Land Transport and Maritime

교통체계화효율사업

R&D / ○○○○-○○○○

에너지 저감형 MINI-LOAD AS/RS 핵심기술 개발과제 기획보고서

2011. 10. 4.

주관연구기관/ 한경대학교 산학협력단

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

보 고 서 요 약 서

과제고유번호		해 당 단 계 연 구 기 간	6개월	단 계 구 분	(1단계)/ (총1 단 계)
연 구 사 업 명		교통체계효율화사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명				
	세부과제명	일체형 수평·수직 이송장비 기술개발 기획 - 에너지 저감형 Mini-load AS/RS 핵심기술 개발			
연 구 책 임 자	박장환	해당단계 참 여 연구원수	총 : 17 명 내부: 10 명 외부: 7 명	해당단계 연 구 비	정부:96,000천원 기업: 0천원 계 :96,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 17 명 내부: 10 명 외부: 7 명	총연구비	정부:96,000천원 기업: 0천원 계 :96,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한경대학교 산학협력단		참여기업명		
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면 수	

○ 국내 Mini-Load AS/RS의 개발 기업은 유럽 등 선진기업들과 비교하여 규모나 연구 인력이 상당히 미약하고 현재 주로 수입하고 있는 실정이며, 국내 Mini-Load AS/RS 산업의 기술력 향상과 에너지 저감 기술은 관련 제품의 수입 대체와 기술 경쟁력 확보를 위해 연구 개발의 필요성 증가하고 있음

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 개발은 국내 물류 장비 산업의 기술력 향상은 물론 연구 인력을 증가시키며, 물류 장비의 수입 대체 및 수출이 기대되므로 정부의 지원이 절실히 요구되며, 국내 물류 산업의 에너지 효율성을 향상시킴으로써 국내 물류 경쟁력 확보와 국내 물류 장비의 세계 시장에서 점유율 확보를 동시에 달성할 수 있을 것으로 예상됨

○ 수직·수평 이동 셔틀시스템은 아직 국내에서는 개발된 적이 없으며, 또한 해외 제품 도입을 통한 활용상황도 보고되고 있지는 않는 상황으로 국내 기술력은 선진기업들과 비교하여 규모나 연구 인력이 상당히 미약하고 현재

<table>
<tr><td colspan="3">주로 문헌 연구 수준임
○ 본 기획과제에서는 에너지 저감형 수직·수평 Mini-Load AS/RS를 위한 핵심 및 응용 기술에 대한 다음의 연구 테마를 도출함.
• 에너지 효율 향상을 위한 AS/RS의 경량화 설계기술 개발
• AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 개발
• 에너지 저감 및 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발
• 동력장치의 에너지 소비 패턴 모니터링시스템 구축
• 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발
○ 개발이 완료되면 Mini-Load AS/RS의 중요한 원천 기술 및 응용 기술을 확보함으로서 제품의 완성도를 향상하고, 국내 물류시장의 에너지 저감 및 효율화에 기여</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td>이송장비, 하역장비, 에너지 저감, 고효율, 안전성</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td>conveyor system, unloading system, energy reduction, high efficiency, safety</td></tr>
</table>

<국문 목차>

목 차

[국문 요약문] ····· 6

1장. 기술의 정의 및 필요성 ····· 9
1절. 기술의 정의 및 필요성 ····· 9

2장. 국내외 동향 및 환경분석 ····· 15
1절. 국내외 정책동향 ····· 15
2절. 국내외 시장현황 및 전망 ····· 18
3절. 기술동향분석 ····· 23
4절. 연구개발 인프라 분석 ····· 29
5절. 종합분석 ····· 28

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 31
1절. 비전 및 목표 ····· 31
2절. 기술개발에 따른 미래상 ····· 32
3절. 연구개발과제 구성 ····· 34
4절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략 ····· 38
5절. 세부과제간 연계관계 ····· 46
6절. 연구추진체계 제안 ····· 47

4장. 사전타당성 검토 ····· 48
1절. 정책적 타당성 ····· 48
2절. 기술적 타당성 ····· 53
3절. 경제적 타당성 ····· 84

5장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정 ····· 98
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획 ····· 98
2절. 소요예산 산정 ····· 99

6장. 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정 ····· 100
1절. 과제 제안요구서(RFP) ····· 100
2절. 평가기준설정 ····· 108

<국문 요약서>

요 약 문

1. 연구개발 필요성

○ 점차 고층화 및 자동화되고 있는 물류시설에 적합하고 국내 물류 환경에 맞는 간편하고 첨단화된 수직·수평 이송장비의 핵심기술 개발의 필요성이 증가하고 있음

○ 수직·수평 이송장비의 고효율화 및 에너지 저감 기술력 향상을 통하여 물류센터의 경쟁력 확보와 이송장비의 수입 대체 필요성 증가하고 있으나, 국내 수직·수평 이송장비는 선진 기술들과 비교하여 요소 기술이나 관련 연구 인력이 상당히 미약하고, 수입제품이 주로 설치되어 있음

○ 국내 Mini-Load AS/RS의 개발 기업은 유럽 등 선진기업들과 비교하여 규모나 연구 인력이 상당히 미약하고 현재 주로 수입하고 있는 실정이며, 국내 Mini-Load AS/RS 산업의 기술력 향상과 에너지 저감 기술은 관련 제품의 수입 대체와 기술 경쟁력 확보를 위해 연구 개발의 필요성 증가하고 있음

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 개발은 국내 물류 장비 산업의 기술력 향상은 물론 연구 인력을 증가시키며, 물류 장비의 수입 대체 및 수출이 기대되므로 정부의 지원이 절실히 요구되며, 국내 물류 산업의 에너지 효율성을 향상시킴으로써 국내 물류 경쟁력 확보와 국내 물류 장비의 세계 시장에서 점유율 확보를 동시에 달성할 수 있을 것으로 예상됨

2. 기술동향

○ 물류산업의 총매출액은 2002년 49조원 수준에서 2008년 91조원으로 증가하여 6년간 42조원 증가하여 연평균 14.3% 성장하고 있으며, 물류기기 세계시장은 2015년에 US$ 98 billion에 달할 것으로 전망

○ 국외 물류정책은 규제완화, 물류인프라 확충, 정보화·표준화를 통한 물류시스템의 고도화, 환경과 안전을 중시하는 추세를 보이고 있음

○ 국내 물류정책은 국가물류기본계획(2001～2020) 수립 이후의 국내·외 여건 변화를 반영한 새로운 수정계획을 제시하고 있으며, 2010년 국토해양부는 저탄소 녹색성장을 위한 국토해양 R&D 발전 전략을 수립하여 미래핵심기술 “Green-up 30"을 선정하고 9개 교통분야 중에서 ”에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술“이 포함

○ 교토 프로토콜과 지속가능성에 대한 일환으로 에너지 저감형 물류설비 개발이 대세가 되고 있고 있으며, 자동창고에 사용되어 지는 자동화 시스템이 자동화 기술에 있어서 기술적 선진화를 주도하고 있으며, Mini-load AS/RS 분야에서는 현재 유럽

거의 모든 기업들이 에너지저감형 스태커 크레인을 앞 다투어 출시하고 있음

○ 해외 선진업체의 경우에는 자동화 기술의 진보로 보관/하역 부분에 관련된 장비에 있어서 앞선 기술을 가지고 있으며, 자동 반송을 위한 Vehicle 뿐 아니라 Storage에서의 신속성을 위한 Hi-Speed AS/RS에 대한 기술도 개발 및 개선 중으로 TGW사, Demag사, Swisslog사 등은 2008년 이후로 새로운 신제품을 출시하고 있음

○ 현재 우리나라의 경우에는 에너지 저감에 대한 이해 부족으로 생산 물류 및 일반 물류 시스템 구축 시에 에너지 저감형 시스템 도입이 고려되지 않아 에너지 저감을 위한 물류설비의 실현과 엔지니어링에 취약한 상태이며, 국내의 몇 개의 벤더에서 개발은 되어 있으나 실용화는 의문시 되고 있으며, 전반적인 제품의 완성도가 아직은 선진벤더와의 비교해 성능과 품질에서 차이가 존재

3. 연구개발 과제 구성

○ 에너지 저감형 수직·수평 Mini-Load AS/RS를 위한 핵심 및 응용 기술을 개발을 연구과제 목표로 설정하고, 이를 달성하기 위해 다음과 같은 5개의 세부과제를 구성

○ **1세부 : 에너지 효율 향상을 위한 Mini-load AS/RS 경량화 기술 개발**

○ Mini-Load AS/RS의 이송 및 보관을 위한 구동, 자율주행 및 승강 등 기계적 동작 및 운영 메카니즘 세부 분석

○ Mini-Load AS/RS 설계

- Mast 경량화 설계
  - 경량화된 저진동 Mast 설계 및 개발 가이드라인 제시
- 운반 Telescopic fork를 포함한 전체 장비의 경량화 설계와 에너지 저감, 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발
  - 프로그램(시뮬레이션)을 활용한 전문 구조 해석 및 동역학적 해석
  - 안정도 향상을 위한 무게중심 시뮬레이션 수치모형 개발
- 주행 승강 시 진동 특성 및 안정성 검증
  - 흔들림, 하부 들림 현상등 안정성 분석
- 화물, 인력에 대한 안전 및 보안 기술 분석
- 에너지 저감 기술 개발을 위한 분석

○ Mini-Load AS/RS 개발

- Stacker Crane의 주행·승강장치 제어시스템 개발
- 운반 Telescopic Fork의 구동 시스템 개발(Fork는 double depth 설계)
- 주행 및 승강 위치 인식을 위한 센서 시스템 개발
- 에너지 저감 기술 개발
- 하부 RAIL 구조 개발
- 동력장치의 에너지 관리시스템 구축
  - 스마트 미터링을 이용한 에너지 소비 패턴 분석

- 에너지 소비 패턴 모니터링 시스템 개발
- 에너지 소비 절감 운용 기능 및 시스템 개발
- 설치 및 시운전, 보수 유지 비용 절감을 위한 엔지니어링 가이드라인 개발

• 기존 국외 Mini-Load 장비 대비 에너지 사용량 시뮬레이션

○ Mini-Load AS/RS에 운영 가능한 랙 개발

○ Mini-Load AS/RS 시스템의 운용 소프트웨어 개발 및 기존 WMS와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 개발

○ 제어시스템과 주행/승강장치 등 각 장비 간 연계되는 네트워크 시스템 개발

○ **2세부 : 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 개발**

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 설계

• 셔틀 시스템 하드웨어 구조 설계
  - 셔틀 주행장치, 승강장치, 에너지 공급 모듈, 충전시스템, 랙, 다중 셔틀 위치 검출 시스템등 셔틀 시스템 접목에 필요한 기술 분석 및 설계
• 전체 장비의 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발
  - 프로그램(시뮬레이션)을 활용한 전문 구조 해석 및 동역학적 해석
  - 안정도 향상을 위한 무게중심 시뮬레이션 수치모형 개발
• 화물, 인력에 대한 안전 및 보안 기술 분석

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 개발

• Bin/Tote 추적 및 운용을 위한 스마트 박스 기술 개발
• 셔틀용 에너지 공급/충전 시스템 개발
• 셔틀 주행 장치 및 승강장치(리프터) 개발
• 주행 및 승강 위치 인식을 위한 센서 시스템 개발
• 다중 셔틀의 위치 검출 제어 시스템 개발
• 공정 변수 모니터링 시스템 개발
• 다중 셔틀 운영을 위한 지능형 에이전트 기술 개발
  - 다중 셔틀의 충돌 회피 및 경로 최적화 알고리즘 개발
  - 셔틀의 추락 방지용 안전 메커니즘

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템에 운영 가능한 랙 개발

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 시스템의 운용 소프트웨어 개발 및 기존 WMS와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 개발

○ 제어시스템과 주행/승강장치 등 각 장비 간 연계되는 네트워크 시스템 개발

○ **3세부 : 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발**

○ 표준 규격 연구

- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 및 부품 표준 규격 연구
- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 표준적합성 시험 표준 연구

○ 시험평가 및 매뉴얼

- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시험평가 설계서 및 절차서 제작
- 시제품에 대한 시험평가
- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시험 설계서 및 매뉴얼 제작

○ Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시제품 제작 및 실용화를 위한 통합검증 연구

- 실용화를 위한 법·제도 개선안 연구

4. 연구개발 추진전략

○ 연구개발 추진을 위해 단계별 목표를 수립하고, 다음과 같은 단계별 일정계획 수립

- 1단계(1~2차년도, 24개월) : 핵심요소기술 개발
  - 국내·외 기술현황 분석 및 핵심기술 개발방향 정립
  - 시스템 구조 상세설계
  - 세부과제별 핵심요소기술 개발 및 검증
  - 통합검증을 위한 물류센터 선정(WMS가 구축된 물류센터)

- 2단계(3차년도, 12개월) : 실증연구 및 실용화 핵심개발기술의 현장 적용성 평가
  - 핵심개발기술의 실용화 기반 마련
  - 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진
  - 표준규격(부품 포함), 시험표준 및 시험설계서(H/W, S/W) 제시
  - 유지보수 관리 매뉴얼 제시
  - 실용화를 위한 법·제도 개선안 제시

○ Mini-Load AS/RS 관련 기업체 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축기반 하에 과제수행

- Mini-Load AS/RS 관련 기술수요처 의견을 반영하고 현장 상황 및 물류센터 운영자들의 의견을 연구 개발에 반영

○ Mini-Load AS/RS 관련 분야 전문가 자문

- Mini-Load AS/RS 관련 선진 기술 및 적용 사례에 대한 조사 및 과제 성공률 제고를 위한 자문회의 등 국내 전문가 의견 수렴

5. 기대 효과

○ 연구과제가 성공리에 수행되면 물류분야의 국가 경쟁력 향상 및 녹색물류기술 고도화에 지대한 기여 가능하며, 상품화를 통한 Mini-Load AS/RS의 국산화 및 물류장비 시장의 진입과 수출이 기대됨

○ Mini-Load AS/RS의 중요한 원천 기술 및 응용 기술을 확보함으로서 제품의 완성도를 향상하고, 국내 물류시장의 에너지 저감 및 효율화에 기여

제1장 기술의 정의 및 필요성

제1절 기술의 정의 및 필요성

1. 물류장비의 분류

○ 물류장비들을 인트라 로지스틱스 (Intra-logistics)[1)]에서 가장 많이 사용되는 장비로 구분하면 다음 표 1-1과 같이 간략히 분류 가능함

- 수평수직이송장비는 steady conveyor, unsteady conveyor와 분류기(sorter)로 구분하며, Unsteady conveyor에 속하는 제품들은 스태커 크레인, 브리지 크레인, 오버헤드 크레인, 겐트리 크레인, 오토매틱 크레인, 셔틀, 지게차(forklift truck), 적재용 트럭(lift truck), 무인반송차(AGV)로 구분

표 1-1. 물류장비의 분류표

대분류	중분류	소분류	제품
물류장비 고도화	수평.수직 이송장비	Steady Conveyor	Belt conveyor
			Roller conveyor
			Wheel conveyor
			Chain conveyor
			Tilt tray conveyor
			Apron conveyor
			Chute conveyor
		Unsteady Conveyor	Stacker crane
			Bridge crane
			Overhead crane (Electric monorail)
			Gantry crane
			Automatic crane
			Shuttle
			Forklift truck
			Lift truck
			AGV
		Sorter	Tilt-tray sorter
			Rotary sorter
			Channel sorter
			Push-up sorter
			Ring sorter
			Cross-belt sorter

1) 인트라 로지스틱스 : 한 지역에서 다른 지역으로의 거리운송 을 제외한 기타 모든 화물이동, 즉 항구, 공항내에서나 한 사업체내의 공장에서 창고로의 화물운송 및 화물관리산업으로 정의되며, 일반적으로 물류센터 또는 물류자동창고 내에서의 화물의 처리에 관한 모든 기술을 의미한다.

○ 미국의 MHIA (Material Handling Industry of America)에서는 물품운반(Material Handling)에 필요한 장치나 장비를 크게 5가지 범주로 분류하고 있음[2].

- 이송 장비 (Transport Equipment)
- 위치 장비 (Positioning Equipment)
- 단위 적하 형성 장비 (Unit Load Formation Equipment)
- 보관 장비 (Storage Equipment)
- 인식 및 제어 (Identification and Control)

○ 이송 장비는 컨베이어, 크레인, 산업용 운반차로 분류하며 각각에 대해서 다음 표 1-2와 같이 구분하고 있음

표 1-2. 이송장비의 분류

구분	정의
컨베이어	특정한 위치들 사이의 고정된 경로로 물품을 이송하기 위해 사용되는 장비
크레인	제한된 공간내에서 다양한 경로로 물품을 이송하기 위해 사용되는 장비
산업용 운반차	움직임에 의해 허용되는 공간내에서 제한없이 다양한 경로로 물품을 이송하기 위해 사용되는 장비

○ 이송장비중 크레인은 4가지 형태로 분류할 수 있고 다음 그림 1-1과 같음

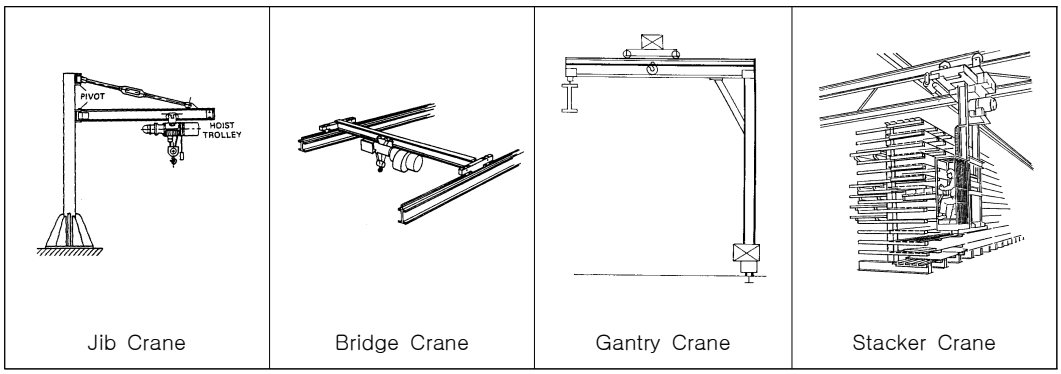


그림 1-1. 크레인 종류

- Jib Crane : 호이스트를 지지하는 수평 빔 (Jib 또는 Boom)이 벽이나 바닥이 부착된 기둥에 고정되어 있는 크레인
- Bridge Crane : 수평을 이루는 두 개의 레일은 따라 수평 빔 상에 고리와 회선 (hook and line)이 이동하는 크레인
- Gantry Crane : 오버헤드 (브리지) 크레인의 일종이나 브리지 크레인과 달리 크레인 프레임은 움직이지 않고 고정되어 있으며 호이스트만이 갠트리 레일

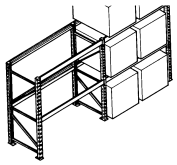
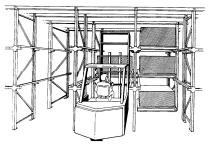
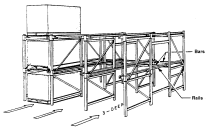
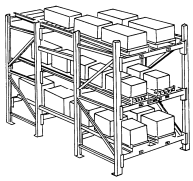
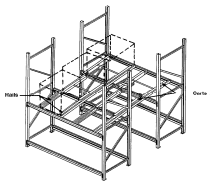
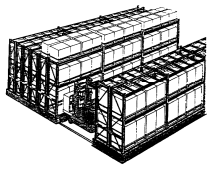
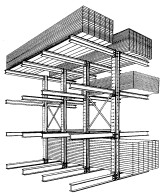
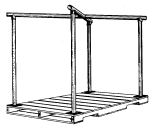
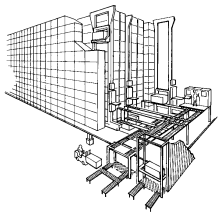
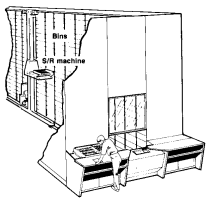
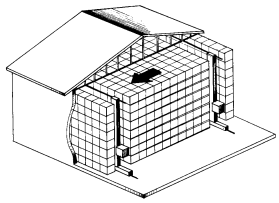
2) Material Handling Industry of America, http://www.mhia.org/industrygroups/cicmhe/resources/mhe_tax/TransEq/index.htm

을 따라 움직이는 1 D.O.F. (Degree of Freedom) 크레인

- Stacker Crane : AS/RS에서 사용되는 지게차(Forklift) 타입의 크레인으로, 창고 내의 통로상에 설치된 트랙을 따라 이동하며, 포크(Fork)는 보관 창고에 적치되어 있는 랙의 위치로 이동하여, 랙을 저장이나 반출하기 위해 수평으로 이동가능하며, Automatic Crane의 일종

-

○ 보관장비 (Storage Equipment)는 일정기간 동안 물품을 보관하기 위해 사용되는 장비 또는 장치로 다음 그림 1-2와 같음

 Selective Pallet Rack	 Drive-Through Rack	 Drive-In Rack	 Flow-Through Rack
 Push-Back Rack	 Sliding Rack	 Cantilever Rack	 Stacking Frame
Shelves/Bins/Drawers	Storage Carousel	 Unit Load AS/RS	
 Mini-load AS/RS		 Deep-Lane AS/RS	

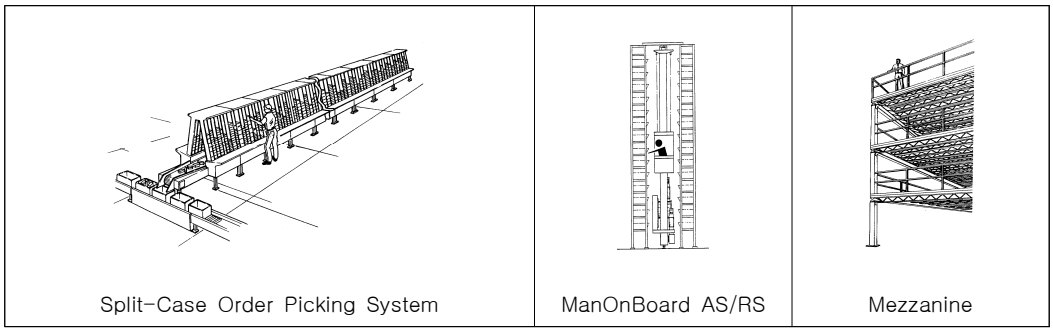


그림 1-2. 보관 장비

- Selective Pallet Rack : 창고에서 가장 많이 사용되는 형태의 Pallet Rack
- Drive-Through Rack : Lift Truck이 통과할 수 있도록 되어 있는 구조의 FIFO (First-in First-Out)형 Rack
- Drive-In Rack : Lift Truck이 들어갈 수 있는 구조의 LIFO (Last-in First Out)형 Rack
- Flow-Through Rack : 롤러나 바퀴가 장착된 선반을 가진 Rack으로 FIFO 구조를 가짐
- Push-back Rack : 작업자가 여러개의 팔레트를 같은 위치에서 피딩할 수 있도록 앞 팔레트를 밀 수 있도록 슬라이딩 디바이스를 가진 Rack
- Sliding Rack : 랙의 여러 열을 처리할 수 있는 하나의 모바일 통로를 가진 Rack
- Cantilever Rack : 물품이 Cantilever Arm 에 의해 지지되는 Rack으로 길이가 긴 물품을 보관하는데 이용
- Stacking Frame : 높이가 긴 불안정한 물품을 적재하기 위해 Pallet에 부착하여 사용하는 휴대용 보조장치
- Storage Carousel : 수직 수평으로 회전이 가능한 보관 Basket이나 Bin으로 구성되어 있는 보관 창고
- Unit Load AS/RS : 팔레트에 올려져 있거나, 용기에 들어 있는 500에서 1000 파운드 이상의 하중을 가진 물품을 보관할 수 있는 AS/RS
- Mini-load AS/RS : 작은 용기에 들어 있는 100에서 500 파운드 범위의 하중을 가진 물품을 보관할 수 있는 AS/RS
- Man-on-loard AS/RS : Order Picker나 Turret Truck가 유사한 AS/RS로 가이드 레일을 따라 움직이면서 작업자가 선반에서 물품을 저장하거나 추출할 수 있는 AS/RS
- Deep-lane AS/RS : Unit load AS/RS와 유사하나 저장 랙의 깊이가 훨씬 긴 AS/RS
- Split Case Order Picking System : 용기에 들어 있는 제품의 수량보다 적은 수량의 주문량을 피킹하기 위한 시스템

2. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 정의 및 필요성

가. 정의

○ Automatic Storage & Retrieval Systems (AS/RS)는 물자의 취급, 운반, 저장, 반출을 정해진 자동화 수준에 따라 정밀, 정확하게 빠른 시간내에 수행하기 위한 장비와 제어장치의 복합체로, 물건을 보관하는 랙(Rack)과 랙 사이를 이동하며 물건을 출납하는 스태커 크레인 (Stacker Crane) 또는 Storage/Retrieval Machine (S/R Machine) 또는 셔틀(Shuttle)로 구성되어 있다. AS/RS는 크게 Unit-load AS/RS, Mini-load AS/RS (스태커 크레인 또는 셔틀), Vertical Lift Modules (VLMs), Horizontal Carousels, Vertical Carousels로 구분할 수 있다.

○ Mini-Load AS/RS : 보통 100~500lb 범위의 물품이 담겨 있는 작은 컨테이너나 토트(Totes)를 처리하는 AS/RS의 일종으로 단위시간당 처리량을 높고, 공간도 집약적으로 활용할 수 있는 제품의 크기와 모양에 따라 맞춤형으로 설계된 시스템으로 물품을 출납하는 시스템으로는 스태커 크레인이나 셔틀을 이용한다.

○ Stacker Crane 또는 S/R Machine : AS/RS에서 사용되는 지게차(Forklift) 타입의 크레인으로, 창고내의 통로상에 설치된 트랙을 따라 이동하며, 포크(Fork)는 보관창고에 적치되어 있는 랙의 위치로 이동하여, 랙을 저장하거나 반출하기 위해 수평으로 이동가능하다.

~~○ 셔틀이란 자동창고시스템에서 랙 사이의 레일과 리프트을 통해 수평, 수직으로 이동하는 운반기구로서 높은 처리능력을 필요로 하는 물류센터에서 활용되고 있는 물류센터내의 차세대 수직·수평 이송체를 말한다.~~

~~○ 셔틀시스템이란 셔틀, 랙, 리프트나 지게차, 그리고 무선 컨트롤러로 구성된 차세대 자동창고시스템으로 정의할 수 있다.~~

나. 필요성

○ 점차 고층화 및 자동화되고 있는 물류시설에 적합하고 국내 물류 환경에 맞는 간편하고 첨단화된 수직·수평 이송장비의 핵심기술 개발의 필요성이 증가하고 있으나, 요소 기술이나 관련 연구 인력이 상당히 미약하고, 수입제품이 주로 설치되어 있음

○ 국내 Mini-Load AS/RS의 개발 기업은 유럽 등 선진기업들과 비교하여 규모나 연구 인력이 상당히 미약하며, 국내 Mini-Load AS/RS 산업의 기술력 향상과 에너지 저감 기술은 관련 제품의 수입 대체와 기술 경쟁력 확보를 위해 연구 개발의 필요성 증가하고 있음

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 개발은 국내 물류 장비 산업의 기술력 향상은 물론 연구 인력을 증가시키며, 물류 장비의 수입 대체 및 수출이 기대되므로 정부의 지원이 절실히 요구되며, 국내 물류 산업의 에너지 효율성을 향상시킴으로써

국내 물류 경쟁력 확보와 국내 물류 장비의 세계 시장에서 점유율 확보를 동시에 달성할 수 있을 것으로 예상됨

제2장 국내외 동향 및 환경분석

제1절 국내외 정책동향

1. 국내 물류 정책 동향

○ 우리나라는 2000년대 들어서 본격적으로 국가차원의 물류지원 정책을 수립하고 장기적인 관점에서의 물류기술 개발정책의 추진체계를 정립해 나가고 있음

○ 정부는 국가 경제발전의 주요 수단으로서 물류기술에 대한 독자적 영역확보의 필요성을 인식하고 물류지원정책을 추진하기 시작함

○ 물류정책은 건설교통부, 산업자원부, 해양수산부의 3개의 중앙부처에서 담당하여 왔는데, 2008년 정부조직 개편으로 건설교통부와 해양수산부가 통합되어 국토해양부가 물류정책을 총괄하는 기능을 담당하고, 과거 산업자원부에서 담당하였던 유통물류에 관한 정책은 지식경제부에서 담당함

○ 2006년 건설교통부는 국가물류기본계획(2001～2020) 수립 이후의 국내·외 여건 변화를 반영한 새로운 수정계획을 제시

- 5대 추진전략 : 글로벌 물류체계의 구축, 하드웨어 물류인프라의 확충, 소프트웨어 물류시스템의 강화, 고부가가치 물류산업의 육성, 물류정책의 통합추진제계 확립- 매년마다 국가물류시행계획을 발표하여 단계별로 목표를 제시하고 전년대비 성과를 측정

○ 또한 국가물류기본계획의 물류표준화 부분에 대한 시행계획의 성격으로 국가물류표준화 추진계획(2007)을 2012년까지 시행하여 선진국 IT 기반 물류표준화 계획의 도입을 목표로 우리나라 물류표준화의 미래상을 구상(포장, 수송, 보관, 운반하역, 정보, 기반역량의 6개 분야로 구분)

○ "국토해양 R&D 발전 전략"은 녹색기술을 향상시키고 온실가스 감축목표를 조기에 달성하기위한 시스템차원에서 재편을 실시하고, 미래핵심기술을 발굴하여 구현함으로써 "품격높은 국토해양공간을 창조하는 Green Growth Leader"의 역할을 성실히 수행을 2020년 비전으로 삼고 있음.

- 건설교통분야 11개 사업체계중에서 하나인 녹색물류를 10년간 지원하면 물류비용을 3~5% 절감할 것으로 예측
- "Green Up-30 미래핵심기술" 교통분야에 "에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술"을 채택

○ 국토해양부는 저탄소 녹색성장을 위한 교통환경 향상 기술과 교통운영기술 개발 및 글로벌 물류강국 실현을 위한 첨단물류기술 개발을 위한 "교통체계효율화"에 2010년도 예산으로 50,800백만원을 지원하고 그 중 "물류시스템"에 8,078백만원을

지원함

○ 국토해양부는 국가 물류정책에 대한 정부 내 조정과 부처간 연계, 물류산업의 경쟁력 제고를 위한 정부차원의 지원 및 물류산업의 국제화를 위하여 '물류정책기본법'과 '물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률'을 2008년 2월부터 시행하고 있음

2. 국외 물류 정책 동향

○ 국외 물류정책은 규제완화, 물류인프라 확충, 정보화·표준화를 통한 물류시스템의 고도화, 환경과 안전을 중시하는 추세를 보이고 있으며, 보관/하역 분야는 기업 간 경쟁과 노동력의 대체, 안전성 등에 대한 요구의 증대로 인해 물류기술개발 분야에서도 체계적인 지원이 이루어지고 있음

○ 미국은 정부주도의 체계적이고 장기적인 계획하에 유비쿼터스 관련 핵심기술 및 비즈니스 모델개발을 추진하고 있으며, 민간기구인 ANSI(American National Standard Institute)를 중심으로 물류기술에 대한 표준화를 추진하고 있으며, 민간주체들이 자발적인 표준을 만들도록 유도함으로써 표준화의 법적 기준을 만들 때 발생할 수 있는 부작용을 최소화하고 있음

○ EU는 2004년 6월에 설립된 전문가 그룹을 통해 연구개발 분야를 이동성 및 운송인프라 부문, 환경 및 에너지 자원부문, 안전 및 보안부문, 설계 및 생산시스템 부문으로 구분하여 정책적 차원에서의 연구개발을 수행하고 있으며, 유럽표준위원회(CEN)에서는 유럽물류표준을 제정하고 각 국별로 수송분담율이 높은 수단을 중심으로 표준화하고 복합운송에 초점을 맞추어 표준화 진행함

○ 일본은 '포스트 e-Japan'전략 차원에서 일본 총무성을 중심으로 꾸준히 유비쿼터스에 대한 연구를 지원하고 있으며, 일본공업표준조사회(JISC)에서 ISO, IEC 등 국제규격과의 정합성도 고려하여 표준을 제정하고 물류관련 8개 분야를 대상으로 물류기술전문위원회가 중심이 되어 물류표준화에 박차를 가하고 있음.

