제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 “고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS) 개발 ” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015. 07. 30.

주관연구기관명 : (주)신흥기계
주관연구책임자 : 나 강 식
연 구 원 : 장 수 철
” : 정 성 채
” : 최 윤 호
” : 천 정 우
” : 조 원 묵
” : 김 창 욱
” : 서 정 호
” : 정 광 택
” : 박 진 우
” : 권 승 안
” : 이 시 왕
” : 김 성 일
” : 윤 재 환
” : 최 원 기
” : 양 인 선
” : 한 준 희
” : 권 병 수
” : 최 덕 수

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>14PTSI-C063456-03</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2012.08.30. ~
2015.05.22</td><td>단 계 구 분</td><td>1/1</td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">교 통 물 류 연 구 사 업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>최 상 위
과 제 명</td><td colspan="4">고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS) 개발</td></tr>
<tr><td>단위
과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>나강식</td><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 19명
내부 : 19명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부: 2,566,000 천원
기업: 887,400 천원
계: 3,453,400 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">(주)신흥기계</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>330</td></tr>
<tr><td colspan="6">▪ Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어/운용 시스템 개발(시제품)
- 제어시스템 개발 : 제어구동 환경, 주행/승강 모듈, 상/하부 프레임, 위치인식 모듈, 모션제어 개발 및 장비 시험환경 구축(Test bed)
- 운용시스템 개발 : 장비 시험환경 Legacy 구축, RFID 기반 피킹존 시스템(DMS, PID, 피킹존 스테이션, RFID 처리오더 이력관리 모듈), 장비운용현황 모니터링 시스템 (싱글마스트용 ECS 모듈) 개발
- 싱글마스트 부품 규격의 표준 가이드라인 제작 및 성능 시험평가
▪ Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어/운용 시스템 개발(단위시작품)
- 제어시스템 개발 : 제어구동 환경, 승강 모듈, 상/하부 프레임, 이재장치 개발 및 시뮬레이션 검증
- 운용시스템 개발 : 비상전력 시스템 구축, 전력 사용량 관리 시스템 개발, 장비운용현황 모니터링 시스템(모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W) 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개
이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">듀얼 딥 스태커 크레인, 급가속형 소형 적재/반출 장비, 피킹 정보 추출기, 고속 물류장비, 듀오타입 화물처리 장치</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Double Deep Stacker Crane, High Acceleration/ Deceleration Mini-load, Picking Information Display, High-speed Material Handling Equipment, Duo-type Telescopic Loading Device</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제목

“고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS) 개발” 최종보고서

Ⅱ. 연구개발과제 개요

o 최종목표

- 국내·외 물류 장비 시장 경쟁력 강화를 목적으로 고성능 선진 기술의 보관 물류 장비를 개발

o 연구개발의 내용 및 범위

- Mini-Load AS/RS 싱글마스트 시제품 개발
- Mini-Load AS/RS 더블마스트 단위시작품 개발

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과(연구수행과정, 연구수행결과 등을 기술)

o 1차년도

- 국내외 제어/운용 시스템 시장·기술·특허 동향 분석
- 시스템 구조 상세 분석 및 설계
- 운용시스템 설계 및 구동환경 개발
- 장비 시험환경 구축(Test bed)

o 2차년도

- Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 요소기술 개발 및 시제품 제작
- Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 개발 및 테스트베드 구축
- 싱글마스트 및 시스템 규격의 표준 가이드라인 및 시험평가기술 개발

o 3차년도

- Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 요소기술 개발 및 단위시작품 제작
- Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발 및 테스트베드 구축
- 단위시작품 기능테스트 및 운용시스템 연동테스트

Ⅳ. 최종 연구성과 및 적용실적

o 연구개발 핵심 성과

- Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템(장비·장치)
- Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템(시스템)
- Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템(장비·장치)
- Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템(시스템)

o 적용 실적

- 2015년 4월 인도 업체(CEAT)와 더블마스트 미니로더 10식 납품계약 체결

Ⅴ. 연구목표 달성 및 효과

o 고속형 미니로더 분야 선진국 대비 기술 격차 해소

o 장비 및 관련 기술의 국산화로 인한 선진 물류장비 대체 효과와 국가 물류 경쟁력 제고

Ⅵ. 연구성과 활용계획

o 자체기술실시계약 체결

o 테스트베드 홍보를 통한 국내외 판매

SUMMARY

Ⅰ. Title

"High speed automated storage and retrieval system equipment development" final report

Ⅱ. Overview of the R&D project

o Final goal

- Developed high speed AS/RS(automated storage and retrieval system) to strengthen the market competitive in logistic automation equipments

o The contents and scope of this R&D project

- Development of single mast type 'Mini-Load AS/RS' for trial manufactured goods
- Development of double mast type 'Mini-Load AS/RS' for prototype

Ⅲ. R&D perform contents and result

o 1st period(for 9 months)

- Researched and analyzed trend of market·advanced technology·patent in domestic & foreign
- Designed Mini-Load AS/RS equipment and operating system configuration
- Set up the related system to develop operating system
- Constructed test bed for operating Mini-Load AS/RS(structure, electrical installation, legacy system, etc.)

o 2nd period(for 12 months)

- Developed single mast type 'Mini-Load AS/RS' for trial manufactured goods and element technology of electronic control system
- Developed operating system for single mast type 'Mini-Load AS/RS' and installed equipment at test bed
- Developed guide line those are product standard and test evaluation technology for single mast type 'Mini-Load AS/RS'

o 3rd period(for 8 months)

- Developed double mast type 'Mini-Load AS/RS' for prototype and element technology of electronic control system
- Developed operating system for double mast type 'Mini-Load AS/RS' and installed equipment at test bed
- Conducted functional test and integrated test with operating system

Ⅳ. Final results of this R&D and application actual result

o Core performance

- The single mast type 'Mini-Load AS/RS' equipment and electronic control system
- The operating system for single mast type 'Mini-Load AS/RS'
- The double mast type 'Mini-Load AS/RS' equipment and electronic control system
- The operating system for double mast type 'Mini-Load AS/RS'

o Application actual result

- Conclusion of a contract with CEAT(indian company) : 10 sets of double mast type 'Mini-Load AS/RS'

Ⅴ. Research objective achievement and effects

o Narrows a technology gap as compared with advanced country which has high speed Mini-Load development technology

o Improves national competitiveness in logistics and has national economic effect to substitute for foreign equipment

Ⅵ. A plan for practical use of research

o Sign of the technical implementation agreement

o Promote sales at home and foreign(with test bed and trial manufactured goods)

CONTENTS

Presentation letter ····· 1
Report summary ····· 2
Summary ····· 3
English summary ····· 5
English contents ····· 7
Contents ····· 8

Chapter 1 Preface ····· 11
Ⅰ Research objective and necessity ····· 11
1. Research objective and goal ····· 11
2. Research necessity ····· 13
Ⅱ Research scope and studied characteristics ····· 16
1. Research scope and studied characteristics ····· 16
Ⅲ Recent technology developments of the related field ····· 17
1. Analysis of related technology ····· 17
2. Analysis of major market in domestic and foreign ····· 17
3. Analysis of advanced new technology ····· 19
4. Result of survey and review ····· 19
Ⅳ Proportion by research developments results of the related field ····· 22
1. Excellence and differentiation of research ····· 22
2. Comparison of single mast Mini-Load and double mast Mini-Load ····· 22
3. Comparison of advanced Mini-Load AS/RS specification and developed Mini-Load specification ····· 23

Chapter 2 Research contents and results ····· 24
Ⅰ Research methodology ····· 24
1. Research methodology ····· 24
Ⅱ Research process and results ····· 27
1. Overview of research ····· 27
2. 1st period research ····· 28
3. 2nd period research ····· 97
4. 3rd period research ····· 164
Ⅲ Results and result verification methodology ····· 226

Chapter 3 Final research achievements and performance ····· 228
Ⅰ Final research results ····· 228
1. Core performance ····· 228
2. Load-map of performance ····· 231
3. Detail of core performance ····· 232
Ⅱ Application actual result ····· 248
1. Conclusion of contract : 10 sets of double mast Mini-Load AS/RS ····· 248
Ⅲ Market prospect of developed technology ····· 250
1. Competitiveness against advanced foreign products ····· 250
2. Analysis of clients and scale of a target market ····· 257
3. A market prediction and demand prediction in domestic and foreign ···· 290

Chapter 4 Research objectives and analysis ····· 299
Ⅰ Final objectives and achievements ····· 299
1. Final objectives and achievements ····· 299
2. TRL(Technology Readiness Level) ····· 300
Ⅱ Analysis of technical effects of research ····· 302
Ⅲ Analysis of economic effects of research ····· 304
1. Operation effect by automatic equipments and facilities ····· 304
2. Analysis of cost reduction and profit effectiveness ····· 306
3. Evaluating economic validity ····· 307

Chapter 5 A plan for practical use of research and necessity of additional research ····· 316
Ⅰ Study on methods for utilization of research outputs ····· 316
1. Plan of technical implementation agreement and sales ····· 316

References ····· 321
Appendices ····· 322
Performance check list ····· 328

목 차

제출문 ····· 1
보고서 요약서 ····· 2
요약문 ····· 3
영문 요약문 ····· 5
영문 목차 ····· 7
목차 ····· 8

제1장 연구개발과제 개요 ····· 11
제1절 연구개발의 목적 및 필요성 ····· 11
1. 연구개발의 목표 ····· 11
2. 연구개발의 필요성 ····· 13
제2절 연구개발의 범위 및 특징 ····· 16
1. 연구개발의 범위 및 특징 ····· 16
제3절 관련분야의 국내외 기술개발 현황 ····· 17
1. 관련 기술 별 분석 ····· 17
2. 국내외 주요 시장 별 분석 ····· 17
3. 부상 기술 분석 ····· 19
4. 국내 연구개발과제 조사 및 검토 결과 ····· 19
제4절 연구개발결과가 관련분야에서 차지하는 위치 ····· 22
1. 연구개발결과의 우수성 및 차별성 ····· 22
2. 싱글마스트 미니로더와 더블마스트 미니로더의 특장점 비교 ····· 22
3. 연구개발결과와 해외 최고 사양 미니로더의 사양 비교 ····· 23

제2장 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 24
제1절 연구수행 전략 및 방법론 ····· 24
1. 연구수행 전략 및 방법론 ····· 24
제2절 연구수행과정 및 내용 ····· 27
1. 전체 연구목표 및 내용 요약 ····· 27
2. 1차년도 연구개발 내용 ····· 28
3. 2차년도 연구개발 내용 ····· 97
4. 3차년도 연구개발 내용 ····· 164
제3절 연구수행결과 및 결과의 검증 방법 ····· 226

제3장 최종 연구성과 및 적용실적 ····· 228
제1절 최종 연구성과 ····· 228
1. 연구개발 핵심성과 ····· 228
2. 성과로드맵 ····· 231
3. 핵심성과 상세 설명 ····· 232
제2절 적용실적 ····· 248
1. Mini-Load AS/RS 더블마스트 10식 판매 ····· 248
제3절 기술개발 성과의 국내외 시장 전망 ····· 250
1. 해외제품과의 경쟁력 수준 ····· 250
2. 수요자의 유형 및 타겟 시장 규모 분석 ····· 257
3. 국내외 미래 시장 규모 및 수요 예측 ····· 290

제4장 연구목표 달성 및 효과 ····· 299
제1절 연구개발 최종목표 달성도 ····· 299
1. 연구개발 최종목표 달성도 ····· 299
2. TRL(Technology Readiness Level) ····· 300
제2절 연구개발 성과의 기술적 효과분석 ····· 302
제3절 연구개발 성과의 경제적 효과분석 ····· 304
1. 자동화시스템 구축에 따른 운영효과 ····· 304
2. 비용효과 분석 ····· 306
3. 경제적 타당성 검토 ····· 307

제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성 ····· 316
제1절 연구성과 향후 활용방안 ····· 316
1. 기술실시 계획 및 판매 계획 ····· 316

참고 문헌 ····· 321
부록 ····· 323
성과점검 기준표 ····· 328

제1장 연구개발과제 개요

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목표



<연구개발 최종 목표>

o 고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load) 개발 과제는 국내·외 물류 장비 시장 경쟁력 강화를 목적으로 고성능 선진 기술의 국산화 개발 연구를 수행함

o 고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load) 개발 과제의 목표는 높은 시장 경쟁력을 확보하기 위한 고성능 보관 물류 장비를 개발하는 것임

- 본 과제에서는 물류 시설/장비 중 보관 장비의 개선 요구사항을 “물류 생산성” 및 “적재 효율성”과 관련하여 다음과 같이 정의하였음

개선 요구 사항	설명	비고
물동량 처리량 향상	보관 화물의 신속한 적재/반출을 위한 고속 성능 개선	
보관량 증대	보관 화물의 적재량 향상을 위한 적재/반출 방식 및 보관 방식 개선	

<물류 장비 개선 요구 사항>

- 고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS)는 개선 요구사항을 반영하여 다음의 개발 지표들을 정의하고 이를 만족시키기 위한 기술들의 개발을 세부 목표로 설정함

개발 지표	지표 설명	연구 개요	비고
시간당 최대 처리량 향상	스태커 크레인 방식의 기존 물류 장비들과 대비 높은 단위 시간당 처리량 확보	고속 주행 및 승강 장치와 부대 장치의 개발 및 적용	
체적 대비 보관량 향상	기존 보관 장비 대비 동일 면적당 화물 적재량 증대	화물 이재 방식의 개선(더블딥 슬라이딩, 랙 구조 개선 등)	
원가 절감	랙 등 부대 시설의 설비비용 및 제조 공정비용 감소	장치 및 설비 제조 방식 개선	

<고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS) 개발 과제의 상위 지표>

- 본 과제에서의 고성능 보관 물류 장비는 성능개선 및 자동화 전략을 통하여 다음과 같은 국내 고속 자동 적재/반출 장비의 문제점을 해결함
  ① 저조한 물류장비 성능
  ② 다품종 소량화물에 적합한 물류장비의 부재
  ③ 보관설비의 자동화 미비
  ④ 국외 물류장비에 대한 과다한 의존

o 고속 자동 적재/반출 기술의 국산화를 통하여 국내 창고자동화 물류장비시장을 선점하고, 국외 고속 자동화 장비를 대체함
- 요소기술의 국산화를 위하여 해외 핵심 요소기술을 분석하고 동일 기술 또는 고객의 수요에 따라 개선된 기술을 개발하는 것을 목표로 함

o 관련 물류장비의 기술경쟁력을 확보하여, 해외 시장으로의 진출을 꾀함
- 세계 최고 수준과 동등한 기술력을 확보하고, 이를 통하여 해외 물류장비시장으로 진출하기 위한 발판을 마련함
- 경쟁력 확보가 가능한 특화기능 (RFID, Picking Information Display, Device Management System, 모바일 현황 리포팅 S/W, 전력량 모니터링, 설비 구조 경량화 및 내구성 강화 등)을 추가하여 물류자동화장비 시장에서의 국가 브랜드를 향상시킴

2. 연구개발의 필요성

배경

- **외산 기술에 대한 높은 의존도 :**
  - ■ 물류장비 주요 부품 모듈들의 높은 수입 의존도
  - ■ 고속 자동 적재/반출 장비의 대부분을 외산에 의존
- **물류장비 연구개발에 대한 투자 부족 :**
  - ■ 많은 초기 투자 비용이 필요한 물류장비 개발분야
  - ■ 국내 물류장비 산업 규모로는 투자비용을 부담하기 힘든 실정
- **외산 기술의 높은 성능 :**
  - ■ 고속형, 에너지 절감형 기술은 물론 유지보수의 효율까지 감안한 물류장비 제조기술을 보유하고 있는 외산 기술력
- **Mini-Load AS/RS 에 대한 표준 부재 :**
  - ■ 중형 이상의 Stacker Crane장비 등에 대한 인증제도만 존재

항목		Mini-Load AS/RS	비고
시장동향	시장측면	- 소량의 다품종 제품을 다 빈도로 배송하는 온라인 매장이 성장할 전망임 - 도심형 물류센터가 증가할 전망임	국내외 시장동향 분석결론
	수요자측면	- 수작업에 의존하는 물류 작업현장 개선 시 활용 요구가 증가하고 있으나 초기 투자비용에 부담을 가짐	
기술동향	국내	- 국가물류R&D 진행 중(세계 최고 사양)	국내외 기술동향 분석 결론
	국외	- 고속 피킹 지원 가능하며, 보관 적재량 증대를 위한 요소기술 개발 중임 - 에너지 저감, 안정적 제어, 저온창고 운영 등 특화 기술들이 개발 중임	
연구동향		- 오더 피킹 처리 시간 - 미니로더 이동경로 - 사전 연구 등 다양하고 집중적인 연구가 진행 중임	학계서적 및 논문조사 결론

필요성

- **국가 지원을 통한 선진 물류 장비 기술의 국산화**
  - ■ 국내 중소 물류 업체들에 대한 선진 물류 장비 보급을 통한 성장 동력 확보
- **외산 기술에 대응하는 고성능 물류장비 제조 기술력 확보**
  - ■ 국내 물류장비 업체들의 기술력 확보 및 글로벌 경쟁력 확보를 통한 해외 진출 장려
- **다양한 물류 장비 기술에 대한 국내 표준 가이드라인 마련**
  - ■ 선진 기술 사용 및 제작 기반 마련을 통한 국내 물류 장비 산업 활성화

<연구개발의 배경 및 필요성>

o 시장에서의 환경변화로 인하여 다품종 소량화물이 취급되는 경우가 증가하고 있으며, 따라서 화물처리 과정에서 다양성과 신속성이 요구되고 있음

- 소비자의 요구사항이 다양해지고, 시장에서의 제품수명주기가 짧아짐에 따라 다품종 소량화물이 취급되는 경우가 빈번해지고 있음
- 기존의 단순하고 획일화된 화물처리 기능에서 벗어나, 유연한 대응과 신속한 처리가 가능하며 화물 처리 서비스의 고도화, 비용 절감을 위한 화물취급기술 및 장비 개발이 필요함

o 화물처리패턴의 변화와 국내물류산업의 발전 상황을 고려해 볼 때 고속 자동 적재/반출 장비에 대한 수요는 증가할 것으로 예상됨

- 고속 자동 적재/반출 장비는 다품종, 소량, 다빈도 화물처리를 효율적으로, 신속하게 처리할 수 있는 물류장비임

o 이와 같은 상황 변화에 효율적으로 대응하기 위해서는 다품종, 소량, 경량화물에 초점이 맞추어진 연구 및 개발이 필요함

- 중량화물 처리 기술에 많은 투자가 이루어졌으나, 이와 같은 기술들은 정밀

하고 신속한 처리가 요구되는 경량화물 분야에 적합하지 않음

- 국가적 차원에서 지원이 활발하게 이루어진 항만에서의 중량화물처리 자동화 분야에 비해서, 물류센터에서의 경량화물처리 자동화 분야에 대한 지원은 미비한 실정임

o 국내 물류장비 산업규모와 연구 인프라를 고려해 볼 때, 국가가 지원하고 선도하는 연구개발사업이 필요함

- 물류장비의 경우 연구개발에 있어서 많은 초기 투자비용이 요구되는 분야임
- 국내 물류장비 산업규모로는 해당 투자비용을 부담하기 힘든 실정임

o 국내 기술의 한계로 인하여 관련 물류장비들의 수급은 대부분 해외로부터의 수입에 의존하고 있는 상황임

- 다품종, 소량, 경량, 다빈도 화물작업에 적합한 고속 자동 적재/반출 장비의 경우 90% 이상을 외산에 의존하고 있음
- 물류장비 주요 부품 모듈들의 수입의존도 또한 상당히 높음

o 고속형, 에너지 저감형 기술을 보유하고 있음은 물론 유지보수의 효율까지 감안하는 외산 기술력을 고려해 볼 때, 수입 의존도는 쉽게 낮아지지 않을 것으로 예상됨

- 선진국에 비하여 아직까지는 국내 장비제조기술이 미약한 실정이며, 따라서 국산 장비만으로는 이와 같은 수요에 효과적으로 대응하지 못하고 있음
- 국가 차원에서의 연구지원을 통하여 관련 장비 및 부품들의 국산화와 차별화된 기술 경쟁력 확보 등을 기대할 수 있음

o 장기적인 관점에서 관련 기술과 장비의 국산화는 필수적이며, 이를 위해서는 지속적인 연구와 개발이 필요함

- 국가가 선도하는 연구개발사업을 통하여 선진물류장비 기술의 국산화를 지원함
- 외산 기술에 대응하는 고성능 물류장비 제조 기술력을 확보함
- 앞선 기술력 확보를 통하여 글로벌 경쟁력을 확보한 국내 물류장비업체들의 해외진출을 기대할 수 있음

o 현재 고속 자동 적재/반출 장비에 대한 표준이 존재하지 않으며, 향후 물류장비산업의 활성화를 위해서는 이와 관련된 국내표준 및 기준이 마련되어야 함

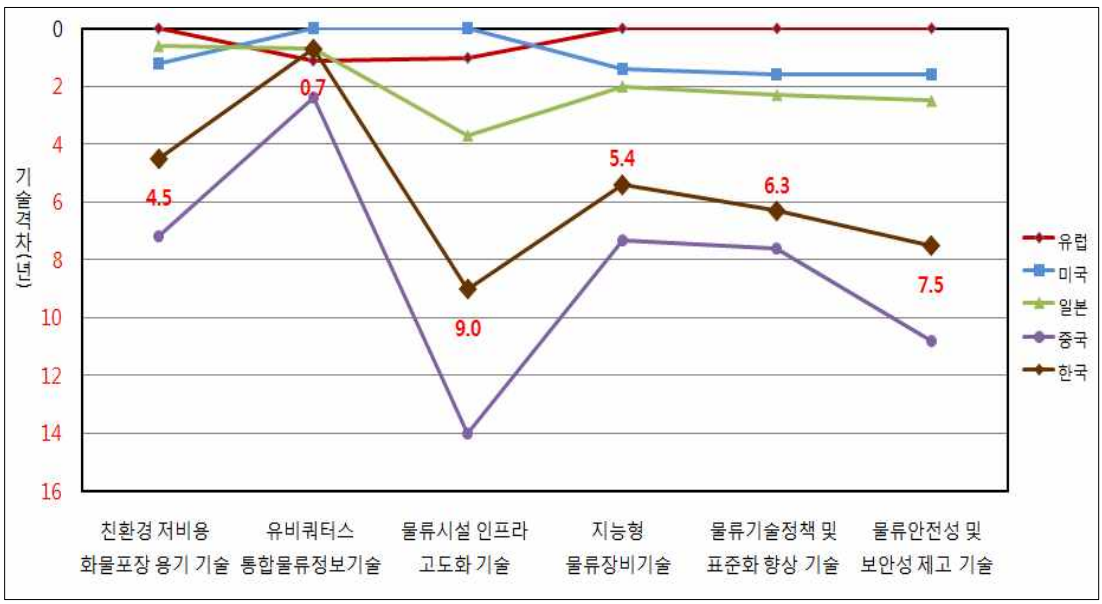
- 현재 국내에는 중형 이상의 스태커 크레인 장비 등에 대한 표준만이 존재함

- 연구 개발된 선진기술의 원활한 활용과 관련 장비의 제작기반 마련을 위해서는 표준 및 기준에 대한 논의가 필요함

o 점차 고층화 및 자동화되고 있는 물류시설에 적합하고 국내 물류환경에 맞는 첨단화된 수직, 수평 이송장비의 핵심기술 개발의 필요성이 증대되고 있는 실태이지만, 선진국 기술 대비 국내 장비제조기술 개발 미약과 관련 연구인력의 부족으로 주로 수입에 의존하고 있는 상황이므로, 물류장비의 국산화 생산으로 신속한 경쟁력 확보가 시급함

o 단순히 자동화 장비 개발기술만이 아닌 물류 자동화시스템의 기술력이 곧 물류 창고 전체의 효율을 극대화 시킬 수 있으며, 제어시스템(장비)과 운용시스템(S/W)이 함께 융합된 시스템을 개발하고 그 기술력을 확보해야 함

- 유럽 선진 기업들은 사용자의 편의성을 강조하는 일본의 기업들과는 달리 장비의 효율성과 운영 소프트웨어의 통합화, 자체 운영 소프트웨어 개발 등 장비 자체의 성능과 기존 물류시스템 내 연계성을 중요시 하는 경향을 보이고 있음

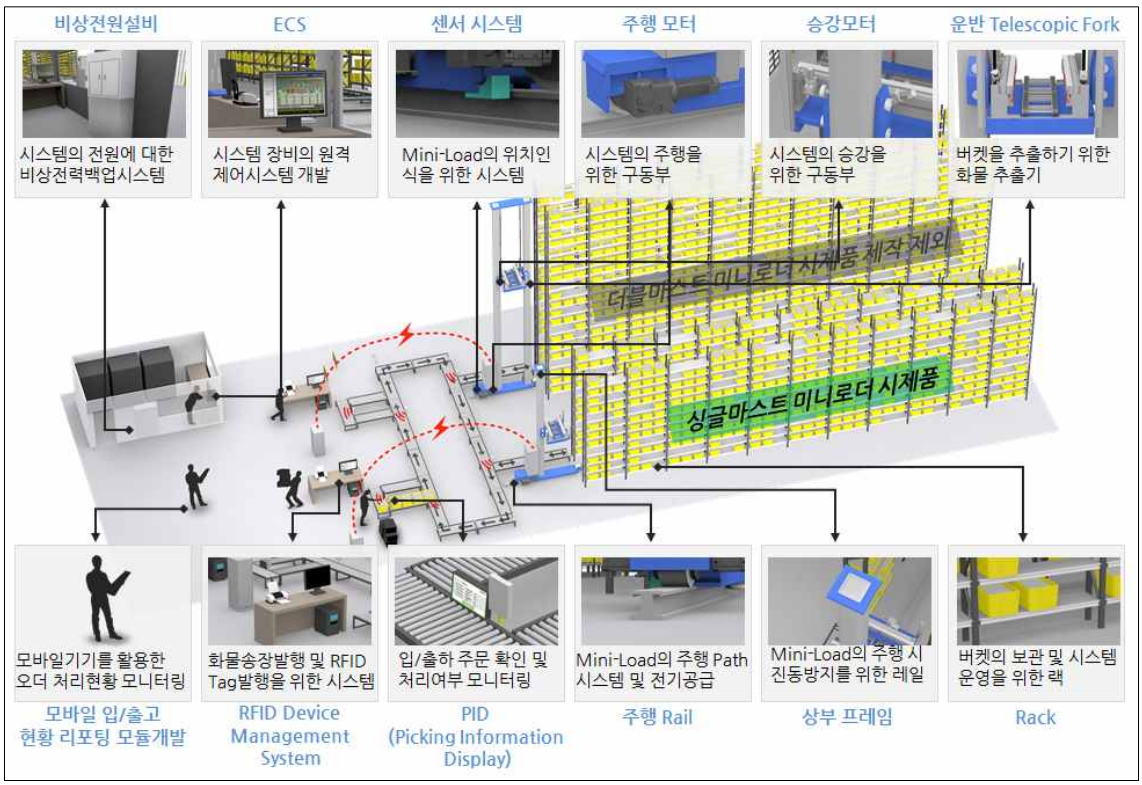


<첨단 물류기술 분야 기술격차>

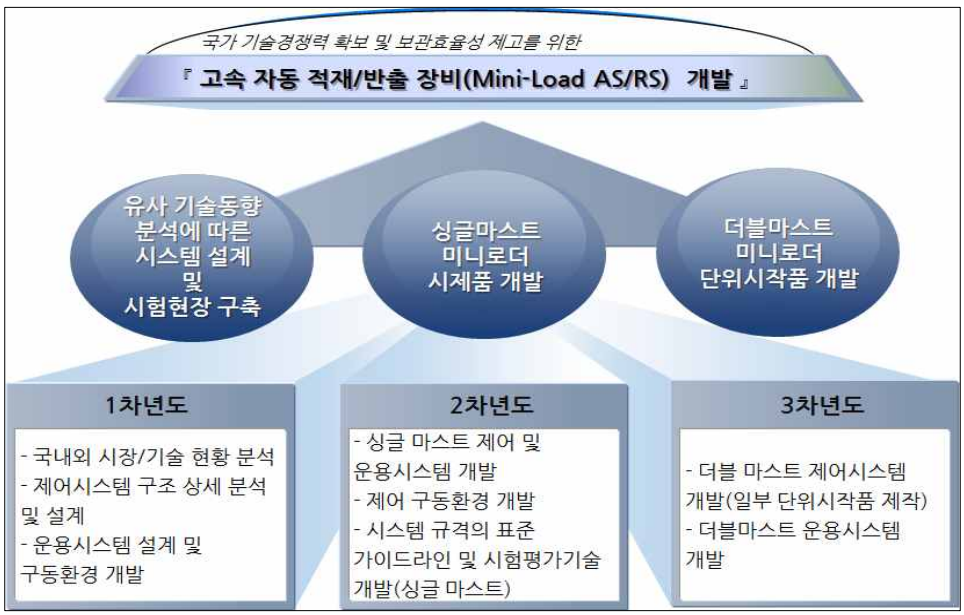
자료출처 : 한국과학기술평가원 국가R&D 기술산업 정보서비스(NTIS)

제2절 연구개발의 범위 및 특징

1. 연구개발의 범위 및 특징



<주요 연구개발 범위>



<연차별 개발 목표 및 주요 내용>

제3절 관련분야의 국내외 기술개발 현황

1. 관련 기술 별 분석

o 기술개발의 경우 설계단계에서부터 특허 출원이 되므로, 특허출원 동향을 중심으로 기술개발 현황에 대해 분석함

o Mini-Load 분야의 기술을 분류해보면 다음의 4개로 구분할 수 있으며, 최근 이들의 특허출원 건수가 증대되고 있음

- 차량구조기술
- 구동제어기술
- 자동창고 시스템/인프라 기술
- 경량화/안정성 기술

o 출원 건수의 추이를 살펴보면 차량구조 기술이 가장 큰 비중을 차지하고 있음

- 차량구조 기술의 출원 건수는 90년대 이후로 감소 추세를 그려왔으나, 최근에 다시 증가하는 것으로 분석됨

o 차량구조 기술 다음으로는 구동/제어 기술이 다수 출원되었는데, 타 기술에 비하여 변동성이 큰 것으로 나타남

o 자동창고 시스템/인프라 기술은 90년대 초에 활발히 연구 개발되었으나, 90년대 중반 이후 급격한 침체기를 겪은 후 회복세를 보임

o 경량화 또는 안정성과 관련된 특허는 출원비중이 4개 기술 분야 중 가장 낮으나 출원이 증대되고 있음

- 최근의 기술 이슈는 에너지 및 비용 절감과 효율성 향상이라는 점을 고려할 때 수치가 낮다고 하여 시장성이 없다고 판단하기는 이르다고 사료됨

2. 국내외 주요 시장 별 분석

o 주요 시장국의 기술 별 특허출원 현황을 살펴보면 일본의 특허활동이 가장 활발함을 알 수 있으며, 4가지 기술 분야 모두에서 일본이 기술을 선도하고 있는 것으로 파악됨

- 자동창고 시스템/인프라 기술의 경우 일본에서는 정체된 모습을 보이고 있으나, 전 세계적으로는 출원이 증가하고 있는 것으로 파악됨

- 차량구조 기술은 유럽을 제외한 한국 및 미국, 일본에서 최근 출원이 증대되고 있는 것으로 파악됨
- 구동/제어 기술과 경량화/안정성 기술은 한국과 일본에서 최근 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 파악됨

가. 한국 시장

o 한국에 출원된 Mini-Load 분야의 기술을 살펴보면, 90년대 초반에는 자동창고 시스템/인프라 기술과 구동/제어 기술이 다수 출원되었으나, 2000년대를 넘어오며 차량구조 기술에 대한 특허가 활발히 출원된 것으로 나타남

o 이와 더불어 경량화 또는 안정성 기술에 대한 연구개발이 2000년을 전후와 최근에 집중적으로 이루어지고 있으며, 최근에는 자동창고 시스템/인프라에 대한 연구개발도 다시 이루어지는 것으로 파악됨

o 한국의 구간별 출원동향을 살펴보면, 최근 2007~10년 사이에 Mini-Load와 관련한 기술들이 모두 활발히 연구개발 중인 것으로 분석됨
- 그 중에서 가장 높은 비중을 차지하는 것은 차량구조 기술로 나타남

나. 미국 시장

o 미국에 출원된 Mini-Load 관련 기술은 차량구조와 구동/제어 기술이 대부분을 이루고 있는 것으로 분석됨

o 90년대 초반에는 차량구조 기술에 대한 출원이 활발하였으나, 2000년대를 접어들면서 출원 건수가 감소되었음

o 한편 구동/제어 기술에 대한 특허는 2000년대에 들어서며 큰 폭의 성장을 이루며 활발히 연구개발된 것으로 나타남

다. 일본 시장

o 일본의 출원동향을 살펴보면, 한국과 달리 차량구조 기술에 대한 특허가 계속하여 감소되다가 최근에 다시 회복하는 모습을 보이는 점이 특징임
- 그러나 차량구조기술에 대한 출원비중이 4개 기술 분야 중에서 가장 높은 것은 여전함

o 자동창고 시스템/인프라 기술은 지난 20년간 20~30%의 비중을 꾸준히 유지하며 연구 개발되고 있음

o 구동/제어 기술은 이와 반대로 2000년 전후로 큰 침체기를 겪은 이후 최근 회복세를 나타냄

o 경량화 또는 안정성 관련 기술은 비중이 가장 낮긴 하나 최근 출원 건수와

출원비중 모두 증대되고 있는 것이 특징임

라. 유럽 시장

o 유럽의 Mini-Load 관련 특허는 대부분이 구동/제어 기술인 것으로 나타나며, 90년대 중후반에 차량구조 기술에 대한 연구개발이 이루어진 것으로 분석됨

3. 부상 기술 분석

o Mini-Load 분야의 부상기술을 분석한 결과, 차량구조 기술과 경량화/안정성 기술이 최근 연구개발이 활발하며 출원이 집중된 것으로 나타남

- 차량구조 기술은 Mini-Load 관련 기술 중 가장 많은 특허가 출원된 분야로서, 최근까지도 연구개발이 활발한 것으로 나타남
- 다만, 경량화/안정성 기술은 최근에 에너지 저감과 비용 절감, 효율성 향상 등의 기술적, 시장적 요구와 맞물려 출원이 부상하고 있는 것으로 분석됨

o 일본을 선두로 다수의 특허가 출원되어 특허망이 형성된 차량구조 기술에 대한 특허 확보보다는 경량화/안정성 관련 기술을 보다 집중적으로 연구 개발하여 시장을 개척하고 선점해 나가는 것이 바람직할 것으로 사료됨

4. 국내 연구개발과제 조사 및 검토 결과

o 2000년 이후 정부에서 추진한 물류장비 및 물류 통합시스템 관련 연구개발 사업을 정리하면, 각 부처에서 총 16건의 기획연구 및 개발 사업을 추진하였거나 추진 중인 것으로 파악되며 구체적 사업 목록은 다음 표와 같음

o 과제 검토 결과 기존의 과제와 본 과제 사이에 중복성이 없음을 확인하였음

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
1	AGV 제품개발	중소기업청	2007.12~2008.8	- 수입기술 대체를 위한 루프형 AGV(무인대차)의 개발	보관, 시설, 장비
2	공간정보 역추적기법에 의한 자동반송 장치(AGV)의 개발	중소기업청	2003.1 ~	- 자동화된 무인화 공장의 생산라인에서 장애물을 검출하면서 원자재 및 가공된 제품과 부품의 효율적인 운반에 적용	보관, 시설, 장비

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
3	에너지 절약형 저온창고 개발	중소기업청	2007.12~2008.11	- 표준화된 에너지 절약형 저온저장고 개발 및 기술 보급과 생산성 향상, 기술확보	보관, 장비
4	무인 자동창고 제어 모듈 개발	중소기업청	2007.7 ~ 2007.12	- 무인 자동창고 제어시스템의 제어반을 간소화시키며, 표준화된 범용적인 인쇄회로기판 및 회로 제작	보관, 장비
5	RFID를 이용한 WMS 개발	중소기업청	2006.7 ~	- 주문관리, 출하관리, 재고관리, 반품관리, 배차관리, 보고서 작성 및 분석 과 관련한 시스템	보관,SW
6	창고관리시스템 개발	중소기업청	2004.1 ~	- 창고관리 업무분석 및 웹 연동을 고려한 데이터베이스 설계를 통하여 창고관리 시스템 개발	보관,SW
7	RFID를 이용한 WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM 구현	중소기업청	2006.7 ~	-900MHz 고정형 Reader에서 물품의 자동 입.출고 활용을 위한Ethernet API 개발 -900MHz 핸드헬드에서 물품정보 파악용 API및 응용 Module 개발 -RFID를 활용한 WMS 시범사례 구축	보관,SW
8	실시간 물류정보를 이용한 중소형 3PL 물류최적화 정보시스템 개발	산업자원부	2005.5 ~	-중소형 3자물류업체들이 저렴한 비용으로 사용가능한 실시간 물류정보를 이용하여 최적화된 WMS/TMS 통합 물류정보시스템 개발	보관,SW
9	생산기업의 유비쿼터스 지능형 창고 관리시스템 개발	중소기업청	2007.7~2008.2	- 생산기업의 창고관리를 유비쿼터스 기술을 이용하여 효율적으로 수행할 수 있는 기술을 개발 - 전통적인 창고관리시스템 기능을 보유하면서 RFID기술로 창고관리의 효율성을 극대화	보관,SW
10	창고관리 자동화 패키지를 이용한 실시간 시뮬레이터 개발	중소기업청	2002.1 ~	- 국산 창고관리 시뮬레이터의 개발	보관,SW
11	물류자동화 및 분류시스템을 위한 위치영역감지 바코드스캐너 개발	과학기술부	2003.1 ~	- 물류의 자동구분 처리와 동시에 기록관리 대상 정보를 획득하기 위한 기반과 물류의 부피 정보를 산출하기 위한 기반 기술	보관, 시설,SW

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
12	양파의 산지물류비 절감을 위한 자동 저장고입고시스템 개발	농림부	2007 ~ 2008	- 양파의 산지 물류비절감을 위한자동 저장고 입고시스템개발 - 밸트컨베이어 개발	보관,하역/포장,장비, SW
13	차세대 LCD Cassette 이송 시스템 개발	중소기업청	2004	- Actuator,하중 1,000kg 대응 unit	보관, 장비
14	POSCO 2연주 T4 Crane 무인 창고 제어시스템 개발	중소기업청	2007	- Overhead-crane(천정크레인) 및 차량,trasfercar(대차), RollerTable 등 다양한 설비의 이동 및 작업간섭을 고려한 크레인 무인 창고 제어시스템(하드웨어,소프트웨어)	보관,하역/포장,장비
15	BLDC를 적용한 물류자동화 System 개발	중소기업청	2005	- AGV, 물류자동화(BLDC)	보관,하역/포장,장비
16	특수환경 Field navigation/ Localization 기술 연구센터	지식경제부	2009 ~ 2013	- 특수환경 Field navigation/ Localization 기술 연구센터	하역/포장, 장비

<물류장비 및 물류통합시스템 연구개발 사업>

제4절 연구개발결과가 관련분야에서 차지하는 위치

1. 연구개발결과의 우수성 및 차별성



<미니로더 시제품의 우수성 및 차별성>

2. 싱글마스트 미니로더와 더블마스트 미니로더의 특장점 비교

항목	싱글마스트	더블마스트
시제품 환경	주행 길이 20m, 높이 6m	주행 없음, 높이 10m (주행 길이 20m, 높이 20m로 설정하여 시뮬레이션 분석으로 설계 검증함)
주행 속도	5 m/s	5 m/s
주행 가감속	4 m/s^2	4 m/s^2
승강 속도	2 m/s	3 m/s
승강 가감속	4 m/s^2	4 m/s^2

항목	싱글마스트	더블마스트
적재중량	50kg * 2ea	50kg * 2ea
권장 높이	최대 높이 10m 이하	최소 10m 이상 ~ 25m 이하
적용 환경	기존 창고 건물에도 설치 가능	신축 건물에 설치 권장
	출고라인뿐만 아니라 기존 공정 라인 중간에도 구축 가능	출고라인에 구축 권장 싱글마스트 보다 훨씬 많은 다품종 물품을 보관하고자 할 때 권장
구축 비용	더블마스트 대비 70%수준	

3. 연구개발결과와 해외 최고 사양 미니로더의 사양 비교

o 본 연구개발결과인 미니로더는 더블딥 방식 중 세계 최고 사양임

항목	Interlake Mecalux	Swisslog		Murata	TGW	SMC	
국적	스페인	스위스		일본	오스트리아	대한민국	
제품명	Mini-Load	Mini-Load	Mini-Load	FX-Quad (더블 마스트)	Booster	Mini-Load 싱글 마스트	Mini-Load 더블 마스트
이재 방식	싱글	**더블딥**	싱글	트윈	싱글	**더블딥**	**더블딥**
적재 중량	max 50kg	max 50kg	max 120kg	**max 50kg* 4ea**	max 60kg	50kg* 2ea	50kg* 2ea
승강 속도	max 1.2m/s	max 1.2m/s	**max 3m/s**	**max 3m/s**	max 2m/s	2m/s	**3m/s**
승강 가감속	max 1.2m/s²	max 1.2m/s²	max 3m/s²	max 3m/s²	max 3m/s²	**4m/s²**	**4m/s²**
주행 속도	max 3m/s	max 3m/s	**max 6m/s**	max 5m/s	max 5m/s	5m/s	5m/s
주행 가감속	max 1.2m/s²	max 1.2m/s²	**max 5m/s²**	max 3m/s²	max 2m/s²	**4m/s²**	**4m/s²**
높이	max 10m	max 8m	max 7~20m	7m	max 5m	10m	20m

<국외 물류기기 제조업체와 미니로더 사양 비교>

제2장 연구개발 수행 내용 및 결과

제1절 연구수행 전략 및 방법론

1. 연구수행 전략 및 방법론

가. 1차년도

연구범위	연구수행방법 (이론적・실험적 접근 방법)
국내외 제어/운용 시스템 시장/기술/특허 동향 분석	▪ AGV, Shuttle 등 일체형 수직/수평 이송장비의 시장/기술 동향 및 특허 동향을 조사하고 분석을 수행 ▪ 외부 컨설팅 전문가 및 외부 전문기관의 자문을 통한 검증
시스템 구조 상세 분석 및 설계	▪ 시뮬레이션 전문 툴을 사용하여 구조 및 동작 메커니즘을 분석하여 기본 장비 구성도 및 전체 Layout 도식화 ▪ 외부 전문가 자문을 통하여 안정성과 보완사항 도출 후 보강
운용시스템 설계 및 구동환경 개발	▪ 기존 시스템 분석을 통해 하드웨어 동작 및 운영 메커니즘과 연계되는 소프트웨어 운영기능 분석 프로세스를 도출하여 CBD방법론에 따른 유스케이스를 정의하고 설계함 ▪ 사전 테스트를 위한 장비 시험환경 Legacy 시스템을 구축하고, WMS/Legacy 인터페이스 모듈, RFID 피킹존 전용 DMS, PID를 개발하여 기능별 연동 테스트 수행 및 보완
장비 시험환경 설비 구축	▪ (주)신흥기계 충주공장 대지를 자체적으로 지원하여 해당 시청에 건축허가를 승인받아 Mini-Load 장비 시험환경 설비를 구축하고 전문기관에 구조안전 및 내진 설계확인서를 승인 받음

나. 2차년도

연구범위	연구수행방법 (이론적 · 실험적 접근 방법)
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 요소기술 개발 및 시제품 제작	▪ 전년도에 시뮬레이션 전문툴로 구조 및 동역학(동작 메커니즘) 분석 후 설계 완료한 내용들을 당해연도 시제품을 제작하고 테스트하며 설계를 보완 ▪ 시제품에 대한 테스트를 수행하고 요구 성능 달성 및 안전성 점검 ▪ 외부 전문가 자문을 통해 안전성과 보완사항 도출 후 보강
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 개발 및 테스트베드 구축	▪ 싱글마스트 운용시스템 소프트웨어(싱글마스트용 ECS 모듈, 피킹존 시스템, PID 시제품, RFID 처리오더 이력관리 모듈)를 개발하여 전년도에 개발한 운용시스템 소프트웨어와 테스트베드를 구축하고, 싱글마스트 제어시스템과 연동하여 시제품 테스트 수행 ▪ 외부 전문가 자문을 통해 보완사항 도출 후 보강
싱글마스트 및 시스템 규격의 표준 가이드라인 및 시험평가기술 개발	▪ 싱글마스트 미니로더의 현장 시험을 통해 설계/개발 내용을 검증하고 미니로더 장비 부품규격의 표준 가이드라인 및 표준적합성 시험 가이드라인을 제시 ▪ 싱글마스트 미니로더 시제품의 요구 성능 달성 및 안전성능 점검을 위해 성능 평가 시험 항목을 정의하고, 시험 절차를 수립한 후 해당 절차에 따라 성능 평가 시험을 수행하여 결과보고서로 제시 ▪ 싱글마스트 미니로더 시제품의 원활한 유지보수를 위해 주요 파트별로 매뉴얼을 제작

다. 3차년도

연구범위	연구수행방법 (이론적 · 실험적 접근 방법)
Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 요소기술 개발 및 단위시작품 제작	▪ 더블마스트 미니로더용 제어구동 환경 및 더블딥업/다운 방식의 이재장치, 상/하부 프레임, 승강모듈을 설계, 개발하고 기능테스트가 필요한 핵심 요소기술들에 대해서는 단위시작품을 제작하여 테스트베드에 구축 ▪ 기구축된 싱글마스트 시제품의 지속적인 테스트 결과를 반영하고, 기존 중/대형 스태커크레인처럼 높이가 높은 환경조건 등을 고려하여 더블마스트 기술 개발에 대한 시뮬레이션 분석 및 검증 ▪ 외부 전문가 자문을 통해 안전성과 보완사항 도출 후 보강
Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발 및 테스트베드 구축	▪ 피킹존 전력 이상 시 데이터가 유실되지 않게 자동으로 정상 종료될 수 있도록 5분 이상의 정지 기동을 위한 비상전력 시스템을 구축 ▪ 디지털 전력량 데이터 수집부 시스템을 개발하여 싱글마스트 시제품과 연동하고, 전력량 이벤트 감지 및 모니터링을 위한 S/W와 무선통신으로 주요 전력 사용 파트에 대해 실시간 및 누적 전력 사용량 모니터링이 가능한 전력 사용량 관리 시스템을 테스트베드에 구축 ▪ 외부 전문가 자문을 통해 보완사항 도출 후 보강
단위시작품 기능테스트 및 운용시스템 연동테스트	▪ 더블마스트 단위시작품의 승강 및 이재장치 구동 테스트를 수행 ▪ 더블마스트 운용시스템의 동작 및 실제 장비와 연동테스트를 수행

제2절 연구수행과정 및 내용

1. 전체 연구목표 및 내용 요약

연 차	연구목표	주요 연구내용
1차년도	• Mini-Load AS/RS 제어시스템 설계	• 국내외 제어시스템 시장/기술 동향분석 • 에너지 저감기술 및 고속 적재/반출기술 접목사례 조사 및 분석 • 시스템 구조 상세분석 • 시스템 구조 상세설계
	• Mini-Load AS/RS 운용시스템 설계 및 개발	• 국내외 운용시스템 시장/기술동향 분석 • 운용시스템 기술 분석 및 도출 • 운용시스템 설계 • 운용시스템 구동환경 개발
2차년도	• Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 개발	• Mini-Load 제어시스템 구동환경 개발 • Mini-Load 주행/승강 모듈개발 • 위치인식모듈 개발 • 소프트 모션 제어 개발 • 에너지 저감기술 개발
	• Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 개발	• RFID기반 PID zone 운용시스템 개발 • 장비운용현황 모니터링 시스템 개발(싱글마스트)
	• 싱글마스트 및 시스템 규격의 표준 가이드라인 및 시험평가기술 개발	• Mini-Load AS/RS 시스템의 부품 표준규격 가이드라인 제시 • Mini-Load AS/RS 시스템 표준적합성 시험 표준 가이드라인 제시 • Mini-Load AS/RS 시스템 시험평가 설계서 및 절차서, 매뉴얼 제작 • 시제품에 대한 시험평가 및 실용화를 위한 법·제도 개선안 제시
3차년도	• Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 개발	• 더블마스트 단위시작품 제작 및 시뮬레이션 시험 - 제어구동 환경 개발(시제품 제작 제외) - 상/하부 프레임 개발(일부 단위 시작품 제작) - 승강 모듈 및 이재장치 개발(단위시작품 제작) - 시뮬레이션 분석 및 기능테스트
	• Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발	• 비상전력 시스템 구축 - 피킹존 비상전원 설비 구축 • 전력 사용량 관리 시스템 개발 - 전력량 모니터링 보드 개발 - 전력량 모니터링 S/W 개발 • 장비운용현황 모니터링시스템 개발 - 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W 개발

2. 1차년도 연구개발 내용

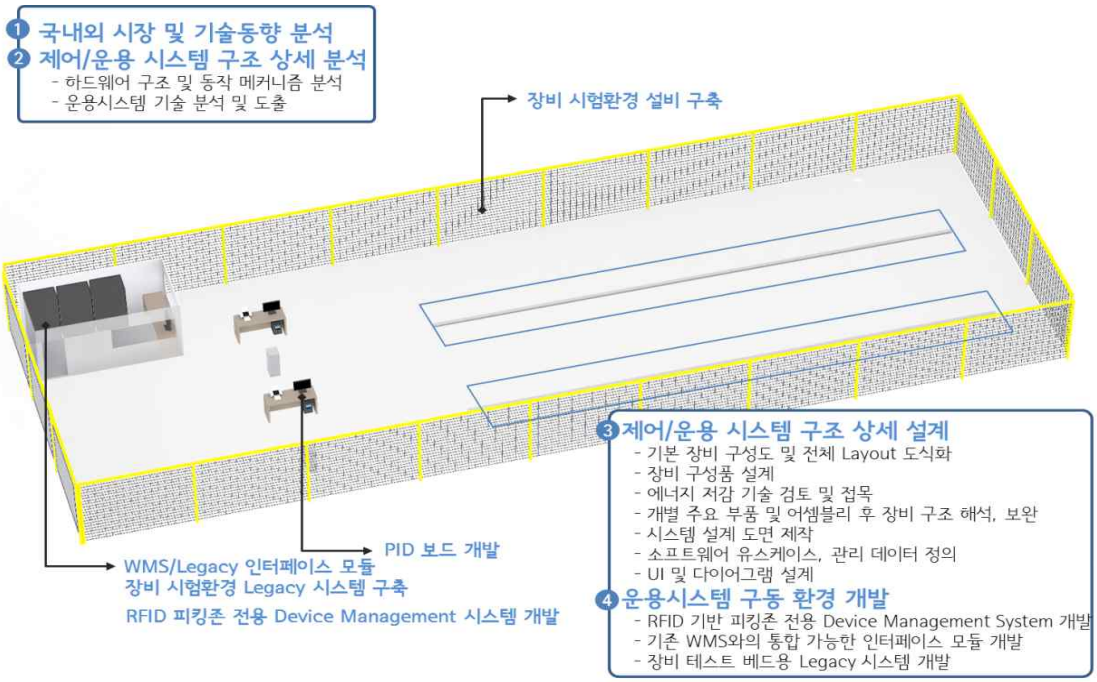
가. 1차년도 연구개발 목표

o 당해연도는 연구개발 1차년으로 Mini-Load AS/RS의 제어시스템 설계와 운용시스템 설계 및 개발을 목표로 함

o Mini-Load AS/RS 제어시스템을 분석하고 설계함
- 제어시스템 설계에 앞서 국내외 제어시스템의 시장동향과 기술동향에 대해서 조사하고, 이들에 대한 분석결과를 기술개발 방향을 설정하는데 반영함
- 또한 설계단계에서부터 녹색기술을 고려하기 위하여 Mini-Load AS/RS에 적용 가능한 에너지 저감기술과 적용사례에 대해서 조사함
- 제어시스템의 구조와 동작메커니즘을 분석하고, 이를 기반으로 시스템 구조에 대한 상세설계를 실시함
- 시뮬레이션 분석과정을 통하여 설계내용을 보완하고 동작안정성을 검토하며, 최종적으로 시스템 설계도면을 제작함

o Mini-Load AS/RS 운용시스템을 설계하고 개발함
- 운용시스템 설계에 앞서 국내외 운용시스템의 기술동향을 조사하고, 분석을 실시함
- 운영기능 분석을 통하여 유스케이스를 도출하고, 이에 기반하여 Mini-Load AS/RS 운용에 요구되는 관리데이터를 정의하고 User-Interface를 설계함
- Mini-Load AS/RS 운용시스템이 원활하게 구동될 수 있는 환경을 구축하기 위하여 인터페이스 모듈, 네트워크 시스템 등을 개발함

나. 1차년도 연구개발 수행 내용



<1차년도 연구내용 및 성과물>

(1) Mini-Load AS/RS 설계기술 개발

(가) 국내외 제어시스템 시장/기술 동향분석

1) 기술동향 분석

가) 물류기술 동향

① 국내 기술

o 물류자동화설비와 관련하여 다수의 수평, 수직 이송장치가 개발 및 운영되고 있으며, 연속이동기기(Steady Conveyor)와 비연속이동기기(Unsteady Conveyor)로 분류가 가능함

- 연속이동기기는 주로 컨베이어 종류와 분류기(Sorter)가 있으며 운용되는 드라이브 시스템은 거의 유사함
- 연속이동기기는 주로 컨베이어 종류와 분류기(Sorter)로, 운용되는 드라이브 시스템은 거의 유사한 반면, 비연속 이송기기는 운용방식이 지속, 중단이 이루어지는 이송장치를 의미함
- 저탄소 발생과 에너지 저감형 드라이브 방식을 갖는 컨베이어 시스템의 구축은 VFD(Variable Frequency Drive)와 모터의 디멘숀닝을 통해 구축이 가능함

o 국내 대기업은 이미 자동창고 도입을 대부분 마친 상태로 앞으로는 노후화

된 설비를 교체하거나 업그레이드 등의 유지보수시장이 형성될 전망임

- 국내 자동창고 설비는 반도체, 전자, 자동차 산업 등을 중심으로 수요 증가가 예상되고 식품, 제약 등의 업계도 관심을 기울일 것으로 예상됨
- 기존에는 물류센터 증축에만 초점을 맞추어 인프라 구축을 통해서 늘어나는 물량을 처리하고자 했으나, 최근 새로운 개념의 인프라 구축을 통해 물류센터의 효율을 높이기 위한 초평탄 바닥 시공기술, 초고층 컨테이너 자동 물류창고 기술 등의 기술이 등장함

o 초고층 자동 창고의 개발 수요가 증가할 것으로 예상되며, 이에 따라 설비/장치의 효율향상에 대한 연구가 진행되고 있음

- 먼저 초고층 지능형 컨테이너 물류창고 시스템(Ultra-high Container Warehouse System; UCW) 개발 사업의 일환으로 고단적재 시스템(High-stack intellectual Storage System; HSS)의 개발이 진행 중임
- HSS는 컨테이너를 20~30단으로 초고층 적재/보관 및 입/출고하는 기술로서, 작동상태 및 운전정보를 운영자의 모니터 상에 표시하여 GUI(Graphic User Interface) 환경 하에서 통합적이고 시각적으로 신속한 인지와 제어가 가능하도록 개발되고 있음

② 국외 기술

o 지능형 물류센터와 관련하여 아래와 같은 다양한 기술이 개발되고 있음

- 하역작업 자동화 기술: 다양한 Dock Leveler 개발 및 운용, 맞춤형 자동 위치조정 Dock Leveler 제작 및 활용
- 자동창고의 입출고 무인화 기술: 단위형 자동창고에서 입출고 연계 자동 창고로 발전. RFID 상용화
- 출하자동화시스템 및 분류자동화 기술: 산재기술(로봇시스템, 계측시스템, DAS)의 통합제어 자동화 기술 개발 진행

o 자동화기기 산업 중 로봇자동화의 세계 제 1의 생산국이자 사용국인 일본은 Personal Robot 중심의 연구개발을 활발히 진행하고 있으며, Assist Shinko, Murata, Daifuku 등의 기업들에 의해 자동화기기의 성능향상이 계속적으로 이루어지고 있음

- 자동이송장치와 더불어 자동창고 (Mini Load Automation Buffer, Unit Load Automation Buffer 등)에 사용되어 지는 자동화 시스템, Sorting Transfer Vehicle 등 자동화 기술에 있어서 기술적 선진화를 이끌고 있음
- Sensor 기술 등을 포함한 자동화 기술(Mechatronics)의 진보로 보관/하역 부분에 관련된 장비에 있어서 앞선 기술을 가지고 있으며, 자동 반송을 위

한 Vehicle 뿐 아니라 Storage에서의 신속성을 위한 Hi-Speed AS/RS에 대한 기술도 개발 및 개선중임

o 일본과 함께 무인반송기술의 선진기술 보유국인 동시에 세계 제 2위의 로봇 생산국인 미국은 자동화기기 기업들의 자동화 시스템 개발 및 개선을 위한 노력을 기울이고 있음

- 진보된 로봇기술을 무인 반송과 연계하여 여러 가지 작업에 이용하기 위한 기술 개발이 이루어지고 있고 위험물, 중량물 등의 취급을 위해 이용할 수 있음
- 또한 컨테이너 하역작업과 이송작업을 통합한 상하역 자동시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고, 보관/하역 부분의 운영 최적화를 위한 여러 가지 기술적인 접근이 이루어지고 있음

나) 세부기술 별 동향

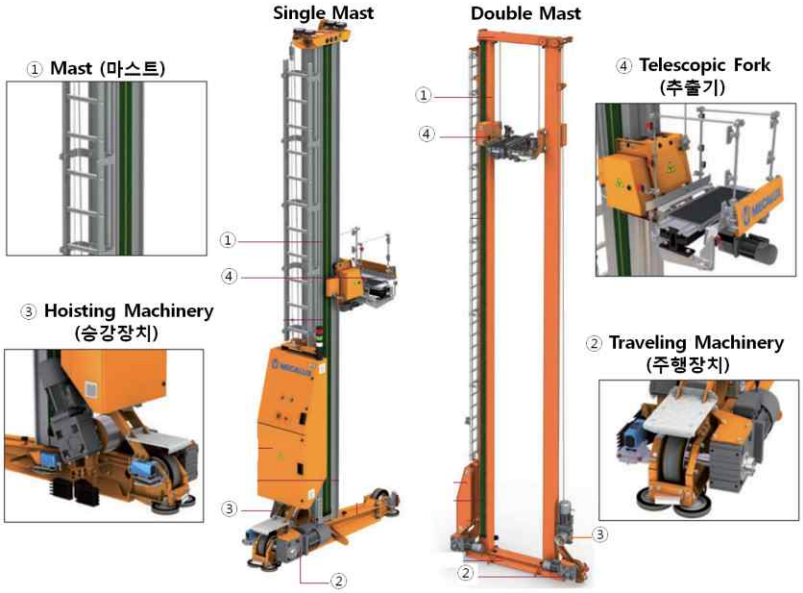
① Mini-Load AS/RS

o Mini-Load는 중량 100~500lb 범위의 물품이 담겨 있는 작은 컨테이너나 토트(Totes)를 취급 및 운반, 저장, 반출하기 위한 설비장치로서, AS/RS의 일종임

- 기존의 대형화물에 적합한 스태커 크레인(Stacker Crane) 기술을 경량화물에 적합하도록 개량한 설비임
- 단위시간당 화물의 처리량과 속도를 높여 효율성과 공간도 집약도를 극대화한 경량화물 운송 장비임

o Mini-Load AS/RS는 다음의 그림과 같이 4부분으로 구성됨

- 뼈대를 구성하는 마스트(Mast)
- Mini-Load의 수평 이동을 위한 주행장치(Traveling Machinery)
- 랙(Rack)에 물품을 직접 반입/반출하는 추출기(Telescopic Fork)
- 추출기의 수직 이동을 위한 승강장치(Hoisting Machinery)



<Mini-Load AS/RS의 구성>

o 랙(Rack)에 물품을 반입/반출하는 추출기(Telescopic Fork)의 작동방식에 구분이 되기도 하며, 아래의 4가지 종류가 널리 사용되고 있음



(a) Pulling Device



(b) Friction Belt



(c) Drive-in Telescope



(d) Gripper

<Telescope Fork의 종류>

o 국내 자동창고 관련 설비 제작업체는 매출액 순위에 따라 현대엘리베이터, SFA, 한화테크엠, 신흥기계 등이 있음

- 현대엘리베이터 및 SFA, 한화테크엠과 같은 대부분의 대기업 출자 자회사들은 자동화 창고 시스템의 자동적재반출 장비를 주로 수입에 의존하고 있는 실정임
- 다만, 신흥기계는 주로 자동적재반출 장비를 자체적으로 개발하고 있으며, 신흥기계에서 개발한 Mini-Load의 경우, 수평이동속도가 200m/min이고, 레이저 센서를 이용하여 거리 및 위치를 제어하는 특징을 가짐

o 일본의 대표적 자동화 설비 업체인 Daifuku가 개발한 Mini-Load는 국내 제품에 비해 최대 5배 이상 빠른 것으로 분석됨

- 30~300kg의 화물을 운송할 수 있도록 설계되었음
- 300m/min의 수평이동속도와 160m/min의 수직이동속도를 가짐

o 현재 유럽의 다수 기업들이 Mini-Load System 관련 기술을 연구 개발하여 제품화하고 있음

- Schaefer, Swisslog, TGW, Kardex 가 대표적인 기업이며, 이 외에도 유럽의 약 40여개의 업체들이 Mini-Load 개발에 동참하고 있는 것으로 파악됨

o 선진 물류장비 제조업체의 생산하는 Mini-Load AS/RS의 특징을 정리해보면 다음의 표와 같음

- Schaefer사의 설비의 운용 온도는 30°~45°C로 냉동창고에서 운용이 가능하도록 설계되어 있으며, 포크형태는 Single, Double 모두 선택이 가능함.
- Daifuku 사의 설비는 고강도 강판에 도막이 두꺼운 분체도장을 함으로써 스태커의 안전도를 향상시켰으며, 원격제어로 안정된 작업 수행이 가능하며, 안전 팬스 및 안전망 등의 부속 시설을 모듈 방식으로 제공함
- Dematic사의 RapidStore ML14의 경우 Schaefer사의 미니로더의 성능과 비슷하지만, 싱글마스트로 개발한 부분이 돋보임
- Murata사의 FX-Quad의 경우 에너지 절감을 위하여 에너지 회생장치(Regenerator) 활용하여 4개의 화물을 일시에 처리할 수 있으며, 가장 최근(2013.02)에 개발된 장비임
- Interlake Mecalux사는 경우 여타 선진 장비에 비하여 경쟁력(속도, 가감속, 최대적재높이)이 절하되는 경향이 있음

제조사 (단위)	SSI-Schaefer	Daifuku Co Ltd	Dematic	Murata Machinery Ltd	Interlake Mecalux
세계순위	1위	2위	3위	4위	5위
매출액($,백만)	2,570	2,370	1,300	1,050	952
국적	독일	일본	독일	일본	스페인
제품명	Mini-Load Crane	Mini-Load AS/RS	RapidStore ML14	FX-Quad	AS/RS for Totes & Carton Boxes
적재중량(kg)	100	300	100(50*2)	200(50*4)	50
주행속도(m/s)	5	5	6	5	3
승강속도(m/s)	-	2.8	3.9	3	1.5
최대 높이(m)	-	20	14	-	10
경량화	X	X	O	O	X
리제너레이터	X	O	X	O	X

<선진 물류장비 제조업체의 미니로더 사양 현황>

※ 각사 홈페이지

② 셔틀 시스템 (Shuttle System)

o AS/RS에서 기존의 SRM(Storage/Retrieval Machine)인 스태커 크레인이나 Mini-Load를 대체하여 좀 더 공간 활용을 극대화하고자 연구개발된 것이 셔틀 시스템(Shuttle System)임

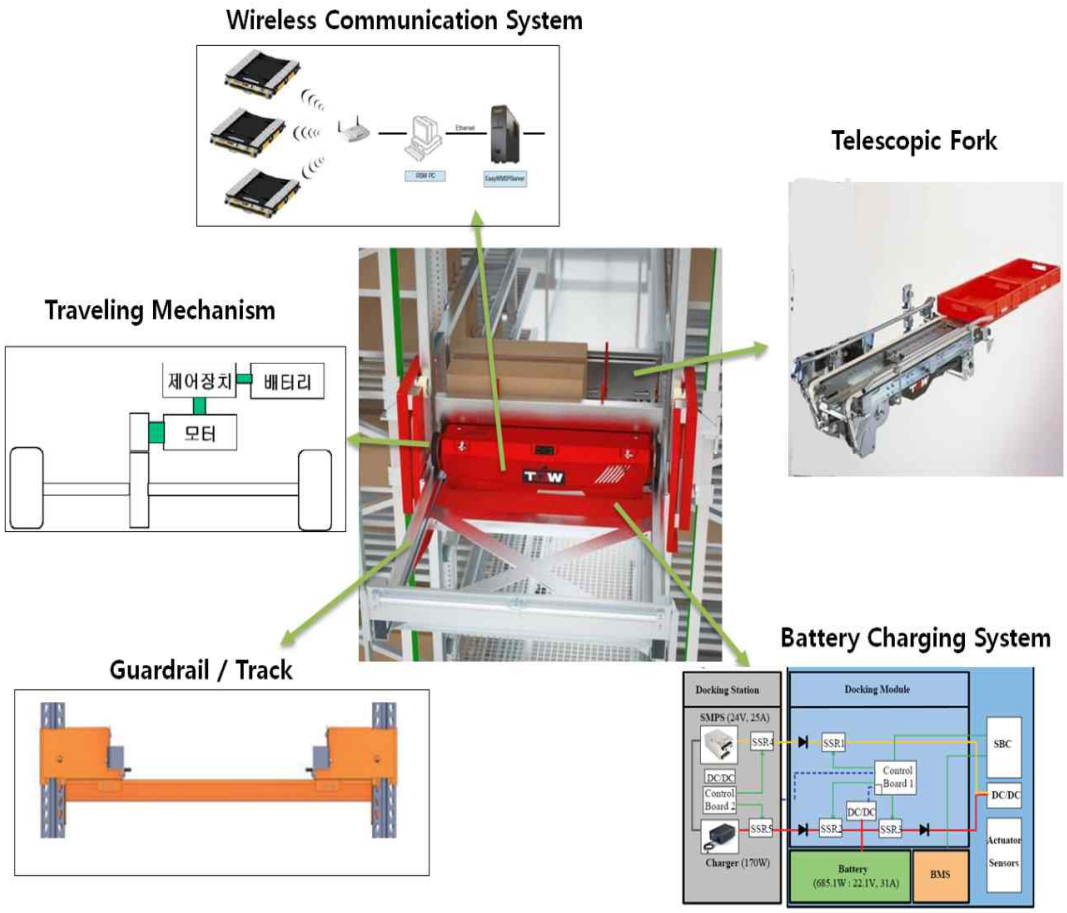
o 셔틀(Shuttle)은 자동창고 시스템에서 랙(Rack) 사이의 레일을 통해 수평으로 이동하고 또한 리프트를 이용해 수직으로 승강하는 경량 화물용 운반차량으로서, 스태커 크레인이나 Mini-Load 등이 설치되지 않고서도 랙 간의 화물운송이 가능한 차세대 수직·수평 이송장비임

- 셔틀을 이용하면 랙 간의 화물운송을 위한 스태커 크레인이나 Mini-Load가 필요하지 않음
- 스태커 크레인이나 Mini-Load의 이동을 위한 랙 간의 공간을 없애거나 줄

일 수 있어, 보다 공간집약적인 활용을 통하여 공간 이용률을 높일 수 있는 장점이 있음

o 셔틀은 아래의 그림과 같이 5부분을 구성됨

- 셔틀의 수평 이동을 위한 주행장치(Traveling Machinery)
- 셔틀의 수평 이송을 위한 가드레일(Guard Rail)
- 랙(Rack)에 물품을 직접 반입/반출하는 추출기(Telescopic Fork)
- 배터리 충전시스템
- 무선통신 시스템으로 구성됨



<Shuttle 구성>

o 현재 국외의 기술 선도 기업에서 개발하여 상용 중인 셔틀은 아래의 그림과 같음



(a) Dematic사의 Multishuttle



(b) TGW사의 Stingray



(c) Nedcon사의 Shuttle



(d) Mecalux사의 Radio-shuttle

<Key Player의 제품화된 Shuttle>

o 셔틀 시스템은 기존의 수작업 기반 시스템에 비하여 보관량이 많고, 피킹작업을 효율적으로 지원함

- 보관효율을 더욱 높이고, 작업자의 편의를 향상시키기 위한 기술 개발이 진행되고 있음
- 무엇보다 물류창고 내에서 셔틀 추가 및 랙 확장이 용이함

o 셔틀(Shuttle)은 에너지 저감과 더불어 효율성 증가가 입증되면서 다수의 업체들에서 개발을 서두르고 있거나, 이미 자체 물류시스템에 개발된 셔틀 시스템을 적용하여 운용 중에 있는 것으로 보고됨

- 국내에서는 아직 개발되거나 활용된 사례는 보고되지는 않음
- 유럽의 여러 개발 벤더들은 제품명은 상이하나 메커니즘 구현 및 운영 형태를 살펴보면 셔틀로 분류가 가능한 제품들을 상용화하고 있으나, 자세한 규격까지는 공개하지 않음

o 현재 셔틀을 제작하는 국내 물류장비 제조회사는 없으며, 국외에서는 Daifuku, Dematic, Vanderlande Industry, Swisslog AG, Interlake Mecalux 등의 회사가 제품 상용화 및 장비개발을 진행 중에 있음

o 현재 생산되고 있는 셔틀 시스템들의 특징을 정리해보면 다음의 표와 같음

- Schaefer사의 Orbiter제품의 경우 화물(팔레트) 밑으로 셔틀이 이동하여 화물을 상차하는 방식을 사용하여 선입선출이 어렵게 설계되어 있으나, 셔틀의 이동공간이 줄어듦으로 인한 이점을 취함
- Dematic사의 Multi-Shuttle의 경우 Tine이라는 걸쇠를 활용하여 화물을 입출고하는 방식을 사용하며, 영하30℃까지 운용이 가능함
- Murata사의 Uni-Shuttle HP의 경우 타 물류장비 제조업체에 비하여 주행속도가 빠르나, 최대적재중량 25kg로 경량화물에 전문화된 장비임
- Mecalux사의 Radio Shuttle의 경우 화물 상차형태를 띄고 있어 중량화물처리에 용이함

제조사	Schaefer	Dematic	Murata	Interlake Mecalux
국적	독일	독일	일본	스페인
제품명	Orbiter	Multi-Shuttle	Uni-Shuttle HP	Radio Shuttle
주행속도	1m/s	2m/s	3m/s	1m/s
최대 적재중량	1,500kg	32~50kg	25kg	1,000kg
형태	화물 상차	포크 적재	포크 적재	화물 상차
처리단위	팔레트	토트	토트	팔레트
특징	• 보관공간 증가 • 유연한 이동 • 무선단말기 제어 • 위치제어오차 최대50mm	• 영하30도 운영가능 • 작업자핸들링 공간 존재	• 프리사이즈 대응 • 다품종 대량품목 연속 입고	• 영하30도 운영가능 • 중량물 처리 가능 • 중량화물까지 처리 • 충전소요 4시간

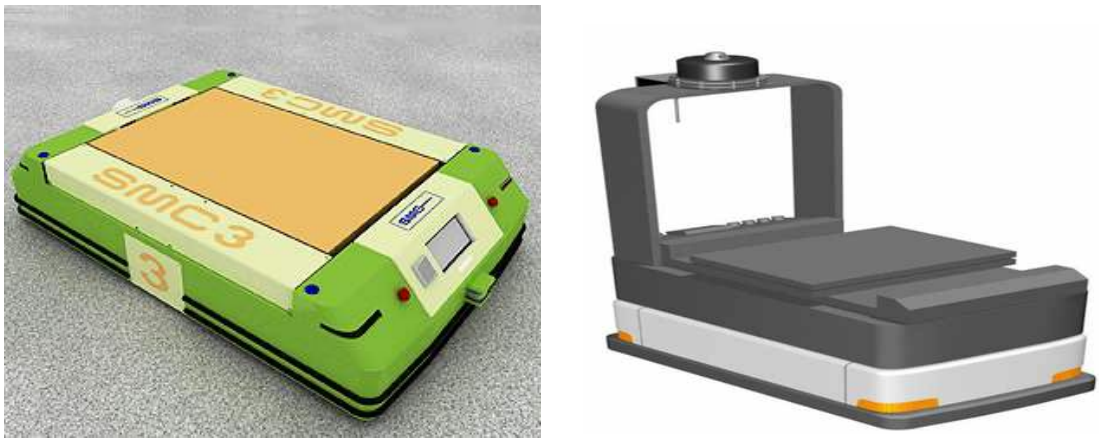
<국외 셔틀 제조업체와 사양>

※ 각사 홈페이지

③ Automated Guided Vehicle (AGV)

o AGV는 컨트롤러에 의해 자체의 구동력으로 지정된 경로를 따라 이동하는 운반차량의 일종임

- 컨베이어나 레일 방식의 대차와는 달리 자유로운 궤도 설정이 가능하고, 목적에 맞는 이재장치를 용이하게 결합할 수 있음
- 주변기기와의 연결 및 시스템 확장 시 수정이 용이한 장점을 지님



<그림 12> Automated Guided Vehicle

o AGV의 장점은 다음과 같음

- 인력의 감소
- 생산 의뢰의 빠른 응답
- 제품의 손상 감소
- 생산성과 품질의 향상
- 물류의 실시간 제어
- 자재 관리 비용 감소
- 제품의 관리 개선
- 정보의 업데이트에 따른 시간 지연 감소
- 작업 환경과 안정성 개선
- 작업 중인 물류 관리의 정확성
- 시스템의 적응성 및 유용성 증대
- Floor의 적치 및 분배 시간 감소
- 요구 공간의 감소
- 고 클린룸에 적합

o 국내에서 사용 중인 AGV의 경우, 설계 및 조립은 국산화가 가능하지만 대부분의 핵심부품을 수입에 의존하고 있는 실정임

- 국내에서 생산되는 AGV는 사양에 있어서 국외 제품과 큰 차이는 없지만, 특화 기능들의 부재가 여전히 과제로 남아있음
- 전문가들은 자동화 기술과 더불어 무인고도장비의 핵심기술이 선진국에 비해 5년 정도 뒤쳐져 있는 것으로 판단하고 있음

o 일본의 경우 많은 종류의 반송기기를 다양한 목적에 맞게 설계 및 제작, 적용, 활용함으로써, 그 이용성과 성능의 향상을 증대시키기 위한 연구가 활발

하게 진행되고 있음

- AGV(Automatic Guided Vehicle)
- RGV(Rail Guided Vehicle)
- LGV(Laser Guided Vehicle)
- OHT(Overhead Hoist Transport)
- OHS(OverHead Shuttle) 등

o 세계적인 물류장비 제조업체들은 리튬배터리를 활용하여 AGV의 크기와 무게를 줄이는 한편, 자가진단 기능 등 경쟁력 있는 기능 개발에 몰두하고 있음

o 국내외에서 제조되고 있는 AGV의 특징들은 살펴보면 다음의 표와 같음

- (주)신흥기계의 AGV의 경우 기존 물류장비(주변 자동화장비)와의 연계가 용이하고 무선(실시간)통신이 가능한 장점이 있음
- 금성자동화의 Drive Roller AGV의 경우 전진, 후진의 속도가 일정하고, 효율적인 방향전환이 가능함
- Daifuku사의 FAV의 경우 장애물 및 궤도 인식을 위하여 확산 스펙트럼을 활용하였으며, 경량화물 전용 AGV로 개발함
- Dematic사의 FlexTruck의 경우 타사의 AGV보다 이동 속도가 빠르며, Laser를 활용하여 장애물 및 궤도를 인식함
- Murata사의 Premex MX12의 경우 자가 진단기능을 포함하여 운용상에서의 효율과 편의성을 고려하였음

제조사	신흥기계	금성 자동화	Daifuku	Dematic	Murata
국적	대한민국	대한민국	일본	독일	일본
제품명	AGV	Drive Roller AGV	FAV	FlexTruck	Premex MX12
최대 속도	1m/s	1m/s	-	1.5m/s	-
최대 적재중량	1,500kg	300kg	35kg	1,360kg	1,000kg
특징	• 주변자동화 기기와의 연계 • 무선통신 가능	• 전/후진 동일 주행 • 0-180° Spin-Turn 가능	• 리튬배터리 (카드뮴 대비 크기/무게 30%절감) • 확산 스펙트럼 무선 통신 사용	• Laser인식 타입	• 자가진단 기능

<국내외 AGV 제조업체와 사양>

※ 각사 홈페이지

2) 시장동향 분석

o 국내외 물류기기 시장의 전반적인 흐름은 2008년 말부터 침체기에 들어섰으나, 2010년을 기점으로 다시 성장세로 돌아서고 있는 것으로 분석됨

o 수치상으로는 물류기기에 대한 무역역조가 미비하게 나타나지만, 프로젝트 설비들과 함께 도입되는 기기에 대한 파악이 어려우며, 이로 인해 실제 수출입 동향 물량보다 클 것으로 파악됨

o 단순기능 물류기기 제조업체에 대한 구조조정 진행중이며, 자동화기기 비중이 점차 높아지고 있는 것으로 전망되며 에너지절감 및 자동화 기능을 접목한 물류기기에 대한 수요가 늘어날 것으로 전망됨

가) 물류장비시장 동향

① 국내 시장

o 국내 물류기기 시장에 관한 구체적인 시장조사 자료가 부재함
- 단일품목 시장이 아닌, 타 시장과 혼재된 프로젝트 중심의 시장으로 물류기기만의 시장 파악이 용이치 않음
- 외국 메이커들이 고기능 제품 및 자동화 제품을 중심으로 주류시장을 선점하고 있는 상태인 것으로 파악됨

o 국가보고서를 취합하여 간접적으로 시장동향을 파악할 수 있음
- 통계청의 광업제조업통계조사보고서와 관세청의 수출입무역통계를 통해 일부 품목에 대한 금액을 확인할 수 있음
- 한국표준산업분류에 따른 생산출하량 현황과 HS 코드에 따른 관세청 수출입 무역통계를 통해 개괄적인 금액과 추이 파악이 가능함

o 국내 물류기기 시장은 수입항목을 제외하고 국내 제조업의 출하금액만을 기존으로 했을 때, 2009년도에 5조 3,727억원에 달할 정도로 큰 시장임[1)]

o 물품취급용 크레인 제조업 세분류별 현황을 살펴보면 다음과 같음
- 2005년 97개의 사업체에서 2009년에는 72개의 사업체로 감소함
- 출하금액은 2008년까지 지속적으로 견고한 증가세를 보이다가, 2009년에 다소 하락 반전하여 1조 7,213억에 머물렀음
- 출하량을 기준으로는 2008년에 17만 9,930 M/T에서 해마다 감소세를 보이고 있는 것으로 나타나고 있으며, 2010년에는 14만 2,260 M/T까지 하락함

1) 산업용 트럭, 승강기 및 물품 취급장비 제조업, 통계청

- 물품취급용 크레인은 내수시장 중심으로 시장이 형성되어 있으며, 수출 비중은 다소 미흡한 실정임

o 자동창고 시스템 제조업 세분류별 현황을 살펴보면 다음과 같음

- 2005년 29개의 사업체에서 2007년에 16개로 급감한 이후, 2009년에는 12개 사업체로까지 줄어들었음
- 출하금액 또한 2006년 4,554억 원에서 매년 감소세를 보이고 있으며, 2009년에는 2,275억 원까지 감소함
- 자동창고 시스템은 대부분 국외 업체가 시장을 점유하고 있는 상황이며, 국내 중소 제조업체들의 시장진출 여건이 좋지 않은 것으로 파악됨

② 국외 시장

o 세계 물류기기 시장은 2009년 경기침체의 영향을 받아 크게 하락하였으나, 2011년도부터 회복세로 돌아섰으며, 2015년에 US$ 98 billion에 달할 것으로 전망됨

o 유럽은 세계에서 가장 큰 물류기기 관련 시장이며, 미국은 단일국가로써 가장 큰 시장임

- 아시아-태평양을 비롯하여 라틴아메리카와 중동 등의 신흥개발 시장에서의 큰 폭의 성장세가 주목됨

o 분야별로는 산업용 트럭 및 리프트가 가장 큰 시장을 형성하고 있음

- 2008년 하반기부터 경기 침체의 영향을 받아왔으나, 2011년부터 회복세를 보임
- 컨베이어 시스템의 시장규모는 2012년에 US$29 billion에 달할 전망으로 큰 폭의 성장이 예상됨
- 무엇보다도 자동화 설비가 가장 빠른 성장세를 보이고 있음

o 세계적으로 1200여 개의 기업이 물류기기 시장에 참여하고 있는 것으로 조사되고 있으며, 유럽 및 일본, 미국의 소수 기업이 세계 시장을 주도하고 있음

- 아래의 표는 물류장비 업체의 2010년도 매출액 기준의 순위를 보여줌

Top 20 worldwide materials handling systems suppliers							
2011 Rank	Company	URL	2009 Rank	2010 Rank	Worldwide 2010 revenue (US$)	Worldwide 2011 revenue (US$)	Headquarters
1*	Daifuku Co. Ltd.	daifuku.com	2	2	$1.95 billion	$2.5 billion	Osaka, Japan
1*	Schaefer Holding International GmBH	ssi-schaefer.us	1	1	$2.19 billion	$2.5 billion	Neunkirchen, Germany
2	Dematic	dematic.us	3	3	$1.2 billion	$1.3 billion	Offenbach, Germany
3	Murata Machinery Ltd.	muratec-usa.com	5	4	$749 million	$1.05 billion	Kyoto, Japan
4**	Mecalux, S.A.	mecalux.com	7	7	$574 million	$952 million	Barcelona, Spain
5	Vanderlande Industries	vanderlande.com	4	5	$742 million	$747 million	Veghel, The Netherlands
6	Swisslog AG	swisslog.com	6	6	$650 million	$654 million	Buchs, Switzerland
7	Kardex AG	kardexremstar.com	10	9	$470 million	$596 million	Zurich, Switzerland
8	Beumer Group GmbH	beumergroup.com	9	15	$210 million	$592 million	Beckum, Germany
9	Fives Group	fivesgroup.com	13	10	$383 million	$508 million	Paris, France
10	Intelligrated	intelligrated.com	15	11	$378 million	$435 million	Mason, Ohio
11	Knapp Logistik Automation GmbH	knapp.com	14	12	$329 million	$423 million	Graz, Austria
12	TGW Logistics Group GmbH	tgw-group.com	12	13	$306 million	$394 million	Wels, Austria
13	KUKA Systems North America	kuka-systems.com	N/A	N/A	N/A	$352 million	Sterling Heights, Mich.
14	Legris Industries	legris-industries.com	8	8	$500 million	$289 million	Rennes, France
15	Witron GmbH	witron.com	16	14	$270 million	$270 million	Parkstein, Germany
16	FlexLink AB	flexlink.com	19	16	$203 million	$228 million	FlexLink Systems (Allentown, Pa.)
17	Wynright	wynright.com	N/A	17	$135 million	$216 million	Elk Grove, Ill.
18	viastore systems	viastore.com	20	19	$104 million	$125 million	Stuttgart, Germany
19	Elettric 80	elettric80.com	N/A	N/A	$94.5 million	$120 million	Viano, RE, Italy
20	Dearborn Mid-West Conveyor Co.	dmwcc.com	18	20	$100 million	$110 million	Taylor, Mich.

<매출액 기준 물류기기제조기업 Top 20>

※ Modern Material Handling, independent research survey

나) 물류자동화설비 시장 동향

① 국내 시장

o 물류에 대한 인식이 변화하고, 기업의 물류비 절감 노력이 더해지면서 위탁 물류 비중이 확대되고, 전문적 운송, 보관, 하역시장이 확장되고 있음

- 물류산업이 발전함에 따라, 창고는 자동화설비 도입과 함께 정확성과 신속성을 겸비한 종합적인 시설로 발전하고 있음

o 국내의 자동화창고 시스템 제조업체에서는 직·간접적으로 선진화된 기술을 도입하여 완제품을 생산하고 있으나, 완전히 국산화된 설비를 생산해내지는 못하고 있는 실정임

o 보관 및 창고관련 설비에 대한 투자액은 향후 물동량이 증가함에 따라 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

o 국내의 자동화창고 관련 설비 제작업체는 매출액 순위에 따라 현대엘리베이터, SFA, 한화테크엠, 신흥기계 등이 있음

- 2010년 기준으로 자동화 물류시스템 시장점유율은 수주건수 기준으로 신흥기계가 64.71%를 차지하고 있음
- 신흥기계의 수주금액은 54,170백만 원이며, 자체 제작률은 약62%에 달함

② 국외 시장

o 해외 선진업체는 Sensor 기술 등을 포함한 자동화기술의 진보로 보관하역분야와 관련된 장비에 있어서 앞선 기술을 보유하고 있으며, 이를 이용하여 시장을 점유하고 있음

- 자동 반송을 위한 Vehicle
- Storage에서의 신속성을 위한 셔틀 시스템
- 신속한 보관하역 작업처리를 위한 Hi-Speed AS/RS에 대한 기술개발

o 하드웨어 측면의 자동 물류시스템 시장과 함께 이를 제어하는 소프트웨어 측면 솔루션 시장 역시 확대되고 있음

- WMS(Warehouse Management System, 창고관리시스템)을 비롯한 시스템 효율성 및 정보화 구축을 위한 컨설턴트
- 물류 정보화 시스템
- 주문처리(Order picking)알고리즘
- 상하역 스케줄링
- 무인반송차의 자동배차 알고리즘
- 작업장 내 차량과 장비의 최단경로 알고리즘의 솔루션 지원 등

o 2012년 기준으로, 일본과 유럽업체들이 대부분의 물류자동화 시장을 장악하고 있으며, 이와 같은 영향력은 국내 물류창고산업에도 미치고 있음

- 2011년 기준 매출액 1위인 독일의 Schaefer Systems International Inc.와 일본의 Daifuku Co. Ltd는 자동창고시스템의 전반적인 부분에 대해 사업을 수행하고 있음
- 설비 등의 하드웨어 뿐 만 아니라 물류관리를 위한 솔루션 개발 등 소프트웨어 관련 부문도 포함하여 운영하고 있음

o 물류시장의 여러 가지 요구(노동력 부족, 안정성 요구 증대 등)에 대응하기

위하여 자동화와 관련된 다양한 연구가 진행되고 있음

- 보다 빠르고 정확하고 안전한 이송체계
- 대량화, 대형화 되고 있는 물류에 대한 대응장비개발
- 보관의 용이성 확대

o AS/RS mini load system 분야에서는 현재 유럽 대부분의 기업들이 에너지 저감형 스태커 크레인을 앞 다투어 출시하고 있음

- Daifuku사, TGW사, Dematic, Swisslog사 등을 비롯한 전 세계의 많은 벤더들이 2008년 이후 신제품을 출시하고 있음

순위	회사명	본사 소재지	매출액 (2011년 기준)	사업 부문
1	Schaefer Systems International Inc.	독일	US$25억	전체적인 자동창고 시스템
	Daifuku Co. Ltd	일본	US$25억	경량 스태커 크레인, 소팅 시스템, 무인 반송 시스템, 컨베이어
2	Dematic	독일	US$13억	경량/멀티 스태커 크레인, 공정 자동화 및 이적재 시스템
3	Murata	일본	US$10.5억	스태커 크레인, 무인반송 및 소팅 시시ㅡ템, 컨베이어 시스템
4	Mecalux, S.A.	스페인	US$9.52억	스태커 크레인, 렉, 공정 자동화 시스템
5	Vanderlande	네덜란드	US$7.47억	경량 스태커 크레인, 화물 운반 시스템, 소포 및 우편화물 소터
6	Swisslog AG	스위스	US$6.54억	스태커 크레인, 컨베이어 시스템, 자동창고 시스템
7	Kadex AG	스위스	US$5.956억	자동 저장 설비
8	Beumer Maschinenfabrik	독일	US$5.92억	소터 시스템, 포장 및 이적재 시스템
9	Five Groups	스위스	US$5.08억	소터 시스템 및 Palletizing 시스템
10	Intelligrated	미국	US$4.35억	컨베이어, 소터 시스템 및 로봇 소터시스템

<자동화창고 시스템 세계 매출 순위>

3) 특허동향 분석

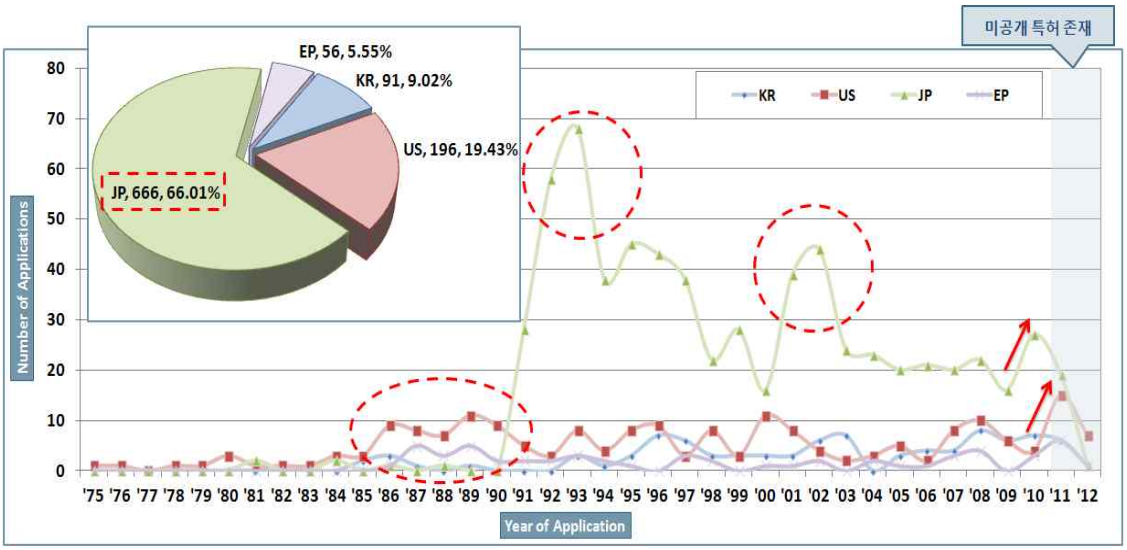
가) 국가별 특허 동향

o Mini-Load 및 Shuttle, AGV를 대상으로 조사된 유효특허 전체의 연도별 특허동향을 살펴보면, 전체적으로 90년대 초중반에 관련분야의 연구개발이 가장 활발했던 것으로 나타남

- 2001~2002년에도 출원 건수가 급증하였으며, 최근에 다시 특허활동이 활성화되는 것으로 분석됨

o 주요출원국의 특허출원현황을 살펴보면, 전체 1,009건의 유효특허 중 666건(66.01%)이 일본에서 출원되어 가장 많은 특허가 출원된 국가로 분석됨

- 미국이 196건(19.43%), 한국이 91건(9.02%), 유럽이 56건(5.55%)로 나타남

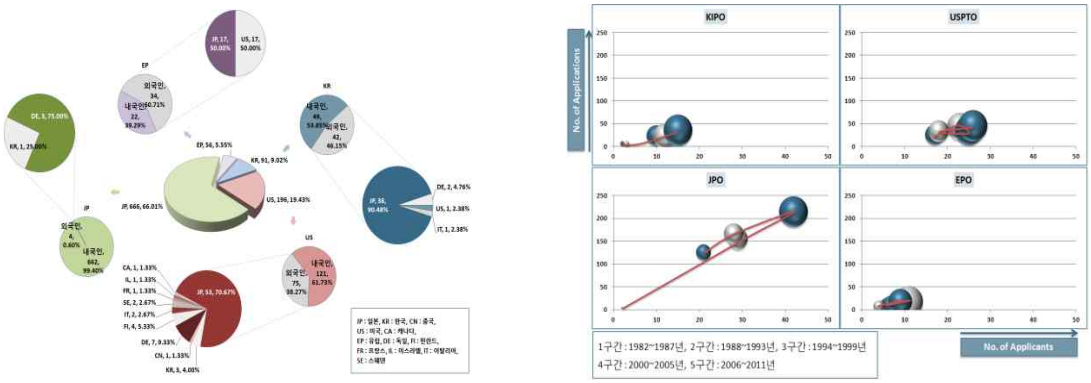


<국가별 특허 동향 분석>

o 포트폴리오로 나타낸 기술위치를 살펴보면, 전체적으로 출원인수와 출원건수가 증가하다가 최근 주체와 성과 모두 감소하는 경향을 나타내고 있음

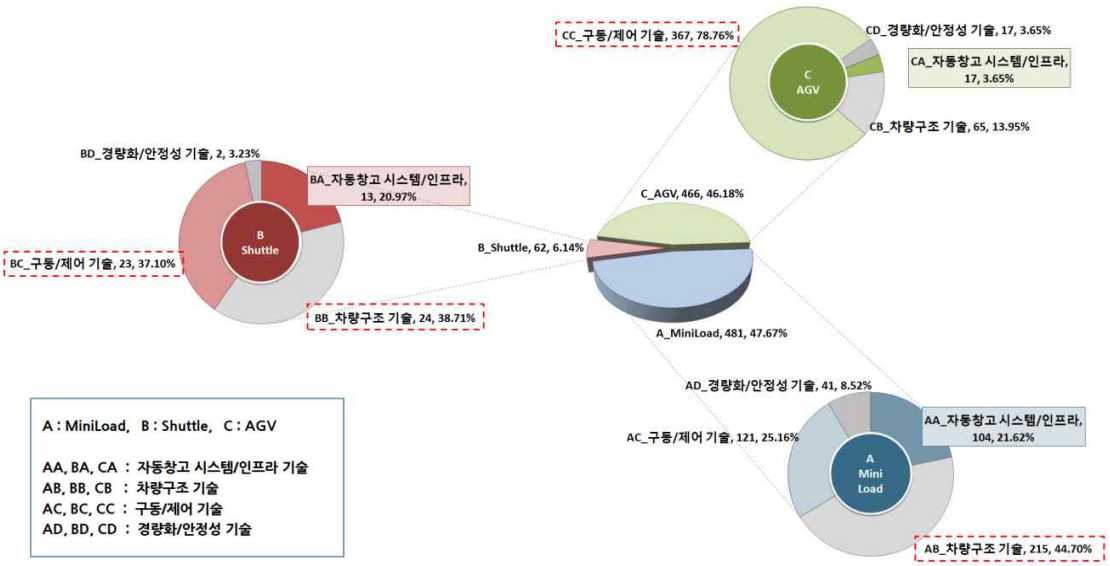
- 다만, 연도별 출원동향을 고려할 때, 최근 출원건수가 증가하고 있으므로 다시 성장기로 재집입할 가능성이 높다고 분석됨

- 국가별로 살펴보면, 한국은 출원인수와 출원건수가 꾸준히 증가하는 성장기에 있고, 미국은 성장기에 재진입했으며, 일본은 성장기 재진입이 예상됨



<국가별 특허 동향 포트폴리오 분석>

나) 세부기술별 특허 동향



<세부기술별 특허 동향 분석>

① Mini-Load

o Mini Load(A) 분야가 481건, 47.67%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 차량구조 기술(AB) 분야가 215건(44.70%)로 가장 높은 출원 비중을 차지함

o 1990년 이후 관련 특허출원이 폭발적으로 증가하기 시작하여 1993년에는 56건으로 가장 많은 특허출원을 진행하였으며 이후 다소 감소세에 진입하였으나, 6~7년을 주기로 증감을 반복하며 최근까지 꾸준한 연구개발 활동을 진행하고 있는 것으로 나타남

o 전체 다출원인 1위인 MURATA MACHINERY LTD가 역시 이 분야에서도 192건의 특허를 출원한 것으로 나타나 51.75%의 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타났고, DAIFUKU가 47건, TOYOTA INDUSTRIES가 39건 등으로 그 뒤를 잇고 있는 것으로 나타남

② Shuttle

o Shuttle(B) 분야는 62건 6.14%의 특허비중을 차지하고 있으며, 차량구조 기술(BB) 분야 및 구동/제어 기술(BC) 분야가 각각 24건, 23건의 특허 출원을 진행한 것으로 나타나 전체 비중의 70% 이상을 차지함

o 2000년대 후반 들어서면서 다소 관련 특허건이 증가하는 모습을 보임

o 독일의 DEMATIC이 14건으로 가장 많은 특허 출원을 진행한 것으로 나타났으며, 그 밖에 미국의 EATON, 일본의 TOYOTA INDUSTRIES, MURATA MACHINERY 등의 기업이 분포되어 있기는 하나 각각 3건 이하의 특허출원 건수를 보유하고 있는 수준임

③ AGV

o AGV(C) 분야의 경우, 466건 46.18%로, Mini Load 분야와 비슷한 비중을 차지하고 있으며, 구동/제어 기술(CC)분야에 대부분의 특허출원이 집중되어 있는 것으로 나타남

o 1980년대 후반부터 관련 특허의 출원이 활발했으며, 매해 꾸준한 특허 출원이 진행되고 있는 것으로 나타났고, 2001년 이후 지속되어오던 감소세가 최근 구간에서는 다시 상승세로 전환됨

o 일본의 MACHINERY LTD가 가장 많은 출원을 보유하고 있는 것으로 나타났으며, HITACHI, NIPPON YUSOKI, MEIDENSHA 등 다양한 일본 기업들이 주요 출원인으로 분포되어 있는 것으로 나타남

o 대부분의 주요출원인이 구동/제어 기술 분야에 역점을 두고 있는 것으로 나타남

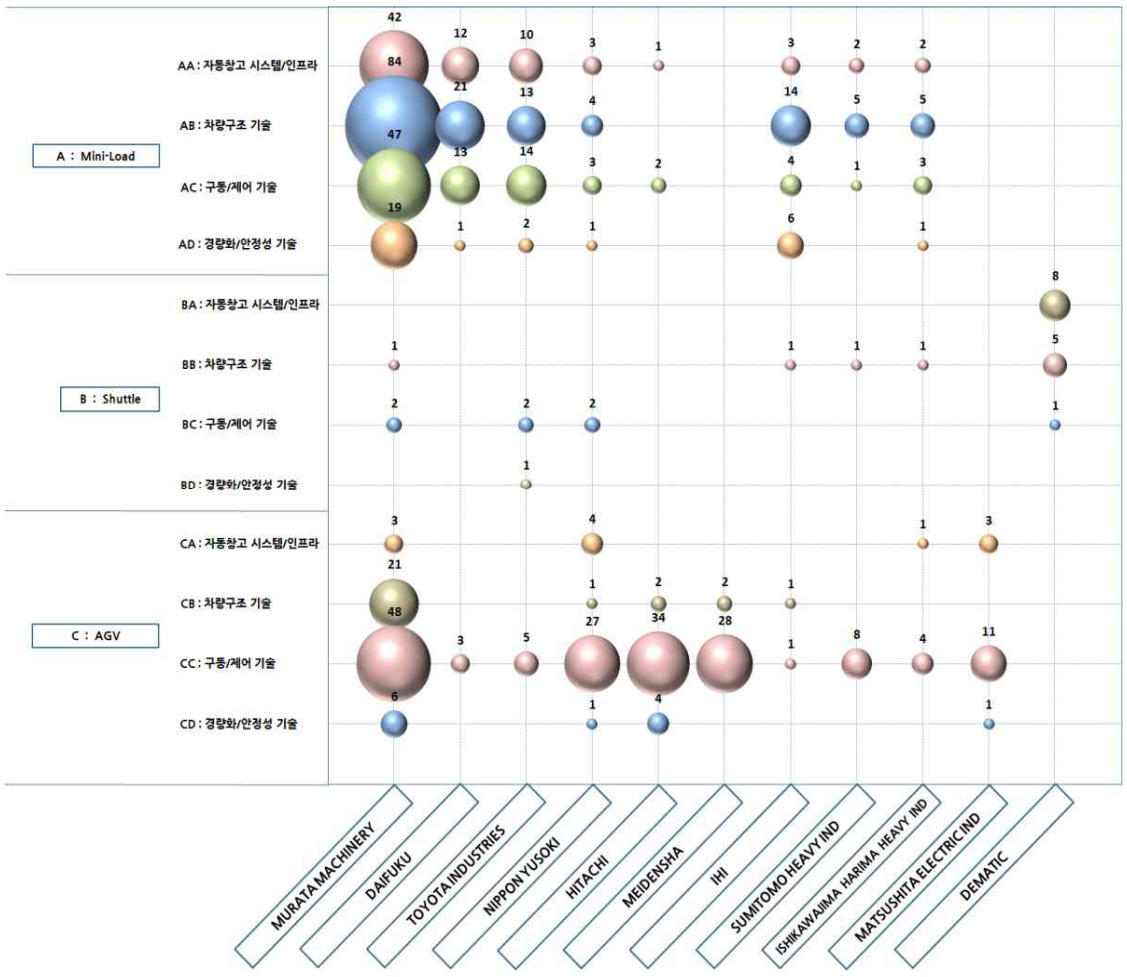
다) 주요 경쟁자 특허 동향

o MURATA MACHINERY는 대부분의 연구개발을 Mini-Load 분야에 치중하고 있는 것으로 나타난 가운데, AGV 분야에서도 78건의 특허를 출원한 것

으로 나타나 상대적으로 Shuttle 분야에서의 연구개발 집중도만 현저하게 떨어지는 것으로 나타남

- Mini-Load 분야에서도 특히 차량구조 기술 분야에의 집중도가 높은 것으로 나타났고, AGV 분야에서는 구동/제어 기술 분야에 치중하고 있는 것으로 나타남
- 3극 패밀리 수도 30건으로 가장 높게 분석되나, 총 출원건수에 비하면 낮은 수준임

o DAIFUKU, TOYOTA INDUSTRIES, IHI 등은 Mini-Load 분야에 역점을 두어 연구개발을 진행하고 있는 것으로 나타났고, NIPPON YUSOKI, HITACHI, MEIDENSHI 등은 AGV 분야에 역점을 두고 있는 것으로 나타남



<주요 경쟁자 특허 동향 분석>

o 대부분의 주요 출원인이 각 중분류별로 연구개발을 모두 진행하고 있는 것으로 나타난 가운데, 일본의 MEIDENSHA 및 MATSUSHITA ELECTRIC은 AGV분야에서만 특허출원을 전개한 것으로 나타났고, 독일의 DEMATIC

은 Shuttle 분야에만 치중하여 연구개발을 진행한 것으로 나타나 차별화된 양상을 보이고 있음

o Shuttle 분야는 독일의 DEMATIC을 제외하면 각 세부기술분야별로 1~2건의 특허만 분포되어 있는 수준인 것으로 나타남

라) 시사점

o 화물의 다양화와 자동화, 고층화가 부각되는 현 자동창고 설비 시장은 물품의 무인 적재와 입/출고 장비에 대한 효율성과 신속성을 강조하고 있고, 이에 대한 다양한 요구가 존재함

o 이와 같은 상황에 대응할 수 있고, 중소형 화물 처리에 적합한 설비장치 Mini-Load와 Shuttle, AGV는 독립적인 시장형성이 가능하다고 판단됨

- Mini-Load와 Shuttle, AGV는 주요 경쟁자와 주도업체가 상이함을 특허분석을 통해서도 확인하였으며, 기술적으로도 그 적용기술과 운용시스템이 상이하여, 그에 따른 장점과 단점이 명확히 구분되는 설비장치임

o Mini-Load는 주행장치와 마스트, 승강장치, 추출기 등으로 구성되어, 물품 운반 시 수평/수직의 동시 이동이 가능함

- Mini-Load는 화물의 적재와 반입/반출을 위한 소요시간이 다른 유사장비들보다 빠르고 효율적임
- Mini-Load는 종래의 랙구조에 Mini-Load System을 추가적으로 부가하면 되기 때문에 이미 설치된 창고 내 랙구조의 활용이 가능하다는 장점이 있음
- Mini-Load의 주행과 운용을 위해 랙과 랙 구조 사이에 주행공간이 필요하므로 Shuttle System에 비해 공간활용도가 낮다는 단점이 있음

o Mini-Load의 부상기술 분석결과, 차량구조 기술과 경량화/안정성 기술이 최근 활발히 연구 개발되는 것으로 나타남

- 다만, 차량구조 기술은 일본을 선두로 다수의 특허가 출원되어 특허장벽이 높을 것으로 예상되므로 경량화/안정성 관련 기술에 대한 연구개발로 시장을 개척하고 선점해 나가는 것이 바람직할 것으로 사료됨
- Mini-Load의 경량화 및 고속화, 에너지 저감 등과 관련된 특허를 분석한 결과, 경량화와 주행/구동은 차량 구조 개선을 통해서, 그리고 고속화는 운용제어를 통해서 기술이 개발된 것으로 분석됨

o Shuttle은 자동창고 내 랙 간에 설치된 레일을 수평 주행하며 화물을 운송하는 대차로서, 수직이동은 랙 중간에 설치된 별도의 승강 장치를 이용함

- 동시에 수평/수직 이동이 가능한 Mini-Load보다는 운반의 신속성이 떨어짐.
- Mini-Load의 경우는 랙 사이에 주행을 위한 공간이 필요하나, Shuttle의 경우는 랙(Rack)과 랙 사이에 Shuttle이 장착될만한 공간만 필요하므로 Mini-Load보다 랙 구축의 공간 집약성이 높은 장점이 있음
- Shuttle System을 구축하기 위해서는 자동창고와 랙 구조를 처음부터 Shuttle에 맞게 설계해야 하며, 따라서 기존 시설에 활용되기 어렵다는 단점이 있음

o AGV는 컨베이어나 레일이 필요하지 않고 자유로운 궤도 설정이 가능하다는 장점이 있으나, 평지에서의 물품운반에 적합한 차량으로, 상기의 Mini-Load와 Shuttle과 같이 화물의 입/출고를 위한 설비는 아님에 차이가 있음

4) SWOT 분석

o 기술동향, 시장동향, 특허동향에 대한 조사 및 분석내용과 연구기관 ㈜신흥기계의 기술보유수준과 연구역량에 기반하여, 본 연구개발과제의 대상이 되는 고속 자동 적재반출장비, Mini-Load AS/RS에 대한 SWOT분석을 실시함

o <표6>은 미니로더 장비에 대한 SWOT분석 결과를 보여줌

시장 환경 \ 국내기업 역량요인 (기술력)		강점요인(S)	약점요인(W)
		• 다양한 물품 취급과 신속한 오더 처리가 가능한 기술개발 • 경험과 노하우를 바탕으로 한 전문적인 기업부설 연구소를 운영하고 있음	• 대부분의 물류장비는 고성능의 해외장비를 선호하고 있음 • S/W와 H/W의 전문 인력이 부족하고 통합이 제대로 이뤄지지 않고 있음
기회요인(O)	• 다양한 소비자의 수요를 만족하기 위해 다양한 물품 취급과 대응시간이 짧아지고 있음 • 경량화물용 물류장비는 중량화물용 물류장비에 비해 자동화가 이뤄지지 않고 있음 • 국내 기술력 균형을 위해 정부지원이 많이 이뤄질 것으로 예상됨	<SO전략 : 공격적전략> (강점사용-기회활용) - 다양한 물품 취급을 신속하게 처리할 수 있는 기술개발로 시장의 요구를 만족 - 경험과 노하우를 바탕으로 한 기술진의 우수한 능력과 정부지원을 통해 국내 기술균형을 유지하고 기술 경쟁력 확보	<WO전략 : 만회전략> (약점극복-기회활용) - 제어분야의 인력양성을 통해 선진 장비 기술력에 대응 가능한 국내 원천기술 확보 - 국가지원을 바탕으로 경량화물용 물류장비의 국산화를 구현하고 소프트웨어와 하드웨어의 통합기술력 개선을 통해 국내 기술력 확보

위협요인(T)	• 해외 장비제조업체들이 다수의 핵심기술을 보유하고 있음 • 해외 장비 제조업체들의 급격한 성장으로 인해 국내외 시장을 점유하고 있음	<ST전략 : 다각화전략> (강점사용-위험회피) - 기술진의 기술개발 경험과 노하우와 선진장비의 핵심기술의 벤치마킹을 통해 다수의 핵심기술 보유 및 국산화 실현 - 다양한 물품취급과 신속한 오더처리가 가능한 기술개발로 국내외 시장 진입	<WT전략 : 방어적전략> (약점최소화-위험회피) - H/W와 S/W분야의 전문인력을 양성하여 기술력 국산화 구현 - H/W와 S/W간의 통합 기술력 개발 통하여 국내외 기술시장 진입

<미니로더 SWOT분석>

5) STP 분석

o Mini-Load AS/RS의 강점인 고속적재/반출 시스템에 에너지저감 및 녹색기술 적용하여 경쟁력을 갖춤

o 고층의 랙 설비가 기구축되어있는 중소창고의 자동화에 용이하게 적용이 가능하다는 기술적 장점을 부각시키는 포지셔닝 전략이 고려 가능함

가) Segmentation (시장세분화)

o 자동창고 관련 시장은 다음과 같이 세분화 할 수 있음
- 자동창고 시스템 구축
- 창고 시스템 설계
- 시스템 운용 소프트웨어
- 화물 운송장치

o 또한 물류자동화 또는 자동창고시스템 시장은 중량화물 운송과 경량화물 운송으로 구분할 수도 있음

나) Targeting (타켓 설정)

o Mini-Load는 경량화물 및 다품종화된 화물의 고속 반입/반출에 적합한 화물 운송장치로서, 다음과 같이 타켓 시장을 설정할 수 있음
- 중소 화물 창고
- 중소 규모의 자동창고 설비 추진 예정인 기업
- 경량화물 보관/저장/유통 업체 (제약사, 식자재 유통업체, 택배, 모바일 전자기기 부품)

다) Positioning (포지셔닝)

o Mini-Load AS/RS에 대하여 다음과 같은 포지셔닝 전략을 고려할 수 있음
- 에너지 저감 및 녹색 기술 적용
- 고속 적재/반출 시스템 구축
- 고층의 랙 설비를 구축하고 바로 적용 가능
- 기구축된 창고 시스템에 바로 적용 가능
- 고속이면서도 효율적이고 저렴한 운용/유지비
- 경량 화물 운반/처리
- 다품종 화물 운반/처리

(나) 에너지 저감기술 및 고속 적재/반출기술 접목사례 조사 및 분석

1) 에너지 저감기술

가) 장비 경량화

o 국외 선진 장비 제조업체들은 장비경량화를 위한 설계를 하고 있는 상태이나 타 분야의 장비 경량화에 비해 기술적용률이 낮음

o 기술적용률이 높은 항공 및 자동차분야의 장비경량화 사례를 조사하고, 해당 내용들이 어떻게 물류장비 경량화에 적용될 수 있을 것인지에 대해서 생각해 봄

- 자동차산업에서는 장비경량화를 위하여 강도를 고려할 필요가 없는 차체 및 외장품을 기존의 강판제에서 경량재료인 알루미늄 합금으로 대체하는 추세임
- 항공산업에서는 탄소섬유 복합재료를 활용하여 기존 경량재료 대비 20~30%의 경량화 목표를 달성한 상태임
- 강도가 높고 가벼운 재료 개발과 경량화 기술에 대한 연구가 지속적으로 이루어 질 것으로 기대됨

① 알루미늄 합금 복합소재를 활용한 자동차 경량화

o 국외 자동차 제조업체들은 기존의 강판제를 알루미늄합금 복합소재로 대체함에 따라 차체의 경량화를 달성하였으며, 이를 통하여 연료효율을 향상시킴.

