제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

본 보고서를 “DMT 수송시스템 기술사업화”의 최종보고서로 제출합니다.

2014. 11. 24.

주관연구기관명 : (주)범창종합기술
주관연구책임자 : 이 흥 모
연구원 : 김 두 호
연구원 : 소 재 림
연구원 : 양 태 윤
연구원 : 이 학 순
연구원 : 고 영 진
연구원 : 황 훈 신
연구원 : 조 형 제
연구원 : 김 신 환
연구원 : 황 지 훈
연구원 : 임 종 호
연구원 : 우 윤 정
연구원 : 김 경 중
연구원 : 최 훈 도

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>12TRPI-C0
62553-01</td><td>해당단계
연구기간</td><td>2014.02.01~
2014.10.31</td><td>단계구분</td><td>3차년도/
3차년도</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">국토교통기술사업화지원사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>최상위
과제명</td><td colspan="4">DMT 수송시스템 기술사업화</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4">DMT 수송시스템 기술사업화</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>이흥모</td><td>총연구기간
참여
연구원수</td><td>총 : 33명
내부 : 20명
외부 : 13명</td><td>총연구비</td><td>정부 :
500,000천원
기업 :
334,000천원
계 :
834,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속부서명</td><td colspan="2">(주)범창종합기술 / 사업팀</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 :</td><td colspan="2">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명 :</td><td colspan="2">연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td>335P</td></tr>
<tr><td colspan="6">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, 비산먼지 차단 벌크형 컨테이너를 적용하여, 컨테이너 화물이 아닌 벌크화물도 운송이 가능하며, 이를 위해 DMT 트레일러에 덤프기능을 추가하였음. 또한 테스트 베드에서 다양한 조건에서의 반복시운전 결과를 바탕으로 시제품 개선 및 안정화를 추구하여 DMT 수송시스템의 우수성 및 가능성 증명하였다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색인어
(각 5개 이상)</td><td>한글</td><td colspan="4">DMT 수송시스템, 수평이송장치(HTS), DMT 트레일러, DMT 덤프형 트레일러, 비산먼지 차단형 벌크형 컨테이너</td></tr>
<tr><td>영어</td><td colspan="4">DMT Transport System, Horizontal Transfer System, DMT Trailer, DMT dumper, Bulk Container</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. DMT 수송시스템 기술사업화

Ⅱ. 연구개발과제 개요

1. 연구개발의 목적

물동량 증가 추세와 철도물류 활성화의 요구에 부응하여 한국형 DMT 수송시스템 차량을 개발하여 활용함으로써 경제적으로는 물류비를 절약하여 기업의 경쟁력을 높이고, 국가적으로는 에너지 소비를 줄이고, 사회적으로는 환경비용 및 교통비용을 절약하는데 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 철도직송시스템 구축으로 환적시설 불필요하고 도로수송시스템과 연계가 가능하게 하여 추가 물류비를 절감함으로서 철도물류 활성화를 이룰 수 있는 신 물류시스템인 수평이적재형 수송시스템의 연구 개발이 절실하다. 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 확보중에 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 환승을 자유롭게 하여 기존 도로운송의 장점과 집중화된 도로운송의 부담을 줄일 수 있는 방안이 기존 운송시스템이 갖는 문제점들의 해결방안으로 부상하고 있으며, 시스템 개발이 시급히 요구되고 있는 실정임

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과

연 차	연구 내용	연구 결과
1차년도	■ 수평이송장치(HTS) 기능개선 설계	■ 수평이송장치 설계도면(2D,3D) ■ 수평이송장치 구조해석 보고서 ■ 수평이송장치 설계 부품별 중량표 ■ 수평이송장치 원가계산서 ■ 수평이송장치 3D 모델링 동영상
	■ 트레일러부 기능개선 설계	■ 덤핑장치 설계도면(2D,3D) ■ 화차지지장치 개선 설계도면(2D,3D) ■ 아우트리거 개선 설계도면(2D,3D)
	■ 사업모델 개발 및 시장조사 ■ 수요처 조사 및 분석	■ 사업모델 개발 및 분석 보고서 ■ 수요처 조사 및 분석 보고서
2차년도	■ 수평이송장치 개선모델 구성품 제작 (1set)2개	■ HTS 상세설계도면(2D,3D) ■ HTS 언더프레임 제작 ■ HTS 수평이송장치 Ass'y제작 ■ HTS 수직구동장치 Ass'y제작 ■ HTS 버킷 Ass'y제작 ■ 기타 유압장치 제작 ■ HTS 구성품 조립 ■ HTS 시운전 및 성능 측정
	■ 트레일러부 개선모델 제작	■ 20피트 로우베드 트레일러 1대 제작 ■ 덤프실린더 트레일러 적용성 검토 시뮬레이션 ■ 덤프실린더 구성품 제작 및 트레일러 설치
	■ 시범운송	■ LNG 탱크컨테이너 DMT 수송시스템 적용 검토 ■ LNG 탱크컨테이너를 대상으로 시범운송
	■ DMT 사업모델 분석	■ 사업모델을 중심으로 사업성 분석

연 차	연구 내용	연구 결과
3차년도	■ 수평이송장치 개선모델 구성품 보완 제작 및 설치	■ DMT 트레일러에 HTS 구성품 설치 ■ HTS 유압장치 및 유압라인 제작 및 DMT 트레일러에 설치 ■ 전기판넬 구성품 제작 및 DMT 트레일러에 설치 ■ 제어프로그램 제작 및 DMT 트레일러에 설치 ■ 아우트리거 제작 및 DMT 트레일러에 설치
	■ 시제품의 반복시운전을 통한 안정성 및 내구성 강화	■ HTS 개별 동작 시운전 ■ HTS 종합 시운전 ■ HTS 반복 시운전 ■ HTS 속도 테스트 – 유량을 조절하여 수직, 수평 이송 속도(감속, 가속) 테스트 ■ HTS 부하 테스트 – 최대 26톤까지 중량 테스트 ■ 이격수단간 이격거리 테스트 – 화차와 트레일러간 최대 이격거리 400mm – 적정이격거리 250mm~300mm ■ 덤프기능 테스트 – 테스트베드에서 덤프기능 테스트 – 수요처에서 무연탄 적재 덤프 테스트 – 국제 표준 컨테이너 적재 덤프 테스트 – 벌크 컨테이너 적재 덤프 테스트 ■ 아우트리거 기능 테스트 – 개별 동작 테스트 – 종합 동작 테스트
	■ DMT 수송시스템 시연사업	■ 사업모델 대상 구간 선정 시연사업 ■ 실화주 대상 시연사업 실시
	■ DMT 사업홍보	■ 제2회 교통신기술 워크숍 참석 및 발표 – 국토부 산하기관, 자자체, 학협회 대상으로 발표 ■ 중국 선양/상해 로드쇼 참가 – 선양 IP 로드쇼 참가 및 발표 – 상해 IP 로드쇼 전시회 참가
	■ DMT 수송시스템 경제성 및 사업성 분석	■ DMT 적용현장에 따른 사업성 분석 ■ DMT 수송시스템 경제성 분석
	■ 종합보고서 작성	■ 종합보고서 자료 수집 및 정리 ■ 종합보고서 작성

Ⅳ. 최종 연구성과 및 적용실적

연구목표	주요 연구내용
■ 수평이송장치 기능개선 및 제작	■ 수평이송장치 기능개선 설계 – 기능개선 설계도 및 설계보고서 – 원가계산서 작성 – 3D 모델링 동영상
	■ 설계 성능평가 – 구조해석보고서
	■ 시제품 1set 제작 – 수평이송장치 시제품 제작 및 제작보고서 – 수평이송장치 유압장치 및 유압라인 제작 – 수평이송장치 전기판넬 및 제어프로그램 제작
	■ 현장 적용 – 수평이송장치, 유압장치, 제어시스템 테스트베드 내 DMT 트레일러에 설치 및 시운전 – 설치 및 시운전 보고서
	■ 수평이송장치 성능측정 – 성능측정보고서
■ 트레일러부 기능개선 및 제작	■ DMT 트레일러 1대 제작 – DMT 트레일러 제작보고서
	■ 덤핑장치 1set 제작 – 덤핑장치 제작보고서
	■ 아우트리거 1set 제작 – 아우트리거 제작보고서
	■ 현장 적용 – DMT 트레일러에 덤핑장치, 아우트리거 설치 및 시운전
■ 시운전 및 시연사업	■ DMT 트레일러구동형 시운전 – DMT 트레일러구동형 종합시운전 실시 및 시운전보고서
	■ 시연사업 – 실수요처 참여 시연사업 실시 및 시연사업보고서
	■ 운영매뉴얼 – DMT 트레일러구동형 운영매뉴얼 작성
■ 실용화 추진 및 홍보 활동	■ 홍보활동 – 제2회 교통신기술 워크숍 참석 및 발표 – 중국 선양/상해 로드쇼 전시회 참가
	■ 경제성 및 사업성 분석 – 사업성 분석보고서 – 경제성 분석보고서

Ⅴ. 연구목표 달성 및 효과

연구목표 달성	연구 효과
■ 수평이송장치(HTS) – 수평이송장치 기능개선 및 제작	■ 향후 전차선 구간에 수평이송장치를 이용한 DMT 수송시스템의 활용도가 높아질 것이며, 수평이송장치를 이용한 환적시스템의 국산화 기술개발로 기술선점 가능성 있음
■ DMT 트레일러 – 트레일러부 기능개선 및 제작	■ DMT 트레일러에 덤프기능을 추가함으로서 일반 컨테이너 환적 및 운송뿐만 아니라 벌크 화물의 취급도 가능해져 처리 화물의 다각화 기대
■ 시운전 및 시연사업 – DMT 트레일러구동형 시운전 및 시연사업	■ 다양한 환경에서의 시운전을 실시하여 시제품을 검증하였고, 실화주와의 공동 시연사업을 실시하여 DMT 트레일러의 우수성 및 현장적용성 확인
■ DMT 수송시스템 실용화 – 실용화 및 홍보 활동	■ 국내외 물류 전시회 및 워크샵 발표를 통하여 DMT 트레일러구동형의 우수성을 홍보하였고, 실용화를 위하여 적용현장에 따른 사업성, 경제성을 분석하는 등 사업화 추진에 도움이 될 수 있도록 연구

Ⅵ. 연구개발결과의 활용계획

1. 파급효과

가. 기술적 측면

전철화 구간의 고가선 하부 환적작업이 별도의 추가 장비 없이 자체적인 환적이 가능하여 친환경 에너지를 이용하는 철도의 전철화를 이룰 수 있으며, 도로와 철도 간의 환적비용을 혁신적으로 낮추어 운송비 절감효과 및 수송수단 전환을 통한 철도의 수입증대에 크게 도움이 될 것임. 또한 고정편성 화물열차의 중간역 착발선 환적이 별도의 환적비용 없이 상하역이 가능하여 화물열차의 경제적이고 효율적인 운영에도 기여할 수 있을 것이며, 벌크형 컨테이너를 적용시켜 벌크화물 운송 및 LNG 컨테이너 운송도 가능

나. 사회·경제적 측면

(1) 새로운 시스템의 전문 생산업체를 중심으로 컨소시엄 협력사업 도출 등이 기대되며 새로운 시스템의 핵심기술 확립과 부가시스템 관련 생산업체 등에 기술 이전 및 전문 인력 양성도 기대

(2) 운송 효율을 높이고 안정적이며, 환경 친화적 시스템으로서 기존 도로에 집중된 체증 현상을 최소화하여 경제 활성화를 기대 할 수 있음

(3) 벌크화물 운송의 문제점인 환경적 문제들이 줄어들어 관련 비용이 감소 될 것으로 예상 됨

2. 활용방안

(1) 화차의 경우 기존화차의 개조를 통하여 활용 할 수 있어 비교적 저가의 비용으로 개발이 가능하며, 접근성 및 화물특성상 철도이용이 어려운 도로운송 화물을 간선수송은 철도를 이용하고, 지선수송은 도로를 이용한 연계수송이 가능하여 철도물류 활성화에 기여 할 것으로 기대

(2) 수평이적재 및 덤프기능에 대한 확고한 기술 개발을 확립하여 국내외 특허를 획득할 예정이며, 관련 생산업체에 기술 이전 및 전문 인력을 양성하여 제조업 및 R&D 시장의 확대를 도모할 것으로 기대

S U M M A R Y

Ⅰ. Title of Study

Development of vehicle for DMT(Dual Mode Trailer) transfer 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 freight 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) transfer system which is coupled railway transport advantages with road transport advantages has been developed and used in the european countries. The DMT transfer system will therefore serve the areas required by transport organizers.

C O N T E N T S

Ch. 1. Overviews of Research & Development
1. Backgrounds and purpose of Research & Development
2. Necessity of Research & Development
3. Methods & Scope of Research & Development
4. Technical development of the related areas

Ch. 2. Contents & Result of Research & Development
1. HTS Improvement Design
2. DMT Trailer Improvement Design
3. Producing a Prototype & A Trial Run
4. DMT Trailer Operations Manual

Ch. 3. Final Research Results & Apply Results
1. Demonstration & Results for Commercialzation
2. Research Business Plan for Commercialzation
3. Promotion Business activity for Commercialzation

Ch. 4. Objectives and Effects
1. Achievement of final objectives
2. Effects of results

Ch. 5. Practical use of the result, and necessity of further research
1. Practical use plan of the result
2. Necessity of further research

Ch. 6. References

- 목 차 -

제 1 장 연구개발과제 개요 ····· 15

제1절 연구개발의 배경과 목적 ····· 15
1. 연구개발의 배경 ····· 15
2. 연구개발의 목적 ····· 16

제2절 연구개발의 필요성 ····· 18
1. 기술적 측면 ····· 19
2. 경제·산업적 측면 ····· 19
3. 사회·환경적 측면 ····· 19

제3절 연구방법 및 범위 ····· 20
1. 연구방법 ····· 20
2. 연구범위 ····· 20

제4절 관련분야의 기술개발 현황 ····· 21
1. DMT 수송시스템 기술개발 현황 ····· 21

제 2 장 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 31

제1절 DMT 트레일러 구동형 수평이송장치(HTS) 개선설계 ····· 31
1. 수평이송장치(HTS) 개선 기본설계안 ····· 31
2. 수평이송장치(HTS) 개선 기본설계안에 대한 설계 검증(구조해석) ····· 44
3. 수평이송장치(HTS) 개선 상세설계 ····· 59

제2절 DMT 트레일러 구동형 트레일러부 개선설계 ····· 69
1. 트레일러 개선설계 ····· 69
2. 덤프실린더 설계 ····· 72
3. 아우트리거 개선설계 ····· 78

제3절 DMT 트레일러 구동형 시제품 제작 및 시운전 ····· 80
1. 수평이송장치(HTS) 제작 ····· 80
2. 트레일러부 제작 ····· 91

3. 시제품 테스트베드 설치 및 시운전 ····· 96
4. 시제품 성능 측정 ····· 103

제4절 DMT 트레일러 구동형 운영메뉴얼 ····· 113
1. 수평이송장치(HTS) 사용방법 ····· 113
2. 수평이송장치(HTS) 점검 및 정비방법 ····· 116
3. DMT 트레일러 사용방법 ····· 124
4. DMT 트레일러 점검 및 정비방법 ····· 139

제 3 장 최종 연구성과 및 적용실적 ····· 157

제1절 실용화 추진을 위한 시연사업 추진 및 결과 ····· 157
1. LNG 탱크컨테이너 백령도 시연사업 ····· 157
2. 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너 적용 무연탄 시연사업 ····· 165
3. 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너 적용 석회석 시범운송 추진계획(안) ··· 177

제2절 실용화를 위한 사업계획 수립 ····· 179
1. 사업계획 수립 목적 ····· 179
2. 1차 목표시장 수립 ····· 181
3. 2차 목표시장의 설정 및 사업계획 수립 ····· 200
4. 2차 목표시장 경제성 분석 ····· 235
5. DMT 수송시스템 적용 가능 해외시장 조사 ····· 264

제3절 실용화 추진을 위한 사업홍보 활동 ····· 315
1. 국내외 전시회 세미나 참가 홍보활동 ····· 315

제4절 DMT 수송시스템 적용을 위한 물류거점 운영 조사 ····· 327
1. 컨테이너 물류거점 운영 조사 목적 ····· 327
2. 컨테이너 물류거점 운영 조사 ····· 327

제 4 장 연구목표 달성 및 효과 ····· 359

제1절 연구개발 최종목표 달성도 ····· 359
1. 연구개발 최종 목표 달성도 ····· 359

제2절 연구개발 성과의 효과 ····· 360
1. 기술적 효과분석 ····· 360
2. 경제적 효과분석 ····· 361
3. 정책적 효과분석 ····· 361

제 5 장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성 ····· 363

제1절 연구성과 향후 활용방안 ····· 363
1. 국가지원 관련 법령 검토 ····· 363
2. 연구성과 향후 활용방안 ····· 363

제2절 추가연구 필요성 ····· 364

제 6 장 참고문헌 ····· 365

제 1 장 연구개발과제 개요

제 1 절 연구개발의 배경과 목적

1. 연구개발의 배경

o DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템이란 두 가지 운송수단(철도와 도로)를 연계하기 위한 시스템으로 문전수송이 가능하도록 고안한 일관수송시스템을 의미
- 국제적으로는 아직까지 이러한 시스템에 대한 통일된 용어는 없으며 시스템 특성과 사용 국가에 따라 다양한 용어로 불림

o 2012년 국가물류비는 151조 9,798억원으로, 최초로 150조원을 돌파하였음
- GDP대비 국가물류비 비중은 11.94%로 일본, 미국 등 선진국과 비교하여 물류비가 많은 비중을 차지하고 있어 물류비 절감을 위한 대책이 요구되고 있음
- 특히, 2012년 국내화물 수송비는 107조 5,870억원으로, 이중 도로부문이 96.4%를 차지하고 있음
- 석유류 제품의 소비자 가격과 소비량이 전반적으로 증가하고 있는 상황을 고려할 때, 수송연료의 다양화 또는 수단전환에 대한 정책을 마련할 필요가 있음

o 지구온난화 등 환경문제가 글로벌 해결과제로 급부상하고 있는 가운데 기후변화협약이 구속력 있는 국제적 지침으로 발효되어 선진 40여 개국이 이산화탄소 배출량을 1990년 대비 평균 5.2%를 감축할 의무를 지게 되는 등 환경문제에 대한 중요성이 증대되고 있음. 우리나라는 세계 4위의 석유수입국으로서 교통부분 에너지사용 비중이 21%, 온실가스 배출비중은 20.8%를 차지하고 있어 환경 및 에너지에 대한 해법으로 철도수송의 중요성이 증대되고 있음

o 철도교통은 화물자동차와 비교하여 에너지 소비에서 14.2배 효율적이며 CO_2배출은 13.4배 적게 배출되는 등 친환경 교통수단으로서의 토대를 갖추고 있음. 하지만 소비지까지의 운송과정에서 잦은 환적의 문제점이 고객이 운송수단 선택 시 장애요인으로 작용함. 환적 시 발생하는 시간적, 환경적인 문제점을 개선하여 철도운송 분담률을 향상시켜 친환경 녹색성장을 위한 대안으로써 DMT 수송시스템 개발 및 실용화가 필요함

2. 연구개발의 목적

가. 물류비용 절감을 통한 철도물류 활성화

o DMT 수송시스템 기술사업화 과제의 궁극적인 목적은 일반 컨테이너 화물과 벌크화물의 철도 수송단계를 줄여 문전수송(Door to Door)과 적시수송(Just In Time)을 가능하게 해서 공로운송에 대한 경쟁력을 높여 철도물류 활성화에 기여하는데 있음

o DMT 수송시스템 개발의 구체적인 목적
- 철도수송의 편의 제고 및 물류비 절감
- 적하시간 단축을 통한 운송효율 향상
- 친환경 교통수단으로의 물동량 유인을 위한 시스템 개선

o 2011년 기준 철도화물 취급역 134개로 개편
- 공로수송으로 이탈된 물동량으로 인해 2011년 기준 철도화물 취급역이 134개로 줄었으며, 한국철도공사의 철도물류 거점화 정책으로 인해 점차적으로 더 줄어들 예정임
- 벌크화물의 공로운송으로의 이탈을 막고, 철도물류를 활성화 하기 위해서는 현재 철도운송 프로세스를 개선할 필요가 있음
- 기존의 철도화물 프로세스의 단점을 보완하여 철도물류의 활성화에 기여하는데 본 연구개발의 목적이 있음

나. Door-to-Door 실현

o 우리나라에서 DMT(Dual Mode Trailer)란 도로와 철도를 연결하여 운송되는 시스템을 통칭하여 DMT 수송시스템이라 한다. 한국형 DMT 수송시스템의 연구개발은 도로의 정체로 인해 화물자동차운송에 어려움이 가중되고 있고 철도화물수송이 수출입 화물의 중요 운송수단이 되어야 함에도 불구하고, 화주가 철도로 수송할 경우 철도운임 이외에도 집·배송 비용과 상하차료 등의 부대비용을 지불해야 하는 구조적인 프로세스로 화물자동차와 비교해 볼 때 철도수송의 장애요인으로 작용하고 있어 도로수송의 기동성과 철도의 대량수송의 장점을 결합함으로서 문전수송(Door-to-Door)이 가능하도록 상하역 절차를 간소화하여 물류의 효율성을 높일 것으로 기대 됨

다. 상하역 절차의 간소화를 통한 철도물류 활성화

o 철도수송에서 제기되고 있는 문제점으로는 단계가 복잡하여 이용이 불편하다는 점과 잦은 상하역으로 인해 물류비가 증가한다는 것을 들 수 있음

- 단계가 복잡해지는 근본원인은 도로운송 장비와 철도운송 장비 간 이적재시 별도의 장비가 필요하며 상하역 장비를 통해 화차에 적재하고 화물이 목적지역에 도착 시 하역장비를 통해 또 다시 장치하거나 화물차량에 적재하여 수송을 하게 시스템에 있음
- 기존의 철도를 이용한 벌크화물 운송프로세스에서 이뤄지는 환적과정을 생략하여 시간을 절약할 수 있는 환적시스템을 만드는 것이 본 개발 과제의 목적임

라. 친환경 교통시스템 개발

o 1994년 기후변화협약이 공식 발효되어 이를 이행하기 위한 구속력 있는 지침으로 교토의정서가 2005년 발효되어 세계 선진 40여 개국은 이산화탄소 배출량을 1990년 대비 평균 5.2%를 감축할 의무를 지게 되었음. 이에 따라 각 국 정부는 교통 부문에서 이산화탄소 배출량 감축을 위한 방안을 강구하고 이를 규제하는 많은 정책을 추진하고 있음

o 도로의 대기오염 비용은 년 113,310억원, 철도의 대기오염 비용은 2,865억원으로 도로가 97.5%, 철도가 2.5%의 대기오염 비용을 차지하고 있어 철도 이용을 통한 환경오염 비용 감소 및 철도투자의 지속적 확대가 요구됨

o 철도수송 분담율 1% 증가 시 에너지 소비절감액은 여객 2,806억원, 화물 2,789억원으로 연간 5,595억원의 에너지 소비 절감효과가 있음. 또한 CO2 배출 저감액은 여객 143억원, 화물 166억원으로 연간 309억원의 CO2 배출 저감효과가 있으며, 여객과 화물에서 철도수송 분담율 1% 증대시 연간 5,904억원의 에너지 소비 절감 및 CO2 배출 저감효과가 있음

o 친환경 운송수단인 철도에서도 굴착기를 이용한 벌크화물의 환적 시엔 비산먼지의 발생으로 인한 환경오염 문제로 민원이 발생함
- CO2 배출 저감 효과 뿐만 아니라 생산지에서 소비지까지의 일련의 과정에서 비산먼지 발생을 차단하는 시스템 개발을 목표로 함

제 2 절 연구개발의 필요성

o DMT 수송시스템 기술사업화 개발 과제는 도로수송의 기동성과 철도의 대량운송 장점을 결합함으로서 문전수송(Door-to-Door)이 어렵다는 철도의 단점을 보완하고 상하역 절차를 간소화함으로써 물류의 효율성을 기하기 위해 시작되었음

o 철도수송의 문제점은 크게 철도화물수송의 단계가 복잡하여 이용이 불편하다는 점과 잦은 상하역으로 인해 물류비가 증가한다는 것임
- 철도화물수송의 단계가 복잡해지는 근본원인은 도로운송 장비와 철도운송 장비간의 직접 호환이 이루어지지 않아 환적을 위해 장치(임시저장)가 필요함
- 장치된 화물은 다시 상하역 장비를 통해 화차에 적재하여야 함
- 화물이 도착에 도착 후 하역장비를 통해 장치하거나 화물차량에 적재하여 수송함
- 이는 결국 수송비를 증가시키고 화주 또는 운송사가 철도를 기피하는 이유가 됨

o 시설, 서비스, 운영, 제도적 측면에서 철도경쟁력을 약화시키는 요인들을 보완하기 위해서 다양한 방법들이 제안될 수 있지만 도로와의 경쟁을 통해 철도수송을 증대시키기 위해서는 문전수송(Door To Door)을 통한 고객니즈 부응, 시간경쟁력 확보 등이 필요함
- 철도화물운송은 화물의 크기, 운송거리, 운송완결성 등 여러 가지 측면에서 강조되는 측면이 다르지만 철도화물 또한 도로운송에서와 같이 운송의 완결성을 도모하고 운송서비스 접근성과 유연성을 높이기 위한 수단을 강구하지 않는다면 경쟁력 확보가 어려울 것으로 판단됨

o DMT 수송시스템은 이러한 철도화물 수송체계의 문제점을 해결하기 위한 수단으로 등장하였으며, 접근성 개선을 통한 문전수송, 유연성 증대를 통한 시간절감을 통해 수송비를 절감할 수 있으며, 종국적으로 일반 컨테이너 및 벌크화물의 철도수요증대를 통한 철도운송의 경쟁력 강화에 필요한 시스템으로 연구개발이 필요한 과제로 사료됨

1. 기술적 측면

o 물류는 국가 산업발전의 견인차 역할을 하는 중요한 기간산업으로 최근 들어 그 중요성에 대한 인식이 높아지고 있으며, 이에 따라 물류비용 절감, 물류시간 단축, 물류운영 선진화, 물류수송의 효율성 및 친환경성 제고를 위해 다양한 방안이 제시되고 있음

o 세계적으로 화물은 대형화, 고속화와 더불어 글로벌화 되어가고 있으며, 이에 물류 선진화를 위해서는 운송 시스템의 개선이 시급한 과제이며, 이를 위하여 기존의 운송 시스템을 보다 효율적으로 활용하는 방안과 새로운 방식의 시스템을 개발하는 방안으로 나뉠 수 있으나, 이 두 가지를 모두 만족시키며, 개발 부담과 투자 대비 생산 효율성이 높은 시스템을 개발하는 것이 급선무임

o 국내를 비롯하여 화물 환적시스템 기술이 미비한 국가들은 이미 선진국에서 개발한 기술이나 시스템을 고가의 기술이전비를 들여 수입하여야 하는 사태가 발생할 수 있고, 이러한 기술적 후진성으로 발생하는 경제적·기술적 손실 및 국가적 손실 그리고 기술잠식을 방지하기 위하여 지금이라도 관련 기술개발을 서둘러야 함. 이러한 기술개발은 향후 기술도입을 막고 독자기술을 확보할 수 있는 교두보로 삼아야 함. 선진국과의 기술 평형을 유지하여 기술수출의 활성화를 기대할 수 있음

2. 경제·산업적 측면

o 정부는 도로에 편중된 수송체계의 한계를 절감하고 물류수송체계의 재편을 위해 철도물류 인프라 확충, 철도(또는 연안해운)로 전환 시 수단전환보조금 지급 등 다양한 재정적, 제도적 정책방안을 펼치고 있으나 도로 운송에 비해 운송시간이 길어 철도는 여전히 양회나 석탄 등 시간가치가 낮은 벌크화물 또는 수출입항에서 대량으로 운송되는 컨테이너를 위주로 수송하고 있음

o 그간 정부의 투자는 고속화 철도망 확충, 철도물류 인프라 확충으로 현재의 8%대에 불과한 철도의 화물 수송분담률을 2020년까지 18%까지 끌어올리기 위해 노력하고 있음

- 화물철도의 속도 경쟁력 향상을 위해서는 화차 구조의 개량, 선로 구배 및 곡선 반경과 같은 기반시설의 개량이 필요하며, 이 외에도 분기기교체 및 선로전환기 개량, 자갈 및 목침목 갱환, 건널목 입체화 및 보안장치 개량, 대피선 건설, 화물취급역의 플랫폼 연장 등 장대화에 대비한 처리능력증대 등 상당한 투자 및 기술개발이 필요함

3. 사회·환경적 측면

o 1차 지속가능교통물류기본계획에 따르면 2020년까지 교통부문의 온실가스를 BAU(온실가스 배출 전망치) 대비 34% 감축, 즉 총 3,682만 톤의 CO_2배출량을 줄여야 하는데, 기존의 공로부문 물류수송을 철도로 대체함으로써 이러한 환경적 편익향상에 크게

이바지할 수 있음
- 녹색물류를 실현할 수 있는 철도중심의 간선 간 저탄소•고효율 화물 수송 체계 제공
- 친환경수단 이용증진으로 인한 온실가스 배출량 감소로 탄소배출권을 확보하여 국가 주요 수출부문으로 성장

o 공로수송에 편중된 물류체계로 인해 발생되는 도로혼잡 및 교통사고 발생 비용을 철도수송으로 전환함으로써 사회적 편익을 발생

제 3 절 연구방법 및 범위

1. 연구방법

o 본 연구는 DMT 수송시스템 기술사업화 개발 연구로 크게 수평이송장치(HTS) 개선개발, DMT 트레일러 개선개발(DMT 덤프형 트레일러), DMT 수송시스템 실용화 총 3가지의 연구 개발 하였음
- 국내외 연구보고서 및 논문 등을 통한 문헌조사와 인터넷을 통해 관련 자료를 수집 분석 하였음
- DMT 덤프는 기본설계를 거쳐 상세설계 및 구조해석을 실시 하였고, 시제품을 제작하였음
- 개발된 시제품은 시운전을 통해 문제점을 보완했음

o 그리고 명확한 사업모델을 제시하여 연구개발의 효과를 극대화 하고자 수요처 및 업계 관계자 의견 조사를 실시하였으며, 조사 내용을 바탕으로 실용화 가능성이 높은 사업모델(안)을 제시하였음. 사업모델(안)을 바탕으로 재무성 및 경제성 분석을 실시하여 현실성이 반영된 DMT 수송시스템 실용화 모델을 분석하였음

2. 연구범위

○ 우리나라의 철도운송은 육상교통 체계의 확충으로 인해 도로운송의 비중이 급격히 높아지게 되었음. 하지만 철도운송은 다른 운송수단에 비해 높은 수송 효율성, 환경 친화적인 장점을 가지고 있음. 철도 운송은 대량 화물 운송에 있어서 운송비가 낮아 물류비용을 절감할 수 있고 심각한 문제로 대두된 도로 정체를 경감시킬 수 있음. 아울러 대기 오염, 소음, 그리고 도로 파손 등 환경문제 측면에서도 도로 수송에 비해 우위를 지니고 있어 도로 위주 화물수송의 대체 운송 수단으로 철도운송이 언급되고 있음. 하지만 기존 철도 시스템이 갖고 있는 한계성과 여러 제한 조건들로 인해 철도 수송 분담률은 도로 수송 분담률 76.9%(2007년도 기준)에 비해 훨씬 낮은 6.2% 수

준에 지나지 않아 철도운송이 갖고 있는 문제점과 직면한 상황들을 해결하기 위해서 새로운 철도 수송 시스템 체계를 갖추는 것이 필요하며 이것이 DMT(Dual Mode Trailer) 수송시스템임

○ 현재까지의 수송시스템에 비해 상하역 작업시간을 크게 단축시켜 도로와 철도 간 화물 환승을 자유롭게 함으로써 기존 도로운송의 장점은 유지하고 집중화된 도로운송의 부담을 줄일 수 있는 방안이며, 현행 물류체계에 대해 많은 문제점과 그에 따른 개선의 필요성을 느끼고 있고 DMT와 같은 새로운 운송 시스템이 향후 운송체계의 문제점을 개선할 수 있을 것으로 기대

o 본 연구의 구성을 살펴보면 다음과 같음
- 제1장에서는 DMT 수송시스템 기술사업화 과제의 배경과 목적에 대해 설명하고, 관련기술의 사례조사 결과를 기술하였음
- 제2장에서는 DMT 수송시스템에 대한 기본설계, 상세설계 및 구조해석, 시제품 제작 및 설치, 시운전 및 성능시험 평가등에 관한 내용을 기술하였음
- 제3장에서는 연구성과 및 적용실적에 관한 내용(시연사업, 사업성 분석, 홍보활동)등의 내용을 기술하였음
- 제4장에서는 연구목표의 달성도 및 효과에 대한 내용을 기술하였음
- 제5장에서는 연구개발 결과의 활용계획에 대한 내용을 기술하였음

제4절 관련분야의 기술개발 현황

1. DMT 수송시스템 기술개발 현황

가. 기존기술과의 DMT 수송시스템 비교

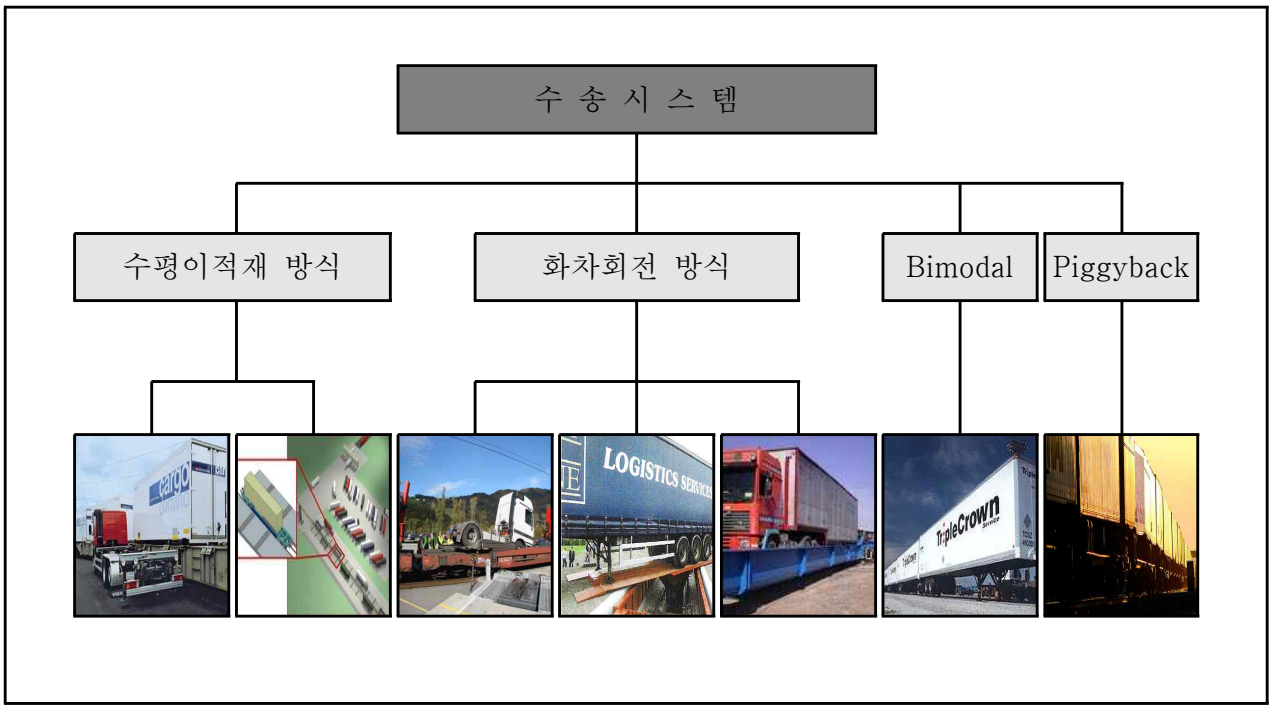
o 선진국 철도물류수송 시스템으로는 다음과 같이 Piggyback, Bimodal, 화차 회전형, 수평이적재형으로 나눌 수 있으며, 화차 회전형은 다시 Modalohr, Cargo Speed, Flexiwaggon으로 분류할 수 있고 수평이적재형은 Cargo Beamer와 Cargo Domino로 분류

o 주로 피기백 시스템, 바이모달 방식은 운영된 바가 있으나, 현재 그 효율성에 있어서는 그다지 좋은 평을 얻지 못하는 실정

o 유럽에서는 수평이적재형 및 화차회전형 이적재형 수송 시스템 등을 개발

o 수평 이적재형 수송시스템으로는 카고비머, 카고도미노가 있으며 카고도미노 방식은 현재 상용화 되어 운행 중에 있다. 그 외에 Block Train(고정 편성열차) 및 Swap Body(스왑 바디) 형태의 수송 방식이 운행 예정

o 화차회전형 수송시스템으로는 모달로 시스템이 현재 상용화되고 있으며, 그 외 회전형 이적재시스템은 시운전 준비



<철도 수송시스템 종류>

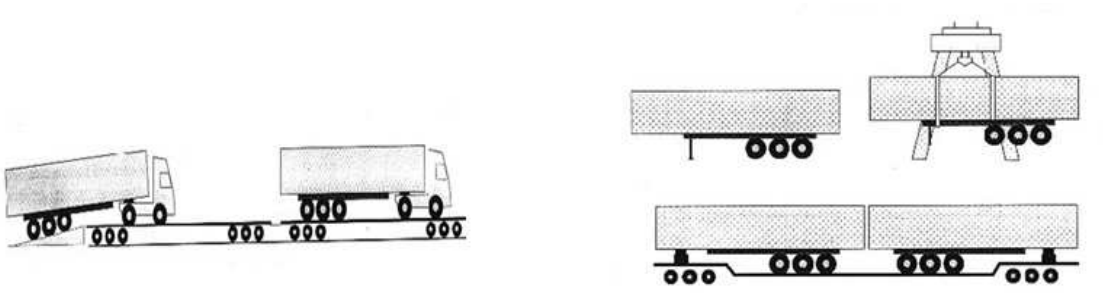
(1) 주요기술 사전조사

(가) Piggyback 시스템

o Piggyback 시스템은 도로수송용의 트레일러를 그대로 철도의 평장물차에 싣고 수송하는 시스템으로 자동차의 기동력과 철도의 대량 안전수송을 결부시킨 복합수송방식으로서 미국철도에서 처음으로 채택

o 평상이 높은 독일이나 일본 등의 철도에서는 적용이 어렵기 때문에 독일에서는 평상의 중앙부를 낮추어 트레일러를 적재하는 방식을 채택하였으며 일본에서는 저상식의 초소형차량의 화차를 개발하여 운영된 바 있음

o 화물열차의 대차 위에 트레일러나 트럭의 컨테이너를 함께 적재하여 운송하는 TOFC(Trailer on flat car)방식은 터미널의 비용을 절감할 수 있는 이점이 있으나 총중량이 매우 크고 공간의 소요가 엄청나게 많아지므로 철도터미널이나 항만 여건상 적지 않은 어려움이 있다고 할 수 있음



<Piggback 수송의 수평, 수직 상하역 방식>

< 해외 Piggyback 화차 운용 현황>

항 목	일 본	독 일	프랑스	미 국
궤간(mm)	1,067	1,435	1,435	1,435
자 중(t)	21.4	17.0	16.5	11.5
하 중(t)	40.6	40.0	35.0	30.0
축 중(t)	15.5	7.1	12.9	20.8
축 배 치	2축대차×2	4축대차×2	2축대차×2	2축차량
차량최대길이(m)	20.7	19.4	16.4	15.4
상면높이(mm)	970/700	410	338	700
차륜직경(mm)	350/610	360	760	711
수송가능차량	10t/4t 트럭	트레일러	트레일러	트레일러

출처: 철도청, UIC 세계철도통계연감, 2001

(나) Bi-modal 시스템

o Bi-modal은 철도의 약점인 Door-to-Door의 불완전을 해결하는 방법으로서, 철도에서는 선로 위로 달리고 도로에서는 바퀴를 이용하여 달릴 수 있는 수송시스템으로 미국에서 개발

o 이 시스템은 Piggyback과 달리 화차를 필요로 하지 않고 철도수송과 도로수송을 직접 연결할 수가 있으며, 철도터미널에 대형의 하역기계가 필요치 않는 이점이 있고, 불소켓식의 특수연결기에 의해 차량 간의 신축이 없고 차체지지 장치의 개선으로 화물의 손상방지와 연료효율의 향상이 가능

o Bi-modal 시스템은 General Motors와 같은 대규모 제조업체들이 부품의 즉시 조달체제와 연계하여 이용함으로써 보급이 확산되고 있으며, 호주, 뉴질랜드, 영국, 독일, 프랑스, 스페인, 덴마크, 그리스 등에서도 도입·운영 중

	
Bogie가 설치된 Bi-modal	Bi-modal용 Bogie

<Bi-modal 시스템>

(다) Modalohr 시스템

o Modalohr 시스템은 기계적 접합구조의 형태를 지니며 기존 시스템에 비해 보다 높은 신뢰성을 갖고 이송차량은 회전시스템이나 실린더가 불필요하며 아주 간단한 기계적 조립이 가능하며 또한 유지보수가 용이 하며 경제적

o DMT 차량은 오프닝 시스템 방식을 갖는 이송차량 또한 터미널 장비의 일부분으로서, 터미널 내에 고정으로 장착이 가능하며 기존보다 더 많은 이송차량을 터미널에 적용하여 경제적 이점이 기대 됨

o 터미널 내의 정비기지에서 유지보수가 이루어지므로 시스템 관리 차원에서도 효율적이며, 컨테이너와 유사하지만, 보다 경량구조이며 제작비가 저렴하여 복합수송에 적합한 Unit load




<Modalohr 시스템 그라운드 및 터미널>

(라) Cargo Speed 시스템

o Cargo Speed 시스템은 화차와 내부 프레임인 Wellfloor, 그리고 회전을 위한 Pop-Up 장치로 구분되며 화차 회전을 선로 내부 깊숙이 설치된 거대한 유압식 Pop-Up 장치를 이용하며, 대차와 화차 외부 프레임은 고정되어 있으나 내부 프레임은 분리되어 Pop-Up 장치와 결합 및 분리될 수 있는 구조

o 적재 및 하화를 위하여 터미널 한쪽은 트럭(트랙터)만 다른 쪽은 화물을 실은 트럭이 대기하고 열차가 도착(허용오차 70cm 이내 진입)하여 전체 위치 조절 후 Pop-Up 장치가 상승하여 Wellfloor와 결합된다. 결합된 Pop-Up은 상승하여 화차 외부 프레임과 내부 Wellfloor를 분리

o Pop-Up이 회전하여 트럭은 트레일러와 결합하고, 대기하던 트럭이 진입하여 적재한 후 트랙터는 분리 이전 작업을 반대로 수행한 후 열차는 출발





(a) Wagon	(b) Wellfloor	(c) Pop-Up

<Cargo Speed 시스템의 구성요소>

(마) Flexiwaggon 시스템

o Flexiwaggon 시스템은 모달로와 유사한 화차의 일부분이 회전하여 트럭 자체를 이·적재하는 방식으로 화차는 앞부분의 대차와 가이드를 따라 분리되며 뒷부분의 화차를 축으로 회전하도록 되어 있음

o 회전된 화차에서 도로방향으로 가이드가 나와 화차를 지지하여 회전되며 회전된 화차의 받침대가 아래 방향으로 돌출하여 화차전체를 지지하고 화차에서 도어 개방 및 가이드가 내려와 트럭 진입 및 반출을 수행

o 화차에는 유압구동식 가이드와 가이드를 받칠 수 있는 유압 받침대 그리고 화차 회전을 위한 축으로 이루어져 있고 회전 후 유압으로 동작되는 화차 받침대와 트럭진입을 위한 가이드가 올리고 내릴 수 있는 구조로 되어 있으며 화차 회전을 위한 구동장치와 고정을 위한 장치가 장착되어 있어 다소 복잡한 구조

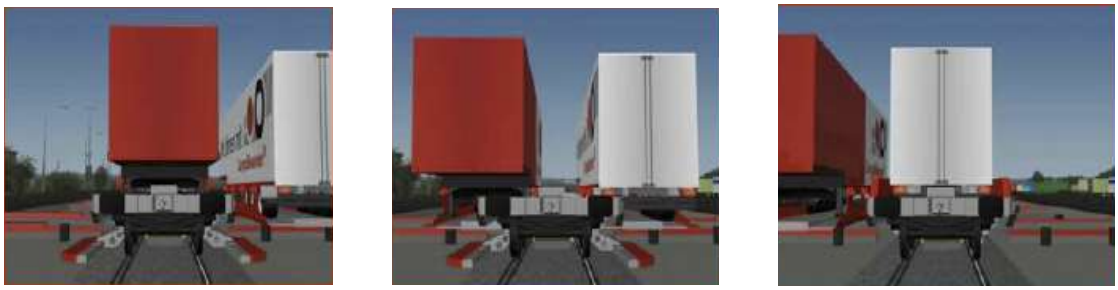


<Flexiwaggon 시스템>

(바) Cargo Beamer 시스템

o Cargo Beamer 시스템은 터미널 도로에 수평으로 이동할 수 있는 버킷(Bucket)과 구동장치가 각각 설치되어 있고 버킷에 트레일러가 진입하여 이적재한 후 버킷은 수평으로 이동하여 선로까지 이동하며 반출의 경우 반대의 순서로 구동

o 트럭을 위한 도로에서 선로까지 별도의 수평 이동 장치가 요구되며 선로 부분에서도 버킷을 이동시키기 위해 별도의 이동장치 설치되어 상승 및 하강 운동을 이용해 중심부까지 버킷을 위치시키고 이적재가 동시에 이루어 질 수 있음



<Cargo Beamer>

(사) Cargo Domino 시스템

o Cargo Domino 시스템은 스왑 바디형식의 카세트(Cassette) 장치가 요구되며 이를 수평으로 이동시킬 수 있는 장치가 요구되고 트레일러 샤시 및 화차에 모두 설치

o 트럭은 화차 측면에 정차하게 되고 롤러형식의 컨베이어 장치 및 스왑바디형식의 장치가 요구되며 적용을 위해서는 트레일러 구조 전체 변경 및 추가 장치 등이 요구

o 수평이적재 방식으로 병렬 및 개별 이적재가 가능하나 트럭의 완전 수평 정차로 인해 트럭 주차 및 동선에 한계가 발생하여 카고비머와 마찬가지로 열차 진입 시 이적재를 위해서는 트럭이 순차적으로 진입해야 하며, 그렇지 못할 경우 격순으로 2회 이상의 이적재 시간이 요구 됨



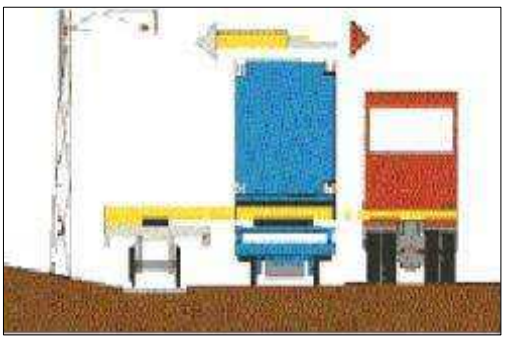


<Cargo Domino 시스템>

(아) CCT Plus 시스템

o CCT Plus시스템은 텔레스코프식 바를 이용하여 화차와 트럭 간 컨테이너를 수평 이적재 가능하도록 하는 장치로서 바는 유압 피스톤을 이용하므로 수평전달 기술 및 하중 지지 기술이 핵심기술

o 대형 컨테이너에 대하여 5개의 이송 유닛을 사용할 경우 12분에 30량의 작업이 가능하며 원격조정이 가능하여 자동화가 용이한 이점이 있음



<CCT 이적재 장면>

(자) NETHS Plus 시스템

o 컨테이너 수평이동 가능이 가능한 시스템이나 지그재그식 승강장치의 끝부분이 컨테이너를 집을 수 있도록 화차 또는 컨테이너 바닥의 중간부분에 공간이 필요함

o 그러나 국내의 경우 화차 및 트레일러와 컨테이너 간 공간이 부족하며 장치 사이로 이동시키므로 화차 측면에서 보기(Bogie)부분 너머까지 양쪽으로 지지하는 기계구조물이 있어야 한다. 따라서 동시작업 시 양쪽 플랫폼 모두 사용한다 하더라도 2~3배의 시간소요가 예상되며 플랫폼 양쪽 공간을 많이 차지하며 트레일러는 격차이상의 간격으로 진입하여야 하는 문제점이 있음



<NETHS 컨테이너 운송방식>

(차) Swap body 시스템

o Swap body 시스템은 탈착식의 트럭 하대에 실려 도로상에서는 트럭에 적재하여 운영되지만 철도에서는 컨테이너 화차에 의해 수송되며 컨테이너보다 다소 경량이며 제작비도 저렴할 뿐만 아니라 위로 달아매는 방식으로 하역이 이뤄지기 때문에 하역 시 충격이 경미함

o Swap body는 아래에 지지다리를 갖고 있는 경우와 없는 경우가 있는데 지지다리가 있는 Swap body는 트럭자체의 승강장치를 이용하여 트럭 샤시를 올리고, body의 다리를 세워 트럭으로부터 분리하는 것으로 별도의 하역기계가 필요 없고, 철도역에서 화차에 적재할 때에는 grappler arm이 장착된 대형리프트가 body 하부를 감싸며 상하역이 이루어 짐

o 유럽에서는 수송합리화 및 환경보호의 관점에서 복합수송용에 광범위하게 사용되고 있으며, 1995년에 약 30만대가 가동되었고, 특히 독일의 경우 복합수송의 60%이상이 Swap body에 의해 이루어지고 있음



<Swap body와 이송차량>

(카) Block Train 시스템

o Block Train은 자기화차와 자기터미널을 가지고 목적지의 터미널 혹은 수화인의 문전까지 선로(Track)를 이용하여 철도와 도로운송을 결합한 복합운송(Rail & Truck Combined Transportation)을 제공하는 새로운 개념의 철도물류서비스로 유럽을 중심으로 1990년대에 크게 보편화되기 시작

o Block Train은 기존 철도와는 매우 다른 개념으로 가장 큰 차이점은 철도의 취약점의 하나인 수송 서비스의 완결 여부라는 점이 특징

o 기존철도의 서비스 구간은 역에서 역까지(Terminal to terminal)인데 반해, Block Train은 문전에서 문전까지(Door to door) 화물수송을 완결해 줌

<Block Train과 기존 철도와의 비교>

구분	Block Train	국영철도	미국의 전용열차
운행 구간	국내/국제	국내/국제	국내/국제
서비스 영역	door to door	terminal to terminal	terminal to terminal
이용 운송수단	rail & truck	rail only	rail only
운영 주체	Block Train 업체	정부(국영철도당국)	민간 철도회사
소 유	국영철도/선사/ 터미널운영자/포워더 등	정부	민간 철도회사
주요 고객	선사/forwarder/화주	불특정화주	선사
운행 특성	정기편/부정기편 수량 무제한	주로 정기편 수량 실질적 제한	계약과 정기편 수량 무제한

<DMT 수송시스템기술과 기존 철도운송기술과의 비교>

구분	Piggyback	Bi-modal	Modalohr	DMT 수송시스템
차량한계저촉여부	×	O	O	O
현 화차 활용가부	O	△	×	O
기존 트레일러샤시 활용가부	O	△	O	△
하역시간	늦음	늦음	빠름	보통
운영비	높음	높음	보통	보통
초기투자비용	보통	보통	높음	보통
유지보수비	낮음	보통	보통	높음
물류비	보통	낮음	보통	낮음

제 2 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 DMT 트레일러구동형 수평이송장치 개선설계

1. 수평이송장치(HTS) 개선 기본설계안

가. DMT 트레일러구동형 개발 개요 및 개선 목표

o 현재 국내에서는 철도를 이용한 화물수송 시 상하역 작업은 수직하역방식으로 크레인 또는 리치스태커를 사용하여 컨테이너의 상하역 작업을 수행하고 있다. 그러나 기존선 속도향상 및 환경오염문제 등으로 디젤타입의 동력차가 전기기관차 또는 전기동차로 교체됨에 따라 카티너리방식의 전차선이 설치되어 화차에서 수직하역방식이 어려운 실정이다. 이로 인해 유럽에서는 도로-철도 간 인터모달 수송에 있어 수직상하역 작업을 수행 할 수 없는 세미-트레일러를 화차에 환적하기 위한 기술적, 경제적 타당성에 대한 연구가 수행되고 있다. 유럽의 화물수송에서는 세미-트레일러(Semi-Trailer)가 선도적으로 각광받고 있으며, 인터모달 수송에 사용되는 수직상하역 작업이 가능한 작은 사이즈의 세미-트레일러가 존재하나 RORO(Roll-On-Roll-Off)기능에 있어 특별한 요구 사항이나 상하역 장비 없이 모든 종류의 세미-트레일러를 취급할 수 있는 상하역기술 및 DMT(Dual Mode Trailer)수송시스템이 연구되고 있음

o 해외에서 연구 및 운영되고 있는 DMT(Dual Mode Trailer) 시스템은 크게 피기백(Piggyback), 바이모달(Bimodal), 화차회전형 및 평행 이적재형으로 구분해 볼 수 있다. DMT의 유형별 주요 특성을 살펴보면 피기백(Piggyback) 시스템은 트럭 또는 트레일러를 평장물차에 실어 수송하는 시스템으로 자동차와 철도의 복합수송방식이다. 바이모달은 미국에서 개발된 시스템으로 도로용의 2개 차축과 철도용 1개 차축 증 2종류의 주행장치를 갖춤으로써 도로와 철도를 별도의 화차 없이 운행할 수 있도록 만든 시스템이다. 화차회전형은 화차를 회전시켜 트레일러를 화차에 적재하는 시스템이며, 평행 이적재형은 트레일러를 수평으로 이적재하는 시스템임

o 본 연구과제인 'DMT 수송시스템 기술사업화'는 DMT 수송시스템의 사업화를 위하여 기존 개발된 DMT 트레일러구동형을 사업화 목적에 맞게 개선하는데 목적이 있으며, 최종성과품으로는 개선설계가 반영된 DMT 트레일러 구동형 1set 제작이다. 주요 개선 항목은 아래 표 <DMT 트레일러 구동형 개선 목표 및 설정 근거>과 같음

<DMT 트레일러구동형 개선 목표 및 설정 근거>

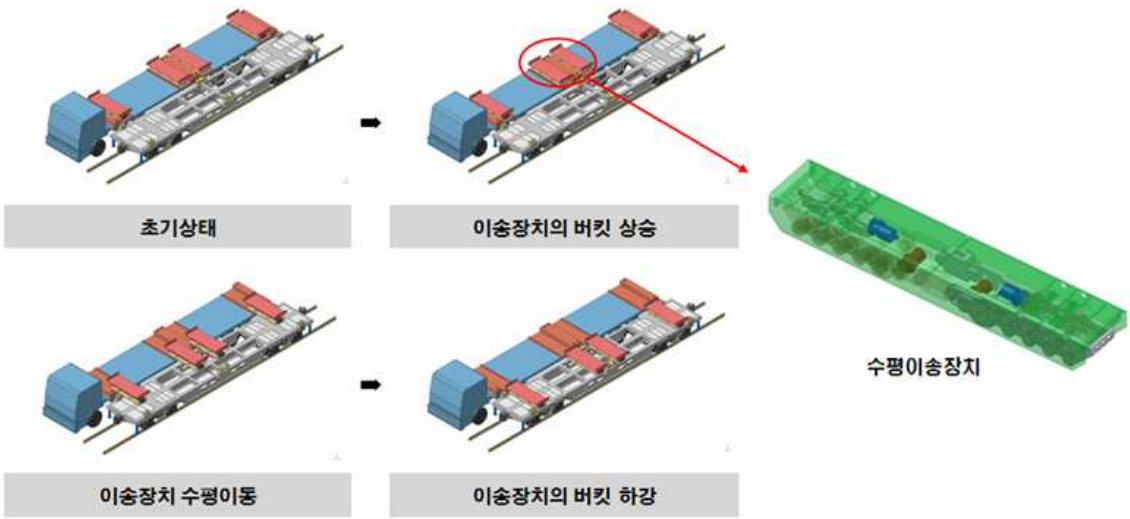
구분	개선 목표	목표 설정 근거	최종성과품	
HTS	구조변경을 통한 제품 경량화	•DMT 트레일러구동형의 핵심기술로 기존 HTS와 동일한 성능을 유지하면서 제품의 경량화, 유지관리 편의성 향상	HTS 1set 제작	DMT 트레일러 구동형 1set
덤프실린더	덤핑장치 DMT 트레일러 적용	•실용화 전략으로 벌크화물을 취급하기 위하여 덤핑이 가능한 덤프실린더의 DMT 트레일러 적용 검토 및 적용	덤프실린더 1set 제작	
트레일러	구조 변경	•개선된 HTS 및 덤프실린더를 적용하기 위하여 기존 DMT 트레일러와 다른 구조의 DMT 트레일러 개발 필요	트레일러 1대 제작	

o 아래 그림 <DMT 수송시스템 동작 과정>은 평행 이적재형 시스템인 DMT 수송시스템의 동작과정을 보여주고 있음 ① 먼저 컨테이너 화차가 상하역 플랫폼에 들어오면 수평이송장치를 장착한 DMT 트레일러가 정위치 시스템을 이용하여 화차와 정위치를 유지 ② DMT 트레일러에 장착된 아우트리거를 내려 화차와 수평을 맞춘 후 무선조정기를 이용하여 HTS를 작동, 화차 위의 컨테이너를 트레일러로 이동 ③ 컨테이너가 트레일러로 이동이 완료되면 컨테이너 고정장치(Container Locking Device) 및 아우트리거를 올린 후 DMT 트레일러는 출발



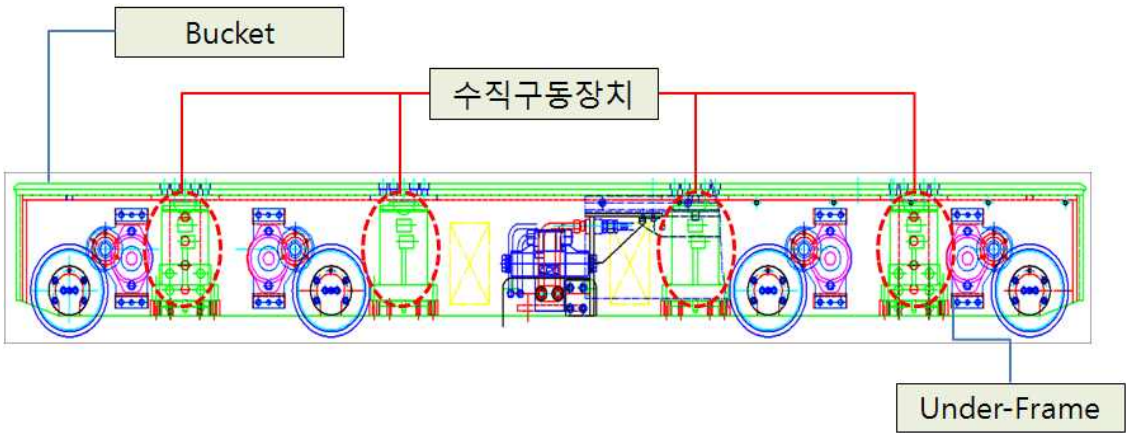
<DMT 수송시스템 동작 과정>

o 이렇게 화차와 트레일러 간의 컨테이너 수평 이송을 위한 장치인 HTS의 작동 개념은 아래 그림 <트레일러 구동형 HTS의 작동 개념도>와 같음



<트레일러 구동형 HTS의 작동 개념도>

o 위 그림 <트레일러 구동형 HTS의 작동 개념도>에서 HTS를 부착한 트레일러가 화차의 측면에 위치한 후 화물의 아랫부분을 들기 위해 이송장치의 버킷이 상승하고, 이송장치 수평이동이 이루어 진 후 버킷이 하강하여 화물의 상역을 마치게 된다. 이러한 과정을 수행하기 위해 수평이송장치인 HTS는 화물을 지지하는 버킷, 버킷을 들어올리기 위한 수직구동장치, 수평으로 이동하기 위한 수평구동장치가 필수적으로 구성되어야 한다. 아래 그림 <HTS의 초기 설계>는 DMT 수송시스템 연구개발 초기에 설계·개발한 HTS의 주요 구성을 보여주고 있음



<HTS의 초기 설계>

o 위 그림 <HTS의 초기 설계>에서 볼 수 있듯이 HTS는 화물 컨테이너를 지지하는 버킷, 화물을 트레일러에서 화차로 또는 화차에서 트레일러로 이송하기 위해 유압모터와 롤러로 구성된 수평주행장치, 직동 실린더를 통해 화물을 수직방향으로 구동시키는 수직구동장치, 화물 리프팅 시 하부를 지지하는 서브 프레임으로 구성되어 있었음

나. 수평이송장치(HTS) 개선 기본설계안

(1) 수평이송장치 개선설계 주요 항목 및 내용

o 트레일러구동형 HTS 개선설계의 주요 목표인 HTS 경량화 및 유지관리 편의성을 향상하기 위하여 아래 표와 같이 개선설계 주요 항목 및 내용을 설정하였음

<트레일러구동형 HTS 개선설계 주요 항목 및 내용>

주요 항목	개선설계 주요 내용
수평구동장치	- 수평이송시 하부롤러(4개) 및 구동모터(4개)를 무한궤도 형식의 체인-플레이트(3세트) 및 구동모터(3개)로 개선 - 동력전달장치는 스프라켓-샤프트 Ass'y 구조 - HTS 1개당 6개의 스프라켓-샤프트 Ass'y
버킷	- 화물 컨테이너를 지지하는 버킷은 2개의 piece로 분할 - 1개당 설계하중은 10톤
수직구동장치	- 직동 실린더를 텔레스코프형 실린더로 대체
수직고정장치	- 수직구동 실린더의 부담을 줄이기 위하여, 수직상승이 완료되고 수평주행시에는 화물과 버킷을 지지하기 위한 별도의 수직 고정장치 기구를 추가
언더 프레임	- 화물 리프팅시, 수평주행시 HTS 하부를 지지

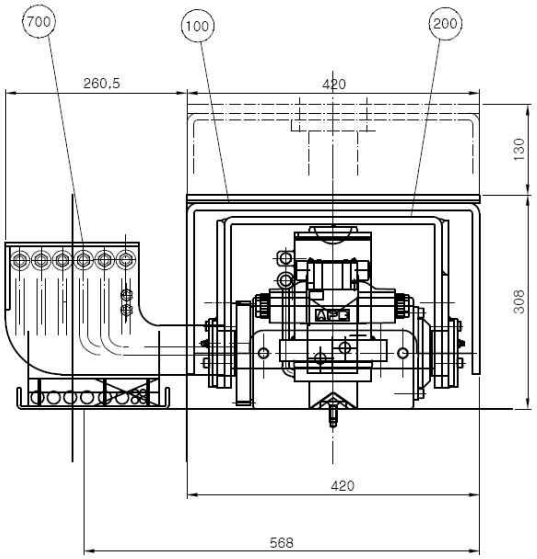
(2) HTS 개선 기본설계 기대 효과

o HTS의 부품별 설계 중량표(개선설계 전)

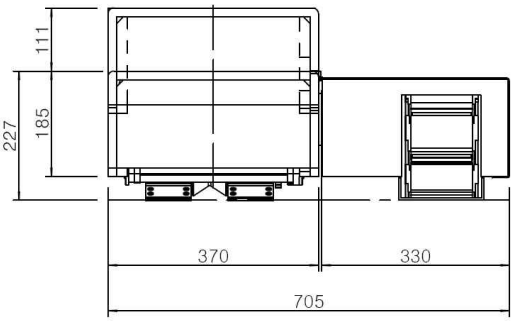
품번	품 명	수량	단위중량(kg)	총중량(kg)
1	upper plate	1	123.49	123.49
2	bucket body	1	156.33	156.33
3	side plate	2	5.86	11.72
4	rib	2	0.2	0.4
5	under frame body	1	116.86	116.86
6	reinforcement plate-1	1	25.76	25.76
7	reinforcement plate-2	1	24.14	24.14
8	motor mounting plate	8	0.17	1.36
9	cylinder mounting plate	4	8.38	33.52
10	valve stand	1	3.27	3.27
11	drive roller	4	23.51	94.04
12	drive shaft	4	7.1	28.4
13	spur gear	4	2.16	8.64
14	cover	4	1.21	4.84
15	shaft cap	8	0.88	7.04
16	motor bracket R	2	1.64	3.28
17	motor bracket L	2	1.64	3.28
18	pinion	4	0.37	1.48
19	B/R cover	4	0.43	1.72
20	idle gear	4	0.97	3.88
21	guide plate	1	8.93	8.93
22	roller guide rail	1	6.43	6.43
23	bracket	1	3.23	3.23
24	connector plate	1	0.57	0.57
25	stopper	1	1.63	1.63
26	H/motor	4	7.35	29.4
27	cylinder	2	17	34
28	solenoid V/V	3	2.2	6.6
29	valve block-1	1	3.5	3.5
30	valve block-2	1	5.5	5.5
31	counter bal. V/V	1	3	3
32	shut off V/V	1	2.6	2.6
33	배관자재	1	10	10
34	볼트류 기타	1	7	7
35	bearing	8	0.74	5.92
36	유압유	1	1	1
37	L/S. 전기배선류	1	1	1
총 계				783.76

o HTS의 부품별 설계 중량표(개선설계 후)

품번	품 명	수량	단위중량(kg)	총중량(kg)
1	upper frame	2	36.11	72.22
2	under frame	1	82.8	82.8
3	under frame cover	3	3.78	11.34
4	under front&rear plate	2	2.82	5.64
5	side plate	2	28.15	56.3
6	stopper support	4	3.17	12.68
7	cylinder mounting plate	2	9.77	19.54
8	valve mounting plate	1	0.72	0.72
9	roller guide	6	5.03	30.18
10	roller shaft	3	4.66	13.98
11	idle roller shaft	3	4.66	13.98
12	sprocket (hub)	12	1.27	15.24
13	sprocket	12	0.92	11.04
14	spur gear (hub)	3	1.26	3.78
15	spur gear	3	1.23	3.69
16	bearing cover	12	0.37	4.44
17	upper frame stopper key	4	1.14	4.56
18	upper frame stopper pin	4	0.01	0.04
19	hydraulic motor	3	7.35	22.05
20	chain set	4	7.54	30.16
21	cylinder	2	12.5	25
22	fitting adapter	8	0.06	0.48
23	solenoide	4	0.59	2.36
24	M12x40 soket head cap screw bolt	6	0.05	0.3
25	M6x25 soket head cap screw bolt	60	0.08	4.8
26	볼트류 기타	1	6.5	6.5
27	bearing	12	0.57	6.84
28	cable veyor set	1	10	10
29	cable veyor guide	1	16.2	16.2
30	유압류	1	1	1
31	L/S. 전기배선류	1	1	1
총 계				488.86



