

발 간 등 록 번 호

11-1613000-001723-01

건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 기술환경 구축 최종 보고서 R&D Report

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()

도시건축연구사업 제3차년도 최종보고서

R&D / 15AUDP -
C067809 - 03

건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형 기술환경 구축 최종 보고서

2017. 01. 05.

주관연구기관 / 경희대학교 산학협력단
공동연구기관 / 한양대학교 산학협력단
공동연구기관 / 경북대학교 산학협력단
공동연구기관 / 광운대학교 산학협력단
공동연구기관 / 서울대학교 산학협력단
공동연구기관 / (주) 석영시스템즈
공동연구기관 / (주) 솔리데오시스템즈
공동연구기관 / (주) 해안종합건축사사무소
공동연구기관 / 대한건축사협회
공동연구기관 / (주) 코스펙이노랩

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술환경 구축 최종보고서

2017 . 01. 05.

주관연구기관 / 경희대학교 산학협력단

공동연구기관 / 한양대학교 산학협력단

공동연구기관 / 경북대학교 산학협력단

공동연구기관 / 광운대학교 산학협력단

공동연구기관 / 서울대학교 산학협력단

공동연구기관 / (주)솔리데오 시스템즈

공동연구기관 / (주)석영시스템즈

공동연구기관 / (사)대한건축사협회

공동연구기관 / (주)해안종합건축사사무소

공동연구기관 / (주)코스펙이노랩

제 출 문

국토교통부(국토교통과학기술진흥원장) 장관 귀하

‘건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축’(연구개발 기간 : 2013. 11. ~ 2016. 11.) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2017 . 01 . 05 .

주관연구기관명 : 경희대학교 산학협력단 (대표자) 홍충선

공동연구기관명 : 한양대학교 산학협력단 (대표자) 안진호

경북대학교 산학협력단 (대표자) 이규식

광운대학교 산학협력단 (대표자) 장운영

서울대학교 산학협력단 (대표자) 김성철

(주)석영시스템즈 (대표자) 손영석

(주)솔리데오시스템즈 (대표자) 김숙희

(주)해안종합건축사사무소 (대표자) 윤세한

(사)대한건축사협회 (대표자) 조충기

(주)코스펙이노랩 (대표자) 김구택

위탁연구기관명 : 성균관대학교 산학협력단 (대표자) 유지범

고려소프트웨어 (대표자) 남정용

참 여 기 관 명 : 대림산업(주) (대표자) 김한기

(주)유탑엔지니어링 (대표자) 양병범

건축사사무소

(주)상지이앤에이 (대표자) 허동운

건축사사무소

나우설비기술(주) (대표자) 김용인

(주)나우동인건축사사무소 (대표자) 김수현

박병욱

빔피어스 (대표자) 김 경

(주)디에이그룹엔지니어링 (대표자) 김현호

종합건축사사무소

(주)트림블솔루션즈코리아 (대표자) 티모카

이네넨

디티콘건축사사무소 (대표자) 윤두영

(주)이엔이에스솔루션 (대표자) 권경렬

주관연구기관책임자 : 경희대학교 산학협력단 김인한 교 수

공동연구기관명 : 한양대학교 산학협력단 이진국 교 수

 경북대학교 산학협력단 추승연 교 수

 광운대학교 산학협력단 유정호 교 수

 서울대학교 산학협력단 박문서 교 수

 (주)석영시스템즈 손영석 대 표

 (주)솔리데오시스템즈 김 철 이 사

 (주)해안종합건축사사무소 진창환 이 사

 (사)대한건축사협회 김용준 연구원

 (주)코스펙이노랩 김구택 대 표

위탁연구기관명 : 성균관대학교 산학협력단 박철수 교수

 고려소프트웨어 남정용 대표

■ 주관연구기관 책임자	김인한	경희대학교 산학협력단	연구 총괄책임 및 관리
■ 공동연구기관 책임자	추승연	경북대학교 산학협력단	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	유정호	광운대학교 산학협력단	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	박문서	서울대학교 산학협력단	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	이진국	한양대학교 산학협력단	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	김용준	(사)대한건축사협회	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	진창환	해안종합건축사사무소	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	손영석	(주)석영시스템즈	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	김구택	(주)코스팩이노랩	연구 책임 및 관리
공동연구기관 책임자	김 철	(주)솔리데오시스템즈	연구 책임 및 관리
위탁연구기관 책임자	박철수	성균관대학교 산학협력단	연구 책임 및 관리
위탁연구기관 책임자	남정용	고려소프트웨어	연구 책임 및 관리
■ 교수	이준복	경희대학교 산학협력단	
교수	윤근영	경희대학교 산학협력단	
연구교수	최종식	경희대학교 산학협력단	
수석연구원	김홍수	대한건축사협회	연구개발 및 실무적용
수석연구원	최종현	(주)솔리데오시스템즈	연구개발 및 관리
수석연구원	하대웅	(주)솔리데오시스템즈	연구개발 및 관리
수석연구원	강성종	(주)석영시스템즈	연구수행전략 및 기획
책임연구원	강경준	(주)코스팩이노랩	물량산출모듈개발
책임연구원	엄영란	(주)코스팩이노랩	협업모듈개발
책임연구원	정해균	(주)코스팩이노랩	도면추출모듈개발
책임연구원	강현구	(주)코스팩이노랩	연구개발지원 및 관리
선임연구원	박영섭	해안종합건축사사무소	도면 및 템플릿 기준 제작
선임연구원	전두호	해안종합건축사사무소	BIM 견본도면세트 작성
선임연구원	최승연	해안종합건축사사무소	도서세트 및 템플릿 검증
선임연구원	송병권	(주)석영시스템즈	BIM 데이터 처리모듈 개발
선임연구원	김성희	(주)석영시스템즈	서비스 연동 모듈 개발
선임연구원	류석준	(주)석영시스템즈	법규 규칙 처리모듈 개발
선임연구원	김용주	(주)석영시스템즈	BIM 가시화 모듈 개발
선임연구원	강태순	(주)석영시스템즈	기능 기획 및 분석

선임연구원	홍충오	(주)석영시스템즈	클라이언트 모듈 개발
선임연구원	한경숙	(주)석영시스템즈	기능 기획 및 분석
선임연구원	박성준	(주)석영시스템즈	웹 연동 모듈 개발
선임연구원	박정섭	(주)석영시스템즈	클라이언트 모듈 개발
선임연구원	양승원	(주)석영시스템즈	법규 논리화 규칙 연구
선임연구원	송진성	(주)석영시스템즈	클라이언트 기능 연구
선임연구원	윤기태	(주)석영시스템즈	웹 연동 시스템 연구
선임연구원	류경곤	(주)코스펙이노랩	구조계산서 연동 모듈개발
선임연구원	강정구	(주)코스펙이노랩	물량산출모듈개발
선임연구원	서우영	(주)코스펙이노랩	구조계산서 연동 모듈개발
선임연구원	왕원철	(주)솔리데오시스템즈	연구개발
선임연구원	배형철	고려소프트웨어	연구자료 분석 및 정리
선임연구원	박승진	고려소프트웨어	분류체계 분석 및 검증
연구원	최선영	경희대학교 산학협력단	
연구원	임진혁	대한건축사협회	연구개발 및 실무적용
연구원	양성희	대한건축사협회	연구개발 및 실무적용
연구원	김유정	대한건축사협회	연구개발 및 실무적용
연구원	유인희	대한건축사협회	연구개발 및 실무적용
연구원	박민휘	대한건축사협회	연구개발 및 실무적용
연구원	김지옥	대한건축사협회	연구개발 및 실무적용
연구원	김재희	해안종합건축사사무소	성과물 정리 및 서류작업
연구원	김승배	해안종합건축사사무소	BIM 견본 템플릿 작성
연구원	김상환	해안종합건축사사무소	BIM 견본문서세트 작성
연구원	조동완	(주)석영시스템즈	연구전략 수립 및 기획
연구원	양정임	(주)석영시스템즈	연구전략 수립 및 기능기획
연구원	김정희	(주)석영시스템즈	웹 서비스 개발
연구원	모미지	(주)석영시스템즈	법규 논리화 규칙 연구
연구원	이지혜	(주)석영시스템즈	웹 서비스 기획
연구원	김진호	(주)솔리데오시스템즈	연구개발
연구원	김민정	고려소프트웨어	분류체계 운영 조사 및 분석
연구원	서동열	고려소프트웨어	분류체계 운영 조사 및 분석
연구원	최종환	고려소프트웨어	연구자료 조사 및 문서 정리
연구원	김태형	고려소프트웨어	연구자료 조사 및 문서 정리

연구보조원	이민재	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	진주완	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	최준호	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	김용하	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	조선영	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	장재문	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	김정아	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	김민찬	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	박서경	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	허용무	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	이정희	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	장재문	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	신지혜	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	이지용	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	Michelle Choi	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	배종윤	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	최창훈	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	김한준	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	이예영	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	엄성곤	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	강승우	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	이수기	경희대학교 산학협력단	평가지표 및 프로그램 개발
연구보조원	이진강	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	권병기	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	김우상	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	루(Lou)	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	윤인석	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	김소연	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	주선우	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	이광표	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	이슬비	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	이보경	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구
연구보조원	권성근	서울대학교 산학협력단	협업 시스템 개발 연구

연구보조원	류현욱	경북대학교 산학협력단	BIM객체 및 속성 분류
연구보조원	김수현	경북대학교 산학협력단	BIM객체 및 속성 분류
연구보조원	김승배	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서 정보표준 규격
연구보조원	류정림	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서 최적화작성기준서
연구보조원	우승학	경북대학교 산학협력단	BIM설계문서 최적화기준 수립
연구보조원	이권형	경북대학교 산학협력단	BIM설계문서 최적화기준 수립
연구보조원	이승현	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서 정보표준 규격
연구보조원	이윤정	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서의 정보요구 기준
연구보조원	이재욱	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서의 정보요구 기준
연구보조원	이주식	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서 최적화작성기준서
연구보조원	김준규	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서 최적화작성기준서
연구보조원	박선미	경북대학교 산학협력단	BIM설계도서 최적화작성기준서
연구보조원	이상익	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	이현수	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	김현정	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	박서경	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	신재영	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	황금화	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	정영택	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	조의진	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	김하얀	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	김진성	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	오동건	한양대학교 산학협력단	논리규칙화 및 DB 구축
연구보조원	홍심희	광운대학교 산학협력단	자료조사 및 분석
연구보조원	유승은	광운대학교 산학협력단	자료조사 및 분석
연구보조원	박지은	광운대학교 산학협력단	설계 및 인허가 협업 체계
연구보조원	김가람	광운대학교 산학협력단	IFC 분석 및 알고리즘 설계
연구보조원	이슬기	광운대학교 산학협력단	IFC 분석 및 알고리즘 설계
연구보조원	여창재	광운대학교 산학협력단	정보 관리 프로세스 구축
연구보조원	박준호	광운대학교 산학협력단	자료조사 및 분석

연구보조원	안기연	성균관대학교 산학협력단	BIM 기반 에너지절약설계기준
연구보조원	최원욱	성균관대학교 산학협력단	에너지절약설계기준 조사 및 IFC
연구보조원	이동혁	성균관대학교 산학협력단	에너지절약설계기준 조사 및 IFC
연구보조원	추한경	성균관대학교 산학협력단	BIM 기반 에너지절약설계기준
연구보조원	김용세	성균관대학교 산학협력단	ISO 13790 에너지성능평가 모듈
연구보조원	김영민	성균관대학교 산학협력단	ISO 13790 에너지성능평가 모듈

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	1615007951	해당 단계 연구 기간	3차년도 (15.06.30~ 16.11.12)	단계구분	1/1
연구사업명	도시건축연구사업				
연구과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축				
연구책임자	김인한	총 연구기간 참여 연구원 수	총: 133명 내부: 64명 외부: 69명	총 연구개발비	정부: 4,333,000천원 기업: 1,511,500천원 계: 5,844,500천원
연구기관명 및 소속 부서명	경희대학교 산학협력단			참여기업명 : 한양대학교 산학협력단, 경북대 학교 산학협력단, 광운대학교 산 학협력단, 서울대학교 산학협력 단, (주)석영시스템즈, (주)솔리데오 시스템즈, 대한건축사협회, (주)해 안종합건축사사무소, (주)코스팩이 노랩	
국제공동연구	상대국명: (해당없음)			상대국 연구기관명: (해당없음)	
위탁연구	연구기관명: 성균관대학교 산학협력단, 고려소프트웨어			연구책임자: 박철수(성균관대), 남 정용(고려소프트웨어)	
요약				보고서 면수	100

- 설계기술의 국제경쟁력 확보를 위해 최근 관심을 받기 시작한 개방형BIM을 기반으로 설계 분야의 생산성을 근본적이고 획기적으로 개선하고자 설계생산성 혁신을 위한 BIM기반기술의 연구를 진행하였고 다음과 같은 연구개발 성과를 구현함.
- 설계품질 향상을 위해 BIM 설계품질 평가프로그램(KBim Assess, KBim Assess-Lite)과 친환경 에너지 성능평가 프로그램(KBim Energy)을 개발하고 세움터 탑재를 위한 BIM품질 사전 검토프로그램인 BIM설계품질 검증 프로그램(KBim Veri)를 구현함.
- 이러한 프로그램의 검증기준인 각종 법규 및 제기준은 논리화규칙체계 관리모듈(KBim Logic)을 통해 검증 진행함.
- 표준설계도서 추출 자동화 템플릿 및 표준설계도서 추출 및 연동 모듈(KBim D-Generator)의 개발을 통해 최적화된 도면 템플릿을 추출하고 인허가용 설계도면을 관리 지원함.
- 설계-엔지니어링 협업을 긴밀하게 지원하기 위해 설계협업지원시스템(KBim Collaboration)을 개발하여 Data와 Information을 함께 전달하는 더욱 긴밀한 개방형 BIM기반 협업지원시스템을 제공함.
- 설계협업지원시스템에서 완성된 BIM모델은 인허가 요건검토 및 입력프로그램(KBim Submission)을 활용하여 데이터의 누락과 규격을 확인하고 요구정보를 자동 생성 및 입력하여 인허가에 필요한 중복업무 방지 및 오류율 감소를 기대함.

요약문

연구의 목적 및 내용	(1) 목적 3차원 첨단 설계기술인 BIM을 기반으로 건축산업의 생산성을 근본적이고 획기적으로 개선하기 위하여 다음과 같은 목표를 갖는다. - 건축물 인허가에 필요한 도서작성 50%이상 단축 - 건축물 인허가에 소요되는 시간 및 인허가 유보시간 30%이상 단축 - 건축물 에너지 평가를 위한 에너지 검토에 소요되는 시간 50% 이상 단축 (2) 내용 - 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축 - 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용 기술 개발 - 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발				
연구개발성과	(1) 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축 - BIM기반 설계품질 평가 프로그램(KBim Assess-Lite, KBim Assess)은 s 논리화규칙체계(KBim Logic)을 기반으로 설계품질을 검토해 각종 인허가 법규 및 제기준이 자동으로 검토되도록 개발함. - 설계품질 평가를 위하여 설계자들이 모델링에 필요한 모델 및 모델링 가이드를 제작하였으며, 인허가 제출 후 품질 평가를 위하여 BIM설계품질 검증 프로그램(KBim Veri)을 통해 사전 품질 검증이 되도록 개발함. (2) 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발 - BIM 모델에서 자동으로 추출되는 설계도면의 기준을 개발 및 배포, 이를 활용하기 위한 BIM표준설계도서 추출 자동화 연동 프로그램 (KBim D-Generator)를 개발함. (3) 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 시스템 - 각 분야의 협업시스템(KBim Collaboration)을 구축, 실제 업무의 효율성을 증가하기 위한 목적으로 프로젝트 참여 주체들이 업무 간에 발생하는 정보들을 교환하고 의견을 주고받는 전체 과정을 BIM 모델과 하나의 시스템 내에서 이루어지도록 개발함. - 인허가 요건검토 및 입력프로그램(KBim Submission)을 활용하여 데이터의 누락과 규격을 확인하고 요구정보를 자동 생성 및 입력하여 인허가에 필요한 중복업무 방지 및 오류율 감소를 기대함.				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	- 설계품질 검토 자동화 기술을 이용해 개방형BIM 모델의 설계품질의 오류들을 검토 및 개선함으로써 설계품질을 향상시키고 건설비용을 감하는 경제적 효과를 기대됨. - 작업의 자동화, 높은 업무효율을 이루어내고 오류발생률을 낮춰 건축설계품질을 향상시켜 건설생산성을 높이는 효과가 기대됨. - 프로젝트 주체들이 업무수행과정에서 합리적이고 효율적인 의사결정 과정을 통해 협업의 효과를 증대 할 것으로 기대됨. - 기술 개발로 향후 설계업무 및 인허가 프로세스에 소요 되는 시간과 절차가 기존대비 30%이상 감소되고, 설계변경 최소화, 건축 설계품질 향상을 유도, 건축물 품질향상에 일익을 담당하게 될 것으로 사료됨.				
핵심어 (5개 이내)	개방형BIM	설계품질관리	설계도서최적화	협업시스템	세움터

< SUMMARY >

Purpose & Contents	(1) Goals The cutting edge 3D BIM design technology BIM aims to increase the productivity of the building industry with the following goals: - Shorten the building permission required drawings creation process by 50% - Reduce the processing and reservation time for licensing and obtaining building permission by more than 30% - Reduce the reviewing time required for building energy assessment by more than 50% (2) Contents - Automated Building code checking based Design Quality Assessment System Development - Open BIM based construction document optimization standard and applied technology developmen - Developmetn of integrated cooperation work system during public administrative process
Results	(1) Automated Building code checking based Design Quality Assessment System Development - The rationale for automated design quality verification development is to automatically check design compliance with all various sets of Korean building codes and regulations. - This development aims to serve the quality assessment verification process for building designers. Quality assessment of digital models are needed for digital models and relevant modelling guide created. Verification is therefore processed through the (KBim Veri) program for previewing model validity and quality verification. (2) Open BIM based construction document optimization standard and applied technology development - BIM standardized-document automated output linkage program is developed to facilitate automatic extraction of relevant design and engineering data into exportable and regulated template drawings and building documents. (3) Development of integrated cooperation work system during public administrative process - This system development aims to improve work efficiency by establishing a collaborative environment. In this system, project stakeholders from different sectors could exchange information and comment in the BIM-model throughout the project phases. - The licensing requirement input and review system (KBim Submission) automatically checks for data omission and specifications with building standards, prevent redundant works and manual input error.
Expected Contribution	- By utilizing the openBIM-based Automated Design Quality Verification in reviewing errors and making improvements to design appraisals and BIM-models, it is expected that these active improvements, made possible from the automated design quality verification system, would bring about economic benefits of construction costs reduction.

	- In achieving automation of the design quality verification process, work efficiency would be increased and frequency of error would also be reduced, thus increased productivity in construction could be fulfilled. - This collaborative system prompts to enhance collaboration efficiency in providing the environment for an efficient and rational decision-making process between stakeholders. - The developments above could reduce design tasks and shorten approval processing-time by 30% compared to the existing traditional process. Improving design quality and minimizing avoidable design changes is significant for the improvement of building quality.				
Keywords	Open BIM	Design Quality Assurance	Design Documents Optimization	Cooperation System	Seumter (Korea Government Architectural Permission System)

◀ Table of Contents ▶

I . Overview of R&D	1
1.1 Goals of R&D	1
1.2.Necessity of R&D	2
1.3 The scope of R&D	4
II . Domestic and International Trend and Environment Analysis	6
2.1 Domestic and International Technology Development Condition	6
2.2 Part of Design Information	7
2.3 Part of Design application Technology	8
2.4 Status of Research results in the Current state of the technology development at domestic and foreign	8
III. R&D Contents and Results	11
IV. Goal Achievement and Contribution	69
4.1 Goal Achievement	69
4.2 Contribution	72
V. Using plan of R&D Results	74
5.1 Using Plan of R&D Results	74
VI. International Technology Information from R&D performance	77
VII. Security level of R&D Results	79
VIII. Research Facilities and Equipments	80
IX. Laboratory Satety Implementation	81
X. Representative Research Results	84
XI. etc	85
XII. Reference	98

〈 목 차 〉

제1장. 연구개발과제의 개요	1
제1절. 연구개발 목적	1
1. 연구개발 목적	1
제2절. 연구개발의 필요성	2
1. 산업 환경 관점에서의 중요성 및 필요성	2
2. 산업주체 관점에서의 중요성 및 필요성	2
3. 기술, 경제, 문화적 관점에서의 중요성 및 필요성	3
제3절. 연구개발 범위	4
1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축	4
2. 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발	4
3. 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발	5
 제2장. 국내외 기술 개발 현황	 6
제1절. 국내외 기술발전 단계	6
1. BIM기술 발전 단계	6
제2절. 설계정보업무 환경부문	7
1. BIM기반 설계환경	7
2. 설계도서 정보	7
3. 설계-엔지니어링간 협업지원시스템	7
제3절. BIM설계응용기술부문	8
1. BIM 설계품질 지원기술	8
2. 설계정보의 통합 활용 기술	8
제4절. 국내외 기술 개발 현황에서의 연구결과 위치	10
 제3장. 연구 수행 내용 및 성과	 11
 제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	 69
제1절. 목표 달성도	69
1. 세부목표1 : 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계구축	69
2. 세부목표2 : 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발	70
3. 세부목표3 : 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발	70
제2절. 관련분야 기여도	72
1. 세부목표1 : 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계구축	72
2. 세부목표2 : 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발	72
3. 세부목표3 : 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발	73

제5장. 연구개발성과의 활용 계획	74
제1절. 연구결과의 활용 방안	74
1. 세움터 연계 활용 방안	74
2. 설계 참여자 활용 방안	74
3. 기술이전 및 민간사업 활성화 방안	74
4. 정부연구 지속 활용 및 후속발전방안	75
5. 국내 타 산업 및 국제 BIM 활동 참여방안	75
제2절. 연구개발성과 보급 방안	76
제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	77
제7장. 연구개발성과의 보안등급	79
제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	80
제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	81
제1절. 연구실 안전 조치 이행 계획	81
1. 기술적 위험 요소 분석	81
2. 안전 관리 대책	82
제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	84
제11장. 기타 사항	85
제1절. 요소기술의 현재 개발수준, 한계 및 향후 연구	85
제12장. 참고 문헌	98

제1장 연구개발과제의 개요

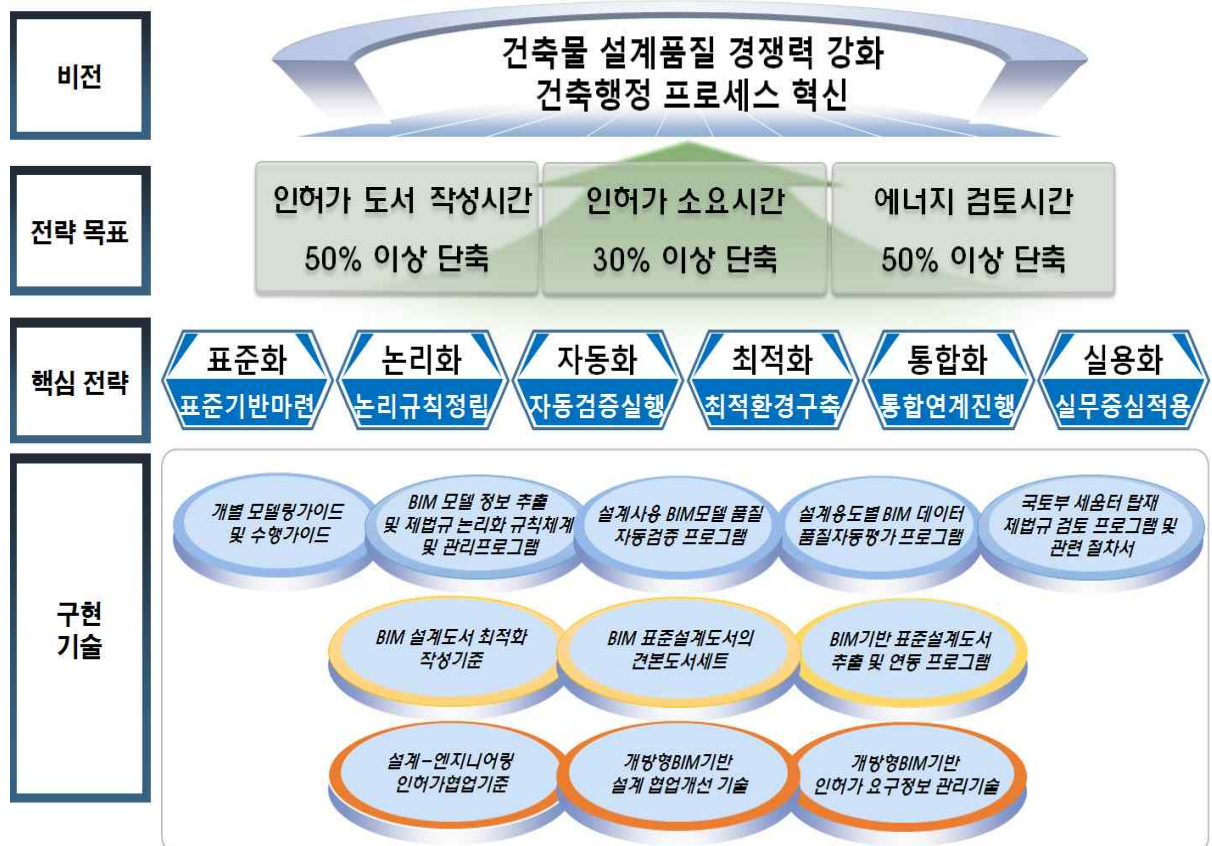
제1절 연구개발 목적

1. 연구개발 목적

가. 본 연구는 『건축물 설계품질 경쟁력 강화』와 『건축행정 프로세스 혁신』이라는 비전을 추구하며, 이러한 비전은 다음과 같은 계량적 전략목표를 통해 달성될 수 있음

- (1) 건축물 인허가에 사용되는 건축·구조·기계·전기관련 도서작성 시간 **50% 이상 단축**
- (2) 통상 건축물 인허가에 소요되는 시간 및 인허가 유보 시간 **30% 이상 단축**
- (3) 건축물 에너지 평가를 위한 에너지 검토에 소요되는 시간 **50% 이상 단축**

나. 전략목표의 달성을 위해, 본 연구는 ①표준화(표준기반마련), ②논리화(논리규칙정립), ③자동화(자동검증실행), ④최적화(최적환경구축), ⑤통합화(통합연계진행), ⑥실용화(실무중심적용) 등의 6대 핵심전략을 제시함



제2절 연구개발의 필요성

1. 산업환경 관점에서의 중요성 및 필요성

가. 국내현황

- 분야별/단계별 BIM 품질기준 및 품질 수준의 평가 지표가 불명확
- 설계품질검증 자동화 및 범용화를 위한 논리규칙체계 및 룰셋 개발의 도입이 필요
- 건축설계 품질 측정을 위한 단계별 모델링 지침이 없어 표준화가 필요
- 최신 BIM기술의 환경을 도입하기 위해서는 기반 인프라의 확보가 반드시 필요

나. 해외현황

- 개방형BIM표준은 미국과 유럽 중심으로 주도
- 최근 국제건설시장의 BIM 설계도서의 중요성이 점차 증가
- 지식기반 설계에 관련된 연구와 결과가 충분함
- 각 나라들마다 품질검증은 대상의 목적, 용도, 범위에 따른 편차를 보여주고 있음

다. 정부 및 공공기관현황

- 건축행정정보화시스템에 BIM기반의 인허가 체계구축 예정, 이에 대한 인프라 연구 취약
- 정부 및 공공차원에서 맞춤형서비스 모든 공사에 BIM을 요구하고 있음
- 미래의 설계시장을 예측하고 이에 대응하는 연구가 충분하지 않음
- BIM전문 인력의 부족으로 BIM도입 경험 및 지식이 부족
- 새로운 기술에 대한 연구투자는 치밀한 전략 요구

2. 산업주체 관점에서의 중요성 및 필요성

가. 국가 및 세움터

- 표준프레임워크 연계로 향후 BIM R&D중복방지 및 성과의 지속적 재활용 필요
- 표준화된 BIM데이터 제출에 의한 세움터 BIM도입 인허가 자동화로 효율성 향상이 중요
- 설계기술의 관행적 누적문제의 개선효과 및 즉각 가시화 필요

나. 공공발주자 및 건축주

- 공공기관별 BIM도입 혼선방지 및 설계 품질 관리의 일관성 확보
- 공공기관별 표준분류체계 및 가이드 개발로 인한 내용 중복 방지
- 표준화된 설계 BIM데이터의 활용으로 시공 및 유지관리 효율 증대

다. 설계사

- 국가 제도정책에 인하여 설계사가 BIM 도입 시 느끼는 부담감 해소
- 신속 정확한 설계안 도출 및 각종 자동화에 의한 업무효율 혁신

라. 시공사

- 설계사로부터 표준화된 BIM데이터의 제공으로 BIM 재활용성 향상
- 설계사 BIM데이터의 재활용에 의한 정보 재입력 시간 단축이 가능

마. 소프트웨어 개발사 및 콘텐츠 제공자

- 표준규격에 의한 소프트웨어 기술개발 활성화 및 해외시장 진출 경쟁력 강화
- 자재업계의 자발적 콘텐츠 제공 유도과 함께 IT융합에 의한 신기술 개발 촉진

3. 기술, 경제, 문화적 관점에서의 중요성 및 필요성

가. 기술적 관점

- 국가 차원의 3차원 건설정보표준화를 위한 구심점 확보
- BIM을 통해 자동으로 산출되는 표준화 설계도서의 수준 향상
- BIM 품질검증을 통해 기 생성된 설계모델의 신뢰성 향상
- 설계단계의 BIM데이터의 시공 및 유지관리 단계에서의 재활용성 향상
- BIM도입을 위한 경험지식의 공유로 중소 설계사 BIM도입 장애요인 제거
- 설계 BIM데이터에 의한 IT융합기술 발전 유도

나. 경제산업적 관점

- 기관별 건설정보표준 중복개발 방지 및 시행착오 감소
- 설계도서 자동산출에 따른 생산성 향상 및 이에 따른 비용 절감
- 중소 설계사에 대한 공동기술 국가보급으로 BIM도입에 대한 경제부담 감소
- 국제수준의 표준도입으로 해외 설계 및 건설시장 진출 경쟁력 강화
- BIM도입에 따른 가치 산정기준에 의한 용역대가 기준 체계화
- 관련정보 DB화에 따른 설계지식의 축적 및 재사용으로 업무생산성 향상
- 설계-시공-유지관리 정보 재생산 비용 절감 및 협업에 따른 생산성 향상
- 3차원 BIM 응용기술 개발 활성화에 의한 고부가가치 산업 창출 유도
- 표준화된 성과물의 재활용으로 국가 BIM관련 R&D 중복투자 방지

다. 사회 문화적 관점

- 첨단 디자인, 에너지성능, 친환경 등 사회적 요구수준 적극대응 및 건축주 인식제고
- 건축행정, 재난방지 등 국가 행정체계 BIM정보공유로 대국민 서비스 향상
- 건축 생애주기 전 분야에 걸친 건축정보의 활용범위 확대로 사회적 부가가치 창출기여
- 지침을 활용하여 관련분야 학생 및 사원 교육/재교육에 따른 설계교육 수준 향상
- 에너지성능평가 및 적용을 통해 친환경건축, 지속가능한 녹색성장 효과 극대화

제3절 연구개발 범위

1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축

가. 건축설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발

- 건축설계 품질수준 평가지표 개발
- 건축설계 품질측정을 위한 모델링 지침 개발
- 건축설계 품질측정을 위한 모델링 수행가이드 제시

나. 설계품질검증 자동화를 위한 각종 법규 및 제기준의 체계화된 논리규칙 데이터베이스 구축

- 핵심 제법규 논리규칙 및 요소 구성 표준 개발
- 설계품질검증 자동화 및 범용화를 위한 논리규칙체계 및 룰셋 개발

다. 개방형BIM 설계품질 자동 검증 프로그램 개발

- 개방형BIM기반의 설계 법규 제기준 품질측정 자동화시스템 개발
- BIM 설계품질 및 법규기준 검토에 필요한 규칙집합 (rule set)의 정의, 수정 및 신규 규칙 추가, 삭제 등의 작업을 수행할 규칙관리자 프로그램 개발
- 품질측정 대상 모델의 가시화 및 리포팅 관리시스템 개발

라. 설계용도별 BIM 데이터 품질자동평가 프로그램 및 실무활용 기술 개발

- 개방형BIM기반의 데이터-물량 산출 품질측정 자동화 기술개발
- 개방형BIM기반의 에너지 성능평가 자동화 기술개발
- ISO 13790 기반의 에너지 성능 평가 모듈 및 자동화된 건물 에너지 진단 시스템 개발
- 개방형BIM 설계품질검증 실무활용 기술 개발

마. 국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발

- 개방형BIM 품질 인증관리 체계 구축
- 개방형BIM 품질 및 인증관리 시스템 개발
- 세움터 탑재용 개방형BIM 품질 측정 시스템 개발

2. 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발

가. BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발

- BIM 설계도서 최적화 기준서 개발
- BIM 설계도서 매뉴얼 개발
- BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발

나. BIM 표준설계도서의 견본도서세트 개발

- BIM 표준 견본도면세트 개발
- BIM 표준 견본문서세트 개발

다. BIM기반 표준설계도서 추출 및 연동 프로그램 개발

- 표준설계도서 추출 자동화 템플릿 개발
- 수량산출 시범 프로그램
- 설계도서 BIM 연동 시범 프로그램

3. 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발

가. 설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발

- 설계-엔지니어링 협업 주체별 업무정의
- 협업 업무별 Role & Responsibility 정의
- BIM기반 인허가 협업주체별 업무 및 정보 연계 지침 작성
- 협업업무별 요구정보 및 표준규격 정의
- 협업 정보교환 매뉴얼 작성

나. 개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발

- 설계-엔지니어링 협업주체별 기능 정의
- 원활한 설계참여자 정보교환 및 체계지원을 위한 파일 및 작업권한 정의
- 클라우드 기반 파일서버 개발
- 참여자간 간단한 의사소통을 위한 SNS 형태의 알림모듈 개발

다. 개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램 개발

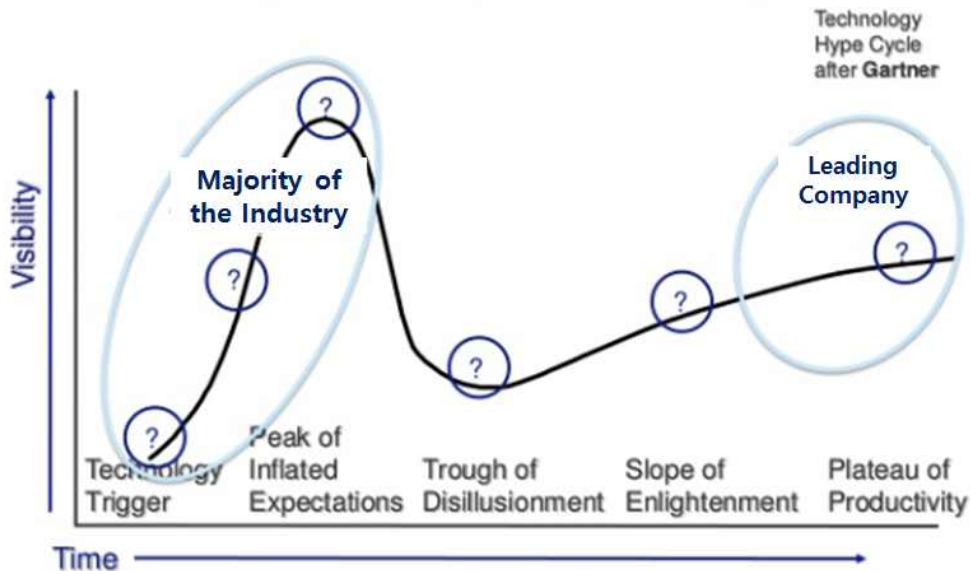
- 세움터 인허가 요구정보를 위한 데이터 누락여부 검토모듈 개발
- 세움터 인허가 요구정보를 위한 데이터 규격검토 모듈 개발
- 세움터 시스템에 인허가 요구정보를 자동 입력하는 모듈 개발

제2장 국내외 기술 개발 현황

제1절 국내외 기술발전 단계

1. BIM기술 발전 단계

- 가트너의 신기술 하이프 사이클을 기반으로 BIM의 기술개발 성숙도를 평가하기 위한 BIM 하이프 사이클이 제시됨.



