

제 출 문

국토해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

본 보고서를 “철도물류 활성화를 위한 DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템 개발”의 최종보고서로 제출합니다.

2011. 12. 05.

주관연구기관 : (주)범창종합기술

대표이사 남 창 호

공동연구기관 : 동아대학교

대표 이 권 순

공동연구기관 : (주)성신RST

대표이사 박 계 출

공동연구기관 : 한국철도시설공단

이 사 장 김 광 재

공동연구기관 : (주)태조엔지니어링

대표이사 한 명 식

공동연구기관 : (주)싸이버로지텍

대표이사 최 장 립

위탁연구기관 : 한국철도공사

대표이사 허 준 영

위탁연구기관 : 코레일로지스

대표이사 김 부 철

위탁연구기관 : (주)한진해운신항만

대표이사 박 길 영

■ 총괄연구책임자 / 수석연구원 최 근 연구개발 총괄

보고서 요약서

과제고유번호	07교통체계-물류05	해당단계 연구기간	2010.10.06~ 2011.12.05	단계구분	4차년도/ 4차년도
연구사업명	중사업명	국토해양기술연구개발사업			
	세부사업명	교통체계효율화사업			
연구과제명	대과제명	철도물류 활성화를 위한 DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템 개발			
	세부과제명	철도물류 활성화를 위한 DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템 개발			
연구책임자	최 근	해당단계 참여 연구원수	총 : 96 명 내부 : 82 명 외부 : 14 명	해당단계 연구비	정부 : 2,449,940천원 기업 : 817,060천원 계 : 3,267,000천원
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 293 명 내부 : 187 명 외부 : 106 명	총연구비	정부 : 9,539,017천원 기업 : 3,836,248천원 계 : 13,375,265천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)범창종합기술 / 사업팀		참여기업명	-	
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위탁연구	연구기관명 : 한국철도공사		연구책임자 : 이 계 승		
	코레일로지스(주)		조 병 재		
	한진해운신항만(주)		강 부 형		
요약				보고서면수	1189p
국내연구진의 독자적인 기술에 의하여 세계 최초로 개발된 DMT 수송시스템의 핵심장치인 수평이송장치(HTS)는 최초 설계 및 제작 이후 연구기간동안 지속적인 연구개발을 통하여 시제품의 구조 및 구동시스템의 단순화, 경량화를 구현하였으며, DMT 트레일러의 기본 목적인 자체 환적 및 화물 운반에 대한 안정성을 기본으로 제작비용 및 경량화 연구개발에 주력하여 대당 제작비용을 최소화하였고, 트레일러 자체중량을 기존 트레일러 중량 대비 약 16%의 경량화에 성공하였다. 시설물 구동형(Buffer)의 개발에 성공하였으며, 이로 인하여 국내 및 국외의 철도 물류현장 조건에 따라 다양하게 적용할 수있는 DMT 수송시스템 적용성이 제고되며, 테스트베드에서 다양한 조건에서의 반복시운전 결과를 바탕으로 시제품 개선 및 안정화를 추구하였으며, 이를 바탕으로 실제물류현장에서의 공개시범운행을 통해 기존 터미널 환적시스템의 보완 또는 대체할 수 있는 DMT 수송시스템의 우수성 및 가능성 증명하였다. 특히, 획기적인 방법으로 DMT 터미널 구축(기존 터미널 개조) 시간 및 비용을 줄여 DMT 터미널 개조공사 대비 2011년 11월 DMT 전용터미널 개조공사에 시간은 약 95% 단축, 비용은 약 87% 절감하는 성과를 달성하였다.					
색인어 (각 5개 이상)	한글	DMT 수송시스템, 수평이송장치(HTS), DMT 트레일러 구동형, DMT 시설물 구동형, ,DMT 수송시스템 시범운영, 콘 디바이스			
	영어	DMT Transportation System, Horizontal Transfer System, DMT Trailer, DMT Buffer, DMT Transportation System Pilot Transportation, Corn Device			

요 약 문

I. 철도물류 활성화를 위한 DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

물동량 증가 추세와 철도물류 활성화의 요구에 부응하여 한국형 DMT 수송시스템 차량을 개발하여 활용함으로써 경제적으로는 물류비를 절감하여 기업의 경쟁력을 높이고, 국가적으로는 에너지 소비를 줄이고, 사회적으로는 환경비용 및 교통비용을 절감하는데 기여함을 목적으로 함.