(a) 개선설계 전



(b) 개선설계 후

<HTS 개선 기본설계 전·후 비교 측면도>

o 위 그림 <HTS 개선 기본설계 전·후 비교 측면도> 및 아래의 표 <개선 기본설계 정량적 개선 효과>와 같이 본 과제 연구개발 개선설계를 통하여 HTS의 높이는 26.3%, 중량은 37.6% 각 각 감소하였음

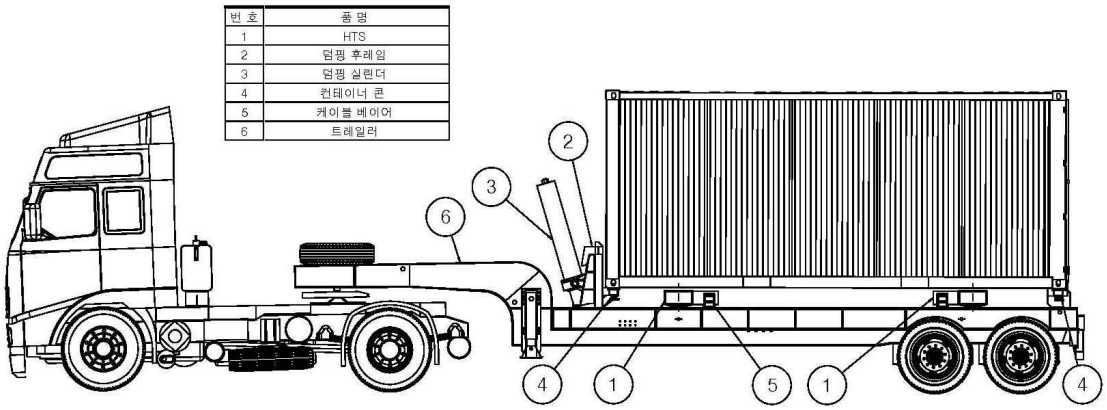
<개선 기본설계 정량적 개선 효과>

구분	개선설계 전	개선설계 후	감소량	감소율
HTS 높이	308mm	227mm	81mm	26.3%
HTS 중량	784kg	489kg	295kg	37.6%

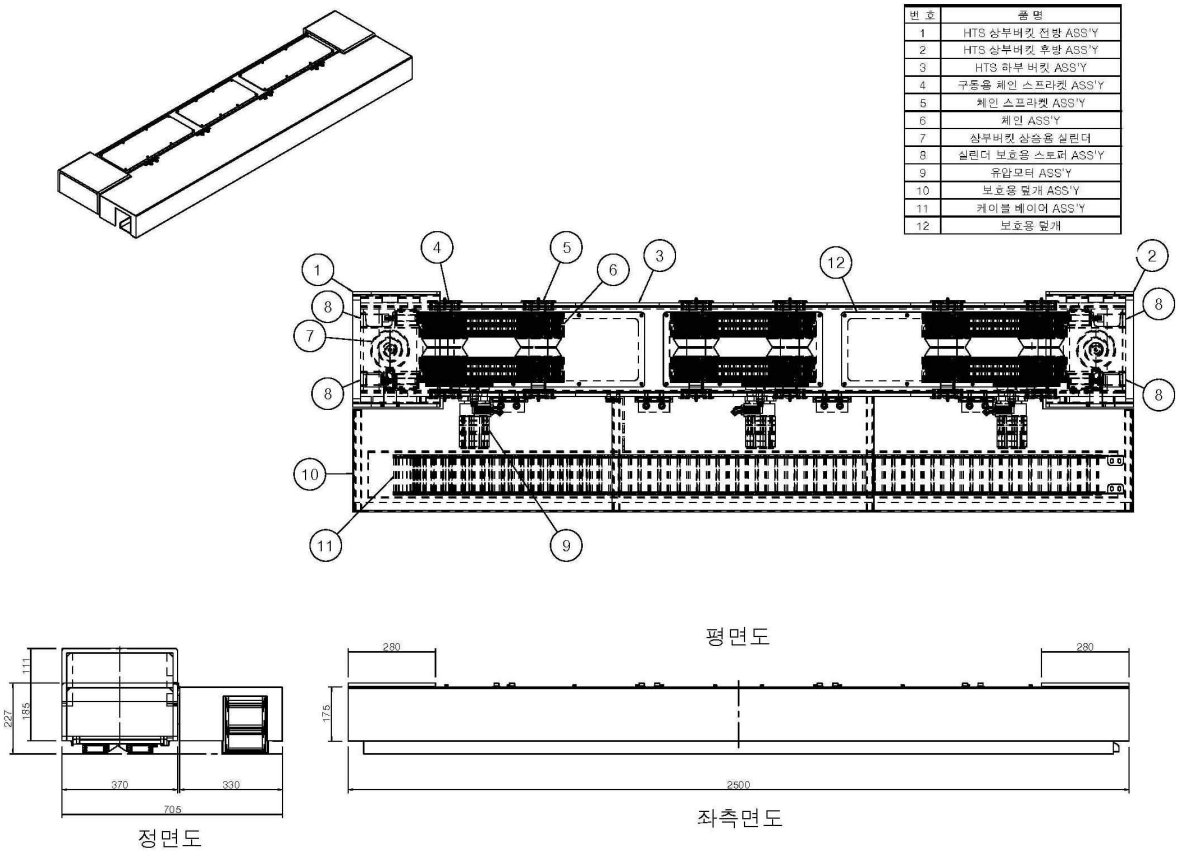
o 또한, 수평구동장치에는 무한궤도 방식인 체인-플레이트 구조를 적용하여 slip 현상을 개선하였고, 컨테이너 화물을 지지하는 상부 버킷을 2개의 piece로 분할하여 상부 버킷의 내구성을 향상시켰음

o 특히, 개선설계 전 수직구동장치의 수직상승 완료 후 실린더 상승 상태에서 수평이동을 하는 동작 방식으로 인하여 실린더 내구성 약화로 실린더를 자주 교체하였으나, 개선설계 후에는 수직구동장치 수직상승 완료 후 수직고정장치로 상부 버킷(컨테이너 화물)을 지지하고 수평이동시에는 실린더가 하강하는 방식을 적용하여 수평이동에 의한 실린더 파손 우려를 원천적으로 방지하여 내구성 향상 효과를 기대함

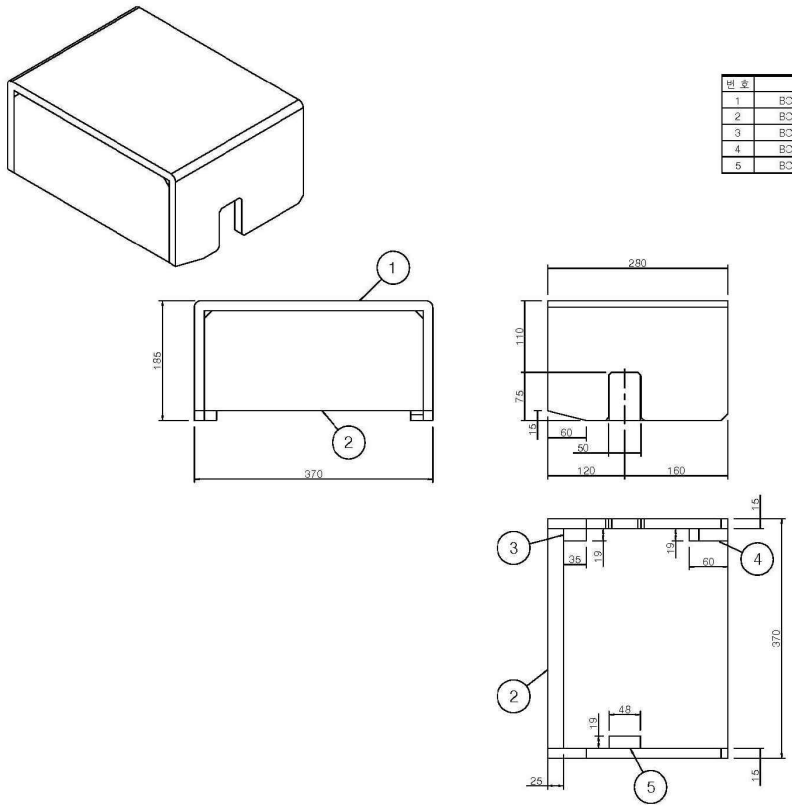
(3) 트레일러구동형 HTS 개선 기본설계도



<트레일러 구동형 개요도>

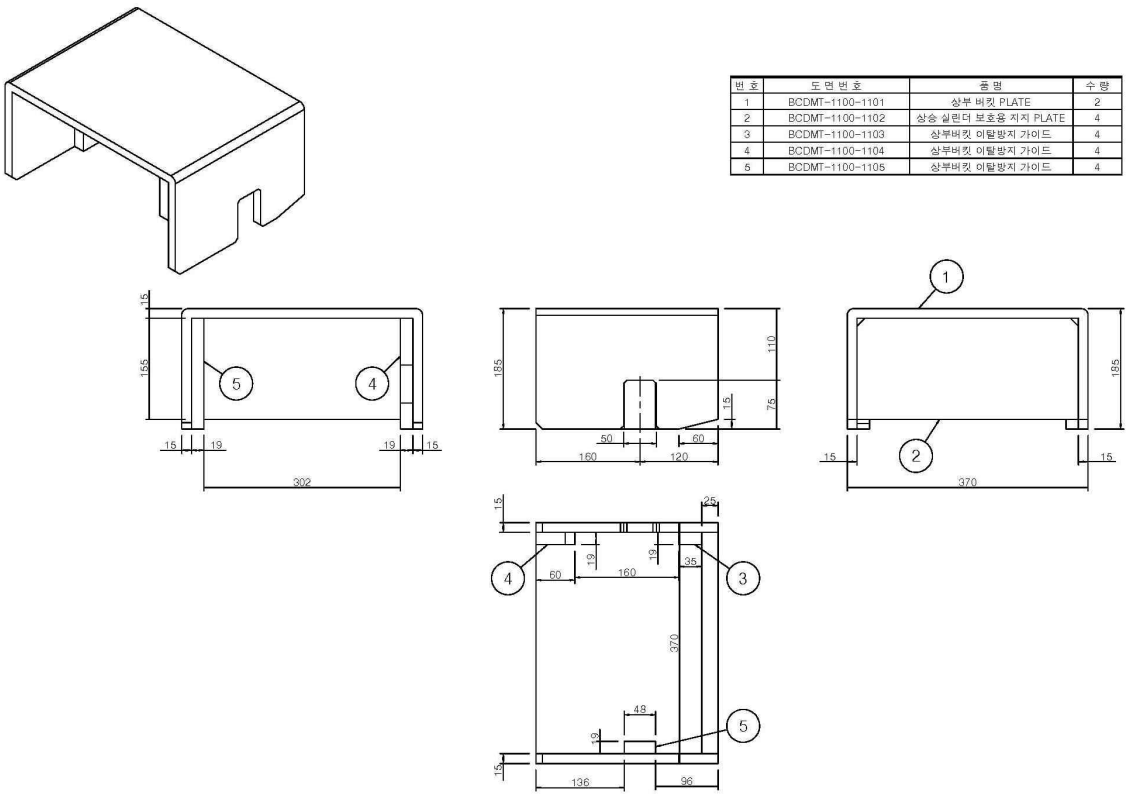


<HTS Ass'y 도면>



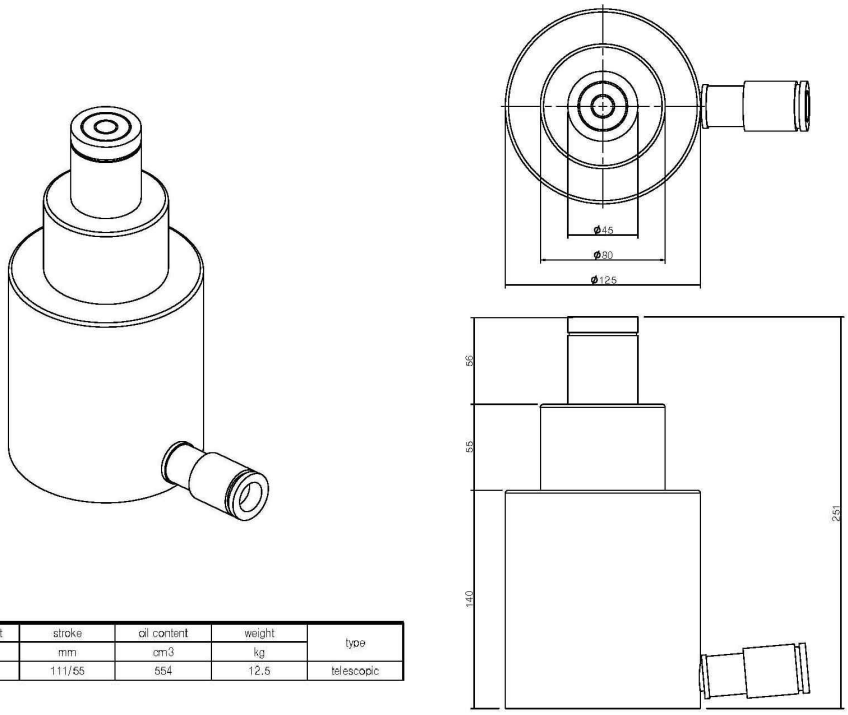
번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-1101	상부 버킷 PLATE	2
2	BCDMT-1100-1102	상승 실린더 보호용 지지 PLATE	4
3	BCDMT-1100-1103	상부버킷 이탈방지 가이드	4
4	BCDMT-1100-1104	상부버킷 이탈방지 가이드	4
5	BCDMT-1100-1105	상부버킷 이탈방지 가이드	4

<버킷 전방 Ass'y 도면>



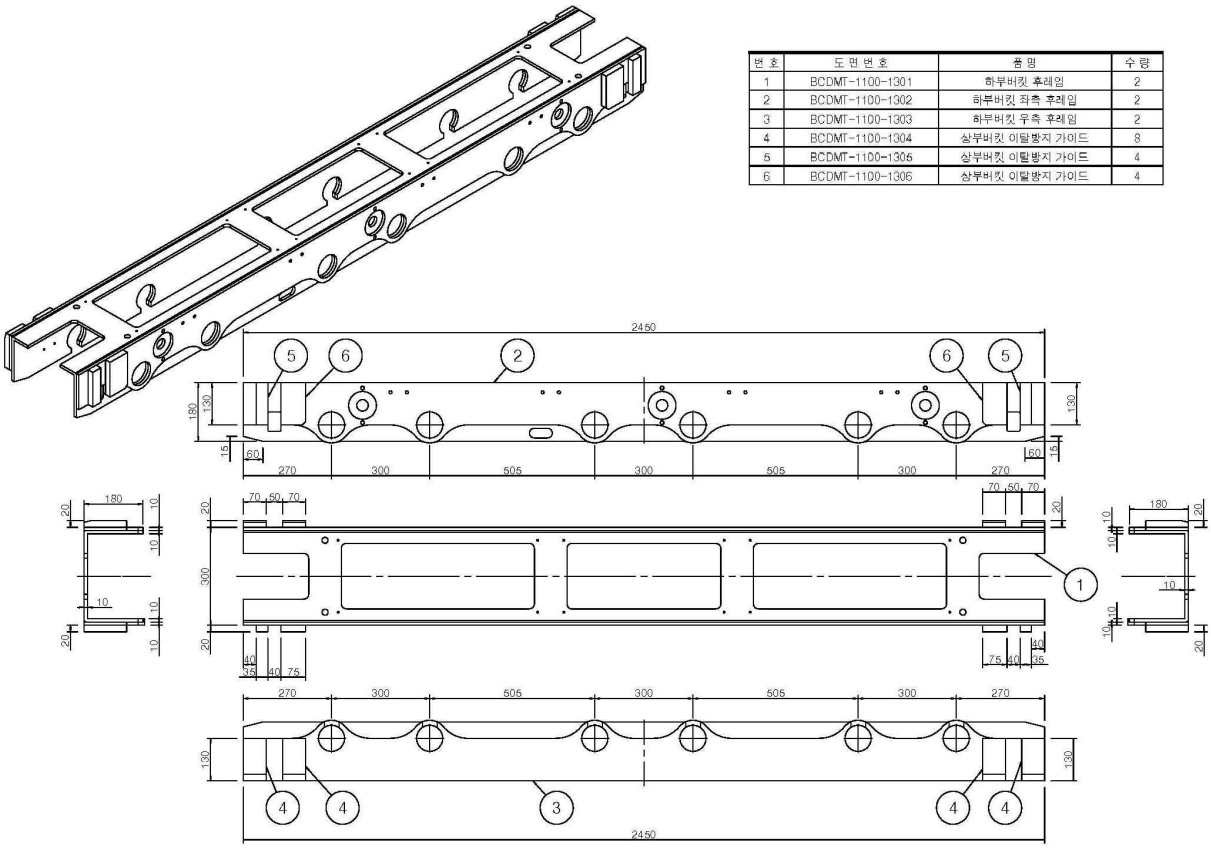
번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-1101	상부 버킷 PLATE	2
2	BCDMT-1100-1102	상승 실린더 보호용 지지 PLATE	4
3	BCDMT-1100-1103	상부버킷 이탈방지 가이드	4
4	BCDMT-1100-1104	상부버킷 이탈방지 가이드	4
5	BCDMT-1100-1105	상부버킷 이탈방지 가이드	4

<버킷 후방 Ass'y 도면>



capacity	closed height	stroke	oil content	weight	type
ton	mm	mm	cm3	kg	
20	140	111/55	554	12.5	telescopic

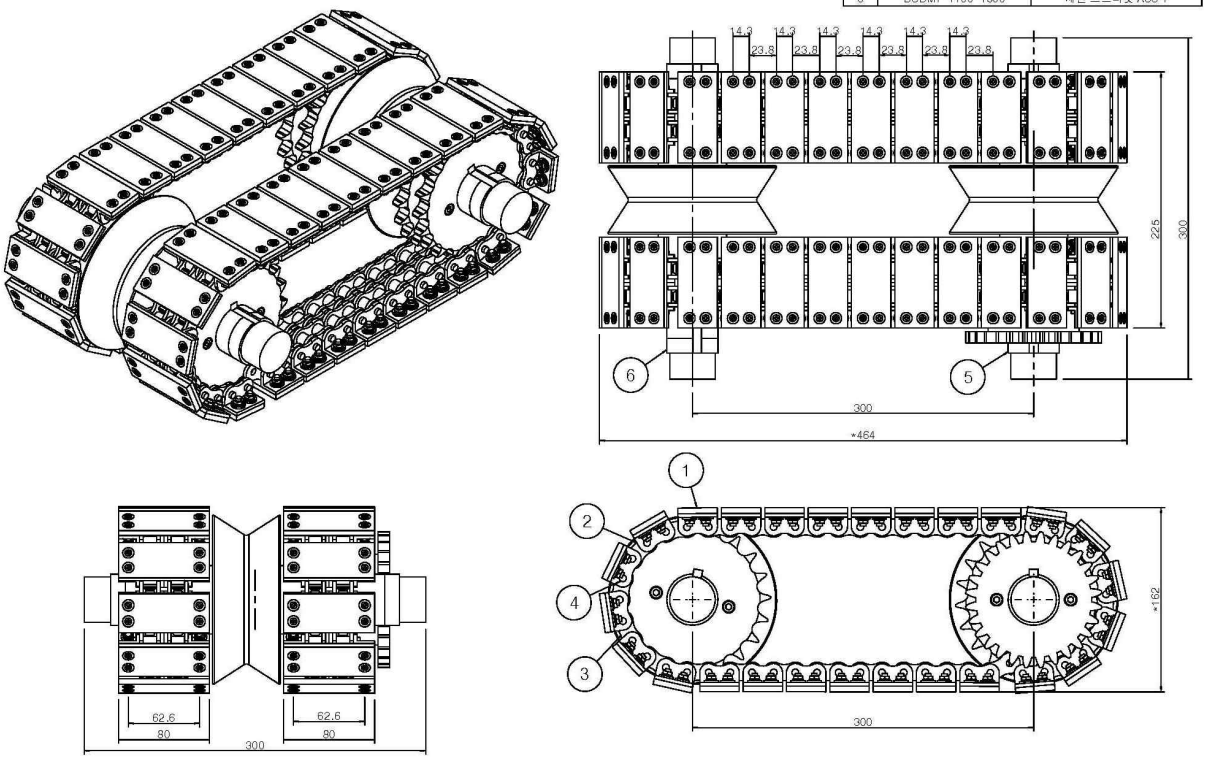
<수직구동방치 유압실린더 도면>



번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-1301	하부버킷 후레임	2
2	BCDMT-1100-1302	하부버킷 좌측 후레임	2
3	BCDMT-1100-1303	하부버킷 우측 후레임	2
4	BCDMT-1100-1304	상부버킷 이탈방지 가이드	8
5	BCDMT-1100-1305	상부버킷 이탈방지 가이드	4
6	BCDMT-1100-1306	상부버킷 이탈방지 가이드	4

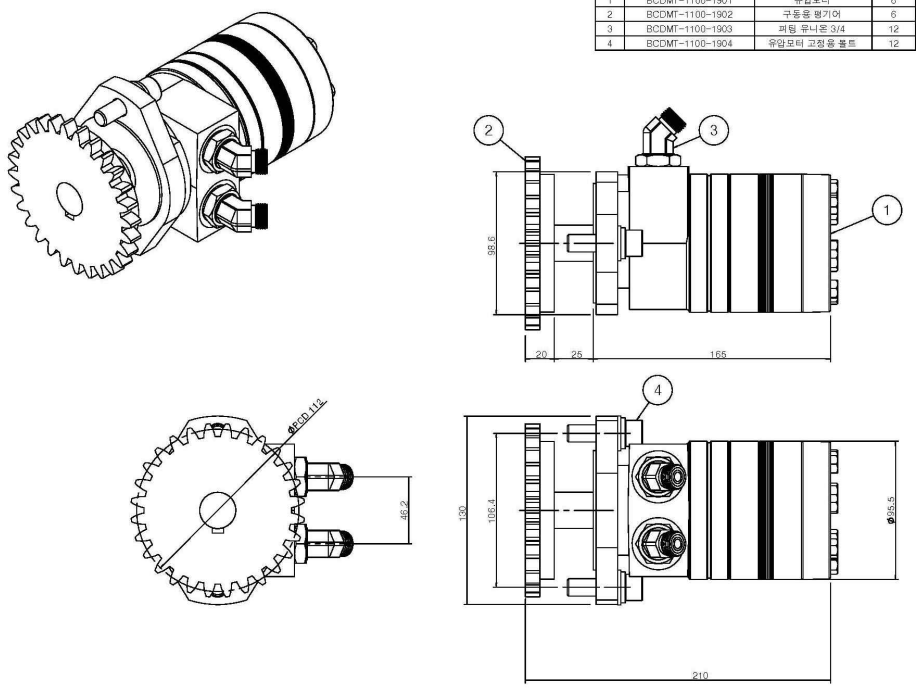
<언더 프레임 Ass'y 도면>

번 호	도 면 번 호	품 명
1	BCDMT-1100-1601	어태치먼트 체인 PLATE
2	BCDMT-1100-1602	어태치먼트 체인 OUTSIDE PLATE
3	BCDMT-1100-1603	어태치먼트 체인 INSIDE PLATE
4	BCDMT-1100-1604	체인 PIN
5	BCDMT-1100-1400	구동용 체인 스프라켓 ASS'Y
6	BCDMT-1100-1500	체인 스프라켓 ASS'Y



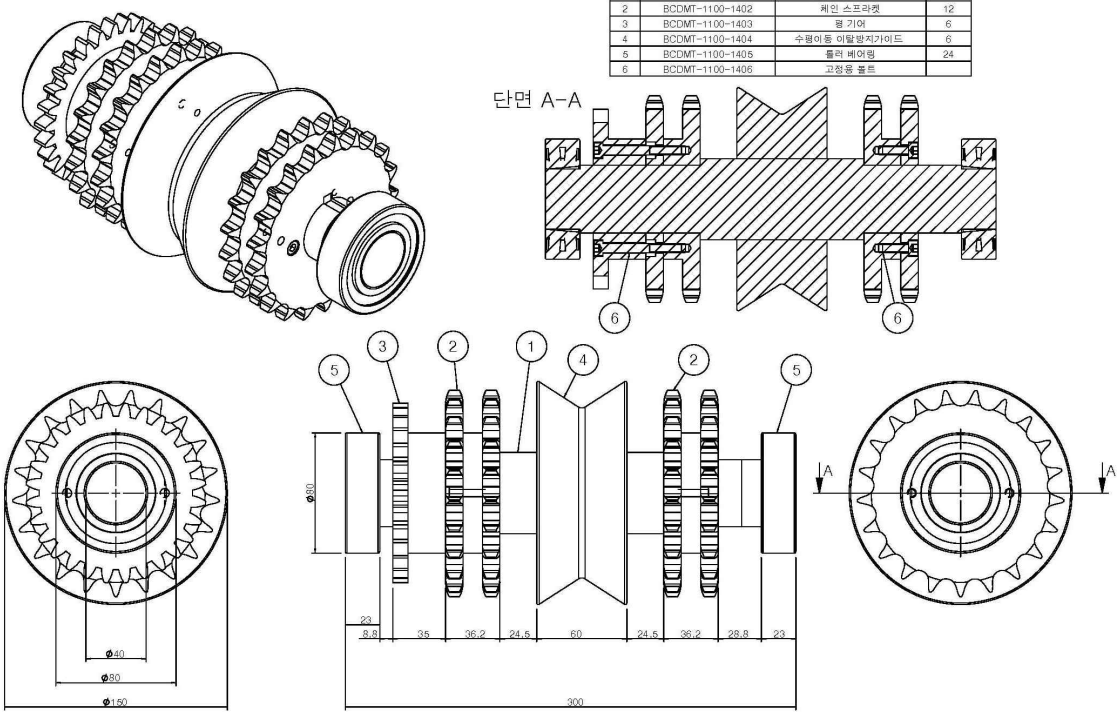
<수평주행 구동시스템 도면>

번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-1901	유압모터	6
2	BCDMT-1100-1902	구동용 평기어	6
3	BCDMT-1100-1903	피팅 유니온 3/4	12
4	BCDMT-1100-1904	유압모터 고정용 볼트	12



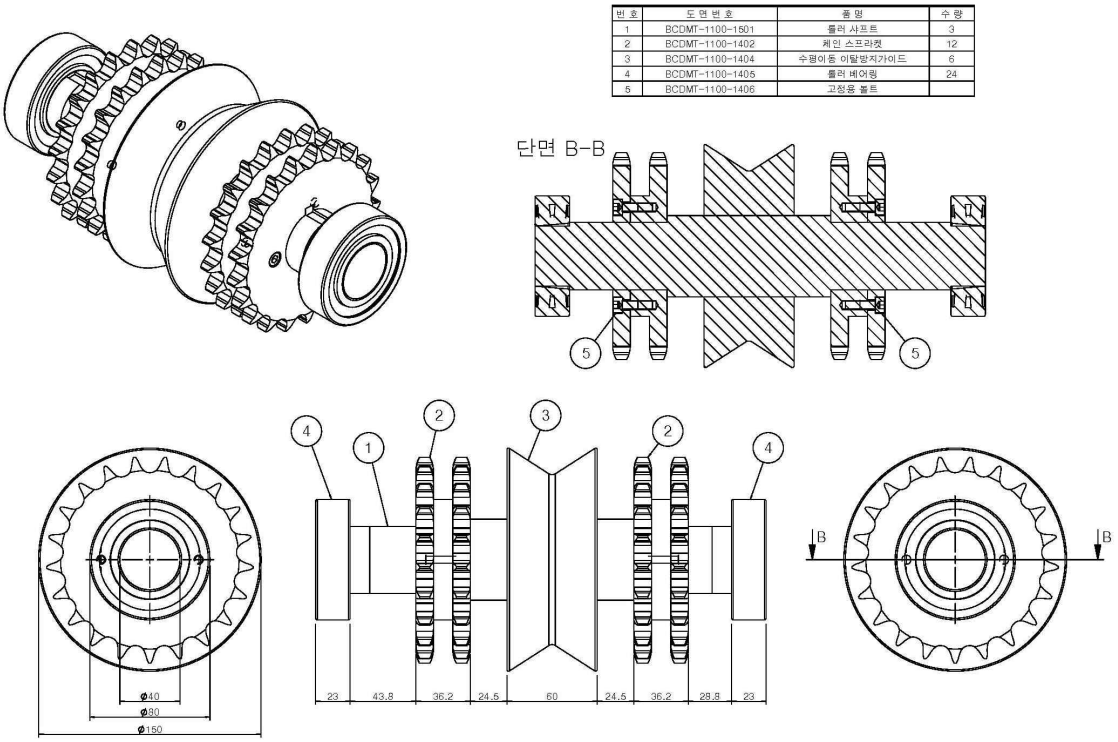
<수평주행 구동용 유압 모터 도면>

번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-1401	구동용 플러 샤프트	3
2	BCDMT-1100-1402	체인 스프라켓	12
3	BCDMT-1100-1403	평 기어	6
4	BCDMT-1100-1404	수평이동 이탈방지가이드	6
5	BCDMT-1100-1405	플러 베어링	24
6	BCDMT-1100-1406	고정용 볼트	



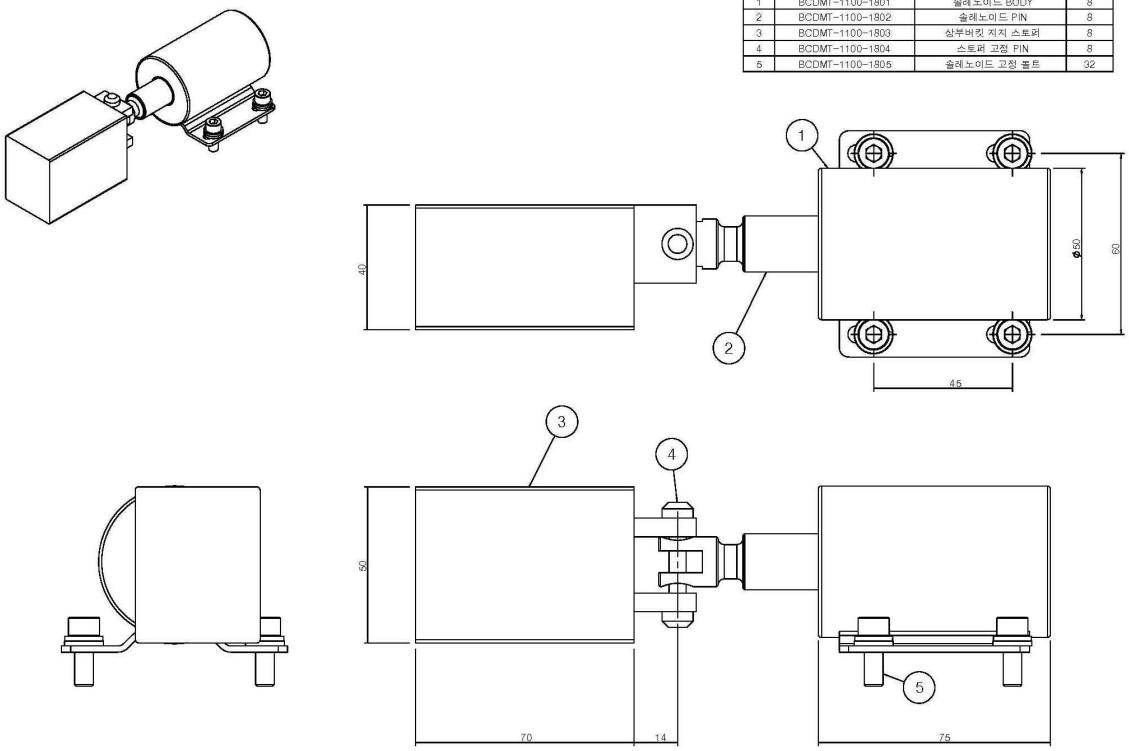
<구동용 스프라켓 Ass'y 도면>

번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-1501	플러 샤프트	3
2	BCDMT-1100-1402	체인 스프라켓	12
3	BCDMT-1100-1404	수평이동 이탈방지가이드	6
4	BCDMT-1100-1405	플러 베어링	24
5	BCDMT-1100-1406	고정용 볼트	



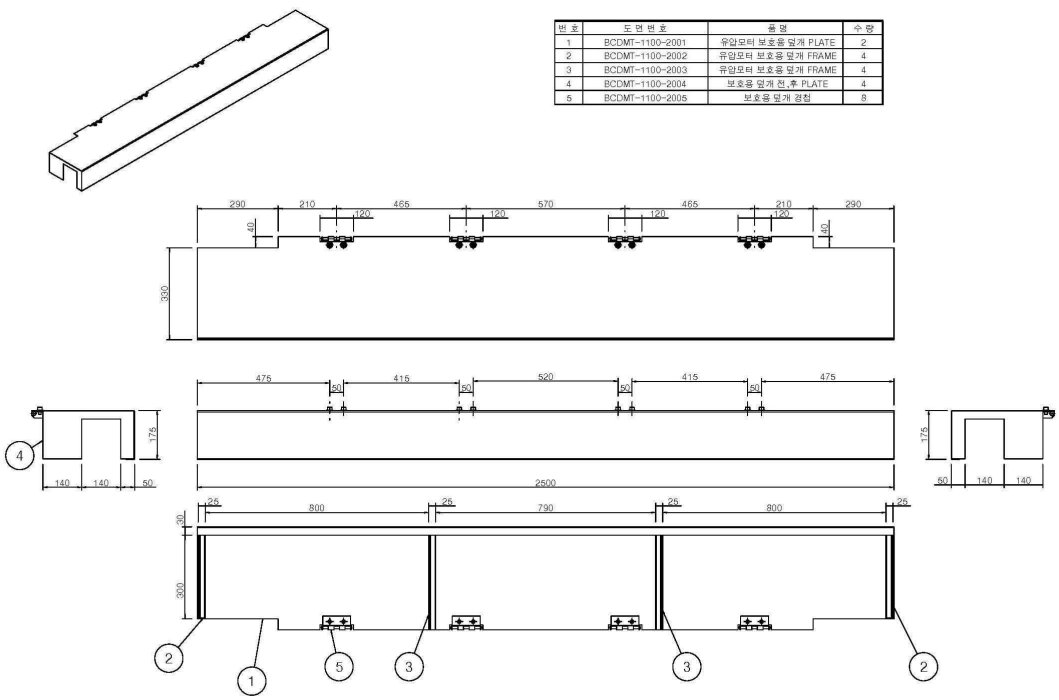
<스프라켓 Ass'y 도면>

번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-1801	솔레노이드 BODY	8
2	BCDMT-1100-1802	솔레노이드 PIN	8
3	BCDMT-1100-1803	상부버킷 지지 스토퍼	8
4	BCDMT-1100-1804	스토퍼 고정 PIN	8
5	BCDMT-1100-1805	솔레노이드 고정 볼트	32

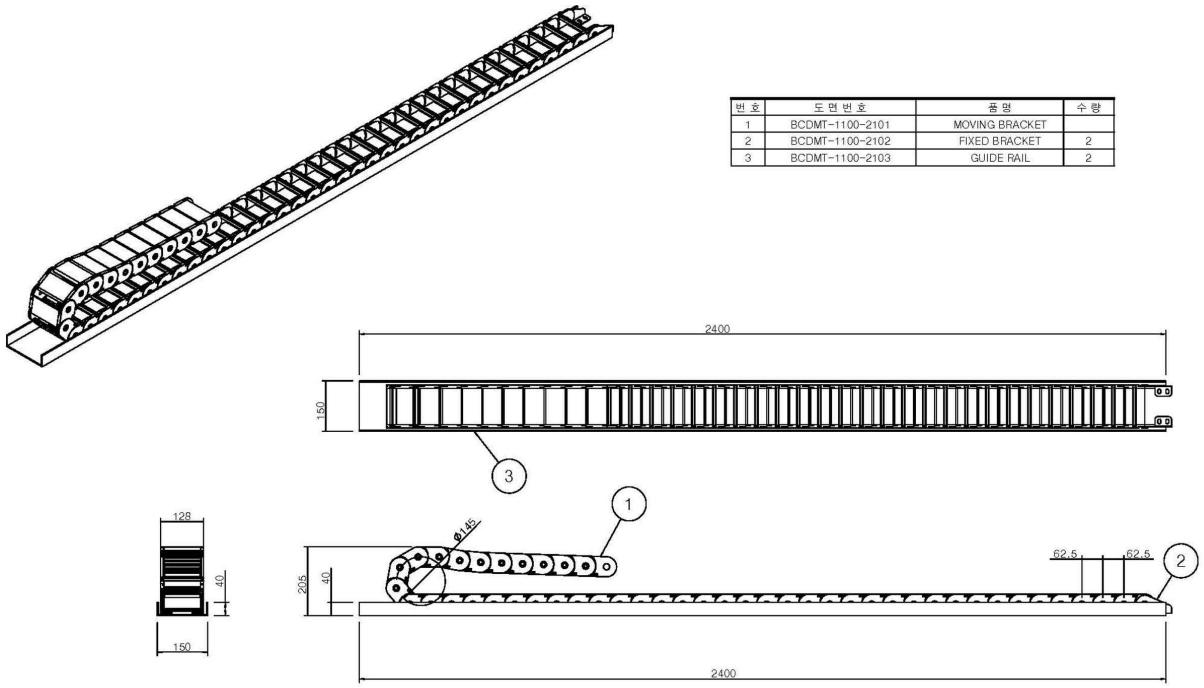


<수직 고정장치 도면>

번 호	도 면 번 호	품 명	수 량
1	BCDMT-1100-2001	유압모터 보호용 덮개 PLATE	2
2	BCDMT-1100-2002	유압모터 보호용 덮개 FRAME	4
3	BCDMT-1100-2003	유압모터 보호용 덮개 FRAME	4
4	BCDMT-1100-2004	보호용 덮개 전,후 PLATE	4
5	BCDMT-1100-2005	보호용 덮개 경첩	8



<유압모터 보호용 덮개 도면>



<케이블베이어 Ass'y 도면>

2. 수평이송장치(HTS) 개선 기본설계안에 대한 설계 검증(구조해석)

가. HTS 구조강도 해석

o HTS는 화물을 지지하는 버킷, 화물을 트레일러에서 화차로 또는 화차에서 트레일러로 이송하기 위해 유압모터와 스프라켓-샤프트 Ass'y, 체인 플레이트 Ass'y로 구성되는 수평주행장치, 직동 실린더를 통해 화물을 수직방향으로 구동시키는 수직구동장치, 화물 리프팅시 하부를 지지하는 서브 프레임(또는 언더 프레임), 수평주행 시에 수직상승용 직동 실린더의 부담을 줄이기 위하여 화물과 버킷을 지지하기 위한 수직 고정장치 등으로 구성되어 있음. 트레일러구동형 HTS는 화물의 수직하중을 받게 되며 화물 이동시 발생하는 하중조건의 변화에 대하여 구조적 건전성을 확보하여야 함. 유한요소 해석을 통하여 개선 설계된 HTS의 주요 구조물에 대한 강도 및 진동특성에 대한 검증을 수행함

o HTS 버킷에 컨테이너 화물을 적재 후 상·하역 시, 수평주행시 작용하는 하중에 대하여 발생하는 응력을 계산하는 구조강도 해석과 주행 시 충격 등의 동하중에 의해 발생할 수 있는 진동 특성을 고려하기 위하여 고유진동수를 계산하는 정규모드 해석을 수행함

o 구조강도 해석은 버킷, 언더 프레임, 스프라켓-샤프트 Ass'y, 수직 고정장치 등을 하나의 시스템으로 고려하여 해석을 수행하였으며, 진동 고유모드 해석은 각각의 요소부

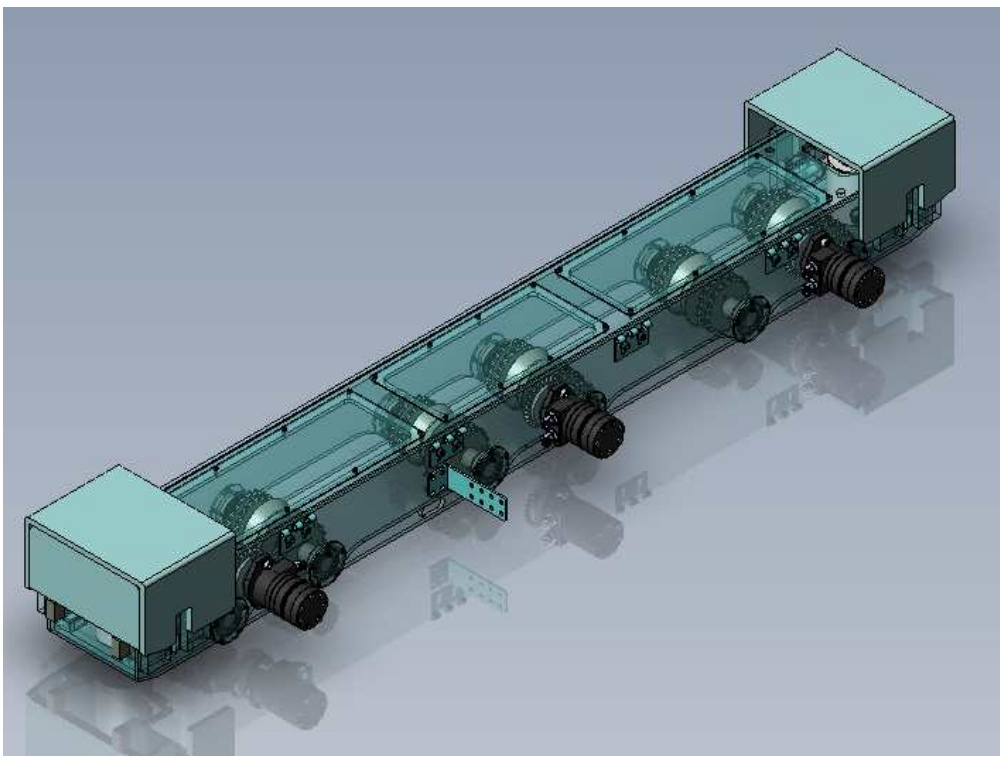
품별 해석을 수행하여 설계(안)의 검증을 수행하였음. 아래의 표 <해석 종류에 따른 해석결과 및 평가항목>는 각 해석종류에 따른 결과 및 평가항목을 보여주고 있음.

<해석 종류에 따른 해석결과 및 평가항목>

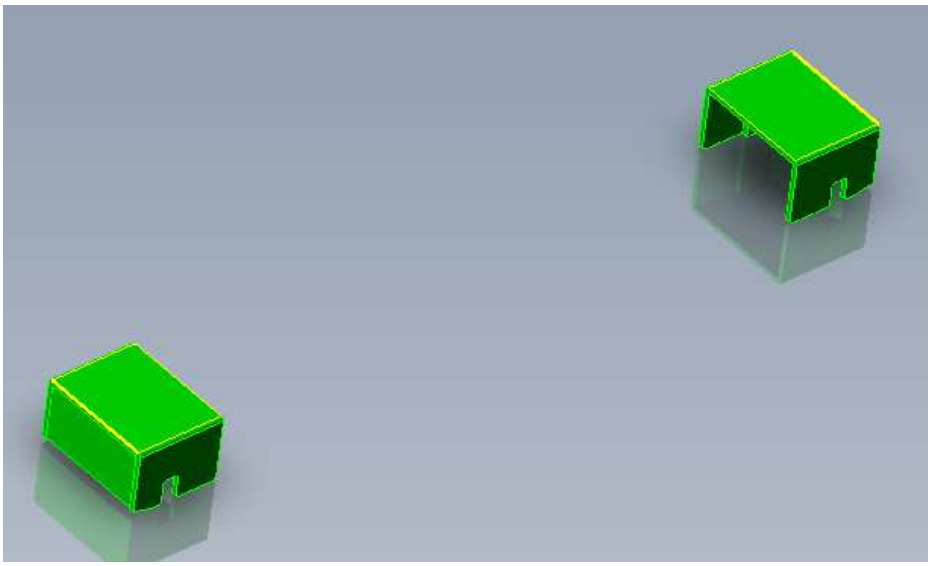
해석 종류	해석결과 항목	평가 항목
구조강도 해석	응력 및 변형률, 변형량	외부 하중에 따른 구조안정성 평가
진동 고유모드 해석	요소부품에 대한 고유진동수 및 모드 형상	작동시 파손의 원인이 되는 고유진동수 평가

(1) HTS Ass'y의 CAD 모델링 및 유한요소 모델링

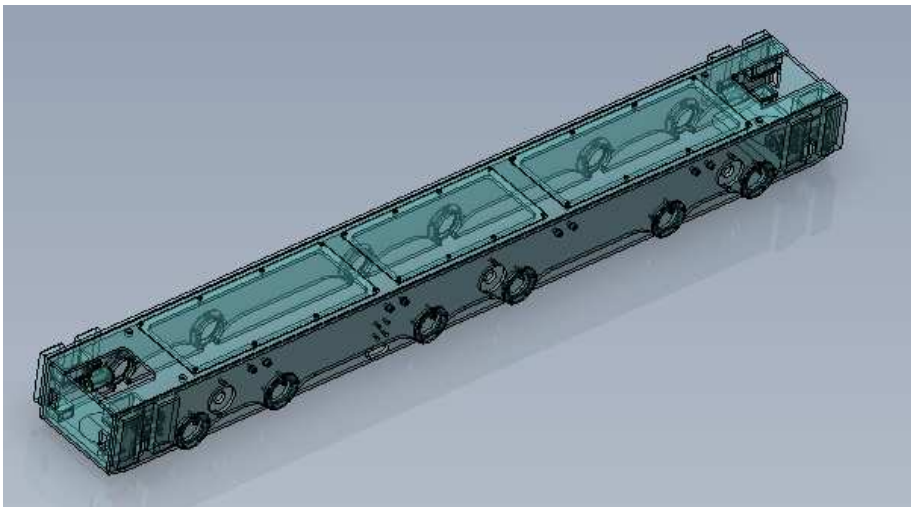
o 유한요소모델을 생성하기 위해서는 먼저 3차원 CAD 모델링이 필요하고 HTS의 각 주요 구성품인 버킷, 언더 프레임, 스프라켓-샤프트 Ass'y, 수직 고정장치의 3D 모델을 구성한 후 HTS Ass'y 전체 모델을 구성하였음. 아래의 그림 <HTS Ass'y 전체 CAD 모델> 및 <HTS 요소부품별 3차원 CAD 모델>은 HTS Ass'y 모델과 각 구성 부품별 모델을 보여주고 있음. 3차원 모델링은 CATIA V5를 이용하여 생성하였음



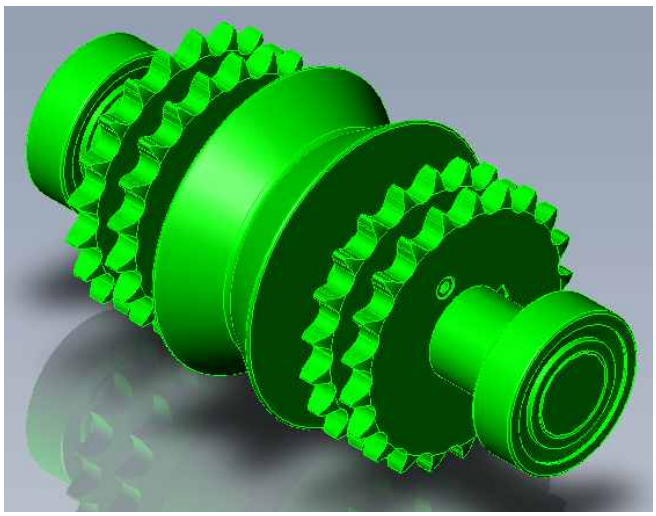
<HTS Ass'y 전체 CAD 모델>



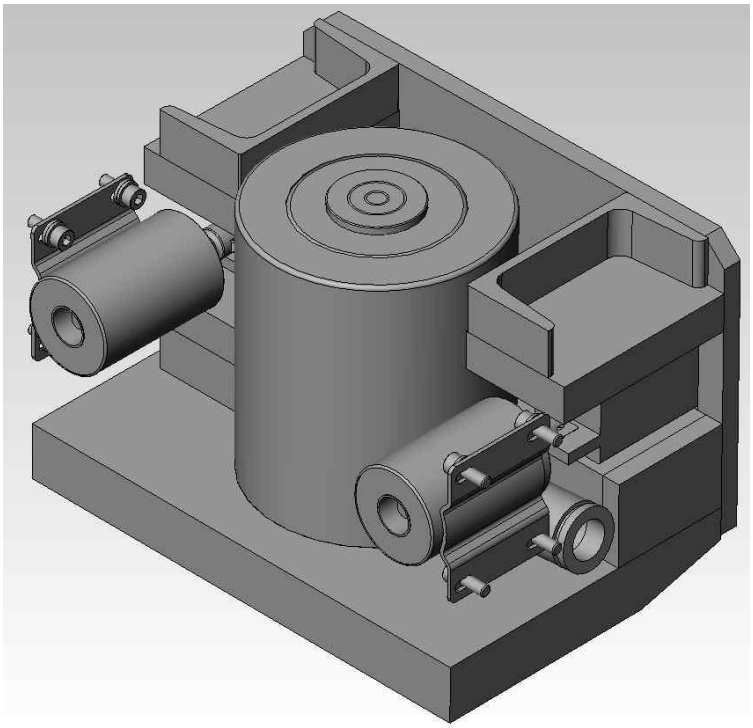
(a) 버킷, HTS Ass'y



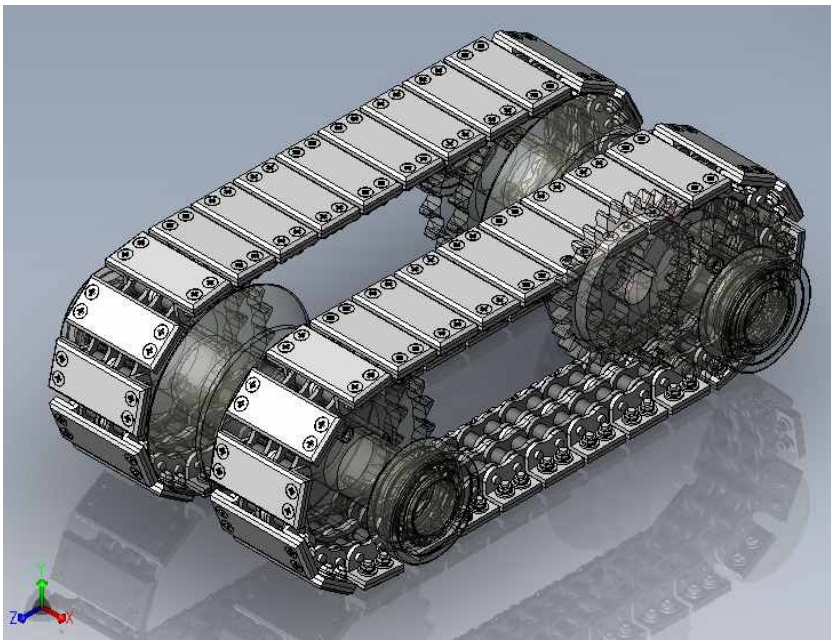
(b) 언더 프레임, HTS



(c) 스프라켓-샤프트 Ass'y, HTS



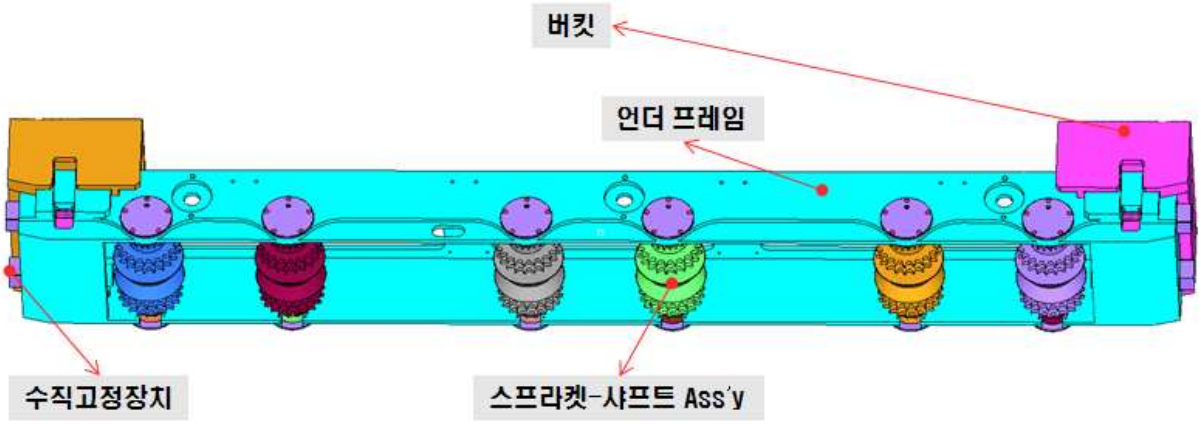
(d) 수직 고정장치 Ass'y



(e) 체인-플레이트 Ass'y

<HTS 요소부품별 3차원 CAD 모델>

o 아래의 그림 <HTS Ass'y 유한요소해석 모델>은 생성된 HTS Ass'y 모델을 기반으로 구조해석을 위한 유한요소 생성하였으며 3차원 유한요소해석(Finite Element Analysis) 모델을 보여주고 있음



<HTS Ass'y 유한요소해석 모델>

o HTS Ass'y의 유한요소해석 모델은 체인-플레이트 Ass'y, 직동 실린더(2개), 구동모터(3개)를 제외하고 버킷, 언더 프레임, 스프라켓-샤프트 Ass'y, 수직 고정장치들로 구성되어 있음. 또한 버킷, 언더 프레임, 스프라켓-샤프트 Ass'y, 수직 고정장치, 베어링을 포함한 기타 부품들은 Solid Tetra 요소를 사용하였음. HTS Ass'y의 유한요소 모델은 약 36만개의 절점과 약 132만개의 요소로 구성되어 있으며, 각 단위 구성품별 모델의 특성과 중량은 아래의 표 다음의 <구성부품 모델>과 같음. 또한 체인-플레이트 Ass'y, 직동 실린더(2개), 구동모터(3개)를 제외한 총 중량도 약 365Kg으로 계산되었음

<구성부품 모델>

요소 부품명	절점수(개)	요소수(개)	단위중량(Kg)	재질
버킷	48,280	192,954	71.6	ATOS80
언더프레임	142,124	557,345	178.8	ATOS80
스프라켓-샤프트 Ass'y	123,486	465,786	89.4	S45C
수직 고정장치	4,450	14,799	5.2	S45C
베어링 포함 기타부품	40,825	96,585	18.9	-

o 아래의 표 <재료별 기계적 물성>은 각 구성품 유한요소 모델링에 사용된 재질별 물성을 나타내고 있음

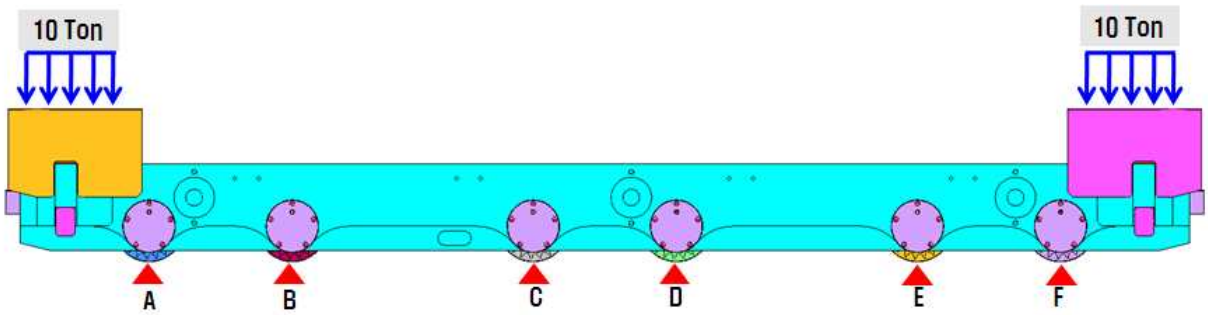
<재료별 기계적 물성>

Material	탄성계수 (GPa)	Poison's Ratio	항복응력 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신률 (%)	밀도 (Kg/mm3)	비고
ATOS80	210	0.3	840	854	15	7.8e-09	고장력강
S45C	203	0.29	520	690	45	7.9e-09	템퍼링 이후

(2) HTS 조립체 구조강도 해석

o HTS는 화물의 상·하역 시 수직구동장치를 통해 버킷(2개)을 상승시킨 후 수평구동장치를 통해 수평이동을 하게 되며, 화물의 상역시에는 화물의 중량을 직동 실린더가 받게 됨(Case 1). 수평이동시의 경우에는 화물의 중량에 따른 수직하중은 수직 고정장치가 받게 되며, 또한 수평이동시 화물 이송위치에 따라 하중 지지점인 스프라켓-샤프트 Ass'y의 접촉조건이 다르게 됨. 수평이동시 화물 이송위치에 따라 지지점의 조건에 따라 구조강도 해석을 수행하였음(Case 2 ~ Case 4)

o 구조강도 해석은 HTS 조립체에 대한 구조강도 해석과 체인과 스프라켓에 대한 구조강도 해석을 구분하여 수행하였음. 아래의 그림 <HTS 조립체 구조강도 해석의 경계조건 및 하중조건>과 아래의 표 <스프라켓-샤프트 Ass'y의 지지조건에 따른 해석 Case>는 HTS 조립체의 구조강도 해석을 위한 경계조건 및 하중 조건을 보여주고 있음



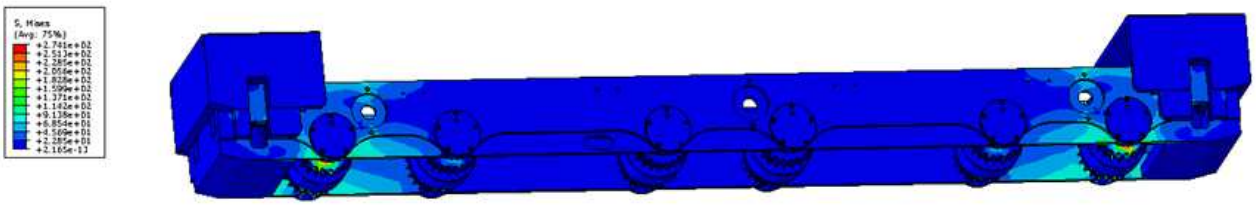
<HTS 조립체 구조강도 해석의 경계조건 및 하중조건>

<스프라켓-샤프트 Ass'y의 지지조건에 따른 해석 Case>

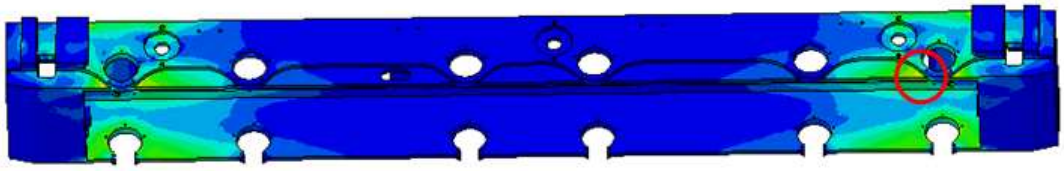
CASE	Sproket 별 상하 변위 구속						비고
	A	B	C	D	E	F	
CASE 1	○	○	○	○	○	○	화물적재시 (화물 → 실린더 지지)
CASE 2	×	○	○	○	○	○	화물 수평 이동 구간 (화물 → 수직 고정장치 지지)
CASE 3	○	×	○	○	○	○	
CASE 4	○	○	×	○	○	○	

o 위 그림에서 볼 수 있듯이 버킷 상부에 분포 수직하중이 각각 10 ton(총 20 ton)이 작용되고 스프라켓-샤프트 지지조건에 따라 선택적으로 수직 변위를 구속하여 유한요소 해석을 수행하였음

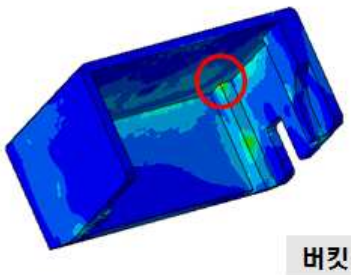
o 아래의 그림 <HTS 조립체 구강도해석 응력 분포 (CASE 1)>은 화물의 상·하역 시(CASE 1) 화물하중을 버킷과 수직 실린더가 받게 되므로 수직 고정 장치에는 하중이 작용되지 않는 경우이며, HTS 조립체의 응력 분포와 각 구성부품(언더 프레임, 버킷, 수직 고정장치)별 응력분포를 보여주고 있음. 언더 프레임에서 최대응력이 약 141 MPa이 발생하나, ATOS80의 항복응력인 840 MPa의 약 17% 수준으로 구조적 건전성을 확보하고 있음을 확인하였음



(a) HTS 조립체의 응력 분포



언더 프레임 (141.4 MPa)

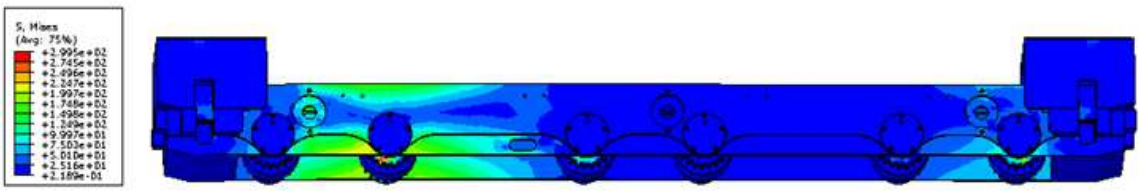


버킷 (100.4 MPa)

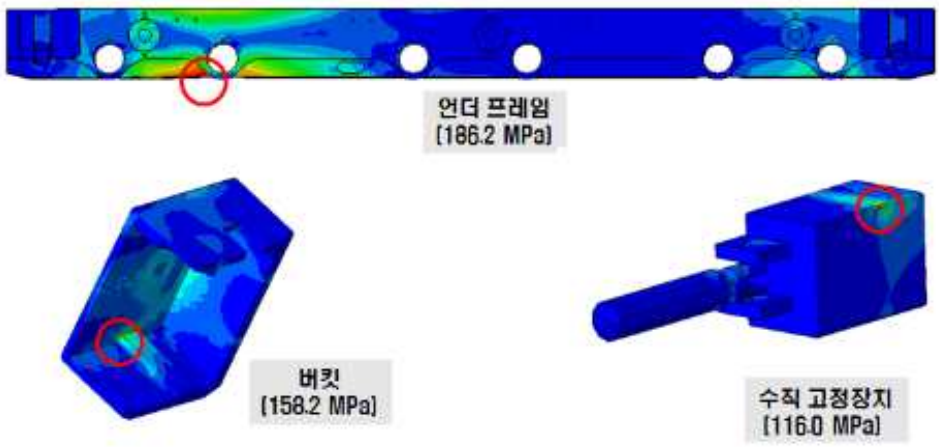
(b) HTS 구성 부품별 응력 분포

<HTS 조립체 구강도해석 응력 분포 (CASE 1)>

o 아래의 그림 <HTS 조립체 구조강도해석 응력 분포 (CASE 2)>는 화물을 수평이동시의 경우로 화물의 중량에 따른 수직하중은 수직 고정장치가 받게 되지만 6개의 스프라켓 Ass'y 중에서 가장 끝단의 스프라켓 Ass'y가 수직하중을 지지하지 못하는 경우(CASE 2)이며, HTS 조립체의 응력 분포와 각 구성부품(언더 프레임, 버킷, 수직고정장치)별 응력분포를 보여주고 있음. 언더 프레임에서 최대응력이 약 186 MPa이 발생하나 ATOS80의 항복응력인 840 MPa의 약 22% 수준으로 구조적 건전성을 확보하고 있음을 확인하였음



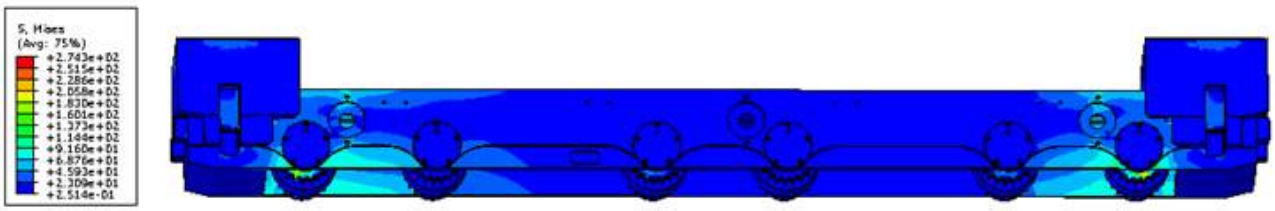
(a) HTS 조립체의 응력 분포



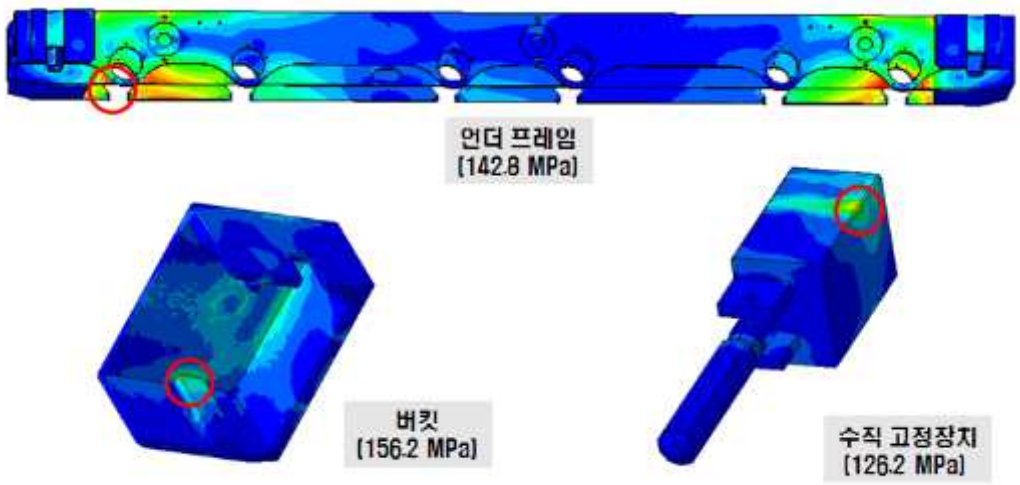
(b) HTS 구성 부품별 응력 분포

<HTS 조립체 구조강도해석 응력 분포 (CASE 2)>

o 아래의 그림 <HTS 조립체 구조강도해석 응력 분포 (CASE 3)>은 화물을 수평이동시의 경우로 화물의 중량에 따른 수직하중은 수직 고정장치가 받게 되지만 6개의 스프라켓 Ass'y중에서 가장 끝단에서 2번째 스프라켓 Ass'y이 수직하중을 지지하지 못하는 경우(CASE 3)이며, HTS 조립체의 응력 분포와 각 구성부품(언더 프레임, 버킷, 수직 고정장치)별 응력분포를 보여주고 있음. 버킷에서 최대응력이 약 156 MPa이 발생하나 ATOS80의 항복응력인 840 MPa의 약 19% 수준으로 구조적 건전성을 확보하고 있음을 확인하였음



