 중량을 입력한다.

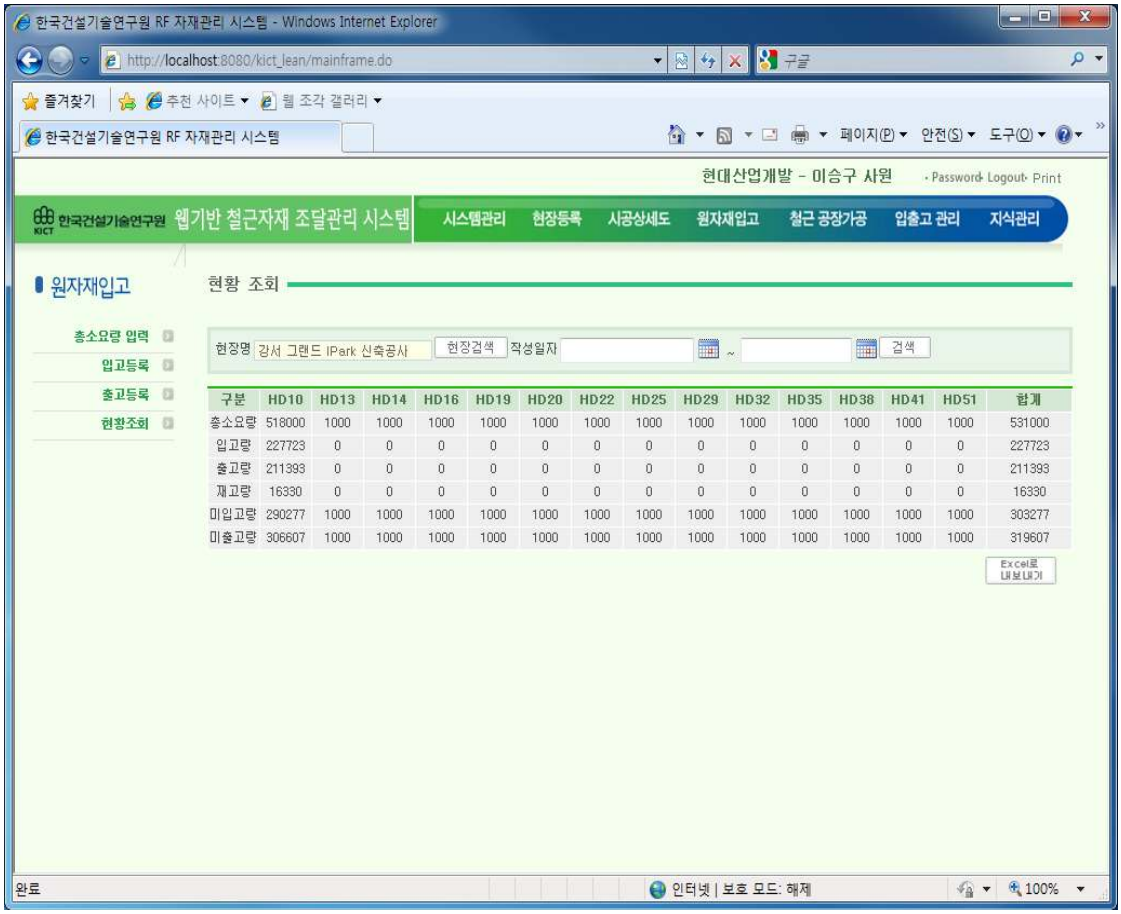
③ 저장 버튼을 선택하여 원자재 출고 정보를 등록한다.

(22) 원자재 현황 조회

1) 설명

해당 현장에 입·출고된 원자재 정보 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장검색을 선택하여 조회할 현장을 검색한다.

② 작성일자를 선택하고 검색버튼을 선택한다.

③ 해당 현장의 입출고 현황 등 정보가 조회된다.

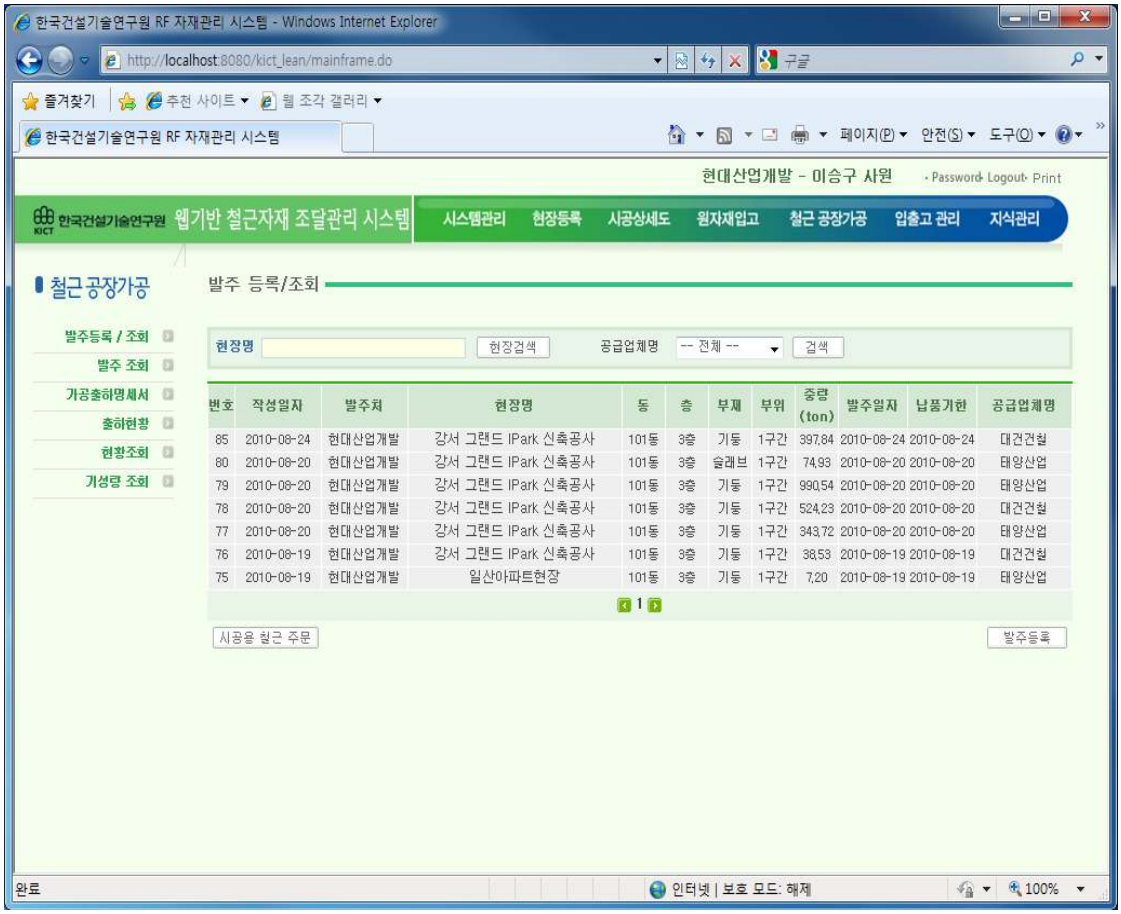
④ Excel로 내보내기 버튼을 선택하여 조회결과를 Excel 파일로 다운받는다.

(23) 발주 등록 / 조회

1) 설명

신규 발주 등록과 기존에 발주 이력을 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장명, 공급업체명을 입력하고 검색한다.

② 발주등록 버튼을 선택하여 신규 발주를 등록한다.

③ 현장명을 선택하면 해당 발주서의 바리스트 정보를 조회한다.