2. 연구개발의 필요성

세계적으로 화물은 대형화 및 고속화와 더불어 글로벌화 되어가고 있으며, 이에 물류 선진화를 위해서는 운송시스템의 개선이 시급한 과제이다. 이를 위하여 기존의 운송 시스템을 개발하는 것이 급선무이다. 물류흐름에서 가장 많은 병목현상을 유발하고 있는 부분은 육상운송에서도 도로운송이며, 이렇게 낭비되는 시간과 중간과장에서 발생하는 비용을 줄일 수 있는 Non-Stop 형식의 복합운송의 필요성이 대두되고 있다. 또한, 철도화물 수송시장의 장점은 환경친화적, 에너지효율적 교통수단, 거리관련 변동비용이 상대적 저렴, 전통적으로 대량 Bulk 화물의 장거리수송에 이점을 부각시키고 기종점간 철도 직송시스템 구축으로 환적시설 불필요하고 도로수송시스템과 연계가 가능하게 하여 추가 물류비를 절감함으로써 철도물류 활성화를 이룰 수 있는 신 물류시스템인 수평이적재형 수송시스템의 연구 개발이 절실하다. 2001년부터 최근 5년간 고속도로 이용률 연 평균 10%씩 증가하고 있으며, 이에 따른 도로혼잡비용 연 평균 4.6%씩 증가하여 23조원의 국가적 손실을 낳고 있다. 화물차의 비율로만 한산할 경우 1조 8천억원에서 2020년 5조 이상으로 추정되고, 철도는 현재 CY 수용능력이 3,101천TEU이고 향후 추가 CY를 3~4곳을 확보 중에 있으나, 실제 증가 예상물동량의 대부분이 부산항·광양항과 수도권(의왕)에 집중되어 있어 현재의 시설이나 이송시스템만으로는 수용 불가능한 상태가 예상된다. 따라서 수평이적재형 수송시스템과 같이 도로와 철도 간 화물 환송을 자유롭게 하여 기존 도로운송의 장점과 집중화된 도로운송의 부담을 줄일 수 있는 방안이 기존 운송시스템이 갖는 문제점들의 해결방안으로 부상하고 있으며, 시스템 개발이 시급히 요구되고 있는 실정이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