○ 싱가포르는 출입화물의 통관 관련 무역업계와 정부기관을 연결하는 국가 EDI 망인 Trade-Net을 구축하여 세관 및 정부기관과 전자문서를 통해 무역관련 인허가가 이루어지도록 하였으며 국가전산원 주관으로 개발된 Port-Net과 연계하여 많은 외국의 항만(브레멘항/함부르크항, 홍콩항, 시애틀항, 르아브르 항/마르세이유항, 페낭항)과도 연계, 최신 선박 동정정보 등을 교환하고 있음

표 2-1. 국가별 물류 정책 동향

국가	물류정책 추진 주체	주요 물류 정책
미국	▪ 미 교통성(DOT)을 중심으로 물류관련 정책 및 R&D 프로그램 운영 ▪ 프로그램은 DOT 내 13개 Agency를 통해 진행	▪ Cargo Handling Cooperative Program과 Inland Waterways Intermodal Cooperative Program 등을 통해 물류운송시스템의 원활한 운영과 시스템의 효율성 향상을 도모 ▪ Short Sea Shipping Cooperative Program을 통해 교통혼잡 감소와 친환경 물류 지원
일본	▪ 국가주도형 정책을 펼치고 있으며 '종합물류시책대강('05 ~ '08)'을 만들고 '종합물류시책추진위원회'구성	▪ 정책의 기본방향을 '환경'과 '보안'으로 두고 내수물류의 합리화와 국제물류의 효율화에 중점을 둠 ·주변국과의 경쟁으로 인해 특정대상을 선정하여 전략적으로 개발, 육성하는 정책 구사
EU	▪ EU 회원국 간의 통합 프로그램 운영	▪ 공로수송에 집중되어있는 수송체계의 불균형을 해소하고 그로인한 경제적, 환경적 문제의 해결을 위한 정책 프로그램 운영 ▪ Trans European Network(TENs) : 분산되어 있는 도로망을 통합하여 복합운송의 효율화와 효과적인 교통네크워크의 구축을 목적으로 함 ▪ Marco Polo : 화물을 연안, 철도, 항공, 내륙수로 등의 다양한 형태로 분산시키기 위한 프로그램
중국	▪ 중국 국무원 산하 7개 기관에서 공동 담당	▪ '제10차 5개년 계획'의 3대 주요 정책의 하나로 물류 산업의 육성을 설정 ▪ 외국계 물류기업, 3PL 기업의 중국시장 진출 확대와 중국기업과의 합작투자 확대를 위한 규제완화 실시
인도	▪ 국영철도회사	▪ 항만개발을 위한 정책과 인도경제성장 지원하기 위한 내륙철도망 개편작업

제2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 물류 시장 동향

○ 물류산업의 시장 규모를 나타내는 물류산업의 총매출액은 2002년 49조원 수준에서 2008년 91조원으로 증가하여 6년간 42조원 증가하여 연평균 14.3%[3] 성장했으며, 물류기업은 총 167천개 업체가 활동하고 있으며 기업당 평균 년매출이 5.4억원까지 증가하였으나 22억원('06년 기준) 수준인 일본에 현저히 작은 규모 유지

○ 전체 물류산업 매출액에서 운송업의 매출액이 대부분을 차지하며 그 비중은 '02년 83.9%에서 '06년 85.1%로 증가하고 있고, 국내 물류기업들의 매출액 규모는 대표적인 기업인 대한통운이 11억$, 한진이 6억$ 수준으로서 DPWN의 760억$, UPS의 22조$ 수준에 비해 현격한 열세로 나타남

○ 물류산업의 발전과 함께 창고자동화가 빠르게 진행되고 있으며, 기능적 측면에서 창고는 제품을 단순히 보관하는 기능에서 나아가 제품의 조립과 출하를 동시에 수행하는 기능으로 변모하고 있고, 다양한 제품의 저장, 분류 및 입·출고의 정확성과 신속성을 겸비한 종합적인 시설로 발전하고 있음

○ 자동창고 및 물류자동화 설비에 대한 투자는 전반적으로 위축되어 활성화되지 못하고 있으나 수출경기, 기업의 물류비 절감 노력 등으로 위탁물류의 비중이 확대되고 전문적 운송, 보관, 하역 시장성이 확대되고 있음

- 해상/항공운송 부분의 실적이 우세하여 보관·하역 또한 공항, 항만에 집중

○ 하드웨어 측면의 자동물류시스템시장과 함께 이를 제어하는 소프트웨어 측면의 솔루션시장 역시 확대되고 있음

- WMS를 비롯한 시스템 효율성 및 정보화 구축을 위한 컨설팅시장, 물류정보화 시스템, 주문처리(order picking) 알고리즘 및 상하역 스케줄링, 무인반송차의 자동배차 알고리즘 및 작업장 내 차량과 장비의 최단경로 알고리즘의 솔루션 지원 등과 같은 솔루션시장이 빠르게 성장하고 있음

○ 세계적으로 전기에너지에 대한 수요와 공급의 불균형으로 에너지 절약의 일환으로 구동장치 인버터에 대한 수요가 급증하고 있으며, 1990년대 국내 인버터 시장은 국내 기술력이 세계수준에 미치지 못하는 상황으로 정부는 수입선다변화제도를 시행하여 국내 업체 및 시장을 보호하였으며, 현재는 국내외 업체가 국내시장에서 활발한 산업진출을 하고 있음

○ 국내 구동장치 인버터 시장은 30-40%의 점유율을 보이는 LS산전을 비롯한 국내 제조업체들이 Yaskawa, SIEMENS, ABB 등 수입업체들과 경쟁하는 추세이며, 2000년대에는 연평균성장률이 12.6%로 비교적 큰 성장률을 나타내고 있음

3) 통계청, 운수업통계조사보고서, 각 연도

2. 국외 물류 시장 동향

○ 세계 물류 시장은 2조 7250억달러 규모로 우리나라의 핵심 산업 중의 하나인 반도체('08년 기준 2,290억달러)산업에 비해 12배에 달하는 시장 형성하고 있으며, 시장 분석 기관인 Data Monitor(2010. 02)에 의하면 2013년에 3.3조달러로 물류산업의 규모가 성장할 것으로 전망[4]되며, 항공, 철도 및 우주 운송이 도로운송에 비해서 높은 성장세를 나타낼 것으로 전망

○ 글로벌화로 인한 다국적기업들의 해외 진출과 국제분업 심화로 촉발된 글로벌 물류기업들의 서비스 범위 및 지역 확대는 글로벌 물류시장의 과점화 현상을 가져왔고 이러한 현상은 공급사슬관리(SCM)망의 등장, 국제 분업의 확산, 복합일관수송체계의 보편화, 그리고 정보기술의 혁신과 같은 글로벌시장 환경 요인들로 인해 더욱 강화되고 있음

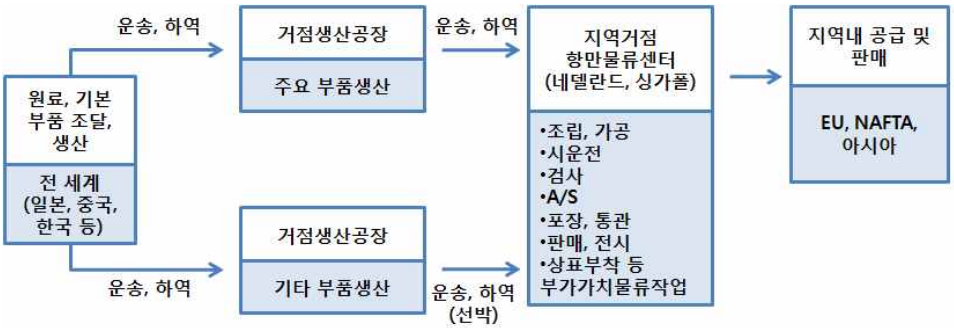


그림 2-1. 글로벌 기업의 공급 사슬망의 추세

○ 미국의 국내물류비는 2005년 기준으로 11,390억 달러를 기록하여 GDP 대비 약 9.12%에 해당하며 GDP 대비 국가물류비 비율은 2000년 이후 감소하다가 2005년부터 다시 증가하는 추세이며, 고성능 자동운반 시스템의 성능향상과 이에 따른 생산성과 효율성의 향상에 의해 물류 운용기기 및 시스템에 대한 수요가 지속적으로 확대되고 있으며 자동화에 대한 계속적인 노력으로 그 시장성이 커지고 있음

○ 일본의 물류비용은 2003년 기준 40조 8,761엔으로7) GDP대비 8.15%를 차지하고 있으며 해마다 완만한 감소 추세를 보이고 있고, 물류 시스템 기기의 생산이 확대되고 있으며 미국 및 한국 등에 꾸준히 부품 및 기기를 공급하고 있음

○ 국제물류가 가장 발달한 유럽은 제3자 물류시장이 발달하여 전체 물류산업의 25% 가량(계약 금액 기준)을 차지하고 있으며 화주기업은 생산 활동에 집중하면서 물류 프로세스 일체를 물류전문기업에 아웃소싱하는 종합물류서비스가 증가하는 추세로 해외 거점 확보와 기업 M&A 등을 통해 글로벌 시장 지배력을 강화 시킬 것으로 전망되고 있음

4) Data Monitor, Logistics: Global Industry Overview, 2010. 02.

○ 중국의 2005년 물류비 총액은 전년대비 12.0% 증가한 3조 3,860억 위엔으로 GDP 대비 18.5%를 기록하고 있으며, 중국 경제가 고속 성장함에 따라 사회물류총액 또한 빠른 속도로 증가하고 있으며 그 중 공산품 물류비 총액(16.4% 성장)과 수입 물류비 총액(25.2% 성장)의 증가가 전체 물류비 총액 증가의 주요 요인으로 보임

○ 에너지 저감용 구동장치 인버터의 경우 30-40개의 제조업체들이 있으며 대형 업체들은 독일, 오스트리아, 스위스, 네덜란드, 덴마크에 소재하고 있으며, 독일회사인 SMA Technology이 유럽의 최대 시장 점유율을 확보

○ 일본의 경우 2010년 4월부터 시행된 에너지 절약법에 따라 산업용 구동장치 인버터의 사용이 증가되고 있으며, 3.7 kW 이하의 소형 구동장치 인버터가 구동장치 인버터 시장의 약 85%를 차지하며 기기의 고기능, 고성능화 요구 및 새로운 용도에 대응하여 시장이 확대

○ 연간 중국 구동장치 인버터 시장은 12-15% 성장속도를 유지했으며 향후 지속적으로 10% 이상의 증가율을 유지할 것으로 예측되며, 외국제품이 80% 시장을 점유하고 있는데 일본이 30%, 유럽과 미국제품이 40%, 대만과 한국제품이 약 10%를 점유

3. 국내외 물류 장비 시장 현황 분석

가. 세계시장 동향

○ 세계 물류기기 시장은 2009년에는 모든 분야에서 경기침체의 영향을 받아 물류기기 시장도 크게 하락하였으나 2011년도부터 회복세되고 있으며 2015년에 US$ 98 billion에 달할 것으로 전망[5)]

○ 지역별 시장 전망

- 유럽은 세계에서 가장 큰 물류기기 관련 시장이며, 미국은 단일국가로써 가장 큰 시장임.
- 그러나, 아시아-태평양, 라틴아메리카, 중동 등의 신흥개발 시장에서의 큰 폭의 성장세가 주목됨.

○ 분야별 시장 전망

- 분야별로는 산업용 트럭 및 리프트가 가장 큰 시장을 차지함. 2008년 하반기부터 경기침체의 영향을 받아왔으나, 2011년부터 회복세가 기대됨.
- 컨베이어 시스템은 2012년에 US$29 billion에 달할 전망으로 큰 폭의 성장이 예상되고, 무엇보다도 자동화 설비가 가장 빠른 성장세를 보이고 있음.

○ 물류기기 제조업체 현황

- 세계적으로 1200여개사가 물류기기 시장에 참여하고 있는 것으로 나타나고 있으나, 유럽, 일본, 미국의 소수 기업이 세계 시장을 주도하고 있음.

5) Gloval Industry Analysts, Gloval Material Handling Equipment Market Report, 2010. 10.

- 세계적인 주요업체로는 Beumer Maschinenfabrik GmbH, Clark Material Handling Company, Columbus Mckinon Corp., Daifuku Co., Ltd., Dematic GmbH & Co. KG, Durr AG, FKI Plc, Ingersoll-Rand Plc, Liebherr Group, Lockheed Martin Corp., Manitou Group, Manitowoc Company Unc., Nacco Materials Handling Group, Paccar Inc., Sandvic Materials Handling, TCM Corp., WITRON Logistik+informatik GmbH, SSI Schaefer GmbH 등이 있음.

나. 국내시장 현황

○ 국내 물류기기 시장에 관한 구체적인 시장조사 자료가 부재하고 단일품목 시장이 아닌, 타 시장과 혼재된 프로젝트 중심의 시장으로 물류기기만의 시장 파악이 용이치 않으며, 외국 메이커들이 고기능 제품 및 자동화 제품을 중심으로 주류시장을 선점하고 있는 상태임.

○ 통계청의 광업제조업통계조사보고서와 관세청의 수출입무역통계를 통해 일부 품목에 대한 금액을 확인할 수 있으며, 한국표준산업분류에 따른 생산출하량 현황과 HS 코드에 따른 관세청 수출입 무역통계를 통해 개괄적인 금액과 추이 파악은 가능함.

○ 국내 물류기기 시장은 수입항목을 제외하고 국내 제조업의 출하금액만을 기존으로 했을 때, 2009년도에 5조 3,727억원에 달할 정도로 큰 시장임[6].

표 2-2. 국내 제조업 물류기기 관련 시장 현황 **(단위: 백만원)**

	'06	'07	'08	'09
컨베어장치 제조업	1,364,386	1,330,886	1,577,488	1,108,201
산업용트럭 및 적재기 제조업	468,713	582,860	717,629	470,405
기타 물품취급장비 제조업	855,886	1,053,679	1,987,257	1,716,471
소계	2,688,985	2,967,425	4,282,374	3,295,077
승강기 제조업	1,958,177	2,165,164	2,161,067	2,077,663
합계	4,647,162	5,132,589	6,443,441	5,372,740

* 통계청, 산업용 트럭, 승강기 및 물품 취급장비 제조업 현황, 각 연도

6) 산업용 트럭, 승강기 및 물품 취급장비 제조업, 통계청

○ 물품취급용 크레인 제조업 세분류별 현황

- 물품취급용 크레인의 경우, 2005년 97개의 사업체에서 2009년에는 72개의 사업체로 줄었으며, 출하금액은 2008년까지 지속적으로 견조한 증가세를 보이다가, 2009년에 다소 하락 반전하여 1조 7,213억에 머물렀음.
- 출하량을 기준으로 보았을 때, 2008년에 17만 9,930 M/T에서 해마다 감소세를 보이고 있는 것으로 나타남. 2010년에는 14만 2,260 M/T까지 하락함.
- 물품취급용 크레인은 내수시장 중심으로 시장이 형성되어 있으며, 수출 비중은 다소 미흡한 실정임.

○ 자동창고시스템 제조업 세분류별 현황

- 자동창고시스템의 경우, 2005년 29개의 사업체에서 2007년에 16개로 급감한 이후, 2009년에는 12개 사업체로까지 줄어들었으며, 출하금액 또한 2006년 4,554억원에서 매년 감소세를 보이고 있으며, 2009년에는 2,275억원까지 감소함.
- 자동창고시스템은 대부분 해외 메이커가 시장을 점유하고 있는 상황으로, 국내 중소 제조업체들의 시장진출 여건이 좋지 않은 것으로 파악됨.

다. 산업구조 및 경쟁력

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

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

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

제3절 기술동향분석

1. 국내외 물류기술 동향 분석

가. 국내

○ 현재 시장에는 많은 종류의 수평, 수직 이송장치가 존재하며, 연속 이동기기(Steady Conveyor)와 비연속 이동기기(Unsteady Conveyor)로 분류

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

○ 무인반송차(AGV) 기술

- 물류 고유영역을 위한 개발보다는 제조과정에 사용되는 무인반송차 개발에 더 무게있게 진행되고 있음
- 국내기술의 제한성으로 핵심 부품은 수입에 의존하고 있고, 설계 및 조립의 국산화는 가능하지만 아직도 해외 기술에 많은 부분을 의존함
- 국내 제조업에서는 공장 자동화를 위해 여러 가지 무인반송차(AGV) 기술을 도입하여 사용 중임
- 속도와 정확도, 안정성 향상을 위한 개발이 요구되고 있음
- 전문가들은 자동화 기술과 더불어 무인고도장비의 핵심기술이 선진국에 비해 5년정도 뒤져 있는 것으로 판단하고 있음

○ 성숙기에 도달한 대기업의 보관기술 수요

- 국내 대기업은 이미 자동창고 도입을 대부분 마친 상태로 앞으로는 노후화된 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 자동물류창고 기술 등의 기술이 등장하였음

○ 대형화 대량화 추세에 맞추어 기술 개발 중임

- 초고층 자동 창고의 개발 수요 증가

- 50m → 120m(30단), 효율 40% 향상이 예상됨

○ 고단적재 시스템(High-stack intellectual Storage System; HSS) 개발

- 초고층 지능형 컨테이너 물류창고시스템(Ultra-high Container Warehouse System; UCW) 개발 사업의 일환으로 수행됨
- 국제특허(미국, 일본, 중국, 인도, 영구 등 주요 32개국) 출원 등 국제적 선도 기술임
- 컨테이너를 20~30단으로 초고층 적재/보관 및 입/출고하는 기술
- 작동상태 및 운전정보를 운영자의 모니터 상에 표시하여 GUI (Graphic User Interface)환경 하에서 통합적이고 시각적으로 신속한 인지와 제어가 가능하도록 개발됨

나. 국외

○ 물류체계의 여러 가지 요구 (노동력 부족, 안정성 요구 증대 등)로 인해 자동화, 보다 빠르고 정확하고 안전한 이송체계, 대량화, 대형화 되고 있는 물류에 대한 대응 장비개발, 그리고 보관의 용이성 확대를 위한 여러 가지 연구가 이루어지고 있음

○ 지능형 물류센터와 관련된 기술 개발

- 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

(1) 일본

○ 자동화 기기 산업 중 로봇자동화의 세계 제 1의 생산국이자 사용국인 일본은 Personal Robot 중심의 연구개발이 활발히 진행되고 있음

○ 「어시스트 신코」, 「무라타」, 「다이후쿠」 등의 기업들에 의해 자동화 기기의 성능향상이 계속적으로 이루어지고 있음

○ 무인반송차는 AGV, RGV(Rail Guided Vehicle), LGV(Laser Guided Vehicle), OHT(Overhead Hoist Transport), OHS(OverHead Shuttle) 등 많은 종류의 반송기기가 다양한 목적에 따라 그 이용성과 성능의 향상증대를 위해 연구되어 지고 있음

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

○ 일본의 대표적인 물류기업인 Daifuku 와 Murata 의 AS/RS를 비교 해보면 일본의 경우 전반적으로 사용자의 편의(모듈화, 간단한 조작, WMS 연계), 승강/주행 속도를 고려한 설계가 이루어짐

○ 다이후쿠 AS/RS의 경우, 부속품의 모듈화를 통하여 유지/보수가 용이하도록 지원하며, 다양한 규모의 창고에 접목 가능하도록 개발함

○ 무라타 AS/RS의 경우, 간단한 조작, WMS 포함되어 현장에 바로 접목/지원 가능한 장비를 개발함

표 3-1. 일본 물류기기 제조업체 비교

	다이후쿠(Daifuku)	무라타(Murata)
적재 무게	최대 3,000kg(팔렛트 포함)	최대 1톤, 평균 800kg
승강 속도	10~50 m/min	
주행 속도	80~200 m/min	
비고	부속품의 모듈화 고강도 강판/ 두꺼운 분체도장 다양한 규모 적용	간단한 조작 WMS 포함 설치 높이 : 9m 까지 가능

(2) 유럽

○ 소터(Sorter)부분에서는 Dürkopp사는 새로운 차세대 Split Tray Sorter를 선보였는데, 작은 소포, CD, 서적, 의류 등과 같은 가벼운 생산 품목들을 컨테이너 박스, 파레트 케이지, 종이박스 등에 분류하여 투입하며, 용도에 따라 Single, double, Quad type으로 Split Tray를 운영함으로써 하나의 Tray에서 여러 목적지의 제품을 분류할 수 있다.

그림 2-3. Dürkopp사의 소터 시스템

○ SSI SCHÄFER사에 의해 개발된 Tray 기반의 완전 자동화된 오더 피킹 시스템인 SCP는 입고, depalletising, 버퍼링, 피킹, 시퀴언싱, palletizing을 경유하여 출고까지의 프로세스로 구성됨

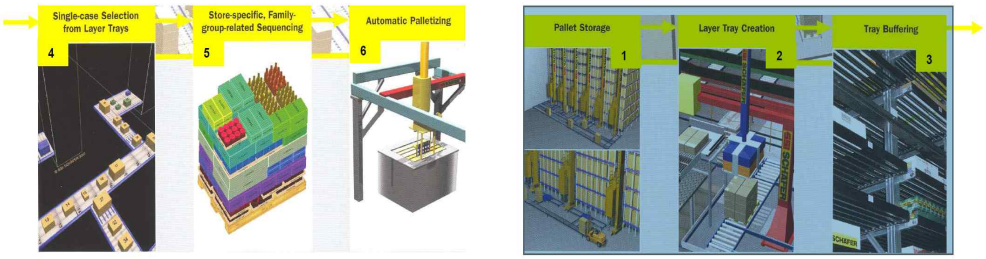


그림 2-4. SSI SCHÄFER사의 SCP 시스템

○ 프로세스의 완전자동화를 통하여 생산성의 향상, 프로세스 안전성 및 가격의 절감, 투자비용 및 설치비용의 절감을 목적으로 개발된 Viastore사의 Viapick, Schäfer사의 RoboPick, Dematic사의 완전 자동화된 Packstation이 있음

○ AS/RS mini load system은 현재 유럽 거의 모든 기업들이 에너지저감형 스태커 크레인을 앞 다투어 출시하고 있고 있으며, 스태커 크레인은 일반적으로 마스트, 주행장치, 승강장치 그리고 Telescopic Fork로 구성되어 있다. 이 Telescopic Fork는 다시 네 가지의 형식으로 구성됨

(a) Pulling Device (b) Friction Belt (c) Drive-in Telescope (d) Gripper

그림 2-5. Telescope Fork의 구성

○ TGW사에서는 Mustang Series를 통해 AS/RS 분야를 선도하고 있으며, 새로 출시된 Mustang Evolution은 최적의 높이 12m를 갖도록 설계 되었다. 이 시스템은 에너지 저감형의 Mini load AS/RS로 마스트의 견고성과 경량화된 구조와 동시에 개선된 무게중심은 최대속도를 가능하게 함

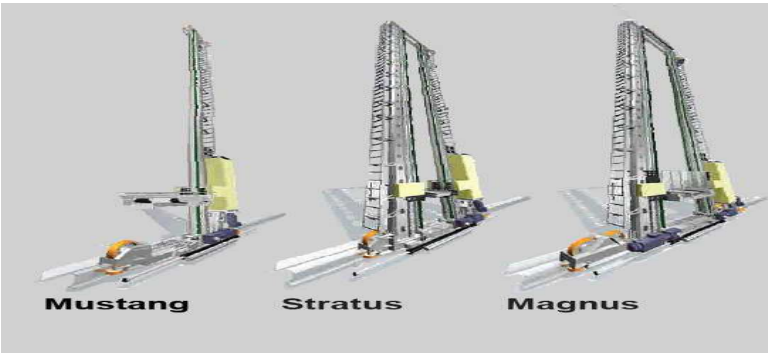


그림 2-6. TGW사의 Mini-load AS/RS

○ Kardex사도 에너지 저감형 스태커 크레인 Single-mast를 가진 Stacker Crane을 개발하였으며, 전체높이는 18m, 적재는 최대 300kg, 승강속도 180 m/min, 주행속도 360 m/min이다. 이밖에 약 40여개의 회사들이 에너지 저감형 스태커 크레인을 출시하고 있음

(a) Swisslog사 Vectra (b) Kardexmlog사

그림 2-7. 에너지 저감형 스태커 크래인 예

표 3-2. 유럽 물류기기 제조업체 비교

AS/RS	SSI-Schaefer	Viastore systems	Dematic	Vanderlande Industry	Swisslog AG	
국적	독일	독일	독일	네덜란드	스위스	
제품명	Mini-load Crane (SMC-1)	Viaspeed XL	AS/RS	QUICKSTORE TM (Type 2.1)	mini - load	Vectura Stacker Crane
적재무게	100kg	300kg	340kg	1000kg	120kg	300 ~ 3000kg
수직 상승 속도		2m/s	180m/mim	Up to 2m/s	3m/s	1.5m/s
최대 수직 가속도		1.5m/s²	3.0m/s2	Up to 2m/s2	3m/s²	
수평 이동 속도	5m/sec	3m/s	360m/min	Up to 6m/s	6m/s	4m/s
수평 가속도	4m/s2	3m/s²	5.7m/s2	Up to 3m/s2	5m/s²	
(최대) 높이		20m		14m	7~20m	6~ 50m
작동 온도	-30 ~ +45				-28°C(18°F)	+40~-34°C
적재 크기				600 * 400 mm		
Length (mm)						

AS/RS	Interlake Mecalux		Knapp Logistik Automation GmbH	TGW Transportgerate GmbH	System Logistics
국적	스페인		오스트리아	오스트리아	이탈리아
제품명	IN A BOX stacker crane (단일 랙)	IN A BOX stacker crane (이중 랙)	Smart-Storage -System	Booster	MINI STORE
적재무게 (kg)	110 lbs	110 lbs	max. 120 kg	2X35kg	650kg
수직 상승 속도	328 ft/min	328 ft/min		5m/s	
최대 수직 가속도	3.94ft/s2	3.94ft/s2		3m/s2	
수평 이동속도	590 ft/min	590 ft/min	max. 6 m/s	5m/s	5.5m/s
수평 가속도	3.28ft/s2	3.28ft/s2	max. 4 m/s2	2m/s2	
(최대) 높이	32 ft	28 ft	max. 20 m	5m	18m
작동 온도				0°C~50°C	
적재 크기	23 5/8" * 31 1/2" * 16 13/16"	23 5/8" * 31 1/2" * 16 13/16"			

○ 유럽의 Mini-Load AS/RS들의 경우 2~5m/s의 수직 이동속도, 수평 이동속도는 2~6m/s의 적재 무게는 100~600kg 의 성능을 보이고 있음

○ 마스트 자체의 무게를 표기하는 업체는 스위스로그사의 mini-load가 타 제조사의

것들과 비교하여 25%가벼운 중량이라고 표기하였으며, TGW사의 Booster라는 Mini-Load가 경량 설계하였다고 함

- 스위스로그사의 Vectura Stacker Crane 만이 중력을 활용한 동력 절감이 가능하다고 함, 또한, 포크를 두 개 사용 가능하여 1~2개의 화물을 한 번에 작업 가능함
- Interlake Mecalux 사의 In a BOX staker crane 이라는 제품은 적외선통신을 사용하며 수직 수평 텔레미터를 사용함
- Knapp 사의 Smart-Storage-system의 경우 자체 개발 소프트웨어를 사용함
- TGW사의 Booster는 섭씨 50℃ 까지 운용 가능함
- 유럽 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 보였음
- 또한, 각 개별 제조사 마다 명확한 타깃을 설정하여 각 개별 회사의 경쟁력을 강화하는 경향을 보임

제4절 연구개발 인프라 분석

○ 한국과학기술평가원의 국가 R&D 기술산업정보서비스(NTIS)의 기술수준 현황자료에 따르면, 물류시설 인프라 고도화 기술분야에서는 선진국 대비 9년의 기술격차를 보이고 있으며, 지능형 물류장비기술의 경우 5.4년의 격차를 보이고 있음

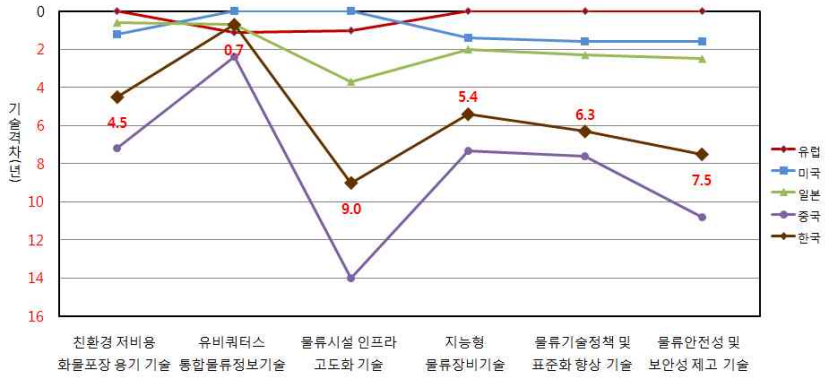


그림 2-9. 첨단물류기술분야 기술격차

○ 정부는 2010년 저탄소 녹색성장을 위한 국토해양 R&D 발전 전략을 수립하여 미래핵심기술 "Green up-30"을 선정하고, 9개 교통분야 중에서 “에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술”을 포함하여 물류장비 인프라 구축 및 고도화에 집중적인 투자를 하고 있음

○ 물류장비중 수평, 수직 이송장비는 자동 보관/반출 시스템과 피킹에 밀접한 관계가 있으며, 특히 물류센터의 고층랙, 오더 피킹 등에 핵심적인 역할을 하고 있으나, 국내의 경우에는 아직 개발 인프라가 취약하여 선진국과의 기술 격차가 심함

○ 물류시설 운영기술 분야에서는 세계무대에서 강점을 지닌 IT기술의 발전으로 소프트웨어적 접근 (WMS 등)에 대한 인프라는 충분히 갖추고 있어 설비기능의 향상에 활용 가능하며, 향후 자동화 네트워크에서의 활용을 통해 충분한 경쟁력을 확보할 수 있음

○ 최근 국내에서는 M&A를 통하여 사업의 다각화를 모색하는 물류업체가 증가하고 있고, 미국이나 일본의 업체와 제휴하여 수직반송기와 회전방식의 Carousel시스템(로터리 랙)을 공급하는 업체가 점차 등장하고 있음

○ 한편으로 국내외 기업들의 해외 현지공장 건설이 늘어남에 따라 해외 기술수출이 점차 증가하는 추세에 있으며, 기존에 전량 일본에서 제작하여 공급받던 상황에서 탈피하여 약 35%이상을 국내의 협력업체와 공동 생산을 통하여 조달하고 있음

○ 국내 생산비율을 점차 증가시키기 위해서는 지속적인 우수 협력업체 발굴이 필수적이며, 외국기업과의 협업 생산체제를 강화함으로써 지속적인 기술개발이 시도하는 것이 필요함

제5절 종합분석

○ 국내외 물류기술 동향을 분석하면 물류장비분야에서는 EU가 주도하고 있으며, 최근에는 친환경 녹색성장의 일환으로 에너지 저감형 시스템 개발을 선도하고 있음.