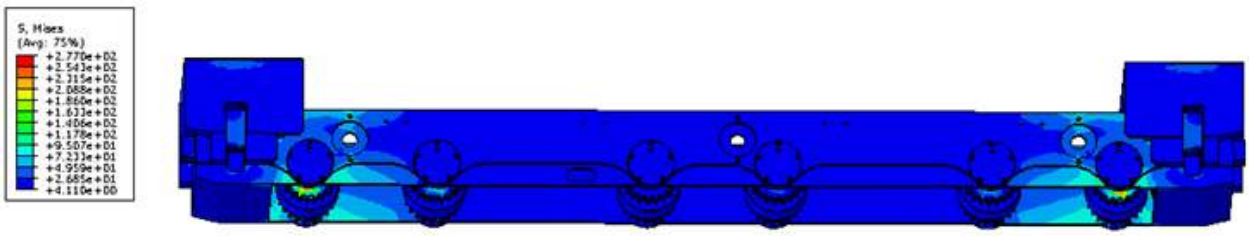
(a) HTS 조립체의 응력 분포



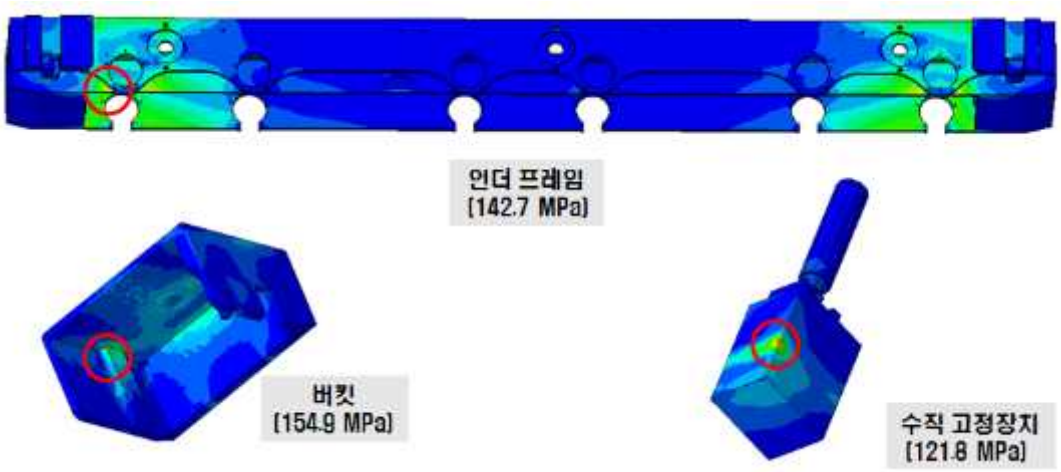
(b) HTS 구성 부품별 응력 분포

<HTS 조립체 구조강도해석 응력 분포 (CASE 3)>

o 아래의 그림 <HTS 조립체 구조강도해석 응력 분포 (CASE 4)>는 화물을 수평이동시의 경우로 화물의 중량에 따른 수직하중은 수직 고정장치가 받게 되지만 6개의 스프라켓 Ass'y중에서 가장 끝단에서 3번째 스프라켓 Ass'y이 수직하중을 지지하지 못하는 경우(CASE 4)이며, HTS 조립체의 응력 분포와 각 구성부품(언더 프레임, 버킷, 수직 고정장치)별 응력분포를 보여주고 있음. 버킷에서 최대응력이 약 155 MPa이 발생하나 ATOS80의 항복응력인 840 MPa의 약 18% 수준으로 구조적 건전성을 확보하고 있음을 확인하였음



(a) HTS 조립체의 응력 분포



(b) HTS 구성 부품별 응력 분포

<HTS 조립체 구조강도해석 응력 분포 (CASE 4)>

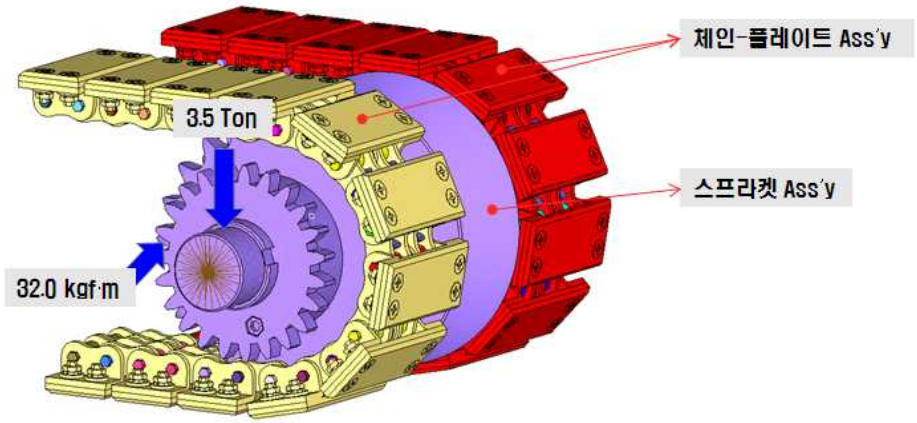
o 아래의 표 <하중조건별 구성부품의 최대응력>은 각 하중조건별 구성품별 최대응력을 나타내고 있음. 발생하는 최대응력이 구성부품의 재질인 ATOS80이나 S45C의 항복응력에 비하여 20% 수준이하이므로 HTS 구성품(언더 프레임, 버킷, 수직 고정장치)들은 구조적인 건전성을 확보하고 있다고 판단하였음

<하중조건별 구성부품의 최대응력>

(단위: MPa)

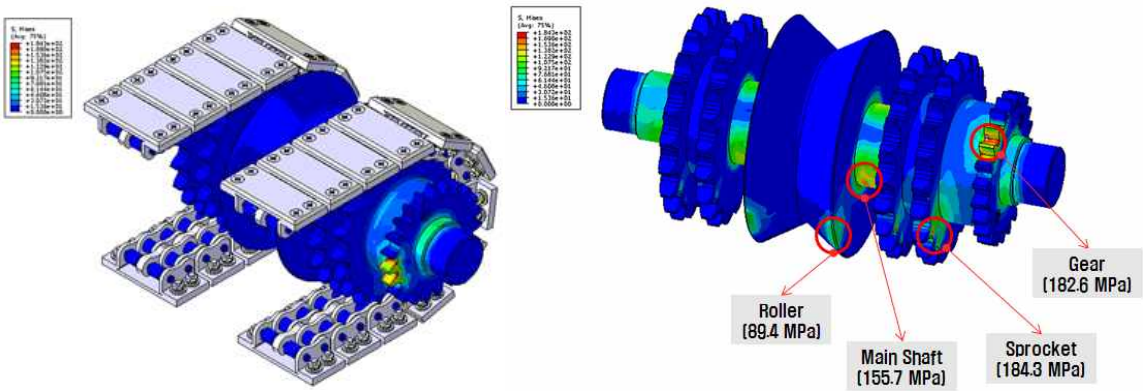
해석조건	버킷	언더프레임	수직고정장치
CASE 1	100.4	141.4	-
CASE 2	158.2	186.2	116.0
CASE 3	156.2	142.8	126.2
CASE 4	154.9	142.7	121.8

o 다음은 수평이동시 스프라켓 Ass'y에 대한 구조강도해석을 수행하였음. 아래의 그림 <스프라켓 Ass'y 구조강도 해석의 하중조건>은 스프라켓 Ass'y의 구조강도 해석을 위한 하중 조건을 보여주고 있음. 화물에 의한 하중이 20톤(총 40톤의 1/2)이나 수평이동시 스프라켓 Ass'y가 하중을 지지하지 못하는 구간이 있을 수 있으므로, 안전율까지 고려하여 스프라켓 Ass'y 1개 당 약 7톤의 부하가 작용한다는 하중조건을 부여하였으며 구동모터용 스프라켓에는 구동모터의 최대토크(32Kg·m)를 작용하도록 하였음. 한편 경계조건으로는 체인-플레이트 Ass'y의 수직변위를 고정하는 것으로 설정하였음



<스프라켓 Ass'y 구조강도 해석의 하중조건>

o 아래의 그림 <구동용 스프라켓 Ass'y 구조강도해석 응력 분포>는 구동용 스프라켓 Ass'y의 응력 분포를 보여주고 있음. 체인-플레이트와 접촉하는 스프라켓에서는 최대 응력이 약 184 MPa이 발생하고, 구동모터와 접촉하는 스프라켓에서는 최대응력이 약 183 MPa이 발생함. 또한 롤러부에서는 최대응력이 약 90 MPa이 발생하고, 주축(메인 샤프트)에서는 약 156 MPa이 발생함. 스프라켓의 재질인 S45C(열처리 템퍼링이후)의 항복응력인 520 MPa의 약 35% 수준이나, 안전율을 고려한 하중조건을 부여하였으므로 구동용 스프라켓 Ass'y은 구조적 건전성을 확보하고 있다고 판단됨



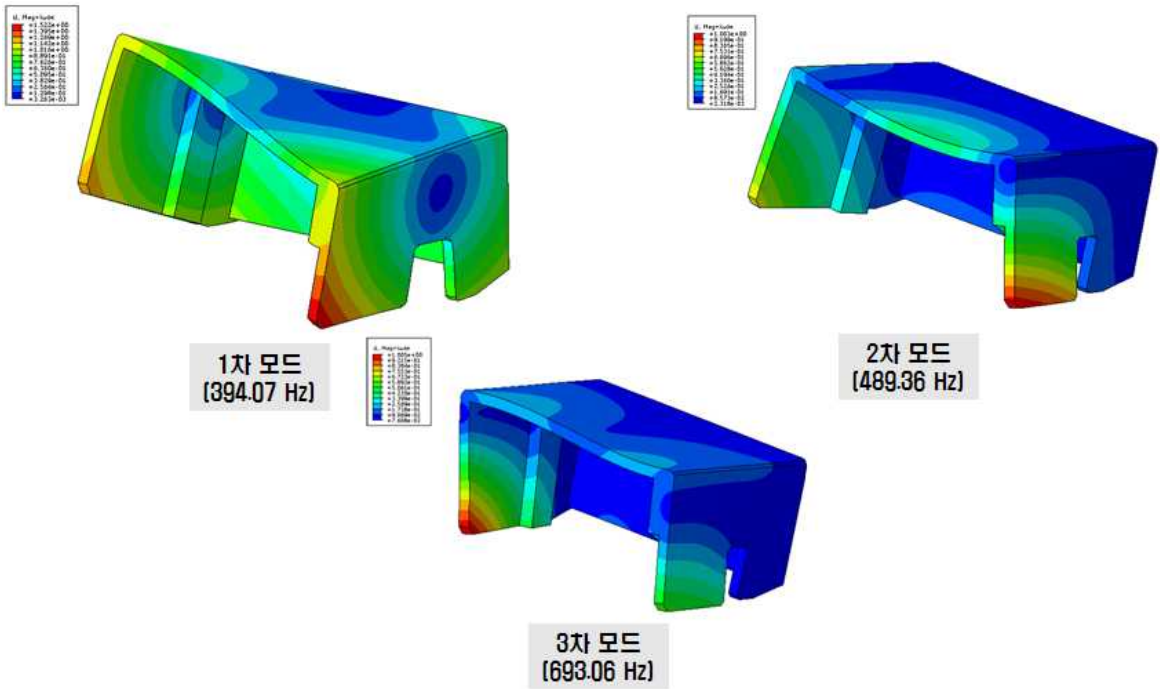
<구동용 스프라켓 Ass'y 구조강도해석 응력 분포>

나. HTS 진동 모드 해석

o HTS는 트레일러에 탑재되어 주행시 노면의 요철, 바람에 의한 수하물의 외력, 차량의 주행시 발생하는 가·감속, 타이어 등의 회전체에 의한 소음원 및 진동원에 대한 영향을 받으며 다른 진동요소들과 넓은 주파수 대역에 걸쳐 공진현상이 발생할 수 있음. 진동은 저주파로부터 고주파가지 광범위하게 발생될 수 있으므로 구조물의 동적 거동을 고려하여 구조물이 고유진동수와 같은 진동수를 갖지 않도록 하여 공진을 통한 파괴가 일어나지 않도록 외부로부터의 동적 하중 진동수와 일치 하지 않는지 설계시 고려되어야 함

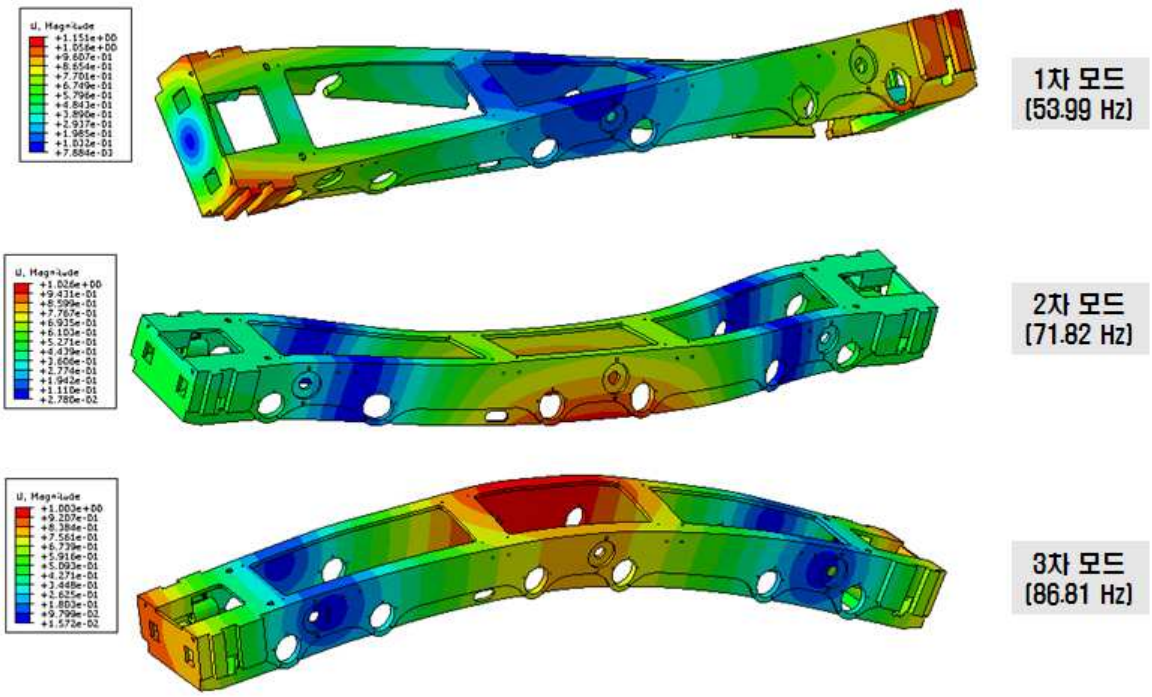
o 본 연구에서는 HTS의 구성 부품들의 고유진동수를 계산하여 구조물의 건전성을 평가하였음. 진동 고유모드 해석은 버킷, 언더 프레임, 스프라켓 Ass'y 에 대한 해석을 수행하였고, 고유모드 해석의 경계조건은 자유상태(Free-Free) 조건에 대하여 고유진동수 대역을 찾는 방법으로 해석을 수행하였음

o 아래의 그림 <버킷의 진동 고유진동수와 진동 모드>는 버킷에 대한 진동 고유모드 해석 결과로서 진동 모드와 고유주파수를 보여주고 있음



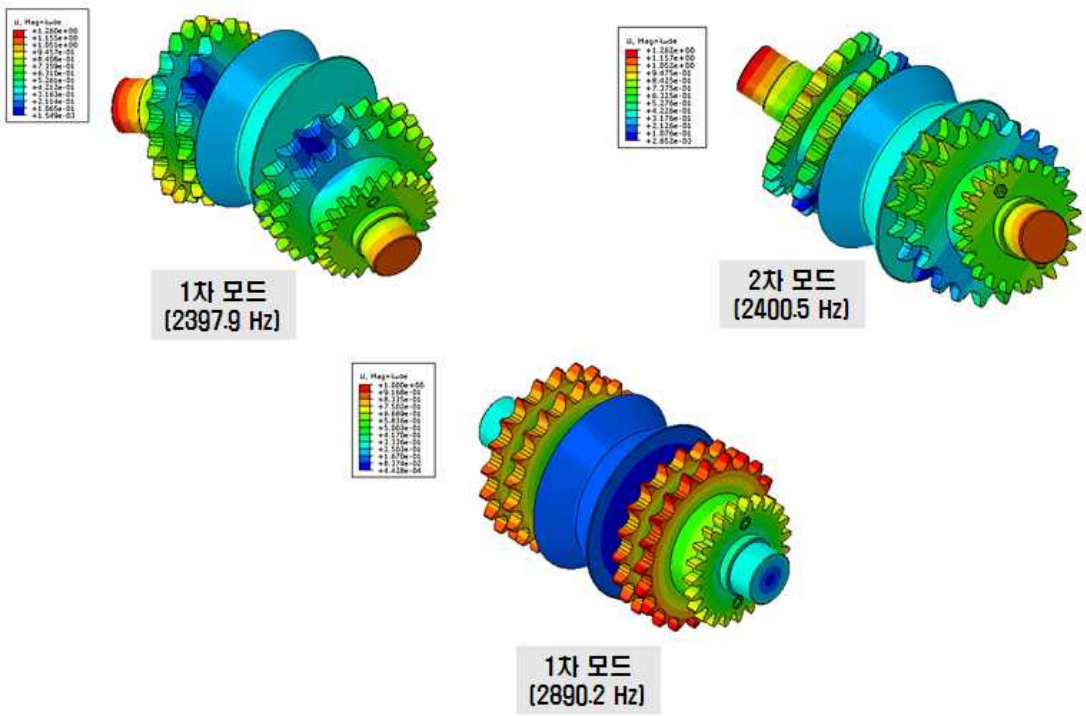
<버킷의 진동 고유진동수와 진동 모드>

o 아래의 그림 <언더프레임의 진동 고유진동수와 진동 모드>는 언더 프레임에 대한 진동 고유모드 해석 결과로서 진동 모드와 고유주파수를 보여주고 있음



<언더 프레임의 진동 고유진동수와 진동 모드>

o 아래의 그림 <스프라켓 Ass'y의 진동 고유진동수와 진동 모드>는 스프라켓 Ass'y에 대한 진동 고유모드 해석 결과로서 진동 모드와 고유주파수를 보여주고 있음



<스프라켓 Ass'y의 진동 고유진동수와 진동 모드>

o 아래의 표 <진동 모드 해석 결과>는 버킷, 언더 프레임, 스프라켓 Ass'y에 대한 진동 모드 고유주파수해석 결과를 보여주고 있음

<진동 모드 해석 결과>

(단위: Hz)

모드	버킷	언더 프레임	스프라켓 Ass'y
1차 모드	394.07	53.99	2,397.9
2차 모드	489.36	71.82	2,400.5
3차 모드	693.06	86.81	2,890.2
4차 모드	1083.3	130.2	3,914.8

o 진동 고유모드 해석결과, 가장 낮은 주파수는 언더 프레임의 1차 모드가 54Hz을 나타내고 있음. 언더 프레임의 구조적 특성이 길이가 길고, 판재 형상에 기인한다고 판단되나, 트레일러가 주행 시 발생되는 저주파 진동에 따른 가진대역에 비교하면 높은 주파수 대역에 있으므로 가진 특성에 따른 구조 건전성은 문제가 없는 것으로 판단됨. 또한 버킷과 스프라켓 Ass'y는 1차 고유주파수가 상대적으로 매우 높아 외부 진동에 대한 충분한 구조 건전성을 확보하고 있음을 다시 확인하였음

다. HTS 설계 검증에 대한 소결론

o 본 개선설계의 검증에서는 수평이송장치(HTS)의 이송 성능 개선을 목적으로 검토하고 있는 HTS Ass'y 개선 설계안에 대한 유한요소해석(Finite Element Analysis)을 통하여 구조 강도특성과 진동특성을 평가하고, 설계 개선안의 안전성을 검증하고자 하였음. HTS Ass'y 에 대하여 3차원 CAD 모델을 구성한 후, 유한요소 모델링하였으며 구조강도 해석과 진동 고유모드해석을 수행하였음

o 화물(40톤)의 상·하역 시(CASE 1)의 경우에 구조강도 해석을 수행한 결과, HTS 구성부품(언더 프레임, 버킷, 수직 고정장치)중에서 언더 프레임에서 최대응력이 약 141 MPa이 발생하나 ATOS80의 항복응력의 약 17% 수준으로 충분한 구조적 건전성을 확보하고 있음을 확인하였음

o 화물(40톤)의 수평이동시는 6개의 스프라켓 Ass'y가 분담하는 하중지지 조건을 가정하여 3가지(CASE 2~CASE4)의 경우로 구분하여 구조강도 해석을 수행하였음. 6개의 스프라켓 Ass'y중에서 가장 끝단의 스프라켓 Ass'y이 수직하중을 지지하지 못하는 경우(CASE 2)에 언더 프레임에서 가장 큰 최대응력이 약 186 MPa이 발생하나 ATOS80의 항복응력의 약 22% 수준으로 구조적 건전성을 확보하고 있음을 확인하였음

o 구동용 스프라켓 Ass'y에 대한 강도해석 결과, 스프라켓에서는 최대응력이 약 184 MPa이 발생함. 또한 롤러부에서는 최대응력이 약 90 MPa, 주축(메인 샤프트)에서는 약 156 MPa이 발생하나 스프라켓의 재질인 S45C(열처리 템퍼링이후)의 항복응력인 520 MPa의 약 35% 수준이나, 안전율을 고려한 하중조건을 부여하였으므로 구동용 스프라켓 Ass'y은 구조적 건전성을 확보하고 있다고 판단됨

o 진동 고유모드 해석결과, HTS Ass'y 구성부품 중에서 언더 프레임이 낮은 주파수대역의 고유진동모드를 발생시키는 부품으로 확인되었고, 언더 프레임의 1차 모드가 54Hz을 나타내고 있으나 트레일러가 주행 시 발생되는 저주파 진동에 따른 가진대역에 비교하면 높은 주파수 대역에 있으므로, 가진 특성에 따른 구조 건전성은 문제가 없는 것으로 판단됨

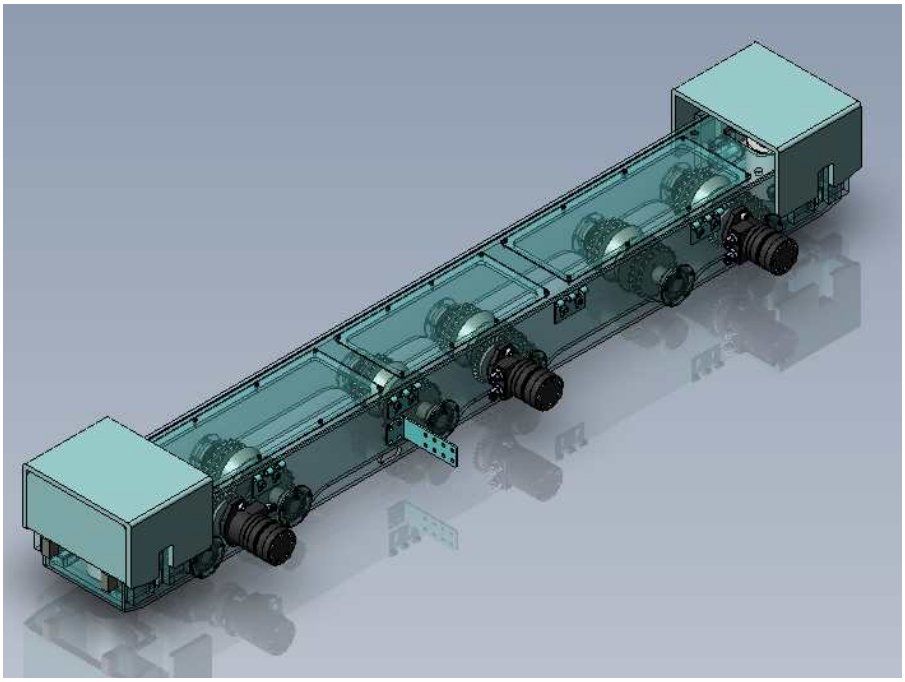
3. 수평이송장치(HTS) 개선 상세설계

가. HTS 개선 상세설계 주요 항목

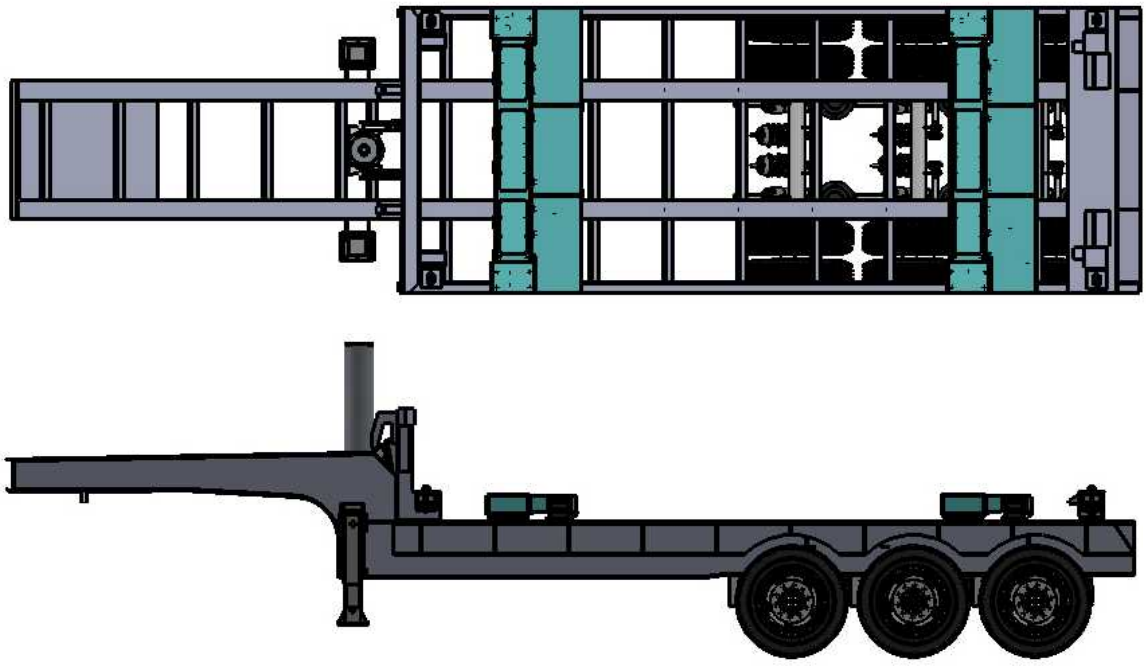
o 기존에 개발한 HTS는 고하중의 컨테이너 화물을 지지할 수 있도록 견고한 프레임으로 구성되어 있으나, 상대적으로 HTS 개당 중량이 약 800kg, 1set에 약 1,600kg으로 상당한 고중량이며, 벌크화물을 운송 및 덤핑하기 위한 덤프실린더도 트레일러에 장착하게 되면 DMT 트레일러 자체 중량이 커져 상대적으로 적재 가능한 화물의 중량에 영향 있음

o 따라서, 기존 HTS와 성능은 동일하면서 자중은 경량화하는 구조 변경에 대한 최적화 설계에 주안점을 두고 상세설계를 추진하였음

o HTS의 경량화를 위한 최적화 설계를 수행하여 아래 그림 <HTS의 개선 상세설계 주요 구성도>와 같은 설계 개선안을 도출하였음



<HTS의 개선 상세설계 주요 구성도>

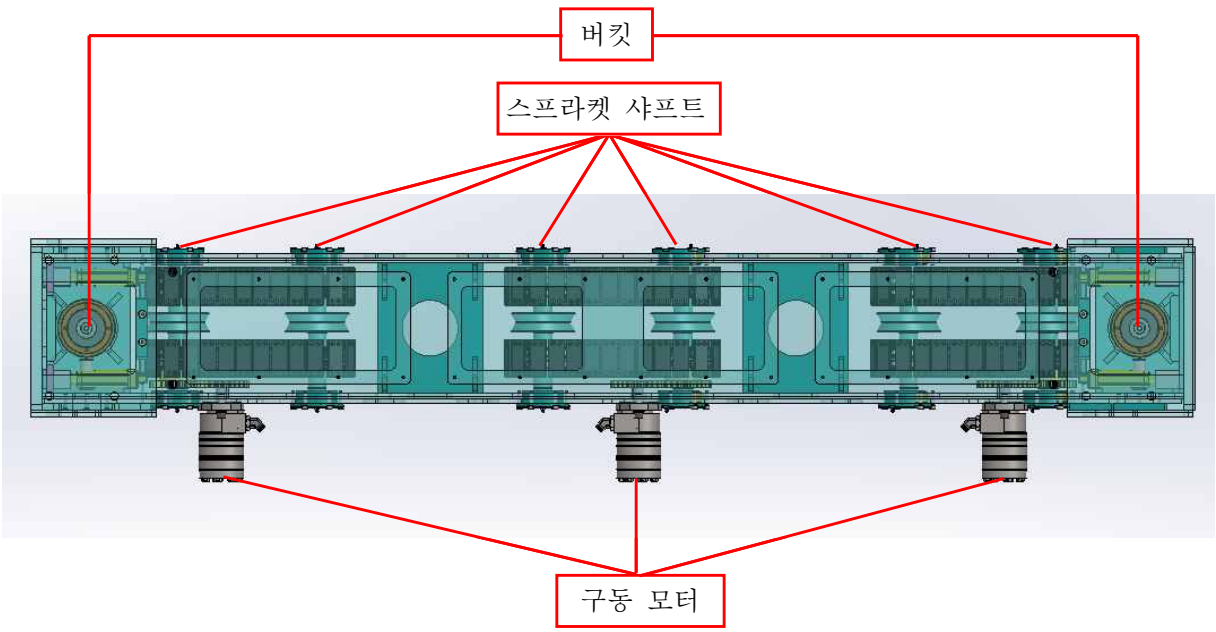


<HTS를 장착한 DMT 트레일러>

o 설계 개선안의 주요 사항은 아래의 표 <설계 개선안 주요 항목>과 같음

<설계 개선안 주요 항목>

주요 항목	설계 개선안 주요 내용
수평구동장치	– 수평이송 시 하부롤러(4개) 및 구동모터(4개)를 사용한 방식에서 무한궤도 형식의 체인-플레이트(3세트) 및 구동모터(3개)로 개선 – 동력전달장치는 스프라켓-샤프트 Ass'y 구조 – HTS 1개당 6개의 스프라켓-샤프트 Ass'y
버킷	– 화물 컨테이너를 지지하는 버킷은 2개의 piece로 분할 – 1개당 설계하중은 8톤 (동적부하배수<2.5> 포함)
수직구동장치	– 직동 실린더(2개)를 텔레스코프형 실린더(2개)로 대체
수직고정장치	– 수직구동 실린더의 부담을 줄이기 위하여, 수직상승이 완료되고 수평주행 시에는 화물과 버킷을 지지하기 위한 별도의 수직 고정장치 기구를 추가
언더 프레임	– 화물 리프팅 시, 수평주행 시 HTS 하부를 지지



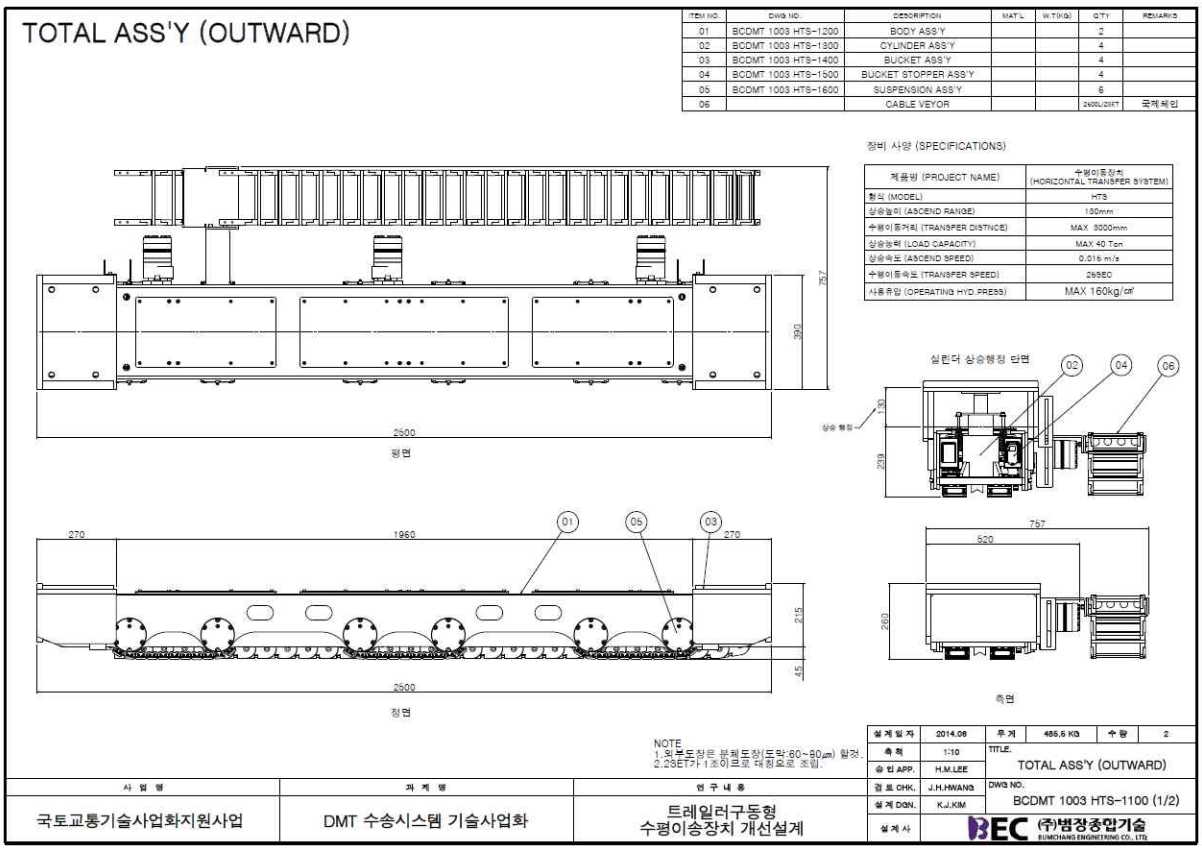
<수평이송장치(HTS) 개선설계안 전체도>

o HTS의 개선설계에 대한 기대효과는 아래 표 <HTS 개선설계 전•후 비교표>와 같음

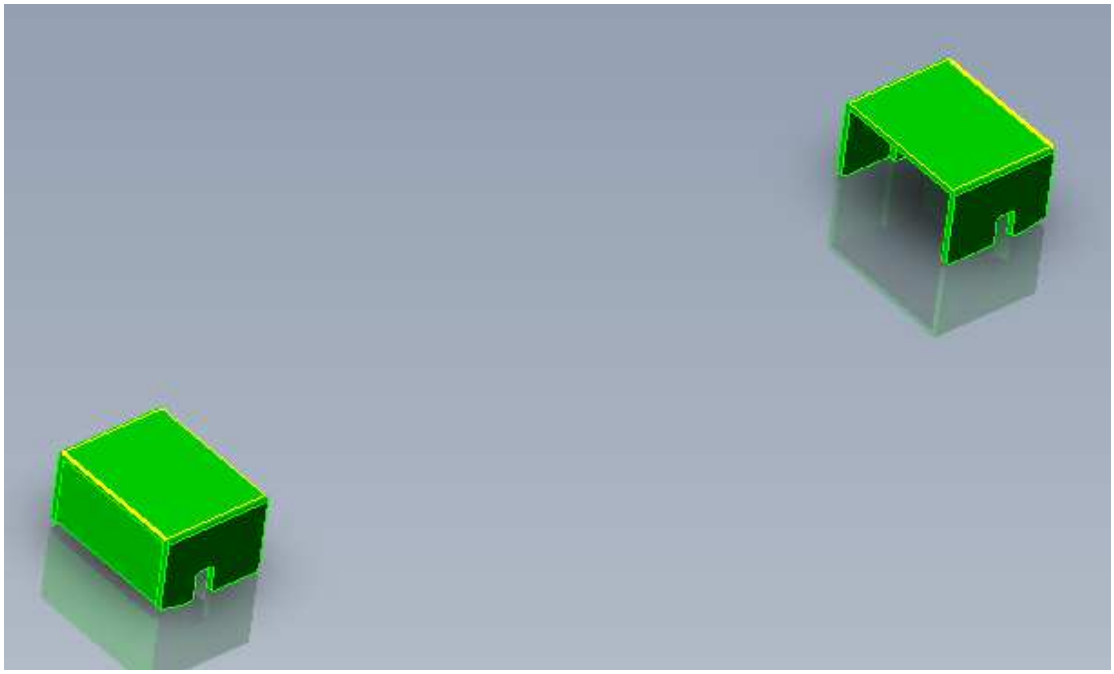
<HTS 개선설계 전•후 비교표>

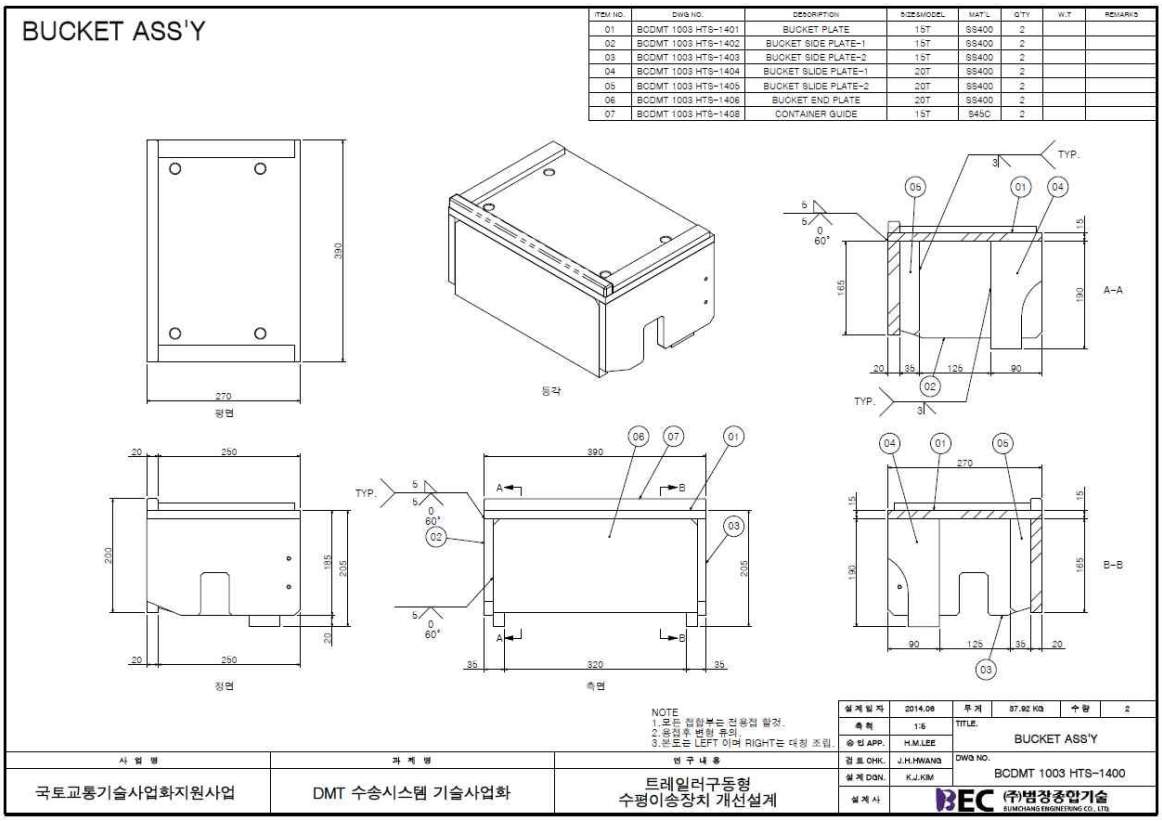
순번	구분	개선 전	개선 후	기대 효과
1	하부롤러 Slip 현상	개별 롤러 방식	캐터필러 방식	Slip 현상 완화
2	중량	784kg/개당	480kg/개당	304kg(38.8%) 감소
3	높이	308mm	260mm	48mm(15.6%) 감소
4	유지관리	내부 복잡한 배관	내부 배관 없음	유지관리 편의성 향상
5	수직 실린더	이동중 실린더가 화물을 지지	이동중 버킷이 화물을 지지	실린더 내구성 향상

나. 트레일러구동형 HTS 상세도면

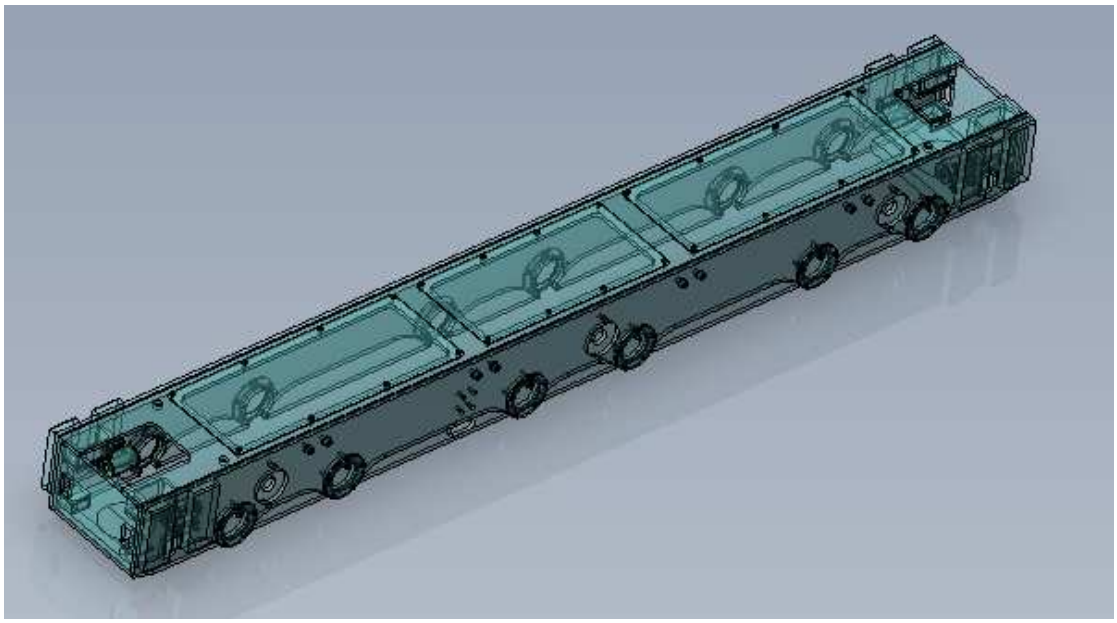


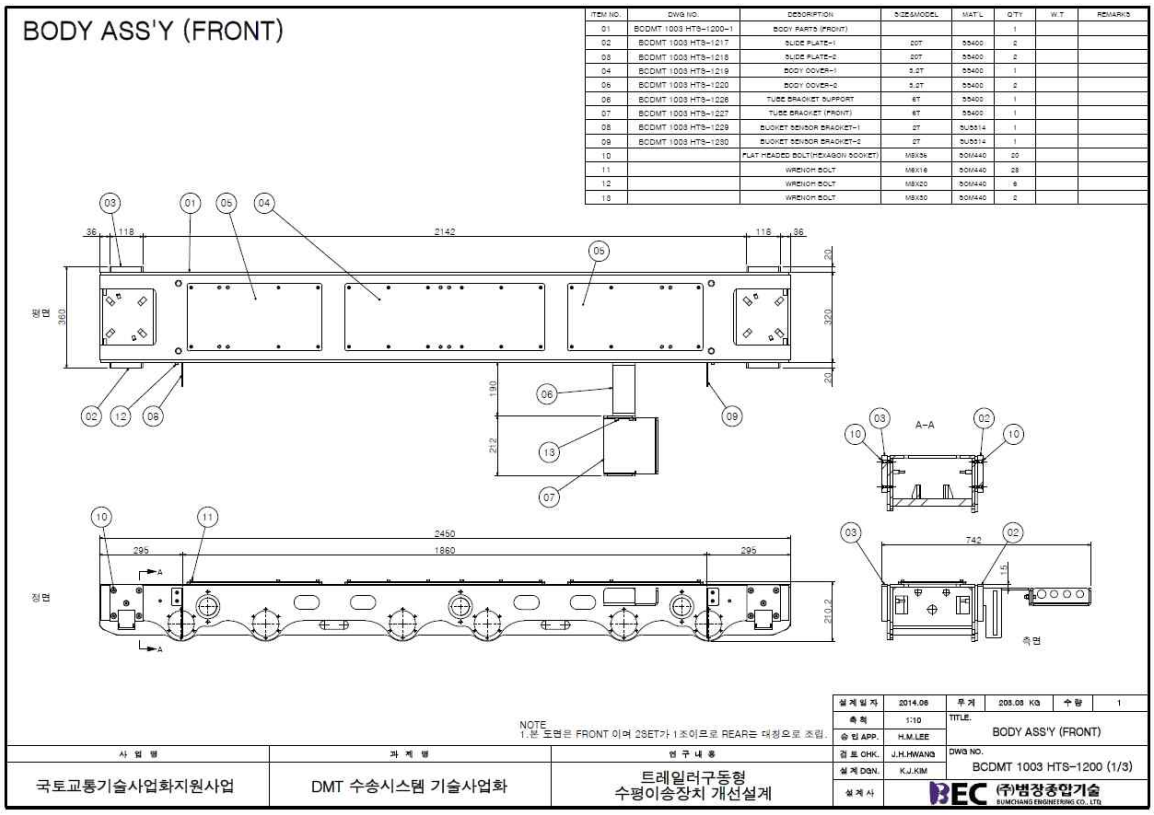
<수평이송장치 Total Ass'y 설계도>



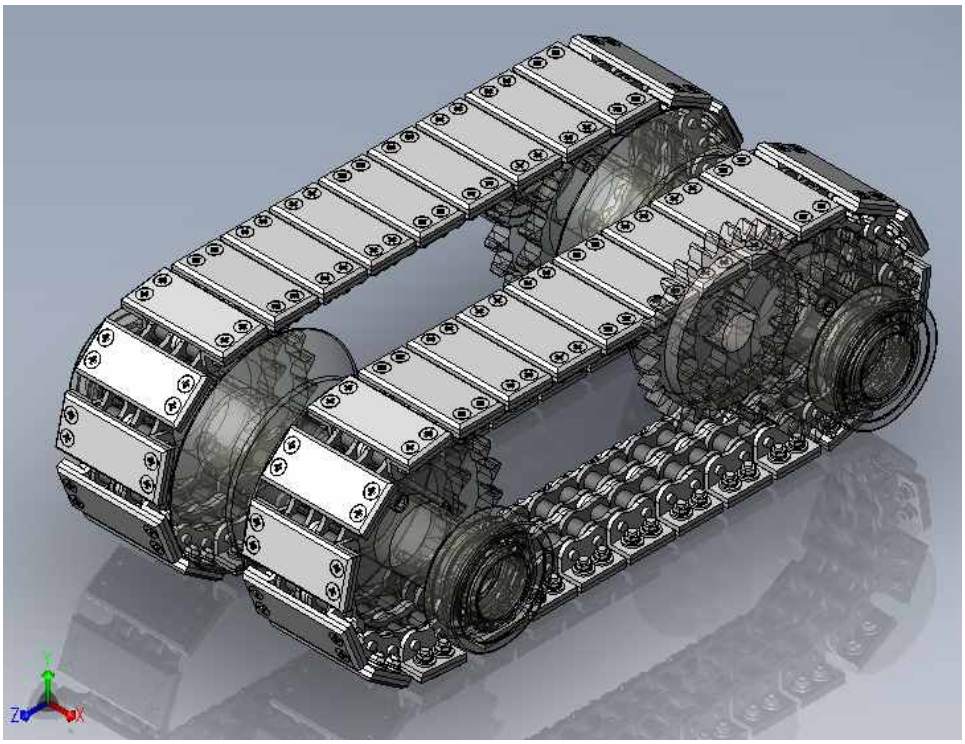

BUCKET ASS'Y
ITEM NO. | DWG NO. | DESCRIPTION | SIZE/MODEL | MAT'L | Q'TY | W.T | REMARKS
01 | BCDMT 1003 HTS-1401 | BUCKET PLATE | 15T | SS400 | 2
02 | BCDMT 1003 HTS-1402 | BUCKET SIDE PLATE-1 | 15T | SS400 | 2
03 | BCDMT 1003 HTS-1403 | BUCKET SIDE PLATE-2 | 15T | SS400 | 2
04 | BCDMT 1003 HTS-1404 | BUCKET SLIDE PLATE-1 | 20T | SS400 | 2
05 | BCDMT 1003 HTS-1405 | BUCKET SLIDE PLATE-2 | 20T | SS400 | 2
06 | BCDMT 1003 HTS-1406 | BUCKET END PLATE | 20T | SS400 | 2
07 | BCDMT 1003 HTS-1408 | CONTAINER GUIDE | 15T | S45C | 2
390
270
평면
등각
TYP.
60°
A-A
B-B
250
220
195
205
20
정면
320
35
측면
NOTE
1.모든 접합부는 전용접 할것.
2.용접후 변형 유의.
3.본도는 LEFT 이며 RIGHT는 대칭 조립.
설계일자 2014.06
축척 1:5
승인 APP. H.M.LEE
검토 CHK. J.H.HWANG
설계 DSN. K.J.KIM
무게 97.92 KG
수량 2
TITLE. BUCKET ASS'Y
DWG NO. BCDMT 1003 HTS-1400
사업명 국토교통기술사업화지원사업
과제명 DMT 수송시스템 기술사업화
연구내용 트레일러구동형 수평이송장치 개선설계
설계사 (주)범창종합기술 BUMCHANG ENGINEERING CO., LTD.

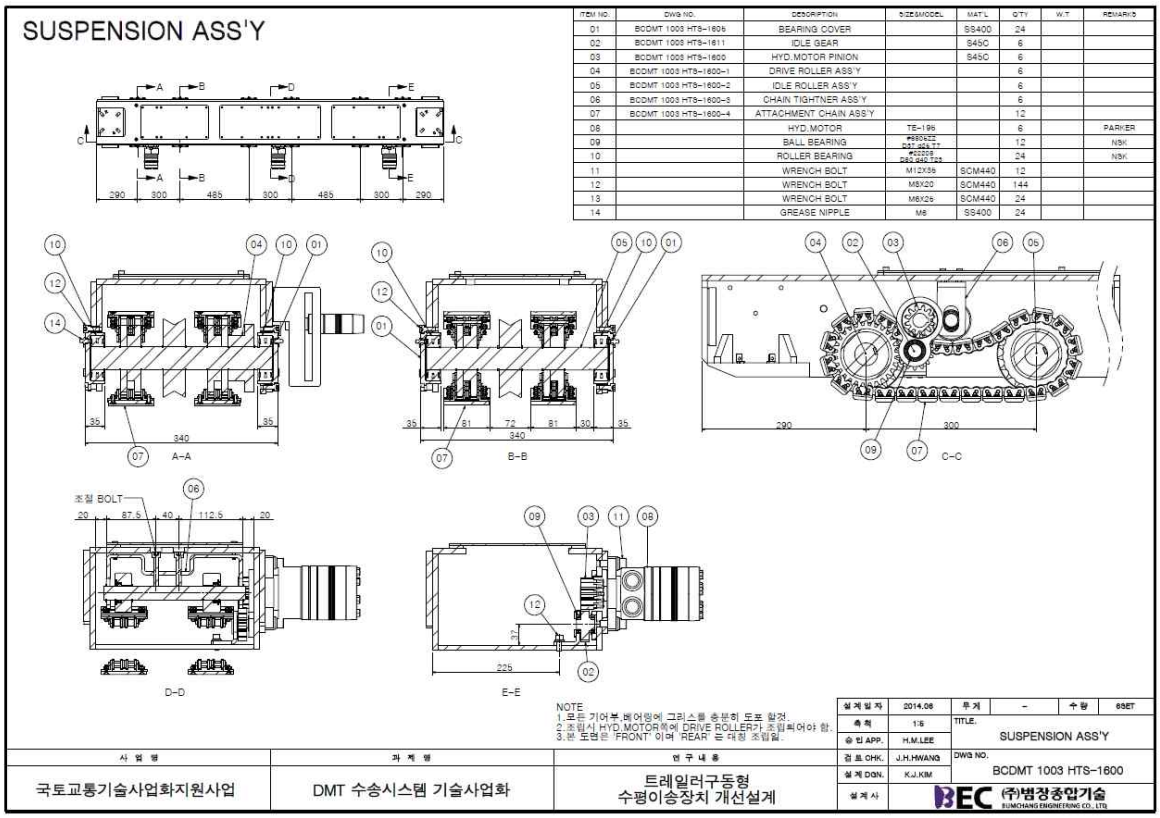
<버킷 Ass'y 설계도>



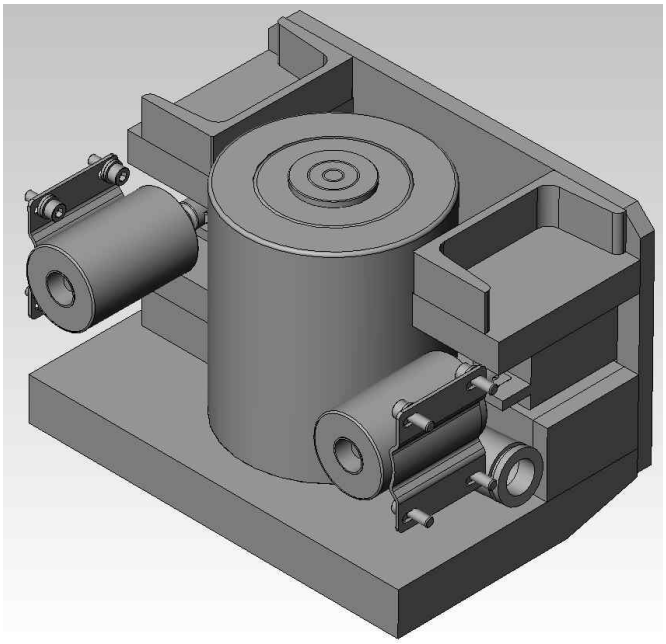


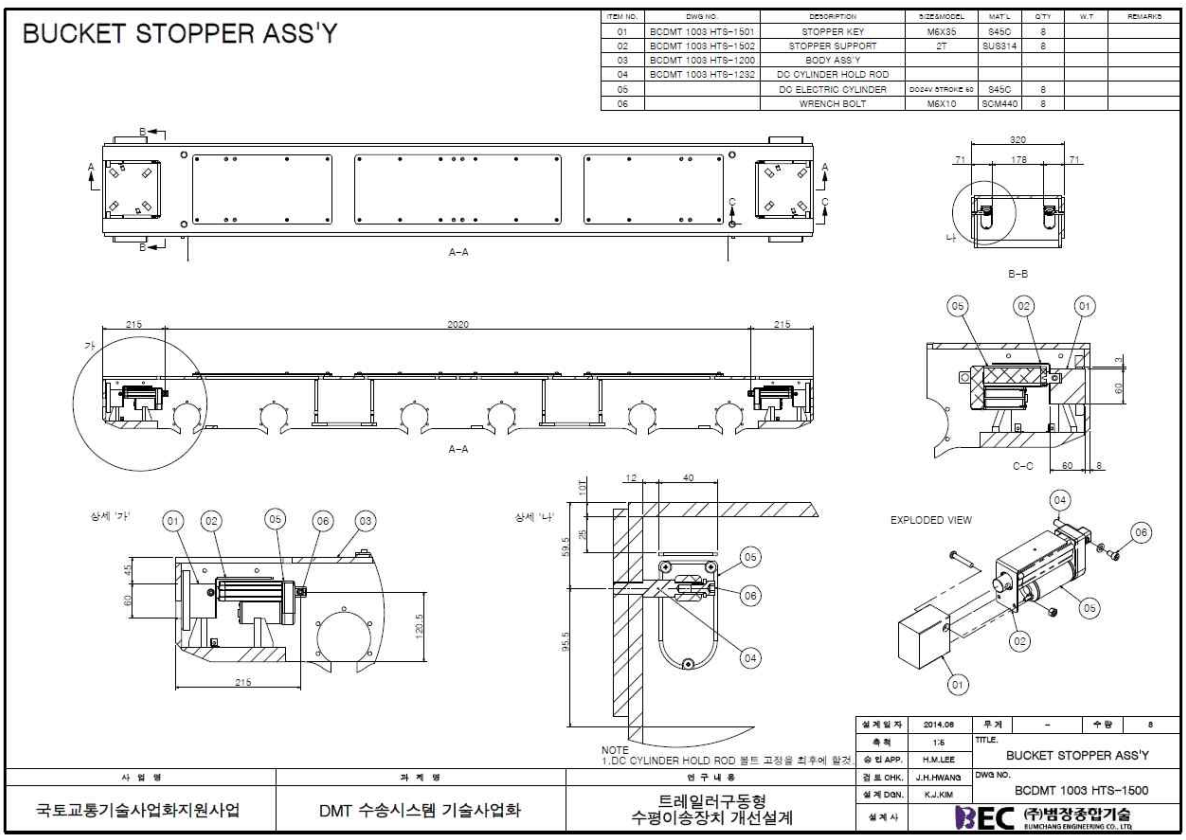
<언더프레임 Ass'y 설계도>



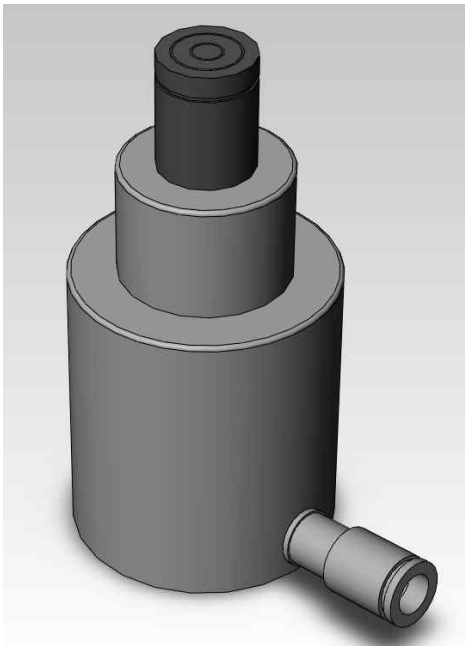


<수평구동장치 Ass'y 설계도>



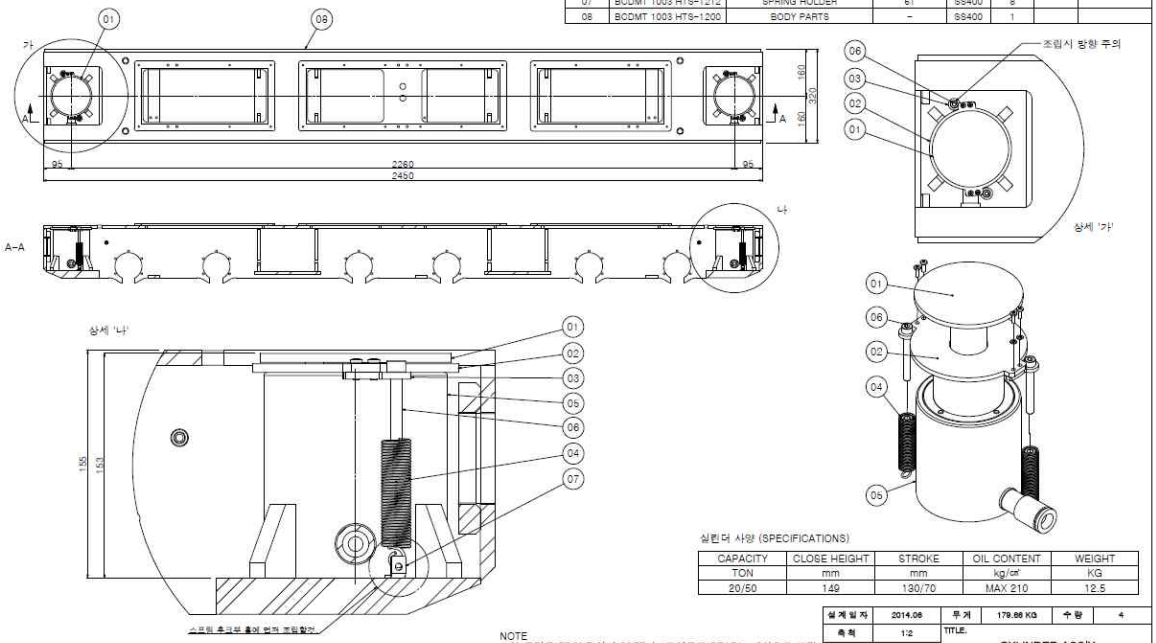


<수직고정장치 Ass'y 설계도>



CYLINDER ASS'Y

ITEM NO.	DWG NO.	DESCRIPTION	SIZE&MODEL	MAT'L	Q'TY	W.T	REMARKS
01	BCDMT 1003 HTS-1301	CYLINDER SUPPORT PLATE	6T	SS400	4		
02	BCDMT 1003 HTS-1301	CYLINDER POSITION PLATE	6T	SS400	4		
03	BCDMT 1003 HTS-1301	SPRING BRACKET	6T	SS400	8		
04	BCDMT 1003 HTS-1301	SPRING	D20X70	SPS	8		
05		CYLINDER	-	-	4		
06		WRENCH BOLT	M8X70	SCM440	16		
07	BCDMT 1003 HTS-1212	SPRING HOLDER	6T	SS400	8		
08	BCDMT 1003 HTS-1200	BODY PARTS	-	SS400	1		



실린더 사양 (SPECIFICATIONS)

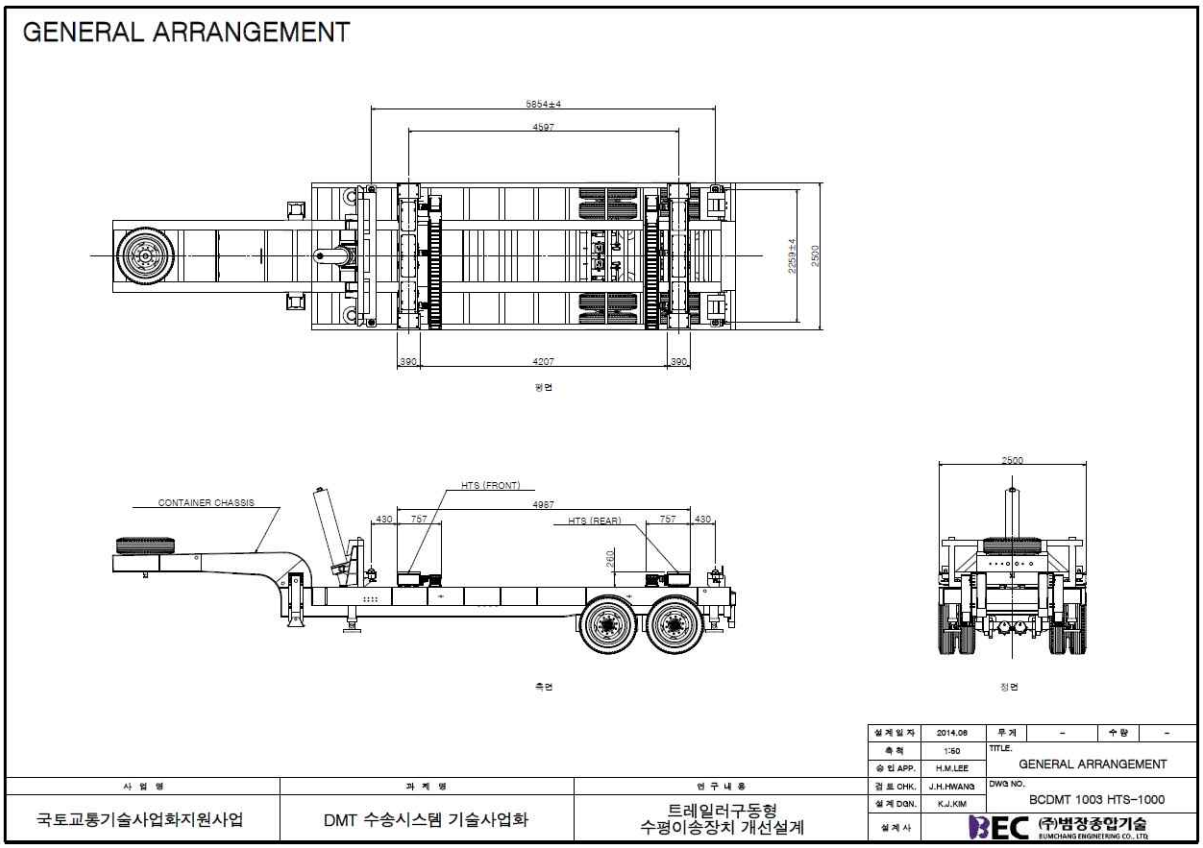
CAPACITY	CLOSE HEIGHT	STROKE	OIL CONTENT	WEIGHT
TON	mm	mm	kg/㎠	KG
20/50	149	130/70	MAX 210	12.5

NOTE
1.본 도면은 FRONT 이며 2SET가 1조이므로 REAR는 대칭으로 조립.