연 차	연구목표	주요 연구내용
당해년도	■ 수평이송장치(HTS) 기능 개발	■ 수직상승높이 향상된 신규실린더 개발 ■ 유압부 경량화, 단순화를 위한 보완설계 ■ 전기 제어시스템 소형화를 위한 판넬 개발 ■ 아웃트리거 유압구동부 단순화를 위한 밸브부 개발
	■ 트레일러부 기능개발	■ Main Frame 경량화 설계 및 시제품 개발 ■ 아웃트리거 무선조절장치 개발
	■ 화차 수평지지장치 개발	■ 중량물 이동 시 화차기울임 방지장치 개발
	■ 기타 개발	■ 컨테이너 거치장치(Stand)개발
	■ DMT 화차 완성차 시험	■ 외관구조검사 ■ 측정에 의한 검사 ■ 차체 및 대차치수 측정 ■ 차체 리프팅 시험
	■ 철도차량 운행선로 시운전 시험	■ 제동시험 ■ 최고속도 시험 ■ 진동 시험 ■ 주요기기온도 및 상태시험
	■ 동적특성 시험을 통한 주행안정성 시험	■ 동적특성 시험
	■ 컨테이너 하부지지장치 개발	■ 컨테이너 하부 처짐 방지장치 개발 및 적용
	■ 화차구동형 화차 개조	■ 트레일러구동형 DMT 화차로 개조
	■ 반복 시운전을 통한 내구성 및 안정성 강화	■ HTS 다양한 조건 및 상황(폭설, 폭우 등)의 반복 시운전 ■ 전체 사이클 환적 테스트 ■ 환적시간 단축 및 프로세스 간소화 방안 검토 적용
	■ 시설물구동형 설계보완 및 시스템 성능평가, 제작	■ 시설물 구조와 구동부 설계 및 제작 ■ 시설물 구조 및 구동특성 평가 ■ 시설물구동형 세부설계(Shop Drawing) 및 제작
	■ 시설물구동형 해외 적용사례 조사	■ 시설물구동형 해외 운영현황 조사 ■ 시설물구동형 활용 및 적용방안 검토
	■ DMT 트레일러에따른 터미널 개조	■ 환적 시운전을 위한 터미널 개량 표준 설계 ■ 터미널 선로 매립케도 개량 시설공사 및 검사
	■ DMT 사업실용화 추진 : 물류기업 시범운송	■ DMT Y/T 환적 시운전 ■ DMT 실화주 시범운송 ■ DMT 화차 시범구간 철도운송추진
	■ DMT 사업운영시스템 개발 및 연계	■ DMT 터미널 관리시스템 국내터미널 적용을 통한 DMT Basic Model 수립/구축 ■ DMT 사업 운영을 위한 통합 서비스 구축/연계
	■ 사업홍보 및 국제특허 추진	■ DMT 사업홍보를 위한 홈페이지 구축 ■ 국내외 물류전시회 참가 해외 홍보 ■ 국제특허신청 및 해외 특허 추진

IV. 연구개발결과

연 차	연구목표	주요 연구내용
당해년도	■ 수평이송장치 (HTS) 기능 개발	■ 구조안전율 1.6이상 - 시뮬레이션, 구조해석
		■ 수평이송속도(하중적재시) 0.10 m/s - 작업속도 측정 - 화차와 트레일러에서의 컨테이너 이적재 작업 시 이동속도 측정 - 검증기관 시험
		■ 수직이송속도(하중적재시) 0.01 m/s - 작업속도 측정 - 화차와 트레일러에서의 컨테이너 이적재 작업 시 이동속도 측정 - 검증기관 시험
		■ 수직상승 실린더 개선 120mm → 130mm - 상승높이 측정 - 화차와 트레일러 간의 수평편차 및 이동시 기울기 변화에 따른 환적 안정성 보강 - 검증기관 시험
		■ 위치동기화(하중적재시) 이동거리 5%이내 - 실제 오차거리 측정 - 좌우 수평이송장치의 목표지점 도달시차를 측정 - 검증기관 시험
		■ 연속동작 테스트 (1Cycle) 1분 40초 - 시운전 시험 - 시험절차서에 의거 화차 및 이송시스템의 최종 테스트 및 평가 - 검증기관 시험
	■ DMT 전용 트레일러 개발	■ 트레일러 Main Frame 경량화 설계 및 제작 - 시제품 - 보고서
		■ 화차 수평지지장치 개발 - 중량물 이동시 화차 기울임 방지 장치 설계 및 제작 - 시제품 및 보고서
		■ 아우트리거 무선조절장치 개발 - 시제품 - 보고서
	■ DMT 화차 완성차 시험 및 본선 시운전 검사	■ DMT 화차 완성차 시험 - 철도안전법에 의한 검사기관 시험 - 검사기간 시험성적서
		■ DMT 화차 운행선로 시운전 시험 - 철도안전법에 의한 검사기관 시험 - 검사기간 시험성적서