- 경량화재료 및 기술적용을 통한 자동차 중량 저감은 100kg당 1km/ℓ의 연비 개선을 도모할 수 있음[2)]

o 미국, 일본, 유럽 등 각 나라별 정부에서 석유의존도를 낮추고 환경보호를 위하여 자동차 연비기준[3)]을 강화함에 따라, 차체경량화를 위한 기술개발이 지속적으로 이루어 질 것으로 예상됨

o 아래 표는 자동차 제조업체에서 차체경량화를 달성함 사례를 보여줌

적용 업체	차종	적용부위	효과
토요타	1/X	차량의 상판(Upper Body) 적용	약 130kg 경량화
아우디	Audi TT	차량의 차체 전부분 적용	약 100kg 경량화
	Audi R8	전.후부 바디 적용	약 210kg 경량화
Nissan	Fuga	프런트 후드, 트렁크 도어 적용	약 38kg 경량화

<알루미늄 합금을 적용한 차체 경량화 및 효과>

2) 이현규 "자동차 경량화 재료선정 및 경량화 기술" 2010

3) 세계 나라별 연비개선 기준 강화 : 연비기준 16.8km/ℓ 목표(일본), 연비기준 14.9kmℓ목표(미국)

② 탄소섬유 복합재료를 적용한 항공기 경량화

o 다양해지는 수요자의 요구사항에 대응하기 위하여 항공기에 탑재되는 부대장비가 증가하고 있으며, 이로 인하여 항공기 전체 중량이 증가되는 추세임

o 항공기 기체에 탄소섬유 복합재료를 사용함으로써, 기체를 경량화하고 에너지 효율을 개선해 나가고 있음

- 탄소섬유 복합재료는 알루미늄소재 보다 약 40% 가볍고, 티타늄보다는 탄성률이 높은 재료로 항공분야 외에도 위성본체 등 우주구조물 소재로 사용되고 있음

o Platts 2011 보고서에 따르면, 아래의 그림과 같이 항공기 내의 탄소섬유 복합소재 사용 비중이 1980년대 10~20%에서 2010년에는 50%로 증가함[4)]

- 경량화 재료 및 기술 적용이 지속적으로 확대될 것으로 예상됨
- 보잉사의 B787에는 탄소섬유가 전체 기체중량의 50%까지 적용되었으며, 이를 통하여 약 5톤의 무게가 감소됨[5)]

나) 에너지 Re-generator

o Mini-Load AS/RS를 포함한 물류설비에서는 이송장비의 구동 및 감속 시에 에너지가 소비되는데, 에너지 효율을 개선하기 위하여 다양한 기술과 장비가 연구 개발되고 있음

- 에너지 효율을 개선하기 위한 장치 구조 설계 개선
- 브레이크 장치 사용 시 발생되는 열에너지 변환을 통해 전기에너지를 생산하고, 재생된 에너지를 재활용하는 Energy recovery system

o 에너지 재생 시스템은 다양한 분야에서 적용되고 있음

- 특히 자동차 내 장착된 배터리의 경우 자동차의 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 재충전하는 기술을 적용하고 있음

o 물류장비분야에 적용된 에너지 재생 시스템은 약 20~30%의 에너지 소비 감소 효과를 보임

4) Burton, R. “Cf Developing Importance. Aerospace Manufacturing”, Vol. 3, MIT Publishing Limited, Kent, UK, 2008
5) Soo-Jin Park “Present Status and Applications of Carbon Fibers-reinforced Composites for Aircrafts”, Vol. 11, Carbon Letters, 2010

① Synchronous Belt를 적용한 모터시스템[6)]

o 미국 산업 내 모터시스템은 매년 약 시간당 679billion kWh의 전력량을 소비하고 있으며, 산업 내 총 소비전력량 중 약 20%를 차지하는 전력소비량이 높은 분야 중 하나임

o 분야별 산업발전에 의한 구동시스템의 고도화로 모터시스템 활용이 높아지고 있으며, 과도한 전력 사용량을 절약할 수 있도록 구조설계개선 및 연구가 지속적으로 이뤄지고 있음

o 최근에는 모터시스템 내의 동력원들을 연결하기 위하여 V-벨트를 대신 Synchronous 벨트가 사용되고 있음
- 기존 모터시스템 내에서는 V-벨트가 주로 사용되었으나, 이는 유지보수 비용이 높고 효율이 낮은 단점을 가지고 있었음
- V-벨트의 단점을 개선한 Synchronous 벨트(타이밍 벨트)가 개발되었으며, 빠르게 확산되고 있는 추세임

o Synchronous 벨트를 사용할 경우 벨트와 동력원 사이의 마찰력이 감소하게 되며, 이에 따른 이점은 다음과 같음
- 모터 시스템 구동 시 에너지(전력) 소비량 감소
- 벨트와 Sprocket 사이의 열 손실 감소로 불필요한 소비전력 감소
- 벨트의 유지보수 비용 감소 및 부품교체주기 감소
- 모터 시스템의 효율 증대

② 에너지 재생(회생)을 위한 Energy recovery system[7)]

o Material Handling Equipment/Elevator/Escalators 등 리프트장비 제조 산업이 진보하고, 환경에 대한 의식이 변화하면서 에너지저감 및 효율증대를 위한 기술 개발 및 연구가 지속적으로 증가하고 있음

o 2012년 Freedonia Market Report에 의하면 리프트장비 제조 산업 내에서 에너지 효율증대를 위한 기술시장이 급격히 성장할 것으로 예측하였음

o 360ip사의 Energy Recovery system은 리프트 장비가 하강하는 과정에서 발생되는 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 시스템임

6) Gates Corp “Improving motor system efficiency with high efficiency belt drive system”
7) Market-Driven IP Global Focus_360ip “Technology Summart ” Energy Recovery System for Lifts, Escalators and Material Handling Equipment“

- 변환된 전기에너지는 Ultra-Capacitor에 저장 후 재사용됨
- 에너지 과다소모를 방지하고, 효율적인 에너지 관리가 가능함
- Energy recovery system의 에너지 재생 효율은 평균 40% 이상으로 측정됨

o 이와 같은 시스템은 Elevator, Escalators 장비 외에도 Crane, Lift 등 화물적재 및 반출을 위한 물류장비 분야에 활용 가능할 것으로 판단됨

③ 에너지 재생과 배터리를 활용한 Hybrid Forklift Truck[8)]

o 가동시간과 화물처리량이 높은 중형과 대형 지게차에 대해서 Hybrid system에 기반한 에너지 저감 기술 적용이 요구되고 있음
- 1~3톤 소형 지게차의 경우 Battery type과 Engine type(Gasoline, LPG)을 혼용한 시스템이 가장 많이 적용되고 있음
- 4~5톤 중형과 6~42톤 이상의 지게차에는 아직 일부만 적용되어 있는 상황임

o 배터리와 엔진을 혼용하는 Hybrid system의 동작 방식은 다음과 같음
- 저속주행/경량 화물 리프팅: 연료소비
- 고속운행/중량 화물 리프팅: Battery의 보조전력과 연료를 함께 소비
- 배터리충전: 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 보조 배터리 충전

o 시스템 적용 및 효율측정결과, Hybrid system을 적용했을 때 평균 39%의 에너지(연료)를 절감 효과를 보임
- 연간 300일 구동과 하루 8시간 주행을 기준으로 함
- 4.6톤의 CO_2 배출량 감소 효과를 보임

8) Misubishi Heavy Industries Technical Review Vol. 47 No.1 “Development of the Word’s First Engine/Battery Hybrid Forklift Truck” 2010

2) 접목사례

o 국외 선진 장비제조업체들은 물류장비의 에너지 소비를 줄이기 위하여 회생 브레이크 및 장비 경량화 기술 연구를 지속적으로 진행하고 있음
  - 화물처리 속도가 고속화됨에 따라, 물류장비에서의 에너지 소모량 또한 증가할 가능성이 높음
  - 화물 이송장비인 SRM (Storage Retrieval Machine)의 경량화를 통하여 에너지 소모를 줄이는 한편, 브레이크 장치를 이용한 에너지 재생 기술 또한 도입하고 있음

가) PSD Intralogistic GmbH 사의 Maxloader

o PSD Intralogistics사는 AC 서버모터와 브레이크 장치를 연계한 Power supply system을 개발하여, 이를 Maxloader에 적용하였음
  - 이 시스템은 작업 중인 SRM이 감속할 때 발생되는 열에너지를 전기에너지로 변환하여 재생된 에너지를 다른 장치에 재사용하는 원리로 작동됨

o 이 기술을 해당 장비에 적용한 결과, 기존 장비의 에너지 소비량 보다 약 30%가 절감됨[9)]

나) Daifuku 사의 DUOSYS system

o 다이후쿠 사는 장비의 에너지 소비를 줄이기 위하여 EDLC (Electronic Double-Layer Capacitors) System을 개발하였음
  - 구동 원리는 앞서 소개한 Power Supply System과 동일함

o 이 기술을 해당 장비에 적용한 결과, 기존 장비의 에너지 소비량 보다 약 30%가 절감됨[10)]

o 또한 해당 기술을 리프트 장비인 E-LIFT에 적용한 결과, 기존 장비에 비하여 약 28% 에너지소비량이 절감됨[11)]

다) Via store 사의 AS/RS System

o Via store사는 AS/RS 장비 내 Crane이 화물리프팅 및 호이스팅작업 시 많은 에너지를 소비하는 것을 확인하였음.

9) 출처 : Press Report “psb on the Pack & Move, Basel” 2008
10) 출처 : Dauifuku America Home Media Relations “Daifuku America Adds DUOSYS Sortation System to its Line of AS/RS Products” 2009
11) 출처 : Daifuku “Corporate Social Responsibility Report” 2010

o 에너지 소비 절감을 위한 연구를 진행하였으며, 에너지 관리 시스템과 회생 브레이크 장치를 활용한 SEW System을 개발하였음.

o 독일 브룩살 시티에 위치한 Warehouse AS/RS에 해당 시스템을 적용시킨 결과, 기존 장비의 에너지 소비량보다 약 20%가 절감됨[12)]

12) Viastore System "The Power of Delivery_Intralogistik news" 2008

(다) 시스템 구조 상세분석

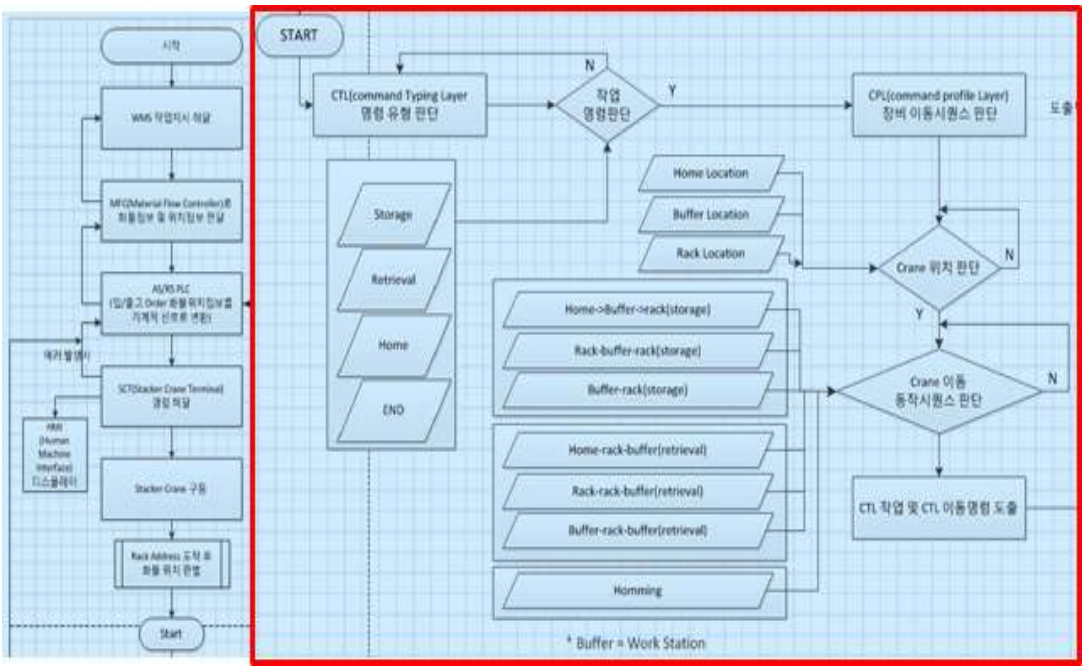
o 고속 주행장치와 수직 승강장치의 하드웨어적인 구조를 분석하고, 동작 메커니즘을 정의함

- 에너지 저감기술의 접목을 위하여 선진 기술이 접목된 Re-generator의 구조를 분석하고, 동작 메커니즘을 파악함

o 화물적재 및 반출 기능을 수행하는 추출기의 구조를 분석하고, 동작 원리를 이해함

- 기존 물류장비에서 개발된 double deep(depth) 운반 Telescopic 포크의 구조를 이해하고, 동작 메커니즘의 파악함

o 스태커크레인과 컨베이어의 기계적 동작원리와 운영 메커니즘을 분석하였으며, 그 결과는 아래의 그림과 같음



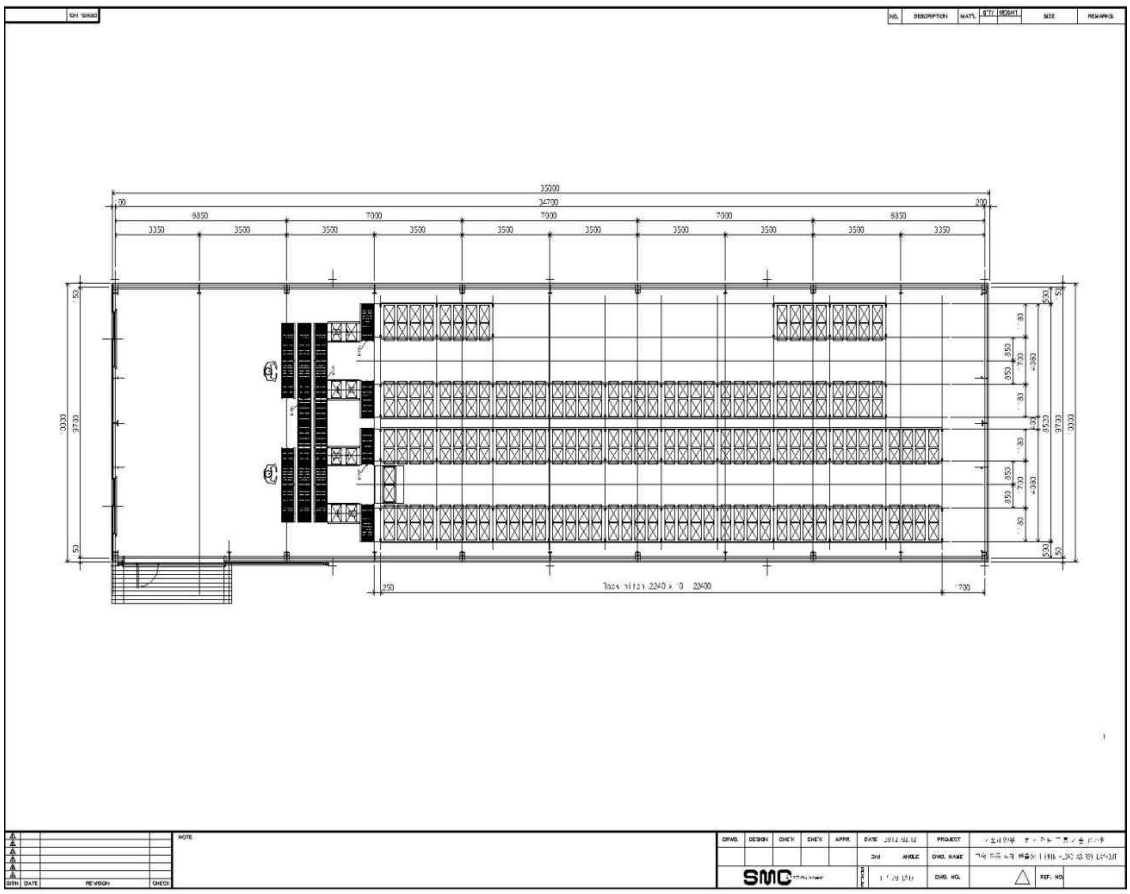
<스태커 크레인의 운영 메커니즘>

(라) 시스템 구조 상세설계

1) 도식화 및 설계

o 기본 장비구성도와 전체 Layout을 아래의 그림과 같이 도식화 함

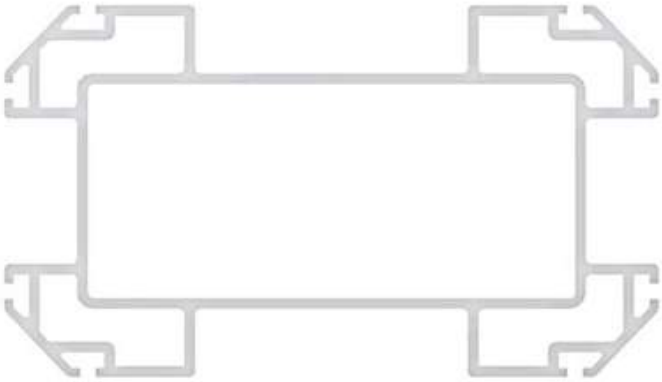
- 장비의 기본구성도를 활용하여 랙과 컨베이어를 포함하는 장비의 전체 Layout을 도식화 함
- ULD(Unit Load Device)로서 버켓, 토트, 팔레트 등을 고려하여, 설계단계에서 이들의 표준 크기를 고려함



<전체 시스템 레이아웃>

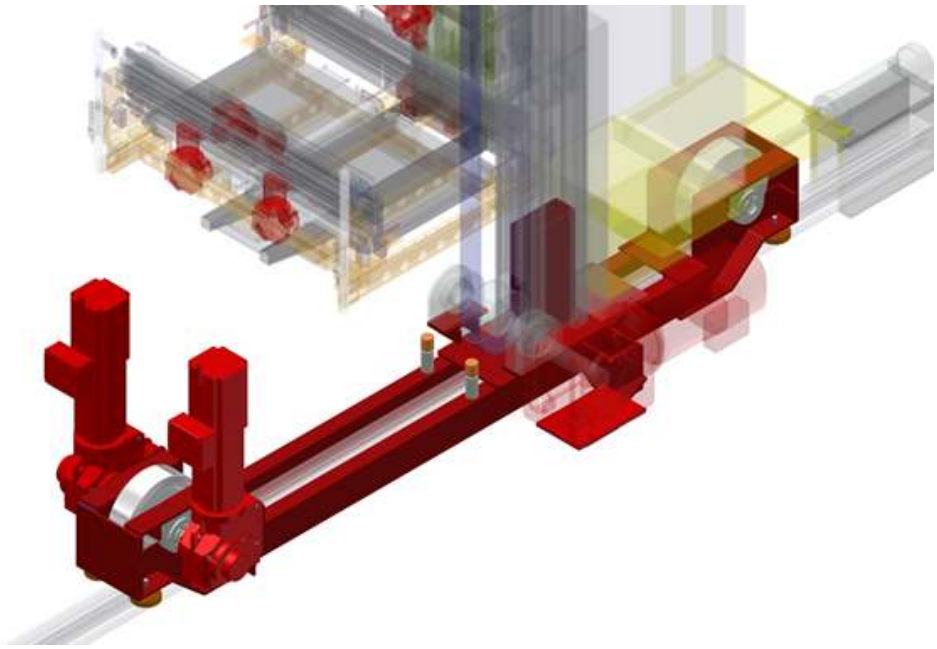
o 다음 장비들을 설계함

- 마스트 (Mast)



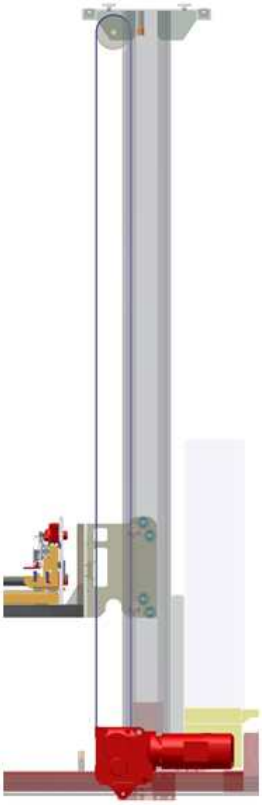
<Mast 단면>

- 수평 이동을 위한 주행장치 (Traveling Machinery)



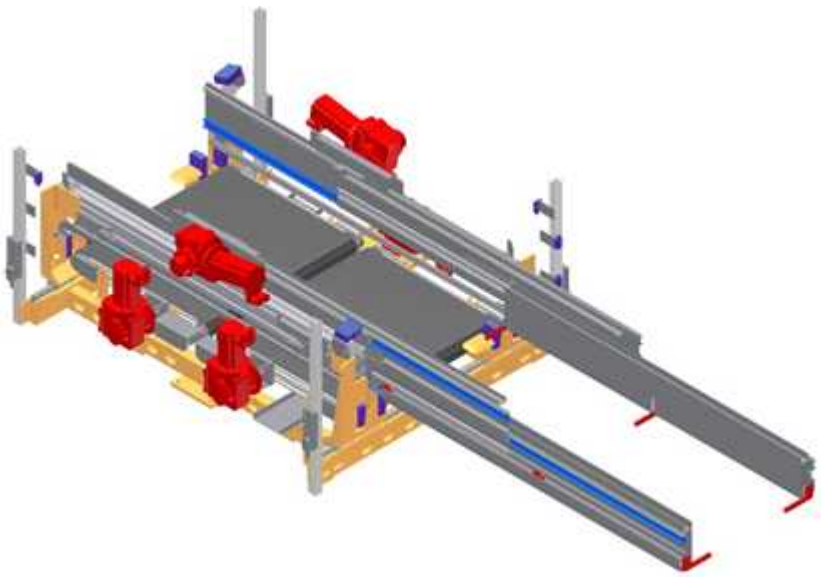
<주행장치>

- 수직 이동을 위한 승강장치 (Hoisting Machinery)



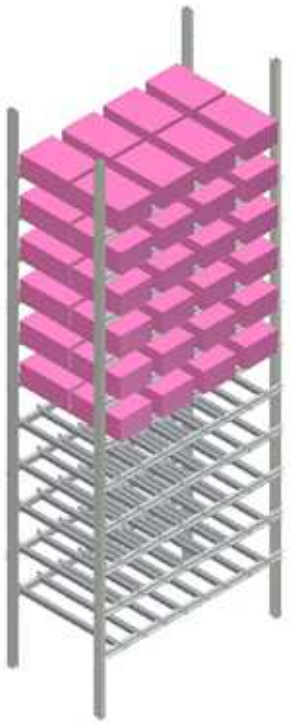
<승강장치>

- 화물 적재 및 반출을 위한 추출기 (Telescopic Fork)



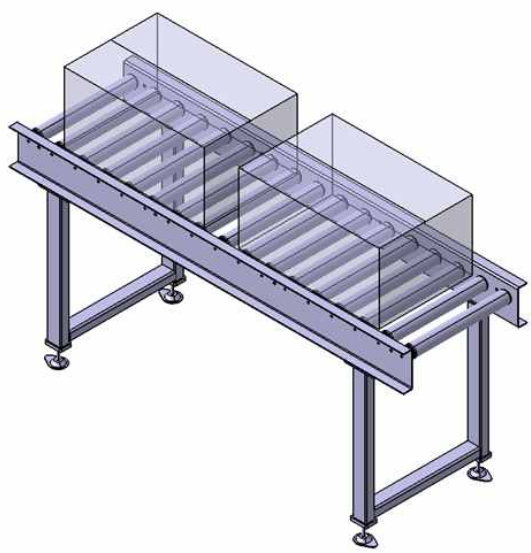
<포크 (바이퍼)>

- 랙 (Rack)



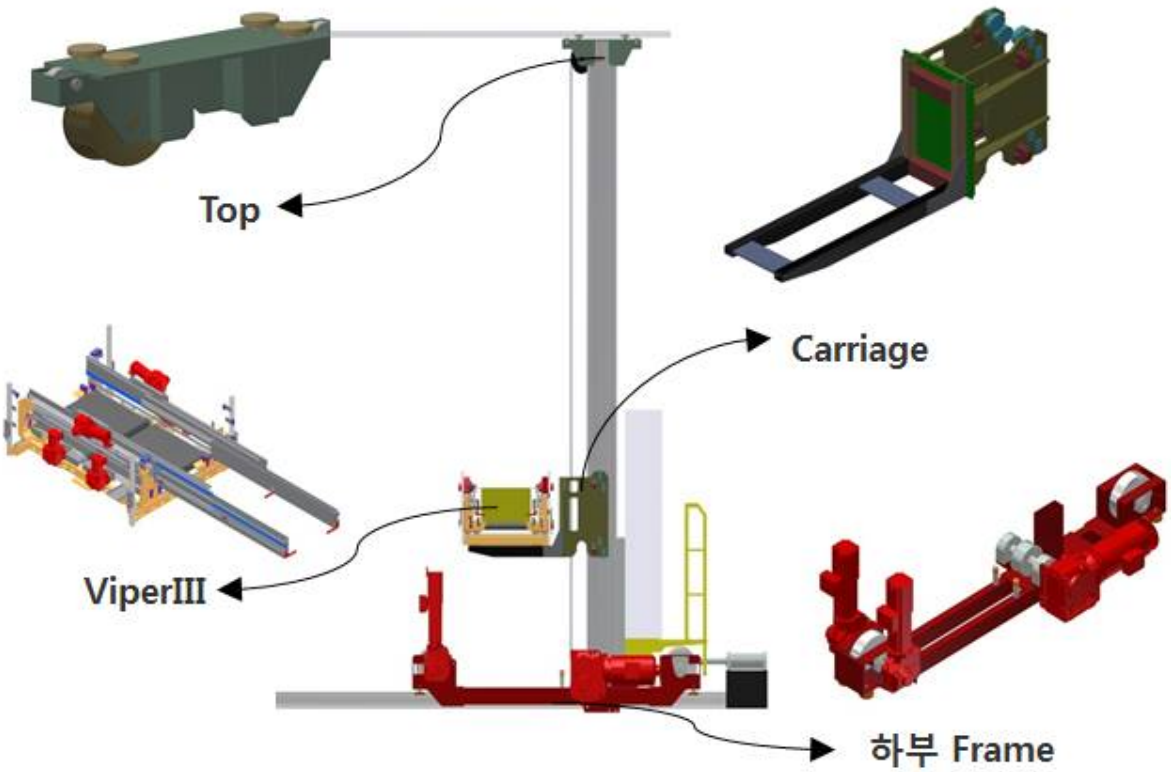
<랙>

- 컨베이어 (Conveyor)



<컨베이어>

o Auto CAD (Computer Aided Design), Inventor를 활용하여 Mini-load AS/RS의 개별 구성품을 설계함



<Mini-load AS/RS의 개별 구성품>

2) 구조해석

o 구성품의 응력, 변형량 분석을 위하여 다음과 같은 구조해석을 실시함
- 개별 주요부품에 대한 구조해석
- 어셈블리 작업 후 구성품에 대한 구조해석

o 구조해석을 통하여 하중에 따른 정역학 및 응력학적 영향력을 분석하고, 구성품의 안전성을 검토함
- Ansys Workbench, Inventor등 3D FEM(Finite Element Method)를 활용하여 구조해석을 실시함

가) 해석적용 및 보완

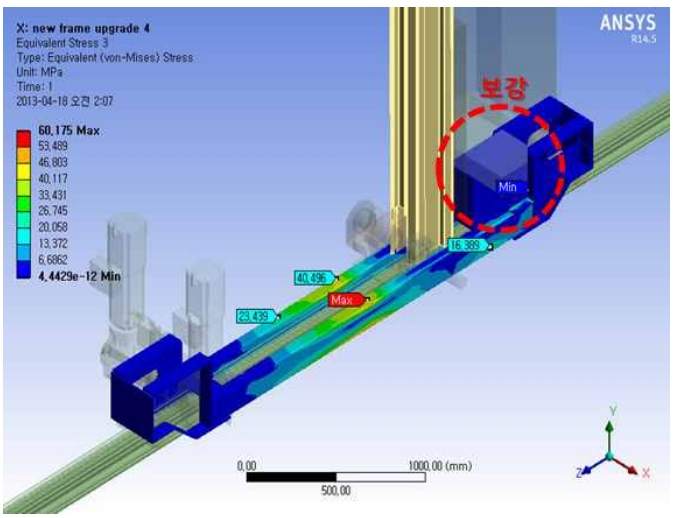
o 구조해석과 동역학해석의 결과를 판단하기 위한 기준으로서 위험 기계·기계 의무안전고증 고시 제정(안)과 자체기준을 적용함.

	번호	구분		내 용			
구동부 기준	1	사용 강재		항복점 (δe)	인장강도 (δ)	주요 사용부	
			SS400	2,400kg/㎠	4,100kg/㎠	상, 하부 FRAME	
			S45C	3,430kg/㎠	5,690kg/㎠	MAST FRAME 및 기타 강재	
			6N01-T5	2,300kg/㎠	2,750kg/㎠	MAST 및 CARRIAGE 일부	
	2	강재의 물성치		종탄성계수	포아송비	선팽창계수	비중
			SS400	2,100,000 kgf/㎠	0.3	1.2x10-5 ℃	7.85g/㎤
			S45C	2,100,000 kgf/㎠	0.3	1.2x10-5 ℃	7.85g/㎤
			6N01-T5	700,000kgf/㎠	0.33	2.4x10-5℃	2.76g/㎤
	3	강재의 허용 응력		허용인장응력 (δta)	압축응력이 발생하는 쪽에 대한 허용 굽힘응력 (δba)	허용압축응력 (δca)	허용전단응력 (τ)
			강재계산식	δta= δe/1.5	δbac= δta/1.15	δca= δta/1.15	τ= δta/√3
			SS400	1,600 kg/㎠	1,391 kg/㎠	1,391 kg/㎠	924 kg/㎠
			S45C	2,287 kg/㎠	1,989 kg/㎠	1,989 kg/㎠	1,320 kg/㎠
			6N01-T5	1,533 kg/㎠	1,333 kg/㎠	1,333 kg/㎠	885 kg/㎠
	4	처짐한도		크레인 거더의 처짐은 정격하중 및 달기기구 자중을 합한 하중에 상당하는 하중을 가장 불리한 조건으로 권상하였을때, 당해 스팬의 800분의 1 이하가 되어야 함.			
자체 기준	5	흔들림		Fork가 Rack 내의 화물을 입.출고 시키는데 간섭 되지 않는 여유간격 (30mm) 내에 있어야 함.			
	6	Whell 들림		구동 Wheel 일 경우는 들림량이 없어야 함. 단, 들림현상이 있을 때는 기구적인 방법을 제한 함.			

<구조해석 판단 기준>

o 구조해석 과정에서 하부 Frame에 응력이 집중되는 지점이 존재함을 확인하였으며, 이를 해결하기 위하여 해당부분을 보강함

- 집중된 응력이 분산됨을 확인함



<응력집중지점 보강>

나) 구조해석 결과

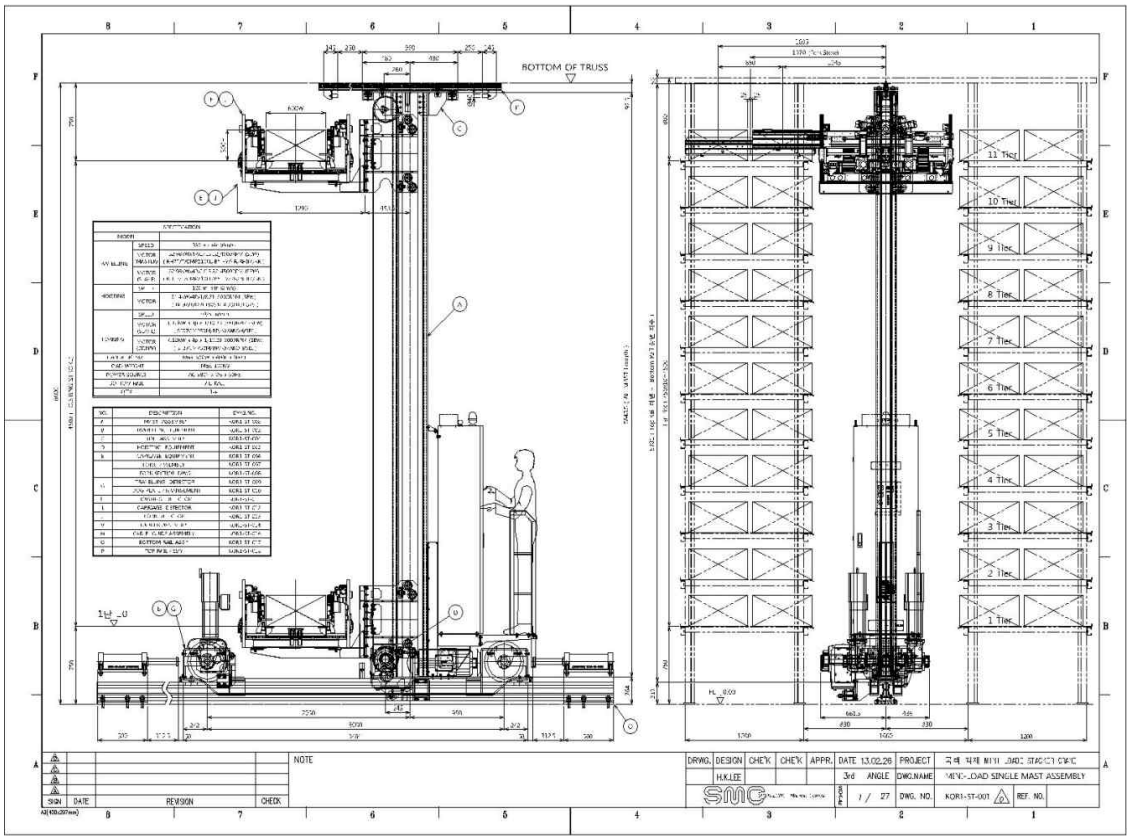
o Single Mast Mini-Load의 구조해석 결론은 다음의 표와 같음

	명칭 및 내용	허용치	현상치	판정	대책치	대책 후 판정	대책 내용
하부 Frame	하부 Frame 굽힘 응력	139 Mpa	148.76 Mpa	N.G	60.18 Mpa	O.K	응력집중 지점 보강
	Wheel간 거리의 Frame 변형량	3.75mm	1mm	O.K			
주행 Shaft	주행구동 Shaft 굽힘 응력	229 Mpa	83.8 Mpa	O.K			
	주행구동 Shaft 전단 응력	131.6 Mpa	83.8 Mpa	O.K			
	주행종동 Shaft 굽힘 응력	229 Mpa	0.95 Mpa	O.K			
승강 Shaft	승강구동 Shaft 굽힘 응력	229 Mpa	0.37 Mpa	O.K			
	승강구동 Shaft 전단 응력	131.6 Mpa	0.37 Mpa	O.K			
	승강종동 Shaft 굽힘 응력	229 Mpa	0.03 Mpa	O.K			
Carria -ge	Carriage 굽힘응력	139 Mpa	61.9 Mpa	O.K			
	Carriage 변형량	2.12mm	0.05mm	O.K			
	Carriage Belt BRK 굽힘응력	139 Mpa	61.91 Mpa	O.K			

<구조해석 결과 - Single Mast Mini-Load>

3) 시스템 설계 도면 제작

o AutoCAD를 활용하여 설계도면을 제작함



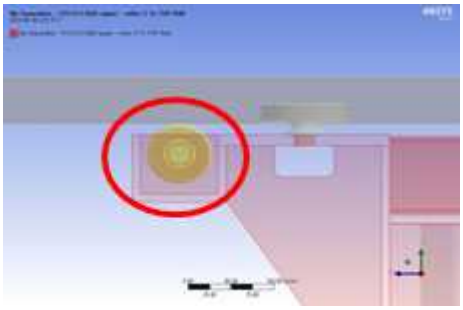
<Mini-Load AS/RS 설계도면>

4) 설계도면 완성 후 동작안정성 검증

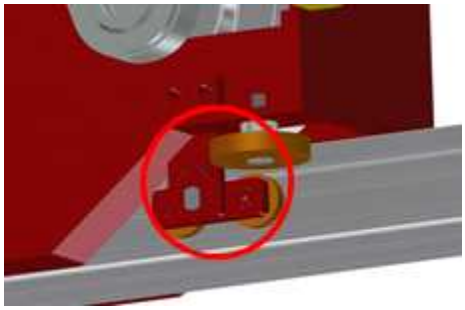
o 구성품들의 어셈블리 작업실시 후 완성된 전체 장비의 안전성을 검증함
- 움직임에 따른 진동영향, 하중영향 등을 파악함
- carriage의 위치(상단, 하단), 이동방향(정주행, 역주행)와 같은 주행조건을 변화시켜 봄

가) 해석적용 및 보완

o 동역학해석 과정에서 하부 Wheel 들림 현상과 Mast 최상부 흔들림 현상이 발견되었으며, 이에 대한 보완책으로 상부와 하부에 들림 장치를 추가함
- 상부 Top에 들림 방지장치를 Top의 앞, 뒤, 끝단에 부착함
- 하부 Frame에 들림 방지장치를 구동, 종동부 Wheel 양옆에 부착함



a. 상부 Top 들림방지 장치



b. 하부 Frame 들림방지 장치

<보완책 - 들림방지 장치>

나) 동역학해석 결과

o Single Mast Mini-Load의 동역학해석 결론은 다음의 표와 같음

	명칭 및 내용	사양	현상치	판정	대책치	대책후 판정	대책내용
하부 Wheel 들림량 (주행중)	Forward 방향	Trapezoidal	3mm			적용안함	• 기구적으로 들림 및 흔들림 방지장치를 추가로 장착함 • 하부의 들림 및 상부의 흔들림 방지장치로 하부는 0.5 ~ 1mm 간격으로 가이드롤러가 운행되며, 상부는 TOP 전. 후에 장착되어 있는 가이드 롤러의 스프링 탄성력으로 자유 조절됨
		S-CURVE	1.6mm	N.G		O.K	
	Reverse 방향	Trapezoidal	3.2mm			적용안함	
		S-CURVE	2.5mm	N.G		O.K	
상부 Mast 흔들림량 (주행중)	Carriage 하부위치	Trapezoidal	8mm			적용안함	
		S-CURVE	8mm	O.K			
	Carriage 상부위치	Trapezoidal	16mm			적용안함	
		S-CURVE	11mm	O.K			
	Carriage 상승	Trapezoidal	10mm			적용안함	
		S-CURVE	8.5mm	O.K			

<동역학해석 결론 - Single Mast Mini-Load>

(마) 시험환경 구축

1) 준공 개요

o 준공 기간: 2013년 2월 6일 ~ 2013년 4월 15일

o 준공 위치: 충청북도 충주시 가금면 가흥리 24-5

o 지역, 지구: 계획관리지역, 산업개발진흥지구, 제2종지구단위계획구역

o 대지면적: 17,360 M²

o 주용도: 공장

o 건축면적: 6,135.39 M² (기존:5,341.7 + 수평투영면적:12.8 + 증축:780.89)

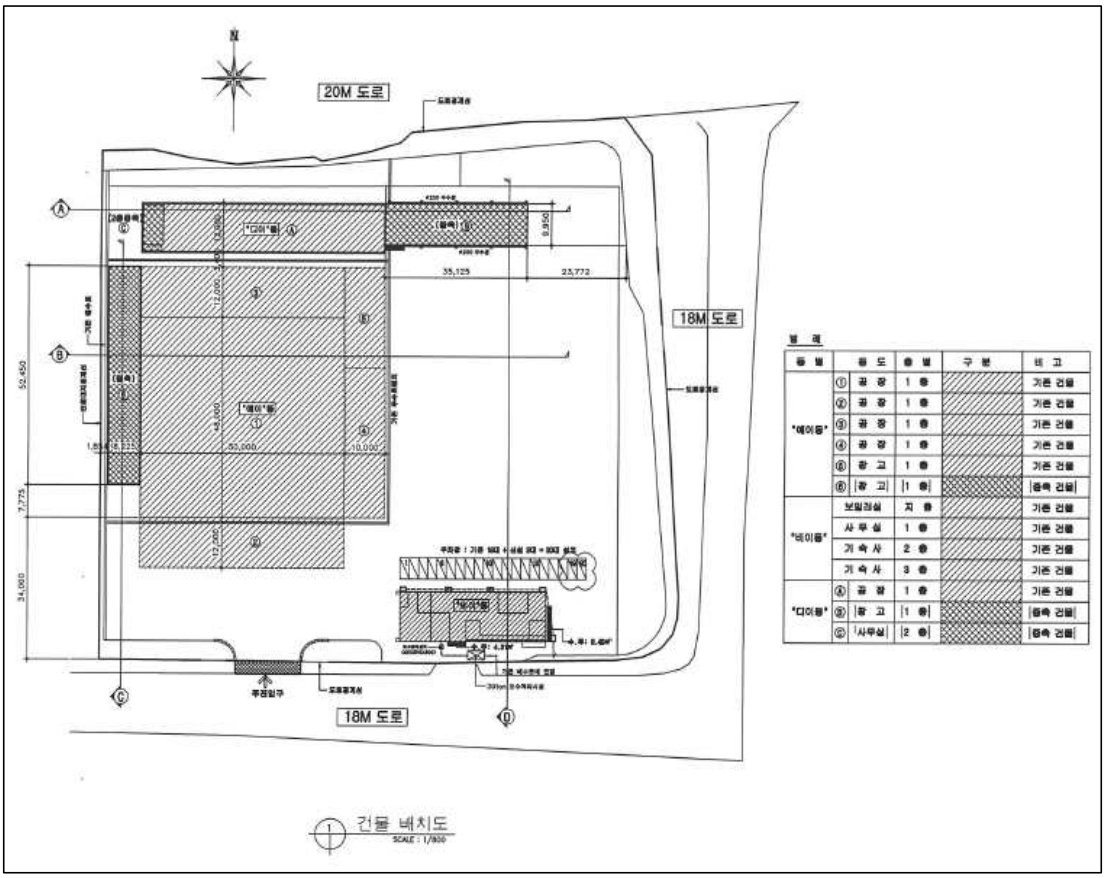
o 연면적: 6,991.75 M² (기존:6,156.98 + 증축:834.77)

o 용적율 적용면적: 6,964.84 M²

o 건폐율: 35.34% (6,135.39 / 17,360 X 100)

o 용적율: 40.12% (6,964.84 / 17,360 X 100)

o 구조: 일반 철골 및 경량 철골조(증축)



<건물배치도>

2) 필요성 및 용도

o Mini-Load를 설치하고 운영 테스트하기 위한 시험환경을 (주)신흥기계 충주 공장에 구축함

o Mini-Load 및 Mini-Load가 운행할 수 있는 레일, 랙(화물 적재), 안전 팬스 등을 설치하여 Mini-Load의 안정적인 운영을 시험 할 수 있는 장비 테스트 베드로 활용할 예정임

3) 장비시험환경 설비

o 장비시험환경 설비의 내/외부 전경을 아래의 그림과 같음




a. 내부 전경




b. 외부 전경

<설비 내/외부 전경>

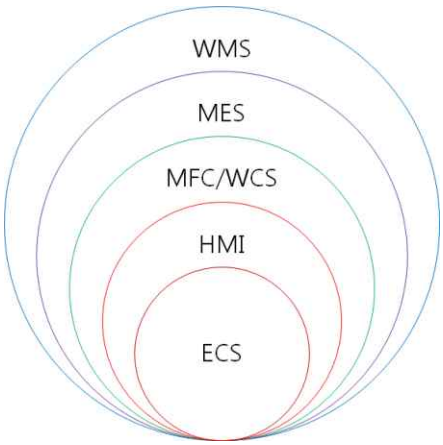
(2) Mini-Load 운용시스템 설계 및 개발

(가) 국내외 운용시스템 기술동향 분석

1) 물류장비관리 시스템

o 장비관리시스템으로는 ECS, HMI, MES, MFC, WCS, WMS 등이 존재하며, 이들 사이에는 다음의 그림과 같은 관계가 존재함

- Equipment Control System(ECS): 상위 소프트웨어와 연결되어 물류장비를 제어하는 시스템임
- Human-Machine Interface(HMI): 종 장비들과 연결하여 실시간 모니터링 및 장비의 동작 제어를 할 수 있는 기능을 제공함
- Material Flow Controller(MFC): WMS의 하위레벨에 있으며 WMS와의 원활한 정보교환으로 창고에서의 작업, 장비제어, 정보수집 등을 처리/보관하는 시스템임
- Warehouse Control System(WCS): 물류센터에서 실시간으로 활동을 지시하는 응용 소프트웨어로써 물류장비를 비롯한 물류창고에서의 모든 시스템을 원활하게 제어함으로써 효율성을 극대화함
- Manufacturing Execution System(MES): 현장 (shop floor)에서 작업을 수행하기 위한 제반 활동 (물류장비 제어, 스케줄링, 작업지시, 품질관리, 작업실적 집계 등)을 지원하기 위한 관리 시스템임
- Warehouse Management System(WMS) 물류센터 및 자동창고 보관 등에 관련되어 발생하는 각종 입·출고 자료 및 화물의 위치 데이터를 정보화하는 시스템임



<장비관리시스템>

o 물류설비를 효율적으로 운영하고 관리하기 위해서는 이러한 시스템들이 서로 연계되어 동작해야 함

- WMS를 통하여 창고에서 발생하는 각종 입출고, 주문 정보 및 화물의 위

치 데이터들을 처리함

- WMS로부터 WCS에 작업정보가 전해지며, WCS는 작업 수행을 위해 창고 내 모든 장비들의 연계 플랜을 관리함
- 물류 장비를 제어하는 ECS는 장비별로 받은 명령을 각 장비 제어 컨트롤러에 하달하며 실제 작업이 처리되도록 함

o 많은 물류장비 제조업체에서 WMS를 개발하고 있는데, 이들 시스템은 창고 내 업무 효율을 향상시키기 위하여 기본적으로 다음과 같은 기능을 가짐

- 화물 운반 및 저장 작업 최적화 및 작업 프로세스 관리
- 창고 내 장비 및 작업의 정보 수집 및 상태 모니터링
- 사용자에게 긴급 상황에 대한 알람 제공
- 웹과 스마트 디바이스 기반의 시스템을 제공

o 세계 상위 5개 물류장비 제조업체에서 개발한 WMS의 특징들을 정리해보면 아래 표와 같음

o 전 세계 물류장비 공급업체의 시스템개발은 WMS 개발에 초점이 맞춰져 있으나, 최근 물류관련 소프트웨어 시장에서는 각 장비의 효율적인 제어를 위해 개선된 성능의 WCS의 개발이 증가하고 있음

- 물류장비제조업체에서 공급되는 소프트웨어의 경우 WMS 솔루션 형태를 갖추고 있음
- WMS에 WCS의 일부 기능이 포함되어 있는 형태로 보급되고 있음

o 물류작업 효율을 향상시키기 위해서는 관리시스템 간의 연계가 필요하기 때문에, 관련시스템에 대한 연구와 개발이 지속적으로 진행될 것으로 예상됨

2) WMS와의 통합가능 기술

o 현재 개발되고 있는 장비관리 시스템은 스마트 디바이스를 통한 업무가 가능하도록 웹 기반으로 개발되고 있으며, 상위 시스템과의 간편한 연계를 지원하는 방향으로 발전하고 있음

- 기존 WMS와 통합 가능한 기술로 차세대 웹 플랫폼, SOA, ESB가 고려됨

업체	제품명	특징
Schaefer Holding International GmbH	WAMAS ®WMS Software	• 통합 ERP의 서브 시스템으로 동작 • 창고의 관리에 관한 수치적 정보를 제공함 • 효율적이고 투명하고 유연한 주문 처리를 보장 • 다양한 정보 수집 방법을 제공 • 모니터링을 통한 제품 지원
Daifuku	eWareNavi	• 소프트웨어 모듈화를 통한 유연한 시스템 확장 및 신속한 구축 • 휴대 단말기(PDA)의 기종 선택 가능 • 높은 OS 호환성
Dematic	DC - Director	• 자원의 최적화 배치를 위한 각종 보고, 상태 및 분석 기능 제공 • 외부 시스템과 최적화된 상호 작용 • 강력하고 투명한 프로세스 모니터링 제공 • Dematic의 장비간의 완벽한 통합 지원(특히 컨베이어 기술 시스템) • 다양한 수신 상품 프로세스 지원 • 장비 제어를 위한 종합적인 옵션 제공 • 웹과 모바일 기반의 시스템 제공
Murata Machinery Ltd	WMS	• 자동화 기기에 종속되지 않는 WMS • 설비의 가동 상황을 모니터링 • 긴급 상황시 경고 알람 및 유지 보수 방법 지원
Mecalux	EASY WMS	• 화물 운반과 저장관리 소프트웨어 • 실시간 창고상태를 영상을 통해 제공 • 창고의 재고와 인력 관리를 통한 작업의 효율성 향상 • 단일 서버를 이용한 통합 데이터베이스 제공으로 창고 간 일관성 있는 데이터 관리 • 사용자의 비니지스 프로세스의 특정 속성을 관리 • 응용프로그램을 이용 필요한 기능을 사용자가 커스터마이징

<WMS의 업체별 개발 특징>

가) 차세대 웹 플랫폼

o 웹 기반 소프트웨어 플랫폼은 HTML과 자바 스크립트를 기본적으로 사용하는 방식으로 자바 기반 소프트웨어 플랫폼 방식과 유사함

- 웹 기반 소프트웨어의 경우 프로그램의 설치 없이도 표준 브라우저만 있으면 계속 업그레이드 된 기능을 사용할 수 있음
- 또한 Open API등을 통해 손쉽게 매쉬업 할 수 있도록 기능을 제공함

o 웹 기반 소프트웨어의 플랫폼은 스마트폰 출시 이후 중요시 되고 있는 생태계 구축 면에서 다음과 같은 장점을 보유하고 있음

- 웹 기반 응용 개발자의 수는 C, C++을 사용하는 응용 프로그램 개발자의

수보다 많으며 웹 기반 소프트웨어 플랫폼을 채택하는 경우 새로운 개발 환경의 교육 및 제공의 노력을 들이지 않으면서도 기존 개발자를 수용할 수 있는 등 개발자 확보 면에서 유리함

- 웹 기반 응용은 하드웨어 의존성이 낮아 응용 프로그램의 수정 없이 동일한 사용자 인터페이스를 제공하며 스마트 디바이스로 적용하기에 편리한 크로스 디바이스 적용 용이성을 보유하고 있음
- 웹은 기본적으로 개방성을 표방하고 있어 이로 인해 하드웨어 개발자, 소프트웨어 개발 및 서비스 개발자와 협력하는데 유리한 모델을 제시함

o 웹을 활용하는 디바이스의 급격한 증가에 따라 웹 응용 확대에 용이한 환경이 구축될 것으로 추축됨

- 시장조사전문기관 In-Stat의 2011년 전망자료에 따르면 스마트 디바이스의 2010~15년 연간출하량은 2억 대, 성장률은 24.9%를 기록할 것으로 전망됨

o 차세대 웹 플랫폼을 통한 웹 기반 물류 소프트웨어가 증가할 것으로 예상됨

- 차세대 웹 기술을 통해 개발된 소프트웨어는 기존 웹 기술로 만들어진 소프트웨어에 비해 상세한 작업이 가능해 질 것임
- 차세대 웹 기술로 만들어진 물류 소프트웨어는 기존 클라이언트-서버 방식으로 만들어진 물류 소프트웨어와 동등한 기능을 수행할 수 있음

나) 서비스 지향 아키텍쳐 (Service Oriented Architecture, SOA)

o 정보시스템의 최종사용자들이 실제로 수행하는 업무와 활용되는 정보시스템의 격차를 해소하기 위하여 SOA 기반의 응용 프로그램 개발이 발전하였음

- 단위서비스(Atomic Service)들이 결합하여 서비스(Service)를 구성하고, 서비스들은 어플리케이션의 구성요소가 됨

o 응용 프로그램 개발과정에서 SOA를 이용하는 이유는 다음과 같음

- 사용자의 비즈니스와 격차가 없는 정보 시스템을 구축하는 것
- 업무의 확장성을 유연하게 적용하도록 하는 것

o SOA를 적용하게 되면 사용자의 비즈니스 환경과 IT 서비스 사이의 격차를 해소하고, 보다 높은 정보시스템 가치를 창출할 수 있음

- 비즈니스 환경 변화에 따라 어플리케이션을 민첩하게 조합할 수 있도록 지원하는 것이 가능함

o SOA 기술은 물류 창고 내에서 사용되는 소프트웨어들 간의 연계 편의성을 제공할 수 있을 것으로 판단됨

- 고객이 필요한 기능만 커스터마이징하여 솔루션형태로 제공되는 현 물류 소프트웨어 시장에서 큰 도움을 될 것으로 예상됨
- 만약 WMS보다 상위 소프트웨어들이 SOA 기반으로 구성되어 있다면, 기업 응용 소프트웨어와 WMS 간의 연계를 신속하게 구현할 수 있음

다) Enterprise Service Bus (ESB)

o EBS는 서비스들 간의 중계를 처리하는 인프라를 의미하며, 어플리케이션들을 결합도가 낮은 구조의 비즈니스 서비스 단위로 연결하고 중계하는 표준을 의미함
- SOA 구축 프로젝트에서는 ESB 엔진을 기본으로 구축함

o ESB는 EAI(Enterprise Application Integration)의 기능을 포함하고 있으며 추가적으로 SOA 기반에서 서비스 제공이 가능함
- EAI는 단일 조직 내부에서의 업무 프로세스를 최대한 단순화 및 자동화하기 위한 응용 프로그램들의 연결을 가능하게 함
- 또한 이미 존재하는 응용프로그램과 데이터구조에 대한 전면적인 수정 작업을 하지 않도록 도와줌

o ESB는 어플리케이션 및 서비스 통합을 위한 유연한 인프라로 서비스 중계의 핵심에 위치하면서 인터페이스의 수, 크기 및 복잡성을 줄여줌

o ESB는 SOA 도입 후 응용 소프트웨어의 형태를 보여주며, 각 장비와 연계되는 WMS의 경우에도 ESB 형태로 도입이 되면 장비관리 소프트웨어 간의 효율적인 연계가 가능할 것으로 판단됨

3) 통신 네트워크 시스템

o M2M(Machine to Machine)이란 유무선 상의 디바이스들이 다양한 통신방식을 통해 상태, 위치, 제어 정보와 같은 데이터를 서로 주고받는 기술을 뜻함
- M2M은 상황인식이나 정보를 통합적으로 이용할 필요가 있는 많은 일들을 수행할 수 있음
- 수집된 정보데이터 분석 및 가공을 통하여 다양한 스마트 서비스들을 제공하는 영역까지 포함하며, M2M 시스템을 통해 분석된 데이터 정보는 관리자의 효율적인 의사결정을 지원함

o M2M 디바이스는 주변 환경, 리소스 또는 다른 사물에 대해서 인식 및 제어가 가능하므로 빠르게 변화하는 외부조건에 대해서 전적으로 대응할 수 있음

o 기존의 산업 시설에 M2M 기술을 적용하게 되면 훨씬 진보된 형태의 작업 환경을 만들 수 있음

- M2M을 이용하여 공장 기계들의 유지보수 시기를 미리 예측 할 수 있음
- 공장 내의 수많은 포인트로부터 정보를 수집하게 되며, 분석결과 고장의 위험이 예상된다고 판단되면 관리자에게 통보하여 예방정비를 실시하게 함
- M2M을 통한 예방유지보수시스템은 비용절감 효과를 가져다 줄 것임

o 현재 M2M은 제조, 의료, 건축분야 등 다양하게 사용되고 있으며, 생산성 향상과 비용 절감에 기여하고 있음

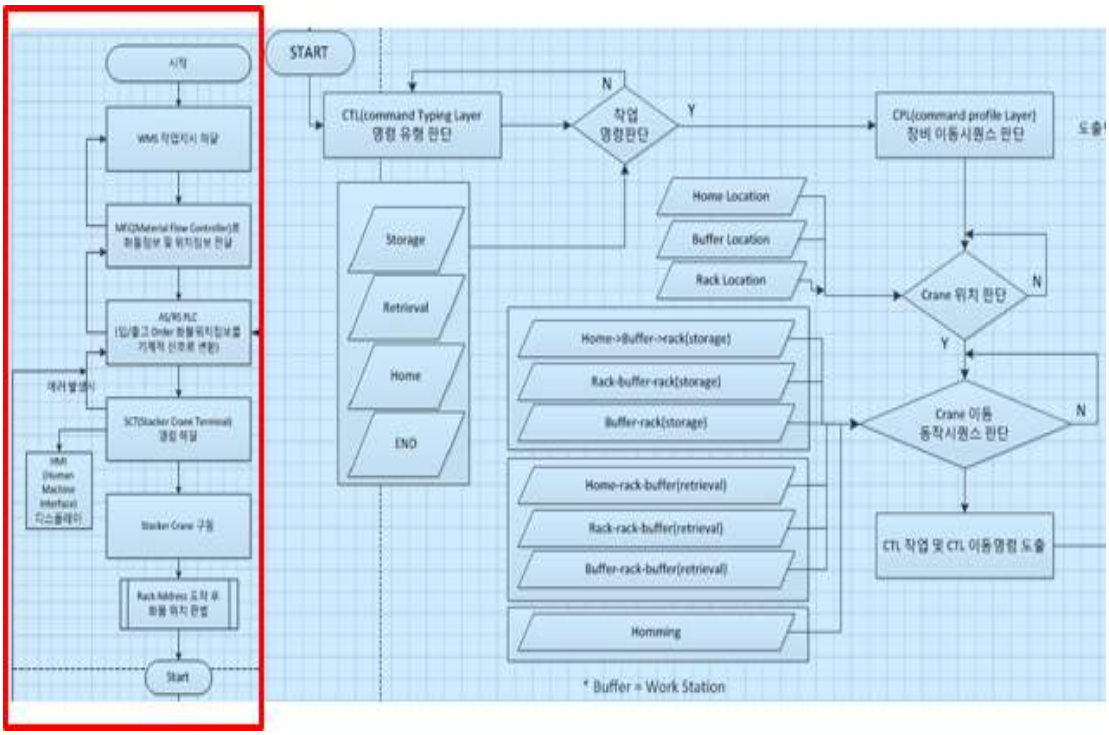
- M2M은 많은 서비스들을 더욱 신속하게 제공할 수 있으며, 이를 통하여 매출이나 ROI를 개선할 수 있음
- M2M 사용을 통하여 더욱 세밀한 장비관리와 긴급사항에 대한 신속한 대응이 가능함

o M2M의 적용사례와 기술특성을 고려해 볼 때, 향후 개발될 물류장비에 M2M을 도입할 경우 생산성 증대 및 비용 절감 등의 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단됨

(나) 운용시스템 기술 분석 및 도출

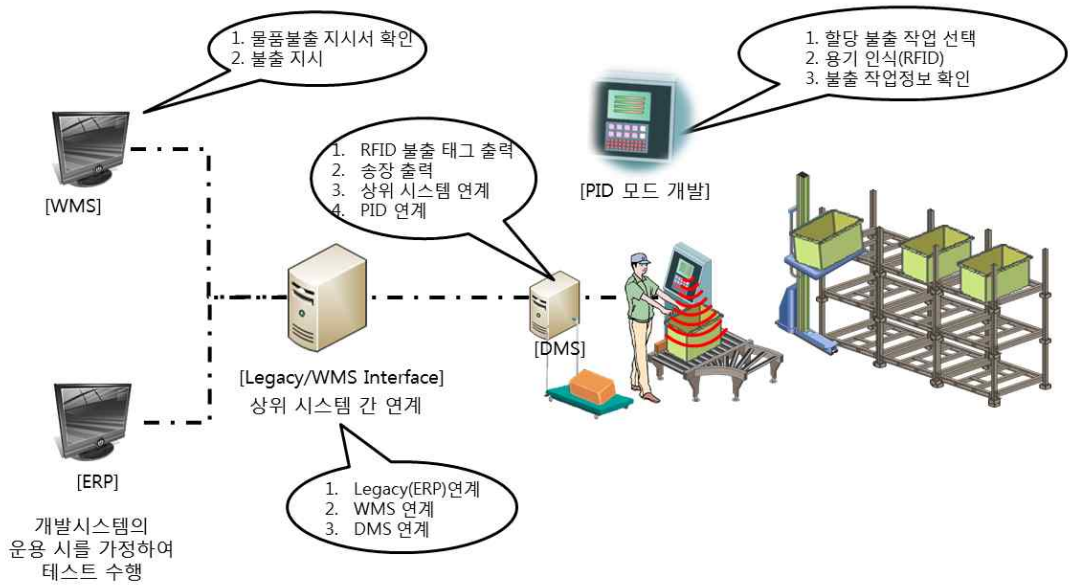
o 기존 국내외 Mini-Load AS/RS 운용시스템 기술현황 분석을 통해 장비 간 연계되는 네트워크 시스템, 기존 WMS/Legacy와의 통합 가능한 인터페이스 모듈의 구조를 분석함

o 기존 시스템 분석을 통해 하드웨어 동작 및 운영 메카니즘과 연계되는 소프트웨어 운영기능 분석 프로세스를 도출함



<소프트웨어 운영기능 분석 프로세스>

(다) 운용시스템 설계



<1차년도 운용시스템 개발 개념도>

o 1차년도 운용시스템은 총 4개로 구성되며, 다음과 같이 유기적으로 운영되어야하며, 추후 작업자가 창고 작업을 수행할 시 개발물은 물품의 입/출고 지시서를 확인하고 물품을 조회/추출하는 과정에 Mini-Load AS/RS와 연계하여 동작하여야 함

- 입고 시나리오

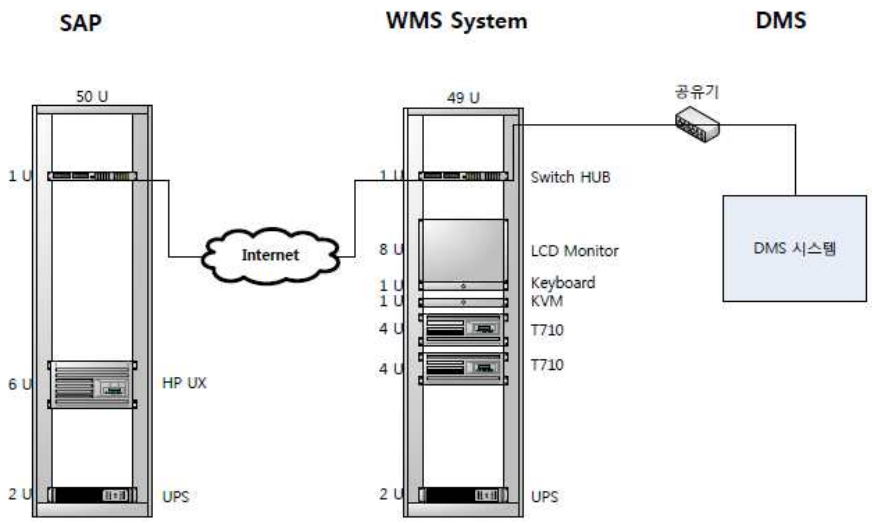
순번	내용
1	WMS에서 물품 수령 증빙서를 확인한다.
2	물품을 수령한다.
3	검수지역에서 물품을 검수한다.
4	입고 대기 지역에 물품을 보관한다.
5	입고 대기 지역에서 입고 컨베이어로 이동한다.
6	작업자가 DMS 운영 PC에서 입고 정보를 선택한다.
7	미니로더가 버캣을 출고 한다.
8	RFID 고정형 리더가 버캣을 인식한다.
9	작업자가 물품을 버캣에 인식한다.
10	어떤 물품이 버캣에 적재되어 있는지 WMS에 저장된다.
11	미니로더가 버캣을 입고한다.

- 출고 시나리오

순번	내용
1	WMS 에서 물품 불출 지시서를 확인한다.
2	작업자가 비어있는 피킹존으로 이동한다.
3	작업자가 입출고장 PID에서 불출 정보를 선택한다.
4	Mini-Loader가 버캣을 출고 한다.
5	RFID 고정형 리더가 해당 버캣을 인식한다.
6	PID에 해당 물품의 불출 수량 정보를 표시한다.
7	작업자가 해당 물품을 용기에서 꺼낸다.
8	작업자가 해당 불출 지시서의 불출용 RIFD 태그를 출력한다.
9	작업자가 불출 지시서의 단위로 물품들을 발송 용기에 포장한다.
10	작업자가 불출 RFID 태그를 발송 용기에 부착하여 불출한다.

1) 장비 시험환경 Legacy 시스템 구축

o 운용시스템의 안정성을 확보하기 위하여, 가상의 상위시스템(ERP, WMS)를 구축하고 피킹존, 미니로더와 연동테스트를 통하여 장비 간 네트워크 시스템의 데이터 연계, 운영 시스템 간 연계 여부를 사전 점검하기 위한 테스트베드용 Legacy 시스템을 다음과 같이 구축함



<하드웨어 구성도>



<소프트웨어 아키텍처>

o 미니로더를 개발하여 운영/테스트 시, 기존 Legacy 시스템과 연동이 필요하나, 실제로 운영되는 Legacy 시스템을 바로 활용할 경우 해당 시스템에 영향을 주어 전체 시스템이 정지하거나 손상되는 사고가 발생할 우려가 있으므로, Legacy와 유사한 형태의 테스트용 시스템을 구축하여 테스트를 수행함

o DB(데이터베이스), Web Server(응용 서버), 네트워크 장비 및 서버 등을 이용하여 기존의 WMS/Legacy와 유사한 환경을 구축하고, 미니로더 운영에 필요한 작업 정보 및 자재 정보, 버캣 정보 등을 저장하여, 미니로더의 개발 시에 Legacy와 연계 부분을 사전 테스트하는데 활용함

o DB 서버 구축 데이터는 다음과 같음

- 아이템 마스터 DB 데이터 : 30건
- 아이템 데이터 DB 데이터 : 3,000건
- 로케이션 마스터 DB 데이터 : 약 2,436건
- Bucket 마스터 DB 데이터 : 3,472건

o 주요 요구사항은 다음과 같음

- Legacy 시스템은 ERP와 WMS로 구성되어 있어야 하고, 하드웨어 및 소프트웨어 아키텍처 구성 및 설치, 미니로더 개발기간 동안 이를 운영할 수 있어야 함
- ERP는 SAP를 적용하고, 미니로더와의 연동 테스트 시에만 활용할 예정이므로 임대형 방식으로 원격 테스트에 적합하도록 운영하여야 함
- SAP는 WMS/Legacy Interface에 필요한 데이터를 연계할 수 있는 환경을 구성하여야 함
- WMS는 JAVA 기반의 웹 환경에서 운영될 수 있도록 구축하고 향후 미니

로더 제어 시스템과 동일한 공간에 설치하여, 연동 테스트를 수행할 수 있어야 함

- WMS는 미니로더 연동 시 필수적인 입고관리, 출고관리, 재고관리, 재고조사, 작업조회 기능이 제공되어야 하며, WMS/Legacy Interface 모듈과 연계할 수 있는 환경을 구성하여야 함
- 하드웨어는 서버 1식, 서버렉 1식, 전원 공급 안정장치 1식으로 함

o 개발 고려사항은 다음과 같음

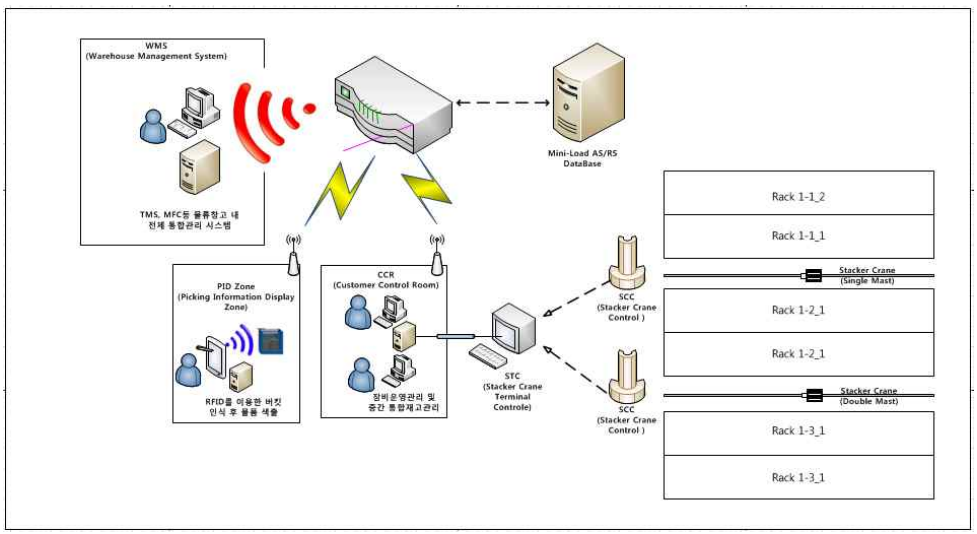
- 창고 내 업무 처리 및 용기 관리 기능 연계
- 재고 현황 관리 및 입출고 처리 기능 연계

2) 기존 WMS와의 통합 가능한 인터페이스 모듈 개발

o 기존 Legacy 시스템 및 WMS, DMS 등이 연계되어 각 지점의 처리업무가 모두 각 지정 Database로 저장/관리되며 타 서버 혹은 타 장비에서 필요한 정보 요청 시 중간 관리자의 개념으로 데이터 Flow를 관리하는 역할을 하는 인터페이스 모듈을 개발함

o 기 구축되어 있는 ERP나 WMS(창고관리시스템)와 같은 Legacy 시스템과 미니로더 시스템 간의 연계를 위한 소프트웨어적인 Interface 모듈임

o 장비 시험환경을 구축하여 기존 Legacy를 구성한 뒤에 미니로더 시스템과 Legacy 간에 소프트웨어적인 Interface를 하고, 해당 기능에 대한 접근제어 및 권한제어를 하는데 활용함



<WMS/Legacy 시스템과 인터페이스 모듈 간의 연계도>

o 주요 요구사항은 다음과 같음

- Interface 대상은 WMS, ERP(legacy), RFID 피킹존의 상호 간 데이터를 연계 가능해야 하며, Webservice/REST/Socket 중 각 상황에 맞는 최적 연계가 가능해야 함
- Interface 모듈은 JAVA 언어로 개발되어야 하며, 커스터마이징이 필요할 경우 개발 공정은 CBD(Component Based Development) 방법론에 따라 개발되어야 함
- Interface 모듈은 상호 간의 인터페이스 시에, 별도의 소프트웨어 혹은 개발물을 활용하여 접근 권한이 제한되어야 함
- 모듈은 향후 확장성을 고려하여, 미니로더 제어 시스템(ECS)과 추후 연계가 가능해야 함

o 개발 고려사항은 다음과 같음

- Legacy 시스템과의 연계 안정성 확보
- 통합 데이터 연계 인터페이스 모듈을 사용한 개발 시스템 구축의 편의성 확보
- 여러 종류의 Legacy 시스템들에 대한 사용이 가능하도록 범용성 확보

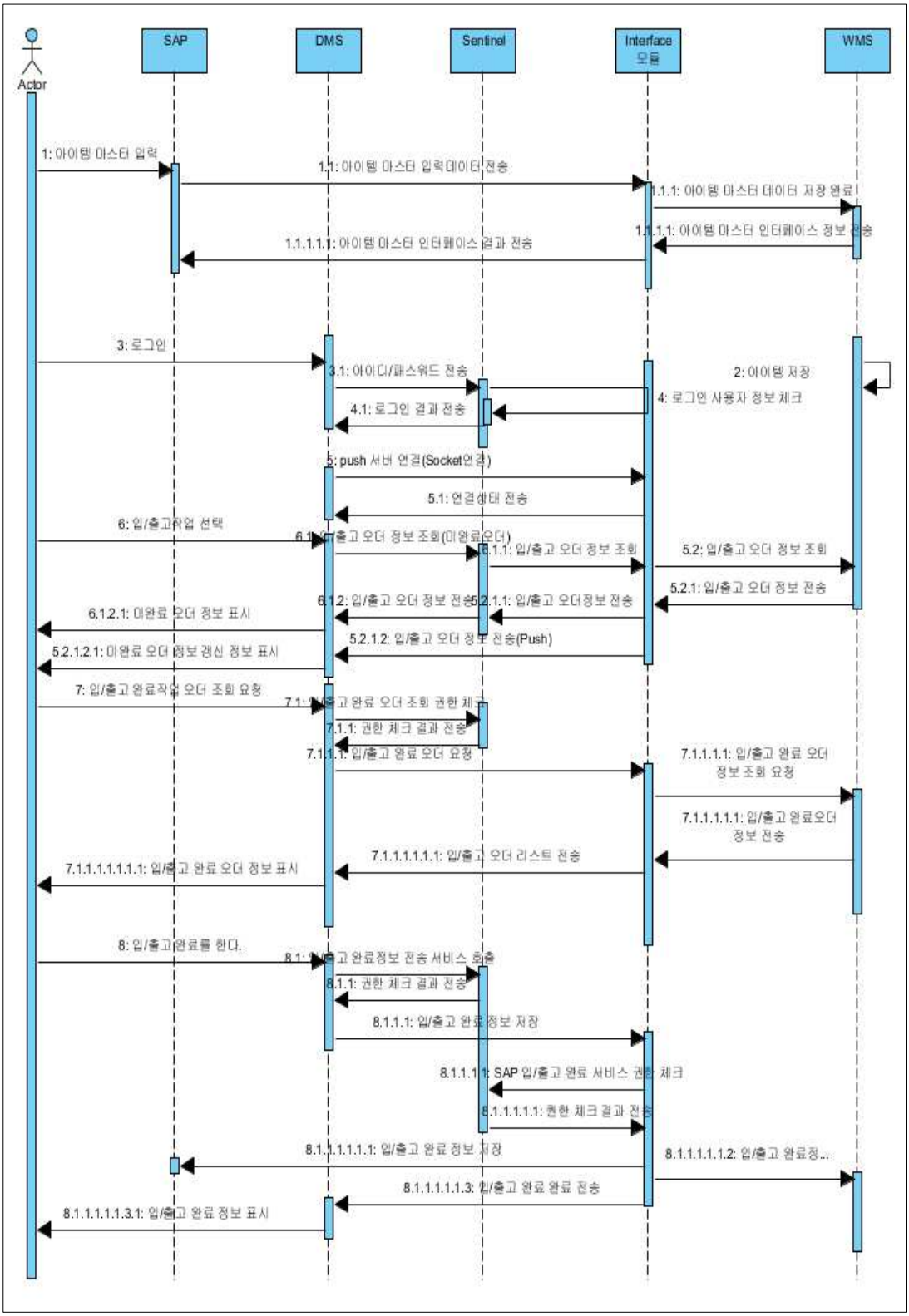
o 인터페이스 모듈 연계도와 요구사항을 반영하여 인터페이스 모듈, DMS, 기존 Legacy 시스템, WMS 등 전체 시스템 연계 방안을 시퀀스 다이어그램 형태로 설계함

- 전체 시스템 연계 방안을 시퀀스 다이어그램으로 나타냄

o 시퀀스 다이어그램 기반의 연동 테스트를 수행하고 테스트 결과서를 작성함

구분	시퀀스 다이어그램 항목	연계 순서	테스트 설명	Input	Output	테스트 결과			수정 사항		
						1차	2차	3차	1차	2차	3차
아이템 마스터입력	1 아이템 마스터 입력	사용자 -> SAP	사용자가 SAP의 아이템 마스터 생성화면에서 생성할 아이템 마스터 데이터를 입력한다.	-	생성한 아이템 마스터 데이터	확인완료	확인완료	확인완료			
	110아이템 마스터입력 데이터 전송	SAP -> Interface Module	SAP에서 신규로 생성된 아이템 마스터 데이터를 인터페이스 모듈로 전송한다.	아이템 마스터 데이터	전송성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	111 아이템 마스터 입력 데이터 저장	Interface Module -> WMS	인터페이스 모듈을 전달받는 아이템 마스터 데이터를 WMS로 전송하면 WMS는 전송받은 아이템 마스터를 DB에 저장한다.	Interface 받은 아이템 마스터 데이터	WMS의 Item Master 테이블에 저장 성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	1111 아이템 마스터 데이터 저장 완료정보 전송	WMS -> Interface Module	WMS는 아이템 마스터를 저장하고 인터페이스 모듈로 성공 실패 여부를 전송한다.	인터페이스 성공 정보 (Success)	전송 성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	11111 아이템 마스터 인터페이스 결과 전송	Interface Module -> SAP	Interface모듈은 SAP에서 생성한 아이템 마스터 데이터를 인터페이스한 결과를 전송한다.	인터페이스 결과 정보	전송 성공	확인완료	확인완료	확인완료			
입고오더 처리	2 입고 오더 완료 처리	사용자 -> DMS	작업처리자가 DMS상에서 입고 오더를 완료처리한다.	-	완료된 입고 오더 데이터	확인완료	확인완료	확인완료			
	21 입고 오더 아이템 처리 정보 전송	DMS -> Interface Module	DMS는 입거완료된 오더를 인터페이스 모듈로 전송한다.	완료된 입고 오더 데이터	완료된 입고 오더 데이터	확인완료	확인완료	확인완료			
	211 아이템 입고 정보 저장	Interface Module -> SAP	입고완료된 데이터를 인터페이스 모듈을 통해서 SAP로 전달한다. SAP는 아이템의 이동유형에 따라 아이템을 을 인벤토리로 저장한다.	완료된 입고 오더 데이터	아이템 입고 완료 정보	확인완료	확인완료	확인완료			
	2111 SAP 아이템 입고 정보 저장 결과 전송	SAP -> Interface Module	SAP에서 입고가 처리가 완료되었다는 정보를 인터페이스 모듈로 전송한다.	입고완료 성공 (Success)	입고완료 성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	21111 아이템 입고 정보 전송	Interface Module -> WMS	인터페이스 모듈을 입고완료가 되었다는 정보를 SAP로 부터 전송받으면 WMS로 입고완료 데이터를 전송한다.	입고오더 완료 데이터	입고오더 완료 데이터	확인완료	확인완료	확인완료			
	211111 아이템 입고 완료	WMS	WMS는 완료된 입고오더 데이터를 받아서 오더 데이블에 입고완료된 정보를 업데이트 한다.	완료된 입고 오더 데이터	저장 성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	211112 WMS 아이템 입고 정보 저장결과 전송	WMS -> Interface Module	WMS는 완료된 입고오더의 처리결과를 인터페이스 모듈로 전송한다.	WMS 입고완료 처리 정보(Success)	WMS 입고완료 처리 정보(Success)	확인완료	확인완료	확인완료			
	2111121 입고 오더 처리 결과 전송	Interface Module -> DMS	입고완료 처리결과를 DMS에 전송한다.	입고완료 상태값	입고오더 상태 변경	확인완료	확인완료	확인완료			
출고오더 처리	3 출고 오더 완료 처리	사용자 -> DMS	작업처리자가 DMS상에서 출고 오더를 완료처리한다.	-	완료된 출고 오더 데이터	확인완료	확인완료	확인완료			
	31 출고 오더 아이템 처리 정보 전송	DMS -> Interface Module	DMS는 입거완료된 오더를 인터페이스 모듈로 전송한다.	완료된 출고 오더 데이터	완료된 출고 오더 데이터	확인완료	확인완료	확인완료			
	311 아이템 출고 정보 저장	Interface Module -> SAP	출고완료된 데이터를 인터페이스 모듈을 통해서 SAP로 전달한다. SAP는 아이템의 이동유형에 따라 아이템을 을 인벤토리로 저장한다.	완료된 출고 오더 데이터	아이템 출고 완료 정보	확인완료	확인완료	확인완료			
	3111 SAP 아이템 출고 정보 저장 결과 전송	SAP -> Interface Module	SAP에서 출고가 처리가 완료되었다는 정보를 인터페이스 모듈로 전송한다.	출고완료 성공 (Success)	출고완료 성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	31111 아이템 출고 정보 전송	Interface Module -> WMS	인터페이스 모듈을 출고완료가 되었다는 정보를 SAP로 부터 전송받으면 WMS로 출고완료 데이터를 전송한다.	출고오더 완료 데이터	전송성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	311111 아이템 출고 완료	WMS	WMS는 완료된 출고오더 데이터를 받아서 오더 데이블에 출고완료된 정보를 업데이트 한다.	완료된 출고 오더 데이터	저장 성공	확인완료	확인완료	확인완료			
	311112 WMS 아이템 출고 정보 저장결과 전송	WMS -> Interface Module	WMS는 완료된 출고오더의 처리결과를 인터페이스 모듈로 전송한다.	WMS 출고완료 처리 정보(Success)	WMS 출고완료 처리 정보(Success)	확인완료	확인완료	확인완료			
	3111121 출고 오더 처리 결과 전송	Interface Module -> DMS	출고완료 처리결과를 DMS에 전송한다.	출고완료 상태값	출고오더 상태 변경	확인완료	확인완료	확인완료			
			WMS에서 SAP의 재고조회를 인터페이스 모듈을 통해								

<시퀀스 다이어그램 기반 테스트 결과서(일부 제시)>



<전체 시스템 연계 방안(시퀀스 다이어그램)>

3) RFID 기반 피킹존 전용 Device Management System 개발

o 미니로더의 장비운용현황을 관리하는 설비 관제 시스템과 입/출고 현황을 관리하는 PID(Picking Information Display) Zone에 관리 혹은 처리되는 정보를 기존의 통합 창고관리 시스템인 WMS와 연계하는 PID Zone 운용 시스템으로, Picking 작업 처리를 위해 PID, WMS/Legacy Interface, RFID 프린터, 송장 프린터와 연계 개발함

o 피킹존 전용 Device Management System은 작업자가 피킹 시에 화물의 송장을 발행하거나, 배송 시 RFID 식별이 필요할 경우 해당 정보를 RFID Tag로 발행할 수 있음

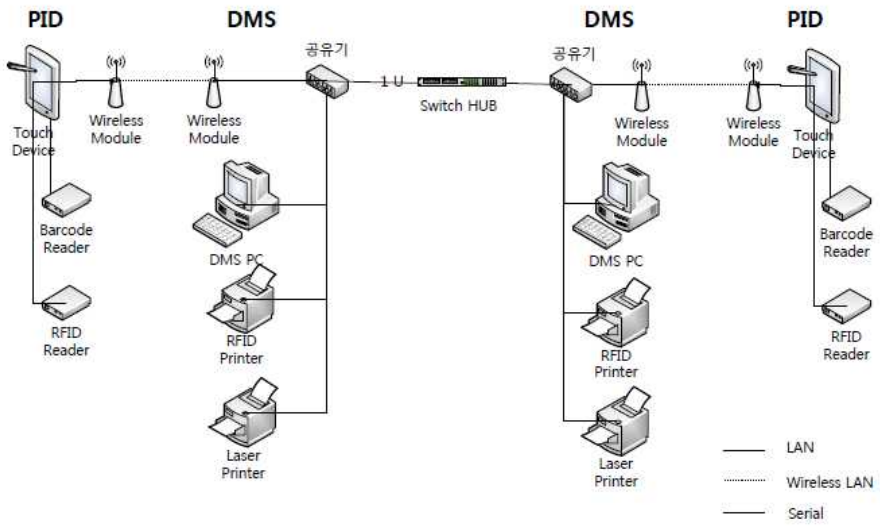
o 작업자가 미니로더가 추출한 물품을 컨베이어 밸트를 이용하여 수령하고, 전용 PC를 이용하여 작업 주문을 조회하거나 물품의 송장을 프린터를 이용해 프린트하며, 발송용 RFID Tag를 발행해야 할 경우, RFID 프린터를 이용해 프린트하는 피킹존 시스템을 구성하는 소프트웨어로 활용함

o 주요 요구사항은 다음과 같음
- 피킹존에 설치하여, 작업자가 활용할 수 있는 S/W로 Micro Visual Studio .net 기반에서 개발되어야 함
- 전용 PC(windows XP 이상)에서 설치하여 무리없이 사용 가능해야 함
- WMS/Legacy Interface 모듈과 연계되어 운영 가능하여야 하며, 일반 레이저 프린터, RFID 프린터, PID를 제어 할 수 있어야 함
- 개발물은 송장을 A4 종이 형태로 출력하고, RFID Tag 형식으로 출력 가능하여야 함
- PID에서 인식한 Bucket의 정보를 조회 할 수 있어야 하고, 해당 Bucket에서 어떤 물건을 몇 개 피킹해야 하는지에 대한 정보를 PID에 전달 할 수 있어야 함
- PID 제어 및 관리가 가능하여야 함

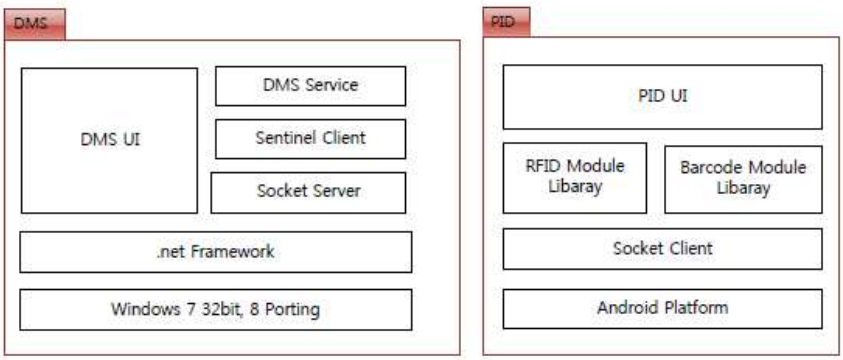
o 개발 고려사항은 다음과 같음
- 작업 처리에 필요한 모든 장비들의 통합 운영 네트워크 시스템 구축
- RFID 기술을 적용한 Picking 처리 작업 프로세스 반영

가) 유스케이스 정의 및 인터페이스 상호작용 설계

o DMS 제약사항 및 요구사항을 파악하고 이를 만족시키기 위한 시스템 구성 요소의 연계 및 배치상태를 고려한 하드웨어 구성도와 소프트웨어 아키텍처 구성도를 다음과 같이 정의함



<하드웨어 구성도>



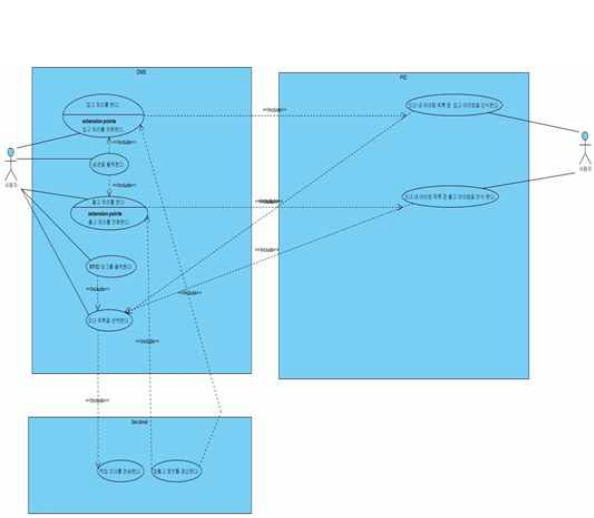
<소프트웨어 아키텍처 구성도>

o 소프트웨어 운영 기능 프로세스를 통해 도출된 핵심 기능 요소를 DMS 유스케이스로 정의함

- RFID 태그 출력 : 사용자가 작업 처리 중 RFID 태그를 발급할 수 있음
- DMS에 작업 오더 전송 : DMS와 연계된 모듈로 작업 오더를 전송하여 사용자가 특정 오더를 선택하여 작업 처리할 수 있음
- 오더 목록 선택 : 사용자가 특정 오더를 처리하기 위해 해당 오더를 선택하면 선택된 오더의 입출고 지시 아이템 목록을 PID로 전송
- 오더 내 아이템 목록 중 입고/출고 아이템을 인식 : 입고/출고 처리해야 할

아이템을 인식하여 실제 처리 여부를 확인

- 입고/출고 처리 : 오더에 할당된 아이템 입고/출고 업무를 PID로부터 인식된 아이템 정보를 이용하여 완료함
- 송장 출력 : 사용자가 완료된 작업 오더의 송장 출력을 함
- 입출고 정보 갱신 : DMS를 통해 처리된 입출고 정보를 연계된 모듈을 통해 Legacy 시스템에 갱신함



a. 다이어그램

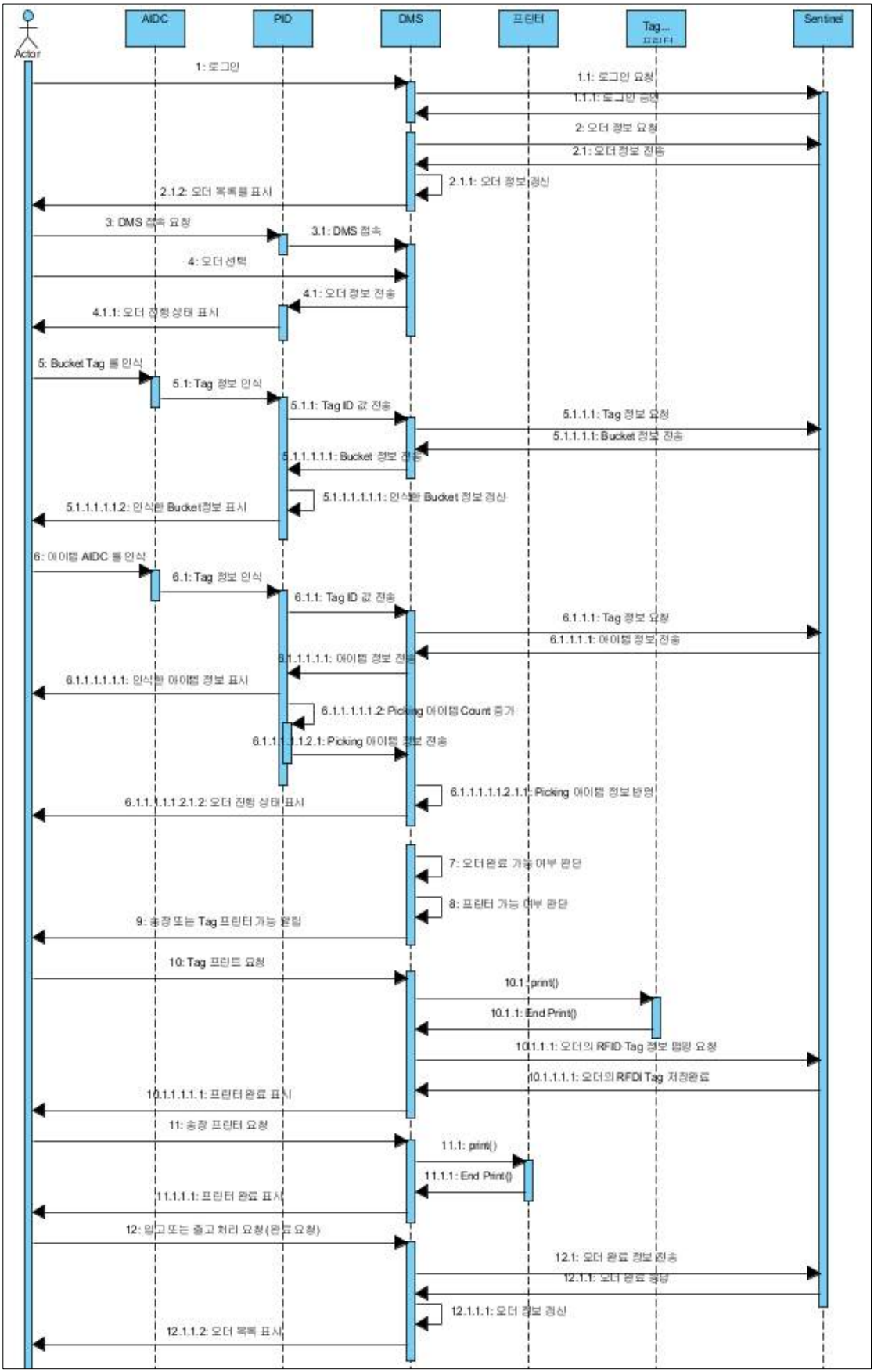


b. 명세서

<유스케이스>

o 유스케이스 시나리오를 바탕으로 컴포넌트 인터페이스의 오퍼레이션을 식별하고, 컴포넌트 인터페이스 사이의 호출 관계와 컴포넌트 인터페이스의 책임성 등을 식별하기 위한 피킹존 시스템 연계를 설계하고, 인터페이스 상호작용 명세서(연계 설계서)를 작성함