④ 시공용 철근 주문 버튼을 선택하여 시공용 장철근을 주문한다.

(24) 발주 등록

1) 설명

현장, 동, 층, 부재, 부위 를 검색하여 신규 발주를 한다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 납품기한과 발주 처리할 업체명을 선택한다.

② 발주 처리할 자재를 선택한다.

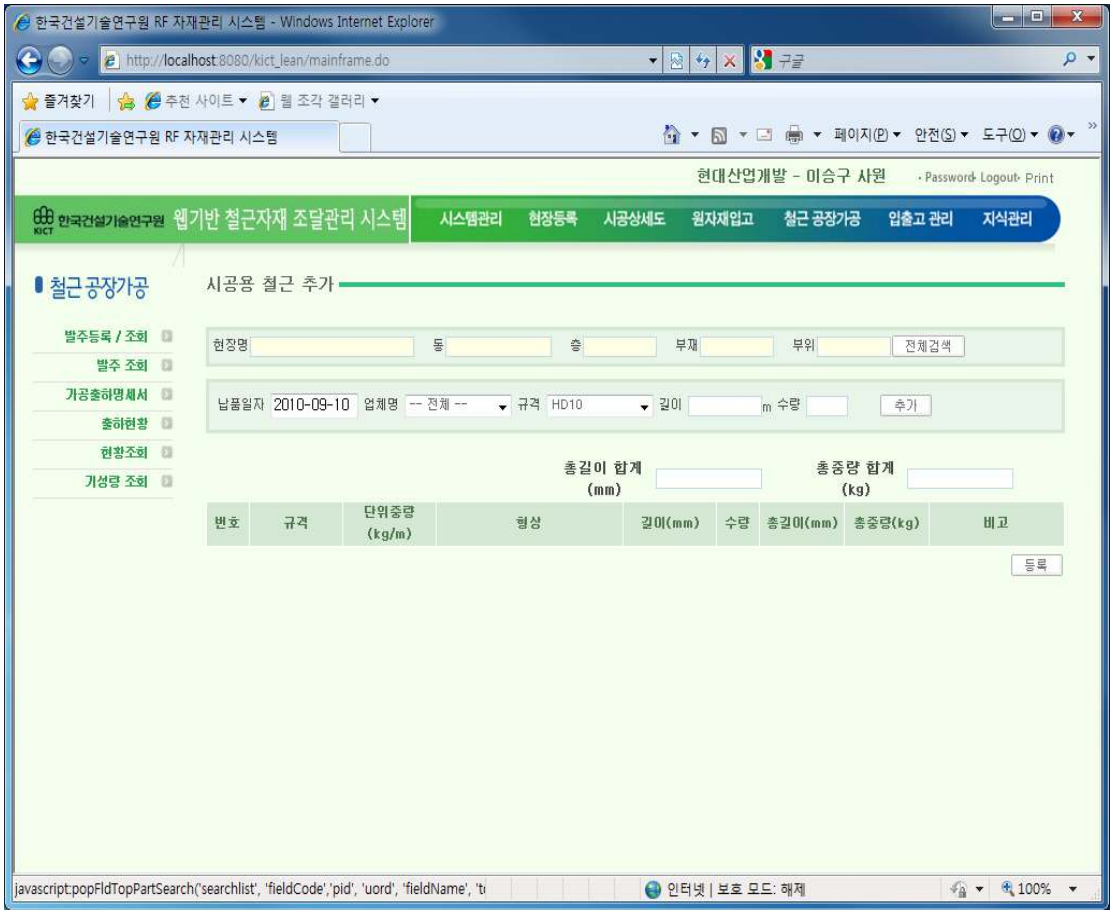
③ 등록 버튼을 선택하여 발주 처리한다.

(25) 시공용 철근 주문

1) 설명

추가 주문을 할 시공용 철근 정보를 입력하고 발주 등록을 한다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 전체검색 버튼을 선택하여 시공용 철근이 속하게 될 부재 정보를 조회한다.

② 납품기한과 발주 처리할 업체명을 선택한다.

③ 추가할 시공용 철근의 규격, 길이, 수량 정보를 입력하고 추가 버튼을 선택한다.

④ 추가할 시공용 철근을 추가한 후 등록 버튼을 선택하여 발주 등록을 완료한다.

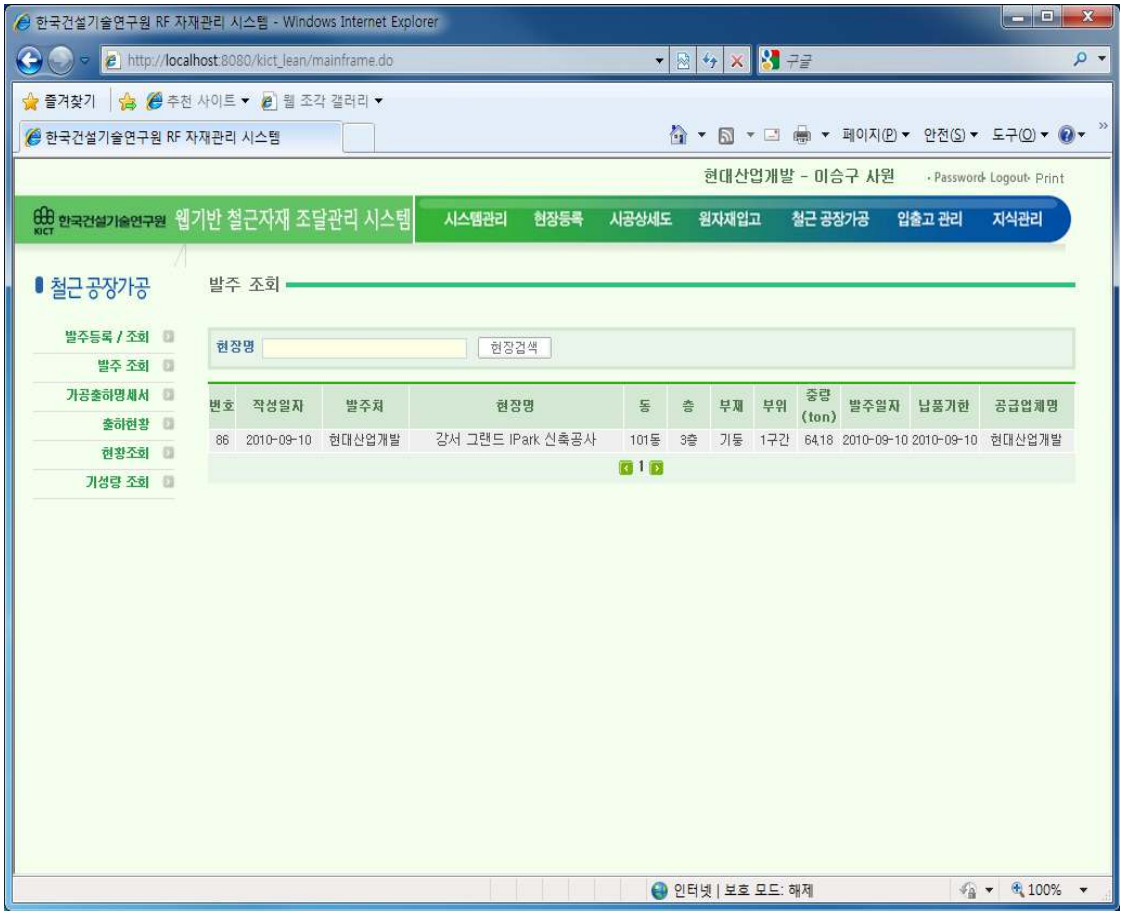
(26) 발주조회

1) 설명

가공업체에서 해당 업체로 발주가 들어온 발주서에 한하여 보여지게 된다.