<그림> BIM 하이프 사이클

- 대부분의 국가들이 건설산업의 BIM 도입을 유도하기 위해 공공발주 공사에 대한 BIM 적용 의무화하고 있는 등 대부분의 국가에서 BIM은 도입단계에 분포해 있으며, 일부 국가에서만 기대단계에 진입한 것으로 파악됨.
- 또한 기술투자를 통한 경쟁력 및 다양한 프로젝트 수행 경험을 보유한 일부 선도기업이 안정기에 도달한 것으로 파악됨.
- 이에 BIM 관련 기술에도 상당한 격차가 발생하고 있으며, 기술에 대한 기대가 아직까지는 높은 것으로 평가됨.
- 따라서, 기술우위를 확보하기 위한 기술투자 및 R&D가 활발히 진행될 것으로 예상되며, BIM 핵심기술들의 발전단계는 다음과 같다. BIM 설계 인프라 : BIM 정보 프레임워크, BIM기반 발주체계, BIM 가이드라인 등 건설산업에서의 BIM기반 환경 구축을 위한 인프라 개발은 활발히 진행되고 있으며, 기대단계에 접어든 것으로 파악됨.
 - ① BIM 라이브러리 및 기술 콘텐츠: BIM기반 건설환경에서 정보 구축 및 공유를 위한 핵심기술인 라이브러리 및 기술 콘텐츠는 국가별 기술 편차가 크게 나타나고 있음. 영국 등 선진국에서는 기대단계에 접어든 것으로 평가되며 국내의 경우 도입단계에 머무르고 있음.
 - ② BIM 설계품질 지원기술: BIM 설계품질 지원 기술은 미국 및 유럽이 전 세계를 선점하고 있으며, 이미 보편화되고 성숙된 기술로 현재 기대단계에 분포되나, 곧 실망단계에 진입할 것으로 예측됨.
 - ③ BIM기반 유지관리 기술: BIM기반 유지관리 기술은 최근 역설계 등 많은 관심을 받기 시작하였으며 도입단계에 위치한 것으로 파악됨. 유지관리단계에 대한 관심이 급증하기 시작함에 따라 곧 기대단계로 진입할 것으로 예상됨.

제2절. 설계 정보 업무 환경 부문

1. BIM기반 설계 환경

- 국토부 건축분야적용 로드맵 연구 및 조달청 BIM 도입 계획 발표 등에 의하여 추진되고 있으나 초기 도입 시행착오 요인이 존재함.
- 미국, 유럽의 경우 BIM 도입 활성화 및 의무적용이 이루어지고 있으며 최근 중동 등 국제설계시장 BIM요구가 확대되고 있는 시점에서 미국 유럽이 BIM기술을 선점하고 있음.
- 국내는 대형 설계사 및 건설사에서 BIM을 도입하고 있으며, 이는 국내 공공발주 BIM 도입 의무화 및 해외건설 프로젝트의 BIM 의무발주로 인한 것으로 분석됨.
- 기술적으로는 전체적인 절차 모델의 개선 그리고 지식기반으로 구현하기 위한 기술이 필요하나 이에 대한 국내 고유의 환경에 맞는 기술연구는 현재 진행되고 있으며, 이에 대한 차후 고도화 연구가 필요한 실정임.
- 따라서 우리나라는 국제적 기술경쟁에 대응하기 위하여, 설계환경 지식화에 대비하고 미래형 설계지식 기반을 고도화함으로서 현 건설 산업에 도입할 수 있는 기술이 필요한 것으로 분석됨.

2. 설계도서 정보

- 국내 설계사의 2D표준 환경은 취약하며 구체적으로 도면문서의 비표준화와 복잡성으로 자료의 공유가 곤란하고 BIM에 의한 자동화걸림돌로 작용함.
- 외국의 경우 도면 및 문서의 작성기준이 정비되어 있고 도면의 표준복잡도도 국내에 비하여 매우 간소화되어 있음.
- 기술적으로 국가차원의 기준으로는 건설CALS표준에서 토목 위주로 연구되었으며 국토해양부차원의 기존 기준이 난립되어 있고 최근 건축분야의 설계도서에 관한 별도의 연구개발은 진행되고 있으나 고도화가 필요한 실정임.
- 따라서 도면 및 문서의 작성기준 및 정보 구성기준 등을 표준화하고 최적화하는 기준을 지속적으로 구축하고 이를 기반으로 BIM정보로부터 자동화 비율을 극대화하는 방법이 요구됨.

3. 설계-엔지니어링간 협업지원시스템

- 해외 건설프로젝트에서 협업의 중요성과 BIM의 유용성을 인식하여 기존 협업시스템에 BIM을 이용한 기능을 추가하거나, 새롭게 BIM 활용 협업지원시스템을 사용함.
- BIM의 다양한 기능을 활용하여 정보의 통합, 교류, 재활용을 통해 정보교환의 용이성 및 의사소통의 효율성을 제고하려는 노력이 계속되고 있음.
- BIM 활용 협업지원시스템은 건설 프로세스에서 발생하는 정보를 건설 주체 모두가 관리하는 프로젝트 정보관리와 프로젝트 내에서 발생하는 협업작업을 수행하기 위해 데이터교환을 용이하게 하기 위해 온라인 협업공간제공을 하는 협업시스템으로 구분됨.
- 현재 BIM과 관련된 협업시스템은 저작도구 개발사별로 개발되어 사용되고 있지만, 정보호환이 불가능하고 우리나라 건설 환경에 적합하지 않는 것으로 판단됨.
- 건설주체간 기술격차를 해소하고 BIM도입을 통한 생산성 향상을 위해 표준 포맷을 활용한 개방형BIM기반 협업시스템이 필요함.

제3절 BIM 설계 응용 기술 부문

1. BIM 설계품질 지원기술

- BIM설계기술을 위한 도구는 미국과 유럽의 SW제품이 이미 전 세계시장을 선점하고 있으며, 국내는 주로 수입 BIM SW를 구입해서 활용하거나, 독자적인 국내 BIM SW를 개발하기 시작함.
- 하지만 앞으로 필요한 기술은 각종 설계 응용기술로 판단되며 이는 국제적으로 각 분야에서 지속적인 연구개발이 진행되고 있음. BIM데이터를 작성하는 것은 설계기준에 맞도록 작성하는 것이 중요하므로 국제적으로 BIM 설계품질의 검증기술에 대한 연구의 필요성이 급증함.
- 이에 따라 국제적으로 법규 등 설계품질 이슈화가 되고 있어 미국 ICC에서 법규 자동 체크 개발을 주도하고 있으며, 싱가포르에서는 인허가 법규체크에 적용하고 있음.
- 미국 GSA에서는 설계정보 품질관리 기술에 대한 연구개발을 진행하였으며, 건설 안전 관리, 시공성 검토 등에 대한 연구를 통해 다양한 자동화시스템을 개발함.
- 싱가포르 CORENET의 e-Plan Check 시스템을 사용함으로써 인허가에 소요되는 시간을 70%(102일→26일) 절감한 사례가 있음
- 노르웨이는 공간객체 및 IFC를 중심으로 개방형BIM 설계 및 SMC기반 설계품질검토를 진행하였으며, 장애인관련 기준인 ISO/DC21542를 만족하는 학교설계의 검토에도 활용됨
- 국내에서는 기술적으로 국내 인허가를 대상으로 설계품질의 검증 기술 연구가 진행되고 있으며, 설계품질은 미래 설계 기술의 핵심 사안으로서 국가차원의 BIM기술로 육성이 필요하며 원천기술을 바탕으로 더 나아가 활용 기술 확보로 국제적 입지확보가 가능한 것으로 분석.
- 따라서 BIM에 의하여 설계기준에 맞는 3차원 모델을 신속하고 정확하게 제작하기 위하여 설계기준을 규격화하고 이를 BIM데이터에 적용할 수 있도록 설계품질 검증 활용 기술을 개발하는 것이 필요함.

2. 설계정보의 통합활용 기술

- BIM에 의한 설계기술은 3차원 검토, 도면추출 및 간섭체크 등 기본적인 기능위주로 활용되고 있으며 환경 분석 및 공정, 공사비 관리 등의 전문적인 분석활용의 업무에는 아직 활발하게 활용되고 있지 못함.
- BIM의 효과를 극대화하기 위해서는 IPD 개념의 정보호환체계가 필수적으로 요구되는 반면, 국내에서는 프로젝트의 진행에 따라 설계 BIM, 건적BIM, 시공 BIM으로 구분하여, 활용되고 있으며 결과적으로 효율적인 적용 측면에서 많은 문제점을 내재하고 있는 실정임
- 설계단계의 정보가 시공-유지관리에 연계 및 통합적으로 활용되는 것이 중요하나 업무의 단절로 인한 정보의 유기적 연계가 불가능한 실정임.
- 따라서 설계사와 시공사의 업무역할 범위들을 정의하고 이를 기반으로 설계단계부터 시공 및 유지관리의 효율증대를 위한 연구개발이 필요함.
- 건축, 구조, 에너지 등 각 분야에 대한 정보호환에 대한 요소기술을 개발하고 활용하는 실정임.
- 홍콩에서는 IFC파일로부터 구조해석에 필요한 정보들을 분류 및 추출하여 구조해석 프로그램과 호환할 수 있는 XML형태의 구조로 변환하는 연구가 진행됨.
- 덴마크에서는 BIM모델과 구조해석 정보 교환에 대한 Direct Link와 IFC기반 정보호환을 분석하여 개선방향에 대한 연구가 진행됨.

- 영국에서는 BIM데이터로부터 에너지해석과 호환을 위한 연구가 진행되고 있으며, 미국에서 COBie 템플릿과 LEED 템플릿을 비교 분석하여 에너지 분석을 대상으로 데이터 호환성능 극대화에 대한 연구가 진행된바 있음.
- 따라서 설계단계에서 생성된 정보를 각 분야별 정보교환에 대한 연구가 진행된바 있으나 실질적인 프로젝트에 적용된 부분이 없으므로 실무적으로 활용할 수 있는 기술 연구가 필요함.
- 미국의 파슨스브링커호프사는 Library Terrace 프로젝트에서 기후, 채광조건 등의 변화에 따른 결과를 BIM기반 시뮬레이션 도구로 측정함으로써 최적의 채광, 채양방식 및 공조 시스템을 제공하고 이 결과를 시공 및 유지관리에 반영하였음.

제4절 국내외 기술 개발 현황에서의 연구결과 위치

□ 기술전무 ① 기술의존 ② 기술자립 ③기술선도

	R&D 전		R&D 후	
	현황	지표	현황	지표
설계품질검증기술	- 설계자의 설계품질 수준의 편차가 큼 - 객관적인 설계품질의 기준이 부재하고 확보의 한계 - 설계품질 검토에 대한 평가방법 미비로 품질저하 - 품질저하로 인한 재작업 증대로 업무효율 저하 - 녹색건축물 인증 및 평가 작업의 비효율	□	- 설계 품질, 설계정보 활용 및 협업 업무 효율 극대화를 통한 설계 생산성 향상 - 설계품질 향상으로 업무효율 극대 - 체계적인 설계품질 관리 가능 - 설계품질 상향평준화로 글로벌 설계경쟁력 향상 - 설계품질 상향으로 공정 공사비 증가요인 사전제거 - 녹색 건축물 인증 절차 간소화를 통한 소요 시간 및 비용 절감	③
법규요건검증기술	- BIM 데이터 품질 편차가 크므로 사전 품질 인증을 통해 신뢰성 향상이 필요 - 수작업에 의존한 도면 검토로 인허가에 대한 업무효율이 저하됨 - 인허가 소요시간 감축을 위한 자동화 시스템 필요 - 국가적 차원에서 세움터를 통해 수집되는 BIM정보가 비효율적으로 활용	□	- 법규요건 자동화 검토를 통한 건축행정 업무효율 및 BIM 데이터 품질 확보를 통한 업무 생산성 증대 - 법규요건 검증 기술 세움터 탑재를 통한 인허가 절차 자동화 및 간소화	②
설계-인허가 협업제출 수행 기술	- 분야 간 정보 호환성 저하로 협업 효율성 저하 - 인허가 단계 업무 경제성 저하와 의사결정지원체계 부재 - 비효율적인 협업기능 제공에 따른 협업효과 저하 - 단계별 협업을 위한 국내 실정에 맞는 기준 및 표준 부재로 인해, BIM정보의 누락 및 비효율적 재생성 업무가 증가 - 공공기관에서 BIM정보를 제출받을 수 있는 제도가 미비하여, 현실적인 업무처리를 위하여 기존의 방식 고수 불가피 - 국내 실정과 맞지 않는 비효율적인 협업기능 제공에 따른 협업효과 저하 - 각종 인허가 단계에서 BIM정보가 재활용되지 못하고 주체 간 의사결정지원체계 부재	①	- 국내실무 실정에 맞는 건축설계 핵심 기술 보급 및 민간 고도화 유도를 통한 민간 중복투자 방지 - 설계단계의 정보를 인허가-시공 활용으로 정보 재입력 방지 및 업무 효율 증대 - BIM기반 정보공유 및 협업 환경 조성	②

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
1-1	설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발(경희대학교)

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- 건축설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발방향 - 건축설계 품질수준 평가항목 도출 - 건축설계 모델링 기준 도출 - 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발 - BIM기반 모델링 지침 수행가이드 개발		국내 논문 1건, 수상 1건, 국내 학술발표 2건, 기타 8건
2차년도	- 건축설계 품질수준 평가지표 개발 - 품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델 지침 개발 - 품질수준 평가를 위한 BIM 저작 도구별 모델링 지침 개발		국내 논문 1건, 국내학술발표 1건, 해외학술발표 1건, 기타 5건
3차년도	- 건축설계 품질수준 평가지표 개발 - 품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델 지침 개발 - 품질수준 평가를 위한 모델링 지침 저작도구별 확장 개발		SCI급 논문 1건, 수상 1건, 해외학술발표 3건

관련 목표 성과물	국내논문 2건, SCI급 논문 1건, 수상 2건, 국내학술발표 3건, 해외학술발표 4건, KBIMs 기준 반영 방안 보고서, 건축법규 기준 반영 방안 보고서, 국제표준 반영 방안 보고서, 품질지표 및 평가지표 개발 방안 보고서, 국내외 BIM 로드맵 분석 보고서, 국내외 BIM 설계프로세스 분석 보고서, 설계 단계별 BIM 모델링 수준 정의 보고서, 싱가포르 BIM 가이드라인 분석 보고서, 건축설계 품질수준 평가지표 V 1.0, 건축분야 수량·내역 정보관리를 위한 산출물 표준규격서 개발, BIM기반 모델 지침 V 1.0, BIM 저작도구별 모델링 지침(Revit) V 1.0, BIM 저작도구별 모델링 지침(ArchicAD) V 1.0
-----------	--

〈성과의 상세내용〉

성과명	건축설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침		
성과형식	표준 지침서 및 가이드		
성과정의	발주자 및 관련업체에서 사용할 수 있는 객관적인 평가 지표 발주자 및 관련업체에서 사용할 수 있는 정보누락이 없는 정보 작성 기준		
성과구성	▪ 건축설계 품질수준 평가지표 - BIM설계품질 정의 및 건축법규 기준 반영 ▪ 품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델 지침 - 총 64개의 객체(건축-17, 공간-37, 설비-10)에 대한 모델 지침 개발 - 총 282개의 속성(건축-124, 공간-92, 설비-66)에 대한 모델 지침 개발 - 도출된 객체, 속성에 대한 IFC매핑 방안 제시 ▪ 품질수준 평가를 위한 모델링 지침 - 모델 지침에서 제시한 객체 및 속성에 대한 정보 작성 방안 제시 - 저작도구 Revit, ArchiCAD에 따른 건축 모델 작성 방안 제시		
사용주체	설계사, 발주사	사용 단계	모델작성
사용용도	▪ 설계 BIM모델의 품질향상 및 활용성 증대를 위한 객관적 품질 판단 지표 ▪ BIM모델 작성 시 품질평가를 위한 필요정보 작성에 사용		
사용환경	문서뷰어(PDF뷰어)		
범위한계	▪ 인허가 법규에 국한된 품질평가 법규 항목(전체 법규로 확장 예정) ▪ 설비객체에 대한 모델링 지침의 부족(모든 설비 객체로 확장 예정) ▪ Revit, ArhciCAD로 저작도구 한정(향후 타 저작도구 추가 예정)		



건축설계 품질수준 평가지표



품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델지침



BIM 저작도구별 모델링 지침(ArchiCAD)



BIM 저작도구별 모델링 지침(Revit)

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-1	설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

1. 건축설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발방향

가. 국내외 BIM로드맵 분석을 통한 지침 개발 방향 설정

- 11개 국내외 국가 및 정부기관에서 발표한 BIM 로드맵 요약정리 분석한 결과 추진 계획 및 목표를 도출하였음.

나. Omniclass 등의 국제표준 분석을 통한 BIM 모델 품질수준 도출 및 범위 설정

- CSI와 CSC의 간행물인 UniFormat은 그것을 달성하기 위한 재료와 공법에 상관없이 기능적 요소 또는 기능에 의해 특징지어지는 시설물의 부분에 기반을 두고 건설정보를 정리하는 방식
- 데이터를 조직화하는 UniFormat의 접근방식은 BIM 소프트웨어를 지속적으로 개발하는데 또한 중요. 이러한 시스템 구조 때문에 해당 속성이 추가로 정의되기 전에 객체를 배치할 수 있게 됨. UniFormat의 현재 버전은 Omniclass table21 요소의 기초로 사용

2. 건축설계 품질수준 평가항목 도출

가. 국토해양부 설계도서 작성기준 분석을 통한 평가지표 항목 도출

나. 건설교통부 통합건설정보분류체계 적용기준 분석을 통한 평가 항목 및 평가 수준 도출

다. 건설정보 통합 운영 및 관리를 위한 KBIMs 기준 적용 방안 도출

3. 건축설계 모델링 기준 도출

가. 국내외 BIM 설계프로세스 분석을 통한 인허가프로세스 정립

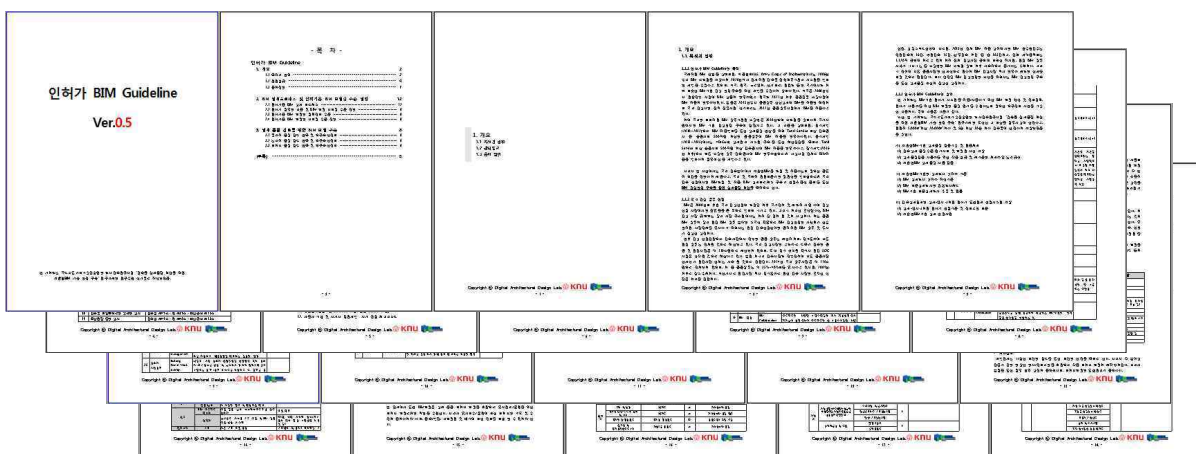
나. 설계 단계별 BIM모델링 수준 정의를 통한 인허가용 BIM모델링 수준 정의

4. 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발

가. BIM설계품질 정의 및 건축법규 기준 반영 방안 도출

나. Singapore BIM Guide 분석을 통한 모델링 지침 항목 및 목차 도출

다. 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 초안 작성



<그림> 모델링 지침 초안

5. BIM기반 모델링 지침 수행가이드 개발

가. 싱가포르 BIM 로드맵 분석

나. BIM e-Submission Guideline for Architectural Discipline 분석

다. Corenet을 참고로 BIM기반 모델링 지침 수행가이드 개발 방향 설정

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-1	설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

1. 건축설계 품질수준 평가지표 개발

가. 품질수준 평가지표 항목도출 및 분류

BIM설계 품질수준의 기준은 BIM데이터가 요구되는 정보와 조건을 얼마나 반영하고 있는지에 따라 설정될 수 있으며 이러한 기준에 따라 BIM설계의 품질을 가늠할 수 있음. 여기에서 요구되는 정보와 조건은 BIM설계 품질에 대한 평가기준이 되며 BIM설계품질의 분류는 BIM모델의 형상조건 충족성을 말하는 물리적 품질, 데이터 요건 충족성인 데이터 품질, 각종 법규, 제기준을 만족하는 논리적 품질로 나눌 수 있음. 이러한 BIM설계 품질에 대한 3가지 관점에서 품질기준을 설정할 수 있으며 각 분류별 조건에 따라 품질기준항목을 도출하였음.



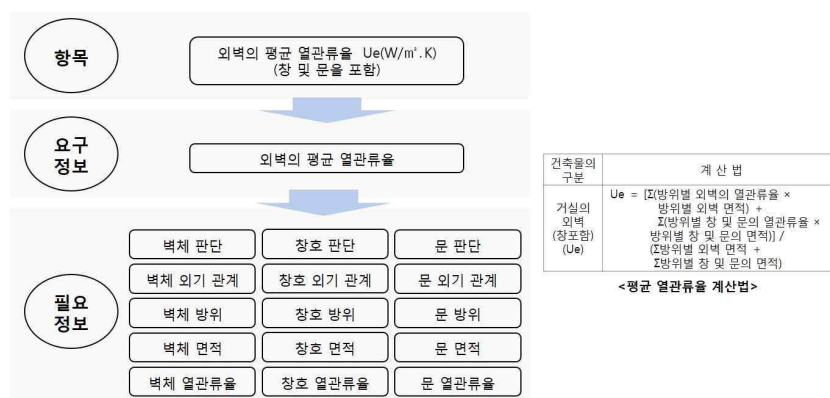
<그림> 평가지표 항목분류

본 연구에서 개발한 건축설계 품질수준 평가지표는 설계단계의 건축물 인허가 과정에서의 법규검토를 대상으로 하여 BIM 결과물에 요구되는 공통적이고 일반화된 품질관리 지표를 우선적으로 선별하였으며 18개법, 57개조, 139개항, 540개호를 대상으로 함.

2. 품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델지침 개발

가. 분야별 모델정보 입력기준 도출

품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델 지침 개발을 위해서는 품질평가 항목의 분석이 선행되어야 함. 필요정보는 해당 요구정보를 만족시키기 위한 정보로써 정보 추출 대상이 되는 BIM모델 관점에서 고려되어야 하며 요구정보를 만족시키기 위해 관련법에서 지정하고 있는 기준이나 필요한 계산 방법 등을 고려하여야 함.



<그림> 모델정보 분류 및 입력기준 도출

필요정보는 BIM모델관점에서 판단가능하며 BIM데이터로부터 추출가능하고 ISO에서 지정한 국제 표준인 IFC 포맷은 버전 업데이트가 진행되면 항목 추가로 진행되기 때문에 향후 버전 업그레이드에 따른 호환성 문제를 최소화하기 위해 버전의 업그레이드와 관계없는 IFC 구조와 매핑될 수 있도록 필요객체, 필요속성, 필요관계로 세분화하여 필요정보를 분류함. 이렇게 분류된 필요정보가 IFC 데이터를 통해 판단 가능해야 하고 교환되기 때문에 필요정보와 IFC구조와의 관계를 분석을 통해서 필요정보의 IFC 데이터 구축의 기준을 도출함.

I F C										필요관계
필요정보	필요객체	필요속성	필요관계	필요속성						
				필요객체 Entity	Entity	PropertySet Name	Property Name	Data Type	Data	
벽체 판단	벽체		공간	IfcWallStandardCase	IfcPropertySingleValue	Pset_WallCommon	IsExternal	IfcBoolean	<True,False>	IfcSpace
벽체 외기 관계	벽체	외벽		IfcWallStandardCase	IfcAxis2Placement3D		Axis	IfcDirection	LIST(2:3) of Real	
벽체 범위	벽체	범위		IfcWallStandardCase	IfcBoundedSurface		OuterBoundary		Real	
벽체 면적	벽체	면적		IfcWallStandardCase	IfcPropertySingleValue	Pset_WallCommon	ThermalTransmittance	IfcThermalTransmittanceMeasure	Real	
벽체 열관류율	벽체	열관류율		IfcWallStandardCase	IfcPropertySingleValue	Pset_WallCommon	ThermalTransmittance	IfcThermalTransmittanceMeasure	Real	
창호 판단	창호		벽체	IfcWindow	IfcPropertySingleValue	Pset_WindowCommon	IsExternal	IfcBoolean	<True,False>	IfcWallStandardCase
창호 외기 관계	창호	외부		IfcWindow	IfcAxis2Placement3D		Axis	IfcDirection	LIST(2:3) of Real	
창호 범위	창호	범위		IfcWindow	IfcBoundedSurface		OuterBoundary		Real	
창호 면적	창호	면적		IfcWindow	IfcPropertySingleValue	Pset_WindowCommon	ThermalTransmittance	IfcThermalTransmittanceMeasure	Real	
창호 열관류율	창호	열관류율		IfcWindow	IfcPropertySingleValue	Pset_WindowCommon	ThermalTransmittance	IfcThermalTransmittanceMeasure	Real	
문 판단	문		벽체	IfcDoor	IfcPropertySingleValue	Pset_DoorCommon	IsExternal	IfcBoolean	<True,False>	IfcWallStandardCase
문 외기 관계	문	외부		IfcDoor	IfcAxis2Placement3D		Axis	IfcDirection	LIST(2:3) of Real	
문 범위	문	범위		IfcDoor	IfcBoundedSurface		OuterBoundary		Real	

<그림> 필요정보와 IFC 관계분석

나. 분야별 BIM기반 모델 지침 작성

모델지침의 구성에 따라 품질수준 평가를 위한 모델지침의 상세 내용을 기술하고 필요한 기준들을 명시하여 모델지침을 작성함. 개발된 모델지침은 설계단계의 건축물 인허가 과정에서 법규검토를 대상으로 하여 BIM 결과물에 요구되는 공통적이고 일반화된 품질관리를 위한 요구정보를 우선적으로 선별함.

3. 품질수준 평가를 위한 BIM 저작도구별 모델링 지침 개발

가. 공통분야 모델링 지침 작성

1차년도 조달청, 한국건설기술연구원, 국토해양부 BIM 적용 가이드 분석 결과 IFC파일 EXPORT, 프로젝트 설정, 프로젝트 방향 설정, 단위 설정 항목을 도출하여 공통분야 모델링 지침내용을 선정함.

BIM 저작도구별 모델링 및 정보입력 방법 분석을 통하여 REVIT, ARCHICAD를 대상으로 1차년도 분석 결과인 IFC파일 EXPORT 설정, 프로젝트 설정, 프로젝트 방향 설정, 단위 설정 항목에 대한 공통분야 모델링 지침내용을 작성함.

나. 분야별 모델링 지침 작성

각 객체별로 일반적인 형상 작성 방법, 속성 정보 작성 방법으로 구성하여 분야별 모델링 지침 작성 진행하였으며, 내용은 다음 표와 같음.

정보	내용
형상 정보	BIM저작도구에서 제공하는 도구로 형상 작성을 명시
	해당 층에서의 객체 작성 명시
	객체 작성 시 방향에 대한 사항
	객체 작성 시 유의 사항(다른 공종 객체와의 관계)
	단일객체와 복합객체의 작성시 유의사항
속성 정보	IFC EXPORT시 각 객체의 IFC클래스명 정의
	객체별 속성 정보 입력 방법

다. BIM 저작도구별 모델링 지침 검증 및 보완

개발된 품질수준 평가를 위한 BIM 저작도구별 모델링 지침이 본래의 개발목적과 연구개발 목표에 상응하며 작성되었는지를 평가하기 위해 완성도 평가 분석을 진행함
품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델 지침에서 품질수준 평가를 위해 반드시 충족되어야 하는 기준을 추출하여, 각 기준이 본 BIM 모델링 지침에 따라 BIM 모델을 작성하였을 경우 충족되는지 검토하는 방식을 완성도를 평가.

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-1	설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

1. 건축설계 품질수준 평가지표 개발

가. 품질수준 평가지표 보완

2차년도 연구내용인 품질수준 평가지표 검증을 위한 전문가 설문 및 자문의 결과를 기반으로 품질 수준 평가지표의 보완을 진행함. 전문가의 설문 및 자문 결과로 완성도는 64.4%로 대체적으로 긍정적인 반응을 보였지만 실무 적용에는 무리가 있다는 의견이 대다수로 나타남. 따라서 실무 현황을 알아보는 간담회를 진행하였으며, 간담회 결과를 토대로 평가지표를 확장 보완함.

2. 품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델 지침 개발

가. 모델정보 입력 기준 도출

BIM모델은 설계품질평가 시 필요한 요구정보를 포함하여 품질검토 프로그램에서 자동으로 처리가 가능하도록 구축되어야함. 이를 위해서 BIM모델 작성자는 요구정보가 포함될 수 있도록 BIM모델 작성에 관한 명확한 기준 및 조건이 필요함. BIM 모델 지침은 작성자에 품질평가를 위한 정보 기준과 조건을 제시하며 이를 위해 본 연구에서는 지난 1,2차년도에 품질검토에 필요한 정보를 정의하고 작성 요령의 지침을 작성함. 총 64개의 객체(건축-17, 공간-37, 설비-10)와 282개의 속성(건축-124, 공간-92, 설비-66)을 도출하였으며 IFC와 매핑 작업을 통해 검증하였음.

The collage illustrates the process of deriving BIM model guidelines. It features several screenshots and data tables:

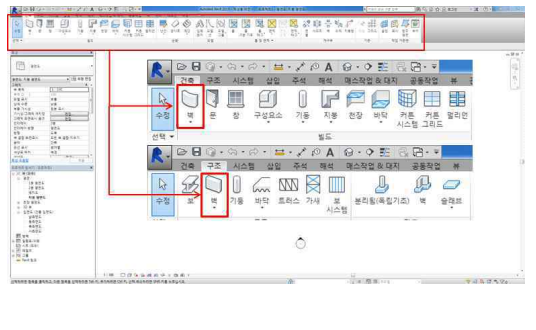
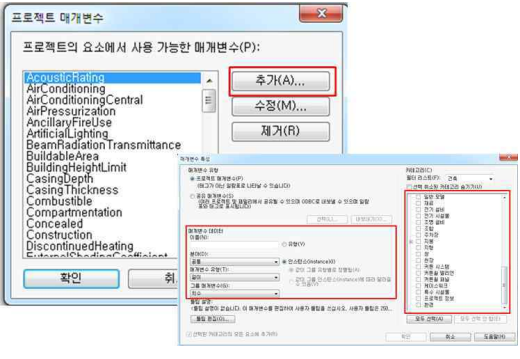
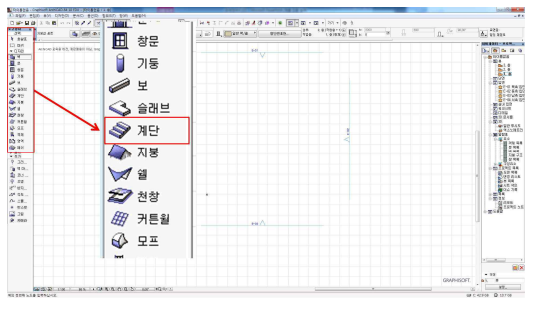
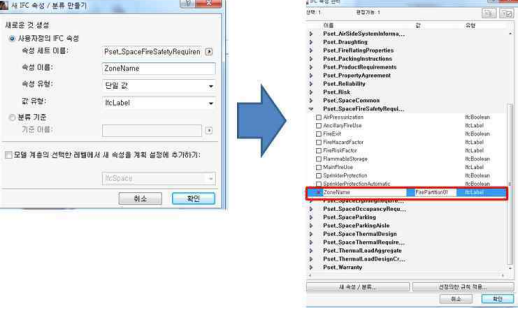
- Top Left:** A table showing 'Applicable Entities' and 'Property Set Name' for 'Evaluation State'.
- Top Right:** A table showing 'Applicable Entities' and 'Property Set Name' for 'Evaluation State'.
- Middle Left:** A screenshot of a Revit model with a callout box stating: 'IFC2x3기준 사전정의서 Revit2015 - KBIMS 통합테스트 모델 (전주시 덕진구 00신축공사)'.
- Middle Right:** A screenshot of a Revit model with a callout box stating: 'IFC2x3기준 사전정의서 Revit2015 - KBIMS 통합테스트 모델 (전주시 덕진구 00신축공사)'.
- Bottom Left:** A screenshot of a Revit model with a callout box stating: 'IFC2x3기준 사전정의서 KBIM Assess-Lite'.
- Bottom Right:** A screenshot of a Revit model with a callout box stating: 'IFC2x3기준 사전정의서 Revit2015 - KBIMS 통합테스트 모델 (전주시 덕진구 00신축공사)'.

<그림> 건축, 설비, 공간에 대한 정보 입력 방법 도출

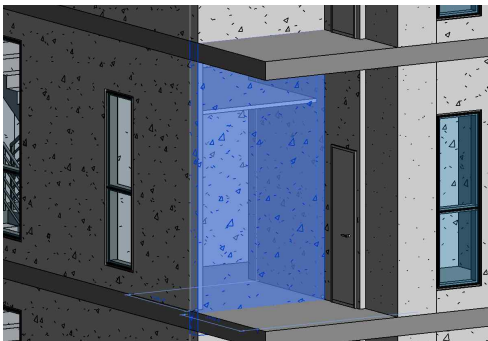
3. 품질수준 평가를 위한 모델링 지침 저작도구별 확장 개발

가. 모델링 지침의 범위 확장

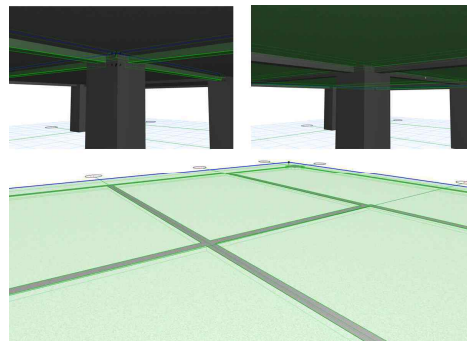
현재 시장에서 사용되고 있는 BIM저작도구가 매우 다양하고 정보입력 방식은 저작도구별로 차이가 있으므로 한가지 저작도구의 모델링 지침은 한계가 있음. 따라서 BIM 설계분야에서 가장 많이 사용하고 있는 Revit과 ArchiCAD, Digital Project를 기준으로 모델링 및 정보 입력 방법을 분석하여 진행함.

	객체 작성	속성입력
REVIT		
ArchiCAD		

Revit은 객체의 모델링 시 다른 공종의 객체간의 관계 정의를 임의로 정하는 기능이 있는 반면, ArchiCAD는 저작도구 내에 설정되어 있어 자동으로 간섭을 배제하는 특징이 있음.