- 송장 프린터 및 RFID 프린터 연계 설계
- PID 연계 설계
- AIDC 연계 설계

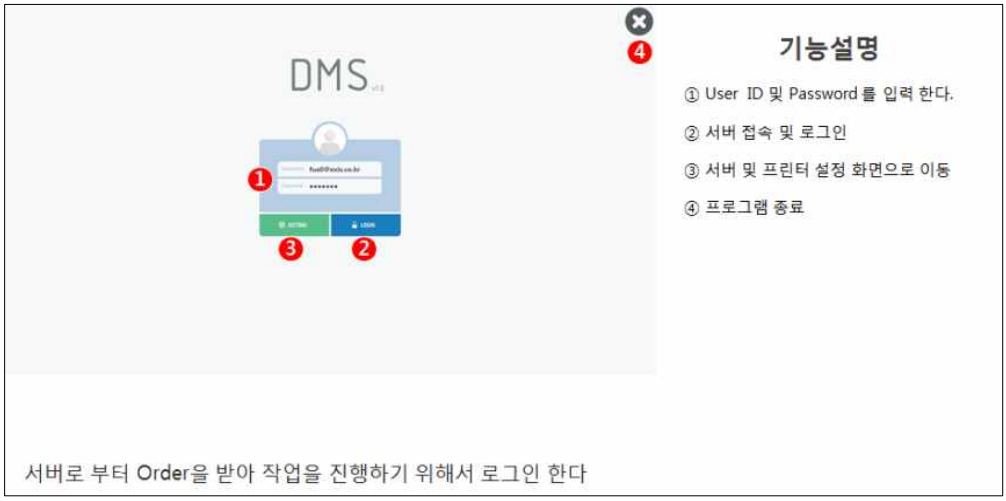


<피킹존 시스템 연계 설계서>

나) UI(User Interface) 설계 및 개발

o 사용자 친화적인 DMS UI(User Interface)를 설계하고 개발하였으며, 실제 화면 및 기능 설명은 다음과 같음

- DMS 로그인 화면



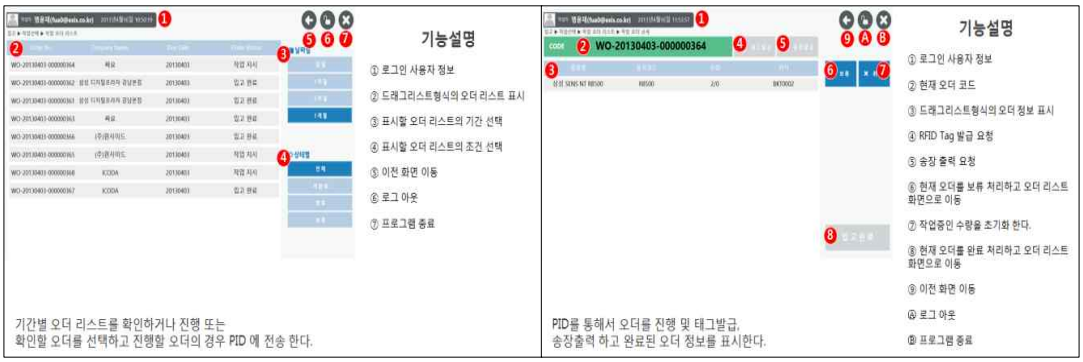
- DMS Setting



- DMS 입출고 선택화면



- DMS 입고/출고 오더 목록 및 오더 화면



o 유스케이스 기반의 기능별로 테스트를 진행하고 테스트 결과서를 작성함

Usecase	Function	설명	테스트 설명	Input	Output	테스트 결과			수정 사항		
						1차	2차	3차	1차	2차	3차
(UC-DMS-001) RFID 태그를 발행한다.	Page_OrderDetail.buttonClick_Tag()	Event	사용자가 선택한 오더의 RFID 태그 발급을 요청한다.	-	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	SR_Invoke.InvokeCsfServiceClient.InvokeAsync(Main.Kye, "InterfaceModule", "DmsService", "getWorkOrderTagNo", parameter)	Csf Service 호출	DMS가 발급할 태그 정보를 인터넷에 요청한다. 인터넷의 발급할 태그정보를 DMS에 전송한다.	User ID : 사용자 아이디	Tag No : RFID Tag 번호	확인완료	확인완료	확인완료			
	Class_SocketFrrant.SocketLode(parameter)	TCP/IP Socket 통신	DMS가 RFID 프린터에 태그 발급을 요청한다.	Print IP : IP 번호 , Print Port : Port 번호, Schedule Order No : 스케줄 오더 번호, Company Name : 회사명, Order No : 오더번호, Phone No : 전화번호, Tag No : RFID Tag	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	Class_SocketFrrant.OnSocketReavive()	Event	RFID 프린터가 RFID 태그를 발급한다.	-	printing : 송장 printing	확인완료	확인완료	확인완료			
(UC-DMS-002) 작업 오더를 전송한다.	SR_Invoke.InvokeCsfServiceClient.InvokeAsync(Main.Kye, "InterfaceModule", "DmsService", "getWorkOrderList", parameter)	Csf Service 호출	DMS가 오더 리스트를 인터넷에 요청한다. 인터넷의 오더 리스트를 DMS에 전송한다.	type : 입고 출고 구분, status : 오더의 상태, User sid : 로그인 사용자, Period : 조회기간	List<Order> : 오더객체의 리스트	확인완료	확인완료	확인완료			
(UC-DMS-003) 오더 목록을 선택한다.	Page_Selection.ButtonClick_Storing()	입고	사용자가 입고 또는 출고 객체를 선택한다.	-	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	Page_Selection.ButtonClick_UnStoring()	출고									
	Main.PageChange(Publics.PageName.OrderList)	화면 전환		-	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	Main.CallWorkOrderList()	호출		-	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	SR_Invoke.InvokeCsfServiceClient.InvokeAsync(Main.Kye, "InterfaceModule", "DmsService", "getWorkOrderList", parameter)	Csf Service 호출	DMS가 수신한 오더들을 목록으로 출력한다.	type : 입고 출고 구분, status : 오더의 상태, User sid : 로그인 사용자, Period : 조회기간	List<Order> : 오더객체의 리스트	확인완료	확인완료	확인완료			
	OrderLis.OrderListSetting(parameter)	화면 표출		List<Order> : 오더객체의 리스트	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	OrderLis.SelectionChanged()	Event	사용자가 오더 목록들 중 자신이 처리할 오더를 선택한다.	-	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	Class_Socket(RFID.StoreAsync()	RFID Order 전송		Order : 오더객체		확인완료	확인완료	확인완료			
	Main.PageChange(Publics.PageName.OrcdrDerail)	화면 전환	DMS가 선택된 오더에 포함되는 작업 정보를 표출한다.	-	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	OrcdrDerail.OrderDetailSetting(parameter)	화면 표출		Order : 오더객체	-	확인완료	확인완료	확인완료			
			PID가 DMS에 Bucket Tag로 Bucket 정								

<유스케이스 기반 테스트 결과서(일부 제시함)>

4) PID(Picking Information Device) 개발

o 버캣에 붙어있는 RFID를 인식하여, 작업자가 몇 개의 물건을 피킹해야 하는지를 디스플레이 하고, 이를 수행하면 작업자에게 수행 여부를 인지하게 할 수 있는 작업 현황 조회용 PID 보드를 개발함

o Picking 존에서 작업자가 입/출하 주문을 확인하고 이에 대한 처리 여부를 입력할 수 있는 입력 장치를 구성하기 위한 임베디드 보드를 개발함

o 임베디드 기반의 터치스크린과 RFID를 혼합한 Picking Information Display를 구현하기 위한 임베디드 장치 PCB 보드로써 임베디드 모듈에 RFID 모듈을 내장하고 Touch Screen을 연결하여, 두 개의 피킹존을 구성하고 추가한 개의 보드를 여분으로 활용함

o 주요 요구사항은 다음과 같음

- PID는 작업자가 미니로더에서 추출한 버캣에서 몇 개의 물품을 빼야 하는지 디스플레이 해주는 보드이며, 신속하고 정확한 작업 지원을 위해 터치스크린으로 작동 되어야 한다.
- 안드로이드 계열의 OS를 활용하거나, Windows 8 계열의 OS 중 택일하여 개발 하여야 함
- PID 보드는 외부 케이스가 없는 PCB 보드 형태로 3개의 보드가 개발 되어야 함
- 안드로이드용 PID 제어 소프트웨어를 탑재하고 있어야 함
- PID는 RFID와 Barcode 인식 기능이 추가 되어 있어야 함
- 외부 전원은 아답터를 이용하여 220v/110v에서 겸용으로 활용 할 수 있어야 함

o 개발 고려사항은 다음과 같음

- 자동화 기술을 이용한 작업 처리 편의성 향상 및 작업 에러 방지
- RFID 피킹존 DMS와의 안정적인 연계

가) 유스케이스 정의 및 PID Spec 정의

o 요구사항 및 개발 고려사항을 파악하여 PID 유스케이스를 정의함

- DMS에 연결 : 작업자가 IP를 통해 PID에서 DMS에 접속
- 입/출고 아이템을 인식 : 작업자가 PID에서 AIDC 장치를 이용하여 아이템의 고유 식별 코드를 인식함
- 작업의 진행상태 확인 : 현재 작업 오더의 진행상황 및 완료상황을 가시적으로 표현하여 작업자가 작업오더에 따른 작업을 진행함

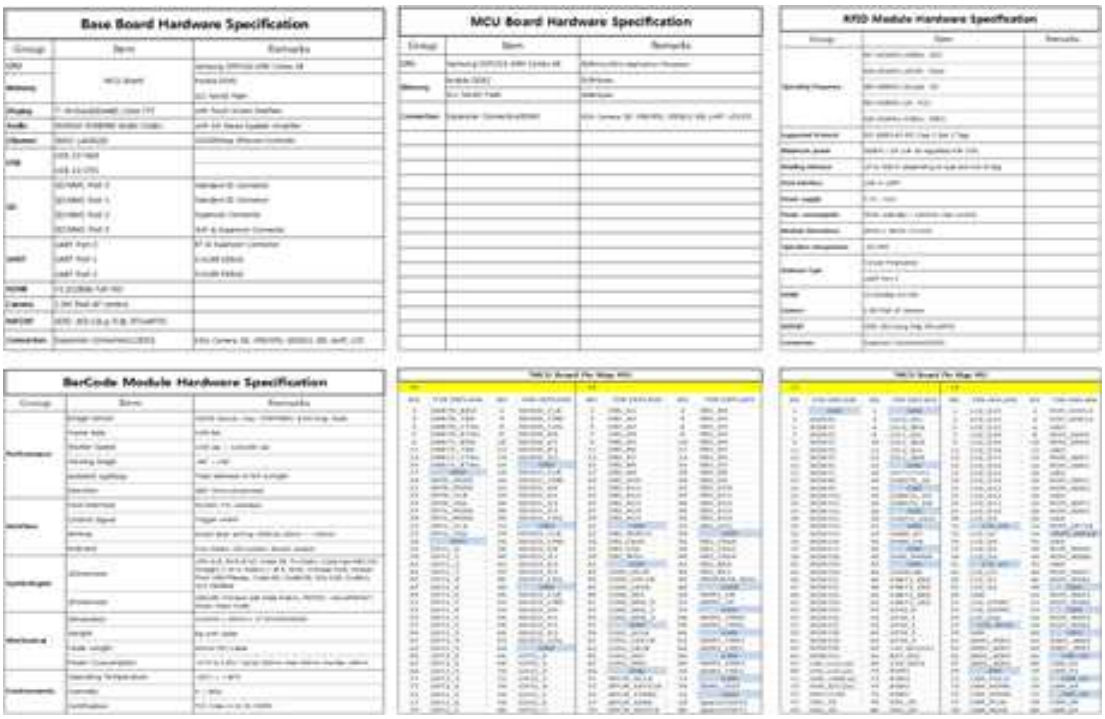
- Bucket의 태그 인식 : PID에서 AIDC 장치를 이용하여 Bucket의 고유 식별 코드를 인식함



<PID 유스케이스 명세서>

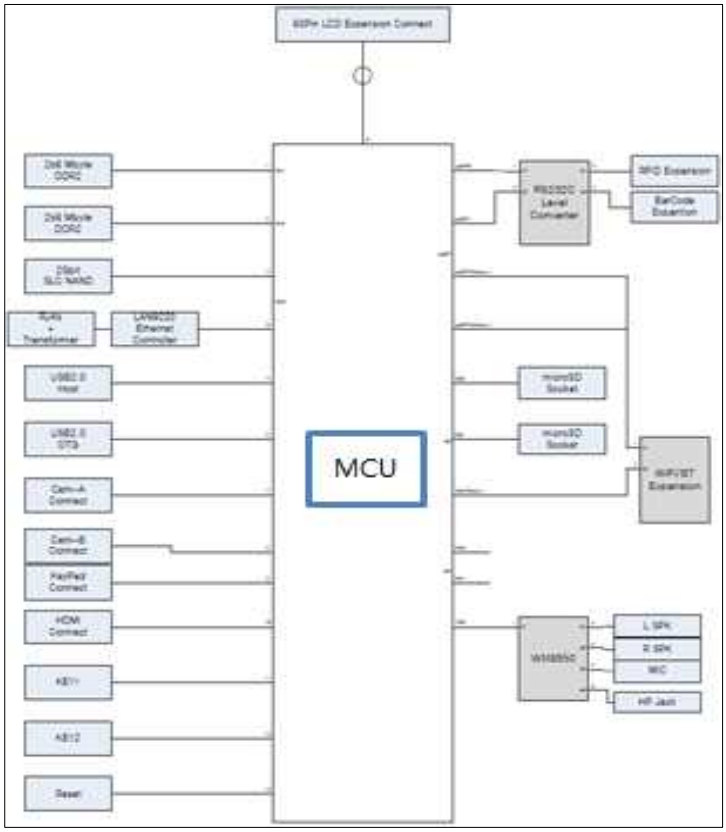
o 요구사항을 고려하여 PID Spec 및 구성 모듈 Spec을 정의하고, PID 하드웨어 아키텍처를 설계함

- PID Base Board, MCU Board, RFID Module, Barcode Module 등에 대한 사양을 정의함



<PID Spec 정의서>

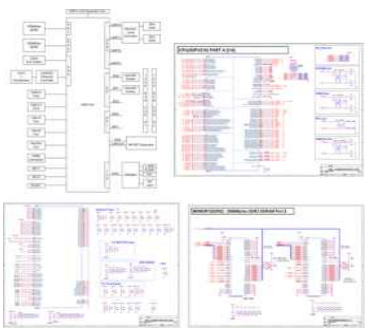
- PID를 통제하는 중앙 메인 프로세서(MCU)가 각각의 모듈들과 Data Bus 라인으로 연결되어 제어 및 통신을 수행하도록 전체 모듈 구성을 설계함



<PID 하드웨어 아키텍처>

나) PID 설계 및 개발

o PID 모듈은 PID 터치패널(LCD), RFID 리더기(900Mhz), Barcode 리더기(1D/2D) 서브 모듈로 구성되어 있으며, 시리얼 포트 통신이 가능하도록 설계 및 개발됨

설계서(일부 제시함)	개발 완료(시작품)
	

PID 터치패널	RFID 리더기	Barcode 리더기
		

나) PID App UI 설계 및 개발

o PID 모듈 제어를 위한 Android 기반의 App을 설계 및 개발하고 메인 화면은 다음과 같음



<PID App 메인 화면>

다) PID 테스트

o PID 유스케이스 기반의 기능별로 테스트를 진행하고 테스트 결과서를 작성함

Usecase	Function	설명	테스트 설명	Input	Output	테스트 결과			수정 사항		
						1차	2차	3차	1차	2차	3차
(UC-PID-001) DMS 서버에 연결한다.	Class_SocketPrient.SocketLode(parameter)	TCP/IP Socket 통신	DMS에 소켓 연결을 수행하고 연결완료 후 공백 문자를 송신하여 연결 완료를 통보한다.	-	-	확인완료	확인완료	확인완료			
(UC-PID-002) 입/출고 아이템을 인식한다.	RFSerialManager.sendCommand(byte[] command)	RFID Reader Serial 통신	RFID 리더에 태그를 인식하는 명령을 송신한다.	command(byte[])	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	RFSerialManager.onDataReceived(final byte[] buffer, final int size) RFSerialManager.packetDecode(byte[] rcvPacket, int rcvLen)	RFID Reader Serial 통신	명령에 대한 응답값을 수신하여 분석한다.	-	respose(byte[])	확인완료	확인완료	확인완료			
	RFSerialManager.onDataReadEventListener.onDataReaded(PidEvent event)	Event	분석완료된 태그아이디 값 수신이벤트를 발생한다.	PidEvent	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	AppMainActivity._rfidManager.onDataReadEventListener(PidEvent event) JsonHandler.getCommandQueryBucketInfo(String tagID) SocketClient.sendData(String command)	Event	발생한 이벤트를 수신하여 DMS서버에 전송한다.	PidEvent	tagId	확인완료	확인완료	확인완료			
	SocketClient.ReceiveThread()	TCP/IP Socket 통신	수신	Bucket	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	onItemInfoReceivedEventListener.onItemInfoReceivedEventListener.onItemInfoReceivedEvent(json.getResultBucketInfo(type,resultBody)); JsonHandler.getResultBucketInfo(int type, String resultBody)	Event	수신된 데이터를 분석하여 버켓정보 내용인지 확인하고 해당하는 이벤트를 발생한다.	ItemInfoReceivedEvent	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	AppMainActivity.soc.onItemInfoReceivedEventListener(ItemInfoReceivedEvent event)	화면 전환	메인화면에서 발생된 이벤트를 수신하여 화면에 표출한다.	ItemInfoReceivedEvent		확인완료	확인완료	확인완료			
(UC-PID-003) 작업의 진행상태를 확인한다.	SocketClient.ReceiveThread()	TCP/IP Socket 통신	DMS가 송신하는 작업오더 정보를 수신한다.	type, status, User.sid, 조회기간	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	onItemInfoReceivedEventListener.onItemInfoReceivedEvent(json.getResultWorkOrder(type,resultBody)); JsonHandler.getResultWorkOrder(int type, String resultBody)	Event	수신된 데이터를 분석하여 작업오더 내용인지 확인하고 해당하는 이벤트를 발생한다.	ItemInfoReceivedEvent	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	AppMainActivity.soc.onItemInfoReceivedEventListener(ItemInfoReceivedEvent event)	화면 전환	메인화면에서 발생된 이벤트를 수신하여 화면에 표출한다.	ItemInfoReceivedEvent	-	확인완료	확인완료	확인완료			
	BarcodeSerialManager.onDataReceived(final byte[] buffer, final int size) BarcodeSerialManager.onDataReadEventListener.onDataReaded(PidEvent event)	Barcode Reader Serial 통신	barcode리더기의버튼을 클릭하여 인식된 바코드 값을 수신하여 이벤트를 발생한다.	byte[]	PidEvent	확인완료	확인완료	확인완료			

<유스케이스 기반 테스트 결과서(일부 제시함)>

3. 2차년도 연구개발 내용

가. 2차년도 연구개발 목표

o 당해연차는 연구개발 2차년으로, 1차년에 설계 완료한 싱글마스트 Mini-Load AS/RS 제어시스템을 시제품으로 개발하여 테스트베드 환경에 구축함

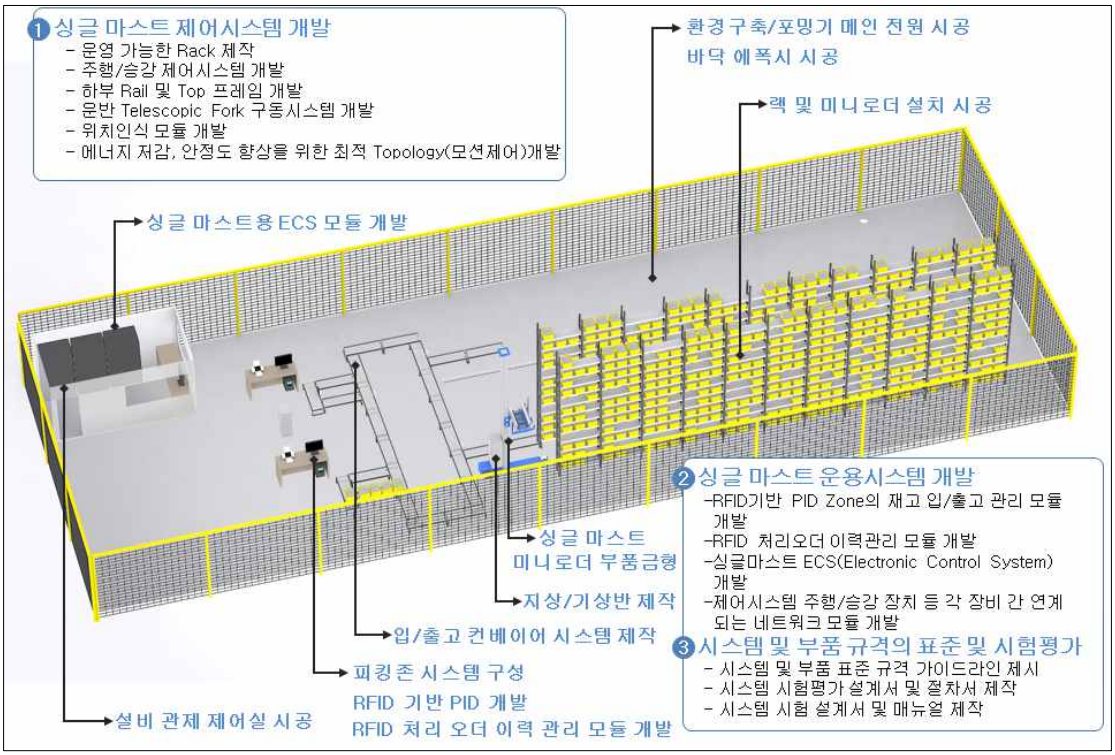
- 적재효율 향상을 위해 구조가 개선된 조립식 Rack 개발 : 높이 6m, 길이 20m
- 에너지 저감 기술 및 Soft Motion Control(S-Curve)이 적용된 주행/승강 모듈 개발 : 주행속도 5m/s, 승강속도 4m/s, 가감속 4m/s2
- 정확한 위치이동을 위한 위치인식 모듈을 개발함

o 테스트베드 현장에 설치된 싱글마스트 Mini-Load AS/RS를 구동 및 성능 테스트하기 위해 싱글마스트 Mini-Load AS/RS 운용시스템을 개발하여 제어시스템과 연동함

- RFID 기반 PID Zone 운용시스템 개발 : RFID 기반 PID, 피킹존 시스템, RFID 처리오더 이력관리 모듈임
- 장비운용현황 모니터링 시스템 개발 : 싱글마스트용 ECS 모듈, 장비 간 연계되는 네트워크 모듈임

o 싱글마스트 Mini-Load AS/RS에 대한 현장 시험을 진행하며 구성 부분품에 대한 표준 및 표준 적합성 시험 가이드라인을 제작하고, 성능 시험 평가 항목 및 절차를 설계하여 해당 조건에 따른 요구성능 및 안전성능에 대한 시험 평가 결과 보고서를 작성함

나. 2차년도 연구개발 수행 내용



<2차년도 연구내용 및 성과물>

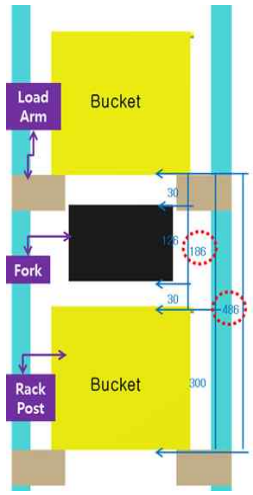
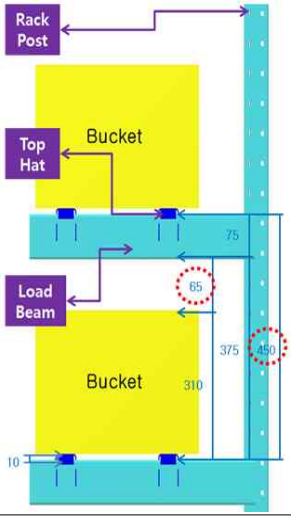
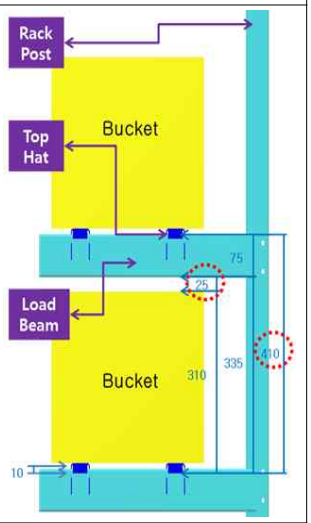
(1) Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 개발

(가) 제어구동 환경 개발

1) 기존 랙 대비 적재효율성이 개선된 조립식 랙 개발

o 싱글마스트 미니로더는 시장경쟁력을 확보하기 위해 고속 주행/승강 사양과 국내 유일의 더블딥형 슬라이딩 적재/반출 방식을 적용하여 화물 처리량 및 보관량 향상을 지향하므로, 고속 자동 적재/반출 방식에 적합하고 기존의 랙보다 화물 적재효율을 향상 시킬 수 있는 새로운 구조의 랙을 조립형태로 제작 가능하도록 개발함

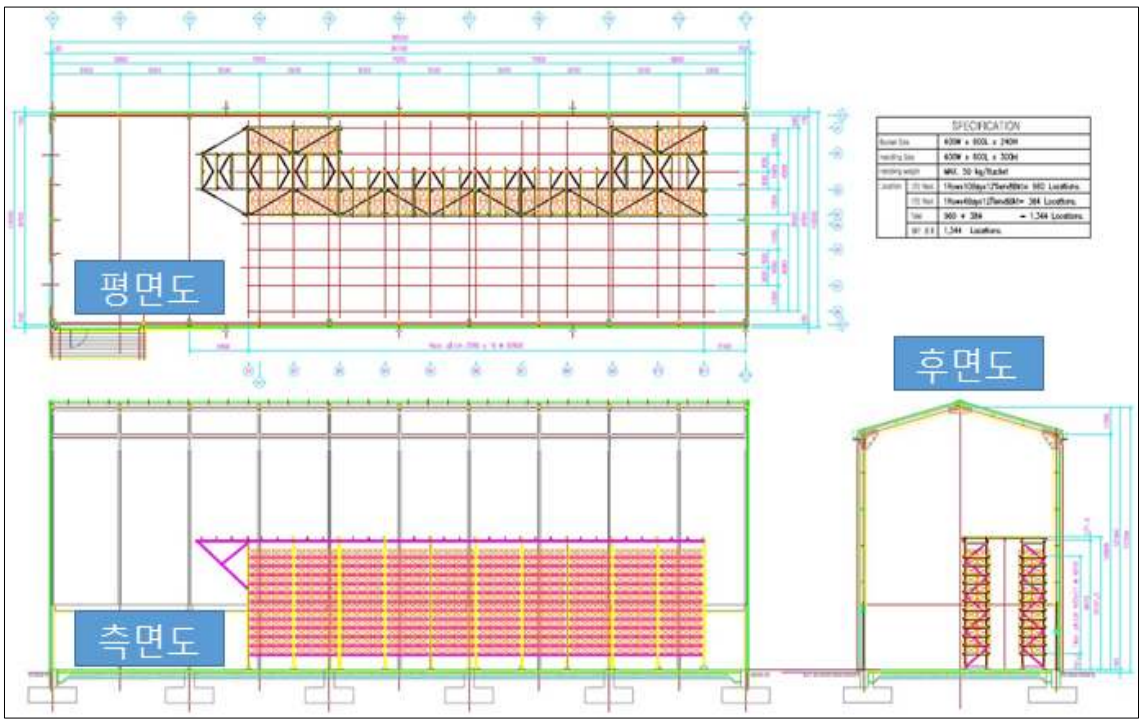
o 기존 랙과 구조가 개선된 싱글마스트용 랙 비교

대상	기존 방식의 랙	기존 방식의 랙	싱글마스트용 랙
제작 방식	용접	포밍+금형	포밍+조립식
구조			
특징	- 업/다운 방식으로 랙의 층간 여유가 많아서 보관량이 적음 - 제작 공정이 많고, 비환경적 - 물류비가 큼	- 슬라이딩 방식이지만 랙 포스트의 타공 간격이 고정(50mm)되어 있어 랙의 층간 사이에 불필요한 공간 발생 - 별도 제작과 금형이 필요함	- 슬라이딩 방식과 유연한 타공기법으로 랙 단 높이 최적화(랙 포스트의 고정적인 타공 간격 개선) - 별도 제작과 금형이 불필요함 - 테스트용 랙 시제품 제작이 용이

<기존 방식의 랙과 개선된 싱글마스트용 랙의 비교표>

o 랙 보관 시 화물과의 마찰을 최소화 할 수 있는 재료 및 구조로 개발되었으며, 랙 포밍기기(별도책자에 상세 자료 첨부)를 통한 조립식 랙 운영이 가능하며, 구조가 개선된 Rack 시제품을 개발하여 테스트베드에 구축함

- 랙 구성 : 1~40번지, 1~4열, 1~12단 (1열과 2열은 9~32번지가 비어있음)
- 랙 내 셀(cell) 수 : (40 * 4 * 12) - (2 * 24 * 12) = 1344 셀
- 랙 길이 : 22,800mm=22.8m
- 랙 높이 : 6,137.5mm=6.14m
- 미니로더 실제 주행 가능 거리 : 20m (RFP 요구사양 만족)
- 미니로더 실제 승강 가능 높이 : 6m (RFP 요구사양 만족)



<랙 레이아웃 2D 도면>



<테스트베드에 구축된 조립식 랙>

o 싱글마스트용 랙 보관량은 기존 Forming 랙 또는 기존 용접식 랙 보다 10~20% 높으며, 복잡한 제작 공정 단축 및 생산 비용 절감, 물류비용 절감 효과가 있어서 미니로더 가격경쟁력에 일조함

- 랙 자재비(재료비)가 랙 가격의 60% 이상 차지하는데, 싱글마스트용 랙은

다양한 형상과 구조로 강도를 유지시키되 랙 자재의 두께를 얇게하여 기존 용접식 랙 대비 자재비 약 10% 절감효과가 있음

- 랙 제조공정 자동화에 따라 인건비 등 제조 공정비가 기존 용접식 랙 대비 10% 이상 절감효과가 있음
- 조립식 랙이므로 용접 공정이 불필요하고 조립형태로 보관 및 운반이 가능하여 기존 용접식 랙 대비 10% 이상 물류비 절감효과가 있음



<개선된 랙과 기존 랙과의 보관량 비교>

(나) 주행/승강 모듈 개발

1) Stacker Crane 주행/승강 제어시스템 개발

o 미니로더 장비가 고속 주행 및 고속 승/하강을 안전하고 정확하게 구동하기 위해 전년도 전문 분석툴을 통하여 도출된 구조해석 및 동역학 해석 결과를 재검토하여 반영한 주행/승강 제어시스템을 개발함

- 주행 및 승강 장치의 고속화(해외 우수 장비 수준 이상)로 화물 처리량 향상

o 동역학 분석결과를 고려하여 주행/승강 구동 모터 사양을 선정하고, 에너지 저감 기술 및 Soft Motion Control(S-Curve)이 적용된 주행/승강 모듈을 개발함

o 주행 장치 중 구동 모터 외 주행이 가능하도록 해주는 구동부를 하부 Rail 구조에 맞게 설계하고, 시제품에 취부함

- 하부 프레임, 주행 IDLE WHEEL, Guide Roller
- 하부 Rail로부터 공급받는 전원을 주행/승강 장치로의 공급이 가능하도록 집전장치를 부착함
- 한쪽으로 부하가 편하중 되지 않도록 2개의 서보모터를 취부하여 주행통로의 공간을 증가시킬 수 있도록 하고, 토크를 고르게 분배하는 제어 방식으로 부드러운 구동이 가능하도록 시제품을 제작함
- 주행속도 : 최소 5m/s (RFP 요구사양 만족)
- 가감속 : 4m/s^2 (RFP 요구사양 만족)

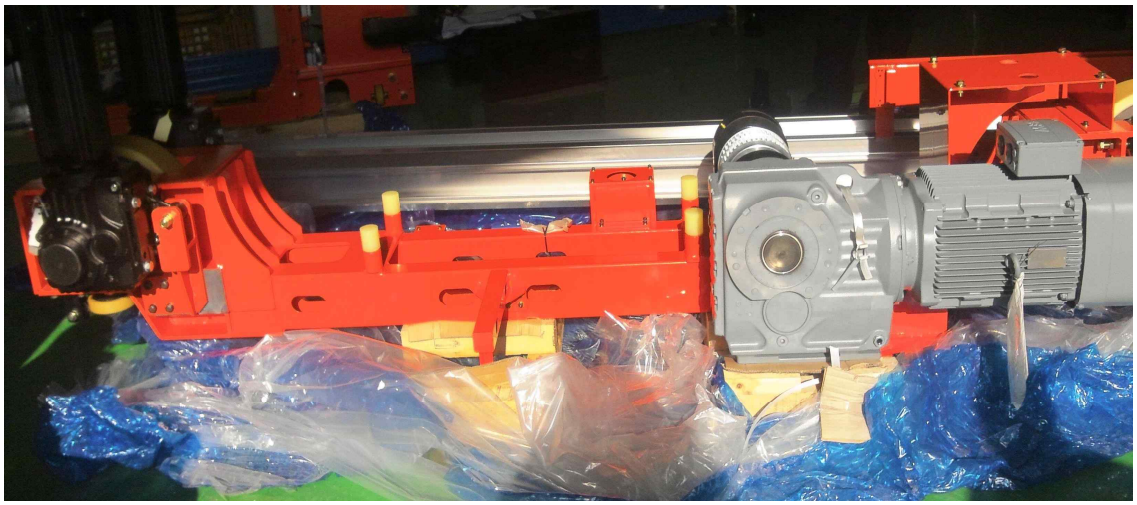




<싱글마스트 미니로더 하부 프레임에 취부된 주행장치>

o 승강장치가 구동모터의 회전을 이용하여 승강할 수 있도록 해주는 구동부를 설계하고, 시제품에 취부함

- 승강장치의 경우 Timing Belt/Pulley를 이용하여 Stacker Crane의 화물대를 승강함
- 기존 WIRE DRUM의 승강구동 장치의 경우 속도가 느린 단점이 있으므로 고속 자동 적재/반출 장비의 승강속도를 개선하기 위하여 차세대 승강기술을 접목한 승강 구동장치를 개발함
- 승강속도 : 최소 2m/s (싱글마스트 기준이며, RFP 요구사양 만족)
- 가감속 : 4m/s^2 (RFP 요구사양 만족)



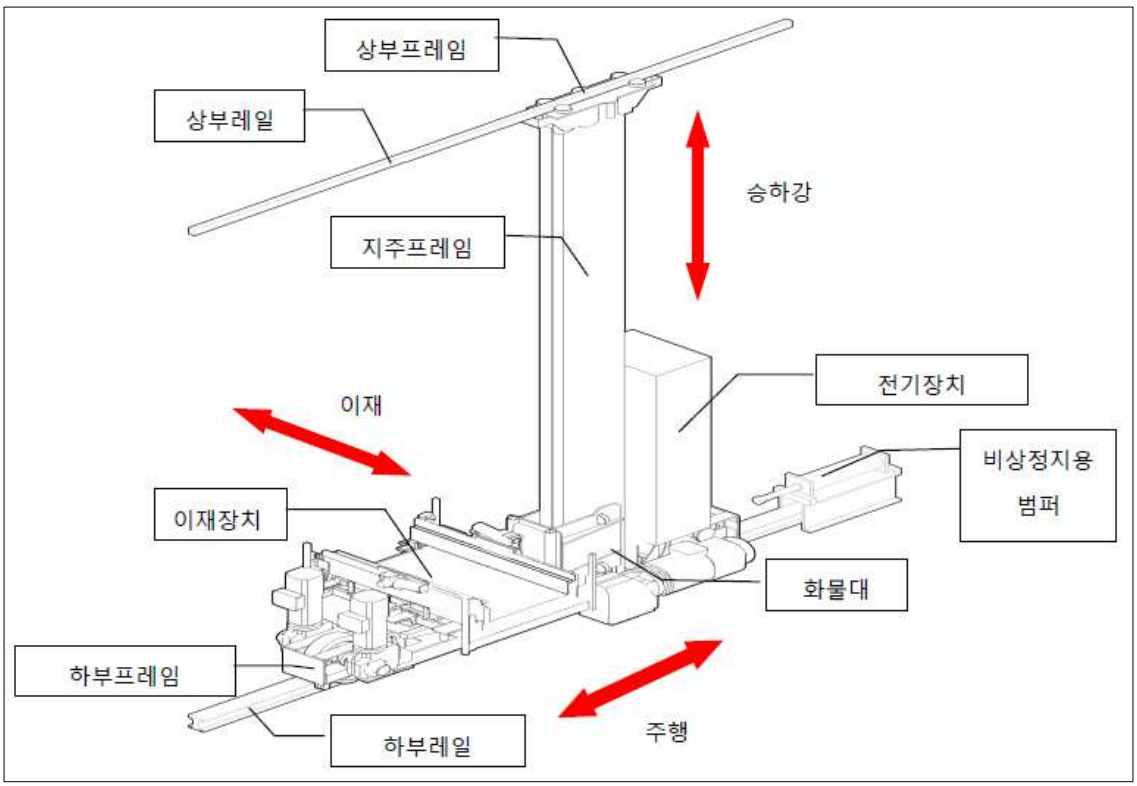
<싱글마스트 미니로더 하부 프레임에 취부된 승강 장치>

o 주행 속도/가감속, 승강 속도/가감속 성능에 대한 검증은 '성능 평가 시험 결과 보고서'로 별도 제출함

2) 하부 Rail 및 Top 프레임 개발

o 미니로더가 랙 사이를 고속으로 주행/승강하며 화물을 안전하게 취급할 수 있도록 하부 레일과 상부 프레임을 개발하여 랙과 랙 사이에 구축함

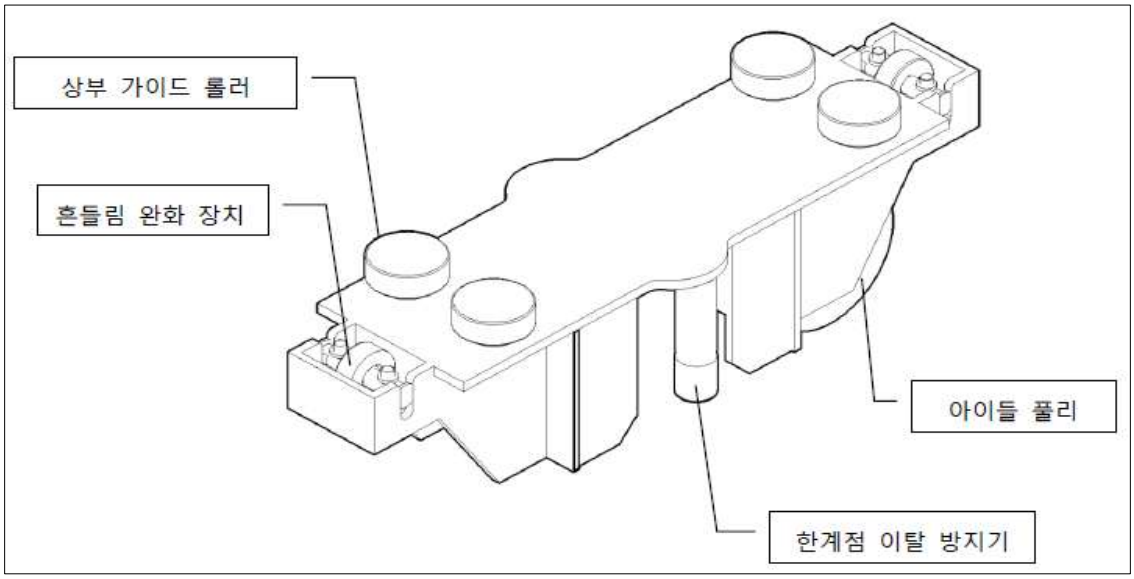
- 하부 레일 및 상부 프레임이 싱글마스트 미니로더의 고속 주행 및 승강을 원활하고 안정되게 구동하는 데 주요 역할을 함
- 상부 레일 : 상부프레임을 고정하기 위한 레일이며, 랙 천장에 고정되어 있고 하부 레일과 수평을 이루는 장치
- 하부 프레임 : 지주프레임, 주행/승강 장치, 이재장치 등 싱글마스트 미니로더의 각 부분품을 지지하며 하부 레일 위를 주행하는 장치



<상/하부 Rail 및 상/하부 프레임 개념도>

o 미니로더가 바로 선(지면과 수직) 상태로 고속 주행할 수 있도록 상부 레일에 미니로더 싱글마스트(지주 프레임)를 고정시키고, 주행/승강 가이드 역할을 하는 상부 프레임을 개발함

- 상부 가이드롤러(주행보조장치) : 상부 레일 좌/우 부분에 맞닿아 마스트 자체의 진동을 감소시켜주며, 미니로더의 좌우 Rolling을 안정화 시키기 위한 장치
- 스토퍼(Stopper) : 화물대가 한계점 이탈 시 화물대 파손 및 사고 위험을 줄이기 위한 장치
- 아이들 풀리(Idle Pully) : 화물대 승/하강에 필요한 장치
- 흔들림 완화 장치 : 상부 레일과 맞닿아 미니로더가 정지할 때, 관성에 의한 흔들림을 완화할 수 있는 장치



<상부 프레임의 주요 구성>

o 미니로더 주행보조장치(Guide Roller)가 안정되고 원활한 고속 주행을 할 수 있도록 주행보조장치의 크기를 고려한 하부 레일을 개발함

- 주행 위치감지를 위해 Sensor를 취부 할 수 있는 조건을 고려함
- 주행/승강 장치로의 전원 공급을 위해 전원공급장치 부스바, 취부 브라켓, 집전기를 설치함
- 비상 상황 시 미니로더 장비의 충격완화 역할을 하는 Shock-absorber(비상정지용 범퍼)를 하부 레일 양 끝단에 설치함

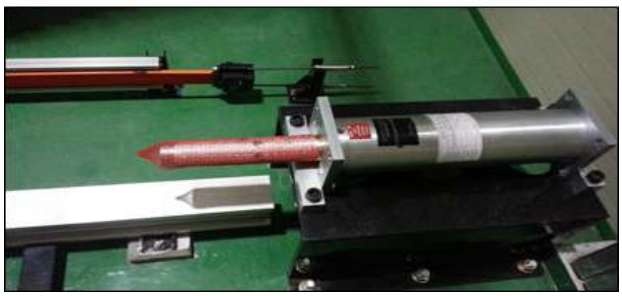
o 상/하부 레일의 진직도, 수평도는 미니로더 주행에 가장 중요한 부분으로, 진직도 기준점은 Transit(수직 측정기)으로 보고, 작업은 피아노선으로 하며 다시 Transit으로 검수함

- 상부 가이드레일의 진직도 허용오차 : ± 2mm
- 하부 레일의 수평도 허용 공차: ± 2mm



<하부 Rail & Top 프레임>





<Shock-absorber>

3) 운반 Telescopic Fork 구동시스템 개발

o 다양한 크기의 화물을 안전하고 신속하게 취급하기 위해 국내 유일의 더블 딥 슬라이딩 방식의 이재장치(운반 Telescopic Fork 구동 시스템)를 개발하여 싱글마스트 미니로더 시제품에 취부함

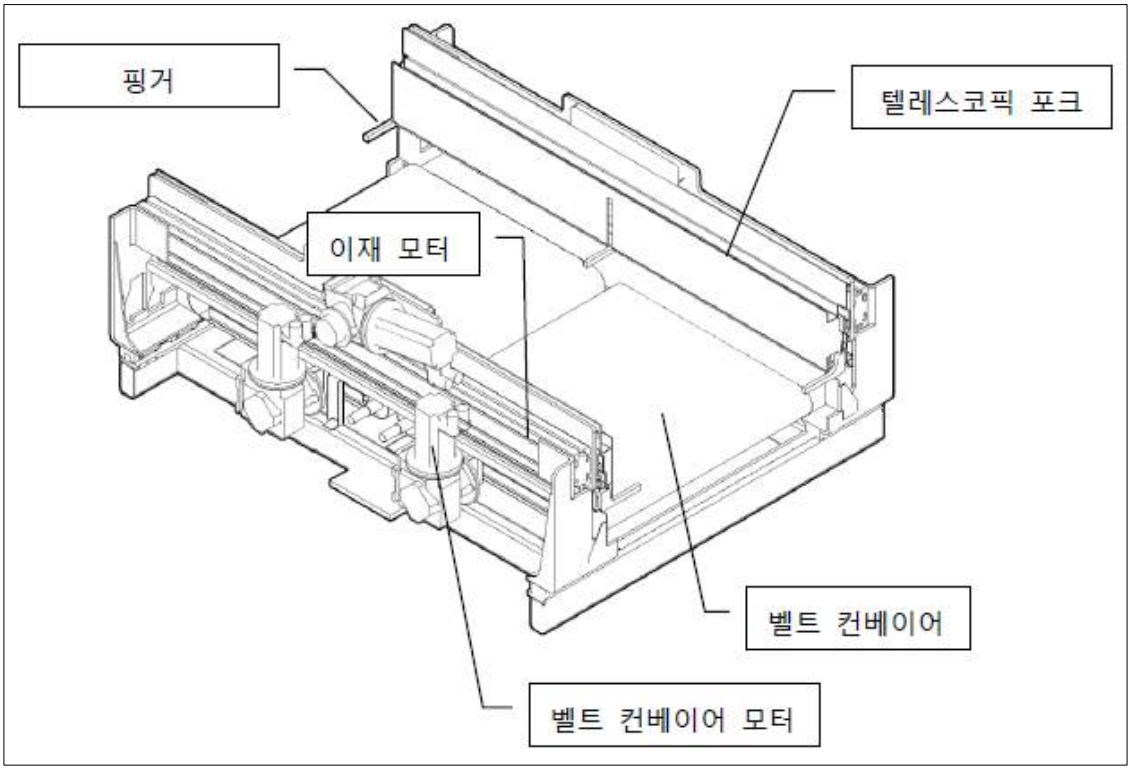


<싱글마스트 미니로더의 이재장치>

o 이재장치의 주요 구성은 다음과 같음

- 이재장치 구동 모터 : 이재장치에 취부된 벨트 컨베이어, 텔레스코픽 포크 등을 구동하기 위한 동력을 제공함
- 벨트 컨베이어 : 화물을 적재/반출하기 위해 2개의 화물을 양방향으로 이송시키는 컨베이어 장치
- 간격 조절 장치 : 텔레스코픽 포크가 안전하게 이동하여 화물에 근접할 수 있도록 화물의 크기를 고려하여 간격을 조절하는 장치
- 텔레스코픽 포크(Twin-Telescope) : 슬라이딩 방식으로 화물을 적재/반출하기 위해 핑거가 화물을 걸 수 있게 적정 위치로 이동하는 장치로, 화물을 1개 또는 2개를 동시에 적재/반출 할 수 있도록 길이조정이 되는 포크 장치

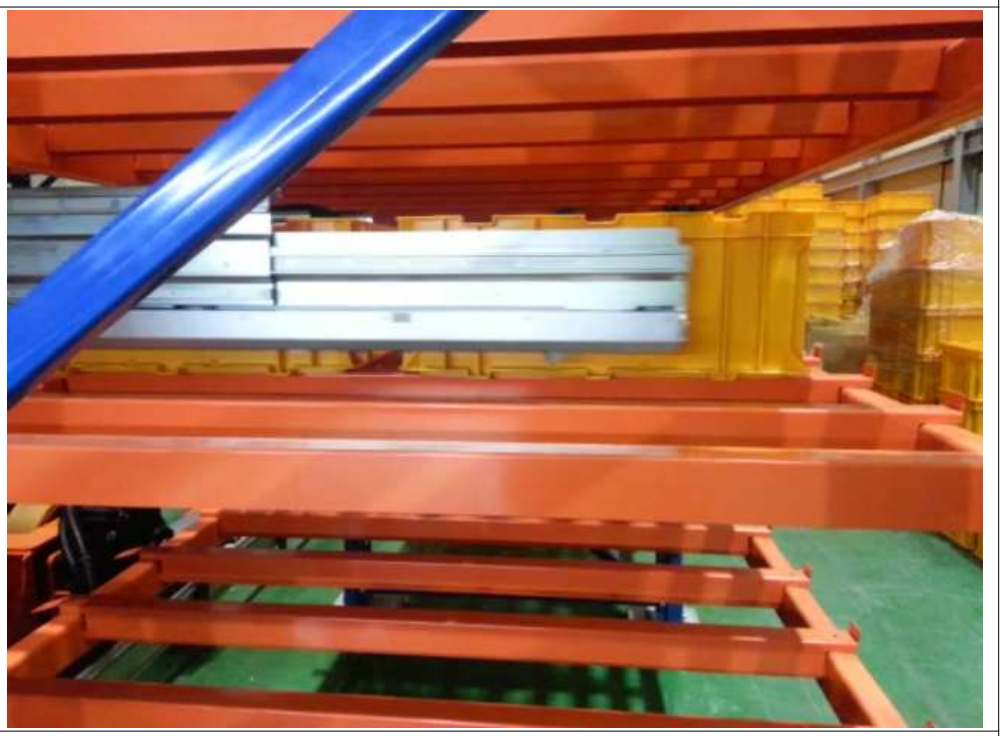
- 핑거(레버) : 텔레스코픽 포크에 취부 되어있으며 슬라이딩 방식으로 화물을 끄집어내거나 밀기위해 텔레스코픽 포크가 취급할 화물의 적당한 위치로 이동하면 화물(버켓) 한 면의 양 끝에 걸리도록 구동하는 장치
- 각종 센서 및 Idle gear



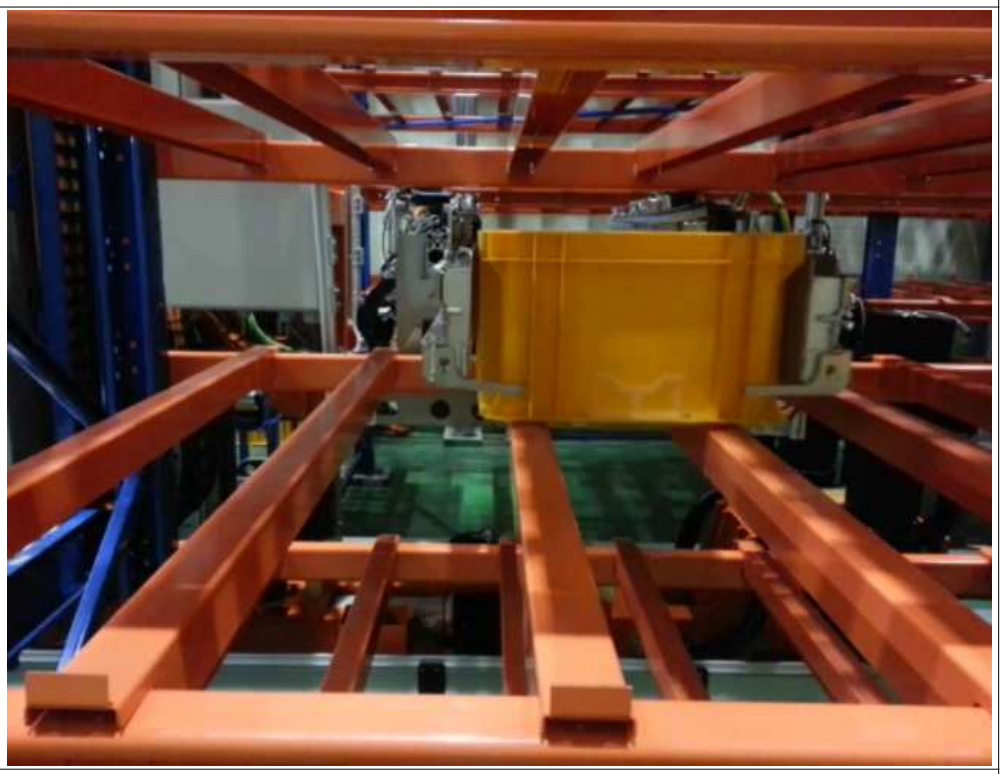
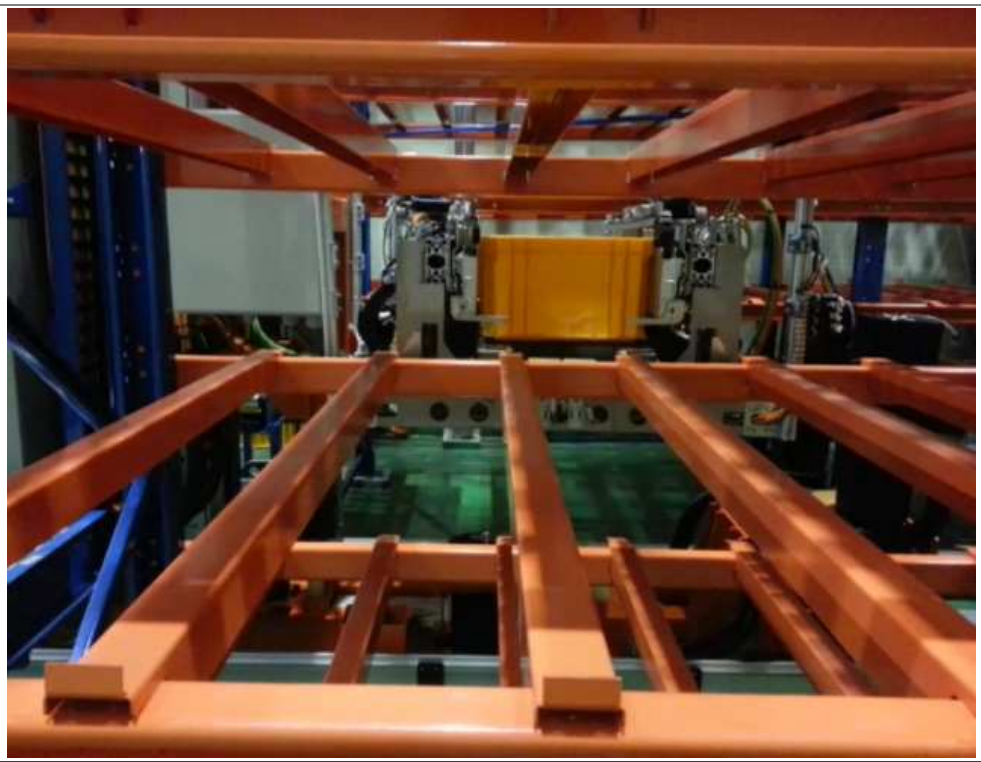
<이재장치의 주요 구성>

o 추출기 피킹 작업 시 화물 그리퍼(Gripper: 집게) 부분에 간격 조절 기능을 접목하여 크기가 다양한 버켓(화물)에 대해 처리가 가능하도록 개발함

- Fork Lift 방식은 화물 Picking 시 업다운 형식의 추출기가 돌아오는 과정에서 중력 및 관성으로 인한 화물 이탈이 가능하기 때문에 본 과제에서는 Fork Push/Pull 방식으로 개발함
- 이를 통하여 화물 추락에 따른 인명/화물에 대한 안전사고를 미연에 방지할 수 있음

동작 설명	① 랙 내에 화물 2개를 동시에 반출하기 위해 화물 크기를 고려하여 텔레스코픽 포크가 화물 끝으로 근접함(핑거로 화물을 걸기 위함)
사진	
동작 설명	② 텔레스코픽 포크가 이동을 완료함
사진	

동작 설명	③ 텔레스코픽 포크에 취부된 핑거가 화물 2개를 걸어서 동시에 슬라이딩 방식으로 꺼내기 위해 구동함
사진	
동작 설명	④ 텔레스코픽 포크가 화물에 밀착되어 반출 과정에서의 화물 이탈을 방지함
사진	

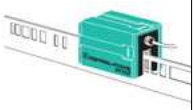
동작 설명	⑤ 2개의 화물이 동시에 슬라이딩 방식으로 이재장치로 이동함
사진	
동작 설명	⑥ 이재장치의 벨트 컨베이어로 이동을 완료한 모습
사진	

<이재장치가 화물 2개를 동시에 슬라이딩 방식으로 반출하는 과정>

(다) 위치인식 모듈 개발

o 미니로더가 신속하고 안전하게 화물을 적재/반출하기 위해서는 정확한 위치에 주행 정지함과 동시에 정확한 위치에서 승강 정지하여야 하므로, 주행 및 승강 위치인식 제어 모듈 개발이 필요함

o 다양한 위치인식 기술(엔코더, 바코드, QR, Hole-bar, 레이져 등)을 비교 분석 후 싱글마스트 미니로더 테스트베드에 가장 적합한 위치인식 기술을 선정하여 해당 검출장치를 적용하고, 시제품 사양 및 테스트베드 환경조건을 고려하여 위치인식 제어 모듈을 개발함

종류	Incremental Encoder	Barcode	QR	Code Rail] (Hole-bar)	Laser
사진					
위치인식 방식	모터의 회전수를 측정하여 위치정보 검출	하부 Rail에 설치된 바코드를 바코드 레이저로 인식하여 위치정보 검출	하부 Rail에 설치된 QR 마커를 2D카메라로 인식하여 위치정보 검출	하부 Rail에 취부되어 있는 Hole-bar를 통해 위치정보 검출	고정된 반사판과의 거리를 레이저로 계측하여 위치정보 검출
장점	• 가격이 저렴함 • 취부가 용이함	• 절대위치임으로 보조센서가 불필요 • 파손 시 프린팅에 의해 응급조치 가능 • 테이프 방식임으로 취부가 용이 • 비접촉 방식임(바코드 레이져, 2D카메라) • 코드 훼손 시 에러 정정 기능 • Max거리 10,000M		• 절대위치임으로 보조센서가 불필요 • 흠(찌든 때) 등 이물질에 강함	• 절대위치임으로 보조센서가 불필요 • 설치 기구물이 간단하고 취부가 쉬움
단점	• 위치파악을 위해 Home 위치 필요 • 마찰이 없을때 위치오차가 많음 • 컨베이어마	• 접착성 이물질에 의한 코드 훼손이 생기기 쉬움 • QR 마커의 경우 코드가 작음 (7x7mm)		• 별도의 취부레일이 필요함 • 훼손 시 예비품을 잘라서 보완해야 함 • 곡선부	• 제한된 거리 이상에서는 위치제어 편차 보정 필요

	다 보정센서 필요 • 레일중간 보조 위치브라켓 필요		설치에 주의 요함 • Max거리 327M	

<위치인식 방식 비교표>

o 싱글마스트 미니로더 시제품 사양과 테스트베드 환경조건을 고려하여 레이저 방식을 위치정보 검출 방식으로 선정함

- 싱글마스트 미니로더의 경우 고속 장비이며, 테스트베드 현장의 주행 거리(20m) 및 승강 거리(6m)가 길지 않은 편이므로, 레이저로 주행/승강 위치정보 모두를 검출하도록 개발됨
- 셀의 위치 정보는 절대 위치 정보로 관리함



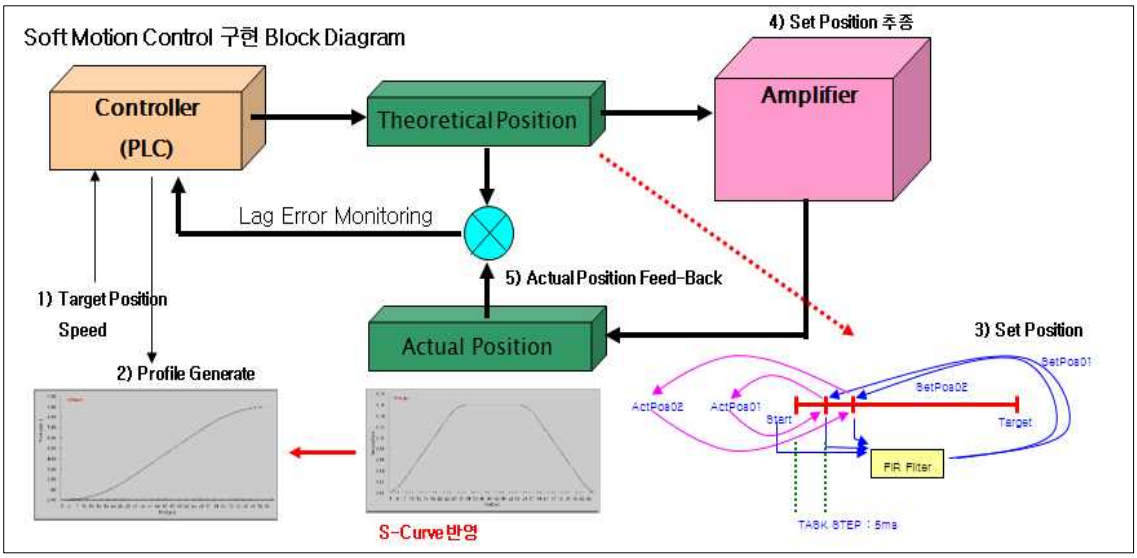
<싱글마스트 미니로더에 취부된 위치인식 모듈(레이저)>

(라) 에너지 저감, 안정도 향상을 위한 최적 Topology(모션제어)개발

o 고속 자동 적재/반출 장비의 에너지 효율성 및 안정도, 내구성 향상을 통해 시장 경쟁력 강화를 도모할 수 있도록 PLC 시스템을 활용한 Soft Motion Control(S-Curve)을 개발하여 주행/승강 제어시스템에 적용함

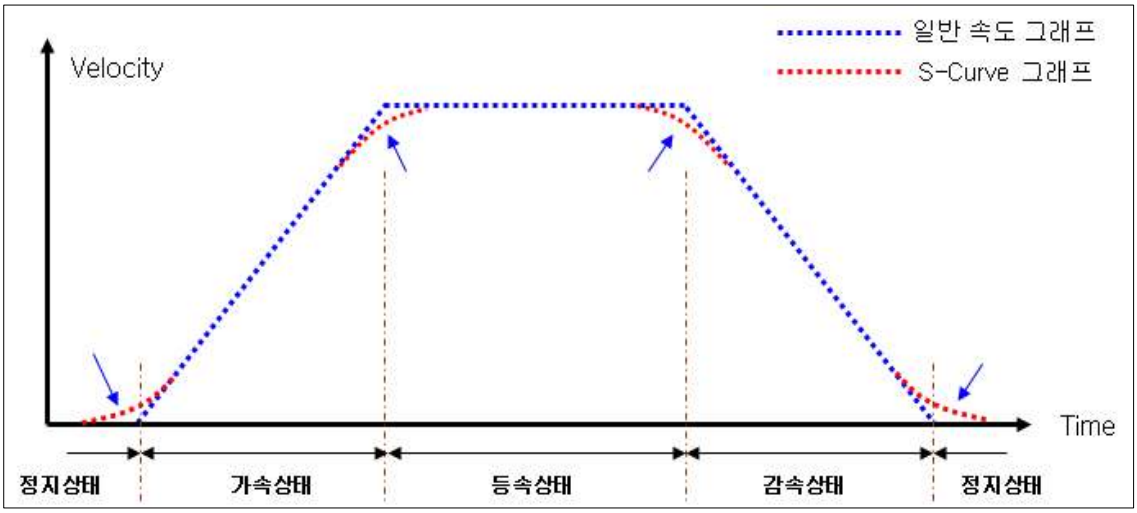
o PLC 시스템은 미니로더의 실제위치와 위치 지정 값 사이의 차이 값을 관찰하고 다음 지정 값에 이를 반영하여 최적의 모션제어를 제공함

- 미니로더가 목표점까지 운동해야 하는 위치값에 대한 Profile을 생성하고, 생성된 Profile이 일정시간마다 기계에 전달되게 함



<Soft Motion Control의 Block Diagram>

o Soft Motion Control(S-Curve)은 설비의 운동상태가 변화하는 부분(아래 그림의 파란색 화살표 구간)을 곡선 근사화 시키는 기술로, 가속/감속 시 속도 변화를 부드럽게 하여 설비의 충격이나 부하를 완화시키고, 구동 모터의 급변화에 대한 에너지 사용량을 절감할 수 있음



<일반 속도 그래프와 S-Curve 속도 그래프 비교>

o S-Curve 기술 적용 유무에 따른 주행 구동 비교 및 승강 구동 비교를 싱글 마스트 미니로더 시제품으로 테스트해 봄

S-Curve 적용 유무에 따른 주행 구동 비교(부하량 및 흔들림 비교테스트)

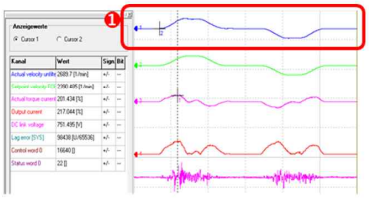
가. 테스트 조건

o S-Curve가 적용된 상태와 미적용 상태로 미니로더 장비를 1 Cycle 주행 구동하고, 그 결과 그래프에 나타나는 흔들림, 속도 편차, 부하를 검사함

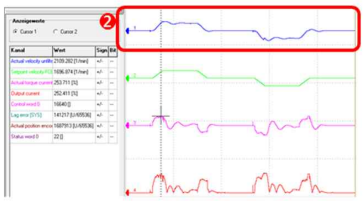
o S-Curve 미적용 시 발생할 수 있는 설비 파손, 안전사고 등을 방지하기 위해 미니로더 주행 속도와 가속도를 최대값이 아닌 하기 조건과 같이 설정하여 테스트를 진행함

- S-Curve 적용 상태의 조건 : 주행 지령속도 3,230rpm, 가감속 4m/s^2
- S-Curve 미적용 상태의 조건 : 주행 지령속도 1,696rpm, 가감속 3m/s^2

나. 테스트 결과



< S-Curve가 적용된 주행 구동 결과 그래프(Jerk-limit) >



< S-Curve가 적용되지 않은 주행 구동 결과 그래프(Linear) >

1) 그래프 해석

o S-Curve를 적용한 속도 그래프(① 빨간색 네모상자)가 부드러운 곡선 형태로 나타난 반면에 S-Curve를 적용하지 않은 속도 그래프(② 빨간색 네모상자)는 가속/감속 구간에서 속도 왜곡이 나타남

- 부드러운 곡선 형태일수록 흔들림 양이 적다고 할 수 있음

o S-Curve를 적용하지 않으면, 가속/감속/정지 시에 지령속도 대비 실제속도 편차가 더 많이 발생하는 것을 확인할 수 있음

- S-Curve 적용 시 속도편차는 약 140rpm
- S-Curve 미적용 시 속도편차는 약 400rpm 이상

o 주행 속도 그래프 모양 및 주행 시 속도편차의 차이로 봤을 때, S-Curve 적용 시의 장비 주행이 훨씬 더 부드럽게 이루어진다는 것을 알 수 있으며 이는 설비의 운동 상태가 바뀌는 구간(가속/감속 구간)에서 설비 자체에 전달되는 급격한 부하량을 줄여준다고 할 수 있음

2) 부하량 점검

o S-Curve 적용 시 최대 부하량은 미적용 시 최대 부하량과 확연한 차이를 보이고 있음

- S-Curve 적용 시 최대 부하량은 약 201%(주행 지령속도 3,230rpm, 4m/s^2)
- S-Curve 미적용 시 최대 부하량은 약 254%(주행 지령속도 1,696rpm, 3m/s^2)

o 미니로더 장비의 주행 구동 시 최대 부하량 안전 허용치는 300% 이내이므로, S-Curve가 미적용된 상태로 1,696rpm(본 테스트 주행속도) 이상의 주행 속도로 주행 시 최대 부하량 안전 허용치를 초과할 수 있으며, 흔들림이 커서 기계적 구동이 위험함

- 최대 부하량 안전 허용치를 초과하거나 흔들림 양이 크게 되면, 가속/감속/정지 시 설비가 받는 충격 및 진동이 크게 발생하여 설비 파손, 안전사고 등을 야기시킬 수 있음

o 미니로더 장비의 요구 성능은 주행속도 5m/s(=3,230rpm), 가감속 4m/s^2 이므로, 해당 요구 성능을 만족시키기 위해서는 반드시 S-Curve가 적용되어야 함

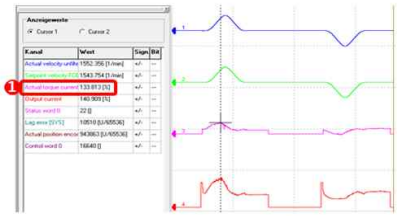
<S-Curve 적용 유무에 따른 주행 구동 비교>

S-Curve 적용 유무에 따른 승/하강 구동 비교(부하량 및 흔들림 비교테스트)

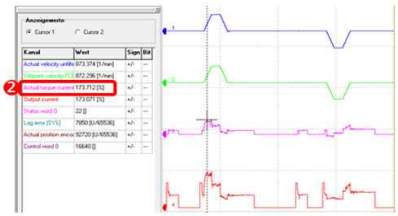
가. 테스트 조건

- o S-Curve가 적용된 상태와 미적용 상태로 미니로더 장비를 1 Cycle 승/하강 구동하고, 그 결과 그래프에 나타나는 흔들림, 속도 편차, 부하를 검사함
- o S-Curve 미적용 시 발생할 수 있는 설비 파손, 안전사고 등을 방지하기 위해 미니로더 승/하강 속도와 가속도를 최대값이 아닌 하기 조건과 같이 설정하여 테스트를 진행함
  - S-Curve 적용 상태의 조건 : 승/하강 지령속도 1,543rpm, 가감속 3m/s²
  - S-Curve 미적용 상태의 조건 : 승/하강 지령속도 872rpm, 가감속 3m/s²

나. 테스트 결과



< S-Curve가 적용된 승/하강 구동 결과 그래프 >



< S-Curve가 적용되지 않은 승/하강 결과 그래프 >

1) 그래프 해석

- o S-Curve를 적용한 속도 그래프(파란색 그래프)가 부드러운 곡선 형태로 나타난 반면에 S-Curve를 적용하지 않은 속도 그래프는 가속/감속 구간에서 속도 왜곡이 나타남
  - 부드러운 곡선 형태일수록 흔들림 양이 적다고 할 수 있음
- o 승/하강 구동 테스트에서의 설정속도는 빠른 편이 아니어서 관성이 크게 작용하지 않게 되므로 속도 편차가 눈에 띄게 차이를 나타내지는 않음
  - 승/하강 구동 테스트에서 S-Curve를 적용하지 않았을 때 가속/감속/정지 시 설비의 충격, 진동 등이 크게 발생하여 S-Curve를 적용했을 때보다 낮은 속도로 테스트 진행함
- o 승/하강 속도 그래프 모양 차이로 봤을 때, S-Curve 적용 시의 장비 승/하강 구동이 훨씬 더 부드럽게 이루어진다는 것을 알 수 있으며 이는 설비의 운동 상태가 바뀌는 구간(가속/감속 구간)에서 설비 자체에 전달되는 충격 및 흔들림을 줄여주고, 급격한 부하량을 줄여준다고 할 수 있음

2) 부하량 점검

- o 승/하강 속도 값을 다르게 테스트했는데도 불구하고, S-Curve 적용 시 최대 부하량은 미적용 시 최대 부하량과 확연한 차이를 보이고 있음
  - S-Curve 적용 시 최대 부하량은 약 133% (승/하강 지령속도 1,543rpm)
  - S-Curve 미적용 시 최대 부하량은 약 173% (승/하강 지령속도 872rpm)
- o 미니로더 장비의 승/하강 구동 시 최대 부하량 안전 허용치는 300% 이내이지만, S-Curve 미적용 상태에서는 본 테스트를 위한 승/하강 속도 조건(1,543rpm)으로 테스트 진행 자체가 안 될 정도로 장비의 흔들림이 심하였음
- o 최대 부하량 안전 허용치를 초과하거나 흔들림 양이 크게 되면, 가속/감속/정지 시 설비가 받는 충격 및 진동이 크게 발생하여, 설비 파손, 안전사고 등을 야기시킬 수 있음
- o 미니로더 장비의 요구 성능은 테스트 조건보다 빠른 속도이므로, 해당 요구 성능을 만족시키기 위해서는 반드시 S-Curve가 적용되어야 함
  - 미니로더 장비의 요구 성능 : 승/하강 속도 2m/s(=1,708rpm), 가감속 4m/s²

<S-Curve 적용 유무에 따른 승/하강 구동 비교>

- 테스트 관련 상세 내용은 '성능 시험 평가 결과 보고서'로 별도 제출함

(마) 에너지 저감 기술 개발

o 에너지 저감 기술은 장비경량화, 구조개선, Soft Motion Control, 리제너레이터 등의 요소기술들이 집약되어 고속 자동 적재/반출 장비가 사용하는 에너지의 사용량을 저감시키는 기술임

o 미니로더 구동 시 필요한 전력을 저감시키고, 전력 손실을 감소시키기 위해 에너지 회생 장치를 활용한 리제너레이터 제어 기술을 개발함

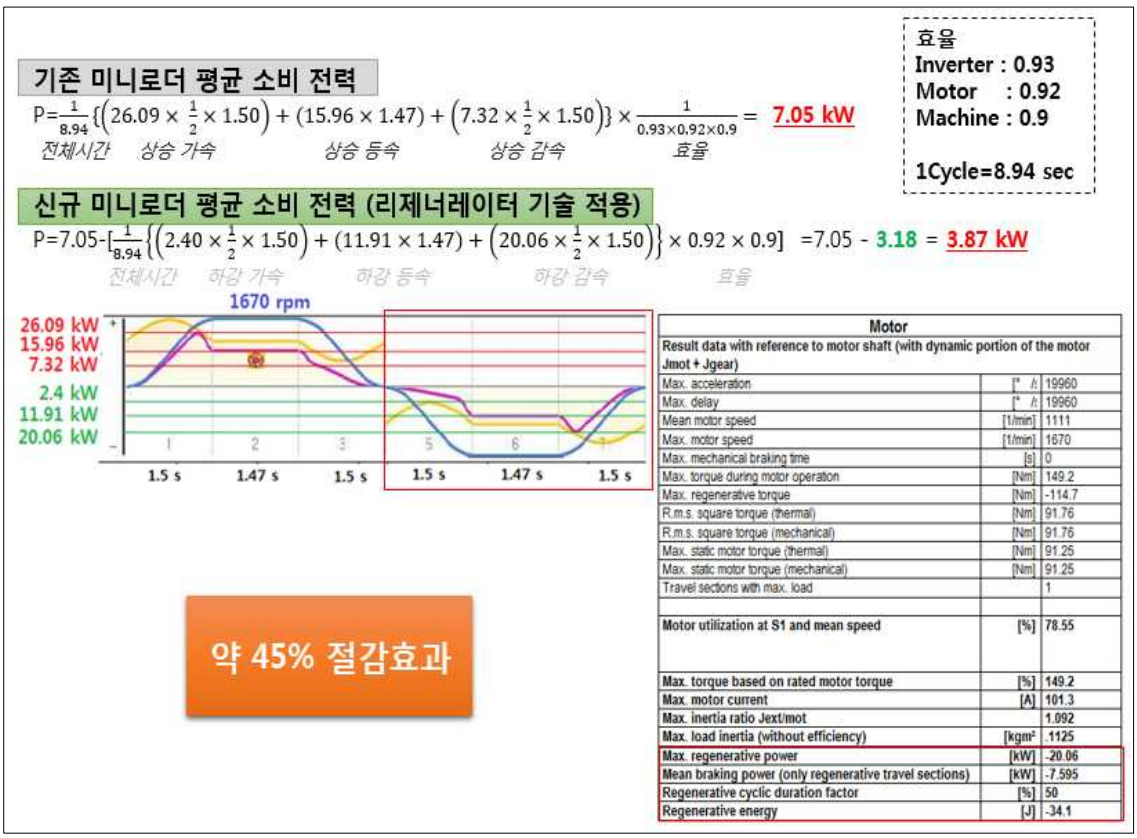
o 리제너레이터 제어 기술은 미니로더 이재장치가 고속 수직 하강(또는 주행 감속)할 때 발생되는 회생에너지를 모터, 인버터, 에너지 회생 장치, 필터를 이용해 전원계통으로 환원(재주입)하여 버려지던 에너지를 재사용하는 기술임

- 일반적으로 이재장치가 하강할 때 하강 모터는 회생에너지를 생성하는데 하강 모터가 완전한 발전기가 아니기 때문에 회생에너지를 제동저항기를 통해 열로 소비함

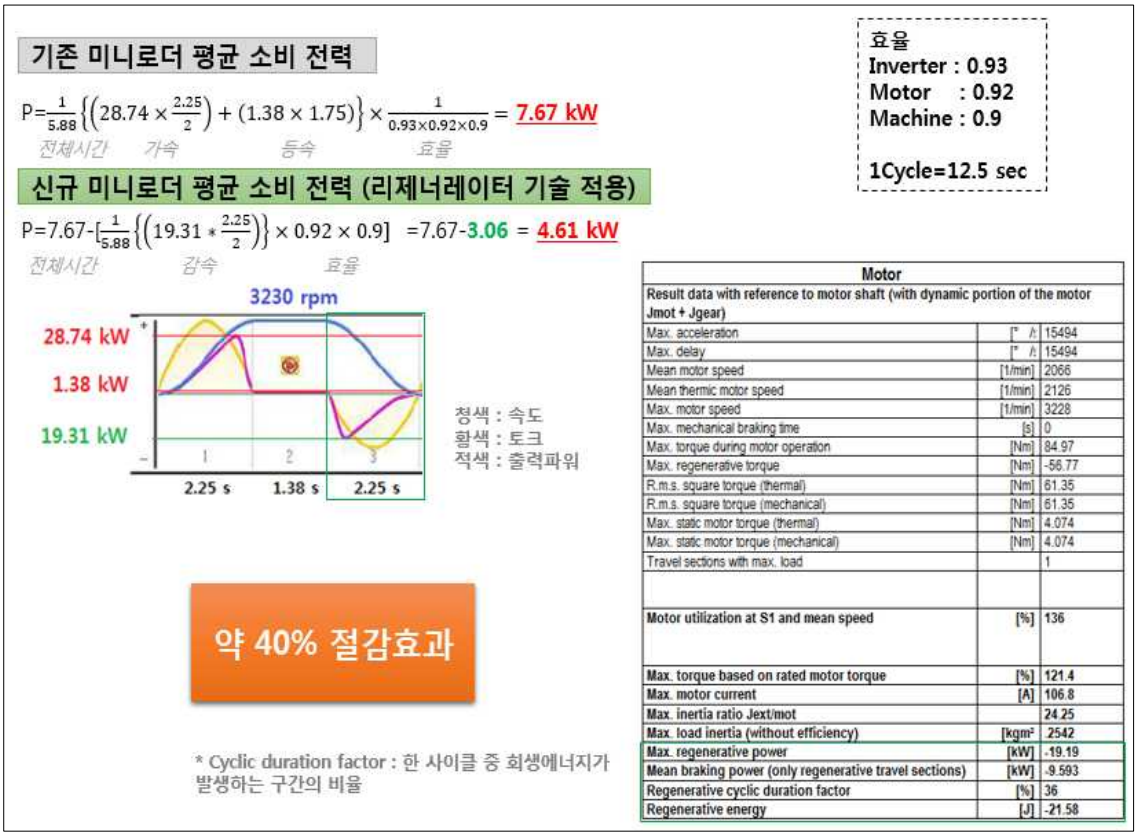
o 기존 미니로더 장비와 본 과제 성과물 미니로더 장비가 승/하강(6m) 왕복 구동만 했을 경우와 주행(20m) 구동만 했을 경우의 리제너레이터 기술 적용 유무에 따른 평균 소비 전력을 비교하면 다음과 같음

비교 대상 / 구동 조건	기존 미니로더 평균 소비 전력	본 과제 미니로더 평균 소비 전력	절감효과
승/하강 왕복 구동만 했을 경우	7.05kw	3.87kw	약 45%
주행 구동만 했을 경우	7.67kw	4.61kw	약 40%

- 본 과제 성과물 미니로더는 승/하강 왕복 구동만 했을 경우 기존 미니로더 대비 약 45% 절감 효과가 나타나며, 주행 구동만 했을 경우 약 40% 절감됨
- 미니로더 장비가 승/하강 및 주행을 동시에 구동하면 약 42% 정도 에너지 절감효과가 나타난다고 할 수 있음



<기존/신규 미니로더 장비가 승/하강 왕복 구동만 했을 시의 리제너레이터 기술 적용 유무에 따른 평균 소비 전력 비교>



Motor		
Result data with reference to motor shaft (with dynamic portion of the motor Jmot + Jgear)		
Max. acceleration	[° /s²]	15494
Max. delay	[° /s²]	15494
Mean motor speed	[1/min]	2066
Mean thermic motor speed	[1/min]	2126
Max. motor speed	[1/min]	3228
Max. mechanical braking time	[s]	0
Max. torque during motor operation	[Nm]	84.97
Max. regenerative torque	[Nm]	-56.77
R.m.s. square torque (thermal)	[Nm]	61.35
R.m.s. square torque (mechanical)	[Nm]	61.35
Max. static motor torque (thermal)	[Nm]	4.074
Max. static motor torque (mechanical)	[Nm]	4.074
Travel sections with max. load		1
Motor utilization at S1 and mean speed	[%]	136
Max. torque based on rated motor torque	[%]	121.4
Max. motor current	[A]	106.8
Max. inertia ratio Jext/mot		24.25
Max. load inertia (without efficiency)	[kgm²]	2542
Max. regenerative power	[kW]	-19.19
Mean braking power (only regenerative travel sections)	[kW]	-9.593
Regenerative cyclic duration factor	[%]	36
Regenerative energy	[J]	-21.58

<기존/신규 미니로더 장비가 주행 구동만 했을 시의 리제너레이터 기술 적용 유무에 따른 평균 소비 전력 비교>

o 기존 미니로더 장비와 본 과제 성과물 미니로더 장비가 분당 3사이클, 하루 16시간, 365일 구동할 경우 연간 소비 전력을 비교하면 다음과 같음

비교 대상 / 구동 조건	기존 미니로더 연간 소비 전력	본 과제 미니로더 연간 소비 전력	절감효과
승/하강 구동만 했을 경우	16,657 kWh	7,967 kWh	약 50%
주행 구동만 했을 경우	40,574 kWh	28,483 kWh	약 30%

- 미니로더 장비가 승/하강 및 주행을 동시에 구동하면 약 40% 정도 에너지 절감효과가 나타난다고 할 수 있음
- 관련 상세 자료는 별도 제출한 “기존 Mini-Load AS/RS 장비 대비 에너지 사용량 비교 결과 보고서“ 참고

(2) Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 개발

(가) 운용시스템 개발 개요



<2차년도 Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운영 시스템 개발 범위>

o 2차년도 고속 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS) 개발 과제의 범위는 싱글 마스트 미니로더를 개발하는 것이며 이에 따라 개발 시제품의 실제 운영을

위한 운용시스템을 아래와 같이 개발하였음

- 당해 연도의 운용시스템들은 1차년도에 완료된 설계 및 시작품 제작 성과물을 기반으로 싱글마스트 Mini-Load의 실제 현장 테스트 및 적용을 목표로 개발되었음
- 운용시스템은 작업자의 편리성 및 안전성, 작업의 정확성 및 편의성을 고려한 “RFID기반 PID zone 운용시스템”과 싱글마스터 Mini-Load 장비의 편리하고 안정적인 운영을 위한 “장비운용 현황 모니터링 시스템”으로 구분됨

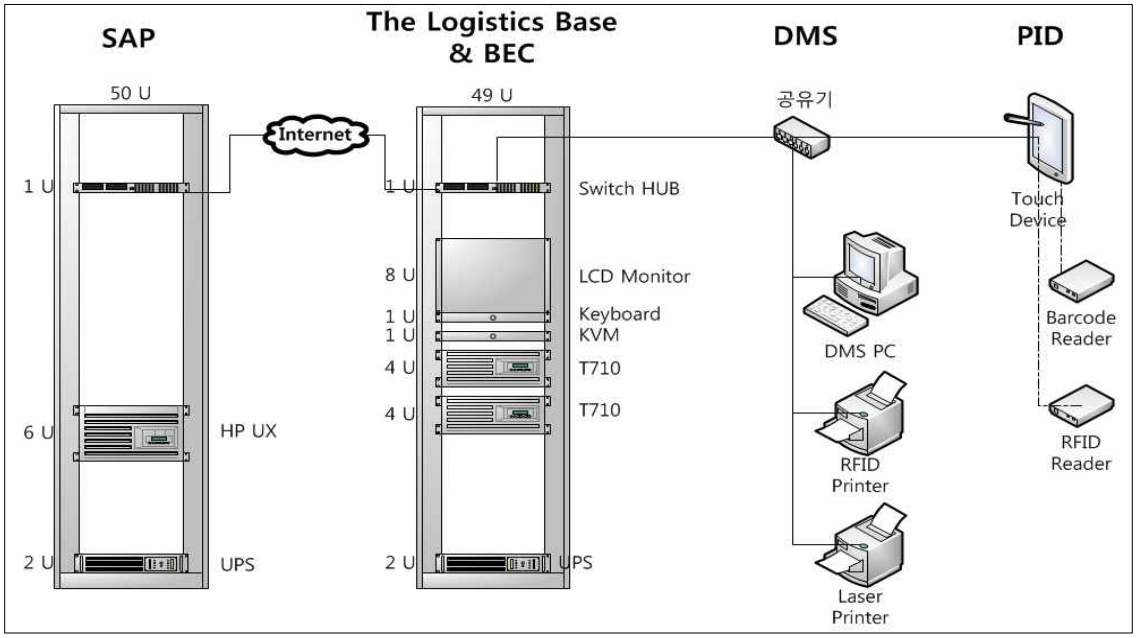
시스템 구분	개발 내역	용도	개발품	차별성
RFID기반 PID zone 운용시스템	**RFID 기반 PID**	• Picking zone에서의 입/출고 작업 시 RFID/Barcode 기술과 연계하여 입/출고 상품을 확인하고 자동으로 작업 처리 내역을 관리하기 위한 시스템	• 시스템 • S/W & H/W 시제품	• 작업 정보 처리의 편리성 • 작업 처리의 정확성 향상
	피킹존 스테이션	• Picking zone에서의 편리하고 안전한 입/출고 작업과 편리한 주변 장비 사용 및 작업 시 발생할 수 있는 안전 위험에 대한 방어 시설	• 설비 • H/W 시제품	• 작업자 안전성 • 작업자 편의성 • Mini-Load 상품성 향상
	RFID 처리오더 이력관리 (Logistic Base & BEC)	• 입/출고 작업과 관련된 상품 RFID/Barcode 처리 정보 및 작업 이력 정보를 관리하기 위한 별도의 데이터 관리 시스템으로써 향후 고도화된 지능형 이벤트 처리를 위한 기반 정보 시스템	• 시스템 • S/W 시제품	• 이력 정보 관리의 효율성 • 고도화된 정보 관리 시스템과의 확장성
장비운용 현황 모니터링 시스템	**싱글마스트용 ECS 모듈**	• 싱글마스터의 운용 현황을 모니터링하고 장비의 부하 및 이상 여부를 관제하기 위한 장비 관리 및 제어 시스템	• 시스템 • S/W 시제품	• 사용자의 모니터링 정보 인지도 향상 • 시스템 사용의 편리성

<2차년도 운용시스템 개발 내역>

o 싱글마스터 Mini-Load 운용시스템은 아래 그림과 같이 구성되었으며 각 시스템들 간에 유기적으로 작업 오더 정보들을 공유함

- 본 운용시스템은 기 개발된 DMS(Device Management System)를 통해 해당 장비 사용자의 기존 Legacy 시스템(SAP, ERP, WMS 등)으로부터 발생한 작업 오더 정보를 PID(Picking Information Display)와 공유함
- PID에서 처리된 작업 정보는 이력 관리 시스템(BEC)를 통해 저장되고 관

리되며 BEC는 사용자가 필요한 형태의 정보로 1차 가공(filtering)하여 기존 시스템으로 전달함



<싱글마스터 Mini-Load 운용시스템 전체 구성도>

(나) RFID기반 PID zone 운용시스템

1) RFID 기반 PID zone 운용시스템의 개발 개요

o Picking zone의 입/출고 작업시 RFID/Barcode 기반으로 입/출고 작업 및 재고 관리가 가능한 시스템을 개발하여, Picking 작업자의 업무 효율을 높이고 안정적인 작업환경을 구축함

o PID zone 운용시스템은 작업자의 작업 환경 개선을 위한 피킹존 스테이션과 작업자의 편리성 및 작업 정확성을 고려한 RFID 기반 PID, 그리고 작업 및 처리 상품의 이력정보를 관리하기 위한 RFID 처리오더 이력관리 시스템으로 구성되어 있음

- RFID 기반 PID(Picking Information Display) : 작업자가 입고 또는 출고해야할 상품의 정보를 표출하고 RFID를 이용하여 자동으로 확인하는 작업용 장비 및 소프트웨어
- 피킹존 스테이션 : Picking zone에서 작업자가 상품을 편리하게 입고 또는 출고하고 비상 시 안전을 위해 설치된 작업용 워크 스테이션
- RFID 처리오더 이력관리 모듈 개발 : PID로부터 수집된 RFID 정보를 기반으로 작업 및 처리 상품 이력 데이터를 저장하고 관리하는 소프트웨어

2) RFID기반 PID 개발

가) RFID 기반 PID 소개

o PID는 입/출고 요청 상품의 정보를 작업자에게 제공하고 자동으로 작업 정보를 처리하기 위한 시스템으로 소프트웨어 파트와 하드웨어 파트로 구성되어 있음

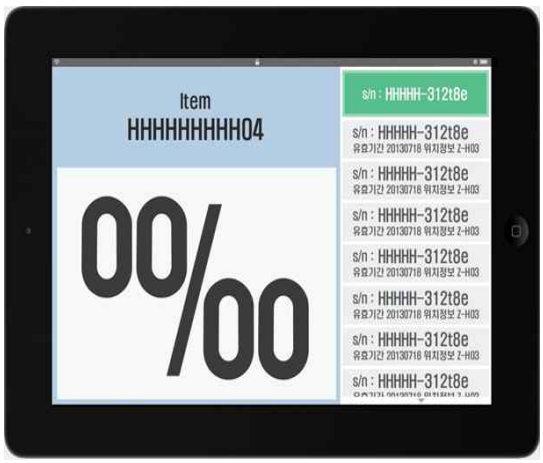
구분	주요 기능	설명
소프트웨어 파트	입/출고 요청 상품 정보 표출 기능	작업자가 입고 또는 출고해야할 상품 목록 및 세부 정보를 화면상에 표출함
	자동 작업 처리 인식 기능	RFID & Barcode(1D, 2D) 인식 확인 기능
	시스템 관리	PID의 IP 세팅 등과 같은 시스템 관리 기능
하드웨어 파트	PID 메인 보드	주변 기기들과의 연계 및 PID 소프트웨어 운영을 위한 핵심 제어 장치
	PID 터치 패널	작업자가 PID를 조작하기 위한 인터페이스
	RFID 리더기 연계	RFID Tag를 인식하고 정보를 처리하기 위한 장치 연결(버켓용)
	Barcode 리더기 연계	Barcode를 인식하고 정보를 처리하기 위한 장치 연결(상품용)

<PID 개요>

o PID의 자동인식 장치는 버켓에 부착된 RFID Tag 및 물품에 부착된 바코드를 인식 할 수 있음

- Mini-Loader의 입/출고작업 시 적재/반출되는 버켓에 RFID Tag를 부착함으로써, Picking 작업자에게 정확하게 해당되는 버켓이 반출되고, 랙에 적재될 수 있도록 하기 위함
- 작업자가 Picking 업무를 수행 할 때, 해당 버켓에 있는 물품을 Barcode 로 인식시킴으로써 Picking 작업의 업무 효율성을 향상시킴
- PID 모듈은 1차년도에 개발된 PID 터치패널, RFID(900Mhz) 리더기, Barcode(1D/2D) 리더기의 서브 모듈로 이루어져 있으며, 현재 시작품으로 보드가 개발되어 있으며, 전원부 및 시리얼 통신부를 재설계하고, 내장된 안드로이드 기반의 App을 안정화 하여 2차년도에 시제품으로 제작하였음
- 1차년도 개발된 DMS와 연계하여, 작업의 처리를 작업자가 좀 더 직관적으로 할 수 있도록 개선되었음

o PID 소프트웨어 파트의 개발 내역은 다음과 같음



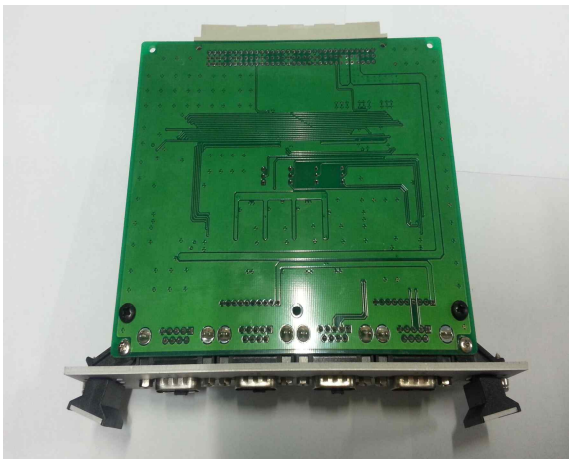
상품 정보 표출 및 작업 처리 인식 화면



시스템 관리 화면

<PID 사용자 화면(소프트웨어 파트)>

o PID 하드웨어 파트의 구성 내역 및 스펙은 다음과 같음

구분	구성 내역	주요 스펙		
메인 보드		CPU	MCU Board	Allwinner A20 Dual Core 1.2G
		Memory	Mobile DDR2 1GB	
		Ethernet	Wifi	Wifi 802.11 b/g/n
		SD	SD/MMC Port 0	Up to 32GB
		USB	mini USB	OTG
		HDMI	V1.3(1080p Full HD)	Resolution up to 1920 X 1080
		OS	Android	Android OS 4.2
		Battery	5000mAhm Li-ion Battery	AC Adapter Input 100/240V

터치 패널		Display	10.1"(1024x600) Color TFT	with Touch Screen Interface
		Dimensions	255.6 x 170 x 9.2mm	
RFID 모듈	 	frequency	917~921MHz	
		Protocol	ISO 18000-6C EPC Gen2	
		max power	30dBm / 1W	
		Read Area	UP to 300cm	
		Power	30mA (standby) / 1,500mA (max)	
		Antenna Type	Circular Polarization	
		Dimensions	44mm x 44mm x 8.1mm	
Barcode 모듈	 	Image Sensor	720H*480V	
		Frame Rate	1/60 fps	
		Shutter Speed	1/30 ~ 1/10,000 sec	
		Viewing Angle	±40° ~ ±53°	
		Dimension	12.4x20x17.5 mm	
		Symbologies 1D	UPC-A/E, EAN-8/13, Code39, Tri-Optic, Coda bar/ABC/CX, Straight 2 of 5 Industrial, Interleaved 2 of 5, Matrix 2 of 5,IATA, Chinese Post, Korean Post, MSI/Plessey, Code-93, Code128, GS1-128, Code11, GS1 DataBar	
		Symbologies 2D	QR (with Chinese QR), Data Matrix, PDF417, microPDF417, Aztec, Maxi Code	

<PID 하드웨어 구성>

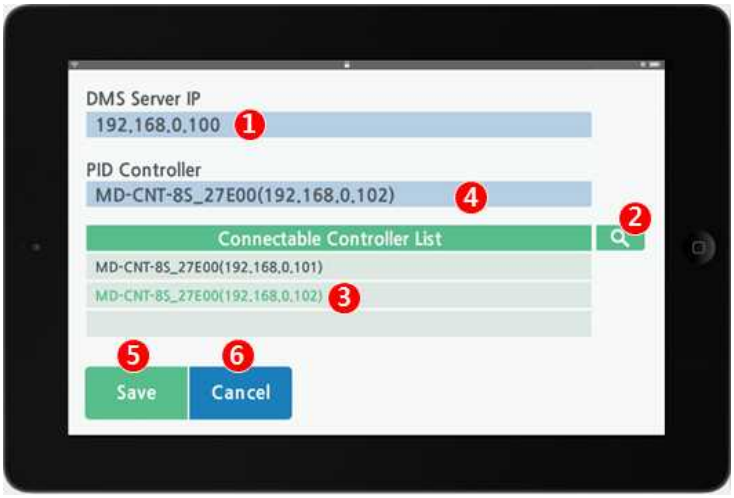
나) RFID 기반 PID의 사용 방법 및 적용 방안

<table>
<tr><th>구분</th><th>사진 및 개념도</th><th>설명</th></tr>
<tr><td rowspan="2">PID 메인 화면</td><td> 
</td><td>① Picking할 제품정보를 표시

② AIDC로 인식한 Bucket의 정보를 표시

③ 인식한 제품의 Picking해야 할 수량표시

④ AIDC로 인식한 제품정보 표출 (시리얼넘버, 유효기간, 위치정보 등)

⑤ 드래그리스트형식</td></tr>
<tr><td colspan="2">※DMS에서 받은 작업오더 기반으로 Picking작업을 진행할 때 작업자는 PID를 보면서 작업을 진행한다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PID 설정 화면</td><td> 
</td><td>① DMS Server의 IP를 입력한다.

② 동일 네트워크 내에 있는 Controller 검색을 실시한다.

③ 검색된 Controller의 목록을 표출하고, 연결 대상 장비를 선택하여 클릭한다.

④ 선택된 Controller의 정보를 표출한다.

⑤ 버튼을 클릭하여 입력된 설정정보를 저장한다.