로그인 한 사용자의 업체가 공급업체로 지정된 발주서만 보여지게 된다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장검색 버튼을 선택하여 해당 현장으로부터 들어온 발주서를 조회한다.

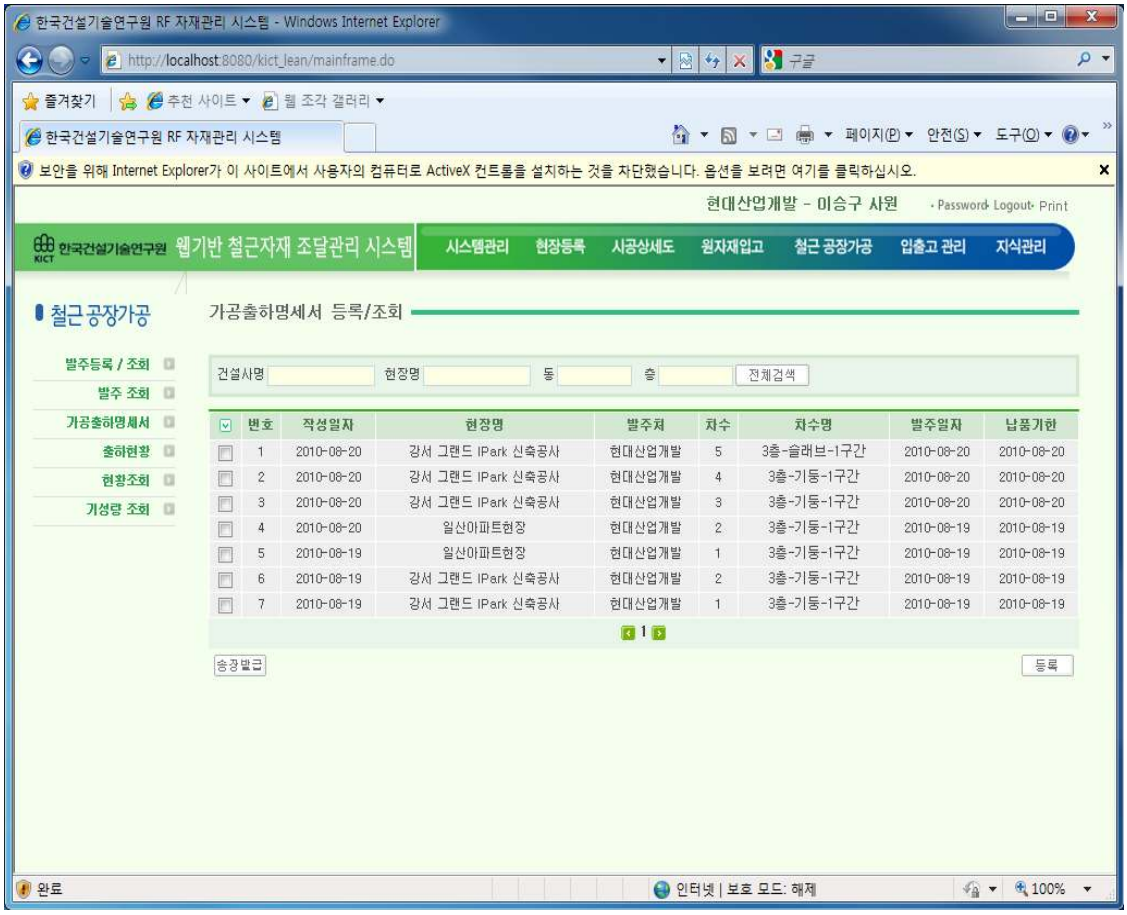
② 조회결과의 현장명을 선택하여 해당 발주서에 속한 바리스트 정보를 조회한다.

(27) 가공출하명세서 조회

1) 설명

기존에 등록한 가공출하명세서를 조회하거나 신규 가공출하명세서를 작성한다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사, 현장명 동, 층 정보를 전체검색 버튼을 선택하여 조회한다.

② 등록 버튼을 선택하여 신규 가공출하명세서를 작성한다.

③ 차수명을 선택하여 해당 명세서의 정보를 확인한다.

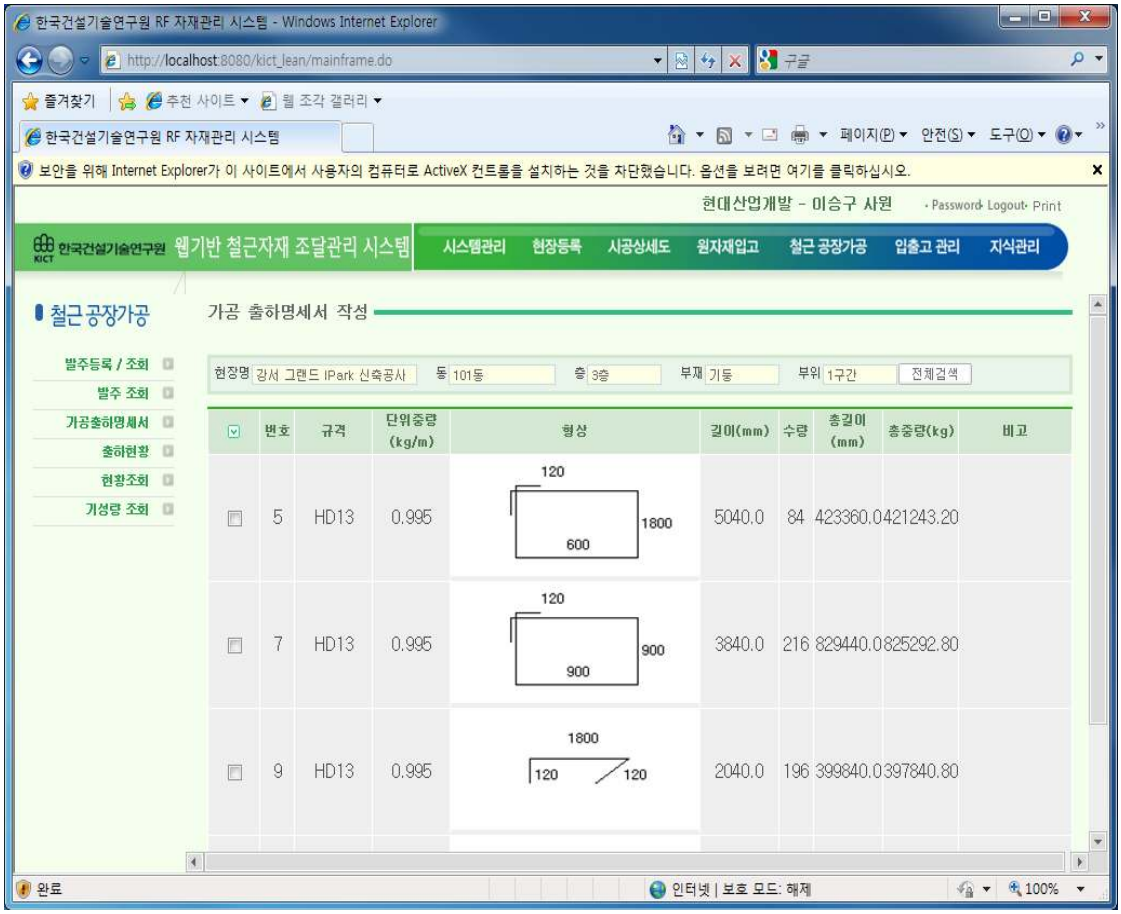
④ 송장발급 버튼을 선택하여 해당 명세서 정보를 발급한다.