<그림> Revit의 객체간 간섭이 발생



<그림> ArchiCAD의 자동 간섭 방지

4. 연구 성과

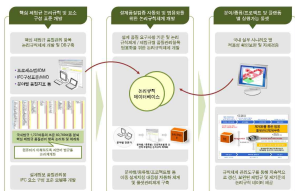
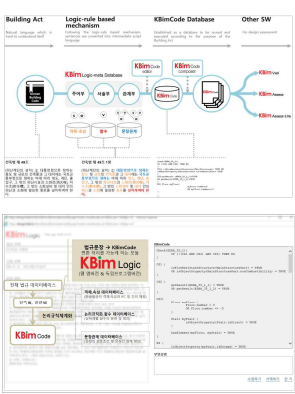
가. 기술적 성과

- 건축설계 품질 수준의 정량적 계측 지표 구축
- 건축설계 품질 검토 자동화를 위한 프로그램 활용시 정보입력 방안 확립으로 정보전달의 정확성을 확보
- 표준 포맷 정보입력에 대한 방안 도출로 저작도구의 종류와 관계없이 품질검토가 가능한 환경 구축

나. 경제적 성과

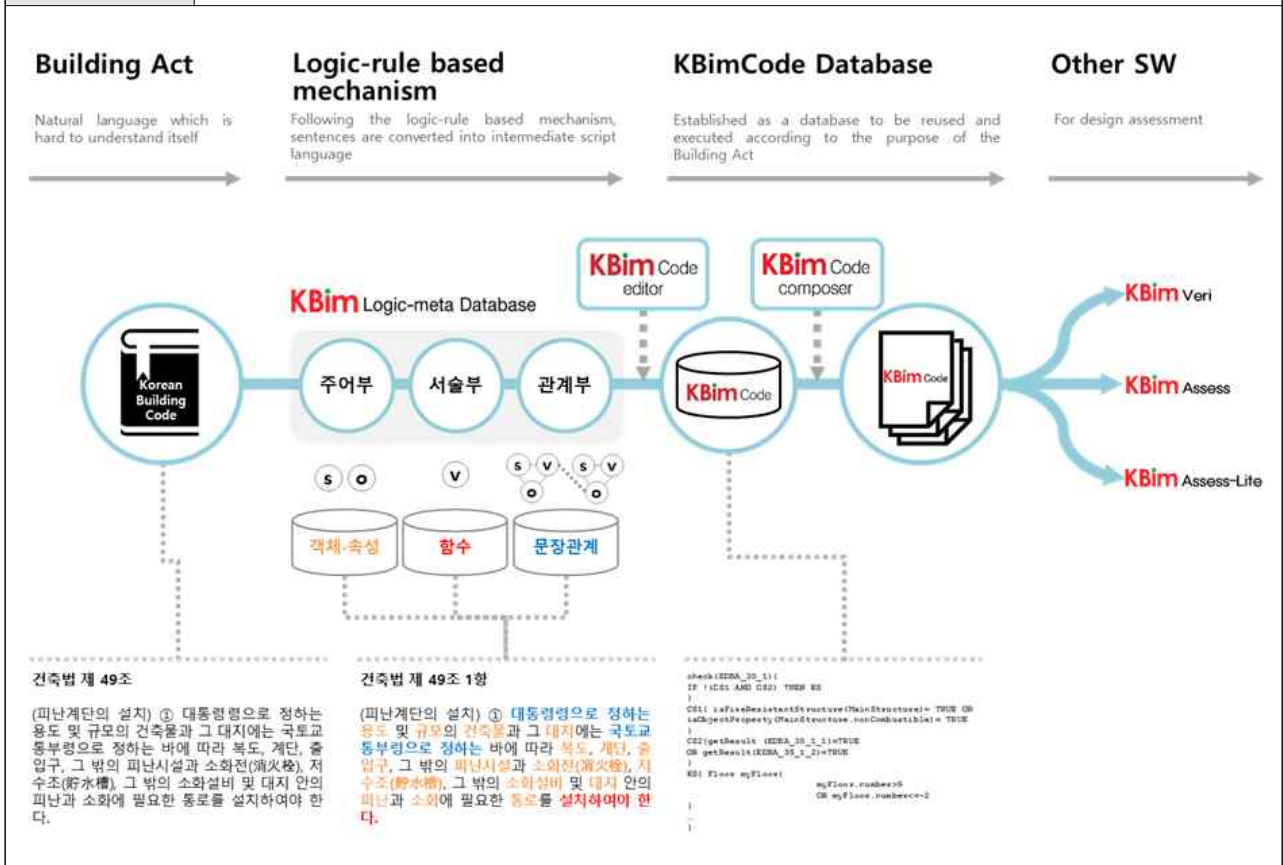
- 품질검토를 위한 정보입력 방법의 표준을 제시함으로써 품질검토 자동화 프로그램 개발에 필요한 업무를 줄여 생산성 향상의 성과를 이룸
- 품질 수준의 정량적 계측으로 건설 주체간 업무혼란과 중복업무를 방지하여 업무 효율성 극대화를 통한 경제적 효과도모.
- 중립적 표준 포맷의 사용으로 인한 BIM환경 구축의 중복투자 방지와 기술 환경 차이로 인한 비효율적 업무 협업을 방지하여 경제적 시너지 효과

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축	
세부 목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축	
1-2	설계품질검증 자동화를 위한 각종 법규 및 제기준의 체계화된 논리규칙 데이터베이스 구축(한양대학교)	

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- 핵심 제법규 품질관리 항목 논리화 규칙체계 개발 및 DB 구축 - 설계정보 품질관리용 IFC 요소 구성 표준 모델류 개발		국내 논문 1건, 수상 2건, 국내 학술발표 4건, 해외학술발표 1건
2차년도	- 설계품질검토 자동화를 위한 BIM 모델링 품질 요구사항 및 룰 체킹 라이브러리 등 지원기술체계 구축 - 제법규별 품질검토 대상범위 확대 및 논리규칙체계 범용화를 위한 데이터베이스 및 인터페이스 개발 - 분야별/종류별/프로젝트별 등 이종 설계지침 대응형 자동화 체계 및 실행 가능한 룰셋 관리체계 개발		국내 논문 2건, SW등록 1건, 수상 1건, 국내 학술발표 3건, 해외학술발표 3건, 기타 1건
3차년도	- 문장, 함수, 객체속성 등 부속 DB 정교화를 통한 룰체킹 라이브러리 지원체계 구축 - 논리규칙 룰셋을 정의하고 관리하기 위한 웹 및 KBimLogic SW 구현 및 이종지침 확대응용가능성 검토 - 웹 및 KBimLogic 기반 제법규 및 제기준의 논리규칙 DB 구축 (실행가능 KBimCode 번역 및 입력)		국내 논문 2건, SCI급 논문 1건, 연구개발홍보 1건, 특허출원 1건, SW등록 2건, 국내학술발표 2건, 해외학술발표 3건
관련 목표 성과물	국내논문 5건, SCI급 논문 1건, 연구개발홍보 1건, 특허출원 1건, SW등록 3건, 수상 3건, 국내학술발표 9건, 해외학술발표 7건, 논리규칙화 함수 매뉴얼		

〈성과의 상세내용〉

성과명	대상 제 법규를 위한 논리규칙(KBimCode)의 정의, 그리고 해당 KBimCode를 생성 및 입력하여 활용할 수 있도록 하는 객체/함수/관계 메타 DB 및 1,000여개의 KBimCode DB를 포함하는 논리규칙체계화 관리도구 (KBimLogic)		
성과형식	데이터베이스 및 웹기반 DB인터페이스, 그리고 독립실행 어플리케이션		
성과정의	법규중심의 설계품질검토 항목을 컴퓨터가 이해가능하고 실행가능한 형태로 변환하기 위해 필요한 논리규칙체계화 및 논리규칙 데이터베이스와 이를 관리 및 활용하기 위한 웹기반 DB인터페이스, 그리고 독립실행 어플리케이션		
성과구성	KBimLogic 및 KBimCode 데이터베이스 구축/관리 인터페이스, 법규항목 및 체크리스트 별 KBimCode 생성 인터페이스		
사용주체	모든 주체	사용단계	모든 단계
사용용도	- KBimLogic 및 KBimCode 데이터베이스 구축 및 관리 (관리자용) - 건축물 인허가 설계품질관련 검토대상 법규문장의 KBimLogic 요소 및 KBimCode로 변환된 문장 검색 및 열람 (뷰어용) - 법규항목 및 체크리스트 별 KBimCode 구성 및 실행가능파일 생성		
사용환경	MS Windows / 웹브라우저		
범위한계	해당 없음		



세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축		
1-2	설계품질검증 자동화를 위한 각종 법규 및 제기준의 체계화된 논리규칙 데이터베이스		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

1. 연구 절차

1) 설계품질검토 자동화를 위한 BIM 모델링 품질요구사항 및 룰 체크 라이브러리 등 지원기술체계 구축

1-1) 대상법규용 BIM 모델뷰/모델링 품질 요구사항 및 지원기술체계 개발

1-2) 대상법규용 룰 체크 라이브러리 및 지원기술체계 개발

2) 제법규별 품질검토 대상범위 확대 및 논리규칙체계 범용화를 위한 데이터베이스 및 인터페이스 개발

2-1) 품질검토용 객체와 속성 분류체계 및 대상법규 범위 확대 구축

2-2) 논리규칙 체계 및 데이터베이스 구축

3) 분야별/종류별/프로젝트별 등 이중 설계지침 대응형 자동화 체계 및 실행 가능한 룰셋 관리체계 개발

3-1) 이중 설계지침 대응형 논리규칙 데이터베이스 웹기반 인터페이스 개발

3-2) 실행가능한 룰셋 등 자동화 관리체계 개발

2. 연구 내용 및 결과

1) 설계품질자동화를 위한 BIM 모델링 품질 요구사항 및 룰 체크 라이브러리 등 지원기술체계 구축

- 건축 인허가 관련 48개 법규 조항 468개 문장으로부터 60종 논리규칙화 함수 도출

- 법규 문장 기반의 건물 객체 및 속성으로부터 함수 분류체계 구축

- 대상법규 확대에 따른 종적, 횡적 함수 확장 방향 설정

2) 제법규별 품질검토 대상범위 확대 및 논리규칙체계 범용화를 위한 데이터베이스 및 인터페이스 개발

- 대상법규 확대선정 및 하위법규 문장관계 추적

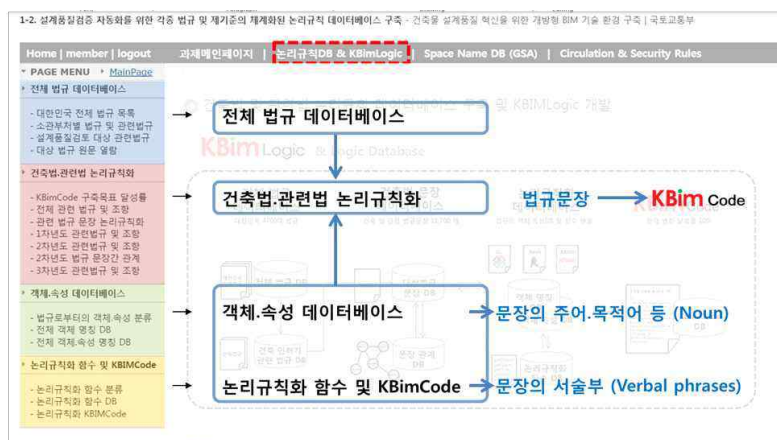
- 논리규칙 데이터베이스 관리 웹페이지 인터페이스 개발

- 법규문장으로부터 추출한 문장, 관계, 객체, 속성, 함수 데이터베이스 확장구축

3) 분야별/종류별/프로젝트별 등 이중 설계지침 대응형 자동화 체계 및 실행 가능한 룰셋 관리체계 개발

- KBimLogic(ver0.1) 및 KBimCode 변환 인터페이스 초기 구현

- 건축법규 항목 케이스별 KBimCode 변환 케이스 테스트



<그림> 논리규칙체계 범용화를 위한 데이터베이스 및 인터페이스와 상호연동 시나리오

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축		
1-2	설계품질검증 자동화를 위한 각종 법규 및 제기준의 체계화된 논리규칙 데이터베이스		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

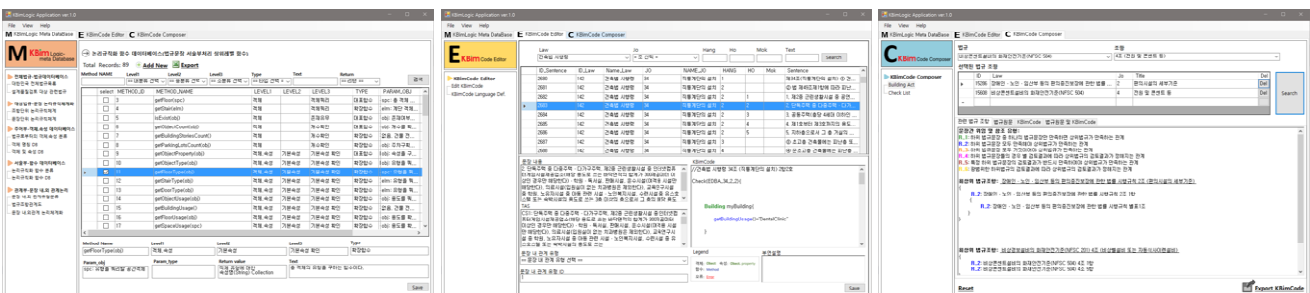
<연구내용 및 결과>

1. 연구 절차

- 1) 문장, 함수, 객체속성 등 부속DB 정교화를 통한 룰체킹 라이브러리 지원체계 구축
 - 1-1) 문장 내외 관계, 함수, 객체 및 속성 DB로 구성된 KBimCode Meta DB 정교화
 - 1-2) 확대된 대상법규 논리규칙화 체계 및 룰 체킹 라이브러리 지원체계 구축
- 2) 논리규칙 룰셋 정의 및 관리를 위한 웹/KBimLogic SW 구현 및 이중지침 확대응용가능성 검토
 - 2-1) 논리규칙화를 위한 웹 인터페이스 확장 개발 및 웹/앱 기반 KBimLogic SW 구현
 - 2-2) 이중 설계지침 대응형 체계 및 룰셋 개발 및 설계 검토 소프트웨어와의 연계
- 3) 웹 및 KBimLogic 기반 제법규 및 제기준의 논리규칙 DB 구축 (실행가능 KBimCode 번역/입력)
 - 3-1) KBimCode 번역 및 입력을 위한 문장간 연결관계 등 논리규칙화 제반 DB 작업
 - 3-2) 대상 제법규의 실행가능한 형태의 논리규칙화 룰셋 구축 (KBimCode)

2. 연구 내용 및 결과

- 1) 문장, 함수, 객체속성 등 부속DB 정교화를 통한 룰체킹 라이브러리 지원체계 구축
 - 확대된 대상법규 조항 문장으로부터 문장 내외 관계, 함수, 객체 및 속성 DB로 구성된 KBimCode Meta DB 확장 구축
 - KBimCode language syntax 정의 및 KBimCode 변환 케이스 테스트 통한 보완
- 2) 논리규칙 룰셋 정의 및 관리를 위한 웹/KBimLogic SW 구현 및 이중지침 확대응용가능성 검토
 - KBimCode 작성 및 관리를 위한 Web기반 어플리케이션 구현 (KBimCode editor)
 - 법규 항목별 또는 체크리스트 단위에서 제법규 KBimCode 룰셋파일 추출 기능을 지원하는 독립 어플리케이션 개발 (KBimCode composer)
- 3) 웹 및 KBimLogic 기반 제법규/제기준의 논리규칙 DB 구축
 - KBimLogic 기반 대상법규 문장 논리구조 해석 및 KBimCode DB 구축



<그림> 왼쪽부터 KBimLogic Meta DB, KBimCode Editor, KBimCode Composer>

3. 연구 성과

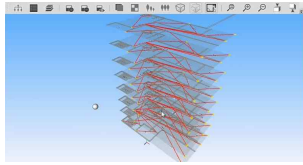
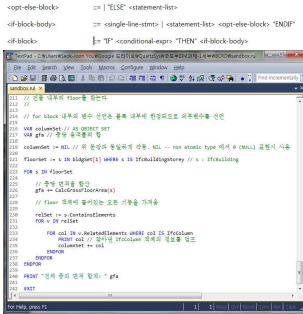
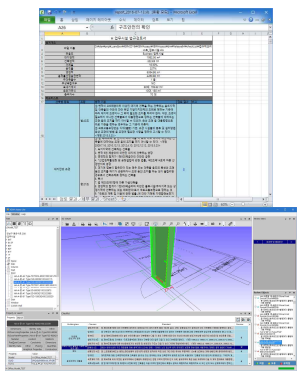
1) 기술적 성과

- 제법규별 BIM 요구사항/적용가능 룰셋 개발: 지속적 갱신, 보완된 제기준의 논리규칙 DB 구축
- 논리규칙화 매뉴얼을 통해 차기의 비대상법규/기타 제기준에 대한 지속적인 개발 환경 마련
- 국가법령정보센터(law.go.kr) 및 공공데이터포털(data.go.kr)의 Open API 및 웹 링크기반의 수동 및 자동화된 최신 법규 문장 업데이트 적용
- 변환된 KBimCode룰셋의 KBimAssess(설계검토 소프트웨어)에 적용 테스트 및 기능성 확인

2) 경제적 성과

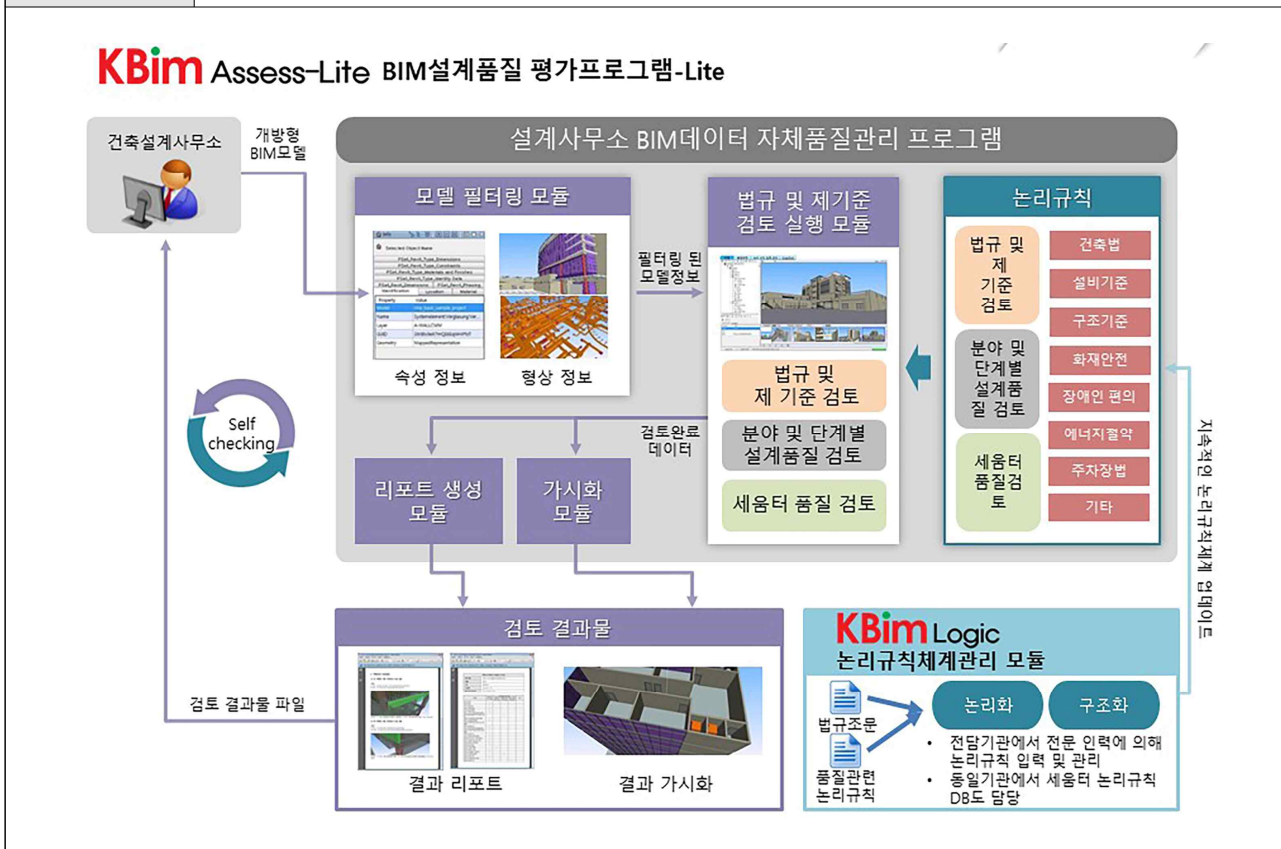
- bSI Regulatory Room 등을 통해 KBimCode 논리체계화방법의 표준화 및 국제화를 추진
- KBimCode DB의 확대를 통해 다양한 이중지침에 대한 확대적용으로 관련 산업에 경제적 파급효과

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축	
세부 목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축	
1-3	개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발(경희대학교)	

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- 설계품질 검증 시스템 구현을 위한 법규분석 및 유형화 - 개방형 BIM 모델 정보의 가시화 및 데이터 필터링 기술 개발 - 품질측정 항목 논리화 규칙체계 개발 - 개방형BIM 모델의 설계품질 측정 기술 개발 - 개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발		국내논문 4건, SCI급 논문 1건, 연구개발홍보 2건, SW 등록 1건, 국내학술발표 8건
2차년도	- IFC 모델 데이터 필터링 모듈 개발 - 논리규칙 입력·관리모듈 개발 - 품질측정 모듈 및 함수 라이브러리 개발		국내 논문 1건, 연구개발홍보 1건, 특허출원 1건, SW등록 3건, 국내학술발표 2건
3차년도	- 개방형 BIM 모델 품질검증 결과 리포팅 모듈 개발 - BIM 설계품질 평가프로그램 개발		국내 논문 2건, SCI급 논문 1건, 기술실시계약 1건, 사업화/제품화 1건, 연구개발홍보 2건, 특허출원 2건, 특허등록 2건, SW등록 5건, 수상 2건, 국내학술발표 9건, 해외학술발표 6건
관련 목표 성과물	국내논문 7건, SCI급 논문 2건, 기술실시계약 1건, 사업화/제품화 1건, 연구개발홍보 5건, 특허출원 3건, 특허등록 2건, SW등록 9건, 수상 2건, 국내학술발표 19건, 해외학술발표 6건		

〈성과의 상세내용〉

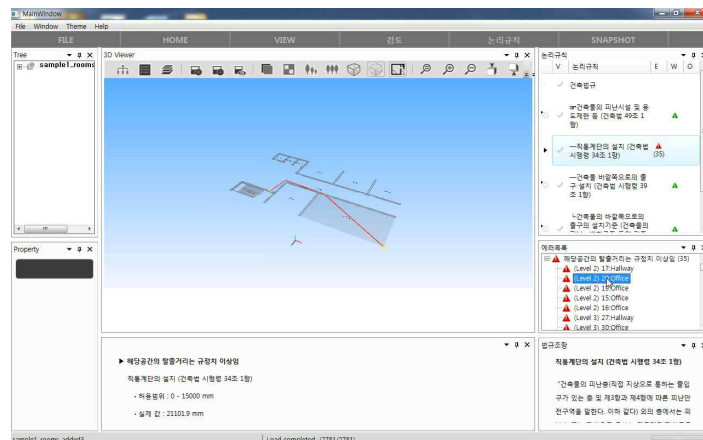
성과명	BIM 설계품질 평가 프로그램 Lite(KBim Assess-Lite)		
성과형식	소프트웨어		
성과정의	논리규칙화된 품질평가요소에 대한 개방형BIM 모델의 품질을 자동으로 검토할 수 있는 소프트웨어		
성과구성	■ BIM 설계품질 평가 프로그램 Lite(KBim Assess-Lite) - 개방형BIM 모델 품질 검증 결과 리포팅 모듈 - BIM 설계품질 평가프로그램		
사용주체	설계자, 발주자	사용단계	건축 설계단계
사용용도	■ 설계초기단계부터 품질검증이 가능하도록 하여 작업 효율성 제고 및 설계 품질 향상 ■ 설계과정에서 제기되는 각종 품질검증 업무를 자동화 및 간소화함으로써 생산성 향상 및 설계물의 품질 향상		
사용환경	Windows 7 이상		
범위 한계	■ 건축설계 품질수준 모델링 지침에 따라 모델링이 이루어 졌을 때 정상적인 검토가 가능함. ■ 자동 검토 범위가 업무시설에 한정됨(건물의 용도별 검토 항목 확장 예정)		



세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-3	개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

- 설계품질 검증 시스템 구현을 위한 법규분석 및 유형화
 - 기존 BIM소프트웨어의 검토 프로그램 조사 및 분석을 통한 비교 및 대상법규 분석을 통해 품질검증 시스템의 요구사항 도출 및 개발 우선순위를 설정함.
 - 구현대상법규의 유형화를 통한 법규검토 항목의 논리화 및 BIM 모델 적용에 필요한 사전정의서 작성
- 개방형 BIM 모델 정보의 가시화 및 데이터 필터링 기술 개발
 - 품질검증 시스템의 요구사항을 바탕으로 필터링 및 가시화 모듈에 대한 요구기능을 정의함.
 - 필터링 모듈의 경우 BIM 모델 데이터 추출 및 추출된 데이터의 필터링 기능에 대한 실행 프로세스 및 데이터 구조 설계를 수행. 가시화 기능의 경우 이에 대한 실행 프로세스 및 가시화 모듈의 사용자 인터페이스 디자인 수행
 - 위에서 만들어진 프로세스 설계와 UI 디자인을 바탕으로 BIM 모델 정보 가시화 모듈 및 BIM 객체 타입 필터링 모듈을 개발함
- 품질측정 항목 논리화 규칙체계 개발
 - 대상법규 조항중 선정한 4개 샘플 조항에 대한 BIM 모델의 검토에 필요한 논리화 규칙 파일럿을 개발함.
 - 논리규칙을 평가하는데 필요한 함수 라이브러리를 설계하고 그 중 파일럿 실행에 필요한 부분을 1차년도에 일부 개발함.
 - BIM 모델 품질측정을 위한 논리화 규칙 입력·관리 모듈의 설계 수행
- 개방형BIM 모델의 설계품질 측정 기술 개발
 - 위의 논리화 규칙 파일럿을 적용한 BIM 모델 품질측정 모듈 파일럿 개발
 - 파일럿 모듈의 평가에 필요한 BIM 모델 샘플을 제작함.
- 개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발
 - 위에서 개발된 BIM 모델 필터링 모듈, 가시화 모듈, 논리규칙 파일럿, 품질측정 모듈 파일럿을 적용한 개방형 BIM 모델의 설계품질 측정 파일럿 프로그램을 개발함.



<그림> 파일럿 프로그램 실행 예시

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-3	개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

◦ IFC 모델 데이터 필터링 모듈 개발

- IFC포맷은 새로운 버전개발 시 기존의 데이터 구조를 따르며 새로운 스키마를 추가되는 형식으로 개발되므로 호환성에 문제가 없어 본 연구에서는 현재 가장 많이 사용되는 IFC 2x3를 기준으로 개발되었으며 향후 IFC 4에 추가되는 스키마에 대해 추가 개발을 계획함
- IFC 데이터에서 특정 법적기준 검토에 필요한 데이터만 필터링 하기 위해 아래 그림과 같이 논리규칙 정의대상 법규 본문에서 건축물의 구성요소(객체)와 속성을 나타내는 단어를 분석함:

제17조(채광 및 환기를 위한 창문등)	③영 제51조에 따라 채광을 위하여 거실에 설치하는 창문등의 면적은 그 거실의 바닥면적의 10분의 1 이상이어야 한다. 다만, 거실의 용도에 따라 별표 1의3에 따라 조도 이상의 조명장치를 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다. ④영 제51조의 규정에 의하여 환기를 위하여 거실에 설치하는 창문등의 면적은 그 거실의 바닥면적의 20분의 1 이상이어야 한다. 다만, 기계환기장치 및 중앙관리방식의 공기조화설비를 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다. ⑤제1항 및 제2항의 규정을 적용함에 있어서 수시로 개방할 수 있는 띠 달아로 구획된 2개의 거실은 이를 1개의 거실로 본다.
-----------------------	--

- 건축물의 피난.방화구조등에 관한 규칙 17조 본문의 단어를 분석한 예

- 위의 본문 분석을 토대로 규칙 판단에 필요한 객체 (예: 거실, 창문, 바닥, 조명장치) 및 이에 매핑되는 IFC 객체 목록을 도출함. 필요한 속성을 IFC 객체 데이터에서 바로 가져올 수 없는 경우 해당 속성을 계산하기 위해 필요한 IFC 객체를 파악 후 목록화 함

법규 조항	필요객체, 속성 (법규 본문)	매핑되는 IFC 객체
피난규칙 17조	거실.바닥면적	IfcSpace.LongName, IfcPropertySet (Dimensions)
	창문.면적	IfcWindow, IfcPropertySet (Dimensions)
	조명장치	IfcElementProxy, IfcPropertySet (Identity Data)
	공기조화설비	IfcElementProxy, IfcPropertySet (Identity Data)

- 이같이 정의된 매핑 테이블을 사용하여 검토대상 법적기준에 필요한 IFC 객체를 1차년도에 개발한 객체 타입별 필터링 기능을 사용하여 IFC 모델로부터 필터링함.
- 논리규칙 입력· 관리모듈 개발
- 본 연구에서 사용되는 논리규칙 정의 체계를 context-free grammar를 사용하여 개발

```

<opt-else-block> ::= | "ELSE" <statement-list>

<if-block-body> ::= <single-line-stmt> | <statement-list> <opt-else-block> "ENDIF"

<if-block> ::= "IF" <conditional-expr> "THEN" <if-block-body>

```

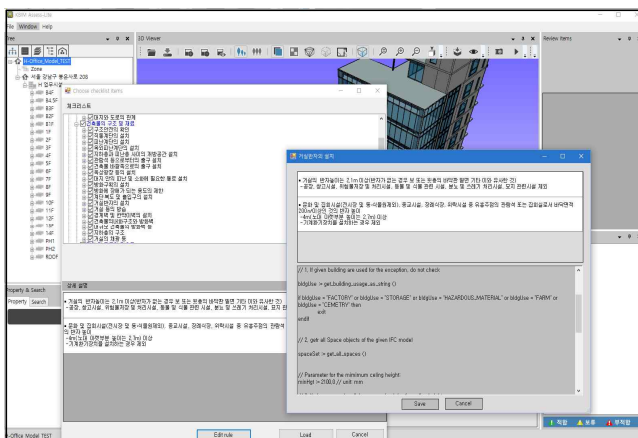
그림 39 context-free grammar로 정의된 논리규칙의 조건식

- GNU Bison 구문분석기 제작도구 (parser generator)에 논리규칙 문법을 적용하여 구문분석 모듈 (parser module)을 개발함. 여기에 분석된 구문을 해석· 실행하기 위한 데이터 구조와 실행 코드를 덧붙임으로써 논리규칙 스크립트의 해석 모듈(interpreter)을 개발함.
- 품질측정 모듈 및 함수 라이브러리 개발
- IFC 데이터의 추출 모듈은 1차년도 파일럿 시스템 개발시 구현된 것을 바탕으로 함
- 논리규칙 파싱 모듈은 이전 장에 서술한 대로 당해 년도에 개발된 것을 사용
- 함수 라이브러리는 당해연도 구현대상 법적기준 체크리스트를 기반으로 하여 이에 적용된 건축법 및 관련 법령의 검토에 필요한 기능을 구현함. 기능 구현대상 법적 기준은 해당 기준의 난이도 및 기존 개발항목과의 연관성을 감안하여 선정하였음

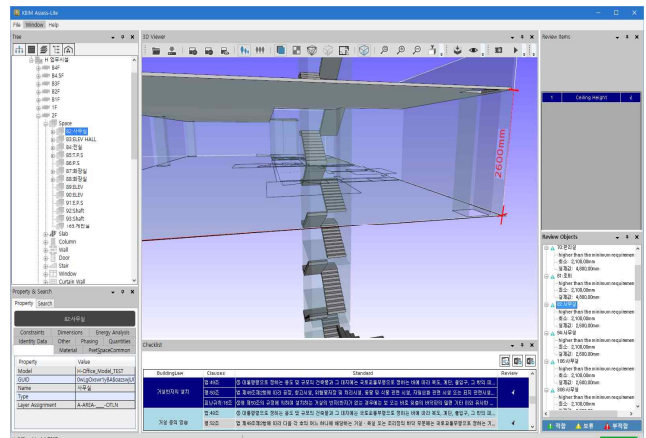
세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-3	개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

- 개방형 BIM 모델 품질검증 결과 리포팅 모듈 개발
 - 품질검토 모듈의 결과 출력은 시스템 메모리에 구조화된 상태로 기록하기 위한 데이터 구조 정의 및 프로그램 코딩 수행
 - 위의 데이터 구조를 결과 가시화 모듈 및 리포트 생성 모듈에서 공유하도록 시스템 개발
 - 결과 리포트는 MS-Excel 파일 형식으로 생성됨
- BIM 설계품질 평가프로그램 개발
 - 1, 2, 3차년도에 개발된 모듈을 조합하여 BIM 설계품질 평가프로그램 (KBim Assess-Lite) 을 개발함.
 - BIM 설계품질 평가 프로그램(KBim Assess-Lite)는 국제 표준 포맷인 IFC를 활용하여 자동 검토가 가능하여 시중에 사용되는 BIM Tool의 종류와 관계없이 사용할 수 있고 BIM 저작도구의 버전이 업그레이드하더라도 IFC 구조를 활용한 검토 방법으로 진행 되기 때문에 영향을 받지 않아 외부 환경 변화에 대응이 가능함
 - 본 프로그램은 건축설계 실무에서 법규검토시 사용하는 체크리스트를 MS-Excel 테이블 형태로 만들어 사용자가 건물의 규모, 용도 등 프로젝트의 특성에 따라 검토항목을 편집할 수 있게 함
 - 편집된 체크리스트는 KBim Assess-Lite 프로그램에 로드되어 검토항목에 연계된 논리규칙을 호출할 수 있게 함. 호출된 논리규칙을 사용자가 직접 파라미터 또는 검토논리를 수정할 수 있도록 편집기능을 제공함
 - 선택된 규칙은 품질측정 모듈에 의해 실행되어 검토 결과를 생성함. 생성된 결과는 KBim Assess-Lite 화면의 결과표시 패널을 통해 사용자에게 전달 됨. 사용자가 검토결과 가운데 특정 항목을 선택할 경우 가시화 모듈과 연동되어 이를 시각적으로 확인할 수 있게 함.
 - 이같이 BIM 설계품질 검증 프로그램을 사용함으로써 설계 초기단계에서부터 건축물의 품질을 효율적으로 관리함으로써 설계하자로 인한 시간, 경제적 손실을 줄일 수 있음.

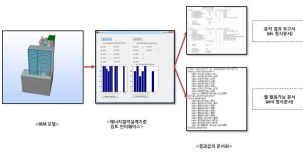
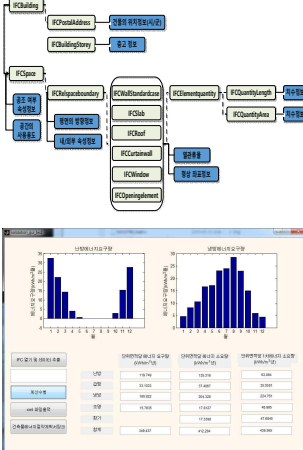
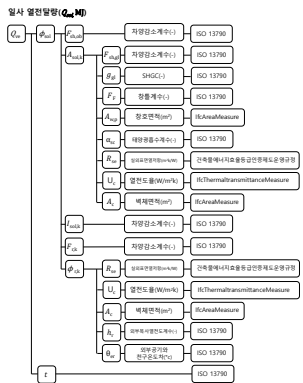


<그림> KBIM Assess-Lite 상에서 체크리스트를 통해 로드된 논리규칙을 목록에서 선택 후 '편집' 기능을 선택하여 수정하는 예



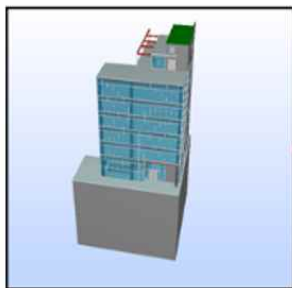
<그림> 결과패널에서 선택된 검토항목의 결과 가시화. (거실의 반자높이)

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축	
세부 목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축	
1-4	설계용도별 BIM데이터 품질자동평가 프로그램 및 실무활용 기술 개발 (경희대학교, 성균관대학교)	

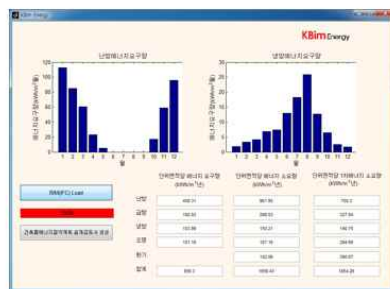
차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- 에너지절약설계기준의 평가항목 및 요구정보 분석 - 에너지절약설계기준의 검토 요구 정보와 IFC데이터스키마간 맵핑 - BIM기반 에너지절약설계기준 검토 자동화 인터페이스 구축		국내 논문 1건, 수상 1건, 국내 학술발표 1건, 기타 2건
2차년도	- ISO 13790 요구정보 조사 및 IFC데이터스키마 맵핑방안 구축 - ISO 13790 기반의 에너지성능평가 모듈 개발		국내 논문 1건, 특허출원 1건, SW등록 1건, 수상 1건, 국내 학술발표 2건, 해외학술발표 1건
3차년도	- ISO 13790 월간계산법 기반 일사/내부발열 열전달량 계산방안 도출 - 건축물에너지효율등급인증제도 운영규정 및 실 용도정보를 이용 급탕, 조명 및 환기에너지 계산방안 도출 - 냉난방 열원기기 입력을 통한 에너지 소요량 및 1차에너지 소요량 계산방안 도출		국내 논문 2건, SCI급 논문 1건, 기술실시계약 2건, 사업화/제품화 2건, 특허출원 1건, 특허등록 1건, SW등록 1건, 해외학술발표 4건
관련 목표 성과물	국내논문 4건, SCI급 논문 1건, 기술실시계약 2건, 사업화/제품화 2건, 특허출원 2건, 특허등록 1건, SW등록 2건, 수상 2건, 국내학술발표 3건, 해외학술발표 5건, 수량산출 및 개산견적을 위한 적용 대상 및 분석보고서, BIM 수량산출 모델링 지침서		

〈성과의 상세내용〉

성 과 명	BIM기반 에너지절약설계기준 검토 자동화 프로그램		
성 과 형 식	소프트웨어		
성 과 정 의	BIM 저작도구를 통해 생성된 IFC파일에서 정보를 추출하여 에너지절약설계기준 준수여부를 검토하고 건물 에너지 사용량을 계산, 출력하는 프로그램		
성 과 구 성	건축물에너지절약계획 설계검토서 자동생성기능, 건물 냉/난방에너지 요구량 산출기능, 건물 1, 2차 에너지 소요량 산출기능		
사 용 주 체	설 계 자	사 용 단 계	기초설계 단계
사 용 용 도	■ BIM 저작도구를 통해 설계된 건물의 에너지절약설계기준 준수여부를 검토 ■ 설계된 건물의 에너지 요구량, 소요량, 1차에너지 소요량을 파악		
사 용 환 경	■ 사용자 환경 : MS Windows 7+ / MATLAB MCR 설치		
범 위 한 계	■ 일부 EPI 항목만 자동화 검토 지원 ■ SHGC의 경우 투명 이중창 SHGC 이외의 값은 지원하지 않음 ■ 파이프나 덕트에서 발생하는 분배손실은 고려하지 않음		



BIM 모델



에너지성능지표 검토 자동화 인터페이스



에너지성능지표 검토서

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-4	설계용도별 BIM 데이터 품질자동평가 프로그램 개발 및 실무활용 기술 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

○ 에너지절약설계기준의 평가항목 및 요구정보 분석

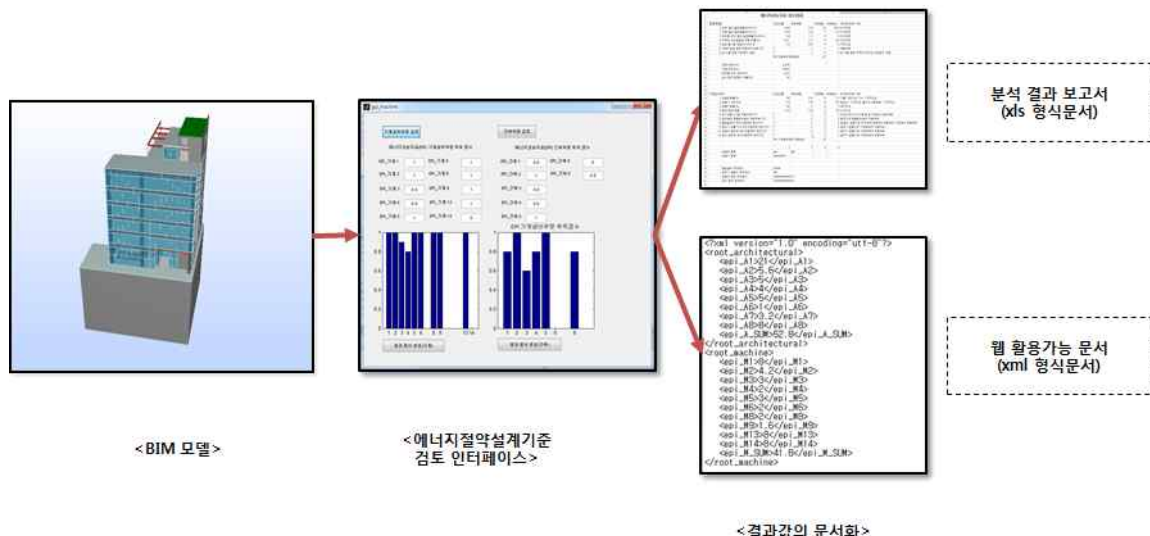
- 의무사항 및 에너지성능지표의 건축부문은 건물 외피의 열손실조치 방안을 평가하며, 기계설비부문 및 전기설비부문은 건물에너지 절약을 위한 설비 시스템의 사양 및 제어방식을 검토함
- BIM기반 모델 검토는 데이터기반 프로세스로 수행되며, 에너지절약설계기준의 검토 요구정보 분석은 이를 고려하여 상세하게 분석
- 또한, 에너지절약설계기준의 검토 요구정보의 선정은 BIM저작도구를 통해 IFC 데이터포맷으로 입력되며, 요구정보는 IFC데이터 스키마를 통해 얻을 수 있는 데이터를 고려해야 함

○ 에너지절약설계기준의 검토 요구정보와 IFC데이터스키마간 맵핑

- 에너지절약설계기준의 검토 요구정보 분석이 완료된 후, IFC데이터스키마와 맵핑 수행
- IFC데이터스키마는 개체(Entity)와 개체의 속성(Attribute)로 구성되어 있으며, 상술한 요구정보와 이에 해당되는 개체, 속성에 맵핑가능
- 각각의 요구정보에 대한 IFC데이터를 맵핑을 완료한 후, 검토 인터페이스를 구축

○ BIM기반 에너지절약설계기준 검토 자동화 인터페이스 구축(에너지성능지표 중, 건축부문, 기계설비부문)

- 상술한 검토 요구정보-IFC데이터스키마 맵핑 도면(건축부문의 경우, 그림8에 표현) 기반으로 설계자가 사용할 수 있는 인터페이스 구축.
- 본 연구에서 구축한 검토 자동화 인터페이스는 검토 결과는 1) 인터페이스 내부에서 가시화, 2) 웹 프로세싱에서 활용 가능한 XML형식 문서 생성, 3) 설계자가 활용가능한 문서양식(xls형식 문서) 생성 의 3가지 형태로 출력됨.
- 본 연구에서 구축한 검토 자동화 인터페이스를 통한 에너지절약설계기준 검토과정은 그림 1과 같음.