⑥ 버튼을 클릭하여 입력사항을 원래 상태로 돌리고 설정화면을 종료한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">※ PID 컨트롤러에서 수집되는 정보를 전송할 Display Device대상을 지정한다.</td></tr>
</table>

<PID 사용 방법>



<피킹존 스테이션에서의 PID 적용 방안>

o PID는 피킹존 스테이션에 매립되어 작업자가 상품을 피킹하는 정면에 설치되었음

- PID의 설치 위치는 작업의 시선 및 정보 확인 편리성을 고려한 각도와 높이로 설치되었음
- Barcode는 작업자가 상품을 인식 후 이동시키기 편리한 높이와 동선(대부분의 사람은 좌에서 우로 이동하는 것을 선호함)을 고려하여 위치하였음
- RFID의 경우 작업자의 작업 및 기타 주변기기의 작동에 방해가 없도록 피킹존 스테이션 내부에 매립하여 작업상의 불편함이 없도록 설치되었음

다) RFID 기반 PID 개발 절차 및 내용

o PID의 개발 절차는 사용 형태 및 범위에 대한 정의를 시작으로 시제품의 성능 및 스펙을 확정하고 이에 대한 하드웨어 설계를 통해 제품을 개발하는 단계로 수행되었음

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
①	PID 유스케이스 정의	PID 제품의 예상 사용 방법 및 주요 기능 정의	PID 유스케이스 명세서
②	PID UI 정의	PID 제품의 소프트웨어 화면 및 사용자 인터페이스 기능 정의	PID UI 명세서
③	PID spec 정의	PID H/W의 성능 기준 정의	PID Spec 정의서

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
④	PID H/W 아키텍처 설계	PID H/W의 구성 설계	PID HW 아키텍처 구성도 & PID BLOCK DIAGRAM
⑤	PID CONTROLLER ADDRESS MAP 설계	PID Controller 데이터 구성맵 설계	PID CONTROLLER ADDRESS MAP
⑥	PID CONTROLLER PROCESS DIAGRAM 설계	PID S/W 기능 로직 설계	PID CONTROLLER PROCESS DIAGRAM
⑦	PID PCB 설계	PID 전자회로도 설계	PID PCB 설계서 & 회로도 및 Artwork도면
⑧	PID Part List 설계	PID 보드 사용부품 목록 구성	PID Part List
⑨	PID 보드 개발	PID 시제품 Board 제작	* 테스트베드에 설치함
⑩	PID 유스케이스 기반 테스트	정의된 유스케이스에 따라 제품 테스트 수행	PID 유스케이스 기반 테스트결과서
기타 산출물			PID 소프트웨어 및 소스코드
※ 상세 사항은 개발 산출물로 별도 제출함			

[표 29] PID 개발 절차 및 개요

3) 피킹존 스테이션 개발

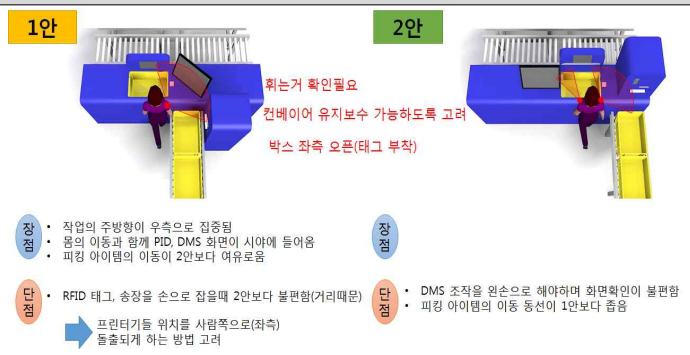
o 미니로더 장비의 고속 자동 적재/반출 뿐만 아니라 물류 자동화 창고처럼 피킹 작업까지 이루어지는 일련의 과정을 테스트(미니로더 제어시스템 및 운용시스템의 연동 및 운영 테스트)하기 위해 가상의 피킹존을 테스트베드에 구축함

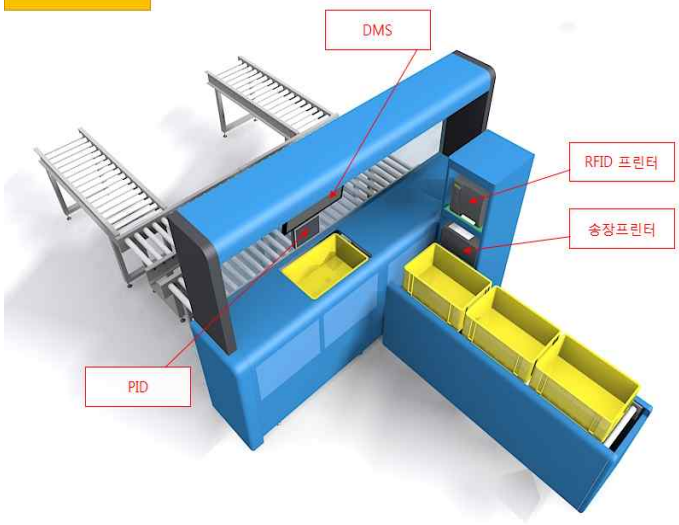
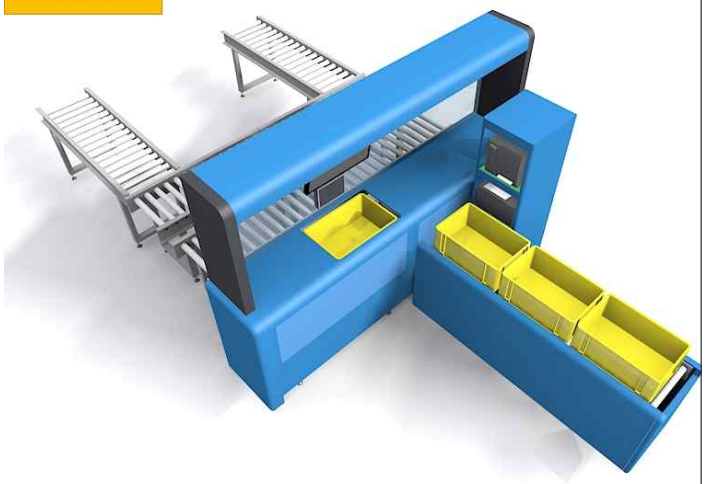
- 피킹존은 작업자가 입/출고 작업을 수행하는 작업 공간으로 출고의 경우 미니로더를 통해 반출되는 버켓을 수령하고, 필요한 만큼의 물품을 피킹한 뒤에 해당 버켓을 반출시키는 작업을 수행하며, 피킹된 물품을 배송 용기에 넣고 배송 송장을 발행한 뒤 이를 부착하여 출고하는 업무를 수행함
- RFID/Barcode 기반 피킹존은 피킹존 스테이션에 PID, RFID 리더기, 바코드 리더기를 매립하고 DMS, 송장프린터, RFID Tag 프린터를 거치하는 형태로 구성되어 작업자의 입/출고 작업을 효율적으로 지원함

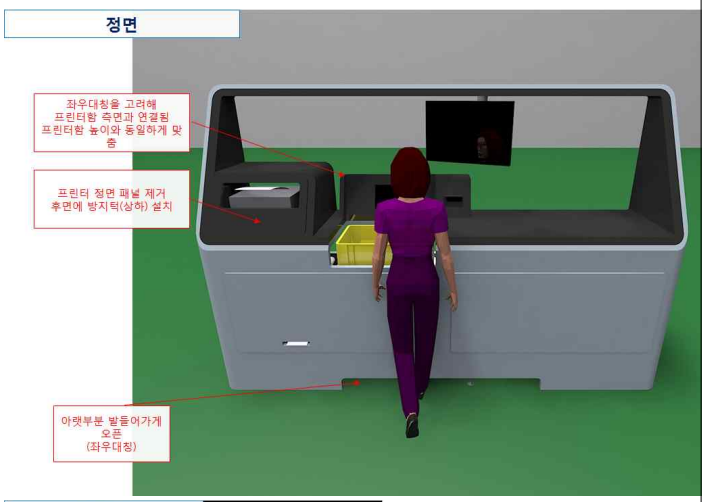
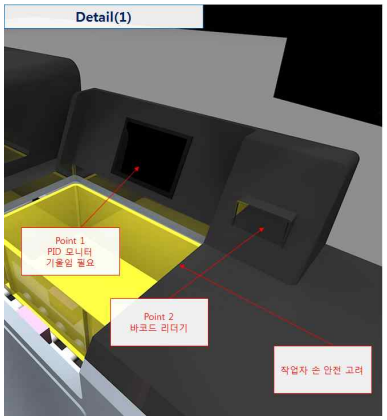
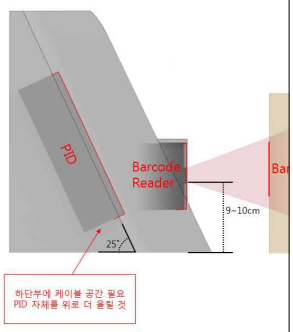
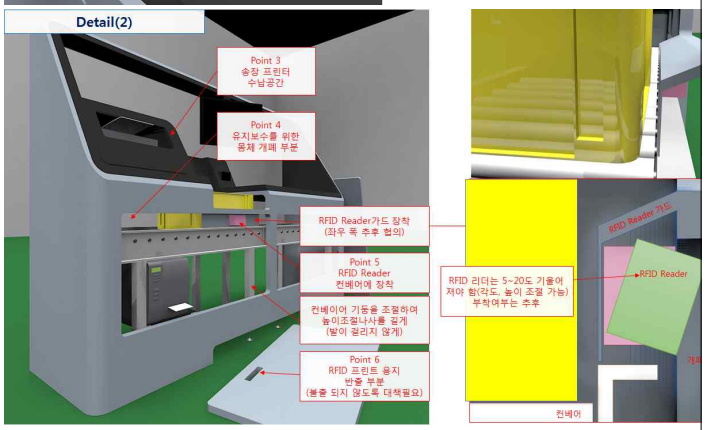
o Picking zone에서의 편리하고 안전한 입/출고 작업과 용이한 주변 장비 사용 및 작업 시 발생할 수 있는 안전사고의 위험에 대한 방어 기능을 하는 피킹존 스테이션을 제작함으로써, 향후 미니로더 제어/운용시스템의 실용화 시 상품성을 향상 시킬 수 있음

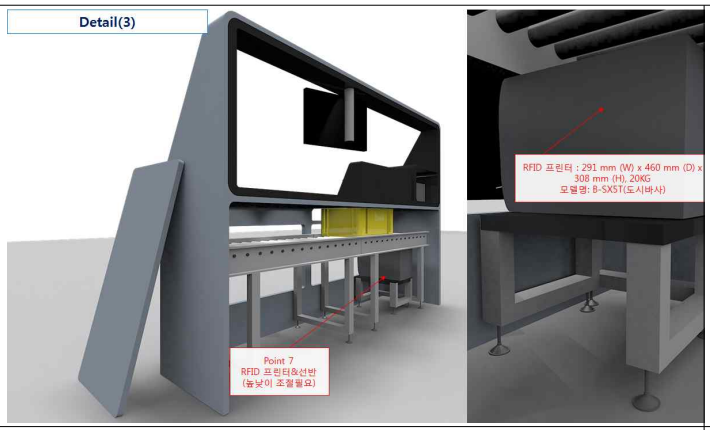
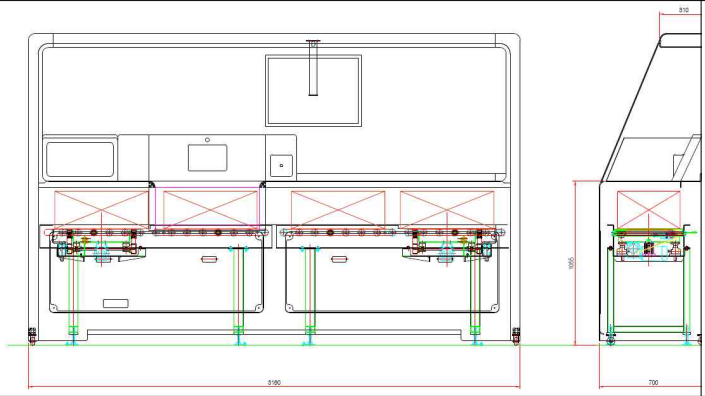
o 피킹존 스테이션은 피킹 작업자의 신속/정확한 피킹과 안전하고 편리한 피킹 작업을 할 수 있도록 작업자의 사용 용이성 및 시야, 동선 등을 고려하여 피킹 관련 장비가 효율적으로 매립 및 배치되도록 설계되었으며, 목업테스트를 수행한 후 시제품으로 제작함

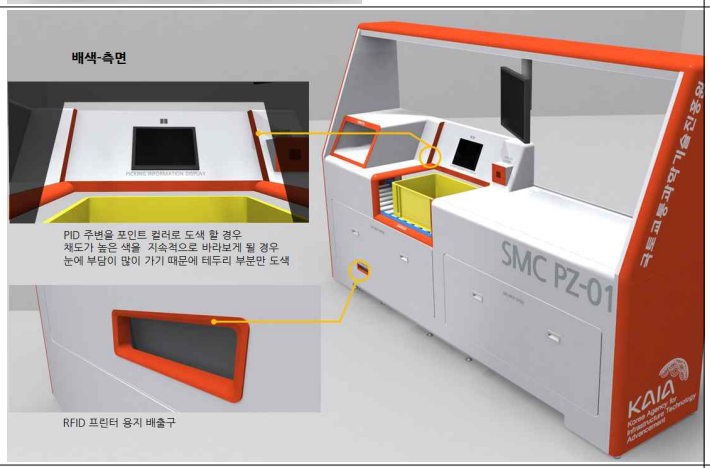
- 피킹존의 작업자는 입고, 출고, 포장, 송장 발행, 피킹작업 검수 등을 피킹존 스테이션에서 한 번에 수행하게 됨

제작 단계	설계도 및 사진	설명
구조설계 초기		두가지 안에 대한 목업테스트를 진행하여 장단점 도출

구조설계 개선	**1안** 전면부 개폐 판넬이 4개  **2안** 전면부 개폐 판넬이 2개 	관련 전문가 및 작업 경험자를 통해 설계 검증작업을 진행하고 개선사항 도출함

구조설계 확정	정면  Detail(1)   Detail(2)  	목업테스트를 통하여 최종 구조로 확정함

		
도면 제작		장비하중, 배선 등을 고려하여 시제품 제작 도면 설계
시제품 도색 시안 도출		시제품 도색에 대한 시안 도출

		
시제품 시안 확정		테스트베드 및 미니로더 시스템 색상을 고려하여 최종 시안 도출
최종 시제품		피킹 스테이션 시제품 2개 제작완료 (1개는 당해연도 싱글마스트 미니로더 시스템에 설치하고, 나머지 1개는 차년도 더블마스트 미니로더 시스템의 피킹존에 설치)



※ 상세 사항은 결과보고서로 별도 제출함

<피킹존 스테이션 제작 과정>

4) RFID 처리오더 이력관리 모듈 개발

가) RFID 처리오더 이력관리 모듈 소개

o RFID기반 특정대상(버켓) 및 입/출 상품, 작업에 대한 이력관리(입/출고, 위치 등) 전용모듈을 개발하였음

o RFID 처리오더 이력관리 모듈은 개별 피킹존의 설치 특성상 고용량의 데이터베이스를 활용 할 수 없으므로, 저렴하고 간결한 데이터 처리 방식을 활용하여 개발이 필요하였음

- 효율적인 RFID기반 버켓 재고관리, 입/출고 이력, Location 관리이력 등 특정대상(버켓)의 개별이력관리를 위해 버켓의 이력관리 데이터베이스를 추가 증축하였음
- 데이터베이스 세분화를 통해 데이터베이스 구조 안정화, 개별 버켓의 이력을 관리가능, 알고리즘 구조 안정화 등 버켓의 자산관리 역량을 강화할 수 있는 장점이 있음

o RFID 처리오더 이력관리 모듈은 ECS 및 DMS와 연계 되어, 향후 작업 이력 처리 통계를 개발하기 위한 Back-data를 누적하게 되며, 누적된 데이터는 추후 다음과 같이 활용 할 수 있음

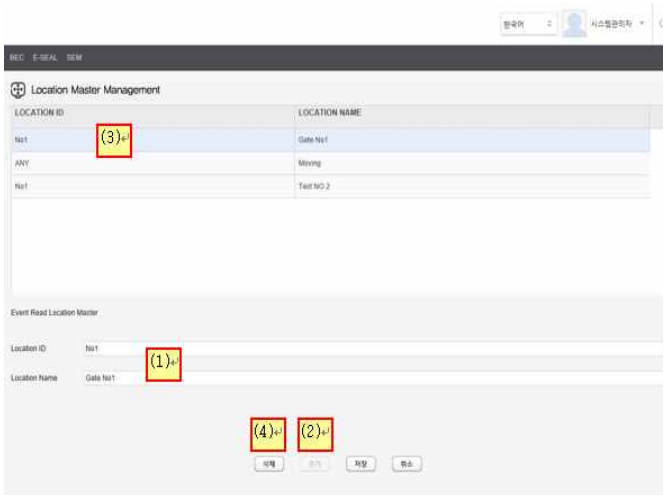
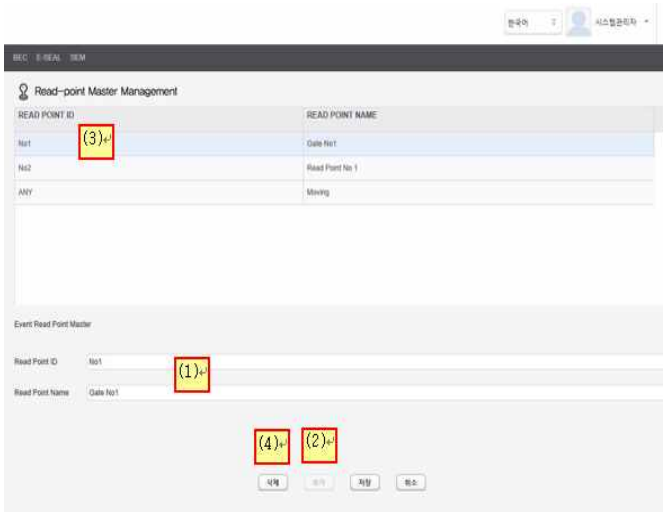
- 작업자의 작업 처리량 분석을 수행하여, 각 작업자의 작업효율성을 관리자가 손쉽게 판단 할 수 있도록 데이터를 제공함
- Picking Zone의 운영 현황 분석을 수행함으로써, 해당 Picking Zone이 얼마나 효율적으로 활용 되었는지 판단 할 수 있음
- 버켓에 부착된 RFID 데이터를 분석함으로써, 해당 버켓이 입/출고가 얼마나 빈번 했는지를 파악하여 자산 운용의 효율성을 판단 할 수 있음
- Picking 작업의 이력을 분석함으로써, 랙 내에 저장되어 있는 물품들의 수요 및 재입고 시점을 산정하는데 도움이 될 수 있음

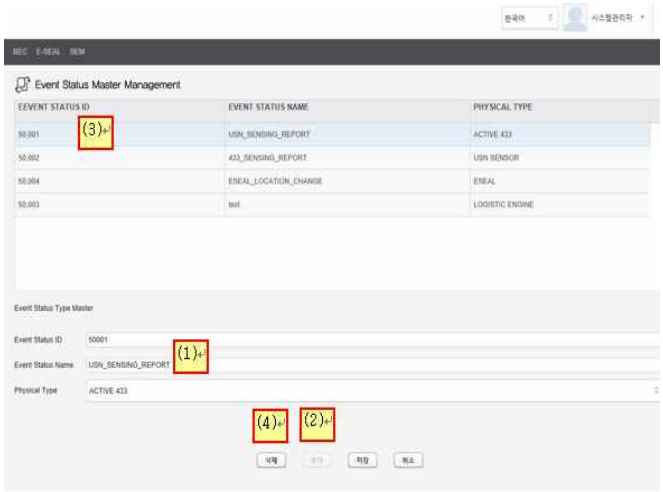
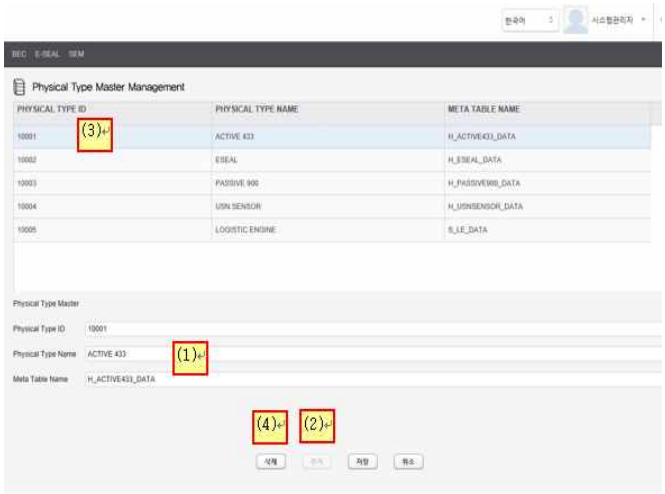
o RFID 처리오더 이력관리 모듈은 이력 데이터들의 간편하고 효율적인 관리를 위한 데이터 저장소(data repository) 기능과 수집되는 데이터들을 기반으로 특정 이벤트를 추출해내는 감시(surveillance) 기능으로 구분됨

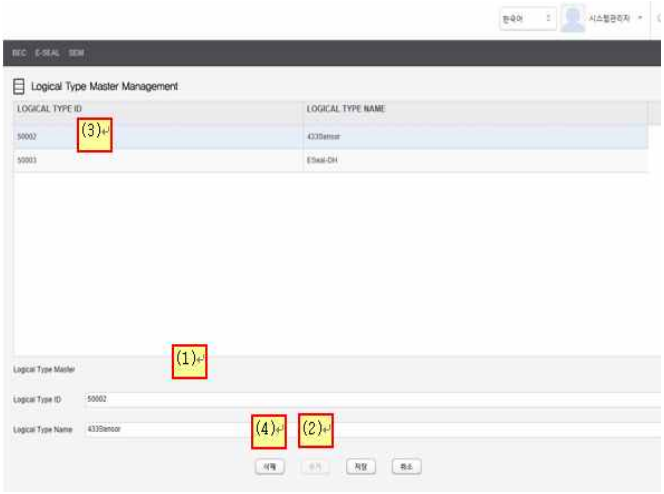
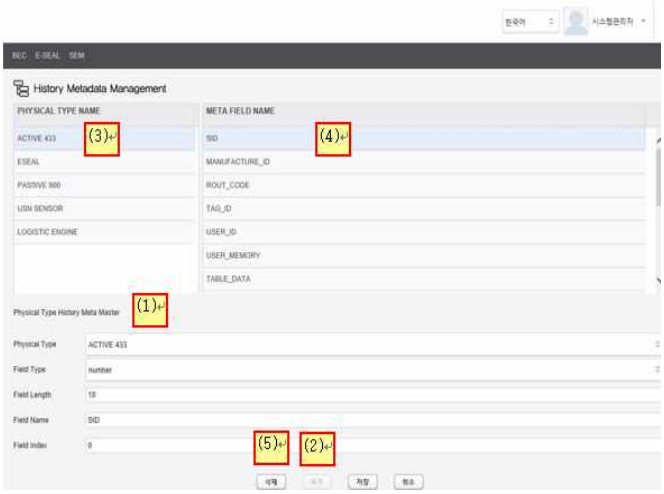
구분	주요 기능	설명
data repository	위치정보 관리	RFID 및 Barcode의 인식 위치를 실제 창고의 위치와 맵핑하기 위한 마스터 데이터 관리 기능
	인식 지점 정보 관리	RFID 및 Barcode의 인식 위치를 설치된 장비에 따라 구분하기 위한 마스터 데이터 관리 기능
	이벤트 상태 정보 관리	인식된 위치에서 수행되는 표준 activity를 등록하여 인식된 상품에 발생하는 이벤트를 역추적 하기 위한 마스터 데이터 관리 기능
	물리적 유형 정보 관리	인식되는 Tag의 고유 정보 관리를 위한 마스터 데이터 관리 기능
	논리적 유형 정보 관리	인식되는 Tag의 현재 사용 유형에 따라 구분하기 위한 마스터 데이터 관리 기능
	히스토리 메타 데이터 마스터 관리	인식되어 자동으로 수집되는 정보의 세부 사항을 추가로 확장하고 필수 요청 정보를 1차 filtering하기 위한 데이터 레이아웃 관리 기능
	디바이스 정보 관리	RFID 또는 Barcode 리더기, 즉 인식 장비를 등록하고 관리하기 위한 기능
surveillance	감시 기준 등록 관리	특정 이벤트의 발생 여부를 확인(capture)하기 위해 필요한 데이터를 정의하고 관련 규칙을 생성·관리하기 위한 기능
	경고 유형 관리	특정 감시 기준에 대한 경고 유형을 등록하는 기능
	경고 대상 등록 관리	경고를 발생시킬 대상(시스템 또는 담당자)를 지정하고 관련 메시지 등을 등록하기 위한 기능

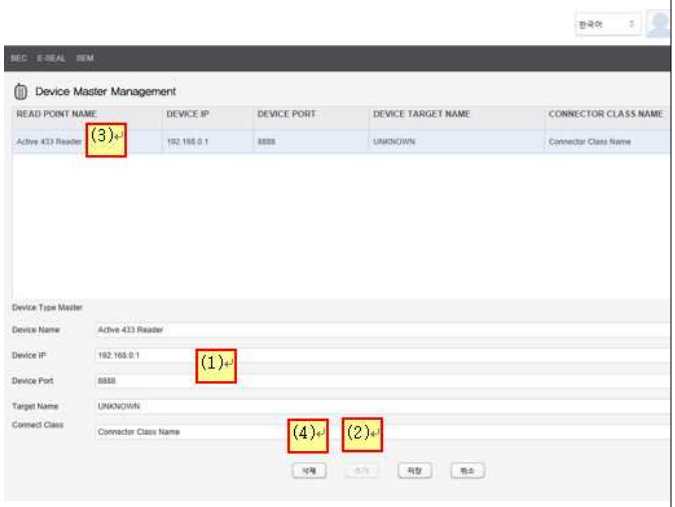
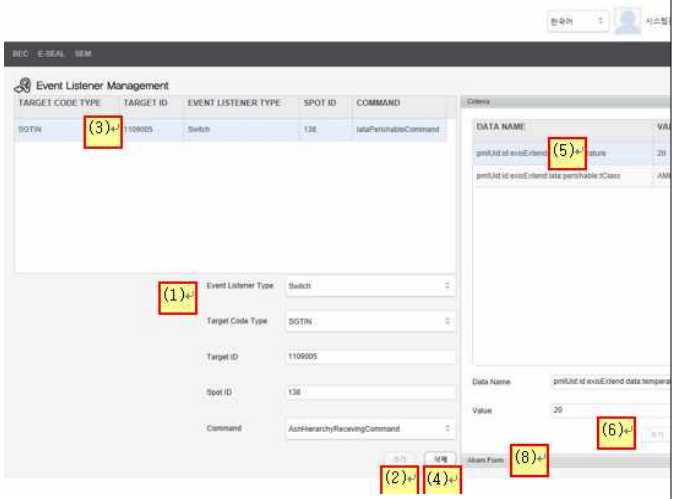
<RFID 처리오더 이력관리(BEC) 개요>

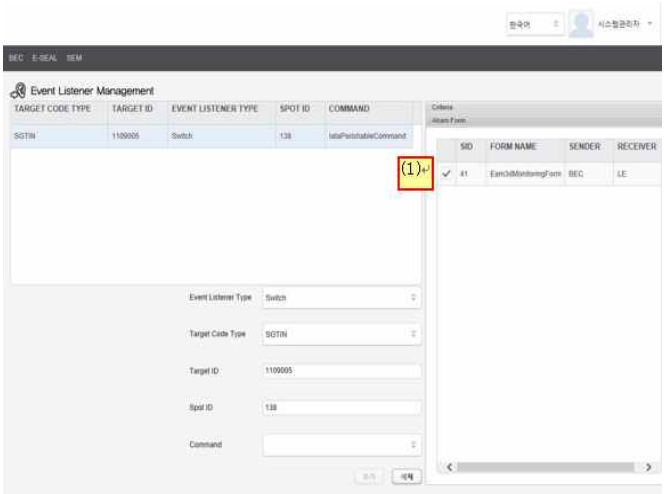
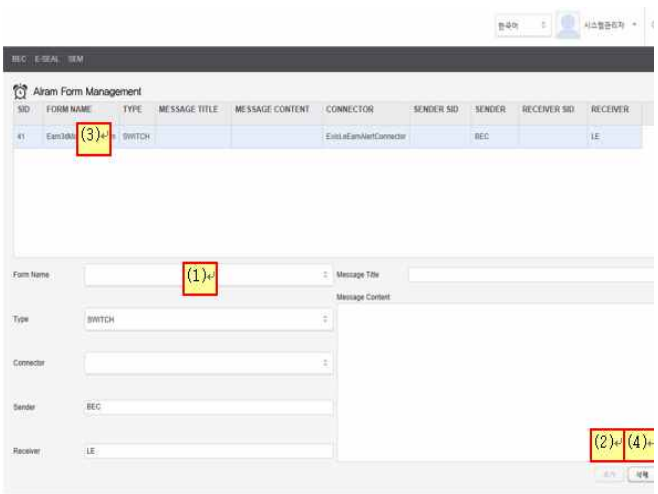
나) RFID 처리오더 이력관리 개발 내역 및 사용 방법

구분	사진 및 개념도	설명
위치 정보 관리		① Location 정보를 입력 (Location ID, Location Name) ② “추가” 버튼을 눌러 작성한 Location Master를 추가 ③ Location을 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 Location이 표시되는 Table) ④ AIDC로 인식한 제품정보 표출 (시리얼넘버, 유효기간, 위치정보 등) ⑤ 드래그리스트형식
인식 지점 정보 관리		① 등록할 Read Point의 정보를 입력 (Read Point ID, Read Point Name) ② “추가” 버튼을 눌러 Read Point를 추가 ③ Read Point를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 Read Point이 표시되는 Table) ④ 선택된 Read Point는 “삭제”버튼을 통해 삭제

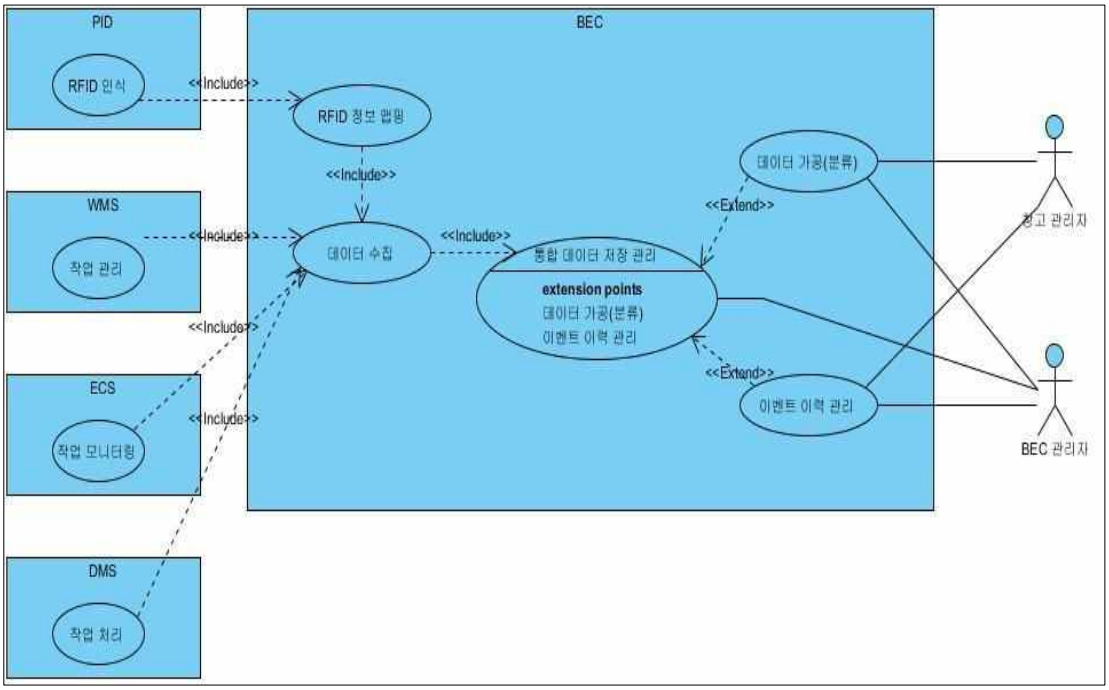
구분	사진 및 개념도	설명
이벤트 상태 정보 관리		① 등록할 Event Status의 정보를 입력 (Event Status ID, Event Status Name, Physical Type) ② “추가” 버튼을 눌러 Event Status를 추가 ③ Event Status를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 Event Status이 표시되는 Table) ④ 선택된 Event Status는 “삭제” 버튼을 통해 삭제
물리적 유형 정보 관리		① 등록할 Physical Type의 정보를 입력 (Physical Type ID, Physical Type Name, Meta Table Name) ② “추가” 버튼을 눌러 추가 ③ Physical Type를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 Physical Type이 표시되는 Table) ④ 선택된 Physical Type을 “삭제” 버튼을 통해 삭제

구분	사진 및 개념도	설명
논리적 유형 정보 관리		① 등록할 Logical Type 의 정보를 입력 (Logical Type ID, Logical Type Name) ② “추가” 버튼을 눌러 추가 ③ Logical Type를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 Logical Type이 표시되는 Table) ④ 선택된 Logical Type을 “삭제” 버튼을 통해 삭제
히스토리 메타 데이터 마스터 관리		① Physical Type History Meta Master 정보를 입력 (Physical Type, Field Type, Field Length, Field Name, Field Index) ② “추가”버튼을 눌러 Physical Type History Meta Master 정보를 추가 ③ 입력한 Physical Type을 선택 ④ History Meta Field를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (선택한 Physical Type에 등록된 History Meta Field가 표시되는 Table) ⑤ History Meta Field 정보는 “삭제”버튼을 통해 삭제

구분	사진 및 개념도	설명
디바이스 정보 관리		① 등록할 Device 의 정보를 입력 (Device Name, Device IP, Device Port, Target Name, Connect Class Name) ② “추가” 버튼을 눌러 Device 정보를 추가 ③ Device를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 Device가 표시되는 Table) ④ 선택된 Device는 “삭제”버튼을 통해 삭제
감시 기준 등록 관리		① 등록할 이벤트의 정보를 입력 (Event Listener Type과 Target Code Type을 선택하고 Target ID와 Spot ID를 입력하며 Command를 선택) ② “추가”버튼을 눌러 이벤트를 추가 ③ 이벤트를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 이벤트가 표시되는 Table) ④ 선택된 이벤트는 “삭제”버튼을 통해 삭제 ⑤ ③에서 선택된 이벤트의 Criteria가 표시되고, 선택하면 아래 Criteria의 정보가 표시 ⑥ 필요한 정보를 입력하고 “추가”버튼을 눌러 Criteria를 추가 ⑦ 선택된 Criteria는 “삭제”버튼을 통해 삭제 ⑧ Alarm Form Tab을

구분	사진 및 개념도	설명
		선택하여 Alarm Form 등록화면으로 전환
경고 유형 관리		① 체크 박스를 선택 및 선택 해제
경고 대상 등록 관리		① 등록할 Alarm Form의 정보를 입력 (Form Name, Type, Connector, Sender, Receiver) ② “추가” 버튼을 눌러 Alarm Form를 추가 ③ Alarm Form를 선택하면 아래쪽에 등록된 정보가 표시 (등록된 Alarm Form가 표시되는 Table) ④ 선택된 Alarm Form는 “삭제”버튼을 통해 삭제

<RFID 처리오더 이력관리(BEC) 사용 방법>



<타 시스템과의 RFID 처리오더 이력관리(BEC) 적용 방안>

o RFID 처리오더 이력관리 시스템은 PID와 연계하여 수집되는 데이터들을 통합 관리하고 해당 장비(Mini-Load) 사용자의 기존 시스템들과 연계하여 사용자가 필요로 하는 이력 정보 및 기타 정보들을 가공(filtering)하여 제공함

- RFID 처리오더 이력관리 시스템은 PID의 인식 정보 뿐 아니라 기존 시스템들과도 데이터를 연계하여 사용자가 필요로 하는 장비 운영 이벤트 정보 및 작업 이벤트 정보들을 등록하고 이에 대한 알림 및 경고 기능을 제공함
- RFID 처리오더 이력관리 시스템은 PID, 기존 시스템들의 데이터를 통합 수집·관리함으로써 장비 및 작업 외 장비·창고 운영과 관련된 유효 정보들을 효과적으로 관리하고 모니터링 할 수 있도록 지원함
- 사용자는 RFID 처리오더 이력관리 시스템을 통해 단순한 현황 데이터 수집뿐 아니라 모니터링 및 경영 정보로 활용할 수 있는 창고 운영 데이터 센터를 마련할 수 있으며 향후 고도화된 정보 관리 시스템과 보다 쉽고 편리하게 연계하거나 확장시킬 수 있음

다) RFID 처리오더 이력관리 시스템 개발 절차 및 내용

o RFID 처리오더 이력관리 시스템의 개발 절차는 사용 형태 및 범위에 대한 정의를 시작으로 본 시스템의 핵심이 되는 데이터 구조 설계, 그리고 사용자 인터페이스인 화면 설계 후 이에 따라 소프트웨어를 개발하였음

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
①	시스템 유스케이스 정의	RFID 처리오더 이력관리 시스템의 예상 사용 환경 및 적용 방안과 주요 기능 정의	BEC Usecase Diagram
②	시스템 UI 정의	RFID 처리오더 이력관리 시스템의 화면 및 사용자 인터페이스 기능 정의	BEC 화면설계서
③	시스템 데이터 구조 설계	시스템 운영을 위한 기능 데이터 및 대상 정보의 마스터 데이터, 이력 데이터 간 관계도 설계	BEC ERD(Entity Relationship Diagram)
④	시스템 개발	RFID 처리오더 이력관리 시스템 커스터 마이징 및 기능 추가 개발	BEC 개발 API & BEC 사용자매뉴얼 & BEC 설치매뉴얼
기타 산출물			소프트웨어 및 소스코드
※ 상세 사항은 개발 산출물로 별도 제출함			

<RFID 처리오더 이력관리 시스템 개발 절차 및 개요>

(다) 장비운용현황 모니터링 시스템

1) 싱글마스트용 ECS(Electronic Control System) 모듈 개발

가) 싱글마스트용 ECS 모듈 소개

o 미니로더의 버켓 입/출고 기능 및 모니터링기능을 위한 장비 운용현황 모니터링 시스템을 개발함(기존 ECS보다 강화된 모니터링 및 제어 기능 제공)

- 상위시스템인 WMS의 작업지시를 예하 Mini-Load 제어명령 및 감시 기능
- 입/출고 작업 중 상시 등록 및 취소 기능
- 스태커크레인의 문제발생 시 수동제어 기능
- 비상상황 및 작업오류 등에 대한 알람 기능
- 스태커크레인의 통신상태 모니터링 기능
- 입/출고 작업 실행 및 오류 데이터 이력 수집 및 저장 기능

o 자산관리 역량에 관련된 화물 처리량 및 미니로더의 작업현황 파악을 통해 작업도중 장비 과부하 방지를 통해 효율적인 자동화 설비관리 및 창고관리 효과를 볼 수 있음

주요 기능	설명
메인 모니터링	싱글마스터 Mini-Load의 통신상태 및 화물의 운반 위치, 작업 진행 현황을 모니터링하는 기능
복귀 기능	타 위치에 있는 스태커 크레인의 위치를 홈으로 복귀 시키는 기능
긴급 정비/해제	싱글마스터 Mini-Load에 비상상황 발생 또는 작업 중단 필요 시 입/출고 작업을 중단하고 장비를 일시 정지 시키는 기능
작업 지시	수행 예정된 작업의 수행을 지시하여 장비가 해당 오더를 처리하도록 제어명령하는 기능
작업 관리	수행 예정된 작업의 수행을 취소하거나 필요 시 우선 취급오더를 등록하여 작업을 처리하는 기능
에러 처리	장비 이상 또는 오더 이상 발생 시 정해진 에러 처리 방법에 따라 작업을 수행하도록 장비를 수동 제어하는 기능
통신 관리	장비와의 통신 서비스(메시지) 목록 및 상태(에러) 목록 등을 확인하고 통신 서비스를 재기동하는 기능

<싱글마스터 Mini-Load ECS 개요>

나) 주요 개발 및 개선 사항

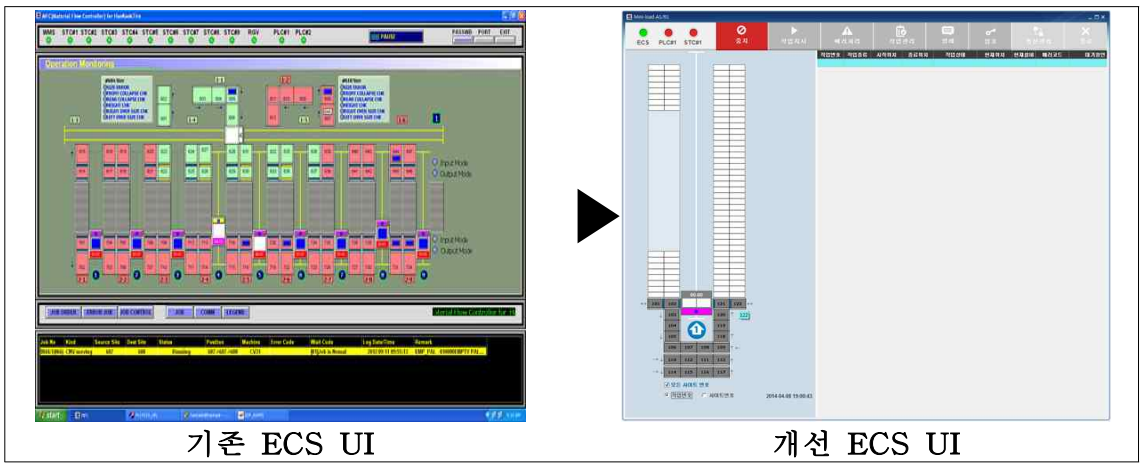
① 사용자 인터페이스 개선

o 기존 ECS의 경우 복잡한 UI(사용자 인터페이스) 구성과 사용자가 아닌 개발자 위주의 화면을 제공함

- 단순히 면, 선으로 구성되어 있는 UI로 익숙하지 않은 작업자가 보기에는 상황 인지가 어려움
- 윈도우 기반의 C언어 계열 UI만 적용 가능하여, Web 기반의 시스템과 직접 연계가 불가능함
- 당장 작업자가 보지 않아도 되는 상태 정보들이 과도하게 노출되어 있음
- 아이콘들이 직관적이지 않아 무엇을 의미하는지 매뉴얼을 반드시 암기해야 함

o 개발자 또는 전문 담당자 위주였던 UI를 직관적이고 사용자 친화적인 화면으로 개선함

- 화면 구조 및 메뉴 구성, 버튼 및 정보 제공 공간 등의 디자인을 일관적이고 통합된 형태로 재설계함
- 기능 및 메뉴 변경에 대한 화면 구성을 간결하게 변경하고 현재 처리 업무에 대한 강조를 통해 사용자의 업무 파악 편의성을 향상시킴
- 장비의 모형을 사용자가 보다 직관적으로 파악할 수 있도록 모델링함
- UI 구성 요소들의 기본 가이드 색체를 사용자의 피로도와 직관성을 고려하여 선정하고 직관성을 향상시키기 위한 강조색을 선정함



기존 ECS UI　　개선 ECS UI

<UI 개선 샘플>

② 시스템 아키텍처 개선

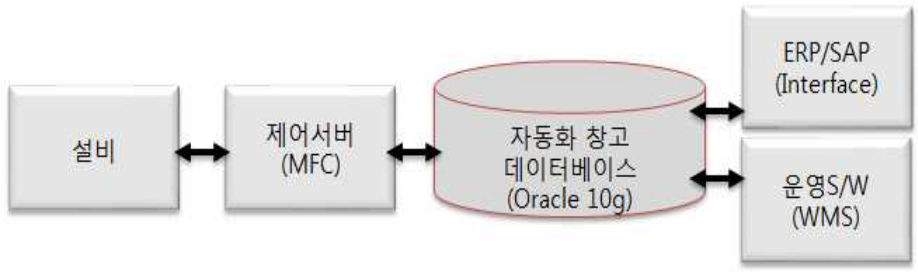
o 과거의 아키텍처를 그대로 사용함에 따라 시스템 확장성, 성능 부하, 고도화된 업무 로직 및 알고리즘 반영이 어렵고 시스템 유지보수가 까다로움

- 별도의 Interface 소프트웨어를 사용하지 않고, DB 만을 이용하여 외부 시스템과 연계
- 연계 방법은 간단하나 DB에 부하를 주거나, 소프트웨어 유지 보수를 힘들게 함
- 웹서비스나 모바일 연계 같은 최신 기술을 적용하기 위하여 별도의 모듈을 추가 개발해야 함
- 로직과 UI, 인터페이스가 혼합되어 일부 기능을 개선해도 소프트웨어 전체에 영향을 주어 개발 중 테스트가 어렵고, 유지보수가 까다로움
- 외부의 별도 소프트웨어와 연계하려고 해도 socket 연계 방식 외에는 적용하기가 힘든 경우가 많음

o 시스템의 보안성과 확장성, 유연성을 고려한 새로운 아키텍처를 적용하고 모듈화된 기능 개발을 통해 유지보수의 어려움을 해결함

- 단순하고 오래된 시스템 구조를 유연하고 보안성이 높은 새로운 아키텍처로 변경함
- 상위 시스템 연계를 강화하고, 기존의 안정적인 드라이버 부분은 별도로 모듈화하여 새로운 기술 도입과 안정적인 시스템 개발 두 가지 효과를 모두 얻을 수 있음

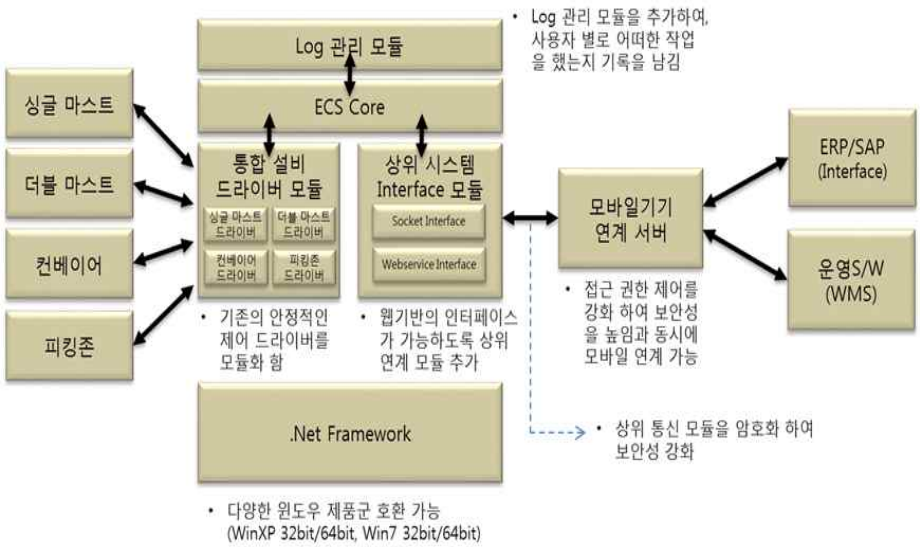
기존
ECS
아키텍처



※ 기존 ECS의 시스템 아키텍처로 DB를 중심으로 한 데이터 공유 방식의 10여 년전 기술이 여전히 적용되고 있음

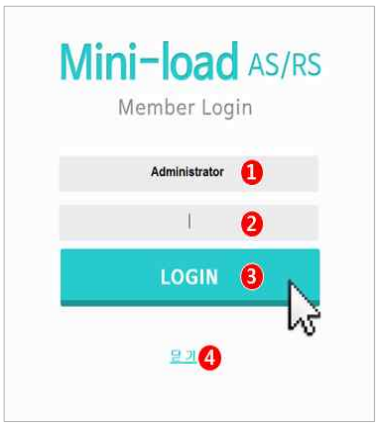
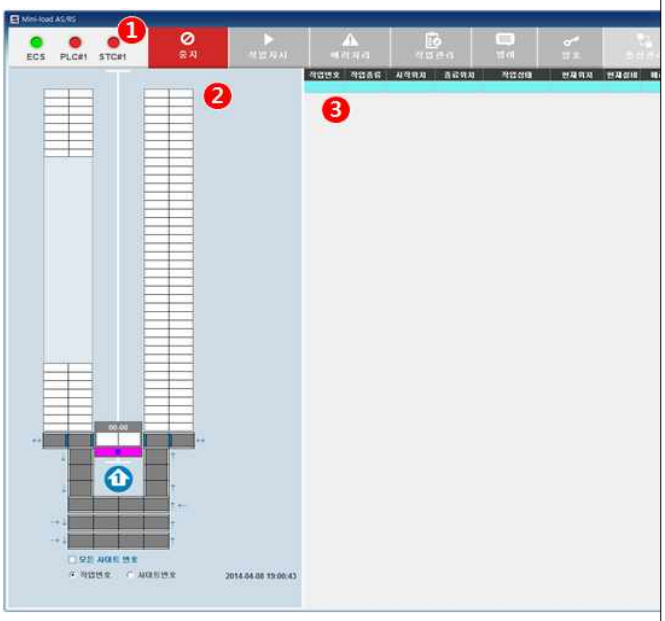
▼

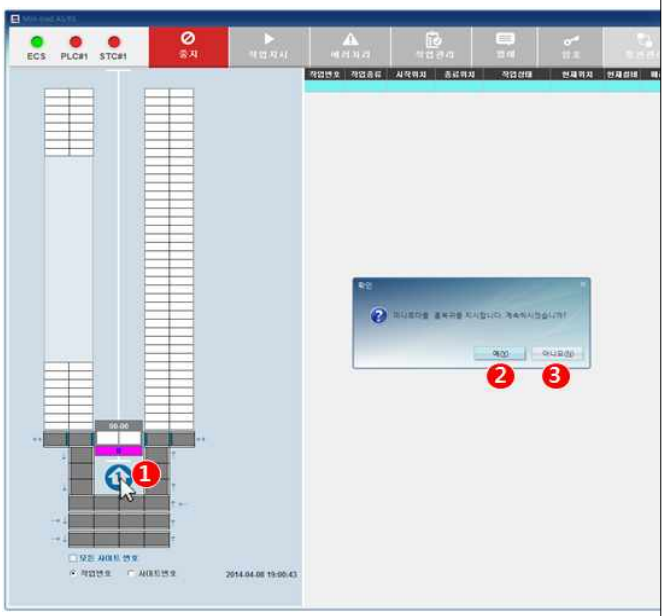
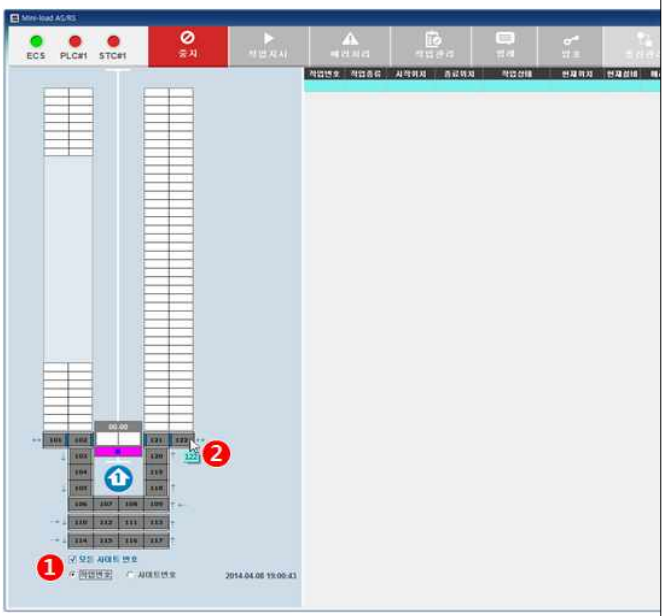
개선된
ECS
아키텍처

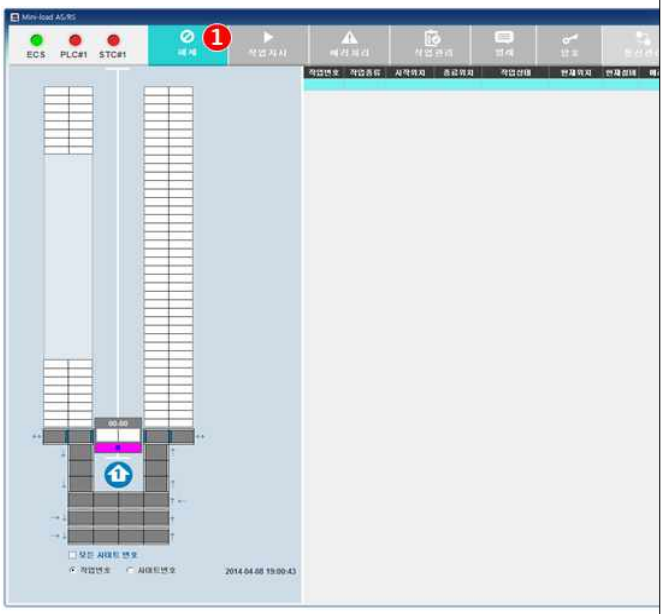
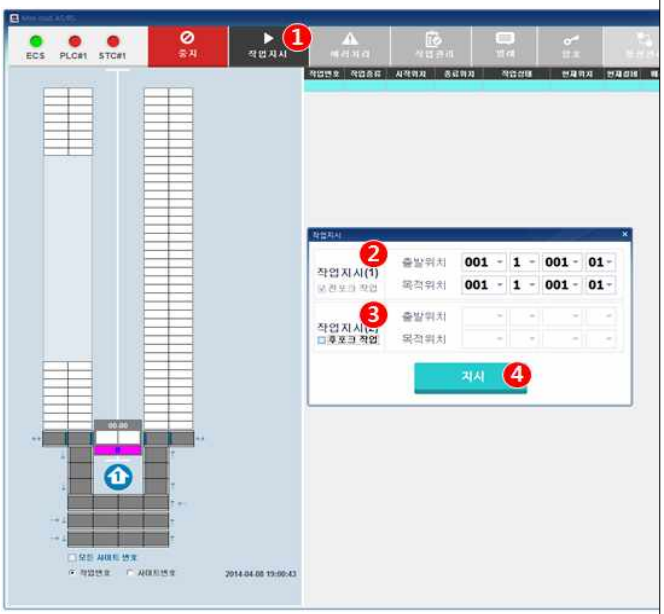


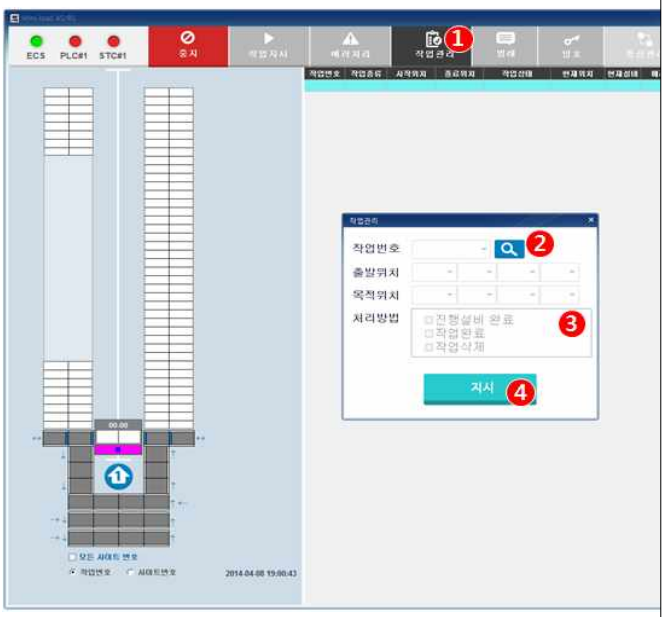
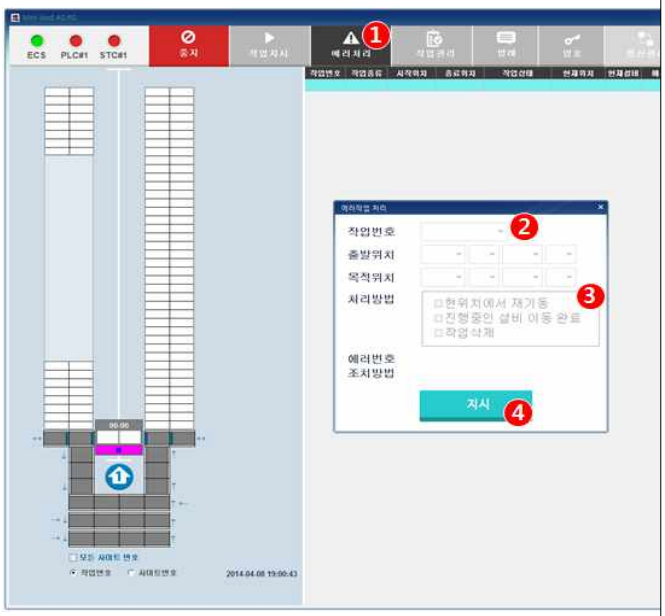
<시스템 아키텍처 개선>

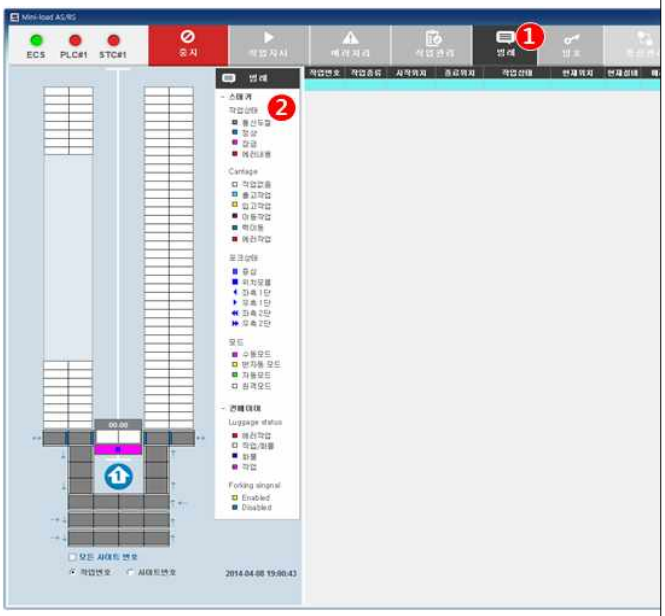
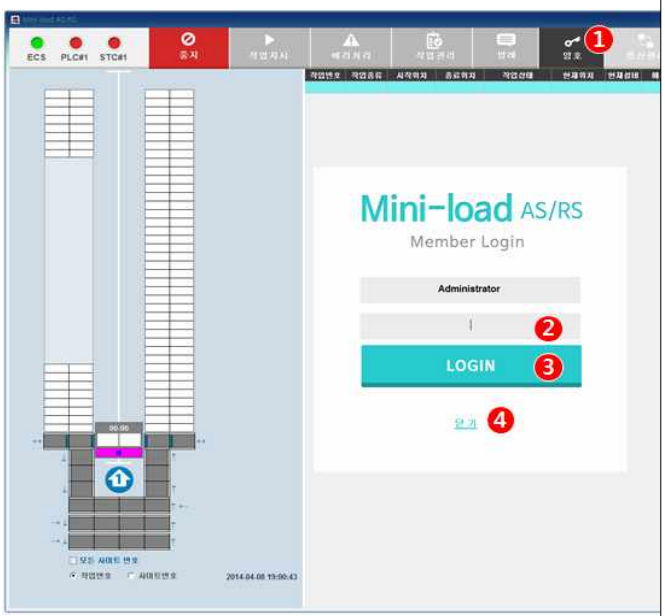
다) 싱글마스트 ECS의 사용 방법 및 적용 방안

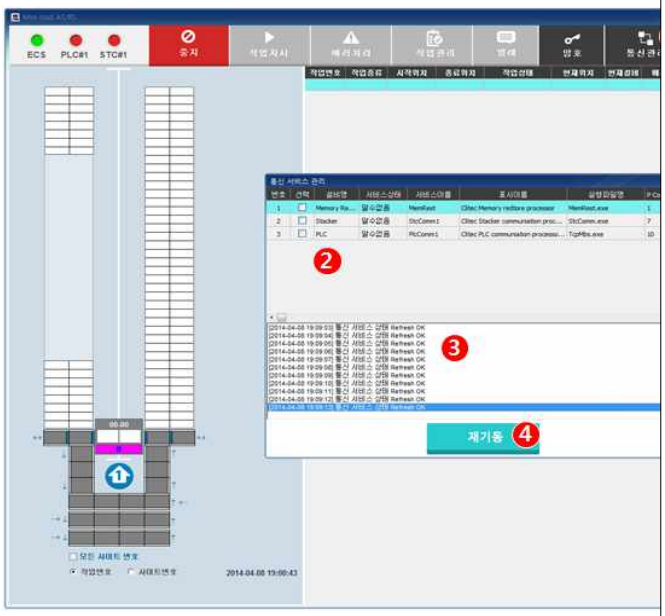
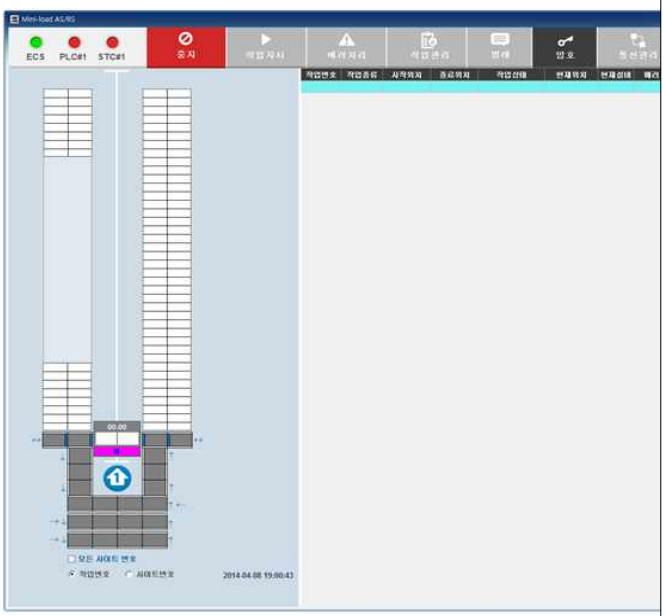
구분	사진 및 개념도	설명
로그인 화면	 	① User ID 를 입력 ② Password 를 입력 ③ 로그인 ④ 프로그램 종료 ⑤ 진행중인 작업을 초기화 하고 새로 시작 ⑥ 진행중인 작업이 있을 시 기존 작업정보를 그대로 가지고 시작 ⑦ 프로그램 종료
메인 모니터링 화면		① 통신상태 확인 (녹: 정상, 적: 비정상) ② STC 및 컨베이어 상의 화물 위치 표시 ③ 진행 및 진행 대기중인 작업 목록 표시

구분	사진 및 개념도	설명
홈 복귀 화면		① 홈 복귀 메뉴(1이란 숫자는 1호기를 지칭) ② STC에 홈 복귀를 지시 ③ 메뉴 닫기
레이아웃 툴 팁		① 사이트 번호 및 작업 번호 표시 선택 - 모든 사이트 번호 : 사이트 번호 활성화/비활성화 - 작업번호 : 진행 중인 작업번호 표출 - 사이트번호 : 진행 중인 작업의 사이트 번호 표출 ② 작업에 마우스 오버롤 시 해당 정보 표출창 활성화

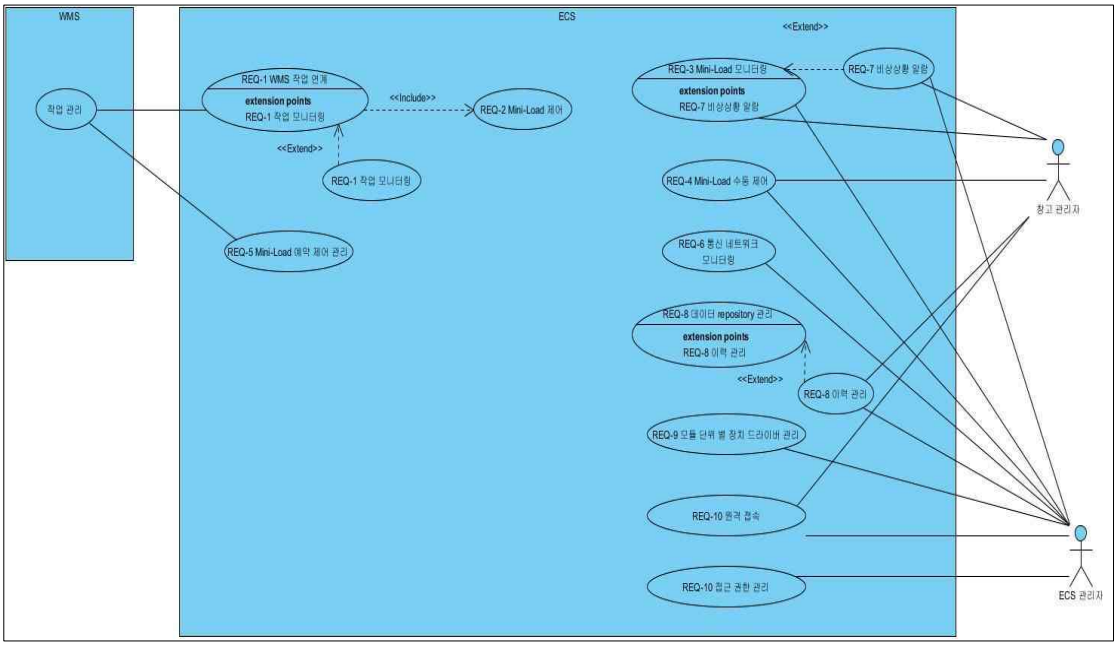
구분	사진 및 개념도	설명
긴급 정비/ 해제		① 진행 대기 중인 작업 목록을 일시 정지 (해제 버튼을 다시 누르면 작업 진행
작업 지시		① 작업 지시 메뉴 활성화 ② 첫 번째 작업의 이동 위치 지정 ③ 두 번째 작업의 이동 위치 지정 ④ 지정 위치로 작업 지시

구분	사진 및 개념도	설명
작업 관리		① 작업 관리 메뉴 활성화 ② 처리할 작업 선택 ③ 처리 방법 선택 ④ 처리 방법에 따른 작업 지시
에러 처리		① 에러 처리 메뉴 활성화 ② 에러 작업 번호 선택 ③ 처리 방법 지정 ④ 지정된 에러 처리 지시

구분	사진 및 개념도	설명
범례		① 범례 메뉴 활성화 (다시 누르면 비활성화) ② 활성화된 범례창
관리자 전용 메뉴 접근		① 암호 메뉴 활성화 ② Password 입력 ③ 로그인하면 통신관리 및 종료 버튼 활성화 됨 ④ 메뉴 닫기

구분	사진 및 개념도	설명
통신 관리		① 통신 관리 메뉴 활성화 ② 통신 서비스 상태 목록 ③ 통신 서비스 Data 상세 ④ 선택 서비스 목록 재기동
프로그램 종료		① 프로그램 종료

<싱글마스트 ECS 사용 방법>



<싱글마스터 ECS의 적용 방안>

- o 싱글마스터 ECS는 안정적으로 장비 및 시스템이 운영될 경우 WMS 및 기존 오더 처리 시스템과 연계하여 작업 처리 오더를 전달 받으며 이를 장비로 전송하여 작업을 처리하도록 제어하는 역할을 수행함

- o ECS는 작업에 대한 제어는 물론 장비의 상태 정보, 화물의 이송 현황 정보까지 실시간으로 전송받아 사용자에게 전달함

- o 장비의 비상상태 전환 시 ECS는 오더의 명령 전달 및 제어 기능을 수동으로 전환하고 사용자가 선택한 처리 방법에 따라 싱글마스트 Mini-Load를 운용할 수 있도록 지원함

라) 싱글마스트 ECS 개발 및 개선 절차

o 싱글마스트 ECS의 개발 절차는 기존 시스템의 사용 형태 및 범위에 대한 정의를 시작으로 ECS의 활동 범위 및 내역을 분석하고 앞서 제시한 개선 방안들을 적용하여 시스템을 개발하는 단계로 수행되었음

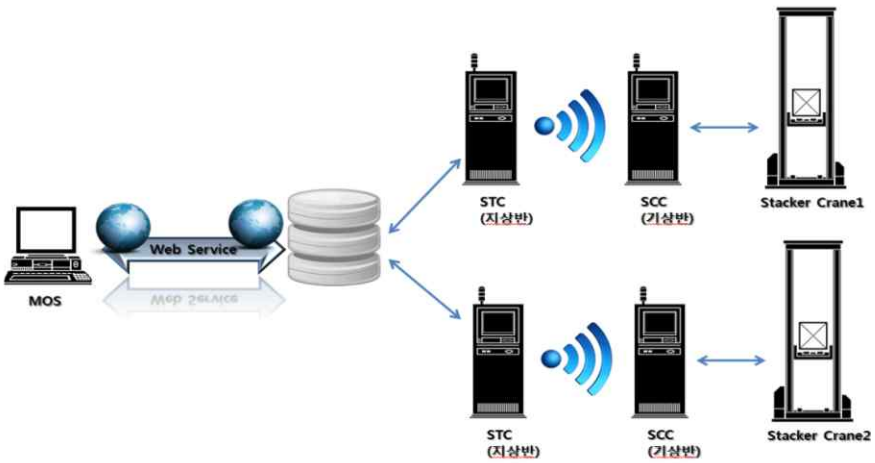
순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
①	시스템 유스케이스 분석	기존 ECS의 예상 사용 방법과 주요 기능 정의	ECS Usecase Diagram
②	시스템 activity 분석	기능 간 관계도 및 actor 별 기능 수행 연계도 설계	ECS Sequence Diagram
③	시스템 UI 정의	ECS의 화면 개선 방안 분석 및 사용자 인터페이스 설계	ECS 화면설계서
④	시스템 개발	ECS 기능 개발 및 커스터 마이징 개선	ECS 설치 매뉴얼 & ECS 개발 API
기타 산출물			프로그램 설치 파일
※ 상세 사항은 개발 산출물로 별도 제출함			

<싱글마스트 ECS 개발 절차 및 개요>

2) 제어시스템 주행/승강 장치 등 각 장비 간 연계되는 네트워크 모듈 개발

o 미니로더 장비(주행/승강 장치 등)에 대한 범용적인 제어와 장애 발생 시 신속한 대응을 고려하여 미니로더와 운용시스템 간의 네트워크 모듈(소켓통신 및 Web기반 서비스)을 개발함

- 장비(스태커 크레인)간의 통신방식은 Socket통신의 유/무선으로 구분
- Mos(Mini-Load 운용시스템)과 STC(스태커크레인 터미널 컨트롤러)는 Web Service 기반으로 고려하여 개발
- STC와 SCC(스태커 크레인 컨트롤러)는 소켓통신의 무선으로 네트워크 연계를 고려하여 개발함
- SCC와 스태커 크레인의 경우 SCC가 스태커 크레인과 함께 붙어서 개발되기 때문에 유선으로 네트워크 연계를 고려하여 개발함
- 아래 그림과 같이 소켓통신을 기반으로 TCP(유선) 및 UDP(무선)으로 구분하여 개발함



<운용시스템과 장비 간 네트워크 연계 구성도>

o 해당 네트워크 모듈로 미니로더 장비와 지상반, 기상반을 제작하여 테스트베드에 구축함

- 지상반, 기상반 제작에 따른 결과보고서 및 매뉴얼은 별도 제출함



<기상반(좌측)과 지상반(우측)>

(3) 시스템 및 부품 규격의 표준 가이드라인 및 시험평가기술 개발

o 연차별 표준 가이드라인 및 시험평가 범위는 다음과 같음

- 2차년도 : 고속 자동 적재/반출 장비(싱글마스트)
- 3차년도 : 더블마스트 시제품 제외

(가) Mini-Load AS/RS 부품 표준규격 및 표준적합성 시험 가이드라인 제시

o 현재 국내뿐만 아니라 국외에도 500kg 이상 화물을 취급하는 크레인에 대한 안전기준만 마련되어 있음

o 한국산업규격 및 기술표준원에 등록된 규격(KS) 중에서 스태커크레인과 관련된 조항은, KS A 1627 (크레인강 구조 부분의 계산 기준) / KS A 2210 (물류 기계류의 안전 통칙) / KS B 6593 (스태커크레인의 안전 기준) / KS B 6594 (스태커크레인의 설계 기준) / KS B 6595 (스태커크레인의 구성 부분품에 관한 기준) / KS B 6701 (입체 자동 창고 시스템 설계 통칙) 이 있지만, 이 또한 고속 미니로더 장비에 대한 성능 시험 평가 기준이 없으며, 스태커크레인 관련 기준 3가지는 2013년 12월 12일부로 폐지된 실정임

- KS B 6593 (스태커크레인의 안전 기준) : 폐지
- KS B 6594 (스태커크레인의 설계 기준) : 폐지
- KS B 6595 (스태커크레인의 구성 부분품에 관한 기준) : 폐지

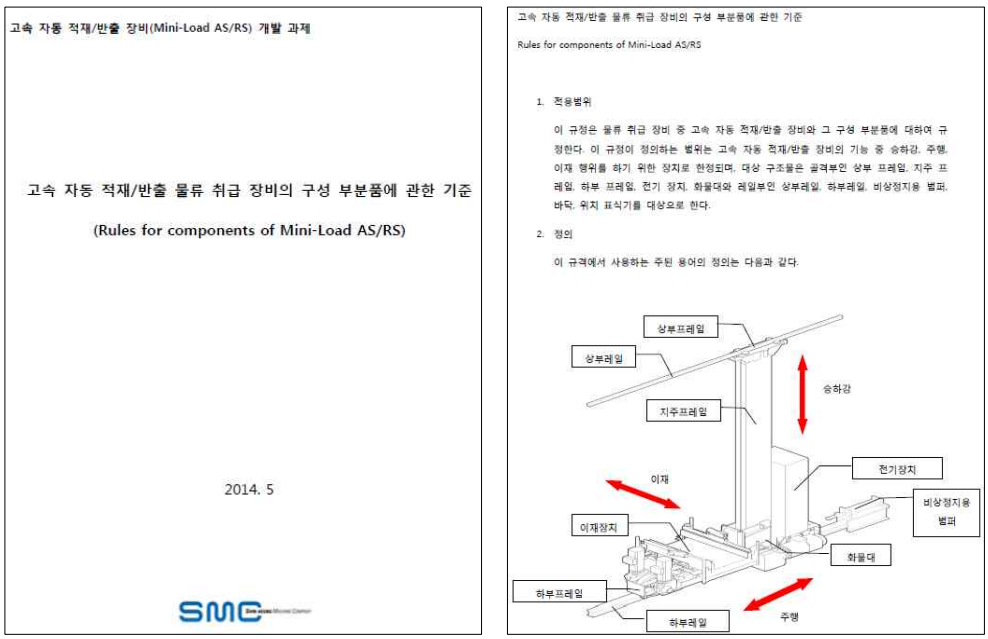


<한국산업표준(KS)에서 2013년 12월 12일 폐지된 스태커크레인 기준들>

o Mini-Load AS/RS 장비는 중대형 스태커크레인과는 규격, 속도, 가감속 등이 확연히 다르고 고속 성능을 위한 구조도 다르므로, 해당 성능과 안전성 확보를 위해 별도의 부품 표준 규격 및 표준적합성 시험 기준이 필요함

o 당해연도 시제품으로 개발되는 싱글마스트 미니로더를 테스트베드에서 현장 시험 검증하며 고속 자동 적재/반출 장비 구성 부분품에 대한 구조 설계 부분을 최종적으로 확인한 후 이에 대한 표준 규격 가이드라인을 제작함

- 미니로더 부품 표준 규격 및 표준적합성 시험 가이드라인의 상세 내용은 별도 제출한 “고속 자동 적재/반출 물류 취급 장비의 구성 부분품에 관한 기준” 참고


고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS) 개발 과제

고속 자동 적재/반출 물류 취급 장비의 구성 부분품에 관한 기준

(Rules for components of Mini-Load AS/RS)

2014. 5

SMC

고속 자동 적재/반출 물류 취급 장비의 구성 부분품에 관한 기준

Rules for components of Mini-Load AS/RS

1. 적용범위

이 규정은 물류 취급 장비 중 고속 자동 적재/반출 장비와 그 구성 부분품에 대하여 규정한다. 이 규정이 정의하는 범위는 고속 자동 적재/반출 장비의 기능 중 승하강, 주행, 이재 행위를 하기 위한 장치로 한정되며, 대상 구조물은 골격부인 상부 프레임, 지주 프레임, 하부 프레임, 전기 장치, 화물대와 레일부인 상부레일, 하부레일, 비상정지용 범퍼, 바닥, 위치 표식기를 대상으로 한다.

2. 정의

이 규격에서 사용하는 주된 용어의 정의는 다음과 같다.

<싱글마스트 미니로더 부품 표준 규격 및 표준적합성 시험 가이드라인(일부 발췌)>

(나) Mini-Load AS/RS 시스템 시험평가 설계서 및 절차서 제작

o 국내뿐만 아니라 국외에도 500kg 이상 화물을 취급하는 크레인에 대한 성능 시험 평가 기준/규정만 있고, 500kg 미만 화물을 취급하는 장비에 대해서 공식적으로 검증된 성능 시험 평가 기준은 없음

o 안전보건공단(구.한국산업안전공단)에서는 크레인에 대한 제품의 설계/제작/안전성능 및 기술능력/생산체계 심사에 대한 안전인증제도가 있지만 미니로더 장비는 해당 분류에 포함되지 않음

o 한국산업기술시험원의 기계 일반시험 항목 중 기계설비성능평가가 있지만 KS 규격에 의한 기계 설비류 성능평가를 수행하고 성능에 대한 의뢰자 요구사항에 의한 시험을 진행하므로 고속 미니로더 장비에 대한 성능 시험 평가 기준이 마련되어 있지 않음

- 시험방법에 대한 규격이 적용되지 않는 항목에 대해서는 시험의뢰자 제시 방법으로 이론적 타당성 검토 및 시험가능여부를 판단하여 시험방법을 절충하여 그에 따른 시험 검사를 수행한다고 되어있음

o 국외에도 스태커크레인에 대한 구체적인 규격이 미흡한 실정임

- 국내 스태커크레인의 안전기준과 근접한 한가지 예로, ASME (THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS)의 기준 B30.18-2011이 있으나, 이 규정은 American National Standard 로 Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks, and Slings 에 대한 안전 기준만 있으며, 국내와 마찬가지로 미니로더 장비가 해당되는 분류의 성능평가 기준 및 허용치가 없음

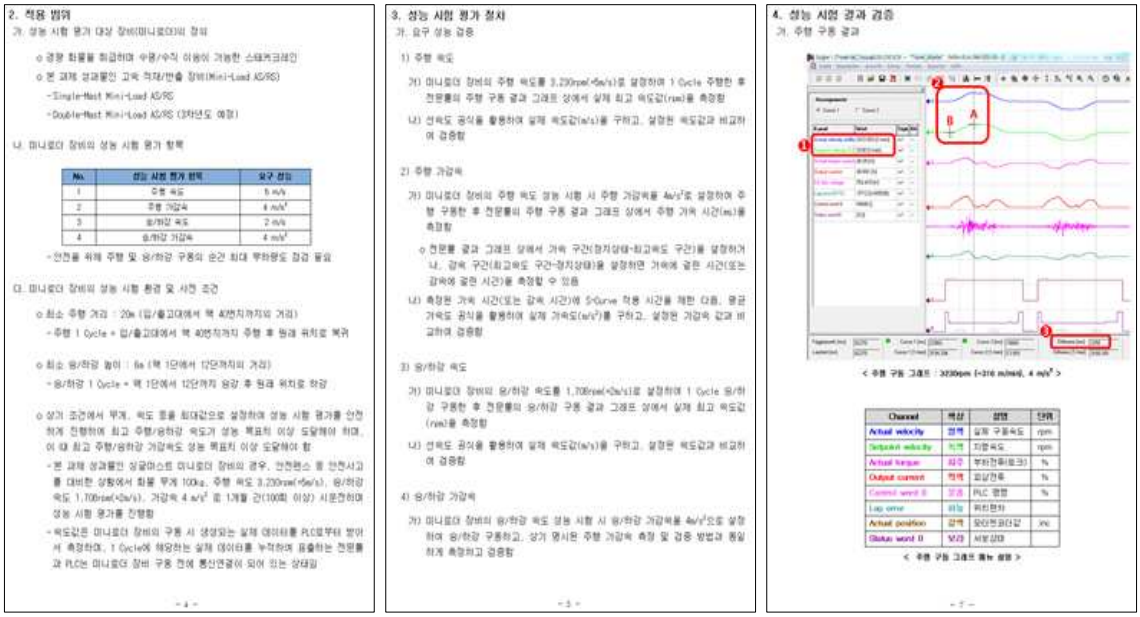
o Mini-Load AS/RS 장비는 500kg 미만의 화물을 취급하는 수직/수평 이송이 가능한 크레인 장비에 해당되고, 중대형 스태커크레인과는 규격, 속도, 가감속 등이 월등히 차이나므로 별도의 요구 성능 만족여부에 대한 성능 시험 평가 기준이 필요함

o 고속의 수평/수직 이송으로 경량화물을 취급하는 싱글마스트 미니로더 장비(Single-Mast Mini-Load AS/RS)의 요구 성능 도달여부 및 안전 허용치 만족여부를 검증하기 위해 미니로더 장비를 시운전하며 성능 시험 평가 기준(주행 및 승/하강 시 속도, 가감속)에 대한 최대 부하량 검사를 실시하고, 각 평가 기준 별로 성능 시험 평가 결과값을 점검해보는 “성능 시험 평가 결과 보고서”를 별도 제출함

- 성능 시험 평가 결과 보고서에는 싱글마스트 미니로더 장비의 성능 시험 평가 항목을 정의하고 사전 조건을 설정하여 요구성능을 검증하고 안전 성

능을 점검하는 절차가 설계되어 있음

- 싱글마스트 미니로더 시제품을 해당 절차에 따라 시운전하며 성능 시험 평가를 진행함
- 싱글마스트 미니로더 장비에 대한 성능 시험 평가는 미니로더 장비의 구동 관련 실제 데이터를 PLC를 통해 전달받은 후 전문 툴로 가시화(수치에 따른 그래프 도식화) 시키고, 그 결과값에 대해 이론적인 분석 및 검증으로 요구 성능 도달여부 및 안전 허용치 만족여부를 판단함



<성능 시험 평가 결과 보고서(일부 발췌)>

(다) Mini-Load AS/RS 시스템 매뉴얼 제작

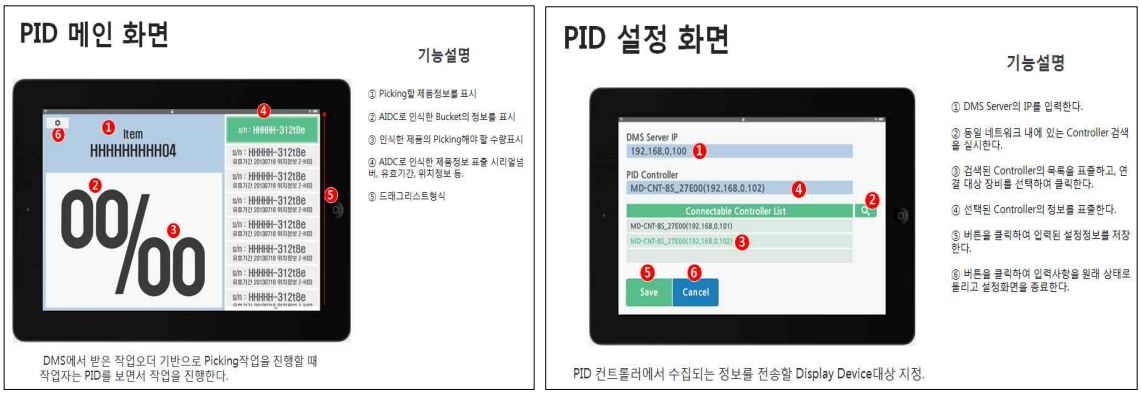
o 싱글마스트 미니로더 제어/운용시스템의 원활한 운영 및 유지보수를 위해 주요 부분에 대한 매뉴얼을 제작하여 별도 제출함

- Mini-Load AS/RS 설계에 사용된 시뮬레이션 Tool 매뉴얼을 제작함



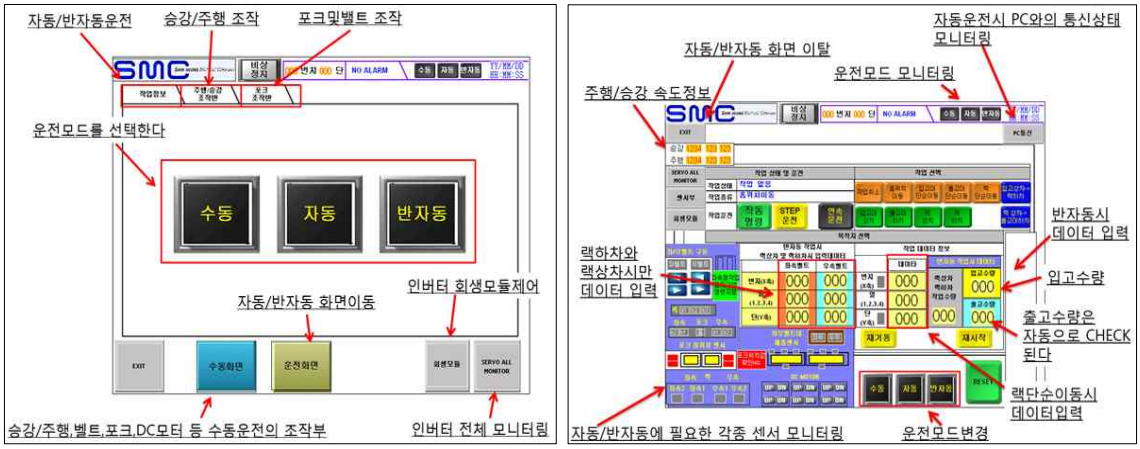
<시뮬레이션 분석 툴 매뉴얼(일부 발췌)>

- 개발된 Picking Information Display S/W에 대한 매뉴얼을 제작함



<PID UI 명세서>

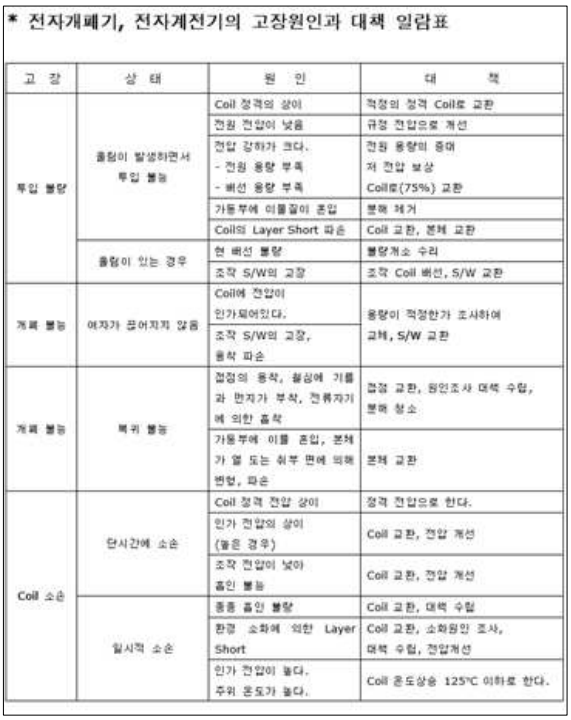
- 스태커크레인의 지상/기상반의 동작 매뉴얼을 제작함



<지상반 매뉴얼(일부 발췌)>

- 싱글마스트 미니로더 시스템 유지보수 지침 매뉴얼을 제작함





* 전자개폐기, 전자계전기의 고장원인과 대책 일람표

고 장	상 태	원 인	대 책
투입 불량	흡입이 발생하면서 투입 불능	Coil 정격의 상이	적정의 정격 Coil로 교환
		전원 전압이 낮음	규정 전압으로 개선
		전압 강하가 크다. - 전원 용량 부족 - 배선 용량 부족	전원 용량의 증대 저 전압 보상 Coil로(75%) 교환
		가동부에 이물질이 혼입	분해 제거
		Coil의 Layer Short 파손	Coil 교환, 본체 교환
	흡입이 있는 경우	현 배선 불량	불량개소 수리
		조작 S/W의 고장	조작 Coil 배선, S/W 교환
개폐 불능	여자가 끊어지지 않음	Coil에 전압이 인가되어있다.	용량이 적정한가 조사하여 교체, S/W 교환
		조작 S/W의 고장, 융착 파손	
개폐 불능	복귀 불능	접점의 융착, 철심에 기름과 먼지가 부착, 전류자기에 의한 흡착	접점 교환, 원인조사 대책 수립, 분해 청소
		가동부에 이물 혼입, 본체가 열 또는 취부 면에 의해 변형, 파손	본체 교환
Coil 소손	단시간에 소손	Coil 정격 전압 상이	정격 전압으로 한다.
		인가 전압의 상이 (높은 경우)	Coil 교환, 전압 개선
		조작 전압이 낮아 흡인 불능	Coil 교환, 전압 개선
	일시적 소손	종종 흡인 불량	Coil 교환, 대책 수립
		환경 소화에 의한 Layer Short	Coil 교환, 소화원인 조사, 대책 수립, 전압개선
		인가 전압이 높다. 주위 온도가 높다.	Coil 온도상승 125℃ 이하로 한다.

<싱글마스트 미니로더 시스템 유지보수 매뉴얼(일부 발췌)>

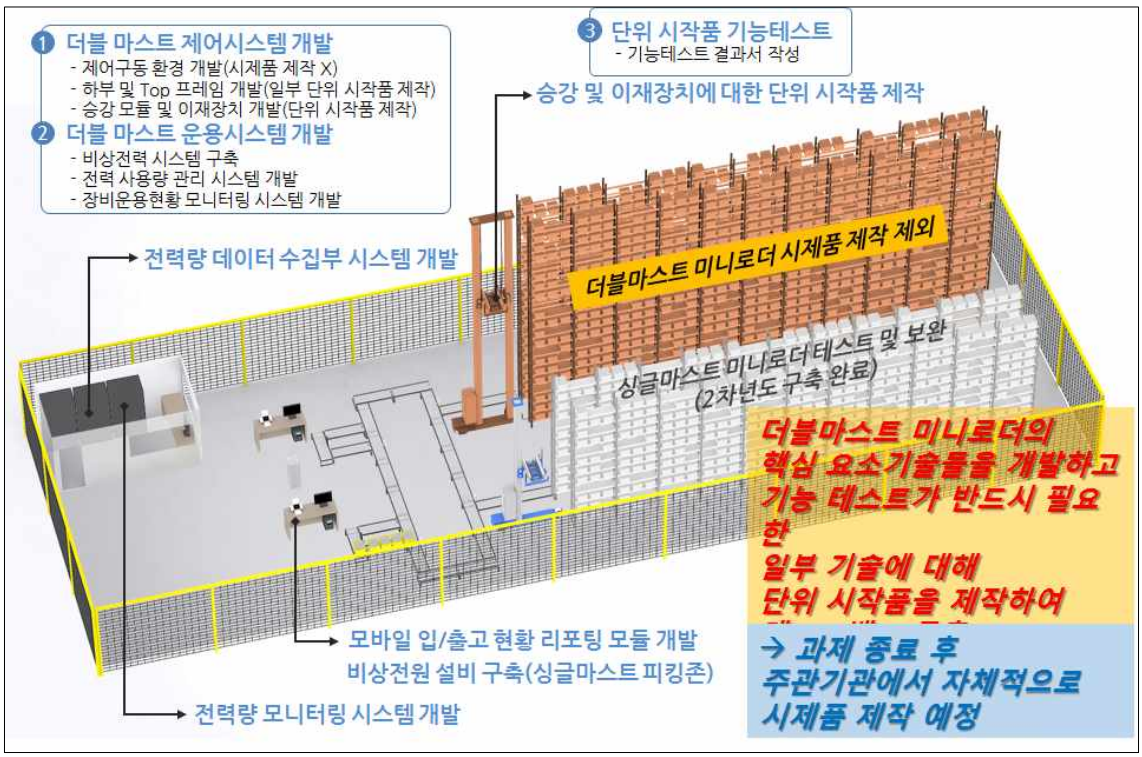
4. 3차년도 연구개발 내용

가. 3차년도 연구개발 목표

연구목표	주요연구내용
Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 개발	• 더블마스트 단위시작품 제작 및 시뮬레이션 시험 - 제어구동 환경 개발(시제품 제작 제외) - 상/하부 프레임 개발(일부 단위 시작품 제작) - 승강 모듈 및 이재장치 개발(단위시작품 제작) - 시뮬레이션 분석 및 기능테스트
Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발	▪ 비상전력 시스템 구축 - 피킹존 비상전원 설비 구축 • 전력 사용량 관리 시스템 개발 - 전력량 모니터링 보드 개발 - 전력량 모니터링 S/W 개발 • 장비운용현황 모니터링시스템 개발 - 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W 개발

나. 3차년도 연구개발 수행 내용

(1) Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 개발



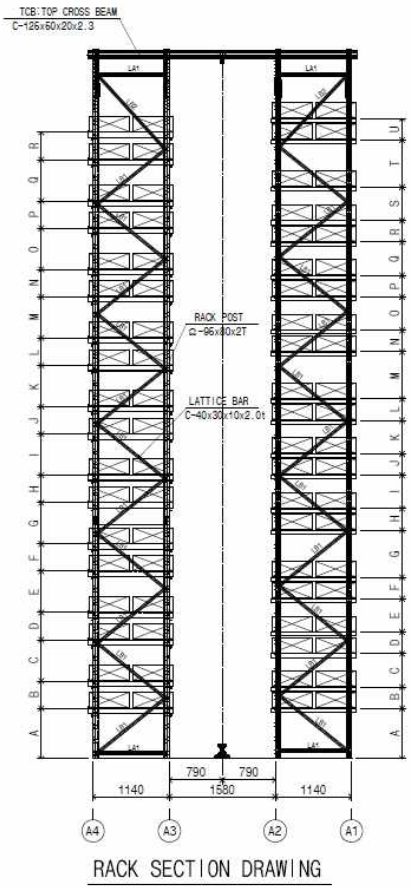
<3차년도 연구내용 및 성과물>

(가) 제어구동 환경 개발

1) 더블마스트 미니로더용 조립식 랙 개발

o 당해연도에 더블마스트 미니로더 시제품은 제작하지 않지만, 승강 및 이재장치 단위시작품을 구동하여 기능테스트를 하기 위해 전용 랙을 개발함

NO.	치수	허용차
A	751.5	±3mm
B	1161.5	±3mm
C	1776.5	±3mm
D	2186.5	±3mm
E	2801.5	±3mm
F	3211.5	±3mm
G	3826.5	±3mm
H	4236.5	±3mm
I	4851.5	±3mm
J	5261.5	±3mm
K	5876.5	±3mm
L	6286.5	±3mm
M	6901.5	±3mm
N	7311.5	±3mm
O	7962.5	±3mm
P	8336.5	±3mm
Q	8951.5	±3mm
R	9361.5	±3mm



NO.	치수	허용차
A	751.5	±3mm
B	1071.5	±3mm
C	1571.5	±3mm
D	1891.5	±3mm
E	2391.5	±3mm
F	2711.5	±3mm
G	3416.5	±3mm
H	3736.5	±3mm
I	4236.5	±3mm
J	4556.5	±3mm
K	5056.5	±3mm
L	5376.5	±3mm
M	6081.5	±3mm
N	6401.5	±3mm
O	6901.5	±3mm
P	7221.5	±3mm
Q	7721.5	±3mm
R	8041.5	±3mm
S	8541.5	±3mm
T	9246.5	±3mm
U	9566.5	±3mm

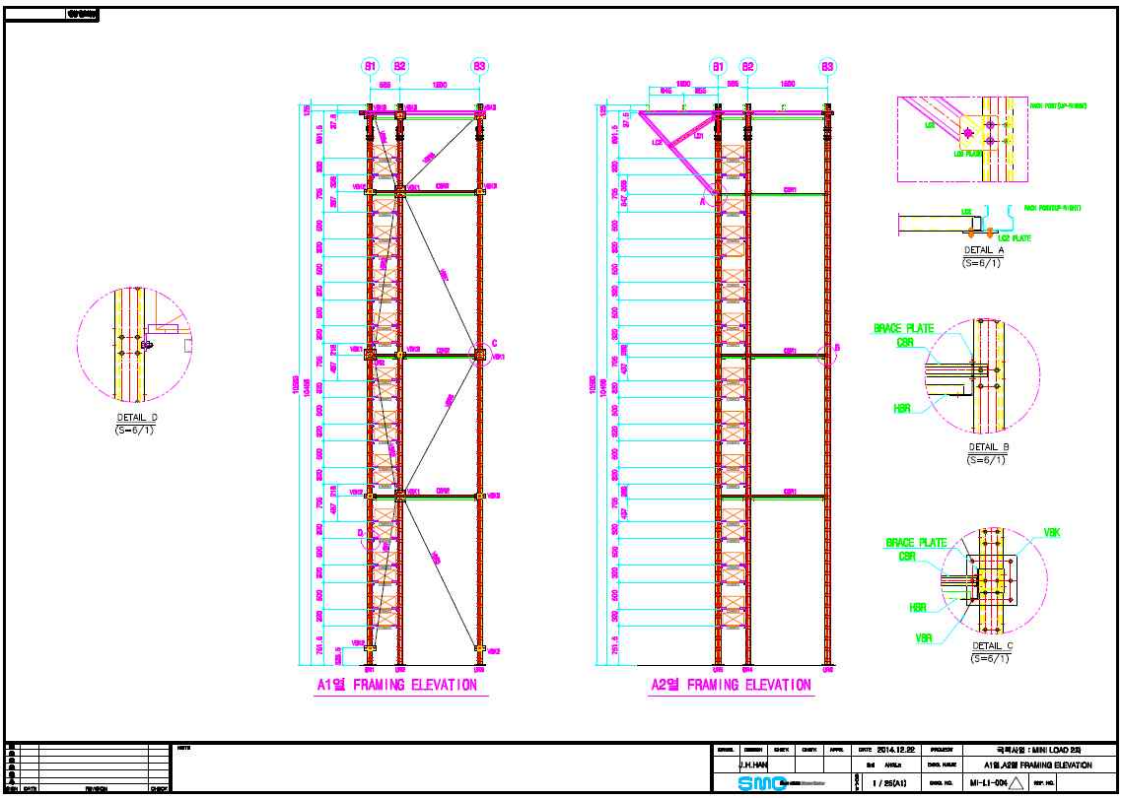
<더블마스트 미니로더 전용 랙 도면-테스트용>

o 더블마스트 미니로더 전용 랙은 더블딥 업/다운 방식의 이재장치의 구동반경에 필요한 유휴공간을 최소화하여 보관량을 향상 시킬 수 있음

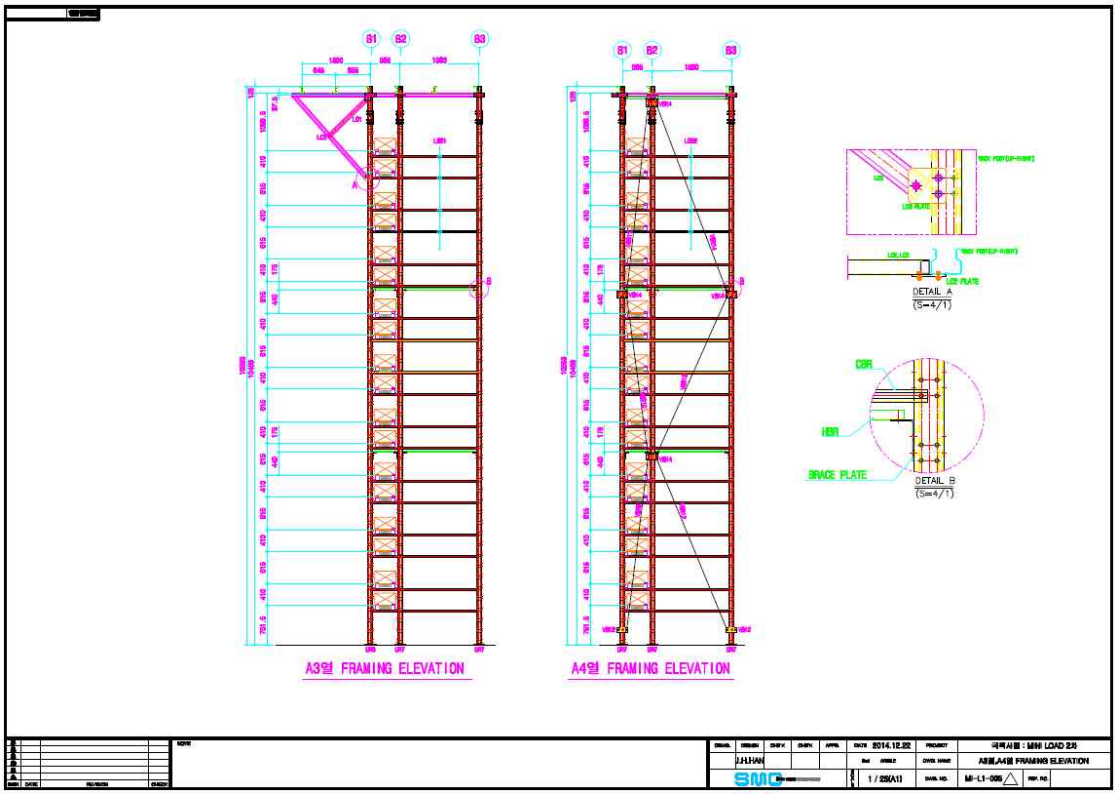
- 기존 업/다운 방식의 이재장치용 랙 보다 보관적재율이 크게 향상됨

o 업/다운 방식의 이재장치 전용 랙은 로드암(Load Arm) 타입과 로드빔(Load Beam & Top Hat) 타입 총 2가지 타입이 있는데, 더블마스트 단위시작품의 기능테스트를 위해 좌/우측 각각 다른 타입으로 랙을 설계하고, 각 단의 높이도 다르게 설계하여 여러 가지 경우를 모두 테스트할 수 있게 함

- 충주 테스트베드의 더블마스트 단위시작품은 좌측이 로드암 타입, 우측이 로드빔 타입으로 제작되어 있으며, 당해연도에는 승강모듈만 있으므로 1개의 번지에 대해서만 랙을 제작함



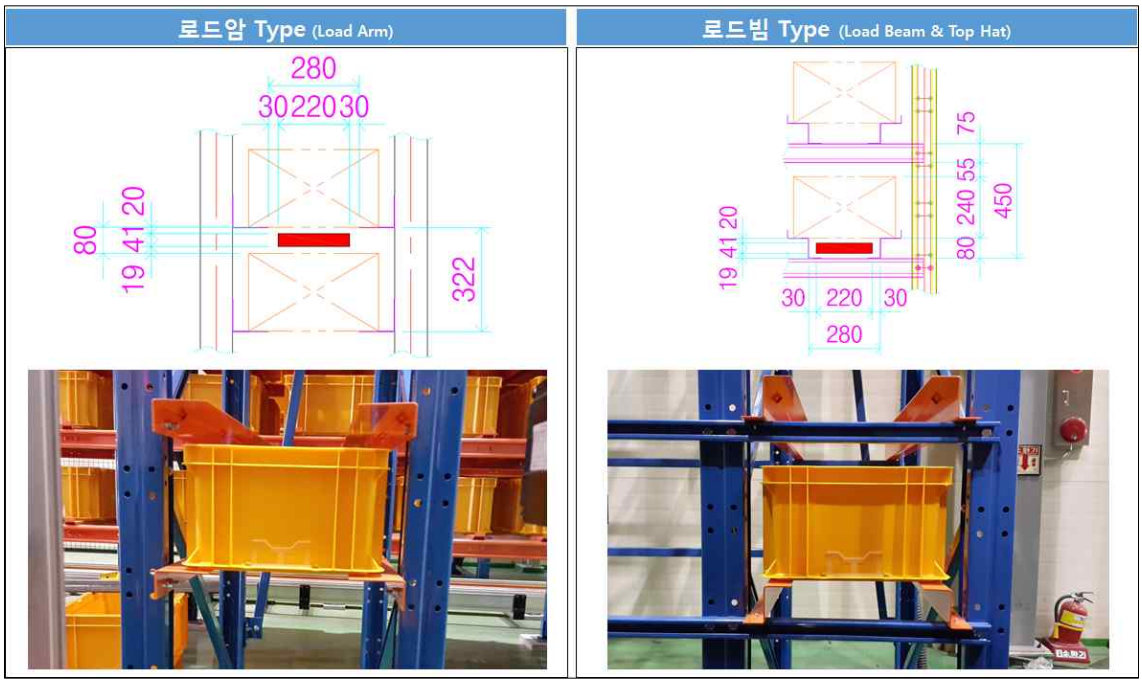
<Load Arm Elevation(측면도)>



<Load Beam Elevation(측면도)>

o 로드암 타입과 로드빔 타입의 정면도와 실제 길이는 아래 도면과 같으며, 사진은 충주 테스트베드에 실제 설치된 모습임

- 도면 상의 빨간색 박스는 이재장치의 포크가 진입할 수 있는 공간을 나타내며 해당 높이는 41mm로 기존에 시도되지 않은 정밀한 높이임



<로드암 타입과 로드빔 타입 비교>

2) 테스트를 위한 일부 장치물 제작

o 더블마스트 미니로더 단위시작품의 설치를 위해 상/하부 레일을 설치하고 이재장치가 승/하강 하며 기능테스트 할 수 있는 랙을 더블마스트 좌/우로 각 1개 번지만 설치함

- 랙 각 단의 높이는 다르며, 총 높이는 10m
- 제작 및 설치 관련 상세 내용 및 사진은 '이재장치 테스트용 장치물 제작 결과보고서'로 별도 제출함



(나) 상/하부 프레임 개발

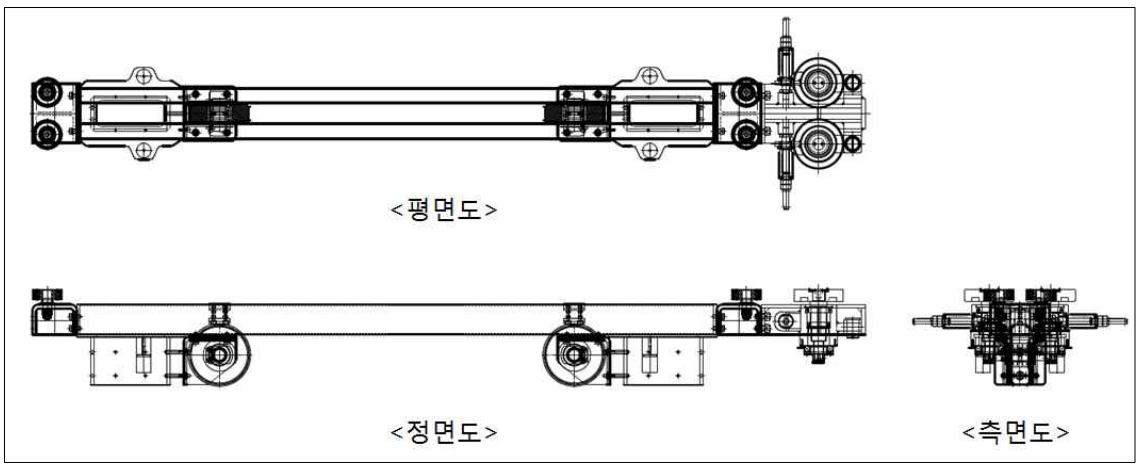
1) 상/하부 프레임 개발

o 높이 10m 이상인 더블마스트 미니로더의 안전한 주행/승강 구동을 가능하게 하고, 화물을 안전하게 취급할 수 있도록 해주는 상/하부 프레임을 개발함

- 테스트베드의 더블마스트는 높이 10m이지만, 높이 20m일 때도 안정적인 구동이 가능하도록 설계함
- 주행속도 5m/s, 승강속도 3m/s, 가감속 4m/s2 조건으로 구동할 때 구조역학, 동역학해석을 시뮬레이션 전문 툴로 수차례 분석함으로써 설계를 완성함
- 더블마스트 및 구동모터, 이재장치 등을 지탱한 채 고속 주행이 가능한 구조여야 하므로 싱글마스트의 상/하부 프레임과는 확연히 다름

o 상부 프레임 : 더블마스트 상부를 지지하는 프레임으로써, 벨트 풀리 방식(Idle 장치)으로 캐리지를 승/하강 시키는 장치

- 주요 구성품으로는 상부 가이드롤러(주행보조장치), 스토퍼(Stopper), 아이들 풀리(Idle Pully), 흔들림 완화 장치, 브레이크 장치 등이 있음



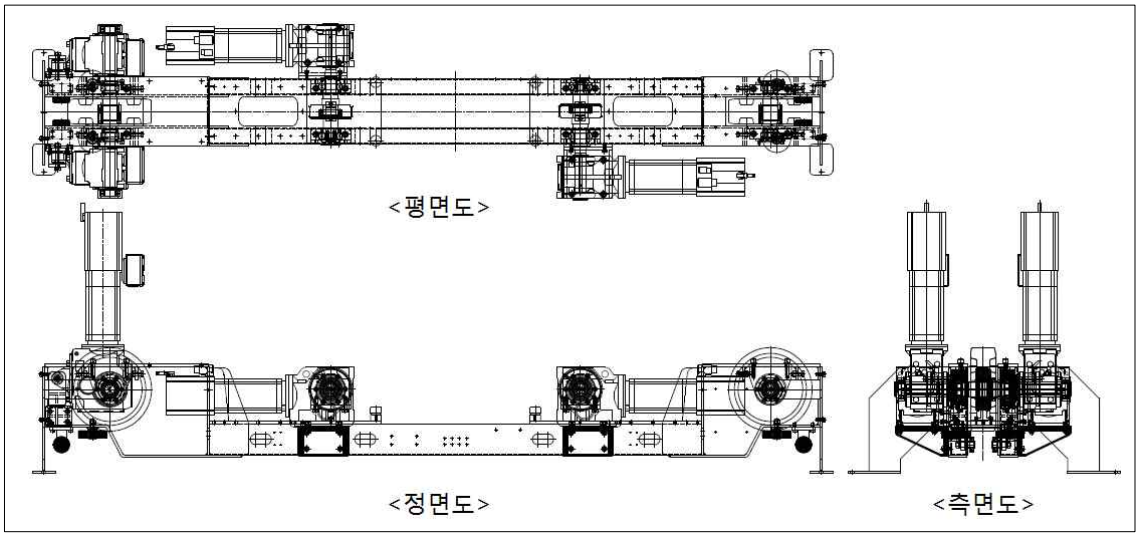
<상부 프레임 도면>

상부 프레임	상부 가이드 롤러	상부 풀리 브라켓
		

<상부 프레임 주요 구성품>

o 하부 프레임 : 더블마스트 하부를 지지하는 프레임으로써, 벨트 풀리 방식(구동장치)으로 캐리지를 승/하강 시키는 장치

- 주요 구성품으로는 하부 프레임, 주행 Idle Wheel, 주행 가이드롤러, 집전장치(하부 레일로부터 공급받는 전원을 주행/승강 장치로 공급이 가능하도록 하는 장치)가 있으며, 주행 모터 2개, 승강 모터 2개가 취부됨



<하부 프레임 도면>

하부 프레임	주행 Idle Wheel	하부레일 베이스 브라켓
		

<상부 프레임 주요 구성품>

2) 브레이크 장치 개발

o 높이가 10m 이하인 싱글마스트 미니로더보다 약 2배 높은 더블마스트 미니로더는 높이에 따른 관성력이 훨씬 크게 작용하므로, 정지 시간과 흔들림을 감소시켜주는 브레이크 장치를 개발함

- 브레이크 장치는 상부 프레임에 취부되며, 전자 브레이크 구동 방식으로 더블마스트의 정지를 보조해줌
- 흔들림 안정시간을 감소시켜서 더블마스트 미니로더의 화물 처리량을 향상시킬 수 있음

브레이크 장치	전자 브레이크 부품
	

<상부 프레임 주요 구성품>

(다) 승강 모듈 및 이재장치 개발

1) 승강 모듈 개발

o 기존 싱글마스트 승강 장치는 승강모터 1개로 승/하강 구동을 하였으나, 더블마스트는 승강모터 2개를 이용하여 캐리지가 승/하강 할 수 있도록 개발함