(28) 가공출하명세서 작성

1) 설명

신규 가공출하명세서를 작성하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장명, 동, 층, 부재, 부위를 검색하여 해당 바리스트 정보를 조회한다.

② 체크박스를 선택하고 등록 버튼을 선택하여 가공출하명세서를 작성한다.

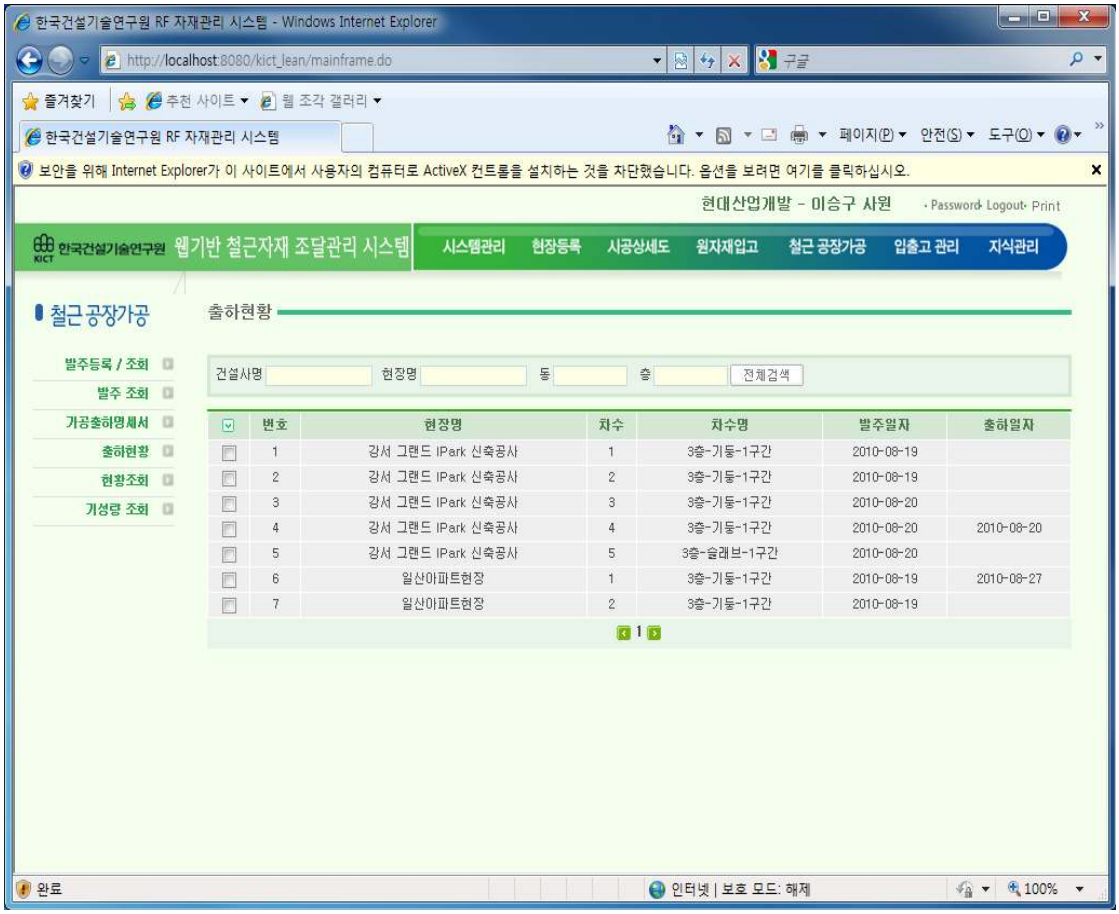
③ 체크박스를 선택하고 발급 버튼을 선택하여 자재태그를 발급한다.

(29) 출하현황

1) 설명

가공출하명세서의 출하 현황 정보를 조회한다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

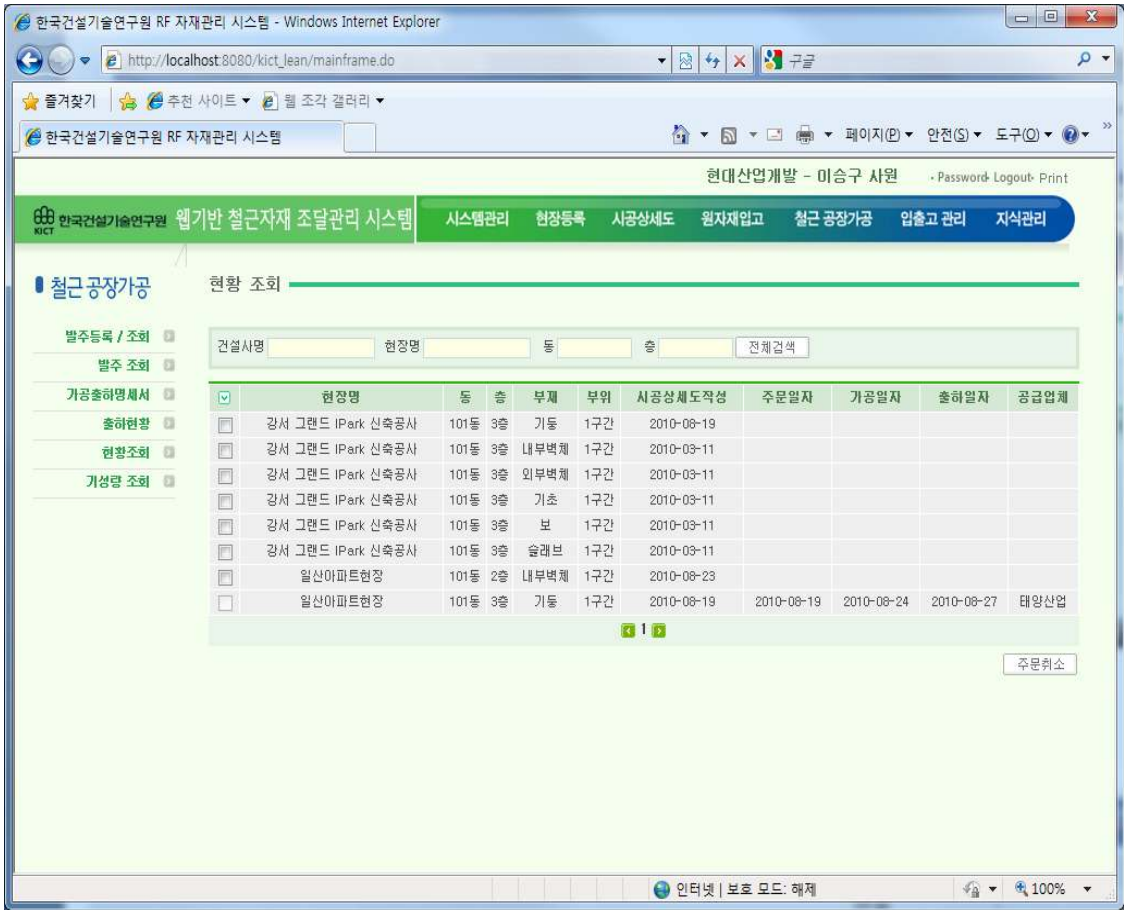
① 건설사명, 현장명, 동, 층 정보를 전체검색 버튼을 선택하여 조회한다.

(30) 현황조회

1) 설명

각 부위 정보별 주문일자, 가공일자, 출하일자에 대한 정보를 조회한다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사명, 현장명, 동, 층 정보를 전체검색 버튼을 선택하여 조회한다.