○ 우리나라의 물류기술에 대한 정리하면 기존 선진국의 독점적 지위 형성에 따라 진입 장벽이 높고, 중국, 대만, 동유럽 등 후발국의 시장 진입에 따른 경쟁이 더욱 치열해짐을 알 수 있음

○ 국내의 물류장비 산업에서의 장단점 분석을 살펴보면, 물류장비 개발에 대한 전략적 접근을 시도한다면 특정 분야에서 물류장비 분야의 인프라를 구축하고 선진국과 경쟁을 할 수 있을 것으로 판단됨

○ 에너지 저감형 수직·수평 이송장비 개발은 저탄소, 에너지 저감을 실현할 수 있는 이송 장비로 녹색물류 실현에 적합하며, 관련 제품의 수입 대체와 기술 경쟁력 확보를 위해 연구 개발의 필요성 증가하고 있음

○ 또한 고도의 기술력을 필요로 하므로 국내의 전문기업들과 전문 연구기관과의 협력 사업에 의해 개발이 요구됨. 자율주행 셔틀시스템의 기술력 향상은 국내 셔틀장비의 수입 대체가 기대됨

○ 국내외 물류기술 동향 분석과 전략 도출에 따라 에너지 저감형 수직·수평 이송장비 개발을 위해 주행/승강기술, 장비제어 기술, 지능화 기술, 에너지 저감기술, 안정성 확보 기술 및 신소재 적용을 통한 에너지 저감 등을 물류장비 분야에서의 중점 목표로 도출함

○ 중점목표에 따라 물류장비분야의 중점 연구분야 및 주요 과제를 다음과 같이 도출함

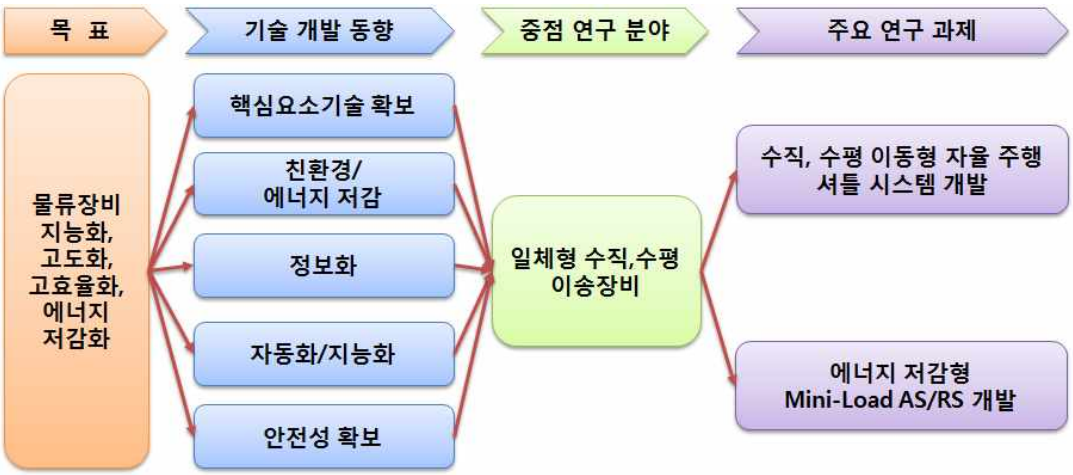
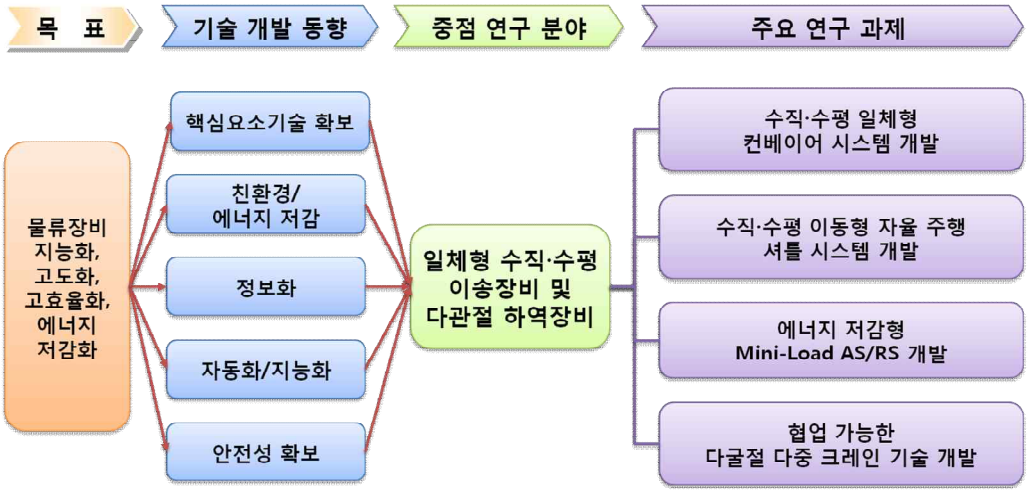


그림 2-10. 일체형 수직·수평 이송장비 및 다관절 하역장비 후보과제 도출



~~그림 2-10. 일체형 수직·수평 이송장비 및 다관절 하역장비 후보과제 도출~~

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

제1절 비전 및 목표

그림 3-1. 비전과 목표

○ 본 기획과제의 비전은 그림 3-1과 같이 "**글로벌 물류강국 실현을 위한 첨단물류장비기술 개발**"이며, 비전 달성을 위해 "**기술수준 향상**", "**생산성 향상**", "**에너지 저감화**"를 목표 선정

○ "지능화/자동화", "정보화", "친환경/에너지 저감", 및 "안전"을 추진전략으로 설정하여, 기술수준 향상 20%, 생산성 향상 20%, 및 에너지 저감화 20%(= 경량화 5% + 구동기 효율화 6% + 운영 효율화 4% + 시스템 튜닝 최적화 5%)를 달성

○ "**일체형 수직·수평 이송장비 및 다관절 하역장비 개발의 기획 연구**"를 통해 도출된 후보 과제중 국내의 기반이 취약하지만 향후 기술 및 경제적 파급효과가 큰 "**에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발**"을 연구과제로 선정

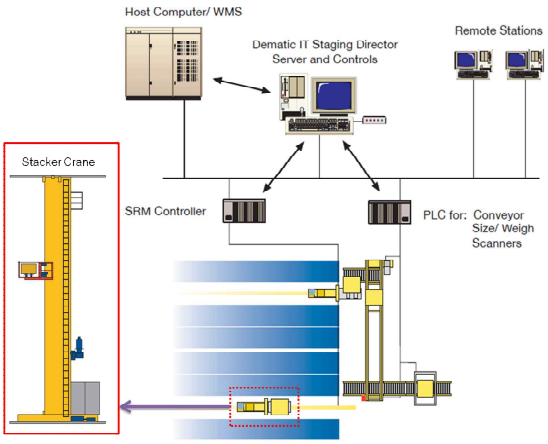


그림 3-2. 벤치마킹 Mini-Load AS/RS : Dematic사의 AS/RS Solution

제2절 기술개발에 따른 미래상

1. 기술개발의 일반 미래상

- 환경 친화적이고 에너지 절감형 물류장비 및 운영기술 개발에 관련된 기술의 총괄 검토로 관련된 기술 현황 및 산업 환경 분석 결과를 토대로 세부 핵심 기술별 역량강화 방안 구축
- 국가 주도 기술개발사업의 전반적 검토로 향후 중복지원 방지 및 연계성 강화 가능
- 관련 기술개발 연구에 있어서 구체적 목표와 추진방향을 제시함으로써 통합적 연구에 기여
- 기술개발에 필요한 각 요소기술별 역할 분담 및 개발 수요를 조사함으로써 통합적, 연계 기술개발로 산업화 촉진
- 에너지 절감형 물류장비 및 운영기술 개발의 국산화를 통해서 부품 공급 및 수리에 적은 시간을 소모하게 되어, 장비 고장을 대비 장비의 이중 구입 및 관련 기술의 해외 종속 현상에서 탈피하고 해외수출 등 시장 진출

2. 기술개발 효과

- 물류분야의 국가 경쟁력 향상 및 녹색물류기술 고도화에 지대한 기여 가능
- 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 의 상품화 및 관련 에너지 저감 요소 기술을 산업용 장비에 적용 가능
- 상품화를 통한 해외 Mini-Load AS/RS의 국산화 및 물류 장비 시장의 진입과 수출이 기대됨
- Mini-Load AS/RS의 중요한 원천 기술 및 응용 기술을 확보함으로서 제품의 완성도를 향상하고, 국내 물류시장의 에너지 저감 및 효율화에 기여
- Mini-Load AS/RS 도입을 통해 공간의 효율적 활용이 가능하고, 다중 셔틀 운영을 통해 물품 반출입의 즉각적 대응 가능
- 보관창고내의 물품 반출입의 효율성 증대를 통한 생산성 향상 및 물류처리 비용절감

3. Mini-Load As/RS의 As-Is와 To-Be

그림 3-3. Mini-Load AS/RS의 As-Is와 To-Be

제3절 연구개발과제 구성

1. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 구성

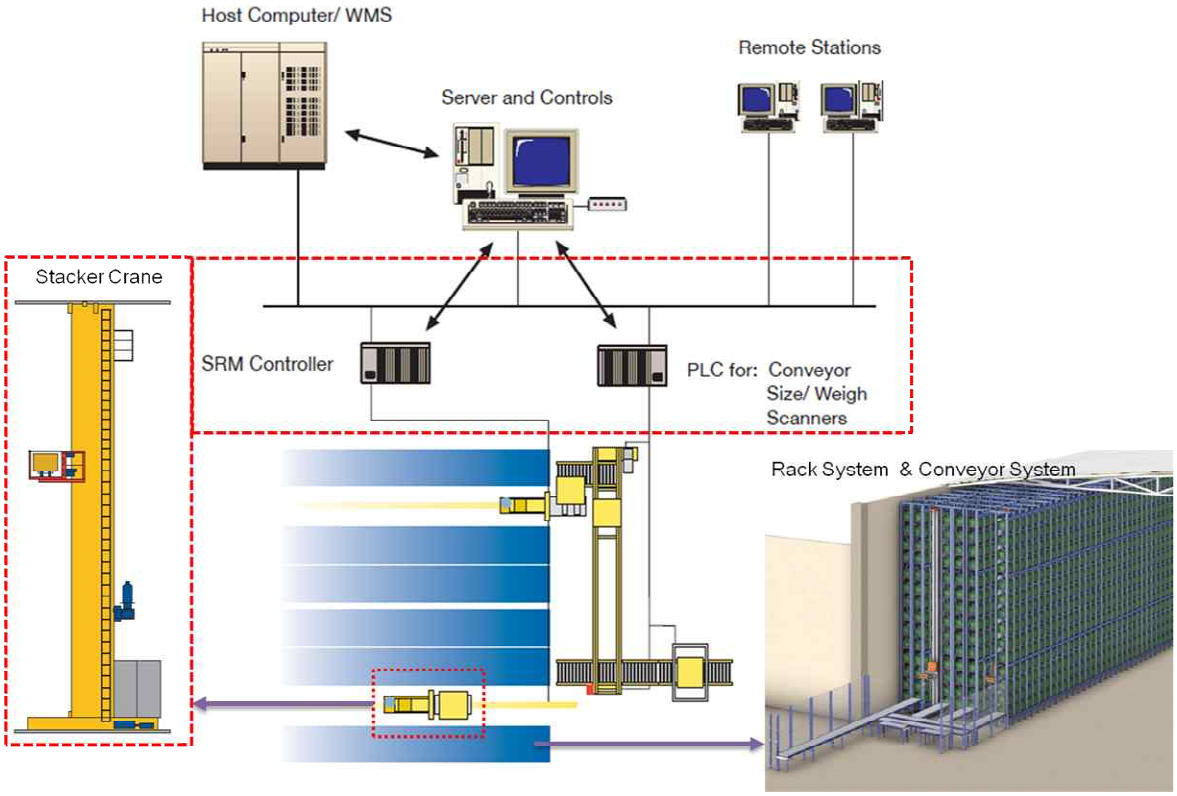


그림 3-4. Mini-Load AS/RS 구성도

○ 최근 몇 년 사이에 더 많은 기업들이 효율성 증가 및 최적화된 물류 창고 운영을 실현하기 위해 최첨단 AS/RS (Automatic Storage & Retrieval System)에 투자하고 있다. AS/RS는 운영 비용을 줄이는 동시에 저장 공간을 최대화하기 위해 개발되어왔다. 20여년 전 도입된 이래 고객의 개별적인 요구를 충족하기 위한 창고 시스템을 설계할 수 있는 유연성을 제공하는 AS/RS 기술은 꾸준히 개발되어 왔음

○ 최근에는 좀더 공간을 효율적으로 활용하며, 에너지 효율을 극대화할 수 있는 Mini-Load AS/RS가 개발되어 50~100kg사이의 물품을 담은 Tote나 Cartone을 신속하게 처리함으로써 생산성을 향상시키고 있음

○ 일반적인 **Mini_Load AS/RS의 시스템 구성**은 그림 3-4에서 보는 바와 같이

- 제품 저장을 위한 랙 시스템 (Rack System)
- Floor Rail에서 운용되는 SRM (Storage Retrieval Machine)인 스태커 크레인 (Stacker Crane)
- 제품을 이송하는 컨베이어
- Stacker Crane과 Conveyor System을 위한 제어시스템

- 모든 제품의 이동을 제어, 추적 및 최적화하기 위해 WMS (Warehouse Management System)

으로 구성됨

○ 한편 랙에서 물품을 반입반출하는 SRM인 스태커 크레인은 그림 3-5에서 보는 바와 같이

- 스태커 크레인을 뼈대를 구성하는 마스트 (Mast)
- 스태커 크레인 수평 이동을 위한 주행장치 (Traveling Machinery)
- 랙에 물품을 직접 반입반출하는 추출기 (Telescopic Fork)
- 물품을 운반하는 추출기의 수직 이동을 위한 승강장치 (Hoisting Machinery)

로 구성됨

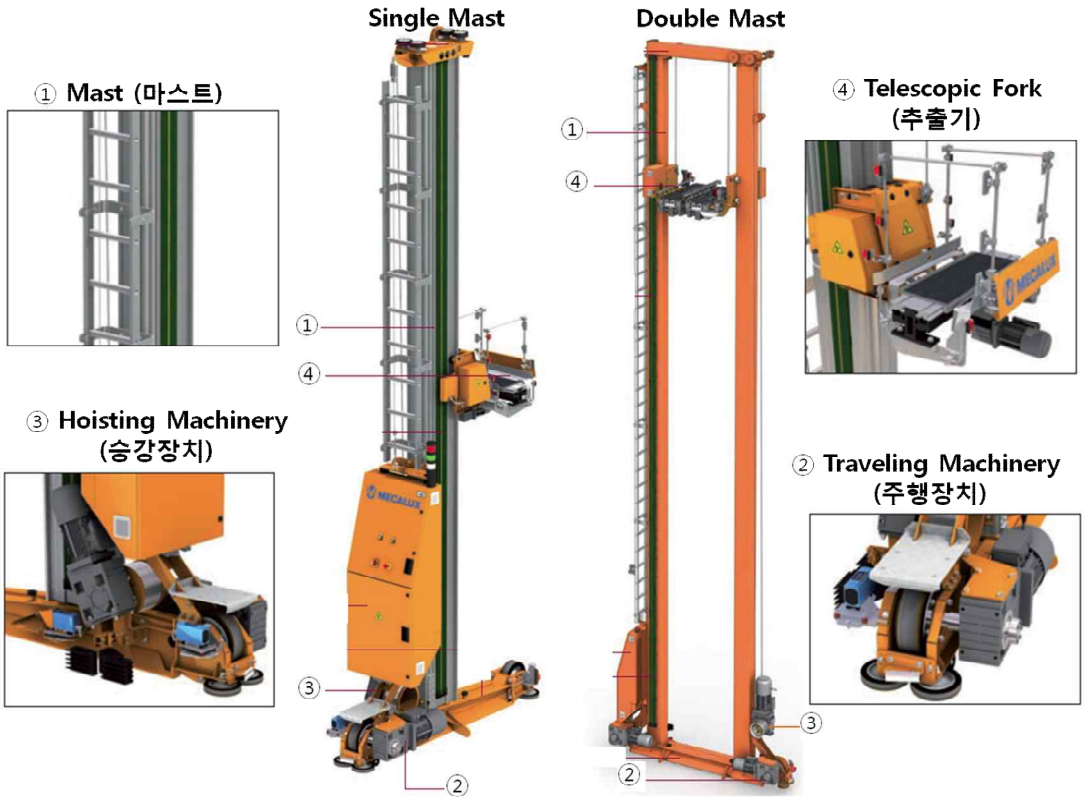


그림 3-5. 스태커 크레인 구성도

○ 또한 실제 랙에 물품을 반입반출하는 추출기(Telescopic Fork)는 그림 3-6에서 보는 바와 같이 다양한 종류가 있으며, 구성 기술은 다음과 같다.

- 메카니즘 설계기술
- 동력장치
- 제어 및 센서 시스템 기술

(a) Pulling Device

(b) Friction Belt

(c) Drive-in Telescope

(d) Gripper

그림 3-6. Telescope Fork 종류

2. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발 세부과제 구성

○ 수직·수평형 이송장비의 설정 목표인 “기술수준 향상”, “생산성 향상”, “에너지 저감화”를 목표를 달성하기 위해서는 Mini-Load AS/RS 중 중요 요소인 Stacker Crane의 경량화 및 기계적 구성 요소와 전기적 구동 요소간의 최적의 Topology를 도출하는 것이 필요함.

○ 또한 효율적인 에너지 운용을 위해서는 전기적 구동 요소들의 에너지 소비 패턴 분석을 위해서는 에너지 소비 모니터링 시스템의 개발이 필요함

○ 따라서, “**지능화/자동화**”, “**정보화**”, “**친환경/에너지 저감**”, 및 “**안전**”을 추진전략에 따라 기술수준 향상 20%, 생산성 향상 20%, 및 에너지 저감화 20%를 달성하기 위해서 표 3-1과 같이 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발을 위한 세부과제를 구성

표 3-1. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발을 위한 세부과제 구성

연번	세부과제명	연구과제 정의
1	에너지 효율 향상을 위한 AS/RS 경량화 기술 개발 및 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발	Mini-Load AS/RS의 에너지 저감 및 고속 효율화를 위한 Stacker Crane의 Mast와 Telescopic Fork의 경량화 연구 및 Mast의 주행 및 승강장치 개발 수행 안정도 향상을 위한 무게중심 시뮬레이션 수치모형 개발
2	AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 개발, 동력장치의 에너지 소비 패턴 모니터링시스템 구축	Mini-Load AS/RS의 주행·승강장치 제어시스템 및 Telescopic Fork의 구동 시스템을 개발하고, Mini-Load AS/RS의 운용 S/W와 WMS와의 인터페이스 모듈 개발 에너지 소비 패턴 모니터링 시스템 개발
3	시스템 및 부품규격의 표준 및 시험평가 기술	Mini-Load AS/RS의 부속장치 및 부품 표준 규격 및 시험평가 설계서 및 절차서 연구

3. 연구개발과제 로드맵

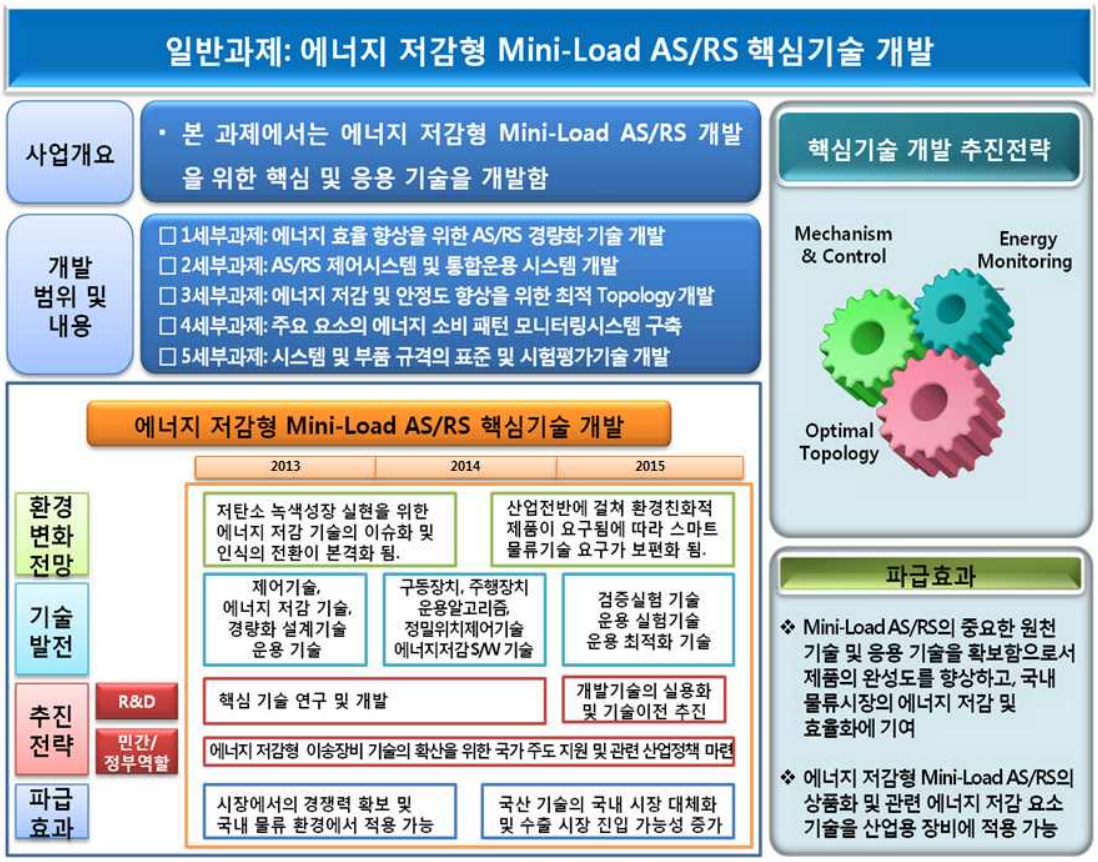


그림 3-7. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발 로드맵

제4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

가. 연구개발 목표

○ 본 연구과제에서는 에너지 저감형 Mini-load AS/RS 개발을 위한 다음과 같은 핵심 및 응용 기술을 개발하는 것을 목표로 함

- 에너지 효율 향상을 위한 AS/RS 경량화 설계기술 개발
- AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 개발
- 에너지 저감 및 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발
- 동력장치의 에너지 소비 패턴 모니터링시스템 구축
- 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발

○ 에너지 효율 향상을 위한 AS/RS 경량화기술 개발에서는 에너지 저감을 위한 일차적인 설계목표로 Mast와 Telescopic Fork의 중량을 줄이기 위한 경량화 설계 기술 확보를 목표로 함

○ AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 개발은 Mast의 주행 및 승강장치의 제어 및 통합 운영 시스템 개발을 목표로 함

○ 에너지 저감 및 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발에서는 Stacker Crane의 경량화에 따른 안정성 향상을 위한 시뮬레이션 수치모형을 개발하고, Stacker Crane의 주행 및 승강 시 발생하는 진동을 분석하여 저진동 Mast 개발에 대한 가이드라인 제시를 목표로 함

○ 동력장치의 에너지 소비 패턴 모니터링시스템 구축에서는 Stacker Crane과 Conveyor의 구동장치에서 소비되는 에너지를 효율적으로 모니터링하기 위한 스마트 미터링을 연구하고, 이를 바탕으로 에너지 소비 패턴을 전체적으로 감시할 수 있는 모니터링시스템을 연구함

○ Mini-Load AS/RS 시스템 및 그 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발을 목표로 함

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

○ 점차 고층화 및 자동화되고 있는 물류시설에 적합하고 국내 물류 환경에 맞는 간편하고 첨단화된 수직·수평 이송장비의 핵심기술 개발의 필요성이 증가하고 있음

○ 고효율 수직·수평 이송장비를 위한 요소 기술의 개발로 국내 물류 센터의 에너지 효율성을 향상시킴으로써 국내 물류 경쟁력 확보와 수직·수평 이송장비 장비의

세계 시장에서 점유율 확보를 동시에 달성할 수 있음

○ 수직·수평 이송장비의 고효율화 및 에너지 저감 기술력 향상을 통하여 물류센터의 경쟁력 확보와 이송장비의 수입 대체 필요성 증가하고 있으나, 국내 수직·수평 이송장비는 선진 기술들과 비교하여 요소 기술이나 관련 연구 인력이 상당히 미약하고, 수입제품이 주로 설치되어 있음

○ 현재 Mini-Load AS/RS의 에너지 저감 및 고속 효율화를 위한 요소 기술에 대한 연구가 세계적인 추세이며, 이에 따라 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 국산화 개발이 요구되고 있으나, 현재 국내에서 사용되는 Mini-Load AS/RS들은 해외 업체들이 독점하고 있음.

○ 국내 Mini-Load AS/RS의 개발 기업은 유럽 등 선진기업들과 비교하여 규모나 연구 인력이 상당히 미약하고 현재 주로 수입하고 있는 실정이며, 국내 Mini-Load AS/RS 산업의 기술력 향상과 에너지 저감 기술은 관련 제품의 수입 대체와 기술 경쟁력 확보를 위해 연구 개발의 필요성 증가하고 있음

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 개발은 국내 물류 장비 산업의 기술력 향상은 물론 연구 인력을 증가시키며, 물류 장비의 수입 대체 및 수출이 기대되므로 정부의 지원이 절실히 요구되며, 국내 물류 산업의 에너지 효율성을 향상시킴으로써 국내 물류 경쟁력 확보와 국내 물류 장비의 세계 시장에서 점유율 확보를 동시에 달성할 수 있을 것으로 예상됨

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 개발은 국내 물류 장비 산업의 기술력 향상은 물론 연구 인력을 증가시키며, 물류 장비의 수입 대체 효과 및 수출이 기대되므로 정부의 지원이 절실히 요구됨.

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 개발로 국내 물류 산업의 에너지 효율성을 대폭 향상시킴으로써 국내 물류 경쟁력 확보와 국내 물류 장비의 세계 시장에서 점유율 확보를 동시에 달성할 수 있음.

다. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

○ 기존 연구와의 중복성 검토하고 연계방안을 마련하기 위해 2000년 이후 정부에서 추진한 물류장비 및 물류 통합시스템 관련 연구개발 사업을 정리하였음 (제4장 제1절 참조)

○ 이중 본 Mini-Load AS/RS 개발과의 중복성을 검토하기 위해 표 3-2.와 같이 사업 목록을 정리하였음

○ 과제 검토 결과가 기존의 과제와 Mini-load AS/RS 개발과의 중복성이 없음을 확

인

표 3-2. 기존 또는 현재 추진 중인 국가 R&D 사업과의 중복성 검토

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	중복성
1	무인 자동창고 제어 모듈 개발	중소기업청	2007.7 ~ 2007.12	무인 자동창고 제어시스템의 제어반을 간소화시키며, 표준화된 범용적인 인쇄회로기판 및 회로 제작	X
2	RFID 칩을 이용한 물류 네트워크 시스템 개발	과학기술부	2004 ~ 2005	- RFID Reader/Writer의 인식 거리 향상 - 물류 DB 작성 및 네트워크 S/W 개발	X
3	신성장동력 RFID 기반 물류통합관리	산업자원부	2005~ 2007	-RFID Active/Passive 미들웨어 개발 -공장자동화 관련 RFID 미들 웨어 개발	X
4	지능형 종합물류시스템	산업자원부	2004~ 2008	RFID를 이용한 전자물류 시스템 관리, 센서네트워크 프로토콜, 인증/보안, 정보보호, 데이터전송기술 개발	X
5	RFID 기반 전자물류 핵심 응용시스템 기술 개발	산업자원부	2004.12 ~ 2010.4	RFID기반 전자기술을 이용, 핵심물류시스템(CSS, WMS, VMS, TMS)을 구축하고 물류현장에 적용하여, 물류흐름을 실시간 모니터링할 수 있는 요소기술 및 시스템을 구축하여 RFID 활용에 적합한 세계적 시스템을 구축	X
6	전자물류 시스템 운영을 위한 RFID 미들웨어	산업자원부	2004.12 ~ 2010.4	-RFID기반의 전자물류 미들웨어 시스템구축 - 물류시스템 연계 및 현장 적용에 의한 성능 효율화 및 최적화 - 지능형 센서네트워크 연계에의한 물류개발 및 시스템의 상용화	X
7	RFID를 이용한 WMS 개발	중소기업청	2006.7~	주문관리, 출하관리, 재고관리, 반품관리, 배차관리, 보고서 작성 및 분석 과 관련한 시스템	X
8	RFID기반 u-환경의 지능형 생산/물류/고객관리 플랫폼 개발	산업자원부	2004~ 2005	RFID 플랫폼 기반 지능형 생산관리, 물류관리시스템을 도입으로 데이터를 실시간으로 누적, 산출할 수 있는 기술을 개발	X
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	X
10	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	X
11	창고관리시스템 개발	중소기업청	2004.1 ~	창고관리 업무분석 및 웹 연동을 고려한 데이터베이스 설계를 통하여 창고관리 시스템 개발	X
12	창고관리 자동화 패키지를 이용한 실시간 시뮬레이터 개발	중소기업청	2002.1 ~	국산 창고관리 시뮬레이터의 개발	X
13	RFID기반 유비쿼터스 전자물류 시스템 기술 개발	산업자원부	2004.12 ~ 2010.4	- RFID기반의 전자물류시스템 개발 및 성능의 최적화 물류산업에 적용할 BizModel 및운영 모델 개발 -전자물류시스템을 위한 유무선연동의 RFID 센서네트워크 프로토콜 및 플랫폼의 개발, 상용화 - 대용량 물류데이터 처리를 위한 지능형 RFID 미들웨어 시스템의 개발 및 상용화 -시스템 통합을 통한 TestBed의적용 - 시스템의 최적화 및 성능검증	X

라. 연구개발 주요내용

○ **1세부 : 에너지 효율 향상을 위한 Mini-load AS/RS 경량화 기술 개발**

○ Mini-Load AS/RS의 이송 및 보관을 위한 구동, 자율주행 및 승강 등 기계적 동작 및 운영 메카니즘 세부 분석

○ Mini-Load AS/RS 설계

- Mast 경량화 설계
  - 경량화된 저진동 Mast 설계 및 개발 가이드라인 제시
- 운반 Telescopic fork를 포함한 전체 장비의 경량화 설계와 에너지 저감, 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발
  - 프로그램(시뮬레이션)을 활용한 전문 구조 해석 및 동역학적 해석
  - 안정도 향상을 위한 무게중심 시뮬레이션 수치모형 개발
- 주행 승강 시 진동 특성 및 안정성 검증
  - 흔들림, 하부 들림 현상등 안정성 분석
- 화물, 인력에 대한 안전 및 보안 기술 분석
- 에너지 저감 기술 개발을 위한 분석

○ Mini-Load AS/RS 개발

- Stacker Crane의 주행·승강장치 제어시스템 개발
- 운반 Telescopic Fork의 구동 시스템 개발(Fork는 double depth 설계)
- 주행 및 승강 위치 인식을 위한 센서 시스템 개발
- 에너지 저감 기술 개발
- 하부 RAIL 구조 개발
- 동력장치의 에너지 관리시스템 구축
  - 스마트 미터링을 이용한 에너지 소비 패턴 분석
  - 에너지 소비 패턴 모니터링 시스템 개발
  - 에너지 소비 절감 운용 기능 및 시스템 개발
  - 설치 및 시운전, 보수 유지 비용 절감을 위한 엔지니어링 가이드라인 개발
- 기존 국외 Mini-Load 장비 대비 에너지 사용량 시뮬레이션

○ Mini-Load AS/RS에 운영 가능한 랙 개발

○ Mini-Load AS/RS 시스템의 운용 소프트웨어 개발 및 기존 WMS와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 개발

○ 제어시스템과 주행/승강장치 등 각 장비 간 연계되는 네트워크 시스템 개발

○ **2세부 : 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 개발**

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 설계

- 셔틀 시스템 하드웨어 구조 설계
  - 셔틀 주행장치, 승강장치, 에너지 공급 모듈, 충전시스템, 랙, 다중 셔틀 위치 검출 시스템등 셔틀 시스템 접목에 필요한 기술 분석 및 설계
- 전체 장비의 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발
  - 프로그램(시뮬레이션)을 활용한 전문 구조 해석 및 동역학적 해석
  - 안정도 향상을 위한 무게중심 시뮬레이션 수치모형 개발
- 화물, 인력에 대한 안전 및 보안 기술 분석

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 개발
- Bin/Tote 추적 및 운용을 위한 스마트 박스 기술 개발
- 셔틀용 에너지 공급/충전 시스템 개발
- 셔틀 주행 장치 및 승강장치(리프터) 개발
- 주행 및 승강 위치 인식을 위한 센서 시스템 개발
- 다중 셔틀의 위치 검출 제어 시스템 개발
- 공정 변수 모니터링 시스템 개발
- 다중 셔틀 운영을 위한 지능형 에이전트 기술 개발
  - 다중 셔틀의 충돌 회피 및 경로 최적화 알고리즘 개발
  - 셔틀의 추락 방지용 안전 메커니즘

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템에 운영 가능한 랙 개발

○ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 시스템의 운용 소프트웨어 개발 및 기존 WMS와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 개발

○ 제어시스템과 주행/승강장치 등 각 장비 간 연계되는 네트워크 시스템 개발

○ **3세부 : 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발**

○ 표준 규격 연구
- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 및 부품 표준 규격 연구
- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 표준적합성 시험 표준 연구

○ 시험평가 및 매뉴얼
- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시험평가 설계서 및 절차서 제작
- 시제품에 대한 시험평가
- Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시험 설계서 및 매뉴얼 제작

○ Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시제품 제작 및 실용화를 위한 통합검증 연구
- 실용화를 위한 법·제도 개선안 연구

마. 연구개발과제 TRM

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발의 기술 로드맵은 그림 3-8과 같음

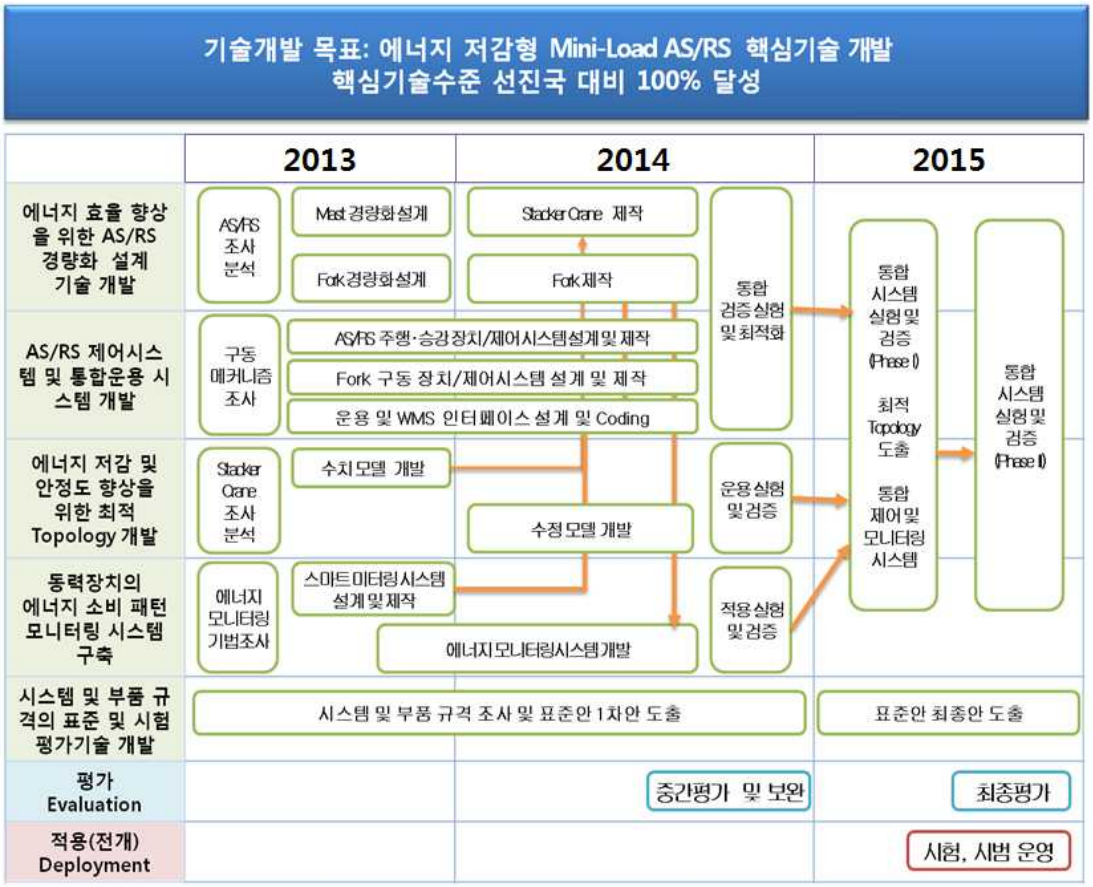


그림 3-8. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발의 기술 로드맵

바. 최종성과물 및 성과지표

1) 최종성과물

세부과제	~~확보 기술~~ 최종성과물
1세부	○ 시운전 및 운용 가능한 Mini - Load AS/RS 및 주변장치 ※ 목표성능수준 : 팔렛트 적재화물 중량 50kg 기준으로 다음의 성능을 충족해야 함 • Mini-Load AS/RS의 최대주행속도 5 m/s, 최대승강속도 2 m/s • 테스트 베드 규격 - 주행 : 세로 10 m – 20m , 1 레인(Aisle) - 승강 높이 : 7 – 12m - RACK 단수는 최소 5단 - 정량적 목표: 높이 7~12m(마스트mast가 싱글일 경우 6m이하, 두얼일때는 7m~20m), 적재중량 50kg, 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s 가감속4m/s2 이상. (싱글의 경우 승강속도 2m/s, 두얼의 경우 승강속도 3m/s 이상) ○ 에너지 효율 향상을 위한 AS/RS 경량화 기술 • Mast의 경량화 구조 설계 사양서, 설계도면, 시험성적서 • 운반 Telescopic fork의 경량화 구조 설계 규격서, 설계도면, 시험성적서 ○ AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 시제품 • Stacker Crane의 주행·승강 구동장치 및 제어 모듈 - 시제품 운영 시 AS/RS의 주행 및 승강 속도 규격 만족 • Double Depth를 갖는 운반 Telescopic Fork의 구동 모듈 및 AS/RS와의 연계 운용 - 시제품 운영 시 화물 중량 (50kg) 규격 만족 • 통합 운용 소프트웨어 및 선정된 WMS 또는 ERP와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 ○ 에너지 저감 및 안정도 향상을 위한 최적 Topology 기술 • 무게중심 구축용 시뮬레이션 수치모형 제시 • 주행 승강 시 진동 특성 분석 DB 구축 및 기술보고서 • 저진동 Mast 개발의 가이드라인 ○ 동력장치의 에너지 소비 패턴 모니터링시스템 기술 • 스마트 미터링을 이용한 에너지 소비 패턴 분석 DB 구축 및 기술보고서 • 에너지 소비 패턴 모니터링 시스템 모듈