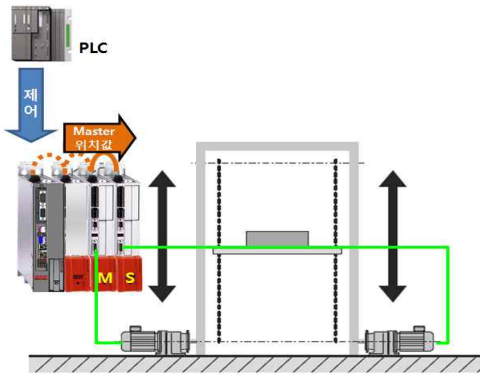
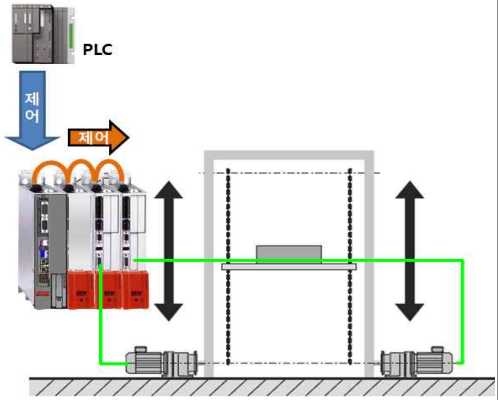
- 승강 모터 2개는 Timing Belt/Pully를 이용하여 스태커크레인의 캐리지를 승/하강 구동시킴



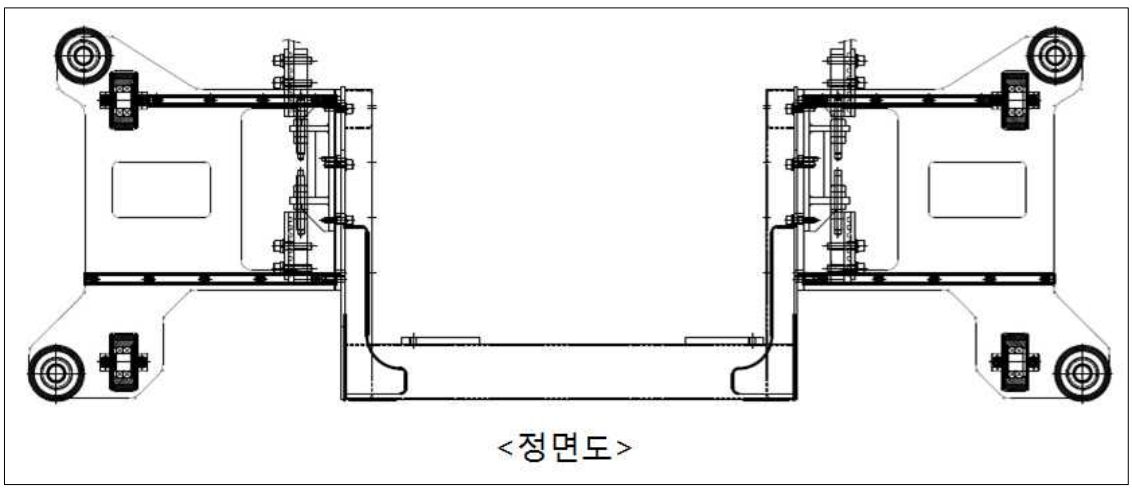
<승강 모터 2개에 Timing Belt/Pully 연결 모습>

o 승강 모듈의 정확한 고속 제어를 위해 2개의 모터에 대한 동기운전 제어 방식으로 제어하였으나, 문제점이 발생하여 개별 위치제어 방식으로 수정함

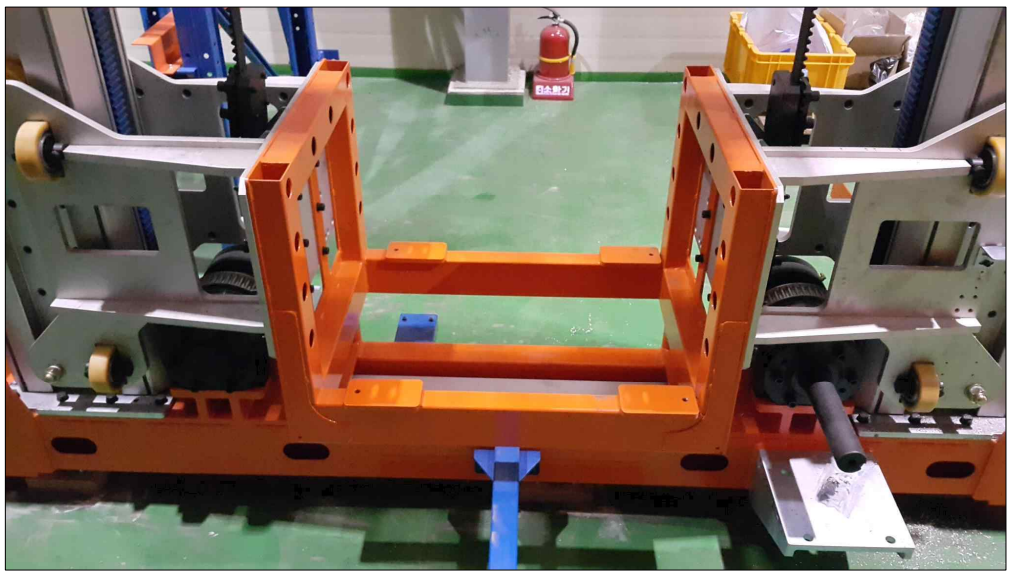
- 동기운전 제어 방식과 개별 위치제어 방식 비교

구분	동기운전 제어 방식	개별 위치제어 방식
제어 방식	Master-Slave 동기제어	각각 개별적인 위치제어
개념도		
구성품	Absolute 타입의 모터엔코더	Absolute 타입의 모터엔코더
장 점	▪ 두 모터가 하나처럼 동시에 같이 구동하기 때문에 오작동의 요인이 감소됨 ▪ 구성요소가 적음	▪ 드라이브 통신속도와 무관하게 안정적인 구동이 가능함 ▪ 구성요소가 적음
단 점	▪ 드라이브가 많은 경우 드라이브 간의 통신속도가 느려져 Slave의 동기제어 반응이 느림(설비 파손 우려)	▪ 두 모터를 개별적으로 제어하기 때문에 오작동 시 문제가 발생할 수는 있으나 PLC 제어 기술력이 높으면 오작동 가능성은 극히 적음

o 캐리지(Carriage) : 더블마스트에 취부되어 이재장치가 승/하강 할 수 있도록 지지하는 화물대



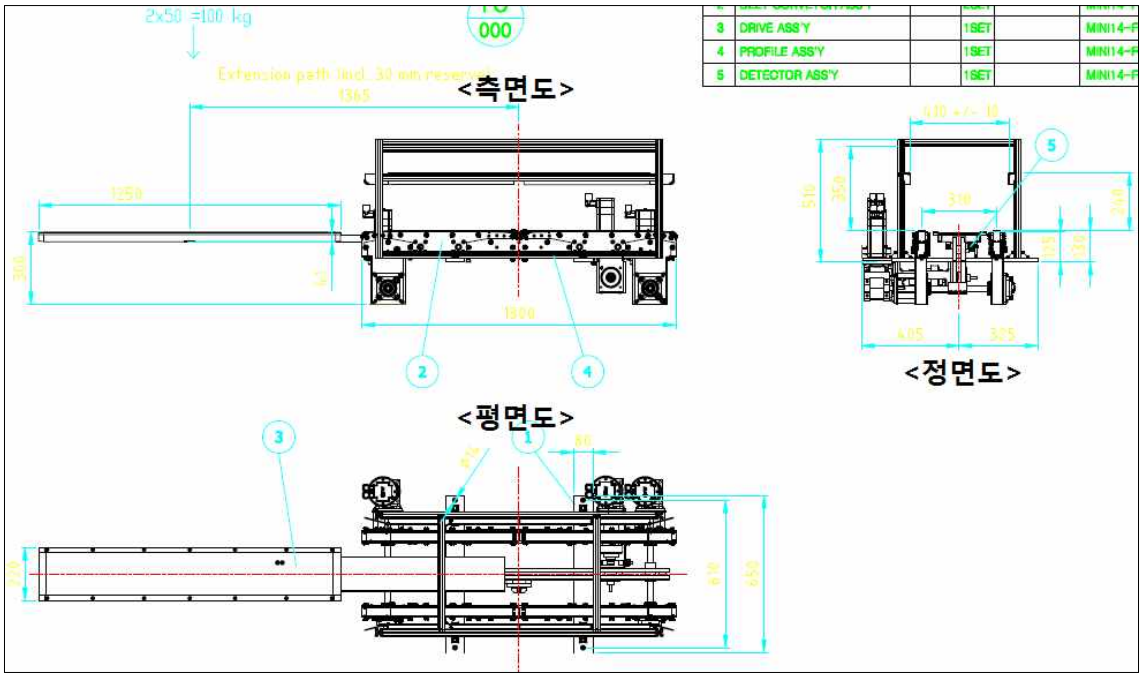
<캐리지 도면(정면도)>



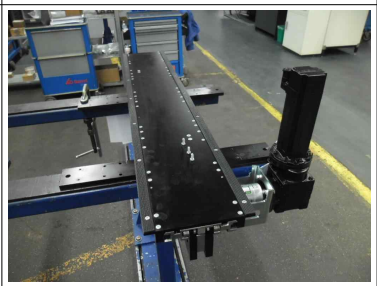
<하부프레임 위에 취부된 캐리지>

2) 이재장치 개발

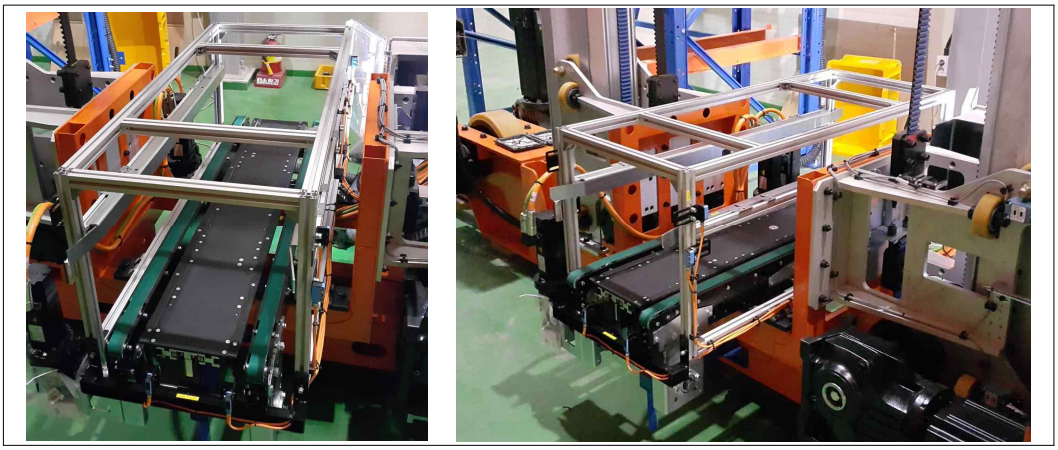
o 이재장치 : 캐리지에 취부되어 화물을 적재하고 반출할 수 있는 장치로써, 기존 싱글마스트 이재장치는 더블딥 슬라이딩 방식이었으며, 더블마스트 이재장치는 더블딥 업/다운 방식임



< 더블딥 업/다운 방식의 이재장치 도면>

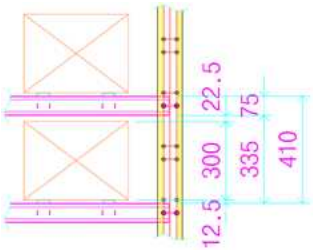
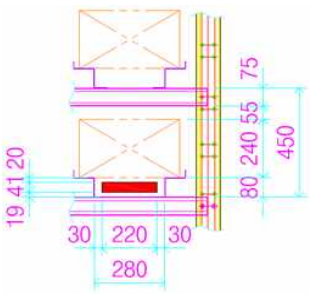
Two-Belt 컨베이어	텔레스코픽 포크	검출장치 및 박스가이드
		

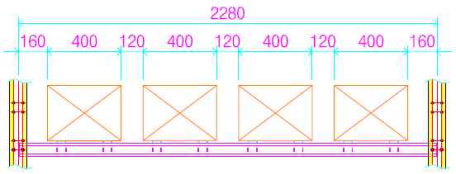
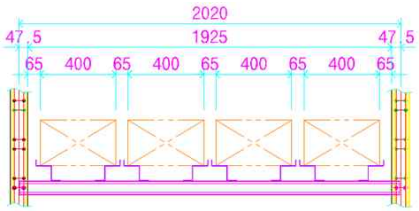
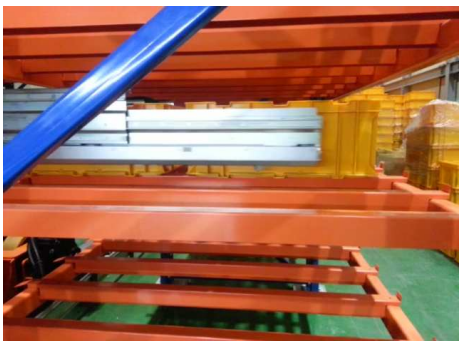
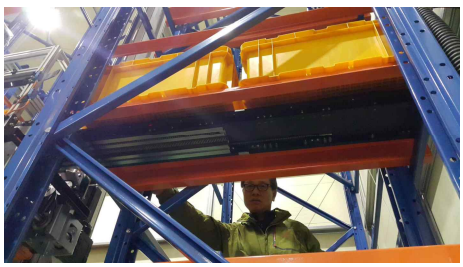
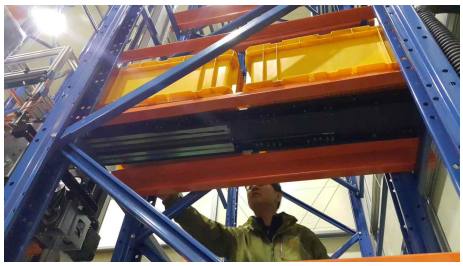
<이재장치 주요 구성품>

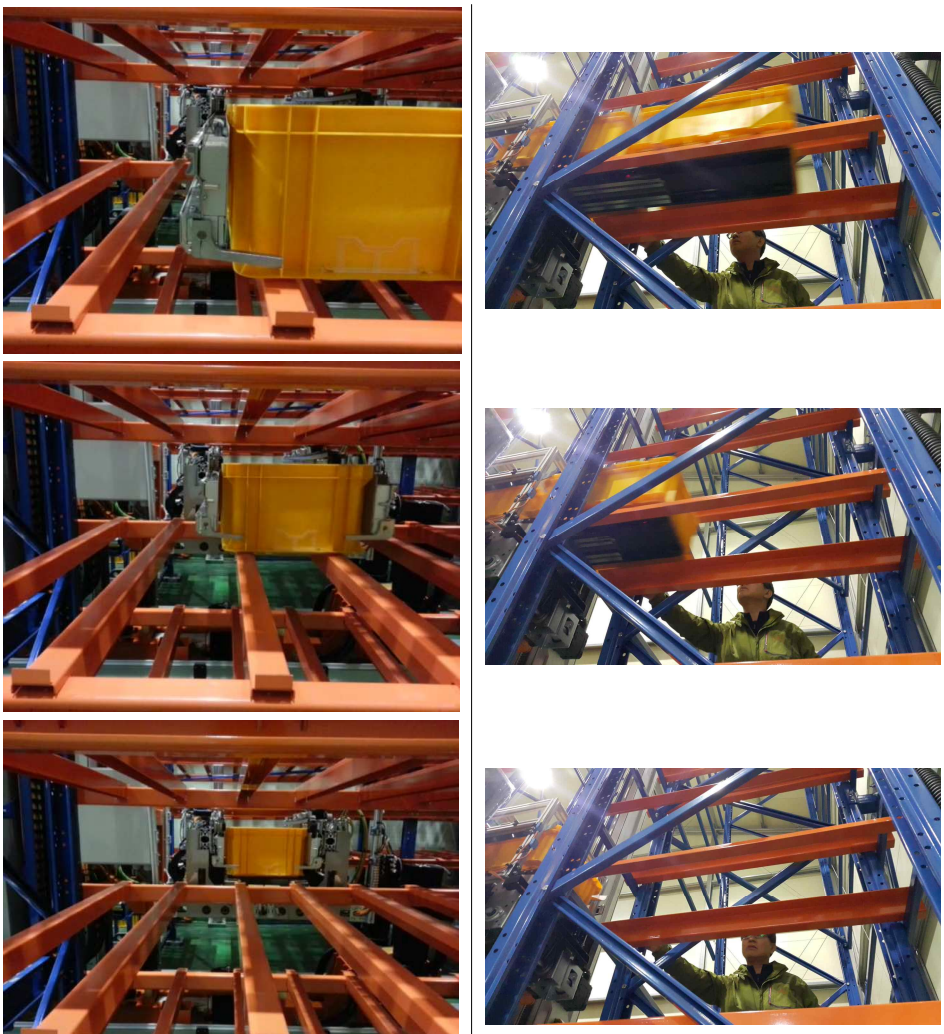


<캐리지에 취부된 이재장치>

o 싱글마스트와 더블마스트 미니로더에 각각 적용된 이재장치 2가지 타입에 대한 비교

항목	더블딥 슬라이딩 방식	더블딥 업/다운 방식
개발 연차	2차년도(싱글마스트)	3차년도(더블마스트)
장점	다양한 화물(box) Size를 취급할 수 있음	슬라이딩 방식 대비 약 60~70% 저렴
단점	가격은 업/다운 방식에 비해 비쌈	지정된 화물(box) Size만 취급할 수 있음
보관량		

	 2열*36번지*22단*2버켓 = 3,168 Locations * 길이 20m*높이 10m 조건 동등 수준	 2열*40번지*20단*2버켓 = 3,200 Locations * 길이 20m*높이 10m 조건 동등 수준
구동 방식	텔레스코픽 포크가 박스 양면을 핑거로 걸어서 슬라이딩 방식으로 화물 취급 * 구동순서는 아래 사진순과 같음   	텔레스코픽 포크가 박스 하단부로 진입한 후 밑에서 살짝 들어올려 화물 취급 * 구동순서는 아래 사진순과 같음   



(라) 시뮬레이션 분석

o Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템은 핵심 요소기술에 대해 기능테스트가 필요하므로 해당 부분은 단위시작품으로 제작되지만, 더블마스트 미니로더의 전체 개발 기술력 확보에 대한 검증 수단으로 시뮬레이션 전문 툴로 구조해석(정역학, 동역학)을 수행함

- 더블마스트 단위시작품의 경우 주행구동이 없으며, 승강과 이재구동만 있음
- 동역학 시 주행 Wheel 들림량, 상부 마스트 흔들림량, 상부 브레이크 동작에 대해서도 측정 및 해석을 진행함

o 일반적으로 더블마스트는 싱글마스트 보다 높이가 약 2배 높으므로 시뮬레이션 구조해석에서의 분석 조건은 다음과 같이 설정함

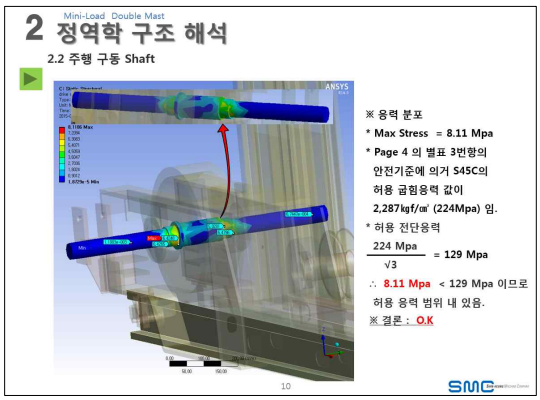
- 주행 길이 21m, 높이 20m
- 주행 속도 6m/s, 승강 속도 3m/s, 가감속 4m/s^2

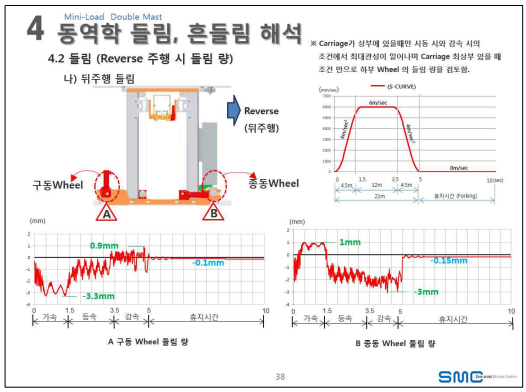
o 시뮬레이션 분석의 순서는 '실물 모델링 ⇨ 재료물성치 정의 ⇨ 유한요소 모델링 ⇨ 하중 조건, 구속 조건 정의 ⇨ 해석 ⇨ 결과 검토' 순으로 진행함

※ 시뮬레이션 분석의 상세 내용은 별도의 보고서로 제출함











Mini-Load Double Mast

5 결과

1. Double Mast 의 구조 (정, 동역학) 해석 결론

	명칭 및 내용	허용치	현상치		판정	대책내용
			정역학(MAX)	동역학 (MAX)		
하부 Frame	하부 Frame 굽힘 응력	136 Mpa	41.4 Mpa	92.2 Mpa (가속후 0.6초) 86.6 Mpa (감속후 0.6초)	O.K	
	Wheel간 거리의 Frame 변형량	4.63mm	1.61mm	2.4 mm (가속후 0.6초) 2.1 mm (감속후 0.6초)	O.K	
주행 Shaft	주행 구동 Shaft 전단 응력	129 Mpa	8.11 Mpa	89.2 Mpa (가속후 0.6초) 77.5 Mpa (감속후 0.6초)	O.K	
	주행 종동 Shaft 전단 응력	129 Mpa	7.58 Mpa	7.7 Mpa (가속후 0.6초) 6.7 Mpa (감속후 0.6초)	O.K	
승강 구동 Pulley Shaft	승강 구동 앞방향 Pulley Shaft 전단응력	129 Mpa	7.55 Mpa	10.3 Mpa (가속후 0.6초) 5.1 Mpa (감속후 0.6초)	O.K	
	승강 구동 뒤방향 Pulley Shaft 전단 응력	129 Mpa	7.55 Mpa	4.9 Mpa (가속후 0.6초) 9.9 Mpa (감속후 0.6초)	O.K	
승강 종동 Pulley Shaft	승강 종동 앞방향 Pulley Shaft 전단 응력	129 Mpa	2.91 Mpa	3.2 Mpa (가속후 0.6초) 3.1 Mpa (감속후 0.6초)	O.K	
	승강 종동 뒤방향 Pulley Shaft 전단 응력	129 Mpa	2.91 Mpa	3.2 Mpa (가속후 0.6초) 3.0 Mpa (감속후 0.6초)	O.K	
Carriage	Carriage body 굽힘 응력	139 Mpa	10.98 Mpa	20.3 Mpa (가속후 3.5초) 15.6 Mpa (감속후 0.1초)	O.K	
	Carriage Belt tension Plate 굽힘 응력	139 Mpa	39.99 Mpa	51.9 Mpa (가속후 3.5초) 21.4 Mpa (감속후 0.1초)	O.K	

42 SMC

Mini-Load Double Mast

5 결과

2. Double Mast의 동역학시 들림, 흔들림 해석 결론

	명칭 및 내용	허용치	현상치 (MAX)	브레이크		흔들림 및 들림 현상		판정	결과 내용
Mast 흔들림 (Carriage 위치)	Carriage가 상부 시	±30mm	-25mm (가속후 0.5초) +25mm (감속후 0.7초)	미작동 (감속완료 후)	±4mm	0.4초 1.2초 1.5초	±4mm +1.5mm -2mm 0mm	O.K	Max 흔들림량이 25mm이므로 허용치 이내이고, 브레이크를 장착하지 않아도 무방함.
				작동 (감속완료 후)	-3mm	0.2초 0.4초	-3mm 0mm	O.K	
	Carriage가 하부 시	±30mm	+24mm (가속후 0.9초) -25mm (감속후 0.5초)	미작동 (감속완료 후)	±4mm	1초 2.5초 3.6초	±4mm ±2mm 0mm	O.K	
				작동 (감속완료 후)	-3mm	0.3초 0.7초	-3mm 0mm	O.K	
	Carriage 상승 중	±30mm	+25mm (가속후 2.5초) -25mm (감속후 1.5초)	미작동 (감속완료 후)	±4mm	0.4초 1.7초 2.5초	±4mm +1.5mm 0mm	O.K	
				작동 (감속완료 후)	-3mm	0.3초 0.7초	-3mm 0mm	O.K	
하부 Wheel 들림	Forward 방향 주행	구동	+1.6mm (가속후 1.2초) -2.7mm (감속후 0.3초)	가속구간		+1.6mm (가속후 1.2초)		O.K	하부 들림 방지장치로 하부는 0.5mm이내 간격으로 가이드 롤러가 운행 됨.
				감속구간		-2.7mm (감속후 0.3초)			
				휴지구간		-0.1mm (정지후 1초)			
		종동	+0.7mm (가속후 1.2초) -2.7mm (감속후 0.3초)	가속구간		-3.9mm (가속후 1.2초)		O.K	
				감속구간		+0.7mm (감속후 0.3초)			
				휴지구간		-0.15mm (정지후 1초)			
	Reverse 방향 주행	구동	-3.3mm (가속후 1.2초) +0.9mm (감속후 1.2초)	가속구간		-3.3mm (가속후 1.2초)		O.K	
				감속구간		+0.9mm (감속후 1.2초)			
				휴지구간		-0.1mm (정지후 1초)			
		종동	+1mm (가속후 1.2초) -3mm (감속후 1.2초)	가속구간		+1mm (가속후 1.2초)		O.K	
				감속구간		-3mm (감속후 1.2초)			
				휴지구간		-0.15mm (정지후 1초)			

43

SMG

(마) 더블마스트 단위시작품 기능테스트

1) 더블마스트 단위시작품 제작 및 테스트베드 설치

가) 더블마스트 설치용 조립 및 크레인 이송 준비

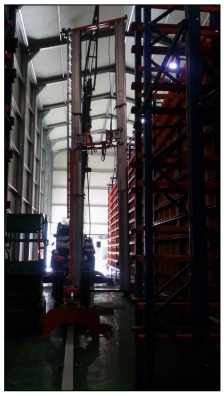




나) 테스트베드 내부로 더블마스트 크레인 이송

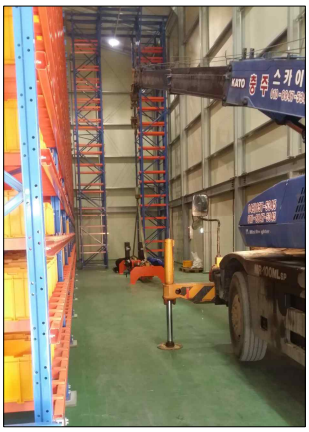




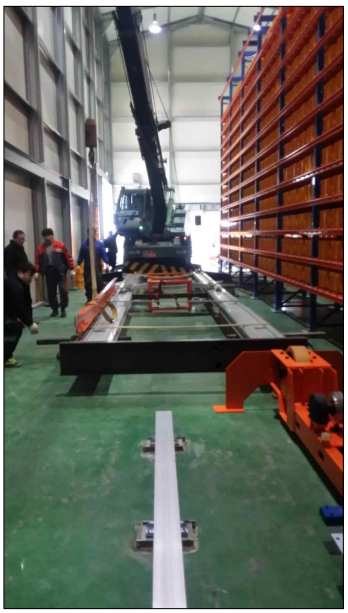


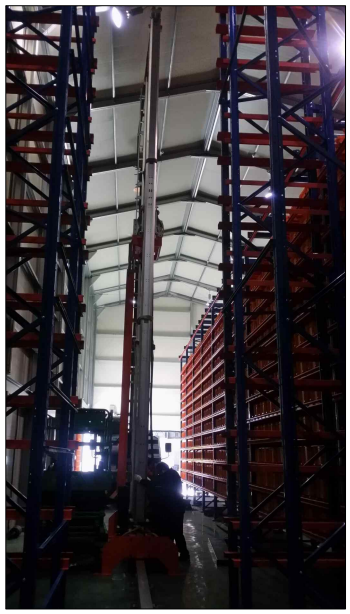
다) 테스트베드 내부로 하부 프레임 이송

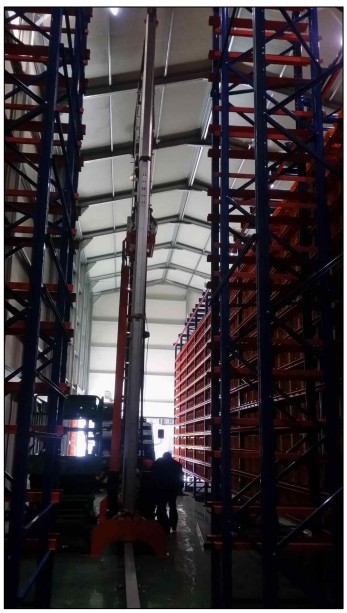




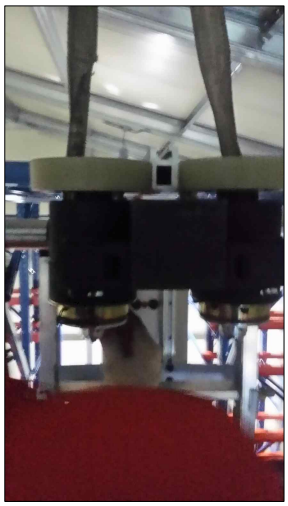
라) 더블마스트, 캐리지, 하부 프레임 조립 설치

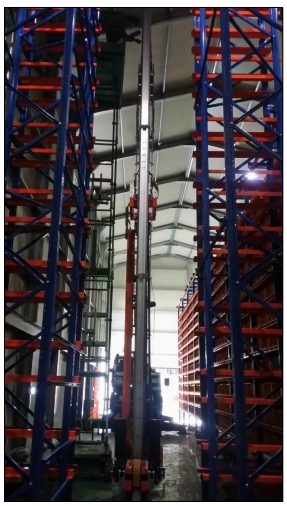


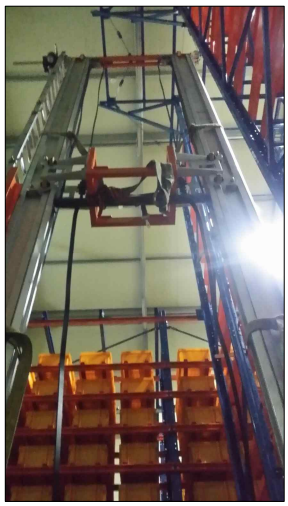




마) 테스트베드에 설치 마무리





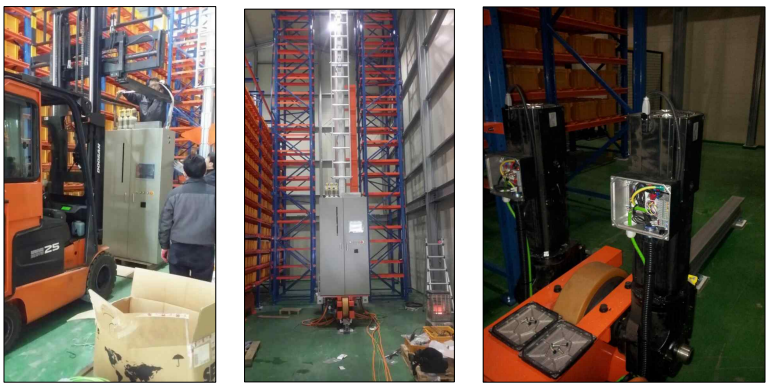


2) 더블마스트 미니로더 기능테스트용 제어반 제작

가) 더블마스트 미니로더용 기상반 전기 Panel 제작



나) 기상반 설치 및 승강/이재장치/주행모터/센서류 배선



다) I/O 배선 체크 후 단동 테스트



※ 더블마스트 단위시작품 제작 상세내용에 대한 결과보고서 3건을 별도 제출함

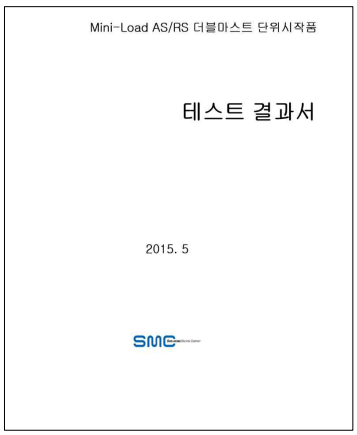
- 이재장치 테스트용 장치물 제작 결과보고서 1건
- 승강장치 기능테스트용 단위시작품 제작 결과보고서 1건
- 기능테스트용 제어반 제작 결과보고서 1건

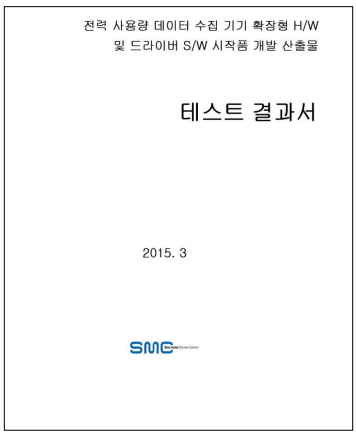
3) 더블마스트 미니로더 기능테스트 및 테스트결과서 제작

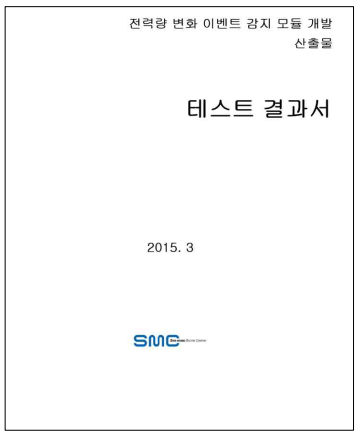
o 기능테스트 전에 벨트 및 가이드롤러, 캐리지의 좌/우 수평 등에 대해 미세 조정 작업을 수행함

o 더블마스트 미니로더의 승강, 이재구동에 대한 기능테스트 및 운용시스템의 기능테스트를 진행하고 테스트결과서를 제작함

※ 더블마스트 단위시작품 및 운용시스템에 대한 기능테스트 결과서를 별도 제출함

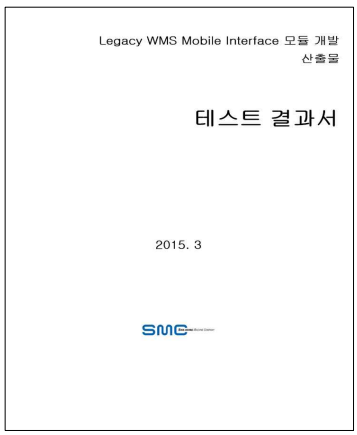






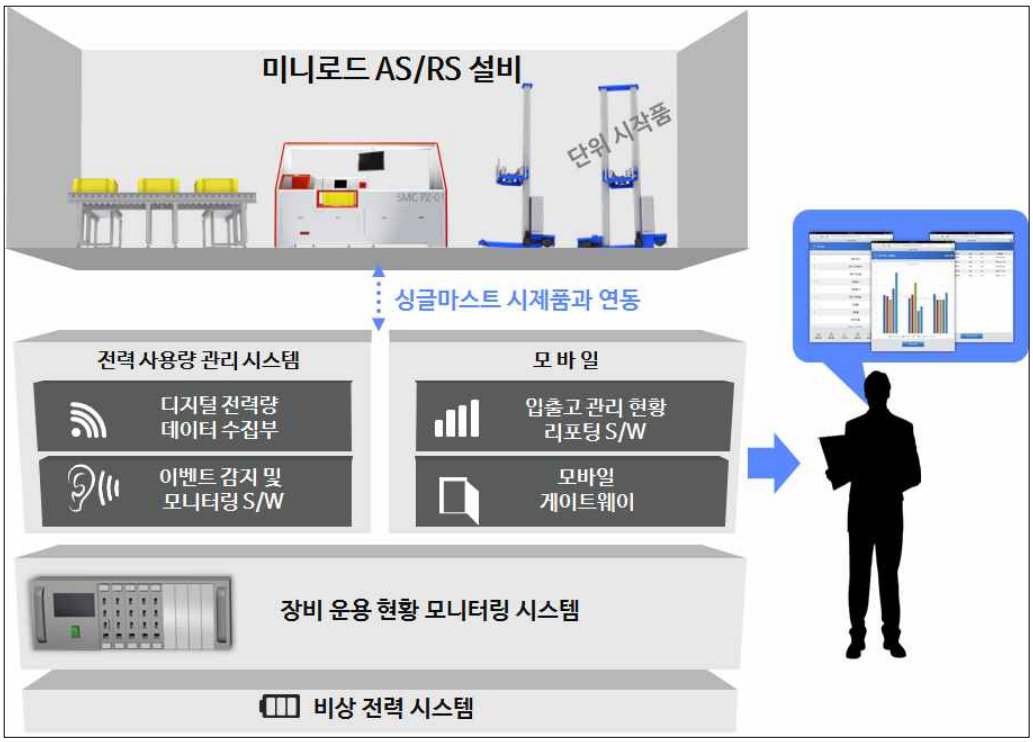






(2) Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발

(가) 운용시스템 개발 개요



o 3차년도에는 2차년도에 구축된 피킹존 시스템에 대해 비상전력 시스템을 구축하고, 장비운용현황 모니터링 시스템(전력 사용량 관리 시스템, 안드로이드 기반 모바일 S/W)을 개발하여 싱글마스트 시제품과 연동함

(나) 비상전력 시스템 구축

o 피킹존 설비의 운용 중 예측되지 않은 전력 장애로부터 시스템을 보호하고, 안전하게 피킹존 관련 시스템들을 정지하여 데이터 유실을 방지함과 동시에 설비의 오작동을 차단하여 안전성을 향상시키기 위한 목적으로 비상전력 시스템을 구축함

- 더블마스트 단위시작품에는 피킹존 시스템이 없으므로, 싱글마스트 시제품에만 구축함

o 현장 전력 장애 시 작업자에 의하여 피킹존 정지 기동 시간이 최소 2~3분 정도 필요하며, 기존 현장은 설비 주전원만 백업하고 피킹존 시스템(DMS, PID, 바코드리더기, RFID 리더기, 송장프린터, RFID 태그프린터)에 대해서는 백업이 불가하여 비정상 종료의 원인이 될 수 있었음

o 비상전력 시스템으로 인해 피킹존 전력 이상 시 정상적 종료를 위한 여유시간을 5분 이상 확보하게 되었음

- 테스트 결과 약 30분까지 여유시간 확보함

o 전력 이상 상황 시 비상전력 시스템과 작업자는 다음과 같은 절차로 설비와 작업 정보, 시스템을 안전하게 백업할 수 있음

- 비상전력 시스템이 주전원 차단 시 피킹존 시스템(DMS, PID, 바코드리더기, RFID 리더기, 송장프린터, RFID 태그프린터)에서 사용 중이던 자원/데이터를 백업하고 비상대기 모드로 전환시킴
- 작업자는 유지보수 지침에 따라 현재의 상태를 파악하고, 매뉴얼의 수순을 따르며, 신속한 복구에 대비함

o 비상전력 시스템 구축 과정



<비상전력 시스템 구축>

(다) 전력 사용량 관리 시스템 개발

o 미니로더 장비의 주요 전력 사용 파트(주행모터, 승강모터)의 전력 사용량을 모니터링 하여 장비 가동 시 소모되는 전력을 파악하고, 추후 장비의 가동 방식에 따른 전력 사용의 상관관계를 분석한 후 장비의 전력 사용을 최적화 하기 위한 데이터 확보를 목적으로 개발함

- 싱글마스트 미니로더의 경우 주행모터 2개, 승강모터 1개가 주요 전력 사용 파트이므로, 해당 부분과 전력 사용량 관리 시스템을 연동함
- 기존에는 물류 장비의 전력량을 관리하거나 실시간 및 누적 전력량 모니터링 시스템이 없었고 단순 측정 또는 창고 전체 주전원 관리만 하고 있음

o 전력 사용량 관리 시스템에 의해 장비 가동에 따른 전력량 데이터를 분석하면, 미니로더 장비의 핵심 파트인 구동모터의 사양 및 최적 성능에 대한 분석이 가능해질 것이라 판단되며, 이는 곧 장비의 운용효율 향상과 장비 제작 원가 절감에 기여할 수 있음

- 미니로더 장비 가동시간 및 구동 속도/가감속에 따른 전류, 전압, 사용 전력량(Wh) 데이터를 실시간 모니터링 하고 과거이력 및 누적 데이터를 모니터링 함으로써 모터 성능을 분석할 수 있게 되고, 미니로더 장비 운용에 대한 효율성을 향상 시킬 수 있음
- 미니로더 장비 제작비용에서 큰 비중을 차지하는 모터는 스펙에 따라 금액 차이가 큰데, 전력 사용량 관리 시스템에 의한 데이터 분석으로 최적의 모터 사양을 결정할 수 있다면 적지 않은 원가 절감의 효과가 기대되며, 이로써 시장경쟁력을 증대시킬 수 있음

o 미니로더와 같은 자동화 물류장비가 많게는 수십 대까지 구축된 자동화 물류창고에서는 구축비용만큼이나 운영비용도 중요하므로, 미니로더 장비의 시장경쟁력 확보를 위해서는 자동차의 연료소비율, 전기장비의 전기소비율처럼 미니로더 장비 가동율에 따른 전력 사용량 정보가 준비되어야 함

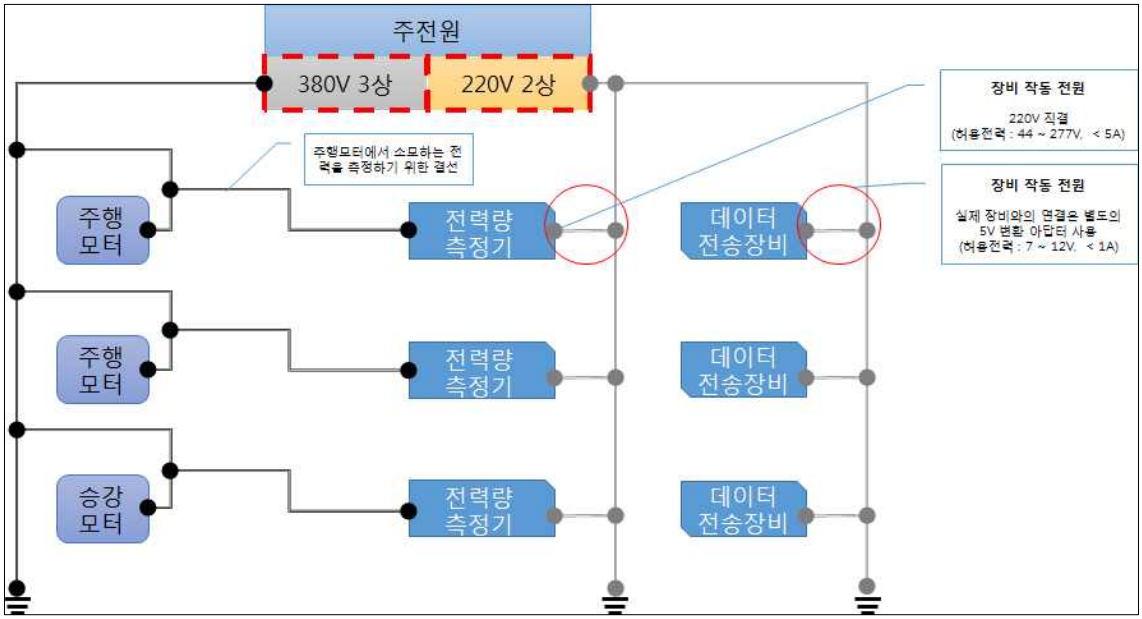
- 미니로더 장비가 세계 최고 수준의 고속 구동을 하므로 장시간 장비 가동에 따른 사용 전력량을 우려할 수 있음
- 전력 사용량 관리 시스템의 실시간 모니터링 및 누적 데이터는 이러한 전력 사용량 자료 확보에 필수적으로 필요함

o 전력 사용량 관리 시스템은 크게 디지털 전력량 데이터 수집부 시스템과 전력량 이벤트 감지 및 모니터링을 위한 S/W로 구성되며, 전력량 데이터 확보를 위해 별도의 전력량 데이터 수집용 ECS 모듈을 개발하여 싱글마스트 미니로더를 구동 시나리오에 따라 자동으로 구동하게 하였음

1) 디지털 전력량 데이터 수집부 시스템 개발

가) 전력 사용기기에 부착하는 Serial 통신 방식의 디지털 측정 장치 구축

o 싱글마스트 미니로더 시제품의 기상반 내부에 Serial(RS-485) 방식의 인터페이스를 지원하고 3상 전력 측정이 가능한 디지털 전력 사용량 수집 기기를 설치하고 주행모터 2개, 승강모터 1개와 연결함



<디지털 전력 사용량 측정 장치 구축 개념도>



<디지털 전력 사용량 측정 장치 주요 구성품>

o 설치 사진

- 상세 설치 과정 및 내용은 추가 성과물(개발 산출물)로 별도 제출함

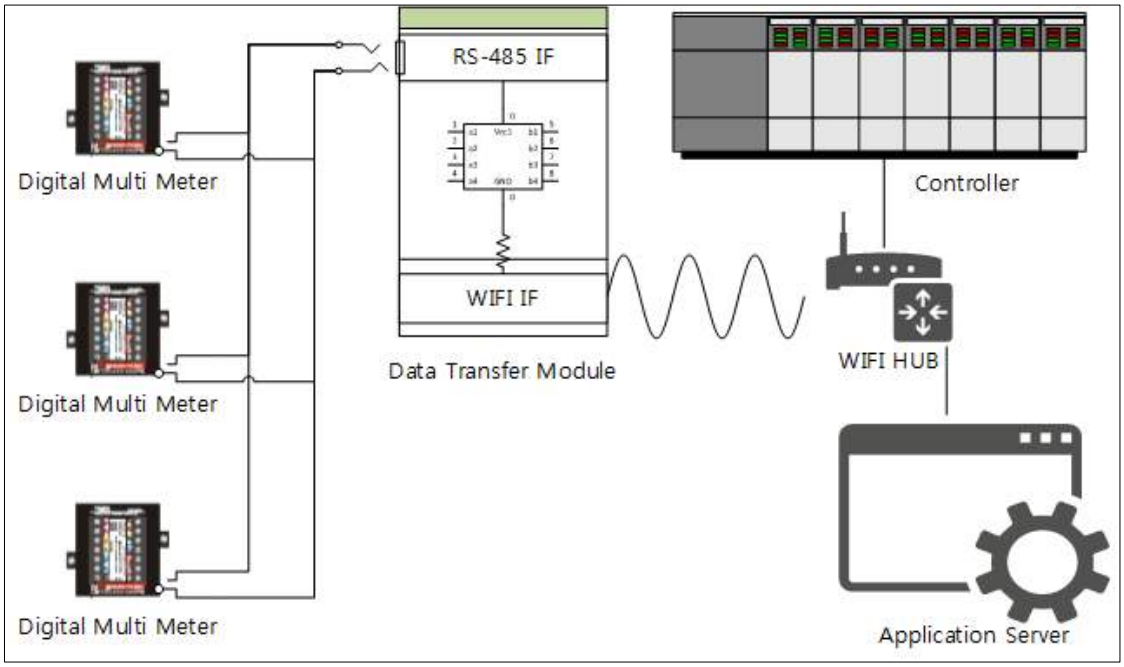
설치 전	설치 후
	

<디지털 측정 장치 및 확장형 H/W 보드 구축 모습>

나) 전력 사용량 데이터 수집 기기의 확장형 H/W 보드 개발

o 디지털 전력 사용량 수집기기로부터 수집된 전력량 데이터를 실시간 전송하기 위한 H/W 보드를 개발함

- 고속 이동하는 미니로더의 특성을 고려하여 이동 중에도 통신이 가능하며 Wifi 무선 통신으로 데이터 전송이 가능함
- Serial(RS-485) 인터페이스를 통하여 최대 32개의 디지털 전력 사용량 수집기기와 통신 가능
- 최대 통신속도는 10Mb/s를 지원함
- 통신 프로토콜은 산업용 시리얼 통신 표준인 모드버스(ModBus) 프로토콜을 기반으로 함
- 통신 프로토콜 정의서, Spec 정의서, 회로도, Block Diagram 등 추가 성과물(개발 산출물)로 제출함

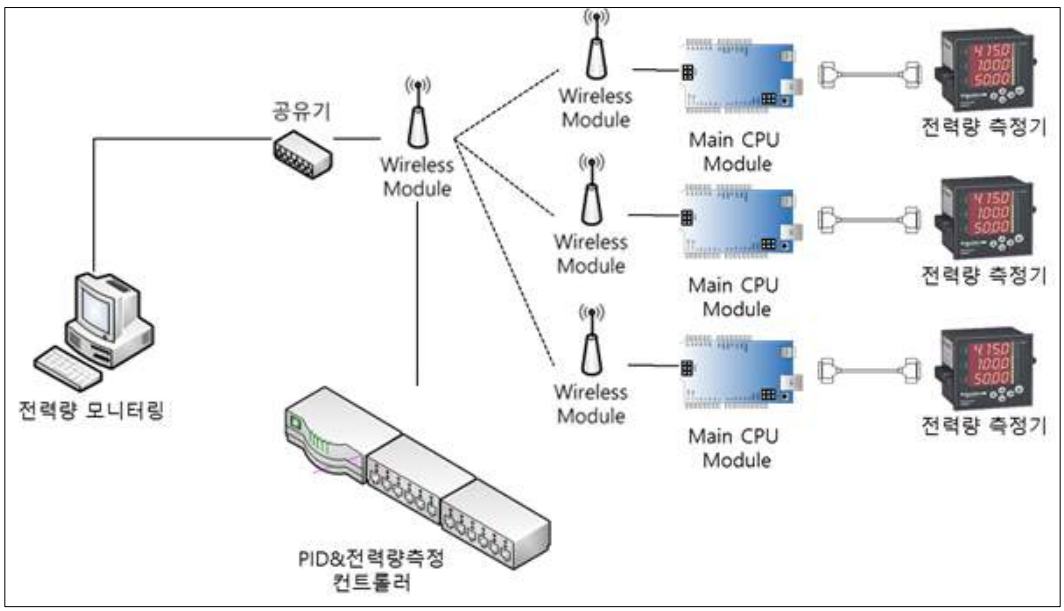


<디지털 전력량 데이터 수집부 시스템 - H/W 구성 개념도>

다) 전력 사용량 데이터 수집 기기의 OS 최적화된 드라이버 S/W 개발

o 전력 사용량 데이터 수집 기기의 제어 및 통신을 위한 드라이버 S/W를 개발함

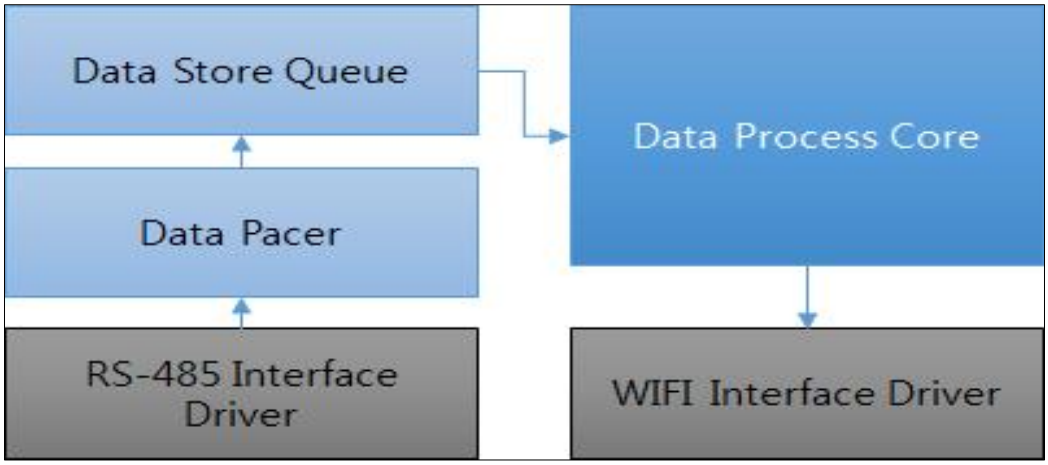
- 전력량 측정 및 전송 H/W 보드들로부터 데이터를 취합하고 관리함
- 인터페이스 보드에 송신대상 서버의 IP를 설정함
- 수집된 전력량 데이터를 수신하는 컨트롤러의 IP를 설정함



<디지털 전력량 데이터 수집부 시스템 - 시스템 구성 개념도>

라) 상위 서버와 연계하기 위한 인터페이스 모듈 개발

o 전력 사용량 데이터 수집 기기의 드라이버 S/W에서 상위 서버(Application 서버)로 데이터를 전송하는 인터페이스 모듈을 개발함



<디지털 전력량 데이터 수집부 시스템 - S/W 시스템 구성도>

o 인터페이스 모듈의 주요 기능은 다음과 같음

- 드라이버 S/W(컨트롤러의 펌웨어)에서 전송해야 될 대상 Application 서버의 IP를 설정하는 기능
- 전력량 측정 및 전송 H/W 보드들로부터 수신되는 데이터들을 컨트롤러의 펌웨어에서 지정된 Application 서버로 연계하는 기능
- 단일 인터페이스 H/W 혹은 복수의 H/W에서 수집 및 송신된 전력량 데이터를 각 전력 사용량 데이터 수집기기 별로 구분하는 파서 기능
- 수집된 데이터를 컨트롤러 메모리 상의 큐(Queue)에 임시로 저장하는 기능

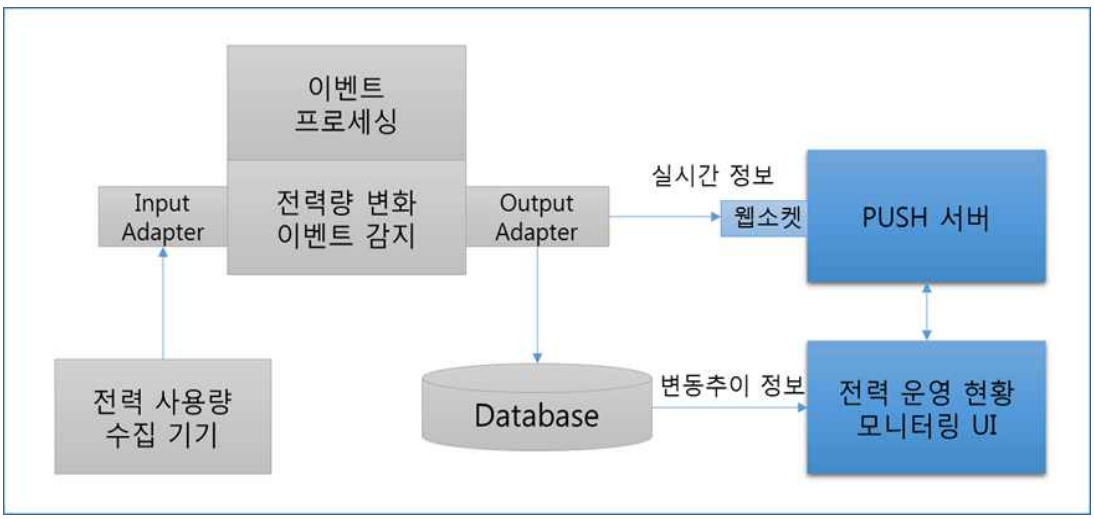
2) 전력량 이벤트 감지 및 모니터링을 위한 S/W 개발

o 전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W는 제작된 미니로더 AS/RS의 전력 사용량을 모니터링 하여 설비 가동 시 소요되는 전력 파악은 물론, 설비의 가동 형태와 전력 사용량의 상관관계를 파악하여 장비운용을 최적화하기 위해 개발됨

- 전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W를 이용한 전력량 관리 기능은 설비의 전력 사용량을 최적화하여, 에너지 사용 효율을 향상 시키고 설비 운영 비용을 절감함
- 개발된 S/W는 설비의 주요 전원 사용부인 주행 모터의 전력 사용 현황을 모니터링 하여 데이터를 수집하여 전력 사용량과 설비 가동 형태의 상관관계를 분석할 수 있도록 지원함
- 데이터 취득 시간은 설비 가동 시 발생할 수 있는 문제에 대한 모니터링도 가능하도록 실시간 취득을 목표로 하되, 무선 통신 환경을 고려하여 1분(min.) 이내 데이터를 완벽히 취득하도록 설정함(현재 1초에 3개 취득)

o 본 S/W는 장비운용 최적화의 목적 뿐 아니라, 향후 보완 시 설비 성능과 전력량의 연관성에 따라 개발에 필요한 모터는 물론 주요 전기기기들의 최적 스펙(specification)을 산정해 볼 수 있는 설계 지원 툴(tool)로 사용이 가능할 것으로 판단됨

o 전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W는 '전력량 변화 이벤트 감지 모듈', '이벤트 프로세싱 모듈', '전력 운영 현황 모니터링 UI'로 구성되며, '전력 사용량 수집 기기'와 연동되어 제작된 미니로더 AS/RS의 전력 사용량을 모니터링 함



<전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W 구조 개념>

- 전력량 변화 이벤트 감지 모듈은 전력 사용량 수집 기기로부터 전송된 미니로더 AS/RS의 전력량 데이터를 데이터베이스(database)에 저장하고 이벤

트 프로세싱 모듈과 연동하여 이상 변화 발견 시 푸시(push) 서버를 통해 모니터링 UI에 전송하는 기능을 수행함

- 푸시(push) 서버는 전력 운영 현황 모니터링 UI의 개발 범위로써, 발생된 변화 이벤트를 UI의 요청 없이도 강제적으로 실시간 경고하기 위해 적용되는 기술임
- 이벤트 프로세싱 모듈은 전력량 변화 이벤트 감지 모듈로부터 전송된 전력 사용량 수집 기기의 측정 데이터를 실시간으로 분석하여 이상 변화 여부를 판단하고, 이상 변화 시 전력량 이벤트 감지 모듈에 알려주는 기능을 수행함
- 전력 운영 현황 모니터링 UI는 데이터베이스(database)에 축적된 전력량 데이터를 가시화하여 사용자가 쉽게 판단할 수 있도록 보여주며, 전력량 변화 이벤트 감지 모듈에서 전송된 이상 변화를 사용자에게 경고하는 기능을 수행함

o 본 연구개발 과제에서는 각 모듈들을 독립적으로 개발하여 상호 연동하는 방식으로 S/W를 개발·구현하였으며, 각 모듈의 개발 수행 내용은 아래의 목차에서 개별적으로 설명함

- 가) 전력량 변화 이벤트 감지 모듈 개발
- 나) 비즈니스 로직에 따른 이벤트 프로세싱 모듈 개발
- 다) 전력운영 현황 모니터링 UI 개발

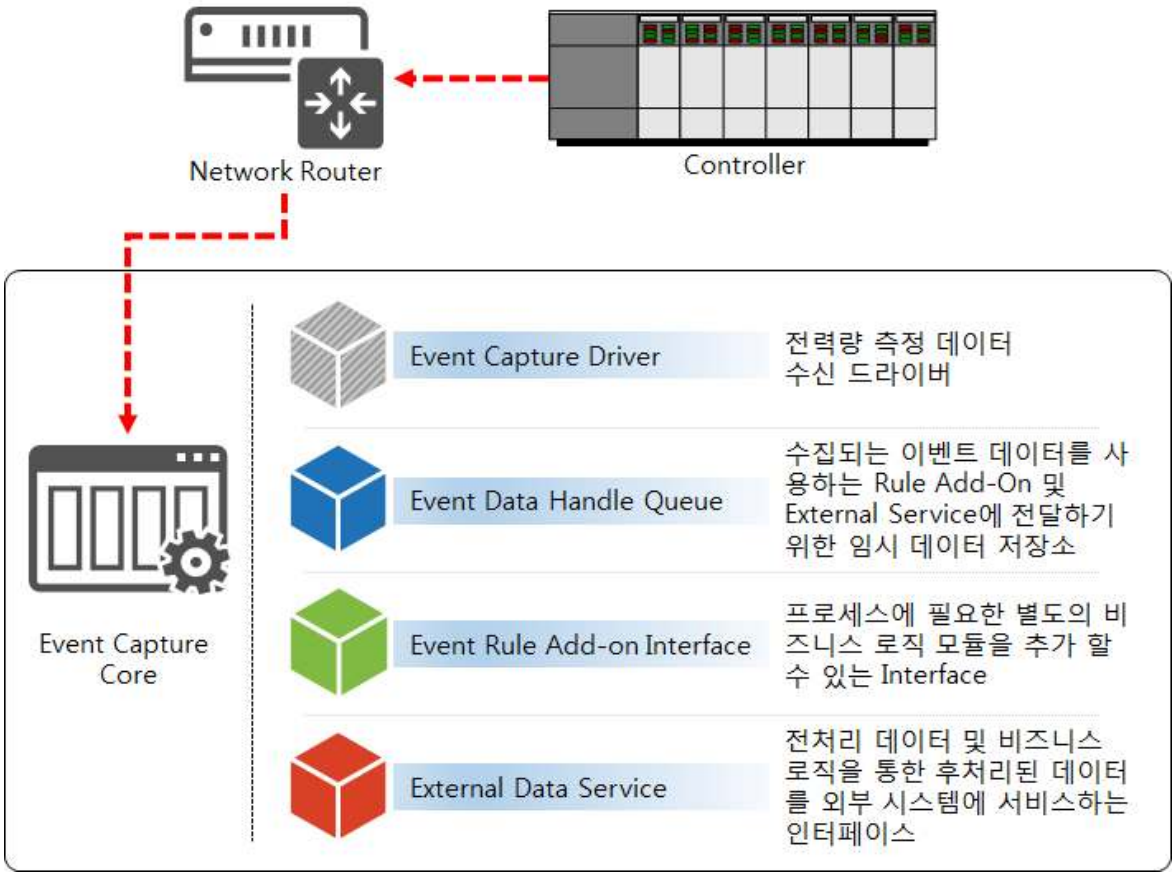
가) 전력량 변화 이벤트 감지 모듈 개발

① 전력량 이벤트 감지 모듈(event capture core) 소개

o 전력량 이벤트 감지 모듈은 전력 사용량 수집 기기로부터 전송되는 전력량 데이터를 수신하여 저장·관리하고 S/W의 다른 모듈들과 연동할 수 있는 인터페이스 역할을 수행하기 위한 목적으로 개발됨

- S/W 내에서 연동되는 다른 모듈에는 '이벤트 프로세싱 모듈'과 '전력 운영 현황 모니터링 UI'가 있으며, '전력 사용량 수집 기기'와도 연동됨

o 전력량 이벤트 감지 모듈의 주요 기능은 4가지로 구성되며, 아래와 같음



<전력량 변화 이벤트 감지 모듈의 주요 기능 및 구조>

- 이벤트 캡처 드라이버(event capture driver) : S/W 구조상에서 전력 사용량 수집 기기와 연동하기 위한 in/out 어댑터(adapter)를 의미하며 측정된 데이터를 수신하고 푸시(push) 서버를 통해 모니터링 UI에 데이터를 송신하는 기능임
- 이벤트 데이터 처리 큐(event data handle queue) : 수신된 전력량 데이터

를 기반으로 이상 변화를 판단하기 위한 '이벤트 프로세싱'모듈에 데이터를 전달하기 위해 임시적으로 데이터를 저장하고 관리하는 기능임

- 이벤트룰 인터페이스(event rule add-on interface) : 미니로더 AS/RS의 전력량 데이터를 분석하여 이상 변화 여부를 판단하는 '이벤트 프로세싱' 모듈과의 확장성과 호환성을 확보하기 위한 내부 인터페이스 드라이버 기능임
  ※ 본 기능을 이용해 서로 다른 이벤트 판단 룰(rule)들을 가지고 있는 여러 개의 이벤트 프로세싱 모듈들과 연동할 수 있음
- 외부 데이터 서비스(external data service) : 전력량 원천 데이터 또는 분석된 이벤트 프로세싱 결과 정보를 '전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W' 외의 타 S/W들과 공유하기 위한 인터페이스 기능임

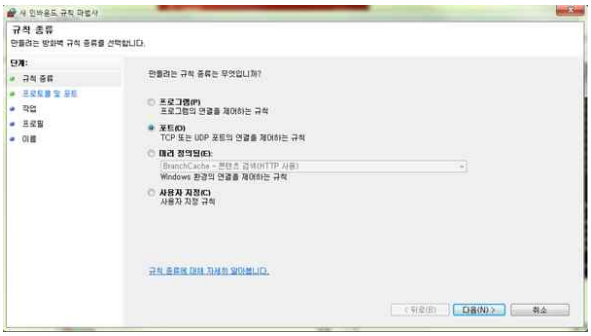
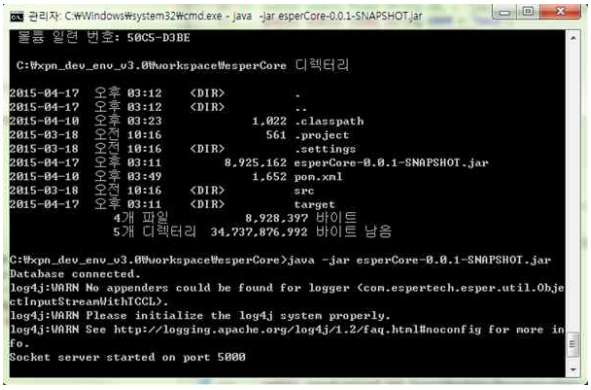
② 사용 방법 및 적용 방안

o 전력량 이벤트 감지 모듈은 '전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W'의 프로젝트 내 모듈로 설치되어 데이터 수신 및 저장·관리 기능과 인터페이스 역할을 수행함

o 전력량 이벤트 감지 모듈은 Java SDK 1.7을 기반으로 개발되었으며, S/W 운영 환경에 따른 설치 방법을 다음과 같이 제시함

- 설치(install) 과정은 사전 준비(pre-installation), 설치(installation), 설치 후 적용(Post-installation)의 과정으로 진행됨

설치 단계	설명	적용 과정
사전 준비 (pre-installation)	설치에 필요한 파일들을 다운로드 하여 준비함	1. 설치할 서버의 O/S에 맞는 파일을 선택하여 다운로드함 ※ Java SDK 1.7 : http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1637583.html 2. 원하는 폴더에 jar 파일을 위치시킴
설치 (installation)	S/W 운영 환경 셋팅을 위해 Java를 설치함	1. 다운로드한 Java SDK를 실행함 2. 설치 항목을 'Development Tools'로 선택함 ※ 부가 모듈의 설치는 필요 없음
설치 후 적용 (post-installation)	개발 프로그램 설치 파일을 실행하고 기본 설정 및 서버 기동을 실행함	1. 방화벽을 설정함 ※ Socket server가 가동된 후 외부에서 연결을 하기 위해 해당 PORT 번호를 허용해야 함

설치 단계	설명	적용 과정
		 ▪ 제어판 -> windows 방화벽 ▪ 고급 설정 선택  ▪ 인바운드 규칙에 새규칙을 추가 - TCP 선택 - 특정 로컬 포트 -> 5000번으로 설정  ▪ 연결 허용 선택 2. 전력량 이벤트 감지 모듈 jar 파일을 실행함 

설치 단계	설명	적용 과정
		▪ 명령 프롬프트 창을 활성화 ▪ 전력량 이벤트 감지 모듈 파일이 있는 폴더로 이동 ▪ 'java-jar 파일명.jar'을 실행

<전력량 이벤트 감지 모듈 설치 매뉴얼 개요>

③ 개발 절차 및 내용

o 전력량 이벤트 감지 모듈의 개발을 위해 전체 S/W 구조에 따른 아키텍처 정의를 기준으로 타 모듈과의 연동 형태 및 개발 모듈의 사용 방식을 분석하였음

o 분석된 기준과 사용 형태에 따라 개발 설계를 수행하였으며, 테스트 과정을 통해 '전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W'에 설치되었음

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
①	아키텍처 정의	전력량 이벤트 감지 모듈과 타 모듈간의 연동 방안 및 S/W 구조 정의	PID 유스케이스 명세서
②	유스케이스 정의	전력량 이벤트 감지 모듈의 예상 사용 방법 및 주요 기능 정의	유스케이스 정의서
③	클래스 설계 및 명세	모듈의 클래스 및 컴포넌트 설계 및 개발 상세 설계	클래스 명세서
④	모듈 테스트	유스케이스를 기반으로 한 기능 테스트 및 연동 테스트	테스트 결과서
기타 산출물			▪ 소스코드 ▪ 모듈 설치 매뉴얼
※ 상세 사항은 개발 산출물로 별도 제출함			

<전력량 이벤트 감지 모듈 개발 절차 및 개요>

④ 테스트 결과 요약

o 전력량 이벤트 감지' 모듈은 개발 후 4개의 사용 형태에 따라 10개의 대분류 기능 테스트를 수행하였음

o 최종 버그 수정까지 총 3회에 걸쳐 테스트를 진행하였으며, 2차 수정 후 검수를 완료함

Usecase	Function	설명	테스트 설명	Input	Output	테스트 결과			수정 사항		
						1차	2차	3차	1차	2차	3차
(UC-SMC-001) 소켓 서버를 생성하고 연결을 받아들인다.	SocketServer(int port)	TCP/IP Socket 통신	사전 설정된 port 번호로 네트워크 Socket 연결을 Open	int	socketServer	ERROR	ok	ok	방화벽 Inbound 규칙 추가	-	-
	SocketServer.accept()	TCP/IP Socket 통신	대기하고 있던 socketServer에 client가 접속하면 socket 객체를 생성한다.	-	socket	ok	ok	ok	-	-	-
(UC-SMC-002) 클라이언트로부터 데이터를 전송 받는다.	DataReceiver(Socket socket)	TCP/IP Socket 통신	socket 객체로부터 데이터를 전송 받는다.	Socket	-	ok	ok	ok	-	-	-
	parsePacket(byte[] data)	Event	전송 받은 데이터의 packet을 분석해 필요한 데이터를 추출한다.	byte[]	-	ok	ERROR	ok	-	Packet 변경으로 인해 Parsing 실패	-
(UC-SMC-003) 데이터를 외부로 전송한다.	JdbcConnector.insertRawData(PowerMeterData pmData)	DataBase 통신	추출한 데이터를 DB에 저장한다.	PowerMeterData	int	ok	ok	ok	-	-	-
	EsperEngine.sendDataToVaadin(List<PowerMeterData> pmDataList)	Event	추출한 데이터를 UI 서비스로 전송한다.	List<PowerMeterData>	-	ERROR	ok	ok	Service Url 에러	-	-
(UC-SMC-004) 이벤트 감지를 위한 설정을 수행한다.	EsperEngine.initialize()	Event	비즈니스로직 처리 모듈로부터 이벤트 셋팅을 로딩해 이벤트리스너를 등록한다.	-	-	ok	ok	ok	-	-	-
	Configuration.addEventTypeAutoName(String packageName)	Event	패키지 내의 클래스를 이벤트 타입으로 등록시킨다.	String	-	ERROR	ok	ok	패키지 경로 에러	-	-

<전력량 이벤트 감지 모듈 테스트 결과서-발췌>

※ 상세 사항은 추가 성과물(개발 산출물)로 별도 제출한 문서 참조

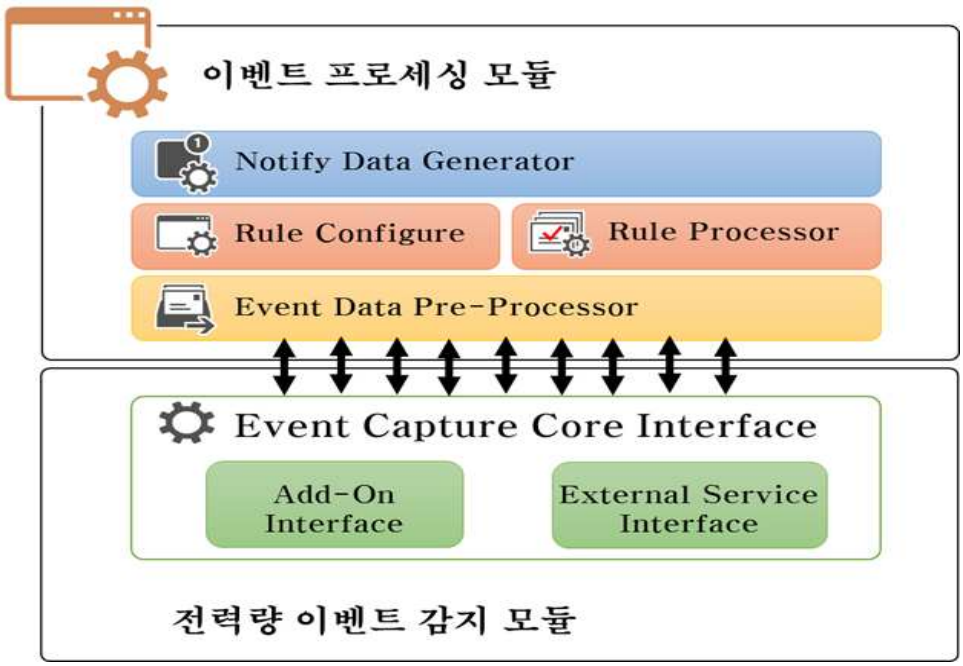
나) 비즈니스 로직에 따른 이벤트 프로세싱 모듈 개발

① 이벤트 프로세싱 모듈 소개

o 이벤트 프로세싱 모듈은 전력량 이벤트 감지 모듈로부터 미니로더 AS/RS의 전력 사용량 데이터를 전달 받아, 정해진 규칙에 기반하여 현재 사용되는 전력량의 이상 변화 여부를 판단하는 역할을 수행하기 위한 목적으로 개발됨

- 이상 변화 여부는 전달 받은 전력 사용량의 현재 패턴을 분석하여 데이터의 최대치와 최소치 또는 평균치의 변화 폭이 설정된 정상 수준을 넘었을 경우로 판단되어짐
- 이벤트 프로세싱 모듈은 사용자의 설비 운영 환경에 따라 다양한 형태의 알고리즘으로 개발되어 질 수 있으며, 전력량 이벤트 감지 모듈의 이벤트 룰 인터페이스(event rule add-on interface) 기능을 이용해 여러 개를 호환해서 사용할 수 있음
- 본 연구개발 과제에서는 일반적인 판단 기준만을 적용하였으며, 향후 확장성과 호환성을 확보하는 것을 목표로 개발하였음

o 이벤트 프로세싱 모듈은 크게 4가지의 핵심 기능으로 구성되어 있음



<이벤트 프로세싱 모듈의 주요 기능 및 구조>

- 이벤트 데이터 사전 처리(event data pre-processor) : 전력량 이벤트 감지 모듈의 이벤트 데이터 처리 큐에 축적되어 있는 데이터를 이상 변화 판단 로직에 필요한 형태로 1차 가공 및 필터링(filtering)하여 룰 프로세서 기능으

로 전달하는 기능임

- 룰 설정(rule configure) : 사용자의 설비 운영 환경 또는 설비 개발 환경에 따라 전력 사용량의 일반적인 패턴을 설정하거나 이상 변화로 판단되어 지는 전력량 변화 폭을 설정하여 변화 판단 기준들을 관리하기 위한 기능임
- 룰 프로세서(rule processor) : 룰 프로세서는 이벤트 데이터 사전 처리 기능에서 전달된 1차 가공 데이터에 룰 설정 기능에서 설정된 판단 기준을 적용하여 이상 변화 여부를 판단하는 이벤트 프로세싱 모듈의 핵심 기능임
- 알림 정보 생성(notify data generator) : 룰 프로세서에서 판단된 이상 변화 중 사용자가 알림을 받고자하는 이벤트를 설정하는 기능이며, 전력량 이벤트 감지 모듈의 외부 데이터 서비스(external data service)와 연계하여 전력량 감지 및 모니터링 S/W 외의 외부 S/W와 정보를 공유함

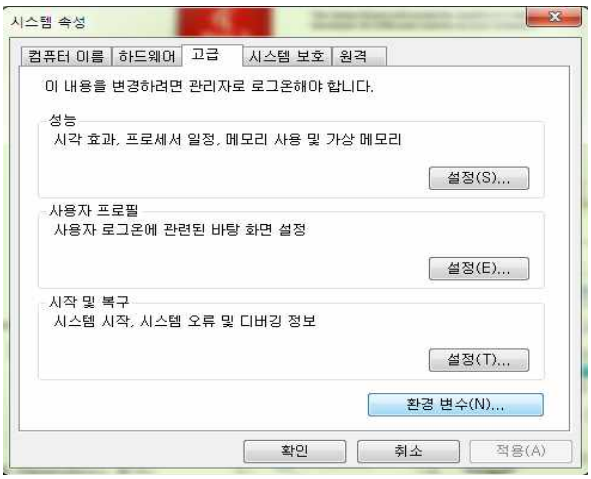
② 사용 방법 및 적용 방안

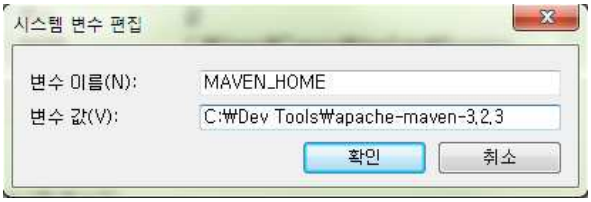
o 이벤트 프로세싱 모듈은 '전력량 이벤트 감지 및 모니터링 S/W'의 전력량 이벤트 감지 모듈과 함께 설치되어 이상 변화 여부를 판단하여 사용자에게 전달하거나, 외부 S/W와 공유하는 역할을 수행함

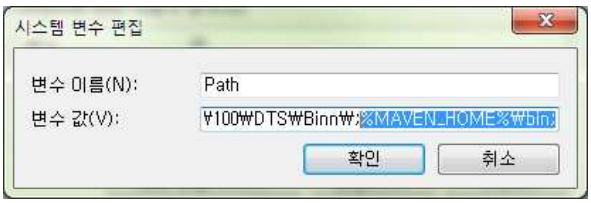
o 이벤트 프로세싱 모듈은 Java SDK 1.7을 기반으로 개발되었으며, apache maven 3.2x 내에서 동작함

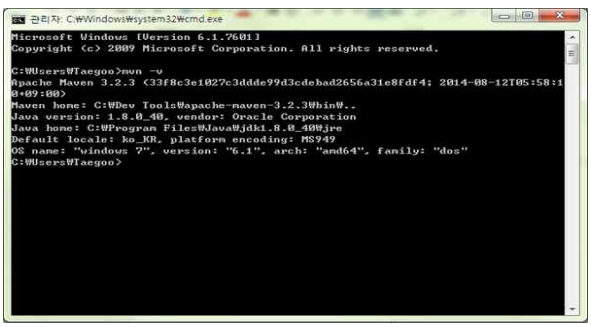
- 이벤트 프로세싱 모듈은 전력량 이벤트 감지 모듈이 필수적으로 필요하며, 사전에 설치되어 있어야 함
- Maven을 설치하여 필수 연계 모듈인 전력량 이벤트 감지 모듈과의 버전 호환성을 자동으로 확인하고 적용하도록 함
- 설치(install) 과정은 사전 준비(pre-installation), 설치(installation), 설치 후 적용(Post-installation)의 과정으로 진행됨

설치 단계	설명	적용 과정
사전 준비 (pre-installation)	설치에 필요한 파일들을 다운로드 하여 준비함	1. 설치할 서버의 O/S에 맞는 파일을 선택하여 java와 maven을 다운로드함 ※ Java SDK 1.7 : http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1637583.html ※ Apache maven 3.2.x : http://apache.mirror.cdnetworks.com/maven/maven-3/3.2.5/binaries/apache-maven-3.2.5-bin.zip 2. 전력량 이벤트 감지 jar 파일이 위치한 폴더에 위치시킴

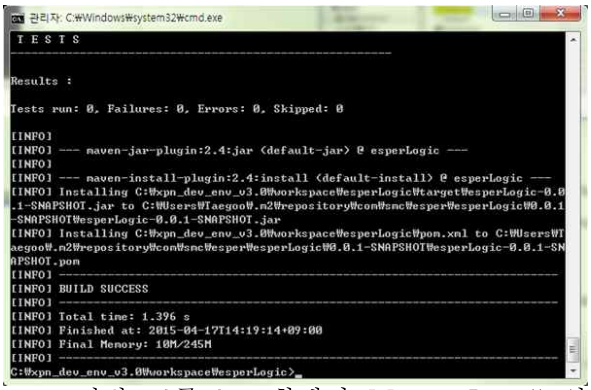
<table>
<tr><th>설치 단계</th><th>설명</th><th>적용 과정</th></tr>
<tr><td rowspan="2">설치
(installation)</td><td>S/W 운영 환경
셋팅을 위해
Java를 설치함</td><td>1. 다운로드한 Java SDK를 실행함
2. 설치 항목을 'Development Tools'로 선택함
※ 부가 모듈의 설치는 필요 없음</td></tr>
<tr><td>상위 모듈과의
버전 호환성을
관리하기 위해
maven을 설치함</td><td>1. 다운로드한 압축 파일을 해제함
2. 순서에 맞추어 환경 변수를 추가함
 

▪ 시스템 속성 -> 고급 -> 환경 변수
 

▪ Maven이 있는 폴더의 경로로 'MAVNE_HOME' 이라는 새로운 시스템 변수를 생성
 

▪ Path에 '%MAVEN_HOME%bin'을 추가함
 

▪ 명령 프롬프트 창을 실행 후 mvn - v 입력해서 제대로 설치되었는지 확인함</td></tr>
</table>

설치 단계	설명	적용 과정
		3. 모듈 dependency를 추가함 <dependency> <groupId>com.smc.esper</groupId> <artifactId>esperLogic</artifactId> > <version>0.0.1-SNAPSHOT</version> <scope>system</scope> <systemPath>esperLogic.jar 파일 경로</systemPath> </dependency> ▪ 전력량 이벤트 감지 모듈 프로젝트의 pom.xml 파일에 개발한 이벤트 프로세싱 모듈의 dependency를 추가함
설치 후 적용 (post-installation)	개발 프로그램 설치 파일을 실행하고 기본 설정 및 서버 기동을 실행함	1. 프로젝트를 빌드하여 에러 여부를 확인함  ▪ 명령 프롬프트 창에서 Maven Install 실행 후 설치를 완료함 ▪ 전력량 이벤트 감지 모듈의 pom.xml 파일이 있는 곳에서 mvn install 실행

<이벤트 프로세싱 모듈 설치 매뉴얼 개요>

③ 개발 절차 및 내용

o 이벤트 프로세싱 모듈은 타 모듈과의 연동 형태 및 사용자의 사용 방식을 분석하여 정의하고 이에 따른 데이터 처리 방식 및 상세 개발 설계를 진행하여 개발되었음

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
①	유스케이스 정의	이벤트 프로세싱 모듈의 사용 방식과 개발 목표 기능을 정의	유스케이스 정의서
②	데이터베이스 설계	정의된 기능과 연동 데이터에 따른 데이터 베이스 설계	데이터베이스 설계서

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
③	클래스 설계 및 명세	모듈의 클래스 및 컴포넌트 설계 및 개발 상세 설계	클래스 명세서
④	모듈 테스트	유스케이스를 기반으로 한 기능 테스트 및 연동 테스트	테스트 결과서
기타 산출물			▪ 소스코드 ▪ 모듈 설치 매뉴얼
※ 상세 사항은 개발 산출물로 별도 제출함			

<이벤트 프로세싱 모듈 개발 절차 및 개요>

④ 테스트 결과 요약

o 이벤트 프로세싱' 모듈은 개발 후 3개의 사용 형태에 따라 5개의 대분류 기능 테스트를 수행하였음

o 최종 버그 수정까지 총 3회에 걸쳐 테스트를 진행하였으며, 2차 수정 후 검수를 완료함

Usecase	Function	설명	테스트 설명	Input	Output	테스트 결과			수정 사항		
						1차	2차	3차	1차	2차	3차
(UC-SMC-001) 이벤트 캡쳐 설정을 로딩한다.	this.getClass().getClassLoader().getResourceAsStream(String name)	Event	이벤트 캡쳐 설정 파일을 로딩한다.	String	InputStream	ERROR	ok	ok	파일 경로 이상	-	-
	EPServiceProvider.getEPAdministrator().getDeploymentAdmin().readDeploy(InputStream stream, String moduleURI, String moduleArchive, Object userObject)	Event	로드한 파일로부터 EPL 문장을 읽어들인다.	InputStream	DeploymentResult	ERROR	ERROR	ok	EPL 문법 오류	EPL 문법 오류	-
	EPServiceProvider.getEPAdministrator().getStatement(String name)	Event	읽어들인 EPL 문장 중 사용할 statement를 가져온다.	String	EPStatement	ok	ok	ok	-	-	-
(UC-SMC-002) 이벤트를 감지한다.	SMCListener.update(EventBean[] newEvents, EventBean[] oldEvents)	Event	이벤트를 감지해 비즈니스 로직을 수행한다.	EventBean[]	-	ok	ok	ok	-	-	-
(UC-SMC-003) 이상 데이터를 로깅한다.	JDBCConnector.insertEventHistory(String motorId, long timeStamp, String description)	DataBase 통신	감지된 이상 데이터를 데이터베이스에 저장한다.	String, long, String	int	ok	ok	ok	-	-	-

<이벤트 프로세싱 모듈 테스트 결과서-발췌>

※ 상세 사항은 추가 성과물(개발 산출물)로 별도 제출한 문서 참조

다) 전력 운영 현황 모니터링 UI 개발

① 전력 운영 현황 모니터링 UI 소개

o 전력 운영 현황 모니터링 UI는 수집된 전력 사용량 데이터와 분석된 이상 변화 정보를 가시화하여 사용자가 쉽게 파악할 있도록 지원하는 서비스를 목적으로 개발됨

- 본 모듈은 사용자 위주의 서비스 모듈로서 현재 사용되고 있는 전력량 데이터 및 과거 사용 패턴을 대시보드(dashboard)로 가시화하여 사용자가 전력량 운영 변화를 쉽게 인지할 수 있도록 지원함
- 모니터링 UI는 독립적으로 운용될 수 없으며, 전력 사용량 데이터 수집 기기와 데이터를 수신하고 판단하기 위한 전력량 이벤트 감지 모듈 및 이벤트 프로세싱 모듈이 필수적으로 필요함

o 전력 운영 현황 모니터링 UI는 현재 전력 사용량을 파악하기 위한 전력량 변동 실시간 모니터링 UI와 기기 별 전력량 변동 추이 모니터링 UI로 구성됨

o 전력량 변동 실시간 모니터링 UI는 전력량 이벤트 감지 모듈로부터 전달 받은 현재의 전력 사용량 데이터와 이상 변화에 대한 이벤트 정보를 실시간으로 그래프 형태로 변환하여 사용자에게 제공하는 UI임

- 전력 사용량 데이터를 실시간으로 수신하기 위해 전력량 이벤트 감지 모듈과 푸시(push) 서버를 이용하여 연동시킴
- 푸시 서버는 전력량 이벤트 감지 모듈에서 발생한 데이터들을 전력량 변동 모니터링 UI의 요청 없이도 강제적으로 데이터를 송·수신하는 역할을 수행함
- 데이터의 송·수신 방식은 rest service를 이용하여 처리되며, rest service는 내부 모듈 간의 데이터 교환(transaction)을 가장 가볍고 빠르게 처리할 수 있는 프로토콜임
- 수신된 실시간 데이터를 통계 데이터로 가공하여 데이터베이스에 저장하며, 동시에 그래프 형태로 변환하여 화면 대시보드에 표출하는 기능을 개발함

o 기기 별 전력량 변동 추이 모니터링 UI는 데이터베이스에 누적된 통계 데이터를 이용하여 과거 데이터에 기반한 장비 별 전력 사용 패턴 및 장비의 성능 변화 원인 등을 추적하기 위한 대시보드를 제공하는 UI임

- 기기 별 전력량 변동 추이 모니터링은 전력량 변동 실시간 모니터링과 같이 과거의 데이터를 그래프로 변환하여 사용자가 전력 사용 패턴 및 변동 특이점 등을 쉽게 인지할 수 있도록 지원함
- 특정 장비 별 통계 및 패턴 정보의 표출이 가능하며, 기간별, 시간대별 전력 사용량 추이를 도식화하는 것이 가능함

o 전력 운영 현황 모니터링 UI에서 제공하는 사용자 서비스 화면 및 서비스 항목은 아래 표와 같음

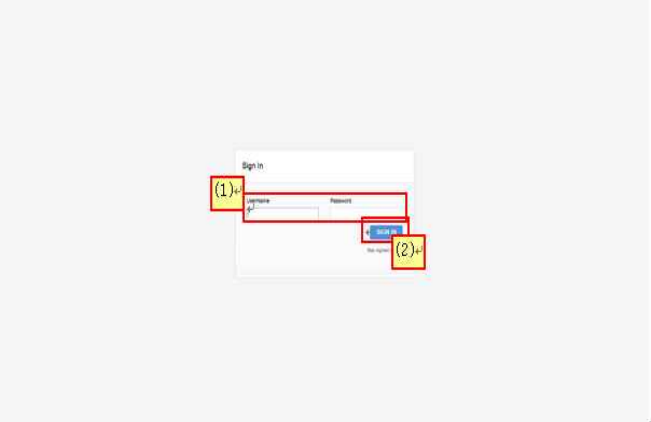
순번	서비스	서비스 화면	서비스 세부 항목	서비스설명
1	전력량 변동 실시간 모니터링	실시간 모니터링_1 화면	실시간 그래프 데이터 푸시	주행모터와 승강모터의 속도 및 가속도, 전력, 전류 값을 실시간으로 받아옴
		실시간 모니터링_2 화면	실시간 그래프 데이터 푸시	주행모터와 승강모터의 속도 및 가속도, 전력, 전류 값을 실시간으로 받아옴
2	과거 사용량	과거 사용량 조회 화면	과거 사용량 조회	선택한 기간, 지령 속도/가감속, 목표 번지/단을 기준으로 과거 모터 데이터를 조회함
			과거 사용량 엑셀 다운로드	조회한 과거 모터 사용량을 엑셀로 다운로드함
3	누적 전력 소모량	누적 전력 소모량 조회 화면	누적 전력 소모량 조회	선택한 기간 동안에 누적된 전력 소모량 정보를 조회함
			누적 전력 소모량 엑셀 다운로드	조회한 누적 전력 소모량을 엑셀로 다운로드함
4	이상 내역	이상 내역 조회 화면	이상 내역 조회	이상 내역 데이터를 조회함
			이상 내역 엑셀 다운로드	조회한 이상 내역 데이터를 엑셀로 다운로드함

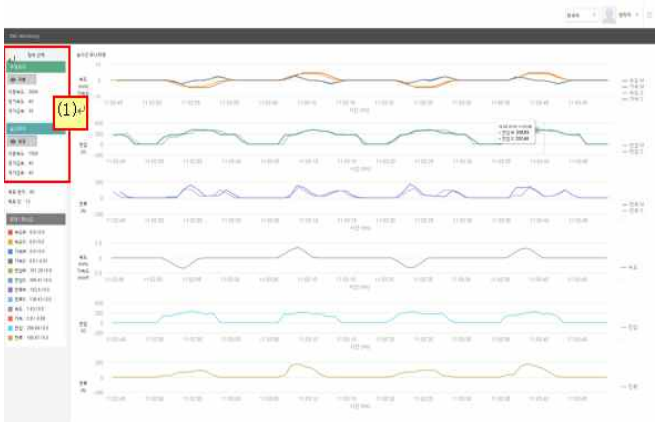
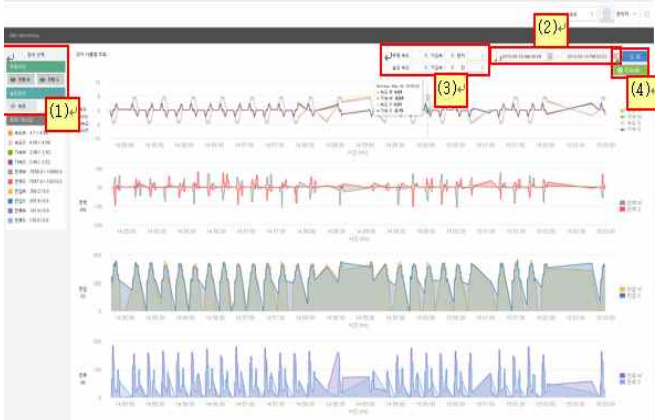
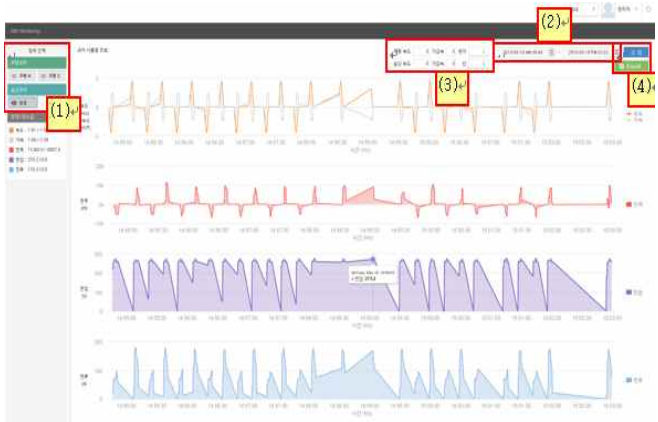
<전력 운영 현황 모니터링 UI 서비스 화면 및 서비스 항목>

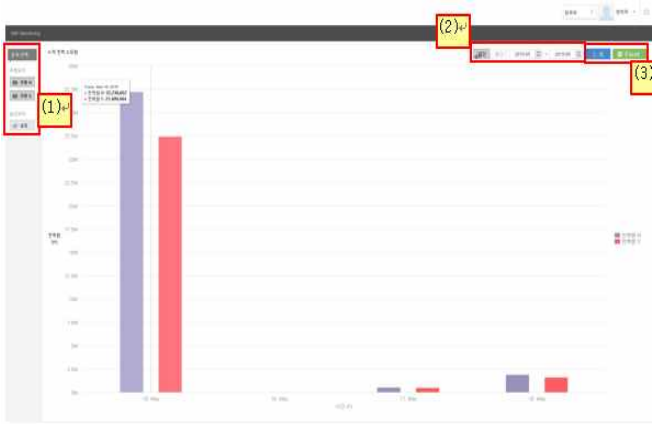
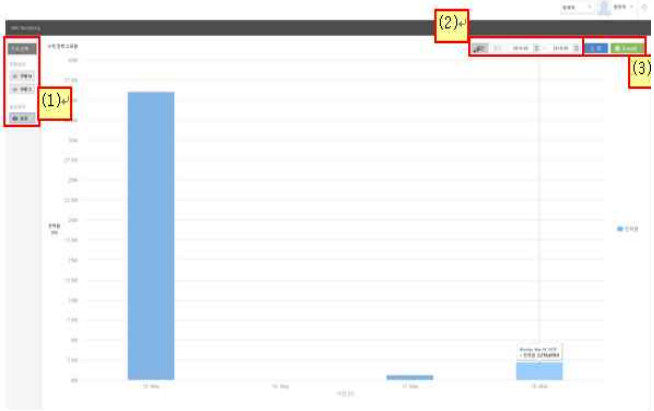
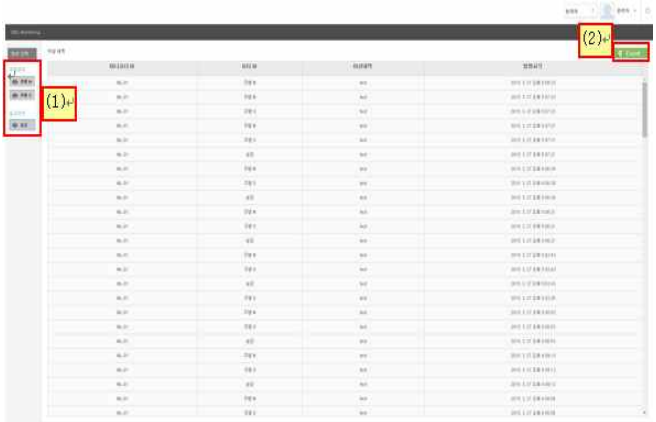
② 사용 방법 및 적용 방안

o 전력 운영 현황 모니터링 UI는 사용자의 직접적인 처리 작업 없이 데이터를 자동으로 수집·가공하여 전력 사용량을 조회하는 방식으로 서비스를 제공함

- 사용자의 편의성을 최대화 하였으며, 전력 운영 현황을 보다 쉽고 빠르게 인지할 수 있도록 설계하고 개발되었음

구분	서비스 화면	사용법
로그인		(1) ID와 비밀번호를 입력함 (2) SIGN IN 버튼을 클릭하여 로그인함
전력량 변동 실시간 모니터링	① 실시간 모니터링 화면 1  ▪ 주행 모터 : 속도/가속도, 전압, 전류  ▪ 승강 모터 : 속도/가속도, 전압, 전류	(1) 조회를 원하는 모터 타입을 선택함 ※ 주행 모터와 승강 모터를 구분하여 조회할 경우 화면 1과 모터 타입 선택

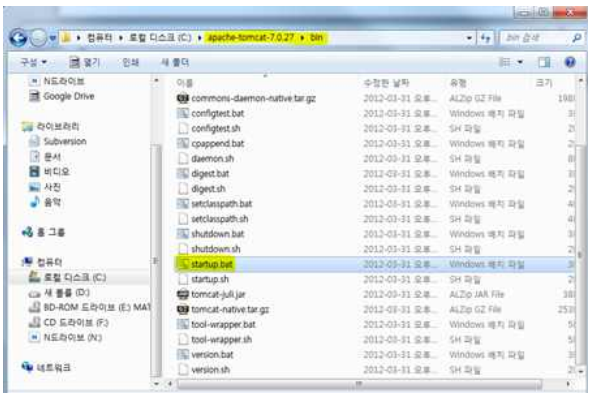
구분	서비스 화면	사용법
	② 실시간 모니터링 화면 2  ▪ 주행 모터 + 승강 모터 : 속도/가속도, 전압, 전류	(1) 메뉴에서 화면 2를 선택함 ※ 주행 모터와 승강 모터를 함께 조회할 경우
과거 사용량 조회	 ▪ 주행 모터 : 속도/가속도, 전압, 전류  ▪ 승강 모터 : 속도/가속도, 전압, 전류	(1) 조회를 원하는 모터 타입을 선택함 (2) 조회 기간을 선택함 (3) 모터의 진력속도/ 가감속, 목표 번지/단을 설정함 (4)-1 조회 버튼 : 조회조건에 따른 데이터 조회를 실행함 (4)-2 Exel 버튼 : 조회한 데이터를 엑셀 파일로 다운로드함

구분	서비스 화면	사용법
누적 전력 소모량 조회	 ▪ 주행 모터 : 조회기간 동안 누적된 전력 사용량  ▪ 승강 모터 : 조회기간 동안 누적된 전력 사용량	(1) 조회를 원하는 모터 타입을 선택함 (2) 조회기간을 선택함 (3)-1 조회 버튼 : 조회조건에 따른 데이터 조회를 실행함 (3)-2 Exel 버튼 : 조회한 데이터를 엑셀 파일로 다운로드함
이상 내역 조회	 ▪ 이상 내역을 모터 별로 분류	(1) 조회를 원하는 모터 타입을 선택함 (2) Exel 버튼 : 조회한 데이터를 엑셀 파일로 다운로드함

<전력 운영 현황 모니터링 UI 사용 방법>

o 전력 운영 모니터링 UI는 Java SDK 1.7을 기반으로 개발되어 tomcat server v.7에서 동작하며 설치를 위해 application install war 파일이 필요함

- 전력 운영 모니터링 UI는 사전에 설치된 전력량 이벤트 감지 모듈과 이벤트 프로세싱 모듈과 함께 설치되어 동작함
- 웹 기반의 애플리케이션(application)으로 웹 서버(tomcat)의 설치가 필요함

설치 단계	설명	적용 과정
사전 준비 (pre-installation)	설치에 필요한 파일들을 다운로드 하여 준비함	1. 설치할 서버의 O/S에 맞는 파일을 선택하여 java와 maven을 다운로드함 ※ Java SDK 1.7 : http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1637583.html ※ Tomcat Server 7 : http://tomcat.apache.org/download-70.cgi 2. 전력량 이벤트 감지 jar 파일이 위치한 폴더에 위치시킴
설치 (installation)	S/W 운영 환경 셋팅을 위해 Java를 설치함	1. 다운로드한 Java SDK를 실행함 2. 설치 항목을 'Development Tools'로 선택함 ※ 부가 모듈의 설치는 필요 없음
	웹 서버 설치를 위해 tomcat을 설치함	1. 다운로드한 압축 파일을 해제함 2. 설치 대상 위치를 선택함(C 드라이브) 3. 설치 파일을 실행하여 설치
	UI를 사용하기 위한 application을 설치함	1. tomcat 설치 위치에 War 파일을 복사함 ※ 복사 대상 위치 - C:\apache-tomcat-7.0.27\webapps 2. 애플리케이션이 웹 서버에 자동으로 설치됨
설치 후 적용 (post-installation)	프로그램 설치 완료 후 애플리케이션의 기본 설정 및 서버 기동을 실행함	1. 애플리케이션이 설치된 서버를 실행함  ▪ tomcat 기동파일(Bin 폴더 하위의 stratup.bat) 실행

<전력 운영 현황 모니터링 UI 설치 매뉴얼 개요>

③ 개발 절차 및 내용

o 전력 운영 현황 모니터링 UI는 사용자에게 제공할 서비스 항목 및 관련 기능을 정의하고 사용자 화면을 사전에 설계하여 개발 및 테스트 절차를 진행하였음

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
①	기능 정의	사용자에게 필요한 서비스항목 정의 및 기능 정의	기능 정의서
②	UI 설계	서비스 항목과 기능에 따른 화면 설계	UI 설계서
③	모듈 테스트	서비스 항목에 대한 기능 테스트 및 모듈 간 연동 테스트	테스트 결과서
기타 산출물			▪ 소스코드 ▪ 사용자 매뉴얼 ▪ 모듈 설치 매뉴얼
※ 상세 사항은 개발 산출물로 별도 제출함			

<전력 운영 현황 모니터링 UI 개발 절차 및 개요>

④ 테스트 결과 요약

o 전력 운영 현황 모니터링 UI는 개발 후 5개의 서비스 형태에 따라 14개의 대분류 기능 테스트를 사용자 참석 하에 수행하였음

o 최종 버그 수정까지 총 3회에 걸쳐 테스트를 진행하였으며, 1차 수정 후 검수를 완료함

Usecase	Function	설명	테스트 설명	Input	Output	테스트 결과			수정 사항		
						1차	2차	3차	1차	2차	3차
(UC-SMC-001) 실시간 데이터를 받는다.	BroadcastListener.receiveBroadcast(int upSpd, ... long timeStamp)	Vaadin Push Service	서비스를 통해 실시간으로 전력량 데이터를 받아 그래프를 갱신한다.	int, ... long	-	ERROR	ok	ok	Push 에러	-	-
(UC-SMC-002) 과거 사용량을 조회한다.	SMCController.getBasePowerMeterAHistory(long fromDate, long toDate, int speed, int accel, int address, int step)	REST Service	조회조건에 따른 주행 마스터 모터의 과거 사용량을 조회한다.	long, long, int, int int	List<PowerMeter>	ERROR	ok	ok	SQL 에러	-	-
	SMCController.getBasePowerMeterBHistory(long fromDate, long toDate, int speed, int accel, int address, int step)	REST Service	조회조건에 따른 주행 슬레이브 모터의 과거 사용량을 조회한다.	long, long, int, int int	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
	SMCController.getBasePowerMeterCHistory(long fromDate, long toDate, int speed, int accel, int address, int step)	REST Service	조회조건에 따른 승강 모터의 과거 사용량을 조회한다.	long, long, int, int int	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
(UC-SMC-003) 누적 전력 소모량을 조회한다.	SMCController.getDailyAccumulateWattA(long fromDate, long toDate)	REST Service	조회기간 동안의 주행 마스터 모터의 일별 누적 전력 소모량을 조회한다.	long, long	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
	SMCController.getDailyAccumulateWattB(long fromDate, long toDate)	REST Service	조회기간 동안의 주행 슬레이브 모터의 일별 누적 전력 소모량을 조회한다.	long, long	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
	SMCController.getDailyAccumulateWattC(long fromDate, long toDate)	REST Service	조회기간 동안의 승강 모터의 일별 누적 전력 소모량을 조회한다.	long, long	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
	SMCController.getMonthlyAccumulateWattA(long fromDate, long toDate)	REST Service	조회기간 동안의 주행 마스터 모터의 월별 누적 전력 소모량을 조회한다.	long, long	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
	SMCController.getMonthlyAccumulateWattB(long fromDate, long toDate)	REST Service	조회기간 동안의 주행 슬레이브 모터의 월별 누적 전력 소모량을 조회한다.	long, long	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
	SMCController.getMonthlyAccumulateWattC(long fromDate, long toDate)	REST Service	조회기간 동안의 승강 모터의 월별 누적 전력 소모량을 조회한다.	long, long	List<PowerMeter>	ok	ok	ok	-	-	-
(UC-SMC-004) 이상 내역을 조회한다.	SMCController.getEventHistory()	REST Service	주행 마스터/슬레이브 모터, 승강 모터의 이상 내역을 조회한다.	-	List<EventHistory>	ok	ok	ok	-	-	-
(UC-SMC-005) 조회 결과를 엑셀로 다운로드 한다.	HistoryView.excelExportHistory()	Event	조회한 과거 사용량 데이터를 엑셀로 다운로드 한다.	-	-	ERROR	ok	ok	데이터 중복 에러	-	-
	CumulateView.excelExportCumulation()	Event	조회한 누적 전력 소모량 데이터를 엑셀로 다운로드 한다.	-	-	ok	ok	ok	-	-	-
	EventHistoryView.excelExportEventHistory()	Event	조회한 이상 내역 데이터를 엑셀로 다운로드 한다.	-	-	ok	ok	ok	-	-	-