<그림> BIM기반 에너지절약설계기준 검토 인터페이스를 통한 모델 검토 프로세스

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-4	설계용도별 BIM 데이터 품질자동평가 프로그램 개발 및 실무활용 기술 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

○ ISO 13790 요구정보와 IFC데이터스키마간 매핑방안 구축 완료

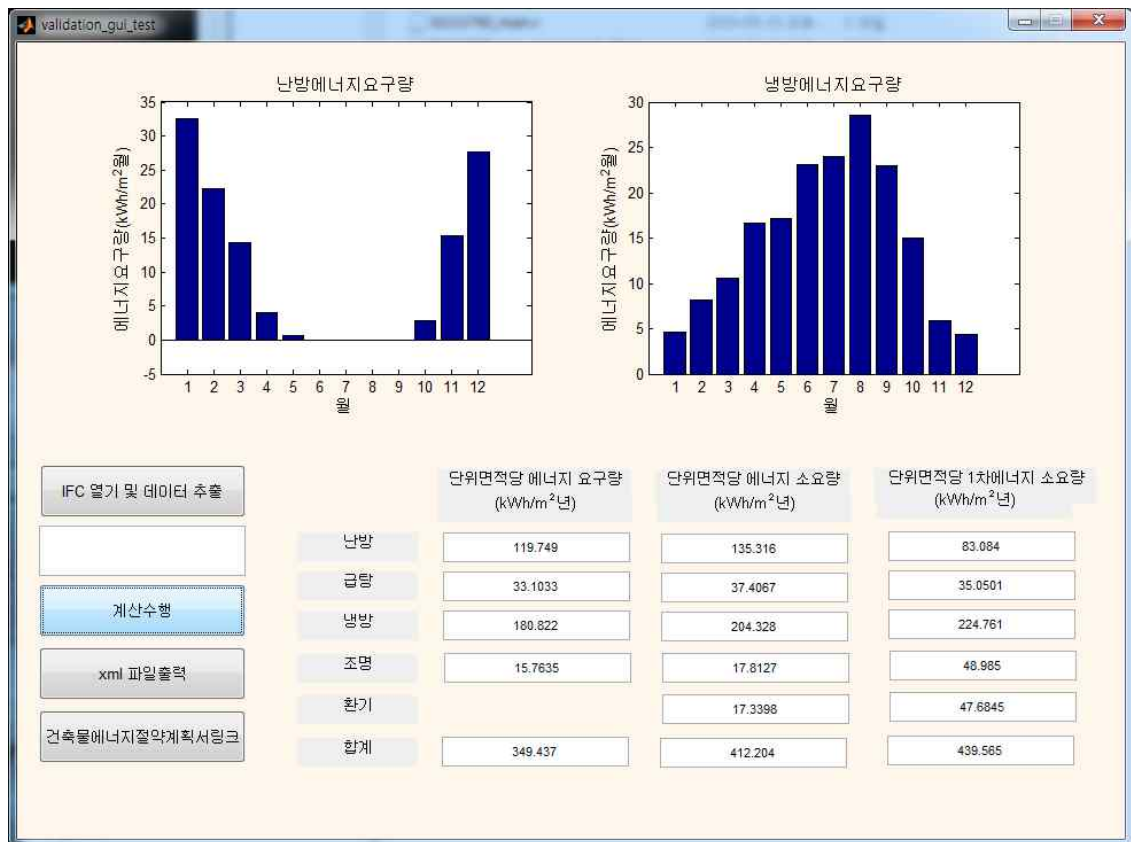
- IFC 데이터스키마는 위치정보, 층고정보와 같은 모델의 전반적인 정보(IFCBuilding)와 열관류율, 재실데이터와 같은 모델의 공간과 연관된 정보(IFCSpace)로 나뉨. 본 연구에서는 IFC 데이터스키마를 추출하면서 위치정보를 제외한 모든 정보를 공간을 중심으로 정리하였으며 이를 통해 ISO 13790 월간계산을 수행함

○ ISO 13790 월간계산법 기반 전도/환기 계산 모듈 구축 완료

- 면적, 열관류율과 같은 정보는 IFC데이터스키마로부터 추출된 정보를 이용하여 실내설정 온도, 외기온도, 시간간격은 BIM 파일에 입력된 공간정보와 매핑된 데이터베이스로부터 정보를 불러와 ISO13790 전도열전달량 계산에 이용됨

○ 사용자가 사용 가능한 인터페이스 구축 완료

- 인터페이스를 통해 IFC 파일로부터 데이터 추출, 전도,환기의 열전달량에 대한 계산수행 및 열전달량은 난방/냉방 그래프 출력이 가능함. 이후 3차년도내용(일사, 내부발열, 냉방, 조명, 환기)계산을 수행하여 에너지 요구량, 에너지 소요량, 1차에너지 소요량을 계산하고 그 결과를 출력함(그림 2)



<그림> 사용자 인터페이스

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-4	설계용도별 BIM 데이터 품질자동평가 프로그램 개발 및 실무활용 기술 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

○ ISO 13790 월간계산법 기반 일사/내부발열 열전달량 계산 모듈 구축완료

- IFC 파일의 좌표정보를 기반으로 벽체의 향을 추출하고, 이를 건축물에너지효율등급인증 제도 운영규정의 향별 일사정보와 매핑시켜 ISO 13790 일사열전달량 계산에 이용함
- IFC 데이터스키마로부터 실내용도 정보를 추출하고, 건축물에너지효율등급인증제도 운영 규정의 주거 및 주거용 이외 건축물 용도프로필과 매핑시켜 내부발열 계산에 필요한 정보(인체발열량, 재실밀도 및 조명발열밀도 등)를 선택함

○ 건축물에너지효율등급인증제도 운영규정에 따른 급탕/조명/환기에너지 계산 모듈 구축완료

- IFC 데이터스키마로부터 실내용도 정보를 추출하고, 건축물에너지효율등급인증제도 운영 규정의 주거 및 주거용 이외 건축물 용도프로필과 매핑시켜 급탕/조명/환기에너지 계산에 필요한 정보(급탕요구량, 조명사용시간 및 최소도입외기량 등)를 선택함

○ 냉난방 열원기기 입력을 이용한 에너지 소요량 및 1차에너지 소요량 계산

- 에너지성능지표 기계설비부문의 1,2번 항목을 참고하여(그림 3) 설비기기가 사용하는 에너지원 종류와 설비 효율을 입력 가능하도록 함

2. 에너지성능지표														
항 목			기본배치 (a)				배치 (b)					자동 평점 (a*b)	수동 평점	근거
			비주거		주거		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점			
			대형 3,000㎡이상	소형 500~3,000㎡	주택 1	주택 2								
1. 난방 설비 (효율%)	기름 보일러		8	7	10	7	92 이상	89~92 미만	86~89 미만	83~86 미만	83 미만	8		
	가스 보일러	중앙난방방식					87 이상	83~87 미만	81~83 미만	79~81 미만	79 미만			
		개별난방방식					1등급 제품	—	—	—	그 외 또는 미설치			
	기타 난방설비						고효율 인증제품 (신재생 인증제품)	에너지 소비효율 1등급제품	—	—	그 외 또는 미설치			
2. 냉방 설비	원심식(성적계수, COP)		6	2	—	2	5.18 이상	4.51~5.18 미만	3.96~4.51 미만	3.52~3.96 미만	3.52 미만	5.4		
	흡수식 (성적계수, COP)	① 1중효율					0.75 이상	0.73~0.75 미만	0.7~0.73 미만	0.65~0.7 미만	0.65 미만			
		② 2중효율					1.2 이상	1.1~1.2 미만	1.0~1.1 미만	0.9~1.0 미만	0.9 미만			
		③ 3중효율												
		④ 냉온수기												
기타 냉방설비		고효율 인증제품, (신재생 인증제품)	에너지 소비효율 1등급제품	—	—	그 외 또는 미설치								

<그림> 에너지 성능지표 기계설비부문

- IFC 데이터스키마로부터 설비 효율을 추출하여 에너지 소요량을 구할 수 있으며, 냉/난방 설비기기의 에너지원 정보를 이용 에너지 소요량을 1차 에너지 사용량으로 환산 가능(표 1)

<표> 에너지원에 따른 1차 에너지 환산계수

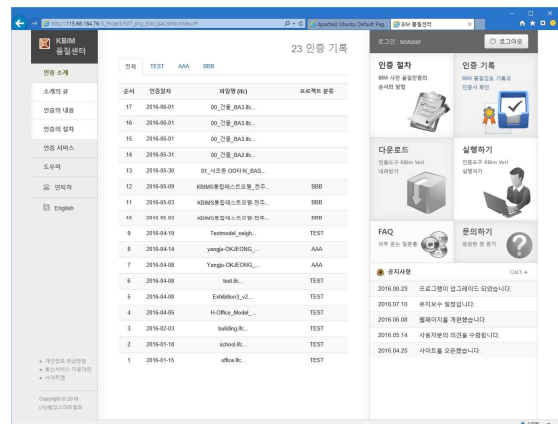
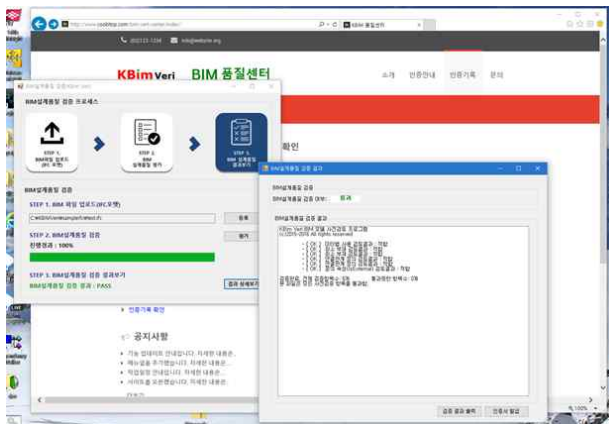
구분	1차 에너지 환산계수
연료	1.1
전력	2.75
지역난방	0.728
지역냉방	0.937

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
1-5	국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발 (주)석영시스템즈, (주)솔리데오시스템즈)

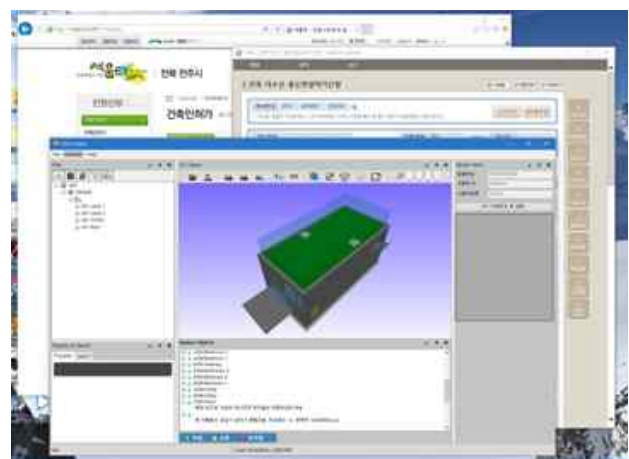
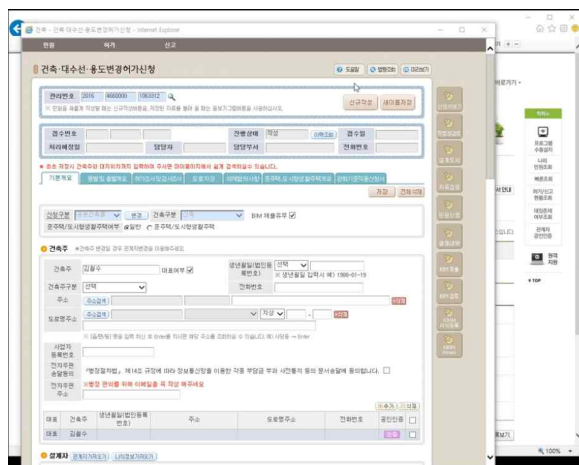
차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- 세움터 품질인증 절차 및 요구사항 분석 - 품질인증 시스템 요구사항 분석 - 세움터 탑재용 개방형 BIM 품질 측정 시스템 구성모듈 설계 - 세움터 탑재용 품질측정 시스템 구성모듈 개발		SW 등록 1건, 국내학술발표 1건
2차년도	- 세움터 사전검토용 BIM설계품질 검증프로그램 구성모듈 개발 - BIM설계품질 평가프로그램 세움터 연동 정보교환 프로토콜 분석 및 설계, 가상 세움터 정보교환 테스트		SW등록 2건, 국내학술발표 1건
3차년도	- 개방형 BIM 품질인증 프로세스 개발 - 세움터 사전검토용 BIM설계품질 검증프로그램 개발 - 세움터 탑재용 BIM설계품질 평가프로그램 개발		국내논문 1건, SW등록 4건, 해외학술발표 1건
관련 목표 성과물	국내논문 1건, SW등록 7건, 국내학술발표 2건, 세움터 연동 정보교환 프로토콜 분석 및 설계서, BIM설계품질 평가프로그램 세움터 연동 정보교환 분석 & 설계서		

〈성과의 상세내용〉

성과명	세움터 사전검토용 BIM 설계품질 검증프로그램 (KBIM Veri)		
성과형식	소프트웨어		
성과정의	개방형 BIM 모델의 품질척도 중 하나인 적법성을 검토하기 위한 사전절차로 적법성 검토에 필요한 정보가 BIM 모델에 적합한 방식으로 기록되어 있는지 사전 검토를 수행하는 프로그램		
성과구성	KBIM Veri 프로그램, BIM 모델 사전검토 규칙 스크립트, 품질센터 웹페이지		
사용주체	건축 설계자	사용단계	건축 인허가 이전 단계
사용용도	- IFC 2x3 포맷의 BIM 모델이 KBIM Assess에 의한 자동검토에 적합하도록 모델링되어 있는지 세움터 제출 이전에 검토하는 용도 - 사전검토를 통과한 BIM 모델 및 검토결과를 품질센터 서버에 전송하여 사전검토 인증서를 생성할 수 있도록 해주는 용도		
사용환경	Windows 7 64bit 이상 Internet Explorer 11 이상 IFC 버전: 2x3		
범위한계	Windows 환경 및 Internet Explorer 에서만 동작함		



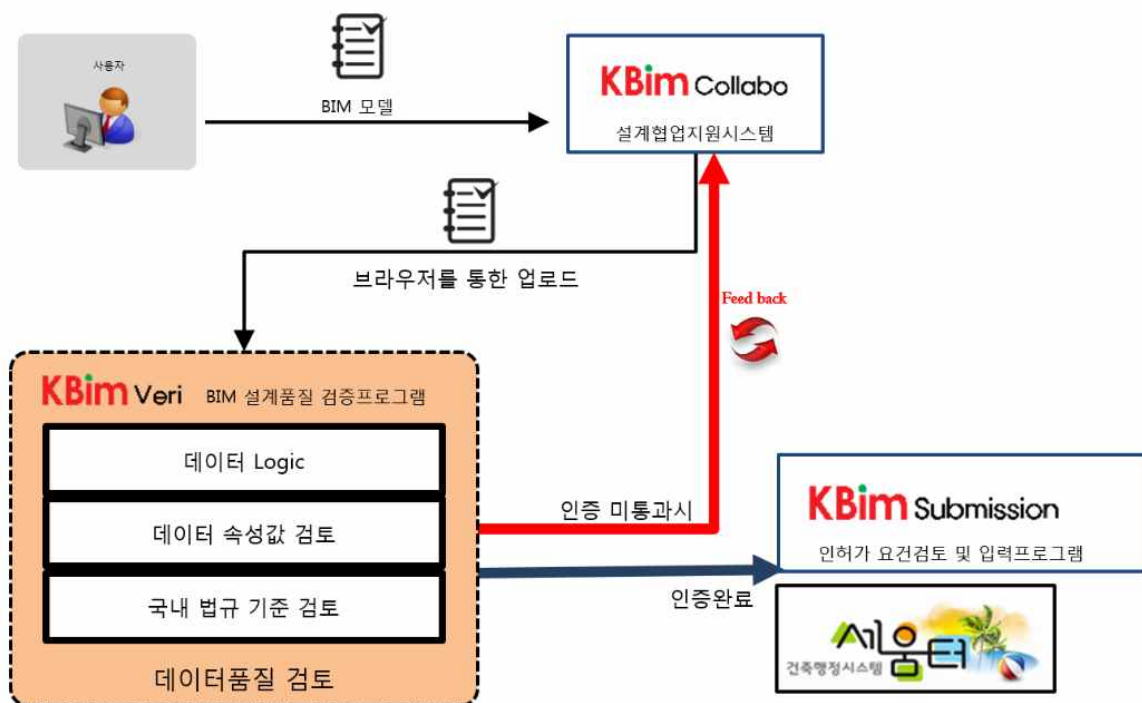
성과명	세움터 탑재용 BIM 설계품질 평가 프로그램 (KBIM Assess)		
성과형식	소프트웨어		
성과정의	세움터 서비스에 탑재되어 IFC 2x3 형식의 BIM 모델의 적법성 검토를 수행하는 프로그램		
성과구성	KBIM Assess 프로그램, 가상 세움터 연결		
사용주체	건축 설계자, 건축 인허가권자	사용단계	건축 인허가 단계
사용용도	인허가를 위해 세움터 서비스에 업로드 된 IFC 2x3 형식 BIM 모델의 적법성을 검토하는 용도		
사용환경	Windows 7 64bit 이상 Internet Explorer 11 이상 IFC 버전: 2x3		
범위한계	- IFC 2x3 포맷의 건축 BIM 모델에 대해서만 검토 수행 - BIM 모델링시 주어진 모델링 지침에 따라야 정상적인 검토가 가능함 - Windows 환경 및 Internet Explorer 에서만 동작함		



세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-5	국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

- 세움터 품질인증 절차 및 요구사항 분석
 - 세움터 고도화 사업보고서, 사용자 매뉴얼 등 분석
 - 세움터 인허가 프로세스 및 각 절차별 요구정보 분석
 - 세움터 적법성검토서비스 BIM검토 개발현황 파악 및 제공기능 분석
- 품질인증 시스템 요구사항 분석
 - 약 40여개의 국내외 BIM지침 및 가이드를 분석하여, 데이터품질 관련 항목을 추출
 - 추출된 항목을 분류하여 약 30개 항목의 품질인증 항목 정의
 - 품질인증 프로세스 작성



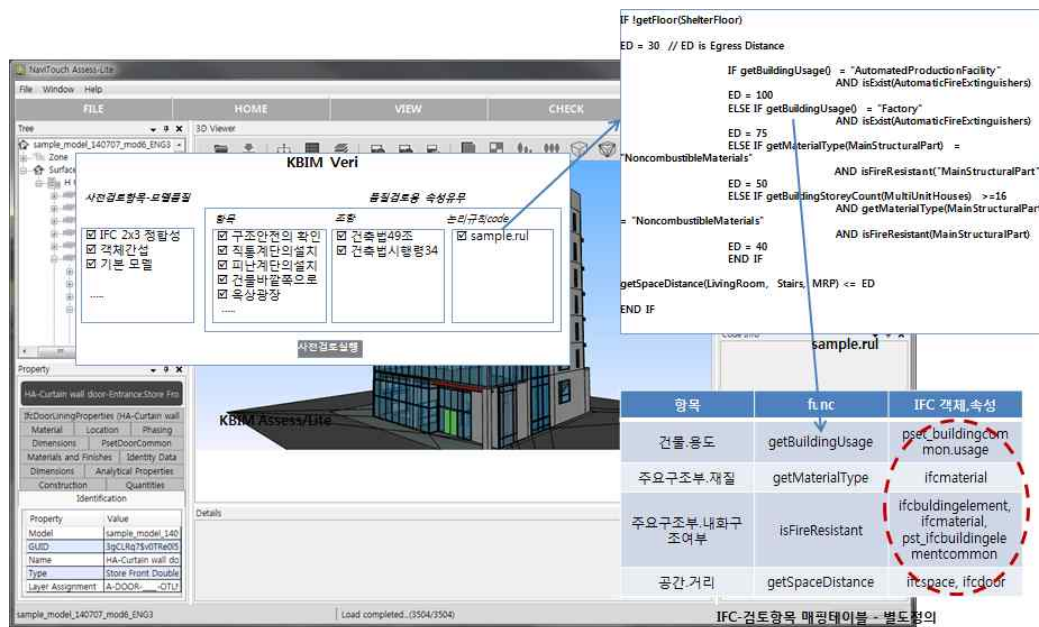
<그림> 품질인증 프로세스

- 세움터 탑재용 개방형 BIM 품질측정 시스템 구성모듈 설계
 - 세움터 연동에 필요한 기능 파악 및 구축방안 검토
 - 품질측정 항목의 연산에 필요한 함수 라이브러리 설계
 - 함수 라이브러리 구현에 필요한 데이터 구조 설계
- 세움터 탑재용 품질측정 시스템 구성모듈 개발
 - 설계단계에서 정의되었던 요구사항 중 일부에 대해 proof-of-concept 의 개념으로 구현
 - 품질측정에 사용되는 품질측정항목, 논리규칙 및 규칙 집합은 파일럿에서는 규칙관리자를 통한 논리식의 조합에 의한 정의방식 대신 하드코딩 방식으로 직접 실행 가능한 함수로 구현
 - 품질측정 파일럿 모듈은 향후 세움터와 같은 이기종 환경으로의 이식을 고려하여 GUI를 사용하지 않고 명령줄 인터페이스 (command line interface)를 사용하는 텍스트 모드 애플리케이션으로 개발
 - BIM 설계품질 자동검증 프로그램 (1-3, KBim Assess-Lite)의 파일럿에서는 이를 child process로 실행하여 그 결과를 넘겨받아 가시화함

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-5	국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

- 세움터 사전검토용 BIM설계품질 검증프로그램 구성모듈 개발
 - 사전 검토용 프로그램에 필요한 기능은 다음과 같음:
 - IFC 2x3 규격의 정합성 검토- IFC 규격에서 요구하는 필수 객체 및 속성을 바르게 표현하고 있는지 여부
 - BIM 모델의 기본적 요소 검토: 공간객체의 유무, 공간객체와 공간을 형성하는 건축부재와의 연계여부, 공간내 객체 위치의 오류여부 (예: 1층에 속한 객체가 2층에 위치하면 오류)
 - 검토대상 법적 기준 (또는 대응 논리규칙)별 사전 검토요소 (예: 검토에 필요한 특정 속성의 존재여부)



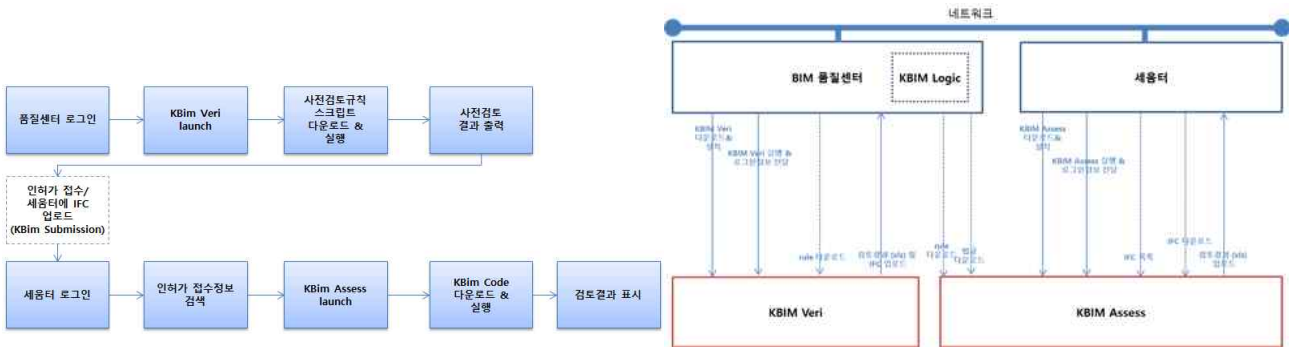
<그림> 세움터 사전검토용 설계품질 프로그램의 실행 개요

- 2차년도에는 이들 사전검토에 필요한 기능을 라이브러리 형태로 구현했음. 또한 BIM 파일의 사전 검토의 일부로 객체간 간섭에 대한 검토 기능을 추가적으로 구현했음
- BIM설계품질 평가프로그램 세움터 연동 정보교환 프로토콜 분석 및 설계, 가상 세움터 정보교환 테스트
 - 2차년도에는 파일 기반의 연동 시나리오를 사용. 이에 따르면 사용자는 사전검토를 거친 IFC 파일을 사용자 PC에 설치된 KBIM Assess를 사용해서 적법성 검토를 수행함. 적법성 검토를 통과한 IFC 파일은 MS-Excel 형식의 결과 리포트 파일과 함께 세움터 웹페이지를 통해 세움터 서버에 업로드하게 됨.
 - 2차년도에 개발된 검토결과 출력 모듈을 KBIM Assess-Lite 파일럿에 탑재하여 검토결과 출력 및 세움터 업로드 테스트를 수행함

세부목표	개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증 체계구축		
1-5	국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

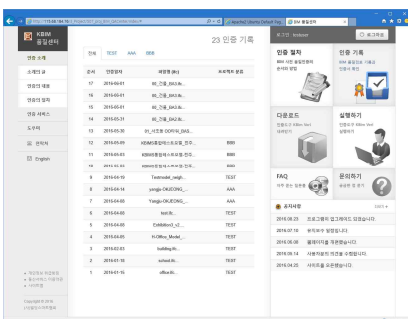
- 개방형 BIM 품질인증 프로세스 개발
 - 세움터에서의 인허가 검토를 위한 BIM 모델의 품질인증 프로세스를 구현하기 위해 사용자의 컴퓨터, 품질센터, 세움터 사이의 연동 프로토콜을 정의하였음. 세움터 BIM 품질인증 프로세스 및 연동 프로토콜의 개요는 아래 도표와 같음



<그림> 세움터 인허가를 위한 개방형 BIM 품질인증 프로세스

<그림> 품질센터 - KBim Veri - 세움터 - KBim Assess 연동 절차

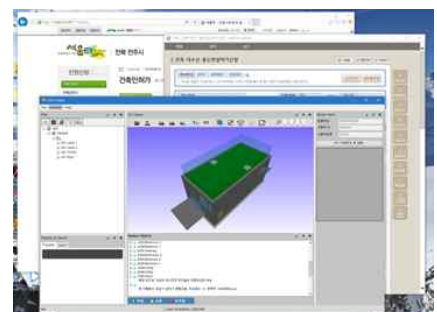
- 세움터 사전검토용 BIM설계품질 검증프로그램 개발
 - 개방형 BIM 모델의 적법성을 검토하기 위한 사전절차로 적법성 검토에 필요한 정보가 BIM 모델에 적합한 방식으로 기록되어 있는지 사전 검토하기 위한 프로그램을 개발하였음.
 - 사용자가 해당 서비스에서 사전검토 SW인 KBIM Veri를 내려 받아 대상 BIM 모델의 사전검토를 수행하면 그 결과가 품질센터로 전송됨. 적합판정을 받은 BIM 모델의 인증정보는 세움터로 전송됨.
- 세움터 탑재용 BIM설계품질 평가프로그램 개발
 - 품질센터의 인증을 거쳐 KBim Submission을 통해 세움터 시스템으로 제출된 BIM 모델은 세움터에 탑재된 BIM 설계품질 평가프로그램인 KBIM Assess를 통해 적법성 검토가 이뤄짐.
 - 이같이 인허가 과정에 BIM 모델을 도입함으로써 기존 세움터의 장점을 극대화함과 동시에 BIM 모델의 건축설계분야 도입의 촉매역할을 할 것으로 기대됨.



<그림> 품질센터 웹사이트에서 조회된 인증기록 정보

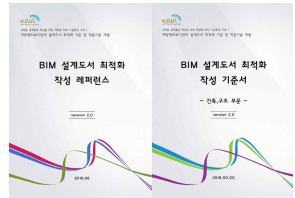


<그림> 사전검토 프로그램인 KBim Veri 가 실행되어 품질센터로 결과가 전송되는 예시



<그림> 세움터 시스템에 저장된 BIM 모델이 KBim Assess를 통해 법규검토가 수행되는 예시

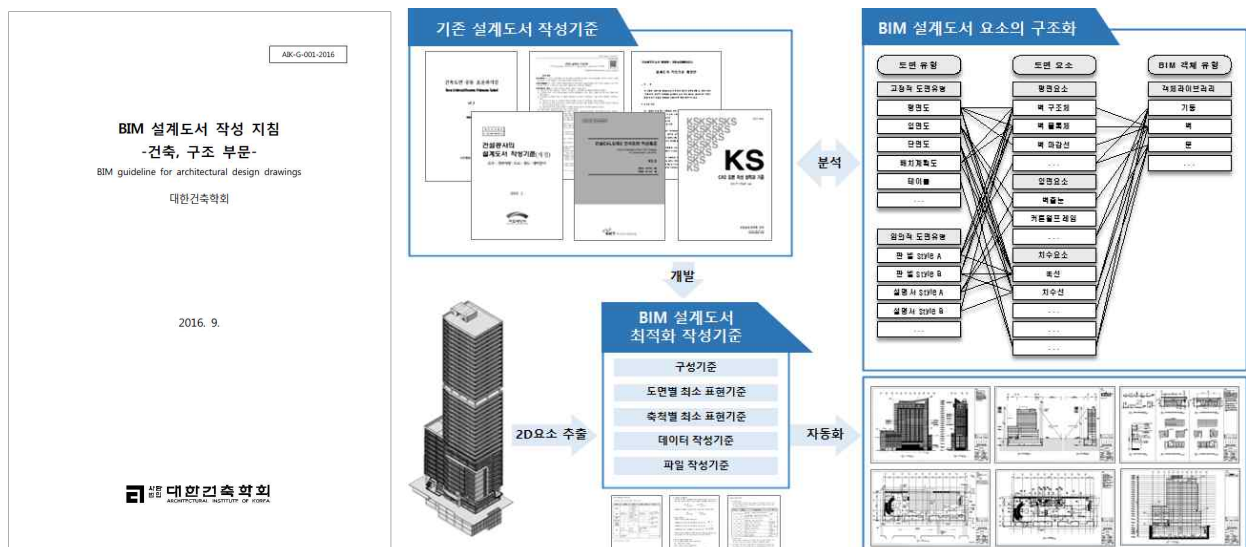
과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축	
세부 목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발	
2-1	BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발(경북대학교)	

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- BIM 설계도서의 정보요구 기준 및 정보표준 규격 개발 - BIM 설계도서의 정보요구 기준 추출 - BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 개발 - BIM 설계도서 매뉴얼 개발 - 설계도서 최적화 기준 공개 및 의견수렴		국내논문 1건, 연구개발홍보 1건, 국내학술발표 3건, 기타 5건
2차년도	- 설계도서 최적화 기준 공개 및 의견수렴 - BIM 설계정보 표준 프레임워크와의 적합성 검토 - 설계도서 최적화 작성기준의 실효성 및 검증		국내논문 1건, 국내학술발표 1건, 해외학술발표 1건, 기타 13건
3차년도	- BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 검증 및 보완 - 국토교통부 고시(안) 작성 - 국토교통부 고시(안) 기준 배포		국내논문 2건, 기술실시계약 1건, 설계기준/시방서 1건, 연구개발홍보 2건, 국내학술발표 2건, 기타 3건

관련 목표 성과물	국내논문 4건, 기술실시계약 1건, 설계기준/시방서 1건, 연구개발홍보 3건, 국내학술발표 6건, 해외학술발표 1건, BIM 설계도서의 정보표준 규격 개발 보고서, BIM 설계도서의 정보요구 기준 개발 보고서, BIM 설계 도면(명)별 표현내용 기준서, BIM 설계도서 최적화 작성 기준서, BIM 설계도면 작성 매뉴얼 (도면부분), 견본도면세트 의견수렴서, 도면작성매뉴얼 의견수렴서, 기동일람표 작성 S/W 의견수렴서, IFC기반의 인허가 정보추출 S/W 의견수렴서, Revit용 구조계산서 연동 S/W 의견수렴서, BIM 설계도면 최적화 작성 기준서(v1.2), BIM 설계문서 최적화 기준서(설계도서 체크리스트 기준), BIM 설계문서 최적화 기준서(건축자재 비교 기준), BIM 설계문서 최적화 기준서(법규검토 기준), BIM 설계문서 최적화 기준서(구조설계 업무절차 기준), BIM 설계문서 최적화 기준서(수량산출 업무절차 기준), BIM 설계도서 최적화 작성 기준서(v1.1), BIM 설계도면 작성 매뉴얼(v1.2), 정책 반영 기안서, BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 - 건축, 구조 부문-, BIM 설계도서 최적화 작성 레퍼런스
-----------	---

〈성과의 상세내용〉

성과명	BIM 설계도서 작성 지침		
성과형식	지침서 - 설계기준 반영		
성과정의	BIM을 활용한 설계에서 도면 생성을 최적화하기 위한 BIM 도면 작성 기준 제 공하며 건축 설계의 설계도서 작성에 있어서 인허가 제출을 위한 설계도서 작 성의 최소 요건을 정의함		
성과구성	일반사항, BIM 적용 기준, 설계도서 작성 기준, 도면 납품관리 기준, 참고문헌, 부록		
사용주체	모든 주체	사용단계	설계 단계
사용용도	▪ 국내 건축 분야의 발주자, 설계사, 건설사, 관련업체 등 공공 또는 민간부문 의 기관들이 각각 고유의 목적과 환경여건에 따라 만들어지는 BIM 모델에 서 추출되어 작성되는 설계도면의 작성기준에 관한 기본 틀을 제공함 ▪ 설계도서 기준의 정비를 통한 도서작성 환경 개선을 도모하며, 특히 인허가 단계에 맞추어 작성됨		
사용환경	▪ 상용 BIM 프로그램 (Revit, ArchiCAD)		
범위한계	▪ 인허가 단계에 국한되어 작성되었으므로 추후 실시설계 단계 등으로 확장 이 필요함. ▪ 국내에서 대표적으로 사용되는 Revit과 ArchiCAD에 맞추어 작성되었으므로 추후 이외의 상용 BIM 프로그램으로 확장이 필요함.		