	• 설치 및 구축 비용 절감을 위한 엔지니어링 가이드라인
2세부	**□ 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 시제품 1set** ○ 시운전 가능한 셔틀 완제품, 셔틀 랙, 셔틀 운용을 위한 주변 운용 장치 (H/W 및 S/W) ※ 목표성능수준 : 팔렛트 적재화물 최대 중량 30kg 기준으로 다음의 성능을 충족해야 함 • 셔틀의 최대주행속도 2 m/s, 최대승강속도 2 m/s • 테스트베드 규격 - 세로 주행: 10 - 20 m, 승강 높이: 5단 - 가로 주행: 3 - 5 m, 셔틀 수 : 최대 5대 ○ 셔틀 시스템 기반의 고단 적재 물류센터 관리시스템 기술 • 셔틀시스템 운용소프트웨어와 WMS와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 • Bin/Tote 추적 및 운영을 위한 스마트 박스 시제품 ※ Bin, Tote는 크기가 작은 품목을 이송할 때 사용되는 작은 용기를 의미 ○ 셔틀시스템 및 제어 시스템 기술 • 셔틀시스템 구조설계 규격서, 설계도면, 시험성적서 • 셔틀용 주행 및 승강 장치 모듈로 H/W와 운용 S/W • 다중 셔틀의 위치 검출 시스템 모듈로 구현방법에 따라 H/W와(또는) S/W • 셔틀용 에너지 충전 장치 모듈 • 셔틀의 주행·승강을 위한 다단 랙(Rack) 시제품 ○ 다중 셔틀 운영을 위한 지능형 에이전트 기술 • 다중 셔틀의 충돌 회피 및 경로 최적화 알고리즘 구현 모듈로 구현방법에 따라 H/W와(또는) S/W • 셔틀의 추락 방지용 안전 메커니즘 및 셔틀 모니터링 시스템, 기타 공정 변수들의 모니터링을 위한 시스템 개발에 따른 H/W와(또는) S/W
3세부	**□ 일체형 수직·수평 이송장비 기술 개발 시 포함** ○ 일체형 수직, 수평 이송장비 기술 소프트웨어 기술 개발 • Mini-Load AS/RS와 셔틀 시스템의 운용 소프트웨어 개발 및 기존 WMS와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 개발 - 시스템 계획서, 프로젝트 정의서, 요구 분석 명세서, 기본 설계서 및 상세 설계서, 데이터베이스 기술서 작성 • 제어시스템과 주행/승강장치 등 각 장비 간 연계되는 네트워크 시스템 개발 ○ 각 해당년도에는 중간보고서 와 최종 보고서가 작성, 보고 ※ 최종 성과물이나 연구내용은 개발자의 개발구현에 따라 하드웨어 또는

	소프트웨어의 대상물이 변경 될수 있음. ○ 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 • 표준 규격 연구 - Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 및 부품 표준 규격 연구 - Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 표준적합성 시험 표준 연구 • 시험평가 및 매뉴얼 - Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시험평가 설계서 및 절차서 제작 - 시제품에 대한 시험평가 - Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시험 설계서 및 매뉴얼 제작 • Mini-Load AS/RS, 셔틀시스템 시제품 제작 및 실용화를 위한 통합검증 연구 - 실용화를 위한 법·제도 개선안 연구 ※ 관련법 개정안 또는 제정, 제도 개선 등

2) 성과지표

성과 목표	성과 지표	측정 방법	최종목표치			목표치 설정 근거
			1차년도	2차년도	3차년도	
논문	총논문 게재건수	게재건수	-	3	4	1.4편/10억원
	SCI논문 게재건수	게재건수	-		1	0.2편/10억원
	학술회의 발표	발표건수	3	3	3	1건/년/세부과제
연구 성과 확산 노력	연구개발 홍보	세미나, 워크샵	2	2	2	워크샵 등 2회/년
	기술확산 교류	교류실적	3	3	3	3회/년
특허	특허출원	특허출원 건수	3	3	3	1건/년/세부과제
	특허등록	특허등록 건수	-	1	2	0.5건/년/세부과제
기술 거래	기술공개/이전	기술이전 건수	-	-	1	1건/총괄과제
실용화 및 상용화	시제품 출시	시제품 출시 건수	-	-	1	1건/총괄과제

사. 성과물 검증방안

○ 테스트베드 구축 후 성능 테스트

- 시운전 및 운용 가능한 Mini - Load AS/RS 및 주변장치

※ 목표성능수준 : 팔렛트 적재화물 중량 50kg 기준으로 다음의 성능을 충족해야 함

- Mini-Load AS/RS의 최대주행속도 5 m/s, 최대승강속도 2 m/s
- 테스트 베드 규격
  - 주행 : 세로 10 m - 20m , 1 레인(Aisle)
  - 승강 높이 : 7 - 12m
  - RACK 단수는 최소 5단
  - 정량적 목표: 높이 7~12m(마스트mast가 싱글일 경우 6m이하, 두얼 일때는 7m~20m), 적재중량 50kg, 주행속도 5m/s, 승강속도 2m/s 가감속4m/s2 이상. (싱글의 경우 승강속도 2m/s, 두얼의 경우 승강속도 3m/s 이상)

아. 기술수요처 및 실용화 방안

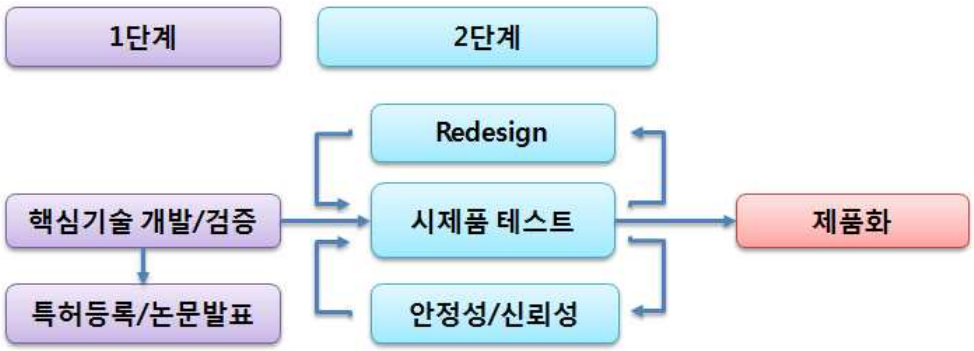
○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 의 상품화 및 관련 에너지 저감 요소 기술을 산업용 장비에 적용

○ **대형 도서관, 농수산물 물류센터, 의류 물류센터, 전자부품 생산현장 물류창고, 의약품 보관시설** 등에 개발된 Mini-Load AS/RS의 적용

○ 기술의 고도화를 통한 **Clean Room 내의 물류반송**에 활용(반도체, LCD, OLED 등의 Fab 내에 활용)

○ 실용화 방안으로는 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

- 1단계(1～2차년도, 24개월) : 핵심요소기술 개발
  - 국내・외 기술현황 분석 및 핵심기술 개발방향 정립
  - 세부과제별 핵심요소기술 개발 및 검증
- 2단계(3차년도, 12개월) : 실증연구 및 실용화
  - 핵심개발기술의 현장 적용성 평가
  - 핵심개발기술의 실용화 기반 마련
  - 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진


1단계
2단계
Redesign
핵심기술 개발/검증
시제품 테스트
제품화
특허등록/논문발표
안정성/신뢰성

제5절 세부과제간 연계관계

○ 세부과제간 연계관계는 그림 3-9와 같음

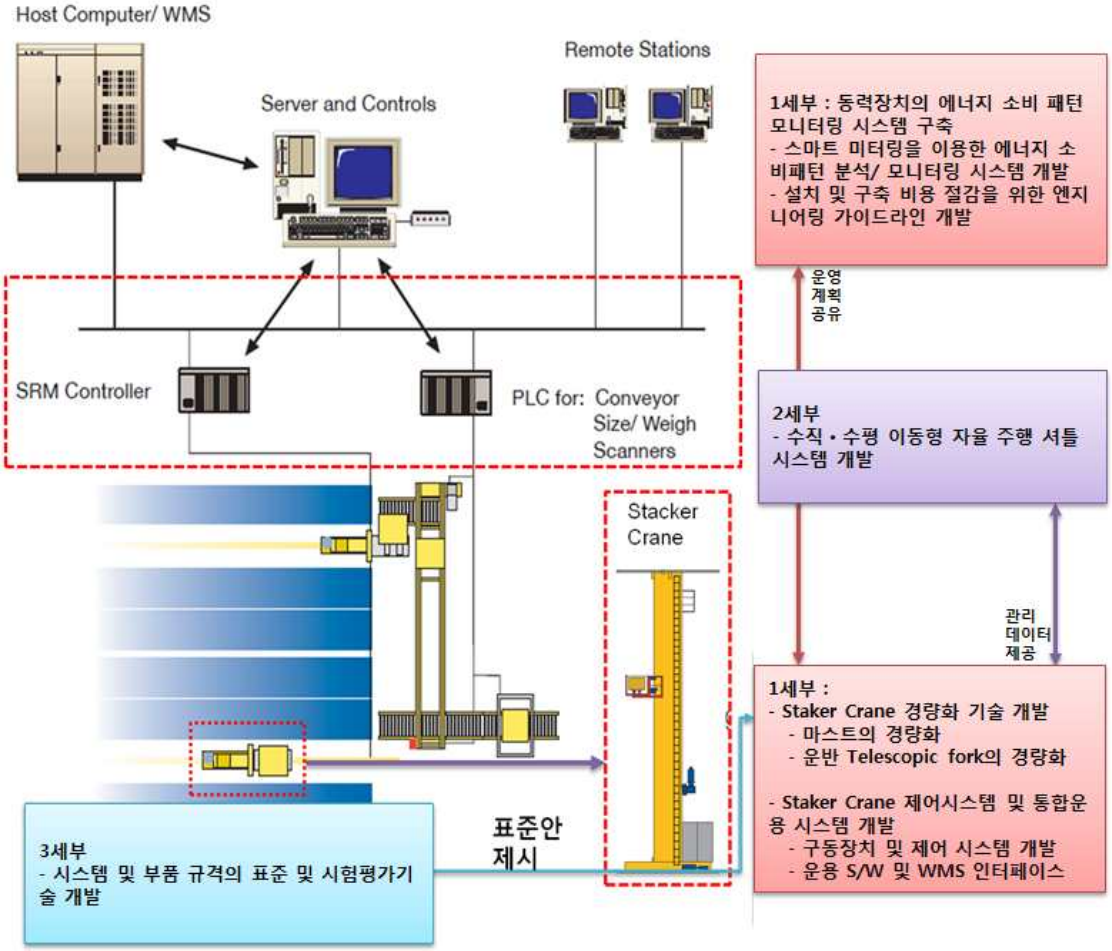


그림 3-9. 세부과제간 연계관계도

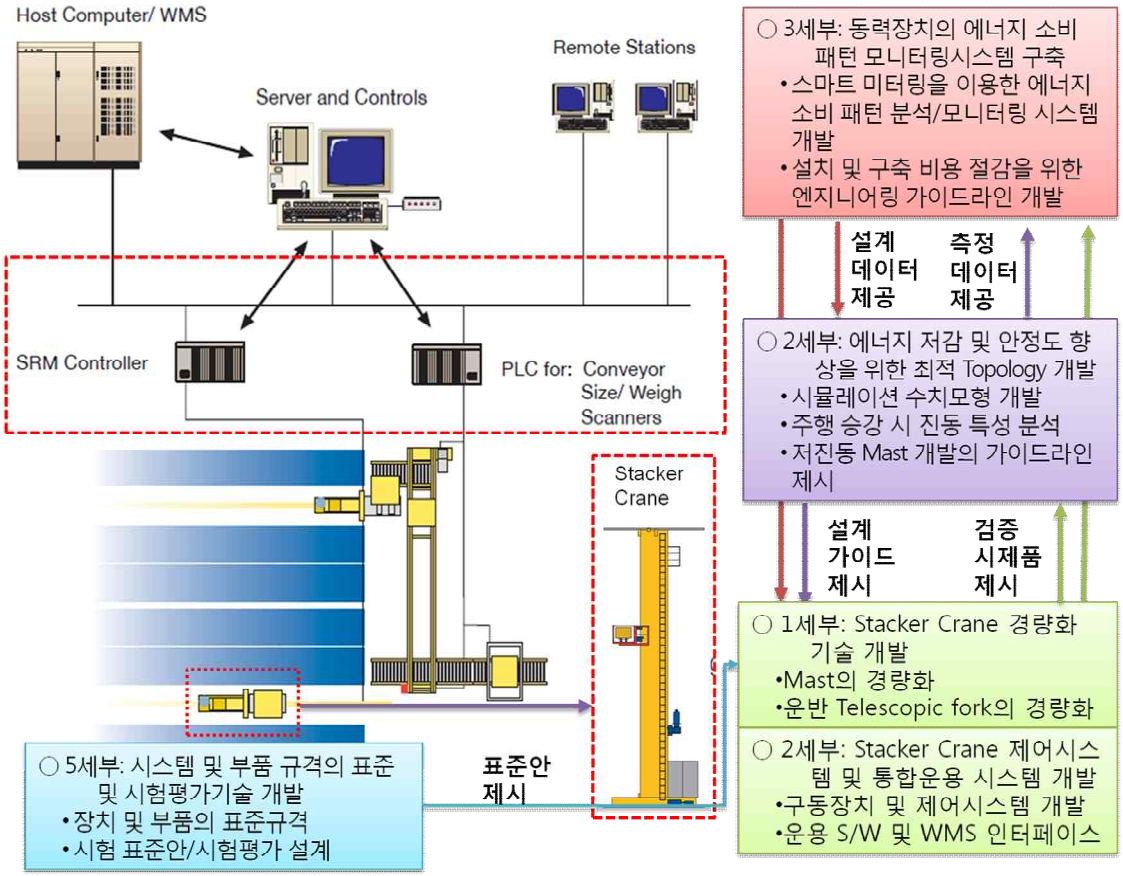


그림 3-9. 세부과제간 연계관계도

제6절 연구추진체계 제안

추진 형태	과제명	기술분류	세부과제명
일반과제	에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발	물류장비 고도화 기술	에너지 효율 향상을 위한 AS/RS 경량화 기술 개발 ・AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 개발 ・에너지 저감 및 안정도 향상을 위한 최적 Topology 개발 ・동력장치의 에너지 소비 패턴 모니터링 시스템 및 에너지 소비 절감 운용 시스템 구축
			시스템 및 부품규격의 표준 및 시험평가 기술

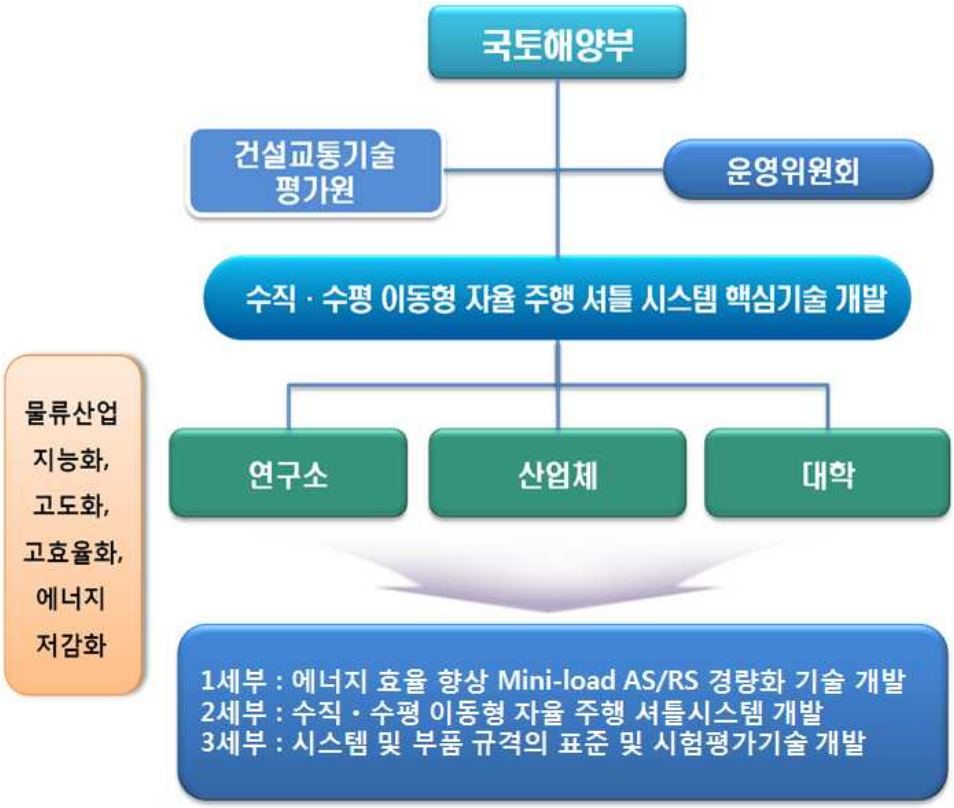


그림 3-10. 연구개발 추진체계

- 연구의 완성도를 높이고 산·학·연 이송장비기술 관련 전문가를 효율적으로 이용하기 위하여 세부과제별로 공동 연구기관 및 위탁 연구기관을 선정하여 운영함
- 과제총괄책임자, 세부과제책임자, 전문가, 및 현장실무자 등으로 운영위원회를 조직하여 연구개발과제의 진행 사항을 관리하고, 연구 성과물에 대한 검증
- Mini-Load AS/RS는 물류 장비 기업 주도로 산학연 협력하여 개발하고, 요소기술은 현재 국내외 기술을 조사하여 세계 시장에 진입할 수 있도록 산학연 협력하여 기술 개발
- PC 기반 Mini-Load AS/RS 제어기술은 학연주도로 연구 개발

제4장 사전타당성 검토

제1절 정책적 타당성

1. 물류관련 정책 동향

○ 우리나라는 2000년대 들어서 본격적으로 국가차원의 물류지원 정책을 수립하고 장기적인 관점에서의 물류기술 개발정책의 추진체계를 정립해 나가고 있음

○ 정부는 국가 경제발전의 주요 수단으로서 물류기술에 대한 독자적 영역 확보의 필요성을 인식하고 물류지원정책을 추진하기 시작함

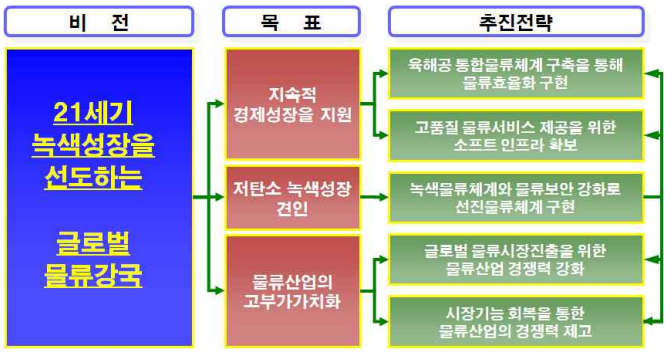
○ 물류정책은 건설교통부, 산업자원부, 해양수산부의 3개의 중앙부처에서 담당하여 왔는데, 2008년 정부조직 개편으로 건설교통부와 해양수산부가 통합되어 국토해양부가 물류정책을 총괄하는 기능을 담당하고, 과거 산업자원부에서 담당하였던 유통물류에 관한 정책은 지식경제부에서 담당함

○ 물류기술 관련 부처별 추진 정책을 살펴보면 아래 표7)와 같으며, 국토해양부와 지식경제부를 중심으로 물류기술에 대한 투자가 이루어지고 있음

주관부처	관련정책	물류관련 핵심내용
정부부처 공동	차세대 성장동력사업	• 지능형 종합물류시스템 기술 선정 및 개발
	국가기술지도	• 통합 물류수송시스템 구축기술 개발
건설교통부	국가물류기본계획	• 차세대 물류정보화기술개발지원 및 R&D 체계화
	국가교통핵심기술개발사업	• 물류운영 개선기술 및 대륙철도 연계기술개발
해양수산부	첨단항만기술개발	• 차세대 항만설계기술, 친환경 연안항만기술개발
	중장기항만기술 발전기본계획	• 선박의 대형화 및 고속화에 따른 하역기술개발 • 중추항만 육성, 항만의 물류 종합기지화 추진
	첨안해양과학 기술개발계획	• 초고속 카페리선 및 초대형 컨테이너선 개발
	해운물류정보 시스템개발계획	• IT 기술을 접목한 항만 운영시스템 개발
산업자원부	차세대성장동력 발전전략	• RFID 기반의 유비쿼터스 물류환경 조성
	산업기술혁신 5개년 계획	• 지능형 물류센터 운영시스템 개발 • 모바일 기술을 이용한 SCM 시스템 개발 • RFID 기반 유비쿼터스 전자물류시스템 개발
정보통신부	선도기반기술 개발사업	• SCM 구축 소프트웨어 및 전자상거래 보안플랫폼 개발 • 화물 및 차량 위치 추적에 필요한 요소기술 개발
	차세대 ITS 기술개발	• 차세대 DSRC 서비스 개발 및 보급
	IT 핵심부품 개발사업	• 유비쿼터스 물류환경 네트워크 및 RFID칩 개발
환경부	차세대 핵심환경기술개발	• 수송안전정보시스템 개발
과학기술부	국제(기술) 협력지도	• 통합물류수송시스템 구축을 위한 기술수준 분석 및 협력대상 모색 등을 통한 기술개발 전략의 수립
철도공사 (건설교통부)	철도기술연구개발	• 기존선의 고속화 • 철도 유지보수의 효율화를 위한 기술개발
	차세대 철도 원천기술 개발	• 철도 운영효율 향상을 위한 첨단 전자제어기술 적용 시험

7) "국가물류기본계획 수정 및 제2차 중기물류기본계획 수립에 관한 연구", 한국교통연구원, 2005. 12.

○ 2006년 건설교통부는 국가물류기본계획(2001～2020) 수립 이후의 국내·외 여건 변화를 반영한 새로운 수정계획 "국가물류기본계획 수정계획(2011~2020)"을 제시함



○ 정부는 2007년 교통체계 효율화 사업에서 우선시되어야 하는 주요 물류기술 영역과 세부기술의 선정 작업을 추진한 바 있음

○ 국토해양부는 국가 물류정책에 대한 정부 내 조정과 부처간 연계, 물류산업의 경쟁력 제고를 위한 정부차원의 지원 및 물류산업의 국제화를 위하여 '물류정책기본법'과 '물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률'을 2008년 2월부터 시행하고 있음

○ 국가물류기본계획의 물류표준화 부분에 대한 시행계획의 성격으로 국가물류표준화 추진계획(2007)을 2012년까지 시행하여 선진국 IT 기반 물류표준화 계획의 도입을 목표로 우리나라 물류표준화의 미래상을 구상(포장, 수송, 보관, 운반하역, 정보, 기반역량의 6개 분야로 구분)

○ 물류정보/관리의 효과성 제고에 역점을 두고 각 부처별 물류 기술 선진화 정책을 추진(차세대 성장동력 사업 추진계획수립, 국가기술 지도사업, 국가교통핵심기술사업, 첨단항만기술개발사업 등)

○ 국토해양부는 저탄소 녹색성장을 위한 교통환경 향상 기술과 교통운영기술 개발 및 글로벌 물류강국 실현을 위한 첨단물류기술 개발을 위한 "교통체계효율화"에 2010년도 예산이 50,800백만원을 지원하고 그 중 "물류시스템"에 8,078백만원을 지원함

2. 국토해양 R&D 발전 전략

○ "국토해양 R&D 발전 전략"은 녹색기술을 향상시키고 온실가스 감축목표를 조기에 달성하기 위한 시스템 차원의 사업구조 재편을 실시하고, 미래핵심기술을 발굴하여 구현함으로써 "품격높은 국토해양공간을 창조하는 Green Growth Leader"의 역할을 성실히 수행할 것을 2020년 비전[8]으로 삼고 있음

8) 국토해양 R&D 발전전략: 1) Delphi 조사결과 기준; 2) 현재 해수 담수화 기술, 용존리튬 추출 기술; 3) 국토해양 핵심산업의 시장점

○ 기존 R&D 사업체계를 발전목표에 따라 체계적으로 개편하였으며, 이 중 건설교통 분야는 11개 사업으로 구성하였음

○ 건설교통분야 11개 사업체계 중 하나인 녹색물류를 10년간 지원하면 물류비용을 3~5% 절감할 것으로 예측

유율: 건설시장 2.9%, 플랜트 5.4%, 엔지니어링 0.5% 등; 4) '09년 406조원 비용발생(교통사고비용, **물류비용**, 혼잡비용, 재해피해, 에너지 비용); 5) 두산중공업(해수담수화 플랜트)

[건설교통분야 (11개 사업)]

사업명	사업정의
첨단도시	• 저탄소 녹색성장, IT 기술 확산에 따른 사회적/기술적 니즈 대응을 위해 필요한 도시 설계/조성 기술을 고도화하는 사업
신설 녹색건축	• 기존 첨단도시개발 사업 내 초고층 빌딩 사업 및 타 사업의 빌딩 관련 기술 개발 사업
건설기술혁신	• 지속 가능한 교량, 터널 및 재해/안전 대응 시설 구축 기술, 지능형 설계 및 프로젝트 관리기술 개발 사업
신설 물관리선진화	• 안정적 수자원 확보, 깨끗하고 안전한 물 공급, 자연재해의 예방 및 피해 최소화를 위한 기술 개발 사업
지속가능교통	• 친환경 교통수단 인프라(H/W), 도로교통 운영/관리 시스템(S/W) 및 도로교통 이용자의 안전성 및 편의 증진 기술 개발 사업
통합 항공우주선진화	• 항공안전기술, 항공기 인증기술, 지능형 공항시스템, 차세대 항행 시스템 등 개발 사업
통합 친환경철도	• 초고속 철도, 일반 철도 및 도시 철도 시스템 구성요소인 차량, 선로, 운영/관리 시스템 기술 개발 및 철도 교통 안전기술 개발 사업
플랜트고도화	• 발전플랜트, 환경플랜트, 일반 산업 플랜트 등 다양한 산업에 적용되는 플랜트의 설계/시공/운영관리 기술 개발 및 실증사업 추진 사업
통합 건설교통기술촉진	• 건설교통 R&D 기획시스템 고도화를 위한 인프라 구축, 인력 양성 및 국제협력 활성화 추진 사업
건설교통지역기술혁신	• 지역별 특성화된 건설교통기술 개발 지원 사업

○ 특히, 국토부는 차세대 국토해양 기술발전을 이끌 30대 미래핵심기술로 건설, 교통 및 해양 분야에 대하여 "Green up-30"을 선정하였으며, 이 중 교통 분야에서 "에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술"과 "대심도 교통·물류 네트워크 구축 기술", 해양 분야에서 항만물류 시설/장비 고도화"을 채택하였음

○ 이 중 "에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술"은 환경친화적이고 에너지 절감형 (보관 및 저장) 물류 시설 구축과 고효율의 (이송 및 하역) 물류장비 개발 기술로서 정의되며, 기존 물류시설 대비 에너지 소비 및 물류 적재 능력 30% 향상 및 기존 물류장비 대비 노동력 30% 절감을 연구개발 목표로 두고 있으며, 구체적으로 4개의 기술 개발을 내용으로 하고 있음

- 자가발전형 물류보관시설 설계 및 무인자동화 기술
- 노동력 절감형 진기충진식 소형 물류장비 및 자동하역 기술
- **보관시설 내 화물운반용 수직·수평 이송시스템(장비 포함) 기술**
- 다관절형 하역장비(크레인) 설계 및 제어 기술

○ 이상의 분석 결과를 요약하면 아래와 같으며, 이러한 분석결과로부터 "에너지 저감형 스마트 수직·수평 이송시스템 개발"은 국가 정책 기조와 부합함

- 국토해양부와 지식경제부를 중심으로 물류기술분야 투자가 진행 중
- 국토해양부: 2006년 “국가물류기본계획(2006~2020)” 수립 이후 “국가물류기본계획 수정계획(2011~2020)”을 새롭게 제시함
- 국토해양부: 2010년 저탄소 녹색성장을 위한 국토해양 R&D 발전 전략을 수립하여 미래핵심기술 "Green up-30"을 선정하고, 9개 교통분야 중에서 “에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술”을 포함
- 이 중 “에너지 저감형 스마트 수직·수평 이송시스템 개발”은 4대 개발 대상 기술 중 하나임

제2절 기술적 타당성

1. 기존 또는 현재 추진 중인 연구개발사업

○ 2000년 이후 정부에서 추진한 물류장비 및 물류 통합시스템 관련 연구개발 사업을 정리하면, 각 부처에서 총 79건의 기획연구 및 개발 사업을 추진하였거나 추진 중인 것으로 파악되며 구체적 사업 목록은 다음 표와 같음

표 4-1. 기존 또는 현재 추진 중인 국가 R&D 사업 목록

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
3	친환경 혼합형 경량 스틸 파렛트 개발	산업자원부	2005.1 ~	철재와 종이 혼합형 초경량 스틸 파렛트 개발(방역처리 규제를 받지 않음(스틸+종이, MDF,파티칼보드, 합판 등))	하역/포장,장비
4	목재파렛트 대체 가능한 친환경 파렛트 개발 및 상용화	산업자원부	2003.1 ~	방역처리 규제를 받지 않고 가벼운 소재 개발(종이, MDF, 파티칼보드, 합판 등)	하역/포장,장비
5	상품포장운송을 위한 철제파렛트 설계 및 표준화	산업자원부	2003.1 ~	회수에 따른 파손이 거의 없어 재사용이 용이하며, 안전한 적층이 가능하여 적재효율이 증가	하역/포장,장비,SW
6	에너지 절약형 저온창고 개발	중소기업청	2007.12 ~ 2008.11	표준화된 에너지 절약형 저온저장고 개발 및 기술 보급과 생산성 향상, 기술확보	보관, 장비
7	건축용 패널의 자동적재 물류장치 개발	중소기업청	2007.7~ 2008.6	압착능력 500mmHg 이상의 안전하고 유연한 반전 시스템 개발과 자동화에 따른 생산속도 증가(현재 9m/min → 13m/min, 45%증가), 인원절감(5명->3명) 효과	보관, 시설, 장비
8	자동차부품선별 및 박스적재시스템 개선	중소기업청	2005.1 ~	박스적재 장치의 개발로 가공효율을 현재 70%수준에서 90% 이상 증가시킴으로써 작업 환경을 개선시키고 작업 기피 현상을 감소	하역/포장,장비