<전력 운영 현황 모니터링 UI 테스트 결과서-발췌>

※ 상세 사항은 추가 성과물(개발 산출물)로 별도 제출한 문서 참조

3) 실제 전력량 데이터 수집 및 기초 분석

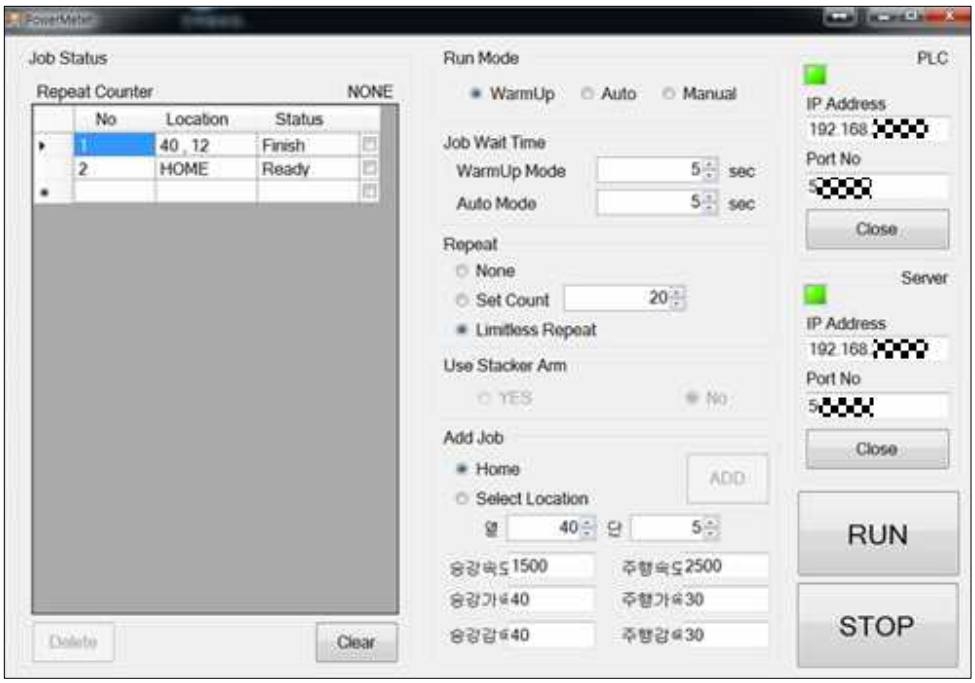
가) 전력량 데이터 수집

① 전력량 데이터 수집용 ECS

o 싱글마스트 시제품과 연동되어 전력 사용량 관리 시스템으로부터 수집되는 실제 전력량 데이터의 정확성을 검증하고, 해당 데이터로 기초 분석을 진행하기 위해 다양한 구동환경 조건의 데이터 수집이 필요함

- 다양한 구동환경 조건이라 함은 미니로더 장비가 가동되는 시간(가동시간), 구동 가감속(구동속도), 구동 1 cycle에 대한 주행 및 승강 길이(구동타입) 등을 의미함

o 싱글마스트 미니로더 장비의 가동시간, 구동속도, 구동타입 등을 설정하여 자동으로 장비의 구동시작과 종료를 제어하는 ECS 모듈을 개발하고, 해당 구동환경 조건에 대한 데이터를 수집함

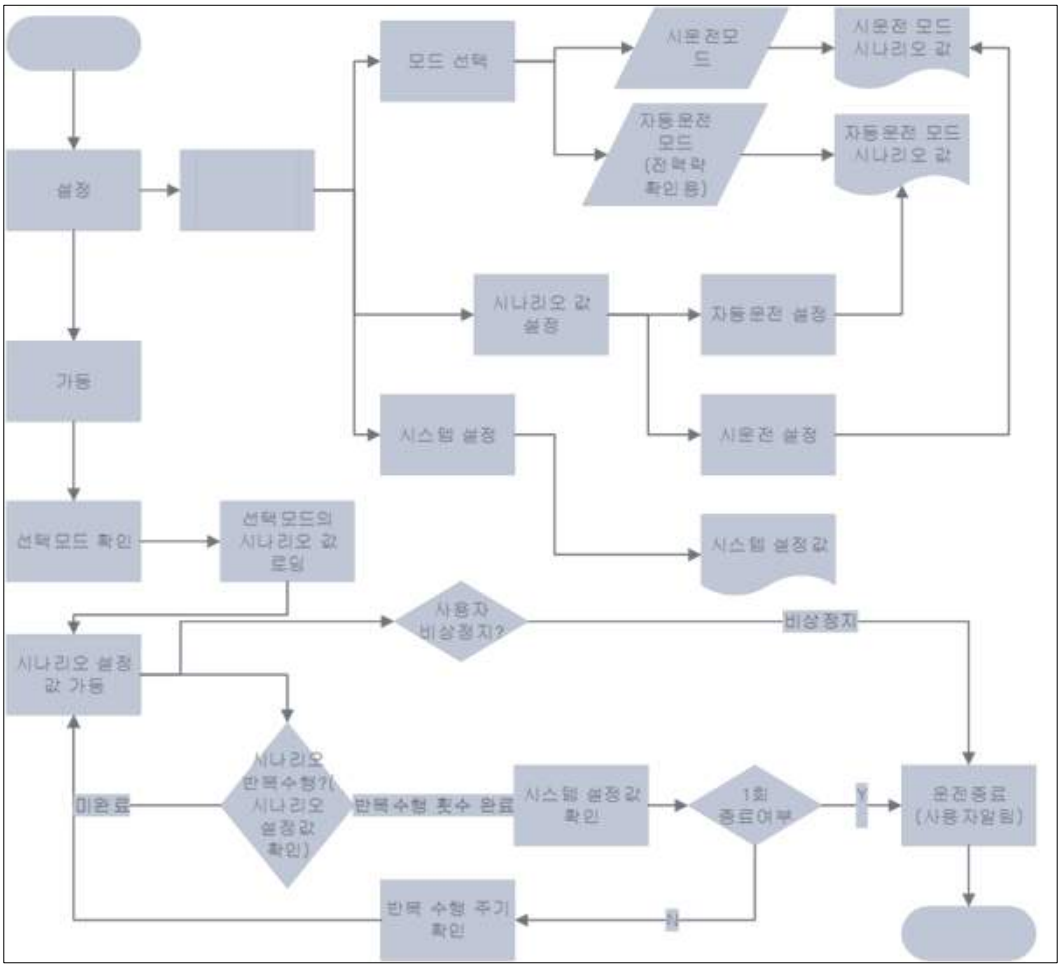


<전력량 데이터 수집용 ECS의 설정 화면>

o 전력량 데이터 수집용 ECS의 구성 모듈과 기능은 다음과 같음

- 스케쥴 프로세스 모듈 : 작업 스케쥴 자동 작동, 작동상태 모니터링 기반의 스케쥴 작동 관리
- 작동상태 모니터링 모듈 : 자동화 장비 운영현황 실시간 모니터링
- 전력량 데이터 통합처리 모듈 : 전력량 데이터 수집, 작동상태 모니터링 기반 자동화 장비 속도 데이터 수집, 수집 데이터의 실시간 매핑, 데이터 발송 외부 서비스

- 스케쥴 설정 모듈 : 작업 스케쥴 목록 등록, 작업 스케쥴 자동 반복 설정, 지령 속도 설정
- 관리 UI 모듈 : 스케쥴 등록, 스케쥴 처리현황 모니터링, 외부 서비스 대상 설정, 지령 속도 설정



<전력량 데이터 수집용 ECS의 Process Flow>

o 전력량 데이터 정확성 검증 및 기초 분석을 위해 전력량 데이터 수집용 ECS에 의해 수집된 데이터는 다음과 같은 구동환경 조건으로 싱글마스트 미니로더를 구동하여 수집되었음

- 구동타입 : 홈복귀 지점에서 40번지 12단 위치까지 주행길이 최대, 승강길이 최대 구동
- 구동속도 : 주행 5m/s, 승강 2m/s, 가감속 4m/s^2
- 가동시간 : 하루 9시간

나) 전력량 데이터 정확성 검증

o 전력 사용량 관리 시스템에 의해 수집된 전력량 데이터는 데이터베이스(DB)

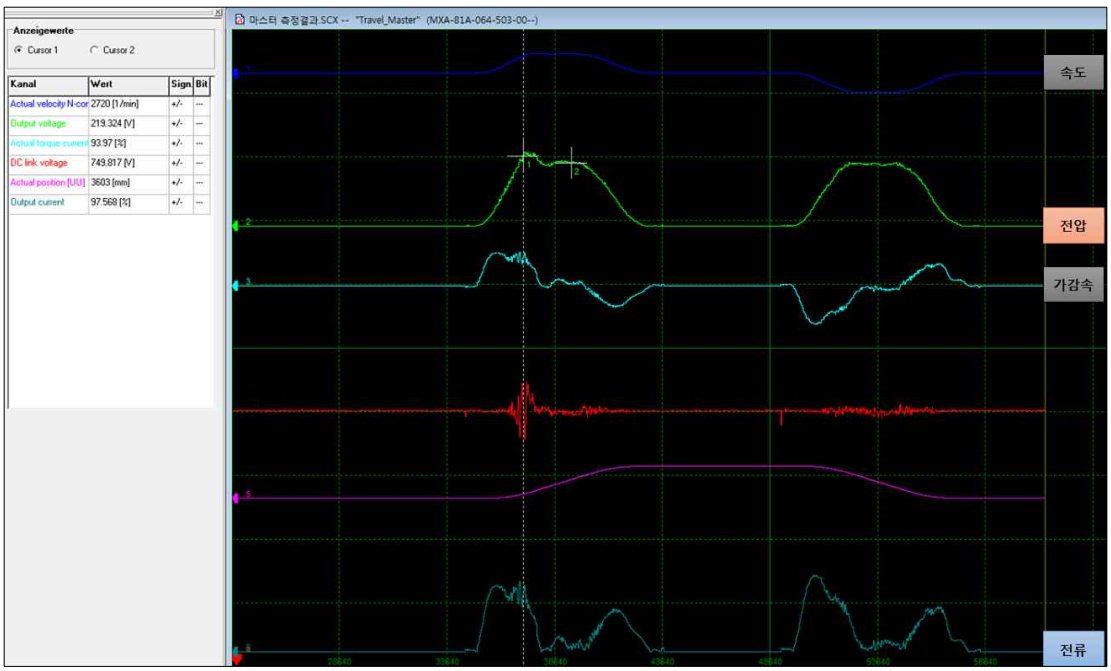
에 축적되는데, 해당 데이터가 실제 측정값이 맞는지 정확성 검증이 필요함

o 미니로더 구동모터 제조업체가 지원하여 모터 상태 모니터링 전문 툴로 실제 소모 전력량 데이터를 측정하여 수집함

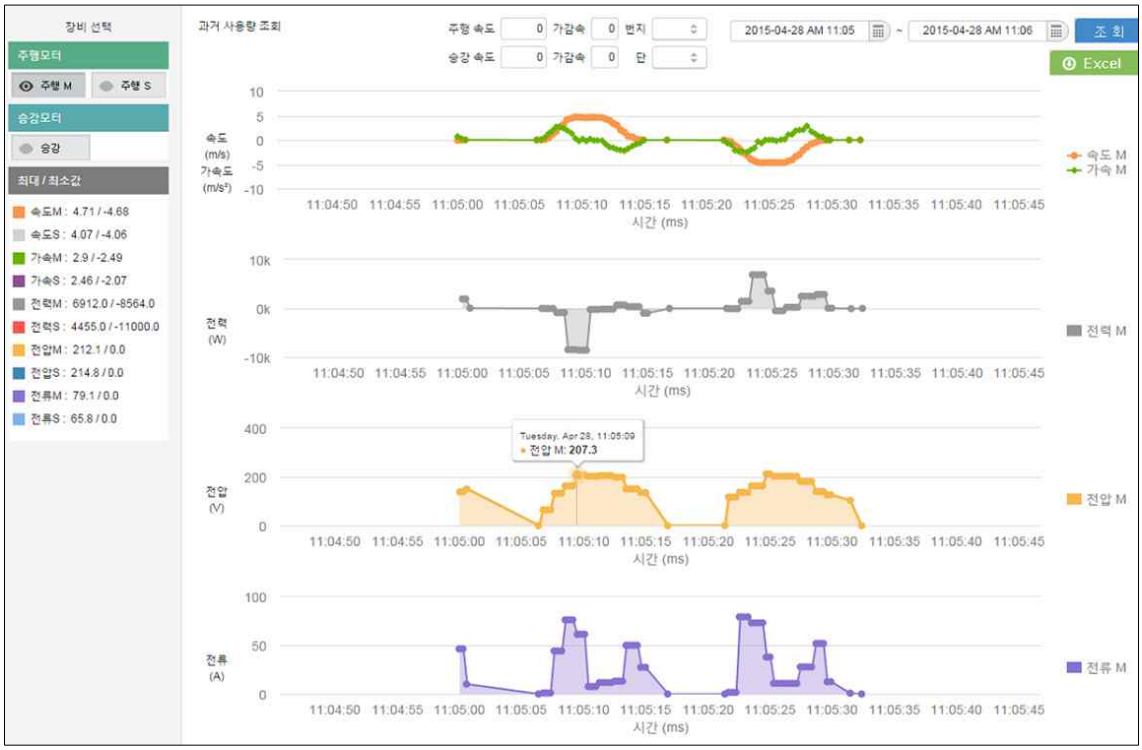
- 해당 전문 툴은 모터 개발 및 유지보수용 툴로써, 실시간 모니터링은 불가능하며, 모터 1 cycle 구동이 완료된 후 해당 이력 조회만 가능함

o 싱글마스트 미니로더가 미리 설정된 구동환경 조건으로 구동할 때 1 cycle 단위로 모터 제조업체 툴 측정 데이터를 백업하고, 해당 데이터와 전력 사용량 관리 시스템에서 수집된 데이터를 비교하여 전력량 데이터의 정확성 및 오차범위를 확인함

- 주행 모터 2개, 승강 모터 1개에 대하여 가속, 등속, 감속 시 전압 및 전류 데이터 값을 비교함



<미니로더 1 cycle 구동에 따른 모터 제조업체 툴로 측정된 데이터 그래프>



<미니로더 1 cycle 구동에 따른 전력 사용량 관리 시스템 데이터 그래프(UI)>

o 전력량 데이터 그래프 비교 결과 구동환경 조건 별로 그래프의 형태가 비슷하였고, 상세 데이터 값을 자세하게 비교하며 전압 값과 전류 값의 오차범위를 파악함

- 아래 비교표는 상세 데이터 값 비교 시 분석했던 데이터 중 일부 데이터임

제조업체 툴 측정 전압(V) 값	전력 사용량 관리 시스템 측정 전압(V) 값	오차값 (V)
219.324	207.3	12.024
210.279	202.182	8.097
197.122	192.75	4.372
162.362	153.066	9.296
199.888	196.362	3.526
107.494	109.686	-2.192
88.395	88.764	-0.369
214.166	199.386	14.78
147.786	139.4444	8.3416
191.964	175.806	16.158
105.289	88.764	16.525
143.188	130.89	12.298
195.366	201.912	-6.546

<전압 데이터 샘플링 비교>

제조업체 툴 측정 전류(A) 값	전력 사용량 관리 시스템 측정 전류(A) 값	오차값 (A)
74.3478	78.38	-4.0322
7.7034	12.735	-5.0316
2.87268	11.41	-8.53732
51.61796	49.54	2.07796
82.28134	75.49	6.79134
7.7034	8.425	-0.7216
51.12364	54.595	-3.47136
23.2175	23.525	-0.3075
75.9943	79.355	-3.3607
14.25462	10.19	4.06462
1.44966	7.83	-6.38034
52.03828	37.65	14.38828
82.66022	81.3	1.36022
33.98968	45.41	-11.4203

<전류 데이터 샘플링 비교>

o 두 데이터 비교 결과 오차범위는 다음과 같으며, 해당 오차의 경우 미미한 수준이므로, 전력 사용량 관리 시스템의 전력량 데이터는 정확성을 확보했다고 판단할 수 있음

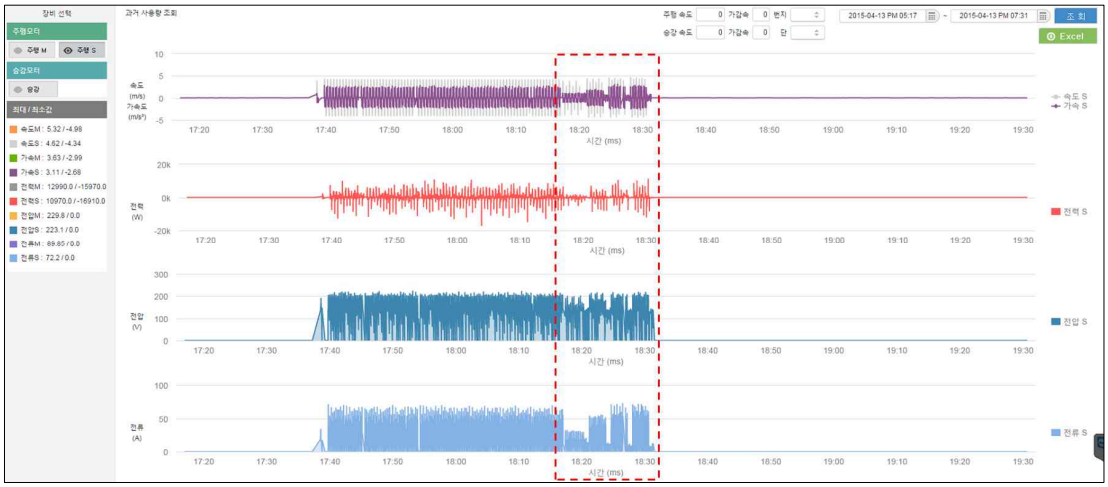
- 전압 값의 오차범위 : -10 V ~ +20 V
- 전류 값의 오차범위 : -10 A ~ +10 A

다) 전력량 데이터 기초 분석

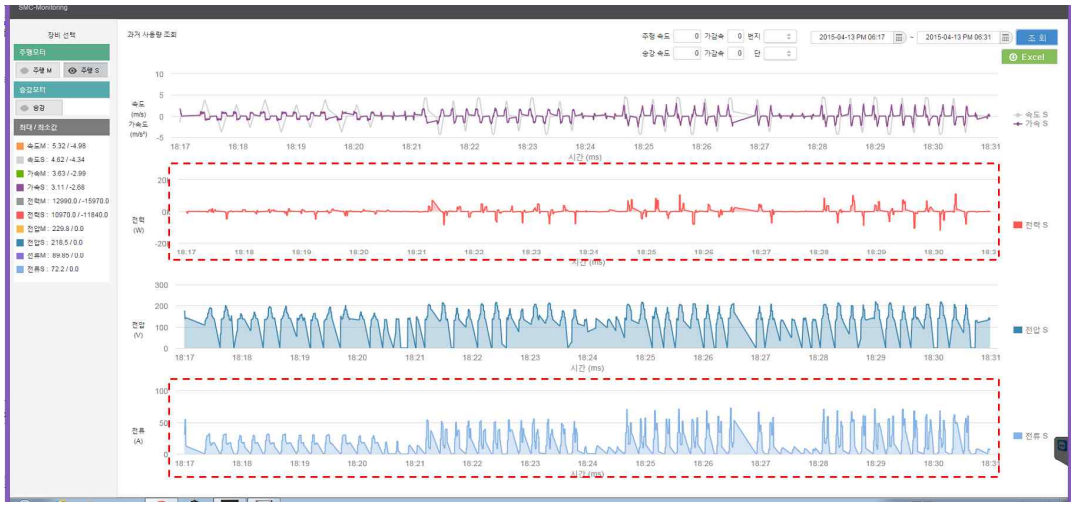
o 싱글마스트 미니로더의 구동환경 조건에 따른 전력 사용량에 대해 기초 분석하기 위해 수차례 싱글마스트를 구동시키며 전력량 데이터를 수집하였음

- 구동속도 조건으로 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s로 설정하고, 가감속을 1m/s^2, 2m/s^2, 3m/s^2, 4m/s^2로 변경하며 전력량 데이터를 수집 후 기초 분석을 수행함
- 모터에서 전력을 가장 많이 소비하는 구간은 미니로더가 가속하는 구간이므로, 가감속 별로 사용 전압 값 및 전류 값을 분석해보기 위함
- 아래 그림은 전력 사용량 관리 시스템의 과거 이력조회 화면이며, 해당 그래프는 미니로더가 상기 구동환경 조건으로 구동했을 시 수집된 데이터로 주행모터에 대한 전력 사용량 데이터임
- 붉은색 점선 영역내의 그래프가 가감속 1~4m/s^2일 때의 데이터이며, 맨 위부터 가감속(보라색 그래프), 전력(빨간색 그래프), 전압(파란색 그래프), 전

류(하늘색 그래프) 순서임



<가감속 별 전압 값 및 전류 값(주행모터)>



<가감속 별 전압 값 및 전류 값(주행모터) 그래프 확대모습>

o 상기 그래프 중 보라색 그래프(속도, 가감속)를 보면 가감속이 1~4m/s^{2}로 증가하고 있으며, 이에 따라 전력(Watt) 값과 전류(A) 값이 단계적으로 증가하고 있음

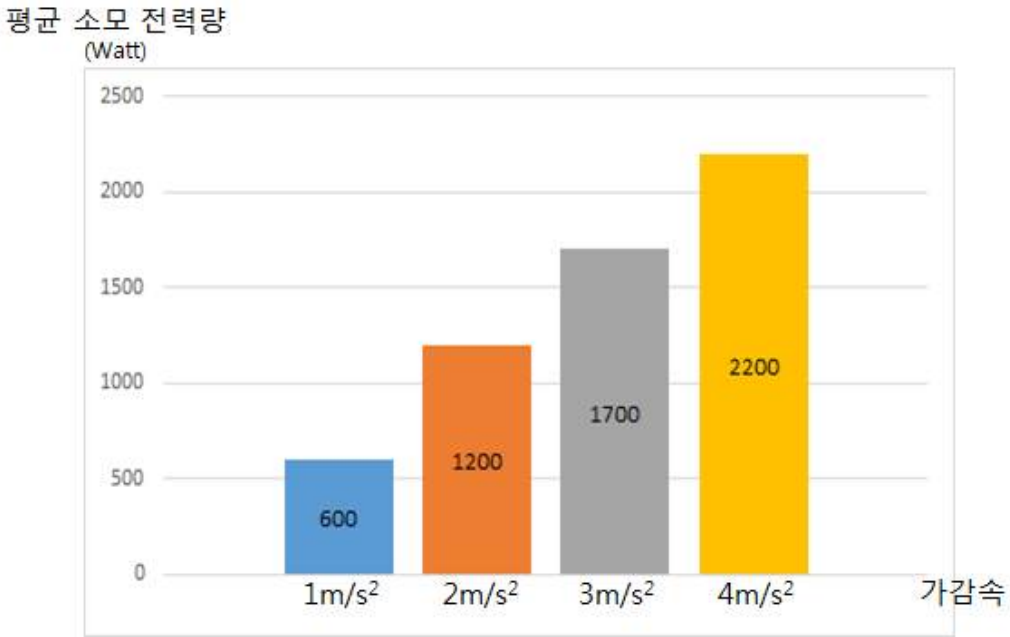
- 전류량이 증가하면서 전력량도 증가하고 있음을 알 수 있음
- 반면에 전압(V) 값은 변동치가 거의 없음

o 주행모터와 승강모터의 여러 차례 누적된 데이터들을 상세 비교해보니 가감속 별 사용 전력량 간의 상관관계는 다음과 같음

- 각 가감속 조건에서 소모되어지는 순간 전력 사용량의 평균을 산정하여 가감속 별 평균 소모 전력량을 알아냄
- 가감속 1m/s^2 증가에 따라 500~600 Watt의 전력량이 증가함

가감속	평균 소모 전력량
1 m/s^2	약 600 Watt
2 m/s^2	약 1200 Watt
3 m/s^2	약 1700 Watt
4 m/s^2	약 2200 Watt

<가감속 별 평균 소모 전력량>



<가감속 별 평균 소모 전력량(그래프)>

o 추후 다양한 구동환경 조건에 따른 전력량 데이터를 지속적으로 분석하여, 서보모터(고속모터)의 최적 사양 도출 및 미니로더 장비의 최적 성능을 확보하고, 장비 운용효율 향상과 장비 제작 원가 절감의 효과를 거두어 미니로더 장비의 시장경쟁력을 증대시킬 예정임

(라) 안드로이드 기반 모바일 S/W 개발

1) 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W 개발

가) Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 개발

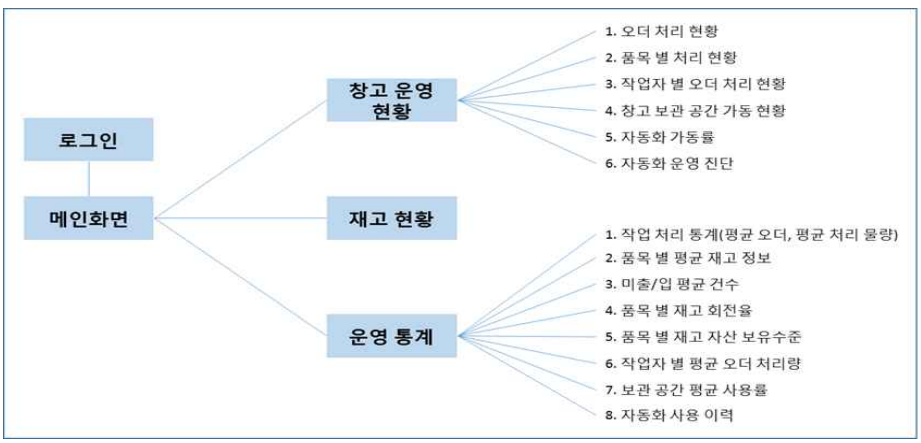
① Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 소개

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈은 미니로더 AS/RS 운영을 위해 기존에 개발된 WMS를 모바일 기기로 호환하여 사용하기 위한 목적으로 개발됨

o 본 모듈은 웹 버전의 WMS 기능을 모바일에서 모니터링 하도록 설계 및 개발 되었으며, 기존 WMS에 추가하여 설비 현황 모니터링 및 창고 운영 통계 기능이 추가되었음

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈은 크게 4가지로 구분된 모니터링 서비스를 제공하며 이는 모바일 게이트웨이를 통해 기존 WMS와 연동하여 관련 데이터를 수집·중계하여 모바일 기기에서 사용 가능하도록 지원함

- 창고 운영 현황 : WMS의 데이터를 기반으로 오더 처리 현황, 품목 별 처리 현황, 작업 별 처리 현황, 창고 가동률 등을 사용자에게 제공하는 서비스임
- 설비 운영 현황 : 창고 운영 현황 카테고리에서 제공되는 서비스로 현재 창고에서 가동 중인 설비의 상태를 실시간으로 파악하여 사용자에게 자동화 운영 현황을 제공하는 서비스임
- 재고 현황 모니터링 : 창고 내 보유 중이거나 입·출고 예정인 상품들의 재고 현황을 사용자에게 제공하는 서비스임
- 운영 통계 : 작업 처리 통계, 품목 별 평균 재고 정보, 미출/입 평균 건수, 재고 회전율 및 자산 보유 수준 등과 같은 창고 운영 통계 정보를 사용자에게 제공하는 서비스임



<Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 서비스 요약>

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈에서 제공하는 사용자 서비스 및 기능은 아래 표와 같음

순번	서비스	주요 기능	서비스 설명
1	회원관리	로그인	▪ 사용자의 ID ,Password를 입력받아서 로그인을 진행함
2	모니터링 요약	모바일 메인	▪ 당일 기준으로 총 오더 건수, 완료 오더 건수, 오더 진행률을 가져옴 ▪ 당일 기준으로 창고의 품목(Item군)의 수, 출고예정 비율을 가져옴 ▪ 현재 고장 난 스태커 정보를 가져옴
3	창고운영현황	창고운영현황 메인	▪ 창고 보관 공간 가동률과 미니로더의 고장 정보를 조회함
		오더처리현황	▪ 피킹존 별 오더처리현황을 조회함
		품목별 처리 현황	▪ 현재 날짜의 오더에 있는 품목을 조회함
			▪ 선택된 품목의 당일 오더처리현황을 조회함
		작업자 별 오더 처리현황	▪ 현재 날짜의 작업자 별 오더 처리현황을 조회함
		창고 보관 공간 가동현황	▪ 창고 보관 공간의 가동현황을가옴 ▪ *현재 보관 공간(Cell)수/전체 보관 가능 공간(Cell)수*100
		자동화 가동률	▪ 미니로더의 가동률을 조회함
		자동화 운영진단	▪ 현재 미니로더의 상태, 고장 횟수, 고장 이력을 조회함
4	재고현황	재고현황	▪ 자동화 창고에 저장되어있는 품목을 조회함 ▪ 현재 자동화 창고에 보관되어있는 품목 및 아이템수량을 조회함 ▪ 선택된 품목의 재고현황을 조회함
5	운영통계	작업처리통계	▪ 선택된 기간의 평균 오더(입/출고), 평균 처리 품목 수(입/출고), 평균 처리 Item수(입/출고)정보를 조회함
		품목 별 평균 재고 부족량	▪ 자동화 창고에 저장되어있는 품목을 조회함 ▪ 기간과 품목을 입력받아 품목 별 평균 재고정보를 조회함 ▪ (평균 재고량, 입고량, 출고량, 재고 부족량 정보)
		평균 미출/입 건수	▪ 작업자 정보를 조회함 ▪ 조회 조건에 해당하는 평균 미 출/입 정보를 조회함
		품목 별 재고 회전율	▪ 자동화 창고에 저장되어있는 품목을 조회함 ▪ 품목 별 재고회전율 정보를 조회함
		품목별 재고 자산	▪ 자동화 창고에 저장되어있는 품목을

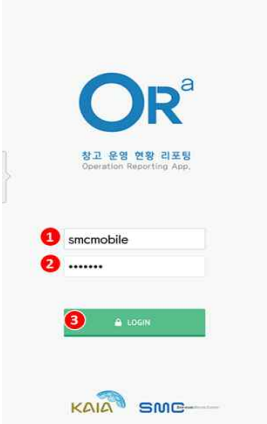
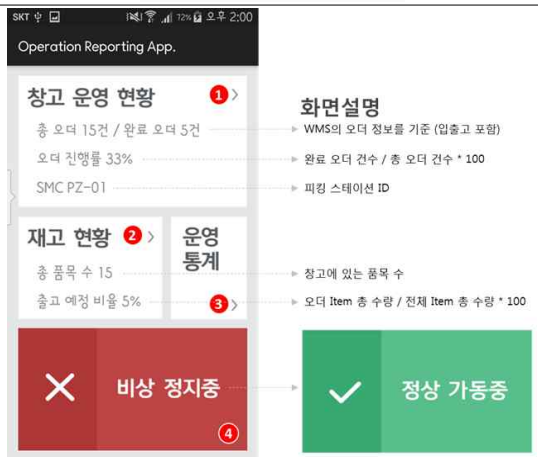
순번	서비스	주요 기능	서비스 설명
		보유 수준	조회함 ▪ 품목별 재고자산 보유 수준 정보를 조회함
		작업자 별 평균 오더 처리량	▪ 작업자 정보를 조회함 ▪ 작업자 별 평균 오더 처리량 정보를 조회함
		보관 공간 평균 사용률	▪ 보관 공간 평균 사용률 정보를 조회함
		자동화 사용 이력	▪ 자동화 사용 이력 정보를 조회함

<Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 서비스 및 주요 기능>

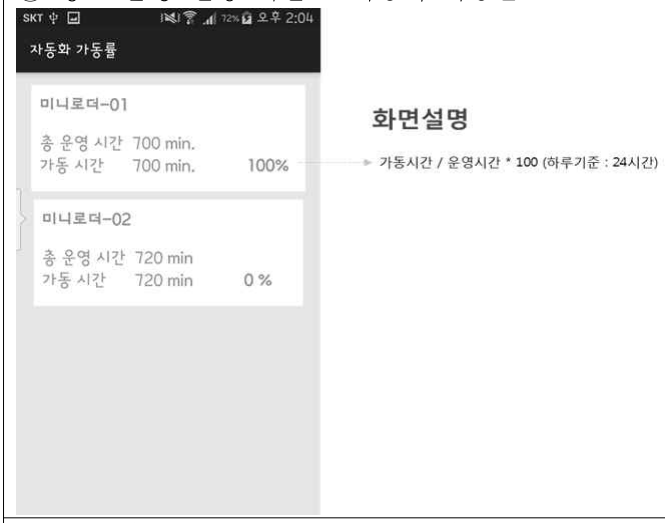
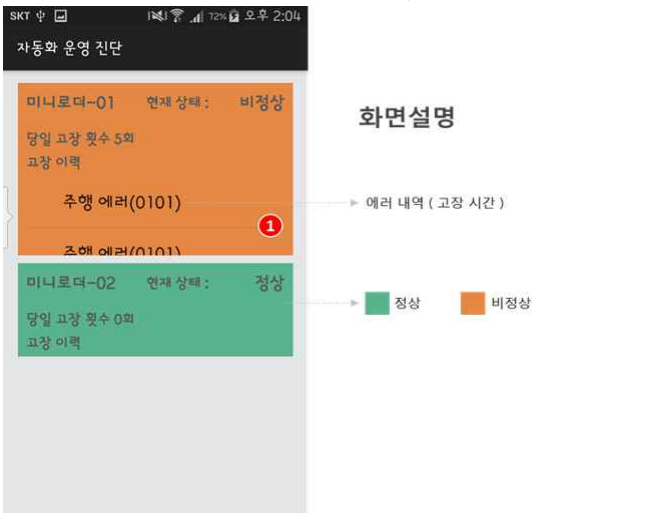
② 사용 방법 및 적용 방안

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈은 기존 WMS의 데이터를 이용해 사용자가 창고 운영 현황 및 설비 운영 현황, 재고 현황, 운영 통계 정보를 조회하기 위한 서비스를 제공하며 사용자가 WMS의 작업 업무를 처리하지는 않음

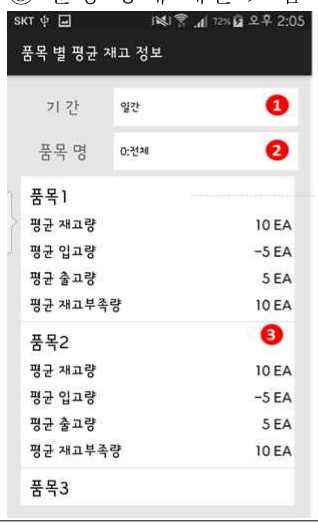
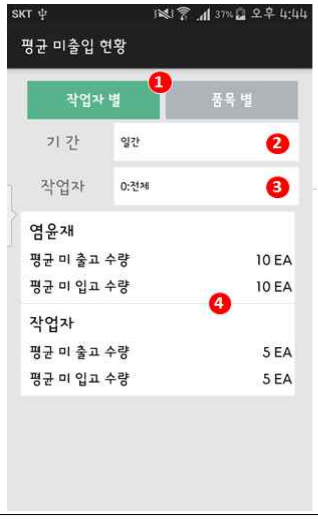
- 다음 표에서 개발 모듈의 사용자 사용 방법 및 정보 모니터링 방법을 제시함

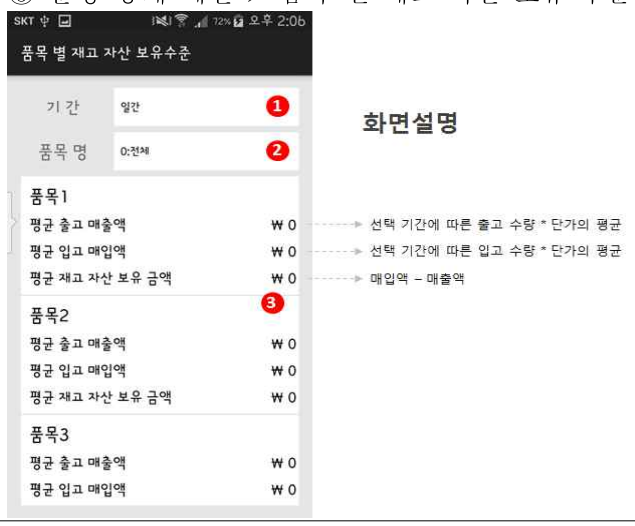
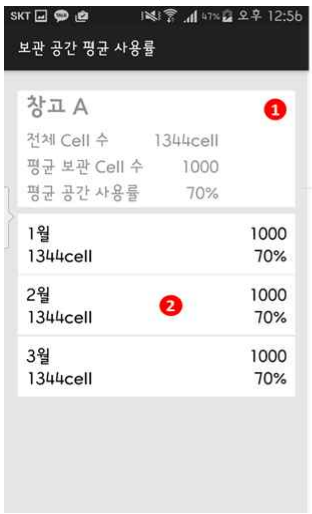
구분	서비스 화면	사용법
로그인		① 사용자 ID를 입력함 ② 사용자 Password를 입력함 ③ 서버 접속 및 로그인
모바일 메인		① 선택 시 창고 운영 현황 화면으로 이동함 ② 선택 시 재고 현황 화면으로 이동함 ③ 선택 시 운영 통계 화면으로 이동함 ④ 선택 시 자동화 운영 진단 화면으로 이동함

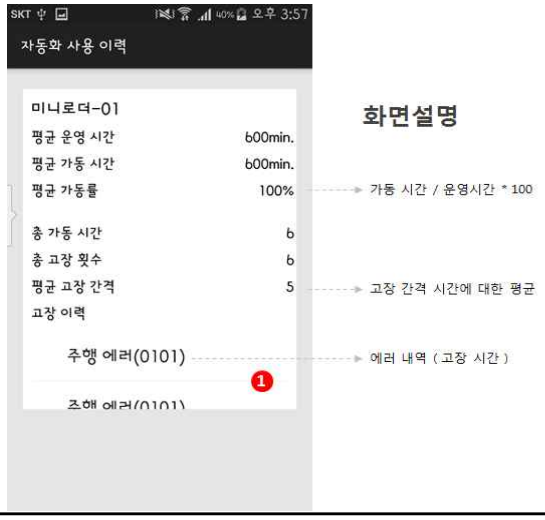
구분	서비스 화면	사용법
창고 운영 현황	① 창고 운영 현황 메인 	① 선택 시 상세 오더 처리 현황으로 이동함 ② 선택 시 상세 품목 별 처리 현황으로 이동함 ③ 선택 시 상세 작업자 별 오더 처리 현황으로 이동함 ④ 선택 시 상세 자동화 가동률 화면으로 이동함 ⑤ 선택 시 상세 자동화 운영 진단 화면으로 이동함
	② 창고 운영 현황 메인 > 오더 처리 현황 	① 완료, 예정에 따른 현황 조회 조건 ② 입고, 출고에 따른 현황 조회 조건 ③ 오더 내역 펼치기 / 닫기 ④ 스크롤을 통한 오더 내역 확인
	③ 창고 운영 현황 메인 > 품목 별 처리 현황 	① 입고, 출고에 따른 현황 조회 조건 ② 품목에 따른 현황 조회 조건 ③ 스크롤을 통한 품목 별 처리 현황 내역 확인

구분	서비스 화면	사용법
	④ 창고 운영 현황 메인 > 작업자 별 오더 처리 현황 	① 오더 내역 펼치기 / 닫기 ② 스크롤을 통한 작업자 별 오더 처리 현황 내역 확인
	⑤ 창고 운영 현황 메인 > 자동화 가동률 	※ 가동률 조회
	⑥ 창고 운영 현황 메인 > 자동화 운영 진단 	① 스크롤을 통한 고장 이력 내역 확인

구분	서비스 화면	사용법
재고 현황		① 품목에 따른 현황 조회 조건
운영 통계	① 운영 통계 메인 	① 선택 시 상세 작업 처리 통계로 이동함 ② 선택 시 상세 품목 별 평균 재고 부족량으로 이동함 ③ 선택 시 상세 미출/입 평균 건수로 이동함 ④ 선택 시 품목 별 재고회전율로 이동함 ⑤ 선택 시 상세 품목 별 재고 자산 보유수준으로 이동함 ⑥ 선택 시 상세 작업자 별 평균 오더 처리량으로 이동함 ⑦ 선택 시 보관 공간 평균 사용률로 이동함 ⑧ 선택 시 상세 자동화 사용 이력으로 이동함

구분	서비스 화면	사용법
	② 운영 통계 메인 > 작업 처리 통계 	① 작업 처리 통계 계산 기간 선택 조회 조건 (일간 / 월간 / 년간)
	③ 운영 통계 메인 > 품목 별 재고 정보  화면설명 선택된 기간에 따른 평균 재고 부족량 산출	① 재고 정보 통계 계산 기간 선택 조회 조건 (일간 / 월간 / 년간) ② 천체 또는 품목명 선택 검색 조건 ③ 스크롤을 통한 평균 재고 정보 내역 확인
	④ 운영 통계 메인 > 평균 미출입 현황  화면설명 작업자 또는 품목 선택에 따라 목록 변환	① 작업자 또는 품목 선택의 조회 조건 ② 미출/입 현황 기간 선택 조회 조건 (일간 / 월간 / 년간) ③ 천체 또는 작업자 (품목) 선택 검색 조건 ④ 스크롤을 통한 평균 재고 정보 내역 확인

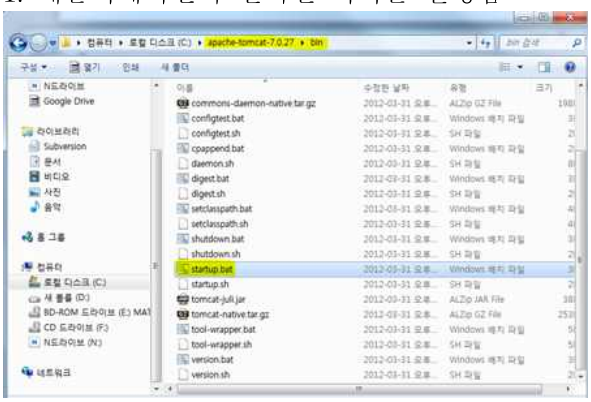
구분	서비스 화면	사용법
	⑤ 운영 통계 메인 > 품목 별 재고회전율 	① 재고 정보 통계 계산 기간 선택 조회 조건 (월간 / 분기 / 년간) ② 전체 또는 품목명 선택 검색 조건 ③ 스크롤을 통한 평균 재고 정보 내역 확인
	⑥ 운영 통계 메인 > 품목 별 재고 자산 보유 수준 	① 재고 정보 통계 계산 기간 선택 조회 조건 (일간 / 월간 / 년간) ② 전체 또는 품목명 선택 검색 조건 ③ 스크롤을 통한 평균 재고 정보 내역 확인
	⑦ 운영 통계 메인 > 보관 공간 평균 사용률 	① 월별 평균 사용률 펼치기 / 닫기 ② 스크롤을 통한 평균 사용률 정보 내역 확인

구분	서비스 화면	사용법
	⑧ 운영 통계 메인 > 작업자 별 평균 오더 처리량 	① 재고 정보 통계 계산 기간 선택 조회 조건 (일간 / 월간 / 년간) ② 전체 또는 품목명 선택 검색 조건 ③ 스크롤을 통한 평균 재고 정보 내역 확인
	⑨ 운영 통계 메인 > 자동화 사용 이력 	① 스크롤을 통한 에러 내역 확인

<Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 사용 방법>

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈은 Java SDK 1.7을 기반으로 개발되어 tomcat server v.7에서 동작하며 설치를 위해 application install war 파일이 필요함

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈은 기존의 WMS와 연동되도록 설치되며 모바일 애플리케이션으로 웹 서버(tomcat)의 설치가 필요함

설치 단계	설명	적용 과정
사전 준비 (pre-installation)	설치에 필요한 파일들을 다운로드 하여 준비함	1. 설치할 서버의 O/S에 맞는 파일을 선택하여 java와 maven을 다운로드함 ※ Java SDK 1.7 : http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7-downloads-1637583.html ※ Tomcat Server 7 : http://tomcat.apache.org/download-70.cgi 2. 전력량 이벤트 감지 jar 파일이 위치한 폴더에 위치시킴
설치 (installation)	S/W 운영 환경 셋팅을 위해 Java를 설치함	1. 다운로드한 Java SDK를 실행함 2. 설치 항목을 'Development Tools'로 선택함 ※ 부가 모듈의 설치는 필요 없음
	웹 서버 설치를 위해 tomcat을 설치함	1. 다운로드한 압축 파일을 해제함 2. 설치 대상 위치를 선택함(C 드라이브) 3. 설치 파일을 실행하여 설치
	UI를 사용하기 위한 application을 설치함	1. tomcat 설치 위치에 War 파일을 복사함 ※ 복사 대상 위치 - C:\apache-tomcat-7.0.27\webapps 2. 애플리케이션이 웹 서버에 자동으로 설치됨
설치 후 적용 (post-installation)	프로그램 설치 완료 후 애플리케이션의 기본 설정 및 서버 기동을 실행함	1. 애플리케이션이 설치된 서버를 실행함  ▪ tomcat 기동파일(Bin 폴더 하위의 stratup.bat) 실행 2. 설정 파일을 수정함 ▪ 서버 기동 후 생성되는 애플리케이션 폴더 내의 설정 파일을 수정함 ▪ 수정 대상 파일의 경로 :

설치 단계	설명	적용 과정
		C:₩apache-tomcat-7.0.27₩webapps₩mobile₩WEB-INF₩classes₩META-INF ▪ 수정 대상 파일 명 : db.properties ▪ jdbc.url=jdbc:oracle:thin:@192.168.27.146:10003:XE ->Database Connection Address : 실제 상황에 맞추어 서버의 IP 및 Port 번호를 수정함 ▪ jdbc.username=base -> Database Connection User ID : 연결이 허가된 User ID를 수정함 ▪ jdbc.password=baseopen -> Database Connection User Password : 연결이 허가된 User Password를 수정함

<Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 설치 매뉴얼 개요>

③ 개발 절차 및 내용

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈은 사용자에게 제공할 서비스 항목 및 관련 기능을 정의하고 사용자 화면을 사전에 설계하여 개발 및 테스트 절차를 진행하였음

순번	개발 절차	절차 설명	관련 산출물
①	아키텍처 정의	기존 WMS와의 연동 구조 및 방식에 따른 아키텍처 정의	아키텍처 구성도
②	인터페이스 정의	기존 WMS와의 데이터 및 기능 연동을 위한 API 정의	인터페이스 정의서
③	기능 정의	사용자 사용 방식 및 서비스 정의에 따른 기능 정의	기능 정의서
④	UI 설계	정의된 서비스와 기능 및 사용자 사용 방식에 따른 화면 설계	UI 설계서
⑤	모듈 테스트	기능 정의에 따른 단위 테스트 및 연동 테스트	테스트 결과서
기타 산출물			▪ 소스코드 ▪ 사용자 매뉴얼 ▪ 모듈 설치 매뉴얼
※ 상세 사항은 개발 산출물로 별도 제출함			

<Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 개발 절차 및 개요>

④ 테스트 결과 요약

o Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈은 개발 후 26개 서비스 관련 기능 테스트를 3차에 걸쳐 수행하였음

NO.	메뉴 Lv1	메뉴 Lv2	서비스 ID	서비스 함목	서비스 설명	DTO 객체	Params	Output	Service 명	방식	데이터 결과			무정 지정		
											1차	2차	3차	1차	2차	3차
1	로그인화면	로그인화면	SMOM-1	사용자 로그인	사용자의 ID, Password를 입력받아서 로그인을 진행합니다.	UserInfo.java	String loginId; String loginPassword;	boolean $scopon; String Username;	/LoginService/login/{id}/{password}	GET	ok	ok	ok	-	-	-
2	처리화면	처리화면	SMOM-2	창고 종합현황 조회	입일 기준으로 총 오더 건수, 입료 오더 건수, 오더 진행률을 가져옵니다.	WarehouseMain.java		long OrderCount; long OrderComplete; long OrderPercent; long ItemCount;	/CommonService/warehouse/main	GET	ok	ok	ok	-	-	-
3			SMOM-3	재고현황 조회	입일 기준으로 창고의 품목(Item)별 ea, 팔고개정 비율을 가져옵니다.						ok	ok	ok	-	-	-
4			SMOM-4	가용한 종량 진단 조회	현재 고장난 스태커 정보를 가져옵니다.						ok	ok	ok	-	-	-
5	창고종량현황	창고종량현황 대이타 조회	SMOM-5	창고보관 공간 가용률과 미니로더의 고장 정보를 조회합니다.	WarehouseOperation.java		long StorageParsent; boolean Trouble;	WarehouseOperationService/operation	GET	ok	ok	ok	ok	-	-	-
6		오더처리현황	SMOM-8	오더처리현황 조회	기간별로 오더 처리현황을 조회합니다.	OrderInfo.java	String orderParam1 (전체T 입료E 개절S) String orderParam2 (전체T 입고E 팔고O)	OrderDto List : String OrderNo; String OrderGubun1(입료 개절 구분) String OrderGubun2(입고 팔고 구분) String ItemName; long ItemCount;	WarehouseOperationService/processing/order/{orderParam1}/{orderParam2}	GET	ok	ok	ok	ok	-	-	-
7		품목별 처리 현황	SMOM-6	품목 조회	현재 날개의 오더에 있는 품목을 조회합니다.	ItemInfo.java	String orderParam (전체T 입고I 팔고O)	List : long ItemSid; String ItemName;	CommonService/item/today/order/{orderParam}	GET	ok	ok	ok	ok	-	-	-
8			SMOM-7	품목 별 처리현황 조회	선택된 품목의 입일 오더 처리현황을 조회합니다.	OrderInfoItem.java	long ItemSid (0. 전체)	List : long ItemSid; String ItemName; String OrderGubun1(입료 개절 구분) String OrderGubun2(입고 팔고 구분) long ItemCount; long OrderCount; long ScarcityCount; long CompleteCount; long ScheduleCount;	WarehouseOperationService/processing/order/item/{orderParam1}/{itemSid}	GET	ok	ok	ok	ok	-	-	-
9		작업자 별 오더 처리현황	SMOM-9	작업자 별 오더 처리현황 조회	현개날짜의 작업자 별 오더 처리현황을 조회합니다.	OrderInfoWorker.java		List : String WorkerName; long OutOrderCount; long OutScheduleCount; long InOrderCount; long InScheduleCount; long TotalOrderCount; long TotalScheduleCount; List<OrderDto> orderDtos	WarehouseOperationService/processing/order/worker	GET	ok	ok	ok	-	-	-
10		~~창고 보관 공간 가용현황~~	~~SMOM-9~~	~~창고 보관 공간 가용현황 조회~~	~~창고 보관 공간 가용현황을 가져옵니다. * 현재 보관 공간(Cell) = 창고 보관가능 공간(Cell)- 1 재~~			~~SMOM-2~~						-	-	-
11		가용한 가용률	SMOM-10	미니로더의 가용률 조회	미니로더의 가용률을 조회합니다.	MiniLoaderOperating.java		List : String Name; long TotalTime; long WorkTime;	WarehouseOperationService/miniloader/operating	GET	ok	ok	ok	-	-	-
12		가용한 종량진단	SMOM-11	미니로더의 상태정보 조회	현개 미니로더의 상태, 고장횟수, 고장이력을 조회합니다.	MiniLoaderStatus.java		List : String Name; boolean Trouble; long TroubleCount; List<ErrorLog> : String ErrorCode; String ErrorTime; > errorLogs	WarehouseOperationService/miniloader/status	GET	ok	ok	ok	-	-	-

<Legacy WMS 모바일 인터페이스 모듈 테스트 결과서-발췌>

※ 상세 사항은 추가 성과물(개발 산출물)로 별도 제출한 문서 참조

※ 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W는 데이터를 조회하여 리포팅만 해주므로 현재 적용된 S/W 아키텍처와 사용자 계정 관리만으로도 기업용 S/W 수준의 보안성은 확보하였다고 판단되나, 해킹 등에 대한 보안 확보방안도 적극 검토할 예정임

제3절 연구수행결과 및 결과의 검증 방법

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	달성치
1차 (1단계)	Mini-Load AS/RS 제어시스템 설계	설비 및 시스템 시험환경 구축	시험환경 구축 결과 보고서 건수	1건	100%
		가상 시뮬레이션 시험	시뮬레이션 보고서 건수	1건	100%
		Mini-Load AS/RS 제어 시스템 설계	제어 시스템 관련 특허 출원 건수	2건	100%
	Mini-Load AS/RS 운용시스템 설계 및 개발	Mini-Load AS/RS 운용 시스템 설계	운용 시스템 관련 특허 출원	1건	100%
		Mini-Load AS/RS 운용 시스템 소프트웨어	Legacy Interface 모듈 소프트웨어 등록	1건	100%
2차 (2단계)	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 개발	Mini-Load AS/RS 싱글 마스트 시제품	시제품 건수	1건	100%
		Mini-Load AS/RS 싱글 마스트 제어 시스템 설계	제어 시스템 관련 특허 출원 건수	2건	100%
	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 개발	Mini-Load AS/RS 싱글 마스트 운용 시스템 소프트웨어	싱글 마스트 미니로더 ECS 소프트웨어 등록 건수	1건	100%
			운용 시스템 관련 특허 출원 건수	1건	100%
		피킹존 시스템 소프트웨어	피킹존 소프트웨어 등록 건수	1건	100%
	시스템 및 부품 규격의 표준 가이드라인 및 시험평가 기술 개발	Mini-Load AS/RS 싱글 마스트 현장 시험	현장 시험 보고서 제출 건수 - 현장 시험 세부 측정 내역 ① 높이: 6m, 길이측정도구 ② 적재 중량: 최소 50kg, 무게측정도구 ③ 주행 속도: 최소 5m/s, 측정 프로그램에 의한 검증 ④ 승강 속도: 최소 2m/s, 측정 프로그램에 의한 검증 ⑤ 가감속: 4m/s², 측정 프로그램에 의한 검증	2건	100%

3차 (3단계)	Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 개발	Mini-Load AS/RS 더블 마스트 단위 시작품	단위 시작품 건수 및 기능테스트 결과서 건수	1건	100%
		Mini-Load AS/RS 더블 마스트 제어 시스템 설계	제어 시스템 관련 특허 출원 건수	2건	100%
		Mini-Load AS/RS 더블 마스트 시뮬레이션 시험 보고서	주행 및 승강 구동 시뮬레이션 성능 검증 및 보고서 건수 - 검증 사양 ① 높이: 20m ② 적재 중량: 50kg*2ea ③ 주행 속도: 5m/s ④ 승강 속도: 3m/s ⑤ 가감속: 4m/s²	1건	100%
	Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발	장비운용현황 모니터링 시스템 소프트웨어	모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W 등록 건수	1건	100%
			운용 시스템 관련 특허 출원 건수	1건	100%
		전력 사용량 관리시스템 소프트웨어	전력량 모니터링 S/W 등록 건수	1건	100%

제3장 최종 연구성과 및 적용실적

제1절 최종 연구성과

1. 연구개발 핵심성과

가. 최종 성과물



<싱글마스트 미니로더 시제품 & 더블마스트 미니로더 단위시작품>

성과물	목표치	달성치	상세
시제품	1 건	1 건	- Mini-Load AS/RS 싱글마스트
단위시작품	1 건	1 건	- Mini-Load AS/RS 더블마스트
시험환경구축	1 건	1 건	- 장비시험환경을 위한 테스트베드 구축(충주)
특허 출원	9 건	9 건	- 제어시스템 6건, 운용시스템 3건 **(1차년도 특허 2건 등록완료)**
S/W 등록	5 건	5 건	- WMS/Legacy 인터페이스 모듈 소프트웨어 - RFID 처리오더 이력관리 모듈 - 싱글마스트용 설비제어시스템 모듈 - 미니로더 전력량 모니터링 소프트웨어 - 모바일 입/출고 현황 리포팅 인터페이스 모듈

성과물	목표치	달성치	상세
보고서	6 건	6 건	- 장비시험환경 구축 결과 보고서 - 가상 시뮬레이션 시험 보고서 - 싱글마스트 시스템 규격의 표준 가이드라인 보고서 - 싱글마스트 성능 시험 평가 결과 보고서 - 더블마스트 단위시작품 기능테스트 결과서 - 더블마스트 주행/승강 시뮬레이션 분석 보고서
추가제출 보고서	-	15 건	- 국내외 시장·기술·특허 동향 분석 보고서 1건 - 싱글마스트 시제품 제작 결과 보고서 10건 - 더블마스트 단위시작품 제작 결과 보고서 3건 - 에너지 사용량 비교 결과 보고서 1건
기타 산출물	-	55 건	- 싱글마스트 및 더블마스트 주요 설계 도면 5종 - Mini-Load AS/RS 시스템 매뉴얼 10건 - Mini-Load AS/RS 운용시스템 개발 산출물 40건

※ 단위 시작품 : 개발 기능의 동작 및 검증을 위한 Working Sample

나. 연구개발 핵심성과

(1) Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 (장비·장치)

○ 성능수준 : 높이 6m, 주행길이 20m 환경에서 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s, 가감속 4m/s^{2}로 해외 최고 사양의 90% 이상 기술 수준

○ 양적성과 : 시제품 1건, 특허 4건, 보고서 3건

○ 기대효과 : 본체 제조기술에 PICKER 제작만을 변형하면 자동차 부품, 타이어, 유업계, 종이, 제지, 철제, 산소용기, 브라운관, 위험물, 중량물 등 다양한 산업분야에서 접목 사용이 가능



<싱글마스트 제어시스템 시제품>

(2) Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 (시스템)

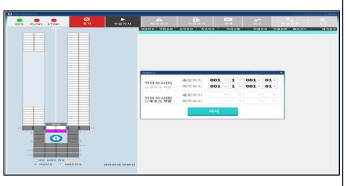
○ 성능수준 : 디자인을 직관적으로 개선하여 사용자의 편의성을 향상시키고, 보안성과 시스템 유연성 향상을 위해 최신 동향의 새로운 아키텍처 기술 적용

○ 양적성과 : 특허 2건, S/W 등록 3건

○ 기대효과 : 장비 운용의 편의성과 피킹 작업의 신속/정확/편의성을 향상시킬 수 있어 미니로더 장비의 시장경쟁력을 증대시킴



<DMS 화면>



<ECS 화면>

(3) Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 (장비·장치)

○ 성능수준 : 높이 10m, 주행길이 20m 환경에서 주행속도 5m/s, 승강속도 3m/s, 가감속 4m/s^{2}로 해외 최고 사양의 90% 이상 기술 수준

○ 양적성과 : 단위시작품 1건, 특허 2건, 보고서 2건

○ 기대효과 : 본체 제조기술에 PICKER 제작만을 변형하면 자동차 부품, 타이어, 유업계, 종이, 제지, 철제, 산소용기, 브라운관, 위험물, 중량물 등 다양한 산업분야에서 접목 사용이 가능

(현재 인도에 있는 타이어업체에 납품 계약 진행 중)



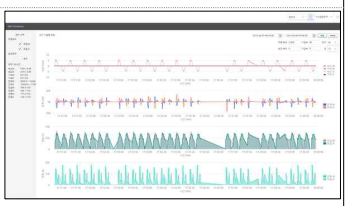
<더블마스트 단위시작품>

(4) Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 (시스템)

○ 성능수준 : 물류장비 및 물류창고에 대해 기존에 시도되지 않은 최신 동향 기술

○ 양적성과 : 특허 1건, S/W 등록 2건

○ 기대효과 : 기존에 물류장비에 적용하지 않았던 실시간 전력량 모니터링과 누적 사용 전력량을 모니터링 함으로써 미니로더 장비가 제품으로써 신뢰성을 가지는데 큰 기여를 하며, 모바일 리포팅 S/W가 실제 장비의 상태 알림 및 창고 입/출고 현황 리포팅을 실시간으로 가능하게 하여 미니로더 장비의 시장 경쟁력을 증대시킴

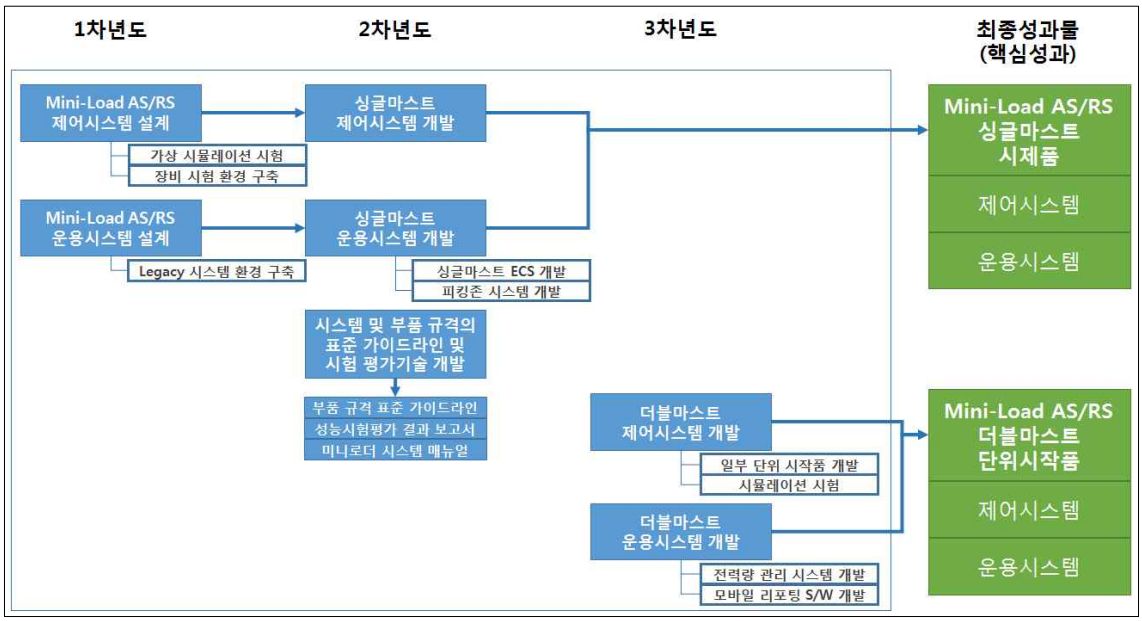


<전력량 모니터링>



<모바일 리포팅 S/W>

2. 성과로드맵



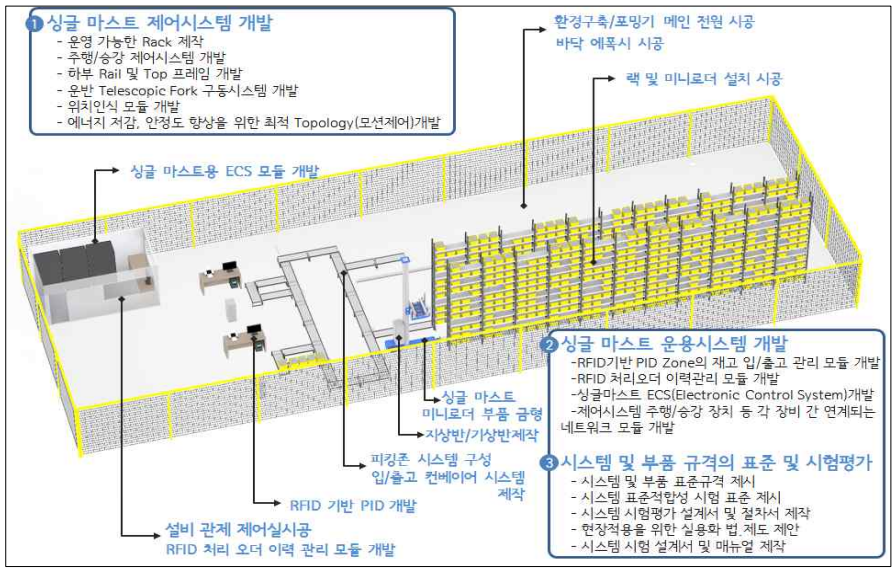
<성과 로드맵>

※ 본 과제 1차년 협약(′12. 8월) 당시 성과로드맵은 더블마스트 시제품도 포함되어 있었으나, 2차년 종료(′14. 5월) 후 3차년도 연구비 및 연구내용이 조정되어 3차년(′14. 9월) 협약이 체결되었고 상기와 같이 성과로드맵이 수정됨(상세 연구 변경사항은 부록 참고)

- o 단위 시작품 : 개발 기능의 동작 및 검증을 위한 Working Sample
- o 전력량 관리 시스템 및 모바일 리포팅 S/W는 싱글마스트 시제품과 연동

3. 핵심성과 상세 설명

가. Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 (장비·장치)

정의	- 제어구동 환경 개발 : 싱글마스트 미니로더가 운영 가능하고 기존 랙 대비 적재효율성이 개선된 조립식 Rack 개발(높이 6m, 길이 20m) 및 시제품 제작 - 주행/승강 모듈 개발 : 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s, 가감속 4m/s^2 로 구동가능한 시제품 개발 - 상/하부 프레임 개발 : 가감속에 따른 흔들림과 하중을 고려하여 상/하부 프레임 시제품 개발 - 위치인식 모듈 개발 : 다양한 위치정보 검출 기술들을 고려하여 고속의 미니로더 장비를 정확하게 제어하기 위한 위치인식 모듈 개발 - 안정도 향상을 위한 최적 Topology(모션제어) 개발 : 주행 및 승강 제어시스템에 적용하기 위한 Soft Motion Control(S-Curve) 개발
목적	- 최소 주행거리 20m, 높이 6m 조건에서 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s, 가감속 4m/s^{2}의 사양을 만족하며 화물 2개(50kg*2ea)를 동시에 이재할 수 있는 싱글마스트 Mini-Load AS/RS 개발을 위해 제어시스템의 주요기술을 설계 및 개발하고 이를 검증하기 위함
담당기관 (책임자)	(주)신흥기계 (나강식)
대표 이미지	- 싱글마스트 Mini-Load AS/RS 테스트베드 

<table>
<tr><td></td><td>- 싱글마스트 시제품
 
</td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>(기존기술 수준)
- 국내의 경우 주행속도 3m/s, 승강속도 1m/s, 가감속 1m/s^2
- 해외 최고사양의 경우 주행속도 6m/s, 승강속도 3m/s, 가감속 3m/s^2

(개발기술 수준)
- 주행길이 20m, 높이 6m에서 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s, 가감속 4m/s^{2}로 화물 2개 이재 가능(50kg*2ea)
- 해외 최고 사양의 90% 이상 기술 수준 만족

(개발기술 수준 설정근거)
- 본 연구에서 개발되는 성능은 해외 최고 사양의 80% 이상 기술 수준 만족(실제 동등한 기술 수준)
- 국내외 시장 경쟁력 확보를 위해 고수준의 성능으로 싱글마스트 Mini-Load AS/RS 장비의 주요기술을 개발하고 해당 성능을 검증하기 위해 시제품 제작

(질적성과)
- 주행 길이 20m, 높이 6m
- 적재중량 : 50kg*2ea
- 주행속도 : 5m/s
- 승강속도 : 2m/s
- 가감속 : 4m/s^2</td></tr>
</table>

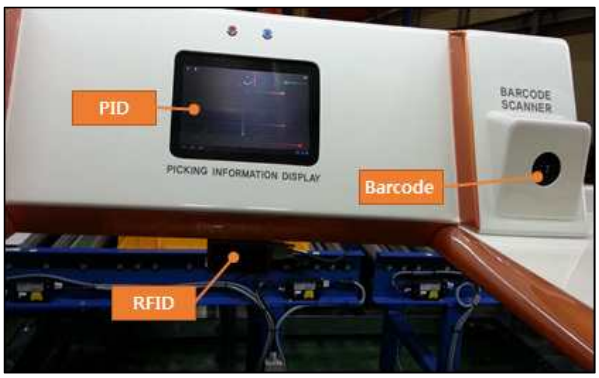
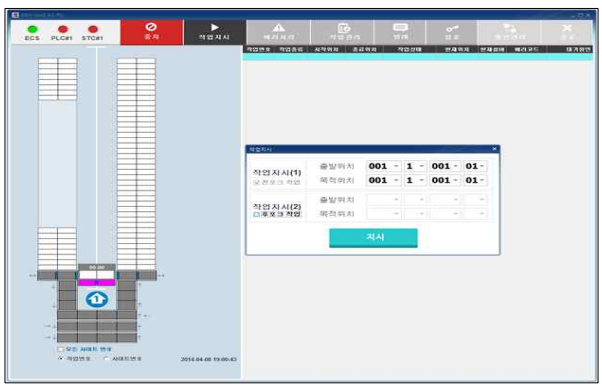
<table>
<tr><td rowspan="2">양적성과</td><td>특허 출원</td><td>특허 등록</td><td>SCI 논문</td><td>비SCI 논문</td><td>S/W</td><td>기타</td></tr>
<tr><td>4건</td><td>2건</td><td></td><td></td><td></td><td>시제품 1건, 보고서 3건
시험환경구축 1건</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td colspan="6">○ 고속 자동화 물류장비 및 운영기술 개발의 국산화를 통해서 장비 고장을 대비한 장비의 이중 구입 및 관련 기술의 해외 종속현상에서 탈피하고 해외수출 등 시장 진출이 가능

○ Mini-Load AS/RS의 중요한 원천 기술을 확보함으로써 공간의 효율적 활용이 가능하고, 보관창고 내의 물품 반·출입의 효율성 증대를 통한 보관 효율성이 향상되며 물류처리 비용이 절감
- AS/RS 및 공정라인 구성에 있어서 기존 보관창고 보다 가동률을 1.5배 이상 향상시킬 수 있음</td></tr>
<tr><td>성과
활용실적 및
계획</td><td colspan="6">○ 본 과제의 기술은 국내 기술에 의하여 처음 시도되어지는 고유기술이며 다방면에 활용 가능한 핵심기술의 확보로 파급효과가 큼
- 본체 제조기술에 PICKER 제작만을 변형하면 자동차 부품, 타이어, 유업계, 종이, 제지, 브라운관, 위험물, 제약 등 다양한 산업분야에서 접목 사용이 가능</td></tr>
<tr><td>향후
성과관리
계획</td><td colspan="6">○ 주요 협력사 및 고객사나 전문기관의 추천을 통해 테스트베드 형태로 우선 실용화하고, 제품의 안전성 및 내구성 등의 신뢰성을 확보함

○ ㈜신흥기계 충주공장에 구축된 테스트베드를 브로셔 및 쇼룸을 통해 홍보하여 국내외로 실용화 시킬 예정</td></tr>
</table>

나. Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 (시스템)

<table>
<tr><td>정의</td><td>- 장비 시험환경 Legacy 구축
· 기존 WMS와의 통합 가능한 Legacy 인터페이스 모듈 개발
- RFID 기반 PID zone 운용시스템 개발
· RFID 기반 피킹존 전용 DMS 개발
· RFID 기반 PID 개발
· 피킹존 스테이션 개발
· RFID 처리오더 이력관리 모듈 개발
- 장비운용현황 모니터링 시스템 개발
· 싱글마스트용 ECS 모듈 개발
* PID : Picking Information Display
* DMS : Device Management System
* ECS : Electronic Control System</td></tr>
<tr><td>목적</td><td>
<table>
<tr><th>시스템 구분</th><th>개발 내역</th><th>용도</th><th>개발 형태</th><th>차별성</th></tr>
<tr><td rowspan="4">RFID 기반 PID zone 운용 시스템</td><td>RFID 기반 피킹존 전용 DMS</td><td>작업자의 피킹작업을 지원하며, 피킹존의 장비들(RFID 리더, 바코드 리더, RFID 태그프린터, 송장프린터)을 연계하여 통신/제어/관리하기 위한 시스템</td><td>시스템 S/W 시제품</td><td>• 피킹작업 관리 및 지원
• 시스템 연계성 향상</td></tr>
<tr><td>RFID 기반 PID</td><td>Picking zone에서의 입/출고 작업 시 RFID/Barcode 기술과 연계하여 입/출고 상품을 확인하고 자동으로 작업 처리 내역을 관리하기 위한 시스템</td><td>시스템 S/W & H/W 시제품</td><td>• 작업 정보 처리의 편리성
• 작업 처리의 정확성 향상</td></tr>
<tr><td>피킹존 스테이션</td><td>Picking zone에서의 편리하고 안전한 입/출고 작업과 편리한 주변 장비 사용 및 작업 시 발생할 수 있는 안전 위험에 대한 방어 시설</td><td>설비 H/W 시제품</td><td>• 작업자 안전성
• 작업자 편의성
• Mini-Load 상품성 향상</td></tr>
<tr><td>RFID 처리 오더 이력 관리</td><td>입/출고 작업과 관련된 상품 RFID/Barcode 처리 정보 및 작업 이력 정보를 관리하기 위한 별도의 데이터 관리 시스템으로써 향후 고도화된 지능형 이벤트 처리를 위한 기반 정보 시스템</td><td>시스템 S/W 시제품</td><td>• 이력 정보 관리의 효율성
• 고도화된 정보 관리 시스템과의 확장성</td></tr>
<tr><td>장비 운용 현황 모니터링 시스템</td><td>싱글마스트용 ECS 모듈</td><td>싱글마스터의 운용 현황을 모니터링하고 장비의 부하 및 이상 여부를 관제하기 위한 장비 관리 및 제어 시스템</td><td>시스템 S/W 시제품</td><td>• 사용자의 모니터링 정보 인지도 향상
• 시스템 사용의 편리성</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>담당기관 (책임자)</td><td>(주)신흥기계
(나강식)</td></tr>
</table>

대표 이미지	- 싱글마스트 운용시스템  <DMS>  <PID>  <피킹존 스테이션>  <싱글마스트용 ECS>

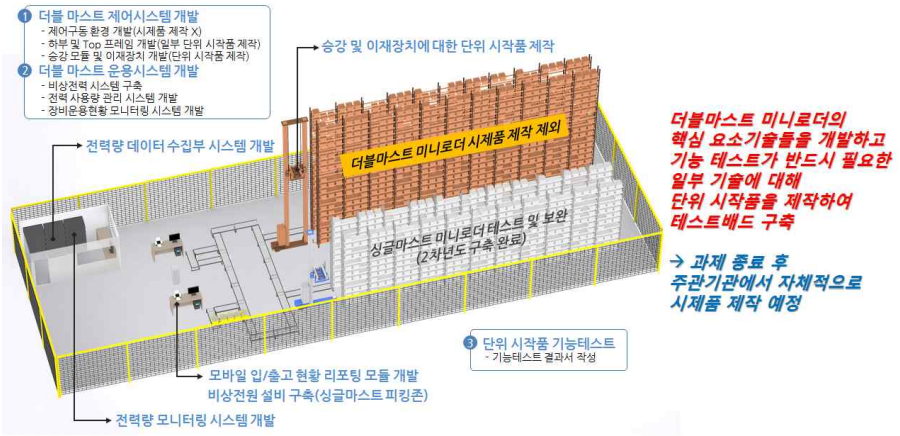
<table>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>(기존기술 수준)
- UI 구성이 복잡하고 사용자 친화적이지 않음
· 기존 ECS의 경우 윈도우 기반의 C언어 계열 UI만 적용 가능하여 Web 기반의 시스템과 직접 연계가 불가능함
· 평소 불필요한 정보들이 과도하게 노출되어 있음
- 접근 제한 로직이 부실하여, 보안에 취약함
- 10여 년 된 시스템 아키텍처를 여전히 활용
· DB만을 이용하여 외부 시스템과 연계하므로 연계방법은 간단하나 DB에 무리를 주거나, S/W 유지보수가 어려움
· 웹서비스나 모바일 연계 같은 최신 기술을 적용하기 위하여 별도의 모듈을 추가 개발해야 하는 불편함이 있음
· 로직과 UI, 인터페이스가 혼합되어 일부 기능을 개선해도 S/W 전체에 영향을 주어 개발 중 테스트가 어렵고, 유지보수가 까다로움
· 외부의 별도 S/W와 연계하려고 해도 Socket 연계 방식 외에는 적용하기가 어려운 경우가 많음

(개발기술 수준)
- 사용자 편의성에 중점을 둔 직관적인 UI 개선
- 최신 기술의 새로운 아키텍처를 적용하여 보안성과 시스템 유연성 향상
· 싱글마스트용 ECS의 경우 상위 시스템 연계를 강화하고, 기존의 안정적인 드라이버 부분은 별도로 모듈화하여 새로운 기술 도입과 안정적인 시스템 개발 두 가지 효과를 도모함
· Log 관리 모듈을 추가하여 사용자 별로 작업이력을 기록으로 남김

(개발기술 수준 설정근거)
- Mini-Load AS/RS 주요 구성품의 싱글 마스트, 더블 마스트, 컨베이어, 피킹존의 체계적인 연계를 위한 운용 시스템을 개발하고 싱글마스트 미니로더 시스템과 연동하여 테스트베드에서 해당 성능을 검증하기 위함</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI 논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>출원 2건</td><td></td><td></td><td></td><td>등록 3건</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>파급 및
기대 효과</td><td>○ 운용시스템 중 피킹존 시스템(DMS, PID 등)은 작업자의 효율성 향상 및 작업 시간 단축, 작업 정확성 향상 등의 효과가 기대되며, 장비운용현황 모니터링 시스템(ECS 등)은 자동화 창고의 효율적 운영과 관리를 가능하게 할 것이며 이러한 운영시스템의 탑재 또한 미니로더 장비의 경쟁력 향상에 기여할 것임</td></tr>
</table>

성과 활용실적 및 계획	○ 본 과제의 기술은 국내 기술에 의하여 처음 시도되어지는 고유기술이며 다방면에 활용 가능한 핵심기술의 확보로 파급효과가 큼 - 본체 제조기술에 PICKER 제작만을 변형하면 자동차 부품, 타이어, 유업계, 종이, 제지, 브라운관, 위험물, 제약 등 다양한 산업분야에서 접목 사용이 가능 ○ 3차년도 과제 종료 이후 자체적으로 더블마스트 시제품을 제작하여 기존 계획대로 싱글마스트와 더블마스트 미니로더가 통합 연동/운영이 가능한 테스트베드 구축 예정
향후 성과관리 계획	○ 주요 협력사 및 고객사나 전문기관의 추천을 통해 테스트베드 형태로 우선 실용화하고, 제품의 안전성 및 내구성 등의 신뢰성을 확보함 ○ ㈜신흥기계 충주공장에 구축된 테스트베드를 브로셔 및 쇼룸을 통해 홍보하여 국내외로 실용화 시킬 예정

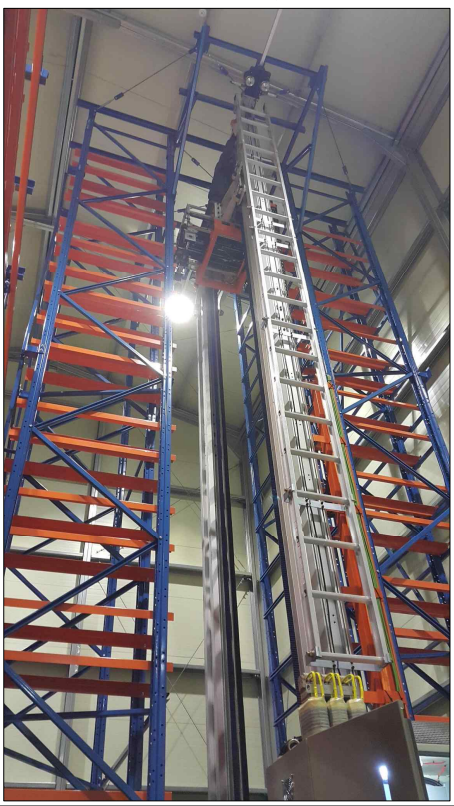
다. Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 (장비·장치)

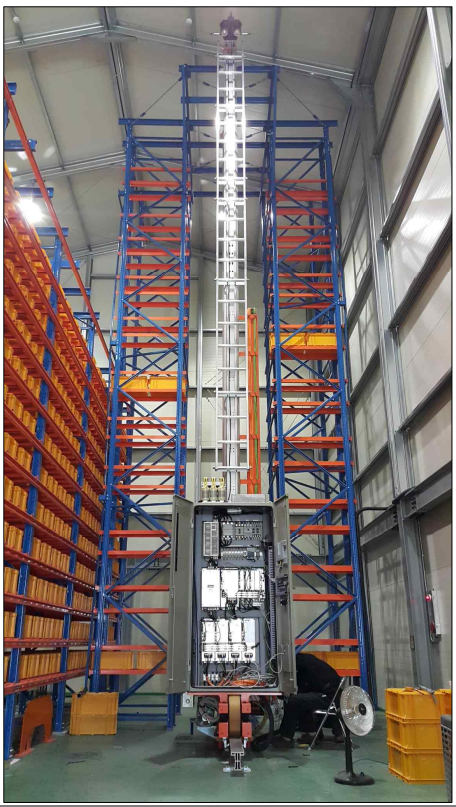
정의	- 제어구동 환경 개발 : 더블마스트 미니로더가 운영가능한 Rack 설계(높이 10m, 길이 20m) 및 기능테스트용 단위 시작품 제작 - 승강 모듈 개발 : 승강속도 3m/s, 가감속 4m/s^2 고려한 단위 시작품 제작 - 상/하부 프레임 개발 : 가감속에 따른 흔들림과 하중을 고려하여 상/하부 프레임 설계 및 브레이킹 장치 개발(단위 시작품 제작) - 이재장치 개발 : 더블마스트에 취부되어 화물을 적재/반출하기 위한 더블딥 업/다운 방식의 이재장치 개발(화물 2개 이재 가능, 50kg*2ea)
목적	- 최소 주행거리 20m, 높이 10m 조건에서 주행속도 5m/s, 승강속도 3m/s, 가감속 4m/s^{2}의 사양을 만족하며 화물 2개(50kg*2ea)를 동시에 이재할 수 있는 더블마스트 Mini-Load AS/RS 개발을 위해 제어시스템의 주요기술을 설계 및 개발하고 이를 검증하기 위함 ※ 시뮬레이션 검증의 경우 기구축된 싱글마스트 시제품의 지속적인 테스트 결과를 참고하고, 기존 중/대형 스태커크레인처럼 높이가 높은 환경조건 등을 고려하여 더블마스트 시뮬레이션 조건으로 반영함
담당기관 (책임자)	(주)신흥기계 (나강식)
대표 이미지	- 더블마스트 Mini-Load AS/RS 테스트베드 

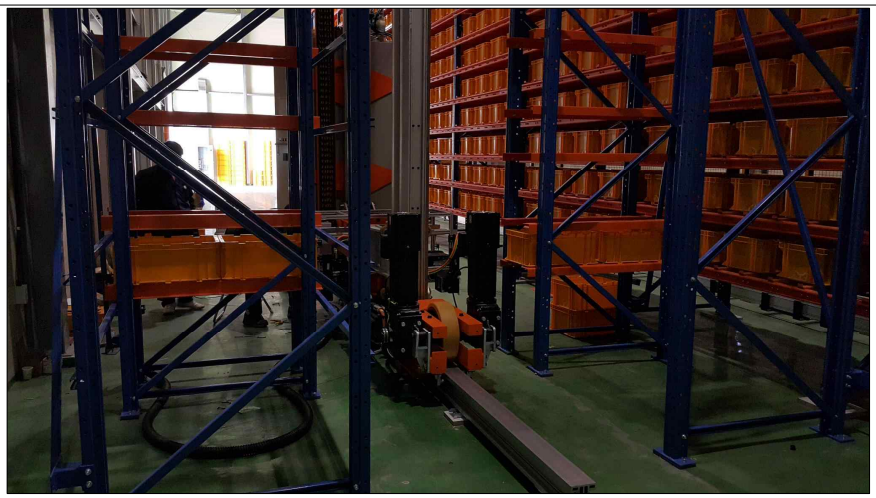
- 더블딥 업/다운 방식의 이재장치



- 더블마스트 단위시작품





<table>
<tr><td></td><td>  </td></tr>
<tr><td>성능수준
(질적성과)</td><td>(기존기술 수준)
- 국내의 경우 주행속도 3m/s, 승강속도 1m/s, 가감속 1m/s^2
- 해외 최고사양의 경우 주행속도 6m/s, 승강속도 3m/s, 가감속 3m/s^2

(개발기술 수준)
- 주행길이 20m, 높이 10m에서 주행속도 5m/s, 승강속도 3m/s, 가감속 4m/s^{2}로 화물 2개 이재 가능(50kg*2ea)
- 해외 최고 사양의 90% 이상 기술 수준 만족

(개발기술 수준 설정근거)
- 본 연구에서 개발되는 성능은 해외 최고 사양의 80% 이상 기술 수준 만족(실제 동등한 기술 수준)
- 국내외 시장 경쟁력 확보를 위해 고수준의 성능으로 더블마스트 Mini-Load AS/RS 장비의 주요기술을 개발하고 해당 성능을 검증하기 위해 시뮬레이션 테스트 수행 및 기능 테스트용 단위 시작품 제작

(질적성과)
- 주행 길이 20m, 높이 20m
- 적재중량 : 50kg*2ea
- 주행속도 : 5m/s
- 승강속도 : 3m/s
- 가감속 : 4m/s^2</td></tr>
<tr><td>양적성과</td><td>
<table>
<tr><th>특허 출원</th><th>특허 등록</th><th>SCI 논문</th><th>비SCI 논문</th><th>S/W</th><th>기타</th></tr>
<tr><td>출원 2건</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>단위 시작품 1건
기능테스트 결과서 1건
시뮬레이션 보고서 1건</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

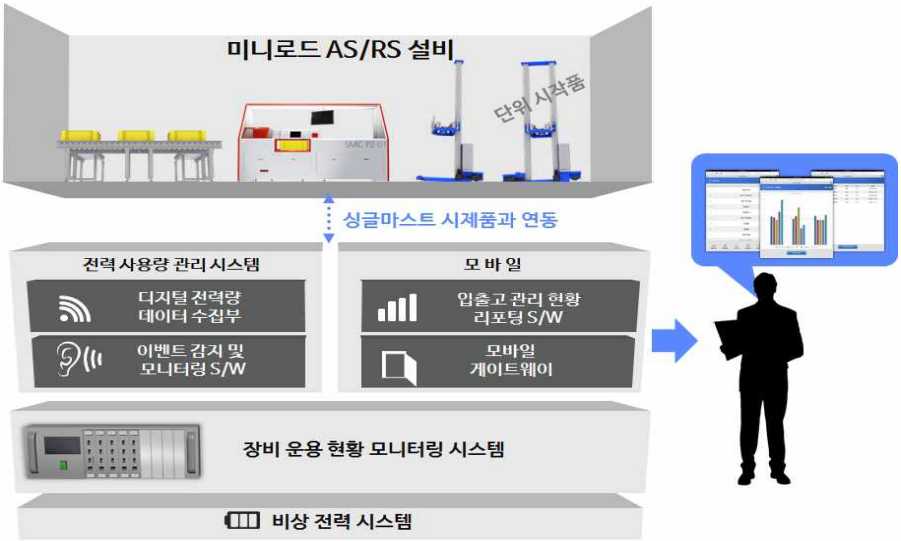
파급 및 기대 효과	○ 고속 자동화 물류장비 및 운영기술 개발의 국산화를 통해서 장비 고장을 대비한 장비의 이중 구입 및 관련 기술의 해외 종속현상에서 탈피하고 해외수출 등 시장 진출이 가능 ○ Mini-Load AS/RS의 중요한 원천 기술을 확보함으로써 공간의 효율적 활용이 가능하고, 보관창고 내의 물품 반·출입의 효율성 증대를 통한 보관 효율성이 향상되며 물류처리 비용이 절감 - AS/RS 및 공정라인 구성에 있어서 기존 보관창고 보다 가동률을 1.5배 이상 향상시킬 수 있음
성과 활용실적 및 계획	○ 본 과제의 기술은 국내 기술에 의하여 처음 시도되어지는 고유기술이며 다방면에 활용 가능한 핵심기술의 확보로 파급효과가 큼 - 본체 제조기술에 PICKER 제작만을 변형하면 자동차 부품, 타이어, 유업계, 종이, 제지, 브라운관, 위험물, 제약 등 다양한 산업분야에서 접목 사용이 가능 ○ 3차년도 과제 종료 이후 자체적으로 더블마스트 시제품을 제작하여 기존 계획대로 싱글마스트와 더블마스트 미니로더가 통합 연동/운영이 가능한 테스트베드 구축 예정 ○ 현재 인도에 있는 타이어업체와 납품 계약 후 진행 중 - 제3장 제2절 적용실적에서 상세히 설명함
향후 성과관리 계획	○ 주요 협력사 및 고객사나 전문기관의 추천을 통해 테스트베드 형태로 우선 실용화하고, 제품의 안전성 및 내구성 등의 신뢰성을 확보함 ○ ㈜신흥기계 충주공장에 구축된 테스트베드를 브로셔 및 쇼룸을 통해 홍보하여 국내외로 실용화 시킬 예정

라. Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 (시스템)

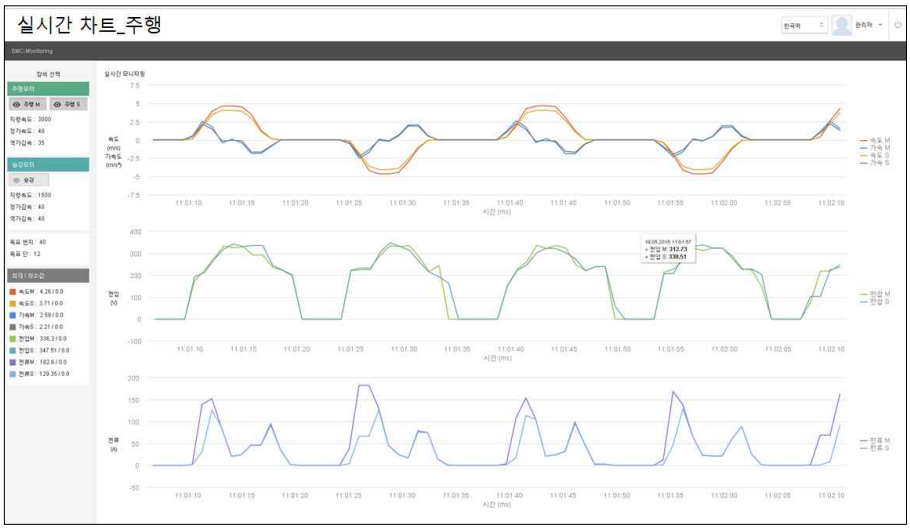
정의	- 비상전력 시스템 구축 · 피킹존 전력 이상시 5분 이상의 정지 기동을 위한 비상전력 시스템 구축 - 전력 사용량 관리 시스템 개발 · 디지털 전력량 데이터 수집부 시스템 개발 1) 전력 사용기기에 부착하는 Serial 통신 방식의 디지털 측정 장치 구축 2) 전력 사용량 데이터 수집 기기의 확장형 H/W 보드 개발 3) 전력 사용량 데이터 수집 기기의 OS 최적화된 드라이버 S/W 개발 4) 상위 서버와 연계하기 위한 인터페이스 모듈 개발 · 전력량 이벤트 감지 및 모니터링을 위한 S/W 개발 1) 전력량 변화 이벤트 감지 모듈 개발 2) Business Logic에 따른 Event Processing 모듈 개발 3) 관리 및 제어용 UI 개발 - 장비운용현황 모니터링 시스템 개발 · 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W(안드로이드 기반) 개발
목적	(기술적 진보) - 피킹존 설비의 운용 중 예측되지 않은 전력 장애로부터 시스템을 보호하고, 안전하게 피킹존 관련 시스템들을 정지하여 데이터 유실을 방지함과 동시에 설비의 오작동을 차단하여 안전성을 향상시키기 위한 목적 - 주요 전력 사용 파트(주행모터, 승강모터)의 전력 사용량을 모니터링 하여, 설비 가동 시 소모되는 전력을 파악하고, 추후 설비의 가동 방식에 따른 전력 사용의 상관 관계를 분석하여 장비의 전력 사용을 최적화하기 위한 데이터 확보 목적 - 모바일 기기를 활용하여, 현장에서 이동하며 실시간으로 설비 상태를 모니터링하며 실시간으로 창고 입/출고 현황을 파악하고, 보안에 위배된 외부 접근을 차단하기 위한 목적 (경제적 편익) - 설비의 전력 사용을 최적화하여, 불필요한 전력 낭비를 방지함으로써 에너지 비용 절감 - 기존 ERP용 고가의 모바일 Gateway를 대체하여, 저렴하게 설비 관련 모바일 시스템 구축을 가능하기 위한 목적
담당기관 (책임자)	(주)신흥기계 (나강식)

대표
이미지

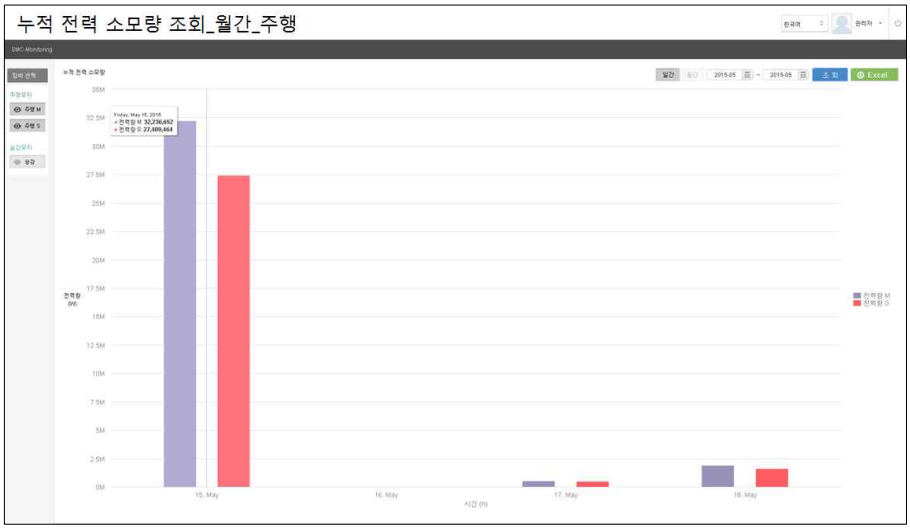
- 더블마스트 운용시스템 구성



- 전력 사용량 관리 시스템







- 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W









성능수준 (질적성과)	(기존기술 수준) - 비상전력 시스템 · 주전원만 백업 하며, 피킹존 전력 이상 시 백업 불가, 비정상 종료 원인 - 전력 사용량 관리 · 주전원의 사용량만 관리 · 모터인 경우 전력 사용량을 실시간이 아닌 배치로 모니터링 · 기타 전력 사용 파트의 전력 사용량 모니터링 불가 - 장비운용현황 모니터링 시스템 · 최신 안드로이드 OS기반의 모바일 환경 (개발기술 수준) - 비상전력 시스템 · 피킹존 전력 이상 시 정지 기동 시간 확보 : 5min 이상 - 전력 사용량 관리 · 모니터링 단위 : 주전원 보다 세분화된 설비 기능 단위 · 싱글마스트 시제품과 연동(주행모터 2개, 승강모터 1개) · 데이터 취득 시간 : 1min 이내 - 장비 운용 현황 모니터링 시스템 · 모바일 인터페이스 성능 향상 : 웹서비스 대비 약 30% 성능 향상 (개발기술 수준 설정근거) - Mini-Load AS/RS 주요 구성품의 싱글 마스트, 더블 마스트, 컨베이어, 피킹존의 체계적인 연계를 위한 운용 시스템을 개발하고 싱글마스트 미니로더 시스템과 연동하여 테스트베드에서 해당 성능을 검증하기 위함 - 비상전력 시스템 · 현장 장애 시 작업자에 의하여 피킹존 정지 기동 시간 최소 2min~3min 필요. 정상적 종료를 위한 여유 시간을 포함하여 5min으로 설정 - 전력 사용량 관리 · 모니터링 단위 : 설비의 주요 전원 사용부인 주행 모터 관련 모니터링을 하여 데이터 분석 시 최대 효과를 발휘하므로 모니터링 대상으로 선정 · 데이터 취득 시간 : 무선 환경의 영향을 고려하여 1min 이내 데이터 취득으로 설정(본 과제성과물은 초당 3개 데이터 취득) - 장비운용현황 모니터링 시스템 · 모바일 인터페이스 성능 향상 : 사용자가 모바일 환경에서 체감할 수 있는 성능 향상 정도인 30%를 목표로 설정 (질적성과) - 피킹존 전력 이상시 정지 기동 시간 확보 : 5min 이상 - 전력 사용량 모니터링 단위 : 주행 및 승강 구동 시 데이터 취득 가능여부 - 전력 사용량 데이터 취득 시간 : 1min 이내 - 모바일 인터페이스 성능 향상 : 웹서비스 대비 약 30% 성능 향상

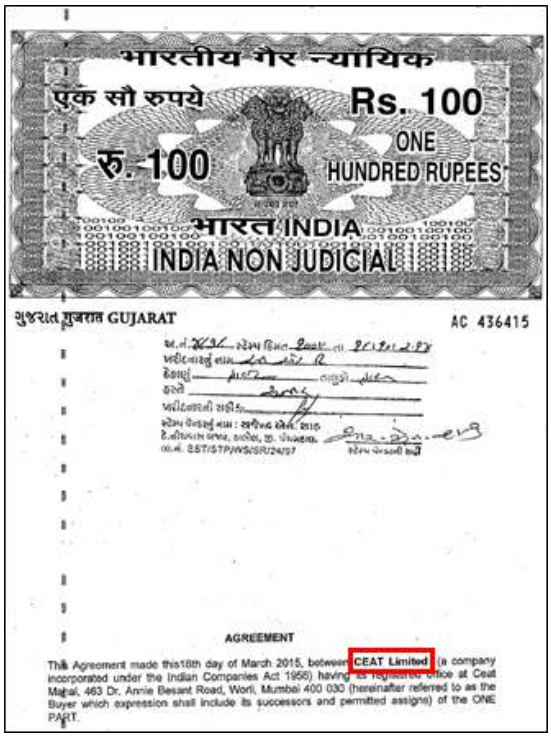
양적성과	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI 논문	S/W	기타
	출원 1건				등록 2건	
파급 및 기대 효과	○ 운용시스템 중 전력량 관리 시스템의 경우 미니로더 장비가 제품으로써 신뢰성을 가지는 데 큰 기여를 하며, 모바일 S/W의 경우 자동화 창고 운영을 효율적으로 할 수 있도록 해줌으로써 이러한 운영시스템의 탑재 또한 장비의 경쟁력 향상에 기여할 것임 - 전력량 모니터링 기능은 장비의 운용효율 향상에 기여할 것임 - 모바일 입/출고 현황 조회 기능은 현장 관리자의 편의를 향상 시켜줄 것으로 기대됨					
성과 활용실적 및 계획	○ 본 과제의 기술은 국내 기술에 의하여 처음 시도되어지는 고유기술이며 다방면에 활용 가능한 핵심기술의 확보로 파급효과가 큼 - 본체 제조기술에 PICKER 제작만을 변형하면 자동차 부품, 타이어, 유업계, 종이, 제지, 브라운관, 위험물, 제약 등 다양한 산업분야에서 접목 사용이 가능 ○ 3차년도 과제 종료 이후 자체적으로 더블마스트 시제품을 제작하여 기존 계획대로 싱글마스트와 더블마스트 미니로더가 통합 연동/운영이 가능한 테스트베드 구축 예정					
향후 성과관리 계획	○ 주요 협력사 및 고객사나 전문기관의 추천을 통해 테스트베드 형태로 우선 실용화하고, 제품의 안전성 및 내구성 등의 신뢰성을 확보함 ○ ㈜신흥기계 충주공장에 구축된 테스트베드를 브로셔 및 쇼룸을 통해 홍보하여 국내외로 실용화 시킬 예정					

제2절 적용실적

1. Mini-Load AS/RS 더블마스트 10식 판매

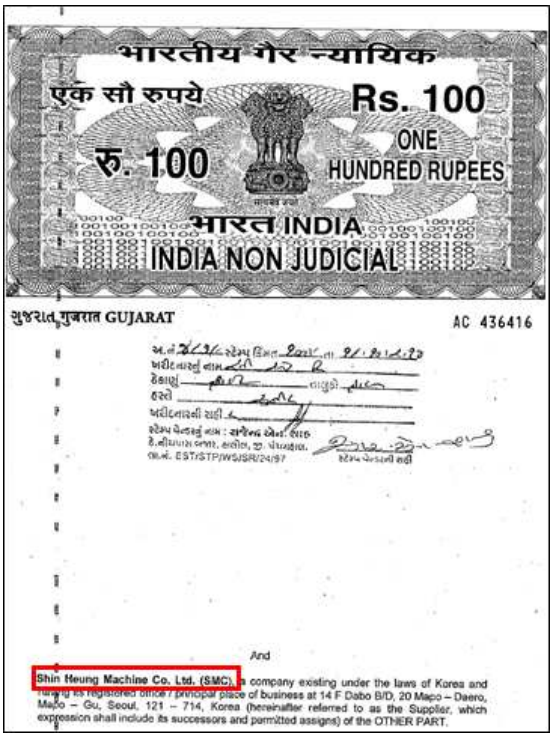
가. 납품 계약 체결

o 2015년 4월 인도 타이어 업체(CEAT)와 약 160억 규모의 자동화 창고 구축 계약 체결함


भारतीय गैर न्यायिक
एक सौ रुपये
Rs. 100
रु. 100
ONE HUNDRED RUPEES
भारत INDIA
INDIA NON JUDICIAL
ગુજરાત GUJARAT
AC 436415

AGREEMENT

This Agreement made this16th day of March 2015, between CEAT Limited (a company incorporated under the Indian Companies Act 1956) having its registered office at Ceat Mahal, 463 Dr. Annie Besant Road, Worli, Mumbai 400 030 (hereinafter referred to as the Buyer which expression shall include its successors and permitted assigns) of the ONE PART.


भारतीय गैर न्यायिक
एक सौ रुपये
Rs. 100
रु. 100
ONE HUNDRED RUPEES
भारत INDIA
INDIA NON JUDICIAL
ગુજરાત GUJARAT
AC 436416

And

Shin Heung Machine Co. Ltd. (SMC), a company existing under the laws of Korea and having its registered office / principal place of business at 14 F Dabo B/D, 20 Mapo – Daero, Mapo – Gu, Seoul, 121 – 714, Korea (hereinafter referred to as the Supplier, which expression shall include its successors and permitted assigns) of the OTHER PART.