세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-1	BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

□ BIM 설계도서의 정보요구 기준 및 정보표준 규격 개발

- BIM 설계도서 작성을 위한 자료조사는 법· 제도 조사· 분석을 기준으로 방향을 정하여 참고 기준을 도출하였으며, 이 중 폐지된 기준을 제외하고, 핵심적인 기준을 최종 정리한 결과 아래와 같은 기준을 작성기준에 참고함.
- ‘건설공사의 설계도서 작성기준(국토교통부)’ , ‘주택의 설계도서작성기준(국토교통부)’ , ‘건축물의 설계도서 작성기준 (국토교통부)’ , ‘기본설계 등에 관한 세부시행기준(국토교통부)’ , ‘공공발주사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준(국토교통부)’ , ‘건축물대장의 기재 및 관리 등에 관한 규칙(국토교통부)’ , ‘건설 CALS/EC 전자도면 작성 표준 V2.0(한국건설기술연구원)’ , ‘전자설계도서 작성납품 지침(한국건설기술연구원)’ , ‘건설정보모델 작성납품 공통기준 V1.0(한국건설기술연구원)’ , ‘건축도면 공동 표준화 지침(한국건축가협회)’ , ‘건축분야 BIM적용 가이드라인(국토교통부)’ , ‘KS F 1540 CAD도면작성 원칙(2005, KS)
- 표준적인 건축설계 업무절차를 정의하기 위해 건축설계 업무절차와 관련한 연구논문과, 각 설계용역사 별로 정의하여 발간한 업무절차서 등의 자료를 수집 및 분석하였음.

□ BIM 설계도서의 정보요구 기준 추출

- BIM 설계도서의 정보요구 기준을 추출하기 위해 ‘건설CALS/EC 표준에 의한 도면분류체계’ , ‘법제도별 설계도서 요구사항 검토’ , ‘건축허가신청에 필요한 설계도서의 법제도’ , ‘인허가 도면 중심의 설계도서 사례 검토’ 등 설계도서 표준화 대상을 선정하고 검토함.
- 도면 구분을 기준으로 각 도면을 3D로 표현하여 도면을 작성할 수 있는 ‘3D 건축객체요소’ 와 도면을 설명하기 위해 부가적으로 표현하는 문자, 치수, 해칭 등은 ‘2D 건축객체요소’ 로 분류하여 도면 요소 분류체계를 도출함
- 도면 정보표현 수준을 알아보기 위하여 미국의 LOD(Level of Development), 덴마크의 Information Level, 한국의 BIL(BIM Information Level) 기준을 검토함.
- 다음과 같은 BIM 설계도서 최적화 작성 기준서와 BIM 설계도서 매뉴얼을 개발함.

BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 v0.93 개발

BIM 설계도서 매뉴얼 v0.93 개발

(6) 평면도 작성 기준

도서 번호	작성일	2014.06
도면 명칭	평면도	기본 축척
작성 기준	1) 평면도는 해당 층 바닥에서부터 1.5m 높이에서 아래를 내려 본 상태를 표현한다. 2) 평면의 구획, 각 실의 출입문, 계로, 자요의 구성상태, 개구부 등의 관련사항을 표현한다. 3) 세부 표현이 필요한 부분은 확대 평면도를 작성하여 표기한다. 4) 축척은 1/100을 기준으로 하되, 건물, 조경의 표기에 따라 적절한 축척을 선택하여 사용한다. 5) 방호의 부호표기는 방호 부호도를 작성하여 표기하는 것을 원칙으로 한다. 6) 방화구획은 기밀 중성선을 따라 구분 일괄적으로 표시한다. 7) 화장실, 관련 내용은 화장실 평면상에서 표기한다. 8) 당해 공사의 범위가 아닌 부분은 일괄적으로 표기하고 "별도공사" 라고 기입한다. 9) 별도의 확대 평면도가 없는 부분(예 : 온 개구부)은 문호치수로 표기한다. 10) 실명표기는 각 실의 중앙에 표기하는 것을 원칙으로 한다. 11) 부속이 있는 경우에는 실명표를 사용하여 외곽에 표기한다. 12) 치수를 표시할 때는 치수 기호선에서 마감선까지의 거리를 표기한다. 13) 상부 바닥, 중성선 등을 나타내는 표기는 중성선으로 한다.	
도면 예		
표현 Level	1	2
객체 요소	3D 건축 객체요소	평면 요소
입면 요소	입면 요소	입면 요소
작성 기준	- 벽체선 - 내외 주오벽체의 중심선 표시 - 기밀 - 개문 - 바닥 (Slab 등) - Opening - 계상구획 - 문 : 방화구획 및 방화문의 위치 - 창문 - 상부 바닥선/외곽선 (중성선) - 중성선 (중성선)	

(4) 치수 표현 [비객체 요소 / 치수요소 / 단면요소]

항목	설명	검토
주요 번호	- 본 매뉴얼 "제3편 2차원 도면 작성기준 - 2.12. 기호 및 도형의 표현 - 가. 주열번호 및 기준선" 기준에 따른	●
축척 치수	- 주요 층 부분만 표현한다.	●
건축물 단면치수	- 본 매뉴얼 "제3편 2차원 도면 작성기준 - 중 명칭/높이/EL	●
천장고	2.11 치수 및 지시선" 기준에 따른	
개구부 높이		

(5) 건축 부호 표현 [비객체 요소 / 식별요소 / 건축부호 / 도해기호요소]

항목	설명	검토
도면명	- 본 매뉴얼 "제3편 2차원 도면 작성기준 - 2.12. 기호 및 도형의 표현 - 다. 도면명" 기준에 따른	●
축척	- 본 매뉴얼 "제3편 2차원 도면 작성기준 - 2.6 도면 축척" 기준에 따른	●
주출입구, 부출입구 표기	차량 및 시설물 사용자 진출입 위치 표기	●
객체 표기	- 도로 객체, 지반면, 표준 지반면, 중층 객체 등	●
Key Plan	- 본 매뉴얼 "제3편 2차원 도면 작성기준 - 2.2 도면의 배치, 방향 및 지형표시관련" 기준에 따른	●
	- 건축물 단면 평단면 표현	●
	- 배치도와 같은 방향으로 표현	●
	- 본 매뉴얼 "제3편 2차원 도면 작성기준 - 2.14 Key Plan" 기준에 따른	●

(6) 문자표기 표현 [비객체 요소 / 표기요소 / 문자표기요소]

항목	설명	검토
주요 부위 명칭	주요 부위 명칭 표기	●
주변 범위	건축선 및 대지경계선으로부터 건축을 가리지	○

세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-1	BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

□ 설계도서 최적화 기준 공개 및 의견수렴

- BIM 설계도서 최적화 작성기준 및 구조설계서 자동연동 SW 의견수렴회를 개최함.

구분	내용	
의견수렴대상	BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 v0.93, BIM 설계도면 작성 매뉴얼 v0.93	
참여대상	건축가협회, 건축사협회, 관련업체 실무자, 산업대학원생 등	
개최지역	서울	대구
개최일	2015년 3월 10일	2015년 2월 10일
참여인원	13개 업체(18명 참여)	16개 업체(23명 참여)

1) 도면작성매뉴얼 의견수렴서

* 사용자 설문 템플릿 PPT Template			
문항번호	B01	작성일자	2015-03-09
작성기준	작성일자	작성일자	
문항내용	도면작성	작성일자	
주제명	BIM설계도면 작성 매뉴얼 v0.93에 대한 의견수렴서		
작성일자	2015-03-09		
작성기준	B01	작성일자	2015-03-09
문항내용	작성일자	작성일자	
주제명	BIM설계도면 작성 매뉴얼 v0.93에 대한 의견수렴서		
작성일자	2015-03-09		

2) BIM샘플도면(템플릿) 의견수렴서

* 사용자 설문 템플릿 PPT Template			
문항번호	B01	작성일자	2015-03-09
작성기준	작성일자	작성일자	
문항내용	도면작성	작성일자	
주제명	BIM설계도면 작성 매뉴얼 v0.93에 대한 의견수렴서		
작성일자	2015-03-09		
작성기준	B01	작성일자	2015-03-09
문항내용	작성일자	작성일자	
주제명	BIM설계도면 작성 매뉴얼 v0.93에 대한 의견수렴서		
작성일자	2015-03-09		

□ BIM 설계정보 표준 프레임워크와의 적합성 검토

- BIM 설계도서 최적화 작성기준의 표준 프레임워크와의 적합성을 검토하기 위하여 SW별 도출하여 보완하였음.
- BIM 설계도서 작성기준 및 BIM 설계도면 작성 매뉴얼은 국내 설계도서 작성기준이 반영된 ‘설계도서 체크리스트 기준’, ‘건축자재 비교 기준’, ‘법규검토 기준’, ‘구조설계 업무절차 기준’, ‘수량산출 업무절차 기준’의 5가지 BIM 설계문서 최적화 기준을 도출하고, 이를 BIM 기반으로 재작성 됨.
- BIM 설계도서 작성기준 및 BIM 설계도면 작성 매뉴얼은 BIM tool에서 추출 가능한 목록과 IFC에서 추출할 수 있는 항목을 분석(해안건축 실무진(2-2) 및 코스펙이노랩(2-3) 검토)하여 도출하여 작성기준을 보완하였음.

□ 설계도서 최적화 작성기준의 실효성 및 검증

- 설계도서 최적화 기준 공개 및 의견수렴을 통해 작성기준의 실효성 및 검증을 실시함.
- BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 v0.93은 ‘추상적이고 포괄적인 서술’, ‘상세수준의 내용 부족’, ‘BIM환경에 따른 내용 보완’ 등의 의견이 수렴됨.
- BIM 설계도면 작성 매뉴얼 v0.93에서는 ‘매뉴얼의 분량이 과하고 가독성이 떨어짐’, ‘샘플도면의 작성과 목차가 달라서 보기 어려움’, ‘3D모델과 재료마감표의 정합성 확보의 어려움’ 등의 의견이 수렴됨.
- BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 v0.93과 BIM 설계도면 작성 매뉴얼 v0.93의 해당 의견은 사용자의 입장에서 간편하고 실효성이 높아질 수 있도록 의견을 수렴하여 더 명확하고 간략하게 정리하고 중복된 내용을 삭제하여 분량을 줄이고, 샘플도면과 목차를 동일하게 변경하여 함께 참고할 수 있도록 정리하였음. 또한 CAD 작업 및 Revit 작업 가능여부를 확인하여 BIM기반 도면작성 기준 및 도면작성방법에 반영하여 보완하였음.
- BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 v1.1, BIM 설계도면 작성 매뉴얼 v1.2으로 재편성함.

세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-1	BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

□ BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 검증 및 보완

- 2차년도 의견수렴회 이후 2차례 공청회를 추가로 개최하여 의견을 수렴함.

구분	내용	
의견수렴대상	BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 v1.1, BIM 설계도면 작성 매뉴얼 v1.2, 국토교통부 고시(안)	
참여대상	건축가협회, 건축사협회, 관련업체 실무자, 산업대학원생 등	
개최지역	서울	
공청회 명	공공분야 BIM적용 활성화를 위한 건축관련 제도 개선 대토론	BIM 설계도서 작성기준 및 작성지원 도구 개발 공청회
개최일	2015년 10월 30일	2016년 03월 04일
참여인원	50명 이상	50명 이상

- BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 및 매뉴얼은 보통 이상의 평가(평균 3.2점/5점)를 받았으나, BIM 설계도서 최적화 작성 기준서는 기존 기준서 v1.1과 매뉴얼 v1.2에서 중복된 내용이 많다는 의견을 수렴하여 두 권을 통합하여 BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 v2.0과 기준서의 추가적인 내용(관계 지침, 필요 서식 등)인 레퍼런스 v2.0 으로 재편성함.
- 본 연구에서 개발한 설계도서는 2016년 9월 대한건축사협회를 통해 반영됨. 이에 건축가 및 인허가 담당자에게 설계도서 기준에 대한 명확하고 유용한 척도를 제공함으로써, 원만한 검토 및 평가가 이루어 질 것으로 예상됨.
- BIM 설계도서 최적화 작성 기준서 및 레퍼런스를 통해 건축설계도면 도면요소의 혼동요인을 제거하고 중복요인을 통합하여 도면요소를 간소화함으로써 건축설계도면 작성시간 및 수정시간을 감소함에 따라 건축설계도면의 생산성이 향상 예상되며, 도면의 자동화를 통해 오류를 최소화하여 신뢰성 있는 도면작성이 가능하고, 설계, 엔지니어링, 시공 및 유지관리 등 다양한 분야에서 건설품질이 향상이 예상됨.
- 공청회 이후 본 연구의 핵심기술인 ‘BIM 적용 기준 및 설계도서 작성기준과 도면 납품관리에 대한 기준’ 개발에 관심을 가진 기업과 기술이전계약을 체결함.

구분	내용
요소기술	노하우기술이전
요소기술명	BIM 설계도서 작성에 관한 기준
기술개요	BIM 적용 기준 및 설계도서 작성기준과 도면 납품관리에 대한 기준
관련 키워드	BIM, 설계도서, 설계도면, 납품관리, 작성기준

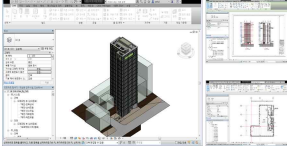
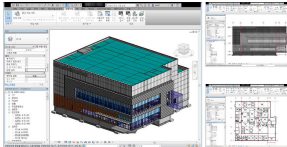
□ 국토교통부 고시(안) 작성

- 건축물의 설계도서 작성기준(국토해양부고시 제2012-553, 2012.8.22., 타법개정) 중 2.용어의 정의, 3.적용범위, 4.설계도서의 작성, 5.설계도서의 제출, 9.설계도서 해석의 우선순위, 13.건축제도 통칙의 적용 부분에 BIM 설계부분을 추가하여 고시(안)을 작성하여 제안함.
- 국토교통부 고시(안)은 대부분의 평가에서 보통 이상의 평가(평균 3.3점/5점)를 받았으며, 2D 기반의 인허가 행정에서 탈퇴하여 3D만의 기반 구축이 필요하다 등의 의견을 수렴하여 고시(안)에 반영할 예정임.
- 건축물의 설계도서 작성기준(국토해양부고시 제2012-553, 2012.8.22., 타법개정)에 BIM 설계부분을 추가하여 고시(안)을 작성하여 제안함.

□ 국토교통부 고시(안) 기준 배포

- 현재까지도 지속적으로 고시(안) 배포를 위한 의견조율 중이며, 자체 검토 후 2016년 최종적으로 고시(안)을 배포할 예정임.

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발
2-2	BIM 표준설계도서의 견본도서세트 개발 (주)해안종합건축사사무소, (사)대한건축사협회)

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- 국내/국외 도서작성 기준 조사 및 분석 - 인허가 관련 법규 조사 및 분석 - 도면작성 간소화 조사 및 분석 - 건축 BIM 견본도면 작성 - 구조 BIM 견본도면 작성	 	기타 3건
2차년도	- 견본문서 대상 프로젝트 선정 - BIM 견본문서 관련연구 분석 - BIM 구조설계서 작성 프로세스 연구 - BIM 수량산출서 작성 프로세스 연구 - BIM 견본 구조설계서 작성 - BIM 견본 수량산출서 작성	 	기타 3건
3차년도	- 표준설계도서 템플릿 테스트 - 업무시설 - 표준설계도서 템플릿 테스트 - 연구시설 - 표준설계도서 템플릿 테스트 - 근린생활시설 - KBim Collaboration 실무적용 테스트 2과제 표준라이브러리 검증	  	국내논문 1건, 연구개발홍보 2건, 현장적용 1건

관련 목표 성과물	국내논문 1건, 연구개발홍보 2건, 현장적용 1건, 견본 설계도면 작성범위 추출 및 적용계획 보고서, BIM견본도면세트 - 건축부문, BIM견본도면세트 - 구조부문, BIM견본문서(구조계산서, 수량산출서) 세트, 견본문서(구조설계서, 수량산출서) 작성범위 추출 및 적용계획 보고서, 개방형BIM기반 품질기술의 적용 보고서
-----------	---

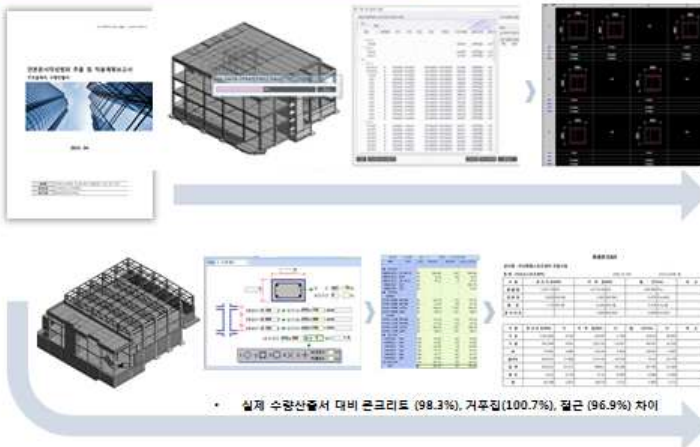
〈성과의 상세내용〉

성과명	BIM 표준설계도서의 견본도서세트		
성과형식	BIM 표준설계도서 템플릿(RTE파일), BIM 표준견본도서세트(PDF형식)		
성과정의	실무환경에서 적용할 수 있는 BIM 견본도서 제작		
성과구성	BIM 견본도면세트, BIM 견본문서세트, 현장적용에 의한 비용절감 보고서		
사용주체	설계 실무자	사용단계	인허가
사용용도	- BIM인허가 도서 작성을 위한 참고도면 - 구조자동화 및 수량산출에 대한 작성범위 가이드		
사용환경	REVIT 2015 이상		
범위한계	- 인허가 단계에 목표를 둔 건축/구조 분야의 견본세트 - 실시설계 단계 또는 타 공정에 대한 견본도서 추가 연구필요		

BIM 견본도면 세트(1차년도)



BIM 견본문서 세트(2차년도)

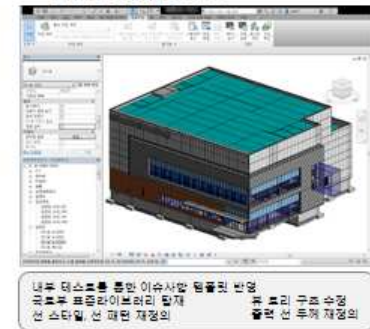


BIM 견본도면 및 견본도서 실무적용(3차년도)

• 업무시설 템플릿적용 테스트



• 연구시설 템플릿적용 테스트



• 단관형업무시설 템플릿적용 테스트



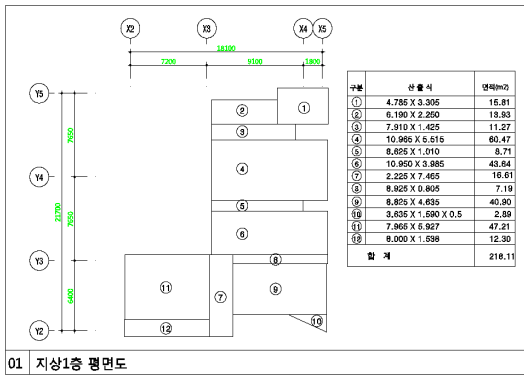
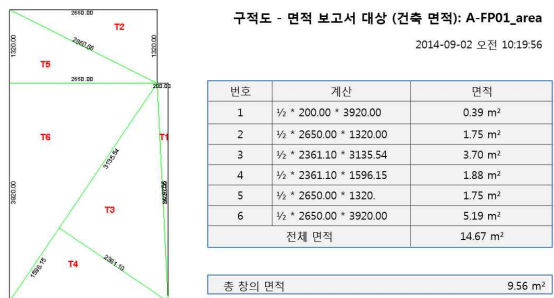
세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-2	BIM 표준설계도서의 견본도서세트 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

- 인허가 단계 최적화 건축, 구조 도면목록 제안 및 입체도 신설

건축 도면목록		구조 도면목록	
분류	도면 번호	분류	도면 번호
00: 공통도면	A00-□□□	00: 공통도면	S00-□□□
10: 개요	A10-□□□	10: 위치도	S10-□□□
20: 마감	A20-□□□	20: 구조평면도	S20-□□□
30: 기본도면	A30-□□□		
40: 수직수평동선관련확대도	A40-□□□		
50: 부분상세도	A50-□□□		
60: 창호도	A60-□□□		
80: 입체도	A80-□□□	80: 입체도	A80-□□□
90: 기타	A90-□□□	90: 기타	S90-□□□

- BIM 3D 도면을 제출 받을수 있는 도면번호 및 도면명 제안
- 인허가 단계 도면으로 작성하지 않고 별첨 서류로 제출되어도 가능한 업무발굴 및 개선
 - 현재 인허가권자 는 세움터에 제출된 CAD 도면을 자체 Tool로 길이, 면적등을 측정한다
 - 자동으로 산출되는 BIM 구적도-면적 보고서로 면적평면도 및 산출근거식을 대체 할 수 있다
 - 장애인 노인시설 설치계획도, 에너지 절약계획서 상의 단열상세도 등의 업무를 개선할 수 있다

기존 CAD 면적산출 방식	제안 BIM 면적산출 방식
 01 지상1층 평면도	 구적도 - 면적 보고서 대상 (건축 면적): A-FP01_area 2014-09-02 오전 10:19:56

- 스케줄링에 의한 상세도면 연계 활용방안 제안
- BIM 뷰 “ System, 건축, 구조, Scene, Work, 시트, 일람표 ” 체계 정립
- BIM 견본 도면작성 기준 제시 및 도면 설명용 심볼, 라인트입, 해치패턴, 글씨 등 정의
- 도면번호 체계 및 파일명 정의
- 프로젝트 뷰 체계 정의
- 프로젝트 폴더체계 정의

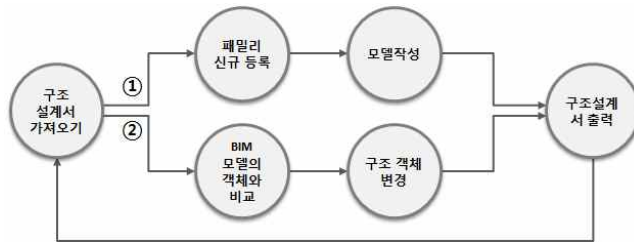
세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-2	BIM 표준설계도서의 견본도서세트 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

- 구조설계서 자동화 작성범위 및 추출의 목적
 - 구조도면 작성의 효율성 향상 및 설계변경에 따른 오류제거
- BIM 구조 자동화 작성기준

부호	명칭	단면형태	크기	주근	부근	대근	부대근	이미지
C1	1FC1	B	600x800	12-D22	8-D19	D10@300	D10@300	
	2F-3FC1	B	700x700	16-D22	8-D19	D10@300	D10@300	
C2	B1C2	C	600	16-D22		D10@300	D10@300	
	2FC2	C	700	18-D22		D10@300	D10@300	

<표> 기둥 일람표 양식



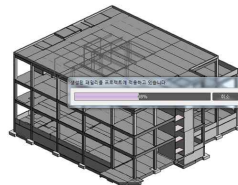
○ 구조도면 자동화 PILOT 프로젝트

- 구조모델 작성이 되어있는 지하1층 지상3층 규모의 연구시설을 대상으로 구조설계서(기둥, 보, 슬라브) 양식을 작성하고 기존 부재에 매핑 후, 설계정보를 입력 후, 결과물(일람표)을 확인하는 과정을 거쳤다.

- 일람표 양식 입력

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	부호	명칭	단면형태	크기	주근	부근	대근	부대근	이미지
1									
2	C1	1FC1	B	600x600	12-HD29		H10@250	H10@250	
3		3FC1B	B	600x600	12-HD29		H10@250	H10@250	
4		2F-1FC1A	B	600x600	20-HD29		H10@250	H10@250	
5		B1C1	B	600x600	16-HD29		H10@250	H10@250	
6		3FC1A	B	600x600	16-HD29		H10@250	H10@250	
7		1FC1B	B	700x700	16-HD29		H10@250	H10@250	
8		2FC1B	B	700x700	16-HD29		H10@250	H10@250	
9		3F-2FC1	B	600x600	8-HD29		H10@250	H10@250	
10	C2	B1C1A, B1C1B	B	700x700	20-HD29		H10@250	H10@250	
11		3F-B1C2A	B	600x600	12-HD29		H10@250	H10@250	
12		2F-B1C2B	B	600x600	20-HD29		H10@250	H10@250	
13		3FC2B	B	600x600	16-HD29		H10@250	H10@250	
14		3F-B1C2	B	600x600	8-HD29		H10@250	H10@250	
15	C3	B1C1(Dowel Bar)	B	600x600	8-HD29		H10@250	H10@250	
16		B1C1A, B1C1B(Dowel Bar)	B	700x700	12-HD29		H10@250	H10@250	
17		3F-B1C3	B	600x600	8-HD29		H10@250	H10@250	

- 부재매핑 및 부재변환



○ 수량산출 PILOT 프로젝트

- BIM 데이터 작성기준에 따라 모델링하고 수량산출 작성기준으로 검토하였음
- 분석결과 실제 수량산출서 대비 5%이내의 근소한 차이를 보였음

실제 수량 산출서					BIM 추출 수량산출서				
총괄분석표B					총괄분석표B				
공사명 : 4341.23 M2 1313.22208 평					공사명 : 4341.23 M2 1313.22208 평				
구분	콘크리트(M3)	거푸집(M2)	철근(Ton)	비고	구분	콘크리트(M3)	거푸집(M2)	철근(Ton)	비고
총물량	3,659.63	10,696.06	349.566		총물량	3,597.70	10,775.69	338.989	
연면적	0.843	M2/M2	0.081	Ton/M2	연면적	0.829	M2/M2	0.078	Ton/M2
평당	2.787	M3/평	0.264	Ton/평	평당	2.74	M3/평	0.258	Ton/평
콘크리트		2.923	M2/M3	0.096	Ton/M3	콘크리트		2.995	M2/M3
구분	콘크리트(M3)	%	거푸집(M2)	%	구분	콘크리트(M3)	%	거푸집(M2)	%
기초	1483.879	40.547	309.27	2.891	기초	1541.606	42.85	624.87	5.799
기둥	323.271	8.833	1625.17	15.194	기둥	341.469	9.491	1552.42	14.407
보	85.606	2.339	369.98	3.459	보	75.042	2.086	315.04	2.924
슬라브	668.688	18.272	3103.8	29.018	슬라브	640.661	17.808	3174.43	29.459
통벽	995.206	27.194	4867.92	45.511	통벽	920.011	25.572	4869.1	45.186
계단	43.764	1.196	264.32	2.471	계단	13.61	0.378	75.31	0.699
합	59219	1.618	155.6	1.455	합	65.298	1.815	164.52	1.527

세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-2	BIM 표준설계도서의 견본도서세트 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

○ 표준설계도서 템플릿 테스트 - 업무시설

- 내부 테스트를 통해 진행 중 발생한 이슈사항에 대해 템플릿 업데이트를 진행함
- 계획도 표현요소 추가
- 반복상세선등 추가
- CAD 내보내기 설정 추가
- 해치 요소 추가
- 재료 라이브러리 정리

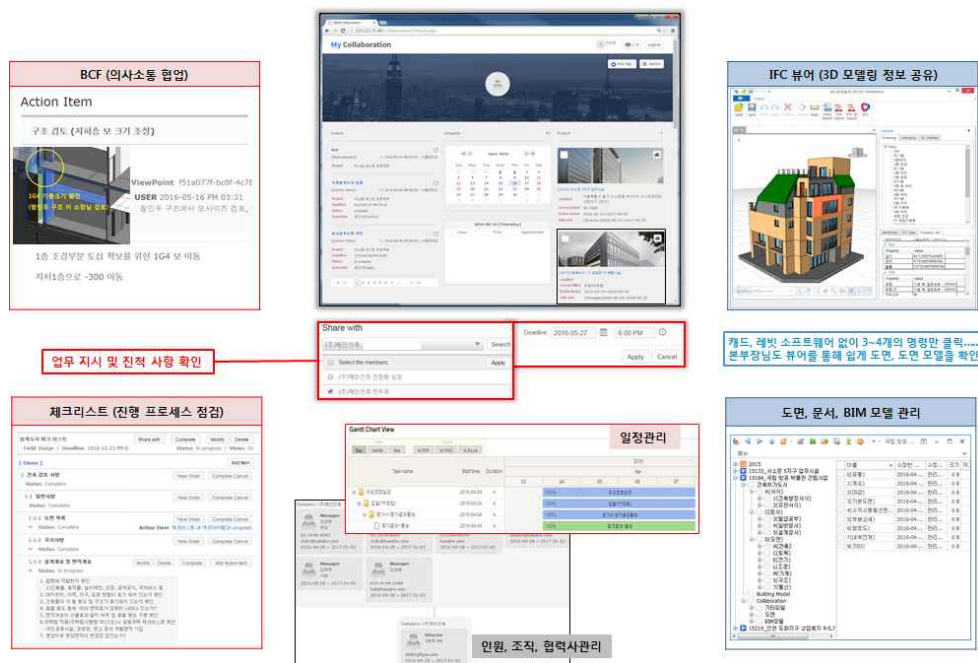
○ 표준설계도서 템플릿 테스트 - 연구시설

- 내부 테스트를 통해 진행 중 발생한 이슈사항에 대해 템플릿 업데이트를 진행함
- 뷰 트리 구조 수정
- 국토부 표준라이브러리 탑재
- 출력 선 두께 재정의
- 선 스타일, 선 패턴 재정의

○ 표준설계도서 템플릿 테스트 - 근린생활시설

- 내부 테스트를 통해 진행 중 발생한 이슈사항에 대해 템플릿 업데이트를 진행함
- 랜더링 관련 재료 라이브러리 설정 수정
- 라이브러리 업데이트

○ KBim Collaboration 실무적용 테스트

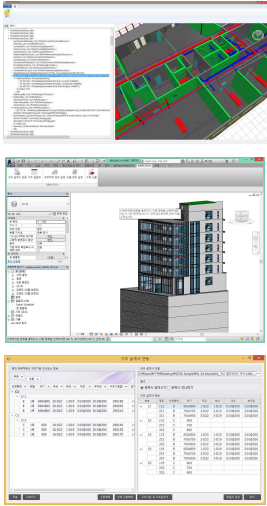
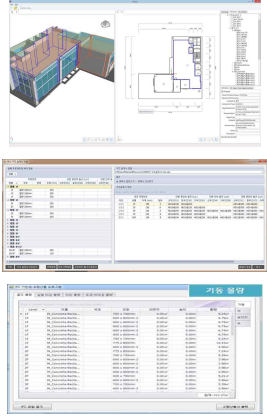
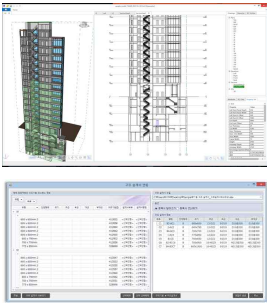


- 코스팩이노랩, 광운대학교, 해안건축 공동으로 네트워크 및 협업 작업 테스트 실시
- 가상 프로젝트를 진행하며 관련 수정 사항 광운대학교 및 서울대학교 전달
- 관련 기능 테스트 진행 후 내부 프로젝트 적용 계획 수립

○ 2과제 표준라이브러리 검증

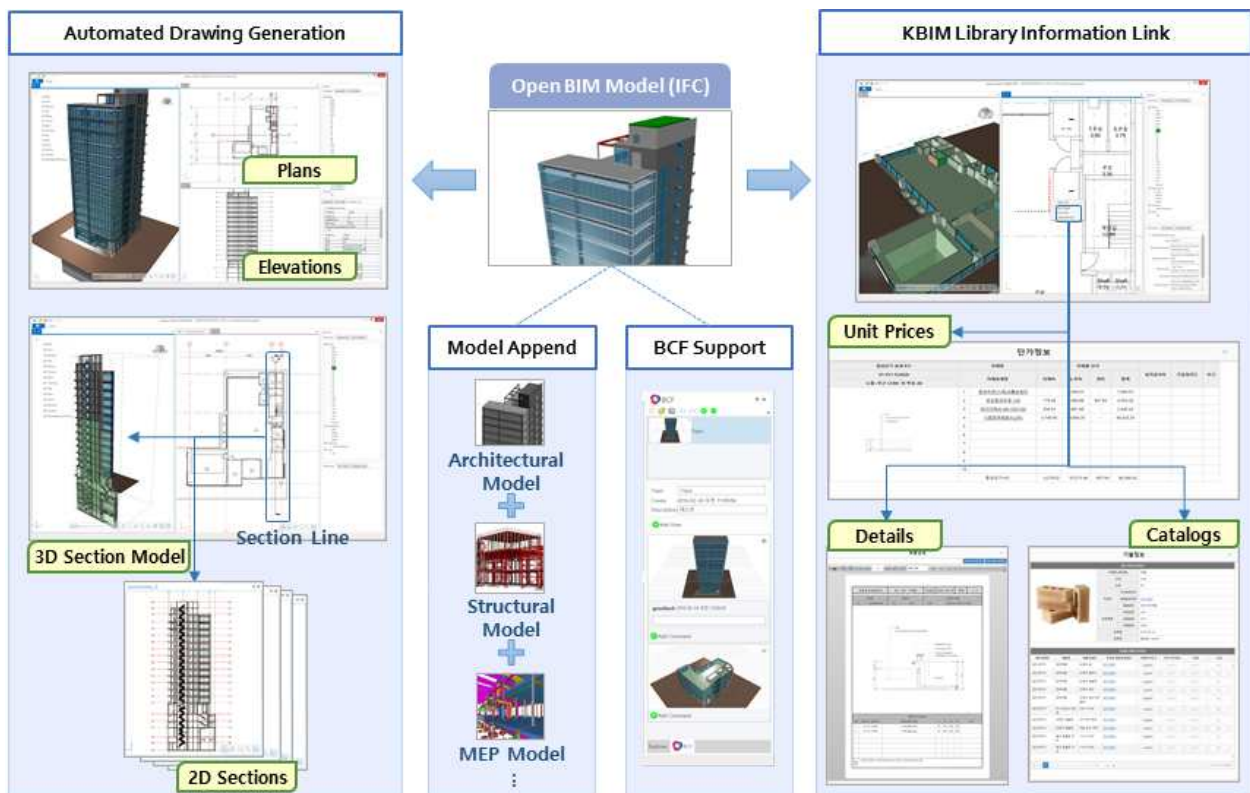
- 표준라이브러리 매개변수 및 기능상 문제점에 대한 실무 테스트 진행
- 라이브러리 검색 시스템 구성 및 분류 체계, 코드에 대한 자문 진행

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축	
세부 목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발	
2-3	BIM기반 표준설계도서 추출 및 연동 프로그램 개발(㈜코스펙이노랩)	

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- 표준설계도서 추출 자동화를 위한 템플릿 개발(IFC 모델에서 2D 정보 추출을 위해 3D 뷰어 개발, 건축설계정보 관리 모듈 개발) - BIM 데이터를 활용한 수량산출 시범 프로그램 개발(IFC 기반의 기동 수량산출 시범 모듈 개발) - 설계도서 BIM연동 시범 프로그램 개발(구조설계서의 기동 연동 시범 모듈 개발, 기동일람표 작성 시범 모듈 개발)		SW등록 2건, 기타 2건
2차년도	- IFC 기반의 2D 도면 추출 시범 프로그램 개발(IFC 기반 2D 단면 추출 모듈 개발) 2D도면 주석 삽입 모듈 개발 - 건축설계정보 관리 모듈 보완 - BIM 데이터를 활용한 수량산출 시범 프로그램 개발(골조물량 산출 모듈 개발) - 실내재료 마감, 외피재료 물량 산출 방안 도출 - 설계도서 BIM 연동 시범 프로그램 개발(구조설계서 연동 모듈 보완) - 구조 일람표 작성 모듈 보완		SW등록 3건
3차년도	- BIM기반 표준설계도서 추출/연동 및 수량산출 프로그램의 시험적용 - 프로그램 개선 및 인터넷을 통한 보급 및 의견수렴을 통한 보완 - 세움터 탑재 보급 준비		특허출원 1건, SW등록 3건
관련 목표 성과물	특허출원 1건, SW등록 8건, BIM연동 시범 프로그램 설계서, 수량산출 시범 프로그램 설계서		

〈성과의 상세내용〉

성 과 명	KBim DGenerator		
성 과 형 식	독자APP		
성 과 정 의	개방형BIM IFC 파일에서 3차원 모델을 검토하고, 평면도, 입면도, 단면도와 같은 주요 2차원 도면을 자동 생성하는 프로그램		
성 과 구 성	IFC 파일 뷰어 기능, 평면도/입면도/단면도 생성기능, 모델 추가 기능, BCF 지원 기능, 거리측정, 2D dwg/pdf 출력기능, 3D pdf 출력기능, 객체 속성 검토 기능, 필터 기능		
사 용 주 체	설계자, 인허가자	사 용 단 계	기본설계-모델작성 단계-인허가 단계
사 용 용 도	■ 작성된 BIM 모델의 검토 ■ BIM 모델에서 도면 생성 ■ 인허가용으로 제출된 BIM 모델의 검토와 도면 확인		
사 용 환 경	Windows 7 이상		
범 위 한 계	■ 단면도는 사용자가 단면선을 작성하여야 함 ■ 재료에 대한 상세한 주석이나 대지 경계 관련 법규 검토선 등 기존 2D 도면의 표현 요소들 중 표현되지 못하는 부분이 있음		



세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-3	BIM기반 표준설계도서 추출 및 연동 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