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
9	컨테이너 자동적재 시스템 개발	산업자원부	2005.1 ~	컨테이너자동 적재용 파지, 이송 매니퓰레이터 제어기술 개발	하역/포장,시설,장비,SW
10	과중량 단조품의 적재, 보관, 출고의 전자동 표준시스템	중소기업청	2002.1 ~	물류 개선을 위한 공장의 표준배치 확정, 작업의 형상, 크기, 중량분석으로 작업장비의 집단화, 집단화된 장비의 표준 파레트 설계, 장비에서 배출되는 작업의 파레트 적재슈트를 개발	하역/포장,장비
11	극저온 보관 시스템 및 운용기술개발	산업자원부	2007.1 ~ 2008.7	수작업형 제대혈 보관용기(기화량 1%이내, LN2 자동공급방식), 자동형 제대혈 보관용기 개발(Robotic Arm에 의한 적재/하역), 제대혈 Plant 제작기술 / 운용기술 개발	하역/포장,시설,장비
12	극저온 보관시스템의 로봇 arm 및 제어시스템 개발	산업자원부	2007.1 ~ 2008.7	극저온 환경에서 운영되는 로봇팔 개발	하역/포장,장비,SW
13	1톤급 하이랙 오더 피킹트럭 (High Rack Order Picking Truck) 국산화	산업자원부	2006.1~ 2007.3	전량 수입에 의존하고 있는 고부가가치 지게차인 High Rack Order Picker의 국산화	하역/포장,장비
14	고하중 이송용 컨베이어의 전기적 구동부 및 운반 매체 개발	중소기업청	2006.4~ 2008.3	파티클 방지 및 대전방지가 되므로 크린시설에 사용 가능하며 다중 구동부 연결 방법으로 대형 및 중량물 이송 가능한 컨베이어 개발	보관,장비
15	차세대 FPD용 비접촉 이송컨베이어 시스템 개발	산업자원부	2006.1~ 2008.9	비접촉 Air-floating 장치 개발, Glass 이송용 Magnet Roller Drive 시스템 개발 Clean Air Supplying Unit 개발	보관,장비
16	수직 반송형 클린 컨베이어	중소기업청	2006.1~ 2007.6	수직 반송형 클린컨베이어의 국산화	보관,장비
17	유도형 선형전동기를 이용한 트롤리 컨베이어 개발	중소기업청	2005.1 ~	이송구간내 몇 개소에 1차측 코일을 배치하고, 트레이를 적재한 트롤리를 이송할 2차측이 가동자(mover)가 되는 시스템 개발	보관,장비
18	Clean Room용 국부청정 Fanfilter Unit 컨베이어	중소기업청	2004.1 ~	ULPA FILTER 를 사용 CLASS의 청정도 및 정전기 방지를 위한 개별 컨베이어 부스의 개발	보관,장비,SW
19	무인 자동창고 제어 모듈 개발	중소기업청	2007.7 ~ 2007.12	무인 자동창고 제어시스템의 제어반을 간소화시키며, 표준화된 범용적인 인쇄회로기판 및 회로제작	보관,장비

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
20	RFID기반 항만물류 정보화 전략계획 수립	해양수산부	2004 ~ 2005	433MHz 능동형 RFID 이용한 컨테이너 위치추적, 900MHz RFID 태그를 이용한 차량 게이트 자동인식 등의 전략 수립	운송,보관,하역/포장,SW
21	RFID 기반 장치장 자동화(RTLS) 연구	해양수산부	2006.9 ~ 2006.12	- 한진 감만 터미널 RTLS 시범구축사업 - 국외RTLS제품및기술적용	운송,보관,하역/포장,SW
22	첨단항만 핵심기술 개발	해양수산부	1998 ~ 2003	- 지능형 통합 운영시스템 개발 - 항만/터미널의 장치, 시설물, 안전.보안관리 및 해운물류 정보망 정보운영.관리기술 개발	운송,보관,하역/포장,시설,장비,SW
23	차세대 지능형 항만물류 시스템기술 개발	해양수산부	2004 ~ 2009	컨테이너 터미널의 하역계획, 장비운영, 물류처리 과정 통합 및 실시간 자동 통제·처리 시스템 개발	하역/포장,시설,장비,SW
24	RFID 칩을 이용한 물류 네트워크 시스템 개발	과학기술부	2004 ~ 2005	- RFID Reader/Writer의 인식 거리 향상 - 물류 DB 작성 및 네트워크 S/W 개발	운송,보관,하역/포장,장비,SW
25	RFID 기술을 활용한 항공 수출입 물류인프라구축 시범사업	산업자원부	2005.6 ~ 2005.12	- 항공 수출 물류 프로세스에 RFID 기술 적용 - 화주기업과 물류기업의 효율적인 항공화물 관리에 필요한 국가 물류인프라 구축	운송,보관,하역/포장,시설,장비,SW
26	RFID 기반의 상품 라이프사이클 물류정보 통합관리 솔루션	산업자원부	2005~ 2010	RFID 기반 유비쿼터스 유통시스템 및 상품추적 통제시스템 개발 송수화물 위치 추적시스템 개발을 추진	운송,보관,하역/포장,SW
27	신성장동력 RFID 기반 물류통합관리	산업자원부	2005~ 2007	-RFID Active/Passive 미들웨어 개발 -공장자동화 관련 RFID 미들웨어 개발	운송,보관,하역/포장,SW
28	지능형 종합물류시스템	산업자원부	2004~ 2008	RFID를 이용한 전자물류 시스템 관리, 센서 네트워크 프로토콜, 인증/보안, 정보보호, 데이터전송 기술 개발	운송,보관,하역/포장,시설,장비,SW
29	RFID기반기술을 이용한 개성공단 통행/통관 및 물류관리시스템 구축	통일부	2005~ 2006	대북 물류 관리를 위한 반출입 절차 간소화 및 대북 물류 정보 관리	운송,장비,SW
30	RFID를 활용한 u-국방탄약관리확산사업	국방부	2006~ 2010	군수기능에 전자태그, 텔레매틱스, 와이브로·광대역통신망 등을 접목한 u-국방군수 사업 추진	운송,보관,하역/포장,장비,S

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
					W
31	USN 현장시험 추진 사업	정보통신부	2005~2006	5개 과제대상(농작물 재배환경, 혈액 및 항암제 관리 등)의 USN 현장시험 적용사업	운송,보관,하역/포장,SW
32	차세대 지능형 항만하역장비 자동화 시스템 개발	과학기술부	2003.6~2008.6	-차세대 항만터미널 및 운영 방식 모델 제시 - Infrastructure 설계기술 및 항만 시뮬레이터 개발 - 차세대 지능형 항만하역장비 모델수립 및 제시	하역/포장,장비,SW
33	무인 운반하역설비의 자동화 시스템 개발	산업자원부	2007.1~2009.9	운반, 하역설비의 무인 물류제어 시스템을 저비용투자로 고효율/효과를 내도록 개발	하역/포장,시설,장비,SW
34	지능형 운반하역 핸들링 시스템 개발	산업자원부	2005.5~	운반하역 핸들링 시스템의 자동무게 감지형 유닛 개발 (60kg급), 운반하역 핸들링 시스템의 오버슈트 저감형 유선 리모트 개발. 하중변화에 영향을 받지 않는 핸들링 컨트롤 시스템 개발	하역/포장,장비,SW
35	SAFETY LOAD LIMIT 기준 70MT의 차세대 하역장치 개발	산업자원부	2005.1~	-CAD/CAE기술과 자동화기술을 이용하여 하역장치 프레임 형상 - PULP간격 조정장치 설계하고, 간격조정장치와 Hook 이완장치의 자동제어는 PLC프로그램을 구성	하역/포장,장비
36	항만 본선 작업용 컨테이너 크레인 OCR 기술 개발	중소기업청	2007.7~2008.6	-본선 크레인용 OCR기술을 활용한 야드크레인 OCR기술 개발 확보 가능 -국내신항으로 수입되는 본선 크레인용 OCR기술의 수입대체 효과	하역/포장,SW
37	리치형 입식 전동지게차 개발	중소기업청	2007.7~2008.2	정적, 동적 설계 시 고려해야할 중요인자를 결정하는 방법을 개발하여 추후 다른 종류의 지게차 개발에도 쉽게 적용할 수 있는 능력 향상	하역/포장,장비
38	인간 친화형 차세대 지게차 개발	산업자원부	2003.4~	지게차 배기가스(TIER3) 및 소음규제(Stage2)에 대응가능한 친인간/친환경적 2톤급 엔진식 및 전동식 차세대 지게차 개발	하역/포장,장비
39	다품목생산을 위한 이송 및 반자동포장시스템 개발	중소기업청	2007.12~2008.11	- 동결만두가 동결기에서 이송컨베어로 이송될 때 충격에 의해 쉽게 깨지기 때문에 완충역할을	하역/포장,시설,장비

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
				할 수 있는 보조이송시스템의 개발 -냉동기로부터 배출되는 다품목 만두제품을 분리하여 포장기까지 이송할 수 있는 이송시스템	
40	컨테이너의 상.하역 및 운송기능을 동시 보유한 Lift Car의 개발	중소기업청	2004.1 ~	-차량 자체적으로 상차기능을 수행하여 적재 또는 하역을 할 수 있고, 운송까지도 가능한 장비 개발 - 컨테이너의 상하차시 요구되었던 크레인이나 리프트 등의 동력 및 인력을 획기적으로 절약 가능	하역/포장,장비
41	하이드로닉시스템을 이용한 버티컬 타입 리프트 개발	중소기업청	2005.1 ~	기존 차량용 리프트게이트는 물류차량 후부에 장착되어 있어 물류의 상·하역시 게이트를 열고 문을 열어야 하는 등 많은 불편한 문제점을 개선하기 위하여 작업동선과 신속한 작업이 용이할 수 있도록 해주는 리프트 게이트의 개발	하역/포장,시설,장비
42	지능형 호이스트	중소기업청	2007.7~ 2008.6	지능형 호이스트의 제어시스템으로 인해 작업자가 원하는 위치로의 중량물의 제어가능	하역/포장,시설,장비
43	RFID 기반 전자물류 핵심 응용시스템 기술 개발	산업자원부	2004.12 ~ 2010.4	RFID기반 전자기술을 이용, 핵심 물류시스템(CSS, WMS, VMS, TMS)을 구축하고 물류현장에 적용하여, 물류흐름을 실시간 모니터링할 수 있는 요소기술 및 시스템을 구축하여 RFID 활용에 적합한 세계적 시스템을 구축	SW
44	전자물류 시스템 운영을 위한 RFID 미들웨어	산업자원부	2004.12 ~ 2010.4	-RFID기반의 전자물류 미들웨어 시스템구축 - 물류시스템 연계 및 현장 적용에 의한 성능 효율화 및 최적화 - 지능형 센서네트워크 연계에의한 물류개발 및 시스템의 상용화	SW
45	RFID기반 유비쿼터스 전자물류 시스템 기술 개발	산업자원부	2004.12 ~ 2010.4	- RFID기반의 전자물류시스템(CSS,WMS,TMS,DMS,VMS,LMS의 6개) 개발 및 성능의 최적화 물류산업에 적용할 BizModel 및 운영 모델 개발 -전자물류시스템을 위한 유무선	SW

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
				연동의 RFID 센서네트워크 프로토콜 및 플랫폼의 개발, 상용화 - 대용량 물류데이터 처리를 위한 지능형 RFID 미들웨어 시스템의 개발 및 상용화 -시스템 통합을 통한 TestBed의 적용 - 시스템의 최적화 및 성능검증	
46	RFID기반 국제물류 통합 Platform 기술 개발	산업자원부	2006.11 ~ 2009.10	수출입물류절차상에서 각 물류거점별 및 사용자별 이동단계에 따라 생성되는 화물정보를 실시간으로 서비스하는 RFID기반의 Platform과 사용자 솔루션 개발 및 화물정보 사전신고 시행에 따라 물류기업이 대처할 수 있는 환경 구축	SW
47	u-Green Logistics 기반의 기업물류 Application 개발 및 테스트베드 구축	산업자원부	2007.9 ~ 2010.6	- U-Green Logistics 기반의 기업물류 Application 개발 및 테스트베드구축 - ERP, SCM 등 기업물류 레거시와 연계한 Aplication 시스템 개발 - 실제 활용기업의 참여를 통한 제품수준의 시범 서비스 운영 및 테스트베드 구축 - u-GL적용 방법론 및 평가지표 개발과 적용	SW
48	RFID기반 실시간 물류흐름 감시 및 분석 시스템	과학기술부	2006.3 ~ 2009.2	RFID 기반 폐쇄형 공급망 관리 구조에 필요한 물류흐름 통제 및 데이터 분석 알고리즘 개발	SW
49	통합제조/물류망의 최적화된 예측/계획을 위한 멀티에이전트시스템 응용기술	과학기술부	2004.1~	-제조/물류망시스템을 XML기반으로 통합 -다중 에이전트시스템, XML기반 시스템	SW
50	RFID를 이용한 WMS 개발	중소기업청	2006.7~	주문관리, 출하관리, 재고관리, 반품관리, 배차관리, 보고서 작성 및 분석 과 관련한 시스템	보관,SW
51	RFID기반 u-환경의 지능형 생산/물류/고객관리 플랫폼 개발	산업자원부	2004~ 2005	RFID 플랫폼 기반 지능형 생산관리, 물류관리시스템을 도입으로 데이터를 실시간으로 누적, 산출할 수 있는 기술을 개발	SW
52	생산기업의 유비쿼터스 지능형 창고 관리시스템 개발	중소기업청	2007.7 ~ 2008.2	-생산기업의 창고관리를 유비쿼터스 기술을 이용하여 효율적으로 수행할 수 있는 기술을	보관,SW

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
				개발 -전통적인 창고관리시스템 기능을 보유하면서 RFID기술로 창고관리의 효율성을 극대화	
53	RFID를 이용한 WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM 구현	중소기업청	2006.7 ~	-900MHz 고정형 Reader에서 물품의 자동 입.출고 활용을 위한 Ethernet API 개발 -900MHz 핸드헬드에서 물품정보 파악용 API및 응용 Module 개발 -RFID를 활용한 WMS 시범사례 구축	보관,SW
54	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
55	창고관리시스템 개발	중소기업청	2004.1 ~	창고관리 업무분석 및 웹 연동을 고려한 데이터베이스 설계를 통하여 창고관리 시스템 개발	보관,SW
56	창고관리 자동화 패키지를 이용한 실시간 시뮬레이터 개발	중소기업청	2002.1 ~	국산 창고관리 시뮬레이터의 개발	보관,SW
57	냉동/냉장상태감시를 위한 컨테이너 원격모니터링 시스템		2004.1 ~	RS-232C, TCP/IP 통신을 통한 모니터링 및 원격제어 시스템 구축	하역/포장,SW
58	물류자동화 및 분류시스템을 위한 위치영역감지 바코드스캐너 개발	과학기술부	2003.1 ~	물류의 자동구분 처리와 동시에 기록관리 대상 정보를 획득하기 위한 기반과 물류의 부피정보를 산출하기 위한 기반 기술	보관, 시설,SW
59	유비쿼터스 물류환경을 위한 능동형 스마트 태그 연구	교육인적자원부	2005.1 ~	-스마트 태그시스템, eSeal(전자봉인),스마트태크를 이용하여 물체의 위치를 실시간으로 추적하는 Real-time locating System의 개발 -각 태그에서 보내오는 신호의 세기(RSSI)를 측정하여 삼각측량법을 이용하여 위치를 알아냄	시설,SW
60	소포 배달구분용 스마트 로봇 매니퓨레이터 개발	지식경제부	2010	로봇 매니퓨레이터 개발	하역/포장,장비
61	양파의 산지물류비 절감을 위한 자동 저장고입고	농림부	2007 ~2008	-양파의 산지 물류비절감을 위한 자동 저장고 입고시스템개발	보관,하역/포장,장

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
	시스템 개발			-밸트컨베이어 개발	비,SW
62	적외선 센서를 결합한 영상인식 기술활용 컨테이너 크레인 무인화	과학기술부	2008	적외선 센서를 결합한 영상인식 기술활용 컨테이너 크레인 무인화	하역/포장,장비
63	풍동실험 및 전산유동해석을 이용한 컨테이너 크레인의 안정성 평가	해양수산부	2005	풍동실험 및 전산유동해석을 이용한 컨테이너 크레인의 안정성 평가	하역/포장,장비
64	휠구동 방식의 고속물류 핸들링 로봇 개발	산업자원부	2006 ~2007	휠구동 방식의 고속물류 핸들링 로봇 개발	하역/포장,장비
65	위치인식 기반 다목적 지능형 포터 로봇 개발	중소기업청	2009	위치인식 기반 다목적 지능형 포터 로봇 개발	하역/포장,장비
66	특수환경 Field navigation/ Localization 기술 연구센터	지식경제부	2009 ~2013	특수환경 Field navigation/ Localization 기술 연구센터	하역/포장,장비
67	블루투스 기반의 멀티로봇제어 시스템	중소기업청	2008	블루투스 기반의 멀티로봇제어 보드 개발	하역/포장,장비
68	지능형 로봇용 위치추적 시스템 개발	산업자원부	2005 ~2006	정밀 위치 제어, 항만 자동화	하역/포장,장비
69	컨테이너 운송하역 향상을 위한 자동화 장치 개발 기술지원	지식경제부	2008	컨테이너 운송하역 향상을 위한 자동화 장치 개발 기술지원	하역/포장,장비
70	자동 트랜스퍼 크래인 설계 및 제어 기술 개발	해양수산부	1998 ~2003	Anti-sway 3차원 해석, 가감속 및 보조 로프 제어 알고리즘, 자동 위치 및 하역 시스템의 인코더 데이터 보정 방법 및 실기간 처리 모니터링 및 관리 시스템	하역/포장,장비
71	차세대 컨테이너 선박을 위한 항만 하역장비 구조설계 및 개발	산업자원부	2005	풍동실험, 레일크램프, 콘테이너 크래인, LMTT 휠 구조설계	하역/포장,장비
72	대형 이동식 크레인용 track shoe 제조기술	산업자원부	2005	대형 이동식 크레인용 track shoe 제조기술	하역/포장,장비
73	크레인의 탄성변형을 고려한 제어시스템 설계 및 개방화 기술	과학기술부	2005	고속, 대형화 설계	하역/포장,장비
74	차세대 LCD Cassette 이송 시스템 개발	중소기업청	2004	Actuator,하중 1,000kg 대응 unit	보관,장비
75	POSCO 2연주 T4 Crane 무인 창고 제어시스템 개발	중소기업청	2007	Overhead-crane(천정크래인) 및 차량,trasfercar(대차), RollerTable 등 다양한 설비의 이동 및 작업 간섭을 고려한 크래인 무인 창고 제어시스템(하드웨어,소프트	보관,하역/포장,장비

연번	사업명	정부부처	기간	사업내용	물류기술분류
				웨어)	
76	BLDC를 적용한 물류자동화 System 개발	중소기업청	2005	AGV, 물류자동화(BLDC)	보관,하역/포장,장비
77	RFID기반 유비쿼터스 전자물류 시스템 기술 개발	산업자원부	2004.12 ~ 2010.4	- RFID기반의 전자물류시스템(CSS,WMS,TMS,DMS,VMS,LMS의 6개) 개발 및 성능의 최적화 물류산업에 적용할 BizModel 및 운영 모델 개발 -전자물류시스템을 위한 유무선 연동의 RFID 센서네트워크 프로토콜 및 플랫폼의 개발, 상용화 - 대용량 물류데이터 처리를 위한 지능형 RFID 미들웨어 시스템의 개발 및 상용화 -시스템 통합을 통한 TestBed의 적용 - 시스템의 최적화 및 성능검증	SW
78	특수환경 Field navigation/ Localization 기술 연구센터	지식경제부	2009 ~2013	특수환경 Field navigation/ Localization 기술 연구센터	하역/포장,장비
79	BLDC를 적용한 물류자동화 System 개발	중소기업청	2005	AGV, 물류자동화(BLDC)	보관,하역/포장,장비

○ 조사된 국가 R&D 사업 중 내용 및 기술 측면에서 상세 검토가 필요한 과제들에 대하여 검토한 결과는 다음 표와 같다.

표 4-2. 기존 국가 R&D 사업 중복성 상세 검토

본 연구	국가 R&D 사업명	상세 검토
일체형 수직 수평 이송 장비	풍동실험 및 전산유동해석을 이용한 컨테이너 크레인의 안정성 평가	- 연구내용 : 컨테이너 크레인의 안정성을 평가하는 연구임. - 검토결과 : 항만물류의 컨테이너 크레인에 대한 연구이며, 에너지 저감형 스마트 수직·수평 이송시스템 개발"에서 대상으로 하는 물류센터 내의 스태커 크레인(Mini-Load AS/RS) 관련 연구와는 상이함.
	AGV 제품 개발	-연구 내용 :수입기술 대체를 위한 루프형 무인지게차 연구임. - 검토 결과 : 항만과 같은 외부 사용을 목적으로 한 것으로 본 연구과제 내용인 수직, 수평 이송장치와는 유사성이 없음.
	직각 분기로가 있는 선형유도전동기 반송시스템의 개발	- 연구내용 : 자동차 생산라인, 컨테이너등의 물류 시스템에 적용하고자 할 수 있는 반송시스템에 관한 연구이다. - 검토결과 : 실험실 규모의 시제품을 제작한 반송시스템이며 에너지 저감 및 안정성에 대한 연구 결과가 없어 관련성이 없다고 판단됨.

○ 중복성 검토 및 관련성을 조사한 결과, 기존 또는 현재 추진 중인 연구개발 사업들은 본 기획과제에서 대상으로 하는 과제와는 관련성이 없거나 극히 미비한 것으로 판명되었음

2. 특허 분석

가. 특허 분석 개요: 기술분류 및 검색방법

○ 이송장비 관련 특허 동향을 살펴보기 위하여 대분류를 수직·수평 이송 장비로 구분하고, 2개의 중분류와 7개의 소분류로 대상 기술을 분류함

대분류	중분류	소분류	한국	일본	미국	유럽	합계
수직·수평 이송장비 (A)	Steady Conveyor (AA)	일반형 (수평형) (AAA)	3585	18080	15802	4733	42200
		Lift형 (수직, 경사 및 나사형) (AAB)	6045	17823	6413	2254	32535
		분류형 (Sorter) (자동, autosorter, 낱개품 및 씨뿌리기 분류기 PAS (Piece assort system) or DAS (Digital assort system)) (AAC)	988	6613	10863	3405	21869
	Unsteady Conveyor (Crane) (AB)	스태커 크레인 Stackercrane (AS/Rmachine: Automatic storage/retrieve machine) (ABA)	98	1,855	100	52	2105
		Crane (Bridge crane, Overhead crane (Electric monorail), Gantry crane, Automatic crane 등) (ABB)	417	3330	1290	381	5418
		Shuttle (ABC)	52	158	475	64	749
		이송체(Forklift truck, Lift truck, AGV, RGV, LGV 등) (ABD)	1384	2984	2016	946	7330

○ 특허분석은 다음과 같이 기술별 키워드를 바탕으로 작성한 검색식을 활용하였으며 기술 분류 간의 중복을 허용함

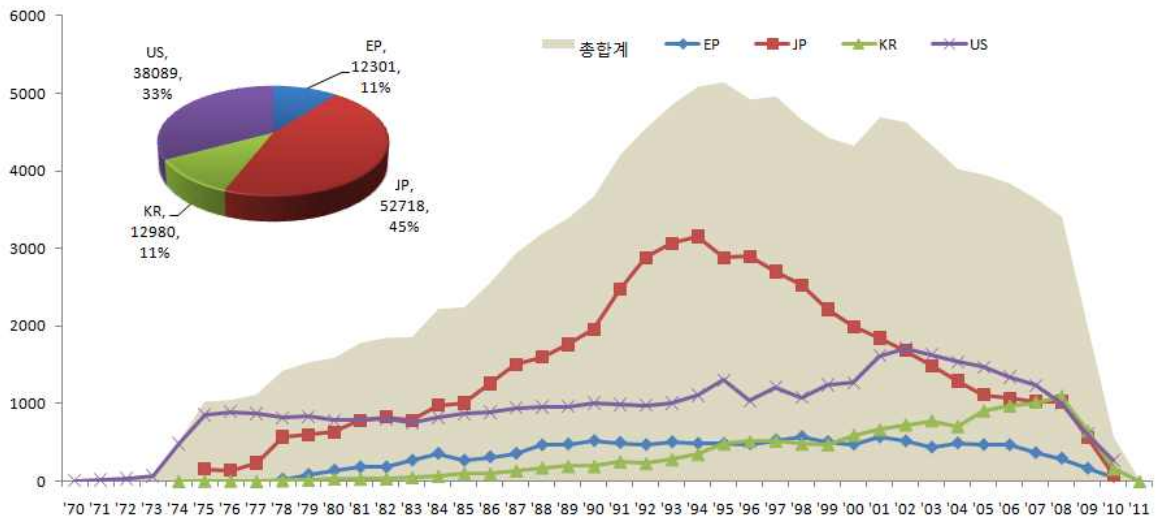
대분류	중분류	소분류	검색식
수직·수평 이송장비 (A)	Steady Conveyor (AA)	일반형 (수평형) (AAA)	(수평* horizon*) and (이송장치 이송장비 (이송 adj (장치 or 장비)) 컨베이어 캐리어 carrier* conveyor* conveyer* (handl* adj machin*) (feed adj gear*) ((carry* convey*) adj (apparatus* device*)))
		Lift형 (수직, 경사 및 나사형) (AAB)	(수직* 경사* 나사* vertical* perpendicular* Chute* Screw* Spiral*) and (이송장치 이송장비 (이송 adj (장치 or 장비)) 컨베이어 캐리어 carrier* conveyor* conveyer* (handl* adj machin*) (feed adj gear*) ((carry* convey*) adj (apparatus* device*)))
		분류형 (Sorter) (자동, autosorter, 낱개품 및 씨뿌리기 분류기 PAS (Piece assort system) or DAS (Digital assort system)) (AAC)	((분류형 Sorter) and (이송장치 이송장비 (이송 adj (장치 or 장비)) 컨베이어 캐리어 carrier* conveyor* conveyer* (handl* adj machin*) (feed adj gear*) ((carry* convey*) adj (apparatus* device*)))) 분류기 sorter PAS (Piece* adj assort* adj system*) DAS (Digital* adj assort* adj system*)
	Unsteady Conveyor (Crane) (AB)	스태커 크레인 Stackercrane (AS/Rmachine: Automatic storage/retrieve machine) (ABA)	((스태커 스택커 Stacker) and (크레인 크래인 기중기 crane)) or (Auto* adj2 (storage* or retriev*) adj2 machin*)
		Crane (Bridge crane, Overhead crane (Electric monorail), Gantry crane, Automatic crane 등) (ABB)	(브리지 브릿지 다리형 천장 갠트리 자동화 모노레일 Bridge* Overhead* Gantry* Automatic* (Electric adj monorail)) and (크레인 크래인 기중기 crane*)
		Shuttle (ABC)	(Shuttle 셔틀) and (캐리어 케리어 크레인 크래인 기중기 carrier crane)
		이송체(Forklift truck, Lift truck, AGV, RGV, LGV 등) (ABD)	이송체 지게차 (적재 adj 트럭) (리프트 adj 트럭) 무인반송차 무인운반차 (Forklift adj truck) (Lift adj truck) AGV (Automat* adj Guide* adj Vehicle) RGV (rail* adj Guide* adj Vehicle) LGV (raser* adj Guide* adj Vehicle)

나. 전체 특허 출원 동향

(1) 연도 및 국가별 출원 동향

○ 이송장비 관련 특허의 연도별 특허 출원 현황을 살펴보면 1970년부터 특허가 출원되기 시작하여 1995년에 가장 많은 5,139건의 특허가 출원되었음

- 이송 장비 관련 가장 많은 특허를 출원한 국가는 일본이며 전체 특허의 45%인 52,718건의 특허를 출원함
- 일본은 1990년대 중반 특허 출원이 가장 활발하였으나 2008년 이후 미국과 한국의 특허와 비슷한 특허 출원율을 보임
- 한국은 12,980건의 특허를 출원하여 전체 특허의 약 11%의 비율을 점유하였으며 1974년 이후 지속적으로 특허 출원이 증가하고 있음



주) 2009년 이후의 데이터는 공개가 되지 않은 특허 때문에 실제 특허건수보다 적을 수 있음

그림 4-1. 이송장비 관련 전체 특허의 연도별 특허 출원 현황

○ 특허 출원국별로 특허 출원건수와 출원인수를 바탕으로 특허 포트폴리오 분석을 실시한 결과, 한국은 기술 주기 중 발전기에 해당하며 특허 건수 및 특허 출원인수가 계속 증가하고 있음

- 미국, 일본, 유럽의 경우는 특허 출원 건수 및 특허 출원인수의 수가 증가하였다가 잠시 주춤하여 감소하고 있는 상황이며 이미 성숙된 기술이 특허로 다수 출원되었다는 것을 의미함

(2) 출원인별 출원 동향

○ 이송장비 관련 특허의 상위 10개 출원인 연도별 특허 출원 현황을 살펴보면 70년대 중반부터 90년대 초반까지는 일본의 히타치, 캐논 등의 기업에서 특허 출원이 활발히 진행되었으며 1990년대 후반부터 삼성전자, 무라타 기계 등의 특허 출원이 활발히 진행됨

- 삼성전자의 경우 1997년에 가장 많은 97건의 이송장비 관련 특허를 출원하였으며 일본의 무라타 기계는 1992년에 가장 많은 100건의 관련 특허를 출원함

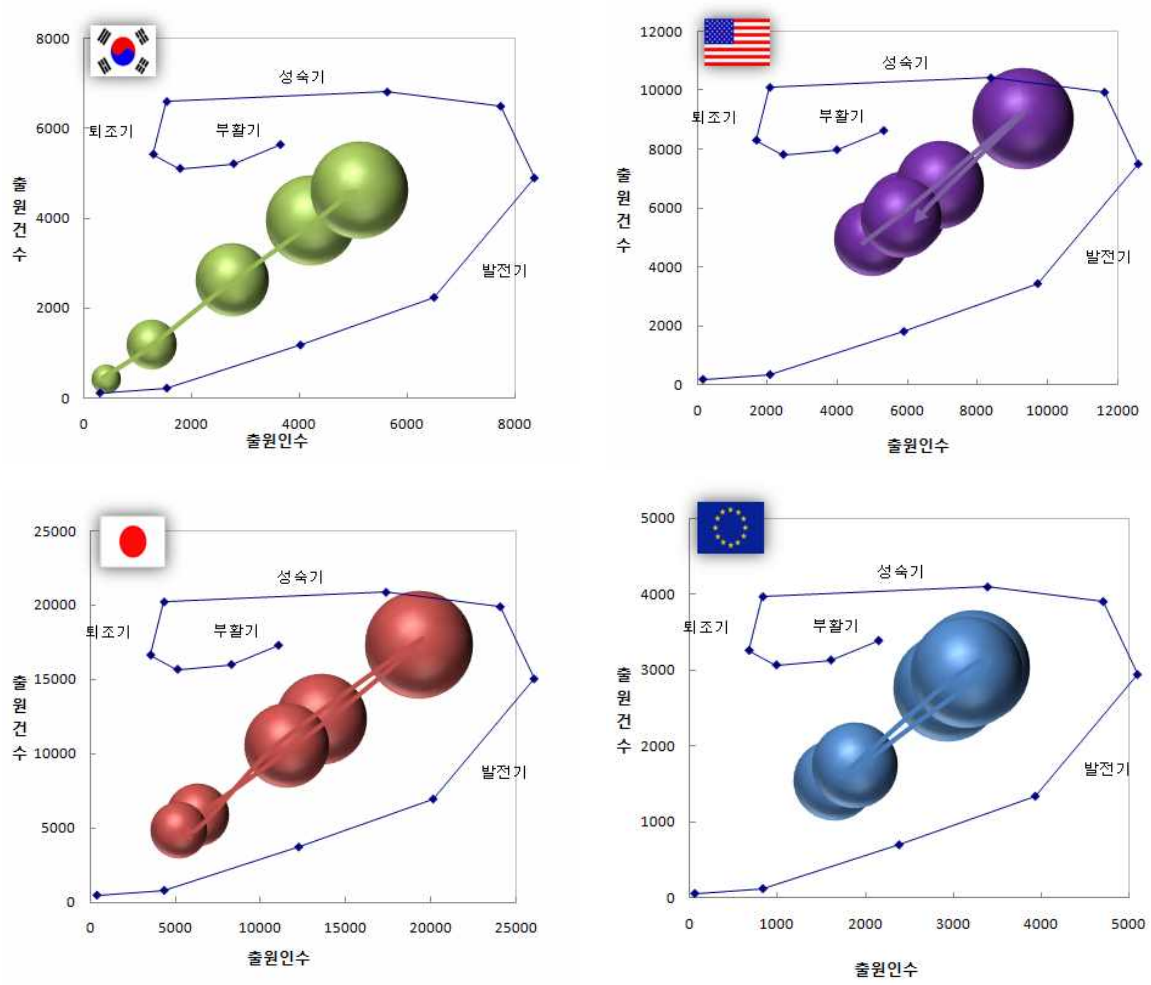
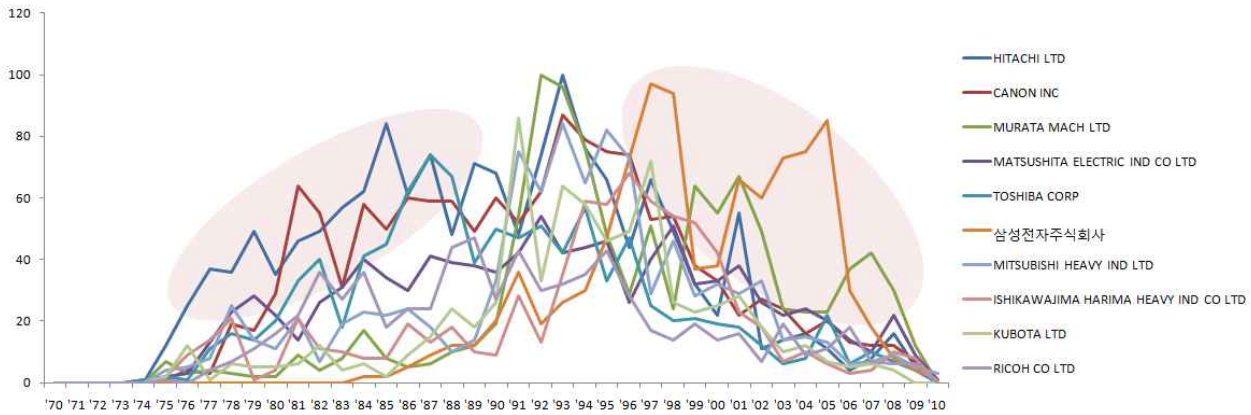