ARTICLE 3: PRICE OF EQUIPMENTS

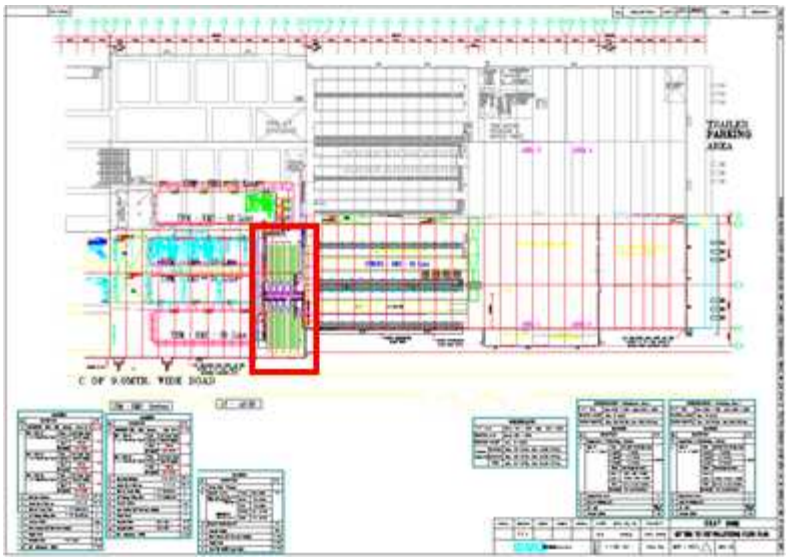
3.1 The price for the items and services listed in Article 1 (Scope) are detailed below. The price basis is CIF (Cost Insurance and Freight) Incoterms 2010. The prices of the Equipment are firm and fixed and not subject to any escalation whatsoever unless and until specifically agreed to in writing subsequently by the Supplier. The total equipment price under this contract amounts to USD 14,500,000 (USD Fourteen Million Five Hundred only) and it is the package price and only valid as the package price to the Buyer.

The price of training (mean the training during the installation of equipment at Plant) and documentation are firm and fixed.
The above package price of USD 14,500,000 (USD Fourteen Million Five Hundred Thousand only) is comprised as under:-

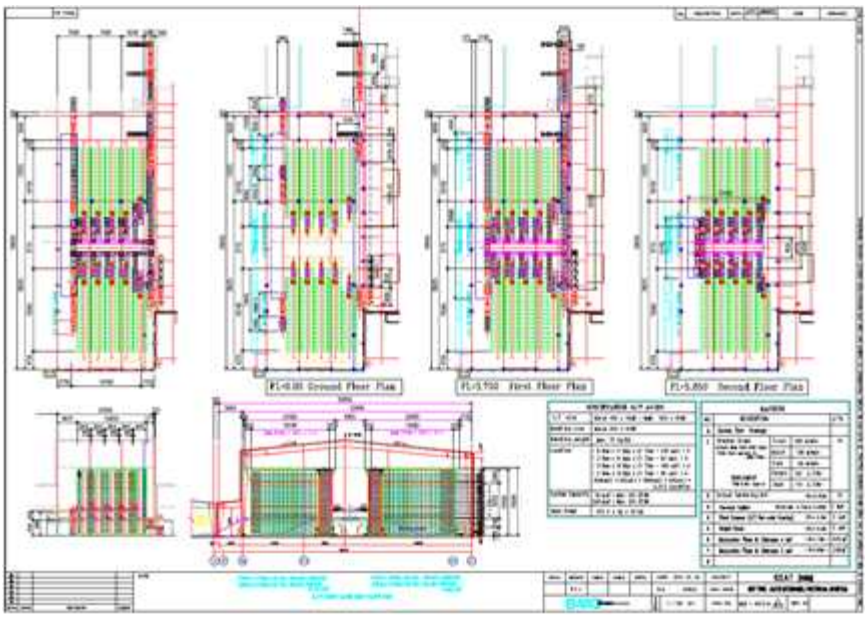
3.2 Price for Equipment

Supply of Tire handling system as per technical specification no. SP/HP2/THS/01 (dated 01 December – 2014) on CIF Nhava Sheva basis INCOTERMS 2010	USD 13,800,000
Erection and commissioning as per technical specification no. SP/HP2/THS/01 (dated 01 December – 2014) on CIF Nhava Sheva basis INCOTERMS 2010	USD 700,000
Total	USD 14,500,000

o 자동화 창고 전체 레이아웃은 다음과 같으며 빨간색 네모 부분이 미니로더 장비 10식에 대한 레이아웃임



o 더블마스트 미니로더 10식에 대한 상세 레이아웃은 다음과 같으며, 구축환경은 더블마스트 미니로더 1식당 주행 길이 약 20m, 높이 16m임



제3절 기술개발 성과의 국내외 시장 전망

1. 해외제품과의 경쟁력 수준

가. 주요국과의 경쟁력 분석

o 세계시장에서 점유율의 변화는 기존 운반하역기계 분야의 선진국이었던 독일, 일본, 미국의 점유율이 줄어든 반면, 중국과 한국은 점유율이 증가한 것으로 나타남

- 한국의 경우 중국의 큰 상승 수준에 미치지는 못하지만 2001년 1.7%에서 2011년 2.6%로 0.9% 상승하였음
- 금액적으로는 2011년 세계 운반하역기계산업의 전체 교역금액은 1,428억 달러이며, 독일이 1위, 미국 2위, 중국 3위, 일본 6위, 한국이 11위로 평가됨

단위 : 십억달러, 위

	한국		중국		일본		미국		독일	
	금액	순위	금액	순위	금액	순위	금액	순위	금액	순위
운반하역기계	3.7	11	15	3	6.2	6	16.7	2	17.9	1

<2011년 운반하역기계산업 교역-최종재>

자료 : 한국기계산업진흥회(UN comtrade를 활용)

단위 : %

	한국		중국		일본		미국		독일	
	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011
운반하역기계	1.7	2.6	3	10.5	9	4.4	14.8	11.7	16.9	12.6

<시장 점유율 변화>

자료 : 한국기계산업진흥회(UN comtrade를 활용)

o 운반하역기계 분야의 수출특화도를 점검해 본 결과 2002년부터 2011년까지 무역특화지수가 (-)에서 2010년 (+)로 전환되어 수출 특화를 보이고 있음

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
운반하역기계	-0.339	-0.369	-0.309	-0.281	-0.132	-0.205	-0.256	-0.093	0.024	-0.009

<무역특화지수(TSI)>

자료 : 한국기계산업진흥회(UN comtrade를 활용)

주 : 1) MTI분류 기준
2) 음영은 수출특화를 뜻함
3) 무역특화지수(TSI, Trade Specialization Index)는 한 상품의 총수출액과 총수입액을 이용해 상품의 비교우위를 나타내는 지표로서 그 공식은 다음과 같음
무역특화지수=(총수출액-총수입액)÷(총수출액+총수입액), 무역특화지수가 0인 경우 비교우위는 중간정도이며 1이면 완전 수출특화상태를 말함. 수입은 전혀 하지 않고 수출만 한다는 뜻임
또 -1이면 완전 수입특화 상태임. 전혀 없을 뿐만 아니라 수입만 한다는 뜻임

o 주요 5개국의 운반하역기계 분야에서 2011년 RCA지수를 보면 독일(1.903)>일본(1.345)>미국(1.155)>중국(1.141)>한국(0.79)로 나타남

o 한국 운반하역기계 산업은 지수 자체는 낮지만 2001년에 비하면 높아진 것으로 나타나 경쟁력이 개선되고 있는 것으로 볼 수 있으며 중국, 일본, 미국, 독일에서는 운반하역기계 산업이 다른 품목의 산업군에 비해 경쟁력 있는 산업에 속함

단위 : %

	한국		중국		일본		미국		독일	
	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011
운반하역기계	0.682	0.79	0.661	1.141	1.319	1.345	1.2	1.155	1.756	1.903

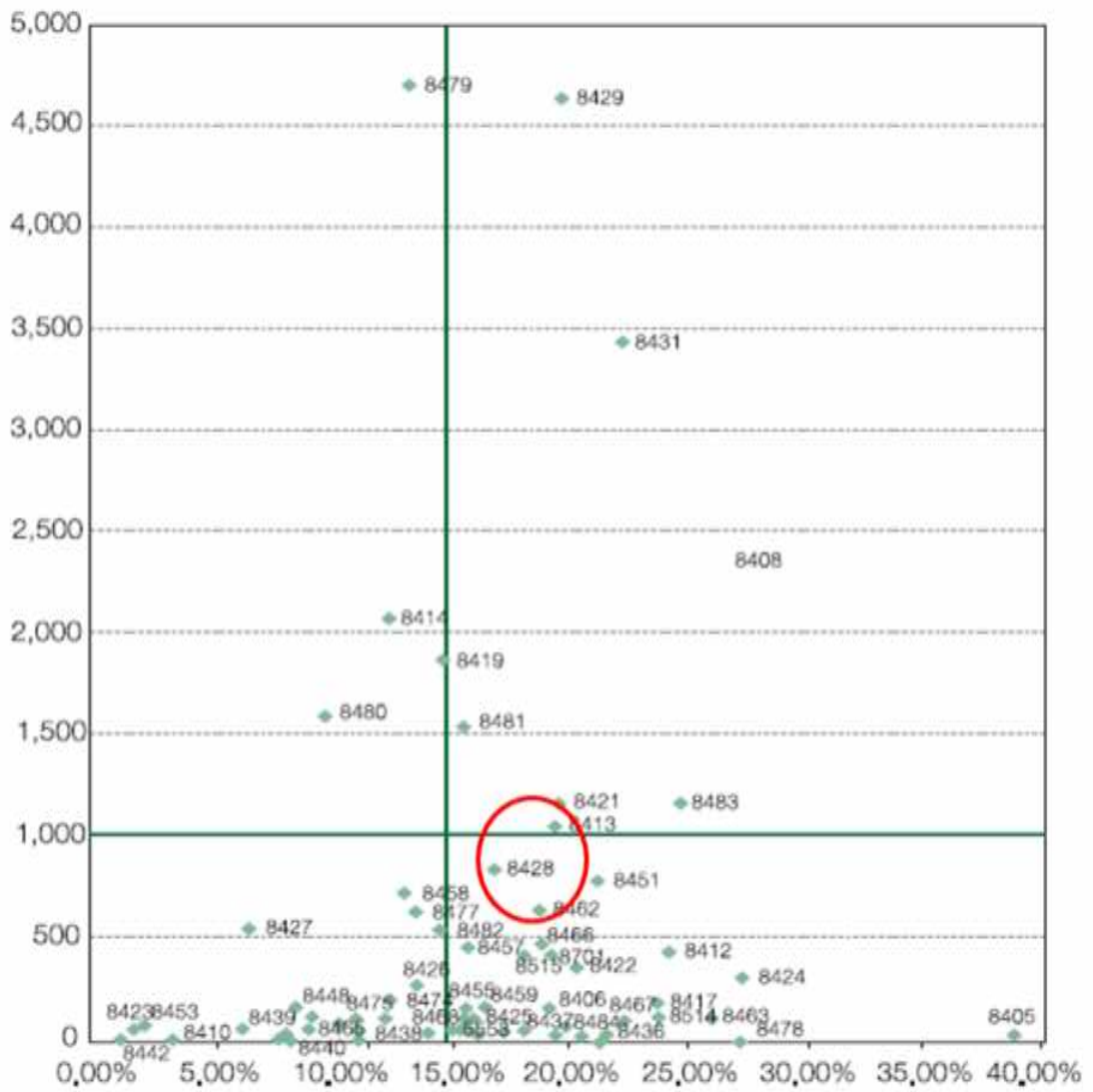
<표 74> 세계시장에서의 RCA지수 변화 분석-최종재

자료 : 한국기계산업진흥회
주 :
1) RCA지수는 아래와 같이 정의되는데, 그 값이 1보다 크면 해당국가의 k품목이 자국의 여타 품목에 비해 비교우위(경쟁력)가 있는 것으로 해석됨
RCAik = (Xik/TXk)/(Xi/TX)=(Xik/Xi)/(TXk/TX)
단, Xik : I국 k상품의 대(對)세계 수출액, TXk : 세계전체의 k상품 수출액, Xi : I국의 총수출액, TX : 세계 전체의 총수출액

o 품목별(HS 4단위) 수출패턴의 변화 분석결과를 살펴보면, 건설기계(HS 8429, HS 8431)가 수출증가율도 높고 수출규모도 큰 전형적인 경쟁우위 형태를 띠고 있음

o AS/RS가 포함되는 운반하역기계(HS 8428)는 수출증가율이 17%정도 되며, 900백만 달러 정도의 수출규모로 전체 증가품목의 중간정도 포지션을 차지하고 있으며, 현재 TSI지수가 0정도로 비교우위에서 중간임

단위 : 백만 달러, 연평균 증가율



<HS 4단위 수출 패턴 분석(증가품목 기준)>

나. 국제경쟁력 패턴 변화 비교

o 수출입 단가에 따른 가격경쟁력/기술경쟁력 분리의 접근방법에 의해 한국의 물품취급장비제조업이 가격경쟁력에 의존하는가 혹은 기술경쟁력에 의존하는가를 네 개의 유형[13]으로 구분해 볼 수 있음

- 물품취급장비제조업 중 AS/RS가 포함된 HS 4단위(8428:그밖의 권양용, 하역용, 적하용, 양하용 기계류) 중 HS 6단위 (842810 : 리프트와 스킵 호이스트), (842832 : 버켓형의 기타 연속자동식 엘리베이터와 콘베이어(물품·재료용의 것))에 대한 상품교역조건 변화는 다음 표와 같음
- 실제 AS/RS 수출입 품목코드는 하나가 아닌 여러 코드의 조합으로 이루어져 있으나 그 중에서 대표되는 품목코드를 선정하였으며, 본 품목코드는 기타 자동창고시스템 관련 연구[14]에서도 이용됨

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
842810	유형2	유형1	유형4	유형4	유형4	유형3	유형3	유형1	유형1	유형3
842832	유형3	유형4	유형4	유형4	유형4	유형3	유형3	유형3	유형3	유형4

<HS 6단위 코드별 순상품교역조건 변화>

자료 : 국가통계포털

o HS 6단위 842810, 842832의 상품교역조건은 최근 5년간 유형3이 가장 많았으며, 유형 1, 유형 4도 포함되어 변동이 많은 것으로 보임

o 우리나라는 물품취급장비제조업을 포함한 기계산업에서 전통적으로 저렴한 임금으로 생산비면에서도 비교우위가 높았으며 현재도 유형3이 많이 나타남

o 동태적 국제경쟁력 확보 특히 동태적 기술경쟁력 확보라는 관점에서 볼 때 유형 1에 해당되는 기계산업군의 비중이 높아질수록 바람직한 것으로 평가됨

- 특히 유형 1(기술적 비교우위산업군)과 유형3(생산비면의 비교우위산업군)

13)- 유형 1(기술적 비교우위 산업군) : 기술적 비교우위를 가지고 있는 산업군으로서 수출단가가 수입단가보다 큼에도 불구하고 수출량이 수입량을 상회하는 산업군. 즉 수출단가>수입단가 이면서 수출양>수입량, 선진국과 개도국의 무역에서 기계류 선진국일수록 이러한 유형의 특화 패턴을 유지할 가능성이 크다고 볼 수 있음.
- 유형 2(생산비면 비교열위 산업군) : 가격경쟁력면에서 비교열위에 있는 산업군으로서 수출단가가 수입단가보다 크고 수출량이 수입량을 하회하는 산업군, 즉 수출단가>수입단가 이면서 수출량<수입량.
- 유형 3(생산비 비교우위 산업군) : 가격경쟁력면에서 비교우위에 있는 산업군으로서 수출단가가 수입단가보다 작고 수출량이 수입량을 상회하는 무역수지가 흑자인 사업군. 즉, 수출단가<수입단가이면서 수출량>수입량.
- 유형 4(기술적 비교열위 산업군) : 기술적 비교열위를 가지고 있는 산업군으로서 수출단가가 수입단가보다 작음에도 불구하고 수출량이 수입량을 하회하는 산업군. 즉 수출단가<수입단가이면서 수출양<수입량, 선진국과 개도국의 무역에서 개도국 및 후진국일수록 이러한 유형의 특화 패턴을 유지할 가능성이 크다고 볼 수 있음.

Aiginger,K,"A Framework for Evaluating the Dynamic Competitiveness of Countries" 참조

14) 중소기업진흥공단, 캐로젤 시스템의 시장기술보고서, 2009.8

을 비교해 본다면, 유형1의 비중이 높아진다는 것은 산업구조가 고부가가치 구조로 변하는 것을 의미함

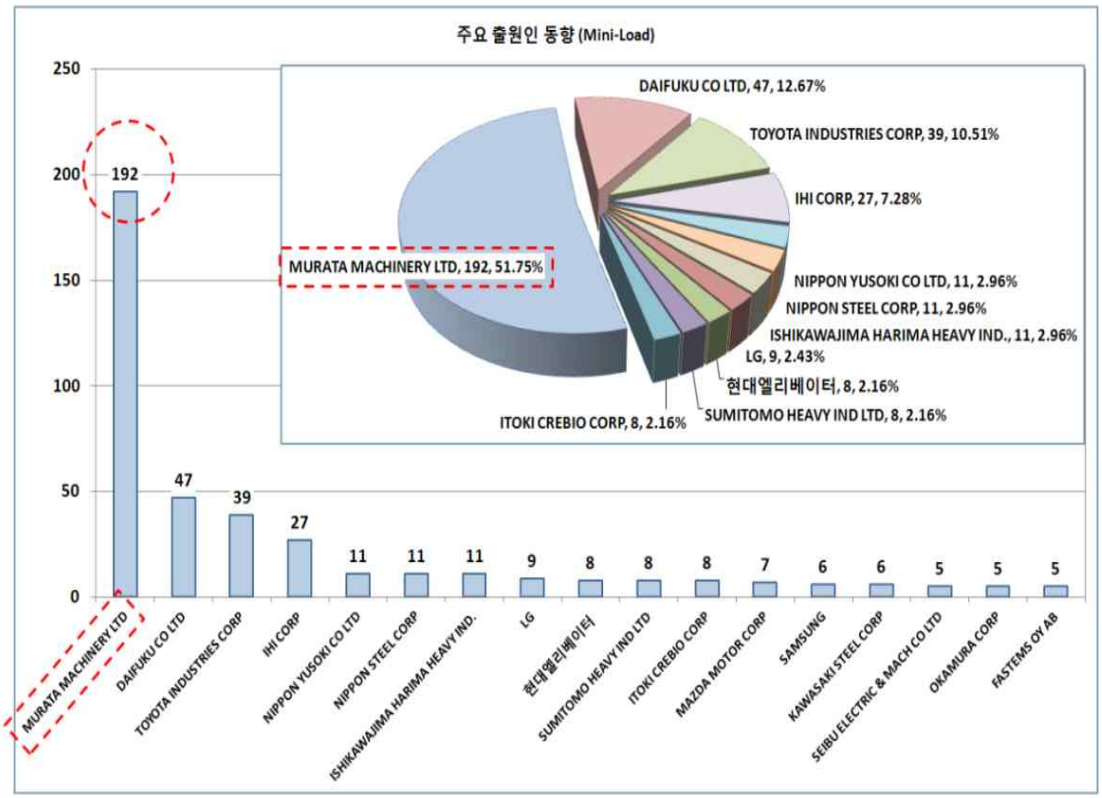
HS코드 6단위 기준 세부 품목번호	순상품교역조건
842810 842832	수출단가지수/수입단가지수 1 미만 0.8이상인 품목

<코드별 순상품교역조건>

자료 : 국가통계포털

- 물류취급장비제조업의 교역조건은 유형 1(기술적 비교우위산업군)과 수출단가지수/수입단가지수 1이상을 목표로 수준을 높여야 함

다. 주요 경쟁자 분석



<주요 경쟁자 Landscape_Mini-Load(A) 분야>

o Mini-Load AS/RS 분야에서는 MURATA MACHINERY LTD가 192건의 특허 출원으로 51.75%의 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타났고, DAIFUKU가 47건, TOYOTA INDUSTRIES가 39건 등으로 그 뒤를 잇고 있는 것으로 나타남

o 대부분의 주요출원인이 일본 국적 기업인 것으로 나타난 가운데, 한국의 LG, 현대엘리베이터 및 SAMSUNG이 각각 9건, 8건, 6건의 특허를 출원한 것으로 나타났으며, 핀란드의 FASTEMS가 5건의 특허를 출원한 것으로 나타나 다출원인으로 분포된 유일한 유럽 기업인 것으로 나타남

라. 분석 결과 요약

AS/RS의 대표 품목코드(HS 8428)가 포함되는 운반하역기계산업분석 결과

▷ 교역량 순위 : 한국 11위(통계청 자료)

▷ 시장점유율 : 2001년 1.7% ⇒ 2011년 2.6%(0.9% 상승)

▷ 무역특화지수(TSI) : (-) ⇒ (+)로 전환(수출특화 양상)

▷ RCA지수 : 2001년 0.682 ⇒ 2011년 0.79(0.108 상승)

AS/RS의 대표 품목코드(HS 8428) 국제경쟁력 패턴 분석 결과

[국제교역패턴]

6단위품목코드	순상품교역조건	교역패턴
842810	수출단가지수/수입단가지수 1	유형 1, 유형 3
842832	미만 0.8이상인 품목	유형 3, 유형 4

주) 교역패턴은 유형 1(기술적 비교우위산업군)비중이 높아져야 고부가가치 구조가 되는 것임.

주요 경쟁자 분석 결과

▷ MURATA MACHINERY LTD가 특허출원 51.75% 점유, DAIFUKU, TOYOTA INDUSTRIES가 뒤를 이으며, 한국 LG, 현대엘리베이터, 삼성도 다수의 특허 출원

* AS/RS는 한 개의 코드가 아닌 여러 개의 코드 조합으로 이루어져 있어 그 중에서 대표되는 품목코드를 선정하는 과정이 필요했음. 다음 표는 AS/RS 장치별 수출입 코드 리스트임

[AS/RS 수출입 코드 리스트]

Equipment Name		HS Code
Automated Storage and Retrieval System		8428
Storage/Retrieval Machinecomplete withaislehardware	Single deep Stacker crane	8428
	Stacker crane Body part	8428
	Driving part	8428
	Bottom rail part	8428
Racks	Free Standing Rack type	7308
Pallet conveyor system complete with necessary equipment	Up/down lifter	8428
	Roller conveyor	8428
	Box Cover open/close device	8428
	Box Auto stopper device	8428
	Profile checker & Forklift stopper	8428
	Shuttle car (R.G.V)	8428
Electrical equipment	Powerpanle	8537
	PLC Panel (conveyor)	8537
	Control Panel(stacker crane)	8537
	Remote Control Panel(stacker crane)	8537
	Control Panel(shuttle car)	8537
	Remote Control Panel(shuttle car)	8537
	Operation Panel Box -1(conveyor)	8537
	Operation Panel Box -2(conveyor)	8537
	Operation Panel T. B Box(conveyor)	8537

자료 : 신흥기계 내부자료 정리

2. 수요자의 유형 및 타겟 시장 규모 분석

가. 수요자 유형 분석

(1) 보관면적의 극대화

o 증가하는 제품 단위와 종류로 인해 물류센터에서 처리하는 작업량이 늘어나고 물류센터 내의 보관 공간이 부족한 현상도 나타나고 있음

- 최근 물류시장은 종래의 규격화된 상품을 대량으로 생산하여 고객에게 판매하던 방식에서 탈피하여 다양한 상품들이 다양한 크기로 제조되어 공급되는 추세임
- 기업활동이 글로벌화되면서 지역별, 국가별 상품의 범위는 더욱 다양하게 확장되었고 이로 인해 물류센터 내 작업단위도 파렛트 단위에서 점차 박스, 낱개 단위로 다양한 상품들을 소품종으로 처리하는 형태로 변화하고 있음

o 물류창고업은 보관을 위한 공간을 화주에게 제공하여 수익을 창출하는 업으로 보관면적의 극대화는 수익을 극대화 시킬 수 있는 가장 중요한 도구임

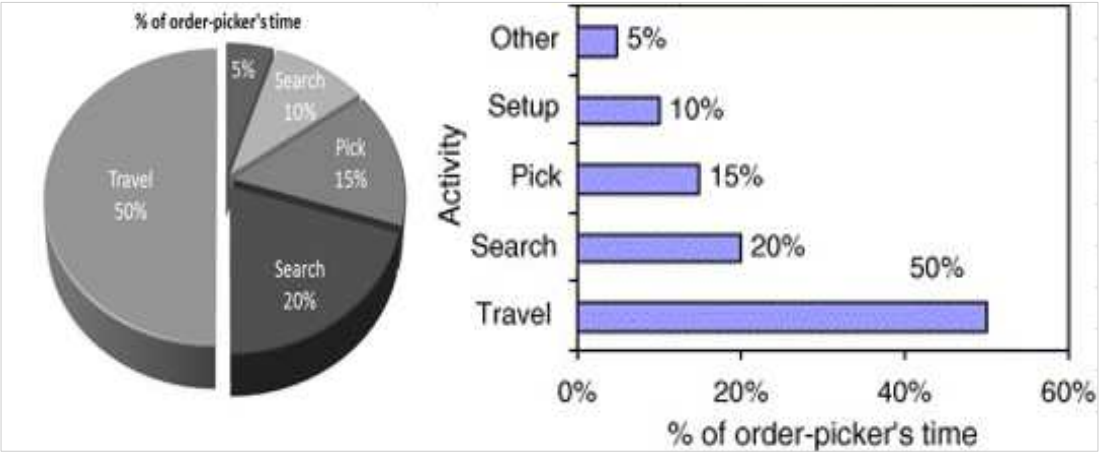
- 최근 지가의 상승으로 넓은 토지의 확보가 어려운 상황에서 물류시설들은 제한된 공간을 최대한 활용하면서, 질적 그리고 양적인 변화들에 대해서 유연하게 대응할 수 있는 시스템과 장비 등을 구축하고 있음
- 미니로드 AS/RS와 같은 설비는 재래식 정지 랙 대신 좁은 점유 면적 안에서 수직 보관 공간을 최대화할 수 있는 고속, 고밀도 버퍼로 공간효율성을 극대화 시킬 수 있음

(2) 작업효율성 증진

o 물류활동 중 오더 피킹의 시간이 작업의 대부분을 차지하고 있으며, 그 중 물품을 찾기 위해 이동하는 시간이 50%, 물품을 찾는 시간이 20%, 피킹 시간이 15%로 낮은 생산성을 가짐(아래 그림 참조)[15)]

o 수작업에 의한 오더 피킹은 생산성 감소의 원인이 되며, 피킹의 자동화 및 셔틀 도입을 통해 피킹에 대한 효율을 개선해야 함

15) 출처 : Rene de Koster et al. European Journal of Operational Research 182 (2007) 481-501
Tomkins et al. Facilities Planning, John wiley & Sons



<피킹작업의 피킹 시간 구성>

o 자동화시스템을 도입 못한 업체를 대상으로 실시한 설문조사에서는 하루에 최소 2만개에서 6만개의 케이스를 취급하는 것으로 나타났으며 수작업을 할 수 밖에 없는 이유로는 SKU(Stock Keeping Unit)의 다양성, 고객 주문 프로파일의 변동성, 고객 부가가치 서비스요건 등을 지목함

- 현재 수작업에 의존하는 업체들은 사업이 확장될수록 작업자의 증가로 인한 물류비 상승 및 생산성 감소의 문제가 발생할 수 있을 것으로 예상됨
- 따라서 수작업에 의존하는 현장에 자동으로 피킹이 가능한 물류장비를 도입함에 따라 피킹작업 효율성 증대 및 생산성 향상의 결과를 가져올 수 있을 것으로 예상됨

① 중소규모 물류센터의 증가

o 2013년 온라인 쇼핑몰 업계는 전년 대비 9.8% 성장한 32.7조원 규모로 예상되며, 지속적으로 발전할 것으로 전망됨

o 온라인 쇼핑몰(일반몰) 창고의 경우 일반 창고보다 입고 횟수에 비해 출고 횟수가 월등히 많으며 출고는 다품종 소량의 상품을 대상으로 함

- 대부분의 온라인 쇼핑몰은 영세성으로 인해, 중소규모의 창고에서 작업 효율성이 낮은 수작업위주의 물류작업을 하고 있음
- 이러한 영세한 중소규모의 물류센터에서 적은 시설투자비로 공간 및 보관 효율성을 높일 수 있는 물류 자동화 기술에 대한 필요성이 증가함

② 복합 입/출고 주문 처리 요구의 증가

o 온라인 쇼핑 등 소비자 생활패턴의 변화로 인한 3자 물류센터의 확산으로 인해, 다량의 동일제품에 대한 입출고 보다, 소량의 복합입출고에 대한 요구

가 폭발적으로 늘어가고 있음

③ 재고관리의 고도화 필요

o 제품단위의 다양화로 인해 물류센터 내에서 적정재고를 유지하는 것을 어렵게 만드는 동시에 재고의 불확실성을 높여 재고관리 비용 및 물류비용이 증가되고 있음

o 전문화된 창고관리시스템이나 다양한 물류정보시스템을 통해 개별 고객의 주문 요청을 정확하게 인식하고 제품의 출하단계까지 신속하게 연결시킴으로서 제품이 고객에게 배송되기까지의 리드타임을 단축시킬 수 있음

- 이를 통해 정확한 재고파악 및 재고의 결품 방지가 가능해지면서 효율적인 배송관리까지 이루어질 수 있음

(3) 최근 자동창고시스템 수요자 현황 분석

o 소비자들의 기호가 다양해짐에 따라 생산의 형태가 소품종 대량생산에서 다품종 소량생산으로 변해가고 있음

o 생산 공정 내에서 작업 소요 시간 중 실제 가공시간은 전체 사이클 타임의 5%를 넘지 않고 대부분 작업장 내 이동시간이나 다음 공정을 위해 대기하는 것에 사용됨

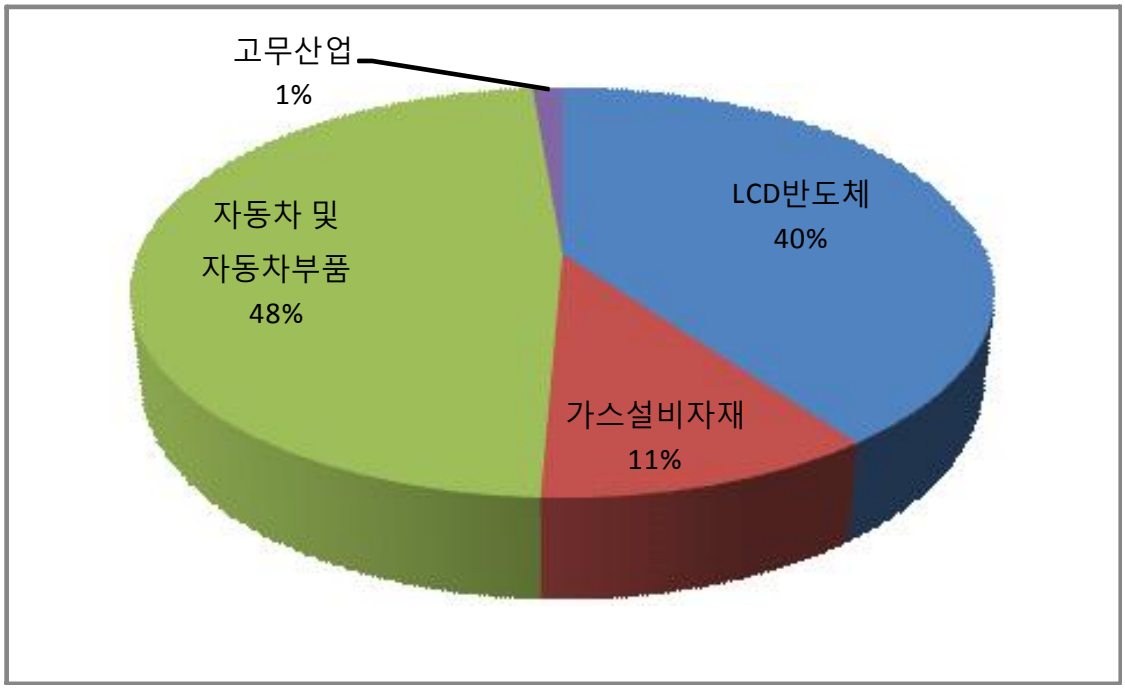
o 따라서 생산 환경의 변화에 쉽게 대응가능하고 대기시간과 이동시간을 감소시킬 수 있는 유연 생산 시스템이 대두되고 있으며 이에 대한 연구가 많이 이루어지고 있음

o 유연 생산 시스템은 자동창고시스템(AS/RS), 무인운반차(AGV) 등으로 구성되어 있음

o 다품종 소량생산 시스템 산업으로 대표되는 업종에는 항공기 제조업, 조선업, 공장기계 제조업, 자동차 부품산업 등이 있으며, 자동차 및 자동차부품(48%), LCD 반도체(40%), 가스설비 등 자재(11%)를 취급하는 업체들이 일반적으로 AS/RS를 사용하고 있음

업종	설비	자재성격	공정흐름
▪ 항공기 제조업 ▪ 조선업 ▪ 공장기계 제조업 ▪ 자동차 부품산업	▪ 다양한 제품을 생산할 수 있는 범용 설비와 운반설비가 필요	▪ 원자재, 외주가공품, 구매품, 반제품, 완제품 및 기타 공구와 목형 등	▪ 공정간의 대기 물량이 많음

<다품종 소량생산 시스템 산업>



<AS/RS 설치 현황>

업체명	업체규모	업체소개	Mini Load 설치 댓수
실****	2,683억/410명	LCD패널핵심부품인 T-Con,디스플레이용 Driveric 등을 개발하는 업체로 LG디스플레이 내 높은 점유율확보	1~2
아***	985억/68명	반도체 개발 및 제조, 판매사업을 영위	1~2
티***	1,828억/108명	LCD패널용 T-Con 및 드라이브 IC 개발 업체	1~2
넥**	743억/130명	CCTV카메라 DVR에 사용되는 영상처리칩 개발 전문업체	1~2

업체명	업체규모	업체소개	Mini Load 설치 댓수
텔***	1,092억/260명	정보표시칩,디지털미디어프로세서,모바일TV베이스칩 주요개발업체	1~2
엠***	1,513억/90명	휴대폰팸,화상통화,게임,카메라폰용이미지센서 등 UserInterface칩중심의 시스템 반도체 생산	1~2
S******	5,925억/1,269명	반도체외주조립및테스트전문기업으로 메모리카드 등 제품을 생산	1~2
디**	1,881억/87명	메모리전,후공정상의테스트장비제조기업으로삼성전자 Dram용테스트장비대부분수주받으며최근대만중심으로 해외매출비중확대	1~2
에*****	1,348억/143명	국내 유일 및 세계3대블랭크 마스크 제조업체로블랭크 마스크란반도체및액정표시장치회로를 제작하기위한 공정재료의 원자재	1~2
에****	935억/258명	반도체 재료인 펠리클을 제조하는 국내 유일 업체	1~2
아*****	533억/174명	시스템반도체 성능테스트 업체	1~2
리***	1,370억/306명	테스트 소켓(Zig)를 제작하는 업체	1~2
시****	2,869억/195명	비메모리용 반도체 패키지 업체	1~2
고****	448억/211명	반도체 후공정 장비 제조업체	1~2
알***	371억/76명	국내1위 시스템 반도체 전문회사이며 삼성전자가99%지분 보유	1~2
건***	150억/60명	고압용 배관연결구 제조	1~2
광*	160억/50명	조인트 연구 개발과 제품 제조	1~2

업체명	업체규모	업체소개	Mini Load 설치 댓수
㈜금***	820억/65명	석유플랜트용 밸브 제조	1~2
대***	1400억/358명	수전금구 관련제품 제조	1~2
씨***	920억/165명	자동제어밸브, 케이지가이드밸브 제조	1~2
아*******	600억/195명	위생용구 및 시설물 제조	1~2
에*******	3700억/632명	반도체 공정을 위한 제너레이터 제조	1~2
㈜에***	800억/263명	LP가스용기용 밸브류 제조	1~2
윌***	1700억/256명	생활용/산업용 펌프 제조	1~2
㈜티***	740억/260명	선박용 엔진 부품 제조	1~2
하*****	1800억/534명	밸브류 기계설비자재 제조	1~2
한******	920억/174명	버터플라이 밸브 제조	1~2
㈜화*	650억/215명	가스용 밸브 제조	1~2
조******	200억/90명	산업용 밸브 제조	1~2
대*****	1100억/300명	자동차, 전자제품 소결기계부품 생산	1~2
㈜비**	1300억/126명	자동차, 전제제품용 전동기 케이스 및 코어제품 제조	1~2
현****	1,250,501억/61,411명	국내 1위 완성차 업체	10~12
기****	337,620억/32,870명	국내 2위 완성차 업체	9~10
현***** (모**, 다***, 파** 등)	314,499억/7,222명 14,339억/1,198명 20,321억/1,759명	현** 그룹 계열 부품 제조사	9~10
베**	190억/25명	가스 스프링 제조사	6
화***	1,454억/267명	고무산업 전문 기업	1
Total			59~101

<최근 AS/RS 설치 업체 현황(계획포함)>

자료: 신흥기계 내부자료

(4) 시장별 수요자 분석

o 자동창고시스템은 전 세계에서 판매되는 다양한 제품의 생산 및 물류활동에 중요한 역할을 하며 자동창고시스템을 통해 관리 비용, 정확성을 개선하여 생산성을 극대화시킬 수 있음

o 자동창고시스템 시장은 다음 여덟 개 시장으로 구분할 수 있다.

- 제3자물류(3PL)
- 도매/소매
- 우편주문/전자상거래
- 음식/음료
- 의료/제약
- 대량광업
- 우편/소포
- 출판/인쇄

o 자동창고시스템 시장은 상당히 오랜 시간 꾸준히 성장하다 세계 경기 침체로 2009년 급감하였지만 2010년부터 꾸준히 회복되고 있으며, 위의 여덟 개 시장 중에 소매시장부분이 가장 큰 시장임

① 3PL 시장

o 3PL 시장은 기업의 물류업무 일부 또는 전부를 외주계약을 통해 서비스를 제공하는 시장을 말함

- 3PL 시장은 물류 Outsourcing의 한 부분으로서 부가가치가 낮은 물류업무를 외부 전문업체에게 기획 및 운영, 관리까지 위탁시키는 것을 말함

o 3PL시장은 글로벌 자동창고시스템 시장에서 13.7%를 차지하고 있으며, AS/RS시장에서 24.6%를 차지하고 있음

② 도/소매 시장

o 도/소매업은 구입한 상품을 변형하지 않고 산업체나 개인 소비자 또는 다른 도/소매업자에게 다시 판매하는 활동으로 상품을 판매하기 위한 분류, 포장, 상표부착, 배달 및 설치 서비스 등도 넓은 의미의 도/소매업 활동에 포함함

- 도매업은 생산자와 소매상 사이에서 상품유통의 중간적 기능을 하는 활동으로 판매하는 상품의 소유권을 갖고 다른 소매업자에게 판매하는 도매업자와 산업체에 상품을 공급해 주는 산업 공급업자 및 수출입업자 그리고

상품의 소유권을 갖지 않고 판매 혹은 구매를 대리해주는 상품중개업 등이 포함됨

- 소매업은 개인 소비자에게 신상품이나 중고품을 변형하지 않고 다시 판매하는 산업활동을 말함

o 도/소매시장은 자동창고시스템 전체 시장에서나 AS/RS 시장에서나 21.2%를 차지하는 대표적인 시장으로 꾸준히 성장하고 있으며 세계 컨테이너 화물 물동량 성장 수준과 유사한 시장 상황을 보임

③ 우편주문/전자상거래 시장

o 지난해 세계 온라인쇼핑 매출액이 사상 처음으로 1조 달러를 돌파한 가운데 올해 아시아·태평양 지역이 세계 최대 전자상거래 시장으로 떠오를 전망임

- 시장조사업체 이마케터는 지난해 세계 전자상거래(B2C) 규모가 사상 처음으로 1조 달러(약 1100조원)를 넘었으며 올해 18.3% 증가해 1조2980억 달러에 달할 것이라고 발표했으며, 특히 아시아·태평양 지역은 올해 세계 B2C 매출 가운데 3분의 1 이상을 차지해 북미 지역을 뛰어넘는 세계 최대 온라인쇼핑 시장으로 급부상할 것으로 예측함

- 이마케터에 따르면 지난해 아·태 지역 온라인쇼핑 매출은 전년보다 33% 증가해 3,324억 달러(약 362조원)를 기록했다. 올해는 중국·인도·인도네시아 3개국 주도로 30% 이상 증가해 4,330억 달러(약 472조원)를 넘을 것으로 예상됨

- 특히 중국은 올해 인터넷쇼핑 규모가 65% 급증해 1,816억 달러(약 198조원)를 기록하며 일본을 누르고 세계 2위로 올라설 것으로 보인다. 일본은 작년 1,278억 달러(약 139조원)로 2위였지만 올해는 1,403억 달러로 중국과 영국에 밀려 4위에 머물 것으로 예상됨

- 2012년 3,646억 달러(약 397조원)였던 북미 온라인쇼핑 규모는 올해 12.2% 증가한 4,090억 달러로 아·태 지역에 이어 두 번째로 큰 시장을 유지했으며, 그 중 미국은 작년 3,434억 달러(약 374조원)로 독보적인 1위를 차지했음[16)]

o 우편주문/전자상거래 시장은 자동창고시스템 시장에서 16%를 차지하고 있으며, AS/RS 시장에서는 19.7%를 차지하고 있다.

④ 음식/음료 시장

o 음식/음료시장은 제조에서 판매까지의 모든 프로세스를 모두 포함한다. 이 시장은 생산, 가공, 포장, 유통 회사들로 구성되어 있으며, 신선 식품 뿐 아

16) 매일경제,2013.2.6

니라 포장식품, 알콜, 무알콜 음료를 모두 포함함

o 농업과 관련된 모든 원료 농산물, 가축의 생산 및 유통 등도 함께 포함함

o 원료식품에서 고객에게 다른 형태로 제공하는 음식(완제품) 및 음료가 포함되는 음식/음료 시장은 전체 자동창고시스템 시장과 AS/RS 시장에서 동일하게 12.5%를 차지하고 있음

⑤ 의료/제약 시장

o 의료/제약 시장은 진단, 치료, 예방 및 치료를 제공하는 산업을 의미하며, 민간 및 공공 기관에 장치, 장비, 의약품, 병원 시장이 이 시장에 포함됨

o 병원 산업은 교육에 의해 현대적인 의료 서비스를 제공한다. 의학 전문가, 치과, 예방, 치료를 제공하는 간호 및 지역 사회 건강 및 재활 서비스를 제공하는 산업을 의미함

o 의료/제약 시장은 전체 자동창고시스템 시장과 AS/RS 시장에서 동일하게 9.7%를 나타낸다.

⑥ 대량 광업 시장

o 대량 광업 시장은 기계화·자동화 된 대규모 채굴 작업을 하는 시장을 말함

o 광산에서의 알루미늄, 석탄, 구리, 금, 철, 납, 몰리브덴, 인산염, 칼륨, 티타늄, 아연 등의 생산량 감소와 경기 침체로 대량 광업 시장은 시설 폐쇄가 잇따르는 등 좋지 않은 상황이었으나, 2010년과 2011년 사이 회복을 하고 있음

o 기본 광업 시장에 귀금속에 대한 글로벌 수요가 증가되면서 전체 자동창고시스템 시장에서나 AS/RS 시장에서 8.2%를 차지하고 있음

⑦ 우편/소포 시장

o 이메일 등 대체수단의 보급이 확대됨에 따라 우편물량의 증가율은 급감되었으나, 통신판매와 홈쇼핑 시장을 기반으로 택배(소포)시장은 큰 폭으로 확대되고 있음

o DHL, UPS, FedEX 등 다국적 특송업체들은 치열한 경쟁을 벌이면서도 날로 발전하고 있으며, 전체 자동창고시스템 시장에서나 AS/RS 시장에서 우편/소포 시장은 2.5%를 차지하고 있음

⑧ 출판/인쇄 시장

o 인쇄 산업은 과거 수년간 기술 발전, 경기 침체, 인쇄 수요 변화와 함께 어려움에 직면하였지만, 각 기업은 미래시장의 변화에 맞춰 회복을 위한 노력을 그치지 않고 있음

o 최근 인쇄시장에 도입되고 있는 인쇄기기의 전체 시장 가치는 2012년 196억 달러를 기록하였으며, 2017년에는 212억 달러에 달할 전망임

- 성장의 원동력은 부가가치 기능과 디지털화에 있으며, 설치되어 가동 중인 인쇄 프레스기는 12만대로 증가할 전망이고 그 중에서도 전자 사진 및 잉크젯이 현저하게 성장할 것으로 예측됨

o 출판/인쇄 시장은 전체 자동창고시스템 시장에서 2%, AS/RS 시장에서는 1.6%를 차지하고 있다.

(5) AS/RS 설치 적합 수요자 특성 분석

o 화물 중량에 따라, 스태커 크레인 기반의 시스템 AS/RS는 경량화물처리용에 적합함

- 이송체가 고속으로 이동하고, 이동시 진동으로 인해, 충격에 민감하지 않은 제품 취급에 유용하며, 고밀도의 보관율을 중시하여 토목 공사를 동반한 전용 창고 설립이 반드시 필요함

구분	미니로더 AS/RS
SKU	비표준 버캣
무게	50kg～200kg
적용대상 품목	박스 제품 원자재 (일반 자재)
품목 특성	단품단위로 박스포장이 된 품목 위주임
주요 적용처	제조현장 중형이상의 유통물류창고
일반적 도입 비용	20억~70억
기초공사필요여부	안정적인 하중을 견디기 위해 반드시 필요

<미니로더 AS/RS 설치 적합 수요자 특성>

나. 타겟 시장 규모 예측

(1) 국내 시장 규모 분석

o 기계장비는 일반 목적용 기계와 특수 목적용 기계로 나뉘는데 자동창고시스템은 일반 목적용 기계에 포함되며 일반목적용 기계 생산은 전년대비 2011년 8.5% 증가함

o 일반 목적용 기계의 생산지수는 2005년을 100을 기준으로 2011년 평균 153.4를 나타냈으며, 출하지수는 154.7을 나타냄

단위 : 전년동기비,%

업종	2009년	2010년	2011년	2011년			
				1/4분기	2/4분기	3/4분기	4/4분기
일반 목적용 기계	-6.2	20.1	8.5	14.8	10.6	10.7	-0.9

<일반 목적용 기계 생산 현황>

자료 : 2011년 광공업생산연보, 통계청

2005=100

	생산지수 평균	출하지수 평균	재고지수 평균
2002	88.2	88.7	118.5
2003	89.7	91.6	112.2
2004	97.6	98.1	107.3
2005	100.0	100.0	99.1
2006	106.8	106.5	90.4
2007	122.1	123.4	85.8
2008	125.5	129.0	90.1
2009	117.7	120.4	93.1
2010	141.4	144.1	103.1
2011	153.4	154.7	103.7

<일반 목적용 기계 제조업 생산, 출하, 재고지수(원지수)>

자료 : 2011년 광공업생산연보, 통계청

$$L_{ot} = \frac{\sum P_{oi} Q_{ti}}{\sum P_{oi} Q_{oi}} = \frac{\sum P_{oi} Q_{oi} \frac{Q_{ti}}{Q_{oi}}}{\sum P_{oi} Q_{oi}} = \frac{\sum W_{oi} \frac{Q_{ti}}{Q_{oi}}}{\sum W_{oi}} \quad (W_{oi} = P_{oi} Q_{oi})$$

L_{ot}: 구하고자 하는 지수

Q : 생산량
P : 단위당 부가가치
첨자 o : 기준시점

첨자 t : 비교시점
첨자 I : 대표계열(1, 2, 3, ..., n)

- 위 식에서 우변을 잘 살펴보면 $W_{ot}=P_{oi}Q_{oi}$는 기준연도의 가격과 물량으로 평가한 품목가중치를 의미하며 $\frac{Q_{ti}}{Q_{oi}}$는 2005년을 기준으로 한 비교시점의 품목지수 임을 알 수 있으며, 라스파이레스 산식은 결국 기준연도의 부가가치를 가중치로 사용하고 기준연도의 물량을 기준으로 하여 지수를 작성하는 방법인 것임
- 생산실적 그대로를 지수화한 것을 원지수(Original index)라 부름

- 일반 목적용 기계 생산능력은 2005년 100을 기준으로 2011년 평균 137.7을 나타냈으며, 가동률은 평균 103.5를 나타내고 있음

2005=100

	생산능력 평균	가동률 평균
2002	93.5	94.9
2003	94.7	97.5
2004	95.5	101.0
2005	100.0	100.0
2006	107.7	98.0
2007	113.5	102.1
2008	118.5	101.0
2009	128.1	90.4
2010	135.8	96.9
2011	137.7	103.5

<일반 목적용 기계 생산능력 및 가동률(원지수)>

자료 : 2011년 광공업생산연보, 통계청

$$\text{생산능력지수}=\frac{\Sigma\frac{C_{ti}}{C_{oi}}W_{oi}}{\Sigma W_{oi}}\times 100 \quad \text{가동률지수}=\frac{\Sigma\frac{Q_{ti}/C_{ti}}{Q_{oi}/C_{oi}}W_{oi}}{\Sigma W_{oi}}\times 100$$

C : 생산능력
W : 가중치
Q : 생산량
첨자 o : 기준시점
첨자 t : 비교시점
첨자 I : 대표계열(1,2,3,.....,n)

품목번호	품목명	단위 unit	가중치		
			생산	출하	재고
C29	기타기계 및 장비제조업		737.5	749.0	962.1
C291	일반목적용 기계제조업		385.3	407.3	540.5
65500	자동창고시스템	백만원	2.8	3.3	-

<자동창고시스템의 생산·출하·재고지수의 품목별 가중치>

자료 : 2011년 광공업생산연보, 통계청

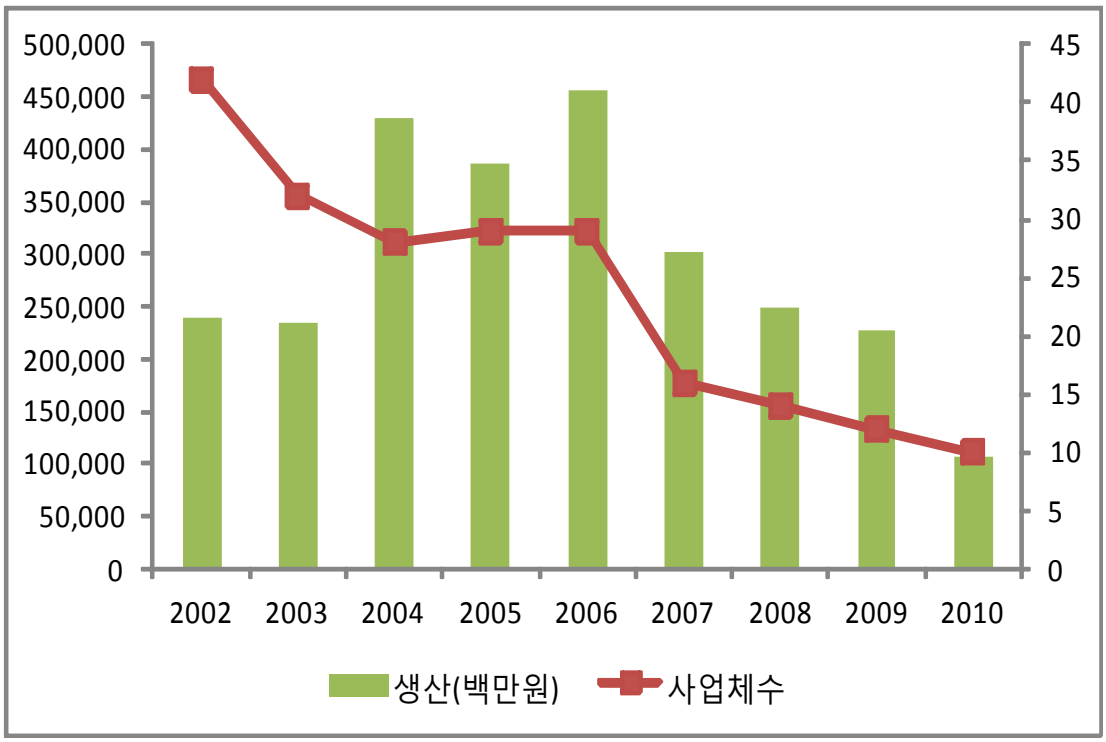
o 자동창고시스템의 생산 및 출하 품목별 가중치는 2005년 광업제조업조사 결과자료를 이용하여 대표품목으로 채택되지 않은 품목의 부가가치액을 채택품목에 비례하여 배분해서 품목별 부가가치액(확대 부가가치액)을 제조업 전체에 대한 10,000분비로 산정하였음

o 자동창고시스템은 기타기계 및 장비제조업 중 일반목적용 기계제조업에 포함되며 생산 가중치 2.8, 출하 가중치 3.3을 나타내고 있음

년도	사업체수	생산(백만원)	출하(백만원)	재고(백만원)
2002	42	239,387	239,029	3,465
2003	32	234,596	234,598	192
2004	28	430,380	430,437	73
2005	29	386,755	386,763	40
2006	29	455,804	455,446	1,290
2007	16	302,848	302,943	253
2008	14	248,886	248,987	1,756
2009	12	227,749	227,535	1,413
2010	10	108,245	108,349	322

<자동창고시스템 사업체수 및 생산액·출하액·재고액 추이>

자료 : 한국기계산업진흥회, 기계산업편람, 2004~2012,



<자동창고시스템의 생산액 및 사업체수 추이>

o 국내 자동창고시스템의 시장을 파악하기 위해 한국기계산업진흥회의 "기계산업편람"을 인용하여 2010년까지 연도별 자동창고시스템 시장 통계를 분석하였음

o 국내 자동창고시스템의 2010년도 사업체수는 10개소로, 2002년 42개소에서 급격하게 감소하였으나, 업체 감소와 상반 되서 생산액은 증가되는 양상을 보이고 있음

o 2007년 업체당 생산액은 18,928백만원으로 2006년 15,717백만원에 비해 증가된 것을 알 수 있음

o 2000년대 초반 새로운 산업으로 여러 업체가 관심을 보이다 경쟁력이 있는 업체만 남게 된 것으로 추측되며, 2010년도 생산액 및 출하액은 약 천억 원 수준으로 2009년의 2천2백억 원 수준보다 50%이상 감소하였지만 2011년엔 수출증가율을 고려해 보았을 때 증가되었을 것으로 예측됨

o 생산액 대비 유럽이나 미국 등 기술선진국에서의 수출용 수입이 늘어난 것도 핵심부품의 국내 생산시장의 기술력이 낮다는 것으로 판단되며, 주요 타겟 수출국에 맞춰 국내 생산시장의 기술력이 보강되어야 할 것임

o 위 표에서 인용된 한국기계 산업진흥회의 기계 산업편람(KSIC)에 따르고 있

음)의 자동창고시스템의 사업체 수 및 생산액, 출하액, 재고액 추이는 2008.1월 KSIC 9차 개정으로 인해 업종내 세세분류간 이동이 있었는데 이러한 과정에서 수치가 불명확해 진 것으로 본 연구자는 판단되며, 관련하여 자동창고시스템의 총산출액은 수출액으로 유추하여 계산해함

- 계산과정은 아래의 표를 이용해 설명될 수 있음
- 자동창고시스템이 포함되는 HS 품목코드 8428의 상위 분류인 일반기계의 수출비중을 이용하여 HS 품목코드 8428의 수출비중에 대입함
- 또한 HS 품목코드 8428 중에 AS/RS 비중을 Global Automated Material Handling 2012 보고서에 제시된 자동창고시스템 중 AS/RS가 차지하는 비중을 대입하는 과정을 통해 AS/RS 수출액과 AS/RS 총산출액을 계산함

단위 : 백만원

	일반기계 수출액	일반기계 총산출액	수출 비중	HS8428 수출액	AS/RS 비중	AS/RS 수출액	AS/RS 총산출액
2006	19,284,539	75,781,286	25.4%	405,461	20.8%	84,336	331,410
2011	46,177,977	128,894,686	35.8%	834,425	20.7%	172,726	482,123

<AS/RS 국내시장규모 산출근거>

주)
1. 일반기계 수출액, 총산출액, 수출비중 : 한국은행 산업연관표(생산자자격평가표)
2. AS/RS비중 : Global Automated Meterial Handling
3. AS/RS수출액 : HS code 8428 수출액 × AS/RS 비중
4. AS/RS총산출액 : AS/RS수출액의 수출비중을 일반기계의 수출비중으로 대입하여 100%로 산출함

(2) 한국 수출입 현황

o 자동창고시스템과 관련된 수출입 현황을 살펴보기 위해 수출입 코드를 검색하여 관련이 높거나 유사한 품목으로 앞 절의 국제경쟁력 패턴 분석에서부터 사용한 “HS Code 8428(그밖의 권양용, 하역용, 적하용, 양하용 기계류)”과 “HS Code 8537(전기제어용이나 전용보드, 패널, 콘솔, 책상, 캐비닛과 그 밖의 기판)”로 한정하여 분석을 실시함

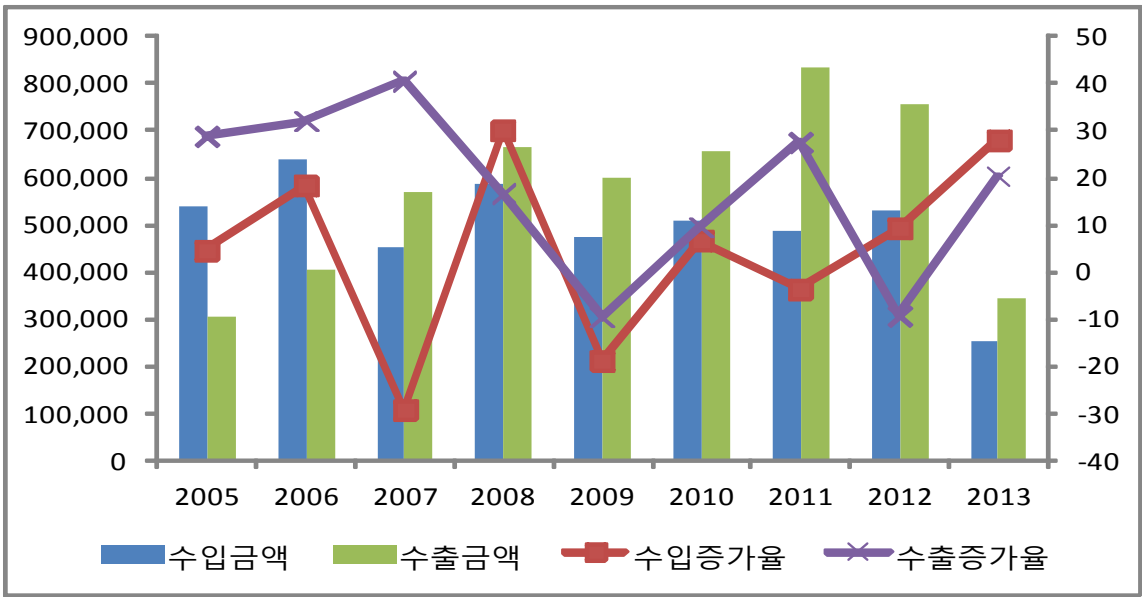
o HS Code 8537은 자동창고시스템 외에도 다양한 기기에 전기제어부분을 위해 포함될 수 있는 품목으로 참고용으로 분석함

단위 : 천불, %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	540,359	637,945	451,521	587,156	476,527	507,359	488,483	532,765	253,260
증가율	4.6	18.1	-29.2	30	-18.8	6.5	-3.7	9.1	27.9
수출용 수입 금액	11,439	22,670	29,002	83,160	118,791	234,393	112,674	168,856	75,002
증가율	-30	98.2	27.9	186.7	42.9	97.3	-51.9	49.9	145.9
수출 금액	307,394	405,461	569,157	663,058	598,477	654,611	834,425	755,649	342,928
증가율	28.8	31.9	40.4	16.5	-9.7	9.4	27.5	-9.4	20.3

<자동창고시스템의 수출입 동향(HS 8428) >

자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색



<자동창고시스템 관련 수출입 동향 분석(HS 8428)>

o 한국 자동창고시스템(HS 8428)의 2005년부터 2013년 5월까지 수출입 동향을 살펴보면, 수입의 경우 2007년에 증가율이 -29.2%로 가장 낮은 수입증가율을 2006년이 18.1%로 가장 높은 수입증가율을 보이고 있음

o 2008년은 30% 증가이긴 하나 전년도 대비 마이너스를 회복하는 수준이었으며, 이후 2009년과 2011년에 마이너스가 있긴 했지만 2012년과 2013년 5월까지에 걸쳐 수입금액이 늘어나고 있음

o 2005년 대비 2012년 수입금액은 540,359천불에서 532,765천불로 시장이 줄어들었으며, 이중에서도 수출용 수입금액이 2005년 11,439천불에서 2012년

168,856천불로 10배로 늘어났으며, 현재 수입금액의 20%정도를 차지함을 알 수 있음

o 수출의 경우 수입과 반대로 2007년에 40.4%로 증가율이 가장 높았으며, 계속 증가세를 유지하다 2009년과 2012년 마이너스 9%대로 나타났다. 2005년 수출금액은 307,394천불에서 2012년 755,649천불로 2배 이상 증가하였음

o 자동창고시스템(HS 8428)의 국가별 수출입 동향을 살펴보면, 수입국으로 중국, 노르웨이, 일본, 미국 등 뒤이어 유럽 국가들이 차지하고 있으며, 수출국으로는 중국, 미국, 인도네시아, 인디아, 말레이시아 순으로 나타나고 있다. 2013년 수입은 중국이 31.8%, 노르웨이가 21.2%로 전체 수입의 절반을 넘어서고 있으며, 대체적으로 주요국에 편중되고 있음

o 수출은 중국 34.5%만 제외하며 여러 나라로 다양하게 나눠져 있음으로 알 수 있음

o 분석 결과, 국내 자동창고시스템 시장은 기술적으로 우위인 나라에서 수입하여 개발도상국에 수출하는 특징이 뚜렷하게 나타남

단위 : 천불, %

순위	국가명	2012		2013(1월~5월)	
		금액	비중	금액	비중
총계		532,765	100	253,260	100
1	중국	112,003	21.0	80,574	31.8
2	노르웨이	58,458	11.0	53,786	21.2
3	일본	94,682	17.8	45,566	18.0
4	미국	51,576	9.7	15,576	6.2
5	독일	58,295	10.9	11,297	4.5
6	대만	9,055	1.7	8,688	3.4
7	프랑스	2,127	0.4	8,364	3.3

<자동창고시스템의 국가별 수입 동향(HS 8428)>

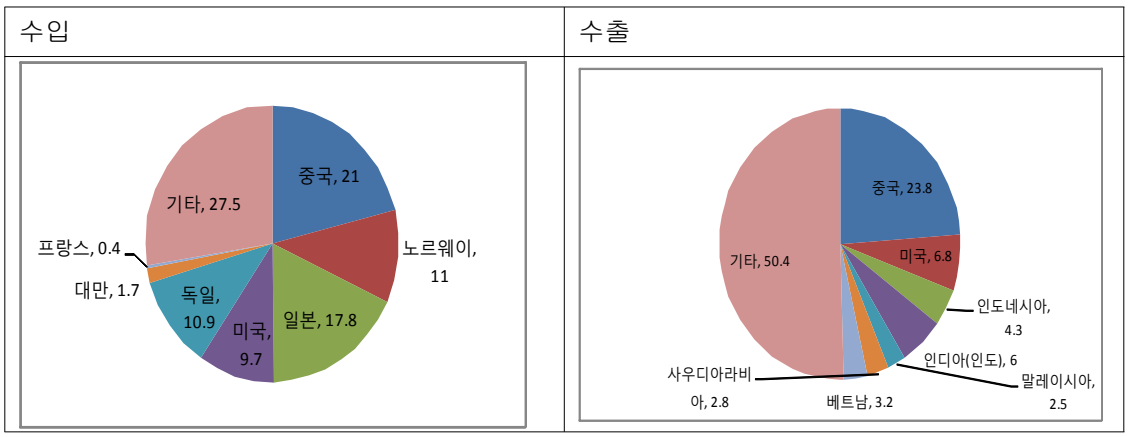
자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색

단위 : 천불, %

순위	국가명	2012		2013(1월~5월)	
		금액	비중	금액	비중
총계		755,649	100	342,928	100
1	중국	180,209	23.8	118,339	34.5
2	미국	51,693	6.8	30,093	8.8
3	인도네시아	32,770	4.3	18,944	5.5
4	인디아(인도)	45,666	6.0	14,035	4.1
5	말레이시아	19,194	2.5	12,415	3.6
6	사우디 아라비아	21,257	2.8	12,071	3.5
7	베트남	24,213	3.2	11,997	3.5

<자동창고시스템의 국가별 수출 동향(HS 8428)>

자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색



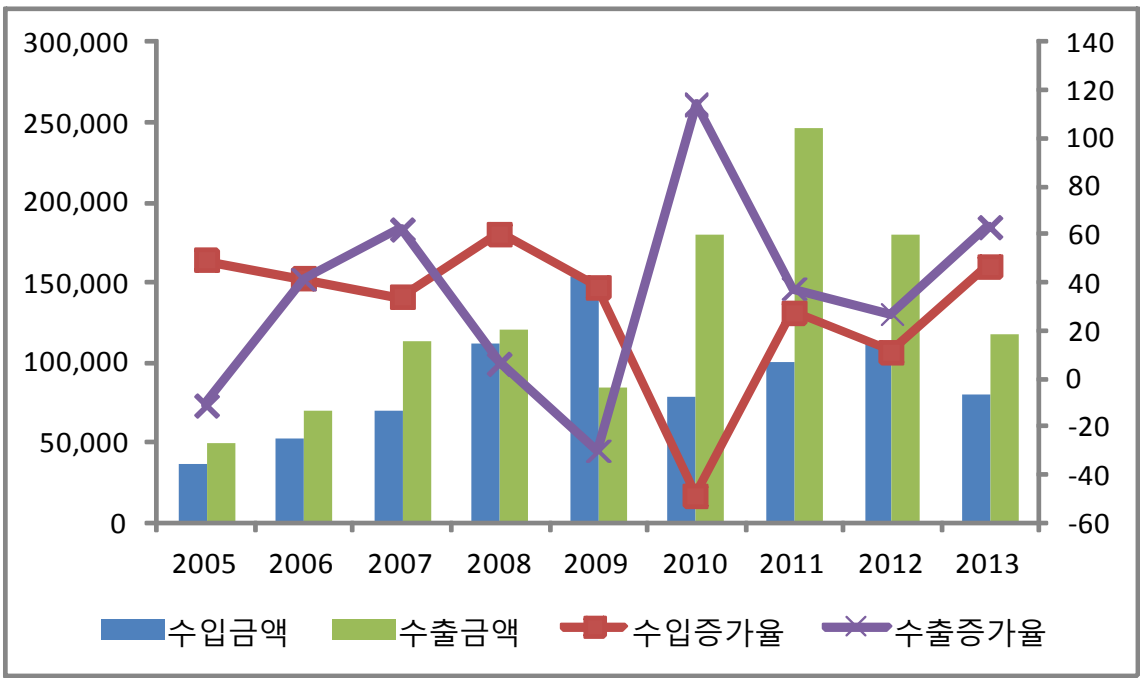
<자동창고시스템의 국가별 수출입 분석(HS 8428)>

단위 : 천불, %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	36,912	52,205	69,667	111,694	154,353	79,215	100,943	112,003	80,574
증가율	48.9	41.4	33.5	60.3	38.2	-48.7	27.4	11	46.6
수출 금액	49,532	69,991	113,283	120,131	83,834	179,445	246,221	180,209	118,339
증가율	-11.2	41.3	61.9	6.1	-30.2	114.1	37.2	26.8	62.8

<자동창고시스템의 중국과의 수출입 동향(HS 8428)>

자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색



<자동창고시스템의 중국과의 수출입 동향 분석(HS 8428)>

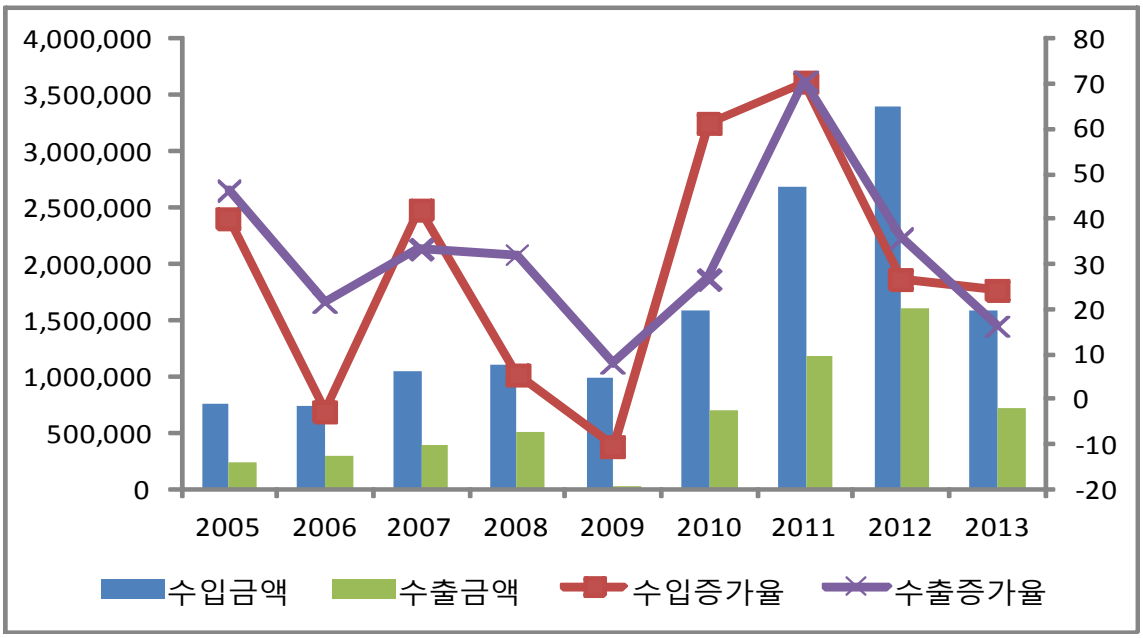
o 자동창고시스템(HS 8428)의 가장 큰 무역상대국인 중국과의 수출입 동향을 살펴보면 수입에서는 2010년 -48.7%를 제외하면 2005년부터 계속해서 큰 폭으로 증가하고 있으며, 수출에서도 2005년과 2009년을 제외하면 수입과 비슷하게 증가하고 있음

단위 : 천불, %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	755,073	734,683	1,042,605	1,099,807	982,642	1,582,364	2,692,259	3,406,445	1,584,508
증가율	40.1	-2.7	41.9	5.5	-10.6	61	70.1	26.5	24.1
수출용 수입 금액	205,149	187,654	396,316	483,430	339,734	771,156	1,647,089	2,412,807	1,077,250
증가율	18.3	-.8.5	111.2	22	-29.7	127	113.6	46.5	17
수출 금액	238,961	290,414	386,885	510,769	551.032	697,273	1,189,226	1,614,715	723,886
증가율	46.3	21.5	33.2	32	7.9	26.5	70.6	35.8	16.2

<표동창고시스템의 수출입 동향(HS 8537)>

자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색



<자동창고시스템의 수출입동향 분석(HS 8537)>

o 한국 자동창고시스템(HS 8537)의 2005년부터 2013년 5월까지 수출입 동향을 살펴보면, 수입의 경우 2006년과 2009년 약간의 마이너스 증가율을 제외하면 지속적으로 높은 증가율 추세가 나타나고 있음

o 2005년 대비 2012년 수입금액은 755,073천불에서 3,406,445천불로 시장이 4.5배가량 늘어났으며, 이중에서도 수출용 수입금액이 2005년 205,149천불에서 2012년 2,412,870천불로 10배가량 증가하였다. 전체 수입금액의 70%가 수출용 수입금액이 차지하고 있음

o 수출의 경우 수입과 마찬가지로 증가하였으나 수입만큼 증가율이 높지 않으며, 대신 꾸준한 증가로 2005년 수출금액이 238,961천불에서 2012년 1,614,715천불로 약6.8배 증가하였음

o 자동창고시스템(HS 8537)의 국가별 수출입 동향을 살펴보면, 수입국으로 중국, 일본, 노르웨이, 독일 등 뒤이어 유럽 국가들이 차지하고 있으며, 수출국으로는 중국, 사우디아라비아, 이라크, 브라질, 미국 순으로 나타나고 있으며, 2013년 수입은 중국이 61.1%로 시장이 많이 편중되어 있음

o 수출은 중국 20.4%만 제외하면 여러 나라로 다양하게 나눠져 있음

단위 : 천불, %

순위	국가명	2012		2013(1월~5월)	
		금액	비중	금액	비중
총계		3,406,445	100	1,584,508	100
1	중국	2,222,768	65.3	968,561	61.1
2	일본	404,039	11.9	151,766	9.6
3	노르웨이	135,127	4.0	126,647	8.0
4	독일	166,552	4.9	107,436	6.8
5	이탈리아	147,338	4.3	64,216	4.1
6	영국	68,189	2.0	28,113	1.8
7	네덜란드	40,583	1.2	24,028	1.5

<자동창고시스템의 국가별 수입 동향(HS 8537)>

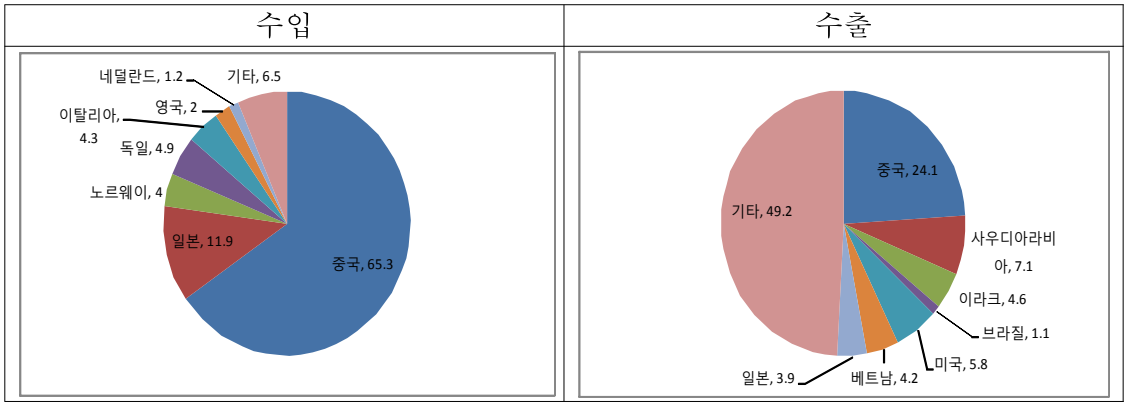
자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색

단위 : 천불, %

순위	국가명	2012		2013(1월~5월)	
		금액	비중	금액	비중
총계		1,614,715	100	723,886	100
1	중국	389,703	24.1	147,927	20.4
2	사우디아라비아	114,854	7.1	56,324	7.8
3	이라크	73,670	4.6	56,240	7.8
4	브라질	17,316	1.1	51,942	7.2
5	미국	94,071	5.8	44,429	6.1
6	베트남	67,634	4.2	35,182	4.9
7	일본	62,828	3.9	30,840	4.3

<자동창고시스템의 국가별 수출 동향(HS 8537)>

자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색



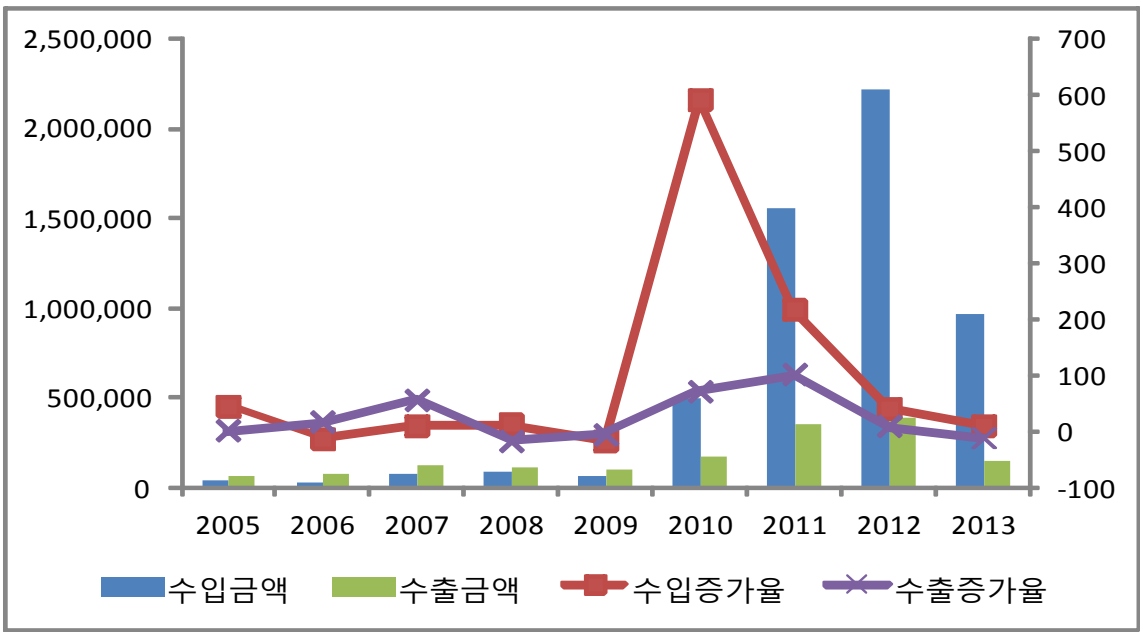
<자동창고시스템의 국가별 수출입 분석(HS 8537)>

단위 : 천불, %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	40,404	35,747	75,030	84,240	71,340	494,096	1,564,389	2,222,768	968,561
증가율	45.8	-11.5	10.9	12.3	-15.3	592.6	216.6	42.1	11.2
수출 금액	71,082	83,439	131,303	109,250	103,545	177,730	358,672	389,703	147,927
증가율	1.4	17.4	57.4	-16.8	-5.2	71.6	101.8	8.7	-10.7

<자동창고시스템의 중국과의 수출입 동향(HS 8537)>

자료 : KITA.net. 2013.7.2.검색



<지동창고시스템의 중국과의 수출입 동향 분석(HS 8537)>

o 자동창고시스템(HS 8537)의 가장 큰 무역상대국인 중국과의 수출입 동향을 살펴보면 수입에서는 2010년 592.6% 증가율로 시장이 대폭 커졌으며, 그 이후 계속 크게 늘어나고 있다. 수출에서도 2010년부터 상승곡선이 높아졌으나 2012년부터 주춤한 상황임

(3) 해외 시장 규모 분석

o 전 세계 생산 제품의 거의 모든 종류에 자동창고시스템이 이용됨
- 생산성을 높이기 위해 관리 비용, 정확성을 개선하는데 도움을 주기 때문이며, Global Automated Material Handling 보고서에서는 자동창고시스템 시장을 제3자물류, 대량광업, 음식/음료, 우편주문/전자상거래, 의료/제약, 우편/소포, 출판/인쇄, 도매/소매로 나누어 분석하였음

o PMG연구에서는 2011년 자동창고시스템시장이 7.5% 증가하였다는 분석결과가 나왔으며 자동창고시스템시장의 매출은 상당히 꾸준한 성장세를 타다가 2007년, 2008년 하반기 리먼브라더스 사태로 촉발된 금융위기로 인해 세계경기가 침체되어 주문이 떨어졌으며 2010년 후반부터 회복세임

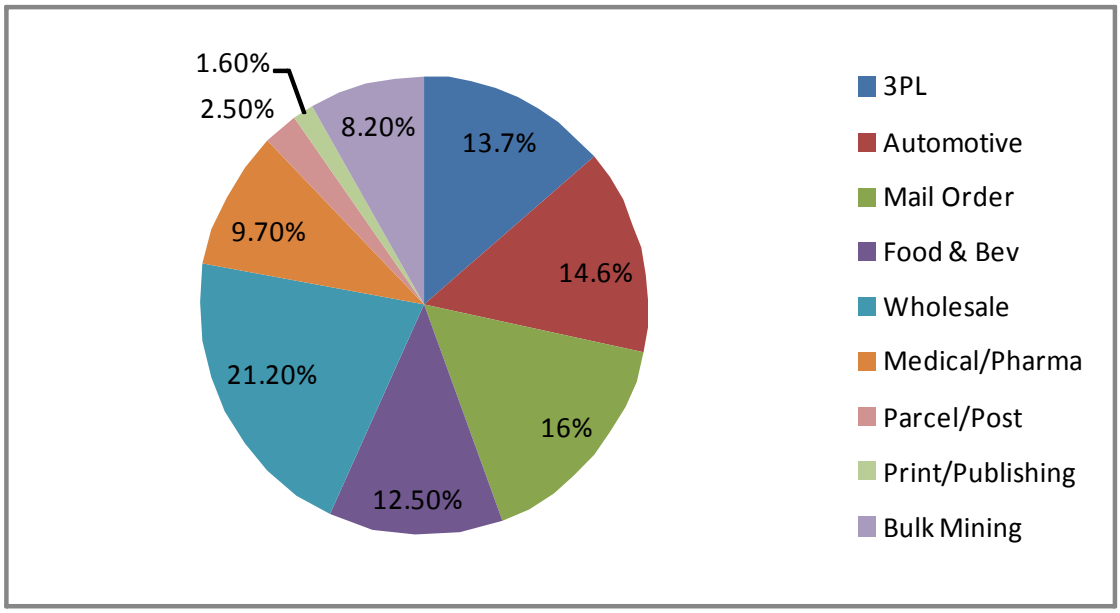
o 세부시장별로 볼 때, 도매/소매시장이 21.2%로 가장 큰 시장이었으며, 두 번째가 우편 주문/전자상거래 시장이 16%로 나타남
- 각 시장은 2006년부터 2011년 사이 대부분 성장세를 보여주고 있는데, 그 중에서도 의료/제약 분야와 대량 광업 분야에서 각각 10.21%, 9.49%로 높은 성장세를 나타내고 있음
- 의료/제약 분야는 미국 시장에서뿐 아니라 인도와 같은 개발도상국에서 놀라운 성장을 하고 있으며, 대량 광업 시장도 개발도상국의 수요에 의해 주도되고 있는 상황이며, 이 외에도 출판/인쇄, 음식/음료, 자동차 시장도 8%가 넘는 성장률을 기록하였음

시장	2011	2011	2006-2011
	Billion $	% Market	% Growth
3PL	2,131.1	13.7	4.7
자동차	2,271.1	14.6	8.1
우편/전자상거래	2,488.9	16.0	7.74
음식/음료	1,944.4	12.5	8.32
도매/소매	3,297.7	21.2	6.33

시장	2011	2011	2006-2011
	Billion $	% Market	% Growth
의료/제약	1,508,9	9.7	10.21
우편/소포	388.9	2.5	2.78
출판/인쇄	248.9	1.6	8.78
대량광업	1,275.5	8.2	9.49
총계	15,555.3		

<자동창고시스템 시장 동향(2011)>

자료 : PMG



<자동창고시스템 시장 세분화 분석(2011)>

o 자동창고시스템 시장의 총 매출액은 2006년에서 2011년 동안 1백28억 달러에서 1백55억 달러로 성장하였음

o 2007년에서 2008년에 침체됐다가 2009년부터 상승 추세로 바뀌었지만 이전만큼 큰 성장률은 아니었다. 이후에는 현재까지보다 훨씬 빠른 속도로 증가할 것으로 예상됨

o 자동창고시스템 시장은 크게 컨베이어시장이 34.9%로 가장 크며, 다음이 AS/RS 시장이 20.7%로 두 번째로 큰 시장임

	2006		2011	
	Million $	% Market	Million $	% Market
AGV	727.4	5.7	869.0	5.6
Conveyors	4,432	34.6	5,434.5	34.9
AS/RS	2,665.6	20.8	3,218.2	20.7
Sortation	2,470.6	19.3	2,894.8	18.6
Palletizing	298.5	2.3	392.5	2.5
Pick System	1833.4	14.3	2,257.6	14.5
Software	399.8	3.1	488.8	3.1
Total	12,827.9		15,555.3	

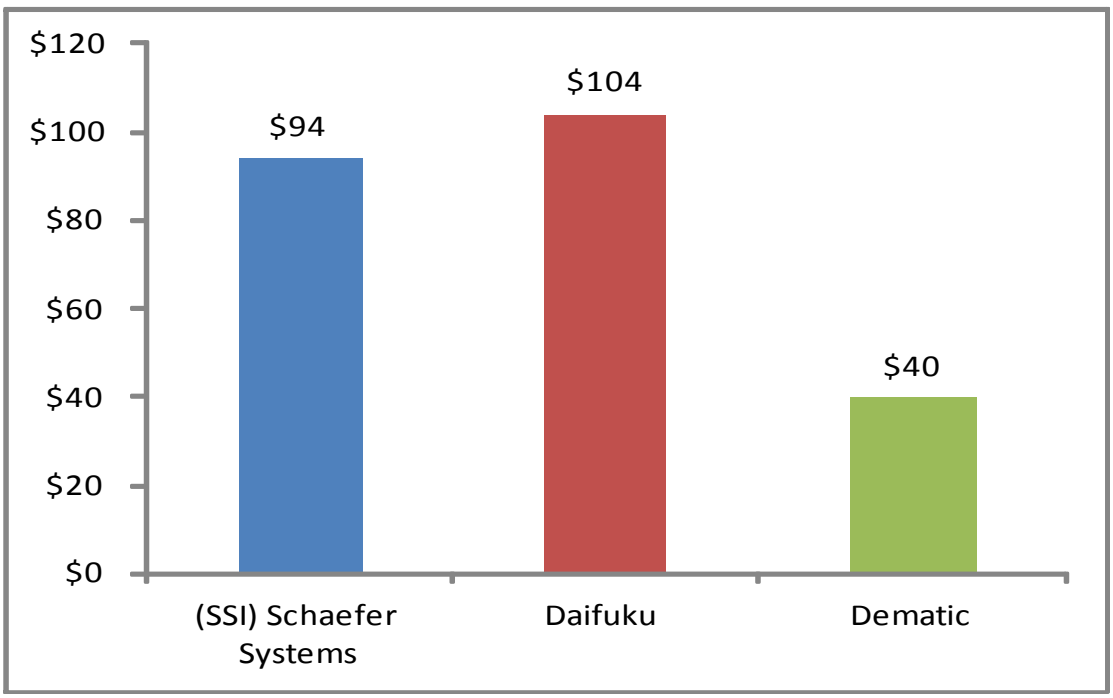
<시장규모 및 성장률 분석 2006-2016>

자료 : PMG

o 각 시장별 AS/RS 주요기업 동향을 살펴보면 다음과 같음

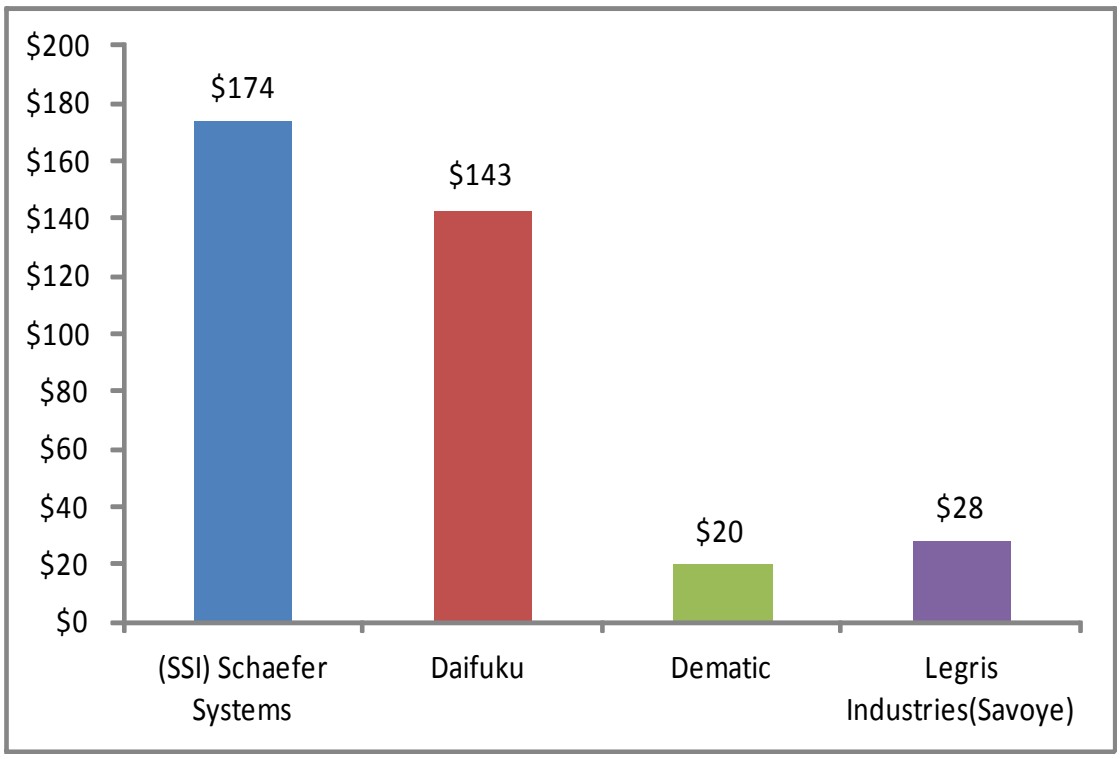
o 음식/음료, 전자상거래, 의약/제약, 도매/소매, 3자 물류 시장에서는 Daifuku와 Schaefer System이 우위를 차지하고 있으며, 출판/인쇄시장에서만 Dematic이 우위를 차지하고 있음

단위 : billion $



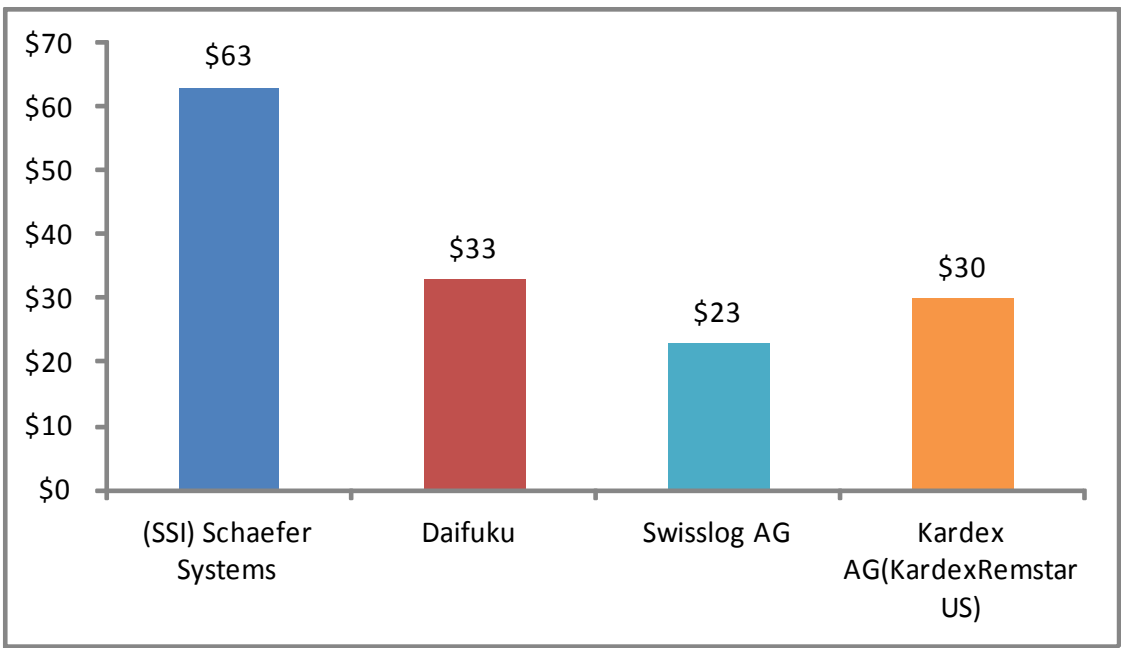
<음식/음료시장의 AS/RS>

단위 : billion $



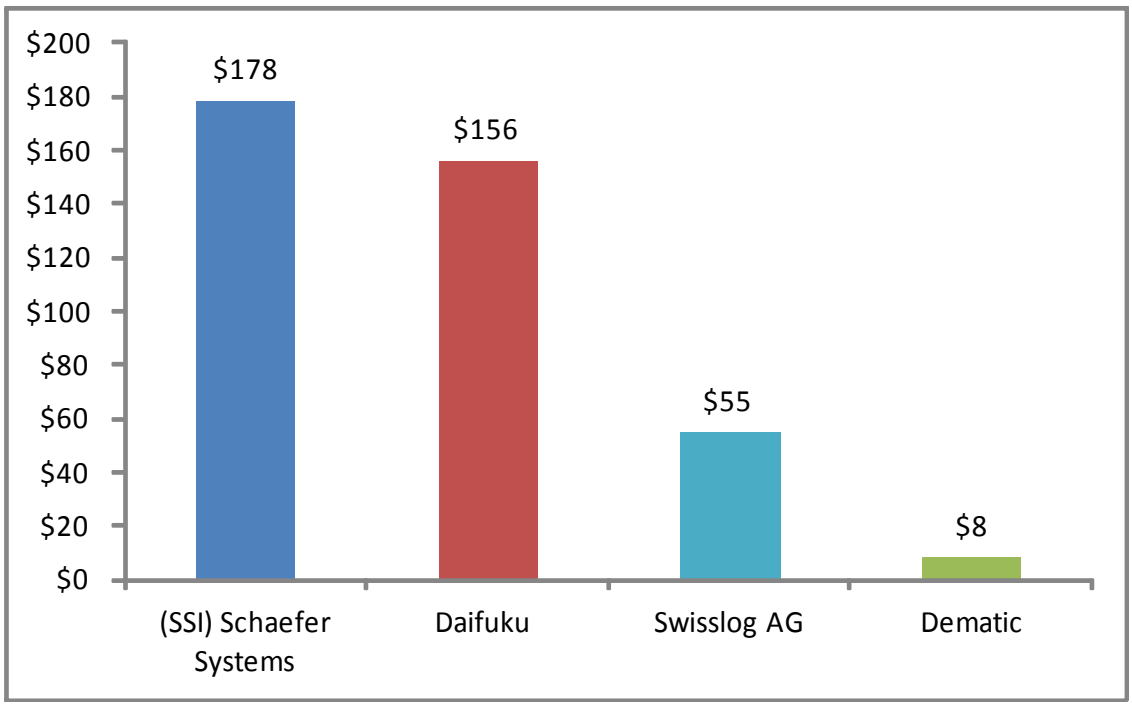
<전자상거래시장의 AS/RS>

단위 : billion $



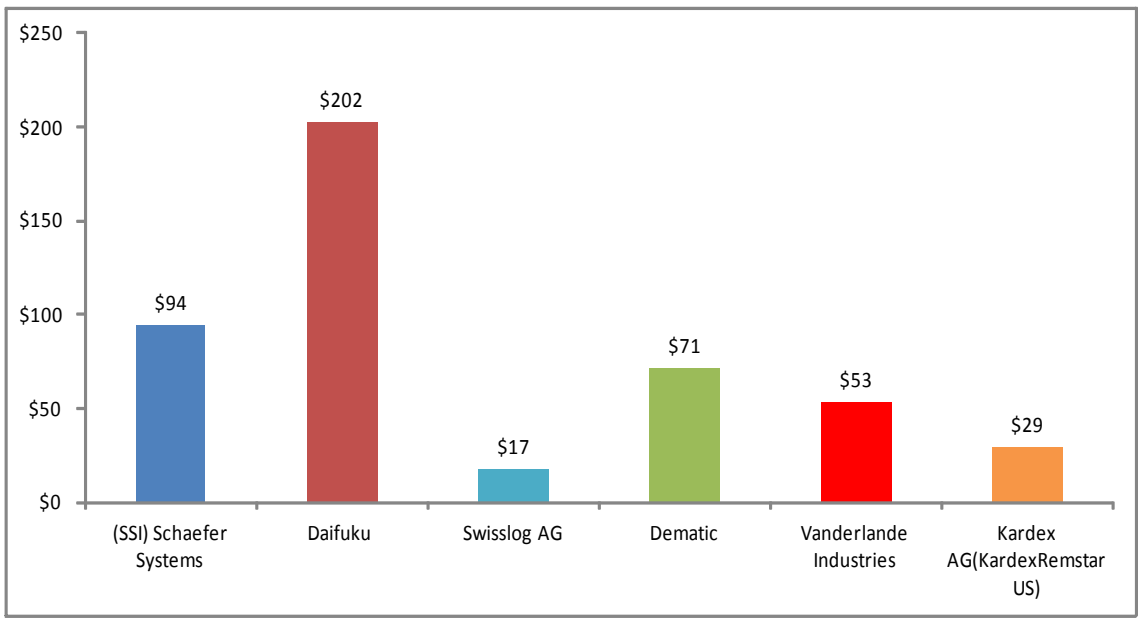
<의료/제약시장의 AS/RS>

단위 : billion $



<도매/소매시장의 AS/RS>

단위 : billion $



<3PL시장의 AS/RS>

(4) 주요국의 수출입 현황

① 미국

o 미국 자동창고시스템(HS 8428)의 2005년부터 2013년 4월까지 수출입 동향을 살펴보면, 수입의 경우 2009년에 증가율이 -27.4%로 가장 낮은 수입증가율을 2011년이 28.2%로 가장 높은 수입증가율을 보이고 있음

- 2007년부터 시작해 2008년 하반기 리먼브라더스 사태로 촉발된 금융위기로 2009년 가장 크게 시장이 침체된 것으로 보이며 현재는 회복하는 추세임

o 2005년 대비 2012년 수입금액은 2,543,604천불에서 2,786,758천불로 시장이 줄지는 않았지만 큰 변화가 없음

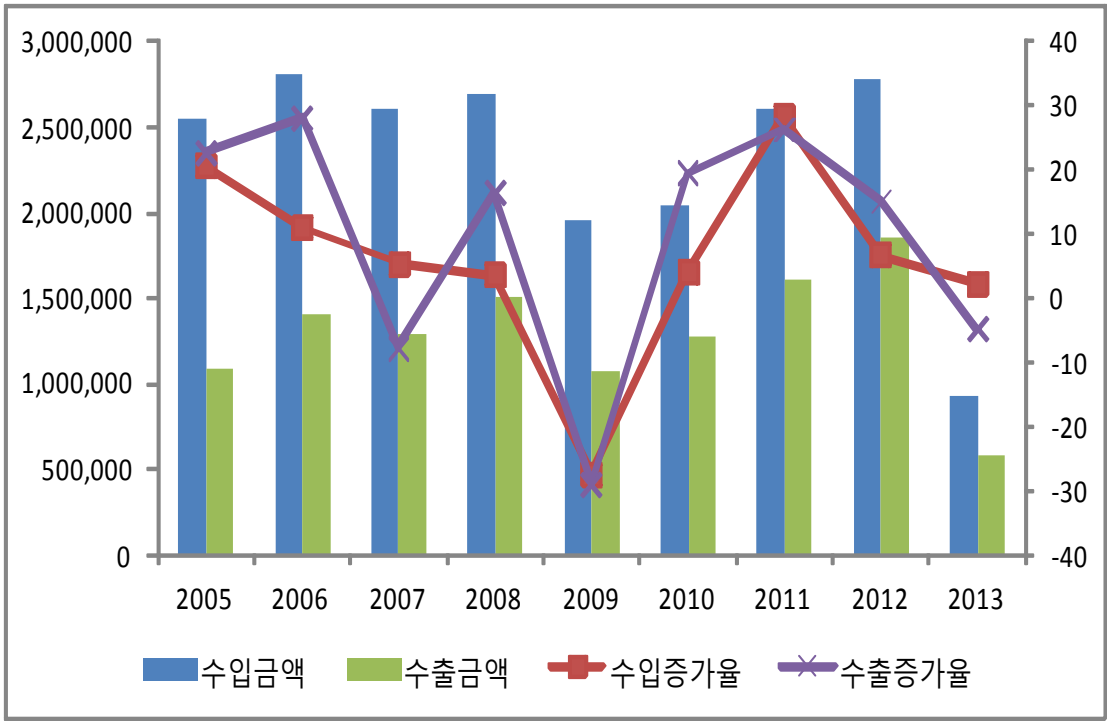
o 수출의 경우 수입과 같이 2009년에 -29.0%로 증가율이 가장 낮았으며, 이후 계속 증가세를 유지하고 있으며, 2005년 수출금액은 1,094,976천불에서 2012년 1,856,710천불로 증가하였음

단위 : 천불, %

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	2,543,604	2,807,412	2,605,317	2,698,262	1,958,091	2,037,769	2,611,469	2,786,758	930,382
증가율	20.5	11.0	5.3	3.6	-27.4	4.1	28.2	6.7	2.2
수출 금액	1,094,976	1,402,334	1,293,355	1,505,970	1,069,482	1,277,226	1,612,595	1,856,710	579,302
증가율	22.6	28.1	-7.8	16.4	-29.0	19.4	26.3	15.1	-4.8

<미국의 자동창고시스템 수출입 동향 (2013은 1-4월) >

자료 : KITA.net.