설계일자	2014.06	무게	179.86 KG	수량	4
축척	1:2	TITLE:	CYLINDER ASS'Y		
승인 APP.	H.M.LEE				
검토 CHK.	J.H.HWANG	DWG NO.	BCDMT 1003 HTS-1300		
설계 DSN.	K.J.KIM				
설계사	(주)범창종합기술 BUMCHANG ENGINEERING CO., LTD				

사 업 명	과 제 명	연 구 내 용
국토교통기술사업화지원사업	DMT 수송시스템 기술사업화	트레일러구동형 수평이송장치 개선설계

<수직구동장치 설계도>



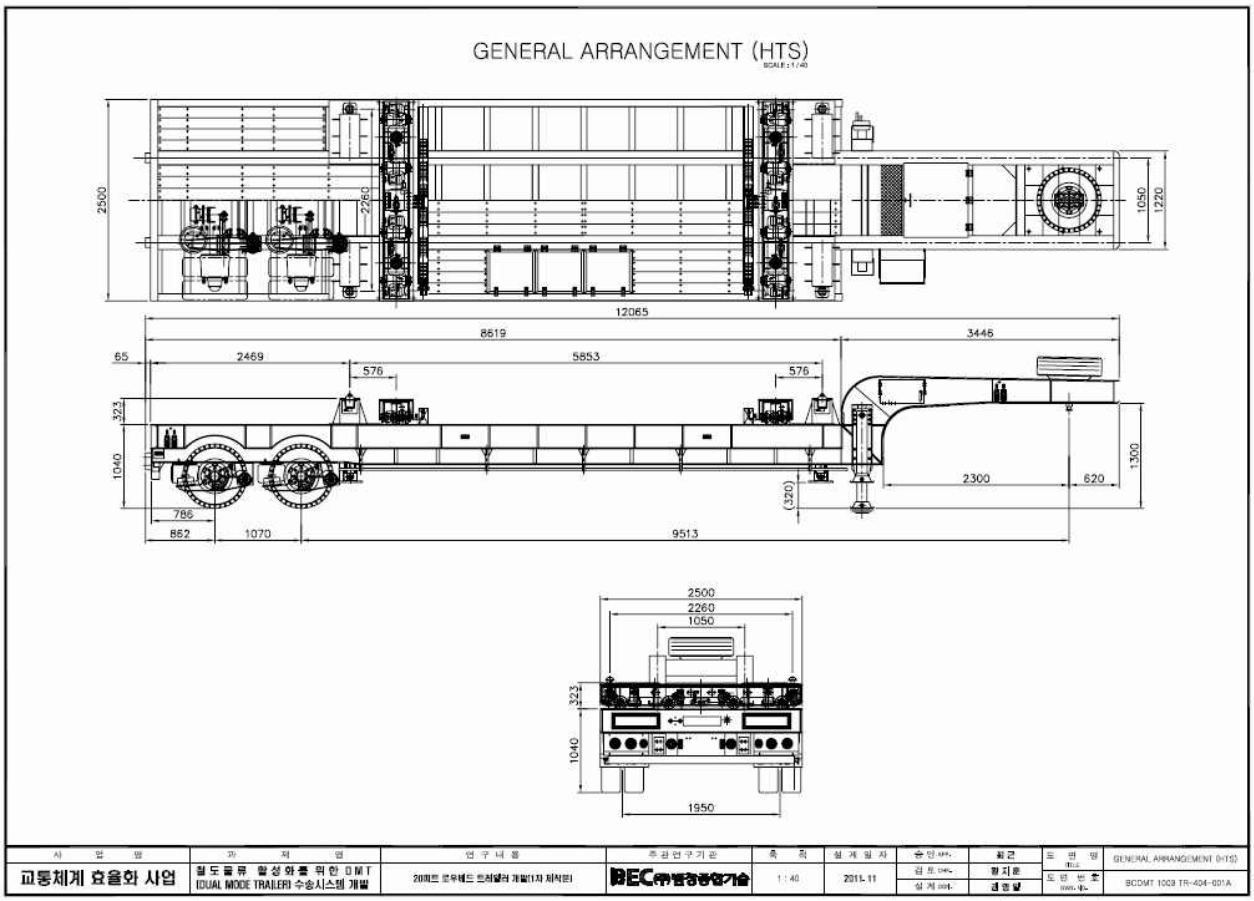
<수평이송장치 DMT 트레일러 설치도>

제 2 절 DMT 트레일러구동형 트레일러부 개선설계

1. 트레일러 개선설계

가. 트레일러 개선설계 개요

o 아래의 그림 <DMT 트레일러 기존모델 설계도>는 기존 DMT 트레일러 도면으로 HTS SYSTEM이 가장 효과적으로 차량에서 이동하기에 적합하도록 자동차안전기준법에 근거하여 설계 및 제작되었음



<DMT 트레일러 기존모델 설계도>

o DMT 트레일러 기존모델은 비용 절감과 무게 중심을 맞추기 위하여 록킹장치 뒤로 2축이 있으며, 표준 컨테이너 화물의 환적 및 운송에 적합하게 개발되었음

o 그러나 적용현장의 다각화에는 한계가 있어 실용화를 위하여 벌크화물의 운반 및 덤프하역을 위한 별도의 추가 장치 개발이 필요하였고, 덤핑을 위하여 기존 트레일러 구조의 변경이 필요하였음

나. DMT 트레일러 개선모델의 특징

o 로우베드 트레일러로 제작

o 20FT 컨테이너 수송 및 덤프 하역이 가능(기존 DMT 트레일러는 덤프 하역 불가능)

o HTS 시스템의 진입 시 바닥 지지대 설치가 용이

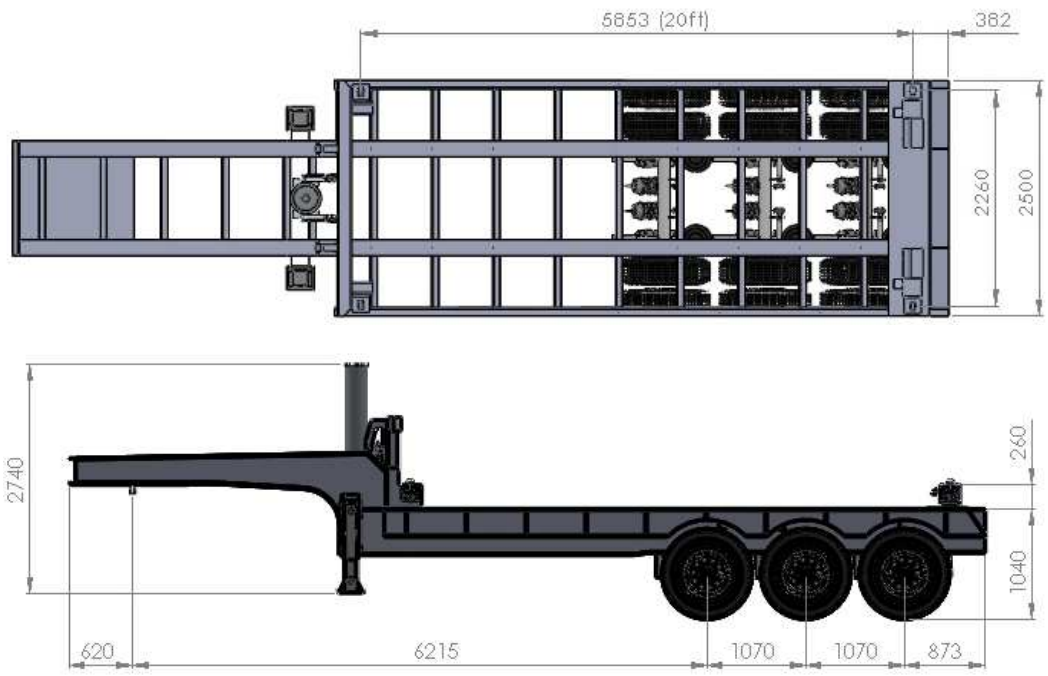
o 공간 확보 및 TWIST LOCK 체결을 위한 고정형 지지대 설치

o 무게중심점이 낮아 운행시 안정성 우수

o 무게 중심을 맞추기 위하여 3축으로 설계(기존 DMT 트레일러는 2축)

o Main Frame의 재질
- Main Frame은 프레임 자체가 가볍고 최대 적재중량에도 변형이 적은 구조강도를 가지고 있으며, 복원력이 좋은 재질을 사용해야 함
- 프레임은 크게 메인 프레임과 크로스멤버로 구성되며 메인 프레임은 ATOS80(인장강도 80Kg/mm2이상)으로, 크로스멤버는 ATOS80(인장강도 80Kg/mm2이상)와 SM490YA(인장강도 50Kg/mm2이상)을 사용하였음

다. Main Frame 설계 및 주요 제원

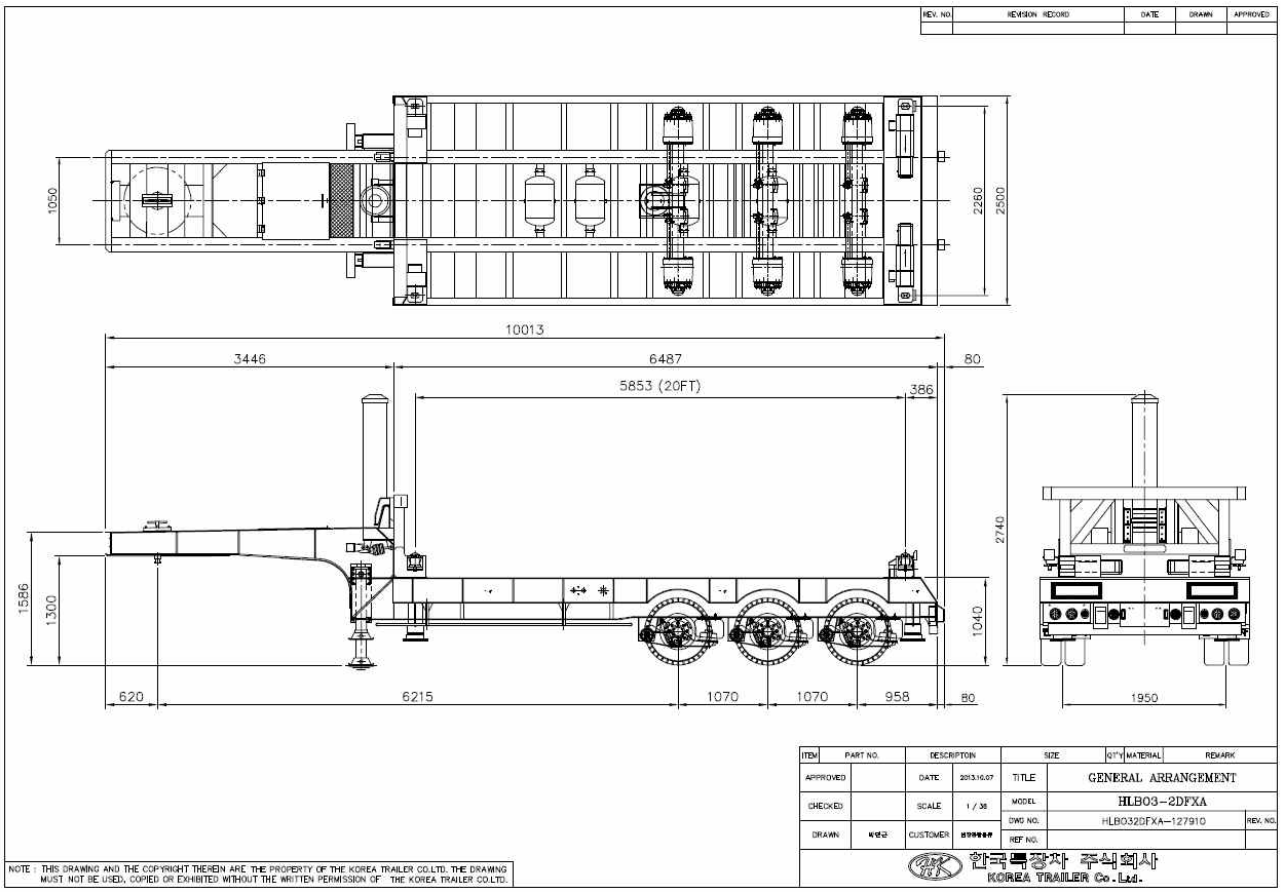


<DMT 트레일러 개선모델 3D 모델링>

<DMT 트레일러 개선모델의 주요 제원>

순번	구 분	제 원	순번	구 분	제 원
1	차대.차체형상	피견인형	8	하대 높이(mm)	1,190+260
2	차체중량 (kg)	7,000	9	축간 거리(mm)	6,215+1,070 +1,070
3	최대적재량 (kg)	24,000	10	윤간거리 (mm)	1,950
4	전 장 (mm)	10,013	11	타이어 형식	235/75 R17.5
5	전 폭 (mm)	2,500	12	림 형식	17.5x6.75
6	전 고 (mm)	2,740	13	최소 회전반경 (m)	12.5
7	하대 길이(mm)	5,853			

※ 상기 제원은 실 제작 시 ±30mm 오차가 발생 할 수 있음(자동차 안전기준법 허용 오차)



<DMT 트레일러 개선모델 설계도>

2. 덤프실린더 설계

가. 덤프실린더 개발 개요

o DMT 트레일러구동형의 초기 개발 목적은 표준컨테이너 화물의 환적 및 운송이며, 이에 따라 기존 DMT 트레일러는 HTS를 이용한 컨테이너의 환적 및 운송에 적합하게 개발되었음

o 그러나 국내에는 표준컨테이너 화물뿐만 아니라 벌크화물의 물류시장도 그 크기가 상당하고, DMT 트레일러구동형 기술의 실용화를 위한 적용현장의 다각화 측면에서 벌크화물의 운반 및 덤핑을 위한 별도의 추가 장치 개발이 필요하게 되었음

o 특히, 국토교통연구개발 선행과제로 철도에서의 벌크화물을 운반하기 위하여 한국철도기술연구원과 한국철도공사에서 연구 개발한 비산먼지 차단형 벌크컨테이너(일명 벌크컨테이너)가 있어 이를 적극 활용하기로 하였고, 이를 활용하기 위하여 기존 DMT 트레일러에 덤프기능을 추가 개발하기로 하였음

o 벌크 컨테이너는 크기가 표준 컨테이너와 같아 DMT 트레일러에서도 적용이 가능함



<벌크 컨테이너>

나. 덤프실린더 적용 사례 조사 및 DMT 트레일러 적용

o 일반적으로 공사장의 토사, 골재 등의 벌크화물을 운송하는 차량은 덤프카(dump car)라고도 불리는 덤프트럭이 주를 이루고 있다. 덤프트럭은 적재함의 경사 방향에 따라 아래의 그림 <적재함 경사 방향에 따른 덤프트럭의 종류>와 같이 크게 4가지 종류로 나누어짐

- 사이드 덤프트럭 : 적재함의 옆쪽이 프레임에 붙어 있어서 옆으로 기울일 수 있는 구조의 트럭
- 리어 덤프트럭 : 적재함의 뒤쪽이 프레임에 붙어 있어 뒤쪽으로 적재함을 기울일 수 있는 구조의 트럭
- 3방향 열림 덤프트럭 : 적재함의 좌우나 뒤쪽 어느 쪽으로도 기울일 수 있는 구조의 트럭
- 보텀 덤프트럭 : 적재함의 밑부분이 열려 짐을 아래로 부릴 수 있는 구조의 트럭



a) 사이드 덤프트럭



b) 리어 덤프트럭



c) 3방향 열림 덤프트럭



d) 보텀 덤프트럭

<적재함 경사 방향에 따른 덤프트럭의 종류>

o 한편, 고철이나 곡물 등의 벌크화물을 컨테이너에 넣어 컨테이너 자체를 운반하는 경우에는 덤프트럭을 사용할 수 없음. 이런 경우 아래의 그림<TIPPING전용 트레일러에 덤프실린더 적용 사례>와 같이 트레일러에 덤프실린더를 장착하여 벌크화물 컨테이너를 운반 및 덤핑하는 용도로 사용하고 있음



<TIPPING전용 트레일러에 덤프실린더 적용 사례>

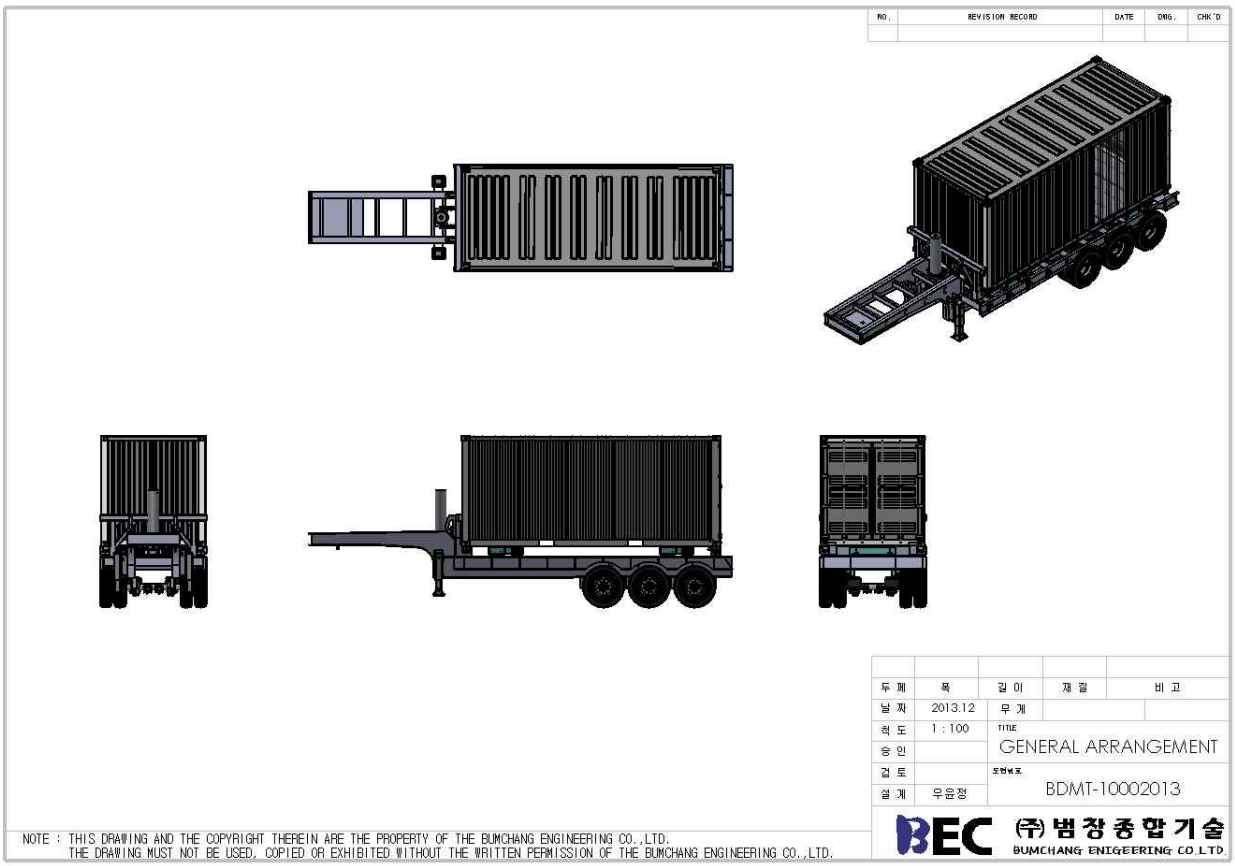
o 현재 국내에서 사용하는 TIPPING실린더는 해외의 실린더 제작 업체에서 구성품을 구매하여 국내 특장차 전문업체에서 조립하여 설치하는 기술 정도의 수준임. 국내의 모 기업에서 덤프실린더의 국산화를 위하여 연구 개발한 사례가 있으나, 실린더 내구성이 문제가 되어 현장 적용에는 실패함으로서 현재 국내 특장차 업계에서 사용하는 덤프실린더는 해외 제품을 사용하고 있어 이 분야에서도 국산화 연구 개발이 필요한 실정임

o 국내 특장차 업체에서 주로 사용하는 덤프실린더 제작사는 다음과 같음
- EDBRO
- HYVA
- HYDROMAS

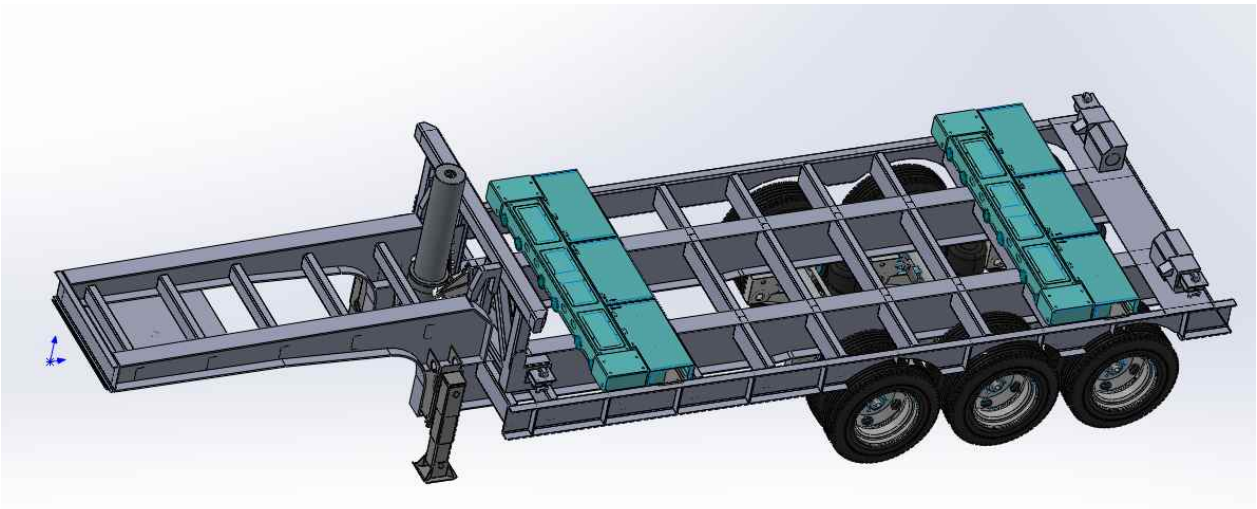
o DMT 트레일러에 적용하는 덤프실린더는 DMT 트레일러 제작사인 한국특장차와 수차례의 회의를 거쳐 EDBRO 사의 CS시리즈 덤프실린더 모델을 적용하기로 하였으며, CS시리즈 덤프실린더의 장점은 다음과 같음
- 타 사 제품에 비해 높은 사용압력 사용이 가능해서 CAPACITY가 높음
- 최대 STROKE내에서 길이 SETTING이 가능함

다. 덤프실린더 설계 및 적용

o 아래의 그림 <덤프기능을 추가한 DMT 트레일러 설계도>와 같이 DMT 트레일러 개선모델에 EDBRO 사의 CS시리즈 덤프실린더 모델을 추가하여 설계 및 3D 모델링 하였음



<덤프기능을 추가한 DMT 트레일러 설계도>



<덤프기능을 추가한 DMT 트레일러 3D 모델링>

o 덤프실린더 사양

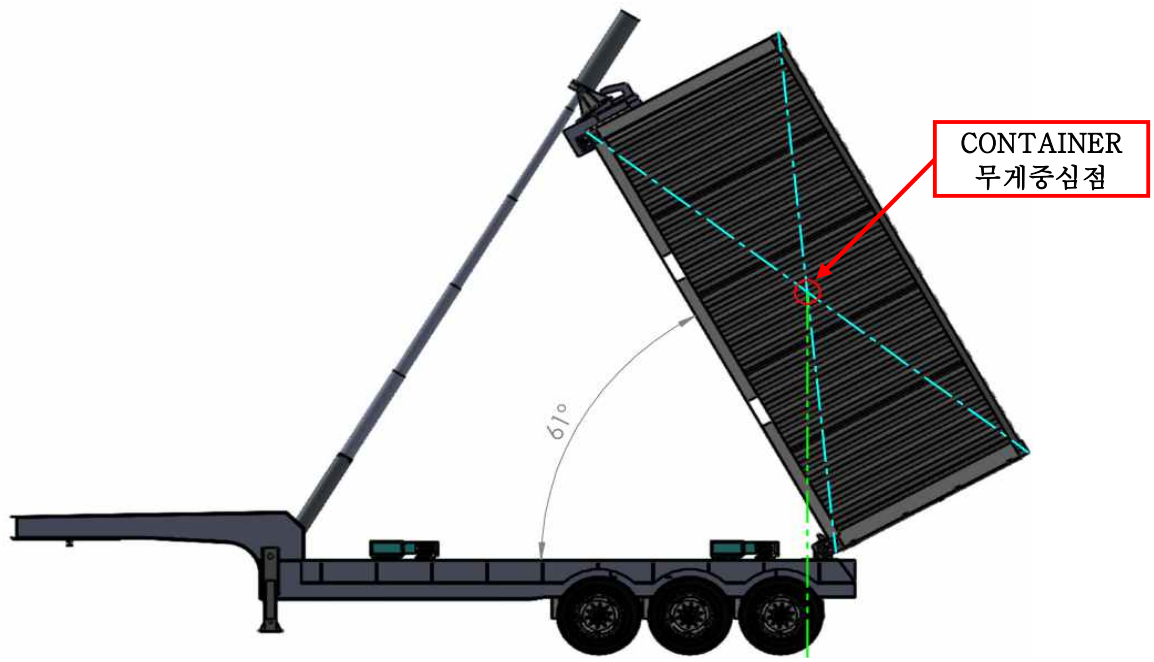
- 트레일러 1대당 장착 수량 : 1set
- 사용 유압 : 175 Kg/㎠
- 실린더 제작사 : EDBRO
- 실린더 사양

(기본 단위 : mm)

	DIA.(직격)	LENGTH (길이)	STROKE (늘어난 길이)	CAPA (각 단별 작동능력)
OUTER COVER	260.35	1,145	-	-
0단	198.12	1,475	-	53.9 톤
1단	176.00	1,440	1,217	42.6 톤
2단	154.85	1,440	1,237	33 톤
3단	135.75	1,440	1,247	25.3 톤
4단	116.65	1,440	1,262	18.7 톤
5단	97.8	1,440	1,267	13.1 톤

다. 덤프실린더 덤프 각도 검토 및 적용

o 연구개발 초기에 덤프장치의 덤프각도 설계목표는 50도 이상이었으며, 설계 시뮬레이션 결과 아래의 그림 <DMT 트레일러 덤프실린더 최대 STROKE 적용 시뮬레이션> 과 같이 최대 덤프각도는 약 61도로 검토되었음

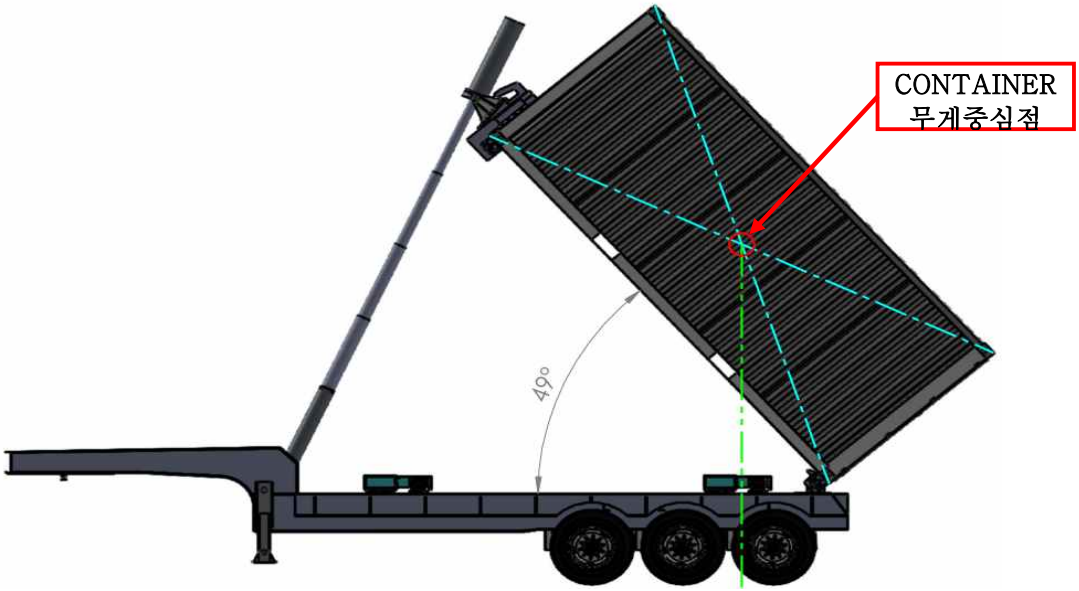


<DMT 트레일러 덤프실린더 최대 STROKE 적용 시뮬레이션>

o 그러나 DMT 트레일러 제작사인 한국특장차 담당자와 DMT 트레일러 및 덤프실린더 제작을 위한 사전 협의 과정에서 설계 시뮬레이션과 실제 트레일러에 적용하여 사용하는 덤프실린더의 사용상에 있어서 약간의 차이점이 발견되었음

o 덤프실린더 설계 사양으로는 덤프실린더 5단 까지 사용했을 시 약 60도가 나오는 것은 사실이나, 실제 사용 시에는 최대 각도가 50도 이상 덤핑할 경우 컨테이너의 무게중심점이 위 그림 <DMT 트레일러 덤프실린더 최대 STROKE 적용 시뮬레이션>과 같이 트레일러의 후후축 뒤 쪽으로 넘어가서 전복 우려가 있어 특장차 업계에서는 트레일러에 덤프실린더 설치 시 최대 각도를 50도 이하로 제한하여 설치한다는 것

o 특히 20피트 트레일러의 경우 하대 길이가 짧아 상대적으로 40피트 트레일러보다 더 위험하며, 이에 관한 관련 규정은 없지만 특장차 전문업체의 경험으로 덤핑 각도는 50도 이하로 제한하며, DMT 트레일러에 적용하는 덤프실린더 역시 덤핑 각도를 50도 이하로 제한하여 제작 설치하기로 협의하였음
※ 풍압, 적재물 무게중심 및 경사도에 영향을 많이 받아 전복 위험이 높음



<DMT 트레일러 덤프 시뮬레이션 - 제작사 제안 STROKE 적용 시>

3. 아우트리거 개선설계

가. 아우트리거 개선 개요

o 트레일러부의 아우트리거 용도는 수평이송장치를 이용한 컨테이너 환적 시 화차와 트레일러간의 수평이적재가 가능하도록 트레일러의 높이를 조절하고 트레일러의 하중을 안정적으로 지지하는 중요한 장치이며, 트레일러의 앞, 뒤, 좌, 우에 총4개를 설치함





<DMT 트레일러 기존모델에 설치된 아우트리거>

.

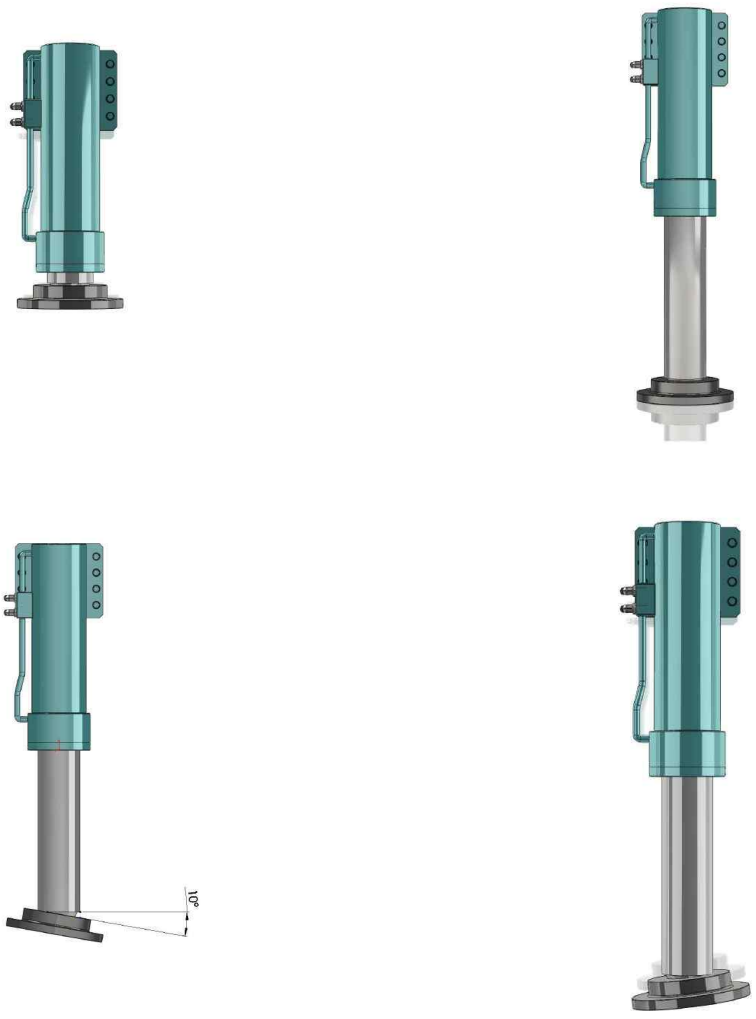
o DMT 트레일러 기존모델에 설치된 아우트리거는 바닥면이 실린더와 일체인 고정식으로 되어 있어 불규칙한 바닥면에서의 반복 작업시 실린더 내부 균열 및 파손 등의 문제가 있어 내구성에 저하시키는 요소임

o 따라서, 불규칙한 바닥면 등 물류현장의 환경 변화에 대응하기 위해서 개선설계에서는 아우트리거 바닥면을 가변식으로 개선하여 아우트리거 실린더의 내구성을 향상시켜야 함

나. 아우트리거 개선설계

<아우트리거 개선설계 정량적 개선 효과>

구분	개선설계 전	개선설계 후	개선효과
아우트리거 바닥면	고정식	볼 가변식	동작각도 10도 이상



<아우트리거 개선설계 3D 모델링 및 동작도>

제 3 절 DMT 트레일러구동형 시제품 제작 및 설치, 시운전

1. 수평이송장치(HTS) 제작

가. 수평이송장치 기본사양

항 목	사 양
제품명 (Project Name)	트레일러 구동형 컨테이너 수평이동장치 (Horizontal Transfer System)
상승높이 (Ascending Range)	130mm
수평이동거리 (Transfer Distance)	최대 3,000 mm
상승능력 (Load Capacity)	최대 40 Ton
상승속도 (Ascending Speed)	0.015 m/s
수평이동속도 (Transfer Speed)	0.10 m/s
사용 유압 (Operating Hydraulic Pressure)	최대 160kg/㎠
사용오일 (Use Oil)	Mineral Oil(ISO VG 46)
사용전원 (Power Supply)	DC 24V (Battery)
고정장치	양쪽 끝부분 3곳 설치
조작방법	자동 및 수동 무선리모컨 조작
기계 크기 (W x H x L)	520×260×2500 (2대)
기계 중량	약 960kg (480kg×2대)

나. 주요 파트별 사양

품 명	규격(mm)	수량	단중(kg)	관련부품
BODY ASS'Y	360x2450x210	2	203	
CYLINDER ASS'Y		4	4.6	
BUCKET ASS'Y	390x270x215	4	38	
BUCKET STOPPER ASS'Y		8	1.9	DC ELECTRIC MOTOR
SUSPENSION ASS'Y		6	35.3	ROLLER BR,ATTACHMENT CHAIN



<HTS 구성품>

다. 본체부 제작 및 세부사양

(1) BODY ASS'Y

o 규 격(가로x세로x높이) : 360mm x 2450mm x 210mm

o 중 량 : 203KG

o 부품 LIST

품 번	품 명	규 격	재 질	수 량
1201	BODY TOP PLATE	10Tx300x2450	ATOS80	2
1202	BODY SIDE PLATE-1	10Tx192.5x2450	ATOS80	2
1203	BODY SIDE PLATE-2	10Tx188.3x2450	ATOS80	2
1204	REINFORCEMENT PLATE-1	10Tx195x2440	ATOS80	2
1205	REINFORCEMENT PLATE-2	10Tx190.6x2440	ATOS80	2
1206	END PLATE	10Tx147.5x280	ATOS80	4
1207	CYLINDER STAND	25Tx280x180	SS400	4
1208	CYLINDER GUIDE	15Tx30x50	SS400	16
1209	STOPPER GUIDE	15Tx63x103	SS400	8
1210	SUPPORT PLATE	10Tx280x225	ATOS80	4
1211	RIB	10Tx80x150	ATOS80	16
1212	SPRING HOLDER	2Tx15x27.5	SS400	8
1213	BODY COVER MOUNTING PLATE-1	4.5Tx240x710	SS400	2
1214	BODY COVER MOUNTING PLATE-2	4.5Tx240x480	SS400	4
1215	BEARING GROOVE	9Tx85x130	SS400	6
1216	IDLE GEAR STAND	9Tx40x280	SS400	6
1217	SLIDE PLATE-1	20Tx118x130	SS400	4
1218	SLIDE PLATE-2	20Tx118x130	SS400	4
1219	BODY COVER-1	3.2Tx240x710	SS400	2
1220	BODY COVER-2	3.2Tx280x140	SS400	4
1221	MOTOR COVER-1	2Tx988x640	SS400	2
1222	MOTOR COVER-2	2Tx780x640	SS400	2
1223	MOTOR COVER-3	2Tx988x640	SS400	2
1224	MOTOR COVER BRACKET-1	4.5Tx30x80	SS400	12
1225	MOTOR COVER BRACKET-2	4.5Tx40x60	SS400	12
1226	TUBE BRACKET SUPPORT	6Tx80x292	SS400	2
1227	TUBE BRACKET (FRONT)	6Tx315x242	SS400	1
1228	TUBE BRACKET (REAR)	6Tx315x242	SS400	1
1229	BUCKET SENSOR BRACKET-1	2Tx175x122	SUS304	2
1230	BUCKET SENSOR BRACKET-2	2Tx175x122	SUS304	2

o 제작사양

- 용접
  - 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시
- 가공
  - 지시 없는 구멍간 공차는 ±0.1로 한다.
  - 지시 없는 가공부의 외부 모서리는 R0.5나 C1으로 한다.
- 도색
  - 도장방법 : 분체도장
  - 제조처 : KCC
  - 색상 : KOREPOX ET5740PTA-2280 (오렌지)
  - 도막두께 : 60-80μm





(2) CYLINDER ASS'Y

o HTS 1대당 투입수량 : 2SET

o 중 량 : 15KG

o STROKE : 135mm (65/70)

o CYLINDER SUPPORT 부품 LIST

품 번	품 명	규 격	재 질	수 량
1301	CYLINDER SUPPORT PLATE	6TxØ130	SS400	4
1302	CYLINDER POSITION PLATE	6TxØ160	SS400	4
1303	SPRING BRACKET	4.5Tx20x46	SS400	8
1304	SPRING	선경Ø2 외경Ø20	STS	8

o 개당상승능력 : 20/50 TON

o 사용유압 : MAX.150kg/㎠

o 제작사양

- 테스트
  - TEST압력 : 150bar
  - TEST방법 : 유압유 주입 후 리크테스트 육안 확인



(3) BUCKET ASS'Y

o 규 격(가로x세로x높이) : 390mm x 270mm x 215mm

o 중 량 : 38KG

o 부품 LIST

품 번	품 명	규 격	재 질	수 량
1401	BUCKET PLATE	15Tx390x270	SS400	4
1402	BUCKET SIDE PLATE-1	15Tx270x170	SS400	4
1403	BUCKET SIDE PLATE-2	15Tx270x170	SS400	4
1404	BUCKET SLIDE PLATE-1	20Tx90x190	SS400	8
1405	BUCKET SLIDE PLATE-2	20Tx35x164	SS400	8
1406	BUCKET END PLATE	20Tx360x165	SS400	4
1407	SENSOR BRACKET	2Tx88x175	SUS304	4
1408	CONTAINER GUIDE	15Tx20x300	S45C	4

o 제작사양

– 용접

- 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시

– 가공

- 지시 없는 구멍간 공차는 ±0.1로 한다.
- 지시 없는 가공부의 외부 모서리는 R0.5나 C1으로 한다.

– 도색

- 도장방법 : 분체도장
- 제조처 : KCC
- 색상 : KOREPOX ET5740PTA-2280 (오렌지)
- 도막두께 : 60-80μm





(4) BUCKET STOPPER ASS'Y

o HTS 1대당 투입수량 : 4SET

o 중 량 : 4KG

o STROKE : 50mm

o 추력 : 10~20kg.f

o 사용모터 : DC MOTOR 23W x DC24V

o 부품 LIST

품 번	품 명	규 격	재 질	수 량
1501	STOPPER KEY	60Tx40x60	S45C	8
1502	STOPPER SUPPORT	2Tx40x168	SUS304	8
구매품	DC ELECTRIC CYLINDER	INPUT 24V/STROKE 50		8

o 제작사양

– 가공

- 지시 없는 구멍간 공차는 ±0.1로 한다.
- 지시 없는 모든 모서리는 R0.5나 C1으로 한다.

– 후처리

- 부식방지 착색
- 도막두께 : 3㎛





(5) SUSPENSION ASS'Y

o HTS 1대당 투입수량 : 3SET

o 중 량 : 11KG

o 부품 LIST

품 번	품 명	규 격	재 질	수 량
1601	ROLLER SHAFT	Ø40x320	S45C	12
1602	ROLLER GUIDE	Ø140x40	S45C	12
1603	ROLLER SPROCKET	T:21 D:138 PCD:127.82	S45C	12
1604	ROLLER SPUR GEAR	M:4 T:28 PCD112	S45C	6
1605	BEARING COVER	Ø115x35	S45C	24
1606	CHAIN TIGHTNER BRACKET	6Tx50x463	SS400	6
1607	CHAIN TIGHTNER ROLLER	Ø70x30	S45C	6
1608	CHAIN TIGHTNER ROLLER SHAFT	Ø25x250	S45C	6
1609	IDLE GEAR BRACKET	6Tx50x99	SS400	6
1610	IDLE GEAR BRACKET COVER	3TxØ45	SS400	6
1611	IDLE GEAR	M:4 T:15 PCD:60	S45C	6
1612	HYD.MOTOR PINION	M:4 T:12 PCD:48	S45C	6
1613	SHAFT KEY	8Tx12x35	S45C	42
1614	CHAIN SEET	6Tx35x80	SS400	324
구매품	HYD.MOTOR	Parker TE-195A		
구매품	ATTACHMENT CHAIN	DBC 60WK-2		
구매품	ROLLER BEARING	#22208 (NSK)		
구매품	BALL BEARING	#6805ZZ (NSK)		

o SPROCKET ASS'Y 제작사양

- 가공
  - 기어 가공후 치부 고주파 열처리(hrc42~48)
  - 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 한다.
  - 지시 없는 모든 모서리는 R0.2나 C1으로 한다.
- 후처리
  - 부식방지 착색
  - 도막두께 : 3㎛





o ATTACHMENT CHAIN ASS'Y 제작사양

– 가공

- 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 한다.
- 지시 없는 모든 모서리는 R0.2나 C1으로 한다.

– 후처리

- 부식방지 착색
- 도막두께:3㎛

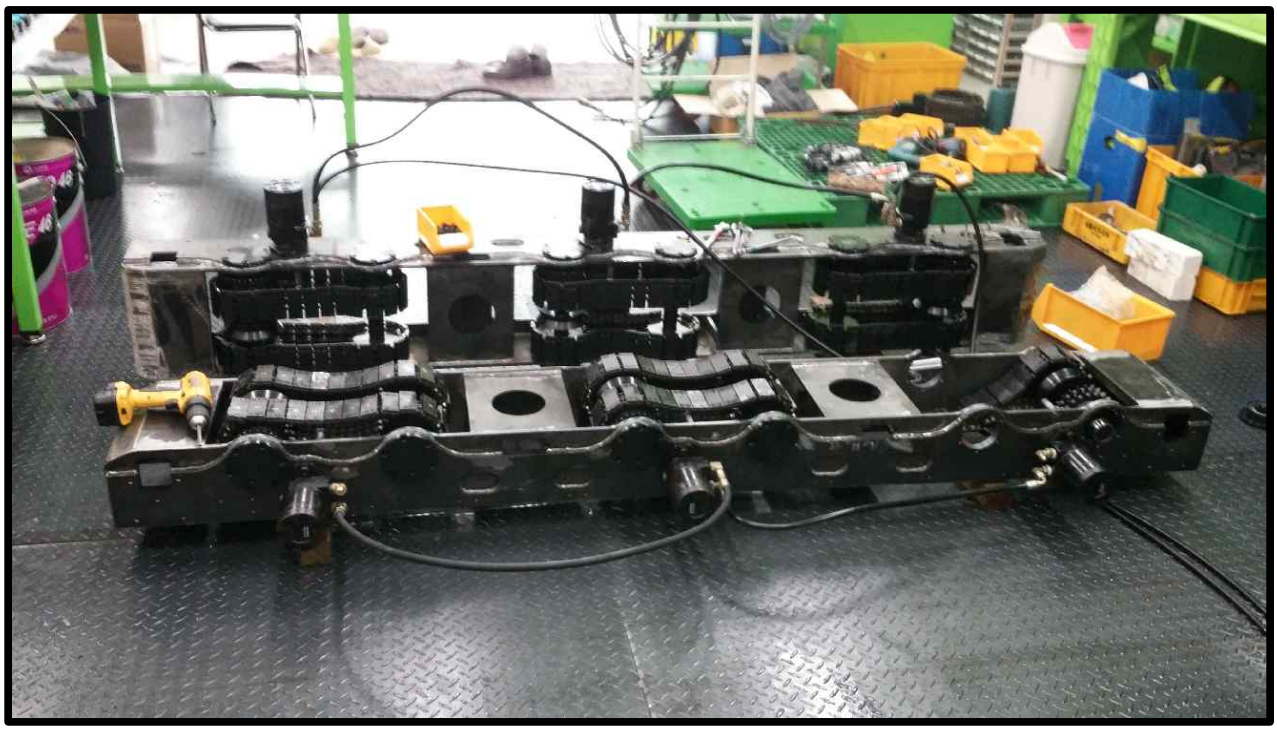


o HYD.MOTOR ASS'Y 제작사양

– 가공

- 기어류 가공후 치부 고주파 열처리(hrc42~48)
- 홀가공 등의 내부 모서리는 R0.2로 한다.
- 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 한다.
- 지시 없는 모든 모서리는 R0.5나 C1으로 한다.





<HTS 구성품 조립>

라. 유압부 제작 및 세부사양

(1) PTO & DUMP 유압장치

o 트레일러 1대당 투입 수량 : 1SET

o 부품 LIST

품 번	품 명	규 격	재 질	수 량
구매품	COUTER BALANCE V/V	T-03 D2D		1
구매품	SOLENOID V/V	EVK047-24C-A		1
구매품	SOLENOID V/V	DG4V-3-6C-HH7		2





(2) HTS 유압장치

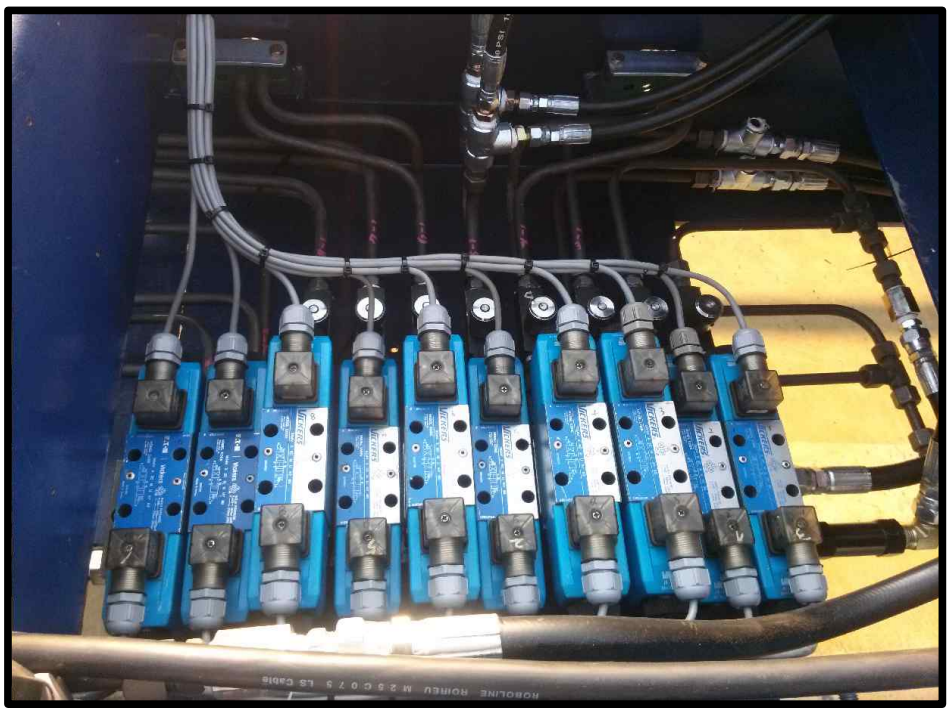
o 트레일러 1대당 투입 수량 : 1SET

o 부품 LIST

품 번	품 명	규 격	재 질	수 량
구매품	SOLENOID V/V	EVK047-24C-A		6
구매품	SOLENOID V/V	DG4V-3-6C-HH7		6
구매품	FLOW CONTROL V/V	HF-600S		8

o 제작사양

- 후처리
  - 공정명 : 파카라이징
  - 피막두께 : 5㎛



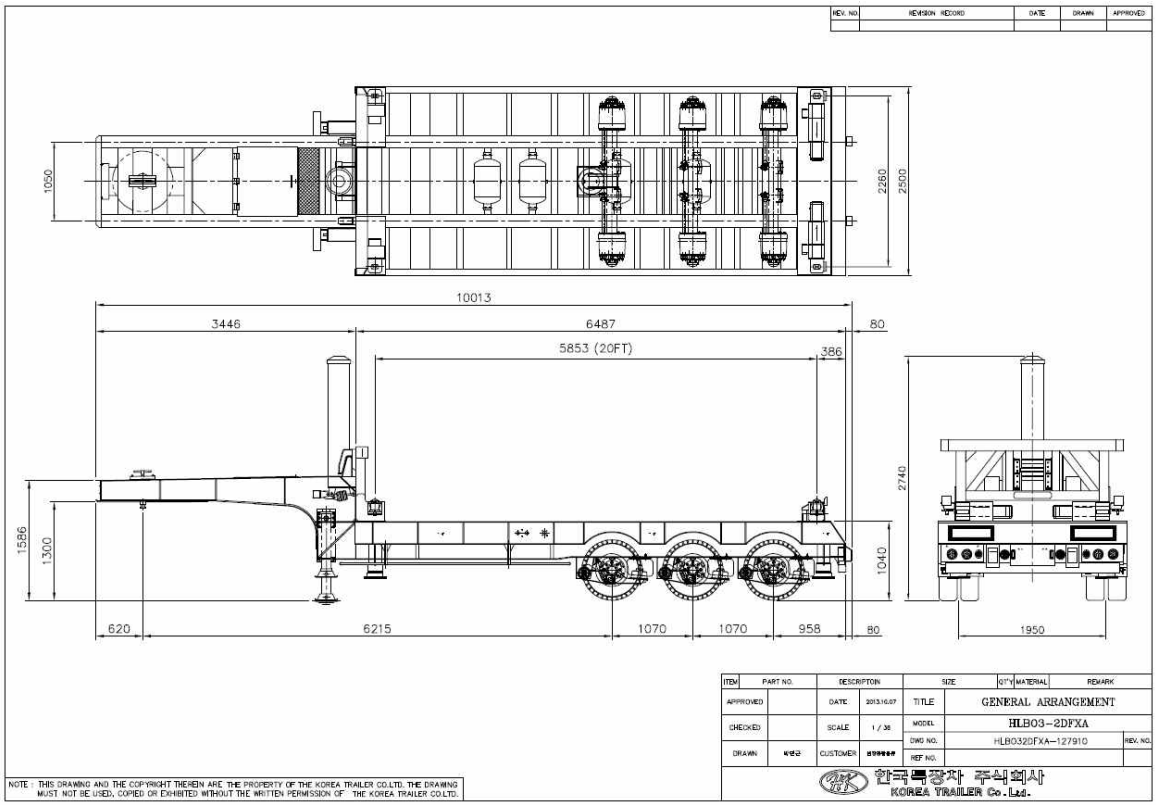
2. 트레일러부 제작

가. DMT 트레일러 및 덤프장치 제작

(1) DMT 트레일러 주요 제원 및 도면

<DMT 트레일러 개선모델의 주요 제원>

순번	구 분	제 원	순번	구 분	제 원
1	차대.차체형상	피견인형	8	하대 높이(mm)	1,190+260
2	차체중량 (kg)	7,000	9	축간 거리(mm)	6,215+1,070 +1,070
3	최대적재량 (kg)	24,000	10	윤간거리 (mm)	1,950
4	전 장 (mm)	10,013	11	타이어 형식	235/75 R17.5
5	전 폭 (mm)	2,500	12	림 형식	17.5x6.75
6	전 고 (mm)	2,740	13	최소 회전반경 (m)	12.5
7	하대 길이(mm)	5,853			



<덤프실린더를 장착한 DMT 트레일러 설계도>

(2) 덤프실린더 주요 제원

o 덤프실린더 사양
- 트레일러 1대당 장착 수량 : 1set
- 사용 유압 : 175 Kg/㎠
- 실린더 제작사 : EDBRO
- 실린더 사양

(기본 단위 : mm)

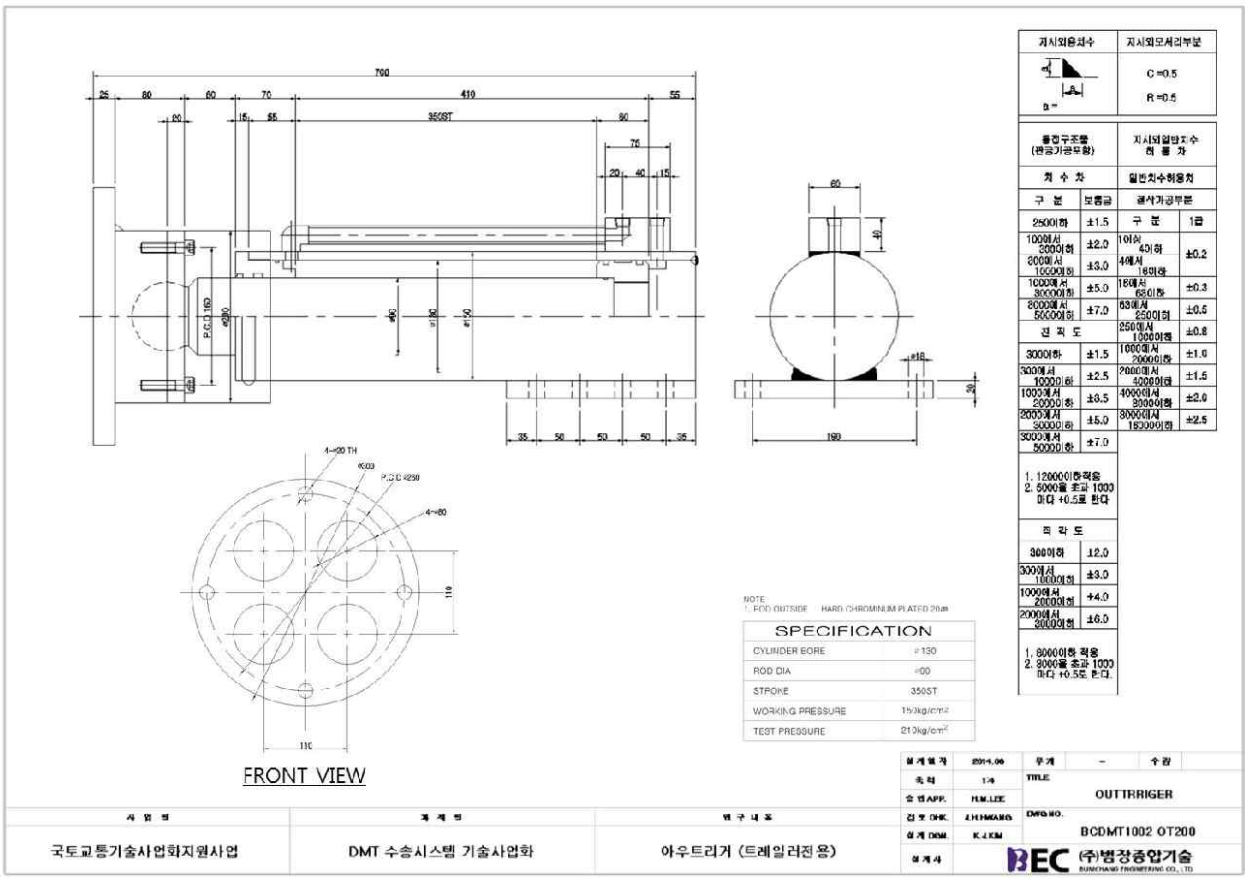
	DIA.(직격)	LENGTH (길이)	STROKE (늘어난 길이)	CAPA (각 단별 작동능력)
OUTER COVER	260.35	1,145	-	-
0단	198.12	1,475	-	53.9 톤
1단	176.00	1,440	1,217	42.6 톤
2단	154.85	1,440	1,237	33 톤
3단	135.75	1,440	1,247	25.3 톤
4단	116.65	1,440	1,262	18.7 톤
5단	97.8	1,440	1,267	13.1 톤
TOTAL	-	-	6,230	-

(3) 덤프실린더를 장착한 DMT 트레일러 완성품 사진

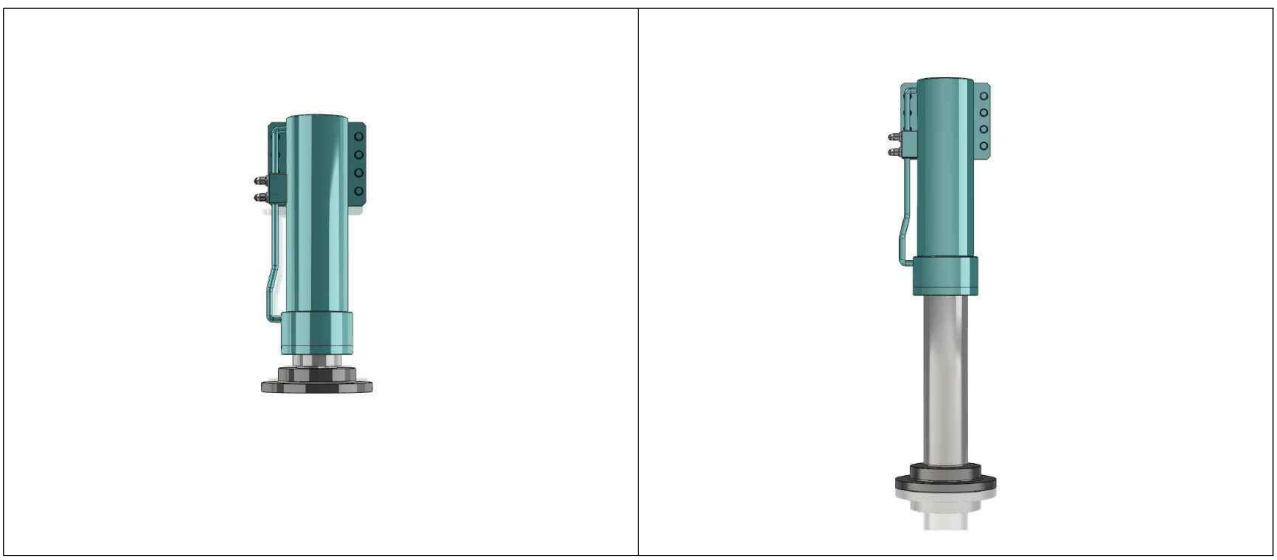


나. 아우트리거 제작

(1) 아우트리거 도면

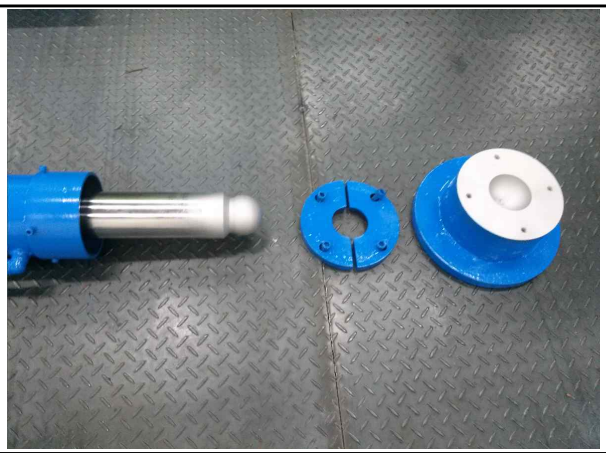


<아우트리거 설계도>



<아우트리거 3D 모델링 및 동작도>

(2) 아우트리거 제작 및 조립 사진





3. 시제품 테스트베드 설치 및 시운전

가. 목적

o 각 각 제작된 시제품 구성품을 DMT 트레일러에 조합, 설치하여 1개의 DMT 트레일러구동형으로 완성

o 경남 양산에 위치한 DMT 테스트베드에 설치하여 시운전 실시

나. 설치 장소 및 설치 품목

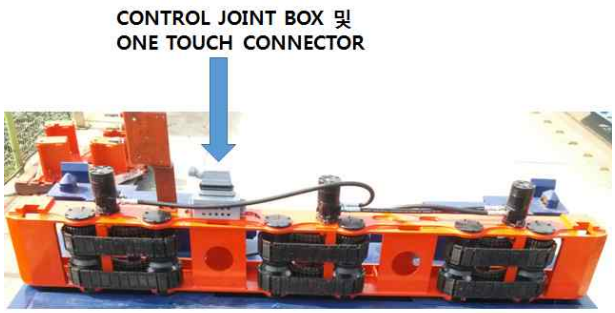
o 설치 장소 : DMT 테스트베드(경남 양산)

o 설치 품목
- DMT 덤프 트레일러 1대
- 수평이송장치(HTS) 1set(2개)
- 아우트리거 1set(4개)
- HTS 유압장치 및 유압배관 1식
- HTS 제어장치 및 제어프로그램 1식
- 정위치장치 1set
- 가이드레일 1set(2개)



<DMT 테스트베드>

다. 시제품 설치 사진

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>DMT 덤프 트레일러(HTS 미설치) – 1</td><td>DMT 덤프 트레일러(HTS 미설치) – 2</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>DMT 덤프 트레일러(HTS 미설치) – 3</td><td>HTS 설치 – 1</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>HTS 설치 – 2</td><td>HTS 설치 – 3</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>



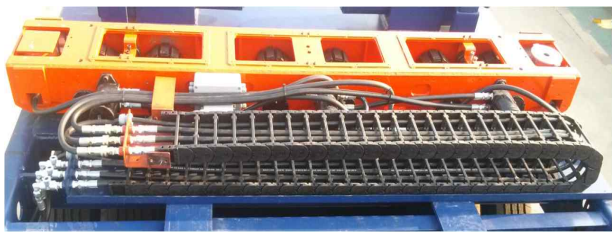
HTS Sol Block 설치 – 1



HTS Sol Block 설치 – 2



전단 HTS 설치 유압라인 설치



후단 HTS 유압라인 설치



수직실린더 테스트 – 1



수직실린더 테스트 – 2



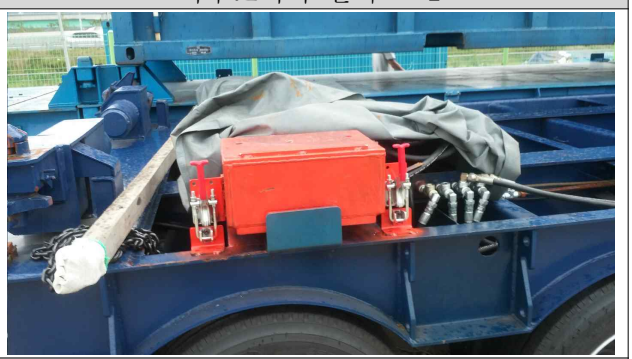
아우트리거 설치 – 1



아우트리거 설치 – 2



HTS 고정장치 설치 – 1



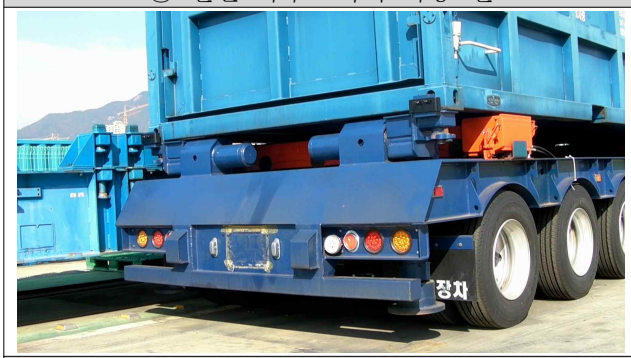
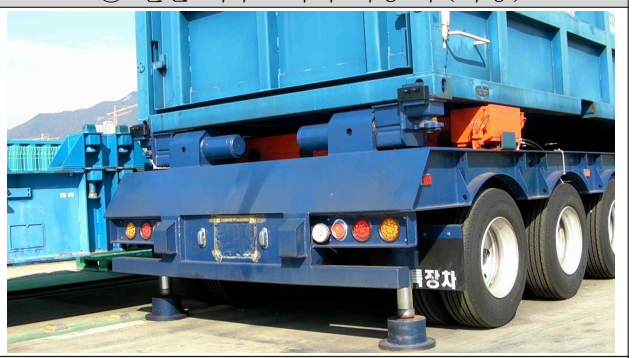
HTS 고정장치 설치 – 2

라. DMT 트레일러구동형 시운전 사진

(1) 트레일러 입고 및 화차와 정위치 정렬

	
① DMT 트레일러 테스트베드 입고	② DMT 트레일러 컨테이너 화차와 정위치 정렬

(2) 아우트리거 작동 시운전

	
① 전단 아우트리거 작동 전	② 전단 아우트리거 작동 후(하강)
	
③ 후단 아우트리거 작동 전	④ 후단 아우트리거 작동 후(하강)

(3) 컨테이너 환적 시운전(트레일러 ⇒ 화차)



① 컨테이너 환적 준비(컨테이너 록킹장치 해제)



② HTS 수직실린더 상승(록킹장치와 분리)



③ HTS 수평이동(트레일러→화차)



④ HTS 이동 완료(컨테이너 록킹장치와 정위치)



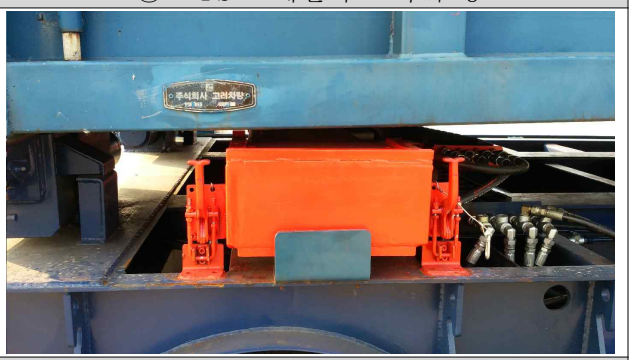
⑤ HTS 수직실린더 하강(록킹장치와 결합)



⑥ HTS 트레일러로 복귀 중



⑦ HTS 트레일러로 복귀 완료



⑧ HTS 고정장치 결합

(4) 컨테이너 환적 시운전(화차 ⇒ 트레일러)



① HTS 고정장치 해제



② HTS 화차로 이동(컨테이너 록킹장치 해제)



③ HTS 화차쪽으로 이동 완료



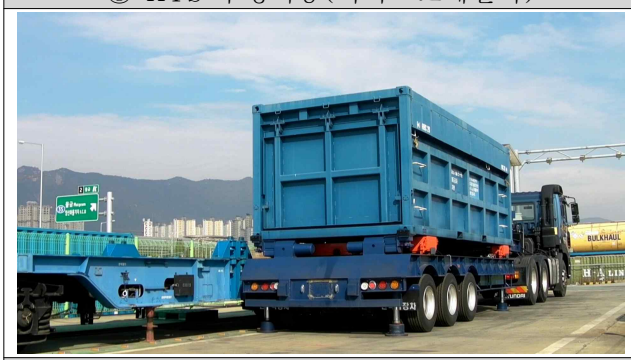
④ HTS 상승(록킹장치와 분리)



⑤ HTS 수평이동(화차→트레일러)



⑥ HTS 이동 완료(컨테이너 록킹장치와 정위치)



⑦ HTS 수직실린더 하강(록킹장치와 결합)



⑧ 컨테이너 록킹장치 HTS 고정장치 결합

(5) 트레일러 출고

	
① 아우트리거 상승	② DMT 트레일러 출고

(5) DMT 트레일러 덤프 시운전(테스트베드)

	
덤프 시운전 - 1 (테스트베드)	덤프 시운전 - 2 (테스트베드)
	
덤프 시운전 - 3 (수요처 : 강원연탄)	덤프 시운전 - 4 (수요처 : 강원연탄)

4. 시제품 성능 측정

가. 1차 성능 측정 및 결과

(1) 목적

o DMT 트레일러에 HTS 설치 전 HTS 단품에 대한 성능 검사 및 측정

o HTS 구성품 조립에 따른 각 구성품 동작 시운전 및 성능을 측정하기 위하여 DMT 테스트베드에서 시운전 실시

(2) 성능측정 항목

o HTS 시제품의 수직상승 및 수평이동 능력을 측정하기 위한 항목 및 조건은 아래 표 <HTS 1차 성능측정 항목 및 조건>과 같다.