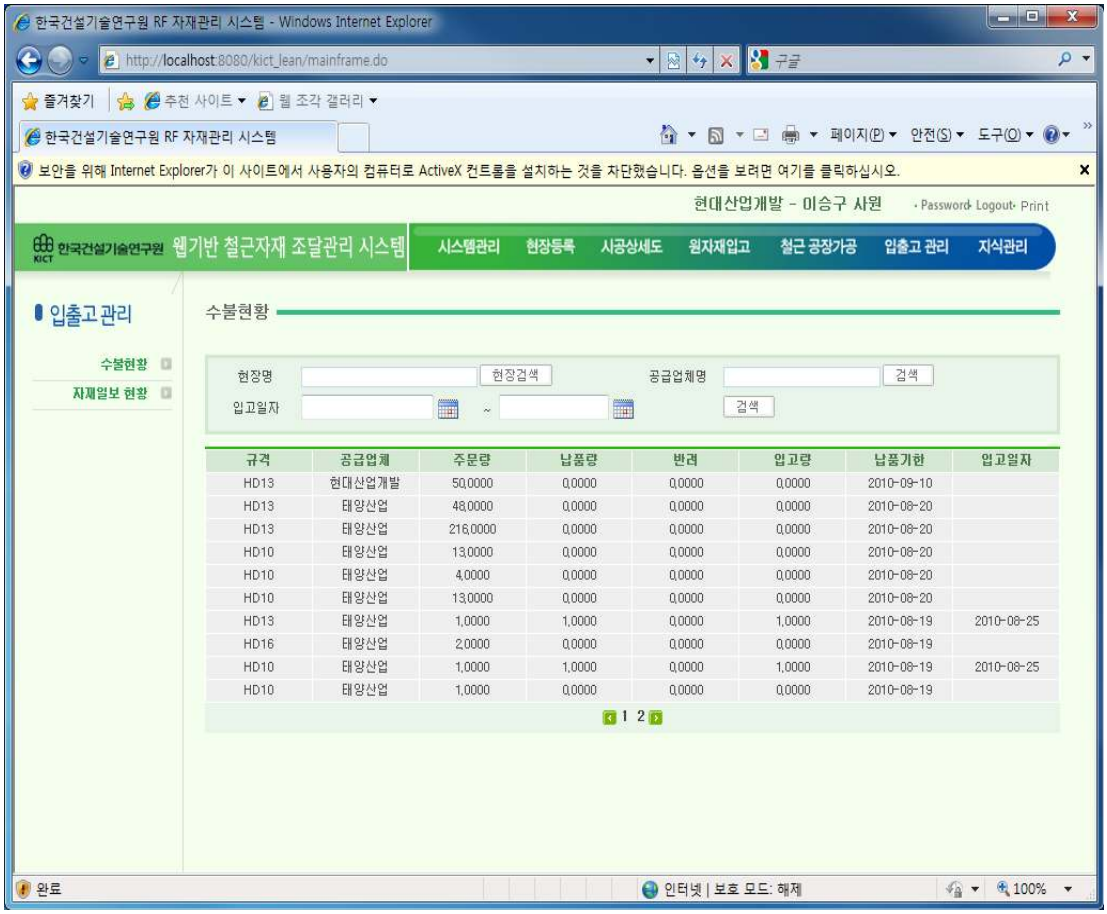
② 자재 태그가 발급이 되지 않은 바리스트 정보에 대해 주문 취소 버튼을 선택하여 해당 바리스트의 모든 주문 정보를 삭제한다.

(31) 수불현황 조회

1) 설명

입출고 현황 정보를 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 현장명, 공급업체를 검색하여 정보를 조회한다.

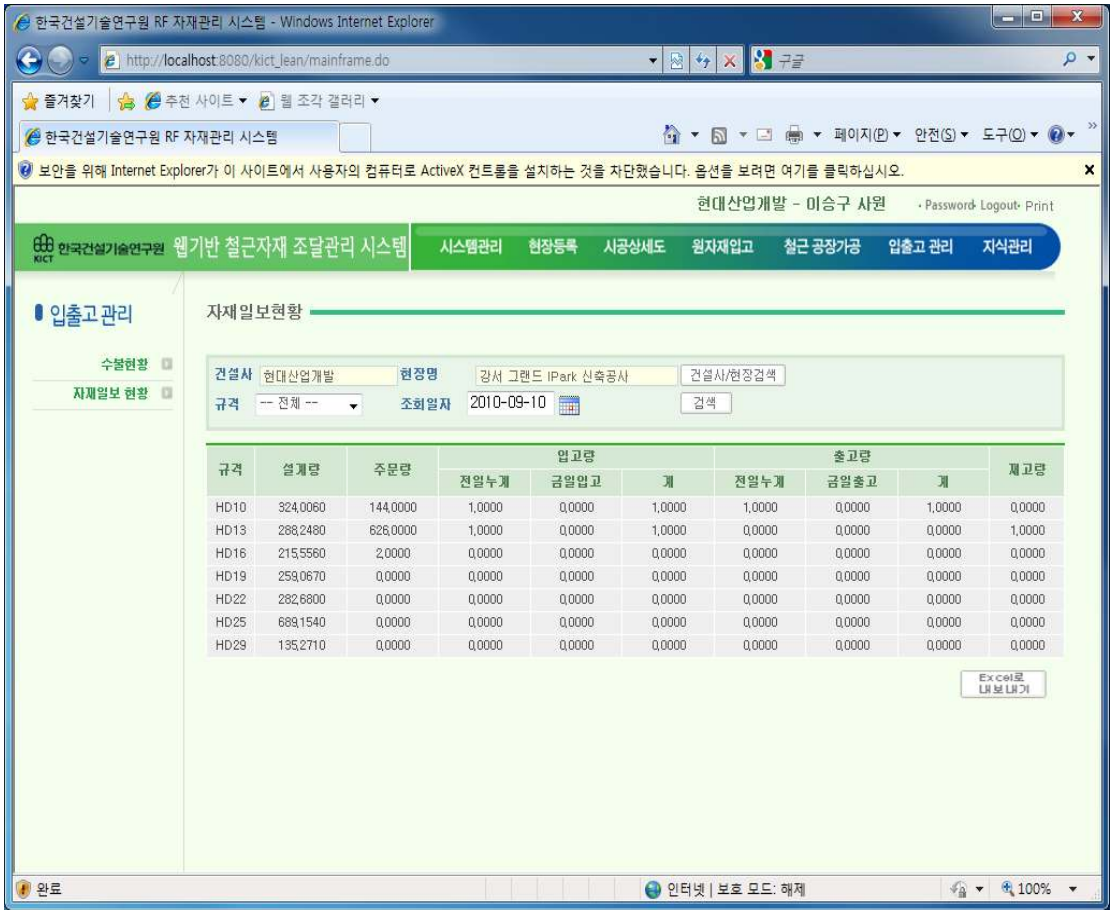
② 입고일자를 선택하여 해당 기간별 수불현황 정보를 조회한다.

(32) 자재일보현황

1) 설명

조회일자를 기준으로 입출고량 정보를 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사/현장검색 버튼을 선택하여 해당 정보를 조회한다.

② 조회할 규격과 조회일자를 선택한다.

② 조회일자는 기본 값으로 오늘은 보여준다.