연 차	연구목표	주요 연구내용
4차년도	■ DMT 화차 기능 개선	■ 컨테이너 하부 가림장치 개발 - 검증기관 시험 - 시제품 및 보고서
		■ 화차구동형 화차 개조 - 트레일러구동형 DMT 화차로 개조 - 시제품 및 보고서
	■ DMT 터미널 운영 시스템 개발	■ DMT 거점시스템 설계 및 개발 - 시제품 및 시운영(RFID M/W 포함) - 개발 산출물
		■ DMT 스마트시스템 설계 및 개발 - 시제품 및 시운영 - 개발 산출물
		■ DMT 포탈시스템 설계 및 개발 - 시제품 및 시운영 - 개발 산출물
		■ DMT 거점시스템 완성도테스트 테스트 성공률 90%이상 - 시범운영 시나리오 대비 오류율 (품질보증) - 최종보고서
		■ DMT 스마트시스템 완성도테스트 테스트 성공률 90%이상 - 시범운영 시나리오 대비 오류율 (품질보증) - 최종보고서
		■ DMT 포탈시스템 완성도테스트 테스트 성공률 90% 이상 - 시범운영 시나리오 대비 오류율 (품질보증) - 최종보고서
		■ DMT 거점-스마트 시스템 간 정보 연계 - 연계정보 정의 및 방안 - 검증 된 신기술 설계 및 적용으로 인한 거점 및 스마트 시스템 간 정보 연계
		■ DMT 거점-포탈 시스템 간 정보 연계 - 연계정보 정의 및 방안 - 검증 된 신기술 설계 및 적용으로 인한 거점 및 포탈 시스템 간 정보 연계
		■ KORIS 철도정보 연계 - 연계정보 정의 및 방안 - 대외비 관련 내역으로, 해당 정보 연계 불가 - 기초 코드성 데이터 설계 및 적용
		■ 터미널 운영 시스템 적용 결과 만족도 90%이상 - 사용자 테스트 또는 총평 - 사용자 그룹의 인지평가결과 만족도 (100점 만점) - 결과보고서

연 차	연구목표	주요 연구내용
4차년도	■ DMT 시설물 구동형 개발	■ 구조안전율 1.6이상 - 시뮬레이션 (구조해석)
		■ 시설물 구동형 차체 개발 1set - 시제품 검수 - 보고서, 시제품
		■ 시설물 구동형 HTS 개발 1set - 시제품 검수 - 보고서, 시제품
		■ 시설물 구동형 활용 및 적용방안 검토 - 해외운영현황 조사보고서 - 시설물구동형 활용 및 적용보고서
	■ 컨테이너 스탠드 개발	■ 컨테이너용 DMT 스탠드 개발 2set - 시제품, 보고서
	■ DMT 종합시험	■ 종합 시험 - DMT 터미널 및 DMT 차량을 이용한 종합시험 - 실화주 시범운송
		■ 메뉴얼 및 보고서 - 운영메뉴얼 및 유지관리메뉴얼 보고서
	■ DMT 터미널 개조	■ 환적 시운전을 위한 터미널 개량 표준 설계 - 보고서
		■ 터미널 선로 매립케도 개량 시설공사 및 검사 - 보고서
	■ 사업계획 수립	■ 사업계획 수립 - 보고서
	■ 사업홍보 및 지적재산권 확보	■ 논문 발표/개제 2건 - IEEE 한국동력기계공학회 논문 - 논문 전문 - 논문 발표 : 1건, 논문 투고 : 1건
		■ 특허 및 의장 2건 - 해외 특허의 경우 특허 등록 후 진행 - 특허출원 증명서 - 특허출원 : 1건, 등록 : 2건
		■ 프로그램(S/W) 등록 - S/W 등록 1건
		■ DMT 홈페이지 구축 - www.dmt.or.kr
		■ 국내외 물류전시회 참가 홍보 - 국내외 전시회 3건 참가

V. 연구개발결과의 활용계획

1. 파급효과

가. 기술적 측면

- (1) 고효율 수평이적재형 수송시스템의 개발로 인한 국가기술 경쟁력 확보
- (2) 수평이적재형 수송시스템의 IT기술을 적용하여 신 운송시스템의 기술선도
- (3) 기존 운송시스템과의 접목을 통해 신수요 창출 및 국가 경쟁력 제고

나. 사회·경제적 측면

- (1) 수평이적재형 수송시스템의 개발 시 기존 철송의 장점인 적시수송 (Just In Time) 서비스를 만족시키는 동시에 문전수송(Door to Door) 서비스를 제공함으로써 철도운송 활성화 효과가 기대