<HTS 1차 성능측정 항목 및 조건>

순번	구분	측정방법	목표치
1	수직상능능력	하중적재 후 수직상승능력	개당 7톤 이상
2	수평이동능력	하중적재 후 수평이동능력	개당 5톤 이상

(3) 시운전 및 성능측정 준비

- 시운전 장소 : DMT 테스트베드(경남 양산)
- 시운전 일시 : 2014.01.
- HTS 1set(2개)
- HTS 시험 Bed
- 20피트 컨테이너 1개 (자중 : 2.240kg)
- 벽돌 6파렛트 : 컨테이너 내부 적재(1파렛트당 벽돌 중량 : 2톤)
- 유압유니트 1개 및 유압호스

(4) 시운전 및 성능측정 절차

① 테스트베드에 HTS 시험 Bed 설치
② HTS 시험 Bed에 HTS 설치
③ HTS에 유압을 공급하기 위하여 유압유니트 설치 및 유압호스 연결
④ HTS 개별 동작 시운전 (무부하 상태)
- 측정방법 : 줄자를 이용한 육안 확인

⑤ HTS 개별 동작 시운전 (부하 상태)

- 측정방법 : 줄자를 이용한 육안 확인
- 부하 상태 총 중량
  - 20피트 컨테이너 : 2,240kg
  - 벽돌 6파렛트 : 1파렛트당 2,000kg × 6파렛트 = 12,000kg
  - 총 중량 : 14,240kg

(5) 성능측정 결과

① 수직상승능력(부하 상태 : 약 14톤)

- 상승전 HTS 높이 : 240mm
- 상승후 HTS 높이 : 364mm
- 총 상승 높이 : 124mm

② 수평이동능력(부하 상태 : 약 14톤)

- HTS 시험 Bed 길이 : 5,790mm
- HTS 길이 : 2,500mm
- HTS 총 이동 거리 : 3,290mm

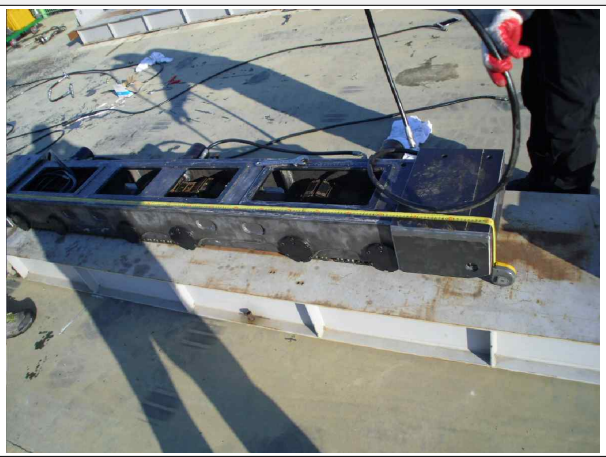
(6) 결론

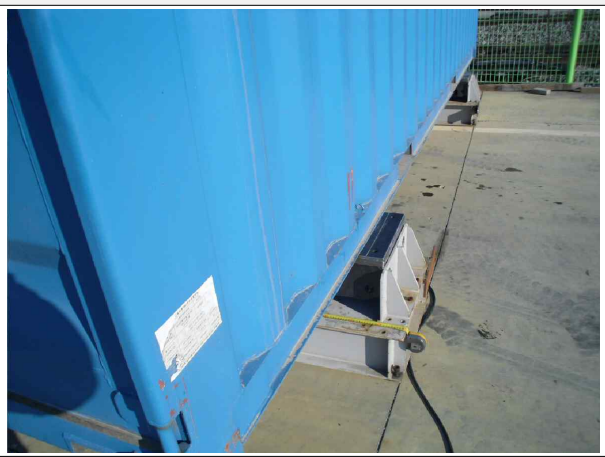
o 약 14톤의 하중적재 후 HTS 각 구성품에 대한 작동상태 점검 및 성능 측정 결과 2차년도 성과목표를 만족하는 수치를 확인함

(7) 트레일러구동형 HTS 개별 시운전 및 성능측정 사진

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>HTS 시험 Bed</td><td>HTS 시험 Bed에 HTS 설치</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>유압유니트</td><td>유압유니트에 HTS 유압호스 연결</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>무부하 상태에서 작동상태 점검</td><td>벽돌(총 6파렛트)</td></tr>
</table>

	
20피트 공컨테이너	컨테이너 내부에 벽돌 적재
	
HTS 위에 컨테이너 상차	HTS 위에 컨테이너 상차 후 내부 모습
	
상승 전 HTS 높이 측정 - 1	상승 전 HTS 높이 측정 - 2 (240mm)

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>상승 후 HTS 높이 측정 – 1</td><td>상승 전 HTS 높이 측정 - 2 (364mm)</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>HTS 시험 Bed 길이 측정 – 1</td><td>HTS 시험 Bed 길이 측정 - 2 (5,790mm)</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>HTS 길이 측정 – 1</td><td>HTS 길이 측정 - 2 (2,500mm)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>HTS 이동거리 측정 – 1</td><td>HTS 이동거리 측정 - 2 (3,290mm)</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>수평이동능력 측정 – 1</td><td>수평이동능력 측정 – 2</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>수평이동능력 측정 – 3</td><td>수평이동능력 측정 – 4</td></tr>
</table>

나. 2차 성능 측정 및 결과

(1) 목적

o DMT 트레일러에 HTS 설치 후 성능 검사 및 측정

o HTS 구성품을 DMT 트레일러에 설치 완료 후 성능을 측정하기 위하여 DMT 테스트 베드에서 시운전 실시

(2) 성능측정 항목 및 측정방법

o DMT 트레일러구동형 HTS의 성능을 측정하기 위한 항목 및 방법은 아래 표 <HTS 2차 성능측정 항목 및 방법>과 같음

<HTS 2차 성능측정 항목 및 방법>

측정 항목	목표치	측정 방법	측정 장비
수평이송속도	0.15m/s	트레일러와 화차 간 컨테이너를 상차한 HTS의 수평 주행 시간 측정	줄자, 스톱워치
수직이송속도	0.01m/s	컨테이너를 상차한 HTS의 수직 상승 시간 측정	줄자, 스톱워치



<수평이송장치가 부착된 DMT 트레일러>

(3) 시운전 및 성능 측정에 사용할 화물 검토

o 시운전 및 성능 측정 시 고중량 화물 시운전이 필요하나 현재 테스트베드 환경(조건)에서는 컨테이너에 중량물을 넣거나 빼는 작업이 쉽지 않음

o 고중량물 시운전을 위해서는 화물을 정형화하여 지게차 등의 장비를 이용하여 컨테이너 안에 자유자재로 넣고 빼기가 쉬워야 하며, 시운전 시 현재 화물 중량을 정확하게 파악하는 것이 중요함

o 따라서, 벌크컨테이너의 화물을 정형화하기 위하여 톤백 및 자갈을 준비하였음

o 준비물
- 톤백 : 총 44장
- 자갈 : 22톤
- 작업 내용 : 톤백 1장에 약 500kg 자갈 채움 × 44장 = 약 22톤
- 필요 장비 : 포크레인, 전자저울













(4) 성능측정 준비

o 시운전 장소 : DMT 테스트베드(경남 양산)

o 측정 일시 : 2014.08

o 측정 중량

- 컨테이너 : 약 4톤
- 화물(자갈) : 약 22톤
- 총 중량 : 약 26톤

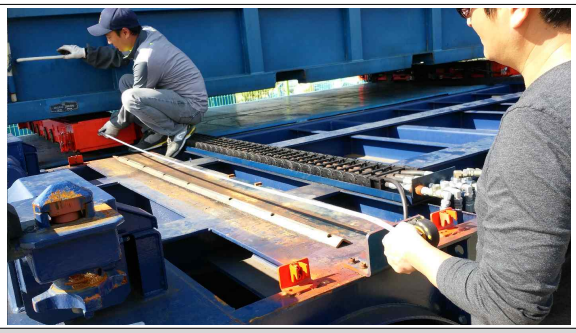
(5) 성능 측정 결과

측정항목	목표치(m/s)	이동거리(mm)	측정횟수	측정시간(초)	측정값(m/s)
수평이송속도	0.150	2,620	1	16.9	0.155
			2	17.3	0.151
			3	17.4	0.151
			4	17.0	0.154
			평균	**17.15**	**0.153**
수직이송속도	0.010	128	1	7.2	0.018
			2	6.7	0.019
			3	8.0	0.016
			4	7.0	0.018
			평균	**7.2**	**0.018**

(6) 결론

o HTS 각 구성품에 대한 성능 측정 결과 HTS 수평이송속도는 평균 0.153m/s, 수직이송속도는 평균 0.018m/s로 성과목표를 만족하는 수치임

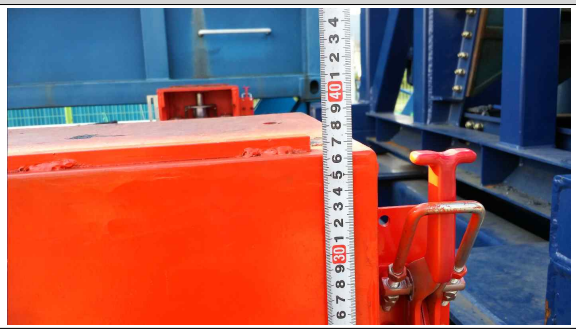
(7) 성능 측정 사진




HTS 수평이동거리 측정 : 2620mm



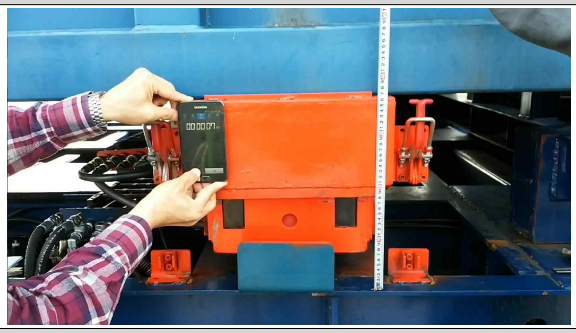

HTS 수직이동거리 측정 : 상승 전 236

HTS 수직이동거리 측정 : 상승 후 364




HTS 수평이송속도 측정 : 평균 속도 0.153m/s

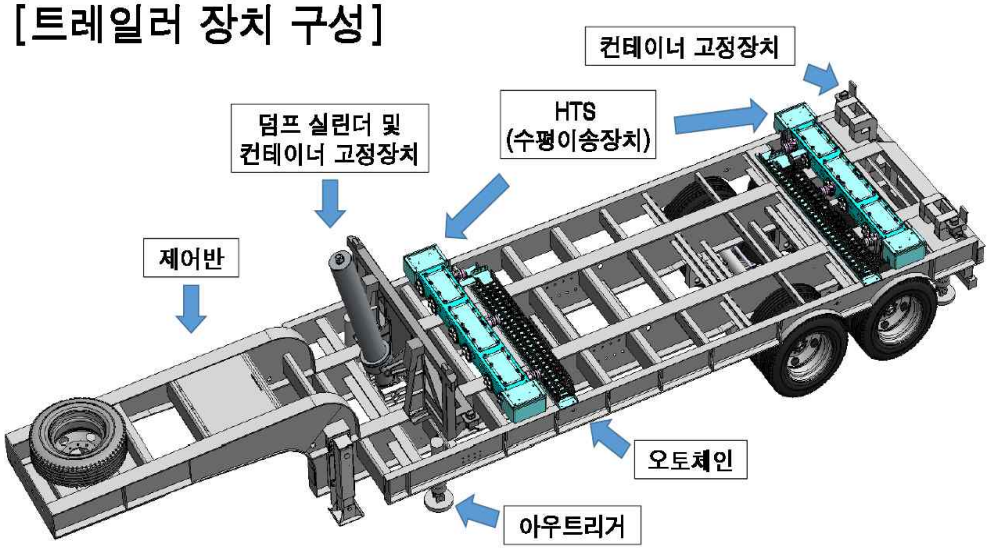



HTS 수직이송속도 측정 : 평균 속도 0.018m/s

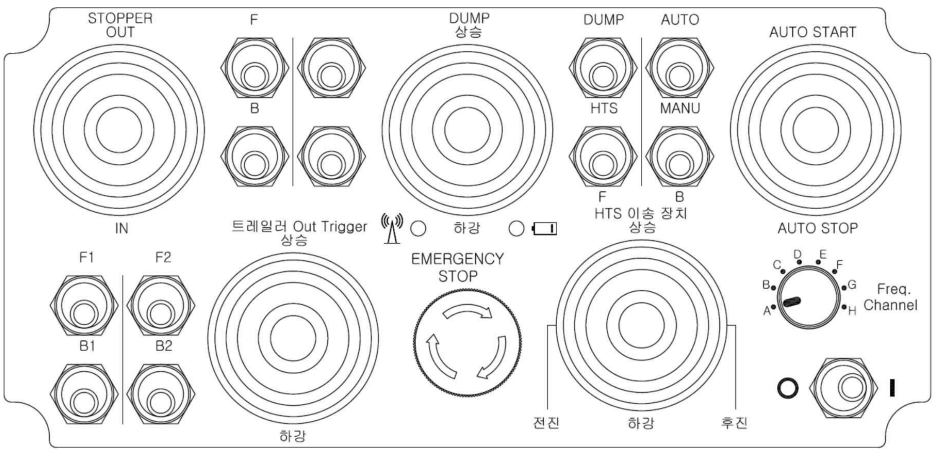
제 4 절 DMT 트레일러 구동형 운영매뉴얼

1. 수평이송장치(HTS) 사용방법

가. 개요

장비명	수평이동장치(Horizontal Transfer System)
용 도	○ 화물 운송용 컨테이너를 화차에서 트레일러로, 트레일러에서 화차로 환적하는 장비
기계 구성	① 기계구성은 트레일러에 HTS본체, 고정장치, 콘트롤 박스가 설치되고, 트렉터에 유압유니트가 설치되어 있다. ② 본 장비는 트레일러에 설치되며, HTS 본체 2개가 1조로 설치되어 20ft 컨테이너 환적시 사용된다. ③ 유압식 작동으로 트렉터에 설치된 유압유니트의 유압원을 사용한다. ④ 트레일러 이동시 HTS 본체의 고정을 위한 고정장치가 설치되어 있다. ⑤ 작동은 자동과 수동 및 상차와 하차로 조작할 수 있다. ⑥ 트렉터에 설치된 유압유니트는 트레일러와 분리할 수 있으며, 운송하려는 트레일러에 셋팅할 수 있다. ⑦ 기계구성품 설치도 **[트레일러 장치 구성]** 

나. 조작방법

준비작업	① 트레일러를 화차 측면에 정지시킨다. (정위치 장치) ② 아우트리거를 조작하여 화차의 바닥면과 평면상 일치시킨다. (아우트리거는 전방에 좌우, 후방에 좌우 총 4개가 있다.) ③ 화차 레일과 트레일러 레일과의 중심 일치여부를 재확인한다. ④ 트랙터 유압유니트와 트레일러간의 유압호스가 연결되어 있는지 확인한다. (퀵커플러 연결) ⑤ 트랙터 운전석에서 엔진을 PTO로 연결하고 900rpm으로 세팅한다. (rpm게이지 확인) ⑥ 화차 또는 트레일러의 컨테이너 고정용 콘을 풀어놓는다. (각 4곳) ⑦ 무선리모콘을 사용하여 각 기기의 예비동작을 시험해본다.
무선 리모트 콘트롤러 외형	 

무선 리모트 콘트롤러 조종	○ “DUMP / HTS” : DUMP 또는 HTS 작업을 선택한다. ○ “DUMP” : 조종레버로 “상승, 하강” 조종한다. ○ “트레일러 Out Trigger” : 각 레버는 명칭되어 있는 실린더를 전진/후진 조작하는데 사용한다. "F1"(좌), “F2”(우)“토글스위치는 트레일러 앞쪽 실린더를, "B1"(좌), ”B2“(우)토글스위치는 트레일러 뒤쪽 실린더를 동작 가능하게 하는 스위치이다. (예) 아웃트리거 앞쪽 좌 실린더 하강 / Out Trigger F1 “ON” / Out Trigger 조종레버 “하강” 으로 조종 ○ “HTS 동작” : 토글 스위치 “F”는 앞쪽 HTS, “B”는 뒤쪽 HTS 이다. “HTS 이송장치” 조종레버로 “상승, 하강, 후진, 전진” 한다. ○ “STOPPER 동작” : HTS 상부 버킷의 하강을 정지할 때 사용한다. 토글 스위치 “F”는 앞쪽 HTS, “B”는 뒤쪽 HTS 이다. “STOPPER” 조종레버로 “OUT, IN” 한다. ○ “비상 정지” : 모든 기능 정지하는 데 사용한다.
후작업	① 컨테이너 적재측의 고정용 콘을 고정한다. ② 엔진 PTO 축연결을 해제한다. ③ 아우트리거 실린더를 상승시킨다. ④ 운송준비 완료
비상정지	① 작동 이상시 ‘EMERGENCY STOP’ 버튼을 누르면 정지된다. ② 재작동시는 자동인 경우 중지된 상태에서 계속 작동된다.

다. 운전시 주의사항

주의 사항	① HTS가 이동하는 레일 주변바닥에 이물질이 없어야 한다. ② 트레일러와 화차와의 측면거리는 최대 300mm정도를 유지하고 레일 센터의 오차는 10mm 이내로 맞춘다. (정위치 장치) ③ 상승시 상승 동작이 불안하거나 기울임이 심한 경우 또는 이동시 HTS 2개가 동시 이동시 안 될 경우에는 작업을 중지한다. (비상정지) ④ 작업을 신속하게 하기 위한 목적으로 엔진을 가속해서는 안 된다. (정속 900±50RPM) ⑤ 유압압력 제어밸브 또는 속도제어밸브 등을 임의로 조작해서는 안 된다. ⑥ 작업후 반드시 전원S/W를 ‘OFF'시키고, 밧데리 연결 잭을 분리한다. ⑦ 무선조작기는 분실되지 않도록 보관을 철저히 한다. ⑧ 트랙터와 트레일러간의 유압호스 연결(퀵 커플링)을 자주 확인한다. (만약, 연결부가 이완되거나 연결되지 않은 상태에서 PTO축을 회전시켜도 펌프가 보호되도록 안전밸브가 있다.)

2. 수평이송장치(HTS) 점검 및 정비방법

가. HTS 본체

점검부	점검항목	점검방법	점검주기	조치(보수) 요령
상승부	동기화 이상	육안	매일	○ 센서위치 수정 ○ 유압속도 조절밸브 조절
이동부	동기화 이상	육안	매일	○ 이동바닥 청소 ○ 유압속도 조절밸브 조절
	체인면 마모	육안	매월	○ 체인 교체
	체인회전 이상	구동작동	매월	○ 구리스 주유 ○ 베어링 교체
유압 배관부	배관부 누유	육안 및 압력계	매월	○ 배관부 재조임 또는 교체
	소음, 간섭 이상	육안	매월	○ 고정 및 기타 조치
버켓부	고정용 볼트 풀림	육안 및 촉수	매일	○ 조임작업 및 교체
언더 프레임	측면카바볼트 풀림	육안 및 촉수	매월	○ 조임작업 및 교체
	리미트 스위치 흔들림	육안 및 촉수	매월	○ 조임작업 및 교체
	유압구동부 흔들림	육안 및 촉수	매월	○ 조임작업 및 교체
	실린더부 누유 및 흔들림	육안 및 촉수	매월	○ 조임작업 및 교체

나. 고정장치

점검부	점검항목	점검방법	점검주기	조치(보수) 요령
고정장치	소음발생	육안 및 촉수	매일	○ 구리스 주유
	유격이 심하거나 고정력이 약함	육안 및 촉수	매일	○ 교체

다. 트레일러 배관부

점검부	점검항목	점검방법	점검주기	조치(보수) 요령
배관부	누유	육안	매월	○ 조임작업 및 교체
	호스의 노화	육안	매월	○ 교체

라. 트랙터유압부

점검부	점검항목	점검방법	점검주기	조치(보수) 요령
유압 발생부	압력이 낮다	압력계 확인	매월	○ 압력계 점검 및 교체 ○ 펌프 점검 및 교체 ○ 릴리프밸브 점검 및 교체
유압 탱크부	오일량	유면계 확인	매주	○ 오일 보충(ISO VG46)
	흔들림	고정볼트	매월	○ 볼트 조임 및 교체
배관부	유압호스 누유 및 노후	육안	매월	○ 조임작업 및 교체

마. 전기장치부

점검부	점검항목	점검방법	점검주기	조치(보수) 요령
메인박스	방수가 안됨	내부 육안확인	매월	○ 방수패킹 교체
	단자대 터미널 접속 이상	육안 및 촉수	매월	○ 조임 작업
	각 부속품 이상	동작상태	매월	○ 교체
무선 조작기	보관상태 불안	일정장소	매일	○ 일정장소 정하고 분실 우려 유의
	버튼의 조작 이상		매일	○ 버튼 교체

바. 유압장치 운전, 보수 점검지침서

(1) 운전지침서

개 요	○ 본 유압 장치는 기계의 각 동작사양을 기본으로 하여 실린더 및 유압모터를 유압력으로 조작시키는 장치이다.	
운전 요령	**회로 확인**	○ 설계된 유압 회로도와 동일하게 조립, 배관, 취부되어 졌는지 확인
	급 유	○ 유압 작동유는 오일탱크에 충만되어 있는지 유면계 확인
	압력제어 밸브 조정	○ PUMP 토출압 전용 RELIEF VALVE를 (무부하 기동을 행하기 위해) 최대로 풀어줌 (압력을 낮춤)
	각종밸브 개폐 확인	○ 특히 PUMP의 SUCTION LINE의 GATE VALVE를 개방했는지 확인
	Pump 확인 운전	○ PUMP 내에 OIL 충진 확인 및 반드시 보충 ○ PUMP의 회전 방향의 확인 (펌프에 표시된 화살표 확인) ○ 기동법 - 순간적으로 전속 운전을 행하지 않음 - INCHING 운전으로 서서히 회전을 올려 PUMP의 흡입을 충분히 행하여 함 - 차가운 PUMP에 고온의 유압 작동유를 사용하여 시동하거나, 고압의 PUMP에 저온의 유압 작동유를 사용하여 시동하거나 하면 PUMP 부품의 열팽창의 차에 의해 고장을 일으키는 수가 있음
	제어기기 설정	○ 각 UNIT내 제어기기 유압 회로도에 설정된 값으로 맞춤 (압력, 유량 등)
시운전	**수동 시운전**	○ 수동 방향전환 밸브의 전진·후진(정회전·역회전)을 수회 반복하여 시행
	시운전	○ 기름의 청결이나 배관의 조임을 재확인한 뒤 운전 시행
	릴리프 밸브 조정	○ 작동압력, ACTUATOR의 속도, OIL TANK의 유면 변화, 운전음 등에 주의해 가면서 CHECK 후 설정치에 맞춤
통상 운전	○ 장치는 운전과 정지시에 유면계 최고 최저 유량의 지시선에 주의하여 탱크의 유량을 검토 ○ PUMP의 흡입구에 유량이 충만되지 않고, 공기와 오일의 접촉선 근방이 흡입구로 되어 있으면 CAVITATION으로 PUMP 토출 효율 저하 ○ 유온은 PUMP를 시동한 후 시간이 경과함에 따라서 상승하지만 유온의 최저 온도는 30℃-60℃임. 특히 한냉시에 PUMP를 시동하는 때는 유온이 낮고 점도가 높아져 있으므로, 배관의 저항이 많고 압류의 전달이 늦어지므로 30℃ 이상의 유온에서 실시. 유온이 60℃를 넘으면 산화가 촉진되므로 최악의 경우에도 70℃ 이상으로는 유온이 오르지 않도록 주의 ○ 압력의 조절은 기계내부에 위치한 주 릴리프 밸브를 180kg/㎠ 로 조절하고 고정장치의 압력스위치 압력은 40kg/㎠ 으로 조절 (조절 후에는 반드시 로크)	

(2) 유지관리지침서

점검 항목	○ 일상 점검도 포함하여 정기점검 및 정비는 유압장치를 정상적인 상태로 유지함과 동시에 작동 신뢰성을 높이고 고장의 조기 발견과 유압기기의 수명을 영구히 보존하는 역할을 함 A. 일상 점검 항목 ⓐ 유압탱크의 유면은 적당한가? : 유면계를 본다 ⓑ 작동유의 온도는 적당한가? : 온도계를 본다 ⓒ 유압 PUMP 정지시의 압력계의 지시는? : 0 Kg/㎠ ⓓ 유압 PUMP의 토출 압력 ㉠ 작동압력은 정상인가? : 최대 180 Kg/㎠ ㉡ 압력계의 지침이 이상하게 흔들리지 않는가? : 육안 ⓔ 유압계통내의 이상음은 없는가? : 이상고음 ⓕ 유압 PUMP 흡입 압력이 지나치게 낮지는 않는가? : 세척 또는 교환 ⓖ TANK의 유온이 낮지는 않은가? : 정상가동시 ⓗ LINE FILTER는 막혀있지 않는가? : SENSOR에 의한 표시(세척 또는 교환) ⓘ 기기, 배관, 계수 등에 누유는 없는가? : 압력계 또는 육안 ⓙ ACTUATOR의 작동 (CYLINDER 및 유압모터) ㉠ 규정 속도로 작동하고 있는가? ㉡ 순조롭게 작동하고 있는가? ㉢ 배관 라인 누유는 없는가? B. 월간 점검 항목 ⓐ 일상 점검 기록의 분석 ⓑ 유압 TANK 유면의 점검 ⓒ 작동유의 SAMPLING 검사 (수분, 점도 등) ⓓ ACTUATOR의 작동 점검 (작동속도, 작동압력) ⓔ 기기, 배관, 개수 등에 누유 점검 ⓕ 비상용 기기 등 통상 거의 사용되고 있지 않는 기기의 작동 확인 ⓖ RETURN FILTER가 막혔는지 점검 후 ELEMENT 교환 C. 분기 점검 항목 ⓐ 월간 점검 기록의 분석 ⓑ AIR BREATHER의 오염도의 점검, 청결 ⓒ COUPLING의 점검 및 GREASE 교환 (FLEX-COUPING은 우레탄 마모 확인) ⓓ PUMP SHAFT와 MOTOR SHAFT와의 동심도 측정 도심도 : 0.05mm 이하, 편각도 : 0.1mm 이하 ⓔ 전기 결선 상황 및 작동상태 점검 ⓕ 압력계, 압력 SWITCH 등의 계기류의 작동확인 및 정도검사 ⓖ FLEXIBLE HOSE의 점검

점검 항목

D. 정기 부속품 교환
ⓐ SUCTION FILTER 세척 및 교환 – 6개월
ⓑ RETURN FILTER ELEMENT 교환 – 6개월
ⓒ OIL TANK 내 청소 – 1년

고장시 대 책

A. 펌프

고 장	원 인	대 책
PUMP가 기름을 뿜어내지 않는다	ⓐ PUMP의 회전방향이 본체에 붙어있는 화살표의 방향과 반대이다	ⓐ PUMP 회전을 본체 화살표 방향으로 돌린다
	ⓑ 흡입관의 기물 불량	ⓑ 관 및 접속 부분 등을 잘 조사한다. 풀려 있으면 조인다
	ⓒ SUCTION FILTER가 기름속에 가라앉아 있지 않다. 또 FILTER가 막혀있다	ⓒ 기름 탱크의 LEVEL GAUGE 기준 깊이까지 기름을 넣는다
소음이 크다	ⓐ 흡입관이 가늘거나 아니면 막혀있다	ⓐ 흡입 청공도를 200mmhg이하로 한다
	ⓑ SUCTION FILTER의 막힘 또는 용량 부족	ⓑ FILTER를 청소 또는 용량이 큰 것을 사용한다
	ⓒ 흡입관 혹은 다른 곳을 통해서 공기가 혼입되고 있다	ⓒ 흡입관에 기름을 주고 불량한 곳을 조사한다
	ⓓ TANK에 기포가 있다	ⓓ RETURN DRAIN LINE의 배관을 조사한다
	ⓔ COUPLING에서 소리가 난다	ⓔ 축심이잘 맞지 않는지 또는 COUPLING이 파손되어 있지 않는지 조사한다
	ⓕ RING이 마모되어 있다	ⓕ 비정상적으로 마모할 때에는 기름의 오염, 기름속에 들어있는 수분, 기름의 점도, 사용시의 기름의 온도 등을 조사한다
	ⓖ BEARING이 마모되어 있다	ⓖ PUMP를 수리 또는 축심이 맞는지 조사한다
PUMP의 누유	ⓐ SHAFT SEAL의 파손	ⓐ SHAFT SEAL을 교환한다. 이때 축심이 잘 맞아있는지 조사한다. 아울러 DRAIN이 막혀있는지의 여부도 조사한다
	ⓑ DRAIN 또는 내부 누출이 많다	ⓑ PUMP를 수리, 기름의 점도를 조사한다
	ⓒ DRAIN, 배관의 막힘	ⓒ DRAIN의 NIPPLE, PIPE를 청소한다

고장시 대 책

고 장	원 인	대 책
유량 부족	ⓐ CARTRIDGE가 마모되어 내부누출이 많다 ⓑ 뒷 덮게 조임이 덜 되어있다	ⓐ PUMP를 수리한다 ⓑ PUMP를 재조립한다

B. 압력제어 밸브

고 장	원 인	대 책
압력이 불안정하고 변동할 경우	ⓐ 밸런스 피스톤의 CHECK 부분에 먼지가 고인다 ⓑ POPPET의 마모가 SEAT 부와의 닿음이 안정되어 있지 않다 ⓒ 기름중에 AIR의 혼입이 있다 ⓓ 압력계의 불량	ⓐ 작동유가 더러워져 있으면 FILTER를 청소하던가 새로운 기름으로 교환한다 ⓑ PISTON 구멍의 먼지를 제거하고 P0PPET이 마모되어 있으면 교환한다 ⓒ 탱크정산에 유량이 들어있는가를 조사하고 부족한 경우 보충한다. 그리고 나서 펌프의 SUCTION FILTER에 먼지가 붙어 있는가 또 흡인관 관의 접속부나 PUMP의 SHAFT SEAL 부분에 GREASE를 칠하고 AIR를 빨아들이는가를 조사한다 ⓓ 압력계를 교환한다
압력이 너무 높거나 낮을 경우	ⓐ 압력 조정용 SPRING 및 BALANCE PISTON 용 SPRING 의 불량 ⓑ POPPET의 접촉 마모 및 불량 ⓒ BALANCE PISTON의 작동불량	ⓐ SPRING을 교환한다 ⓑ POPPET을 청소 또는 교환한다 ⓒ BALANCE PISTON을 청소 또는 교환한다
차압이 되지않음 (A)	ⓐ SPRING의 마모	ⓐ SPRING을 교환한다
차압이 되 지않음(B)-SEQUENCE VALVE	ⓐ 2차 고압 회로 배관의 누유 ⓑ 압력 설정의 부적당 또는 압력계 불량	ⓐ 2차 압력 전 배관을 점검 ⓑ 재조정 또는 교환한다
"삐이"하는 소음이 날 경우	ⓒ 압력조정 SPRING고 POPPET의 불량	ⓒ SPRING의 피로와 POPPET의 마모를 확인하고 교환한다

고장시 대 책

고 장	원 인	대 책
RELIEF V/V의 진동	ⓐ 고압에서 급격 UNLOAD 할 때 SHOCK가 크고 심한 진동이 일어난다	ⓐ VENT PORT에 교축을 넣어 고압일 때의 VENT 유량을 교축하면 배관저항이 늘어나므로 UNLOAD에 요하는 시간은 조금 길게 되지만 SHOCK는 작아진다
압력이 잘게 진동할 때	ⓐ 상기 (A)(B)항 ⓑ VALVE PORT에 공기가 들어있다 ⓒ 작동유가 공기, 수분, 먼지에 오염 ⓓ TANK 배관 불량 또는 유면이 낮다	ⓐ 상기 (A)(B)항 ⓑ 작동유의 공기를 완전히 뺀다 ⓒ 작동유를 교환한다 ⓓ TANK 배관을 유면보다 아래로 배관 또는 작동유을 보충한다

C. 유량제어 밸브

고 장	원 인	대 책
압력보상 PISTON 작동불량	ⓐ 보상 PISTON에 먼지가 끼어서 작동불량을 일으키고 있다 ⓑ SLEEVE의 작은 구멍에 먼지가 끼어 있다	ⓐ 분해 소재를 해서 완전히 먼지를 제거하고 다시 조립한다 ⓑ 분해 소재를 해서 먼지를 완전히 제거하고 작은 구멍이 완전히 뚫렸는지를 확인한 후 조립한다
조정 교축 밸브의 회전이 무거울 때	ⓐ 조정 교축 VALVE의 축 외주면에 먼지가 끼어있다 ⓑ 1차 압력이 높을 때 ⓒ 조정 유량에 변화가 심하다	ⓐ 분해해서 소재한다 ⓑ RELIEF VALVE를 조정해서 회로압력을 내리고 조정 교축 VALVE의 조정용 손잡이를 조작한다 ⓒ 그 VALVE의 최저조정 가능 유량의 범위 내에서 사용하고 있는지를 알아보고 적절한 VALVE와 바꾼다
분할기가 위로 올라갈 때	ⓐ DRAIN배관에 먼지가 끼어있다 ⓑ VALVE의 DRAIN PORT에 배압 (BACK PRESSURE)이 결려있다	ⓐ DRAIN 배관을 떼어내 점검하고 소재를 한 후 다시 조립한다 ⓑ 다른 PIPE의 DRAIN 배관과는 별도로 하여 가급적 배압을 적게 하도록 직접 탱크에 되돌린다

고장시 대 책

D. 방향제어 밸브

고 장	원 인	대 책
SOLENOID V/V의 작동불량	ⓐ COIL의 전열 불량	ⓐ SOLENOID의 교환
	ⓑ 전압의 상승·강하	ⓑ 규정 전압의 ±10%～15%에 들게 한다
	ⓒ 주파수의 적용 착오	ⓒ LEAD 선을 다시 잇는다
	ⓓ 전환 압력이 규정 이상	ⓓ 압력을 내린다
	ⓔ 전환 유량이 규정 이상	ⓔ 용량이 큰 VALVE와 교환한다
	ⓕ TANK PORT에 배압이 걸린다	ⓕ 직접 TANK에 접속하고 저항을 적게 한다
	ⓖ 전환 횟수가 많다	ⓖ 전환 횟수를 줄이고 휴식시간을 갖는다
SOLENOID V/V의 방향 전환 불량이 발생한 경우	ⓐ 전자 COIL의 전열 불량	ⓐ 곧 타버리고 전자석이 움직이지 않게 되므로 새 전자석으로 교환한다
	ⓑ 전자석 철심의 끼워 맞추기 불량	ⓑ 전자석에 이상 흡입력이 필요하여 일으키므로 신품과 교환하다
	ⓒ 전환 압력이 규정을 초과한다	ⓒ 유압회로를 검토하고 압력계가 정상인지 검사 후 이상이 있으면 새것과 교환한다
	ⓓ 전환 유량이 그 전환 밸브의 능력을 넘고 있다	ⓓ 전환 유량에 적합한 크기의 것과 교환한다
	ⓔ TANK PORT (간섭식의 경우는 DRAIN PORT)에 배압이 걸려있다	ⓔ 전환 밸브의 허용 배압은 대개 1kg/㎠ 정도까지이므로 TANK PORT에서 TANK에의 배관은 독립시켜서 배관한다
SEAL 부분에서 기름이 샐 때	ⓐ SEAL이 파손되어 있다	ⓐ SEAL을 새것과 교환한다 그리고 나서 먼지나 이물질이 발견되면 곧 분해 소재한다
	ⓑ TANK PORT에 배압이 걸려있다	ⓑ TANK PORT에서 탱크의 배관을 독립시켜서 배관한다

(3) 소모품 교환주기

o FILTER (SUCTION FILTER, RETURN FILTER)는 가능하면 정기적으로 세척이나 교환하여야 하며 교환주기는 아래와 같다.

구 분	일일 8시간 가동 기준	기 타
SUCTION FILTER	6개월	○교환주기 이전이라도 펌프소음이 많을 시 교환 (금속망인 경우 세척작업 가능)
RETURN FILTER (ELEMENT)	6개월	○교환주기 이전이라도 FILTER 막힘을 지시하는 INDICATOR가 5kg/㎠ 또는 적색을 가리킬 때 즉시 교환해야 함
PRESSURE FILTER (ELEMENT)	6개월	○INDICATOR 표시확인 후 교환
AIR BREATHER	12개월	○분진이 많은 환경은 1-3개월마다 세척
OIL TANK	12개월	○TANK내 이물질 청소 및 작동유 교환

o 기계 가동 주변여건에 따라 분진 등이 많은 곳은 교환주기를 현장여건에 따라서 교체 실시

3. DMT 트레일러 사용방법

가. 차량의 사용방법

o 차량의 용도는 DMT 시스템에 적용되는 저상형 트레일러로서 HTS 시스템으로 이송되는 컨테이너의 적재 및 수송의 용도로 제작 개발된 차량이다. 다음과 같은 사항에 주의한다.

⚠ 주의
· 과적재는 법률로 금지되어 있다. · 차량의 최대 적재량을 초과한 적재 운행은 하지 않는다. · 과적재는 제동불량 등에 의한 사고의 원인이 된다. · 과적재는 각 부의 손상을 앞당기고 차량의 수명을 현저하게 단축시킨다.

(1) 컨테이너의 상차 방법

① 컨테이너의 상차는 지면이 균등한 장소에서 작업한다.
② 컨테이너 고정 장치(트위스트 락)의 잠금 상태를 해지한다.
③ 트레일러와 화차를 정 위치에 정렬한다.
④ 공기식 현가장치의 높낮이를 조정하여 화차와 높이를 맞춘 후 아웃트리거를 지면에 닿도록 내린다.
⑤ HTS 진입 후 컨테이너의 코너 캐스팅 구멍 위치가 차량의 컨테이너 고정 장치 부분에 일치하도록 위치시킨 후 컨테이너를 상차한다.
⑥ 적재 후 반드시 컨테이너의 고정 장치를 잠금 상태가 되도록 한다.
⑦ 아웃트리거를 정위로 상승시킨다.
⑧ 공기식 현가장치의 높낮이 조절밸브를 중립의 위치에 위치시킨다.

(2) 컨테이너의 하차 방법

① 컨테이너의 하역은 지면이 균등한 장소에서 작업한다.
② 컨테이너 고정 장치(트위스트 락)의 잠금 상태를 해지한다.
③ 트레일러와 화차를 정 위치에 정렬한다.
④ 공기식 현가장치의 높낮이를 조정하여 화차와 높이를 맞춘 후 아웃트리거를 지면에 닿도록 내린다.
⑤ HTS 진입 후 HTS가 컨테이너를 들 때 컨테이너 고정 장치(트위스트 락)가 잠금이 해제되었는 지를 확인한다.
⑥ 아웃트리거를 정위로 상승시킨다.
⑦ 공기식 현가장치의 높낮이 조절밸브를 중립의 위치에 위치시킨다.

⚠ 주의
· 컨테이너 고정 장치(트위스트 락)을 고정하지 않으면 운행시 대형사고를 유발할 수 있다. · 중장비 및 화물 상·하역시 차량 주위에 사람이 없는지 반드시 확인 후 작업 한다.

(3) 일반화물 적재방법

o 트레일러는 대부분의 경우 대량의 화물을 장거리, 장시간에 걸쳐 고속으로 운송한다. 화물의 적재방법의 좋고 나쁨이 운행 중의 안전이나 차량의 내구성에 상당히 큰 영향을 미친다. 다음과 같이 바른 적재 방법으로 안전하고 쾌적한 운행을 하여야 한다.

o 화물의 바른 적재 방법

- 화물은 전후좌우의 어느 쪽이든 한쪽으로 치우치는 편중을 피해, 균등하게 적재한다.
- 하대의 일부에만 무거운 화물을 집중시키는 집중하중을 피해 가능한 하중이 하대 전면에 고루 분포되도록 적재 시 주의한다.
- 중량이 큰 화물을 크레인이나 포크리프트 등으로 적재할 때는 하대에 충격을 주지 않도록 조심스럽게 실어 준다.
- 주행 중에 화물이 움직이거나 전도, 전락하지 않도록 화물은 하대에 확실하게 고정하여 준다. 고정하는 기구는 하대 구조와 화물의 특징에 맞는 안전하고 적절한 것을 사용한다.
- 냉동 트레일러 등으로 온도관리를 하면서 운송할 필요가 있는 화물의 적재에는 전문지식이 필요하므로 충분히 숙련된 뒤에 적절한 적재를 한다.
- 기타 화물의 특성을 잘 파악하여, 전용 하대설비가 필요할 때는 만반의 준비를 갖춘 뒤에 적절한 적재를 해준다.

⚠ 주의
· 편중 적재시의 주행은 밸런스가 나쁘기 때문에 차체를 손상시킬 뿐 아니라 회전시에 엎어질 우려나, 바퀴 하중의 불균등으로 브레이크가 부분적으로 잠기는 일이 있어 위험하다. · 적재의 중심이 뒤로 너무 치우치면 트랙터의 제5륜에 걸치 하중이 작아져 구동차륜이 미끄러지거나, 엔진 브레이크의 기능이 나빠져 비탈길 주행에 지장을 준다. · 화물이 너무 앞으로 치우친 경우에는 트랙터가 과적 상태가 되어 제동능력이 부족해 트레일러 차륜이 잠길 위험이 있다. · 화물의 고정이 나쁘면 제동시나 회전시에 화물의 붕괴를 일으키기 쉽고, 화물이 상할 뿐 아니라 중량의 밸런스를 잃게 되어 상기와 같은 주행 안정성을 잃을 위험이 있다. · 어쩔 수 없이 화물의 중심 위치가 높아진 경우에는 전도 방지를 계산한 적절한 조임을 한 뒤 속도를 억제한 안전운행을 한다.

나. 트랙터와 트레일러의 연결과 분리

(1) 트랙터와 트레일러의 연결 방법

o 트레일러를 연결할 때는 반드시 평탄하고 주위에 장애물이 없는 장소에서 행하여야 하며, 다음과 같이 연결한다. 또한 트레일러를 연결할 때나 분리 상태로 트레일러를 주차시켜 놓을 때에는 타이어 앞뒤에 고임목을 대 주어야 한다.

① 트레일러의 주차 브레이크가 확실하게 듣고 있는 지를 확인하고, 차륜 멈춤도 확실하게 걸어 준다.

② 제5륜 커플러의 죠가 닫혀 있는지를 확인하여, 닫혀 있는 대는 잠금 레버를 조작하여 죠가 열린 상태로 한다.

③ 트랙터와 트레일러의 차량 중심선이 거의 일치하도록 트랙터를 트레일러 직전까지 천천히 후퇴시킨다.

④ 트레일러의 킹핀 플레이트의 높이가 제5륜 커플러 윗면 중심부의 높이보다 10~50mm 정도 낮게 되도록 랜딩 기어로 조정한다.

⑤ 트랙터를 천천히 후퇴시키고, 트레일러의 킹핀과 제5륜을 확실하게 잠궈 준다.

⑥ 트랙터의 엔진을 멈추고, 주차브레이크를 확실하게 걸고, 트레일러 브레이크 레버를 작동 위치로 한다. 트레일러 브레이크를 작동 상태로 하지 않고 트레일러의 비상 에어라인을 접속하면 비상 브레이크가 해제되므로 주차 브레이크가 헐렁할 때에 트레일러가 움직이는 경우가 있으므로 주의한다.

⑦ 제5륜 커플러의 죠가 확실하게 잠겨 있는지 확인한다.

(2) 트랙터와 트레일러 연결후의 점검

① 연결의 확인

- 트레일러 브레이크 레버를 잡아 당겨 트레일러 축만 제동을 건다.
- 이 상태에서 1단이나 2단으로 천천히 출발한다.
- 이상의 조작을 2~3회 반복하여 트랙터의 운전석이 크게 떠오르는 것 같은 상태로 되면 연결은 잘된 것이다.

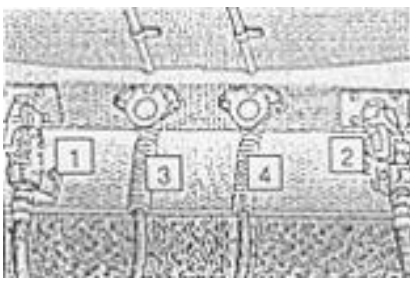
⚠ 주의
· 트레일러의 연결확인은 새로 연결 할 때 마다 반드시 실시하여 준다.

② 전기계통의 점등확인

- 제동등, 미등, 방향지시등, 후진등, 주차등 차폭등 등의 점등여부를 확인한다.

③ ABS 계통의 작동확인

- ABS 케이블 연결 후 트레일러 후단에 설치된 ABS ECU에서 “찍~찍~“ 소음과 함께 에어 배출소리가 발생될 경우 정상적으로 연결된 것이며, 위와 같은 소음이 발생하지 않을 경우 재차 작업을 한다.

⚠ 주의
1 : 서비스용 에어 호스(청색) 2 : 비상용 에어호스 (적색) 3 : 등화케이블 4 : ABS 케이블 

④ 킹핀이 트랙터의 제5륜 커플러에 바르게 연결되고, 커플러의 죠가 확실하게 잠겨 있는지 확인하기 전에는 절대로 출발하지 않는다. 확실하고 바르게 연결되지 않은 채 주행

하면, 주행 중에 연결이 풀어져 트레일러를 떨어트려 대형사고가 되는 일이 있다.

⑤ 에어 호스를 접속하기 전에 트랙터의 주차 브레이크 밸브를 잡아 올린다.

⑥ 에어 호스는 같은 색끼리 연결한다. 청색은 서비스 라인이고, 적색은 비상 라인이다. 에어호스는 접속 후, 접속부에서 공기가 새고 있을 때는 재차 접속 작업을 실시한다.

⚠ 주의
· 트랙터의 에어호스의 비상 라인(적색)과 서비스 라인(청색)을 트레일러에 틀리게 접속하면 트레일러의 에어 탱크에 에어가 공급되지 않아 브레이크가 작동하지 않으므로 주행 전에 바르게 접속되어 있는 지를 확인하여야 한다.

⑦ 트랙터의 전기케이블 플러그를 꺼내 트레일러의 7극 소켓 커버를 열고, 전기 케이블 플러그를 7극 소켓에 완전히 잠겨질 때까지 플러그를 끝까지 끼워 넣어 연결 한다.

⑧ ABS 케이블을 커넥터와 연결한다.

⚠ 주의
· 주행 전에 주차 브레이크를 완전하게 해제하고 나서 출발한다. 완전하게 주차 브레이크를 해제하지 않은 채 주행하면 브레이크 드럼과 라이닝이 접촉되어 과열, 페이드 현상이나 이어의 파열 등 위험한 상태로 연결 될 우려가 있다. · 스프링 브레이크는 트랙터와 연결 후 브레이크 에어의 압력이 5Kgf/cm² 이상으로 가압된 후에 반드시 컨트롤밸브를 조작하여 해제한다. 에어 압력 저하에 의해 자동적으로 작동하고 있는 스프링 브레이크는 에어압력을 올리는 것만으로 해제되지 않는다.

(3) 트레일러 분리 요령

o 트랙터와 트레일러 분리 시에는 다음 사항에 주의한다.

① 트랙터의 주차 브레이크를 확실하게 걸어서 차량이 움직이지 않는지를 확인 한다.

② 트레일러의 주차 브레이크를 조작하여 확실하게 작용시킨 뒤, 차륜 멈춤도 확실하게 걸어 둔다.

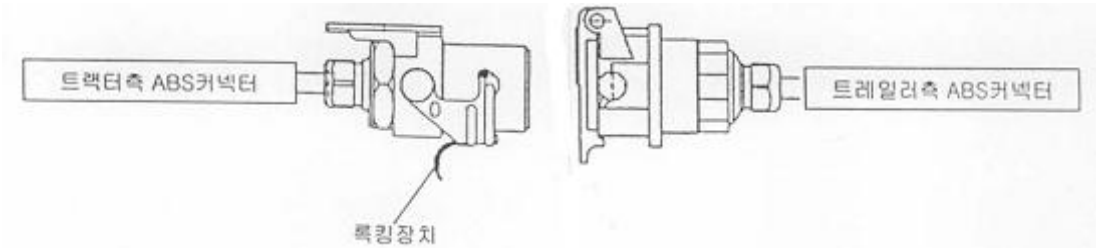
③ 분리하고자 하는 지면은 수평하고 단단하여야 하며, 랜딩 레그(Landing Leg)가 작동 레버를 이용해 레그가 지면에 닿도록 한다.

④ 에어호스는 비상 라인(적색)부터 분리한다. 비상 라인(적색)을 분리하면 트레일러의 주차제동력이 발생 한다.

⑤ 등화케이블을 분리할 때는 커넥터 본체를 잡고 분리한다. 케이블을 잡고 빼면 단선될 가능성이 있다.

⑥ ABS 케이블을 분리할 때는 록킹 장치를 해제한 후 본체를 잡고 빼도록 한다.

⑦ 에어호스 분리 후에는 트레일러 측의 에어 커플러에 이물질이 들어가지 않도록 주의하고, 등화 커넥터와 ABS 커넥터는 빗물이 들어가지 않도록 커넥터 뚜껑을 잘 닫도록 한다.



<ABS 록킹 장치와 커넥터>

다. 차량의 안전 운행

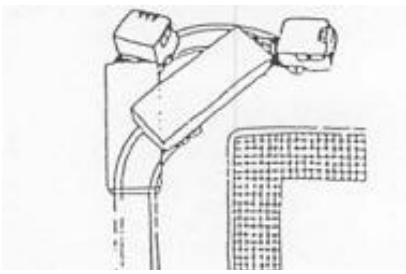
(1) 출발 전의 안전 확보

o 연결조작이 모두 바르고 확실하게 행해져 있는지 꼼꼼하게 확인해 준다.

⚠ 주의
· 킹핀이 트랙터의 제5륜 커플러에 바르게 연결되어 커플러의 죠가 확실하게 잠겨져 있는지 확인하지 않고 출발하는 일은 절대로 없어야 한다. 확실하고 바르게 연결하지 않고 주행하면, 주행 중에 연결이 끊어져 트레일러를 떨어뜨려 대형사고로 이어지는 일이 있을 수 있다.

(2) 트레일러 연결중의 선회

o 트레일러를 연결하고 선회할 때는 트레일러의 주행궤적 및 기울기에 주의하여야 한다. 트레일러의 선회궤적은 선회는 방향의 내측으로 트레일러의 후륜부가 크게 들어온다. 트랙터의 후사경으로 확인하면서 신중하게 선회하여야 한다.



(3) 제동시 주의사항

o 세미 트레일러가 트랙터와 연결 주행 중 트랙터와 트레일러는 각각 다른 운동을 하고 있다. 때문에 핸들과 브레이크 급격한 조작이나 적재 불량, 정비 불량 등의 원인으로 다음과 같은 이상 현상이 발생할 우려가 있다. 일상의 점검 장비와 안전 운전에 유념한다.

⚠ 주의

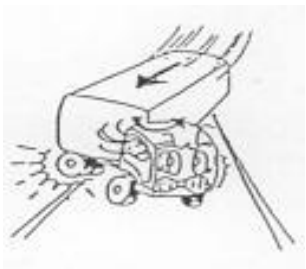
· 고속 주행 중이나 미끄러지기 쉬운 노면을 주행하고 있을 때에는 급브레이크, 과도한 핸들조작은 비상시 이외에는 절대로 피해야 한다. 핸들과 브레이크의 급격한 조작 등으로 타이어가 잠겨, 차륜의 미끄러짐 방지 능력이 없어져, 잭나이프, 트레일러 스윙, 플라우 아웃 등의 이상 현상이 발생할 우려가 있고, 특히 미끄러지기 쉬운 노면에서는 상당히 위험하다.



※ 용어

■ 잭나이프

· 트랙터와 트레일러가 연결부에서 잭나이프와 같이 접히는 현상으로, 트랙터 뒷바퀴가 잠겼을 때에 발생하는 일이 있습니다. 트랙터의 운전실이 트레일러와 충돌하거나 주행차선에서 크게 벗어나거나 해서 상당히 위험하다.



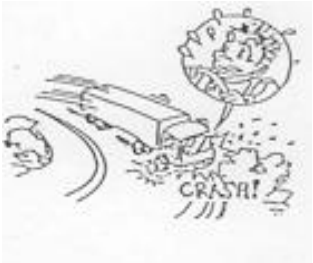
■ 트레일러 스윙

· 트레일러의 뒷부분이 좌 또는 우로 흐르는 현상으로, 트레일러의 차륜이 잠겼을 때에 발생하는 일이 있습니다. 상황이 나쁜 경우는 차선을 크게 벗어나 다른 차량을 말려들게 하는 사고를 일으킬 우려가 있다.



■ 플라우 아웃

· 트랙터와 트레일러 전체가 커브를 벗어나서 직선 상태가 되는 현상으로, 트랙터와 앞바퀴가 잠겨 있을 때 발생하는 일이 있습니다. 이 경우, 트랙터와 트레일러도 차선을 크게 벗어나 상당이 위험하다.



(4) 트레일러의 운전 방법

o 길고 미끄러지기 쉬운 비탈길을 내려올 때는 감속하여 조심스럽게 안전 운전을 해준다.

o 2단 뛰기 등 급격한 시프트다운 조작은 피한다. 급격한 시프트다운은 행하면 강력한 엔진 브레이크가 걸려 잭나이프 현상이 일어나기 쉬워 위험하다.

o 트레일러 브레이크의 연속 사용은 절대로 피한다. 트레일러 브레이크를 장시간 연속적으로 사용하면 트레일러의 브레이크 드럼 및 라이닝이 과열하여 브레이크가 거의 듣지 않는 위험한 상태(페이드 현상)가 되거나, 브레이크 드럼에 금이 가거나, 과열에 의한 타이어 파열이나 발화에 따른 화염 등의 사고로 연결될 우려가 있다.

o 고속 운전시의 주의
- 세미 트레일러의 고속 주행에 있어서는 연결 주행할 차량의 총중량이 상당히 크고, 연결 전체 길이도 상당히 길다는(초대 16.7m) 것을 인식하여 안전운전에 유념한다.
- 차간 거리는 충분히 확보한다.
- 차간 거리는 주행 속도가 10km/h 증가할 때마다 트레일러 1대분의 거리를 띄어 운전한다. (60km/h에서 70~80m, 80km/h에서 100m 이상)
- 차간 거리는 우천 시 등 노면이 미끄러지기 쉬운 상황이나, 내리막길, 야간주행 등 상황에 따라 더욱 연장한다.

o 교차점 모퉁이에서의 선회 운전
- 트레일러가 작은 커브를 회전할 때는 뒷바퀴가 트랙터 차륜의 궤적보다 크게 내측으로 들어가 백미러로 트레일러 뒷부분을 확인할 수 없는 경우도 있으므로, 서행 또는 정지하여 직접 후방의 안전을 확인하면서 통행한다.
- 교차점 등을 좌회전할 때는 회전을 시작하기 전에 좌측의 상황에 유념, 확인하여 보행자나 자전거를 말려들게 하는 일이 없도록 충분히 주의해서 회전한다.

o 추월, 차선 변경시의 운전
- 트레일러는 트랙터와 연결한 차량 전체길이가 상당히 길기 때문에 추월이나 차선 변경 시에 상당히 긴 거기를 필요로 한다. 무리한 추월은 상당히 위험하고 다른 교통에도 큰 방해가 된다. 주변의 상황이 좋고 충분히 여유가 있을 때에 안전한 방법으로 행한다.
- 교통이 많은 곳이나 전망이 나쁜 도로를 주행할 때에는 추월은 피한다.
- 서리, 안개, 강우, 강설 등의 경우나 야간 등으로 시계나 도로의 상황이 나쁜 때에는 추월, 차선 변경 등은 피한다.
- 추월 도중에 곤란하다고 판단되면 즉시 속도를 낮춰 추월을 중지하여 준다.

o 우천 시의 주행
- 젖은 도로는 미끄러지기 쉽고 특히, 비가 내리기 시작할 때는 가장 미끄러지기 쉬운 상태이며 급브레이크나 회전 중의 브레이크 조작은 방향성을 잃기 쉬우므로 미리 감속해 둔다.
- 침수되어 있는 도로를 주행하면 브레이크 기능이 일시적으로 나빠지는 일이 있으므로 기능이 회복될 때까지는 속도를 낮추어 주행 한다.
- 해수나 오수에 침수된 도로를 주행한 뒤에는 염분이나 부식성 물질의 부착이 많고 특히, 액슬 브레이크 관련 전기 장치, 배선 관련에 악영향을 미치기 쉬우므로 사용 후 각 부를 물로 씻고, 점검, 조정, 급유를 잊지 말고 행한다.

o 적설이나 동결노면의 주행

- 타이어 체인이나 스노우 타이어 등의 미끄럼 방지 장치를 반드시 장착한다.
- 안전속도로 주행하고 급브레이크, 급 핸들을 절대로 피한다. 특히 교차점이나 모퉁이를 회전할 때 등 큰 핸들 조작을 필요로 할 경우에는 미리 충분히 속도를 낮춰 천천히 회전한다.



o 정차 및 주차시의 주의

- 주정차 가능한 장소에서 다른 교통상황에 대해서도 안전이 확보되는 평탄한 장소를 선택하여 주차 또는 정차한다.

■ 정차(일시정지 : 바로 출발할 수 있는 경우)

- 트랙터의 주차 브레이크를 충분히 걸어 준다.
- 트레일러 브레이크의 레버를 끝까지 당겨 트레일러의 브레이크를 걸어 준다.

■ 주차(차량에서 떨어진 경우)

- 상기 조작을 실시하고, 거기에 다음 조작을 한다.
- 트레일러의 주차 브레이크를 확실하게 걸어 준다. 장기간 주차 할 경우에는 차륜 멈춤도 걸어 준다.

■ 비탈길에서의 주차

- 비탈길에서의 주차는 피하되 특히, 장시간 주차는 절대로 하지 않는다.
- 어쩔 수 없이 일시적으로 주차할 경우에는 상기와 같은 트랙터와 트레일러의 주차 브레이크 및 트레일러 브레이크를 확실하게 건 뒤에 반드시 차륜 멈춤도 확실하게 건 상태에서 한다.
- 비탈길에서 트레일러의 트랙터와 분리하여 단독 주차하는 것은 트랙터의 교체와 같은 특수한 경우 이외는 하지 않는다.
- 비탈길에서 트레일러를 트랙터와 분리하여 주차했을 때 주차 브레이크의 해제나 차륜 멈춤의 풀림으로 트레일러를 움직여 대형사고로 이어질 위험이 있으므로 절대로 하지 않는다.

o 주차 후 출발에서의 주의

- 세미 트레일러의 주차 브레이크의 해제는 반드시 트랙터와의 연결 상태에서 행한다.
- 주차 브레이크 해제 작업 전에 트랙터의 주차 브레이크를 확실하게 걸고, 트레일러 브레이크를 작동 위치로 조작한다.
- 주행 전에는 주차 브레이크와 트레일러 브레이크를 완전 해제한 뒤 출발한다.
- 주차 브레이크가 완전하게 해제되지 않은 채 주행하면 브레이크 드럼 및 라이닝이 질질 끌려 과열되고, 훼이드 현상이나 타이어 파열 등 위험한 상태로 연결될 우려가 있다. 확실하게 해제되어 있는지를 확인하고 나서 출발한다.

⚠ 주의
· 스프링 브레이크는 트랙터와 연결 후 브레이크 에어압력이 5.0 kgf/cm² 이상으로 가압된 후에 반드시 컨트롤 밸브를 조작하여 해제한다. · 에어 압력 저하에 의해 자동적으로 작동하고 있는 스프링 브레이크는 에어압력을 오리는 것만으로는 해제할 수 없다. · 트레일러의 에어탱크의 에어압력이 4.5fgf/cm²이하로 내려가 있으면 비상 브레이크가 완전하게 해제되지 않고 반작용 상태로 되어 있으므로 그대로 주행하면 질질 끌리게 되어 브레이크 드럼의 손상, 타이어의 손상, 라이닝의 조기마모 등이 원인이 된다. 에어압력을 규정 압력 이상으로 올려 완전하게 해제하고 주행하여 준다.

(5) 동계 한냉지에서 사용 시의 주의사항

o 에어 탱크의 드레인 제거

- 기온이 영하로 내려가는 시기에는 부지런히 에어 탱크의 드레인 콕을 열어 드레인 제거에 힘써 준다. 특히 종업시나 장시간 주차 전에는 반드시 충분히 드레인 방출을 한다.
- 브레이크 에어에 내포된 수분이 동결되어 릴레이 비상 밸브(이머전시 밸브)나 각종 컨트롤 밸브의 작동불량을 일으키거나, 에어 라인의 막힘으로 파열을 일으킬 수 있다.
- 한겨울로 들어서기 전의 일상 점검에서 드레인이 다량으로 나올 경우에는, 트랙터의 에어 드라이어의 점검 정비를 시급히 해 둘 것을 권한다.
- 브레이크 드럼 내에 수분이 들어 있는 상태에서 주차해 두면 동결로 돌아가지 않게 되어 견인불능이 되므로 주차시의 점검과 주차 장소에 주의한다.
- 릴레이 비상 밸브가 동결하면, 브레이크가 작동하지 않기 때문에 상당히 위험하다. 운전 전에 꼭 확인한다.

라. 타이어 사용 및 관리

(1) 안전하고 경제적인 타이어 사용 방법

- 항상 적정공기압을 유지할 것.
- 과하중을 피할 것.
- 과속을 피할 것.(고속 연속주행을 피할 것)
- 용도에 맞는 타이어를 선택 할 것.
- 주행 전에 타이어를 점검할 것.
- 정확한 휠 밸런스(wheel balance)를 유지할 것.
- 복륜 타이어의 위치교환을 합리적으로 할 것.

(2) 타이어 압력점검

o 타이어 에어 게이지로 타이어 공기압력을 측정하여 부족한 압축공기를 보충한다.

o 부적당한 타이어 공기압은 타이어 수명에 큰 영향을 미치며, 승차감이 덜어지고 심하면 과열되어 파열되는 원인이 된다.

타이어 규격	표준 타이어 공기압
11.00·16PR 12R 22.5-16PR 12r 24-18PR	7.5kg/cm² (105psi)

(3) 공기압과 타이어 수명

o 공기압이 부족한 상태에서 주행될 경우는 타이어 압축으로 인한 변형이 커져서 그 부분의 코드(cord)나 고무의 피로도가 촉진되므로 타이어 수명이 단축된다.

o 공기압이 과다할 경우는 코드(cord)에 미치는 장력 때문에 적은 충격에도 견디지 못해 충격 파열 현상으로 인하여 수명이 단축된다.

o 표준공기압의 80%의 공기압을 넣었을 때 타이어의 수명은 15% 정도 감소된다. 적정고기압으로 인한 타이어 관리비 20%를 절감할 수 있다. 신품 타이어는 2,000 ~ 3,000km 주행할 때까지 공기압 점검을 번번이 하여 적정공기압을 유지한다.

o 복륜 조립시의 내압차는 일반적으로 외측타이어 내압을 내측보다0.3~0.5kg/cm² 정도 높게 넣어 사용한다.