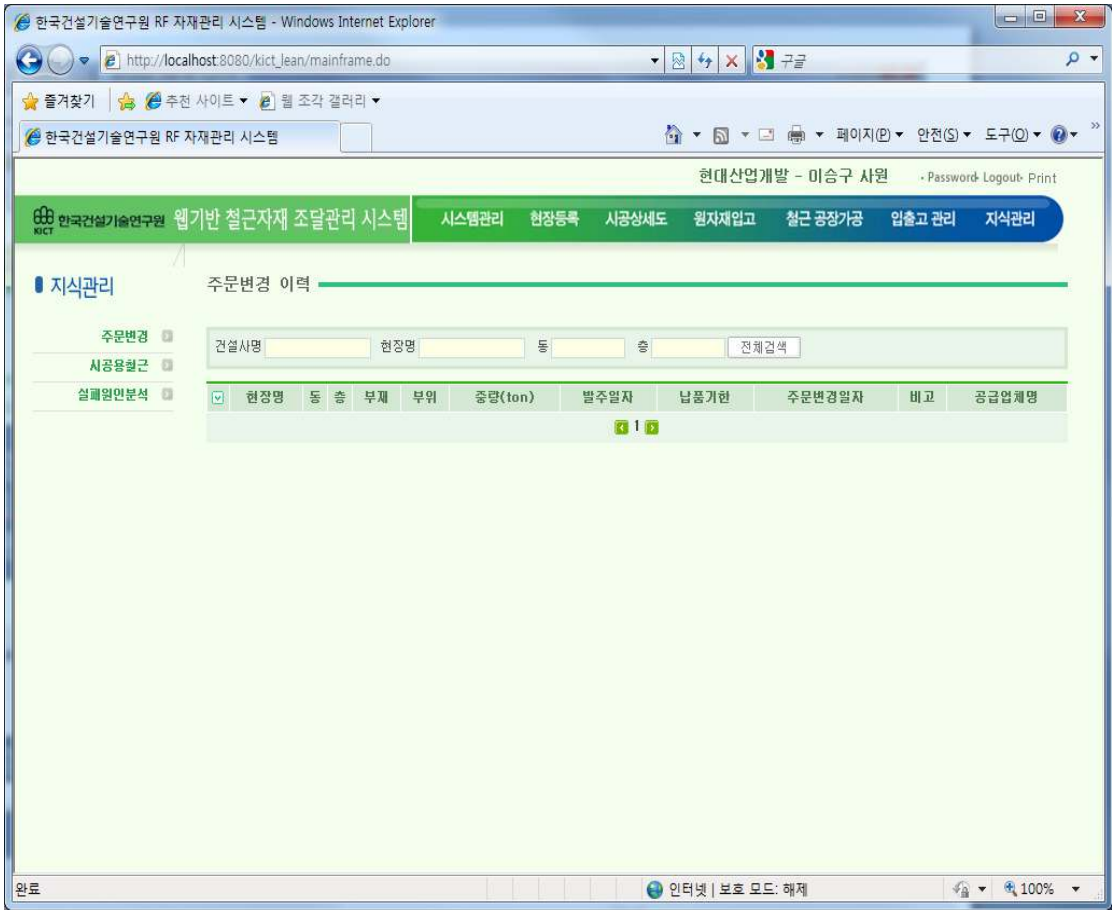
③ Excel로 내보내기 버튼을 선택하여 조회결과를 Excel로 다운로드 한다.

(33) 주문변경

1) 설명

각 현장별 주문 및 주문 취소 이력 정보를 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 건설사, 현장명, 동,층 정보를 전체검색 버튼을 선택하여 검색한다.

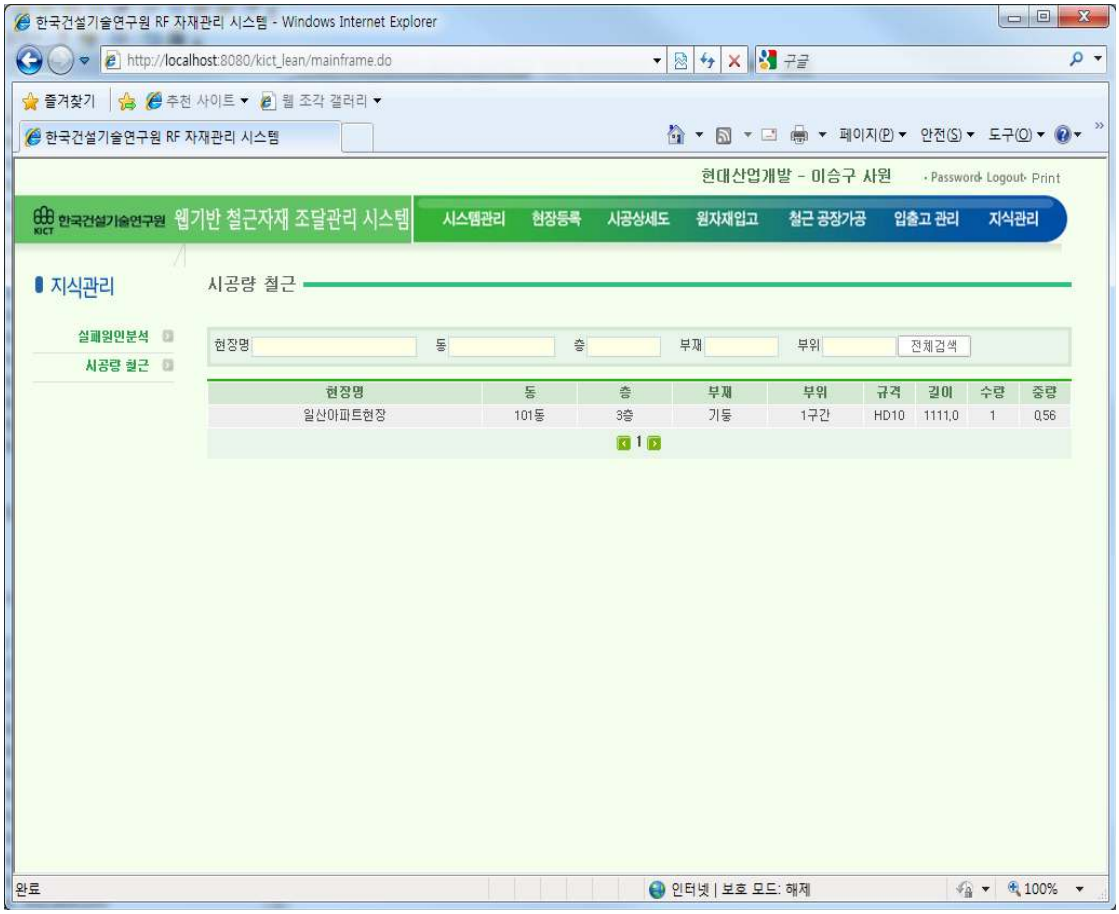
② 해당 현장의 발주한 내역과 주문 취소한 내역을 조회한다.

(34) 시공용 철근

1) 설명

추가 주문한 시공용 철근에 대하여 조회하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 전체검색 버튼을 선택하여 현장명, 동,층,부재,부위 정보를 검색한다.