2. 활용방안

가. 국내 및 물류 선진국의 표준 운송시스템으로 Benchmark로서 활용될 것이며 향후 세계 물류 운송시스템으로 수출상품으로도 이용

나. 새로운 시스템의 개발로 인하여 국내의 기술 산업의 기반산업으로 자리 잡을 것이며 기타 관련 기업의 경제적 성장에 기여할 것으로 기대

- (1) 고효율 수평이적재형 수송시스템의 개발로 인한 국가기술 경쟁력 확보하여 국외로 기술 수출의 방안이 기대

S U M M A R Y

I . Title of Study

Development of vehicle for DMT(Dual Mode Trailer) transport system for railway logistics revitalize.

II. Objective and Necessity of Study

The success of haulage, in dominate light of the growing traffic congestion problem and congestion cost, the container transport by railway has to be increased. The freight transport by railway can have decided advantages over trucks in terms of energy efficiency, emissions and cost for certain freight movements, just as transport in the metropolitan region can have great advantages over driving truck. But the freight transport by truck should gain significant mobility benefits from a freight railway system. Thus, the DMT(Dual Mode Trailer) transport system which is coupled railway transport advantages with road transport advantages has been developed and used in the european countries. The DMT transport system will therefore serve the areas required by transport organizers.

C O N T E N T S

Ch. 1. Introduction

1. Purpose of Research & Development
2. Necessity of Research & Development
3. Substance and Range of Research & Development

Ch. 2. Technology Development Trend (Local and Abroad)

1. Trend of Local Technology and Industry
2. Trend of Abroad Technology and Industry

Ch. 3. Research contents and results

1. DMT Trailer Research development & Result
2. Container Stand Research development & Result
3. DMT Buffer Research development & Result
4. DMT Wagon Research development & Result
5. DMT Terminal Design & Manufacturing
6. Plan of korean DMT Operation System
7. DMT Business Practical Promote : Promotion & Result Pilot Transportation
8. DMT Buffer Overseas Operation & Application Review
9. DMT Transportation System for Business Plan
10. Review of DMT Transportation System port application

Ch. 4. Target Achievement and Contribution to related Area

1. Target Achievement of Research & Development
2. Contribution Level to related Technology Development

Ch. 5. Application plan of Research & Development Acquisition

1. Application Plan
2. Expecting Effect of Research & Development

제 1 장 서 론	15
제1절 연구개발의 배경과 목적	16
1. DMT 연구개발의 배경	16
2. 우리나라 DMT 연구개발의 배경	19
3. DMT 연구개발의 목적	5
제2절 연구개발의 필요성	22
1. 철도이용 편이 및 물류비용 감소수단	22
2. 효율적인 DMT 사업운영 기반 조성	23
3. 실용화에 대비한 효율적인 DMT 업무체계 구축	23
제3절 연구방법 및 범위	24
1. 연구방법	24
2. 연구범위	24
제 2 장 국내·외 기술개발 현황	27
제1절 국내 기술개발 현황	27
1. 수평이적재 방식의 DMT 차량 개발	32
2. DMT 터미널 개발	33
제2절 국외 기술개발 현황	35
1. Piggyback 시스템	36
2. Bi-modal 시스템	37
3. Modalohr 시스템	37
4. Cargo Speed 시스템	38
5. Flexiwaggon 시스템	39
6. Cargo Beamer 시스템	39
7. Cargo Domino 시스템	40
8. CCT Plus 시스템	41
9. NETHS Plus 시스템	41
10. 기타 복합운송 현황	42