(4) 하중과 타이어 수명

o 규정과 하중시의 수명을 기준하여 50%의 과하중시 타이어 수명은 약 36%가 단축된다.

o 과하중 적재 주행은 타이어의 부분적 변형증가, 변형증가, 마모촉진, 발열로 인한 강도 저하와 내부압력의 상승으로 인한 안전도 강하를 가져온다.

o 잘못된 적재방법은 적하의 총 중량이 차량의 규정 최대 적재량 이상이고, 적하가 하대의 중심에 있지 않는 경우에는 한쪽 타이어에 과하중의 상태가 된다.

(5) 주행속도와 타이어 수명

o 주행속도의 증가는 타이어 온도 상승 및 원심력을 증가시켜 타이어의 수명을 단축시키는 요인이 된다.

o 속도 55kg/hr을 기준하여 트레드(tread) 마모 수명을 100이라 하면 80 km/h 속도에서의 타이어 수명은 60으로 감소된다.

o 타이어 주행시 위험온도인 약 120℃가 초과하면 타이어 수명을 단축시킨다.

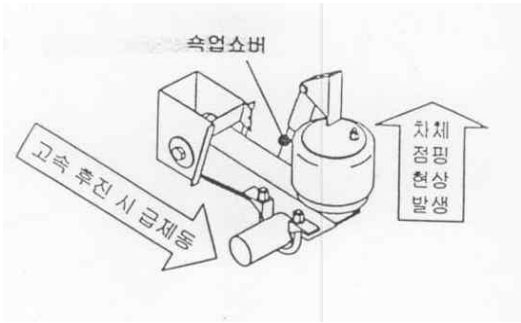
마. 공기식 현가장치 관리 요령

(1) 공차 시 후진 주의

o 주행 전에 현가장치 구성품인 에어백 내의 압축공기가 들어있는 가를 확인한다. 에어백에 압축공기가 없이 장시간 주행할 경우 에어백이 파손될 수 있다.

o 적용하고 있는 공기식 현가장치는 차량의 과도한 후진 주행 시 급제동에 의한 차체 점핑현상으로 쇽 업쇼버가 파손될 수 있는 구조로 후진속도를 25km/h로 제한하고 있다.

o 쇽 업쇼버가 파손될 경우 에어백에 영향을 미쳐 에어백 파손 시키므로 이를 준수하여야 한다.



(2) 에어백 관리

o 공기식 현가장치에 노면의 충격이나 진동의 흡수를 위해 장착된 에어백은 관리 소홀에 의해 수명이 단축될 수 있다. 에어백에 압축공기가 없는 상태로 장시간 운전하지 않아야 한다.

- 에어백 표면에 이물질이 묻지 않도록 하고, 이미 이물질이 붙어 있는 경우에는 즉시 세차를 하여 이를 제거한다. 세차 시에는 세제를 사용하지 말고, 일반 수돗물 만을 사용하여야 한다.
- 에어백의 압력은 정상 작동 시에 7kg/cm², 최대 8kg/cm² 이하에서 사용하여야 부품의 수명을 유지할 수 있다.

바. 제동장치의 관리 및 교정

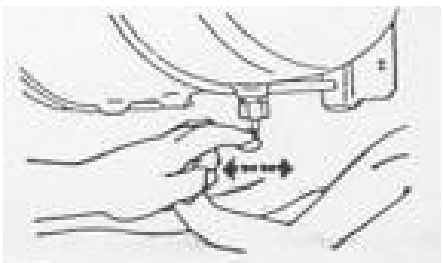
(1) 제동장치 관리

o 에어호스 커넥터 관리

- 트랙터 에어호스와 연결시 고무패킹에 흠집이 나지 않도록 한다. 연결 작업시 고무패킹 주위에 그리스를 조금 묻히고 작업하면 체결이 더욱 용이하다.

o 에어탱크 관리

- 공기 저장용 에어탱크 내에 생기는 물은 수시로 탱크 밑에 있는 드레인 밸브를 열어 물은 배출시킨다. 에어탱크 내의 물은 제동관련 부품의 수명을 단축시키며, 동절기에는 제동부품을 동결시키는 원인으로 상시적으로 이 작업을 수행한다.



<에어탱크 내의 물 배출>

(2) 제동장치 교정방법

o 제동장치는 자동차에 있어서 인명과 관계되는 장치이므로 운전 및 정비 작업 시 우선적으로 취급되어야 한다.

- 적절한 브레이크 작동을 위한 점검

■ 모든 결합부분은 손상과 흔들림 없게 한다.

■ 브레이크 챔버의 스트로크 : 30 ~ 45mm

■ 드럼과 라이닝의 간격 : 0.3 ~ 0.5mm 또는 슬랙 어저스터의 웜축을 완전히 조인 후 180°~ 240°로 환원한다.

o 브레이크 작동을 위한 교체 시기
- 라이닝 : 사용한도 8.5mm 또는 리벳의 머리위에서 1mm가 될 때
- 드럼 : 기준 내경에서의 +4mm 될 때
- 캠 로울러 : 접촉면 손상이 있을 때
- 슬랙 어저스터 : 노치 소리가 없거나 위엄축이 흔들릴 때
- 브레이크 캠샤프트 : 기준 한도에서 −0.7mm

(3) ABS 확인

o 트랙터의 ABS 케이블과 트레일러의 ABS 커넥터 연결시 트레일러의 커넥터 핀이 손상되지 않도록 주의하여 연결한다.
o 트랙터 시동 후 ABS 경고등이 들어와 있는지 확인해야 하며, 차량 출발후 10km/h 이상이 되면 ABS 경고등이 소등되는지 확인한다.
o 트레일러에 용접 작업 시 트랙터와 트레일러를 반드시 분리하고, 전기 커넥터를 빼낸다. 연결 상태에서 용접하는 경우에는 차량의 ABS 및 전기장치가 파손된다.

사. 이중 제동장치 사용법

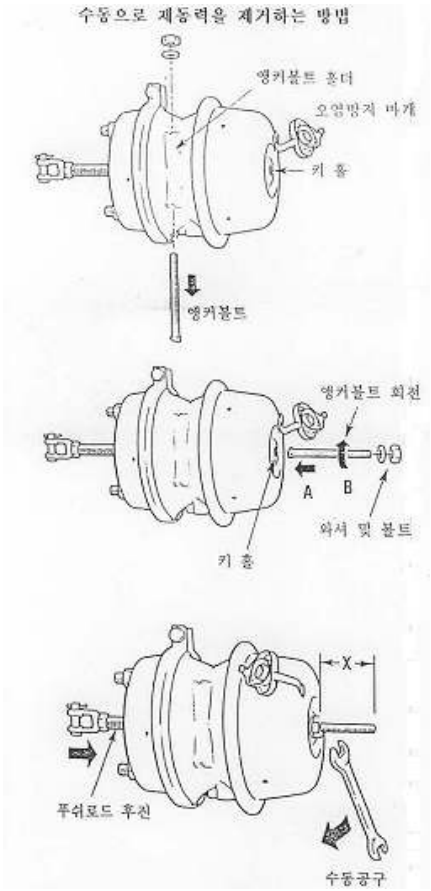
o 이중 제동장치는 장기간 주차 시 압력공기의 유출로 인하여 제동력이 풀릴 경우 후부에 부착된 강력한 압축 스프링의 힘에 의해 제동력이 발생되는 장치이다.

o 수동으로 이중 제동장치의 제동력을 제거하는 방법은 다음과 같다.

- 제동력 제거용 앵커볼트를 챔버 후부의 오염방지 마개를 빼내고 삽입한다.

- 제동력 제거용 앵커볼트를 좌측 그림과 같이 되도록 유지하면서 공구를 90° 회전하여 공구 끝단의 고리가 간막이판이 걸리게 한다.

- 앵커 볼트에 평와셔와 육각 너트를 체결한 후 그림의 X길이가 70mm 정도 되도록 육각 너트를 조인다. 만약 이때 브레이크 드럼이 회전하지 않으면 브레이크 드럼이 회전할 때 까지 육각 너트를 스패너로 계속 조인다.



4. DMT 트레일러의 점검 및 정비방법

o 트레일러를 안전하게 사용하시기 위해서는 점검, 정비를 게을리 해서는 안 된다. 자동차를 보유한 사람과 이것을 사용하는 사람은 법률이 정한대로 「운행 전 점검」과「정기 점검 정비」를 실시하지 않으면 안 된다. 정기 점검 정비의 결과를 기록부에 기입, 보관하는 것도 의무화 되어 있다.

가. 운행 전 점검 방법

o 트레일러를 언제라도 안전하고 쾌적하게 운행하시기 위해, 매일 1회 운행 개시 전에 운전하는 사람이 직접 실시한다. 특히, 고속주행을 할 때는 꼼꼼하게 점검한다.

(1) 트랙터와 트레일러 연결 전의 점검

① 전일의 이상한 것의 점검

- 전일 또는 전회의 운행에서 이상이 발견된 곳이 운행에 지장을 주지 않는 상태에서 수정되고 있는지 점검한다.

② 에어 커플링, 전선 커플링의 점검

- 커플링에 손상이 없는지, 접속부에 먼지나 더러움 등이 부착되어 있지 않은지를 점검한다.

③ 킹핀 및 킹핀 플레이트의 점검

- 자갈 등의 이물질이 부착되어 있지 않은지 점검한다.
- 킹핀 플레이트에 부식, 손상 등의 이상이 없는지 점검한다.

④ 랜딩 기어의 점검

- 조작핸들의 고속 저속의 교체, 저속으로의 조작 상태에 이상이 없는 지를 점검한다.

⑤ 주차 브레이크의 점검

- 컨트롤 밸브를 조작하여 작동, 해제가 정상적으로 행해지는 지를 점검한다.

⑥ 등화기, 방향지시기, 반사기 등의 점검

- 더러움, 손상을 점검하여 더러움을 제거하고, 렌즈 등이 깨져 있는 것은 교환한다.

⑦ 차체 각 부의 점검

- 차체에 이상이나 손상이 없는지 점검한다. 이상이 발견된 경우는 시급히 서비스 공장에서 수리한다. 각종 장치는 항상 정상적으로 작동하도록 점검 정비에 만전을 기한다.

(2) 트랙터와 트레일러 연결 후의 점검

① 연결 상태의 확인

- 연결 조작이 모두 바르고 확실하게 행해져 있는지 점검한다.
- 킹핀이 트랙터의 제5륜 커플러에 확실하게 연결되어, 커플러의 죠가 확실하게 잠겨 있는지 점검한다.
- 잠파 호스 및 잠파 케이블이 바르고 정확하게 접속되어 있는지 점검한다.
- 랜딩기어와 그 핸들의 격납이 확실하게 되어 있는지를 점검한다.

② 등화기, 방향지시기의 작용 점검

- 등화기, 방향지시기 모두 정상으로 점등, 점멸하는지 점검한다.

③ 에어 탱크의 드레인(응결수)의 제거

- 에어 탱크의 드레인콕 조작용 밸브를 열어 드레인을 배출한다. 에어 서스펜셔 차나 ABS 설치의 경우는 2개 이상의 에어 탱크가 장착되어 있으므로 모든 에어 탱크의 드레인을 배출한다.

④ 에어 샘(leak)의 점검

- 에어 배관의 이음매, 밸브류, 에어 탱크 등에서 에어가 새지 않는지 점검한다.
- 에어 서스펜션 차량의 경우는 상기 외에 에어백 등에서 에어가 새지 않는지 점검한다. 에어 샘 등으로 에어 압력이 저하하면 에어백이 찌부러지거나 주름이 생긴다.

⑤ 에어 서스펜션 차량의 해대 높이의 점검

- 하대의 높이가 이상하게 너무 높거나, 너무 낮거나 하지 않는지 점검한다.

⑥ 스프링 브레이크의 점검

- 주차 브레이크가 스프링 브레이크인 경우, 컨트롤 밸브를 조작하여 배기음이 정상인지 점검한다. 에어 탱크의 압력이 너무 낮으면 스프링 브레이크가 걸려 있다. 충분히 에어 압력을 높이고 나서 스프링 브레이크를 해제한다.

⑦ 에어 압력의 점검

- 브레이크 에어 압력의 상승 상태가 정상인지 점검한다.
- 브레이크 에어 압력이 규정치의 범위인지 운전실내의 압력계로 점검한다.

⑧ 브레이크 작동 상태의 점검

- 브레이크 페달을 밟아 에어 챔버가 신속하게 작동하는지, 브레이크 페달에서 발을 떼어 에어 챔버가 신속하게 되돌아가는지 점검한다.
- 동계 한냉지의 경우, 릴레이 비상 밸브가 동결하여 브레이크가 작동하지 않게 되는 일이 있어 상당히 위험하다. 온수 등으로 가열하여 작동시키고, 정비공장에서 분해정비와 동결방지 처치를 한다.

⑨ 브레이크 작동상태의 점검

- 브레이크 페달을 밟았다가 페달에서 발을 떼었을 때, 브레이크 밸브에서 배기음이 정상인지 점검한다.
- 조심스럽게 출발하여 안전한 장소로 5~10km/h로 주행, 브레이크의 기능 상태를 시험하되, 한쪽만 듣거나 삐걱거리는 소리 등 이상이 없는 지 점검한다.

⑩ 트랙터와 트레일러의 접속 상태의 점검

- 천천히 회전하여, 잠파 호스・잠파 케이블이 다른 부분에 걸쳐 있지 않는지 점검한다.

나. 주기점검 및 정비 방법

(1) 판 스프링식 현가장치

o 서스펜션 관련 상태가 좋지 않으면, 차량자세, 주행성능에 악영향을 미쳐 화물이나 차체를 손상시키거나, 심하면 사고나 주행 불능의 요인이 되므로, 정기적으로 점검하여 이상이 있으면 서비스 공장에서 수리한다.

- 리프 스프링에 도장이 떨어짐, 부식, 금이 감 등의 손상이 없는지 점검한다.
- 리프 스프링에 절손된 곳이 없는지 점검한다.
- 리프 스프링에 차체의 좌우 높이에 차이가 생기지 않았는지 점검한다.
- U볼트의 너트가 느슨한지 않은지 점검한다.
- 리프 스프링 끝에 마모 흔적이 없는지 점검한다.
- 이퀄라이저 끝에 손상이 없는지 점검한다.
- 이퀄라이저・토크암 로드 설치부에 느슨함, 손상이 없는지 점검한다.
- 토크암, 로드 조정부 조임 볼트에 느슨함, 손상이 없는지 점검한다.

① 토크암

- 주행 중 현가장치 방향에서 소임이 발행할 경우 및 차량이 비틀어져 따라오는 경우 휠 얼라인 토크암의 부싱의 마모로 생각할 수 있으며, 즉시 이를 확인하여 교환하여야 한다. 운행거리 따라 정기적으로 교환하여 준다. 마모가 심한 상태로 계속해서 주행할 경우 타이어 과대 마모가 발생하고, 차량 정렬이 불균형 해져 주행 시 사고를 일으킬 수 있다.

② U-볼트 조임

- 운행거리마다 정기적으로 점검 또는 조임 작업을 하여 준다. U-볼트가 풀린 상태로 주행할 경우 중대한 안전사고가 발생할 수 있으므로, 점검 주기별 조임 작업이 필요하다.
- 조임 규격 및 점검주기
  - 조임 규격 : 38~42kgf.m
  - 점검 주기 : 최초(1,000km 이내) 200km, 300km, 500km 마다
    이후 5,000km 마다

③ 쇽업쇼버

- 주행 승차감이 떨어진다고 느낄 때 해당부품의 육안점검이 필요하다. 또한 육안으로 이상이 없다고 하여도 부품의 성능이 저하되어 있을 수 있으므로, 교환 주기마다 교환이 필요하다.
- 규격 및 교환주기
  - 육안점검 이상 판단 : 쇽업쇼버 외부에 오일이 누유된 흔적이 있을 경우
    → 부품손상
  - 규 격 : 순정품
  - 교환주기 : 60,000km 또는 3년마다(수명은 주행조건에 따라 달라질 수 있다)

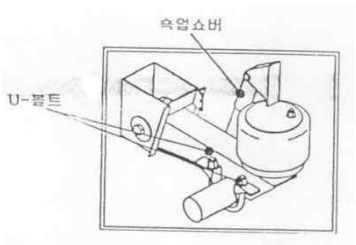
(2) 공기식 현가장치

① U-볼트 조임

- 운행거리마다 정기적으로 점검 또는 조임 작업을 하여 준다. U-볼트가 풀린 상태로 주행할 경우 중대한 안전사고가 발생할 수 있으므로점검 주기별 조임 작업이 필요하다.
- 조임 규격 및 점검주기
  - 조임 규격 : 50~55kgf.m
  - 점검 주기 : 최초(1,000km 이내) 200km, 300km, 500km 마다
    이후 5,000km 마다

② 쇽업쇼버

- 주행 승차감이 떨어진다고 느낄 때 해당부품의 육안점검이 필요하다. 또한 육안으로 이상이 없다고 하여도 부품의 성능이 저하되어 있을 수 있으므로, 교환 주기마다 교환이 필요하다.



- 규격 및 교환주기
  - 육안점검 이상 판다 : 쇽업쇼버 외부에 오일이 누유된 흔적이 있을 경우 → 부품손상
  - 규 격 : 순정품
  - 교환주기 : 60,000km 또는 3년마다(수명은 주행조건에 따라 달라질 수 있다)

③ 기타점검 및 조정

- 에어백이 파손 혹은 에어가 충전 부족인 경우는 차량 자세가 나빠져 주행시의 안정성도 나빠진다. 에어가 충분히 충전되어 있는지 점검한다. 에어백에 주름이 있는 경우에는 에어의 충전 부족이거나, 에어가 새고 있다고 생각할 수 있다.
- 에어백 상태의 점검
  - 에어백 외면에 손상이 없는지, 또 에어백 하부에 모래나 돌조각 등 이물질이 있는지 점검한다. 에어백에 손상이 있으면 파손의 원인이 된다. 또 작은 돌 등이 박혀 있으면 에어가 새는 원인이 된다.
- 에어 서스펜션 회로의 에어 샘 점검
  - 에어 배관의 이음매, 밸브류, 에어백 등에서 에어가 새고 있지는 않는 지 점검한다.
- 차량 자세의 점검
  - 단시간에 화물을 적재할 때, 일시적으로 하대가 내려갔다가 수 분후에 빈 차 상태와 거의 같은 높이로 되돌아오는지 점검한다. 빈 차 상태와 거의 같은 높이로 되돌아오지 않는 경우에는 높이조절 밸브 또는 에어백 등의 고장을 생각할 수 있다.

④ 공기식 현가장치 사용상 주의점

- 사용상 주의사항
  - 에어 스프링에 압력이 없을 때 차량을 운전하지 않는다.
  - 높이 조절 밸브는 설치된 것 이상으로 조정하여 사용하지 않는다.
    (규정 15인치, 381mm)
  - 그리스나 윤활유를 주유하지 않는다.
  - 장기간 주차 또는 적재상태에서 랜딩기어에 의해 지지할 때 에어 스프링의 에어를 빼어 주차한다.(에어 스프링 내부의 범퍼에 닿도록)

- 사용 전 점검사항
  - U볼트, 쇼바 볼트와 같은 볼트의 조임 상태를 점검한다.
  - 모든 용접 상태를 점검한다.(행가, 로드빔, 액슬 접합부, 쇼바 브라켓, 행가볼트)
  - 쇽업쇼버의 상태를 점검한다.
  - 에어스프링 상태를 점검한다.
  - 에어 배선을 점검한다.
  - 높이를 점검한다.(규정 15인치, 381mm)

(3) 브레이크 장치

① 브레이크 라이닝 점검

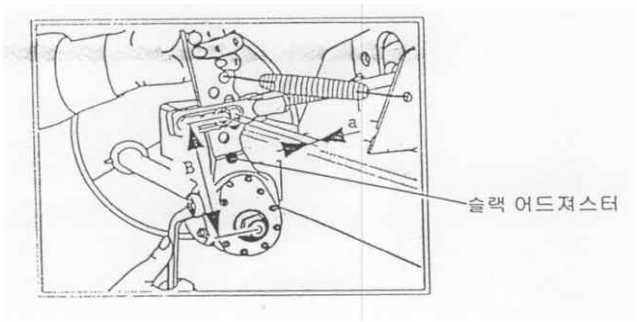
- 브레이크 라이닝 마모하여 드럼과의 간격이 넓어지면 브레이크 효과가 대단히 저하하므로 정기적(매12,000km)으로 간격과 라이닝 마모상태를 점검한다.
- 브레이크 라이닝(BRAKE LINING)의 마모상태를 하기 요령으로 점검하여 마모, 과열에 따른 변질된 라이닝은 교환한다.
- 라이닝의 사용 한도는 라이닝의 마모 표시선에 따란 판단한다.

구 분	라이닝 두께
표 준 규 격	18mm
사 용 한 도	6.5mm

- 점검주기 : 수시 또는 매1주마다
- 라이닝의 마모 확인 방법
- 드럼(DRUM)의 내측에 있는 먼지막이(DUST COVER)(상,하)를 제거하고 확인 또는 먼지막이에 부착되어 있는 고무마개(RUBBER PLUG)를 빼고 확인한다.

② 브레이크 유격의 점검과 조정

- 슬랙 어드져스터를 손으로 스프링 방향과 반대로 당긴다. 유격이 35mm이상이면 슬랙 어드져서터를 조정해야 한다. 그림과 같이 슬랙 어드져스터의 조정너트를 조정할 수 있다.
- 유격 “a”는 “B”와 연결된 브레이크 레버 길이의 10~12%로 조정한다. 즉, 레버의 길이가 150mm이면 유격은 15~18mm가 된다.



- 점검 및 판단
  - 상기의 작업방식에 EK라 초기 설정한 값보다 많아 질 경우 재차 작업을 정상 라이닝 유격을 유지한다.
- 점검주기 : 수시 또는 매1주마다

⚠ 주의
· 상기 2가지 방법 모두 확인한 후에는 필히 확인시의 역순으로 재조립하여 준다. 미 조립시는 이물질 등이 드럼과 라이닝 사이에 들어가서 라이닝의 이상 마모를 초래하다.

(4) 액슬(AXLE)점검 및 관리

① 액슬 베어링 너트(ALXE BEARING NUT)취부 및 조정 요령

- 차량을 잭(JACK)으로 든 상태에서 조정하여 준다.
- 허브와 드럼(HUB & DRUM)의 좌우 흔들림이 없도록 베어링 인너 너트(BEARING INNER NUT)를 13.8kgf.m의 토크(TORQUE)로 조인 후 너트를 완전히 풀고, 다시 7kgf.m 토크(TORQUE)로 조여 준다. 그 후, 다시 반대방향으로 1/4 ~ 1/6 정도 풀어 준다.
- 드럼을 회전 시켜서 가볍게 회전 하는가를 확인하여 준다. 이때, 드럼의 회전력은 4~8kg 이내일 것(허브 볼트와 직각 방향)

⚠ 주의
· 베어링 너트(BEARING NUT)는 필히 규정 토크(TORQUE)로 체결하여 준다.(전문 정비공장 외에는 절대 작업하지 않는다) 규정치 이상으로 체결시에는 주행 중 이상 발열이 발생되며, 규정치 이하로 체결 시에는 베어링의 흔들림 발생으로 수명 저하의 원인이 된다. 또한 드럼 과열에 의한 타이어 파손으로 차량사고의 원인이 된다.

② 그리스 주입

- 베어링(BEARING)과 허브(HUB)내에 약 325g, 허브캡(HUB CAP) 내에 150g 정도의 그리스(GREASE)를 충만시켜 준다.

⚠ 주의
· 베어링과 씰(Seal)은 디젤유 등을 사용하여 이 물질 제거 후 재사용 가능한 지 확인 후 조립한다. 베어링의 손상은 액슬 드럼부 과열의 원인이 된다.

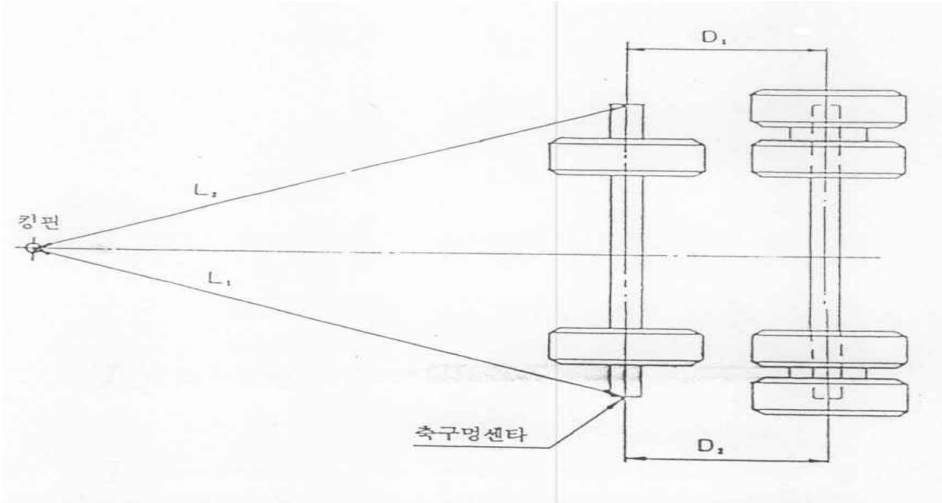
(5) 액슬 교정방법

o 트레일러와 트랙터의 연결은 킹핀을 기준으로 이루어지는 액슬교정 작업은 킹핀 센터를 기준으로 작업한다. 킹핀에 고리를 걸어서 액슬의 양쪽 끝 부분의 축구멍 까지의 거리 L_1,L_2 축간거리 D_1, D_2를 측정하여 다음 식에 대입하여 절대값을 구한다.

$$|L_1 - L_2| \leq 3 \quad |D_1 - D_2| \leq 1.5$$

o 만일 측정값이 규정치를 초과하면 조정시 토크 아암의 록크 너트를 풀고 아암을 돌려서 조절한 후 록크 너트로서 고정한다.

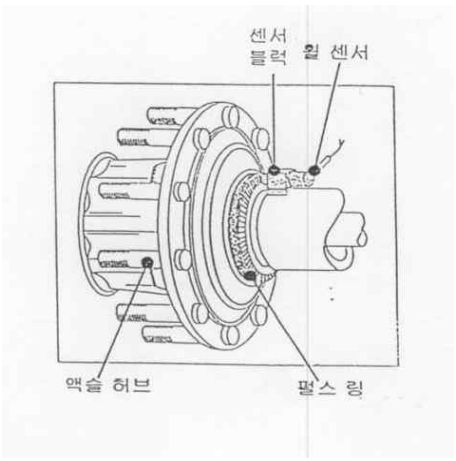
o 록크 너트의 조임 상태를 수시로 점검함으로서 액슬을 바른 상태로 유지하여 타이어의 마모 방지와 연료절약을 할 수 있으며 차량수명을 연장할 수 있다.



(6) ABS 브레이크 장치

① 휠 센서 간극 점검 및 조정

- 트레일러용 ABS 센서는 장시간 주행시 센서간극이 넓어져 ABS 기능을 상실 시킬 수 있다. 이를 예방하기 위해서는 브레이크 라이닝 점검 또는 교환시와 액슬 허브부분의 분해 수리 작업시 휠 센서 간극 조정 및 이물질 제거작업을 한다.
- 휠 센서 간극 조정 및 이물질 제거
  - 휠 센서를 분리하여 마른 도포로 이물질을 제거 한다.
  - 펄스 링은 액슬 허브를 돌리면서 마른 도포로 이물질을 제거 한다.
  - 휠 센서를 센서 블록에 끼운 후 고무망치 등을 이용하여 휠 센서 후면을 타격하여 휠 센서가 완전히 삽입되도록 한다.
  - 휠 센서 삽입 후 액슬 허브를 회전시켜 휠 센서의 간극이 적정한지 판단한다.



- 점검 및 판단
  - 점검주기 : 매 6개월 또는 라이닝 교환 시.
  - 휠 센서 간극 : 0.1 ~ 0.2mm (펄스 링과 휠 센서 사이)

② 경고등 점검 및 확인

- 적색 경고등(트랙터)
  - 견인차의 운전석 콘솔에 있는 적생 경고등은 ABS가 이그니션 스위치에 의해 전원 공급시에만 ISO 7638(혹은 ISO 3731-24S) 전원 케이블로 부터 작동된다.
  - 전원 공급이 ISO 7638 커넥터 혹은 ISO 3731(24S)에 의해 이루어지면, 시스템 상태는 견인차에 있는 적색 경고등이 표시된다.
- 작동확인
  - 시스템에 파워가 공급되면 경고등은 시스템에 이상이 없음을 보여줄 수 있도록 다음의 주기로 작동하여야 한다.
    - •ON(2.5초 동안) : 적생 경고등 점등, 시스템 자체 확인.
    - •OFF(1초 동안) : 시스템 자체 확인 완료. 센서 확인 준비.
    - •ON(움직일때 까지) : 센서 작동 여부 확인을 위하여 차량의 속도가 10km/h 이상 일 때까지 시스템 대기.
    - •OFF : 차량의 속도가 10km/h 이상이 되면 적색 경고등이 소등, 전자시스템 확인 완료.
  - 차체 확인 중에 시스템은 모듈레이터 솔레노이드를 한번 작동 시킨다. 모듈라 1에서는 모듈레이터에서 한번 배기되는 소리를 들을 수 있다(레드 채널).
  - 상기 확인에 대한 결과가 올바르지 않는 경우 DDU 나 info Centre를 이용하여 진단한다.

(7) 타이어의 점검 및 정비

① 타이어 점검

- 마모의 점검
  - 타이어 접지면에 이상한 마모가 없는지 점검한다.
  - 타이어의 홈 깊이가 사용한도까지 닳아 있지 않은지 점검한다. 남은 홈 깊이의 사용 한도는 일반 주행시 1.6mm 이다.
- 균형, 손상의 점검
  - 타이어의 접지면이나 측면에 균열이나 뜯겨짐 등의 손상이 없는지 점검한다.
- 금속조각, 돌 등이 박혔는지의 점검
  - 타이어의 접지면이나 홈에 못 등의 금속 조각이나 돌 등의 이물질이 박혀 있거나 들어차 있지 않은지 점검하여, 이물질이 있는 경우는 제거한다.
- 스페어 타이어의 점검
  - 스페어 타이어를 강하게 눌러 설치가 확실한지 점검한다.
  - 헐거움이 있는 경우에는 타이어 캐리어를 핸들로 강하게 조여 올려 준다.
  - 스페어 타이어의 공기압은 표준공기압보다 약간 높게 조정한다.
  - 차륜의 정비 불량으로 인한 이상 마모

•이상 마모를 일으킨다.

•이상 마모 형상과 관련된 정지불량 개소

② 타이어 교환

– 타이어 탈거시

▸주차 브레이크를 당기고, 교환할 타이어의 대각선 방향에 있는 타이어 밑에 고임목을 설치한다.

▸교환 타이어 차축의 판 스프링 시트 밑 부분에 잭을 설치한다.

▸휠 너트를 풀고 타이어를 탈거한다.

– 타이어 장착 시

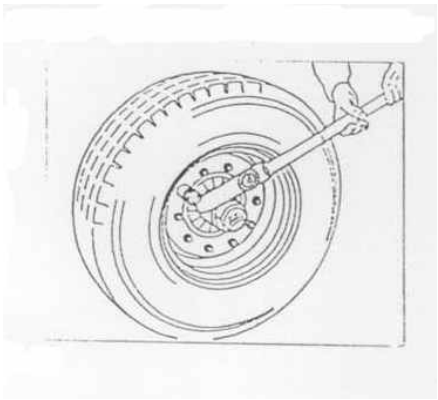
▸휠 볼트, 너트 및 디스크 휠 장착 표면을 깨끗이 닦아 낸다.

▸타이어 공기밸브가 브레이크 드럼의 노치에 오도록 한다.

▸디스크 휠의 볼트 구멍에 허브 볼트가 오도록 하여 타이어를 끼우고, 임시로 휠 너트를 조인다.

▸차축보다 낮게 대각선으로 균일하게 60~65kgf.m 토크로 체결한다.

▸내측타이어 공기밸브와 외측타이어의 공기밸브 위치가 마주보게 되도록 외측 타이어를 장착한다.



– 휠 너트 재조립

▸타이어를 탈거 및 교환 장착시에는 반드시 50km 정도 주행 후, 휠 너트를 재조립하여 준다.

▸휠 너트의 풀림 여부를 점검하여 필요시 규정 토크로 조이고, 공기압을 점검한다. (규정값:60~65 Kgf.m)

▸휠 너트 체결은 대각선 방향으로 2~3회 나누어 체결한다.

– 타이어의 위치교환을 하지 않으면

▸바퀴마다 타이어의 마모도가 다르다.

▸불균형한 마모가 일어난다.

▸복륜 중 한 개의 타이어에만 과하중이 걸려 복륜이 불균형으로 이루게 된다.

– 타이어 위치교환을 실시하면

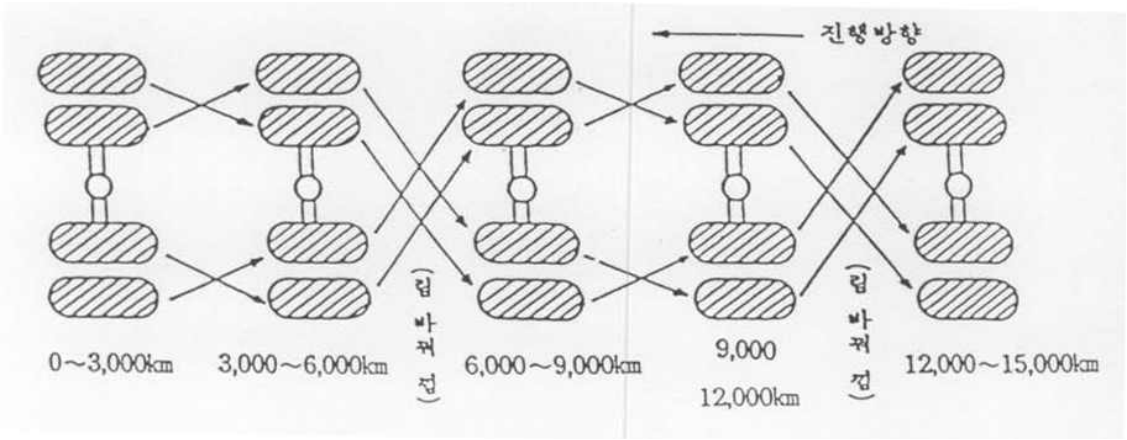
▸마모비도 최소로 유지되고

▸한 개에만 과하중이 걸릴 염려가 거의 없게 되어 경제적이다.

※ 합리적인 복륜 타이어 위치 교환

· 일반적으로 전륜은 전륜끼리, 후륜은 후륜끼리 다음 그림과 같은 요령으로 3,000~5,000km 마다 위치를 교환하고 림에서 타이어를 빼서 안팎을 바꿔 위치 교환하는 일을 병용하여 순차적으로 행하는 것이 좋다.

· 이와 같은 방법으로 완전히 위치 교환한 타이어 수명은 그 위치를 고정시킨 타이어 수명보다 약 20% 더 길어진다.



(8) 에어 배관 점검과 정비

① 에어 샘의 점검과 정비

– 에어가 새면 브레이크의 성능에 영향을 미치므로 점검, 정비에 힘써 준다.

– 정기 교환부품은 정규 교환시기에 반드시 교환한다.

② 릴레이 비상(이머전시) 밸브의 분해 점검 정비

– 12개월마다 전문 정비공장에서 실시한다.

(9) 랜딩 기어의 점검

o 12개월마다 작동 상태를 점검하여, 작동 상태가 나쁜 경우에는 정비 공장에서 분해하여 정비한다.

o 12개월마다 설치부의 느슨함을 점검하여, 느슨함이 있는 것은 더욱 조여 준다.

o 랜딩기어 핸들을 분리 운행시에는 기어가 풀릴 수 있으므로, 분리해서는 안 된다.

(10) 킹핀 및 킹핀 플레이트 점검

o 12개월마다 마모, 부식 및 손상을 점검하여, 이상이 있는 것은 서비스 공장에서 수리한다.

(11) 차체의 점검

o 차체 각부를 점검하여, 손상이나 이상이 확인되면 시급히 서비스 공장에서 수리한다.

o 각종 장치는 항상 정상으로 작동하도록 점검 정비에 힘써 준다.

(12) 차량 그리스 주유

① 급유방법

- 각 부품은 급유를 하기 전에 먼저 디젤유 등을 사용하여 더러움을 제거하고 건조시켜 준다. 단 가솔린은 절대 사용해서는 안 된다.
- 그리스 니플류 등도 깨끗이 청소하여 준다.
- 그리스를 빼는 구멍이 있는 부분의 급유는 폐유가 밖으로 빠져나올 때까지 새로운 그리스를 주유한다.
- 취급상 그리스의 유막을 엷게 칠해놓지 않으면 안될 곳은 새로 칠하기 전에 표면을 청소하여 준다.

② 급유부분

- 액슬의 브레이크 앵커핀, 캠샤프트, 슬랙어저스터.
  - ▸사용 그리스 : 일반 그리스 NO.1
  - ▸급유 시기 : 매월 또는 1,600km 주행시
- 액슬의 휠 베어링
  - ▸사용 그리스 : 일반 그리스 NO.2
  - ▸급유 시기 : 6개월 또는 10,000km 주행시
- 랜딩기어의 기어박스, S캠샤프트의 회전부
  - ▸사용 오일 : 엔진 SAE No.30
  - ▸급유 시기 : 5개월 또는 10,000km 주행시
- 덤프 트레일러 실린더, 리어 샤프트
  - ▸사용 그리스 : 일반 그리스 NO.1

▸급유 시기 : 매월 또는 1,600km 주행시

⚠ 주의
· 정량을 초과하는 급유는 브레이크 라이닝과 드럼에 급유가 되어 브레이크 효율의 감소와 라이닝을 손상시키는 원인이 된다. · 윤활유의 소모와 기계의 파손을 방지하기 위하여 5개월 또는 10,000km 주행시 급유하고 최대 84,000km 주행하고 보관시 6개월마다 급유하여야 한다.

(13) 각 볼트의 토크 및 주의사항

o 다음 사항은 나사 부분이 깨끗하며 마른 상태일 경우이고, 나사에 기름이 묻어 있거나 나사가 밀폐된 경우에는 토크를 아래보다 약간 적게 하여도 된다.

명 칭	적정 토크
㉮ 허브 볼트(Hub BOLT)	55~65kg·m
㉯ 고정식 토크암 볼트(Non Adjustable Torque Arm Bolt)	6~7kg·m
㉰ 조정식 토크암 볼트(Adjustable Torque Arm Bolt)	6~7kg·m
㉱ 행가 볼트(Hanger Bolt)	48.5~52kg·m
㉲ 세븐웨이 콘넥터 볼트(7-Way Connector Bolt)	5~6kg·m
㉳ 그래드 핸드 마운팅 볼트(Glad Hand Mtg.Bolt)	4~5kg·m
㉴ 바이스클 범퍼 볼트(Bicycle Bumper Bolt)	6~7kg·m
㉵ 스프레쉬 가이드 마우팅 볼트(Splash Guard Mtg.Bolt)	6~7kg·m
㉶ 랜딩기어 마운팅 볼트(Landing Gear Mtg.Bolt)	12~15kg·m

o 서스펜션부품과 액슬 등 동적인 부분의 볼트는 1개월 또는 5,000km 주행할 때 마다 점검하여 위의 표 값을 토크대로 조여 준다.

o 기타 각 부분의 볼트들은 3개월 또는 15,000km 주행한 때마다 점검하여 적절한 토크 상태를 유지해야 하다. 단, 차량 제작 후 첫 운행시에는 약 400km 주행 후 모든 볼트 등의 토크를 다시 위의 적정 토크까지 조여야 한다.

※ 주의 : IMPACT TOOL로 너트를 조일 때는 너트 길이의 절반 이상을 손으로 BOLT에 체결한 후 IMPACT TOOL로 결합하여야 한다. 그렇지 않을 경우 BOLT 및 NUT의 나사선에 손상이 일어나기 쉽다.

다. 정기 교환 부품

o 차량의 안정성을 보다 높게 유지하기 위해 중요한 부품을 정기적으로 교환해 준다.

- 6개월마다의 교환 부품 : 트레일러의 오일필터, 에어필터
- 1년마다의 교환 부품

  ▸브레이크 챔버의 고무격막, 에어 커플링의 패킹, 허브 베어링의 오일 실, 고무 부 품 (O링, 패킹)

  ▸릴레이 이머전시 밸브. 에어 브레이크계의 밸브류, 에어 서스펜션용 밸브류

  ▸덤프 트레일러의 유압유
- 2년마다의 교환 부품 : 브레이크호스, 이퀄라이저
- 3년마다의 교환 부품 : 에어 서스펜션용 쇽업쇼버(에어서스펜션 장착차량)

라. 고장원인 및 처리법

(1) 제동장치

기능 장애	원 인	처 리 법
브레이크가 작동 되어 안 풀릴 경우	① 비상릴레이 밸브가 열린 상태일 때	-트레일러가 연결되었을 때 트레일러의 제동 장치의 압력을 조정한다 -트레일러가 연결되지 않았을 때, 에어탱크의 밸브를 열어 공기 뺀다.
	② 트랙터에 에어호스가 제대로 연결되지 않았을 때	-호스를 다시 정확히 연결시킨다
	③ 트랙터의 제동장치가 밸브가 열린 상태일 때	-열린 상태로 브레이크밸브의 공기를 뺀다
	④ 트랙터 및 섀시의 모든 에어호스에 이상이 있을 때	-모든 에어호스를 점검한다
	⑤ 트래턱의 밸브가 잠겼을 때	-밸브를 개방한다
	⑥ 브레이크슈의 압력 스프링이 약해지거나 절단 됐을 때	-스프링을 교체한다
브레이크가 약하거나 듣지 않을 경우	① 트랙터의 밸브가 잠겼을때	-밸브를 개방한다
	② 트랙터와 섀시의 그래드 핸들가 제대로 연결되지 않았을 때	-그랜드핸드를 정확히 연결한다
	③ 섀시의 에어탱크 밸브가 열렸을 때	-밸브를 잠금다
	④ 공기압이 약할 때	-트랙터의 압력게이지를 검사한다 -에어유출을 검사한다 -에어 라인이 막혔나 검사한다
	⑤ 비상릴레이 밸브가 결함이 있을 때	-계속 사용여부를 검사한다
	⑥ 에어필터가 막혔을 때	-필터를 깨끗이 닦아낸다
	⑦ 브레이크라이닝에 그리스가 묻었을 때	-가능하면 슈의 기름을 깨끗이 제거하고 그렇지 못할 경우 라이닝을 교환한다
	⑧ 브레이크라이닝이 마모 됐을 때	-라이닝을 조절한다
	⑨ 브레이크라이닝이 너무 마모 됐을 때	-브레이크라이닝을 교환한다
	⑩ 챔버에 결함이 생겼을 때	-계속 사용여부를 검사한다 -계속 사용이 불가능할 경우 교체한다
브레이크가 천천히 작동할 경우	① 공기압이 약할 때	-트랙터 압력게이지를 검사한다 -에어 유출을 검사한다 -에어 라인이 막혔나 검사한다
	② 호스 안에서 부하를 받을 때	-호스 외부에 흠이 있나, 휘었나 검사한다
	③ 에어 필터가 막혔을 때	-필터를 깨끗이 닦아낸다
	④ 릴레이 밸브에 결함이 생겼을 때	-릴레이 밸브를 교체한다
	⑤ 브레이크슈의압력 스프링이 약해지거나 절단 됐을 때	-스프링을 교체한다
	⑥ 챔버에 결함이 생겼을 때	-계속 사용여부를 검사한다 -계속 사용이 불가할 경우 교체한다

기능 장애	원 인	처 리 법
브레이크가 작동이 안 될 경우	① 에어 탱크에 물이 고였을 때	-탱크와 릴레이 밸브의 물을 제거한다
	② 제동장치가 조절되어 있이 않을 때	-제동장치를 조절한다
	③ 브레이크 라이닝에 그리스가 묻었을 때	-만약 흠이 생겼을 경우 브레이크 슈와 오일씰을 교환한다
	④ 휠베어링이 마모 됐을 때	-베어링을 교환한다
	⑤ 브레이크 드럼에 금이가거나 손상 되었을 때	-드럼을 교환한다
	⑥ 브레이크 라이닝이 마모됐을 때	-브레이크 라이닝을 교환한다
브레이크가 끌리고 브레이크 드럼이 과열 되었을 경우	① 브레이크 조정이 안 되었을 때	-제동장치를 조절한다
	② 브레이크슈의 압력 스프링이 약해지거나 절단 됐을 때	-스프림을 교환한다
	③ 브레이크 드럼이 타원형으로 마모 됐을 때	-드럼을 교환한다
트랙터 계기판에 ABS 경고등 점등	① 트랙터의 ABS연결 휴즈 나감	-휴즈 교체
	② ABS 밸브(모듈레이터) 불량	-트랙터 시동을 다시 켤때 밸브에서 소리가(딸깍) 나지 않으면 교체
	③ 트랙터와 트레일러사이 연결잭 접속불량	-결합상태에서 상·하 또는 좌·우로 흔들어 본후 상태 점검
	④ 각 부솜품 연결 불량	-육안검사로 확인 후 경고등 점등시 폐사로 문의
	⑤ ABS 액슬의 센서 간극 불량	-센서간극 조정(0.1~0.2mm)

(2) 전기장치

기능 장애	원 인	처 리 법
모든 램프의 고장인 경우	① 트랙터 혹은 섀시의 접지 불량일 때	-연결부를 빼고 다시 꼭 연결 시킨다
	② 트랙터의 라이트 스위치가 접촉 불량일 때	-라이트의 스위치를 점거하고 다시 끼운다
	③ 트랙터로부터 전류가 흐르지 않을 때	-트랙터의 휴즈나 전기배선을 검사한다
	④ 전기 배선에 결함이 생겼을 때	-전기 배선을 검사한다
	⑤ 접지가 잘 되지 않거나 떨어 졌을 때	-접지를 잘 시킨다 -계속 사용여부를 검사한다

기능 장애	원 인	처 리 법
일부 램프의 고장인 경우	① 램프가 탓을 때	-램프를 교환한다
	② 전기선이 단절 되었을 때	-전기 배선을 검사하고 이상이 없을 때, 콘넥터를 연결시킨다
	③ 라이트 전체에 손상이 있을 때	-라이트를 교체한다
	④ 램프 소켓에 먼지가 있거나 부식되었을 때	-램프를 깨끗이하고 먼지를 제거 한다
	⑤ 라이트에 접지(어스)가 안 되었을 때	-접지선을 바꾸거나 접지나 잘 되도록 죄여준다
트랙터의 라이트는 작동되고 섀시의 라이트는 작동 안 될 경우	① 트랙터의 전기 배선은 완전하나 (7-WAY) 콘넥터에서 접촉 불량일 때	-(7-WAY)콘넥터를 뺐다 다시 끼운다
	② 섀시에서 접지가 안 되었거나 불량일 때	-접지가 잘되게 하거나 교체한다
	③ 전기 배선에 결함이 있을 때	-전기 배선을 검사한다
	④ 터미널의 접촉불량 또는 오물이 끼었을 때	-깨끗이 청소하고 잘 끼워 맞춘다
	⑤ 접지 불량일 때	-접지를 깨끗이 하고 접촉시킨다

(3) 랜딩기어

기능 장애	원 인	처 리 법
크랭크 핸들을 돌리기 어려울 경우	① 그리스가 부족하거나 제그리스를 쓰지 않을 때	-기어박스안과 다리의 나선 부분에 제그리스를 주입하고 만약 제그리스를 쓰지 않았을 경우 바꾼다
	② 다리가 충격에 의해서 구부러 졌을 때	-안쪽다리와 바깥쪽 다리를 잘 조정하여 맞추고 안 맞을 경우 다리를 교환 한다
	③ 축이 구부러졌을 때	-축을 똑바로 잡는다
	④ 베어링 및 기어가 못쓰게 되었을 때	-랜딩기어를 해체하고 못쓰게 된 베어링 및 기어를 교환한다
	⑤ 축 연결 볼트가 구부러졌을 때	-볼트를 교환한다 -축에 연결이 잘 안되었을 때 발생하며 작업을 정확히 해야 한다

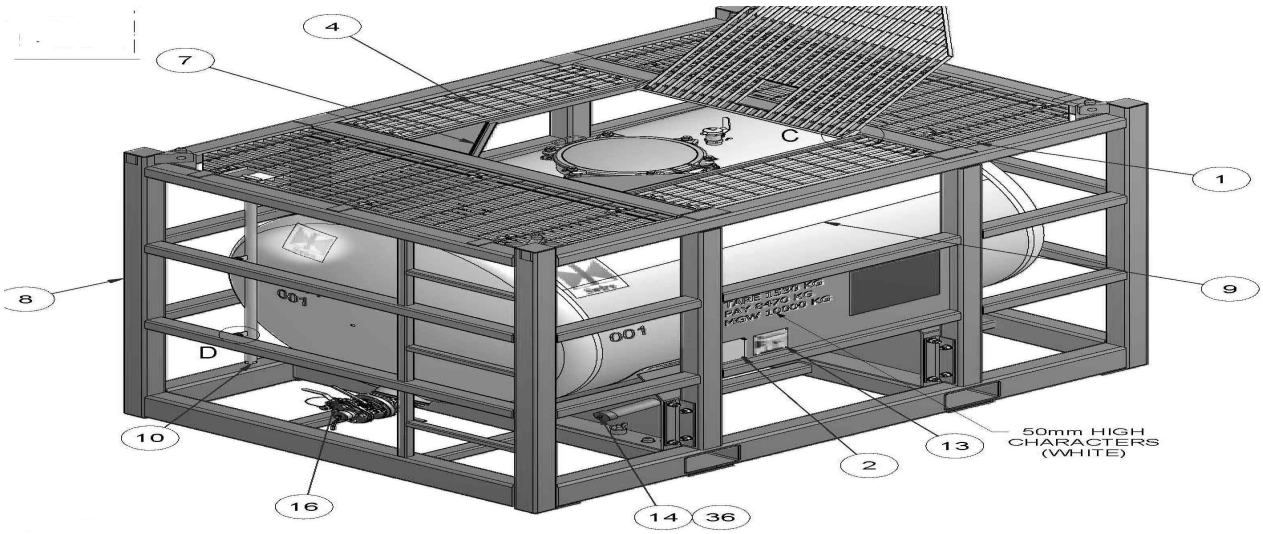
제 3 장 최종 연구성과 및 적용실적

제 1 절 실용화 추진을 위한 시연사업 추진 및 결과

1. LNG 탱크컨테이너 백령도 시연사업

가. 복합운송용 다목적 LNG 탱크컨테이너 적용성 검토

(1) 복합운송용 다목적 LNG 탱크컨테이너 개요



<복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너 도식도(개념도)>

o 육로와 철도 운송이 가능하도록 개발

o LNG의 상하차 시 응력을 견딜 수 있도록 안정적인 컨테이너 개발

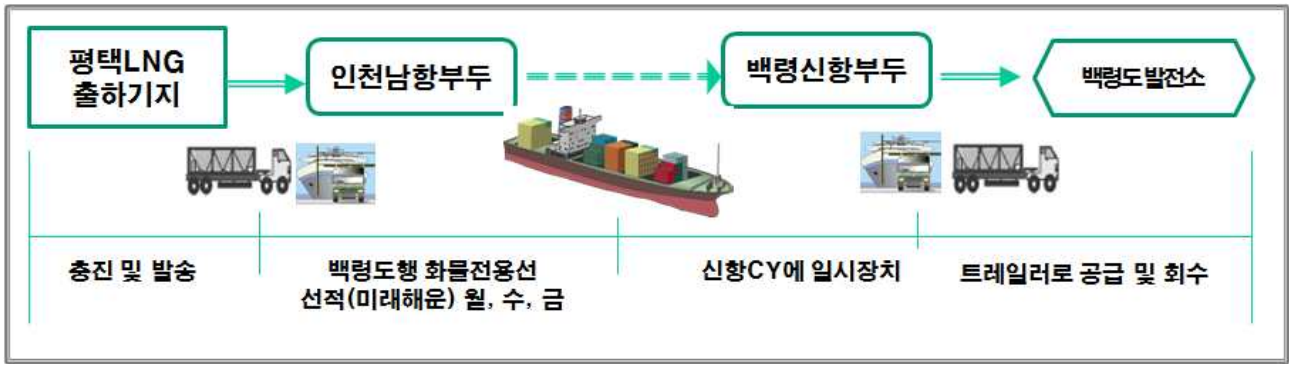
o 저장겸용을 위한 컨테이너 고정장치 설계

o LPG운송 전용차량만이 아닌 일반차량으로도 운반이 가능하도록 설계

o 복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너 기대 효과

- 에너지 소외지역인 도서 · 산간지역에 LNG 보급형 컨테이너를 통해 기존에 사용하던 화석에너지 보다 더 환경친화적 에너지인 LNG 사용으로 자원 절약 및 이산화탄소 발생 감소 실천
- 도로운송에 의존하던 LNG 수송을 철도운송 및 해상운송으로 전환시켜 친환경 녹색 수송을 통한 온실가스 감축에 기여, 향후 탄소배출권 거래시장에 진출가능
- LNG 운송용 탱크로리의 운송 한계성을 극복
- 운송과 저장 기능을 동시에 갖는 용기 개발로 차별성 확보 및 액화천연가스 공급 활성화
- 새로운 에너지 시장 창출, 컨테이너화차 위주의 수송으로 화차 운용률 향상
- 경유에서 LNG로 변경 시 질소산화물은 약 92%로 감소, 황산화물과 분진은 약 100%감소, CO2는 약 23% 감소 효과가 발생

(2) 복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너 사업모델 적용성 검토



<LNG 컨테이너 해상시연사업 운송 프로세스>

o 복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너 해상시연운송 중 DMT 수송시스템은 셔틀운송에 적용성 검토 실시

o 복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너는 위험물을 취급하므로 지게차로는 환적 시 위험하므로 수평이송이 가능한 DMT 수송시스템을 이용하는 것이 안전함

o 복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너의 DMT 수송시스템을 적용한 사전 테스트를 DMT 테스트베드에서 2013년 3월에 실시하였음
- DMT 수송시스템을 이용하여 환적 및 운송하는데 문제가 없었으며, 향후 해상시연운송 구간인 백령도 시범운송에 적합한 것으로 나타남

나. DMT 트레일러를 적용한 백령도 시연사업

(1) 시연사업 개요

o 기간 : 2013년 3월 ~ 2013년 6월 (총 4개월)

o 적용거점 : 한국가스공사 평택생산본부 → 백령도 발전소

o 참여기관 : 한국가스공사, 한국가스기술공사, 유엔에스, 범창종합기술 (총 4개 기관)

o 시연사업 세부 실행 단계

구분	세부내역	참여기관	참여기간
준비 단계	■ 시연사업을 위한 시설물 준비 -DMT 컨테이너 거치대 발전소 내 설치 -DMT 트레일러 준비	범창종합기술 한국가스기술공사	2013.03~2013.05 (3개월)
	■ 육상 및 해상 운송 준비 -평택 ~ 백령도 간 트레일러 운송	범창종합기술	2013.03~2013.05 (3개월)
실행 단계	■ 백령도 시연사업 -LNG탱크컨테이너 DMT 트레일러 적용 백령도 시연사업 (평택생산기지 → 백령도 발전소)	한국가스공사 한국가스기술공사 유엔에스 범창종합기술	2013.06~2013.06 (1개월)

(2) 시연사업 사전 준비

o DMT 트레일러 적용성 검토를 위한 사전 검토

- DMT 트레일러 적용성 검토를 위한 사전 시연 개요

• 복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너 해상시연운송에 DMT 수송시스템을 적용하기 위한 사전 상하역 테스트를 양산 DMT 테스트베드에서 한국가스공사, 유엔에스, 범창종합기술이 참여하여 3일간 실시

시연 일자	2013. 03. 11. ~ 2013. 03. 13.
시연 장소	DMT 테스트베드(경남 양산 소재)
시연 목적	LNG탱크컨테이너의 DMT 트레일러 적용 검토를 위한 사전 시연
참석 기관	한국가스공사, 유엔에스, 범창종합기술
시연 결과	양호
시연 세부내역	■ 1일차 (3/11) – DMT 테스트베드 → 유엔에스 → DMT 테스트베드 – LNG탱크컨테이너 제작업체인 유엔에스에서 DMT 트레일러에 LNG탱크 컨테이너(no gas) 상역 ■ 2일차 (3/12) – DMT 테스트베드 – DMT 트레일러 ↔ 컨테이너 거치대간 환적 시연 – 시연 결과 양호 – DMT 트레일러를 적용하기 위해서 백령도 발전소 내 컨테이너 거치대 설치 위치 등 적용현장 조건 사전 확인을 위하여 백령도 발전소 사전답사가 필요함 ■ 3일차 (3/13) – DMT 테스트베드 → 유엔에스 → DMT 테스트베드 – 유엔에스에 LNG탱크컨테이너 반납

o DMT 트레일러 적용성 검토를 위한 사전 시연회 사진










(3) 백령도 발전소 내 컨테이너 거치대 설치

o 발전소 내 거치대 설치 개요

- 복합운송 겸용 LNG 탱크컨테이너 해상시연운송 시작 전 DMT 수송시스템의 상하역에 필요한 컨테이너 거치대를 DMT 테스트베드에서 운송하여 해상시연운송 장소인 백령도 발전소 내에 설치

설치 일자	2013. 05. 08. ~ 2013. 05. 09.
설치 장소	백령도 발전소 내
설 치 물	DMT 컨테이너 거치대 1대
설치 결과	양호

o 컨테이너 거치대 설치 사진



(4) DMT 트레일러 적용 시연사업 실행

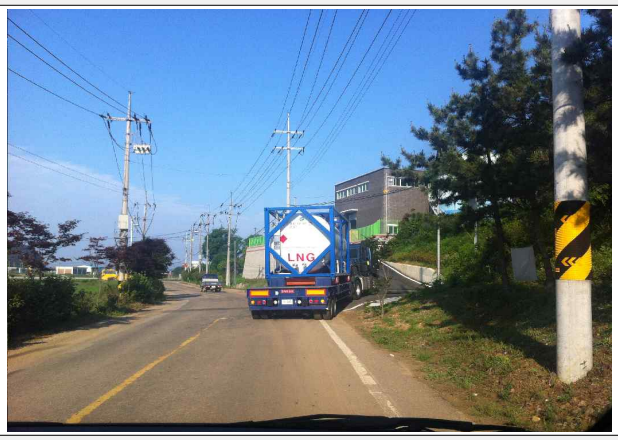
시연 일자	2013. 06. 17. ~ 2013. 06. 20.
시연 구간	한국가스공사 평택생산기지 → 백령도 발전소
시연 장소	백령도 발전소 내
시연 결과	양호
시연 세부내역	■ 1일차 (6/17) – 유엔에스에서 LNG탱크컨테이너 쿨다운(cool down) 후 DMT 트레일러에 상역 ■ 2일차 (6/18) – 유엔에스 → 평택생산기지 옆 엘티씨엔지 주차장 간 LNG탱크 컨테이너(no gas)를 DMT 트레일러로 운송 – 엘티씨엔지 주차장에서 LNG탱크 컨테이너에 측정기 부착 – 평택생산기지에서 LNG탱크컨테이너에 LNG Gas 주입 후 대기 ■ 3일차 (6/19) – DMT 트레일러 평택생산기지 출발 → 인천항 도착 → 백령도행 화물선에 트레일러 상역 – 인천항 → 백령도 화물선 해상운송시간 약 12~15시간 소요 ■ 4일차 (6/20) – DMT 트레일러 백령도항 도착 화물선에서 하선 – 백력도항 → 발전소 DMT 트레일러 육상 운송 – 발전소 도착 후 LNG탱크 컨테이너를 DMT 트레일러에서 컨테이너 거치대에 하역

(5) DMT 트레일러 적용 시연사업 실행 결과 및 보완사항

o DMT 트레일러 적용 시연사업은 시운전을 시작으로 LNG 탱크 컨테이너 가스 주입 및 백령도까지의 운반, 상하역 작업 등을 성공적으로 실시 완료

o 단, 백령도 발전소 내 상하역 장소의 단차가 심하여 DMT 수송시스템의 특징인 수평 이적재 방식의 상하역에 어려움이 있었으며, 향후 어느 정도의 단차를 극복하는 방안에 대한 보완 연구가 필요

o DMT 트레일러 적용 시연사업 사진

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>DMT 트레일러에 컨테이너 상역(유엔에스)</td><td>평택생산기지 엘티씨엔지 주차장</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>평택생산기지(LNG Gas 주입)</td><td>인천항 화물선에 트레일러 상역</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>백령도항 화물선에 트레일러 하선</td><td>백령도 발전소 입구</td></tr>
</table>

	
발전소 내 설치한 컨테이너 거치대	LNG탱크컨테이너 하역 준비
	
LNG탱크컨테이너 하역 중	LNG탱크컨테이너 하역 완료
	
컨테이너 거치대에 LNG탱크컨테이너 설치 완료 – 1	컨테이너 거치대에 LNG탱크컨테이너 설치 완료 – 2

2. 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너 적용 무연탄 시연사업

가. 비산먼지 차단 벌크형 컨테이너 개요

o 현재 석탄 화물은 무개화차로 철도 운송을 하고 있음

o 무개화차는 지붕이 없어 쇄정보호의 필요가 없고 유개차에 적재할 수 없는 석탄, 자갈, 대화물 등 다종의 화물을 수송 할 수 있는 차량으로 최근에는 Car Dumping System에 의한 무연탄 수송에 주로 사용 됨

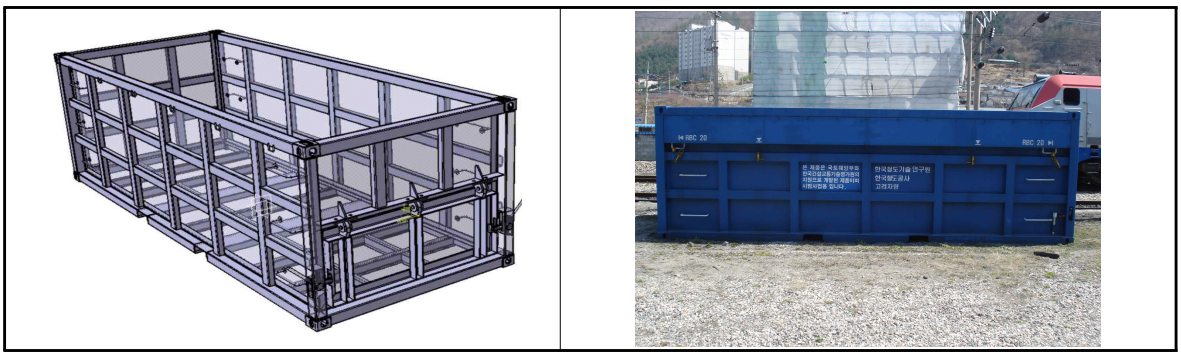
o 석탄은 석탄야적장으로부터 버켓 작업 또는 크레인 작업을 수행하는 것이 일반적이나 광산까지 인입철도가 건설되어 있지 않은 경우 광산으로부터 야적장까지 트럭운송 시 페이로더 등을 이용하여 트럭에 상차하고 있어 분진 발생 및 물류비 증가 등의 문제점이 발생하고 있음

o 비산먼지 차단 벌크형 컨테이너(이하 벌크 컨테이너)는 철도운송에서의 적재 · 하역 등 복잡한 환적시스템 개선 및 철도를 이용한 벌크화물 운송 등 화차 운용의 최적화를 위해 개발됨

o 비산먼지 차단 벌크형 컨테이너(이하 벌크 컨테이너)는 Dirty Cargo인 벌크화물(석탄, 석회석, 모래 등)의 먼지 및 유해성분 누출 방지를 위해 컨테이너화차에 탈부착이 가능한 벌크 컨테이너임

o 비산먼지 차단 벌크형 컨테이너(이하 벌크 컨테이너)는 컨테이너 화차 일괄 운영으로 유휴 화차 보유량 저감 및 구입비, 유지비 절감이 가능
- 또한 컨테이너 화차의 다품목 활용에 따른 회기일 단축 등에 이점이 있음

o 벌크화물 수송을 컨테이너화 함에 따라 물류 프로세스 개선 가능
- 벌크화물 야적이 불필요하여 별도의 하치장이 필요 없음
- 컨테이너 수송방식으로 도로수송물량의 철도수송 전환 가능



<비산먼지 차단 벌크형 컨테이너>

o 벌크화물 운송에 따른 분진 발생을 차단하고 표면경화제 사용비용 등 추가 비용 절감 가능

나. 비산먼지 차단형 벌크형 컨테이너 무연탄 적용을 위한 취급역 현장조사

o DMT 수송시스템 시범운영 및 실용화 가능 지역으로 판단되는 무연탄 취급역을 대상으로 현장조사 실시

o 영주역(경상북도 영주), 문수역(경상북도 영주), 점촌역(경상북도 점촌) 3곳의 무연탄 취급역 적용성 검토

o 무연탄 취급역 현장조사 결과

o 영주역 (경상북도 영주)

- 영주역은 본선 25개선, 기관차선 8개선, 검수선 8개선, 화물선 5개선 등 46개선이 부설되어 있어 열차운행 및 입환작업을 하고 있음
- 무연탄 작업선은 역 내부 선로 끝 쪽에 있으며, 무개화차가 화물선에 정차하면 입환기가 입환을 실시하여 무연탄 작업선으로 이동
- 작업장은 페이로더를 이용하여 무연탄 상하역 작업을 할 수 있도록 설치 되어 있음
- 별도의 비산먼지 차단 설치가 되어있지 않으며, 무연탄 취급 업체까지 운송 시 도심구간을 지나가는 문제로 인해 민원이 끊임없이 들어오고 있음
- 작업장 진입도로는 좁은 편으로 DMT 수송시스템 적용 시 진입의 어려움이 있을 것으로 예상 됨
- 기존 작업장의 변경은 불가하므로 기존 작업장에서 DMT 수송시스템을 적용하기 위해서는 인프라 구축이 필요함



<영주역 무연탄 화물 작업장>

o 문수역 (경상북도 영주)