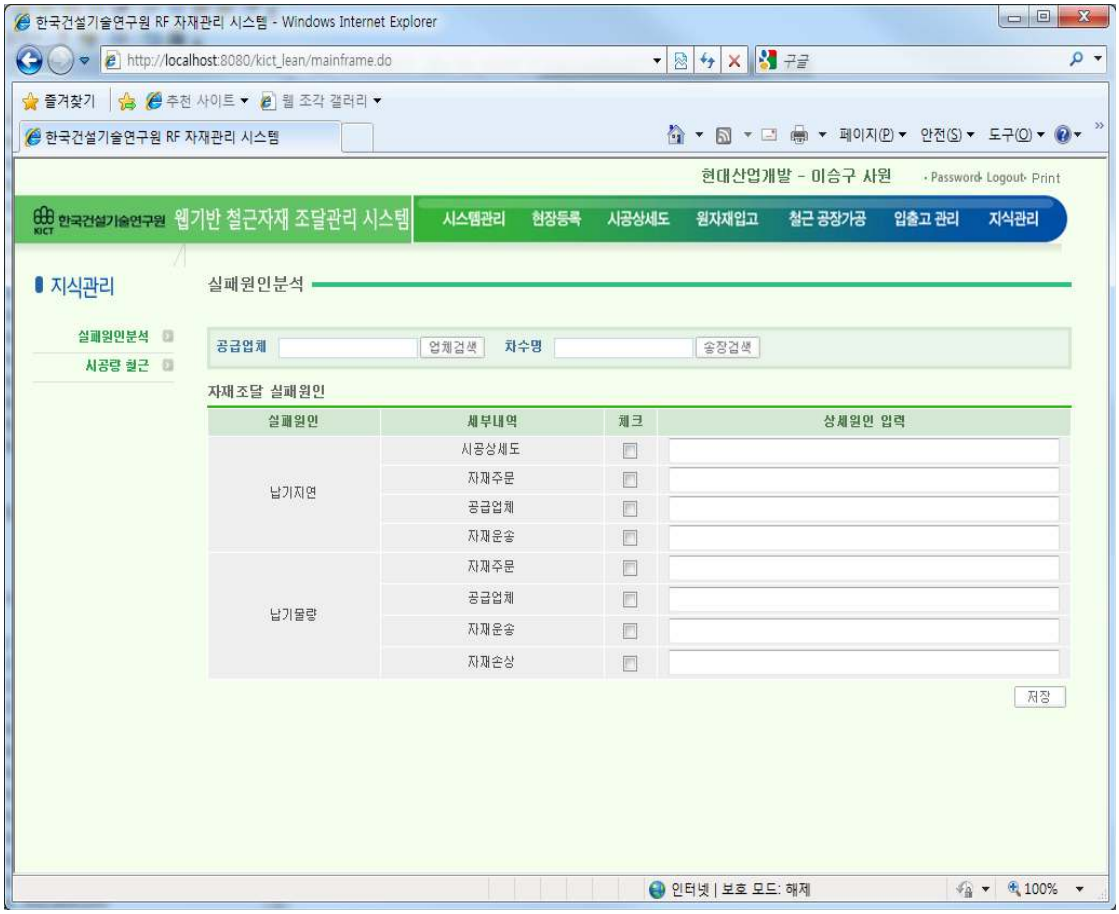
② 해당 부재에 속한 시공용 철근 정보를 조회한다.

(35) 실패원인분석

1) 설명

공급업체별 각 차수에 대한 실패원인 정보를 입력하는 화면이다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 업체검색 버튼을 선택하여 조회할 업체를 검색한다.

② 송장검색을 선택하여 해당 업체에서 작성한 차수를 조회한다.

③ 해당 차수에서 발생한 실패원인을 입력하고 저장버튼을 선택한다.

2. 기능별 사용법 - PDA Application

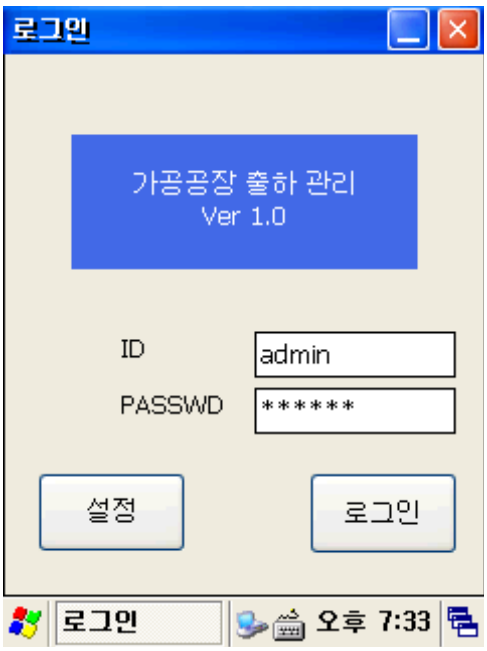
(1) 로그인

1) 설명

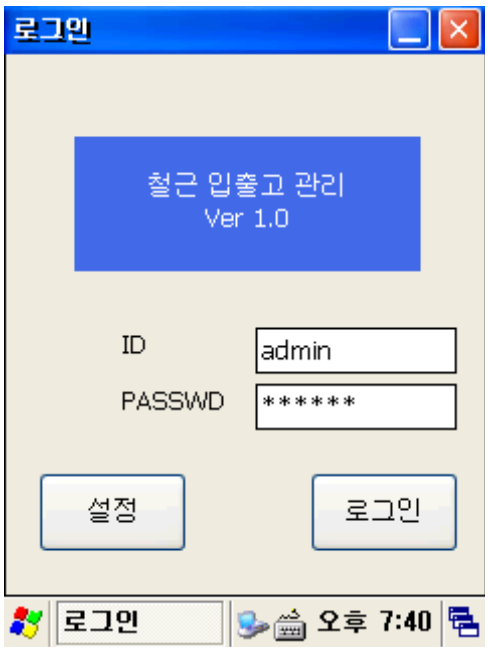
핸디헬드형 리더기를 이용하여 시스템을 접속하기 위해 사용자 아이디와 비밀번호를 입력한다.

핸디헬드형 리더기를 사용하기 위한 기본 설정을 한다.

2) 화면 레이아웃



< 가공공장 출하 프로그램 >



<현장 입·출고 프로그램>

3) 화면 설명

① 사용자 아이디와 비밀번호를 입력한다.

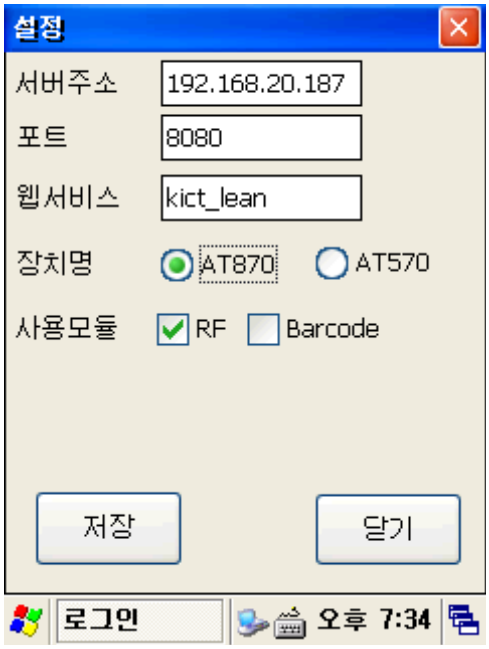
② 설정 버튼을 선택하여 리더기 사용을 위한 기본값 등을 설정한다.

(2) 설정

1) 설명

서버주소, 포트, 웹서비스명, 장치명, 사용모듈 등을 설정한다.

2) 화면 레이아웃



3) 화면 설명

① 서버주소, 포트, 웹서비스명을 입력한다.

② 사용하는 장치의 모델명을 선택하고 사용할 모듈을 선택한다.