1) 표준설계도서 추출 자동화를 위한 템플릿 개발

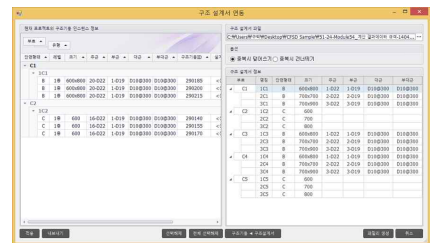
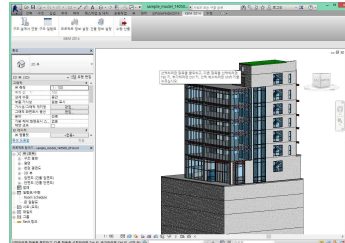
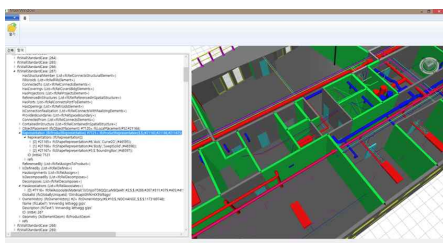
- 상용 BIM 저작도구용 표준설계도서 템플릿 개발이 원래 계획이었으나 IFC 기반의 도면 추출로 개발 방향 변경(템플릿의 개발은 해안건축에서 수행)
- IFC 모델에서 2D 정보 추출 방안 도출
- IFC 3D 뷰어 시범 모듈 개발
- 인허가 도서 제출을 위한 건축설계정보를 입력하고 관리할 수 있는 도구 개발

2) BIM 데이터를 활용한 수량산출 시범 프로그램 개발

- 기동 객체 정보 추출을 위한 IFC 모델 정보 분석
- IFC 기반의 기동 수량산출 시범 모듈 코어 개발
- Revit 기반의 인터페이스 개발

3) 설계도서 BIM 연동 시범 프로그램 개발

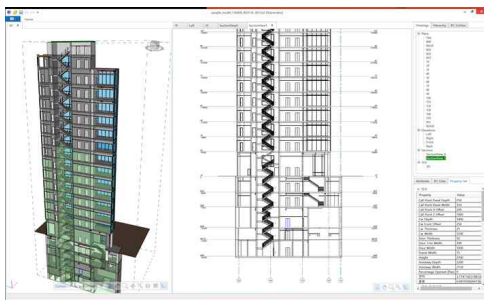
- 구조설계서 활용 시나리오 작성
- 구조설계서 표준 서식 검토 및 정의 (2과제와 연계)
- 인터페이스 설계
- 구조설계서의 기동 정보 연동을 위한 시범 프로그램 개발
- 기동일람표 작성 시범 모듈 개발



세부목표	개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발		
2-3	BIM기반 표준설계도서 추출 및 연동 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

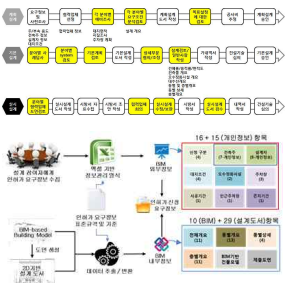
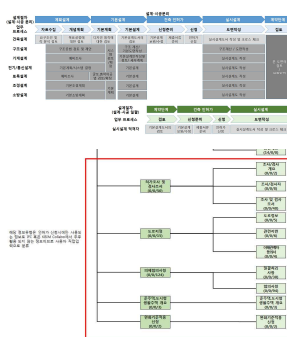
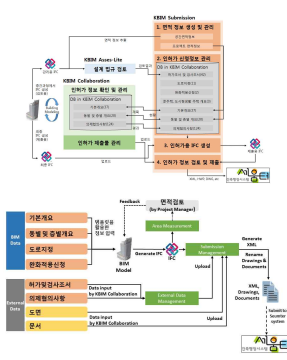
<연구내용 및 결과>

- 1) BIM기반 표준설계도서 추출/연동 및 수량산출 프로그램의 시범 적용
 - KBim D-Generator 개발 및 무상 보급
 - KBim D-Generator Struct 개발 및 무상 보급
 - KBim Qty 개발 및 무상 보급
- 2) 프로그램 개선 및 인터넷을 통한 보급 및 의견수렴을 통한 보완
 - 2과제와 협동으로 설계 협의체 구성하여 개발 시스템 배포 및 의견수렴 진행
 - 지방, 서울 공청회를 통한 시스템 배포 및 의견수렴 진행
 - 연구과제 홈페이지를 통한 시스템 무상 배포 및 의견수렴 진행
 - 사용자 의견 수렴을 통한 시스템 보완
- 3) 세움터 탑재 보급 준비
 - KBim D-Generator, KBim D-Generator Struct, KBim Qty 자동 업데이트 배포 프로그램 개발 완료
 - 세움터 링크를 통한 보급 준비 완료



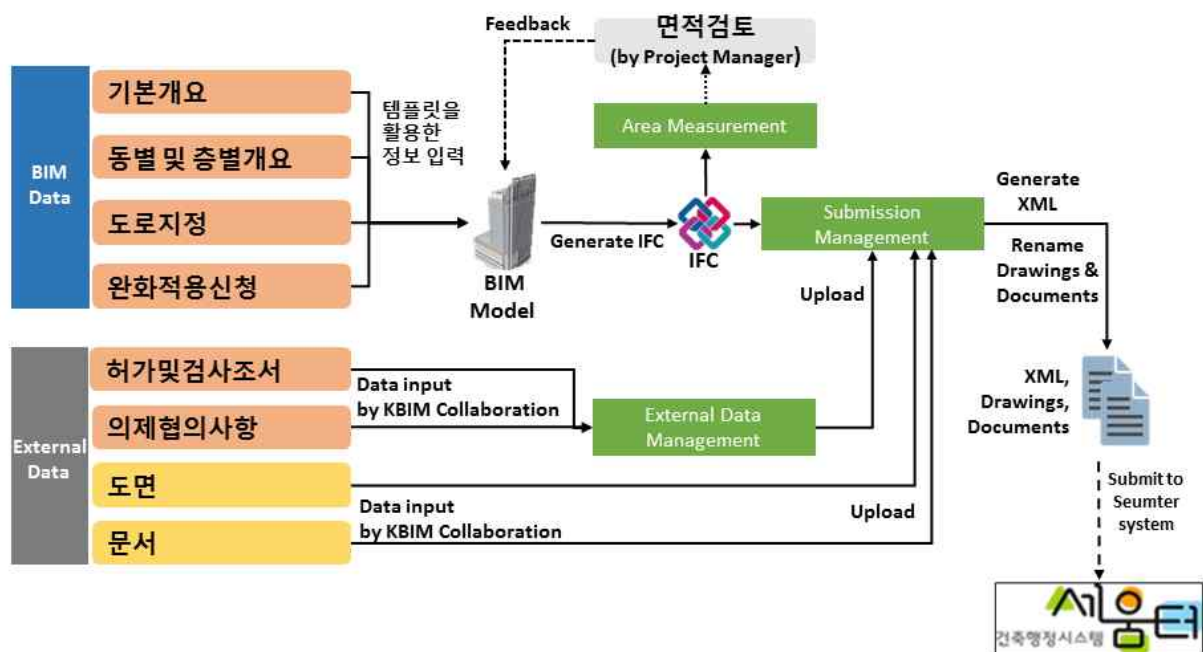
- 4) 경제적 효과
 - KBim D-Generator : BIM 모델링에서 주요 도면이 자동으로 추출되므로 도면화 작업을 위한 추가적인 작업이 필요없어지게 됨
 - KBim Qty : 표준 라이브러리를 활용한 BIM 모델링시 추가 작업 없이 수량산출이 가능하므로 관련 업무생산성이 극대화되며, 다양한 대안에 대한 신속한 물량 및 견적 검토 가능
 - KBim D-Generator Struct : 구조설계서의 내용을 간단한 맵핑 작업을 통해 BIM 모델로 반영시켜주므로 해당 작업시간을 50% 이상 단축

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발
3-1	설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발(광운대학교)

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	■ 세움터 기반 신축공사에 대한 인허가 신청과정 현황 분석 ■ 세움터 기반 인허가 신청과정의 요구정보 입력과정에 대한 문제점 도출 ■ 정보의 입력방식에 따라 BIM 내부 및 BIM 외부정보로 분류 및 BIM 내부정보 추출을 위한 IFC 엔티티 정의		국내학술발표 3건, 해외학술발표 1건
2차년도	■ 발주 방식별 인허가 유형별 BIM 기반 사전협업 프로세스 정의 ■ 개방형 BIM기반 인허가 유형별 신청 요구정보 및 데이터 규격 정의 ■ 개방형 BIM기반 인허가 유형별 신청 요구정보 생성 및 관리 방안 구축		국내논문 2건, 특허출원 1건, 국내학술발표 1건, 해외학술발표 3건, 기타 1건
3차년도	■ BIM기반 인허가 신청을 위한 인허가 요구정보 유형별 생성방안 정의 ■ BIM기반 인허가 신청을 위한 요구정보 유형별 정보 입력 방안 수립 ■ BIM기반 인허가 사전 협업 프로세스 구축		국내논문 2건, SCI급 논문 2건, 사업화/제품화 1건, 연구개발홍보 1건, 특허등록 1건, SW등록 1건, 국내학술발표 2건, 해외학술발표 1건
관련 목표 성과물	국내 논문 4건, SCI급 논문 2건, 사업화/제품화 1건, 연구개발홍보 1건, 특허출원 1건, 특허등록 1건, SW등록 1건, 국내학술발표 6건, 해외학술발표 5건, 인허가 신청 요구정보 규격 정의서		

〈성과의 상세내용〉

성과명	BIM기반 인허가 신청정보 교환 표준 규격		
성과형식	규격 정의서		
성과정의	BIM 저작도구에서 인허가 신청 정보를 생성 및 관리하기 위한 신청정보의 데이터 규격 정의서		
성과구성	인허가 신청정보에 대한 IFC 속성정보, BIM기반 인허가 신청을 위한 사전 협업 프로세스		
사용주체	설계자(건축)	사용단계	기본설계-인허가 단계
사용용도	■ BIM 저작도구에서 인허가신청정보 생성 시 활용 ■ 인허가 신청을 위한 정보 교환 및 관리에 참고 활용		
사용환경	Revit 2015이상		
범위한계	■ 다양한 인허가 유형 중 신축건축물의 허가를 대상으로 함		

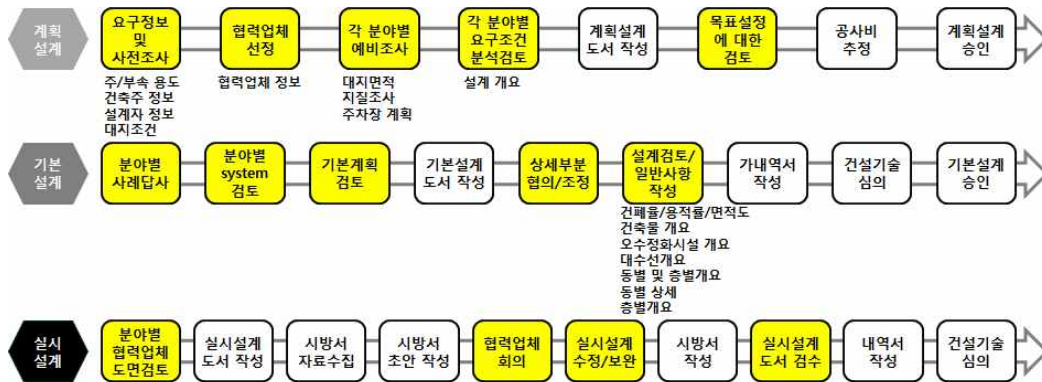


세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발		
3-1	설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

• 건축물 인허가 사전 업무분석

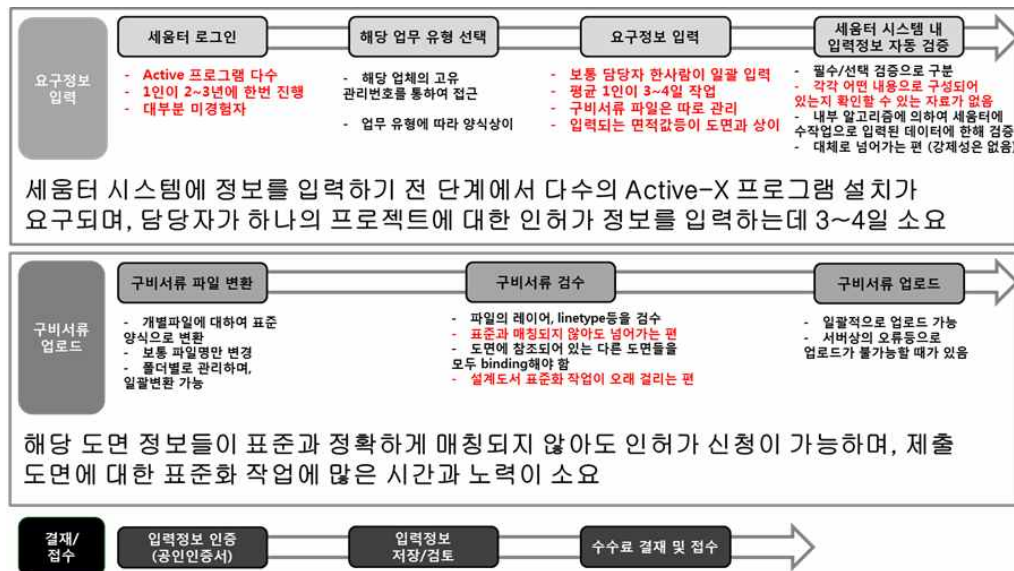
- 세움터 기반 인허가 신청과정에서 입력되는 요구정보는 설계과전에서 모두 생성됨
- 계획설계, 기본설계, 실시설계 각 단계별로 인허가 신청 요구정보 생성 업무 정의



<그림> 인허가 신청과정을 위한 사전협업과정

• 세움터기반 인허가 업무분석

- 세움터 시스템에 정보를 입력하기 전 단계에서 다수의 Active-X 프로그램 설치가 요구되며, 담당자가 하나의 프로젝트에 대한 인허가 정보를 입력하는데 3~4일 소요
- 설계도서를 업로드 하는 과정에서 해당 도면들이 표준과 정확하게 매칭되지 않아도 인허가 신청이 가능하며, 제출 도면에 대한 표준화 작업에 많은 시간과 노력이 소요



<그림> 세움터 기반 인허가 신청과정의 비효율성

• 세움터기반 인허가 요구정보 정의

- 인허가 신청 요구정보를 생성하는 과정을 BIM기반 건물 모델에서 추출 가능한 BIM 내부 정보와 BIM정보로부터 생성하기 어려운 BIM 외부정보로 분류하였으며, BIM 외부정보는 9개 유형의 31개 항목으로 정의될 수 있으며, 이 중에서 2개 유형의 15개 항목은 건축주와 설계자의 개인정보로 구성됨, 또한 BIM 내부정보는 BIM기반 건물모델에서 직접적으로 추출 가능한 3개 유형의 10개 항목과, BIM기반 건물모델로부터 작성된 설계도서에서 추출 가능한 4개 유형의 29개 항목으로 구성됨

세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발		
3-1	설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

• 발주방식별 BIM기반 인허가 사전협업 프로세스 분석

- 설계-시공 분리방식과 설계-시공 방식을 비교한 결과, 설계과정에서 사업 참여자의 참여 시기에 대한 차이로 인한 인허가 신청정보의 책임소재에서 설계-시공 분리 방식에서는 건축 설계자가, 설계-시공 일괄 방식에서는 계약된 실시설계 적격자가 건축 인허가를 담당하는 데에서 차이가 있을 수 있으나, 현재 국내 건설행정시스템에 입력되는 인허가 신청 요구정보에는 발주방식별 인허가 신청 요구정보에 차이가 없음.

• 인허가 사전협업과정에서의 요구정보/데이터 규격 분석

1) 신축건축물의 허가신청 시 요구되는 입력 정보 및 입력형식 분석

- 280개 정보 유형에 대하여, 항목별로 Input Type은 code, value, check box, radio button으로 분류하고, Data Type은 String, Boolean, Big Decimal, Integer로 분류함

대분류	중분류	항목	Input Type	Data Type
기본개요	신청구분	신청구분	code	string
		건축구분	code	string
		준주택/도시생활주택여부	radio button	string
	건축주	건축주	value	string
		대표여부	check box	string
		건축주구분	code	string
		생년월일(법인등록번호)	code+value	string
		전화번호	value	string
		도로명주소	code+value	string+integer
		사업자등록번호	value	string
		전자우편송달동의	check box	string
		전자우편주소	value	string
	설계자	성명	value	string
		대표여부	check box	string
		생년월일(법인등록번호)	code+value	string
		자격번호	value	string
		사무소명	value	string
		신고번호	code+value	string
		사업자등록번호	value	string
		전화번호	value	string
		도로명주소	code+value	string+integer

<그림> 인허가 신청정보유형별 입력형식 분류 (예시_기본개요 일부)

2) 효율적인 인허가 신청정보 생산을 위하여 KBIM Collabo와 IFC 파일에서 이용 가능한 인허가 신청정보 분석

- 인허가 신청정보 전체를 IFC파일에서 직접 활용할 수 있지만, 효율적인 정보 생성 및 활용을 위하여 정보 생성 주체를 IFC파일과 KBIM Collaboration 사용자 직접입력(Excel)로 구분하고, 각 인허가 신청 정보유형별로 생성주체를 구분함.

세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발		
3-1	설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

• BIM기반 인허가 요구정보 유형별 생성방안

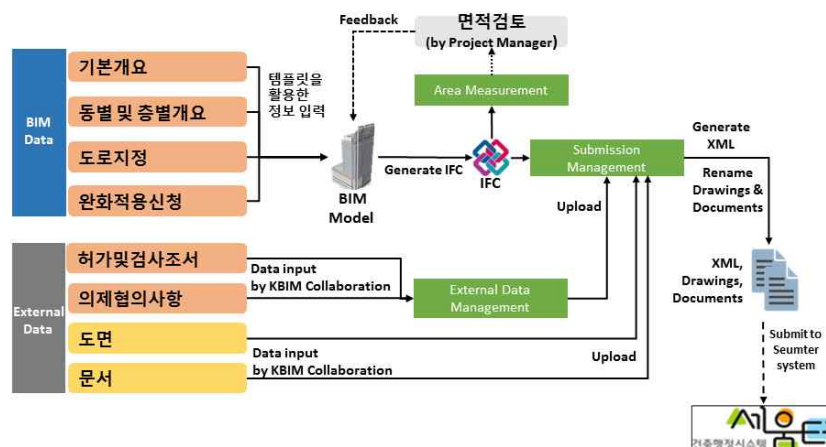
- 2차년도에 분석한 인허가 신청을 위한 신청정보 관리방안을 바탕으로 인허가 신청 정보 생성 유형별 정보를 다음 그림과 같이 정리함.
- 인허가 신청정보 중 65개 유형은 BIM저작도구에서 생성되어 IFC파일에서 추출하며, 의제 협의사항, 도로지정 등 151개의 유형의 정보는 KBIM Collaboration 또는 KBIM Submission에서 입력함. 그리고 38개의 법규 유형은 KBIM Assess의 검토결과를 활용하여 입력할 수 있음. 마지막으로 개인정보 49개유형은 세움터 사이트에서 사용자가 직접 입력함.

• BIM기반 인허가 요구정보 유형별 입력방안 수립

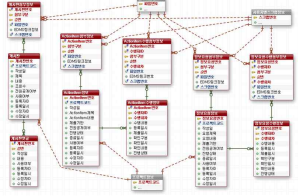
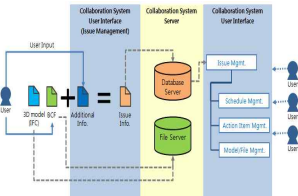
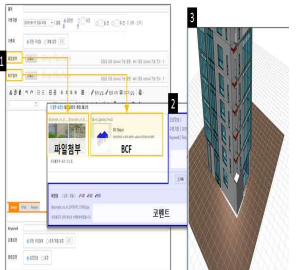
- 인허가 신청정보별로 IFC속성으로 활용되는 정보와 KBIM Submission에서 입력되는 정보, 세움터에서 관련정보로 자동 생성되는 정보, 3가지 유형으로 구분하고, IFC 속성으로 활용되는 정보의 경우, IFC Entity의 Attribute로 관리되는 정보와 IFC P set으로 관리되는 정보를 구분함.
- IFC P set으로 관리되는 정보는 Revit을 기준으로하여, 그룹매개변수, 카테고리 등을 정의하여 Revit에서 생성할 수 있도록 함.
- 개인정보를 제외한 모든 인허가 신청정보는 KBIM Submission에서 추출, 입력 및 관리되며, 인허가 신청직전 KBIM Submission에서 생성된 세움터 등록용 XML파일을 세움터에 등록함.

• BIM기반 인허가 사전협업 프로세스

- BIM저작도구에서 인허가신청정보 속성을 생성하고, 설계과정에서 인허가신청정보를 BIM저작도구에서 입력한다. 이후 설계과정 중간에 IFC 파일을 생성하여 KBIM Submission의 면적정보취합도구를 활용하여 면적을 산출하고, 이를 검토하여 다시 모델에 반영한다. 면적 정보가 반영된 IFC와 BIM외부정보 관리도구를 통해 관리되던 인허가신청정보를 취합하여 세움터에 제출할 수 있는 XML형식의 파일을 생성하고, 이를 세움터에서 인허가 신청 시에 활용함.



과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축	
세부 목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 시스템 개발	
3-2	개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발(서울대학교)	

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	- BIM기반 설계 협업지원 시스템 필수기능 도출 - BIM기반 설계 협업지원 시스템 사용자 인터페이스 개발 - BIM기반 설계 협업지원 시스템 데이터베이스 구축		SCI급 논문 1건, SW등록 1건, 국내학술발표 3건
2차년도	- 설계 정보 및 모델 공유 프로토콜 구축 - 공유 및 리뷰 협업 인터페이스 구현 - SNS 연계 모듈 개발		국내논문 1건, SW등록 1건, 국내학술발표 1건, 기타 1건
3차년도	- 개방형 BIM모델 및 설계도서 관리서버 구축 - 협업시스템 유효성 검증		국내논문 1건, 기술실시계약 1건, 특허출원 1건, SW등록 1건, 해외학술발표 3건
관련 목표 성과물	국내논문 2건, SCI급 논문 1건, 기술실시계약 1건, 특허출원 1건, SW등록 3건, 국내학술발표 4건, 해외학술발표 3건, 협업시스템 사용자 매뉴얼		

〈성과의 상세내용〉

성 과 명	개방형 건설정보모델(BIM) 기반 설계협업 지원 시스템		
성 과 형 식	소프트웨어		
성 과 정 의	BIM을 활용한 설계 협업을 지원하는 웹 기반 시스템으로, 건축 설계 단계 참여 주체 간의 통합된 프로젝트 정보/파일 공유 및 협업 의사소통을 지원.		
성 과 구 성	■ 웹기반 시스템: 프로젝트 정보 관리 및 협업 의사소통 지원 ■ File Manager: 프로젝트 파일 관리 ■ D-Generator: BIM 모델 (IFC) 뷰어 및 BCF 활용 협업 지원		
사 용 주 체	건축 설계 프로젝트 참여자	사 용 단 계	건축 설계 단계
사 용 용 도	■ 건설프로젝트 설계 단계 프로젝트 정보/파일 관리 ■ 설계 단계 참여주제 협업 의사소통 지원 ■ 업무 지시 및 확인, 온라인 회의, 일정 관리		
사 용 환 경	구글 크롬, 인터넷 익스플로러		
범 위 한 계	■ 모델뷰어(D-Generator): IFC 파일에 한정		

KBim Collaboration

B건축 Architect-PM

My Collaboration

LogOut

Go

New

Info Mgr.

File Mgr.

BIM Drive

전주시 덕진구 프로젝트

2016-04-11 ~ 2017-04-14

Home

Information

Noticeboard

Files

Progress

Meeting

KBIM App

KBIM Summary

Projects	New	Ongoing	All
Noticeboard	1		3
Action Item	0	3	4
Meeting	0	0	1

Schedule

October 2016

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8

Project Summary

전주시 덕진구 프로젝트

Project code

111

Project name

전주시 덕진구 프로젝트

Execution period

2016-04-11 ~ 2017-04-14

Owner/Client

발주자

Primary company

B건축

Master

B건축 Architect-직원2

Noticeboard

Subject	Author	Created on
image test	Architect-PM	2016-06-24
image test	Architect-PM	2016-06-24
test2d	Structure-Man...	2016-05-23

Action Item

Subject	Deadline	Author
구조	2016-09-19 AM 02:00	Architect-PM
실용 면적	2016-09-19 AM 02:00	Architect-PM
예산문제	2016-06-23 PM 07:30	Structure-Man.

세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 시스템 개발		
3-2	개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

<세부 수행 목표>

- BIM기반 설계 협업지원 시스템 필수기능 도출
- BIM기반 설계 협업지원 시스템 사용자 인터페이스 개발
- BIM기반 설계 협업지원 시스템 데이터베이스 구축

<수행 방법>

- 상용 설계협업지원시스템 분석을 통한 세부기능 도출
- 델파이 설문조사를 통한 시스템 세부기능별 중요도 분석
- 전문가 그룹 면담을 통한 시스템 메뉴 및 기능 재구성 및 BIM활용 협업지원 기능 검토
- 웹기반 시스템 사용자 인터페이스(User Interface) 계획
- 시스템 지원 데이터베이스 ERD(Entity Relationship Diagram) 작성
- 시스템 사용자 구분 및 사용자별 등록 및 권한 내용 정의

<주요 연구내용 및 결과>

- 상용 설계협업지원시스템 분석을 통한 세부기능 도출
- 델파이 설문조사를 통한 시스템 세부기능별 중요도 분석

<표> 시스템 필수 기능 선정을 위한 설문 조사 결과 - 평균/표준편차/내용타당도비율(CVR)

기능 모듈 (평균)	세부 기능	평균	표준 편차	CVR	CVR> 0.448	기능 모듈 (평균)	세부 기능	평균	표준 편차	CVR	CVR> 0.448
프로 젝트 관리 (5.29)	프로젝트 생성/수정/삭제	5.41	1.14	0.53	○	도면 관리 (5.49)	도면 파일 생성/입력/수정/삭제	5.35	0.84	0.53	○
	프로젝트 팀원 정보 입력/수정/삭제	5.18	0.78	0.53	○		도면 이력 관리	5.35	1.08	0.65	○
	프로젝트 팀원 권한 설정	5.29	0.82	0.53	○		도면 비교	5.71	0.46	1.00	○
프로 젝트 메일 관리 (3.89)	프로젝트 메일 주소 생성	4.06	0.80	-0.29	X	문서 /결과 관리 (4.74)	도면 온라인 뷰어	5.53	0.85	0.65	○
	프로젝트 메일 쓰기, 받기	3.94	1.11	-0.18	X		펀치리스트 관리	4.76	0.73	0.29	X
	메일 예약 발송	2.94	1.11	-0.88	X		문서흐름 자동화	5.06	1.11	0.41	X
	메일 임시보관	3.29	1.27	-0.41	X		사용자화 형식	4.71	0.96	0.41	X
	수신물 등록하기	3.59	1.19	-0.41	X		문서 자동 주문	4.41	1.19	0.06	X
	외부메일 불러오기	3.88	1.08	-0.29	X	파일 관리 (5.65)	폴더 권한 설정	5.76	0.42	1.00	○
일정 관리 (5.12)	메일 주소록	4.65	1.53	0.18	X		파일 권한 설정	5.76	0.42	1.00	○
	일정 입력/수정/삭제	5.18	0.78	0.53	○		파일 동기화	5.76	0.42	1.00	○
	일정 알림	5.12	0.76	0.53	○		파일 웹 업/다운로드	5.53	0.78	0.65	○
	액션아이템 일정 연동	4.76	0.42	0.53	○		파일 이력 관리	5.41	0.77	0.65	○
	제출물 일정 연동	5.29	1.07	0.65	○	RFIs 관리 (5.08)	RFIs 생성/수정/삭제	4.94	0.87	0.18	X
회의 관리 (4.82)	RFIs 일정 연동	5.18	0.78	0.53	○		RFIs 반응 업데이트	5.06	0.87	0.29	X
	회의 일정 연동	5.18	0.78	0.53	○		RFIs 이력관리	5.24	1.00	0.41	X
	온라인 회의 생성/수정/삭제	4.59	0.49	0.18	X	액션 아이템 관리 (4.94)	액션아이템 생성/수정/삭제	5.00	1.03	0.53	○
의사 소통 지원 (5.06)	회의록 작성	5.06	1.11	0.41	X		액션아이템 반응 업데이트	5.06	0.73	0.53	○
	마크업	5.12	0.76	0.53	○		액션아이템 이력관리	4.76	0.81	0.18	X
	스크린 샷	5.24	0.73	0.65	○	수신물 관리 (4.68)	수신물 등록/수정/삭제	4.59	0.49	0.18	X
BIM 모델 관리 (5.51)	메신저	4.82	1.20	0.53	○		수신물 이력 관리	4.76	0.42	0.53	○
	BIM 모델 파일 입력/수정/삭제	5.65	0.48	1.00	○	제출물 관리 (4.90)	제출물 요청 생성	4.65	0.76	0.53	○
	BIM 모델 파일 이력관리	5.35	0.68	0.76	○		제출물 등록/수정/삭제	5.18	0.78	0.53	○
	BIM 모델 파일 태그	5.24	0.88	0.41	X		제출물 이력 관리	4.88	0.68	0.53	○
	BIM 모델 파일 비교	5.24	1.16	0.41	X						
	BIM 모델 파일 충돌검토	5.65	0.68	0.76	○						
	BIM 모델 파일 온라인 뷰어	5.94	1.00	0.88	○						

세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 시스템 개발		
3-2	개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

<세부 수행 목표>

- 설계 정보 및 모델 공유 프로토콜 구축
- 공유 및 리뷰 협업 인터페이스 구현
- SNS 연계 모듈 개발

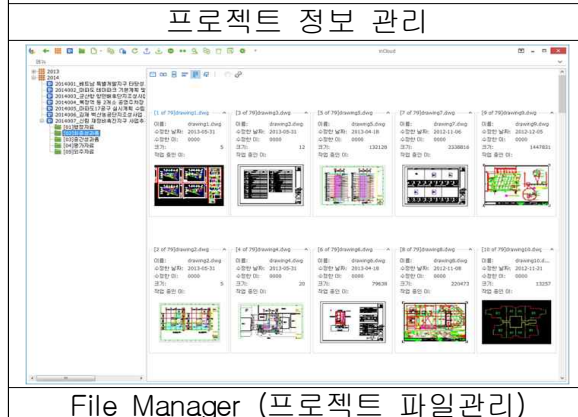
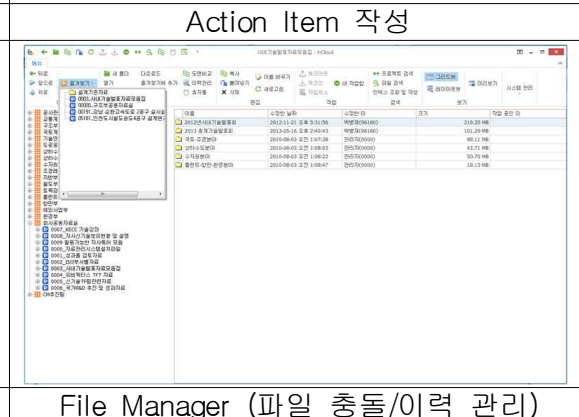
<수행 방법>

- 개방형 BIM기반 설계정보 및 모델공유 방법 분석
- BCF(BIM Collaboration Format)과 협업시스템 연계방안 구현
- 협업지원시스템-인허가 시스템 연계 및 관련 인터페이스 구현
- 타세부 기능 연계 방안 검토
- 개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 사용자 인터페이스 구현 및 웹기반 시스템 구축

<주요 연구내용 및 결과>

- 타세부 기능 연계 방안 검토 (1) 프로젝트 정보 공유 방안
- 타세부 기능 연계 방안 검토 (2) 파일관리 모듈 연계 방안
- BCF(BIM Collaboration Format)과 협업시스템 연계방안 구현
- 시스템 사용자 인터페이스 구현 및 웹기반 시스템 구축

<표> 시스템 주요 인터페이스

 KBimCollabo 프로젝트 정보 관리 화면. 프로젝트 목록, 상세 정보, 참여자 관리 등.	 KBimCollabo Action Item 작성 화면. 작업 항목 등록, 관리, 조회 등.
 KBimCollabo File Manager (프로젝트 파일관리) 화면. 프로젝트 내 파일 구조와 내용 표시.	 KBimCollabo File Manager (파일 충돌/이력 관리) 화면. 파일 버전 관리, 충돌 해결 등.

세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 시스템 개발		
3-2	개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

<세부 수행 목표>

- 개방형 BIM모델 및 설계도서 관리서버 구축
- 협업시스템 유효성 검증

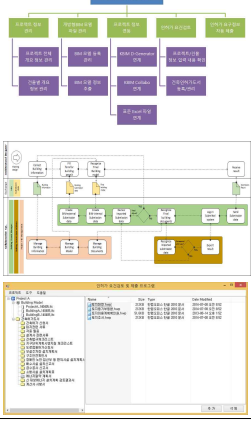
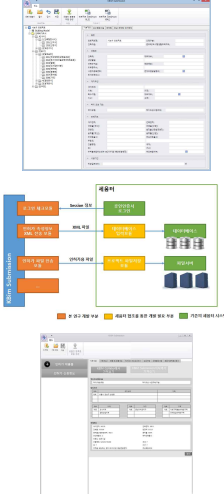
<수행 방법>

- 사용자 특성별 협업시스템 관리서버 및 운영방안 구축
- BIM기반 협업시스템 성능 및 유효성 평가 관련 내용 조사
- 시스템 테스트베드 적용 및 평가

<주요 연구내용 및 결과>

- 사용자 특성별 협업시스템 관리서버 및 운영방안 구축
 - 서버 운영방안 검토를 위한 설계도서 관리서버 테스트 수행 (상세 내용은 정성적 성과물, 설계도서 관리서버 테스트 보고서 참고)
- BIM기반 협업 성과 평가 관련 핵심 지표 선정
 - BIM, 설계, 협업, 성과 평가 등 관련 문헌 조사를 통해 수집한 지표 중 BIM 기반 설계 협업과 관련한 정량적 지표 65개를 선별하여 실무자 및 전문가 대상 델파이 설문조사를 수행하여 BIM 기반 설계협업 관련 성과평가 핵심지표를 선정
 - 핵심지표 10개 선정: 도면 간 불일치 정도(Drawing coordination consistency), RFI 처리 시간(RFI processing time), 모델 접근 횟수(Number of time the model gets accessed), BIM활용 프로젝트 회의(Number of BIM enabled project-wide meetings), 분야별 모델 간 불일치 정도(Discrepancies of each discipline's models), 설계변경 수/비율(Change order rate), 평균 설계변경 처리 시간(Average change order processing time), 평균 응답 시간(Average response latency), 참여자간 부가적 정보전달 횟수 (Number of value-adding information transfer between designers), 혼동에 대한 표현 횟수(Number of expressions of confusion)
- BIM기반 협업시스템 개발 및 테스트베드 적용
 - (1) 건축사협회 공청회, 시스템 오리엔테이션(한국BIM전문교육원) 등의 다수의 시스템 시연 및 배포를 통한 관련 의견 수렴 (상세 내용은 정성적 성과물, 시스템 테스트 보고서 참고)
 - (2) 시스템 배포 및 테스트 수행
 - 설문 개요: 공청회 및 오리엔테이션 참여 기관 대상으로 설문을 통한 협업 성과와 만족도와 관련된 의견수렴
 - 설문 결과: 협업 성과 측면에서 도면/모델간 불일치 정도 감소, 관리하는 프로젝트 정보량 증가, 업무/의사소통 시간과 관련성 적음. 만족도 측면에서는 프로젝트 파일 관리 기능의 만족도가 가장 높으며, 타 시스템 사용 경험과 비교할 경우 프로젝트 정보 및 사용자 관리 기능의 만족도가 높음
 - (3) 시스템 적용 및 사업화 계획
 - 협업시스템 실무적용 목적으로 해안건축을 대상으로 시스템 기능점검 및 관련 의견 수렴, 실무진 대상 시스템 사용 설명, 기존 사내 시스템 연계계획 수립, 실무 적용 회의 등을 수행함.
 - 시스템 사업화를 위해 코스펙이노랩과 기술이전계약을 체결하고, 해안건축에 본 시스템의 사업화 계약을 체결함.