- 문수역은 화물 전용역으로 현재 컨테이너 화물을 취급 하고 있음
- 역 내부에 컨테이너 CY가 조성되어 있으며, 리치스태커 1기가 컨테이너를 상하역 하고 있음
- 향후 벌크컨테이너 적용 DMT 수송시스템 시범운송을 실시하기 가장 좋은 역
- 영주에 위치하고 있는 무연탄 업체와 문수역 간의 거리도 멀지 않으며, 운송 시 주위에 밀집 된 주택가들이 없어 민원 문제도 없을 것
- DMT 트레일러의 역 내부 진입과 벌크컨테이너 상하역작업 역시 문제없이 가능
- 별도의 인프라구축 없이 DMT 수송시스템 시범운송이 가능



<문수역 컨테이너 작업장>

o 점촌역 (경상북도 문경)

- 점촌역은 경북선에서 문경선으로 분기하는 역이며, 여객과 화물을 취급
- 점촌역은 전국 무연탄 취급역 중 가장 많은 물동량을 나타내고 있음
- 점촌역 마지막 선로에 석탄 작업장이 있으며, 작업 선로에 석탄화물 작업 중 비산먼지 차단을 위해 팬스가 설치되어 있음
- 석탄 화물은 페이로더를 이용하여 상하역을 실시하며, 두 곳의 작업장을 이용하여 석탄 상하역 실시
- 무연탄 상하역 중 무개화차는 페이로더를 이용하여 밀거나 당겨서 이동되며, 이로 인해 무개화차 파손이 많이 발생하고 있음
- 향후 DMT 트레일러 적용 시 벌크컨테이너 상하역은 가능 할 것으로 예상되나 작업공간 내에서의 DMT 트레일러 회전반경을 검토할 필요성이 있음



<점촌역 무연탄 화물 작업장>

다. 비산먼지 차단형 벌크형 컨테이너 무연탄 적용 시연사업 추진계획(안)

(1) 시연사업 목적

o 별도의 화물역 하치장이 필요 없고, 벌크화물 수송을 컨테이너화 함에 따른 물류 프로세스 개선을 위한 DMT 수송시스템 현장운영

o DMT 수송시스템 현장 운영을 통한 문제점 및 해결방안 도출

(2) 기존 무연탄 운송 및 DMT 수송시스템 운송의 차별성

o 아래의 그림은 기존 무연탄 운송(무개화차) 시 화주까지의 무연탄이 전달되는 운송 프로세스임



<무개화차를 이용한 운송 프로세스>

o 아래의 그림은 DMT 수송시스템 적용 시 화주까지 무연탄이 전달되는 운송 프로세스 임



o 기존 무개화차 운송 프로세스와 본 과제 운송 프로세스는 광업소에서 화주까지 무연탄을 운송하는 과정은 비슷하나 화물을 철도에서 도로로 전환하는 환적 과정이 다르며, 이 환적 저항의 차이가 철도물류에서 가장 큰 화두가 되는 결정적 차이점임

o 무연탄을 광업소에서 화주까지 운송하기 위한 기존 무개화차 운송 프로세스와 DMT 수송시스템 운송의 차별성은 아래의 표와 같음

다. 시연사업 추진(안)

(1) 1단계 시연사업(구내 환적 및 셔틀운송)

o 1단계 시연사업은 철도운송 제외

o 화물의 환적 및 도로운송, 수요처 적하장 덤핑 시연 추진하여 안정성 검증

o 테스트베드에 있는 화차를 도로운송으로 문수역까지 운송

o 강원연탄에서 석탄화물을 벌크컨테이너에 적재하여 문수역으로 셔틀운송 실시

o 문수역 적하선 선로에 준비된 화차에서 벌크 컨테이너를 이용한 DMT 수송시스템 환적 시연 및 강원연탄으로 셔틀운송 실시

o 강원연탄 구내에서 덤핑 시연 실시

화차 운송	 <화차 운송, 테스트베드→문수역>	**환적시연**	 <문수역에서 환적시연>
셔틀 운행	 <문수역→강원연탄 셔틀운송>	**덤핑시연**	 <강원연탄에서 덤핑시연>

<1단계 시연사업 프로세스>

(2) 2단계 시범운송(본선운송)

o 2단계 시연사업은 화물(무연탄)을 광업소에서 무연탄을 배정받아 철도운송, 문수역 화물 환적, 도로운송, 강원연탄 적하장 적재까지 시범운송 추진

o 한국철도공사, 한국석탄공사와 금강물류 협의를 통하여 실제 본선운송 추진



라. 시연사업 추진 내용 및 결과

(1) 시연사업 세부 개요

o 시연사업 기간 : 2014년 9월 중
o 적용 물류거점 : 문수역, 강원연탄 구내

o 유관(참여)기관 : ㈜범창종합기술, 한국철도공사, 강원연탄, 금강물류

참여기관	참여내용
범창종합기술	■ 주관연구기관(시연사업 총괄)
한국철도공사	■ 화물 철도운송 및 문수역 선로 사용
금강물류	■ 문수역 CY 운영
강원연탄	■ 수요처

(2) 시연사업 추진을 위한 유간기관 협의 내용 및 결과

(가) 유관기관 주요 의견

① 금강물류

o 철도물류활성화를 위한 국토교통연구사업 시연사업에 적극 협조하겠음

o 매주 월요일부터 토요일까지는 CY 운영을 하기 때문에 적하장 선로에 화차가 있어 시연사업이 곤란함

o 단, 일요일은 적하장 선로에 화차가 없기에 시연사업이 가능함

o 현재 CY 출구 쪽에 적재되어 있는 컨테이너를 다른 쪽으로 옮기면 출구 쪽에서 시연사업이 가능하며, 시연사업에 적극 협조하겠음

o 선로는 문수역에서 관리 하지만 CY는 금강물류가 관리하기 때문에 시연사업 당일 안전관리자를 금강물류에서 배치하겠음

② 강원연탄

o 매주 월요일부터 토요일 오전까지는 적하장에서 페이로더 작업을 하기 때문에 시연사업 곤란

o 단, 토요일 오후부터 일요일까지는 휴무로 적하장 작업을 하지 않기 때문에 시연사업 가능

o 시연사업에 적극 협조하겠으며, 벌크컨테이너에 무연탄 적재를 위하여 페이로더를 지원하겠음

③ 한국철도공사 문수역

o 일요일은 금강물류가 선로 사용을 하지 않아 적하장 선로 사용 가능

o 일반적으로 화차 철도운송은 15일 이전에 사전 협의를 해야 하나, 화차를 공로로 운송한다면 화차 운송에 대한 협의는 별도로 필요 없음

o 공로로 화차 운송을 한다면 입환기 사용에 따른 인원 배치 문제 등이 자유로워 문수역 입장으로는 시연사업을 반대할 이유 없음

o 일요일 2시부터 3시 30분까지 2번 선을 지나는 열차가 없어 그 시간대에 집중하여 시연사업을 하는 것이 좋을 것으로 사료됨.

o 2번 선로가 본선 운행선로이므로 1번 선로(적하장 선로) 시연사업 시 안전에 각별히 유의하기 바람

④ 한국철도공사 경북본부

o 공로로 화차 운송 시 관련 업무가 많이 줄어들어 시연사업을 반대할 이유 없음

o 안전이 최우선이며, 시설사용에 대한 문제가 발생할 시 연구기관 책임으로 모든 문제를 해결한다는 책임에 대한 확약서 필요

o 선로 사용 시 사용료가 부과되며, 선로 사용료 부분은 본사 물류본부와 협의하여야 함

⑤ 한국철도공사 물류본부

o 문수역의 경우 1번 선로는 적하장 선로이지만 바로 옆의 2번 선로는 본선 운행선로임

o 세월호 사건을 위시하여 국가적으로 안전문제에 심각성을 가지고 있는 시점에서, 시제품을 본선과 인접한 선로에서 시연사업 한다는 것은 허가할 수 없음

o 철도공사 입장에서는 안전이 최우선이며, 본선 철도운행에 문제가 생길 수 있는 모든 불안전한 요소는 배제함

(나) 유관기관 협의 결과

o 시연사업을 위한 유관기관 협의 결과 수요처인 강원연탄, 문수역 CY 운영업체인 금강물류는 적극 협조 의견

o 한국철도공사 문수역 및 경북본부에서는 시연사업에 협조 의견

o 한국철도공사 물류본부에서는 운행선로 인접선에서의 시연사업 반대 의견

(3) 시연사업 추진 및 결과

(가) 당초 시연사업 추진 계획(안)

ⓐ 테스트베드에 있는 화차 문수역으로 운반
ⓑ 강원연탄에서 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너에 무연탄을 적재한 후 문수역으로 셔틀운송
ⓒ 문수역에서 환적 시연(DMT 트레일러 ⇔ 화차)
ⓓ 문수역에서 강원연탄으로 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너 셔틀운송
ⓔ 강원연탄 적하장에서 무연탄 덤핑 시연



<문수역 – 강원연탄 셔틀운송 구간>

(나) 변경 시연사업 추진 및 결과

① 변경 시연사업 개요

o 한국철도공사 물류본부의 반대로 문수역에서의 환적 시연 어려움

o 문수역에서의 환적 시연은 어렵지만, 철도역 적하장과 유사 환경으로 조성된 테스트베드에서 주 2회 이상 환적 시운전을 실시하고 있어 환적 시연 실적은 충분함

o 금번 시연사업은 수요처 셔틀운송 및 적하장 덤핑 시연만을 추진

o 단, 철도공사에서 규정하는 철도 운행 허가 조건을 파악하여 2단계 시범운송 추진

② 변경된 시연사업 추진 절차

ⓐ 테스트베드에 있는 DMT 트레일러 강원연탄으로 이동
ⓑ 강원연탄에서 비산먼지 차단형 컨테이너에 무연탄을 적재 후 강원연탄⇒문수역⇒강원연탄 셔틀운송
ⓒ 강원연탄 적하장에서 무연탄 덤핑 시연 : 10ton, 15ton, 20ton 중량별 덤핑 시연

③ 시연사업 결과

o 무연탄 적재상태에서 셔틀운송 및 덤핑 시연 양호

	
<셔틀운송>	<무연탄 적재1>
	
<덤핑 시연1>	<무연탄 적재2>
	
<덤핑시연2>	<덤핑시연3>

3. 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너 적용 석회석 시범운송 추진 계획(안)

가. 시범사업 목적

o Door to Door 서비스 구현을 위해, 화주부터 화주까지의 프로세스에 대한 시범운송을 실시하여 기존 운송시스템과의 차별성 및 당 시스템의 우수성을 확인하고, 파악된 문제점을 보완·개선하여 실용화 가능한 최적의 사업모델 개발

나. 시연사업 개요

o 적용 물류거점 : 충북 제천 수요처 Door ~ 당진 현대제철 Door

o 참여기관 : 범창종합기술, 수요처, 한국철도공사, 현대제철 (총 4개 기관)

<시연사업 개요>

구분	세부내역	참여기관	준비기간
준비 단계	■ 화차 본선 운행 준비	범창종합기술	11개월
실행 단계	■ DMT 수송시스템 시범운송 -수요처~송학역 셔틀운송 및 환적	범창종합기술 수요처 현대제철 한국철도공사	1개월
	■ 시연사업구간 철도 시범운송 -송학역~예산역 본선 철도운송		
	■ 시연사업구간 철도 시범운송 -예산역~현대제철 셔틀운송		

다. 시연사업 세부추진계획

o 본선 운행노선도



o 시범운송구간

구분	구간
철도운송	송학역(충북 제천) → 예산역(충남 예산)
도로운송(셔틀운송)	수요처 → 송학역, 예산역 → 당진 현대제철

- 비산먼지 차단형 벌크컨테이너 1개를 이용하여 화차 1량으로 진행 추진
- 철도운송은 철도공사와 협의 추진
- 셔틀운송은 DMT 트레일러를 이용하여 진행

o 기존 운송방식과 시범운송방식의 비교

구분	운송방식	구간	거리
기존	도로운송	수요처 → 당진 현대제철	198km
시범운송	복합운송(도로+철도)	수요처 → 송학역	3.02km
		송학역 → 예산역	184.4km
		예산역 → 당진 현대제철	53.2km

- 실제 사업모델에서는 서해안선 계획에 의거 현대제철에 가장 가까운 역을 선정하여 사업모델 구상(추후 인입선 예정)

제 2 절 실용화를 위한 사업계획 수립

○ 철도운송은 현재의 공로 중심 수송으로 인한 환경문제, 도로정체 등의 문제를 해결할 수 있는 친환경적 운송수단으로 그 중요성이 커지고 있음

○ 또한 Modal-Shift 운송의 활성화를 대비하기 위해 도로와 철도간의 연계운송 체계분석과 현황파악이 필요함

1. 사업계획 수립 목적

○ DMT 수송시스템을 예상 수요처를 중심으로 예상수요까지의 운송계획(안)을 통해 과제 환적시스템을 이용한 화물의 종류와 화물에 따른 DMT 트레일러 적용, 화물운송 방법을 분석

○ 본 과제의 투자와 관련하여 사업주체가 일반적으로 기대해 볼 수 있는 수입 및 비용 요소를 산출하여 적용함

○ 기존 철도를 이용하고 있는 물동량에 육상물동량을 이전시켜 DMT 수송시스템을 이용한 모델에 대한 사업성 분석(1차 목표시장), 기존육상에 전량 의존하던 납품물량에 대해 철도를 이용한 복합운송을 적용한 모델에 대한 경제성분석(2차 목표시장)을 실시함으로써 비산먼지 감소 등의 환경적인 문제 해결 및 물류비 절감

○ 해외 사례 분석을 통해 본 과제의 목적에 부합할 수 있는 새로운 Business Model에 대한 비전을 제시함

가. DMT 수송시스템 잠재적 시장의 파악

○ 시장 참여자의 Need

- 화 주
  - 운송비 절감
  - 운송시간 절감
- 정부
  - 도로혼잡으로 인한 사회적 비용(국가 전체의 물류비용 및 환경비용)의 절감
  - 선진적인 물류시스템의 도입 및 관련 산업의 성장
  - 국가 정책 목표의 달성

○ 대안별 장단점 비교

구분	도로운송	철도운송	DMT 수송시스템
장점	일괄운송이 가능함 근거리 운송에 적합하고 경제적임 포장이 비교적 간단함 시기에 맞는 배차가 용이함	대량화물의 일시적 운송에 적합함 중·장거리 운송 시 운임이 저렴함 전천후의 수송수단임 화물 중량에 영향을 받지 않음	기존 환적 시스템과의 혼용이 가능 환적시간 단축 및 작업 효율성 증대를 통한 처리능력의 향상 전철화 구간 고가선 하부 환적작업이 가능 동일 물량처리능력 기준으로 초기 투자비용이 적음
단점	대량수송에 적합하지 않음 장거리 수송 시 운임이 높음 중량 및 기후의 영향을 받아 안정성이 떨어짐	근거리 운송에는 운임이 비교적 높음 화차의 일괄작업 시 장시간 체류함 시기에 맞는 배차가 적절하지 못함 수취에 있어서 타 수송수단보다 불편함	기존 화차에 콘디바이스를 별도로 설치 해야 함 화차 작업 시 시간이 소요됨 시기에 맞는 배차가 적절하지 못함

○ 시장참여자의 Needs에 부합하는 대안의 평가

- DMT 수송시스템 도입 시 장기적으로 물류비용의 절감을 기대할 수 있으며, 시장 참여자의 목표를 달성할 수 있을 것으로 보임
- DMT 수송시스템 도입 시 운영비용의 절감 및 처리능력 확장 시의 초기 투자비용이 절감되며, 장기적으로 철도물류의 활성화를 통해 수익구조가 개선되는 효과가 있음
- 장기적으로 철도운송이 활성화되어 육로운송 편중으로 이한 사회적 비용을 절감시킬 수 있을 것으로 기대되며, 국가의 정책목표 달성에 기여할 수 있을 것으로 보임

2. 1차 목표시장의 사업계획 수립

구 분	내 용
분석대상	▪ 광업소에서 점촌역(경상북도 문경)까지 철도 운송하는 무연탄 화물과 경상북도 문경까지 도로 운송하는 무연탄 화물을 DMT 트레일러를 이용하여 수요처까지 셔틀 운송하는 모델
분석기법	▪ DMT 수송시스템 도입 시 현금흐름에 대한 구체적인 분석을 통하여 현금흐름 개선 효과를 분석

○ 무연탄 화물 물동량 분석

<석탄 화물 수송실적(2005년~2013년)>

(단위 : 천톤)

품 목		구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
석 탄	무연탄	수송량	3,371	3,722	4,367	3,465	3,644	3,183	2,405	1,866	1,745
		전년비	91.6%	110.4%	117.3%	79.3%	105.2%	87.3%	75.6%	77.6%	93.5%
	유연탄	수송량	1,888	1,808	1,878	2,771	2,821	2,692	3,264	3,299	3,044
		전년비	91.4%	95.8%	103.9%	147.6%	101.8%	95.4%	121.2%	101.1%	92.3%
	경 석	수송량	1,119	1,036	1,123	647	618	498	503	133	91
		전년비	81.6%	92.6%	108.4%	57.6%	95.5%	80.6%	101.0%	26.4%	68.4%
	소 계	수송량	6,378	6,566	7,368	6,883	7,083	6,373	6,172	5,298	4,880
		전년비	89.6%	102.9%	112.2%	93.4%	102.9%	90.0%	96.8%	85.8%	92.1%

- 2005년~2013년 기간 동안의 석탄화물 수송실적을 살펴보면 본 과제의 대상화물인 무연탄은 2010년 기점으로 철도화물 운송실적이 줄어들고 있으며 2013년에는 2005년의 반 정도 수준까지 떨어짐

○ 경북 지역 무연탄 화물 물동량

- DMT 수송시스템의 적용 1차 목표시장 지역인 경상북도 무연탄 물동량을 분석하였음
- 2013년 기준 무연탄 철도 화물 운송량이며, 일일 운송량은 월 22일 기준으로 환산하였음
- 점촌역의 철도 화물 무연탄 운송실적을 살펴보면, 2012년 기준으로 100,484톤이 철도로 운송되었으며, 일일 물동량은 380.7톤임(주 5일, 연간 영업일수 260일, 월 평균 22일 적용)

<경북 지역 무연탄 철도화물 물동량>

(단위 : ton)

	도착역	위치	연간 운송량	월 운송량	일일 운송량
1	김천	경상북도 김천	19,715	1,642.9	75.8
2	나원	경상북도 경주	6,617	551.4	25.4
3	영주	경상북도 영주	33,384	2,782.0	128.4
4	의성	경상북도 의성	21,441	1,786.8	82.4
5	점촌	경상북도 문경	100,484	8373.67	380.7
	합계		181,641	15,137	693

* 참고 : 2013년 철도화물 무연탄 운송실적

- 2011년 전국화물 통행 실태조사 도로화물 O/D자료를 살펴보면 강원도 태백에서 경상북도 문경으로 운송되어진 무연탄은 연간 64,613톤이며 강원도 삼척에서 동일한 지역으로 운송되어진 무연탄은 연간 38,565톤으로 조사되었음 (일일 운송량은 월 22일 기준으로 환산하였음)
- 점촌역의 무연탄 운송실적을 살펴보면, 2011년 기준으로 103,178톤의 무연탄이 도로로 운송되었으며, 일일 물동량은 396.7톤임 (주 5일, 52주, 연간 영업일수 260일, 월 평균 22일 적용)

<경북 지역 무연탄 도로화물 물동량>

(단위 : ton)

	출발위치	도착위치	연간 운송량	월 운송량	일일 운송량
1	강원도 태백	경상북도 문경	64,613	5,384.4	248.5
2	강원도 삼척	경상북도 문경	38,565	3,213.8	148.3
	합계		103,178	8,598.2	396.8

* 참고 : 2011년 도로화물 무연탄 운송실적 (2011년 전국 화물 통행 실태조사 도로화물 O/D)

○ 본 과제의 투자와 관련하여 사업주체가 일반적으로 기대해 볼 수 있는 수입은 다음과 같음

- DMT 수송시스템의 사업모델은 강원도 태백과 삼척에서 경상북도 문경으로 운송되는 도로운송화물을 철도운송으로 전환하는 것으로 가정하고, 기존의 철도화물 무연탄 물동량과 도로전환물동량을 합하여 산정함
- DMT수송시스템은 무연탄을 무개화차로 운송하여 페이로더(굴착기)로 상하역한 후, 덤프트럭으로 역에서 수요처까지 셔틀운송 하는 기존의 무연탄 운송 방식에서 벌크 컨테이너를 화차로부터 DMT 트레일러로 이적재하여 수요처까지의 셔틀운송을 한 번에 해결하는 시스템으로서 기존의 방식보다 비용을 절감하거나 빠른 작업처리로 인한 매출 증대가 가능한지가 사업성 판단의 기준임

○ DMT 수송시스템과 기존 무개화차 운송 시 철암역~점촌역 무연탄 수송운임

- 철도화물운송 세칙 제30조(화물운임 할증)
  · 벌크 컨테이너 수송화물 10%
- 화차종별에 따른 운임 비교 (철암역 ~ 점촌역 수송기준)
- 컨테이너 화차 수송(벌크컨테이너) : 1량(2개)
  · (영차 수송) 516원 * 142km * 10% 할증 * 2개 = 161,200원
  · (용기 회송) 380원 * 142km * 2개 = 107,920원
  · (왕복 운임) 161,200원 + 107,920원 = 269,120원
- 무개화차 수송 : 1량
  · 45.9원 * 142km * 54톤(최대 적재 톤수) = 351,950원
  · 표면 경화제 살포 1량당 3,612원(3.5L* 1,032원) 추가비용 발생
  · (총 운임) 351,950원 + 3,612원 = 355,562원
- 화물트럭 : 25ton 트럭(2대) 운송
  · 화물트럭 1ton 당 12,000원, 부가가치세 포함 : 13,200원
  · (운송 운임) 13,200 * 50ton = 660,000원

○ DMT 수송시스템과 기존 무개화차 사용 시 장비 투자비용

- 현재 점촌역 내 무연탄 작업장에서 이용하고 있는 상하역 장비는 굴착기 2대, 덤프트럭 4대(15톤 기준)임
- 작업시간은 월 22일 기준으로 계산
  · 굴착기 임대비용 (대당/월)

<굴착기 임대비용 (대당/월)>

(단위 : 천원)

임대료	유류비	식대	합계
8,000	7,200	100	15,300

  · 굴착기 총 임대비용 : 15,300천원 * 2대 *12개월 = 367,200천원
  · 굴착기 인건비 및 유지보수비는 임대비용에 포함
  · 덤프트럭 (15ton) 셔틀비용(대당) : 일일 550 천원 * 22일 = 12,100천원
  · 덤프트럭 (15ton) 총 셔틀비용 : 121,000천원 * 4대 * 12월 = 580,800천원
  · 덤프트럭 셔틀비용에 인건비, 유류비, 유지보수비 등 포함
  · 굴착기, 덤프트럭 장비 구입비용 : 1,500,000천원
- DMT 수송시스템 도입 시 필요한 DMT 트레일러 4대
  · DMT 트레일러 구매비용 : 4대 * 250,000천원 = 1,000,000천원

○ DMT 수송시스템 사업성 분석을 위한 기본 변수

- DMT 수송시스템 분석 기준은 2015년을 기준으로 하며, 운영 개시는 2016년부터 실시 및 운영 기간은 20년을 기준으로 하였음
- 물가상승률 년 2%로 가정함

- 법인세 2억 미만 10%, 2억 이상 ~ 200억 이하 20%임 (2013년 기준)
- 장비소요대수 산정 : 제시된 물동량과 장비의 운행시간을 감안하여 산정함
- DMT 수송시스템 분석 기준

· 점촌역에 도착한 벌크컨테이너의 상하역 및 셔틀운송을 기준으로 하여 분석함

○ DMT 수송시스템 도입으로 인한 효과

- 점촌역 무연탄 철도운송에 필요한 무개화차는 일일 20량임 (무개화차 1량 = 54ton)
- 점촌역에서 사용되고 있는 장비는 굴착기 2대, 덤프트럭(15ton) 4대임
- 점촌역에서 수요처까지 평균 셔틀거리 : 20km(왕복)
- 덤프트럭 4대가 무개화차 20량의 화물을 처리하는 셔틀운송 횟수는 52번이며, 덤프트럭 4대가 동시에 작업하는 시간은 총 13시간이 소요됨

<무개화차 방식의 작업시간>

구 분	내 용
화차가 점촌역에서 석탄전용 선으로 입환	-
대기 중인 굴착기가 덤프트럭에 석탄 상차	10분
석탄 상차 후 덮개 작업	10분
덤프트럭으로 점촌역→수요처로 셔틀 운송	15분
수요처 적탄장에 화물 덤핑 및 청소시간	10분
수요처→점촌역으로 셔틀 운송	15분
1 cycle 소요시간 예상	60분

- 벌크 컨테이너는 1개당 25ton 적재됨
- DMT 트레일러 4대가 무개화차 20량의 화물을 처리하는 셔틀운송 횟수는 31번이며, DMT 트레일러 4대가 동시에 작업하는 시간은 총 8시간 20분이 소요됨

<DMT 수송시스템 작업시간>

구 분	내 용
화차가 점촌역에서 석탄전용 선으로 입환	-
대기 중인 암롤트럭 2대로 석탄전용 컨테이너 환적	5분
암롤트럭으로 점촌역→수요처로 셔틀 운송	15분
수요처 적탄장에 화물 덤프&벌크컨테이너 내부 정리	10분
수요처→점촌역으로 셔틀 운송	15분
공컨테이너를 화차로 환적	5분
1 cycle 소요시간 예상	50분

○ 기존의 굴착기 2대와 덤프트럭 4대를 이용한 작업시간에 비해 DMT 트레일러 4대를 이용하여 작업한 시간은 대당 10분이 절약되며 총 작업시간은 약 4시간 40분이 절감됨

<기존 작업 방식 & DMT 수송시스템 작업시간 비교>

구분	작업시간(대당)	총 작업시간
굴착기 2대 + 덤프트럭 4대	60분	13시간
DMT 트레일러 4대	50분	8시간 20분

○ 석탄화물 물동량에 따른 DMT 수송시스템 장비 소요 대수

– 점촌역 무연탄 철도운송 물동량 (2016 ~ 2035년)[3)]

<점촌역 무연탄 철도운송 물동량 (2016 ~ 2035년)>

(단위 : ton)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
점촌역 예상처리 물동량	120,250	119,425	118,600	117,775	116,975	117,075	117,175
점촌역 전이 예상 물동량	103,315	103,342	103,370	103,397	103,425	103,452	103,480
합계	223,565	222,767	221,970	221,172	220,400	220,527	220,655
DMT 트레일러	4대	4대	4대	4대	4대	4대	4대
구분	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**
점촌역 예상처리 물동량	117,275	117,375	117,450	117,750	118,075	118,375	118,700
점촌역 전이 예상 물동량	103,507	103,535	103,562	103,590	103,617	103,645	103,672
합계	220,782	220,910	221,012	221,340	221,692	222,020	222,372
DMT 트레일러	4대	4대	4대	4대	4대	4대	4대
구분	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	
점촌역 예상처리 물동량	118,975	119,350	119,750	120,125	120,525	120,875	
점촌역 전이 예상 물동량	103,700	103,727	103,755	103,782	103,810	103,838	
합계	222,675	223,077	223,505	223,907	224,335	224,713	
DMT 트레일러	4대	4대	4대	4대	4대	4대	

3) '2013년 철도화물 중장기 수송수요 예측 연구보고서, 코레일 연구처' 내용 참조
'2011년 전국 화물통행 실태조사 도로화물 O/D 분석', 국가교통 데이터베이스 내용 참조

- DMT 수송시스템의 사업모델은 강원도 태백과 삼척에서 경상북도 문경으로 운송되는 도로운송방식을 철도운송으로 전환하고 기존의 철도화물 무연탄 물동량을 합하여 산정함
- 1편성 20량 기준으로 하며, 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너는 20FT 컨테이너 적재용량으로 가정 (1량 = 2TEU)
- 일일 1편성으로 운행일수 가정
- 작업시간에 의한 최대 셔틀운송 가능 횟수를 반영

○ DMT 수송시스템 현금 흐름

- DMT 수송시스템 사업자에 대한 현금흐름은 다음과 같음

<DMT 수송시스템 사업자에 대한 현금흐름 항목>

구분	내용
수익	DMT 수송시스템 전환으로 인한 화물 상하역비, 셔틀운송비
비용	DMT 수송시스템 장비 투자비, 유지보수비, 인건비, 장치장 공사비, 재투자비

○ DMT 수송시스템 투자비 산정

<DMT 수송시스템 투자비 산정>

(단위 : 천원)

구분	비용	수량	비고
DMT 트레일러	250,000	4대	물동량 대비 투입대수
벌크 컨테이너	10,000	40EA	구매
탈부착식 콘디바이스	2,000	160EA	1량당 8개
장치장 시설물 공사비	4,000	na	

- 물동량 산정에 따라 필요한 만큼의 DMT 트레일러를 구매
- 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너는 철도운송 시 40개의 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너(1편성)가 필요하며, 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너는 제작
- 탈부착식 콘디바이스는 화차 1량당 8개가 설치되어 총 160개가 필요
- 작업장 공사비는 선로와 작업장에서 DMT 수송시스템의 상하역이 용이 할 수 있도록 작업
- DMT 트레일러의 내용 연수는 10년, 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너의 내용 연수는 20년 재투자비 산정 시 포함
- DMT 트레일러의 잔존가치는 1대당 6천만원, 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너는 1개당 1백만원으로 산정하는 것으로 가정함

<재투자비 산정>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
DMT 트레일러	1,000,000	-	-	-	-	-	-
탈부착식 콘디바이스	400,000	-	-	-	-	-	-
벌크컨테이너	320,000	-	-	-	-	-	-
장치장 시설물 공사비	4,000	-	-	-	-	-	-
합계	1,452,000	-	-	-	-	-	-
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
DMT 트레일러	-	-	-	-	1,243,000	-	-
탈부착식 콘디바이스	-	-	-	-	-	-	-
벌크컨테이너	-	-	-	-	326,400	-	-
장치장 시설물 공사비	-	-	-	-	-	-	-
합계	-	-	-		1,569,400	-	-
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
DMT 트레일러	-	-	-	-	-	-	
탈부착식 콘디바이스	-	-	-	-	-	-	
벌크컨테이너	-	-	-	-	-	-	
장치장 시설물 공사비	-	-	-	-	-	-	
합계	-	-	-	-	-	-	

- 2015년~2035년 기간 동안의 재투자비 내역을 살펴보면, DMT 수송시스템을 적용한 점촌역 무연탄 하역사업 시작 준비연도인 2015년에 초기 투자비용으로 1,452,000천원이 소요되며, 2025년 DMT 트레일러, 탈부착식 콘디바이스 1,569,400천원의 재구입비가 발생할 것으로 예상됨(물가 상승률 2% 포함)

○ DMT 수송시스템 무연탄 운송 수익 산정

- DMT 수송시스템 사업의 수익은 벌크컨테이너의 상하역과 셔틀운송을 통하여 얻어지는 수익을 대상으로 산정함
- DMT 수송시스템 상하역비 및 셔틀운송비는 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너 1개당 70천원, 80천원, 90천원, 100천원, 110천원으로 가정
- 상하역비 및 셔틀운송비는 물가상승률 2% 반영
- NPV(순현재가치법)분석을 위하여 상하역 및 셔틀운송 비용을 7만원, 8만원, 9만원, 10만원, 11만원의 5가지로 가정하여 수익을 산정함

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 7만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	2,800	2,856	2,913	2,971	3,031	3,091
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	728,000	742,560	757,411	772,559	788,011	803,771
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9	4.0
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	945	945	945	945	945	945
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	945	964	984	1,003	1,023	1,044
구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	3,153	3,216	3,281	3,346	3,413	3,481	3,551
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	819,846	836,243	852,968	870,027	887,428	905,176	923,280
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.1	4.2	4.3	4.3	4.4	4.5	4.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	945	945	945	945	945	945	945
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,065	1,086	1,108	1,130	1,153	1,176	1,199
구분	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	3,622	3,695	3,768	3,844	3,921	3,999	4,079
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000	728,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	941,746	960,581	979,792	999,388	1,019,376	1,039,763	1,060,559
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	945	945	945	945	945	945	945
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,223	1,248	1,272	1,298	1,324	1,350	1,377

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 8만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	3,200	3,264	3,329	3,396	3,464	3,533
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	832,000	848,640	865,613	882,925	900,584	918,595
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,081	1,102	1,124	1,147	1,170	1,193
구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	3,604	3,676	3,749	3,824	3,901	3,979	4,058
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	936,967	955,706	974,821	994,317	1,014,203	1,034,487	1,055,177
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,217	1,241	1,266	1,291	1,317	1,343	1,370
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,140	4,222	4,307	4,393	4,481	4,570	4,662
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000	832,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,076,281	1,097,806	1,119,762	1,142,158	1,165,001	1,188,301	1,212,067
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,398	1,426	1,454	1,483	1,513	1,543	1,574

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 9만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	3,600	3,672	3,745	3,820	3,897	3,975
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	936,000	954,720	973,814	993,291	1,013,157	1,033,420
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,216	1,240	1,265	1,290	1,316	1,342
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,054	4,135	4,218	4,302	4,388	4,476	4,566
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,054,088	1,075,170	1,096,673	1,118,607	1,140,979	1,163,798	1,187,074
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,369	1,396	1,424	1,453	1,482	1,511	1,542
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,657	4,750	4,845	4,942	5,041	5,142	5,245
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000	936,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,210,816	1,235,032	1,259,733	1,284,927	1,310,626	1,336,838	1,363,575
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	6.0	6.2	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,572	1,604	1,636	1,669	1,702	1,736	1,771

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 10만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	4,000	4,080	4,162	4,245	4,330	4,416
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,040,000	1,060,800	1,082,016	1,103,656	1,125,729	1,148,244
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,351	1,378	1,405	1,433	1,462	1,491
구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,505	4,595	4,687	4,780	4,876	4,973	5,073
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,171,209	1,194,633	1,218,526	1,242,896	1,267,754	1,293,109	1,318,971
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.5	6.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,521	1,551	1,583	1,614	1,646	1,679	1,713
구분	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	5,174	5,278	5,383	5,491	5,601	5,713	5,827
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000	1,040,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,345,351	1,372,258	1,399,703	1,427,697	1,456,251	1,485,376	1,515,084
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	6.7	6.9	7.0	7.1	7.3	7.4	7.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351	1,351
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,747	1,782	1,818	1,854	1,891	1,929	1,968

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 11만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	4,400	4,488	4,578	4,669	4,763	4,858
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,144,000	1,166,880	1,190,218	1,214,022	1,238,302	1,263,068
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	5.7	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,486	1,515	1,546	1,577	1,608	1,640
구분	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,955	5,054	5,155	5,258	5,364	5,471	5,580
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,288,330	1,314,096	1,340,378	1,367,186	1,394,530	1,422,420	1,450,869
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	6.4	6.6	6.7	6.8	7.0	7.1	7.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,673	1,707	1,741	1,776	1,811	1,847	1,884
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	5,692	5,806	5,922	6,040	6,161	6,284	6,410
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000	1,144,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,479,886	1,479,886	1,509,484	1,539,673	1,570,467	1,601,876	1,633,914
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	7.4	7.5	7.7	7.8	8.0	8.2	8.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486	1,486
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,922	1,960	2,000	2,040	2,080	2,122	2,164

○ DMT 수송시스템 비용산정

- 본 사업의 운영비용은 크게 인건비, 유류비, 유지보수비 및 일반관리비로 구분함
- 유류비는 경유 기준으로 L당 1.6천원으로 책정하였으며, 연비는 리터당 2km로 책정함
- 물가상승률 2% 반영

<비용산정>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
인건비	-	200,000	204,000	208,000	212,000	216,000	221,000
유류비	-	350,000	357,000	364,000	371,000	379,000	386,000
유지보수비	-	4,000	4,100	4,200	42,000	4,300	4,400
일반관리비	-	266,000	271,000	277,000	282,000	288,000	294,000
합계	-	554,000	565,100	576,200	625,000	599,300	611,400
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
인건비	225,000	230,000	234,000	239,000	244,000	249,000	275,000
유류비	394,000	402,000	410,000	418,000	418,000	427,000	435,000
유지보수비	4,500	4,600	4,700	4,800	4,900	5,000	5,100
일반관리비	300,000	306,000	312,000	318,000	324,000	331,000	337,000
합계	621,022	634,023	646,024	659,025	664,026	678,027	712,028
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
인건비	254,000	259,000	264,000	269,000	275,000	280,000	286,000
유류비	444,000	453,000	462,000	471,000	480,000	490,000	500,000
유지보수비	5,200	5,300	5,400	5,500	5,600	5,700	5,800
일반관리비	344,000	351,000	358,000	365,000	372,000	380,000	388,000
합계	877,051	895,053	912,055	930,057	941,059	960,061	1,000,063

○ DMT 수송시스템 수익 현금흐름 산정

- DMT 수송시스템 사업에 따른 수익과 투자비, 소요비용, 법인세 등을 포함하여 사업 현금흐름 산정
- 감가상각비는 정액법으로 산정하였으며, DMT 트레일러, 벌크컨테이너, 탈부착식 콘디바이스를 대상으로 산정하며, DMT 트레일러의 내용 연수는 10년이며, 잔존가치는 60,000천원이며, 벌크컨테이너의 내용 연수는 20년이며, 잔존가치는 1,000천원으로 산정
- 법인세는 수익 2억 미만은 10%, 2억 이상 200억 미만은 20%

<현금흐름(상하역&셔틀 7만원)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수익							
매출액	-	945,455	964,364	983,651	1,003,324	1,023,390	1,043,858
비용							
초기투자비	1,724,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	200,000	204,000	208,080	212,242	216,486	220,816
유류비	-	350,000	357,000	364,140	371,423	378,851	386,428
유지보수비	-	4,000	4,080	4,162	4,245	4,330	4,416
일반관리비		266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	200,000	204,000	208,080	212,242	216,486	220,816
법인세	-	350,000	357,000	364,140	371,423	378,851	386,428
세전수익	-1,724,000	112,855	115,364	117,923	120,533	123,196	125,912
세후수익	-1,724,000	90,284	92,291	94,338	96,427	98,557	100,730
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
수익							
매출액	1,064,735	1,086,030	1,107,751	1,369,906	1,152,504	1,175,554	1,199,065
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	225,232	229,737	234,332	239,019	243,799	248,675	253,648
유류비	394,157	402,040	410,081	418,282	426,648	435,181	443,885
유지보수비	4,505	4,595	4,687	4,780	4,876	4,973	5,073
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,641,254	-	-
감가상각비	12,600	12,600	12,600	12,600	14,965	14,965	14,965
법인세	25,736	26,302	26,878	75,466	0	28,204	28,828
세전수익	128,682	131,508	134,390	377,330	-1,503,291	141,022	144,142
세후수익	102,946	105,206	107,512	301,864	-1,503,291	112,817	115,313
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
수익							
매출액	1,223,046	1,247,507	1,272,457	1,297,906	1,323,865	1,350,342	1,704,171
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	258,721	263,896	269,174	274,557	280,048	285,649	291,362
유류비	452,762	461,818	471,054	480,475	490,084	499,886	509,884
유지보수비	5,174	5,278	5,383	5,491	5,601	5,713	5,827
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965
법인세	29,465	30,114	30,776	31,451	32,140	32,843	98,924
세전수익	147,324	150,569	153,880	157,257	160,702	164,215	494,621
세후수익	117,859	120,456	123,104	125,806	128,561	131,372	395,697

<현금흐름(상하역&셔틀 8만원)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수익							
매출액	-	1,080,519	1,102,130	1,124,172	1,146,656	1,169,589	1,192,981
비용							
초기투자비	1,724,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	200,000	204,000	208,080	212,242	216,486	220,816
유류비	-	350,000	357,000	364,140	371,423	378,851	386,428
유지보수비	-	4,000	4,080	4,162	4,245	4,330	4,416
일반관리비		266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600
법인세	-	49,584	50,626	51,689	52,773	53,879	55,007
세전수익	-1,724,000	247,919	253,130	258,444	263,865	269,395	275,035
세후수익	-1,724,000	198,336	202,504	206,756	211,092	215,516	220,028
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
수익							
매출액	1,216,840	1,241,177	1,266,001	1,531,321	1,317,147	1,343,490	1,370,360
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	225,232	229,737	234,332	239,019	243,799	248,675	253,648
유류비	394,157	402,040	410,081	418,282	426,648	435,181	443,885
유지보수비	4,505	4,595	4,687	4,780	4,876	4,973	5,073
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,641,254	-	-
감가상각비	12,600	12,600	12,600	12,600	14,965	14,965	14,965
법인세	56,157	57,331	58,528	107,749	-	61,792	63,087
세전수익	280,787	286,655	292,640	538,745	-1,338,647	308,958	315,437
세후수익	224,630	229,324	234,112	430,996	-1,338,647	247,166	252,349
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
수익							
매출액	1,397,767	1,425,723	1,454,237	1,483,322	1,512,988	1,543,248	1,900,935
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	258,721	263,896	269,174	274,557	280,048	285,649	291,362
유류비	452,762	461,818	471,054	480,475	490,084	499,886	509,884
유지보수비	5,174	5,278	5,383	5,491	5,601	5,713	5,827
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	13,512	13,512	13,512	13,512	13,512	13,512	13,512
법인세	55,251	56,410	57,592	58,798	60,028	61,283	126,327
세전수익	276,255	282,051	287,962	293,992	300,142	306,415	631,635
세후수익	221,004	225,641	230,370	235,193	240,113	245,132	505,308

<현금흐름(상하역&셔틀 9만원)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수익							
매출액	-	1,215,584	1,239,896	1,264,694	1,289,988	1,315,788	1,342,103
비용							
초기투자비	1,724,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	200,000	204,000	208,080	212,242	216,486	220,816
유류비	-	350,000	357,000	364,140	371,423	378,851	386,428
유지보수비	-	4,000	4,080	4,162	4,245	4,330	4,416
일반관리비		266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600
법인세	-	76,597	78,179	79,793	81,439	83,119	84,831
세전수익	-1,724,000	382,984	390,896	398,966	407,197	415,593	424,157
세후수익	-1,724,000	306,388	312,717	319,173	325,758	332,475	339,326
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
수익							
매출액	1,368,945	1,396,324	1,424,251	1,692,736	1,481,791	1,511,426	1,541,655
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	225,232	229,737	234,332	239,019	243,799	248,675	253,648
유류비	394,157	402,040	410,081	418,282	426,648	435,181	443,885
유지보수비	4,505	4,595	4,687	4,780	4,876	4,973	5,073
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,641,254	-	-
감가상각비	12,600	12,600	12,600	12,600	14,965	14,965	14,965
법인세	86,578	88,360	90,178	140,032	-	95,379	97,346
세전수익	432,892	441,802	450,890	700,160	-1,174,004	476,894	486,732
세후수익	346,314	353,442	360,712	560,128	-1,174,004	381,515	389,385
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
수익							
매출액	1,572,488	1,603,938	1,636,017	1,668,737	1,702,112	1,736,154	2,097,699
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	258,721	263,896	269,174	274,557	280,048	285,649	291,362
유류비	452,762	461,818	471,054	480,475	490,084	499,886	509,884
유지보수비	5,174	5,278	5,383	5,491	5,601	5,713	5,827
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965
법인세	99,353	101,400	103,488	105,617	107,790	110,005	177,630
세전수익	496,765	507,000	517,439	528,087	538,949	550,027	888,149
세후수익	397,412	405,600	413,952	422,470	431,159	440,021	710,519

<현금흐름(상하역&셔틀 10만원)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수익							
매출액	-	1,350,649	1,377,662	1,405,216	1,433,320	1,461,986	1,491,226
비용							
초기투자비	1,724,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	200,000	204,000	208,080	212,242	216,486	220,816
유류비	-	350,000	357,000	364,140	371,423	378,851	386,428
유지보수비	-	4,000	4,080	4,162	4,245	4,330	4,416
일반관리비		266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600
법인세	-	103,610	105,732	107,898	110,106	112,358	114,656
세전수익	-1,724,000	518,049	528,662	539,488	550,529	561,792	573,280
세후수익	-1,724,000	414,439	422,930	431,590	440,423	449,434	458,624
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
수익							
매출액	1,521,051	1,551,472	1,582,501	1,854,151	1,646,434	1,679,363	1,712,950
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	225,232	229,737	234,332	239,019	243,799	248,675	253,648
유류비	394,157	402,040	410,081	418,282	426,648	435,181	443,885
유지보수비	4,505	4,595	4,687	4,780	4,876	4,973	5,073
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,641,254	-	-
감가상각비	12,600	12,600	12,600	12,600	14,965	14,965	14,965
법인세	116,999	119,390	121,828	172,315	-	128,966	131,605
세전수익	584,997	596,949	609,140	861,575	-1,009,361	644,831	658,027
세후수익	467,998	477,559	487,312	689,260	-1,009,361	515,865	526,421
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
수익							
매출액	1,747,209	1,782,153	1,817,796	1,854,152	1,891,235	1,929,060	2,294,463
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	258,721	263,896	269,174	274,557	280,048	285,649	291,362
유류비	452,762	461,818	471,054	480,475	490,084	499,886	509,884
유지보수비	5,174	5,278	5,383	5,491	5,601	5,713	5,827
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965
법인세	134,297	137,043	139,844	142,701	145,614	148,587	216,983
세전수익	671,486	685,215	699,219	713,503	728,072	742,933	1,084,913
세후수익	537,189	548,172	559,375	570,802	582,458	594,346	867,930

<현금흐름(상하역&셔틀 11만원)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수익							
매출액	-	1,485,714	1,515,429	1,545,737	1,576,652	1,608,185	1,640,349
비용							
초기투자비	1,724,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	200,000	204,000	208,080	212,242	216,486	220,816
유류비	-	350,000	357,000	364,140	371,423	378,851	386,428
유지보수비	-	4,000	4,080	4,162	4,245	4,330	4,416
일반관리비		266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600
법인세	-	130,623	133,286	136,002	138,772	141,598	144,480
세전수익	-1,724,000	653,114	666,429	680,009	693,861	707,991	722,402
세후수익	-1,724,000	522,491	533,143	544,007	555,089	566,392	577,922
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
수익							
매출액	1,673,156	1,706,619	1,740,751	2,015,566	1,811,077	1,847,299	1,884,245
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	225,232	229,737	234,332	239,019	243,799	248,675	253,648
유류비	394,157	402,040	410,081	418,282	426,648	435,181	443,885
유지보수비	4,505	4,595	4,687	4,780	4,876	4,973	5,073
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,641,254	-	-
감가상각비	12,600	12,600	12,600	12,600	14,965	14,965	14,965
법인세	147,420	150,419	153,478	204,598	-	162,553	165,864
세전수익	737,102	752,096	767,390	1,022,990	-844,717	812,767	829,322
세후수익	589,682	601,677	613,912	818,392	-844,717	650,214	663,457
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
수익							
매출액	1,921,930	1,960,368	1,999,576	2,039,567	2,080,359	2,121,966	2,491,227
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	258,721	263,896	269,174	274,557	280,048	285,649	291,362
유류비	452,762	461,818	471,054	480,475	490,084	499,886	509,884
유지보수비	5,174	5,278	5,383	5,491	5,601	5,713	5,827
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965	14,965
법인세	169,241	172,686	176,200	179,784	183,439	187,168	256,335
세전수익	846,207	863,431	880,999	898,918	917,196	935,839	1,281,677
세후수익	676,966	690,745	704,799	719,134	733,756	748,671	1,025,342

○ NPV(순현재가치) 분석

<연도별 수익의 현재가치>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
7만원	-1,634,123	85,577	87,480	89,420	91,400	93,419	95,478
8만원	-1,634,123	187,996	191,947	195,977	200,087	204,280	208,557
9만원	-1,634,123	290,415	296,414	302,533	308,775	315,142	321,636
10만원	-1,634,123	392,834	400,881	409,090	417,463	426,003	434,715
11만원	-1,634,123	495,253	505,349	515,647	526,151	536,865	547,793
구분	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**
7만원	97,579	99,722	101,907	286,127	-1,424,920	106,936	109,302
8만원	212,919	217,369	221,907	408,527	-1,268,860	234,281	239,194
9만원	346,314	353,442	360,712	560,128	-1,174,004	381,515	389,385
10만원	443,600	452,663	461,907	653,327	-956,740	488,971	498,977
11만원	558,940	570,310	581,907	775,727	-800,680	616,316	628,869
구분	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
7만원	111,715	114,176	116,686	119,247	121,859	124,523	375,068
8만원	244,204	249,315	254,529	259,846	265,270	270,803	524,273
9만원	376,694	384,455	392,371	400,445	408,681	417,082	673,478
10만원	509,184	519,595	530,213	541,045	552,093	563,361	822,683
11만원	641,674	654,734	668,056	681,644	695,504	709,641	971,888

<상하역 및 셔틀비용 별 NPV값 산출>

(단위 : 천원)

연도	7만원	8만원	9만원	10만원	11만원
NPV값	-30,068	89,919	209,906	329,892	449,879

- NPV 분석을 위하여 1회당 상하역 및 셔틀운송비를 7만원, 8만원, 9만원, 10만원, 11만원으로 책정하여 매출액과 수익을 산정함
- 할인율은 5.5%로 가정함
- DMT 수송시스템을 적용한 1차 목표시장인 경북지역 대상 석탄화물의 철암역-점촌역 상하역&셔틀운송 사업은 1cycle 당 운송료 책정 대안 중 8만원 이상 책정한다면 사업성이 있을 것으로 예상됨

3. 2차 목표시장의 설정 및 사업계획 수립

가. 2차 목표시장 적용 사업모델 분석

구 분	내 용
분석대상	현재 이용하고 있는 도로운송을 대신해 철도운송으로 전환 서해선 개통으로 인한 제철회사 내 인입선 건설 수요처와 대상역 사이를 셔틀운송 하는 모델
분석기법	현재 현금흐름, DMT 수송시스템 도입 시 현금흐름에 대한 구체적인 분석을 통하여 현금흐름 개선 효과 및 이를 통한 철도물류활성화 효과 분석
예상효과	철도운송의 전환에 따른 보조금 지원 등의 화물 운송비용 절감 효과 정부의 철도육성정책으로 인하여 운송수입 증가, C○2 절감 등의 효과 예상

○ 본 사업모델은 현재 충북 제천에서 충남 당진까지 전량 도로운송되고 있는 석회석화물을 DMT시스템을 이용한 철도화물로 전량 전이시켜 물동량을 처리하는 모델임

○ 2020년 이후 대산항 인입철도가 완공되면 제철회사 내에 인입선이 도입됨

○ 제1구간 : 수요처 – 송학역 구간
- 셔틀거리 : 약 7.5km
- 셔틀물량 : 대당 약 25ton
- 철도화차 1량당 벌크 컨테이너 2개(총 화차 20량, 벌크 컨테이너 40개 필요)
- 화물 물동량 1일 : 1,000ton(Block Train으로 운영)

○ 제2구간 : 송학역 – 제철회사 구간
- 송학역 도착 후 당 시스템을 사용하여 벌크 컨테이너를 DMT 트레일러에서 화차로 환적하여 운송함으로 야적장 및 별도 장비 불필요 함
- 송학역 출발 후 제철회사의 야적장으로 바로 이송되며 별도의 셔틀 서비스가 필요 없음



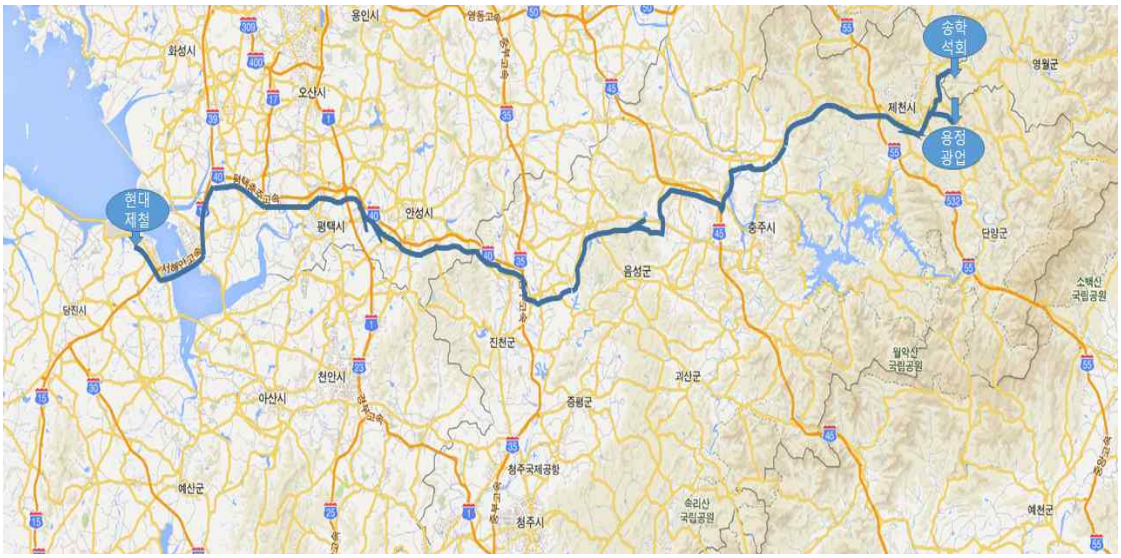
<대산항 산업철도 노선계획도>

나. 사업모델 운송형태 및 비용산정

○ DMT 수송시스템 2차 목표시장의 사업모델은 충청도 제천에서 석회석을 생산하여 충남 당진에 소재한 제철회사에 운송하는 모델이며, 현재 전량 도로운송으로 처리하고 있음

– 덤프트럭 육상운송 거리 : 약 200km

– 현행 운송 과정 : 채광 → 야적 또는 SILO 보관 → 덤프트럭 상차 → 계근 후 운송



<DMT 수송시스템 사업모델 육상운송로>

(1) 사업모델 현행 도로운송 분석

○ 본 사업모델은 철도운송 이용이 어려워 덤프트럭을 이용한 공로운송에 의존하고 있음

○ 충청북도 제천에서 채광된 석회석을 충청남도 당진에 위치한 가공공장에서 제품화하는 편도운송임

○ 화물 발송량은 월평균 25,000톤으로 1일 당 약 968톤의 수요가 발생하고 있음(1개월을 공휴일을 제외한 작업 일로 환산한, 1개월=평균 26일 기준)

○ 공로운송은 화물 전량 지입 차량을 이용하여 임대하는 형식으로 함

○ 덤프트럭의 경우, 국내 최대의 대형덤프트럭의 적재량은 27톤이며 대중화되어 있는 트럭의 경우 25.5톤까지 적재가 가능하나 공로의 사정 등을 감안하여 평균 25톤으로 산정함

○ 1일당 덤프트럭 수요량
- 1일 화물발송량(A) : 968톤
- 덤프트럭 적재량(B) : 25톤
- 1일 덤프트럭 수요량(C) = (A)/(B) = 968 / 25 = 39[대]
- 1일 덤프트럭 수요량은 39대이지만 물동량의 증감을 고려하여 1일 덤프트럭 수요량은 40대로 가정

(가) 도로운송비용 산정
- 덤프트럭 1대당 적재량(B) : 25톤
- 1톤당 운송비용(D) : 12천원/톤
- 덤프트럭 1대당 운송비용 (E) = (B)×(D) = 25톤× 12천원 = 300천원/대
- 1일 운송비용(F) = (C)×(E) = 40대×300천원 = 12,000천원
- 1개월당 운송비용 = 12000천원 ×26일 = 312,000천원
- 1년간 운송비용은 = 312,000천원×12개월 = 3,744,000천원

나. DMT 수송시스템 적용 시 비용 산정

(1) 초기 장비 및 시설투자비용

○ DMT 수송시스템 사업 시작 전 필요 장비를 제작 및 구매하는 것으로 함
- DMT 트레일러 1대의 제작비용은 다음과 같으며, 양산 규모에 따라 보다 저렴하게 생산 가능 함

<DMT 트레일러 제작비용 내역>

구분	단가	수량	금액(VAT별도)
HTS	30,000천원	2EA	60,000천원
유압 및 제어시스템	30,000천원	1EA	30,000천원
트레일러 샤시	60,000천원	1EA	60,000천원
트레일러 바디	100,000천원	1EA	100,000천원
합계			250,000,000원

· DMT 트레일러 총 제작비용 : 5대 * 250,000천원 = 1,250,000천원

구분	내용	내용연수	비용	비고
DMT 트레일러	5대	10년	250백만원(1EA)	덤프형
벌크 컨테이너	40대	10년	10백만원(대당)	구매
탈부착 콘디바이스	1량당 8EA (총 160개)	20년	8백만원(4EA)	제작
구축물_시설투자비	기타 시설비	na		인프라 구축

구분	수요처 ↔ 제철회사	비고
물동량	일일 968ton	영업일(52주×6일)
필요열차수	1 편성	20량
필요화차수	20 량	Bl○ck Train 운영
필요 벌크 컨테이너 개수	40개(1량=8EA)	20량 =1편성 기준

○ 화물 환적 역 시설투자비

(단위:백만원)

구분	계 산 식	금액
포장	200,000×400m	80
사무소	1동	30
카메라폴대	5,000,000×2개소	10
궤도부설	500,000×300m	150
합계		270

(2) 개업비

○ 본 사업의 개업시점(2017년)부터 운영개시기간(2019년) 직전인 인건비와 제경비를 말하며, 다음과 같이 산정함

(단위:백만원)

구분	합계	2017	2018	2019
인건비	105	-	-	105
제경비	42	-	-	42
합계	147	-	-	147

○ 인원수는 다음과 같이 가정하고, 제경비는 인건비의 40%를 반영함

(단위:백만원)

직급	인원수	연봉액(퇴직금포함)
과장	1	45
대리	1	35
사원	1	25

(3) 총 투자비 산정

○ 연도별 투자비 산정내역은 다음과 같음

(단위:백만원)

구분	합계	2017	2018	2019
DMT 트레일러 구매	1,250	-	-	1,250
비산먼지 차단형 벌크 컨테이너 제작	400			400
탈부착식 콘디바이스 제작	320	-	-	320
구축물_역 시설투자비	270	-	-	270
개업비	133	-	-	133
총투자비	2,373	-	-	2,373

다. DMT 수송시스템 사업 운영계획

○ 운영수입, 운영비용 내역은 다음과 같음

구분	운영수입	운영비용
	운송료/하역료 수입	일반관리비 등

- 물가변동비는 연 2% 물가상승율 가정

○ DMT 수송시스템의 연간 운영비용은 다음과 같이 가정함

(가) 현장 인건비

- 기존 DMT 트레일러 운전기사, DMT 수송시스템 환적 보조인원의 급여를 고려하여 다음과 같이 가정함

(단위:백만원)

구분	연간인건비	필요 인원	비고
DMT 트레일러 운전기사	35	5명	퇴직급여 포함
환적 보조인원	30	2명	

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
운전기사급여(불변)	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
운전기사급여(경상)	235	240	244	249	254	259	265	270	275	281

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
운전기사급여(불변)	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
운전기사급여(경상)	286	292	298	304	310	316	323	329	336	342

(나) 유지보수비

- DMT 트레일러 차량 유지보수비는 다음과 같음

(단위:천원)

구분		연간금액
타이어	타이어	800
ALXE	브레이크 라이닝	80
	베어링	120
	브레이크 드럼	170
AIR SUSPENSION	AIRBAG	500
	HANGER BUSHING	100
유압시스템	유압유니트	200
	작동유	200
BRAKE AIR	PARKING & RELEASEVALBE	120
기타 소모품	년간 소모품 비용	210
관리운영비	보험료	2,500
합계		5,000

- 콘디바이스, 벌크 컨테이너 및 기타 장비 유지비용은 연 10백만원으로 반영
- 시설유지비는 연 10백만원으로 반영

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
유지보수비(불변)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
유지보수비(경상)	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
유지보수비(불변)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
유지보수비(경상)	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4	6.6

(다) 유류비

- 유류비는 다음과 같이 산정함

구분	DMT 트레일러
상하차 시 소모유류량	0.5 리터
리터당 이동거리	2.0 km
리터당 경유비	1,600 원

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
처리물동량(천ton)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
유류소모량(천리터)	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
유류비(불변)	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
유류비(경상)	169	172	176	179	183	187	190	194	198	202

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
처리물동량(천ton)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
유류소모량(천리터)	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
유류비(불변)	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
유류비(경상)	206	210	214	219	223	227	232	237	241	246

(라) 일반관리비

○ 본 사업의 각 사업장에 대한 사업이 개시되는 2020년부터 발생하는 인건비와 제경비를 말하며, 다음과 같이 산정함

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
인건비	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
제경비	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
합계(불변)	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
합계(경상)	266	271	277	282	288	294	300	306	312	318

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
인건비	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
제경비	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
합계(불변)	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
합계(경상)	324	331	337	344	351	358	365	372	380	388

○ 인원수는 다음과 같이 가정하고, 제경비는 인건비의 40%를 반영함

(단위:백만원)

직급	인원수	연봉액(퇴직금포함)
과장	1	45
대리	2	35
사원	3	25

(마) 재 투자비

○ DMT 수송시스템 관련 시작품의 내용연수 경과 후 이를 대체해야 하며, 장비별 내용연수는 다음과 같이 가정함

(단위:백만원)

구분	내용연수	투입대수	비용(1EA)
DMT 트레일러	10년	5대	250
벌크 컨테이너	20년	40대	10
탈부착식 콘디바이스	10년	1량당 8EA (총 160개)	2

○ 운영기간동안 유형자산 대체내역은 다음과 같음

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
DMT 트레일러	1,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벌크 컨테이너	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
탈부착식 콘디바이스	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(불변)	1,970	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(경상)	1,970	-	-	-	-	-	-	-	-	-

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
DMT 트레일러	1,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벌크 컨테이너	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
탈부착식 콘디바이스	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(불변)	1,570	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(경상)	2,449	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(바) DMT 수송시스템 운영비용

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
인건비	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
유지보수비	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
유류비	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
일반관리비	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
재 투자비										
합계(불변)	675	675	675	675	675	675	675	675	675	675
합계(경상)	675	688	702	716	730	745	760	775	790	806

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
인건비	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
유지보수비	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
유류비	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
일반관리비	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
재 투자비	1,952									
합계(불변)	2,627	675	675	675	675	675	675	675	675	675
합계(경상)	2,774	839	855	873	890	908	926	944	963	983

(2) DMT 수송시스템 철도운송비(송학역 ↔ 제철회사)

○ 본 사업은 제천에서 채광된 석회석화물의 운송을 위탁을 받아 운영하는 사업으로 제천에서 당진 제철회사까지의 운송을 대상으로 진행

○ 본 사업의 철도운송은 Block Train으로 운영될 예정으로, Block Train 시 운송료의 10% 감면 혜택이 있음

○ 벌크컨테이너는 20ft 컨테이너 요율을 기준으로 운임 산정

○ 운영기간동안 송학역↔제철회사 철도운송비는 다음과 같음

구분	벌크컨테이너 투입개수	거리(km)	비용(원)	비고
송학역 → 제철회사	40개	200	103,200	20ft 컨테이너 운송료 기준
회수 비용			76,368	적 컨테이너 74% 요율 적용
합 계			179,568	
할인율 적용 시			161,611	10% 감면 시

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
철도운송비(불변)	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004
철도운송비(경상)	2004	2044	2085	2127	2169	2213	2257	2302	2348	2395

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
철도운송비(불변)	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004
철도운송비(경상)	2443	2492	2542	2592	2644	2697	2751	2806	2862	2919

(가) 도로운송 ↔ 철도운송 전환보조금

○ 국토해양부 고시 제2010-513호에서는 「지속가능 교통물류 발전법」 제21조 및 「전환교통 협약에 관한 규정(국토해양부 고시 제2010-150호)」 제17조에 따라 2010년도 제2차 철도분야 전환교통 시범사업 보조금 단가를 다음과 같이 고시하고 있음

○ 양회의 경우 1톤당 단가로 환산하여 지역별로 차등화된 요율을 적용하고 있으며 구체적인 요율은 다음과 같음

(단위 : 원/톤)

구 간	단 가
도담-오봉-수도권	1,300
입석리-오봉-수도권	1,700
입석리-수원-수도권	1,700
도담-성북-수도권	2,400
입석리-성북-수도권	1,500
도담-대전조차장-충북권	2,900
도담-부강-충북권	2,000
도담-흑석리-대전권	700
도담-북전주-전북권	1,700
입석리-북전주-전북권	2,400
입석리-신녕-경북권	1,000
입석리-약목-영남권	2,300
입석리-신성-충남권	1,700

- 도담역 : 충청북도 단양군 매포읍
- 오봉역 : 경기 의왕시 이동
- 입석리 : 경상북도 영천시 화북면 입석리
- 성북 : 서울 노원구 월계동
- 대전조차장 : 대전시 대덕구 오정동
- 부간 : 세종특별자치시 부강면 부강리
- 흑석리 : 경상북도 청도군 풍각면 흑석리
- 북전주 : 전라북도 전주시 덕진구 팔복동

○ 충북 단양군 매포읍 도담역에서 출발하여 경기도의 의왕시의 오봉역을 경유하여 수도권으로 운송되는 양회의 전환보조금은 톤당 1,300원임

○ 경상북도 영천시의 입석리에서 출발하여 수도권의 수원역과 오봉역을 경유하여 수도권으로 운송되는 양회의 전환보조금은 1,700원이고, 충북 단양군 매포읍 도담역에서 출발하여 대전조차장을 경유하여 충북권으로 운송되는 양회의 전환보조금은 2,900원으로 조사됨

○ 본사업의 경우 충청북도 제천(송학역)을 출발하여 수도권을 경유하거나, 대전조차장을 경유하여 충남 당진으로 화물을 운송하는 사업으로 경로상 수도권을 경유하는 것이 더 합리적임

○ 수도권 경유 시에는 도담역 사례와 입석리 사례를 참조하는 것이 합리적이며, 이 경우 톤당 전환보조금은 1,300~1,700원에서 결정하는 것이 바람직함

○ 이상의 사례 중 본 사업과 가장 유사한 경로를 가진 것은 입석리 사례로 판단되며 이 경우를 가정하여 본사업의 철도 전환보조금은 톤당 1,700원으로 결정하는 것이 합리적이라 판단됨

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
전환보조금(불변)	510	510	510	510	510	510	510	510	510	510
전환보조금(경상)	510	520	531	541	552	563	574	586	598	609

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
전환보조금(불변)	510	510	510	510	510	510	510	510	510	510
전환보조금(경상)	622	634	647	660	673	686	700	714	728	743