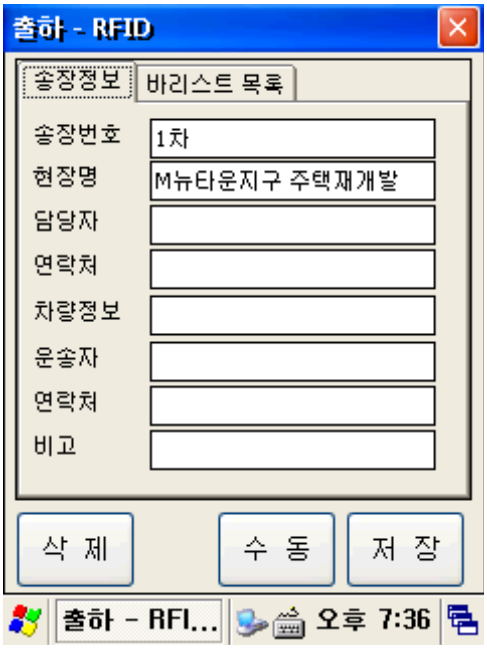
※ 올바르게 설정하지 않을 경우 서버와의 통신이 불가능하다.

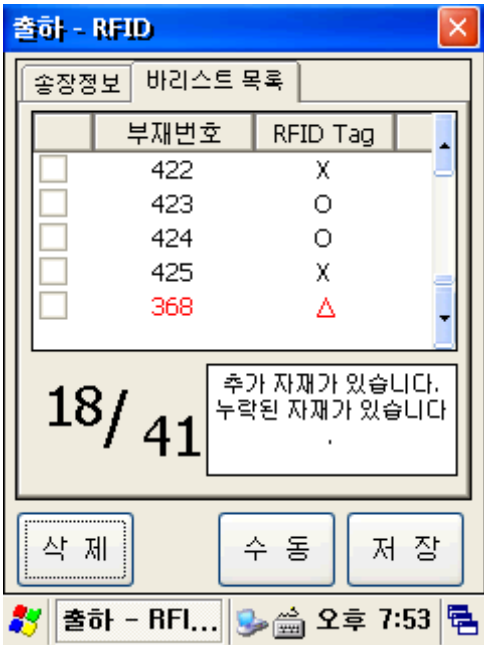
(3) 출하

1) 설명

가공공장에서 출하시 사용하는 화면이다

2) 화면 레이아웃





3) 화면 설명

① 핸디헬드형 리더기로 송장태그를 인식하여 해당 송장정보를 조회한다.

② 해당 송장과 연계된 바리스트 목록이 출력된다.

③ RFID 모듈 또는 바코드 모듈을 이용하여 자재태그를 인식한다.

④ 인식된 자재는 RFID TAG에 O, 인식되지 않은 자재는 X, 추가로 인식된 자재는 △로 표시된다.

⑤ 저장 버튼을 선택하여 출하 처리를 완료한다.

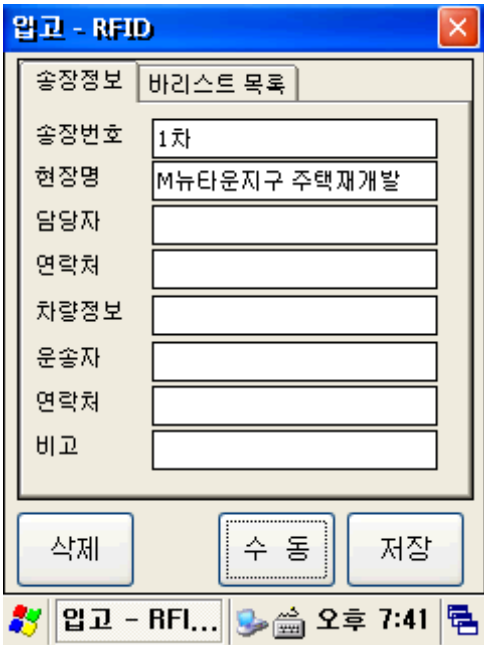
※ 주의 : 미인식 자재 또는 추가 인식된 자재가 리스트에 있을 경우 출하처리가 되지 않는다.

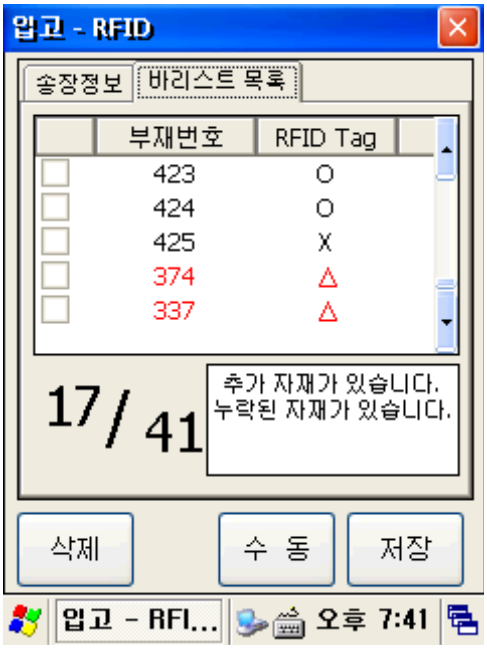
(4) 입고

1) 설명

현장에서 입고시 사용하는 화면이다

2) 화면 레이아웃





3) 화면 설명

① 핸디헬드형 리더기로 송장태그를 인식하여 해당 송장정보를 조회한다.

② 해당 송장과 연계된 바리스트 목록이 출력된다.

③ RFID 모듈 또는 바코드 모듈을 이용하여 자재태그를 인식한다.

④ 인식된 자재는 RFID TAG에 O, 인식되지 않은 자재는 X, 추가로 인식된 자재는 △로 표시된다.

⑤ 입고처리할 자재를 선택하고 저장 버튼을 선택하여 출하 처리를 완료한다. 선택하지 않은 자재는 반품량으로 처리한다.

※ 미인식 자재 또는 추가 인식된 자재가 리스트에 있을 경우 입고처리가 되지 않는다.

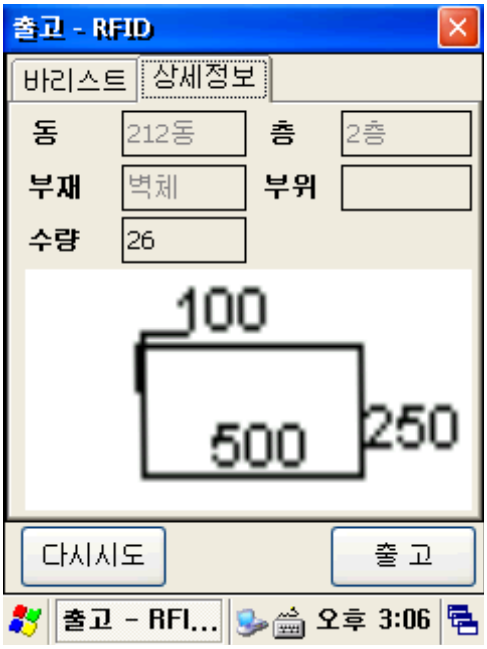
(5) 출고

1) 설명

현장에서 출고시 사용하는 화면이다

2) 화면 레이아웃





3) 화면 설명

① 핸디헬드형 리더기로 자재태그를 인식한다.

② 인식된 자재 리스트에서 출고 처리할 자재를 선택한 후 상세정보 버튼을 선택한다.

③ 해당 자재의 상세 정보를 확인후 출고 버튼을 선택하여 출고처리한다.

④ 목록으로 버튼을 선택하여 리스트 화면으로 돌아간다.

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 건설기술혁신사업의 웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발(05기반구축D05-01)의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 건설기술혁신사업의 연구결과(과제명 : 웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발, 과제번호 : 05기반구축D05-01)임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

R&D/05기반구축
D05-01

웹 기반 분산형 린건설 정보시스템 개발에 관한 연구보고서

■ 발행일 / 2010. 9. 7

■ 발행처 / 서울대학교 산학협력단
서울특별시 관악구 봉천7동 서울대학교 연구공원단지본관 111호

■ 인쇄처 / 서울문화사