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과	45
제1절 DMT 트레일러 구동형 연구개발내용 및 결과	45
1. 트레일러 구동형 HTS 개요	45
2. 트레일러 구동형 HTS 작동 개념도 및 제원	46
3. 트레일러 구동형 HTS 연구개발내용	50
4. 기타 연구개발 내용 및 결과	274
제2절 컨테이너 거치대 연구개발내용 및 결과	291
1. 컨테이너 거치대 설계 및 구조해석	291
2. 컨테이너 거치대 제작	318
제3절 시설물 구동형 연구개발내용 및 결과	321
1. 시설물 구동형 개발개요	321
2. 시설물 구동형 작동 개념 및 제원	321
3. 시설물 구동형 연구개발내용	322
제4절 DMT 화차 연구개발내용 및 결과	409
1. 성능신청 및 기술 검토	409
2. 성능시험 실시	493
3. 성능시험 결과	500
제5절 DMT 터미널 설계 및 제작	551
1. DMT 터미널 설계 및 개발개요	551
2. DMT 터미널 설계 및 개발 기본 방향	553
3. DMT 터미널 실시설계	556
4. DMT 터미널 설계기준 설정	558
5. DMT 터미널 개량공사 설계	578
6. DMT 터미널 개량공사 사업비	600
7. DMT 터미널 개량공사 및 준공검사	601
8. 시범운송을 위한 DMT 터미널 개량공사 기술검토	606
제6절 한국형 DMT 운영시스템 구축방안	611
1. DMT 운영시스템 설계방향	611
2. 적용 방법론	617
3. 시스템 구축 및 구성	625

4. 개발 산출물	627
제7절 DMT 사업 실용화 추진을 위한 시범운영 추진 및 결과	707
1. 의왕 ICD ~ 부산진역 철도CY DMT 수송시스템 시범운송	707
2. 동익산역 E&S 적용 DMT 수송시스템 시범운영	735
제8절 DMT 시설물구동형 해외 운용현황 및 적용성 검토	751
1. 개 요	751
2. DMT 수평적재시스템 해외 운용현황 조사	753
3. DMT 시설물구동형 해외 적용방안 검토	764
4. DMT 시설물구동형 국내 적용방안 검토	841
제9절 DMT 수송시스템 실용화를 위한 사업계획 수립	885
1. 사업의 개요	885
2. 사업시행자	886
3. DMT 수송시스템 기술 및 개발 목표	887
4. 물류환경과 목표시장의 설정	889
5. 투자비와 재원조달 계획	903
6. 사업관리 및 운영계획	910
7. 손익의 추정	912
8. 재무적 효과 분석	987
9. 공익성 및 창의성	996
10. 경제성 분석	1008
제10절 DMT 수송시스템 항만실용화 적용성 검토	1045
1. DMT 수송시스템의 개요 및 현황	1045
2. DMT 수송시스템 항만실용화 적용성 검토	1061
3. DMT 수송시스템의 성공조건과 기대효과	1088
제11절 종합 시운전 내용 및 결과	1099
1. 시운전 개요	1099
2. 시운전 일지 요약 및 특이사항	1101
3. 시운전 결과	1113

제12절 DMT 수송시스템 실용화 추진을 위한 사업홍보 활동	1121
1. 국내외 전시회 참가 홍보활동	1121
2. DMT 수송시스템 지적재산권 확보	1141
3. DMT 수송시스템 연구개발 논문	1144
4. DMT 수송시스템 홈페이지 구축	1144
 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	1147
제1절 연구개발 목표 달성도	1147
1. 연구개발 목표 달성도	1147
 제2절 관련 분야에의 기여도	1149
1. 기술적 측면	1150
2. 경제·산업적 측면	1150
3. 사회·문화적 측면	1151
 제 5 장 연구개발 결과의 활용계획	1153
제1절 연구결과의 활용방안	1153
 제2절 기대성과 및 기대효과	1154
1. 기술적 측면	1154
2. 사회·경제적 측면	1154
 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보	1157
제1절 Lohr사 Modalohr 제품 기술 자료수집	1157
1. 수집개요	1157
2. 정보수집 및 방문활동 내용	1160
 제2절 DMT 시설물 구동형 해외 기술조사	1165
1. 조사 목적	1165
2. 주요 업체별 방문목적	1166
3. 기술조사 업무내용	1169
 제 7 장 참고문헌	1187