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축	
세부 목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발	
3-3	개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램 개발 (㈜코스펙이노랩)	

차년도	연구결과요약	이미지	달성 성과
1차년도	■ 개방형 BIM기반 인허가 요건검토 프로그램 기능 정의 ■ 요건검토 기능별 알고리즘 개발 ■ 요건검토/요구정보 자동입력 시범 프로그램 개발		SW등록 1건, 국내학술발표 1건, 기타 1건
2차년도	■ 인허가 요건검토/요구정보 자동입력 프로그램 개발 및 보완(BIM 모델에서 요구정보 추출 및 데이터 변환 알고리즘 보완, 인허가 사전협업 요구정보와 세움터 인허가 요구정보 비교/분석을 통한 관리 항목 보완, 타 시스템과의 연동 방안 보완, 인터페이스 보완) ■ 세움터 연계 모듈 설계(세움터 연동 방안 및 개발 계획 수립, 시스템 설계) ■ 피드백을 통한 시스템 개선(인허가 요건검토/사전협업 주체별 시스템 테스트 및 피드백, 시스템 개선)		국내논문 1건, 특허출원 1건, SW등록 1건, 국내학술발표 1건, 기타 2건
3차년도	■ 세움터 연계 모듈 개발 ■ 시범 프로젝트 적용 ■ 피드백을 통한 시스템 개선 ■ 세움터 탑재 보급 준비		SW등록 1건
관련 목표 성과물	국내논문 1건, 특허출원 1건, SW등록 3건, 국내학술발표 2건, KBim Submission 사용자 매뉴얼, 인허가 요건검토 프로그램 매뉴얼, 인허가 입력 프로그램 매뉴얼		

〈성과의 상세내용〉

성 과 명	KBim Submission		
성 과 형 식	독자APP		
성 과 정 의	BIM 기반의 세움터 인허가도서 납품을 지원하는 시스템으로 IFC 모델에서 기본 정보를 추출하여 프로젝트 개요 정보의 입력을 간소화 시켜줌		
성 과 구 성	인허가 신청정보 관리, 인허가 제출물 관리, IFC 모델 정보 가져오기, 세움터 납품용 파일 생성		
사 용 주 체	설 계 자	사 용 단 계	기본설계-모델작성 단계-인허가 단계
사 용 용 도	■ 세움터 인허가 신청정보 작성 및 관리 ■ 인허가 제출물 관리 ■ 세움터 납품용 파일 생성		
사 용 환 경	Windows 7 이상		
범 위 한 계	■ 가상 세움터에서 테스트 진행 완료하였으나 실제 업무 적용을 위해서는 실제 세움터 시스템의 변경이 이루어져야 함 ■ BIM 모델에서 추출되는 정보가 한정적임		

The screenshot shows the KBim Submission application window. It includes a '프로젝트 브라우저' (Project Browser) on the left, a central data entry form, and a '시스템 연동' (System Interoperability) section at the top right. Callout boxes provide detailed descriptions of the interface components.

시스템 연동

- KBim Collabo, 세움터 등과 정보 연동을 위한 파일 생성 및 가져오기

프로젝트 브라우저

- 프로젝트와 building model, 건축허가 도서를 통합하여 트리뷰 제공
- 선택 항목에 따라 우측에 필요한 인터페이스 제공

정보 입력/관리

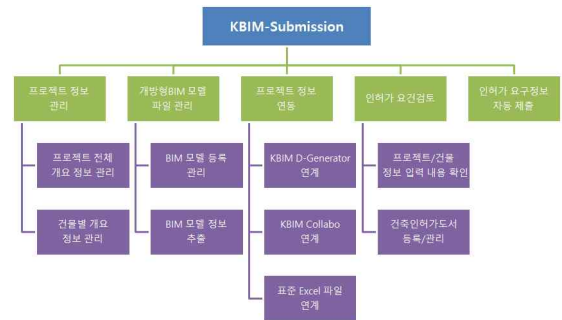
- 프로젝트 브라우저의 선택 항목에 따라 적합한 인터페이스를 제공하여 사용자가 정보를 효과적으로 관리할 수 있도록 함

세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발		
3-3	개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

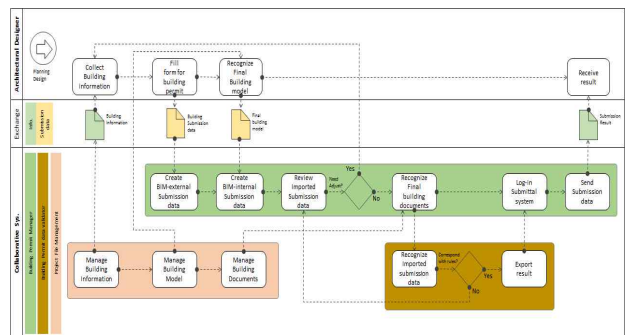
1) 개방형 BIM기반 인허가 요건검토 프로그램 기능 정의

- 인허가 사전협업 주체별 업무 분류 / 세움터 기반 인허가 업무 분석 / 세움터 기반 인허가 요구정보 정의 내용 검토 (3-1에서 수행된 내용)
- 시스템 기능 정의
- 세움터 연계 방안 도출 및 검증



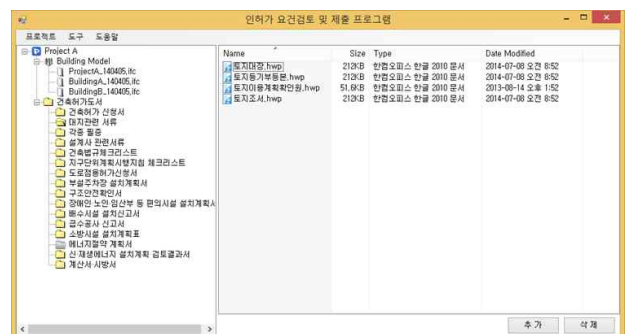
2) 요건검토 기능별 알고리즘 개발

- IFC 구조 분석
- 정보 추출 알고리즘 작성
- 인허가 신청 요구정보 체크리스트를 기준으로 데이터의 누락 여부 및 규격 검토 알고리즘 개발
- 인허가 도서의 저장 구조 검토 및 인허가 도서 등록 확인 방안 검토



3) 요건검토/요구정보 자동입력 시범 프로그램 개발

- 인허가를 위한 프로젝트 개요 정보, 건물 개요 정보 검토
- 시스템 인터페이스 설계
- 시범 프로그램 개발

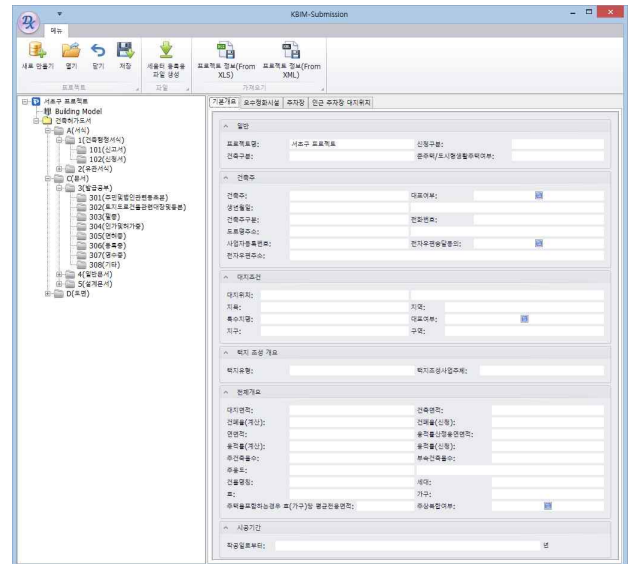


세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발		
3-3	개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

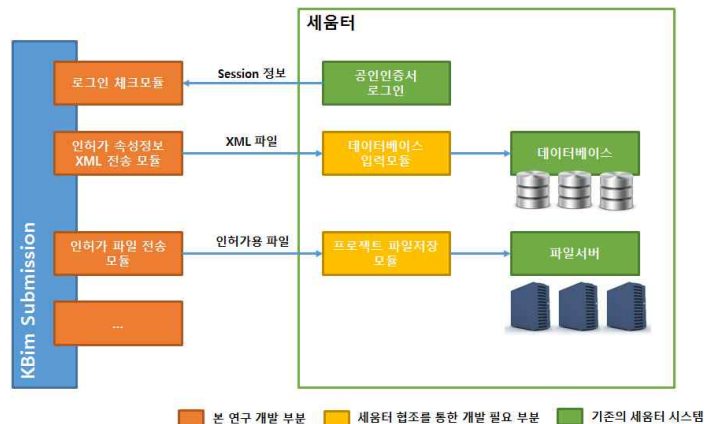
1) 인허가 요건검토/요구정보 자동입력 프로그램 개발 및 보완

- 인터페이스 설계
- 인허가 요구정보 추출 모듈 개선
- 인허가 관리 항목 추가
- KBim Submission과 연동 모듈 개발
- 인터페이스 보완



2) 세움터 연계 모듈 설계

- 세움터 시스템 연계 방안 검토
- 연계 모듈 개발 방향 수립
- 시스템 설계



3) 피드백을 통한 시스템 개선

- 내부 테스트 수행
- 실무자 테스트 수행 및 피드백
- 시스템 개선



세부목표	건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발		
3-3	개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램 개발		
차년도	1차년도	2차년도	3차년도

<연구내용 및 결과>

1) 세움터 연계 모듈 개발

- 시스템 설계 및 개발
- 세움터 연계 모듈 개발 및 테스트

2) 시범 프로젝트 적용

- 설계협의체를 통한 배포 및 테스트
- 가상 세움터 서버 기반의 시범 프로젝트 테스트 및 적용

3) 피드백을 통한 시스템 개선

- 설계협의체 의견 수렴
- 시스템 개선

4) 세움터 탑재 보급 준비

- 배포 모듈 개발
- 세움터 탑재 준비

5) 경제적 효과

- BIM 모델 기반의 인허가 요건검토 : 인허가 요건검토 정보를 BIM 모델링 작업 중에 병행하여 입력되므로 많은 부분의 검토가 자동화되어 관련 업무시간이 단축될 수 있음
- BIM 모델 기반의 인허가 정보 자동입력 : 인허가를 위해 세움터에 정보 입력하기 위해 노력하는 시간의 30% 단축가능

제4장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제1절 목표 달성도

1. 세부목표1 : 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축

세부 연구목표	달성도 (%)	연구내용 및 결과
건축설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발 [연구성과(질적) 증빙자료집 p.1~42]	100	• 건축설계 모델링 및 품질수준 평가항목 도출 • 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발 • BIM 정보입력 방법 도출 및 저작도구별 모델링 지침 확장
설계품질검증 자동화를 위한 각종 법규 및 제기준의 체계화된 논리규칙 데이터베이스 구축 [연구성과(질적) 증빙자료집 p.43~100]	100	• 객체 및 관계논리등 구조화 - KBimLogic • 제법규 품질관리항목 논리규칙 - KBimCode • 세움터 인허가법규 KBimCode DB 구축 및 연동
개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발 [연구성과(질적)증빙자료집 p.101~140]	100	• 개방형 BIM 모델 정보의 파싱, 필터링 및 가시화 모듈 개발 • 개방형 BIM 모델 품질측정에 필요한 논리화 규칙체계 관리 및 실행모듈 개발 • 개방형 BIM 모델 품질측정 함수 라이브러리 개발 • 개방형 BIM 모델 품질검증 결과 리포팅 모듈 개발 • BIM 설계품질 평가프로그램 (KBim Assess-Lite) 개발
설계용도별 BIM 데이터 품질자동평가 프로그램 개발 및 실무 활용 기술 개발 [연구성과(질적)증빙자료집 p.141~151]	100	▪ 에너지절약설계기준의 평가항목 및 요구정보 분석 ▪ 에너지절약설계기준의 검토 요구정보와 IFC데이터스키마간 맵핑 ▪ BIM기반 에너지절약설계기준 검토 자동화 인터페이스 구축 ▪ ISO 13790 요구정보 조사 및 IFC데이터스키마 맵핑방안 구축 ▪ ISO 13790 기반의 에너지성능평가 모듈 개발
국토부 세움터 탑재용 개방형 BIM 품질인증체계 개발 [연구성과(질적)증빙자료집 p.152~188]	100	• 세움터 사전검토용 논리화 규칙체계 개발 • 세움터 사전검토용 함수 라이브러리 개발 • 세움터 사전검토용 BIM설계품질 검증 프로그램 (KBim Veri) 개발 • 세움터 탑재용 BIM 설계품질 평가프로그램 (KBim Assess) 개발 • 세움터 BIM서버의 OpenAPI를 통한 인터페이스 연동 • 세움터 연동 정보교환 방안 분석 및 시범적용 • 세움터 테스트 서버 연계 지원 및 시범운영

2. 세부목표2 : 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발

세부 연구목표	달성도 (%)	연구내용 및 결과
BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발 [연구성과(질적)증빙자료집 p.189-214]	100	• BIM 설계도서의 정보요구 기준 및 정보표준 규격 개발 및 추측 • BIM 설계도서 최적화 작성기준서 개발 • BIM 설계도서 매뉴얼 개발 • 설계도서 최적화 기준 공개 및 의견수렴 • BIM 설계정보 표준 프레임워크와의 적합성 검토 • 설계도서 최적화 작성기준의 실효성 및 검증
BIM 표준설계도서의 견본도서세트의 개발 [연구성과(질적)증빙자료집 p.215-292]	100	▪ 건축 / 구조 BIM 견본도면 작성 ▪ 견본문서 대상 프로젝트 선정 ▪ BIM 구조설계서 / 수량산출서 작성 프로세스 연구 ▪ BIM 견본 구조설계서 / 수량산출서 작성 ▪ 표준설계도서 템플릿 테스트 - 업무시설, 연구시설, 근린생활시설 • 연구개발 내용 실무 적용·검토
BIM기반 표준설계도서 추출 및 연동 프로그램 개발 [연구성과(질적)증빙자료집 p.293-337]	100	• BIM기반 표준설계도서 추출 프로그램 개발 • 구조설계서 연동 프로그램 개발 • 수량산출 프로그램 개발 • 세움터 무상 배포를 위한 배포 버전 작성

3. 세부목표3 : 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발

세부 연구목표	달성도 (%)	연구내용 및 결과
설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발 [연구성과(질적) 증빙자료집 p.338-368]	100	• 세움터 업무 및 기존 인허가 신청업무 분석을 통한 문제점 분석 • 세움터 인허가 신청요구정보와 IFC Schema를 분석을 통한 데이터 규격 정의 • 인허가 신청정보 생성 유형별로 인허가 신청정보를 구분하고 입력방안을 수립 • 인허가 신청정보를 생성 유형별, 주체별구분하여 BIM기반 인허가 협업기준 정의 • 세움터 연계테스트를 통한 협업기준 및 정보입력 프로세스 검증

개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발 [연구성과(질적) 증빙자료집 p.369~405]	100	• BIM기반 설계 협업지원 시스템 필수기능 도출 • BIM기반 설계 협업지원 시스템 사용자 인터페이스 개발 • BIM기반 설계 협업지원 시스템 데이터베이스 구축 • 설계 정보 및 모델 공유 프로토콜 구축 • 공유 및 리뷰 협업 인터페이스 구현 • 개방형 BIM모델 및 설계도서 관리서버 구축 • 시스템 테스트베드 적용 및 협업시스템 유효성 검증
개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램 [연구성과(질적) 증빙자료집 p.406~420]	100	• 인허가 요건검토 기능과 요구정보 자동입력 기능이 통합된 KBim Submission 개발 및 무상배포 • KBim Collaboration과 연동하여 협업 및 인허가 제출 지원 • 세움터 배포를 위한 배포 버전 작성 완료

제2절. 관련분야 기여도

1. 세부목표1 : 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축

세부 연구목표	기여도
건축설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침 개발	• 건축설계 품질수준 정량화를 통한 정확한 품질 측정 • 모델 및 모델링 지침을 통한 실무자 업무 혼란 방지 • 정량적 품질과 정확한 업무 지침으로 생산성과 업무 효율 극대화
설계품질검증 자동화를 위한 각종 법규 및 제기준의 체계화된 논리규칙 데이터베이스 구축	• KBimCode 논리체계화방법의 표준화 및 국제화 기술선점 • KBimCode DB를 통한 세움터 및 이중지침 확대적용 도모
개방형BIM 설계품질 자동검증 프로그램 개발	• 건축설계 오류저감 및 품질향상 • 품질검토규칙의 스크립트화를 통한 유지보수 간소화
설계용도별 BIM 데이터 품질자동평가 프로그램 개발 및 실무활용 기술 개발	• 개방형 BIM을 기반으로 하는 에너지 성능평가 자동화 인터페이스 개발 • 건축물 에너지 효율등급 인증 시 대상 건축물의 에너지절약설계기준 검토 자동화
국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발	• 3차원 BIM 모델의 인허가 적용을 통한 오류 감소 및 업무효율 개선 • 건축설계 실무분야의 BIM 보급 촉진 • BIM품질센터와의 연계를 통해 IFC파일의 사전검토를 통한 인증을 진행하여 세움터에 등록하는 BIM파일에 대한 완결성을 확보

2. 세부목표2 : 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발

세부 연구목표	기여도
BIM 설계도서 최적화 작성기준 개발	• 국내 인허가 설계도서 기준(작성 지침) 제정 • 건축가 및 인허가 담당자에게 설계도서 기준에 대한 유용한 척도를 제공
BIM 표준설계도서의 견본도서세트의 개발	• BIM 표준설계도서의 견본도서세트는 설계사무소의 BIM 도입 시 최종 성과물에 대한 가이드로 활용할 수 있음 • 견본 도서 작성범위 추출 및 적용계획 보고서는 각 설계사무소에서 자체적인 BIM 기준을 확립할 때 참고할 수 있는 자료로서 활용할 수 있음 • 개방형BIM기반 품질기술의 실무적용을 통한 생산성 향상

BIM기반 표준설계도서 추출 및 연동 프로그램 개발	• IFC기반의 표준설계도서 자동 추출은 건설분야에서 세계적으로도 시도가 없었으며, KBim D-Generator의 개발을 통해 가능성을 제시하였음 • 구조설계서 연동 프로그램은 BIM 표준체계의 정립을 통한 자동화로 업무의 생산성을 10배 이상 향상시킴 • 물량산출 프로그램은 기존의 방식에 비해 BIM 모델에서 추출되는 물량을 이용하여 정확도가 향상됨
------------------------------	--

3. 세부목표3 : 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발

세부 연구목표	기여도
설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발	• BIM기반 인허가 협업 표준 프로세스 구축으로 기존 인허가 업무소요시간 단축 및 정보관리 효율성 증대
개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발	• 개방형BIM기반 설계 정보 공유를 통한 설계단계 설계품질 향상 • 설계 협업 의사소통의 효율성을 향상시켜 설계단계 업무 생산성 증가
개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램	• 개방형BIM 모델에서 인허가 요건검토가 가능하고 향후 BIM기반 인허가시 관련 정보 추출을 위한 기반 기술 확보 • 인허가에 필요한 요구정보를 BIM 모델에서 자동으로 추출 및 등록 기능을 개발하여 향후 응용 기술과 연계하여 자동화의 가능성을 제시함

제5장. 연구개발성과의 활용계획

제 1절 연구결과의 활용방안

1. 세움터 연계 활용 방안

- 연구 성과물의 세움터 탑재를 통해

- ① 인허가 업무처리용 도면의 자동 생성
- ② 각종 인허가 관련 법규에 대한 설계품질검증 자동화
- ③ 에너지 관련 성능 평가의 자동화

- 인증관리체계 세움터 탑재로 설계품질 사전검토 서비스 제공
- 세움터를 통해 논리규칙화된 인허가용 법규 배포 및 자동 업데이트 제공
- 세움터를 통해 제출받은 BIM 모델을 이용하여 인허가용 설계도서 자동생성
- 제출된 건축설계안의 인허가업무를 위한 원격처리환경 제공
- BIM 모델의 에너지 관련 성능 평가 기능을 세움터를 통해 제공
- 세움터 정보 입력을 도와주는 자동입력 프로그램을 제공

2. 설계 참여자 활용 방안

- 연구 성과물의 보급을 통해,

- ① 인허가용 납품 도면 생성업무 자동화
- ② 각종 인허가 관련 법규에 대한 사전 설계품질검증 업무 자동화
- ③ 설계대안의 비교분석을 위한 에너지 관련 성능평가 업무 자동화
- ④ 제기준에 대한 설계품질검증 업무 자동화
- ⑤ 설계 참여자 간의 의사소통 및 협업 프로세스 지원
- ⑥ 설계사무소 및 엔지니어링사의 체계적인 품질관리 수단으로 활용
- ⑦ 설계 참여자 간의 표준화된 설계정보 교환수단으로 활용

- 세움터 탑재 개방형 BIM 품질인증 프로그램을 통해 건축 인허가업무 자동화 서비스 제공
- 규칙 DB화된 건축 법규 검색 및 PC용 품질검토 프로그램 대상 업데이트 서비스 제공
- 건축설계 품질측정을 위한 모델링 수행가이드 및 BIM 설계도서 최적화 기술교육자료 제공
- 개방형 BIM 설계협업 프로그램을 활용하여 세움터 제출전 사전 인허가 요건검토를 수행
- 발주방식별 설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 세움터 배포

3. 기술이전 및 민간사업 활성화 방안

- 연구 성과물의 다각적 응용 전략을 통해,

- ① 개발된 단위기술 및 요소기술의 창조적 조합을 통해 건설 융합산업에 활용
- ② 실내공간정보와 GIS 위치기반기술을 접목한 IT 응용기술 개발 및 사업화 기반 제공

- 연구 성과물의 민간보급을 통해,

- ① 건설자재, 유지관리 산업 등 유관산업에 활용할 수 있는 기술로 확대 재생산
- ② 관련 기술의 다차원적 응용기술 개발 유도로 다양한 응용산업 활성화 기반 제공

- BIM 연동 통합설계환경에 필수적인 정보화 표준기반 제공을 통해 민간기업의 개발참여 유도
- 건축 관련 법규, 행정 등의 전담 처리/관리부서 신설을 통한 민간사업 지원 대책 수립
- 연구 결과물에 대한 민간기업의 교육 및 기술지원을 통해 기술개발 및 상업화 기회 제공
- 설계-엔지니어링 인허가 사전협업 업무 프로세스 및 정보교환 규격을 국가표준으로 제안하여 실무적용을 유도
- 민간단체에 의한 교육 및 홍보를 통한 시스템 보급 활성화

4. 정부연구 지속 활용 및 후속발전방안

- 연구 성과물과 연계한 후속 기술개발을 통해,
 - ① 구축된 시스템의 오픈 **API** 개발을 통한 상용화 유도 및 관련기술개발 촉진
 - ② 건축행정절차에 단계적으로 확대 적용하여 선진화된 건축행정 구축 틀 마련
 - ③ 적용 시설물의 종류 및 설계품질검증 기준을 지속 확대

- 개발된 시스템에 대한 정기적인 피드백을 통해 실무자 의견 반영 및 기술 개선
- 구축된 시스템의 오픈 API의 개발을 통해 성과물의 상용화 유도 및 관련기술 개발 촉진
- 연구 성과물의 국내 및 국제표준 반영을 위한 제반활동 수행
- 발주자별 표준 템플릿의 지속보급으로 관련업체 활용 유도
- 연구 결과물의 표준화에 민간업체를 참여시킴으로써 지속발전 유도
- 세움터 탑재 시스템을 국가에서 지속 관리함으로써 관계법령의 변경에 능동적으로 대응
- 후속 연구를 통해 적용분야를 근린생활시설과 업무시설 이외의 분야로 확대 적용
- 후속 연구를 통해 평가대상 품질분야를 에너지와 물량 이외의 분야로 확대

5. 국내 타산업 및 국제 BIM 활동 참여방안

- 연구 성과물의 타산업 연계성 확대를 통해,
 - ① 개방형 **BIM** 데이터 형식의 확대를 통한 센서 및 임베디드 기술 융합 기틀 구축
 - ② 연구 성과를 **GIS**, 도시 인프라 관리, 실내 위치확인 서비스에 확대 적용
- 연구 과정에서의 국제 **BIM** 활동 참여 확대를 통해,
 - ① 개발될 건축 인허가 절차 시스템의 해외 홍보 및 마케팅 강화로 해외시장 진출
 - ② 건축행정절차에 단계적으로 확대 적용하여 선진화된 건축행정 구축 틀 마련
 - ③ 해외 유관기관과 시스템 구축사업 협력을 통해 관련 분야의 국제적 표준체계 선도

- 빌딩스마트 국제연맹의 BIM 개발조직 및 전문조직과 협력하여 BIM 원천기술 개발 역량 확보
- 각종 설계/미관 심의에 BIM 설계도서 최적화 기준의 점진적 도입
- BIM 설계도서 인허가 부분을 전기, 구조, 설비, 기계, 조경, 토목 등으로 점진적 확대
- 신축 외 건축물 증축, 개보수 등의 인허가에 BIM 설계도서 최적화 기술 도입
- BIM 설계도서 기술을 지구단위 계획/도시계획/도로계획/소방계획 등에 점진적 확대
- BIM 설계도서 기술을 토목/GIS 기술에 접목하여 국토 유지관리를 위한 초석 마련
- 건축물 인허가 이외의 시공 및 유지관리와 관련한 행정업무 서비스에도 개방형 BIM 설계

제 2절. 연구개발성과 보급 방안

1. 연구성과 보급방안

- 공개되는 성과는 세움터 및 국토교통부 홈페이지와 KBIMS 통합포털(www.kbims.or.kr)을 연동하여 보급
- KBIMS 통합 포털을 통하여 BIM연구사업 전체에 대한 연구성과를 통합적으로 보급하며, 실무자와 연구자용으로 구분하여 보급
- 실무자용 연구성과는 회원가입 후 누구나 다운받아 활용할 수 있으며, 연구자용 연구성과는 관리자의 승인절차에 의해 활용 가능

2. 본 과제의 연구성과 보급 방안.

- 본 과제의 연구성과는 KBIMS 통합포털과 연동되어 있는 연구과제 웹페이지(dq.kims.or.kr)을 통해 보급
- 연구개발성과는 크게 3가지의 보급 형태(다운로드, 설치프로그램, 인터넷 웹 접속)으로 구분
- 본 과제의 연구개발성과 보급 방안은 다음과 같음

보급형태	연구개발성과	공개 등급	보급 경로
<다운로드> 기준, 지침, 지표 등 문서 자료	BIM 품질 수준 평가지표 및 모델링 지침	전체 공개	KBIMS 통합포털(kbims.or.kr)을 통한 지표 및 지침 다운로드
	BIM설계도서 최적화 작성기준	전체 공개	한국건축기준센터(aikkbcc.or.kr)을 통한 작성기준 다운로드
	BIM 표준설계도서 견본도서세트	전체 공개	KBIMS 통합포털(kbims.or.kr)을 통한 견본도서세트 다운로드
<설치 프로그램> 윈도우용 SW	BIM설계품질 평가프로그램 Lite (KBim Assess-Lite)	전체 공개	KBIMS 통합포털(kbims.or.kr)을 통한 설치파일 다운로드
	친환경 에너지 성능평가 프로그램 (KBim Energy)	비공개	
	표준설계도서추출 및 연동 모듈 (KBim D-Generator)	전체 공개	국토교통부 성과 보급 웹페이지 (lib.kbims.or.kr)를 통한 설치파일 다운로드
	인허가 요건검토 및 입력프로그램 (KBim Submission)	비공개	
<인터넷 웹 접속> DB, 콘텐츠, 서비스 활용	BIM설계품질 평가프로그램 (KBim Assess)	비공개	
	논리화규칙체계관리 모듈 (KBim Logic)	일부 공개	KBIMS 통합포털(kbims.or.kr)을 통한 KBim Logic 웹페이지 연결 (로그인 후 가능)
	BIM설계품질 검증 프로그램 (KBim Veri)	비공개	
	설계협업지원시스템 (KBim Collaboration)	일부 공개	KBIMS 통합포털(kbims.or.kr)을 통한 KBim Collaboration 웹페이 지 연결(로그인후 가능)

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

1. buildingSMART International Standard Summit

구분	내용
수집 정보 명	국외 BIM기반 인허가 시스템 연구 현황
목적	- 국내 BIM기반 인허가 시스템 개선을 위한 국외 사례 수집 및 적용 - 국외 선진 사례 비교를 통한 완성도 검증
기간	2014. 10. 27. ~ 31 캐나다 토론토 2015. 03. 23. ~ 27 영국 런던 2015. 10. 12. ~ 15 싱가포르 2016. 04. 11. ~ 14 네덜란드 로테르담
수집정보 현황	- 일본 건축물 인허가 개요와 BIM기반 인허가 시스템 개발 연구사례 - 일본의 현재 전자 인허가 시스템 현황 확인 - BIM기반 인허가시스템 도입의 문제점 확인 - BIM기반 인허가 시스템의 한계 극복 방안 확인 - 국내에서 진행되는 BIM R&D사업과 진행 내용 공유 예정 - 유럽 인허가 시스템 현황 - BIM기반 인허가 시스템의 범위 설정에 대한 현황 교류 - 노르웨이 ByggNett의 BIM기반 인허가 시스템 로드맵 공유 - 스웨덴 BIM로드맵을 통한 연구 방향 공유
분석 및 결과	- 국외 선진국에서는 각 국의 인허가 시스템을 개선하여 BIM 기반한 인허가 시스템으로 변경하는 연구가 진행중임 - 국내에서 진행하는 BIM연구와 일맥 상통하는 부분이 많아 국내 기술력의 한계에 부딪히는 부분에서 선진 사례를 적용하여 연구의 완성도를 향상시킬 수 있음 - 주요 선진국에서 BIM을 도입함에 있어 정부와 민간의 유기적인 협력이 이루어지고 있으며 주로 민간이 주도하는 것으로 정부가 주도하는 국내 현황과는 달리 한계점이 많고, 국내 R&D 현황이 바람직함을 확인함.
적용 및 활용	- BIM기반 연구개발 방향에 도출에 참조자료로 활용 - 국내에서 진행되는 BIM기반 연구의 기술 수준의 위치 확인을 통하여 연구 진행상황에 대한 충족성을 검토 - 국외 사례와의 비교를 통한 문제점 도출로 연구 진행에 반영하여 보완된 인허가 프로세스를 제시, 이를 토대로 연구 방향 재설정 - BIM Implementation Level 측정 모델을 활용할 때, 다양한 결과가 도출될 수 있도록 설문조사를 구성하고 그 결과를 웹사이트에서 바로 볼 수 있는 정보로 표현하였음 - 국내 건축행정시스템이 앞서가고 있음을 인지하고, BIM 도입이 활성화 될 수 있도록 건축행정시스템 BIM 도입 로드맵 수립

구분	내용
수집 정보 명	▪ 법규검토 자동화 시스템 및 대안평가 프로그램 현황
목적	▪ 국내외 법규검토 자동화를 위한 선진기술 동향 분석을 통한 시사점 도출 ▪ BIM기반 소프트웨어의 동향 파악을 통한 연구적용 방안 검토
기간	▪ 2014. 10. 27. ~ 31 캐나다 토론토 ▪ 2015. 03. 23. ~ 27 영국 런던 ▪ 2015. 10. 12. ~ 15 싱가포르 ▪ 2016. 04. 11. ~ 14 네덜란드 로테르담
수집정보 현황	▪ BIM모델 품질 검토를 위한 선진 개발사들의 기술 확인 - Solibri 및 Autodesk사의 개발현황 파악 및 IFC기반 품질검토를 위한 협력 필요 - Autodesk사에서는 유지관리 단계에서 필요한 정보의 완결성을 체크하는 모듈을 개발중에 있음 - 오스트리아는 CEN/TC 395에 기반한 지침을 개발하여 품질검토를 진행할 계획 - 노르웨이에서는 GIS정보와 IFC정보를 결합한 도시계획에 따른 법규 검토 자동화 모듈을 연구, 개발 중
분석 및 결과	▪ BIM기반 소프트웨어 개발사에서 IFC를 적극 활용하지 않고 있고 중립 포맷인 IFC활용한 BIM기반 소프트웨어 개발연구 사례는 국내가 세계에서 독보적임을 확인 ▪ 선진 개발사의 건물 생애주기 전반에 걸친 BIM적용 소프트웨어를 개발하는 것으로 보아 전 생애주기에서 정보 호환 방안과 IFC포맷활용 기존 연구 성과물과 연계 방안을 도출해야함. ▪ 품질검토 자동화를 위해 BIM모델만 활용하기 보다 다른 정보와 연계를 통해 사용자 편의 소프트웨어가 개발되어야 함.
적용 및 활용	▪ 노르웨이의 IFC-GIS 연계를 통한 품질 자동 검토 모듈은 향후 국내 연구 프로젝트의 방향 도출에 참조자료로 활용 ▪ 오스트리아에서 개발중인 지침과 국내 연구 성과의 비교와 연계 활용

제7장. 연구개발성과의 보안등급

1. 보안등급의 분류

보안	일반
	○

2. 결정사유

-

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

<해당사항 없음.>

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

제1절. 연구실 안전 조치 이행 계획

1. 기술적 위험 요소 분석

가. 배경

- 과학기술 및 다양한 화학물질의 사용에 따른 연구실 안전환경 조성에 관한 법률이 시행되고 있으며, 또한 최근 사회적으로 안전에 대한 법규 및 중요성이 강화됨에 따라 연구활동 종사자의 안전성 확보 및 연구 환경 개선을 위하여 교내 전체 연구(실험)실에 대한 체계적인 안전점검을 실시함과 동시에 사전 위험요인을 제거함으로써 교내 실험실 안전관리규정을 준수하고자 함.

나. 목적

- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률에 의한 교내 연구(실험)실의 사전 위험요인을 파악하고, 이를 각 단과대학 및 실험실에 점검결과 공지·개선 요청함으로써 안전사고를 사전에 방지하고자 함.

다. 추진 일정

구분	점검일정	점검내용	비고
1차	2016. 04.	• 개선결과 이행 조치 여부	
2차	정밀안전진단 실시 2016. 07.	• 화기물질 및 개인전열기구 실내 보관 여부 • 숙식 및 취사도구 실내 보관 여부 • 지정수량 이상의 화학약품 취급·보관 여부 • 가스용기 고정 여부 • 개인전열기구 보관 여부 • 일상점검표 작성 여부	
3차	2016. 10.	• 시약정리정돈(성상별) 여부 • 연구(실험)실별 안전담당자(정/부) 표시 여부 • 분전반 및 소화전 앞 적재물 방치 여부 • 복도 및 비상계단 등 적재물 방치 여부	
4차	2016. 12.	• 개별 에어컨 설치 허가 및 철거대상 여부 • 기타(사용 시약별 MSDS 출력 비치 여부, 시설 보수 여부, 실내흡연, 소화기 비치 등)	

2. 안전 관리 대책

가. 안전교육

(1) 1학기

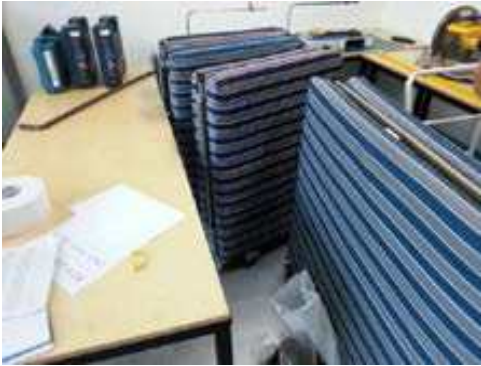
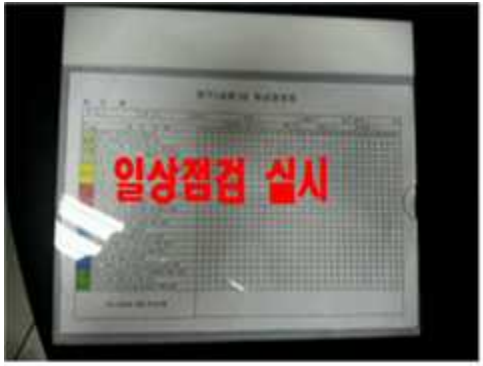
- 기간 : 2016. 04. 01 ~ 2016. 06. 19.
- 대상 : 실험실습 참여 학생 및 연구원(7,084명).

(2) 2학기

- 기간 : 2016. 09. 01 ~ 2016. 11. 30.
- 대상 : 실험실습 참여 학생 및 연구원(7,084명).
- 교육내용

구 분		컨텐츠	
		필수	선택 (학기별 동일 컨텐츠 수강 불가)
국 문 (16차시)	1학기	- 연구실 안전 및 일반적 위험성 - 연구실 사고예방 - 화재 및 폭발 - 화재로 인한 신체피해	- 실험실 안전수칙 및 화학약품, 압축가스 취급방법 - 전기적 위험과 안전 - 기계적 위험과 안전 - 생물학적 위험과 안전 - 유해화학물질 및 위험성
	2학기	- 연구실 사고대처 - 연구실 안전보건 - 소방안전설비 사용요령 - 화재 시 행동요령	- 물질안전보건자료 - 유해물질 취급 및 관리방법 - 폐액처리 방법
영 문 (16차시)	1학기	- Safety for Laboratory - Laboratory Safety Regulations and Accident Response Procedures	- Chemical Accident Response Procedures - Machine Safety - Electrical Safety - Construction Safety - Biological Safety - LMO Safety - Radiation Safety
	2학기	- Fire Safety - Fire Accident Response Procedures	- Risk factors in the laboratory Art Safety - Gas Safety - Computer Safety - Chemical Safety - Accident Cases

(3) 안전점검 결과에 따른 개선사항

현 황		개 선	
			
내 용	침구류 사용	내 용	침구류 철거
			
내 용	비접지형 콘센트 사용	내 용	접지형 콘센트로 교체
			
내 용	개인전열기 사용	내 용	개인전열기 철거
			
내 용	일상점검표 미작성	내 용	일상점검표 작성

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관 명	역 할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향 력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	논문	Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings	경희 대학 교		Automation in Construction	2.442	2014.10	중복 사사	SCI 논문 인용 횟수 4건
2	논문	Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements	한양 대학 교		Automation in Construction	2.442	2016.09	단독 사사	SCI 논문 인용 횟수 1회
3	논문	Development of openBIM-based energy analysis software to improve the interoperability of energy performance assessment	경희 대학 교		AUTomation in Construction	2.442	2016.11	단독 사사	SCI 논문
4	특허	BIM을 이용한 건축 설계 단계의 법규 사전검토 방법	경희 대학 교		대한민국		2015.11.06	단독 사사	제10-156 8958호
5	특허	건축정보파일을 이용한 건축설계 정보제공 방법	경희 대학 교		대한민국		2016.01.15	단독 사사	제10-158 7760호

제11장. 기타 사항

제1절 요소기술의 현재 개발 수준, 한계 및 향후 연구

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-1. 건축설계 품질수준 평가지표 및 모델링 지침
연구기관	경희대학교 산학협력단

성과명	■ 건축설계 품질수준 평가지표 ■ 품질수준 평가를 위한 BIM기반 모델 지침 ■ 품질수준 평가를 위한 BIM저작도구별 모델링 지침(Revit, ArchiCAD)
개발 수준 및 성능	■ 개발수준 - BIM 설계품질에 대한 3가지 관점에서 품질기준을 설정 및 품질기준항목 도출 - 설계단계의 건축물 인허가 과정에서의 법규를 대상으로 BIM결과물에 요구되는 공통적이고 일반화된 품질관리를 위한 모델 지침 작성 - 모델링 지침의 범위 확장(상용 저작도구-Revit, ArchiCAD)을 통한 개방적인 BIM 설계환경에 대응하는 모델링지침 개발 ■ 성능 - 건축설계 품질 수준 정량화를 통한 객관적인 품질 측정 - 모델 및 모델링 지침을 통한 실무자 업무 혼란 방지 - 정량적 품질과 정확한 업무 지침으로 생산성과 업무 효율 극대화
한계	■ 건축인허가 과정에 필요한 법규(16개법, 57개조, 139개항, 540개호)로 우선적으로 선별함. ■ BIM 저작도구(Revit 2015와 ArchiCAD)에 한정되어 모델링 가이드가 제작됨. ■ 설비객체 정보 작성 방안에 대한 연구 미흡.
실용화 가능성	■ 품질 평가 자동화를 위한 일부 실용화 가능. ■ 설비객체와 타 저작도구에 대한 지침 보완 필요.
향후 연구에 필요한 내용	■ 인허가 법규에 국한되지 않고 건축법 전체를 대상으로 자동검토에 필요한 정보도출이 필요. ■ Revit 2015와 ArchiCAD의 버전에 상관없는 BIM 모델링 가이드로 수정 보완이 필요. ■ 타 저작도구에도 사용할 수 있는 BIM모델링 가이드 제작 필요. ■ 품질 검토를 위한 정보입력 방안 간소화 필요. ■ 설비객체에 대한 정보 입력방안 도출 필요.