그림 4-2. 이송장비 관련 전체 특허 포트폴리오 분석



주) 2009년 이후의 데이터는 공개가 되지 않은 특허 때문에 실제 특허건수보다 적을 수 있음

그림 4-3. 이송장비 관련 10개 상위출원인의 연도별 특허 출원 현황

○ 이송장비 관련 특허의 상위 10개 출원인의 특허 출원 현황을 살펴보면 일본 전자 기업 및 기계 제조 기업들이 대부분 상위권에 분포되어 있으며 한국의 경우 삼성전자가 10위 안에 랭크됨

- 상위 기업이 대부분 일본기업으로 일본에 특허 출원이 가장 활발하며 미국에 소량 특허 출원이 진행됨
- 한국의 삼성전자 역시 삼성 출원 특허의 84%인 821건의 특허를 한국에 출원하였으며 일본 및 미국에 70여건의 특허를 출원함

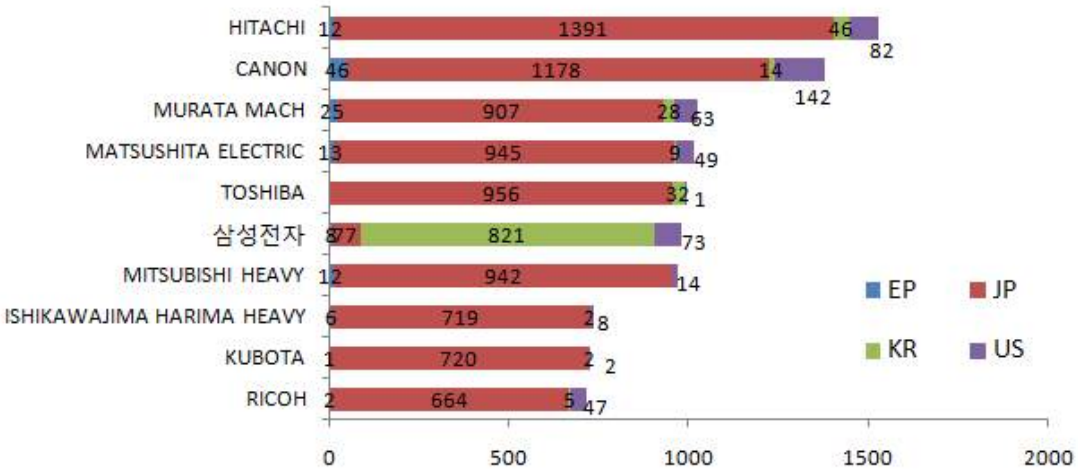
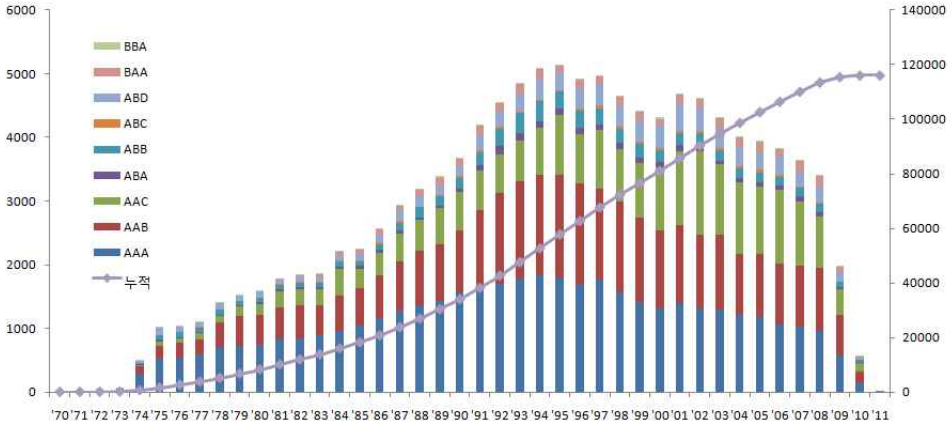


그림 4-4. 이송장비 관련 전체 특허의 출원인별 특허 출원 현황

(3) 기술별 출원 동향

○ 세부 기술들의 특허를 연도별로 나열하면 다음 차트와 같으며, 수평 컨베이어(AAA)와 리프트형(수직형) 컨베이어(AAB), 분류형 컨베이어(AAC) 등의 특허 출원이 활발한 것으로 분석됨

- 수평 컨베이어 관련 특허의 경우 1990년대 중반 이후 특허 출원이 감소하고 있으나, 수직형 컨베이어와 분류형 컨베이어의 경우에는 1990년대 후반 이후 일정하게 특허출원이 진행되고 있음



주) 2009년 이후의 데이터는 공개가 되지 않은 특허 때문에 실제 특허건수보다 적을 수 있음
주) 왼쪽의 세로축은 세부기술별 특허건수를 의미하며 오른쪽 세로축은 누적건수를 의미함

그림 4-5. 이송장비 관련 세부기술 특허의 연도별 출원 현황

○ 이송장비 관련 세부기술의 국가별 특허 출원 현황을 살펴보면 대부분의 기술들이 일본에 가장 많은 특허가 출원되었으며 상대적으로 수평형 컨베이어(AAA)와 분류형 컨베이어(AAC), 이송체(ABD)의 특허가 미국에 다수 출원됨

- 이송체 기술 관련 특허의 경우, '한·미·일·유' 4개국에 특허 출원이 비슷하게 진행되었으며 유럽에 가장 많은 특허가 출원된 기술 분야는 수평형 컨베이어와 분류형 컨베이어 분야로 나타남

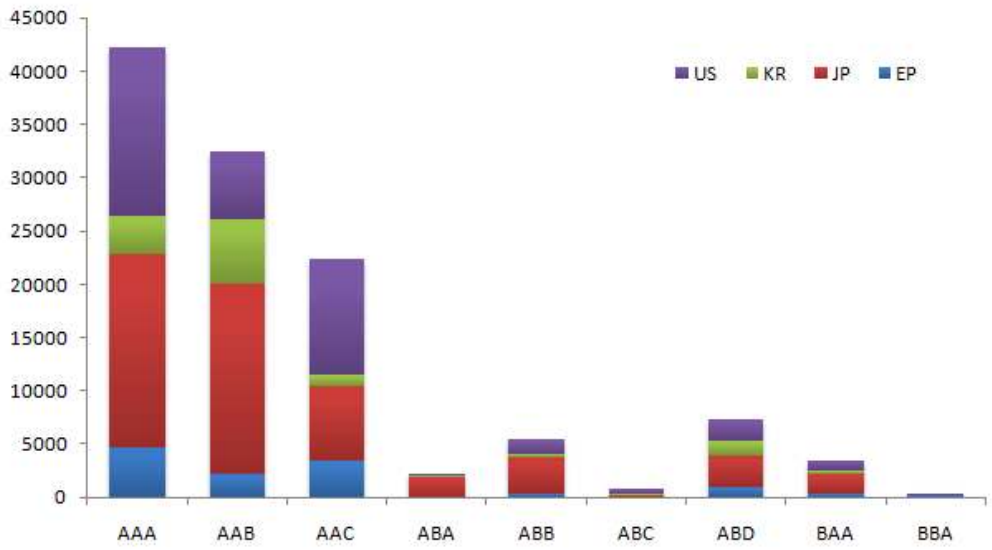


그림 4-6. 이송장비 관련 세부기술 특허의 국가별 특허 출원 현황

○ 이송장비 관련 세부 기술들의 특허를 출원인별로 살펴보면 일본의 히타치의 경우 수평형 컨베이어(AAA), 수직형 컨베이어(AAB), 브리지 크레인(ABB) 분야의 특허 출원이 활발히 진행되었으며 캐논의 경우 분류형 컨베이어 관련하여 특허 출원이 활발히 진행됨

- 한국의 삼성전자의 경우 수평(AAA), 수직형 컨베이어(AAB)와 이송체(ABD) 관련 특허 출원이 활발히 진행됨

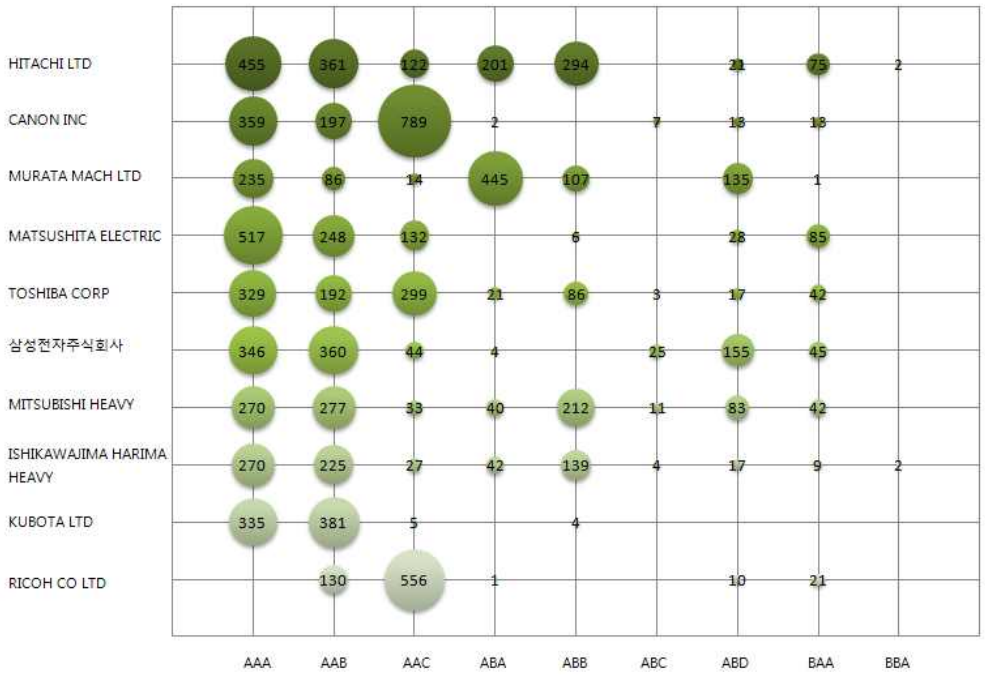


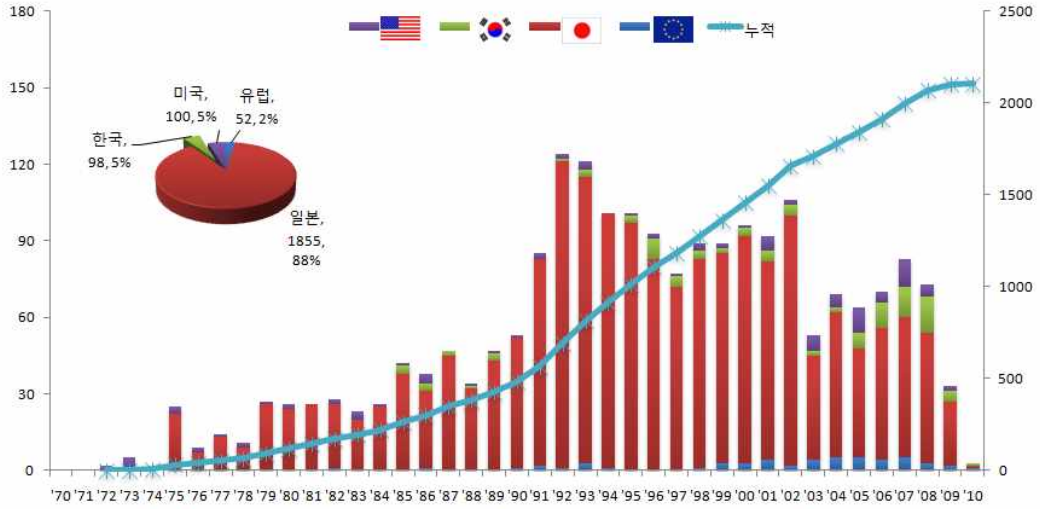
그림 4-7. 이송장비 관련 세부기술 특허의 상위 출원인별 특허 출원 현황

다. 세부 기술별 특허 출원 동향

(1) 스태커 크레인

○ 스태커 크레인 관련 기술은 1990년대 중반까지 특허 출원이 급속도로 증가하다 1990년대 중반 이후 다소 감소하는 경향을 보임

- 일본에 총 2,105건의 특허 중 1,855건(88%)이 출원되어 대부분 일본에서 출원되고 있으며 관련 시장이 일본에 크게 형성되어 있다고 할 수 있음
- 한국에 스태커 크레인 관련 특허는 5%인 98건의 특허가 출원되었으며 미국도 5%인 100건, 유럽에는 2%인 52건의 특허가 출원됨



주) 2009년 이후의 데이터는 공개가 되지 않은 특허 때문에 실제 특허건수보다 적을 수 있음
주) 왼쪽의 세로축은 세부기술별 특허건수를 의미하며 오른쪽 세로축은 누적건수를 의미함

그림 4-8. 스태커 크레인 기술 특허의 연도별 출원 현황

○ 스태커 크레인 관련 기술의 10개 상위 출원인별 특허 출원현황을 살펴보면 대부분 일본 기업이 상위에 랭크되어 일본 자국내 특허 출원이 활발히 진행됨

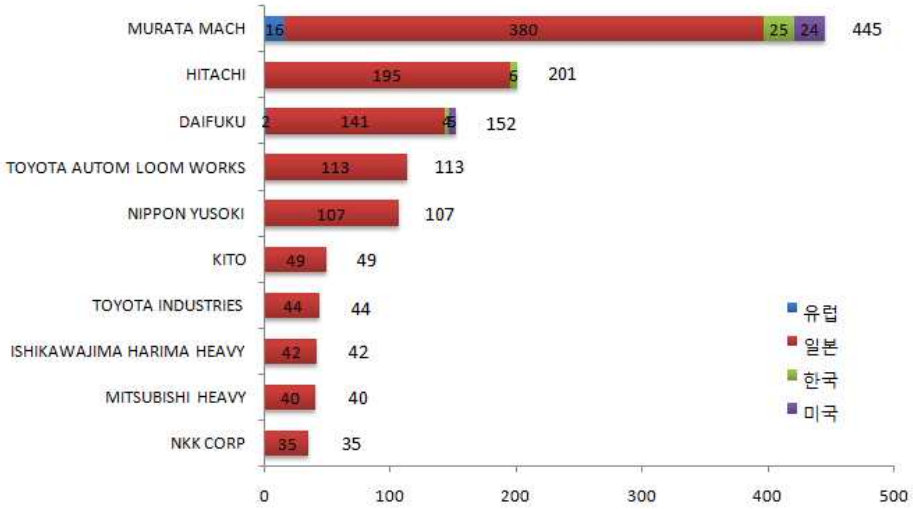


그림 4-9. 스태커 크레인 기술 특허의 상위 출원인별 특허 출원 현황

○ 스태커 크레인 관련 상위 출원인의 연도별 특허 출원현황을 살펴보면 1980년대 까지는 일본 히타치의 특허 출원이 활발하게 진행되었으며 1990년대 초반이후 일본 무라타 기계의 특허 출원이 활발히 진행됨

- 2000년대 초반에 무라타 기계 외에 DAIFUKU, NIPPON YUSOKI 등의 특허 출원도 활발히 진행됨

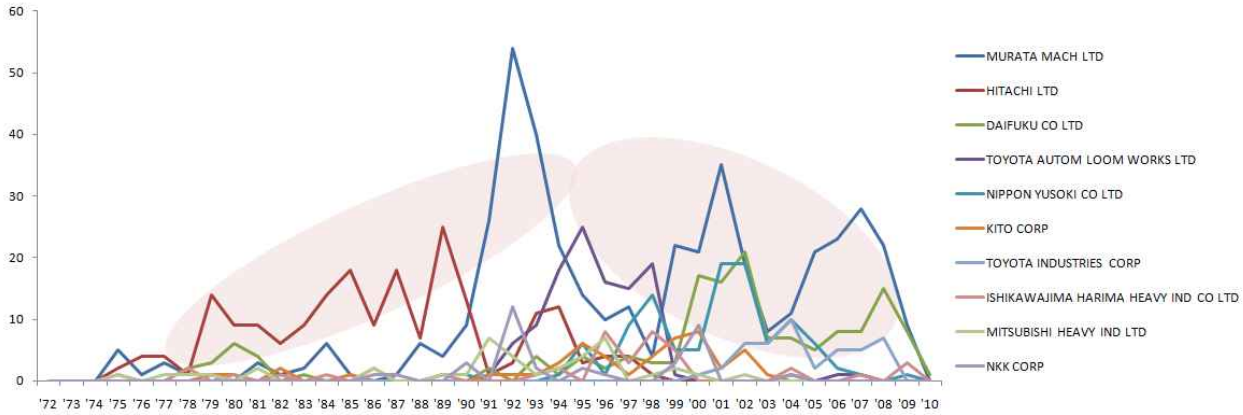


그림 4-10. 스태커 크레인 특허 상위 출원인의 연도별 특허 출원 현황

○ 스태커 크레인 관련 출원인 국적별 특허 출원 분포를 살펴보면 일본의 출원인들이 일본에 대부분의 특허를 출원한 것으로 분석되며 일본에 비해서는 미비하나 한국에 일본과 한국의 출원인들이 특허 출원을 활발히 진행함

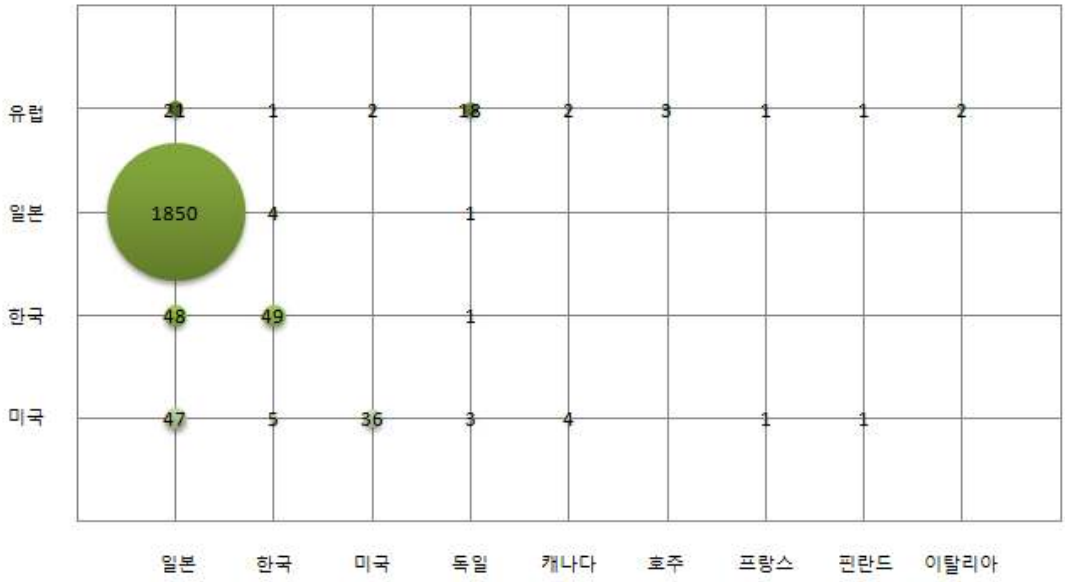


그림 4-11. 스태커 크레인 기술 특허의 상위 출원인별 특허 출원 현황

(가) 스태커 크레인 세부기술

○ 스태커 크레인 관련 기술 중 5개 세부기술별 특허 분석을 실시하였으며 세부기술 항목별 특허건수는 다음과 같음

기술명	세부기술	한국	미국	일본	유럽	총합계
스태커 크레인	에너지	3	1	17	-	21
	Energy					
	안전	4	-	52	-	56
	Safety					
	소재 or 재질 or 플라스틱 체인 or 광섬유	1	9	98	4	112
	Material or plastic chain or optical fiber					
	동력장치 or 구동장치 or 구조 or 주행장치 or 제어 or 고속	77	15	298	4	394
	Power or Driver or Actuator or structure or Navigation or Control or High speed					
	운영 메커니즘 or 소프트웨어 or 알고리즘	3	18	87	5	113
	Operational mechanism or software or algorithm					

○ 스태커 크레인의 5개 세부기술을 연도별로 나타내면 1980년대에는 소재, 동력장치, 운영 매커니즘 관련 기술의 특허 활동이 활발히 진행되었으며 1990년대에는 전체 세부기술들의 특허 출원이 양적으로 증가하였고, 특히 동력장치의 경우 급속도로 특허 활동이 활발히 진행됨

- 스태커 크레인의 동력 장치 관련 특허는 총 특허의 57%인 394건의 특허가 출원되었으며 스태커 크레인 소재와 스태커 크레인 운영 메커니즘 관련 특허가 각각 112건, 113건으로 16%를 차지함

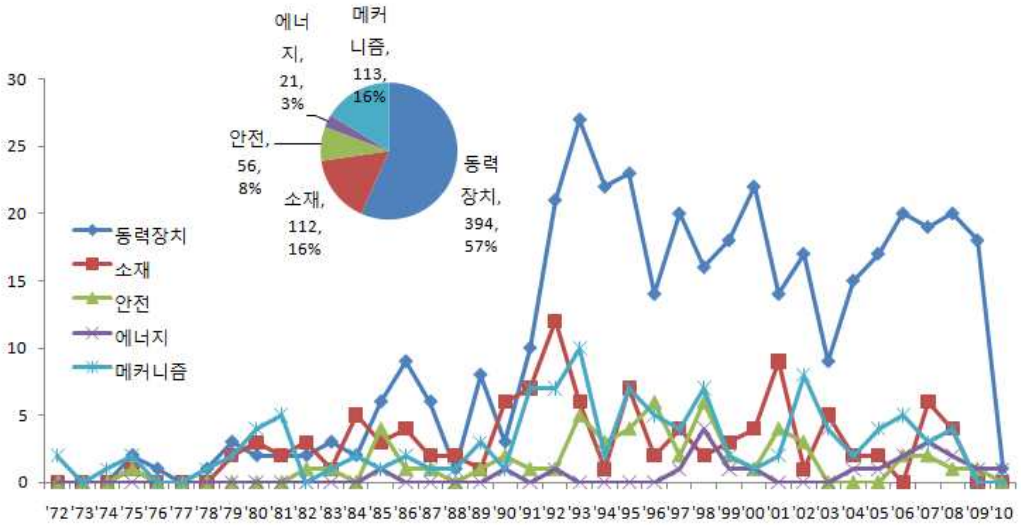


그림 4-12. 스태커 크레인 세부기술의 연도별 특허 출원 현황

○ 국가별로 스태커 크레인 세부기술들의 출원 현황을 살펴보면 일본에 특허 출원이 집중되어 있는 것으로 분석됨

- 일본에 많은 특허가 출원된 것은 스태커 크레인 상위 출원인들이 대부분 일본기업이기 때문이며 상대적으로 동력장치 기술 분야의 경우 여러 국가에 특허 출원이 진행 되었으나 역시 일본 특허 출원이 가장 많음

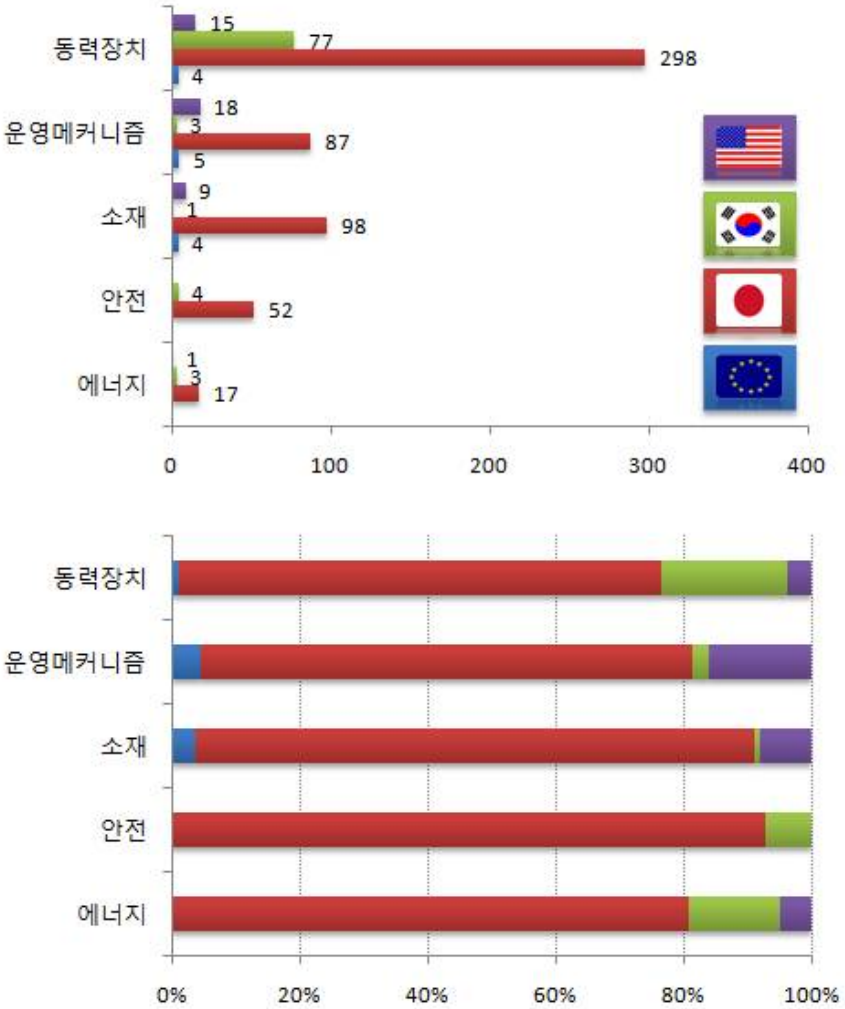


그림 4-13. 스태커 크레인 세부기술의 국가별 특허 출원 현황

○ 출원인 국적별로 스태커 크레인 세부기술의 특허 출원 현황을 살펴보면 동력장치의 경우 일본, 한국, 미국의 특허 출원이 활발히 진행되었으며 소재 관련 특허는 일본과 미국에서 상대적으로 출원이 활발히 진행됨

- 스태커 크레인 기술의 운영 매커니즘 관련 특허의 경우에도 일본과 미국에서 다수 출원됨

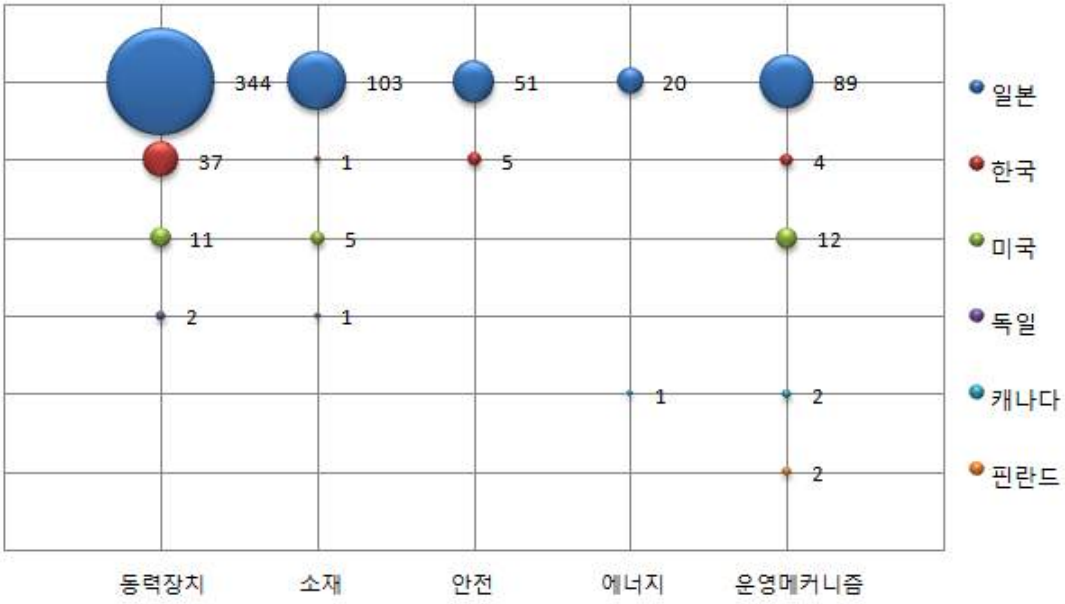


그림 4-14. 스태커 크레인 세부기술의 출원인 국적별 특허 출원 현황

○ 스태커 크레인 5개 세부기술별로 PFS(특허패밀리지수), CPP(피인용지수) 등을 활용하여 시장 확보력과 질적 수준을 판단함

- 미국 등록 특허를 대상으로 하며 PFS 값이 클수록 시장확보력이 크고 CPP 값이 클수록 특허의 질적 수준이 크다고 가정함

○ 시장 확보력이 높고 특허의 질적 수준이 높은 세부 기술은 스태커 크레인 동력장치 기술과 스태커 크레인 운영 메커니즘 기술로 분석되었으며 스태커 크레인 소재 기술의 경우 질적 수준은 높으나 시장 확보력은 아직 작은 것으로 판단됨

- 스태커 크레인 에너지 관련 기술과 안전 관련 기술은 상대적으로 아직 질적 수준과 시장 확보력이 미흡한 것으로 판단됨

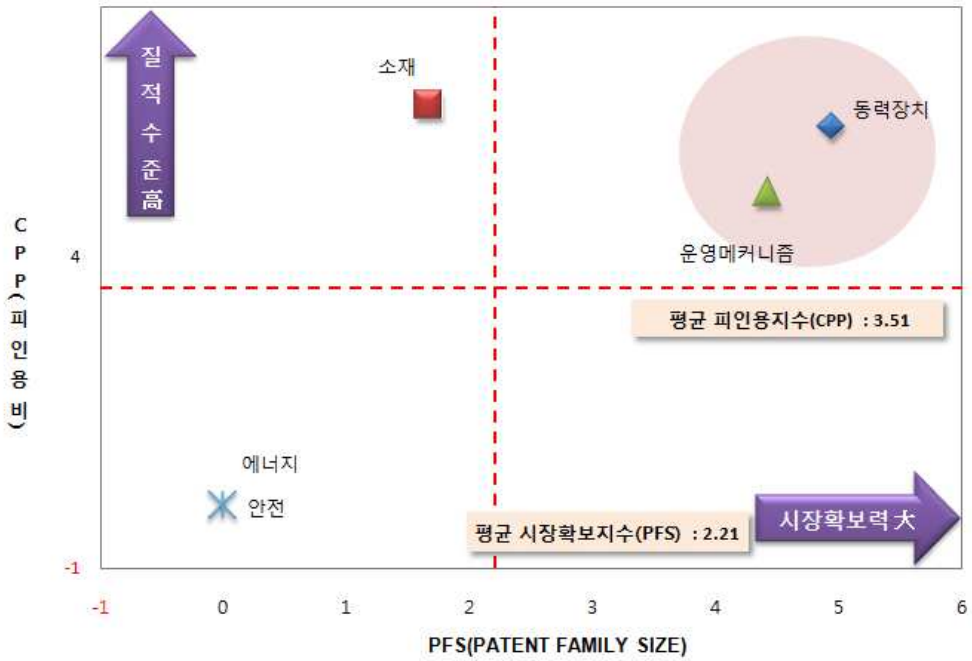


그림 4-15. 스태커 크레인 세부기술의 질적 수준 및 시장확보력 분석

○ 상위 출원인의 세부 기술별 특허 출원현황을 살펴보면 가장 많은 특허를 보유한 기업은 일본의 무라타 기계로 약 120건의 특허를 출원함

- 무라타 기계의 특허 출원은 스태커 크레인 동력 장치와 소재에 집중되어 있으며 2위 출원 기업인 Dafuku의 경우 동력장치에 특허출원을 집중하고 있음
- 대부분 기업들이 동력장치에 특허 출원을 집중하고 있으나 일본의 Hitachi의 경우 스태커 크레인 운영 메커니즘에 집중하고 있었으며 Nippon Steel의 경우에도 운영 메커니즘에 특허 출원을 집중함
-

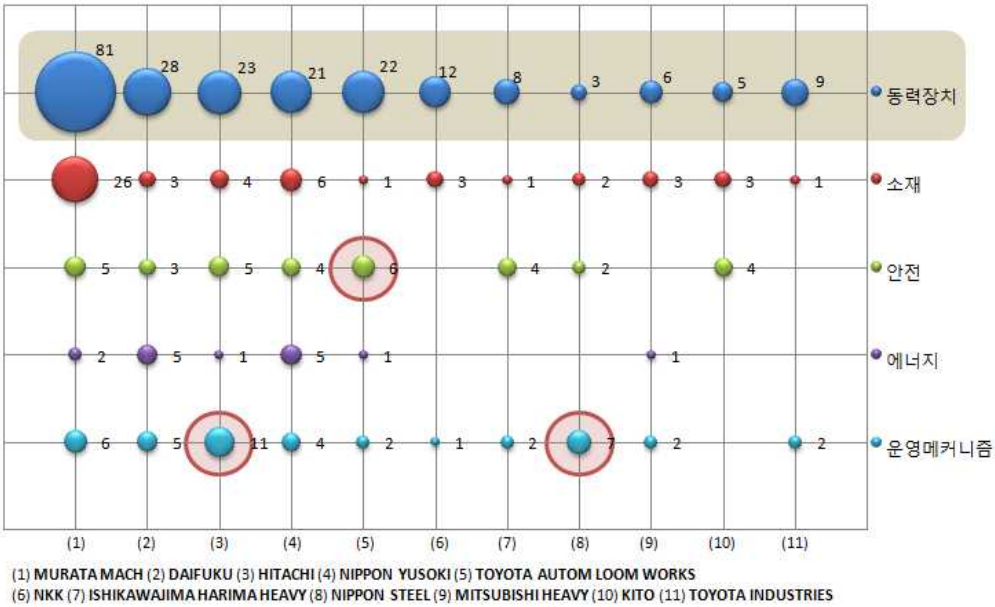


그림 4-16. 스태커 크레인 세부기술 상위 출원인의 특허 출원 현황

다. 핵심특허 분석

○ 분야별 기술수준 판단을 위해 분야별 기획방향과 일치하는 선행특허를 검색하고, 검색을 통해 추출된 해외특허와 국내특허를 검토하여 국내특허의 기술수준을 분석함으로써, 선도국 대비 우리나라의 기술적 수준을 판단함