<미국의 자동창고시스템 수출입 동향분석>

② 일본

o 일본 자동창고시스템(HS 8428)의 2005년부터 2013년 5월까지 수출입 동향을 살펴보면, 수입의 경우 2009년에 증가율이 -26.5%로 가장 낮은 수입증가율을 2006년이 21.0%로 가장 높은 수입증가율을 보이고 있음

o 2005, 2006년 세계경제침체로 2007년부터 시작해 2009년 가장 크게 시장이 침체된 것으로 보이며 현재는 회복하는 추세임

- 2005년 대비 2012년 수입금액은 20,298,209천엔에서 18,216,178천엔으로 시장이 줄어들었다. 수출의 경우 수입과 같이 2009년에 -44.4%로 증가율이 가장 낮았으며, 수입에 비해 수출시장은 2005년 대비 많이 줄어들었음

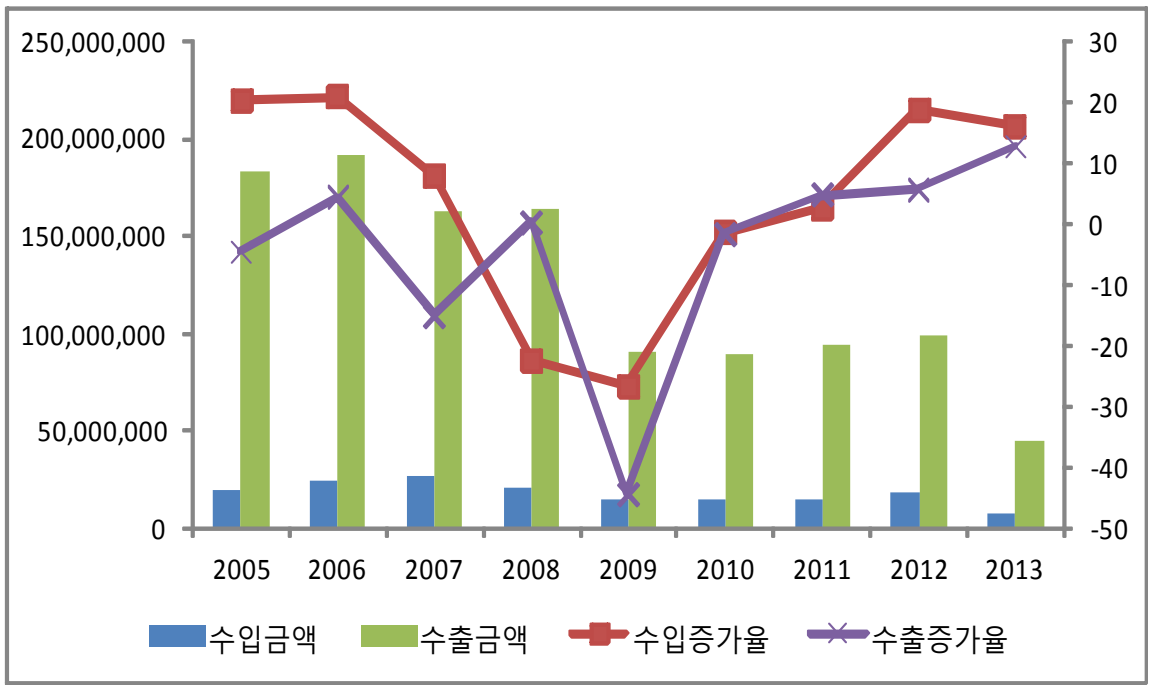
o 일본은 도쿄 증권거래소인 니케이 지수가 상승했을 뿐 아니라, 엔화의 가치가 10-15% 하락하면서, 가격 경쟁력이 좀 더 높아진 일본 제품에 대한 수요가 증가할 것으로 기대되 됨

단위 : 천엔 %

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	20,298,209	24,603,257	26,536,672	20,586,152	15,135,359	14,937,735	15,325,149	18,216,178	7,901,692
증가율	20.5	21.0	7.9	-22.4	-26.5	-1.3	2.6	18.9	16.2
수출 금액	183,558,787	191,972,000	163,239,086	163,776,886	91,102,941	89,608,676	93,883,721	99,196,559	44,935,140
증가율	-4.5	4.5	-15.0	0.3	-44.4	-1.6	4.8	5.7	12.8

<일본의 자동창고시스템 수출입 동향 (2013은 1-5월) >

자료 : KITA.net. 2013.7.2. 검색



<일본의 자동창고시스템 수출입 동향분석>

③ 중국

o 중국 자동창고시스템(HS 8428)의 2005년부터 2013년 5월까지 수출입 동향을 살펴보면, 수입의 경우 2009년에 증가율이 -10.6%로 가장 낮은 수입증가율을 2011년이 41.3%로 가장 높은 수입증가율을 보이고 있음

o 세계경기가 영향을 미치긴 했지만 세계적으로 증가추세가 가장 높은 것으로 보여진다. 미국경제침체로 2007년부터 시작해 2009년 가장 크게 시장이 침체된 것으로 보이며 현재는 증가하는 추세임

o 2005년 대비 2012년 수입금액은 1,194,633천불에서 2,569,647천불로 시장이

늘어났음

o 수출의 경우 수입과 같이 2009년에 -9.8%로 증가율이 가장 낮았지만, 이후 계속 증가세를 유지하고 있음

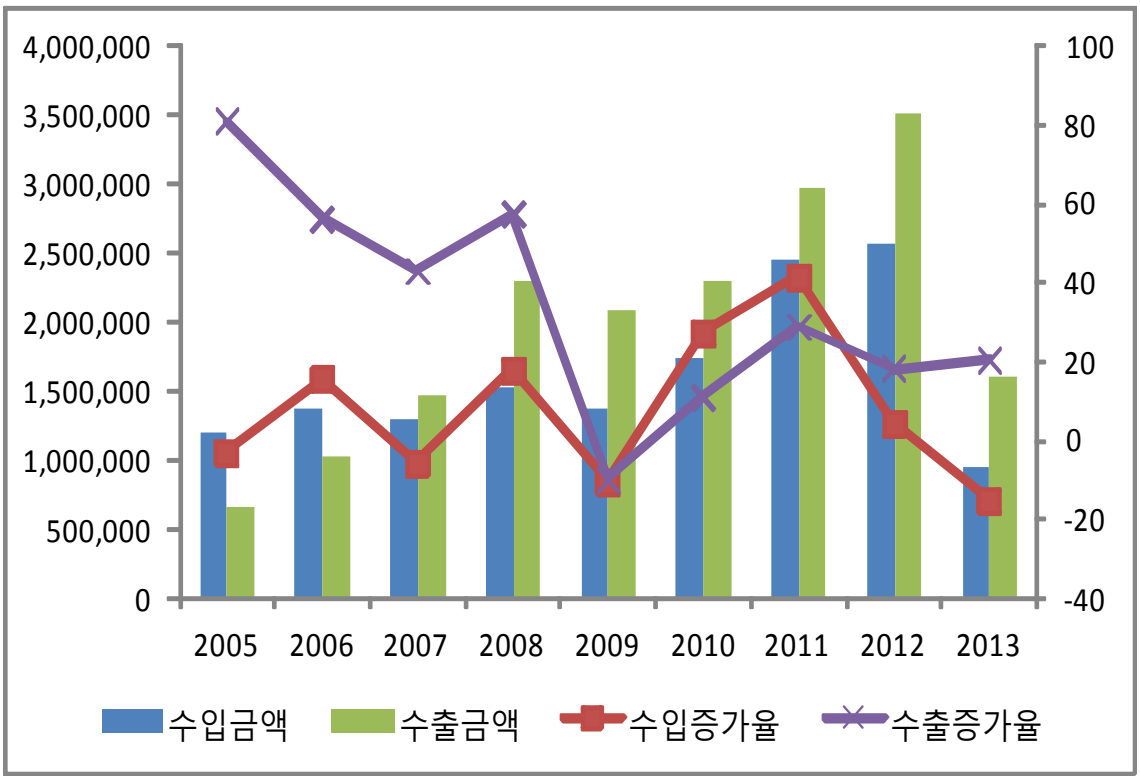
- 2005년부터 2008년까지의 수출증가율은 평균 59.3으로 매우 높았으나 2009년 이후 이전만큼의 증가추세는 보이지 못하고 있으나 세계적인 시장 추세로 봤을 때는 좋은 편이라 할 수 있음

단위 : 천불 %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	1,194,633	1,378,724	1,298,440	1,531,269	1,369,194	1,743,601	2,464,203	2,569,647	948,410
증가율	-3.2	15.4	-5.8	17.9	-10.6	27.4	41.3	4.3	-15.2
수출 금액	656,427	1,025,439	1,466,827	2,307,818	2,080,457	2,307,637	2,972,829	3,512,476	1,610,954
증가율	80.9	56.2	43.0	57.3	-9.8	10.9	28.8	18.2	20.5

<중국의 자동창고시스템 수출입 동향 (2013은 1-5월) >

자료 : KITA.net. 2013.7.2. 검색



<중국의 자동창고시스템 수출입 동향분석>

④ 유럽

o 유럽 자동창고시스템(HS 8428)의 2005년부터 2013년 3월까지 수출입 동향을 살펴보면, 수입의 경우 2009년에 증가율이 -33.7%로 가장 낮은 수입증가율을 2007년이 28.3%로 가장 높은 수입증가율을 보이고 있음

o 세계경제침체로 2008년부터 시작해 2009년 가장 크게 시장이 침체된 것으로 보이며 2010년까지 영향을 미치다 현재는 회복하는 추세이다.

o 2005년 대비 2012년 수입금액은 3,917,034천유로에서 4,278,287천유로로 시장이 줄지는 않았지만 큰 변화도 없었음

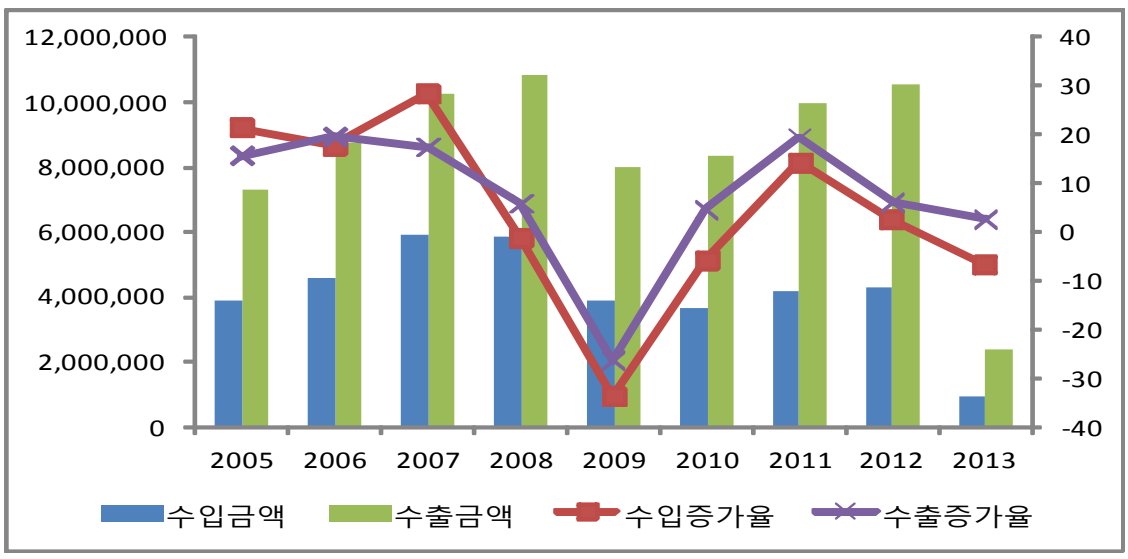
o 수출의 경우 수입과 같이 2009년에 -26.4%로 증가율이 가장 낮았으며, 2009년 이전, 이후 계속 증가세를 유지하고 있으며 2005년 수출금액은 7,306,592천유로에서 2012년 10,571,936천유로로 증가하였음

단위 : 천유로 %

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
수입 금액	3,917,034	4,610,289	5,916,893	5,852,987	3,879,971	3,654,845	4,178,287	4,277,756	980,403
증가율	21.4	17.7	28.3	-1.1	-33.7	-5.8	14.3	2.4	-6.8
수출 금액	7,306,592	8,741,459	10,259,453	10,861,059	7,990,764	8,354,034	9,966,241	10,571,936	2,383,034
증가율	15.6	19.6	17.4	5.9	-26.4	4.6	19.3	6.1	2.6

<유럽의 자동창고시스템 수출입 동향 (2013은 1-3월) >

자료 : KITA.net. 2013.7.2. 검색



<유럽의 자동창고시스템 수출입 동향분석>

다. 분석 결과 요약

수요자 유형 분석 결과

▷ 보관면적의 극대화

▷ 중소규모 물류센터 증가

▷ 복합 입/출고 주문 처리 요구의 증가

▷ 재고관리의 고도화 필요

▷ 실제 AS/RS가 설치된 업체 : 자동차 및 자동차부품(48%), LCD 반도체(40%), 가스설비 등 자재(11%)를 취급하는 업체가 대부분 차지

▷ 시장별 수요자 분석 : 제3자물류(3PL), 도/소매, 우편주문/전자상거래, 음식/음료, 의료/제약, 대량광업, 우편/소포, 출판/인쇄

타겟 시장 규모 분석 결과

AS/RS 국내외시장 규모 및 성장률

단위 : 백만원

구분	2006	2011	2006-2011CAGR(%)
국내총시장금액	331,410 (세계시장대비 1.3%)	482,123 (세계시장대비 1.4%)	7.79
한국수출액	84,336	172,726	15.4
세계총시장금액	25,373,846	33,797,536	3.9

주) 1. 세계총시장금액은 2006년7월 환율(951.9적용), 2011년7월 환율(1050.2적용)하여 백만원으로 환산함

* 본 보고서에 이용하고 있는 자료는 한국표준산업분류(KSIC)를 따르고 있으며 이 한국표준산업분류는 국제표준산업분류(ISIC)에 기초하여 산업관련 통계자료의 정확성, 비교성을 확보하기 위하여 통계청에서 작성되었다.
본 보고서에서 인용된 한국기계산업진흥회 기계산업편람(KSIC에 따르고 있음)의 자동창고시스템의 사업체 수 및 생산액, 출하액, 재고액 추이는 2008.1월 KSIC 9차 개정으로 인해 업종내 세세분류간 이동이 있었는데 이러한 과정에서 2008년도 전.후에 수치 비교가 불가능하여, 자동창고시스템의 총산출액은 수출액으로 유추하여 계산하였다.
계산과정은 아래의 표를 이용해 설명될 수 있다. 자동창고시스템이 포함되는 HS 품목코드 8428의 상위 분류인 일반기계의 수출비중을 이용하여 HS 품목코드 8428의 수출비중에 대입하였다. 또한 HS 품목코드 8428 중에 AS/RS 비중을 Global Automated Material Handling보고서에 제시된 자동창고시스템 중 AS/RS가 차지하는 비중을 대입하는 과정을 통해 AS/RS수출액과 AS/RS 총산출액을 계산하였다.

AS/RS 시장규모산출근거

단위 : 백만원

	일반기계 수출액	일반기계 총산출액	수출 비중	HS8428 수출액	AS/RS 비중	AS/RS 수출액	AS/RS 총산출액
2011	46,177,977	128,894,686	35.8%	834,425	20.7%	172,726	482,123
2006	19,284,539	75,781,286	25.4%	405,461	20.8%	84,336	331,410

주) 1. 일반기계 수출액, 총산출액, 수출비중 : 한국은행 산업연관표(생산자자격평가표)
2. AS/RS비중 : Global Automated Meterial Handling 2012
3. AS/RS수출액 : HS code 8428 수출액 × AS/RS 비중
4. AS/RS총산출액 : AS/RS수출액의 수출비중을 일반기계의 수출비중으로 대입하여 100%

3. 국내외 미래 시장 규모 및 수요 예측

가. 국내외 미래시장 규모 예측

o 현재 2013년 1,2분기의 저조한 성장에 이어 하반기에는 고공성장을 할 것으로 보이며, 작년과는 다른 양상을 띨 것으로 예상됨

o 미국시장이 점차 성장하는 가운데 중국 역시 성장기조에 재 동참 할 것이다. 유럽은 아직 불투명하지만 충분히 부진을 극복할 수 있는 저력을 가지고 있음

o 일본은 최근 엔화강세 현상이 외국기업 제품의 일본 수출을 용이하게 하는 부작용을 가져다주었는데, 이것은 외부에서 제조된 기계들이 일본 제품보다 더 큰 가격 경쟁력이 있었기 때문이나, 최고 성능을 자랑하는 일본 제품은 여전히 호조를 보일 것임

o 인도의 빠른 경제 성장과 더불어 현재 인도 내에서는 항만, 도로 등의 인프라스트럭처 건설 필요성이 증대되고, 관련 분야 투자도 늘리는 상태임

- 자동창고시스템 외에도 다양한 하역기계에 대한 수요도 크게 늘어날 전망이어서 관련 한국 기업들뿐 아니라 세계적으로 관심이 고조되고 있는 상황임

o 발전하고 있는 개발도상국들은 빠른 상품처리량과 생산성 향상, 비용관리를 목적으로 자동 장비 수요가 증가할 것으로 예측됨

o 한국은 세계경제가 어려운 가운데서도 수출 경쟁력을 잃지 않은 국가로 핵심부품의 지속적인 국산화 추진으로 원가절감과 주력사업화로 향후 경쟁력 있는 시장으로 성장될 것임

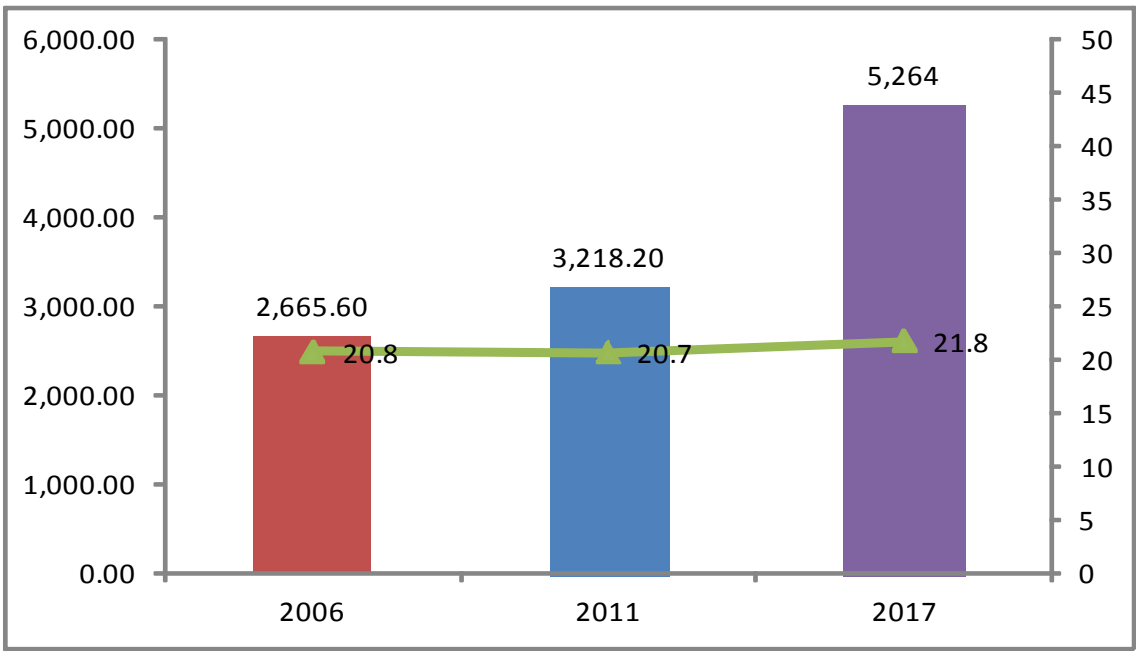
2006	2011	2017	2006-2011 CAGR(%)	2011-2017 CAGR(%)
331,410	482,123	777,908	7.79	8.3

<AS/RS 국내 시장규모 및 성장률 2006-2017>

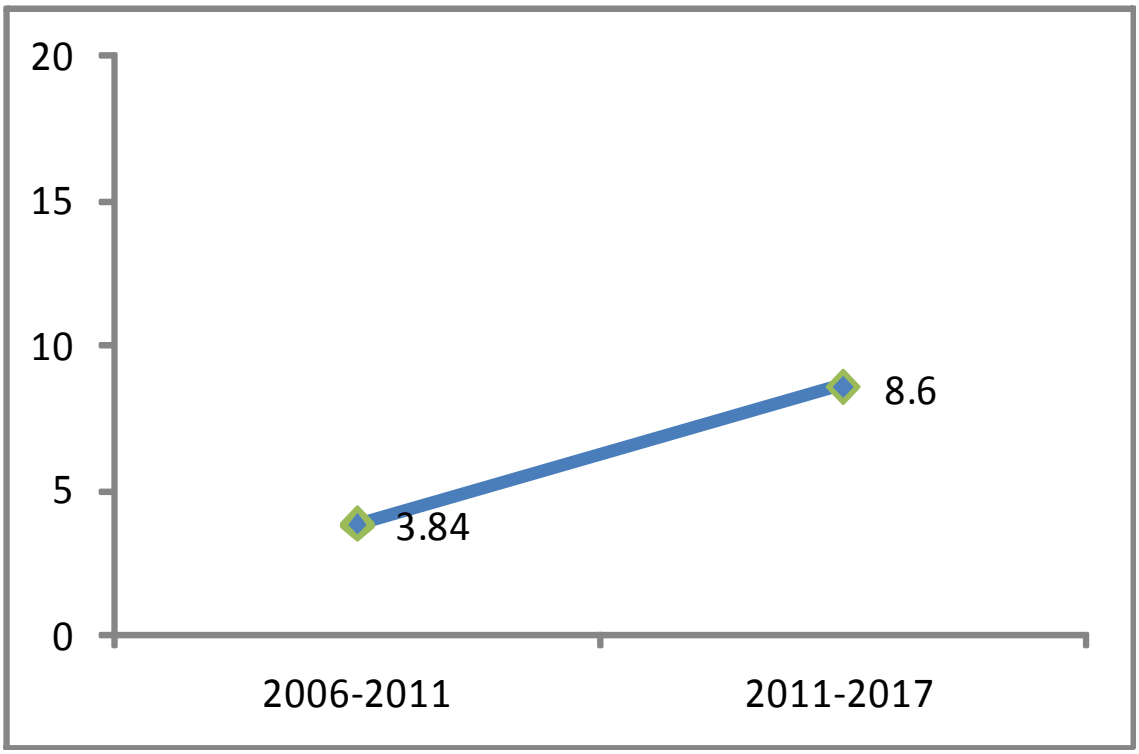
2006		2011		2017		CAGR	CAGR
Million $	% Market	Million $	% Market	Million $	% Market	2006 - 2011(%)	2011 - 2017(%)
2,665.6	20.8	3,218.2	20.7	5,264	21.8	3.84	8.6

<AS/RS 세계 시장규모 및 성장률 2006-2017>

자료 : PMG



<세계시장 규모 예측>

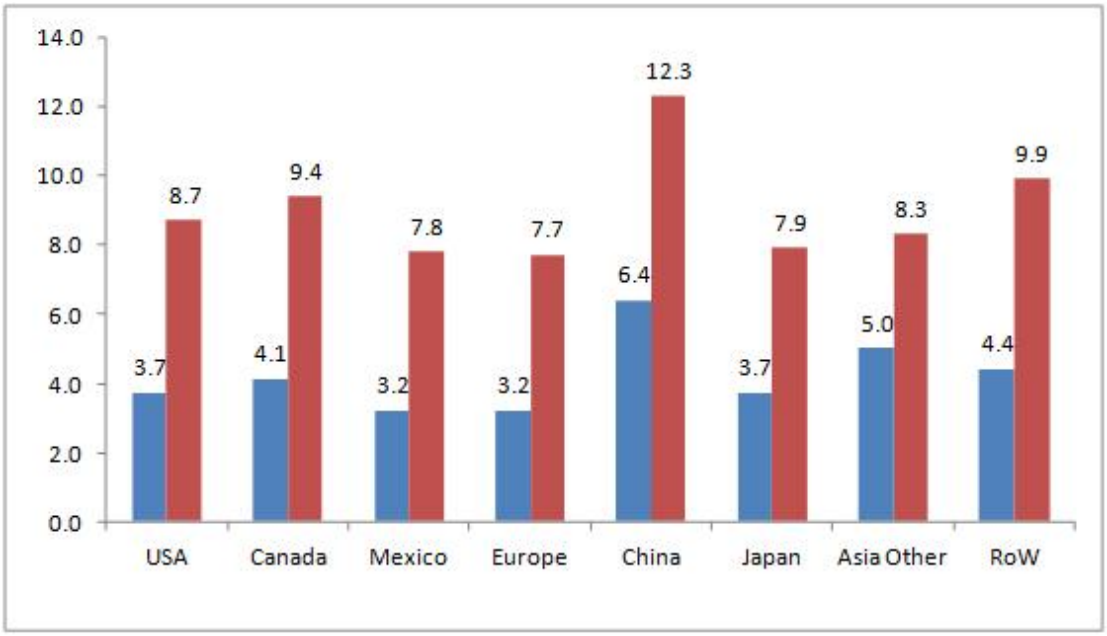


<세계시장 예측 성장률>

단위 : $ million

구 분	2006	2011	2017	CAGR 2006-2011	CAGR 2011-2017
North America					
USA	565.72	677.43	1,116.07	3.7%	8.7
Canada	79.02	96.55	165.58	4.1%	9.4
Mexico	22.04	25.75	40.28	3.2%	7.8%
Europe	1,143.69	1,340.38	3,440.52	3.2%	7.7%
Asia					
China	207.71	293.20	569.035	6.4%	12.3%
Japan	338.31	405.49	638.50	3.7%	7.9%
Asia Other	143.40	183.44	295.94	5.0%	8.3%
RoW	165.68	205.96	362.96	4.4%	9.9%
Total	2,667.57	3,218.20	5,051	3.9%	8.6%

<세계 주요 시장(국가별)규모 및 성장률 2006-2017>



<세계주요시장(국가별) 예측 성장률 분석>

	2011		2017		
	$ Million	% Market	$ Million	% Market	CAGR
3PL	3,826.6	24.6	5,436.74	23.0	6.0
Mail Order/ E-Commerce	3,064.4	19.7	4,864.96	20.2	8.0
Food & Beverage	1,944.4	12.5	3,139.61	13.0	8.3
Wholesale/ Retail	3,297.7	21.2	4,764.68	20.1	6.3
Medical/ Pharmaceutical	1,508.9	9.7	2,703.20	11.0	10.2
Parcel/Post	388.9	2.5	457.15	2.0	2.5
print/ Publishing	248.9	1.6	411.32	1.7	8.5
Bulk Mining	1,275.5	8.2	2,197.66	9.0	9.5
Total	15,555.3		23,975.35		

<세계 주요 시장(시장별)규모 및 성장률 2011-2017>

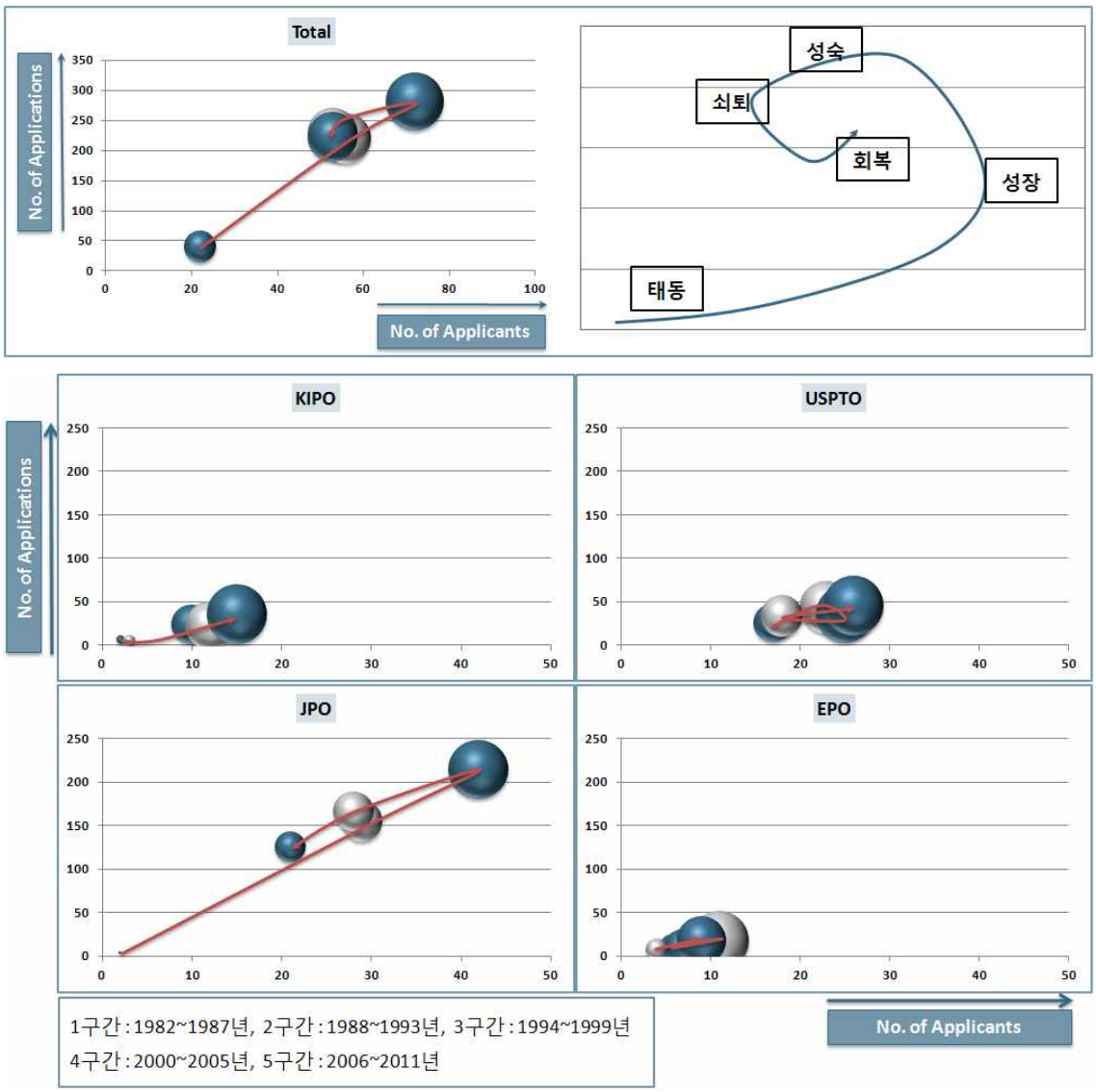
o 2011년 자동창고시스템은 3PL, 도매/소매, 우편주문/전자상거래 시장에서 높은 포지션을 차지하고 있음

o 2017년에도 포지션에 큰 변화는 없을 것으로 예측되며, 신흥개발도상국에서 급속히 성장하고 있는 의료/제약시장과 광업시장의 성장률이 지속적으로 높아질 것으로 예상됨

나. 미니로더 AS/RS의 미래시장 성장성 전망

o 미니로더 AS/RS 시장의 앞으로의 성장성을 전망해보기 위하여 자동화설비 산업의 라이프사이클은 기술 발전 진화단계나 시장의 침투수준을 살펴봄으로써 파악할 수 있음

(1) 자동창고시스템(미니로더 AS/RS 포함) 기술시장 성장단계 분석



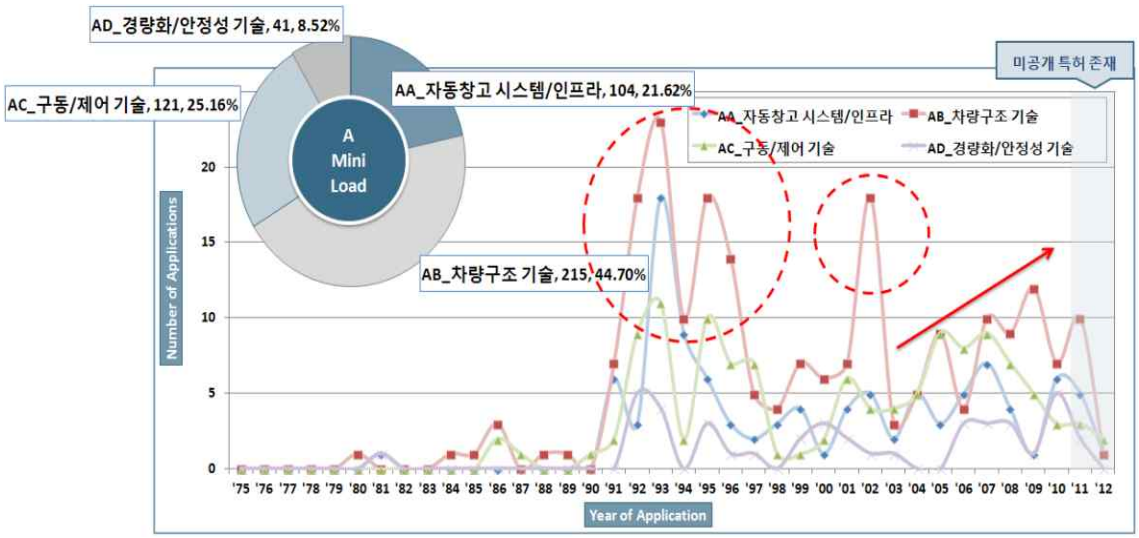
<포트폴리오로 본 기술 성장 단계 분석>

o 주요 시장국별 기술성장단계를 분석하면 다음과 같음

- [KIPO] 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 1구간(1982년~1987년)부터 5구간(2006년~2011년)까지 출원 건수와 출원인 수가 전 구간에 비하여 꾸준하게 증가하는 성장기 단계에 있는 것으로 분석됨

- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 1구간(1982년~1987년)부터 3구간(1994년~1999년)까지는 출원 건수와 출원인 수가 전 구간에 비하여 증가하는 성장기 단계에 있는 것으로 나타났으나, 이후 출원인수 및 출원건수가 다소 감소하는 양상을 보였으나 최근 구간에서는 출원인수 및 출원건수가 다시 증가하며 성장기 단계에 재돌입한 양상을 보이고 있음
- [JPO] 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 1구간(1982년~1987년)에서 3구간(1994년~1999년) 사이 출원 건수와 출원인 수가 급등하며 상당히 큰 폭의 증가세를 나타낸 이후, 최근 구간까지는 출원인수 및 출원건수가 감소하며 쇠퇴하는 양상을 보이고 있는 것으로 나타났으나, 타 국가에 비하여 월등히 많은 특허 건수 및 연구개발 초기 성장세를 감안하면, 향후 성장기 또는 성숙기로의 재진입도 가능할 것으로 판단됨
- [EPO] 유럽의 경우 구간별로 출원건수 및 출원인수의 증감이 반복되고 있는 것으로 나타나 구간별 동향을 파악하기 어려움이 있는 것으로 나타났으며, 매 구간별 특허 출원 건수도 20건 미만으로 나타나, 타 국가에 비해 관련 연구가 다소 미흡한 수준인 것으로 판단됨

(2) 미니로더 AS/RS 기술 발전 진화단계



<미니로더 AS/RS 기술 발전 진화단계>

o 미니로더 AS/RS 분야의 각 세부기술 분야별, 연도별 특허동향을 살펴본 결과, 차량구조 기술(AB) 분야가 전반적인 흐름을 주도하고 있는 것으로 나타난 가운데, 전체적으로 1990년대 구간에 관련 연구가 집중되어 있는 양상을 보이고 있는 것으로 나타냄

o 대부분의 기술분야가 1990년대 초반 증가세를 보이며 활발한 연구개발을 진

행한 것으로 나타났으며, 이후 하락세를 보였으나 2000년대 초반 다시 재증가세에 돌입한 이후 증감을 반복하며 꾸준한 연구개발을 진행하고 있는 양상을 보이고 있음

o 미국, 일본, 유럽을 비롯한 선진국들은 저임금을 무기로 한 아시아, 중남미와의 경쟁에서 이기기 위하여 생산시스템 고도화에 대한 압력을 받고 있어, 주요 선진국들의 주도하에 관련 기술 개발에 대한 연구·개발 및 사업화가 활발히 진행되고 있음

o 세계적인 자동화설비 산업의 기술동향 특징은 신기술과의 접목, 개방화, 네트워크화, 초정밀화, 복합화, 미세화, 지능화 등을 들 수 있음

- 특히 IT 및 신소재 기술과의 접목을 통해 전체 공정의 자동화·시스템화, 고속·고기능화를 통한 생산력 제고 등 지속적 개선이 이루어질 것으로 전망됨

o 현재 국내 자동창고시스템 시장은 기술적으로 우위인 나라에서 수입하여 개발도상국에 수출하는 특징이 뚜렷하고 생산시장의 증가율에 비해 수출용 수입시장의 증가율이 높은 것으로 보아 핵심 부품의 기술력이 낮다는 것으로 판단되며, 주요 타겟 수출국에 맞춰 국내 기술력이 보강된다면 시장은 성장할 수 있는 가능성이 충분할 것으로 판단됨

(3) 시장 침투 수준

o 국내기업의 자동화설비 도입은 기업규모가 일정수준이상이거나 대규모 장치산업을 수반하는 업체 등이 자동화를 통해 생산 또는 경영효율화를 달성하기 위해 이루어짐

- 따라서 국내에서는 대기업계열사 또는 장치산업 내 비중소기업은 현재 일정부분 자동화설비 도입을 진행 중이거나 계획 중에 있으나, 대부분의 중소기업에게는 현재시점에서 자동화설비를 도입하는 것이 어려운 실정임

단계	구분	비율(%)
1단계	수작업	4.6
2단계	기계화	20.8
3단계	단위기계의 일부 자동화	40.8
4단계	단위기계의 완전 자동화	19.2
5단계	생산라인의 자동화	14.6
6단계	공장전체의 자동화	0.0

<국내기업의 자동화 단계>

자료 : 박원규, 중소기업의 원가관리회계 실태와 원가정보의 활용목적 분석, 2005

- 우리나라 중소제조기업의 자동화 단계는 대부분 3단계로 단위기계의 일부

자동화 단계로 나타났으나 이는 2005년의 조사결과로 현재는 4단계의 비중이 높아졌을 것으로 예상됨

- 또한 전체적으로 1,2,3단계가 전체의 70% 가까이 차지하였지만 현재는 정부의 중소기업 자동화에 대한 지원 등의 노력과 인식전환으로 60% 이내로 줄어들었을 것으로 판단됨

o 위의 기술 발전 진화단계와 시장 침투수준에 대한 조사 결과, 꾸준한 연구개발을 통해 선진국과의 기술격차를 줄이는 한편 IT, 신소재, 나노, 바이오 등의 신기술 접목 및 전 공정의 자동화·시스템화 등의 세계적 기술 추세, 수요의 다양화를 통한 소품종 다양화 추세에 잘 적응한다면, 국내 자동화설비 산업은 성장 잠재력이 크다고 결론지을 수 있음

o 또한 자동화설비 산업은 기계, 전자, 컴퓨터 소프트웨어 등의 기술이 복합적으로 응용된 기술집약적 산업으로 적용기술과 핵심 부품의 변화속도가 비교적 빨라 6~8년의 교체주기가 형성되는 만큼 신규 수요와 교체 수요를 바탕으로 한 시장 규모의 증대와 산업의 성장이 예상됨

다. 분석 결과 요약

국내외 미래시장규모 예측

국내외 미래시장규모 예측

단위 : 백만원

구분	2006	2011	2017	2006-2011 CAGR(%)	2011-2017 CAGR(%)
국내시장 총금액	331,410 (세계시장 대비1.3%)	482,123 (세계시장 대비1.4%)	777,908 (세계시장 대비1.4%)	7.79	8.3
세계시장 총금액	25,373,846	33,797,536	55,292,041	3.9	8.6

주) 1. 2017년도 세계시장총금액은 2011년 환율적용 금액의 연평균 증가율 8.6%로 산출함

AS/RS의 미래시장 성장성 전망

▷ 기술력 : IT 및 신소재 기술과의 접목을 통해 전체 공정의 자동화·시스템화, 고속·고기능화를 통한 생산력 제고 등 지속적 개선이 이루어질 것으로 전망

▷ 시장침투수준 : 꾸준한 연구개발을 통해 선진국과의 기술격차를 줄이는 한편 IT, 신소재, 나노, 바이오 등의 신기술 접목 및 전 공정의 자동화·시스템화 등의 세계적 기술 추세, 수요의 다양화를 통한 소품종 다양화 추세에 잘 적응한다면, 국내 자동화설비 산업은 성장 잠재력이 큼

제4장 연구목표 달성 및 효과

제1절 연구개발 최종목표 달성도

1. 연구개발 최종목표 달성도

가. 1차년도

세 부 연 구 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
Mini-Load AS/RS 제어시스템 설계 기술 개발	▪ 시뮬레이션 보고서 1건 ▪ 특허 출원 2건	100%
Mini-Load AS/RS 운용시스템 설계 및 개발	▪ 소프트웨어 등록 1건 ▪ 특허 출원 1건	100%
장비 시험환경 설비 구축	▪ 시험환경 구축 결과 보고서 1건	100%

나. 2차년도

세 부 연 구 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 개발	▪ 시제품 1건 ▪ 특허 출원 2건	100%
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 개발	▪ 소프트웨어 등록 2건 ▪ 특허 출원 1건	100%
싱글마스트 및 시스템 규격의 표준 가이드라인 및 시험평가기술 개발	▪ 고속 적재/반출 장비(싱글마스트) 부품 규격 표준 및 표준적합성 시험 가이드라인 보고서 1건 ▪ 고속 적재/반출 장비(싱글마스트) 성능 시험 평가 결과보고서 1건	100%

다. 3차년도

세 부 연 구 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 개발	▪ 단위시작품 1건 ▪ 시뮬레이션 보고서 1건 ▪ 특허 출원 2건	100%
Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발	▪ 소프트웨어 등록 2건 ▪ 특허 출원 1건	100%
더블마스트 단위시작품 및 운용시스템 기능테스트	▪ 기능테스트 결과서 1건	100%

2. TRL(Technology Readiness Level)

가. Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어/운용시스템

o **TRL : 8단계(시제품 인증), 유형 : 시스템**

- 고속 자동 적재/반출 기술에 대한 국내외 기술동향 및 시장동향을 조사하고 해외 핵심 요소기술을 분석하여, 해당 기술의 국산화 및 세계 최고 수준과 동등한 기술력을 확보하고, 테스트베드 현장에서 신뢰성 검증 이후 국내외 물류장비시장 진출을 위해 실용화 단계를 목표로 설정함

o TRL 목표 달성 평가지표

TRL 단계			평가지표	달성 여부	달성 시기	상세 설명
기초 연구 단계	1	기초실험	국내외 시장/기술/특허 동향 분석 보고서	O	1~2 차년	미니로더 및 유사 장비의 시장/기술/특허 동향 조사 및 분석 보고서 제출함(1차년 2건, 2차년 1건)
	2	개념정립	장비 시험환경 설비 구축 결과 보고서	O	1차년	미니로더 장비 시험환경 설비를 구축하고 전문기관에 구조안전 및 내진 설계확인서를 승인 받아 보고서 1건 제출함
실험 단계	3	모델링/ 설계	시뮬레이션 분석 보고서	O	1차년	시뮬레이션 전문툴을 사용하여 구조해석 및 동역학해석 수행 후 설계서를 보완하고 보고서 1건 제출함
	4	핵심 요소기술	설계서 및 테스트 산출물	O	2차년	핵심 요소기술 개발 관련 산출물 다수 제출함
시제품 단계	5	제작기술 확보	싱글마스트 시제품	O	2차년	테스트베드에 시제품 설치하여 2차년도 현장 평가 시연함
	6	시제품 성능 평가	특허 출원	O	1~2 차년	싱글마스트 미니로더 시스템에 대한 특허 출원함(1차년 3건, 2차년 3건)
			소프트웨어 등록	O	1~2 차년	운용소프트웨어 등록함(1차년 1건, 2차년 2건)
실용화 단계	7	신뢰성 평가	현장 시험 결과 보고서	O	2차년	RFP 요구성능에 대한 현장 시험을 수행하고 보고서 1건 제출함
	8	시제품 인증	시스템 규격의 표준 가이드라인 보고서	O	2차년	현장 시험을 통해 시제품을 보완하고 해당 사항을 반영한 표준 가이드라인 보고서 1건 제출함 (국내외 미니로더 장비에 대한 별도의 표준 또는 규정이 부재하여 공식 인증은 불가함)

- 싱글마스트 미니로더를 3차년도 기간 중에도 지속적으로 운영테스트하며, 향후 실용화를 위한 제품의 내구성 등의 신뢰성 확보 기간으로 활용함

나. Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어/운용시스템

o TRL : 7단계(시제품 신뢰성 평가), 유형 : 시스템

- 더블마스트 시제품 전체는 아니지만, 더블마스트 핵심 요소기술에 대한 기능테스트용으로 단위 시작품을 제작하여 핵심 요소기술에 대한 신뢰성을 확보하기 위해 실용화 단계 중 신뢰성 평가단계를 목표로 설정함

o TRL 목표 달성 평가지표

TRL 단계			평가지표	달성 여부	달성 시기	상세 설명
기초 연구 단계	1	기초실험	국내외 시장/기술/특허 동향 분석 보고서	O	1~2 차년	미니로더 및 유사 장비의 시장/기술/특허 동향 조사 및 분석 보고서 제출함(1차년 2건, 2차년 1건)
	2	개념정립	장비 시험환경 설비 구축 결과 보고서	O	1차년	미니로더 장비 시험환경 설비를 구축하고 전문기관에 구조안전 및 내진 설계 확인서를 승인 받아 보고서 1건 제출함
실험 단계	3	모델링/ 설계	시뮬레이션 분석 보고서	O	1차년, 3차년	시뮬레이션 전문툴을 사용하여 구조해석 및 동역학해석 수행 후 설계서를 보완하고 보고서 1건 제출함
	4	핵심 요소기술	설계서 및 기능테스트 결과서	O	3차년	핵심 요소기술 설계 및 개발 관련 산출물과 해당 기술의 기능테스트 결과서 1건 제출함
시제품 단계	5	제작기술 확보	더블마스트 단위 시작품	O	3차년	테스트베드에 일부 단위 시작품 설치하여 핵심 요소기술에 대한 제작기술 확보함
	6	시제품 성능 평가	특허 출원	O	3차년	더블마스트 미니로더 시스템에 대한 특허 출원함(3건)
			소프트웨어 등록	O	3차년	운용소프트웨어 등록함(2건)
실용화 단계	7	신뢰성 평가	시뮬레이션 시험 보고서	O	3차년	RFP 요구성능에 대하여 핵심 요소기술은 단위 시작품으로 신뢰성 확보하고, 시스템 전체에 대해서는 시뮬레이션 전문툴에서 현장 조건으로 설정하여 신뢰성 검증 후 보고서 1건 제출함
	8	시제품 인증	해당 사항 없음	-	-	향후 시제품 제작을 완료하고 표준 가이드라인 제작 예정임

제2절 연구개발 성과의 기술적 효과분석



o 외산 모듈의 수입 비용 절감과 핵심기술의 국산화를 통한 유지관리비용의 절감 등을 통해 국가물류 경쟁력 향상

o 고속 자동화 물류장비 및 운영기술 개발의 국산화를 통해서 장비 고장을 대비한 장비의 이중 구입 및 관련 기술의 해외 종속현상에서 탈피하고 해외수출 등 시장 진출이 가능

o 본 과제의 기술은 국내 기술에 의하여 처음 시도되어지는 고유기술이며 다방면에 활용 가능한 핵심기술의 확보로 파급효과가 큼

- 본체 제조기술에 PICKER 제작만을 변형하면 자동차 부품, 타이어, 유업계, 종이, 제지, 브라운관, 위험물, 제약 등 다양한 산업분야에서 접목 사용이 가능

- 미니로더의 특수 모터 및 컨트롤러, 일부 센서류 부품을 제외하고는 국산 부품을 사용함. 국내외 미니로더 실용화 납품 시 발주업체의 요구사항 및 각 나라의 인증(인터페이스 규격 등) 획득에 따라 부품은 변경될 수 있으나, 해당 부분에 대한 설계 및 개발 기술이 국산화 되어있으므로 본 과제 최종목표 관점에서 미니로더 개발 기술이 국산화되었다고 할 수 있음

o Mini-Load AS/RS의 중요한 원천 기술을 확보함으로써 공간의 효율적 활용

이 가능하고, 보관창고 내의 물품 반·출입의 효율성 증대를 통한 보관 효율성이 향상되며 물류처리 비용이 절감

- AS/RS 및 공정라인 구성에 있어서 기존 보관창고 보다 가동률을 1.5배 이상 향상시킬 수 있음

o 싱글마스트 운용시스템 중 피킹존 시스템(DMS, PID 등)은 작업자의 효율성 향상 및 작업 시간 단축, 작업 정확성 향상 등의 효과가 기대되며, 장비운용 현황 모니터링 시스템(ECS 등)은 자동화 창고의 효율적 운영과 관리를 가능하게 할 것이며 이러한 운영시스템의 탑재 또한 미니로더 장비의 경쟁력 향상에 기여할 것임

o 운용시스템 중 전력량 관리 시스템의 경우 미니로더 장비가 제품으로써 신뢰성을 가지는 데 큰 기여를 하며, 모바일 S/W의 경우 자동화 창고 운영을 효율적으로 할 수 있도록 해줌으로써 이러한 운영시스템의 탑재 또한 장비의 경쟁력 향상에 기여할 것임

- 전력량 모니터링 기능은 장비의 운용효율 향상에 기여할 것임
- 모바일 입출고 현황 조회 기능은 현장 관리자의 편의를 향상 시켜줄 것으로 기대됨

제3절 연구개발 성과의 경제적 효과분석

자동화시스템 구축에 따른 운영효과 결과

▷ 정량적 효과 : 인력 50% 절감, 운반 소요시간 1일 40시간 단축,
창고면적 41% 절감
▷ 정성적 효과 : 작업사고 사전예방, 작업동선 일원화, 관리 효율성 향상 등

비용효과분석 결과

▷ 절감효과 : 연간 285,500천원
▷ 투자비용 회수기간 : 6.5년

경제적 타당성 검토 결과

분석 대상의 NPV, B/C, IRR

	Murata		(주)신흥기계	
	Benefit	Cost	Benefit	Cost
NPV	₩1,631,863,111	₩1,153,356,664	₩ 1,959,157,222	₩ 1,143,623,569
B/C	1.414881616		1.713113717	
IRR	24%		36%	

▷ 신흥기계의 미니로더 장비 판매가격을 보수적으로 책정하였음에도 불구하고, B/C 및 IRR값이 Murata의 해당 수치보다 상대적으로 우수하기 때문에, ㈜신흥기계의 미니로더는 Murata의 미니로더에 비해 경제적 타당성이 상대적으로 우수함

※ 상세한 내용은 다음 목차부터 설명함

1. 자동화시스템 구축에 따른 운영효과[17)]

o 자동화시스템 구축에 따른 운영효과를 보면 작업인원 감소와 제품운반시간 단축, 보관면적절감, 작업사고 사전예방, 작업동선 일원화, 관리의 효율성 향상 등으로 볼 수 있음

17) 이상배 외, 물류자동화시스템의 효율적인 설계 및 구축방안, 한국산업경영시스템학회 2008 추계학술대회 논문집, 2008.11.14

정량적 효과	정성적 효과
• 일반창고에 있는 제품을 생산라인에 투입하기 위해 하루 6명의 작업자 필요→자동창고 구축 후 3명 필요 나머지 3명은 생산라인에 투입 50%의 인력절감효과 • 생산라인을 가동하기 위해 자재창고에 보관되어 있는 자재를 운반하는데 1일1인7시간 근무기준으로 5.7명의 인원이 소요(5.7명×7시간=약40시간), 자동화 이후 1일 40시간의 절감효과 • 제품 및 자재 보관에 면적이 약 3,2401㎡에 자동창고를 구축 41%의 면적절감효과	• 작업사고 사전예방 : 기존 수평 파렛트 작업에서 LGV를 이용, 자동운반으로 타 작업자의 충돌 및 제품 균형상실로 인한 쓰러짐 등을 사전에 예방 • 생산라인연계작업으로 작업동선 일원화 : 자동창고에서 생산라인까지 직접 자재투입이 가능하여 중간 보관과정이 생략 • 생산관리시스템과의 연동으로 관리 효율성 향상 : ERP 등 관리시스템과 연계하여 일일작업시간, 작업실적, 보고서 등을 자동 입·출력하여 관리 및 작업의 편리성을 도모

<J기업의 자동화 구축에 따른 효과 사례>

가. 정량적 효과

o 일반창고에 있는 제품을 생산라인에 투입하기 위해서는 하루 6명의 작업자가 필요했는데, 자동창고 구축 후에는 창고 운영요원 3명만 필요해 나머지 3명은 생산라인에 투입되어 50%의 인력절감효과를 가져오게 됨

- 이를 통해 사업량 증가 및 신규 사업 확장 등에 따른 인력충원이 필요한 시기에 인력공급문제를 다소 해결하였음
- 생산라인을 가동하기 위해서는 자재 창고에 보관되어있는 자재를 운반하는데 하루 약 40시간이 소요되었으나, 자동화 이후 생산라인에 설치되어있는 Control 시스템을 이용, 자동으로 운반하게 됨으로써 1일 40시간의 절감효과를 가져왔음

o 자동창고를 구축하여 41%의 면적절감효과를 가져왔음

나. 정성적 효과

o 정량적 효과 외에도 다음과 같은 정성적 효과를 거둘 수 있었음

- 기존 수동 파렛트 작업에서 AGV를 이용, 자동운반으로 타 작업자의 충돌 및 제품 균형 상실로 인한 쓰러짐 등의 작업사고를 사전에 예방함
- 생산라인 연계작업으로 작업동선 일원화 자동창고에서 생산라인까지 자재

투입이 가능하여 중간 보관과정이 생략됨으로써 간접 시간을 줄일 수 있었음

- ERP 등 관리시스템과 연계하여 일일작업시간, 작업실적, 보고서 등을 자동 입·출력하여 관리 및 작업의 편리성을 도모함으로써 관리 효율성을 향상시킴
- 기존 평치형 창고는 보관 효율성이 떨어지나 자동창고시스템은 적은 면적에 구조물 설치, 많은 제품을 보관 및 운반, 관리가 용이, 생산성 향상 및 원가절감을 도모할 수 있음

2. 비용효과 분석

o 일반창고 및 자동창고 구축시 소요되는 비용 및 운반시간, 절감효과 등을 산출하여 비용효과를 분석한 결과, 자동화시스템 구축 전·후를 비교해 보면 연간 285,500천원의 절감효과가 있으며 투자비용 회수기간이 6.5년으로 경제성이 있음을 확인할 수 있음

구분	자동창고 구축	일반창고 구축	비고
소요비용	7,227,320천원 (설비투자비용 5,000,000천원, 건축비용 2,227,320천원)	5,380,000천원	추가투자비용 1,847,320천원
창고면적	1,345㎡	3,240㎡	
운반시간	자동운반	40Hr/일	(생산설비운반 시간은 600파렛트×130초=21.67Hr /일+운반시간 600파렛트×110초=18.33Hr /일)
작업인원	-	5.71인/일	(40.0Hr÷7Hr(1일 평균 근무시간)=5.71인/일)
금액환산	-	285,500천원	5.71인×50,000천원 (1인 평균연봉)
투자비용 회수기간	-	6.5년	(1,847,320천원 ÷ 285,500천원)

<자동화설비 구축후의 비용효과 분석 사례>

3. 경제적 타당성 검토

가. 경제성 분석의 정의

o 경제성 분석이란 제시된 대상 또는 사업의 예상 수익과 추정 비용을 분석하여, 대상 사업의 경제적 타당성을 파악하기 위한 분석을 의미함

- 경제성 분석을 위해, 경제성 공학(Engineering Economy)의 이론들을 활용함
- 경제성 공학은 대안에 대하여, 경제적인 수익을 수리적으로 측정 및 평가하는 기법임[18)]

나. 경제성 분석의 필요성

o 경제성 분석은 대안이나 사업의 기대수익 및 비용을 분석함으로서, 대상이 경제적으로 타당한지 여부를 보여줌으로서 의사결정을 지원함

- 즉, 대안이나 사업을 수행하기에 앞서, 경제성 분석은 필요한 단계라 볼 수 있음

다. 경제성 분석 대상 및 방법

o 본 보고서에서의 경제성 분석은 Murata의 미니로더와 ㈜신흥기계에서 개발한 미니로더를 대상으로 함

o 본문에서 활용될 경제성 분석 방법은 B/C 분석 (Benefit/Cost; 비용-편익 분석)과 IRR (Internal Rate of Return; 내부수익률) 분석 방법임

- B/C 분석은 분석 기간 내 발생되는 모든 편익, 비용 흐름을 특정 시점에서의 가치로 환산하여, 편익과 비용의 비를 계산하는 방법임
- 분석 대상의 B/C $\geq$ 1.0을 만족하면, 주어진 할인율이 적용되었다는 조건하에 해당 대상(또는 사업)은 경제적으로 이익을 발생하는 대상으로 판단함
- 만약 분석 대상이 2개인 경우, 각각의 B/C $\geq$ 1.0 을 만족한다는 전제조건하에, 상대적으로 높은 B/C 를 가진 사업이 경제적으로 더욱 타당하다 여겨짐

o IRR 분석은 해당 사업에서 발생될 예상 수익률을 도출하여, 이 수치를 MARR (Minimum Attractive Rate of Return)과 비교하여 사업의 경제적 타당성 여부를 파악하는 방법임

- 일반적인 경제성 분석 시, 적용하는 MARR보다, 분석 대상의 IRR이 높다면, 해당 사업은 경제적으로 이익을 발생 시킨다 고려됨
- 만약 분석 대상이 2개인 경우, 각각의 IRR $\geq$ MARR을 만족하는 전제조건하에, 상대적으로 높은 IRR을 가진 사업이 경제적으로 더욱 타당하다 여겨짐

18) Leland Blank, P.E. & Anthony Tarquin, P.E., Engineering Economy 6th, McGraw-Hill

라. 대상의 경제성 분석

(1) 경제성 분석에 고려되는 공통 요소 정의

o 경제성 분석에 고려되는 공통 요소란, 서로 다른 대상을 각각 분석할지라도, 동일하게 고려되는 요소를 의미함(단, 수치는 서로 다를 수 있음)

o 분석에 사용된 공통 요소들은 다음과 같다.

- MARR (Minimum Attractive Rate of Return) : 동일 비용으로 특정 사업에 투자의사결정을 하는 경우, Low risk를 가진 투자대안의 수익률을 보통 15%로 고려하기 때문에, 분석에 사용 되는 MARR을 15%로 선정함
- 이자율(Interest rate) : 화폐의 가치는 시간에 따라 변하기 때문에, 매년 발생하는 화폐의 흐름을 동등한 가치로 환산하기 위한 이자율(또는 할인율)이 필요함(일반적으로 화폐의 가치는 시간이 지날수록 상승함)
  - ※ 사적 사업(Private project)의 경우, 공격적이고 위험부담이 높은 사업에는 높은 MARR(40%)을 적용하고 안정적인 투자에는 낮은 MARR(15%)을 적용하는데 공적 사업(Public sector project)의 경우 이보다 훨씬 보수적인 이율을 적용(4~8%). 공적 사업을 감안하고 최근의 이율변화를 고려하여 4%의 이율을 적용함
- 사용 년수(Duration) : 일반적으로 기업이 구매하는 물류장비는 10년이 지나면, 잔존가치(Salvage value)를 0 으로 설정하므로, 본 경제성 분석 역시 각각의 대상은 10년의 분석기간을 가지며, 분석기간 이후, 장비의 잔존가치를 0원으로 설정함
- 가동율(Utilisation) : 장비의 가동율을 70%로 가정함
- 물류장비 도입을 통한 기대 수입(Benefit) : 해당 장비가 물류창고에 도입됨으로서 발생하는 기대 수입임
- 고장시, 기대손실 (Dis-Benefit) : 고장이 발생하였을 경우, 해당 고장으로 인해 발생되지 않는 수입(즉, 발생되어야 하는 수입이 발생하지 않았기 때문에 Dis-Benefit으로 고려될 수 있음)과 수리공 요청비용의 총 합임
- 장비 투자비용 (Cost) : 초기 장비에 대한 투자비용임
- 장비 운영비용 (Cost) : 장비 운영에 필요한 전기세, 부품 수리 및 교체 등에 필요한 기타 장비 운영비용임
- 인건 비용 (Cost) : 장비를 운영하는데 소요되는 인건비임

변경 일자		기준금리(%)
2012	10/11	2.75
2012	7/12	3.00
2011	6/10	3.25
2011	3/10	3.00
2011	1/13	2.75
2010	11/16	2.50
2010	7/9	2.25
2009	2/12	2.00
2009	1/9	2.50
2008	12/11	3.00
2008	11/7	4.00
2008	10/27	4.25
2008	10/9	5.00
2008	8/7	5.25
2008	3/7	5.00

<한국은행 기준금리 (2008 - 2012)>

(2) Murata 미니로더의 경제성 분석

(가) 분석에 사용된 경제성 요소 가치 분석

o 물류장비 도입을 통한 기대 수입(Benefit)

- Murata 미니로더를 통해 얻을 수 있는 기대수입은 202,356,000 원/년 임
  · 미니로더가 1개의 오더를 처리할 때 얻을 수 있는 이익은 220 원/오더
  · Murata 미니로더의 처리속도는 2.5 오더/분 임
  · 즉, 일당 처리량은 3,600 오더/분으로 예상되나, 실제 기기는 24시간 내내 계속적인 운영이 불가능하기 때문에, 가동률 70%를 적용 시, 2,520 오더/일로 환산됨
  · 년 919,800 오더가 처리되기 때문에, 년 간 202,356,000 원의 수입을 창출할 것으로 예상됨

o 고장 시, 기대손실 (Dis-Benefit)

- 고장 시 기대손실은 해당 고장으로 인해 발생되지 않는 수입과 수리공 요청비용의 합으로 계산됨
- Murata 미니로더를 운영 시, 고장에 대한 기대손실은 1,162,056원/년 임
  · 기계 수리공의 임금은 2012년 기준 94,676 원/일[19] 임
  · MTBF(Mean Time Between Failure)은 1000 시간, MTTR(Mean Time To Repair)는 3시간을 설정하면, 년 간 약 6회의 고장이 발생함
  · 연간 총 수리시간에 따른 수입 손실액과 기계수리공의 시급을 합산함

19) 대한건설협회, "2012년 하반기 적용 건설업 임금실태 조사 보고서", 2012

o 장비 구매비용 (Cost)

- Murata사의 미니로더 장비 구매비용(초기 투자비용)은 400,000,000 원
- 해당 금액으로 장비를 구축할 경우, single fork - double deep의 형태로 장비를 구매함

o 장비 운영비용 (Cost)

- 일반적인 미니로더를 운영 시, 장비 운영비용은 60,000,000 원/년 임
  · 국내 산업용 전기요금은 63.58 원/kWh[20] 임
  · 실제 운영시간, 미니로더가 소요하는 시간당 전력량(약 62.41355722kW)과 전기요금을 고려시, 전기요금으로 년간 24,000,000 원이 소요됨
  · 나머지 36,000,000 원/년 은 기타 장비 운영비에 포함됨

- 하지만, Murata의 미니로더를 운영시, 장비 운영비용은 54,000,000 원/년 임
  · 국내 산업용 전기요금은 상동
  · 하지만, 현재 외국 선진 물류장비 기업들이 에너지 절감 기술을 적극 연구개발하고 있으며, 약 20 ~ 30% 수준의 에너지 절감을 달성할 수 있는 기술을 보유함[21]
  · Murata의 미니로더는 이의 중간 값인 25% 수준의 에너지 절감을 달성할 수 있는 기술을 보유하고 있다 가정함
  · 실제 운영시간, 미니로더가 소요하는 시간당 전력량과 전기요금을 고려 시, 년 간 전기요금은 18,000,000 원/년 임
  · 나머지 36,000,000 원/년 은 기타 장비 운영비에 포함됨

  · 인건 비용 (Cost)
  · 해당 장비를 운영시, 소요되는 인건비는 38,882,052 원/년 임
  · 1인당 인건비용은 1,080,057 원/월[22] 임
  · 근무는 3교대로 이루어지고, 근무 시프트당 1명의 작업자를 배정함
  · 인건비용은 ㈜신흥기계의 미니로더를 운영하는데 소요되는 액수와 동일함

(나) B/C 및 IRR

o Benefit - Cost 현금흐름표 및 B/C

- 아래 표는 Murata 미니로더의 Benefit, Cost에 관련된 현금흐름을 나타냄

20) Energy Prices & Taxes, 4th Quarter 2011(OECD/IEA)
21) 출처 : Press Report "psb on the Pack & Move, Basel" 2008
22) 고용노동부, "사업체노동력조사", 2012

단위 : 원

i = 0.04 / Year	Benefit	Cost
0	0	400,000,000
1	201,193,944	92,882,052
2	201,193,944	92,882,052
3	201,193,944	92,882,052
4	201,193,944	92,882,052
5	201,193,944	92,882,052
6	201,193,944	92,882,052
7	201,193,944	92,882,052
8	201,193,944	92,882,052
9	201,193,944	92,882,052
10	201,193,944	92,882,052

<미니로더 Benefit - Cost 현금흐름표(Murata)>

· NPV - Benefit : ₩1,631,863,111

· NPV - Cost : ₩1,153,356,644

· B/C : 1.414881616

· B/C ≧ 1을 만족하므로, 본 장비는 경제적 타당성이 있다고 볼 수 있음

※ 단, 다른 장비와 비교 시, B/C이 낮다면, B/C 가 높은 장비를 도입하여야 함

o 각 요소별 현금흐름표와 IRR(표 참조)

단위 : 원

요소	기대 수입	고장시, 기대손실	장비 구매비용	장비 운영비용	인건 비용	현금흐름
Year	Benefit	Dis-Benefit	Cost	Cost	Cost	
0			400,000,000			-400,000,000
1	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
2	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
3	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
4	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
5	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
6	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
7	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
8	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
9	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892
10	202,356,000	1,162,056		54,000,000	38,882,052	108,311,892

<각 요소별 현금흐름표 (Murata)>

- IRR(내부수익률) : 24%
- 분석 전 설정한 MARR과 IRR을 비교시, IRR(24%) > MARR(15%) 의 관계를 보이기 때문에, 본 장비는 경제적 타당성이 있다고 볼 수 있음
- 단, 다른 장비와 비교 시, IRR이 낮다면, IRR이 높은 장비를 도입하여야 함

(3) ㈜신홍기계의 경제성 분석

(가) 분석에 사용된 경제성 요소 가치 분석

o 물류장비 도입을 통한 기대 수입(Benefit)

- 신홍기계의 미니로더를 통해 얻을 수 있는 기대수입은 242,827,200 원/년 임
  · 미니로더가 1개의 오더를 처리할 때 얻을 수 있는 이익은 220 원/오더 임
  · Murata 미니로더의 처리속도는 3.0 오더/분 임
  · 즉, 일당 처리량은 4,320 오더/분으로 예상되나, 실제 기기는 24시간 내내 계속적인 운영이 불가능하기 때문에, 가동률 70%를 적용 시, 3,024 오더/일로 환산됨
  · 년 1,103,760 오더가 처리되기 때문에, 년 간 242,827,200 원의 수입을 창출할 것으로 예상됨

o 고장 시, 기대손실 (Dis-Benefit)

- 고장 시 기대손실은 해당 고장으로 인해 발생되지 않는 수입과 수리공 요청비용의 합으로 계산됨
- Murata 미니로더를 운영 시, 고장에 대한 기대손실은 1,280,856 원/년
  · 기계 수리공의 임금은 2012년 기준 94,676 원/일
  · MTBF(Mean Time Between Failure)은 1000시간, MTTR(Mean Time To Repair)는 3시간을 설정하면, 년 간 약 6회의 고장이 발생
  · 연간 총 수리시간에 따른 수입 손실액과 기계수리공의 시급을 합산

o 장비 구매비용 (Cost)

- 신홍기계의 미니로더 장비 구매비용(초기 투자비용)은 400,000,000 원 임
- 장비를 구축할 경우, single fork - double deep의 형태로 장비를 구매함
- 해당 수치는 상당히 보수적으로 책정한 금액으로, 실제 판매가격은 이보다 낮아질 수 있음

o 장비 운영비용 (Cost)

- 해당 장비를 운영 시, 장비 운영비용은 52,800,000 원/년 임
  · 국내 산업용 전기요금은 63.58 원/kWh 임

· 일반적인 미니로더와 비교하여, ㈜신흥기계의 미니로더는 에너지 절감 기술을 적용하여 전력 사용량을 약 30% (Murata의 미니로더의 경우, 25%) 절감하기 때문에, 년 간 전기요금은 16,800,000 원으로 예상됨 (실제 운영시간 및 미니로더가 소요하는 시간당 전력량과 전기요금을 고려)

· 나머지 36,000,000 원/년 은 기타 장비 운영비에 포함됨

o 인건 비용 (Cost)

- 해당 장비를 운영 시, 소요되는 인건비는 38,882,052 원/년

· 1인당 인건비용은 1,080,057 원/월

· 근무는 3교대로 이루어지고, 근무 시프트 당 1명의 작업자 배정

· 인건비용은 Murata사의 미니로더를 운영하는데 소요되는 액수와 동일

(나) B/C 및 IRR

o Benefit - Cost 현금흐름표 및 B/C

- 아래 표는 신흥기계 미니로더의 Benefit, Cost에 관련된 현금흐름을 나타냄

단위 : 원

i = 0.04 / Year	Benefit	Cost
0	0	400,000,000
1	241,546,344	91,682,052
2	241,546,344	91,682,052
3	241,546,344	91,682,052
4	241,546,344	91,682,052
5	241,546,344	91,682,052
6	241,546,344	91,682,052
7	241,546,344	91,682,052
8	241,546,344	91,682,052
9	241,546,344	91,682,052
10	241,546,344	91,682,052

<미니로더 Benefit - Cost 현금흐름표((주)신흥기계)>

· NPV - Benefit : ₩ 1,959,157,222

· NPV - Cost : ₩ 1,143,623,569

· B/C : 1.713113717

· B/C ≧ 1을 만족하므로, 본 장비는 경제적 타당성이 있다고 볼 수 있음

o 각 요소별 현금흐름표와 IRR(표 참조)

단위 : 원

요소	기대 수입	고장시, 기대손실	장비 구매비용	장비 운영비용	인건 비용	현금흐름
Year	Benefit	Dis-Benefit	Cost	Cost	Cost	
0			400,000,000			-400,000,000
1	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
2	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
3	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
4	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
5	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
6	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
7	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
8	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
9	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292
10	242,827,200	1,280,856		52,800,000	38,882,052	149,864,292

<각 요소별 현금흐름표 ((주)신홍기계)>

· IRR(내부수익률) : 36%

· 분석 전 설정한 MARR과 IRR을 비교시, IRR(36%) > MARR(15%) 의 관계를 보이기 때문에, 본 장비는 경제적 타당성이 있다고 볼 수 있음

(4) 비교 분석 및 결론

o 아래 표는 두 미니로더의 경제성 분석을 통해 얻은 NPV, B/C 그리고 IRR 값을 보여줌

	Murata		(주)신흥기계	
	Benefit	Cost	Benefit	Cost
NPV	₩1,631,863,111	₩1,153,356,664	₩ 1,959,157,222	₩ 1,143,623,569
B/C	1.414881616		1.713113717	
IRR	24%		36%	

<분석 대상의 NPV, B/C, IRR >

- Murata 의 미니로더에 비해, ㈜신흥기계 미니로더의 B/C, IRR 값이 상대적으로 우수함
- 이는 물류창고에서 미니로더 도입을 고려 시, ㈜신흥기계의 미니로더를 선택하는 것이 경제적으로 더 타당하다는 것을 의미함
- 본 보고서에서 신흥기계 미니로더의 장비원가를 상당히 보수적으로 책정하였는데(즉, 장비의 판매가는 보고서 상의 수치보다 상당부분 낮아질 가능성이 높음), 만약 장비의 판매가를 더 낮게 책정할 경우, B/C 및 IRR 값은 증가함

· 만약, 장비판매가를 350,000,000원으로 책정 시, B/C 는 1.79143654, IRR 은 41%로 상승함

· 만약, 장비판매가를 300,000,000원으로 책정 시, B/C 는 1.877264256, IRR 은 49%로 상승함

o 결론적으로, ㈜신흥기계의 미니로더 장비 판매가격을 보수적으로 책정하였음에도 불구하고, B/C 및 IRR값이 Murata의 해당 수치보다 상대적으로 우수하기 때문에, ㈜신흥기계의 미니로더는 Murata의 미니로더에 비해 경제적 타당성이 상대적으로 우수한 것으로 분석됨

제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

제1절 연구성과 향후 활용방안

1. 기술실시 계획 및 판매 계획

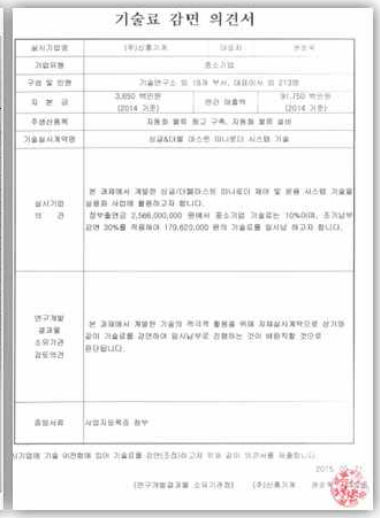
가. 기술실시 계획

o 자체기술실시를 위해 2015년 5월 21일 공문을 통해 '기술료 납부이행 계획서, 감면 신청서, 감면 의견서'를 국토교통과학기술진흥원에 제출함

- 정부출연금 * 10% = 감면 전 기술료
- 중소기업 감면 + 1년 이내 일시납 30% 감면 = 감면 후 기술료
- 감면 후 기술료를 2016년 5월 20일 납부 예정


기술료 납부이행 계획서(영리기관 직접신시)


기술료 감면 신청서


기술료 감면 의견서

나. 판매 계획 및 성과 활용 계획

o 3차년도 과제 종료 이후 자체적으로 더블마스트 시제품을 제작하여 기존 계획대로 싱글마스트와 더블마스트 미니로더가 통합 연동/운영이 가능한 테스트베드 구축 예정

o 주요 협력사 및 고객사나 전문기관의 추천을 통해 테스트베드 형태로 우선 실용화하고, 제품의 안전성 및 내구성 등의 신뢰성을 확보함

o ㈜신흥기계 충주공장에 구축된 테스트베드를 브로셔 및 쇼룸을 통해 홍보하여 국내외로 실용화 시킬 예정

- 2015년 4월 8일 기간산업신문 기사 보도

SOC NEWS 기간산업 신문

THE SOC NEWS 대표전화 070-7557-5704 2015년 4월 8일 수요일 창조경제 Special-17호

기업탐방 – (주)신흥기계

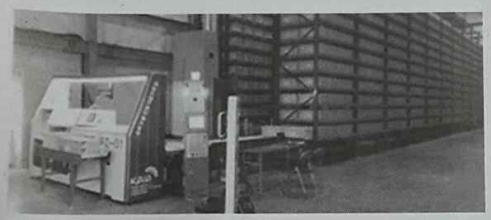
첨단 물류자동화의 선진 글로벌기업

오늘날 고객의 제품수요가 다양해지고 국내 기업의 글로벌화에 따른 해외진출이 확대되면서 물류정보화에 대비하기위한 첨단 물류 자동화 시스템은 기업 경쟁력 제고에 필수 요건이 되고 있다. (주)신흥기계(대표 권순욱)는 1940년 창립이래, 국내에서 최초로 자동화 창고시스템을 실현시켜, 국내의 물류자동화업계를 선도하였으며, 오직 자동화 창고시스템 개발 및 물류자동화 기술혁신에 매진한 결과, 자동화 창고 전 부분을 자체능력으로 구현 및 생산하고 있다. 이미 70년간 검증된 자동창고 시공 및 know-How와 각종관련 핵심기술의 특허를 바탕으로 해외 다수의 프로젝트 공사를 통해 글로벌 기업등과의 경쟁 속에서 그 가치를 입증 받았으며, 단순 보관 물류의 수준을 넘어 공정 물류사업을 전개해 나가고 있다.



이병경 소장
신흥기계 기술연구소

전문기업으로 국제경쟁력 갖춘 창조기업
현장적용 기술개발로 국가R&D의 표본제시



싱글마스트 미니로더 + 피킹존시스템



더블마스트 미니로더

자동차, 전자, 제약, 식음료, 석유화학, 제지, 섬유, 가구, 삼자 물류 등의 다양한 산업분야에서 물류자동화 설비뿐만 아니라 고객 맞춤형 물류관리시스템을 제시하였으며, Total Solution제공 업체로써 다양하고 복잡한 고객의 요구를 수용하기위해 생산, 조립, 유통, 저장, 관리, 배송의 전 분야에서 특화된 Automated Picking & Sorting Solution, Order Fulfillment Solution 등을 제공하고 있다.

한편, 신흥기계는 최근 인도의 타이어 업체와 160억 규모의 CEAT Automated Handling System Project공급계약을 체결 했다. 이는 2013년 매출액 대비 21.08%에 해당하며, 또한 최근 개발을 마친 Mini-Load AS/RS 장비도 공급예정이다.

국내외 경기가 침체돼있는 현시점에서 이러한 성과는 고무적인 것으로 전문기업이지만 그 경쟁력을 미루어 짐작케 한다.

(주)신흥기계의 이 같은 경쟁력은 그간의 특화된 전문성과 함께 지속적인 연구개발의 성과로 올해 5월 22일 종료되는 총예산 34억여원의 국토교통부 국토교통과학기술진흥원 연구과제에서도 잘 나타나있다.

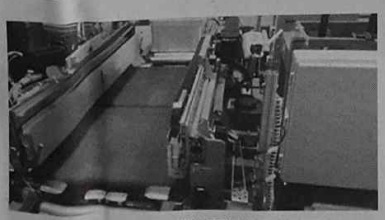
본 과제는 다품종 소량화물을 취급하는 고속 자동적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS)개발인데 대형 AS/RS가 선진수준임에 반해 소형 AS/RS가 주변국에 비해 낮은 수준인 우리의 환경에서 연구개발 성공은 또 하나의 물류자동화에 강력한 무기가 될 것으로 보인다.

특히나 이번 연구개발은 현장접목이 가능한 현장적용기술개발로 더욱더 주목받고 있다.

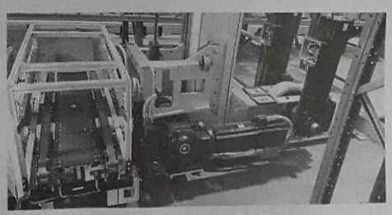
기존의 장비에 비해서도 세계최고 사양의 속도 및 가감속으로 신속한 화물처리가 가능하며 국내 최초 더블딥형 슬라이딩 텔레스코픽 방식과 더블딥형 업/다운 방식의 이재장치를 통한 보관량 및 화물처리량을 향상 시킬 수 있으며, 부품규격화를 통해 시제품 양산이 용이하여 제작기간 및 비용절감효과도 얻게 되는 장점이 있다.

또한, 미니로더 전용랙으로 보관적재율을 크게 향상 시켰으며, 작업자의 편의, 안전, 효율성을 향상시키는 피킹존 시스템과 가시성이 향상되고 확장이 용이한 ECS, 전력량 모니터링 시스템, 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W를 갖출 수 있다는 장점이 있다.

국가 지원 R&D에 있어 현장적용 가능한 기술개발에 성공하였다는 점에서 성과는 더욱더 주목 받고 있으며, 이를 기반으로 자동화 시스템의 새로운 역사를 만들어가기 위한 (주)신흥기계의 기술혁신은 멈추지 않을 것이다.



더블딥형 슬라이딩 텔레스코픽 방식의 이재장치



더블딥형 업/다운 방식의 이재장치

- 국내외 영업 및 홍보 현황 : 제약, 타이어, 전자부품, 식품 분야의 고객 반응이 좋아서 영업 및 제안활동을 적극 수행중임

구분	업체명	취급 항목	충주 테스트베드 방문여부	미니로더 동영상 제공여부	영업현황
국내	A 사	타이어	O	O	2015.02 방문 (현재 영업 진행 중)
	B 사	제약	O	-	제안 준비중에 고객 내부사정으로 보류됨
	C 사	식품	O	-	2015.04 방문 (현재 영업 진행 중)
	D 사	전기커넥터	O	O	2014.06 방문 (현재 영업 진행 중)
	E 사	Solar판	O	O	계약 준비중에 고객 내부사정으로 보류됨
	F 사	센서	O	-	2015.03 방문 (현재 영업 진행 중)
	G 사	제약	O	-	2015.02 방문 (현재 영업 진행 중)
	H 사	제약	O	-	2014.10 방문 (현재 영업 진행 중)
해외	**CEAT (인도)**	타이어	O	O	**2015.04 계약완료 ([redacted]더블마스트 10대 납품 예정)**
	S[redacted] (싱가폴)	bearing	-	O	2015.04 더블마스트 6대 제안했으나 타업체 수주
	B[redacted] (태국)	Ceramic	-	O	2014.06 더블마스트 6대 제안했으나 타업체 수주
	C[redacted] (태국)	Sausage	-	O	2015.03 더블마스트 5대 제안했으나 보류됨
	H[redacted] (중국)	Battery	-	O	2015.01 demo line 1대/생산라인 미니로더 30대 제안 후 보류
	D[redacted] (우루과이)	의약품	-	O	2014.10 싱글마스트 7대 제안 후 보류
	W[redacted] (인도네시아)	식품	-	O	2014.07 싱글마스트 10대 제안 후 보류
	T[redacted] (태국)	담배	-	O	2015.04 싱글마스트 3대 제안
	B[redacted] (인도네시아)	의약품	-	O	2014.05 싱글마스트 7대 제안
	B[redacted] (아제르바이잔)	항공화물	-	O	2014.09 더블마스트 3대 제안
	A[redacted] (인도)	폴리에스터	-	O	2014.06 더블마스트 5대 제안
	B[redacted] (인도)	직물	-	O	2014.05 싱글마스트 7대 제안
	P[redacted] (인도네시아)	윤활유	-	O	2014.09 더블마스트 5대 제안

다. 연구성과의 성능에 대한 객관성/신뢰성 확보 방안

o 충주 테스트베드에서 지속적으로 테스트를 진행하여 성능과 내구성에 대한 신뢰성을 확보할 계획임

- 현재 싱글마스트는 제품으로서의 신뢰성이 확보되었으며, 더블마스트의 경우 내년 상반기까지 테스트베드 구축을 완료하여 주행/승강/이재 등의 성능 및 내구성 테스트를 통해 신뢰성을 확보하고, 이를 기반으로 성적증명서나 성능해석을 중비하여 하반기 인도에 납품할 제품에 반영 할 예정임
- 인도 납품 이후 정상적 운영이 된다면, 제품에 대한 신뢰성을 확보했다고 볼 수 있음

o 테스트베드가 완료되면 기존 신흥기계에서 개발한 물류장비들처럼 유럽에서 판매를 위해 CE인증(유럽 및 유럽기준을 따르는 세계 각국에서 판매를 위해서 반드시 획득해야 하는 품질규격 인증)을 획득할 계획이며, 인증 획득으로 객관성을 확보함과 동시에 유럽시장 진출을 준비할 예정임

o 현재 성과물 특장점 위주로 효과적인 소구포인트를 정리하여 홍보 동영상을 한글, 영문 버전으로 제작 중이며, 국내외 주요 협력사와 고객사에 홍보하고 지속적으로 제안작업을 진행할 예정이며, 인도 납품 완료 시 레퍼런스 홍보도 진행할 예정임

o 미니로더의 특수 모터 및 컨트롤러, 일부 센서류 부품을 제외하고는 국산 부품을 사용함. 국내외 미니로더 실용화 납품 시 발주업체의 요구사항 및 각 나라의 인증(인터페이스 규격 등) 획득에 따라 부품은 변경될 수 있으나, 해당 부분에 대한 설계 및 개발 기술이 국산화 되어있으므로 본 과제 최종목표 관점에서 미니로더 개발 기술이 국산화되었다고 할 수 있음

o 본 과제에서 사용한 시뮬레이션 전문 툴은 전세계적으로 공신력이 있으며, 자동차, 기계 등의 설계분야에서 국내외 전문업체들이 사용하여 설계 검증을 진행하므로 신뢰성이 있다고 판단됨

- 해당 툴 사용을 위해서는 전문교육을 받은 자만 가능하며, 신흥기계는 경력 10년 이상의 해당 인력을 보유한 상태임
- 시뮬레이션 환경은 해당 툴이 요구하는 환경조건 및 재료에 대한 물성치 및 기계적 성질, 속도/가감속을 입력하게 되어있고, 입력 후 전문 툴에 의해 구조해석 분석 결과가 나오는데, 툴에 입력한 수치는 싱글마스트 설계 후 제작 시 검증이 된 상황(기존 중/대형 물류장비 또한 본 툴로 설계 검증하고, 안전하게 납품해 옴)이므로 현재로서도 객관성이 확보된 상태라고 판단됨
- 국내의 경우 안전보건공단에서 제시한 규정에 의해서 설계, 검사, 테스트 진행하여 합격 결과를 받아야 하지만, 500kg 미만의 미니로더 장비가 해당되는 규정은 없으므로, 현재 공신력 있는 3자 기관 검증은 불가능한 상태임 (단, 추후 규정이 생길 시 검증받을 계획임)
- 국외의 경우 내년 유럽 CE인증, ISO 26262 표준 기반의 인증 획득을 위해 현재 내부적인 사전준비를 진행 중임

라. 사업화 추진 전략

o 현재 국내외 주요 협력사(태국, 인도, 스웨덴, 이스라엘)와 해외 지사(미국, 싱가폴, 헝가리, 중국, 인도), 고객사에 홍보 및 영업활동(테스트베드 견학, 홍보동영상 제공 등), 제안작업을 진행하고 있으며, 인도 납품 완료 시 레퍼런스 홍보도 진행하여 국내외로 사업화 추진 예정임

- 테스트베드의 지속적인 운영테스트로 장비와 S/W의 성능에 대한 안정성 및 신뢰성을 확보할 예정임
- 장비의 경우 내년 유럽 CE인증을 위해 현재 내부적으로 사전준비(절차, 예

산계획 등)를 하고 있고, S/W의 경우 일반적으로 고객이 요청하지는 않지만, 요청할 경우 해당 인증을 획득해야 함

- 내부적으로는 내년 장비 인증과 함께 국내 및 해외 수출에 일조하고자 ISO 26262(기능안전성 검증) 표준 기반의 GS인증(Good Software : 품질 인증), CC인증(Common Criteria : 보안성 인증) 등을 획득할 예정이며, 이는 판매를 위한 필수조건은 아니지만, 제품의 시장경쟁력을 향상 시킬 수 있을 것이라 판단하고 구제적인 절차와 비용 등에 대해 검토 진행 중임

참 고 문 헌

1. 이현규 “자동차 경량화 재료선정 및 경량화 기술” 2010

2. Burton, R. “Cf Developing Importance. Aerospace Manufacturing”, Vol. 3, MIT Publishing Limited, Kent, UK, 2008

3. Soo-Jin Park “Present Status and Applications of Carbon Fibers-reinforced Composites for Aircrafts”, Vol. 11, Carbon Letters, 2010

4. Gates Corp “Improving motor system efficiency with high efficiency belt drive system”

5. Market-Driven IP Global Focus_360ip “Technology Summart ” Energy Recovery System for Lifts, Escalators and Material Handling Equipment“

6. Misubishi Heavy Industries Technical Review Vol. 47 No.1 “Development of the Word’s First Engine/Battery Hybrid Forklift Truck” 2010

7. Press Report “psb on the Pack & Move, Basel” 2008

8. Dauifuku America Home Media Relations “Daifuku America Adds DUOSYS Sortation System to its Line of AS/RS Products” 2009

9. Daifuku “Corporate Social Responsibility Report” 2010

10. Viastore System “The Power of Delivery_Intralogistik news” 2008

11. Aiginger,K,"A Framework for Evaluating the Dynamic Competitiveness of Countries“

12. 중소기업진흥공단, 캐로젤 시스템의 시장기술보고서, 2009.8

13. Rene de Koster et al. European Journal of Operational Research 182 (2007) 481-501

14. Tomkins et al. Facilities Planning, John wiley & Sons

15. 이상배 외, 물류자동화시스템의 효율적인 설계 및 구축방안, 한국산업경영시스템학회 2008 추계학술대회 논문집, 2008.11.14.

16. Leland Blank, P.E. & Anthony Tarquin, P.E., Engineering Economy 6th, McGraw-Hill

17. 대한건설협회, "2012년 하반기 적용 건설업 임금실태 조사 보고서", 2012

18. Energy Prices & Taxes, 4th Quarter 2011(OECD/IEA)

19. Press Report “psb on the Pack & Move, Basel” 2008

20. 고용노동부, “사업체노동력조사”, 2012

부 록

1. 논문, 특허 등 정량적 성과와 정성적 성과

가. 정량적 연구성과 집계 현황(목표치/달성치)

구분	특허		S/W 등록	시제품	현장 시험	보고서	기타 성과물	현장 적용
	출원	등록						
1차년도 ('12.08~'13.05)	3 / 3	0 / 2	1 / 1	-	-	2 / 2	0 / 1	-
2차년도 ('13.05~'14.05)	3 / 3	-	2 / 2	1 / 1	1 / 1	2 / 2	0 / 36	-
3차년도 ('14.09~'15.05)	3 / 3	-	2 / 2	1 / 1	1 / 1	2 / 2	0 / 33	0 / 1
합 계	9 / 9	0 / 2	5 / 5	2 / 2	2 / 2	6 / 6	0 / 70	0 / 1

※ 3차년도 시제품은 단위 시작품임

※ 단위시작품 : 개발 기능의 동작 및 검증을 위한 Working Sample

※ 기타 성과물 : 추가제출 보고서(15건), 매뉴얼(10건), 도면(5종), 개발 산출물(40건)

(1) 특허출원 및 등록

(가) 특허출원

건	특허명	출원번호	출원연도	출원인
1	스태커크레인의 가이드 레일	10-2013-0044353	2013	(주)신흥기계
2	스태커크레인	10-2013-0044354	2013	(주)신흥기계
3	이미지 서버를 이용한 물류 관리 방법 및 시스템	10-2013-0042433	2013	(주)신흥기계
4	스태커크레인의 로딩장치	10-2014-0050239	2014	(주)신흥기계
5	스태커크레인의 주행대차 구동장치	10-2014-0051460	2014	(주)신흥기계
6	피킹존을 이용한 물품 정보 관리 시스템 및 방법	10-2014-0050944	2014	(주)신흥기계
7	스태커크레인의 마스트 지지장치	10-2015-0071657	2015	(주)신흥기계
8	스태커크레인의 로딩장치	10-2015-0071658	2015	(주)신흥기계
9	미니로더 실시간 모터 전력량 측정 방법	10-2015-0069951	2015	(주)신흥기계

(나) 특허등록

건	특허명	등록번호	등록일	출원인
1	스태커크레인의 가이드 레일	10-1464521	20141118	(주)신흥기계
2	스태커크레인	10-1464522	20141118	(주)신흥기계

(2) 소프트웨어 등록

건	S/W 명칭	등록번호	등록일	출원인
1	WMS/Legacy 인터페이스 모듈 소프트웨어	C-2013-008907	20130429	(주)신흥기계
2	RFID 처리오더 이력관리 모듈	C-2014-009627	20140425	(주)신흥기계
3	싱글마스트용 설비 제어시스템 모듈	C-2014-009628	20140425	(주)신흥기계
4	미니로더 전력량 모니터링 소프트웨어	C-2015-011893	20150422	(주)신흥기계
5	모바일 입/출고 현황 리포팅 인터페이스 모듈	C-2015-011894	20150422	(주)신흥기계

(3) 시제품 제작

건	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소
1	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 시제품	20140529	(주)신흥기계	(주)신흥기계 충주공장
2	Mini-Load AS/RS 더블마스트 단위시작품	20150522	(주)신흥기계	(주)신흥기계 충주공장

(4) 현장시험

건	시제품명	시험일	시험장소	주요 내용
1	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 성능시험평가	20140324	(주)신흥기계 충주공장	주행/승강 속도, 가감속 성능 시험
2	Mini-Load AS/RS 더블마스트 기능테스트	20150408	(주)신흥기계 충주공장	승강 및 이재장치, 운용시스템 기능테스트

(5) 기타(보고서, 개발산출물 등)

구분	항목	목표치	달성치
보고서 (6건)	장비시험환경 구축 결과 보고서	1건	1건
	가상 시뮬레이션 시험 보고서	1건	1건
	싱글마스트 시스템 규격의 표준 가이드라인 보고서	1건	1건
	싱글마스트 성능 시험 평가 결과 보고서	1건	1건
	더블마스트 단위시작품 기능테스트 결과서	1건	1건
	더블마스트 주행/승강 시뮬레이션 분석 보고서	1건	1건
추가제출 보고서 (15건)	국내외 시장·기술·특허 동향 분석 보고서	-	1건
	싱글마스트 시제품 제작 결과 보고서	-	10건
	에너지 사용량 비교 결과 보고서	-	1건
	더블마스트 단위시작품 제작 결과 보고서	-	3건
개발 산출물 (55건)	싱글마스트 및 더블마스트 주요 설계 도면	-	5종
	Mini-Load AS/RS 시스템 매뉴얼	-	10건
	Mini-Load AS/RS 운용시스템 개발 산출물	-	40건

(6) 현장적용(시공)

건	발주기관명	시공업체명	적용현장명	계약일	공사금액
1	CEAT (인도)	(주)신흥기계	물류 자동화 창고 구축 (인도)	201504	약 160억원

※ 현장적용(시공) : 사업화주체(기업)가 개발기술을 실제 공사현장(수주)에 적용하여 매출이 발생하는 경우
※ 공사금액 : 당해 기술이 적용된 공사의 총공사금액

나. 정성적 연구성과 목록

핵심성과명	설명	성과유형	해당연차
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템	▪ 제어구동 환경 개발 : 싱글마스트 미니로더가 운영 가능하고 기존 랙 대비 적재효율성이 개선된 조립식 Rack 개발(높이 6m, 길이 20m) 및 시제품 제작 ▪ 주행/승강 모듈 개발 : 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s, 가감속 4m/s^2 로 구동가능한 시제품 개발 ▪ 상/하부 프레임 개발 : 가감속에 따른 흔들림과 하중을 고려하여 상/하부 프레임 시제품 개발 ▪ 위치인식 모듈 개발 : 다양한 위치정보 검출 기술들을 고려하여 고속의 미니로더 장비를 정확하게 제어하기 위한 위치인식 모듈 개발 ▪ 안정도 향상을 위한 최적 Topology(모션제어) 개발 : 주행 및 승강 제어시스템에 적용하기 위한 Soft Motion Control(S-Curve) 개발	장비·장치	1차년도, 2차년도
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템	▪ 장비 시험환경 Legacy 구축 - 기존 WMS와의 통합 가능한 Legacy 인터페이스 모듈 개발 ▪ RFID 기반 PID zone 운용시스템 개발 - RFID 기반 피킹존 전용 DMS 개발 - RFID 기반 PID 개발 - 피킹존 스테이션 개발 - RFID 처리오더 이력관리 모듈 개발 ▪ 장비운용현황 모니터링 시스템 개발 - 싱글마스트용 ECS 모듈 개발 * PID : Picking Information Display * DMS : Device Management System * ECS : Electronic Control System	시스템	1차년도, 2차년도

Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템	▪ 제어구동 환경 개발 : 더블마스트 미니로더가 운영가능한 Rack 설계(높이 10m, 길이 20m) 및 기능테스트용 단위 시작품 제작 ▪ 승강 모듈 개발 : 승강속도 3m/s, 가감속 4m/s^2 고려한 단위 시작품 제작 ▪ 상/하부 프레임 개발 : 가감속에 따른 흔들림과 하중을 고려하여 상/하부 프레임 설계 및 브레이킹 장치 개발(단위 시작품 제작) ▪ 이재장치 개발 : 더블마스트에 취부되어 화물을 적재/반출하기 위한 더블딥 업/다운 방식의 이재장치 개발(화물 2개 이재 가능, 50kg*2ea)	장비·장치	1차년도, 3차년도
Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템	▪ 비상전력 시스템 구축 - 피킹존 전력 이상시 5분 이상의 정지 기동을 위한 비상전력 시스템 구축 ▪ 전력 사용량 관리 시스템 개발 - 디지털 전력량 데이터 수집부 시스템 개발 1) 전력 사용기기에 부착하는 Serial 통신 방식의 디지털 측정 장치 구축 2) 전력 사용량 데이터 수집 기기의 확장형 H/W 보드 개발 3) 전력 사용량 데이터 수집 기기의 OS 최적화된 드라이버 S/W 개발 4) 상위 서버와 연계하기 위한 인터페이스 모듈 개발 - 전력량 이벤트 감지 및 모니터링을 위한 S/W 개발 1) 전력량 변화 이벤트 감지 모듈 개발 2) Business Logic에 따른 Event Processing 모듈 개발 3) 관리 및 제어용 UI 개발 ▪ 장비운용현황 모니터링 시스템 개발 - 모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W(안드로이드 기반) 개발	시스템	2차년도, 3차년도

2. 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 해당사항 없음 -

3. 기타사항(중요 연구 변경사항)

o 2차년도 종료('14.05) 이후 2014년 6월~9월까지 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 자문회의를 통해 3차년도 연구내용이 조정되었고, 다음과 같은 내용이 변경되어 3차년도 협약을 체결함('14.09.23)

구 분	변경 전	변경 후	변경사유
연구목표	▪ 더블마스트 미니로더 시제품 제작 (랙, 컨베이어, 피킹존 포함)	▪ 더블마스트 주요기술 기능테스트용 단위 시작품 제작 - 시제품 제작 제외로 인해 관련 일부 연구내용 변경 및 성과점검기준표 변경	국토부 및 국토교통과학기술진흥원의 자문회의 결과 반영
연구비	▪ 정부출연금 1,000,000천원 ▪ 기업부담금 333,400천원 (현금 33,400천원) (현물 300,000천원)	▪ 정부출연금 600,000천원 ▪ 기업부담금 230,000천원 (현금 30,000천원) (현물 200,000천원)	
사업기간	▪ '14.05.30.~'15.08.29 (15개월)	▪ '14.09.23.~'15.05.22 (8개월)	

(단위 : 천원)

변경 전 연구내용	변경 전 계획	변경 요인	변경 후 계획	예산 변경
제어구동 환경 개발	- 3차년도에 개발되는 이재장치 방식에 맞는 랙 개발 및 시제품 제작 - 2차년도 컨베이어와 연동되는 입/출고 컨베이어 시스템 시제품 제작	랙 및 컨베이어 시제품 제작 제외	- 랙은 기존 계획대로 개발하되 설계 도면까지만 진행함(설계 검증 및 이재장치 테스트용 단위 시작품만 일부 제작) - 입/출고 컨베이어 시스템은 시제품 제작 없음	369,000 → 129,000
주행/승강 모듈 개발	- 주행 장치 및 승강장치가 취부된 더블마스트 미니로더 시제품 제작	주행부 시제품 제외	- 승강 모듈만 개발하여 고정된 마스트에 승강 및 이재장치가 취부되어 승/하강 구동을 하는 단위 시작품만 제작	150,000 → 124,000
하부 Rail 및 Top 프레임 개발	- 더블마스트 미니로더의 주행이 가능한 상/하부 Rail과 상/하부 프레임 시제품 제작	상하부 Rail 시제품 제외	- 싱글마스트 보다 높은 더블마스트의 안전한 구동을 위해 흔들림 제어장치 및 상/하부 프레임을 개발하여 단위 시작품만 제작	28,000 → 19,000
이재장치 개발	- 더블딥 업/다운 방식의 이재장치 개발	더블마스트 시제품 제외	- 계획대로 진행하되 기능테스트용 단위 시작품으로 제작	81,310 → 78,000
피킹존 비상전력 관리 시스템 구축	- 테스트배드의 피킹존 시스템 2개에 대한 비상전력 시스템 구축	더블마스트 시제품 제외	- 기구축된 싱글마스트 피킹존 시스템 1개에만 비상전력 시스템 구축	15,000 → 7,600
더블마스트 및 컨베이어 ECS S/W 드라이버 개발	- 기개발된 싱글마스트 ECS와 통합제어 및 모니터링이 가능한 더블마스트용 ECS 개발 - 기구축된 싱글마스트 컨베이어와 연동되는 더블마스트 컨베이어용 ECS 개발	더블마스트 시제품 제외	연구내용 삭제	22,000 → 0
멀티 피킹존 운용을 위한 시스템 개발	- 2개 이상의 멀티 피킹존 운용을 위한 시스템 개발	더블마스트 시제품 제외	연구내용 삭제	75,000 → 0
부품 규격의 표준 가이드라인	- 더블마스트 시제품 제작에 따른 부품 규격의 표준 가이드라인 제시	더블마스트 시제품 제외	연구내용 삭제	-

성과점검기준표

1. 1차년도

핵심 성과목표	단위 성과목표	최종 성과점검기준					정량목표
		질적목표	목표치	측정방법	검증 방법	가중치	
Mini-Load AS/RS 제어시스템 설계	설비 및 시스템 시험환경 구축 보고서	장비 시험환경 설비 구축 및 결과 보고서 작성	1건	시험환경 구축 결과 보고서 건수	시험환경 구축 결과 보고서	5	시험환경 구축 : 1 건
	가상 시뮬레이션 시험 보고서	Ansys를 이용한 시뮬레이션 시험	1건	시뮬레이션 보고서 건수	시뮬레이션 보고서	4	보고서 : 1 건
	Mini-Load AS/RS 제어시스템 설계 특허	제어시스템 관련 특허 출원	2건	제어시스템 관련 특허 출원 건수	특허 출원증	5	특허 출원 : 2 건
Mini-Load AS/RS 운용시스템 설계 및 개발	Mini-Load AS/RS 운용시스템 설계 특허	운용시스템 관련 특허 출원	1건	운용시스템 관련 특허 출원 건수	특허 출원증	4	특허 출원 : 1 건
	Mini-Load AS/RS 운용시스템 소프트웨어	Legacy Interface 모듈 소프트웨어 등록	1건	Legacy Interface 모듈 소프트웨어 등록 건수	소프트웨어 등록증	2	S/W : 1 건
합 계						20	시험환경 구축 : 1건 보고서 : 1건 특허 출원 : 3건 S/W : 1건

2. 2차년도

핵심 성과목표	단위 성과목표	최종 성과점검기준					정량목표
		질적목표	목표치	측정방법	검증 방법	가중치	
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 개발	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 시제품	싱글마스트 미니로드 시제품 제작	1건	시제품 건수	시제품	6	시제품 : 1 건
	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 제어시스템 설계 특허	제어시스템 관련 특허 출원	2건	제어시스템 관련 특허 출원 건수	특허 출원증	3	특허 출원 : 2 건
Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 개발	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 운용시스템 소프트웨어	싱글마스트 미니로더 ECS 소프트웨어 등록	1건	싱글마스트 미니로더 ECS 소프트웨어 등록 건수	소프트웨어 등록증	2	S/W : 1 건 특허 출원 : 1 건
		운용시스템 관련 특허 출원	1건	운용시스템 관련 특허 출원 건수	특허 출원증	3	
	피킹존 시스템 소프트웨어	피킹존 소프트웨어 등록	1건	피킹존 소프트웨어 등록 건수	소프트웨어 등록증	3	S/W : 1 건
시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발	Mini-Load AS/RS 싱글마스트 현장 시험 보고서	높이	6m	길이측정도구	현장 시험 2건 진행 후 결과 보고서 2부 제출	3	현장시험보고서 : 2 건
		적재중량	최소 50kg	무게측정도구			
		주행속도	최소 5m/s	측정 프로그램으로 검증 (10회 측정 후 최고최저 값을 제외한 나머지 값으로 평균을 구함)			
		승강속도	최소 2m/s				
		가감속	4m/s^2				
합 계						20	시제품 : 1건 보고서 : 2건 특허 출원 : 3건 S/W : 2건

3. 3차년도

핵심 성과목표	단위 성과목표	최종 성과점검기준					양적 성과목표
		질적 성과지표	목표치	측정방법	검증 방법	가중치	
Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 개발	Mini-Load AS/RS 더블마스트 단위시작품	더블마스트 미니로더 요소기술 테스트용 단위 시작품 제작 및 기능테스트	1건	단위 시작품 건수 및 기능테스트 결과서 건수	단위 시작품 및 기능테스트 결과서	5	단위 시작품 : 1 건 기능테스트 결과서 : 1건
	Mini-Load AS/RS 더블마스트 제어시스템 설계 특허	제어시스템 관련 특허 출원	2건	제어시스템 관련 특허 출원 건수	특허 출원증	3	특허 출원 : 2 건
	Mini-Load AS/RS 더블마스트 시뮬레이션 시험 보고서	높이	20m	주행 및 승강 구동 시뮬레이션 성능 검증 및 보고서 건수	주행/승강 구동 시뮬레이션 분석툴 및 보고서	4	시뮬레이션 보고서 : 1 건
		적재중량	50kg *2 (더블딥)				
		주행속도	5m/s				
		승강속도	3m/s				
		가감속	4m/s^2				
Mini-Load AS/RS 더블마스트 운용시스템 개발	장비운용현황 모니터링 시스템 소프트웨어	모바일 입/출고 현황 리포팅 소프트웨어 등록	1건	모바일 입/출고 현황 리포팅 S/W 등록 건수	소프트웨어 등록증	3	S/W : 1 건
		운용시스템 관련 특허 출원	1건	운용시스템 관련 특허 출원 건수	특허 출원증	2	특허 출원 : 1 건
	전력 사용량 관리시스템 소프트웨어	전력량 모니터링 소프트웨어 등록	1건	전력량 모니터링 S/W 등록 건수	소프트웨어 등록증	3	S/W : 1 건
합 계						20	단위 시작품 : 1건 보고서 : 2건 특허 출원 : 3건 S/W : 2건

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.