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-2. 설계품질 검증 자동화를 위한 각종 법규 및 제기준의 체계화된 논리규칙 DB구축
연구 기관	한양대학교 산학협력단

성과명	대상 제 법규를 위한 논리규칙(KBimCode)의 정의, 해당 KBimCode를 생성 및 입력하여 활용할 수 있도록 하는 객체/함수/관계 메타 DB 및 1,000여개의 KBimCode DB를 포함하는 논리규칙체계화 관리도구 (KBimLogic)
개발 수준 및 성능	- KBimLogic 및 KBimCode 데이터베이스 1) 인허가 관련 건축법규 및 건축법 관련 논리규칙화 데이터베이스 - 총 4,931개의 대한민국 법규와 54개의 설계품질검토 대상 건축법 및 관련 법으로 구성되어있음. 153개의 조항과 대상 법규를 문장 단위로 변환한 15,339의 문장으로 구성되어있음. 2) 객체 및 속성 데이터베이스 - 대상 법규문장으로부터 추출한 1,273개의 객체명칭과 파생된 274개 객체 및 그로부터 확장된 400여개의 속성으로 구성되어있음. 3) 논리규칙화 함수 데이터베이스 - 대상 법규문장의 공통된 규칙을 논리규칙화 한 30개의 대표함수와 50여개의 확장함수로 구성되어있음. 4) KBimCode 데이터베이스 - KBimLogic 데이터베이스와 연동하여 약 1150개의 세움터 인허가 관련 법규 문장을 논리규칙체계화에 기반하여 KBimCode로 변환된 문장 데이터베이스임. - KBimLogic 웹 및 단독실행 어플리케이션 인터페이스 - KBimLogic 및 KBimCode 데이터베이스 구축 및 관리(관리용) - 대상 법규 문장의 KBimLogic 요소 및 KBimCode로 변환된 문장 검색 및 열람(뷰어용) - 법규항목 및 체크리스트 별 KBimCode 구성 및 실행가능파일 생성
한계	- 현 단계 연구에서 KBimCode 데이터베이스는 1,000여개의 건축물 인허가 설계품질검토관련 법규문장을 대상으로 구축되어있음. 추후 KBimCode 논리체계화 방법을 확대 적용하여 각종 법규 및 제기준 법규 및 제기준, 디자인 가이드라인 등의 검토에 활용될 것으로 기대됨. - 건축법규 내 정량적 정보를 기반으로 검토되는 현 단계의 한계에서 벗어나 정성적 항목에 대한 논리규칙체계 및 알고리즘 개발로 확대 필요.
실용화 가능성	- 세움터 인허가법규의 KBimCode DB 및 이와 연동된 룰셋 관리체계 인터페이스를 활용하여 논리규칙 체계 검증 및 범용화 가능함. - 한글 법규 문장간의 위임, 참조, 상속 등의 복잡한 관계를 이용하여 기존 법령정보 DB의 3단비교보다 활용도가 높은 법규 및 KBimCode 검토 가능.
향후 연구에 필요한 내용	- KBimCode DB의 확대를 통한 세움터 외의 이중지침에 대한 확대적용 가능 항목 연구 - 정성적 품질검토 항목에 대한 논리규칙체계 및 알고리즘 개발 - 비주얼 랭귀지 구현 및 비주얼 랭귀지기반 KBimLogic SW 개발 - KBimCode 및 KBimCode DB 실용화- 기술이전, 제도화 등 모색

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-3. 개방형BIM 설계품질 자동 검증 프로그램 개발
연구 기관	경희대학교 산학협력단

성과명	■ BIM 설계품질 평가 프로그램 Lite(KBim Assess-Lite) ■ 개방형BIM 모델 품질 검증 결과 리포팅 모듈
개발 수준 및 성능	■ 개방형BIM 모델 품질검증 결과 리포팅 모듈 - 품질검토 모듈의 결과 출력 및 가시화 및 결과 리포트 추출 기능 ■ BIM 설계품질 평가프로그램 - MS-Excel형태의 체크리스트에 따라 설계품질 자동 평가 - 검토 결과는 KBim Assess-Lite 화면의 결과 표시 패널을 통해 사용자에게 전달됨. ■ BIM 설계품질 평가프로그램은 설계품질 자동 검토 구현 가능성 검토로 기술 성장 수준으로 판단됨.
한계	■ BIM 설계품질 평가프로그램은 설계단계의 대상 법규를 대상으로 시범적 적용 수준으로 개발됨 ■ 건축설계 품질수준 모델링 지침에 따라 모델링이 이루어 졌을 때 정상적인 검토가 가능함. ■ 자동화 범위는 계획설계 단계로 일부 단계에서만 활용 될 수 있으며 향후 연구를 통해 시공, 유지관리 분야까지 확대 되어야함. ■ 대상으로는 건축과 관련된 법규를 자동화 하여 구조, 설비 분야에서는 자동 검토에 제한이 있음.
실용화 가능성	■ 건축물 용도 범위의 확장과 자동 검토 법규 항목의 확장이 필요 ■ 품질 평가 자동화 프로그램의 업무시설관련 법규 검토를 위한 일부 기능 실용화 가능
향후 연구에 필요한 내용	■ ‘ 업무시설’ 에 대한 자동 법규 검토에 국한되지 않고 건축물 용도와 관계 없이 모든 건축물을 대상으로 자동검토의 범위 확장 필요 ■ 모델링 지침을 따라 BIM모델을 작성하였을 때 검토가 가능하므로 BIM 모델링 방법과 상관없이 자동 검토가 되는 방안이 필요 ■ 법규 검토 자동화의 범위와 대상이 기존 설계단계, 건축 관련 법규에서 시공-유지관리 단계 및 구조, 설비 관련 법규까지 확장 필요 ■ 사용자 중심의 인터페이스 개발 필요

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-3. 개방형BIM 설계품질 자동 검증 프로그램 개발
연구 기관	경희대학교 산학협력단

대상 법규 구현 현황과 법규 제·개정에 따른 유지보수 방안											
본 과제 대상 법규	- 본 연구과제를 통해 자동 검토 구현을 위한 대상 법규는 인허가 과정에서 검토를 대상으로 하여 공통적이고 일반화된 법규를 선별하였으며, 총 187조문 485항(건축-68조문 175항, 구조/설비-119조문 310항)으로 구성 - 건축관련 법규 68조문 175항에는 건축법, 장애인·노인·임산부 등의 편의 증진 보장에 관한 법률, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 건축물의 에너지절약 설계기준, 서울특별시 건축조례 10조문 15항이 포함 - 구조/설비 관련 119조문 310항에는 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 건축물일 구조기준 등에 관한 규칙, 건축물일 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률, 주차장법, 화재 안전기준 등이 포함										
대상 법규 구현 현황	- 본 연구과제를 통해 설정되었던 대상 법규 중 80%의 구현을 통해 시스템을 구현 - 비구현 대상으로는 총5가지의 유형으로 구분 될 수 있으며 예시는 다음과 같음 <table border="1"> <thead> <tr> <th>비구현 대상 유형</th><th>예시</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>정성적 기준을 판단하는 법규 → 구현이 불가능 함.</td><td>- 파괴하기 쉬운 경량구조 소방차의 접근이 가능한 도로</td></tr> <tr> <td>인허가 단계 이후의 정보 요구 → 본 과제의 범위에 부합하지 않으며 향후 연구에 필요한 내용</td><td>조명의 조도 감종방화문의 닫힌 상태를 유지 화재를 신속하게 감지하는 자동구조</td></tr> <tr> <td>2동 이상의 건물 및 BIM정보에 불포함 정보 고려 → 본 과제는 단일 건축물의 인허가 법규를 자동으로 검토하는 것으로 범위 설정</td><td>사선제한, 인동간격, 시설물의 부지 인근에 부설주차장 여부</td></tr> <tr> <td>설계품질과 무관한 내용 → BIM을 통한 구현이 불가능</td><td>특별자치시장 등은 제2항에 따라 건축선을 지정하면 지체없이 이를 고시하여야 한다.</td></tr> </tbody> </table>	비구현 대상 유형	예시	정성적 기준을 판단하는 법규 → 구현이 불가능 함.	- 파괴하기 쉬운 경량구조 소방차의 접근이 가능한 도로	인허가 단계 이후의 정보 요구 → 본 과제의 범위에 부합하지 않으며 향후 연구에 필요한 내용	조명의 조도 감종방화문의 닫힌 상태를 유지 화재를 신속하게 감지하는 자동구조	2동 이상의 건물 및 BIM정보에 불포함 정보 고려 → 본 과제는 단일 건축물의 인허가 법규를 자동으로 검토하는 것으로 범위 설정	사선제한, 인동간격, 시설물의 부지 인근에 부설주차장 여부	설계품질과 무관한 내용 → BIM을 통한 구현이 불가능	특별자치시장 등은 제2항에 따라 건축선을 지정하면 지체없이 이를 고시하여야 한다.
비구현 대상 유형	예시										
정성적 기준을 판단하는 법규 → 구현이 불가능 함.	- 파괴하기 쉬운 경량구조 소방차의 접근이 가능한 도로										
인허가 단계 이후의 정보 요구 → 본 과제의 범위에 부합하지 않으며 향후 연구에 필요한 내용	조명의 조도 감종방화문의 닫힌 상태를 유지 화재를 신속하게 감지하는 자동구조										
2동 이상의 건물 및 BIM정보에 불포함 정보 고려 → 본 과제는 단일 건축물의 인허가 법규를 자동으로 검토하는 것으로 범위 설정	사선제한, 인동간격, 시설물의 부지 인근에 부설주차장 여부										
설계품질과 무관한 내용 → BIM을 통한 구현이 불가능	특별자치시장 등은 제2항에 따라 건축선을 지정하면 지체없이 이를 고시하여야 한다.										
법규 제·개정에 따른 유지관리 방안	- BIM품질센터에서 관리되는 논리화규칙체계관리 모듈(KBim Logic)은 법제처 웹페이지와 연동되어 최신법규의 업데이트를 자동으로 인식하여 반영함 - BIM설계품질 평가프로그램(Lite)는 세움터 혹은 로컬에서 구동될 때 BIM품질센터와 연결되어 논리화 규칙체계관리 모듈(KBim Logic)에서 관리되는 최신법규를 체크하며 자동으로 제·개정된 법규를 적용하여 법규검토를 진행하는 프로세스로 운영됨 - 사용자는 자동으로 법규 이력관리를 통해 재·개정된 법규를 적용하여 자동 검토를 진행할 수 있음										

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-4. 설계용도별 BIM데이터 품질자동 평가 프로그램 및 실무활용 기술 개발
연구 기관	경희대학교 산학협력단, 성균관대학교 산학협력단

성과명	BIM기반 에너지절약설계기준 검토 자동화 프로그램(KBim Energy)
개발 수준 및 성능	- 에너지절약설계기준의 검토 요구정보와 IFC 데이터스키마간 맵핑을 통해 에너지성능지표(EPI) 자동 검토 - ISO 13790 요구정보와 IFC 데이터스키마간 맵핑을 통해 건물 에너지 요구량, 소요량, 1차에너지 소요량 계산 - 에너지성능지표 검토 결과와 건물 에너지 사용량 계산 결과를 토대로 건축물에너지절약계획 설계검토서 자동생성
한계	- BIM기반 에너지 절약설계 기준은 BIM기반의 에너지관련 성능 평가를 대상으로 시범적 적용 수준으로 개발되어 실용화에 한계 - 일부 EPI 항목만 자동화 검토 지원 - SHGC의 경우 투명 이중창 SHGC 이외의 값은 지원하지 않음 - 파이프나 덕트에서 발생하는 분배손실은 고려하지 않음
실용화 가능성	- 설계초기단계에서 BIM 모델의 에너지성능지표 검토 및 에너지 사용량 분석 도구로 활용 - 단위면적당 1차 에너지 소요량에 대한 정보를 제공하여, 사용자가 건축물에너지효율등급을 파악
향후 연구에 필요한 내용	- 현재 외벽/창호/바닥의 평균 열관류율 및 냉난방설비 효율 이외에 자동으로 검토되지 않는 EPI 항목이 다수 있음. 따라서, IFC내 추가적인 정보 추출을 통한 자동 검토 가능 EPI 추가가 필요함 - 현재 창호 SHGC는 투명 이중창의 SHGC인 0.7을 고정적으로 사용하고 있음. 따라서 창호 IFC 스키마에 SHGC 속성을 추가할 수 있도록 프로그램 개선이 필요함 - 본 연구과제에서 개발된 KBIMEnergy는 에너지 사용량을 평가함. 건물 에너지 사용량이 건물 에너지 성능을 나타낸다고 하기엔 부족하므로, 재실자 열쾌적과 같은 건물 서비스 수준과 에너지 사용량을 고려한 평가방법을 적용해야 할 것으로 판단됨

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-5. 국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발
연구 기관	(주)석영시스템즈, (주)솔리데오시스템즈

성과명	세움터 사전검토용 BIM설계품질 검증프로그램 (KBIM Veri)
개발 수준 및 성능	- 법규 검토에 해당하는 IFC 2x3 모델에 대한 분석 및 객체정보 추출 기능 개발 - 논리규칙 문법에 따라 정의된 사전검토규칙 스크립트의 해석 및 BIM 모델에 대한 적용기능 개발 - 품질센터 서버와의 RESTful API 기반 연동기능 및 세움터 적법성검토와 동일한 방식인 웹브라우저 호출방식의 사전검토 실행 메커니즘 개발
한계	- 웹브라우저의 메모리 한계로 인하여 웹브라우저에서 사전검토를 위한 PC 설치형 검증프로그램을 호출하는 방식으로 개발함 - 본 검토 규칙에서 사전검토 항목을 자동으로 추출하지 못하고 대신 사전검토 항목을 별도로 수동 정의해야 됨
실용화 가능성	- 앞서 기술된 일부 문제점은 실용화에 심각한 걸림돌이 되지는 않을 것으로 판단됨 - BIM 모델 사전검토의 제도적인 근거가 마련되면 세움터 인허가 BIM 모델에 대한 사전검토 및 품질센터 서비스의 실용화가 가능할 것으로 보임
향후 연구에 필요한 내용	- 완전한 웹 기반 서비스로 BIM 모델 분석 및 검토를 가능케 하는 데이터 처리 및 메모리 관리기술 - 품질검토 규칙으로부터 사전검토 규칙 생성을 자동화하거나 일부 자동화하기 위한 메커니즘의 개발

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-5. 국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발
연구 기관	(주)석영시스템즈, (주)솔리데오시스템즈

성과명	세움터 탑재용 BIM 설계품질 평가 프로그램 (KBIM Assess)
개발 수준 및 성능	- 설계품질 검토에 해당하는 IFC 2x3 모델에 대한 분석 및 객체정보 추출 기능 개발 - BIM 설계품질 평가 결과 가시화 기능 개발 - 설계품질 검토에 필요한 모델 데이터 처리 기술 개발 - 논리규칙 문법에 따라 정의된 검토규칙 스크립트의 해석 및 BIM 모델의 적용기능 개발 - 검토결과에 대한 리포트 생성기능 개발 - 세움터 서버와의 연동을 위한 RESTful API 기반 연동 및 플러그인 방식의 검토 실행 메커니즘 개발
한계	- 정상적인 검토를 위해 BIM 모델 작성 시 주어진 모델링 지침을 따라야 됨 - 법규 조항의 모호함, 모델 형상의 난해함 등으로 인해 일부 법규항목은 사람에게 의한 수동검토가 이뤄져야 됨 - 법규가 갱신되는 경우 검토규칙 스크립트는 수동으로 수정되어야 됨
실용화 가능성	- 앞서 기술된 한계점은 적절한 기술적, 제도적 조치를 통해 보완할 수 있는 부분으로 실용화에 심각한 걸림돌은 되지 않을 것으로 사료됨. - 건축설계 실무에서 BIM 적용 비중이 높아지고 있기 때문에 BIM 기반 인허가 검토의 실용화 가능성은 높다고 할 수 있음
향후 연구에 필요한 내용	- 규칙을 적용하기 모호하거나 복잡한 BIM 모델의 검토기술에 대한 연구 - 법규 갱신 시 검토규칙의 자동 수정이 가능하도록 하는 메커니즘에 대한 연구 - BIM 모델링 시 지침 적용을 자동화 하거나 손쉽게 해주는 기술에 대한 연구

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	1. 개방형BIM기반 설계품질 검증기술 개발 및 인증체계 구축
연구 성과	1-5. 국토부 세움터 탑재용 개방형BIM 품질인증체계 개발
연구 기관	(주)석영시스템즈, (주)솔리데오시스템즈

연구개발 성과의 실제 세움터 적용을 위한 문제점 및 해결방안	
KBim Logic	■ 개발현황 및 문제점 - KBim Logic은 외부 웹서비스의 형태로, 세움터 탑재 시 세움터 프레임워크 적용이 필요 - 세움터 탑재 이후 지속적인 고도화를 통해 법규를 Rule로 변화하는 작업이 필요 ■ 기술적 해결방안 - 고시일에 따라 법해석이 달라지므로 고시일 기준의 Rule 이력의 관리가 필요 ■ 정책적 해결방안 - 법규의 개정이나 신규 추가 법규에 대한 법체처 시스템 모니터링을 통한 Rule 업데이트가 필요하며, 지속적인 유지관리가 되어야 함.
BIM 품질센터	■ 개발현황 및 문제점 - 세움터 외부의 비행정망에 설치되는 시스템으로 세움터에서 사용하는 행정망과의 통신서비스 장애가 발생함. ■ 기술적 해결방안 - BIM 품질센터에서 세움터로 데이터를 송출하는 것이 불가능하며, 현재 개발된 형태로 세움터가 품질센터에 별도의 정보를 요청하고 품질센터에서 송출하는 인증 결과 데이터를 활용하는 것이 가능할 것으로 보임 ■ 정책적 해결방안 - BIM 품질센터에서 승인된 IFC파일이 세움터에서도 품질인증을 통과할 수 있는 기준이 되는 지에 대한 여부를 국토교통부에서 검토할 필요가 있음
KBim Client 프로그램	■ 개발현황 및 문제점 - 개발된 성과물은 CS기반으로 세움터의 정책적 방향인 Web기반과 상이함 - 세움터의 BIM서버는 형상/속성정보를 DB에 저장하고, BIM 검토도구에는 필요한 정보를 Server에서 제공하는 API를 통해 제공하는데, 형상의 경우 IFC파일을 그대로 전달하지 않으며, 자체적인 데이터 형식을 지원함 ■ 기술적 해결방안 - 현재 KBim Assess를 실행하기 위해 Active X 방식이 아닌 URI방식을 사용 - 현재는 IFC파일을 그대로 KBim Assess 프로그램에 전달하고 있으며, BIM서버가 제공하는 형상/속성 데이터 제공방식으로 OpenAPI를 사용하여 제공하게 될 경우 이에 대한 프로그램 호환성 개발이 요구 됨. - 공개 데이터 형식을 정의하여 세움터 BIM Server와 연구사업의 결과 프로그램과 상호 개발이 진행되어야함. - KBim Submission의 경우 건축허가에 대해서만 적용되는 한계가 있으며, 세움터에 탑재될 경우 세움터 화면 수정이 이뤄질 때마나 KBim Submission도 수정되어 배포 되어야함 ■ 정책적 해결방안 - 세움터에 탑재하기 위해서는 연구성과물에 대한 국토교통부의 검토가 필요함 - 프로그램이 세움터에 탑재될 경우 해당 솔루션에 대한 유지보수를 포함하여 경쟁 입찰을 진행해야함 - 개별적인 세움터 유지보수를 신청할 것인지 여부는 국토교통부와 협의가 필요함

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	2. 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발
연구 성과	2-1. BIM설계도서 최적화 작성기준 개발
연구 기관	경북대학교 산학협력단

성과명	BIM 설계도서 작성 지침
개발 수준 및 성능	- 설계도서 최적화 기준 제시로 실무자의 불필요한 작업 방지 및 인허가 효율성 증가 - BIM 설계도서 최적화 기술 적용에 따른 인허가 절차 및 평가 기준의 신뢰성 제고 - BIM 설계도서 최적화 기술 적용에 따른 인허가 평가 지표 및 평가 방법의 객관성 확보
한계	- 인허가 단계에 국한되어 작성되었으므로 추후 실시설계 단계 등으로 확장이 필요 - 국내에서 대표적으로 사용되는 Revit과 ArchiCAD에 맞추어 작성되었으므로 추후 이외의 상용 BIM 프로그램으로 확장이 필요
실용화 가능성	- 건축 관련 법규, 행정 등의 전담 처리/관리부서 신설을 통한 민간사업 지원 대책 수립 - BIM 설계도서 최적화 기술에 대한 민간사업 기술 지원/교육 및 기술 개발 참여 기회 제공 - BIM 설계도서 최적화 기술 개선/개발한 우수 민간사업체에 대한 지원 - 건축인허가 자동화 및 세움터 적용 기술을 개선/개발한 우수 민간사업체에 대한 지원 - 기술이전 민간 중소기업에 대한 규제 완화 및 인센티브 지원
향후 연구에 필요한 내용	- 기존 국가표준의 통폐합 건의에 의한 단일화 및 활용 방안 제시 - BIM 설계도서 최적화 기술 개발의 타당성 및 필요성에 대한 실무자 교육을 통한 의식 전환 - BIM 설계도서 최적화 기준의 실무자 교육을 위한 세미나/워크숍 개최를 통한 관심 증대 - 정기적인 교육을 통한 실무자 의견 반영 및 피드백 실시로 최적화 기술의 품질 개선 - 정기적인 BIM 설계 기술 교육 및 자체 템플릿 개발 기술 교육을 통한 자립/자생 유도 - 컨설팅 및 교육자료 배포를 통한 정책적 중소 규모 설계 사무소 지원 방안 수립

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	2. 개방형BIM기반의 설계도서 최적화 기준 및 적용기술 개발
연구 성과	2-3. BIM기반 표준설계도서 추출 및 연동 프로그램 개발
연구 기관	(주)코스펙이노랩

성과명	IFC 모델에서 평면, 입면, 단면을 추출하는 KBim DGenerator개발
개발 수준 및 성능	- 평면도 추출 : ifcGrid 중심의 치수선 표기, 공간 객체 기반의 실 이름 및 면적 정보 제공 - 입면도 추출 : 네 방향의 입면도 자동 추출 - 단면도 추출 : 사용자 지정 단면선에 대한 단면도 추출 가능 2D 도면 dwg, pdf 출력 기능 : 도면형태의 출력 가능 3d pdf 출력 기능 : 3D 뷰에서 보여지는 모델을 3D pdf 파일로 출력 가능 - Append 기능 : 여러 개의 모델을 합쳐서 하나의 모델로 뷰잉 가능
한계	- 단면도는 사용자가 단면선을 작성하여야 함 2D 도면의 상세한 주석 요소 표현의 한계가 있음 (예: 대지 경계 관련 법규 검토선 등) - dwg, pdf 도면 출력 시 객체별 정보가 포함되지 않으며, 레이어 구분이 되지 않음
실용화 가능성	- 현재의 2D 도면추출 가능한 BIM 모델 뷰어로 실용화 가능 (현재 무상 배포 중) - 다양한 플러그인 프로그램의 개발을 통한 활용 범위 확대 (예: 개산견적 플러그인 개발 및 탑재, 시설물 관리용 플러그인 개발 및 탑재 등)
향후 연구에 필요한 내용	2D 도면 표현 요소 상세화 - BIM 협업을 위한 기능 강화 - 가상현실, 증강현실 시스템 연동 방안 마련 - IFC 4 지원 모듈 개발

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	3. 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발
연구 성과	3-1. 설계-엔지니어링 인허가 협업기준 및 정보교환 표준규격 개발
연구 기관	광운대학교 산학협력단

성과명	■ BIM기반 인허가 신청정보 교환 표준 규격
개발 수준 및 성능	■ 신축 건축물의 BIM을 활용한 인허가 신청을 위한 인허가 신청정보에 대한 BIM기반 정보교환 표준 규격을 국제표준파일포맷 (IFC2x3) 기반으로 하여 데이터 표준 규격을 제시 ■ 개방형 BIM기반의 인허가 신청 요구정보 유형별 생성 및 관리방안 구축
한계	■ 신축 건축물의 허가를 연구의 범위로 설정하여 연구를 진행하였기 때문에 모든 인허가 유형에 적용할 수 없음.
실용화 가능성	■ 설계 단계에서 설계자가 BIM 저작도구에서 인허가 신청정보를 입력·활용할 수 있는 방안을 제시하고 있음.
향후 연구에 필요한 내용	■ 신축건축물의 허가 이외의 주택인허가, 대수선 등으로 적용범위를 확대하고, 데이터 교환 표준 규격을 국가 표준, 설계기준 등으로 반영할 근거 마련이 필요함.

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	3. 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발
연구 성과	3-2. 개방형BIM기반 설계 협업지원 시스템 개발
연구 기관	서울대학교 산학협력단

성과명	■ 개방형 건설정보모델(BIM) 기반 설계협업 지원 시스템 (KBim Collaboration)
개발 수준 및 성능	■ 설계 협업 시, 프로젝트 정보 관리, 프로젝트 파일 관리, 설계 협업 의사소통 등의 다양한 기능을 하나의 웹기반 시스템에서 통합 지원하며, 이때 개방형 BIM 파일 형식 (IFC, BCF 등)의 활용을 지원함.
한계	■ 시스템 개발 시, 건축 설계단계 협업 의사소통에 초점을 맞추어 업무 분야 측면에서는 진도관리, 계약관리 등의 지원이 부족함. ■ 업무 단계 측면에서는 시공 및 유지관리 단계 협업 업무를 다루지 못함.
실용화 가능성	■ 설계단계 협업 분야 관련 실무자의 의견을 반영하여 필수 기능을 선별하여 시스템을 개발하였고, 다수의 테스트를 거쳐 의견을 수렴하고 시스템을 개선하였기에 실무에 적용이 가능하며 실용화가 가능함.
향후 연구에 필요한 내용	■ 건축 설계 회사에서 필요한 협업 이외의 업무 범위를 다루고, 단계 측면에서 시공 및 유지관리 단계의 협업 업무를 지원하기 위한 연구가 필요함. ■ 현재 웹 브라우저, 윈도우 기반 시스템에서 향후 스마트폰 등의 모바일 기기 등의 활용을 고려한 시스템 개발이 필요함. ■ 개방형 BIM의 적극적 활용과 통합적인 설계 업무 지원을 위해 KBim Assess, KBim Submission, KBim D-generator 등의 타 세부 성과물과의 긴밀한 연계를 위한 연구가 필요함.

과제명	건축물 설계품질 혁신을 위한 개방형BIM 기술 환경 구축
세부 목표	3. 건축설계단계의 설계-엔지니어링 인허가 통합연계 협업시스템 개발
연구 성과	3-3. 개방형BIM기반 인허가 요건검토 및 요구정보 자동입력 프로그램 개발
연구 기관	(주)코스펙이노랩

성과명	인허가 요건검토와 요구정보 자동입력을 위한 세움터 연동형 KBim Submission 프로그램
개발 수준 및 성능	- 세움터 제출용 정보 관리 : 세움터에서 요구되는 모든 정보 입력 및 관리 가능 (로그인 개인정보 제외) - 세움터 제출용 파일 생성 : KBim Collaboration과 연동하여 협업 중에 생성된 파일의 관리를 통한 제출용 파일 생성 가능 - BIM 모델 정보 추출 : IFC 모델에서 면적, 층 정보 등 추출 가능
한계	- IFC 모델에서 자동으로 추출될 수 있는 정보의 한계 - 연면적 정보를 모델에서 추출하고 있으나, 사용자가 면적산출을 위한 공간을 정확히 작성해야 함 - 세움터 시스템과의 연동의 한계 - 세움터가 행정망 내부의 시스템이므로 외부의 개인 PC에서 작동되는 프로그램과의 연동에 제약이 따름 - 실무자들로부터 제출 속도에 대한 의견을 많이 받았으나 세움터로 제출되는 속도의 향상은 어려움(행정망 내부 네트워크 상황 및 보안 등의 문제)
실용화 가능성	세움터와 연동되는 모듈이 실제 세움터 서버에 적용되면, 실용화 가능성 높음
향후 연구에 필요한 내용	- 개방형BIM 모델에서 추출할 수 있는 정보의 확대 - 분야별 작업자들이 세움터 제출용 정보를 각각 정보를 입력하고 통합될 수 있는 협업 환경 구축

제12장. 참고 문헌

1. 권오철, 조찬원, 조주원, “ 개방형BIM 데이터 품질관리 체계화 방법에 관한 연구” , 대한건축학회 논문집 제28권 제2호 (2012)
2. 강현구외 4, BIM특성을 반영한 정보분류체계 개발에 관한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, (2010)
3. 김가람, 유정호, 김인한, “ BIM기반 인허가 요구정보 생성 방안” , 한국CAD/CAM학회 논문집 제20권 제1호 (2015)
4. 김인한, 서종철, “ 시설물 관리를 위한 BIM: 유지관리 전략을 위한 설계” , 한국 CAD/CAM 학회지 P.10~P.12 (2011)
5. 김인한, 최종식, 김용하, “ 개방형BIM기반의 건축법규검토를 위한 법규유형화 및 적용방안” , 한국CAD/CAM학회 논문집 제19권 제3호 (2014)
6. 김현승, 문현석, 최광열, 김창학, 강인석, “ 건설프로젝트 생애주기 BIM 활용 기능도출 및 시스템 구축” , 한국건설관리학회 논문집 제13권 제2호 (2012)
7. 국토해양부, “ 건설정보분류체계 적용기준” , 국토해양부 공고 제 2009 - 781호, 2009. 8
8. 국토해양부, “ 건축분야 BIM 적용가이드” (2010)
9. 류현욱, 추승연, 류정림, 김준규, 김구택, “ BIM 기반 설계도서 추출을 위한 구조계산서 연동 보조 S/W 개발 및 개선방향에 관한 연구” , 대한건축학회논문집 제31권 제6호 (2015)
10. 박광호, “ 건축시공 전 단계에서 BIM을 활용한 설계오류 사전감지 효과에 관한 연구” , 연세대학교 공학대학원 박사학위논문 (2011)
11. 박서경, 이진국, 김인한, “ 서술부의 함수체계화를 통한 인허가관련 건축법규의 자동검토 응용 방안” , 한국CDE학회 논문집 제21권 제3호 (2016)
12. 박선미, 추승연, 류정림, 우승학, “ BIM기반 건축인허가 설계도서 작성을 위한 도면요구정보 표준제안 및 실효성에 관한 연구” , 대한건축학회지회연합회 제18권 제2호 (2016)
13. 송종관, 주기범, “ 초고층 빌딩 BIM 기반 유지관리시스템의 방재분야 정보요구정의서에 관한 연구” , Info DESIGN ISSUE31 Vol.10. No.6 (2011)
13. 유승은, 유정호, 김인한, 김가람, “ BIM기반 인허가신청 지원 시스템 개발” , 한국CAD/CAM학회 논문집 제20권 제2호 (2015)
14. 이진강, 이현수, 박문서, 김소연, “ BIM 기반 설계 협업 성과 평가를 위한 정량적 지표 선정” , 대한건축학회 논문집 제32권 제10호 (2016)
15. 이현수, 이진국, “ BIM기반 설계품질 자동검토 구현을 위한 건축법규 문장의 논리규칙 체계화 접근방법” , 한국디자인지식학회 제33권 제4호 (2015)
16. 조달청, “ 시설사업 BIM적용 기본지침서 v1.3” (2015)
17. 전용석, 송규만, “ 국내 대형 건축설계 사무소의 효율적인 디자인매니지먼트를 위한 BIM의 활용 분석 및 방안” , 대한건축학회 논문집 제27권 제9호 (2011)

18. 최준호, 김인한, “ 개방형 BIM기반의 건축인허가 적법성검토체계 구축을 위한 사전평가 프로세스 적용 방안에 관한 연구” , 대한건축학회논문집 제30권 제9호 (2014)
19. buildingSMART International 홈페이지, <http://buildingsmart.org>
20. Construction Industry Council(Hong Kong), “ Roadmap for BIM Strategic Implementation in Hong Kong’ s Construction Industry” (2014)
21. Contourcrafting 홈페이지, <http://www.contourcrafting.org>
22. Department of Infrastructure and regional Development(Australia), “ Productivity Commission Inquiry Report into Public Infrastructure” (2014)
23. Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development(Germany), “ BIM-Guide for Germany” (2013)
24. Gartner, “ Hype Cycle Special Report for 2015” , (2015)
25. General Services Administration Web Site (2015). "3D-4D Building Information Modeling." <<http://www.gsa.gov/portal/category/20988>> (2015.12.24.)
26. Gridlogics Technologies PVT LTD, “ 3D printing technology insight report” (2014)
27. GSA 홈페이지, https://sites.google.com/site/bimprinciple/in-the-news/gsabimguidefor_3dimaging, (2014)
28. H. Lee, J. Lee, S. Park, I. Kim, “ Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements” , Automation in Construction, 71, pp.49-61, (2016)
29. HM Government(UK), “ Construction 2025” (2013)
30. HM Government(UK), “ Digital Built Britain” (2013)
31. J. Choi, I. Kim, “ Development of an Open BIM-based Legality System for Building Administration Permission Services” , Journal of Asian Architecture and Building Engineering, Vol.14, No.3, pp.577-584, (2015)
32. J. Choi, I. Kim, J. Choi, “ Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings” , Automation in Construction, 46, pp.38-49, (2014)
33. Monolite UK 홈페이지, <http://www.d-shape.com>
34. Murphy, K., van Ginneken, B., Klein, S., Staring, M., de Hoop, B. J., Viergever, M. A., & Pluim, J. P. Semi-automatic construction of reference standards for evaluation of image registration. Medical Image Analysis, 15(1), 71-84. tial Information Sciences, Vol. 2, No.2, pp.31-34, (2011)
35. National Intelligence Council, “ Global Trends 2030 : Alternative Worlds” (2012)
36. NBS, NBS National BIM Report for manufacturers 2015, (2015)
37. NCHRP (USA), “ Guidelines for the Use of Mobile LIDAR in Transportation Application” , NCHRP Report 748 (2013)

38. Norwegian Ministries(Norway), “ Digitizing public sector services Norwegian eGovernment Program” (2012)
39. S. S. Lee and S. W. Kwon, “ A study on optimal laser scanning method for reverse engineering at interior remodeling project” , Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management, Vol.15, No.3, pp.3-11, (2014)
40. Senate Properties(Finland), “ Common BIM Requirements” (2012)
41. T. W. Kang, “ System Architecture for Effective Point Cloud-based Reverse Engineering of Architectural MEP Pipe Object” , Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.15, No.9, pp.5870-5876, (2014)
42. Tan Kee Wee, “ Singapore BIM RoadMap” , presented at buildingSMART Singapore Technical Summit (2015)
43. Technical University of Denmark, “ Interoperability between architectural BIM models and structural analysis software” (2012)
44. Truecan3D 홈페이지, <http://www.truescan3d.com>
45. US Department of Veterans Affairs Web Site (2015). “ VA’ s Building Information Lifecycle Vision” <<http://www.cfm.va.gov/til/bim/BIMGuide/>> (2015.12.25.)
46. USACE 홈페이지, http://www.army.mil/aps/08/information_papers/transform/Military_Construction_Transformation.html
47. Department for Business, Innovation and Skills (U.K.), “ A report for the Government Construction client Group, Building Information Modeling Working Party Strategy Paper” , 2011
48. IFCwiki, http://www.ifcwiki.org/index.php/IFC_Certified_Software/

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 도시건축연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

비매품

93540



9 791196 016203

ISBN 979-11-960162-0-3