과제명	세부기술요약
에너지저감형 miniload AS/RS 핵심기술	- 물류센터의 자동창고에 사용되는 stacker crane과 유사기능 - 자동으로 화물 입고장에 있는 팔레트 화물을 보관랙으로 이동하거나 또는 보관랙에서 화물을 빼내어서 화물 출고장으로 이동시키는 기능 - 이동시에는 화물의 현재 위치를 파악하고, 스스로 목표점으로 이동하는 기능

특허장벽

특허 (등록.공개) 번호	출원일자	출원인 (출원인국적)	권리 상태	유사도 점수 (1-10)	핵심요지
US-0100943	2010-10-28	H.-W. CHRISTOPH (독일)	등록	8	High-bay 물류창고에 사용될 수 있는 스태커크레인의 마스트의 구조 및 그 구조용 레일 가이드 구조에 대한 기술
EP-1676808	2	Dematic GmbH & Co. KG(독일)	등록	6	자동창고에서 크래인의 수평이동을 위한 샤시에 대한 기술(수직 가이드, 수직 이송 플렛폼, 데이터 전송 단위 등)
JP-0143757	2008-12-22	MURATA MACHINERY LTD(일본)	등록	7	스택커크레인을 가진 자동창고에서 화물을 이송하는 cycle time을 짧게 하는 방법에 대한 기술(랙 구조, 크레인 팔 구조 및 동작 등)
JP-0345838	2003-05-26	HITACHI KIDEN KOGYO LTD (일본)	등록	7	자동창고내에 스태커크레인의 이송시간을 줄이고 이송용량을 향상시키기 위한 동작 방법에 대한 기술(자동창고 입출고 구조, 랙 구조, 두 개이상의 스택커 크레인 동작 방법 등)
KR-10-2001-0011016	1999-07-24	신동수(한국)	등록	7	자동창고의 스태커 크래인용 포킹장치 및 이를 채용한 스토리지 랙 구조에 대한 기술(이동 가능한 서포트 프레임에 설치된 메인 프레임, 메인프레임에 설치된 구동원, 메인 프레임에 대해 왕복 이동 가능하게 설치된 한 쌍의 중간 프레임, 중간프레임에 결합된 적재부재, 동력전달수단, 서브 동력전달수단 등)

검토의견 (종합유사도 및 대처방안)	• Miniload AS/RS에 관한 특허는 해외 및 국내에 소수의 특허가 출원되어 있음 • 관련 핵심기술을 검토한 결과 AS/RS의 구조설계와 마스트 설계, 랙 설계, 구동원 설계, 동력전달 수단 및 크레인 동작 방법에 새로운 기술이 다수 검색됨 • 다만, 다음의 내용이 아직 출원되어 있지 않음 - 마스트의 경량화에 의한 에너지 저감 - 에러 관리를 위한 모니터링에 의한 관리 방법 - 에너지 소비 패턴 모니터링에 의한 관리 방법 • 따라서, 관련 기술을 검토한 결과 Miniload AS/RS 기술은 유럽 및 미국 기업에 의해 주도되고 있으며, 기술의 유사성을 검토한 결과 신규성이 다소 있는 것으로 파악되어 마스트 경량화, 에러관리 모니터링 및 관리 방법, 에너지 소비 패턴 모니터링 및 관리 방법 등과 같은 차별화된 기술의 기술 선점 전략 수립이 필요할 것으로 사료됨

■ 이송장치 관련 특허 분석 결과, 대부분 구동장치, 운영 메커니즘 그리고 소재 관련한 특허로서 전체 특허 건수 중 총 89% 출원되었음

■ 상대적으로 에너지와 안전과 관련한 특허 출원은 매우 적음

■ 핵심특허 분석 결과

- 유럽 및 미국 기업에 의해 주도
- 기술의 유사성을 검토한 결과: 신규성이 다소 있는 것으로 파악
- 회피방안: 마스트의 경량화에 의한 에너지 저감 방법, 에러 관리를 위한 모니터링에 의한 관리 방법, 에너지 소비 패턴 모니터링에 의한 관리 방법 등과 같은 차별화된 기술의 기술 선점 전략 수립이 필요

3. 논문 분석

○ 조사방법

- 학술논문 검색 사이트를 이용한 검색어 입력
- 1990년부터 2010년까지 출판된 국내외 논문과 proceedings을 조사

○ 물류와 관련된 이송장치 논문 발표건수 요약

주 검색	국내	국외	비고
AS/RS (스태커 크레인)	21	46	▪ 소수 논문이 발표 ▪ 주로 구동장치 및 운영메카니즘 논문이 발표
크레인	27	33	▪ 소수 논문이 발표 ▪ 주로 구동장치 및 운영메카니즘 논문이 발표

○ 국내 스태커 크레인 관련 연구 논문은 다음과 같이 조사되었음

- 활용검색어: ((stacker & crane) or (automatic & storage & retrieval & (system or machine)) or (AS/RS)) & (logistics or warehouse or (distribution & center) or 물류 or 물류창고 or 물류센터)
- 총 21건
- 그 중 구동장치 관련 2건, 운영 메카니즘 관련 5건이고 나머지는 기타에 속함

○ 국외 스태커 크레인 관련 연구 논문은 다음과 같이 조사되었음

- 활용검색어: ((stacker & crane) or (automatic & storage & retrieval & (system or machine)) or (AS/RS)) & (logistics or warehouse or (distribution & center) or 물류 or 물류창고 or 물류센터)
- 총 46건
- 그 중 구동장치 관련 19건, 운영 메카니즘 관련 15건이고 나머지는 기타에 속함

○ 국내 크레인 관련 연구 논문은 다음과 같이 조사되었음

- 활용검색어: (크레인 or crane) & (logistics or warehouse or (distribution & center) or 물류 or 물류창고 or 물류센터)
- 총 27건
- 그 중 구동장치 관련 13건, 운영 메카니즘 관련 4건, 안전관련 1건이고 나머지는 기타에 속함

○ 국외 크레인 관련 연구 논문은 다음과 같이 조사되었음

- 활용검색어: (크레인 or crane) & (logistics or warehouse or (distribution &

center) or 물류 or 물류창고 or 물류센터)

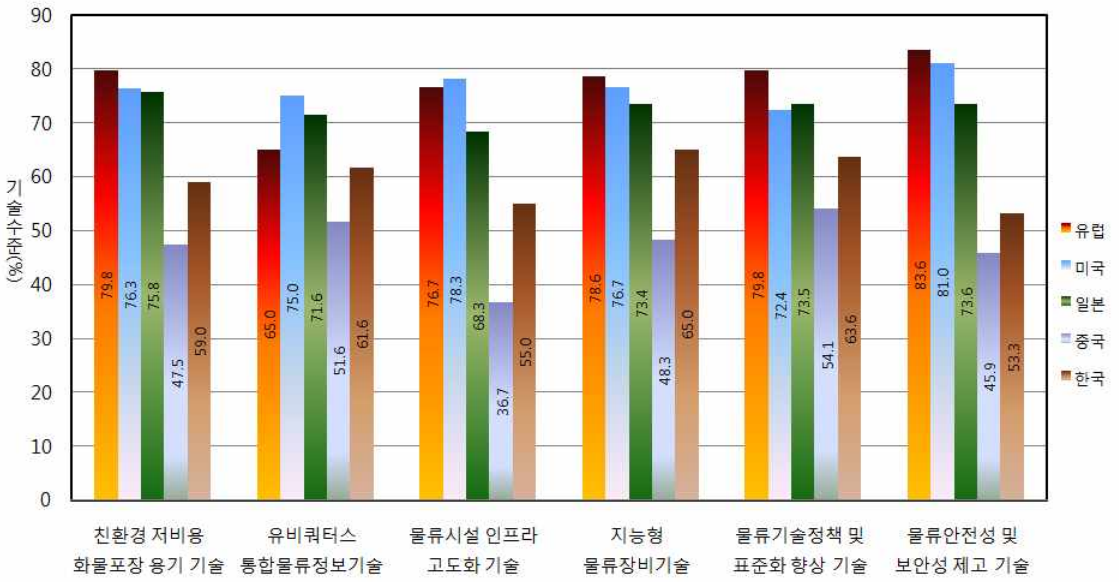
- 총 33건
- 그 중 구동장치 관련 19건, 운영 메카니즘 관련 13건, 안전 관련 3건이고 나머지는 기타에 속함

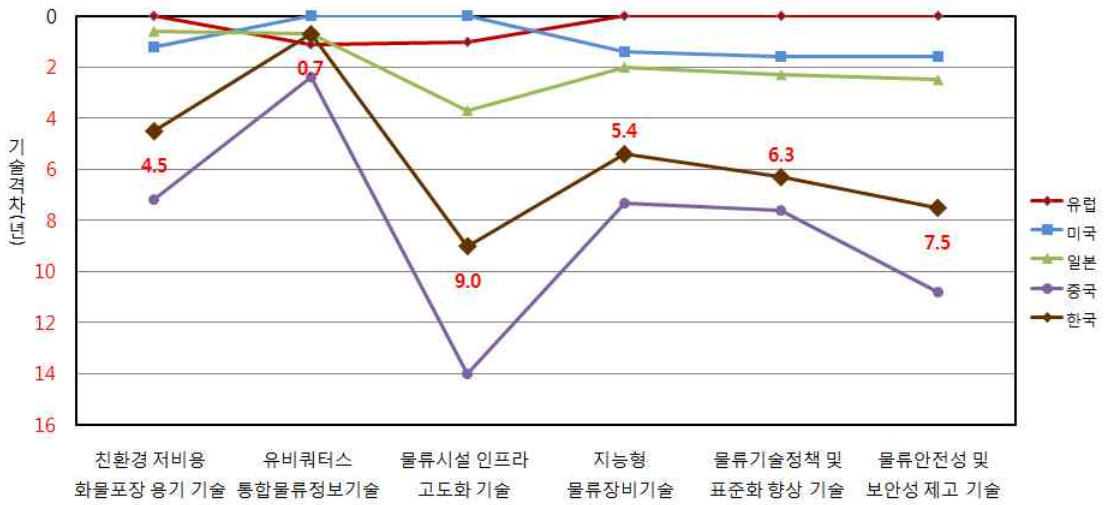
■ 국내외 논문 발표는 매우 적음
■ 발표된 논문의 대부분은 구동장치, 운영 메커니즘 관련한 논문임
■ 에너지, 안전 및 소재 관련한 논문은 매우 적음

4. 기술 수준 현황 분석

○ 한국과학기술평가원의 국가 R&D 기술산업정보서비스(National Science & Technology Information Service; NTIS)의 기술수준 현황자료를 바탕으로 국내 물류장비의 기술 수준 및 선진국 대비 기술격차를 분석하였음

○ 먼저 NTIS에서 제공하는 첨단물류기술 분야는 "친환경 저비용 화물포장 용기 기술", "유비쿼터스 통합물류정보기술", "물류시설 인프라고도화기술", "지능형 물류장비기술", "물류기술정책 및 표준화향상기술", "물류안전성 및 보안성 제고기술"의 6가지로 분류되며, 이의 주요 국가별 기술 수준 및 격차는 다음과 같음





자료: 국가 R&D 기술산업정보서비스(NTIS) 자료 발췌(2010년 기준)

○ 지능형 물류장비기술의 세계 최고수준 대비 현 기술수준 및 기술격차는 82.7% 및 5.4년임

○ 지능형 물류장비기술의 기술수준 향상 기여요인을 살펴보면 다음 표와 같다.

(최고점수: 5)

지능형 물류장비기술	전문 인력	연구 자금	정보 인프라	제도 정책	산학연	국제 협력	기초 분야	실용화 지원	구재수요 시장규모
세계최고국	3.8	4.3	4.2	4.2	3.5	3.8	3.3	3.7	3.6
우리나라	3.8	3.8	4.0	4.0	3.5	3.6	3.0	2.9	3.9

○ 상기의 자료로부터, 연구자금 및 실용화 지원 영역에서 기술수준 향상에의 기여도가 상대적으로 낮음을 알 수 있음

○ 세계최고국과의 기술격차가 5년 이상 발생하고 있는 현 상황에서 단기간(3년~5년)의 집중적인 연구투자가 이루어진다면 충분히 선진국 기술을 추격할 수 있을 것으로 판단됨

제3절 경제적 타당성

1. 물류장비의 경제성 평가 기준

○ 경제성 분석은 예비타당성 대상사업의 국민 경제적 파급효과와 투자 적합성을 분석하는 핵심적 조사과정으로서 비용-편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 기본적인 방법론으로 채택하여 분석하여야 함[9]. 비용-편익분석을 위해서 사업 시행에 따른 수요를 추정하여 편익을 산정하고, 총 사업비와 해당 사업의 운영에 필요한 모든 경비를 합하여 비용을 산정하며, 일반적으로 B/C 비율이 1보다 클 경우 경제적 타당성이 있음을 의미함[10]. 또한 순수 R&D사업 및 기타 비투자 재정부문 사업 등 비용-편익분석이 적합하지 않다고 판단되는 사업의 경우에는 경제사회적·과학기술적 파급효과 등을 산출하고 이를 통해 비용-효과분석을 실시할 수 있음.

○ 본 사업과 같이 물류 흐름에 있어 인력에 크게 의존하는 물류장비의 개발에 대한 경제성 평가는 크게 연구개발 사업의 경제성 분석과 경제·사회적 파급효과 및 과학기술적 파급효과 등 세 부문에 대해 이루어지는 것이 타당함.

- 먼저 물류장비 또는 설비의 개발은 건설이나 교통부문 기술과 달리 물류시장의 핵심 경쟁력을 확보할 수 있음으로써 생산 공정의 개선효과를 통한 생산비용 절감, 신기술 개발로 인한 국내외 기술선점에 따른 매출액 증대 효과 및 고효율성과 에너지 저감을 통한 환경 친화성 등을 포함한 환경개선 편익 등의 평가가 필요함.
- 두 번째 경제·사회적 파급효과로서 연구개발 사업으로 인한 생산 및 부가가치 증대 효과, 증대되는 생산으로 인한 고용 및 임금 증대 효과, 증대되는 생산으로 인한 수출 및 수입 증대효과 등이 중요함.
- 마지막으로 과학기술적 파급효과 분석으로서 첨단 연구 분야 선점 가능성과 전문 네트워크 형성 가능성, 창출되는 정보의 양과 유용성 및 지식 증진의 시급성과 필요성 그리고 인력 수요 및 전망과의 부합성, 인력양성 방식의 적정성, 경제사회적 영향 정도의 분석과 평가가 필요함.

○ 일체형 수직·수평 이송장비 및 다관절 하역장비 기술개발 기획 연구는 <표 4-3>과 같은 기준을 바탕으로 진행하였음. 그 결과 물류산업의 성장과 제3자 물류의 증가 예상, 빠르게 진행되는 창고 자동화, 그럼에도 불구하고 취약한 국내 산업기반 및 핵심 부품들의 해외 선진국 의존도의 심화로 개발에 성공할 경우 생산 증대와 고용 증진 및 대외무역 증진 등의 시장 확대에 따른 경제·사회적 파급 효과가 예상

9) 기획재정부 예비타당성 운용지침 제34조
10) 경제성 분석과정에서 민간 주도의 사업 추진 필요성이 제기되고 민간투자가 가능할 것으로 판단되는 경우 등에는 재무성 분석을 실시할 수 있음

되었으며, 특히 중국의 물류 성장으로 수출 유발 효과가 클 것으로 예상되었음.

- 2011. 6월에 발표된 '제1차 지속가능 국가교통물류발전 기본계획'에 따르면, 우리나라 정부는 저탄소 녹색성장 추진의 기본원칙 및 저탄소 녹색성장 국가전략과 조화를 이루는 계획을 추진 중에 있으며, 이에 따라 교통물류부문의 온실가스 배출 및 에너지의 효율적인 관리를 위한 저탄소 교통체계를 구축 계획을 수립하였음. 따라서 교통물류분야 온실가스 감축 목표를 설정·관리하여 지속가능한 교통물류의 제도적 기반을 조성하는 방안이 추진되는 것이 반드시 수반되어야 함.
- 우리나라는 OECD국가로서 세계10위의 온실가스 배출국이며 이는 화석 연료 의존도가 높은 에너지 다소비 산업구조와 사회구조에 기인한다고 분석됨. 2008년 교통부문의 온실가스 배출량은 81.7백만 CO_2톤으로 국가 전체의 약 14%를 차지하고 있음. 특히 도로교통수단은 77.3백만 CO_2톤을 배출하여 전체 교통수단별 온실가스 배출의 약 94.7%를 차지하고 있음. 도로교통수단의 온실가스 배출량은 90년대에는 연평균 7.7% 증가하였으나 2000년대 들어 연평균 3.0%의 증가를 보여 증가세가 감소하는 추세를 보이고 있음. 이는 온실가스 배출에 대한 광범위한 인식과 다양한 기술 개발, 기업의 친환경 경영정책으로 인한 저감 노력에 대한 실효성이 나타나는 것으로 판단할 수 있음. 그러나 도로 화물부문의 단위 수송당 온실가스 배출량은 다른 수송수단의 온실가스 배출량보다 높은 수준인 259 CO_2톤/백만 톤-km 이므로 이에 대한 강도 높은 저감 노력이 시행되어야 할 필요성이 증대되고 있음.
- 본 사업과 같이 물류 흐름에 있어 인력에 크게 의존하는 물류장비의 개발은 수송수단의 온실가스 저감에 직접적인 영향보다는 물류장비를 사용하는 물류센터의 온실가스 저감에 영향을 미칠 것으로 판단됨. 특히 도로 화물수송과 같은 소규모 혹은 팔레트 단위 제품의 저장, 분배, 가공 작업에 요구되는 내륙물류센터에서의 물류장비 수요의 대부분이 나타날 것으로 판단됨.
- 그러나 도로 화물수송 물류센터 내의 화석연료 사용 수송기기의 온실가스 배출에 대한 현황 조사가 전무하며 심지어 물류센터 전체의 온실가스 배출 현황에 대한 조사가 미비한 실정임. 따라서 물류장비를 수요로 하는 물류센터의 온실가스 배출 현황을 추정하기 위해 도로 화물수송 온실가스 배출을 기준으로 일정 부분이 물류센터에서 배출된다고 가정함. 또한 새로운 물류장비의 온실가스 배출 저감 효과에 대한 기존의 자료 부족으로, 새로운 물류장비의 기존 수송기기 대비 온실가스 저감율에 대한 전문가 집단의 사전 조사에 의해 추정함.

표 4-3. 경제성 평가 항목과 내용

평가 대상	평가 항목	평가 내용	평가 지표	평가 방법
연구개발사업 경제성 분석	생산비용 절감	신기술을 적용한 공정 개선효과 분석	- 생산비 절감 - 운영비 절감	사례분석 문헌고찰 모형개발
	매출액 증대	신기술 개발로 인한 국내외 기술선점에 따른 효과 분석	- 국내외 시장규모 및 성장률 증가 - 예상 점유율 증가 - 로열티 수입 창출	사례분석 문헌고찰 모형개발
	환경개선 편익	에너지 저감 효율성으로 인해 발생하는 효과 분석	- CO_2감축 효과	사례분석 문헌고찰 모형개발
경제.사회적 파급효과	생산 증대	연구개발사업으로 인한 생산 및 부가가치 증대 효과 분석	- 생산 유발 효과 - 부가가치 유발 효과	산업연관분석
	고용 증진	증대되는 생산으로 인한 고용 및 임금 증대효과 분석	- 고용 유발 효과 - 임금 유발 효과	산업연관분석
	대외무역 증진	증대되는 생산으로 인한 수출 및 수입 대체 증대효과 분석	- 수출 유발 효과 - 수입 대체 효과	산업연관분석
과학기술적 파급효과	기술혁신 기반 마련	첨단 연구분야 선점 가능성 및 전문 네트워크 창출 가능성	- 기술격차 축소, 기술수준 달성 전망 - 특허 동향 및 기술력, 특허 인용도 분석	전문가 면담 사례연구 문헌분석
	지식 증진	창출되는 정보의 양과 유용성 및 지식 증진의 시급성과 필요성	- 주요 국가별 기술수준 조사 결과 - 기술분야별 연구비 대비 성과	전문가 면담 사례연구 설문조사분석 문헌분석
	인력 양성	인력 수요 및 전망과의 부합성, 인력양성 방식의 적정성 및 경제사회적 영향 정도	- 국가인력 수급전망과의 부합성 - 관련분야 인력 수요에 대한 대응 정도 - 전문인력 양성에 소요되는 비용 추산 - 지역별/성별/학위별 인력 양성에의 영향	전문가 면담 사례연구 설문조사분석 문헌분석

주. 참고 자료의 평가내용, 평가지표 및 평가방법은 본 사업의 특성에 따라 선택하였음.

자료 : 한국건설교통기술평가원, 건설교통기술연구개발사업 기획매뉴얼, 2009.12

2. 후보과제 도출과 경제성 평가

○ 해외 시장규모

- 세계 물류기기 시장은 2011년 980억 $(약 110조 원) 규모로 추정되고 있으며, 중국과 남미 등의 물류시장이 크게 성장함에 따라 시장 확대가 지속적으로 이루어지고 있음.
- 물류기기 공급업체로는 오스트리아 Knapp사와 독일의 Dematic이 세계 시장을 주도하고 있으며, TGW, Bito, Dematic, Knapp, Schaeffer, SwissLog, Daifu, Mecalux 등 유럽, 일본, 미국기업들이 각축을 벌이고 있음. 국내 업체는 없음.
- 「Materialfluss Market 2010」[11)]에 2007년 14개 업체, 2008년 44개 업체, 2009년 53개 업체 등의 물류센터 자동화 설치 현황이 상세히 소개되어 있음. 업종도 전기, 전자, 광학 등 제조업체, 육류, 화학, 식품, 물류센터 등 매우 다양함.
- 유럽의 경우 과거 1990년대 구축하였던 물류센터의 효율성 제고를 위한 물류장비의 업그레이드가 활발함.
- 특히 2003년 대비 2008년의 물류비용이 20% 증가하였으며, 이 가운데 6.1~7.3%가 물류기기에서 발생하여 에너지 저감을 위한 자동화설비로의 대체가 활발함.
- 향후 전 세계적인 확산이 이루어질 경우 국내 개발 기술을 통한 시장 참여가 가능하며, 충분한 경제적 타당성이 있음.

○ 국내 시장규모

- 국내의 경우에도 2009년 컨베이어장치제조업 1조1천억 원, 물품 취급장비 제조업 1조7,164억 원, 승강기 제조업 2조777억 원 등 물류기기 시장규모가 5조 원을 상회하나, 수직·수평 이송장비 등 핵심 기기와 관련 솔루션들의 경우 유럽과 일본 등 외국 제조업체들이 주류시장을 형성하고 있음.
- 따라서 국가 연구개발과제로 산학연 연계를 통한 기술 개발에 성공하고, 관련 기술의 이전이 이루어질 경우, 향후 물류장비/기기 분야의 기술 선진국 진입은 물론, 물류기기 관련 산업의 창출 등의 효과가 예상되어 기술혁신 기반과 지식 증진 및 인력 양성 등의 과학기술적 파급효과가 클 것으로 예상되고 있음.

○ 본 과제 진행은 이상과 같은 국내외 시장동향 분석과 수요 및 예측 조사, 특허분석 등을 통해 7개의 후보 기술개발 과제를 도출한 후, 개발의 시급성, 중요성, 성공 가능성 등을 바탕으로 선택과 집중의 원칙하에 자체 연구진의 수차례 브레인스

11) 부록 참조

토밍과 재분석을 실시하였으며, 최종 2개의 후보과제를 선정하였음.

표 4-4. 종합 타당성 조사 중 경제적 타당성 분석 평가항목과 내용

평가 항목	평가 내용	평점 기준	비 고
경제성	비용편익분석	B/C 비율	B/C 비율이 높을수록 사업시행 점수가 높음
산업파급효과	부가가치 증대효과 수출증대/수입대체효과 새로운 산업 창출 효과	유발계수 연구수행과정에서 얻은 정보를 바탕으로 정성적으로 판단	유발계수가 크고, 새로운 산업창출효과가 높을수록 사업시행 점수가 높음
고용효과	고용 증대 효과	신규 일자리 창출건수 유발계수	일자리 창출건수가 많고 유발계수가 클수록 사업시행 점수가 높음
기후변화 대응효과	에너지 저감 효과	에너지 저감률	에너지 저감률이 많을수록 사업시행 점수가 높음

주. 기후변화 대응효과는 본 사업의 특성에 따라 선택하였음.
자료 : 한국건설교통기술평가원, 건설교통기술연구개발사업 기획매뉴얼, 2009.12

○ 후보과제 즉, 일체형 수직·수평 이송장비 기술개발로서 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 개발 및 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발에 대하여 전문가 평가와 포럼 등과 함께 경제성 평가를 진행하였음. 평가는 경제성, 산업파급효과, 고용효과 및 에너지 저감을 통한 기후변화 대응효과 등 4개 항목에 집중하였음.

○ 후보과제에 대하여 사업 타당성에 대한 계층화분석법(AHP)에 따른 전문가 설문조사와 전문가 포럼 결과, 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 개발, 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발 과제에 대해 산업파급효과, 고용효과 및 에너지 저감을 통한 기후변화 대응효과 등 경제·사회적 파급효과 및 과학기술적 파급효과가 높으면서 R&D사업의 경제성이 높은 것으로 결과하였음.

표 4-5 에너지 저감형 수직.수평 이송시스템 개발의 비용-편익분석 기준

구 분	기준	해당 여부	내 용	B/C분석 적용
비 용	AS/RS 개발	○	개발비	○
편 익	생산비용 절감	○	기존보다 30% 이상 저렴	
	매출액 증대	◎	수입 대체 및 시장 창출	○
	환경개선 편익	○	에너지 저감 편익	◎
	생산 증대	◎	매출 증가에 따른 증대	
	고용 증진	○	일자리 창출	
	대외무역 증진	◎	높은 수출가능성	◎
	기술혁신 기반 마련	○	세계적인 독자기술 확보	
	지식 증진	○	기술 개발 및 보급	
	인력 양성	○	개발과정 인력 양성	

주. ◎ : 해당 및 강한 영향력, ○ : 해당

○ 경제적 타당성을 평가하기 위한 비용편익분석은 공공사업의 경제적인 타당성 분석에 가장 흔히 쓰이는 방법이며, 비용에 대한 편익의 비율인 B/C 비율(benefit/cost ratio)을 이용한 비용편익분석법임. 여기서 편익이 비용 보다 크면 투자할 가치가 있다고 판단하는 것임. 다른 방법으로는 발생 편익이 소요비용보다 커 순편익이 0 이상이 될 경우에도 타당성이 있는 것으로 판단함.

○ 비용편익 평가방법으로 시장접근법, 원가접근법, 수익접근법 등을 사용하며, 본 후보과제의 기술 특성상 개발된 기술의 설치와 운용 등과 관련, 설치되는 기업마다의 엔지니어링 비용 등이 다르고, 개별 요소기술의 경우 전체 시스템과의 연계 공급이 이루어지기 때문에 정확한 시장가치, 원가 및 수익 산정이 어려운 특징을 가지고 있음. 다만, 관련 업계 전문가 포럼 등을 통해 조사된 실제 거래가격과 시장 경험 및 판단 등을 바탕으로 시장접근법에 의한 경제적 타당성 분석을 실시하였음.

○ 또한 생산비용 절감, 환경개선 편익, 고용 증진, 기술혁신 기반 마련, 지식 증진과 인력 양성 등의 편익이 발생하지만, 본 개발과제의 경우 제품화되어 시장에서 매매되는 특성을 가지고 있기 때문에 개발에 따른 비용과 매출액 증대 및 수출에 따른 대외무역 증진 효과 및 에너지 저감 편익으로서 전기료 절감액을 편익으로 감안하여 비용-편익을 분석함으로써 경제적 타당성을 유추하였음.

○ 온실가스 배출 저감 편익은 산정된 편익 크기가 작아 경제적 타당성 분석에서는 제외하였음. 그러나 본 개발 기술이 20%의 에너지 저감 목표를 달성 시 연간 약 6천 톤의 탄소 배출 저감 편익을 가져오는 것으로 추정되었음.

○ 비용-편익 분석의 기준

- 비용 : 개발 기간 동안의 예상 발생 비용을 적용하되, 2012년 가격으로 현재

가치화함.

- 편익 : 본 기술개발에 의해 완성된 제품은 5년 이후 더욱 향상된 제품이 등장할 것으로 가정하여 제품 개발 후 판매 개시 시점인 2015년(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2017년)부터 5년간을 개발된 기술의 편익 발생 기간으로 가정하고, 수입 대체에 따른 매출액 증대를 추정하였으며, 어느 정도 불확실성이 포함되어 있기 때문에 시장점유율 차등화에 따른 민감도분석을 실시하였음.
- 5년 동안을 판매기간으로 감안한 이유는 신기술 또는 보완 기술의 제품이 등장함으로써 경쟁이 개시되는 시점을 본 기술개발 완료 후 5년 이후로 가정하였기 때문이며, 실제로는 5년 이후에도 편익이 계속 발생할 것임.
- 수출은 보수적으로 개발 후 3년 후인 2017년(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2019년) 개시를 가정하였으며, 수출규모는 국내 매출의 50%로 가정하였음. 시장점유율과 수출규모 추정은 전문가들과의 토론을 통하여 가정하였음.
- 국내 매출과 수출의 경우 이익률을 보수적으로 10%를 산정하였음.
- 기술개발 과제는 에너지 저감율 20%와 안전성 강화를 목표로 하고 있음. 에너지 저감은 전기요금, CO_2 감축, 인명피해 저감 등 다양한 효과를 가져올 수 있으나, 이에 대한 정확한 측정 데이터 확보가 어려움. 본 분석에서는 전국경제인연합회의 2009년 5월 중형 물류센터 P사의 물류시설 전기요금 14,432,060원[12](P사의 2009년 연간 전기료는 173,188천원)을 바탕으로 전기요금 저감만을 대상으로 편익을 산정하였음. 전기요금은 2009년 이후 연간 3% 인상률을 적용하였음.
- 2007년 창고업 현황에 의하면 국내 창고는 1,153개, 종사자 12,160명이며[13], 국토해양부에 의하면 보관 및 가공기능 시설이 2007년 295,671㎡에서 2012년 330,637㎡로 11.8% 증가할 것으로 예측되고 있음[14]. 국토해양부는 보관 물량의 증가와 자동화에 대한 수요 증가 추세를 감안하여 전국적으로 복합물류터미널 및 ICD 등을 확대 공급을 추진하고 있기 때문에 창고와 자동화 설비의 지속적인 증가가 예상됨. 따라서 2012년 국내 창고는 11.8% 증가한 1,290개로 가정하며, 이는 연간 28개의 창고 증가를 의미하기 때문에 이후에도 연간 28개의 창고 증가를 가정함.
- 2015년~2019년 국내 물류센터 중 자동화시설을 갖춘 창고를 15%로 가정한 후, 본 기술의 제품 공급을 2015년으로 가정하고, 시장점유율 5%, 10%, 15%로 구분하여 채택하는 창고 수를 산출하였으며, 이에 따른 전기료 20% 절감

12) 물류신문, "왜 물류산업은 서자 취급받나" 2011. 8. 1
13) 통계청, 운수업조사, 2007
14) 국토해양부, "물류시설개발종합계획", 2010.12.28

을 편익으로 산정하였음.

표 4-6 개별기술 개발과제의 에너지 저감(전기료 20%) 편익 추정

(단위 : 개, 백만 원)

	창고 수	자동화 보유	창고당 전기료	창고당 저감 전기료(20%)	본 제품 채택 창고 수			저감 전기료		
					5%	10%	15%	5%	10%	15%
2015년	1,374	206	213	43	10	21	31	439	878	1,317
2016년	1,402	210	219	44	11	21	32	461	921	1,382
2017년	1,430	215	226	45	11	21	32	485	970	1,454
2018년	1,458	219	233	47	11	22	33	510	1,019	1,529
2019년	1,486	223	239	48	11	22	33	533	1,065	1,598
2020년	1,514	227	247	49	11	23	34	561	1,122	1,683
2021년	1,542	231	254	51	12	23	35	588	1,175	1,763
2015년 ~ 2019년 저감 전기료 합계								2,427	4,853	7,280
2017년 ~ 2021년 저감 전기료 합계								2,676	5,351	8,027

- 편익은 2015년~2019년(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2017년~2021년) 발생한 국내 매출과 수출액의 이익률 10%와 저감 전기료를 합산한 전체 편익을 2012년 기준으로 현재가치화함으로써 비용-편익 분석에 적용하였음.

○ 온실가스 배출 저감 편익

- 개별과제 당 온실가스 배출 저감 효과를 추정하는 것에 대한 어려움으로 인하여, 일체형 수직·수평 이송장비 기술개발로서 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템 개발 및 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발 후보과제 전체에 대한 전반적인 온실가스 배출 저감 효과를 경제적으로 추정하였음.
- 물류센터 내 주요 온실가스 배출 저감 효과가 있을 수 있는 이들 기술 및 제품군의 배출 저감효과를 전반적으로 추정하는 것이 보다 타당성이 있을 것으로 판단됨.
- 온실가스 저감 평가방법으로 저감된 배출량을 추정하였음. 또한 탄소절감의 경제적 파급효과를 계산하기 위하여 탄소절감 편익을 이산화탄소 가격 1톤당 약 1Euro를 적용하였음(2011년 2월 기준). 본 후보과제의 기술 특성상 개발된 기술의 설치와 운용 등과 관련, 설치되는 기업마다의 엔지니어링 비용 등이 다르고, 개별 요소기술의 경우 전체 시스템과의 연계 공급이 이루어지기 때문에 정확한 온실가스 배출 저감효과 산정이 어려운 특징을 가지고 있음. 다만,

국토해양부의 온실가스 배출 저감 관련 보고서와 OECD 보고서와 같은 국제 기관 보고서를 바탕으로 온실가스 배출 저감에 따른 환경개선 편익을 바탕으로 경제적 효용 및 편익 증가 분석을 실시하였음.

- 도로 화물수송의 온실가스 배출은 전체 도로 수송의 약 1/3을 차지하는 것으로 추정되고 있음. 따라서 2008년 도로수송의 온실가스 배출량은 약 7,730만 톤이며 이 중 1/3인 2,576만 톤이 화물수송으로 인해 배출된 것으로 조사됨. 2020년 도로 화물수송의 온실가스 배출량은 전체 도로 수송의 배출량 추정치인 9,521만 톤의 1/3인 약 3,236만 톤으로 추정되고 있음.
- 물류센터에서 배출되는 온실가스를 도로 화물수송 온실가스 배출량의 0.1%로 추정할 경우, 2008년과 2020년 물류센터의 온실가스 배출량은 각각 약 2만 5,760 톤과 약 3만2,360 톤으로 추정할 수 있음. 매년 같은 추세로 온실가스가 증가한다고 가정하여 매년 약 1.9%의 증가세로 추정함. 온실가스 증가 추세는 경제 규모의 증가 추세보다는 적게 나타날 것으로 예상되는데, 이는 온실가스 저감을 위한 다양한 기술 개발과 정책에 따라 증가세가 상대적으로 낮을 것으로 예상되기 때문임.
- 앞의 두가지 후보과제 기술 개발에 따른 새로운 물류장비 도입 시 물류센터의 온실가스 배출량 저감효과는 전체 물류센터 온실가스 배출량 저감효과의 약 90%를 차지할 것으로 예상됨.
- 이는 두가지 후보과제가 물류센터에서 현재 사용되고 있는 다양한 화물 이송 장비의 대부분을 대체할 것으로 예상되기 때문임.
- 국토해양부의 계획에 따르면 에너지 절감형 물류장비 개발 기술에 따라 20% 정도의 에너지 저감이 가능할 것으로 조사한 바, 이에 근거하여 온실가스 배출 저감 효과 또한 20%로 추정함. 또한 10% 혹은 30% 에너지 저감 효과에 대한 민감도 분석을 통해 기술 개발에 따른 다양한 저감 효과 시나리오를 제시함.
- 온실가스 배출 저감 효과 또한 경제적 효과로 계산할 수 있는 바, 온실가스 배출 저감에 따른 비용 절감을 앞서 제시된 경제적 타당성 분석의 기준에 의거 순현재가지법(NPV)으로 계산함.
- 온실가스 배출 저감에 따른 경제적 타당성 평가는 2010년을 분석 기준년도로 설정하였으며, 개발기술의 시장 진입년도(상품화)가 2015년(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2017년)이므로, 개발기술의 판매기간 및 분석기간 역시 5년(2015년~2019년; 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2017년~2021년)으로 감안하여 본 경제적 타당성의 사회적 할인율 기준 5.5%를 적용하여 온실가스 저감량 추정과 편익의 가치 환산에 따른 순현재가치(NPV)를 산정하였음.

표 4-7 에너지 저감형 물류설비 사업화 온실가스 저감량 추정과 편익가치 민감도 분석

(단위 : 톤, 백만 원)

		30% 저감시		20% 저감시		10% 저감시	
연도	배출량	저감량	경제적 가치	저감량	경제적 가치	저감량	경제적 가치
2015	29,320	8,796	14	5,864	9	2,932	5
2016	29,883	8,965	14	5,977	10	2,988	5
2017	30,456	9,137	15	6,091	10	3,046	5
2018	31,040	9,312	15	6,208	10	3,104	5
2019	31,635	9,491	15	6,327	10	3,164	5
2020	32,236	9,671	15	6,447	10	3,224	5
2021	32,849	9,855	16	6,570	11	3,285	5

주 1. 배출량 증가는 연간 1.9%로 가정
주 2. 이산화탄소 1톤 = 1euro = 1,600원

- 본 기술개발 사업에 따른 온실가스 저감 편익을 추정한 결과, 에너지 저감 목표 20%에 따라 20%의 온실가스 저감 시 2015년~2019년 5년간 30,467톤의 탄소 배출을 저감시키면서, 2011년 2월 기준으로 약 49백만 원의 경제적 편익을 가져왔으며, 수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2017년~2021년 5년간 31,643톤의 탄소 배출을 저감시키면서 약 51백만 원의 경제적 편익을 발생시키는 것으로 추정되었음.
- 2020년 우리나라의 전체 탄소절감 편익은 8,300억 원에 이르지만, 도로수송 중에서도 미미한 부분인 물류센터, 그 중에서도 일부 물류설비의 개발에 따른 온실가스 저감효과의 경제적 파급효과를 논의하는 것은 의미가 적을 것으로 판단됨. 다만, 이를 살펴봄으로써 기술 개발에 따른 물류시설 온실가스 배출의 저감에 대한 영향을 대략적으로 살펴보는데 의의가 있음.
- 온실가스 저감 배출에 대한 경제적 편익의 크기가 미미하여 본 과제에 대한 경제적 타당성 평가 대상에서는 제외함.

○ 경제적 타당성 평가

- 분석 기준년도 : 2010년
- 기술 개발기간 : 3년(2012년~2014년)(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 5년(2012년~2016년))
- 개발기술의 시장 진입년도(상품화) : 2015년(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2017년)
- 개발기술의 판매기간 : 5년(2015년 ~ 2019년)(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2017년~2021년)

- 분석기간 : 2012년~2019년(개발기간 3년, 판매기간 5년)(수직·수평 이동형 자율 주행 셔틀시스템의 경우 2012년~2021년(개발기간 5년, 판매기간 5년))
- 사회적 할인율 : 5.5% 적용
- 비용-편익(B/C) 분석과 순현재가치법(NPV) 적용

3. 경제성 평가 결과

○ 국내 시장규모

- 통합 로지스틱스면에서 전체 시장규모 파악은 가능하나 AS/RS 시장규모 측

정은 매우 어려움. 현재 전량 외국제품이 설치되고 있으며, 국내 관련업체는 설치 위주임.

- 기존 AS/RS 품목은 전기 및 전자부품의 조립 공장이나 완제품 형태의 식품 기업 등을 중심으로 물류센터에 공급되고 있으며, 인천국제공항의 경우 7,000개의 AS/RS가 설치되었음.
- 국내산 모터나 드라이브가 없으며, 이들을 포함한 제어부 가격과 설치비를 감안하면 최소 400만 원 정도의 판매가격이 형성됨.
- 인천공항(7,000개 AS/RS 설치)의 경우 예외이며, 연 평균 10개의 업체에 약 1,500~2,000개가 설치되는 것으로 판단하며, 이를 바탕으로 국내 시장규모는 600 ~ 800억 원으로 추정됨(400만 원 × 10개 업체 × 1,500 ~ 2,000개 AS/RS).
- 이를 바탕으로 2010년 시장규모는 보수적으로 700억 원이라고 할 수 있으며, 전문가들의 의견은 추후 창고 증가율과 동일한 11.8% 이상의 성장을 예측함. 따라서 6년 후인 2017년 개발 완료 및 시장 진입 시 1,222억66백만 원으로 시장규모를 추정할 수 있음.

○ 해외 시장규모는 근년 들어 기존 물류센터의 리모델링 등을 통해 유럽을 중심으로 활발히 설치되고 있으며, 아시아 시장의 경우 유럽, 일본 제품과의 경쟁이 예상됨. 그러나 개발 제품을 포함한 관련 설비 가격이 Vehicle 기준으로 기존 선진국 제품보다 30% 이상 낮은 1억 9천만 원 정도에 공급할 경우, 국제 경쟁력이 갖춰지며, 해외 수출 가능성이 크게 되어 개발의 경제적 타당성이 더욱 충분함.

○ 비용-편익분석

- 에너지 저감형 AS/RS 개발과 같이 제품으로서의 기술개발의 경우 비용으로서 개발비를 적용할 수 있음. 본 과제 기획에서 2014년 ~ 2016년 3년간의 연구를 통해 48억 원이 소요될 예정이며, 이를 비용으로 적용함.
- 외국 제품이 전량 도입되고 국내업체는 외국제품의 설치만 하고 있는 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 시장에서 세계적 수준의 국산 기술 제품의 개발에 따라 기존 선진국보다 저렴한 가격으로 인한 생산비용 절감과 매출액 증대, 에너지 저감 기술의 개발에 따른 환경개선 편익 등의 경제성이 있게 되며, 국산 제품의 시장 확대에 따른 생산 증대와 고용 창출 및 수입대체와 수출시장 형성 등의 경제·사회적 파급효과와 자체 기술 확보로 인한 기술 혁신 기반과 지식 증진 및 인력 양성 등의 과학기술적 파급으로 인한 편익이 있을 수 있음.
- 매출과 수출 추정은 2017년 개발된 제품 출시 이후 국내시장 점유율 5%, 10%, 15% 등 3가지 경우에 대한 매출액 증대 효과를 기본으로 하며, 해외수출은 2019년 개시되는 것으로 가정하고 국내 매출액의 50% 해당액만큼 수출

을 산정하였음.

- 매출 대안 1 : 국내 시장점유율 5%, 2019년 이후 국내 매출액의 50% 수출
- 매출 대안 2 : 국내 시장점유율 10%, 2019년 이후 국내 매출액의 50% 수출
- 매출 대안 3 : 국내 시장점유율 15%, 2019년 이후 국내 매출액의 50% 수출

표 4-8 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발의 매출 추정 결과

(단위 : 백만 원)

	매출								
	매출 계			국내 매출액			수출		
	대안 1	대안 2	대안 3	대안 1	대안 2	대안 3	대안 1	대안 2	대안 3
2017년	6,113	12,227	18,340	6,113	12,227	18,340			
2018년	6,835	13,669	20,504	6,835	13,669	20,504			
2019년	11,462	22,923	34,385	7,641	15,282	22,923	3,821	7,641	11,462
2020년	12,814	25,628	38,443	8,543	17,086	25,628	4,271	8,543	12,814
2021년	14,326	28,653	42,979	9,551	19,102	28,653	4,775	9,551	14,326
합 계	51,550	103,100	154,651	38,683	77,366	116,048	12,867	25,735	38,602

표 4-9 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발의 비용-편익분석 결과

(단위 : 백만 원)

	비용	편익								
		편익 계			순익			저감 전기료		
		대안 1	대안 2	대안 3	대안 1	대안 2	대안 3	대안 1	대안 2	대안 3
2014년	850									
2015년	1,941									
2016년	2,009									
2017년		1,050	2,101	3,151	611	1,223	1,834	439	878	1,317
2018년		1,144	2,288	3,432	683	1,367	2,050	461	921	1,382
2019년		1,631	3,262	4,893	1,146	2,292	3,439	485	970	1,454
2020년		1,791	3,582	5,373	1,281	2,563	3,844	510	1,019	1,529
2021년		1,966	3,930	5,896	1,433	2,865	4,298	533	1,065	1,598
합 계	4,800	7,583	15,163	22,745	5,155	10,310	15,465	2,428	4,853	7,280

- 편익 추정은 2017년 개발된 제품 출시 이후 매출액의 이익률을 10%로 가정하고, 저감 전기료를 감안하여 분석하였음. 여타 새로운 산업 창출효과와 고용 증대효과 및 에너지 저감으로 인한 탄소저감 등의 편익은 제외하였음.
- 편익 대안 1 : 매출대안 1의 이익률 10%, 2017년 이후 저감 전기료

- 편익 대안 2 : 매출대안 2의 이익율 10%, 2017년 이후 저감 전기료
- 편익 대안 3 : 매출대안 3의 이익률 10%, 2017년 이후 저감 전기료

○ 경제적 타당성 분석 결과

표 4-10 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발의 경제적 타당성 분석 결과

구 분	대안 1	대안 2	대안 3
B/C	1.27	2.54	3.81
NPV(백만 원)	1,222	6,937	12,653

○ 2017년 개발 제품의 시장 진입 후 대안 1, 2, 3 모두 경제성이 있으며, 순현재가치 역시 모두 경제적 타당성이 큰 것으로 나타났음.

- 2012년 기준 비용의 현재가치는 4,495백만 원이며, 대안 1 편익의 현재가치는 5,716.8백만 원, 대안 2 편익의 현재가치는 11,431.5백만 원, 대안 3 편익의 현재가치는 17,147.5백만 원으로 나타났음. 따라서 NPV 모두 <표 4-10>과 같이 경제성이 있는 것으로 결과하였음.
- 이밖에도 본 기술개발의 온실가스 저감 편익 추정 결과, 2017년~2021년 5년간 30,467톤의 탄소 배출을 저감시키면서, 2011년 2월 기준으로 약 49백만 원의 경제적 편익을 가져왔음.

제5장 인력 투입 계획 및 소요예산 산정

제1절 연구 일정에 따른 인력 투입계획

가. 개발 대상 기술

○ 에너지 효율 향상을 위한 Mini-Load AS/RS의 경량화기술 개발

○ AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 개발

○ 경량형 Mini-Load AS/RS의 실용화를 위한 WMS 패키지 개발

○ 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발

나. 인력 투입 계획

○ 연도별 평균 소요인력은 13명이며, 1차년도 12명, 2차년도 14명, 3차년도 12명으로 연구개발 기간 동안 총 38명의 인력 투입이 예상됨(<표 5-1> 참조).

표 5-1. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발 연차별 인력투입 계획 (단위: 명)

세부과제	연도	① 인원수	② 참여개월수	③ 참여율	④MM산출 (①x②x③)
에너지 효율 향상을 위한 Mini-Load AS/RS의 경량화기술 개발	1차년도	4	12	25%	12
	2차년도	6	12	50%	36
	3차년도	4	12	50%	24
AS/RS 제어시스템 및 통합운용 시스템 개발	1차년도	3	12	25%	9
	2차년도	4	12	30%	14.4
	3차년도	3	12	30%	10.8
경량형 Mini-Load AS/RS의 실용화를 위한 WMS 패키지 개발	1차년도	3	12	25%	9
	2차년도	4	12	30%	14.4
	3차년도	3	12	30%	10.8
시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발	1차년도	2	12	25%	3
	2차년도		12		
	3차년도	2	12	25%	3

제2절 소요예산 산정

○ 1차년도 7억원, 2차년도 13억원, 3차년도 10억원으로 총 30억원의 정부지원금이 소요될 것으로 산출되었음

표 5-2. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발 연차별 소요예산 (단위: 백만원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	계
정부 지원	700	1,300	800	3,000
민간 투자				
계				

○ 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 개발을 위한 비목별 소요 예산은 표 5-3과 같음

표 5-3. 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS 핵심기술 개발 비목별 소요예산 (단위: 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	합 계	구성비
인건비	내/외부 인건비		198,000	388,800	291,600	878,400	29.3%
직접비	연구장비재료비	연구기자재 및 시설비	78,000	145,000	112,000	335,000	11.2%
		시작품 제작비	0	0	0	0	0
		재료비	279,000	507,200	393,400	1,179,600	39.3%
	연구활동비	여비	17,000	24,000	21,000	62,000	2.1%
		수용비 및 수수료	2,000	2,000	2,000	6,000	0.2%
		기술정보 활동비	4,000	4,000	5,000	13,000	0.4%
	연구수당		21,000	39,000	30,000	90,000	3.0%
간접비			101,000	190,000	145,000	436,000	14.5%
합계			700,000	1,300,000	1,000,000	3,000,000	100%

제6장 과제 제안요구서 작성 및 평가기준 설정

제1절 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	고속 자동 적재/반출 장비(Mini-Load AS/RS) 개발
1. 연구개발 목표	○
	○ 싱글 및 듀얼 마스트 고속 자동 적재/반출 장치(Mini-Load AS/RS) 개발 - 주요 연구내용 · Mini-load AS/RS 설계기술 개발 · Mini-load AS/RS 제어시스템 및 운용 시스템 개발 · 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발 - 싱글 및 듀얼 마스트 자동 적재/반출 장치(Mini-Load AS/RS) 요구 성능 · 높이 싱글마스트 최소 6m, 듀얼 마스트 최소 20m · 적재중량 최소 50kg · 주행속도 최소 5m/s(주행거리 최소 20m) · 승강속도 싱글마스트 최소 2m/s, 듀얼 마스트 승강속도 최소 3m/s · 가감속 최소 4m/s2 ※ 신청기관은 100% 국산화를 목표로하되 부득이하게 해외기술을 적용하는 경우 (모터/센서류 등) 명확하게 필요성과 적용범위를 제시 ※ 신청기관은 위 제시된 성능 이상의 목표를 제시
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 국내 Mini-Load AS/RS의 개발 기업은 유럽 등 선진기업들과 비교하여 규모나 연구 인력이 상당히 미약하고 Mini-Load AS/RS 관련 제품의 수입 대체와 차별화된 기술 경쟁력 확보를 위해 에너지 저감 기술 개발의 필요성 증가 - 에너지 저감형 Mini-Load AS/RS의 개발은 국내 물류 장비 산업의 기술력 향상은 물론 물류 장비의 수입 대체 및 수출이 기대되며, 국내 물류 산업의 에너지 효율성을 향상시킴으로써 국내 물류 장비의 세계 시장에서 경쟁력 확보를 동시에 달성할 수 있을 것으로 예상
□ 기술동향	○ 물류산업의 총매출액은 2002년 49조원 수준에서 2008년 91조원으로 증가하여 6년간 42조원 증가하여 연평균 14.3% 성장하고 있으며, 물류산업 세계시장은 2015년에 9백8십억 달러에 달할 것으로 전망되며,

2020년까지 연평균 7% 증가한 8.1조 달러에 이를 것으로 전망됨

○ 해외 선진업체의 경우에는 Sensor 기술 등을 포함한 자동화 기술(Mechatronics)의 진보로 보관/하역 부분에 관련된 장비에 있어서 앞선 기술을 가지고 있으며 자동 반송을 위한 Vehicle 뿐 아니라 Storage에서의 신속성을 위한 셔틀시스템에 대한 기술도 개발하여 현장에 적용되고 있으며, 보관 및 하역에서의 신속한 처리를 위한 Hi-Speed AS/RS에 대한 기술개발도 활발함

- 자동 이송장치와 더불어 자동창고 (Mini Load Automation Buffer, Unit Load Automation Buffer 등)에 사용되어 지는 자동화 시스템, Sorting Transfer Vehicle 등이 자동화 기술에 있어서 기술적 선진화를 주도하고 있으며, AS/RS mini load system 분야에서는 현재 유럽 대부분의 기업들이 에너지저감형 스태커 크레인을 앞 다투어 출시하고 있음
- Mini-Load는 Daifuku사, TGW사, Dematic, Swisslog사 등을 비롯한 전 세계의 많은 벤더들은 2008년 이후 신제품을 출시하고 있음

○ 최근, 우리나라의 경우 물류기업의 낮은 이익구조로 인해 물류 시스템 구축 시 에너지 저감에 대한 필요성이 증대되고 있음

- 국외 물류정책은 규제완화, 물류인프라 확충, 정보화·표준화를 통한 물류시스템의 고도화, 환경과 안전을 중시하는 추세를 보이고 있으며,
- 국내 물류정책은 국가물류기본계획(2001~2020) 수립 이후의 국내·외 여건 변화를 반영한 새로운 수정계획을 제시하고 있으며, 2010년 국토해양부는 저탄소 녹색성장을 위한 국토해양 R&D 발전 전략을 수립하여 미래핵심기술 “Green-up 30"을 선정하고 9개 교통분야 중에서 ”에너지 절감형 물류시설/장비 및 운영기술“이 포함됨
- 2000년 이후 정부에서 추진한 물류장비 및 물류 통합시스템 관련 연구개발 사업으로 총 76건의 기획연구 및 개발 사업을 추진하였거나 추진중에 있음

○ 현재 교토 프로토콜과 지속가능 한 물류기술에 대한 필요성으로 인해 에너지 저감형 물류설비 개발이 활발히 진행되고 있는 상황

3. 연구개발내용	

○ Mini-load AS/RS 설계기술 개발

- Mini-Load AS/RS의 이송 및 보관을 위한 구동, 자율주행 및 승강 등 기계적 동작 및 운영 메카니즘 세부 분석을 통한 Mini-load AS/RS 설계기술 개발
- Mini-Load AS/RS 시스템 설계
· Mast 경량화 설계(경량화된 저진동 Mast 개발 및 개발 가이드라인 제시)
- 운반 Telescopic fork를 포함한 전체 장비의 경량화 설계와 에너지 저감, 안정도 향상을 위한 최적 Topology(모션제어 등) 개발
· 에너지 재활용이 가능한 에너지 수확형 물류장비 관련 기술 검토적용
· 주행 승강 시 진동 특성 및 안정성 검증
· 화물, 인력에 대한 안전 및 보안성 검증

○ Mini-load AS/RS 제어시스템 및 운용 시스템 개발

- Mini-Load AS/RS 제어 시스템 기술 개발
· Stacker Crane의 주행·승강장치 제어시스템 개발
· 운반 Telescopic Fork의 구동 시스템 개발(Fork는 double depth 설계)
· 주행 및 승강 위치 인식을 위한 센서 시스템 개발
· 하부 RAIL 구조 개발
· 기존 국외 Mini-Load 장비 대비 에너지 사용량 시뮬레이션 결과 제시

- Mini-Load AS/RS 운용을 위한 소프트웨어 개발
· Mini-Load AS/RS 시스템의 운용 소프트웨어 개발 및 기존 WMS와의 통합 또는 통합 가능한 인터페이스 모듈 개발
· 제어시스템과 주행/승강장치 등 각 장비 간 연계되는 네트워크 시스템 개발

- Mini-Load AS/RS에 운영 가능한 랙 개발

○ 시스템 및 부품 규격의 표준 및 시험평가기술 개발

- Mini-Load AS/RS 시스템 및 부품 표준 규격 개발
- Mini-Load AS/RS 시스템 표준적합성 시험 표준 개발

- Mini-Load AS/RS 시스템 시험평가 설계서 및 절차서 제작
- Mini-Load AS/RS 시스템 시험 설계서 및 매뉴얼 제작
- Mini-Load AS/RS 시스템 시제품 제작 및 실용화를 위한 통합검증
- 시제품에 대한 시험평가 및 실용화를 위한 법·제도 개선안 도출
- 셔틀, AGV 등 일체형 수직수평 이송장비에 대한 시장/기술 동향, 시장수요에 대한 조사 및 분석

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 추진 방법

- 1단계(1~2차년도, 21개월) : 핵심요소기술 개발
  - · 국내・외 기술현황 분석 및 핵심기술 개발방향 정립
  - · 시스템 구조 상세설계
  - · 세부과제별 핵심요소기술 개발 및 검증
  - · 통합검증을 위한 물류센터 선정(WMS가 구축된 물류센터)
- 2단계(3차년도, 15개월) : 실증연구 및 실용화 핵심개발기술의 현장 적용성 평가
  - · 핵심개발기술의 실용화 기반 마련
  - · 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진
  - · 표준규격(부품 포함), 시험표준 및 시험설계서(H/W, S/W) 제시
  - · 유지보수 관리 매뉴얼 제시
  - · 실용화를 위한 법·제도 개선안 제시

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립하되, 1단계 2년은 핵심 요소기술 개발과 통합 및 안정에 집중하고 2단계 1년은 시제품 제작에 의한 현장적용 및 Feed-back을 통해서 실용화 및 기술 이전을 할 수 있도록 추진전략 도출

○ 관련 기업, 공공부문 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
- 연구 성과를 현장에 적용시킬 수 있도록 관련 기술수요처 의견 반영
- 현장 애로사항 및 물류센터 운영자들의 의견을 연구 개발에 반영

○ 관련분야 전문가 자문
- 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
- 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴

	○ 연구개발 계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함 ○ 개발된 연구내용을 바탕으로 신규 국내/국제표준을 제안하거나 기존 국제표준의 변경을 위한 국제표준 활동을 추진하여 국내 기술의 국제화를 도모
□ 추진체계	○ 본 연구는 물류센터 내에서 활용할 수 있는 일체형 수직·수평 이송장비 중 하나인 Mini-Load AS/RS 시스템 기술을 개발하는 과제로서, 향후 개발될 기술들의 실용화와 사업화 추진을 위해 산·학·연 공동연구진으로 구성 ※ 관련된 기술 분야의 요소기술을 확보한 기관 및 연구 성과물을 활용할 수 있는 산업체 참여 유도 ○ Mini-Load AS/RS 시스템 기술을 개발 시제품의 신속한 개발을 위하여 관련 연구개발 경험이 있는 기업체 연구진 참여 ○ 연구개발 해당 기술 및 법·제도와 같은 기타 전문가 자문단을 구성하여 정기적인 자문회의를 통해 연구개발을 기술·정책적으로 보완 - 각 현장 장비별 관리운영 주체의 상이성을 반영하여, 다양한 관리주체를 반영한 통합체의 성능 및 기능에 대한 검토를 위해 관계기간 관 유기적인 협력체계 구축 - 현장장비의 통합방식에 대해서도 지속적인 전문가 자문, 현장 조사 등을 통해 최적의 통합방식을 제안하도록 함 ○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모 ○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ **고속 Mini-Load AS/RS 및 제어시스템** - 시운전 및 운용 가능한 Mini - Load AS/RS 및 주변장치 시제품 1set - Mini-Load AS/RS 시스템의 운용 소프트웨어 1식 - 국외 Mini-Load 장비 대비 에너지 사용량 시뮬레이션 결과

보고서

- Mini-Load AS/RS 시스템/부품 표준 규격 및 표준적합성 시험 표준 지침서
- Mini-Load AS/RS 시스템 시험평가 설계서 및 절차서, 매뉴얼
- 일체형 수직수평 이송장비 국내외 시장/기술동향 및 수요 조사 분석 보고서

※ 최종 성과물이나 연구내용은 개발자의 개발구현에 따라 하드웨어 또는 소프트웨어의 대상물이 변경 될수 있음

6. 기대효과 및 파급효과

○ 물류분야의 국가 경쟁력 향상 및 녹색물류기술 고도화에 지대한 기여 가능

○ Mini-Load AS/RS의 상품화 및 관련 에너지 저감 요소 기술을 산업용 장비에 적용 가능

○ 상품화를 통한 해외 Mini-Load AS/RS의 국산화 및 물류 장비 시장의 진입과 수출이 기대됨

○ 중요한 원천 기술 및 응용 기술을 확보함으로서 제품의 완성도를 향상하고, 물류비용을 절감하며 국내 물류시장의 효율화에 기여

7. 연구개발기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2012.08~2015.07 (3년)
- 1차년도 연구기간 : 2012.08~2013.05 (9개월)

○ 총 정부출연금 : 30억원 이내
- 1차년도 정부출연금 : 7억원 이내

※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음
※ 선정된 기관은 1차년도에 연구비 부분에 대한 상세계획을 수립하고 평가원에서 적정성평가 후 2~3차년도 예산 조정 예정
※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타

○ ○ 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성

- 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시

○ 과제 신청자는 연구개발 성과목표·지표 등을 연구개발 계획서에 제시

- 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발 계획서에 제시
- 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
- 제시한 성과지표에 교통체계효율화사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약 시 조정(추가) 가능

※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용

- 연구 성과의 실용화(정책제안)로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출근거 제시
- 연구 성과의 실용성 검증 계획을 반드시 제시해야 함

○ 연차별 건교평 중간평가 결과에 의거 차년도 계속지원 여부 결정 예정

○ 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제 추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 국제공동연구 또는 전문가 활용방안

- 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

○ 연구개발 계획서에는 구체적 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 2단계 착수전 기술 및 시장 동향조사를 실시하여 차기단계 연구계획에 반영

○ 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발 계획서를 작성하여야 함

※ www.kictep.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함

※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음

○ 연구관리 전문기관(한국건설교통기술평가원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발 계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

○ 기획연구결과로 공고된 연구내용 및 예산 등은 추후 연구수행 과정에서 기술변화, 시장변화, 정책변화 등에 따라 변경될 수 있음

제2절 평가기준 설정

○ 에너지 저감형 Mini-load AR/RS 시스템의 주요 특징은 경량화에 있다. 경량화를 위해 대개 마스트는 알류미늄의 소재와 높이는 일반적으로 8 - 12m 사이이며 이보다 더 작은 높이를 갖는 시스템도 존재한다. 국내의 경우 Mini-load 시스템은 신흥기계에 의해 개발되었으며 아마 곧 여러 가지 제품군들이 나올 것으로 예상된다.

○ 본 과제에서는 먼저 해외 유명벤더의 제품군을 규격의 제시와 국내벤더의 규격대비를 통해 개발되어야 할 제품의 규격을 결정하였다. 오스트리아의 TGW사의 Mini-load system은 규격은 다음과 같다.

항 목	Mustang	Evolution	Mustang	Booster	Magito	Stratus
높이(height)	18m	12m	8m	5m	18m	18m
주행속도 (Travel Speed)	6m/s	6m/s	5m/s	5m/s2	6m/s	4m/s
주행가속도 (Travel Acceleration)	$3m/s^2$	$3.5m/s^2$	$3m/s^2$	$5m/s^2$	$3m/s^2$	$2m/s^2$
승강속도 (Hoisting Speed)	3m/s	3m/s	3m/s	2m/s	2m/s	2m/s
승강가속도 (Hoisting Acceleration)	$3m/s^2$	$3m/s^2$	$3m/s^2$	$3m/s^2$	$2m/s^2$	$2m/s^2$
최대적재(Payload)	100kg	100kg	100kg	70kg	100kg	300kg

○ DEMATIC Mini-Load AS/RS은 규격은 다음과 같다.

항 목	SR-M50/1	SR-M100/1	SR-M200/2	SR-M300/1	SR-M300/2
Design	Single-Mast	Single-Mast	Double-Mast	Single-Mast	Double-Mast
높이	10m	14m	18m	14m	20m
주행속도	4m/s	6m/s	6m/s	3.8m/s	4m/s
주행가속도	$5.7m/s^2$	$5.2m/s^2$	$3.5m/s^2$	$1.3m/s^2$	$1.95m/s^2$
승강속도	2m/s	3m/s	3m/s	1.3m/s	3m/s
승강가속도	$3m/s^2$	$2.7m/s^2$	$2.7m/s^2$	$1.3m/s^2$	$2.6m/s^2$
최대적재	50kg	50kg×2	50kg×4	340kg	340kg

○ 현재 전 세계적으로 가장 큰 물류설비 회사인 독일의 Schäffer사와 스위스의

Swisslog사의 Mini-load AS/RS 규격을 같이 비교하고, 스페인의 대표적인 물류회사인 Mecalux사의 Mini-load AS/RS 규격을 제시하므로서 국내에서 개발되어야 할 Mini-load 시스템의 규격을 결정하는 근거자료로 참고하였다.

항 목	SMC-1 Schäffer	SMC-1XL Schäffer	Tornado Swisslog	SMC 신흥기계
Design	Single Mast	Single Mast	Single Mast	Single Mast
높이	6-14m	14~18m	7~20m	3~10m
주행속도	5m/s	5m/s	6m/s	3m/s
주행가속도	$3m/s^2$	$1.5\sim2m/s^2$	$5m/s^2$	$1m/s^2$
승강속도	4m/s	4m/s	3m/s	1.6m/s
승강가속도	$4m/s^2$	$4m/s^2$	$3m/s^2$	$1.2m/s^2$
최대적재	100kg	100kg	120kg	50kg

○ 본 과제에서 국내의 활용도가 높을 것으로 예상되는 **대형 도서관, 농수산물 물류센터, 의류 물류센터, 전자부품 생산현장 물류창고, 의약품 보관시설** 등을 대상으로 하여 최대적재가 50kg 정도의 Mecalux사의 the In-A-Box 모델과 Dematic사의 SR-M50/1 모델의 규격을 비교하여 Mini-load AS/RS 기술 개발 목표 규격을 다음과 같이 제시한다.

항 목	기술 개발 목표 규격	IN-A-BOX Mecalux	SR-M50/1 Dematic(최고수준)
높이	7-12m	3-10m	10m
주행속도	5 m/s	3m/s	4m/s
승강속도	2 m/s	1.6m/s	2m/s
최대적재	50kg	50kg	50kg