(나) 전환교통보조금 적용 철도운송비 산정

○ 전환교통보조금을 적용한 철도운송비는 다음과 같음

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
철도운송비(불변)	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004
전환보조금(불변)	510	510	510	510	510	510	510	510	510	510
철도운송비(경상)	2004	2044	2085	2127	2169	2213	2257	2302	2348	2395
전환보조금(경상)	510	520	531	541	552	563	574	586	598	609
합계(불변)	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494
합계(경상)	1494	1524	1554	1585	1617	1649	1682	1716	1750	1785

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
철도운송비(불변)	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004	2004
전환보조금(불변)	510	510	510	510	510	510	510	510	510	510
철도운송비(경상)	2443	2492	2542	2592	2644	2697	2751	2806	2862	2919
전환보조금(경상)	622	634	647	660	673	686	700	714	728	743
합계(불변)	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494	1494
합계(경상)	1821	1858	1895	1933	1971	2011	2051	2092	2134	2176

라. DMT 수송시스템 적용 사업 손익의 추정

(1) 사업모델 업무범위와 이에 따른 운영수입/비용

사업장명	업무범위	운영수입	운영비용
수요처↔제철회사	셔틀운송 1회, 철도운송	셔틀운송료수입	인건비 일반관리비 유형자산대체 등

(2) 운영수입추정

(가) 수요처 ↔ 제철회사(석회석 운송)

○ 현재 충북 제천에서 운송되는 석회석 화물은 제철회사에 연 30만 톤의 석회석을 전량 도로운송으로 운송하고 있음

○ DMT 수송시스템을 이용하여 전량 철도운송으로 전환하는 것은 본 사업대상지역의 사업대상역에서 처리할 수 있는 화물량이 한정되어 있으며, 석회석 채굴의 소모성을 생각하며, 일일 968ton, 연 300,000ton(연 310일 운영일 기준)의 화물을 처리하는 것으로 가정하였음

○ 본 사업은 현재 화물을 처리하고 있는 도로운송에서 철도운송으로 전환하여 화물을 운송하는 것이 목적이며, 사업 운영은 충북 제천으로부터 제철회사까지의 화물운송의 전체 Process를 담당하여 운영함

○ 현재 석회석화물에 대한 도로운송비는 ton당 12천원이며, 연간 36억원의 도로운송비가 발생함

○ DMT 수송시스템 적용 철도화물 운송비가 도로운송비인 연간 36억원보다 낮아야 사업성이 있으며, 충북 제천에서도 운송비 절감이 있는 것으로 판단됨

○ DMT 수송시스템 프로세스 중 철도운송비는 화차임대료 대신 한국철도공사에 지급하는 것으로 하며, 이는 본 사업에서의 수익으로는 적용하지 않음

○ 현재 운송하고 있는 도로운송비에 철도운송비를 제외한 비용을 토대로 셔틀운송비를 산정함

(나) 수요처 ↔ 제철회사 DMT 수송시스템 적용 수입 추정

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
도로운송비(불변)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
철도운송비(불변)	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494
도로운송비(경상)	3,600	3,672	3,745	3,820	3,897	3,975	4,054	4,135	4,218	4,302
철도운송비(경상)	1,494	1,524	1,554	1,585	1,617	1,649	1,682	1,716	1,750	1,785
비교(불변)	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106
비교(경상)	2,106	2,148	2,191	2,235	2,280	2,325	2,372	2,419	2,468	2,517

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
도로운송비(불변)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
철도운송비(불변)	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494	1,494
도로운송비(경상)	4,388	4,476	4,566	4,657	4,750	4,845	4,942	5,041	5,142	5,245
철도운송비(경상)	1,821	1,858	1,895	1,933	1,971	2,011	2,051	2,092	2,134	2,176
비교(불변)	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106	2,106
비교(경상)	2,567	2,619	2,671	2,724	2,779	2,834	2,891	2,949	3,008	3,068

○ 2020년 기준 DMT 수송시스템 셔틀운송비는 연간 21억원 이하로 산정이 되면 사업성이 있는 것으로 판단됨

(3) 추정 수익 산정(상하역 및 셔틀운송비)

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 6만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	2,400	2,448	2,497	2,547	2,598	2,650
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	744,000	758,880	774,058	789,539	805,330	821,436
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	769	769	769	769	769	769
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	769	784	800	816	832	849

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	2,703	2,757	2,812	2,868	2,926	2,984	3,044
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	837,865	854,622	871,715	889,149	906,932	925,070	943,572
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	769	769	769	769	769	769	769
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	866	883	901	919	937	956	975

구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	3,105	3,167	3,230	3,295	3,361	3,428	3,496
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000	744,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	962,443	981,692	1,001,326	1,021,353	1,041,780	1,062,615	1,083,868
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	769	769	769	769	769	769	769
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	994	1,014	1,034	1,055	1,076	1,098	1,120

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 7만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	2,800	2,856	2,913	2,971	3,031	3,091
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	868,000	885,360	903,067	921,129	939,551	958,342
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	897	897	897	897	897	897
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	897	915	933	952	971	990

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	3,153	3,216	3,281	3,346	3,413	3,481	3,551
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	977,509	997,059	1,017,000	1,037,340	1,058,087	1,079,249	1,100,834
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.3	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	897	897	897	897	897	897	897
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,010	1,030	1,051	1,072	1,093	1,115	1,137

구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	3,622	3,695	3,768	3,844	3,921	3,999	4,079
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000	868,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,122,851	1,145,308	1,168,214	1,191,578	1,215,410	1,239,718	1,264,512
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.1	4.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	897	897	897	897	897	897	897
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,160	1,183	1,207	1,231	1,256	1,281	1,306

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 8만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	3,200	3,264	3,329	3,396	3,464	3,533
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	992,000	1,011,840	1,032,077	1,052,718	1,073,773	1,095,248
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,025	1,045	1,066	1,088	1,109	1,131

구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	3,604	3,676	3,749	3,824	3,901	3,979	4,058
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,117,153	1,139,496	1,162,286	1,185,532	1,209,242	1,233,427	1,258,096
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.7	3.8	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,154	1,177	1,201	1,225	1,249	1,274	1,300

구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,140	4,222	4,307	4,393	4,481	4,570	4,662
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000	992,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,283,258	1,308,923	1,335,101	1,361,803	1,389,039	1,416,820	1,445,157
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.3	4.4	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,326	1,352	1,379	1,407	1,435	1,464	1,493

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 9만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	3,600	3,672	3,745	3,820	3,897	3,975
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,116,000	1,138,320	1,161,086	1,184,308	1,207,994	1,232,154
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	3.7	3.8	3.9	3.9	4.0	4.1
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,153	1,176	1,199	1,223	1,248	1,273
구분	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,054	4,135	4,218	4,302	4,388	4,476	4,566
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,256,797	1,281,933	1,307,572	1,333,723	1,360,398	1,387,606	1,415,358
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.2	4.3	4.4	4.4	4.5	4.6	4.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,298	1,324	1,351	1,378	1,405	1,433	1,462
구분	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,657	4,750	4,845	4,942	5,041	5,142	5,245
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000	1,116,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,443,665	1,472,538	1,501,989	1,532,029	1,562,669	1,593,923	1,625,801
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153	1,153
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,491	1,521	1,552	1,583	1,614	1,647	1,680

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 10만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	4,000	4,080	4,162	4,245	4,330	4,416
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,240,000	1,264,800	1,290,096	1,315,898	1,342,216	1,369,060
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,281	1,307	1,333	1,359	1,387	1,414
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,505	4,595	4,687	4,780	4,876	4,973	5,073
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,396,441	1,424,370	1,452,858	1,481,915	1,511,553	1,541,784	1,572,620
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.7	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,443	1,471	1,501	1,531	1,562	1,593	1,625
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	5,174	5,278	5,383	5,491	5,601	5,713	5,827
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000	1,240,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,604,072	1,636,154	1,668,877	1,702,254	1,736,299	1,771,025	1,806,446
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.3	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,657	1,690	1,724	1,759	1,794	1,830	1,866

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 11만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	4,400	4,488	4,578	4,669	4,763	4,858
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,364,000	1,391,280	1,419,106	1,447,488	1,476,437	1,505,966
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,409	1,437	1,466	1,495	1,525	1,556
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	4,955	5,054	5,155	5,258	5,364	5,471	5,580
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,536,086	1,566,807	1,598,143	1,630,106	1,662,708	1,695,963	1,729,882
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.7	5.8
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,587	1,619	1,651	1,684	1,718	1,752	1,787
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400	4,400
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	5,692	5,806	5,922	6,040	6,161	6,284	6,410
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000	1,364,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,764,479	1,799,769	1,835,764	1,872,480	1,909,929	1,948,128	1,987,090
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.9	6.0	6.1	6.2	6.4	6.5	6.6
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409	1,409
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,823	1,859	1,896	1,934	1,973	2,013	2,053

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 12만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	4,800	4,896	4,994	5,094	5,196	5,300
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,488,000	1,517,760	1,548,115	1,579,078	1,610,659	1,642,872
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,537	1,568	1,599	1,631	1,664	1,697
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	5,406	5,514	5,624	5,736	5,851	5,968	6,088
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,675,730	1,709,244	1,743,429	1,778,298	1,813,864	1,850,141	1,887,144
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0	6.2	6.3
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,731	1,766	1,801	1,837	1,874	1,911	1,950
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	6,209	6,333	6,460	6,589	6,721	6,856	6,993
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000	1,488,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,924,887	1,963,384	2,002,652	2,042,705	2,083,559	2,125,230	2,167,735
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	7.1	7.2
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,989	2,028	2,069	2,110	2,152	2,195	2,239

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용 13만원일 경우)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	-	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	-	5,200	5,304	5,410	5,518	5,629	5,741
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	-	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,612,000	1,644,240	1,677,125	1,710,667	1,744,881	1,779,778
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,665	1,699	1,733	1,767	1,803	1,839
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	5,856	5,973	6,093	6,214	6,339	6,466	6,595
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,815,374	1,851,681	1,888,715	1,926,489	1,965,019	2,004,319	2,044,406
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	6.0	6.2	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,875	1,913	1,951	1,990	2,030	2,071	2,112
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
상하역 및 셔틀 수익(일)(불변)	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200	5,200
상하역 및 셔틀 수익(일)(경상)	6,727	6,861	6,999	7,138	7,281	7,427	7,575
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000	1,612,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	2,085,294	2,127,000	2,169,540	2,212,931	2,257,189	2,302,333	2,348,380
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	6.9	7.1	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665	1,665
ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	2,154	2,197	2,241	2,286	2,332	2,378	2,426

(4) DMT 수송시스템 수익 현금흐름 산정

○ DMT 수송시스템 적용 사업에 따른 수익과 투자비, 소요비용, 법인세 등을 포함하여 사업 현금흐름 산정

○ 감가상각비는 정액법으로 산정하였으며, DMT 트레일러, 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너, 탈부착식 콘디바이스를 대상으로 산정하며, DMT 트레일러의 내용 연수는 10년이며, 잔존가치는 60,000천원이며, 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너의 내용 연수는 20년이며, 잔존가치는 1,000천원, 탈부착식 콘디바이스의 내용연수는 10년이나, 잔존가치는 없는 것으로 적용(2029년, 2039년은 매출액에 장비 잔존가치를 포함)

○ 법인세는 수익 2억 미만은 10%, 2억 이상 200억 미만은 20%

<현금흐름(상하역&셔틀 6만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	768,595	783,967	799,646	815,639	831,952	848,591
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	15,919	16,295	16,679	17,071	17,470	17,878
세전수익	-2,373,000	79,595	81,477	83,396	85,354	87,351	89,389
세후수익	-2,373,000	63,676	65,182	66,717	68,284	69,881	71,511
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	865,563	882,874	900,532	1,218,542	936,913	955,651	974,764
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	18,293	18,717	19,149	79,590	-	20,004	20,472
세전수익	91,466	93,586	95,747	397,952	-1,854,374	100,018	102,358
세후수익	73,173	74,869	76,598	318,362	-1,854,374	80,014	81,886
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	994,260	1,014,145	1,034,428	1,055,116	1,076,219	1,097,743	1,518,226
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	20,949	21,436	21,932	22,439	22,956	23,483	103,726
세전수익	104,744	107,179	109,662	112,195	114,778	117,413	518,629
세후수익	83,795	85,743	87,729	89,756	91,822	93,931	414,903

<현금흐름(상하역&셔틀 7만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	896,694	914,628	932,921	951,579	970,611	990,023
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	41,539	42,428	43,334	44,259	45,202	46,164
세전수익	-2,373,000	207,694	212,138	216,671	221,294	226,010	230,820
세후수익	-2,373,000	166,155	169,710	173,337	177,035	180,808	184,656
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	1,009,823	1,030,020	1,050,620	1,371,633	1,093,065	1,114,927	1,137,225
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	47,145	48,146	49,167	110,209	-	51,859	52,964
세전수익	235,727	240,731	245,836	551,043	-1,698,222	259,293	264,818
세후수익	188,581	192,585	196,669	440,834	-1,698,222	207,434	211,855
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	1,159,970	1,183,169	1,206,832	1,230,969	1,255,588	1,280,700	1,704,842
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	54,091	55,241	56,413	57,609	58,830	60,074	141,049
세전수익	270,454	276,203	282,066	288,047	294,148	300,370	705,245
세후수익	216,363	220,962	225,653	230,438	235,318	240,296	564,196

<현금흐름(상하역&셔틀 8만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,024,793	1,045,289	1,066,195	1,087,519	1,109,269	1,131,455
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-						
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	67,159	68,560	69,989	71,447	72,934	74,450
세전수익	-2,373,000	335,793	342,799	349,945	357,234	364,669	372,252
세후수익	-2,373,000	268,635	274,239	279,956	285,787	291,735	297,802
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	1,154,084	1,177,165	1,200,709	1,524,723	1,249,217	1,274,202	1,299,686
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	75,997	77,575	79,185	140,827	-	83,714	85,456
세전수익	379,987	387,877	395,925	704,133	-1,542,070	418,568	427,279
세후수익	303,990	310,302	316,740	563,306	-1,542,070	334,854	341,823
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	1,325,680	1,352,193	1,379,237	1,406,822	1,434,958	1,463,657	1,891,458
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	87,233	89,045	90,894	92,780	94,704	96,666	178,372
세전수익	436,164	445,227	454,471	463,900	473,518	483,328	891,861
세후수익	348,931	356,182	363,577	371,120	378,814	386,662	713,489

<현금흐름(상하역&셔틀 9만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,152,893	1,175,950	1,199,469	1,223,459	1,247,928	1,272,887
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	92,779	94,692	96,644	98,635	100,665	102,737
세전수익	-2,373,000	463,893	473,460	483,220	493,174	503,327	513,684
세후수익	-2,373,000	371,114	378,768	386,576	394,539	402,662	410,947
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	1,298,344	1,324,311	1,350,797	1,677,813	1,405,370	1,433,477	1,462,147
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	104,850	107,005	109,203	171,445	-	115,569	117,948
세전수익	524,248	535,023	546,013	857,223	-1,385,917	577,843	589,740
세후수익	419,398	428,018	436,811	685,779	-1,385,917	462,275	471,792
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	1,491,389	1,521,217	1,551,642	1,582,674	1,614,328	1,646,614	2,078,075
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	120,375	122,850	125,375	127,951	130,577	133,257	215,696
세전수익	601,874	614,251	626,876	639,753	652,887	666,285	1,078,478
세후수익	481,499	491,401	501,501	511,802	522,310	533,028	862,782

<현금흐름(상하역&셔틀 10만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,280,992	1,306,612	1,332,744	1,359,399	1,386,587	1,414,318
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-						
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	118,398	120,824	123,299	125,823	128,397	131,023
세전수익	-2,373,000	591,992	604,122	616,494	629,114	641,986	655,116
세후수익	-2,373,000	473,593	483,297	493,195	503,291	513,589	524,093
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	1,442,605	1,471,457	1,500,886	1,830,904	1,561,522	1,592,752	1,624,607
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	133,702	136,434	139,220	202,063	-	147,424	150,440
세전수익	668,508	682,168	696,102	1,010,314	-1,229,765	737,119	752,200
세후수익	534,807	545,735	556,881	808,251	-1,229,765	589,695	601,760
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	1,657,099	1,690,241	1,724,046	1,758,527	1,793,698	1,829,572	2,264,691
비용							
초기투자비	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	153,517	156,655	159,856	163,121	166,451	169,848	253,019
세전수익	767,584	783,275	799,280	815,606	832,257	849,242	1,265,094
세후수익	614,067	626,620	639,424	652,484	665,806	679,393	1,012,075

<현금흐름(상하역&셔틀 11만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,409,091	1,437,273	1,466,018	1,495,339	1,525,245	1,555,750
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	144,018	146,957	149,954	153,011	156,129	159,310
세전수익	-2,373,000	720,091	734,783	749,768	765,054	780,645	796,548
세후수익	-2,373,000	576,073	587,826	599,815	612,043	624,516	637,238
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	1,586,865	1,618,603	1,650,975	1,983,994	1,717,674	1,752,027	1,787,068
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	162,554	165,863	169,238	232,681	-	179,279	182,932
세전수익	812,769	829,314	846,190	1,163,404	-1,073,613	896,394	914,661
세후수익	650,215	663,451	676,952	930,723	-1,073,613	717,115	731,729
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	1,822,809	1,859,266	1,896,451	1,934,380	1,973,067	2,012,529	2,451,307
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	186,659	190,460	194,337	198,292	202,325	206,440	290,342
세전수익	933,294	952,299	971,685	991,458	1,011,627	1,032,199	1,451,710
세후수익	746,635	761,840	777,348	793,167	809,302	825,759	1,161,368

<현금흐름(상하역&셔틀 12만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,537,190	1,567,934	1,599,293	1,631,278	1,663,904	1,697,182
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	169,638	173,089	176,609	180,199	183,861	187,596
세전수익	-2,373,000	848,190	865,444	883,043	900,994	919,303	937,980
세후수익	-2,373,000	678,552	692,355	706,434	720,795	735,443	750,384
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	1,731,126	1,765,748	1,801,063	2,137,084	1,873,826	1,911,303	1,949,529
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	191,406	195,292	199,256	263,299	-	211,134	215,424
세전수익	957,029	976,460	996,279	1,316,495	-917,461	1,055,669	1,077,122
세후수익	765,623	781,168	797,023	1,053,196	-917,461	844,535	861,698
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	1,988,519	2,028,290	2,068,855	2,110,233	2,152,437	2,195,486	2,637,923
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	219,801	224,265	228,818	233,462	238,199	243,031	327,665
세전수익	1,099,004	1,121,324	1,144,090	1,167,311	1,190,997	1,215,156	1,638,327
세후수익	879,203	897,059	915,272	933,849	952,797	972,125	1,310,661

<현금흐름(상하역&셔틀 13만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,665,289	1,698,595	1,732,567	1,767,218	1,802,563	1,838,614
비용							
초기투자비	2,373,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	235,000	239,700	244,494	249,384	254,372	259,459
유류비	-	169,000	172,380	175,828	179,344	182,931	186,590
유지보수비	-	4,500	4,590	4,682	4,775	4,871	4,968
일반관리비	-	266,000	271,320	276,746	282,281	287,927	293,685
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	-	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500	14,500
법인세	-	195,258	199,221	203,263	207,387	211,592	215,882
세전수익	-2,373,000	976,289	996,105	1,016,317	1,036,933	1,057,962	1,079,411
세후수익	-2,373,000	781,031	796,884	813,054	829,547	846,370	863,529
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
수익							
매출액	1,875,386	1,912,894	1,951,152	2,290,175	2,029,978	2,070,578	2,111,989
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	264,648	269,941	275,340	280,847	286,464	292,193	298,037
유류비	190,321	194,128	198,010	201,971	206,010	210,130	214,333
유지보수비	5,068	5,169	5,272	5,378	5,485	5,595	5,707
일반관리비	299,559	305,550	311,661	317,895	324,253	330,738	337,352
재 투자비	-	-	-	-	1,952,098	-	-
감가상각비	14,500	14,500	14,500	14,500	16,978	16,978	16,978
법인세	220,258	224,721	229,274	293,917	-	242,989	247,917
세전수익	1,101,290	1,123,605	1,146,368	1,469,585	-761,309	1,214,944	1,239,583
세후수익	881,032	898,884	917,094	1,175,668	-761,309	971,955	991,666
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
수익							
매출액	2,154,229	2,197,314	2,241,260	2,286,085	2,331,807	2,378,443	2,824,540
비용							
장비투자	-	-	-	-	-	-	-
인건비	303,998	310,078	316,279	322,605	329,057	335,638	342,351
유류비	218,620	222,992	227,452	232,001	236,641	241,374	246,201
유지보수비	5,821	5,938	6,056	6,178	6,301	6,427	6,556
일반관리비	344,099	350,981	358,001	365,161	372,464	379,914	387,512
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-
감가상각비	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978	16,978
법인세	252,943	258,070	263,299	268,633	274,073	279,623	364,989
세전수익	1,264,714	1,290,348	1,316,494	1,343,164	1,370,366	1,398,113	1,824,943
세후수익	1,011,771	1,032,278	1,053,195	1,074,531	1,096,293	1,118,491	1,459,954

○ NPV(순현재가치) 분석

<연도별 수익의 현재가치>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
6만원	-2,249,289	60,356	61,783	63,239	64,724	66,238	67,783
7만원	-2,249,289	157,493	160,863	164,300	167,806	171,382	175,030
8만원	-2,249,289	254,630	259,943	265,361	270,888	276,526	282,277
9만원	-2,249,289	351,767	359,022	366,422	373,971	381,670	389,523
10만원	-2,249,289	448,904	458,102	467,484	477,053	486,814	496,770
11만원	-2,249,289	546,040	557,181	568,545	580,136	591,958	604,017
12만원	-2,249,289	643,177	656,261	669,606	683,218	697,102	711,264
13만원	-2,249,289	740,314	755,340	770,667	786,300	802,246	818,511
구분	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**
6만원	69,358	70,965	72,605	301,765	-1,757,700	75,843	77,617
7만원	178,750	182,545	186,416	417,852	-1,609,689	196,620	200,810
8만원	288,142	294,125	300,227	533,940	-1,461,677	317,398	324,003
9만원	397,534	405,704	414,038	650,027	-1,313,666	438,175	447,196
10만원	506,926	517,284	527,850	766,115	-1,165,654	558,952	570,389
11만원	616,317	628,864	641,661	882,202	-1,017,643	679,730	693,582
12만원	725,709	740,443	755,472	998,290	-869,631	800,507	816,775
13만원	835,101	852,023	869,283	1,114,377	-721,620	921,285	939,968
구분	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**	**2039**
6만원	79,427	81,273	83,156	85,077	87,036	89,034	393,273
7만원	205,084	209,443	213,889	218,425	223,051	227,769	534,783
8만원	330,741	337,613	344,623	351,773	359,066	366,504	676,293
9만원	456,397	465,783	475,356	485,121	495,080	505,240	817,803
10만원	582,054	593,953	606,089	618,469	631,095	643,975	959,313
11만원	707,711	722,123	736,823	751,817	767,110	782,710	1,100,823
12만원	833,368	850,293	867,556	885,165	903,125	921,445	1,242,333
13만원	959,025	978,463	998,289	1,018,513	1,039,140	1,060,181	1,383,843

<상하역 및 셔틀비용 별 NPV값 산출>

(단위 : 천원)

6만원	7만원	8만원	9만원
-97,926	15,873	129,672	243,470
10만원	**11만원**	**12만원**	**13만원**
357,269	471,068	584,866	698,665

<상하역 및 셔틀비용 별 내부수익률 산출>

6만원	7만원	8만원	9만원
-9%	1%	8%	14%
10만원	**11만원**	**12만원**	**13만원**
20%	25%	29%	34%

○ NPV 분석을 위하여 1회당 상하역 및 셔틀운송비를 6만원 ~ 13만원으로 책정하여 매출액과 수익을 산정함

○ 할인율은 5.5%로 가정함

○ 상하역 및 셔틀비용별 NPV값 산출 결과 6만원일 경우 -97,926천원이 도출되었으며, 7만원 이상 경우 수익이 나는 것으로 나타남

○ DMT 수송시스템을 적용한 사업은 상하역 및 셔틀운송 1cycle 당 7만원 이상 13만원 이하의 비용을 선택한다면 사업성이 있을 것으로 예상되며, 사업시행 전 협의 후 결정

마. DMT 수송시스템 적용 사업 비용절감효과

○ DMT 수송시스템가 도입되어 운송비가 절감되고, 정부의 철도운송육성정책으로 화주의 철송 선호도가 높아져 화물의 육송에서 철송으로의 전환 효과가 있을 수 있음

○ 이 경우, 적재 요율과 철송전환물동량의 상호 탄력성에 의거 사업장의 경우 경제성이 좋아질 수도 있고, 나빠질 수도 있으나, 철도운송의 증가로 인한 코레일의 운송수입 증가, CO2 절감 효과는 클 것으로 예상할 수 있음

(1) 코레일 운영수입, CO2 절감 효과

- 화물운송수입 → DMT 수송시스템 적용 철도운송비
- CO2 절감 효과 → 25ton당 0.63톤 가정

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
코레일의 재무적 효과 코레일운송수입(백만원)	1,494	1,524	1,554	1,585	1,617	1,649	1,682	1,716	1,750	1,785
전환 운송 대체효과 CO2 절감효과(톤)	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
코레일의 재무적 효과 코레일운송수입(백만원)	1,821	1,858	1,895	1,933	1,971	2,011	2,051	2,092	2,134	2,176
전환 운송 대체효과 CO2 절감효과(톤)	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560	7,560

(2) 수요처 화물 운송비 절감 효과

<수요처 운송비 절감 효과>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
도로-철도운송 비교										
도로운송비	3,600	3,672	3,745	3,820	3,897	3,975	4,054	4,135	4,218	4,302
철도운송비	1,494	1,524	1,554	1,585	1,617	1,649	1,682	1,716	1,750	1,785
도로-철도 운송비	2,106	2,148	2,191	2,235	2,280	2,325	2,372	2,419	2,468	2,517
상하역 및 셔틀비										
6만원	769	784	800	816	832	849	866	883	901	919
7만원	897	915	933	952	971	990	1,010	1,030	1,051	1,072
8만원	1,025	1,045	1,066	1,088	1,109	1,131	1,154	1,177	1,201	1,225
9만원	1,153	1,176	1,199	1,223	1,248	1,273	1,298	1,324	1,351	1,378
10만원	1,281	1,307	1,333	1,359	1,387	1,414	1,443	1,471	1,501	1,531
11만원	1,409	1,437	1,466	1,495	1,525	1,556	1,587	1,619	1,651	1,684
12만원	1,537	1,568	1,599	1,631	1,664	1,697	1,731	1,766	1,801	1,837
13만원	1,665	1,699	1,733	1,767	1,803	1,839	1,875	1,913	1,951	1,990
수요처 운송비 절감 효과										
6만원	1,337	1,364	1,391	1,419	1,448	1,477	1,506	1,536	1,567	1,598
7만원	1,209	1,233	1,258	1,283	1,309	1,335	1,362	1,389	1,417	1,445
8만원	1,081	1,103	1,125	1,147	1,170	1,194	1,218	1,242	1,267	1,292
9만원	953	972	992	1,011	1,032	1,052	1,073	1,095	1,117	1,139
10만원	825	842	858	876	893	911	929	948	967	986
11만원	697	711	725	740	754	769	785	801	817	833
12만원	569	580	592	604	616	628	641	653	666	680
13만원	441	450	459	468	477	487	496	506	516	527

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
도로-철도운송 비교										
도로운송비	4,388	6,341	6,468	6,597	6,729	6,864	7,001	7,141	7,284	7,430
철도운송비	1,821	1,858	1,895	1,933	1,971	2,011	2,051	2,092	2,134	2,176
도로-철도 운송비	2,567	4,483	4,573	4,664	4,758	4,853	4,950	5,049	5,150	5,254
상하역 및 셔틀비										
6만원	937	956	975	994	1,014	1,034	1,055	1,076	1,098	1,120
7만원	1,093	1,115	1,137	1,160	1,183	1,207	1,231	1,256	1,281	1,306
8만원	1,249	1,274	1,300	1,326	1,352	1,379	1,407	1,435	1,464	1,493
9만원	1,405	1,433	1,462	1,491	1,521	1,552	1,583	1,614	1,647	1,680
10만원	1,562	1,593	1,625	1,657	1,690	1,724	1,759	1,794	1,830	1,866
11만원	1,718	1,752	1,787	1,823	1,859	1,896	1,934	1,973	2,013	2,053
12만원	1,874	1,911	1,950	1,989	2,028	2,069	2,110	2,152	2,195	2,239
13만원	2,030	2,071	2,112	2,154	2,197	2,241	2,286	2,332	2,378	2,426
수요처 운송비 절감 효과										
6만원	1,630	3,528	3,598	3,670	3,744	3,819	3,895	3,973	4,052	4,134
7만원	1,474	3,368	3,436	3,504	3,575	3,646	3,719	3,793	3,869	3,947
8만원	1,318	3,209	3,274	3,339	3,406	3,474	3,543	3,614	3,687	3,761
9만원	1,162	3,050	3,111	3,173	3,236	3,302	3,367	3,435	3,504	3,574
10만원	1,006	2,891	2,949	3,007	3,067	3,129	3,192	3,255	3,321	3,387
11만원	850	2,731	2,786	2,842	2,898	2,957	3,016	3,076	3,138	3,201
12만원	693	2,572	2,624	2,676	2,729	2,784	2,840	2,897	2,955	3,014
13만원	537	2,413	2,461	2,510	2,560	2,612	2,664	2,717	2,772	2,828

- 위의 분석을 참고로 화물 운송(연 30만톤)을 도로운송에서 철도운송으로 전환한다면 운송비(2020년 기준)가 441백만원 ~ 1,337백만원 정도로 감소할 것으로 예상

4. 2차 목표시장 경제성 분석

가. 경제성 분석의 개요와 주요 전제

○ 경제적 타당성을 평가하기 위해서는 우선 편익/비용 비율(Benefit Cost Ratio: B/C)을 분석함
- 편익/비용 비율이란 총편익과 총비용의 할인된 금액의 비율, 즉 장래에 발생할 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 것임
- 일반적으로 편익/비용 비율≥1이면 경제성이 있다고 판단함

○ 편익/비용 비율이 '1.0'을 상회한다고 해서 공공투자의 경제적 타당성이 있다고 단순 판단하는 데에는 문제가 제기될 수 있음
- 미국의 경우는 편익/비용 비율이 단순히 '1.0'을 상회한다고 해서 해당 투자가 경제적 타당성이 있다고 판단하는 것이 아니며 미국 정부의 예산관리처(Office of Management and Budget: OMB)가 제시하는 공공투자분석에 대한 특수기준에 의하면, 조세왜곡에 따른 초과부담 등을 감안하여 최소 편익/비용 비율이 '1.25' 이상이라야 경제적 타당성을 인정받을 수 있음
- 우리나라의 경우도 일반지침(제5판)에서 제시하는 바와 같이 어려운 재정상황 및 조세왜곡에 의한 공적자본의 한계비용 등을 추가로 고려해 보면 이론적으로 최소 편익/비용 비율이 '약 1.10~1.15' 정도는 되어야 경제적 타당성을 충분히 인정할 수 있다고 판단함

○ 그러나 우리나라는 사회간접자본시설이 충분하다고 주장하기 어렵다는 점과 현실적으로 현재기준을 '1.10~1.15'의 최소 편익/비용 비율을 적용할 경우 여타의 조사에서 적용되는 '1.0'의 비율과의 상이함으로 인해 불필요한 혼란을 초래할 가능성이 있음

○ 따라서 이상의 현실을 종합적으로 고려하여 당분간 이론적으로 추정된 최소 편익/비용 비율 대신에 '1.0'의 수치를 최소 편익/비용 비율로 활용하고 있음
- 경제성 분석은 국가적 차원에서 DMT시스템이 도입되는 경우 기존의 운영방식과 비교하여 발생되는 비용과 편익을 고려하여 순현재가치법, 내부수익율법, B/C 비율 분석을 실시함

○ 편익/비용 비율법(Benefit-Cost Ratio:B/C Ratio)
- 편익/비용 비율법은 경제성분석에 주로 사용되며, 대안의 편익 현가의 합계를 비용현가의 합계로 나눈 값을 의미함

$$\frac{B}{C} = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} / \sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

B_t: t시점의 편익의 현재가치

C: t시점의 비용의 현재가치

k: 사회적 할인율

- 투자의사결정기준은 단일 투자안의 경우, 1보다 커야 경제성이 있으며, B/C의 값이 클수록 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있음

○ 순현재가치법(net present value : NPV)

- 순현재가치는 투자로부터 기대되는 미래의 순현금유입액을 자본비용으로 할인한 순현금유입의 현가에서 순현금유출의 현가를 공제한 값

$$NPV = \left[\frac{R_1}{(1+k)^1} + \frac{R_2}{(1+k)^2} + \cdots + \frac{R_n}{(1+k)^n} \right] - C = \sum_{t=1}^{n} \frac{R_t}{(1+k)^t} - C$$

R_t: t시점의 순현금유입

C: t=0시점의 순현금유출(순현금유출의 현가)

k: 자본비용

- 투자의사결정기준은 단일 투자안의 경우 투자안의 NPV가 0보다 크면 그 안을 채택하며, 상호배타적인 여러 투자안들의 경우에는 NPV값이 0보다 큰 투자안 중에서 NPV가 가장 큰 투자안을 선택함

○ 내부이익율법(Internal Rate of Return : IRR)

- 내부이익률은 투자로부터 기대되는 현금유입의 현가와 현금유출의 현가를 같게 하는 할인율을 의미함
- 내부수익률을 수식으로 정의하면 다음과 같음

$$\frac{R_1}{(1+r)^1} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{R_n}{(1+r)^n} = C$$

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{R_t}{(1+r)^t} - C = 0$$

R_t: t시점의 순현금유입

C: t=0시점의 순현금유출(순현금유출의 현가)

- 투자의사결정기준은 단일 투자안의 경우에는 투자안의 IRR이 자본비용보다 크면 그 투자안을 채택하며, 상호배타적인 복수의 투자안들의 경우에는 투자안의 IRR이 자본비용보다 큰 투자안 중에서 IRR이 가장 큰 투자안을 선택함
- 본 분석은 철도물류 수송시스템을 개선함으로써 발생하는 편익과 비용을 국민경제 전체의 입장에서 분석하는 경제성분석임
- 경제성분석은 비용 및 편익을 비교 검토함으로써 사업 또는 계획의 추진 여부와 향후 환경변화에 능동적으로 대처하는데 유용한 정보를 제공함

나. 경제성 분석의 주요 전제조건

(1) 분석 기준연도 및 분석 기간

○ 경제적 평가에서 모든 편익과 비용은 동일한 시점을 기준으로 할인해야 한함
- 편익과 비용이 제각기 다른 시점에서 발생하므로 할인율을 이용하여 비교 가능한 동일시점의 가치로 일치시켜야 함
- 철도부문 사업의 분석기간은 20년을 적용함

○ 최종 분석연도가 기본자료(O/D 및 네트워크) 최종 제공연도 이후로 설정되는 경우에는 기본자료 최종 제공연도~최종 분석연도까지의 편익 증가율은'0'으로 가정

(2) 사회적 할인율

○ 도로 철도부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)에서 제시된 할인율 5.5%를 적용함

(3) 유지보수비(운영비)

○ 기존의 타당성 조사보고서에서는 유지관리비 및 잔존가치 등을 무시하고 공사비만 고려하여 경제적 타당성을 분석한 사례가 많았음

○ 그러나 공사비 대신 생애주기비용(Life Cycle C○st)을 경제성 분석에서 고려해야 한다는 주장이 최근 강하게 제기되면서, 유지관리비 및 잔존가치도 경제적 타당성 평가에서 중요한 항목으로 포함함

○ 본 사업의 유지관리비(운영비) 처리방법에 관해서는 도로 철도부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)의 별도의 비용항목에서 제시하고

있는 지침에 따라 분석함

(4) 대체투자비 및 잔존가치의 처리

○ 철도는 도로와 달리 재투자되는 비용이 많이 발생함
- 수요 증가에 따라 차량이 추가로 투입
- 내구연한이 경과한 차량 및 시설에 대하여도 재투자가 발생

○ 우리나라는 철도부문 사업의 재투자된 항목에 대한 잔존가치를 모두 고려하도록 하고 있으며, 차량의 내구연한은 철도안전법 시행규칙, 법령에서 내구연한이 제시되어 있지 않은 시설에 대해서는 교통시설 투자평가지침(국토해양부, 2007)에서 제시된 내구연한을 기준으로 하여 재투자 비용 및 잔존가치를 산정하는 것을 원칙으로 함

(5) 세금 등 이전지출처리

○ 경제성 분석에서 세금 등 이전지출 비용은 순수한 경제적 비용으로 간주되면 안됨
- 이전지출은 한 곳에서 다른 곳으로 이전하는 지출이므로 재무성 분석에서는 사업 주체에 따라 비용도 되고 편익이 되기도 하지만 경제성 분석에서는 국가 재원에 아무런 영향을 미치지 않기 때문임
- 경제성 분석에서는 가능한 범위까지는 세금 등의 이전지출을 배제하고 분석을 시도함
- 그러나 현실적으로 사업별로 세금 내역을 어떻게 공제할 것인지를 판단하는 작업은 그리 간단한 일이 아님

○ 경제성분석에서는 투입물의 종류별 세금부과 내역을 산정하기 어렵기 때문에 『도로철도부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침』(제5판)의 제Ⅲ장 비용추정에서 제시한 기준에 의거 총사업비 가운데 부가가치세를 제외한 사업비를 경제적 비용으로 간주하여 경제성 분석의 비용으로 반영

다. 비용과 편익 분석

(1) 비용분석

(가) 사업비의 산정

○ 경제성분석에서는 투입물의 종류별 세금부과 내역을 산정하기 어렵기 때문에 총사업비 가운데 부가가치세를 제외한 사업비를 경제적 비용으로 간주하여 경제성 분석의 비용으로 반영함

- 도로 철도부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)의 제Ⅲ장 비용추정에서 제시한 기준임
- 상기 제시한 연도별 투자 내역은 부가가치세가 제외된 사업비로서 이를 적용하여 총 사업비를 계상함

<초기 투자내역>

(단위:백만원)

구분	합계	2017	2018	2019
DMT 트레일러구매	1,250	-	-	1,250
벌크 컨테이너 제작	400	-	-	400
탈부착식 콘디바이스 제작	320	-	-	320
구축물_역 시설투자비	270	-	-	270
개업비	133	-	-	133
총투자비	2,373	-	-	2,373

○ DMT 수송시스템 장비는 내용연수 경과 후 이를 대체해야 하며, 장비별 내용연수는 다음과 같이 가정함

<각 장비의 내용연수>

구분	내용연수
DMT 트레일러	10년
비산먼지 차단형 벌크 컨테이너	20년
탈부착식 콘디바이스	10년
구축물_시설투자비*	Na

* : 최초 시설투자 이후 유지보수만 가정

<연도별 장비구입비>

(단위:백만원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
DMT 트레일러	1,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벌크컨테이너	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
콘디바이스	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(불변)	1,970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(경상)	1,970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
DMT 트레일러	1,250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
벌크컨테이너		-	-	-	-	-	-	-	-	-
콘디바이스	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(불변)	1,570	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(경상)	2,449	-	-	-	-	-	-	-	-	-

○ 운영비용은 인건비, 유지보수비, 일반관리비 등으로 구성되며, 산정내역은 다음과 같음

<연도별 운영비>

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
인건비	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
유지보수비	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
유류비	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
일반관리비	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
재 투자비										
합계(경상)	675	688	702	716	730	745	760	775	790	806

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
인건비	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
유지보수비	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
유류비	169	169	169	169	169	169	169	169	169	169
일반관리비	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
재 투자비	1,952									
합계(경상)	2774	839	855	873	890	908	926	944	963	983

<연도별 비용 및 현재가치>

(단위: 백만원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
초기 투자비	2,373									
운영비		689	702	716	730	745	759	774	789	805
합계	2,373	689	702	716	730	745	759	774	789	805
현재가치	2,373	653	631	610	589	485	581	561	543	524

구분	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
초기 투자비											
운영비	821	2,791	856	872	889	907	925	943	961	980	1,000
합계	821	2,791	856	872	889	907	925	943	961	980	1,000
현재가치	507	1,634	475	459	443	429	414	400	387	374	361

(단위: 백만원)

구분	합계
초기 투자비	2373
운영비	18,655
합계	21,028
현재가치	11,061

(2) 편익 분석

(가) 개요

○ 교통시설 투자사업의 시행으로 발생하는 편익은 교통 측면의 편익인 직접편익과 교통 개선으로 인한 사회적 편익인 간접편익으로 구분할 수 있으며, 철도부문 사업의 유형별 편익항목은 다음과 같음

<철도부문 사업의 유형별 편익항목>

구분		세부항목
직접편익 (사용자 편익)	철도 이용자 편익	철도(기존 및 신규 철도) 사용자 및 화물의 통행시간 절감 쾌적성, 정시성, 안정성 향상 등*
	타 수단 이용자 편익	차량운행비용 절감 도로·철도 간 전환수요에 의한 통행시간 절감편익 항공/해운의 전환수요에 의한 편익* 교통사고 감소 건널목 개선에 따른 사고/지체 감소*
간접편익 (비사용자 편익)		환경비용 절감(대기오염, 소음 절감) 지역개발 효과* 시장권의 확대* 지역 산업구조 개편* 고속도로 유지관리비 절감* 주차수요 감소로 인한 주차공간 기회비용 절감

주: *는 편익 산정 시 계량화하여 반영하지 못한 항목임.

○ 도로와 철도 등 교통시설사업 시행 시 교통시설의 이용자들에게 발생하는 직접편익으로는 차량운행비용 절감, 통행시간 절감, 교통사고 감소, 쾌적성 증가, 정시성 향상, 안정성 향상 등이 있음

○ 차량운행비용 절감, 통행시간 절감, 교통사고 감소 등의 편익을 화폐가치화하는 작업은 비교적 용이하나, 교통의 쾌적성, 정시성, 안정성 향상 등의 효과는 개인별 주관적 만족도에 따라 가치가 달라질 수 있기 때문에 화폐가치화하는 데 어려움이 수반됨

○ 철도부문 사업의 경우 항공 및 해운의 전환수요에 의한 편익과 건널목 개선에 따른 사고/지체 감소편익은 반영할 필요는 있으나 계량화가 용이하지 않음

○ 간접편익은 교통시설사업 시행 시 교통시설 이용에 관계없이 모든 사람에게 발생하는 파급효과로 환경비용 절감, 지역개발효과, 시장권 확대, 산업구조 개편효과 등이 있음

○ 철도부문 사업의 경우 전환수요에 의한 고속도로 유지관리비 절감, 주차수요 감소로 인한 주차공간 기회비용 절감, 공사 중 교통혼잡 및 도로공간 축소로 인한 부(−)의 편익 등을 추가로 고려할 수 있음

○ 환경비용 절감편익의 경우 대기오염, 소음 등 일부 항목을 계량화하는 연구 성과가 축적되어 비용·편익 분석에 반영할 수 있음

− 지역개발 효과, 시장권 확대, 산업구조개편 효과 등이 실현되기 위해서는 교통시설사업 이외의 분야에 대한 투자가 병행되어야 하기 때문에 계량화에 어려움이 따르고, 투자의 구축 효과(crowding out effects) 등으로 비용편익 분석의 편익으로 직접 산정하는 데는 논란의 여지가 있어 편익항목에는 포함하지 않음

○ 또한 고속도로 유지관리비 절감편익의 경우 반영할 필요는 있지만, 계량화가 용이하지 않음

○ 이상의 논의를 종합하여 본 지침연구에서는 다음과 같이 편익 산정 범위를 공통 편익과 사업특수 편익으로 구분함

− 공통 편익이란 모든 도로 및 철도 부문 사업에 포함되는 편익을 의미

− 사업특수 편익이란 특정 사업의 평가에 한정하여 산정하여야 하는 편익임

<철도사업의 시행에 따른 편익항목>

구분	편익항목
공통 편익	차량운행비용 절감편익 통행시간 절감편익 교통사고 감소편익 환경비용(공해) 절감편익
사업특수편익	주차비용 절감편익

(나) 차량운행비용 절감편익

○ 교통시설사업 시행 시 통행거리가 단축되고 통행속도가 증가함에 따라 차량운행비용이 감소되는 효과가 발생함

○ 차량운행비용은 통상 고정비와 변동비로 구분되며, 고정비는 차량의 감가상각비, 보험료 및 제세공과금으로 구성되고, 변동비는 유류비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비 등으로 구성됨

○ 제세공과금은 단순한 이전지출로서 경제적 비용이 아니고, 보험료는 교통사고의 발생 가능성에 대비한 비용으로서 예비타당성 조사에서는 교통사고비용을 별도로 산정하므로 경제성 분석상의 차량운행비용 절감편익에서는 제외함

○ 따라서 예비타당성조사의 차량운행비용산정에는 유류비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비, 감가상각비만을 고려함

① 유류비

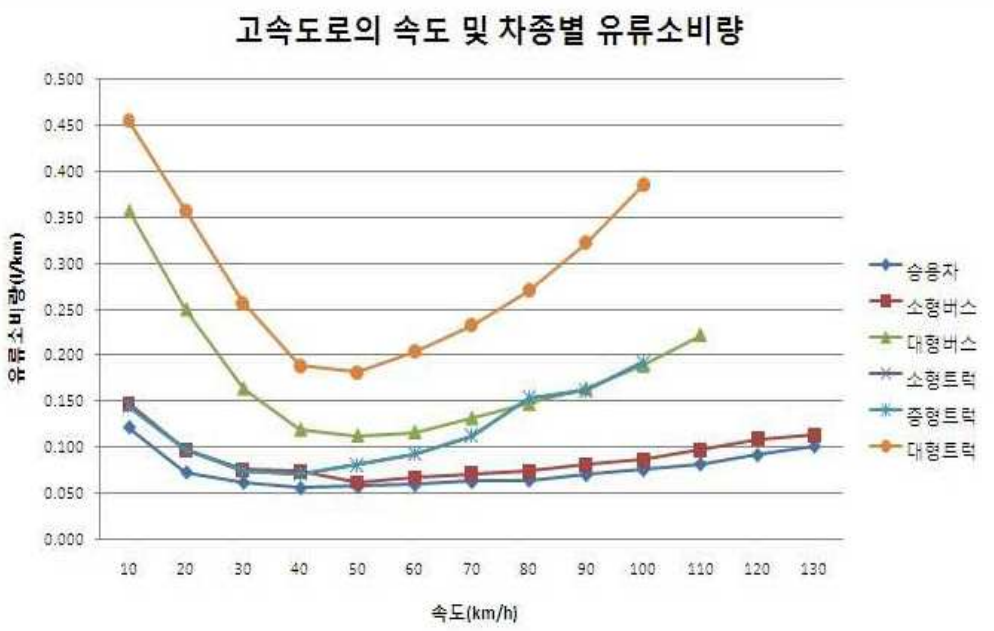
○ 『투자심사편람』(경제기획원, 1982)에 의하면, 승용차는 56km/h, 버스는 72km/h에서 유류소모량이 가장 적은 것으로 제시되고 있으며, 『고속도로사업효과 조사』(국토연구원, 1995)에 의하면, 승용차는 80km/h, 대형버스는 70km/h에서 유류소모량이 가장 적은 것으로 제시되고 있음

○ 그러나 승용차의 경우의 휘발유 소모량은 0.05197Ｌ/km로서 휘발유 1Ｌ당 주행거리를 나타내는 연비가 19.24km/Ｌ로서 비현실적으로 높게 나타나는 문제점이 있으며, 『고속도로 타당성 조사 및 기본설계 실무편람』(한국도로공사, 1998)에서도 마찬가지 결과를 보임

○ 『차량운행비 산정』(교통개발연구원, 1998)에서는 실제로 승용차, 버스, 트럭에 대하여 이상적인 도로에서의 실험을 통하여 유류소모가 가장 적은 속도를 승용차의 경우 50.4km/h, 버스 및 트럭의 경우에는 각각 35.7km/h 및 36.8km/h 수준임을 제시

○ 주행속도별 유류소비량을 살펴보면 고속도로와 일반국도 모두 대체로 주행 속도 40~50km/h에서 가장 적은 것으로 나타나고 있으며 대형차량의 경우 일반국도 유류소비량이 고속도로 유류소비량보다 저속에서 고속으로 주행할수록 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타남

- 대형차량의 일반국도 주행 시 도로구배 및 도로굴곡에 의한 가감속 등의 주행패턴 변화가 소형차량보다 크게 작용한 결과로 판단됨



<고속도로의 속도 및 차종별 유류소비량>

○ 본 연구에서의 유류비는 『도로 철도부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)』의 제5장 편익산정에서 제시하는 기준에 의거하여 산정함

○ 본 연구에서 적용하는 유류가격은 다음과 같이 주유소의 평균 판매가격에서 교통세, 주행세, 교육세 및 부가가치세를 제외한 실질가격을 기준으로 2007년 평균가격인 휘발유 642.28원, 경유 631.62원으로 이를 『도로사업 투자분석기법 정립』(국토연구원, 1999)에 적용하여 차종별·속도별 유류비를 산정함

<유류가격의 구성>

(단위: 원/L)

구분		휘발유	경유	비고
세 금	교통세	505.00	356.21	정액세
	주행세	164.12	115.77	교통세의 32.5%
	교육세	75.75	53.43	교통세의 15%
	부가세	138.72	115.70	(세전 가격+세금)의 10%
	합계(A)	883.59	641.11	
주유소 판매가격(B)		1525.87	1272.73	
실질가격(C=B-A))		642.28	631.62	

자료 : 한국석유공사 석유정보망(http://www.petr○net.c○.kr)

주 : 1) 경유의 가격은 황 함유량 0.003%의 가격임

2) 주유소 판매가격은 2007년 평균 판매가격임

3) 유류 관련 세제는 2007년 12월 기준임

② 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비

○ 『투자심사편람』(경제기획원, 1982) 및 『고속도로사업효과조사』(국토연구원, 1995)에 의하면, 엔진오일비는 80km/h 정도에서 가장 적게 소요되는 것으로 분석되었으며, 타이어 마모비도, 속도가 높아질수록 타이어 마모율이 큰 폭으로 증가하는 것으로 분석됨

○ 유지관리비 또한 속도가 높아질수록 계속 증가하는 것으로 분석됨

○ 유류비를 제외한 이들 운행비용의 합은 속도에 따라 변화하지 않거나 혹은 이들 비용의 크기가 전체 운행비용에서 차지하는 비중이 극히 적은 것으로 나타나고 있음

○ 『교통혼잡비용 예측 연구』(교통개발연구원, 1992)에서는 이들 세 종류 비용의 합이 차량속도 변화에 따라 변화하지 않는 것으로 가정하고 있음

○ 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비, 감가상각비는 Jan de Weille (1966)의 『Quantification ○f R○ad User Saving』의 속도별 원단위 자료와 도로사업 『투자분석기법정립』(국토연구원, 1999)에서 현장 설문조사를 통해 얻은 항목별 지출을 2007년 기준가격으로 보정하여 산정함

○ 속도별 차량운행비용을 계산하기 위해서는 속도별 항목별 비용 원단위가 필요하며, 본 연구에서는 감가상각비를 제외한 엔진오일비와 타이어 교환비용 그리고 유지관리비의 원단위는 『도로사업 투자분석기법 정립』(국토연구원, 1999)상의 항목별 원단위를 적용하여 산정함

○ 다만, 『도로사업 투자분석기법정립』(국토연구원, 1999)의 원단위는 기준연도가 1999년이므로 소비자물가지수를 이용하여 2007년 기준가격으로 보정하였음

<차량운행비용 항목별 원단위 산정 결과>

(단위: 원/km)

차종	엔진오일비 원단위	타이어 교환비 원단위	유지관리비 원단위
승용차	4.98	5.52	19.95
소형버스	4.76	5.51	18.05
대형버스	9.21	13.66	34.46
소형트럭	5.76	6.20	22.63
중형트럭	6.95	17.21	49.80
대형트럭	8.08	24.23	68.24

③ 감가상각비

○ 영국의 경우에는 업무용 차량과 비업무용 차량의 감가상각비를 서로 다르게 적용하고 있음(Transportation Analysis Guidance: TAG[2003])

- 예를 들어, 도로에서 혼잡이 발생할 경우 화물의 운반 등과 관련한 차량은 차량운행 시간이 길어지기 때문에 일정 시간 내에 화물을 수송하기 위해서는 차량을 추가로 투입할 필요가 있음
- 그러나 개인 용무에 활용되는 차량은 혼잡하더라도 차량을 추가로 구입할 필요는 없으며 단지 동일한 운행거리를 운행하되 운행시간이 증가하게 됨
- 영국에서는 업무용과 비업무용 차량에 대해서 이용과 관련한 감가상각(mileage related depreciation)을 반영하되, 업무용 차량의 경우에는 차량의 자본가치 감소분(decline in vehicle capital value)을 더하여 반영하고 있음

○ 본 연구에서의 감가상각비는 『도로 철도부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)』 의 제5장 편익산정에서 제시하는 기준에 의거하여 산정함

○ 차종별 원단위 산정에 필요한 평균 차량구입비와 총주행 거리는 최근 자료를 이용하였으며, 감가상각비 원단위 산정 결과는 다음의 표와 같음

<감가상각비 원단위 산정결과>

차종	차량구입비 (원)*	평균폐차기간 (년)**	총주행거리 (km)***	감가상각비 원단위(원/km)
승용차	17,240,623	6.6	121,637.68	141.74
소형버스	29,113,901	6.5	130,168.78	223.66
대형버스	76,216,188	8.0	532,808.96	143.05
소형트럭	15,944,608	6.5	134,493.83	118.55
중형트럭	42,506,012	6.5	218,316.20	194.70
대형트럭	73,128,200	7.2	471,450.29	155.11

* : 승용차의 경우 경차(마티즈), 소형차(프라이드), 준중형차(아반떼), 중형차 (소나타), 대형차(그랜저)의 세전 가격을 차종별 점유비율로 가중평균한 수치이며, 승용차 및 기타 차종의 차량구입비에 대한 상세한 산출과정은 『도로 철도부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)』 <부록 18>을 참조하였음

** : 국토연구원, 도로사업 투자분석기법 정립, 1999에서 인용.

*** : 2006년도 자동차 주행거리 실태조사(교통안전공단, 2007. 10)상의 용도별(자가, 영업용) 연간주행거리에 평균 폐차연도를 곱한 총주행거리를 용도별 차량 대 수로 가중평균한 수치임.

④ 차량운행비용 절감편익 산정기준

○ 일반적으로 차량운행비용은 분석대상 사업의 직·간접 영향권 내 링크를 대상으로 통행배정 작업의 결과로 산출된 주행속도와 교통량을 이용하여 주행속도에 따른 차량운행비용 원단위를 적용하여 산정함

○ 즉, 분석 도로망에 부하된 각 링크의 차종별 교통량과 길이를 곱한 결과를 링크 평균 속도에 기초한 차종별 차량운행비용 원단위와 곱하여 개별 링크의 차량운행비용을 산정함

<대형트럭 운행비용 절감 편익>

(단위: 원/ km)

차종	속도	유류비	엔진 오일비	타이어 마모비	유지 관리비	감가 상각비	합계
대형 트럭	10	287.09	14.24	2.82	33.34	324.73	662.22
	20	225.58	12.73	4.90	42.11	266.73	552.06
	30	161.95	10.91	7.41	50.01	220.34	450.62
	40	119.18	9.70	10.53	52.65	185.56	377.61
	50	114.85	8.94	13.80	55.27	154.24	347.11
	60	128.90	8.03	18.25	61.42	133.37	349.97
	70	146.88	7.12	22.84	61.42	119.46	357.73
	80	170.70	5.91	29.08	70.19	104.37	380.25
	90	203.75	6.36	36.65	81.60	102.06	430.42
	100	242.92	7.12	44.96	90.37	91.62	476.98

○ 상기 표에서 보이는 바와 같이 대형트럭의 안전운전속도인 80km/시간의 경우 운행비용 절감편익은 km당 380.25원으로 분석됨

- 그러나 현실적으로 컨테이너의 육상운송에서 철도운송으로의 전환이 대형트럭에만 영향을 미친다고 국한하는 데에는 문제가 있으며,
- 철도운송의 전환은 대형트럭의 운행감소에도 직접적인 영향을 미치며 소형트럭 및 자동차 버스의 통행에도 간접적으로 영향을 미치는 것으로 분석하는 것이 바람직함
- 따라서 본 연구에서는『도로 철도부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침』(제5판)의 제5장 편익산정의 차종별 속도별 차량운행비용에 표시된 전 차종의 기준 속도를 근거로 한 평균값을 구하여 이를 분석의 원단위로 산정함

<차종별 기준속도별 운행비용 절감 편익>

(단위: 원/ km)

차종	속도	유류비	엔진 오일비	타이어 마모비	유지 관리비	감가 상각비	합계
승용차	90	45.00	3.95	6.55	18.75	85.01	159.28
소형버스	120	68.65	5.35	9.07	21.16	137.46	241.69
대형버스	70	83.10	8.18	8.02	25.13	136.66	261.09
소형트럭	60	58.48	5.67	4.22	19.04	107.18	194.59
중형트럭	60	58.48	6.78	12.11	39.70	174.31	291.39
대형트럭	50	114.85	8.94	13.80	55.27	154.24	347.11
평균							249.19

○ 한편, 충청도 채광회사에서 충청도의 제철회사 간의 공로운송 거리는 고속도로를 경유하여 약 187km로 산정되며 제철회사의 공장위치 등을 감안하여 200km로 산정함

- 송학역에서 제철회사로 철송이 가능하므로 채광회사에서 송학역까지의 7.5km만을 제외한 200km를 철도로 전환되는 구간으로 산정함
- km당 운행절감편익은 차량 평균 249.19원으로 분석함
- 채광회사에서 제철회사 간의 톨게이트 비는 약 9,000원 징수함을 가산하여 이를 부(-) 절감 효과로 분석
- 벌크컨테이너 1EA는 25톤의 적재량으로 가정하여 산정함

⑤ 차량운행 비용절감 편익

<차량운행 비용절감 편익>

(단위: 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
차량운행 절감편익	714.5	728.7	743.3	758.2	773.4	788.8	804.6	820.7	837.1	853.8
현재가치	677.2	654.7	633.0	612.0	503.9	603.6	583.5	564.2	545.5	527.4

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
차량운행 절감편익	870.9	888.3	906.1	924.2	942.7	961.6	980.8	1000.4	1020.4	1040.8
현재가치	509.9	492.9	476.6	460.8	445.5	430.7	416.4	402.6	389.3	376.3

- 차량운행 절감편익의 합은 약 17,359.4백만원으로 분석되고 현재가치는 약 10,306백만원으로 분석됨

(다) 통행시간 절감편익

○ 교통시설사업을 시행하면 통행자의 교통수단, 통행경로, 통행속도 등 교통패턴의 변화가 발생하며, 통행패턴의 변화는 해당 교통시설을 통행하는 통행자는 물론 주변 교통네트워크를 이용하는 통행자의 통행시간에도 영향을 미침

○ 이러한 영향은 운전자뿐 아니라 함께 승차하고 있는 승객의 통행시간도 달라지는 변화를 가져옴
- 차량속도가 향상되면서 운전자 및 승객의 통행시간이 절감되고, 통행자는 절감된 시간을 다른 목적에 활용할 수 있음
- 통행시간 절감편익은 통행시간가치에 의하여 결정됨

○ 한편, 절감되는 시간이 어떤 목적에 사용될 것인가에 따라 통행시간 절감편익은 달라지며, 업무통행의 경우 통행시간 절감분은 그만큼 업무시간의 증가, 곧 생산 활동을 위한 시간의 증가분이 되며, 비업무통행의 경우에는 여가활동을 위한 시간의 증가분이 됨

○ 외국의 경우 통행목적을 업무통행과 출근업무통행을 포함한 비업무 통행으로 구분하고 있으며, 우리나라의 경우에도 업무통행과 비업무통행으로 구분하고 각 통행목적에 따라 상이한 시간가치를 적용하고 있음

○ 국내 사례를 살펴보면 교통시설 투자사업에 의하여 발생하는 직접편익 가운데 이러한 통행시간 절감편익이 차지하는 비중이 전체 편익의 30~80%를 차지하고 있는 것으로 알려져 있음

- 한국개발연구원 공공투자관리센터에서 수행한 『제2차 국도5개년(2005～2010) 계획(안) 검증사업 대상인 55건의 도로부문 사업의 경제성 분석 결과』를 검토해 보면, 전체 편익에서 통행시간 절감편익이 차지하는 비중이 평균 77.4%를 차지하고 있음
- 2003~2004년에 수행된 20건의 철도부문 사업에 대한 예비타당성조사 결과 전체 편익에서 통행시간 절감편익이 차지하는 비중은 평균 58.0%를 차지함

○ 통행시간가치는 교통부문 사업의 타당성 조사에 직접적인 영향을 미치는 요소이며, 통행시간가치의 수준 및 추정방법론의 적정성은 경제성 분석의 객관성을 뒷받침하는 중요한 기준임

○ 예비타당성조사에서는 통행시간가치를 다음과 같이 산정함

- 통행목적을 업무통행과 비업무통행으로 구분
- 각각의 통행목적에 대한 시간가치를 추정
- 업무통행의 경우 통행시간 절약은 그만큼의 업무시간 증가, 곧 생산활동을 위한 시간의 증가를 가져옴
- 비업무통행의 경우 통행시간의 절약은 그만큼의 여가활동을 위한 시간 증가를 가져오는 것을 전제

- 업무통행시간의 증가는 생산활동의 감소를 가져오며, 비업무통행시간의 증가는 여가시간의 감소를 가져오는 것으로 가정

① 업무통행시간가치

○ 업무통행에 대한 시간가치는 통상 임금율법을 적용하며, 이를 산정하기 위해서는 무엇보다도 임금수준의 산정이 필요함

- 업무시간 중에 발생하는 업무통행의 경우 통행시간이 절약되면, 절약된 만큼 생산활동을 증대시킬 수 있기 때문임
- 고용주의 입장에서는 종업원의 통행시간이 증가할 경우 임금뿐 아니라 인력고용에 따른 간접경비인 퇴직금 및 보험료, 작업공간 사용료, 소모품비 등 경비를 포함하는 인건비가 증가하게 됨

○ 경제성 분석은 국민경제적 관점에서 사업의 타당성을 검토하는 작업으로 통행시간 절감에 따른 편익을 산정할 때 통행자의 효용 증가뿐 아니라, 고용주의 비용절감 효과를 반영하는 것이 타당함

- 업무통행자의 통행시간 절감편익 산정 시 임금과 퇴직급여, 복리후생비, 보험료를 포함한 인건비성 경비 절감액을 편익으로 산정함

- 업무통행에 대한 시간가치 산정 시 시간당 임금에 인건비성 경비를 더한 비용을 적용함
- 실제로 대부분의 선진국은 인건비 측면에서 통행시간가치를 고려함으로써 임금수준보다 높은 가치를 부여하고 있음

○ 경제성 분석에서는 근로시간과 근로자의 임금자료를 분석하여 통행시간가치를 적용하고 있음
- 노동부의 임금구조조사에 따르면, 시간당 임금의 경우 승용차 운전자 14,405원/인·시간, 버스 운전자 8,481원/인·시간, 트럭 운전자 12,284원/인·시간으로 하 산정
- 인건비성 경비 부분을 감안하여 산정한 시간가치는 승용차 운전자가 18,626원/인·시간, 버스 운전자가 10,228원/인·시간, 트럭 운전자는 16,571원/인·시간을 적용

<업무통행 시간가치>

구분	승용차 운전자	버스 운전자	화물차 운전자
1인당 월평균급여(원/월)	2,718,288	1,794,492	2,259,048
근로시간(시간/월)	188.7	211.6	183.9
시간당 임금(원/인·시간)	14,405	8,481	12,284
임금에 대한 오버헤드비율(%)	29.3	20.6	34.9
시간가치(원/인·시간)	18,626	10,228	16,571

주: 1) 승용차 운전자는 비농전산업, 버스 운전자는 육상여객운송업, 화물차 운전자는 도로화물 운송업의 평균급여와 근로시간을 이용함.
2) 임금은 정액급여(기본급+통상적 수당+기타 수당)와 초과급여, 연간특별급여 1/12을 포함한 값이며, 근로시간은 정상근로시간과 초과근로시간의 합임.
3) 임금에 대한 오버헤드 비율은 한국은행(2008), 2007년 기업경영분석의'제조업+도소매업',육상여객운송업, 도로화물운송업의 손익계산서에서 산출함.
자료: 임금구조조사(○WS)는 2007년 원자료 샘플자료에서 산정함.

○ 비업무통행의 경우, 절감된 시간이 노동에 투입되어 임금소득을 증가시킬 수 있다면 업무 및 비업무 통행의 시간가치는 동일할 수 있을 것임
- 그러나 통상적인 노동계약은 근로시간과 스케줄이 사전에 정해져 있으며 비업무통행시간을 절감한다 하더라도 노동공급을 늘려 더 높은 근로소득을 얻을 수 있는 기회가 주어지지 않는 경우가 대부분임
- 비업무통행의 경우 업무통행과는 별도의 시간가치를 적용하여 통행시간 절감편익을 산정함

○ 승용차 및 버스와 달리 화물차의 경우 비업무비율이 0%이며 철도의 경우 비업무비율이 0.87로 나타남

<전국평균 통행시간가치>

구분	승용차		버스		화물차		철도(1인당)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원	0.44	1.11	2.35	7.63	1.00	0.0	0.13	0.87
시간가치	18,626	6,091	10,228	3,036	16,571	-	18,626	3.729
시간가치 (원/대·시)	8,245	6,744	35,401	23,161	16,571	-	2,341	3,260
평균시간 가치(원/대)	14,990		58,561		16,571		5,602	

② DMT 수송시스템 도입에 따른 시간가치 절감 편익

○ DMT 수송시스템의 도입으로 시간가치의 절감 편익을 가짐

- 환적시스템의 도입으로 인하여 전체운송구간의 공로운송 시 평균 3시간이 소요되었으나 도로-철도를 연계한 DMT 수송시스템을 도입할 경우 2시간 48분이 소요될 것으로 추정되어 트럭당 평균 12분의 운송시간 단축을 가져올 수 있으며 이에 따라 시간절감 편익을 가져올 수 있음
- 운송시간의 절감은 물류 수송을 신속하게 하여 업무 및 비업무 분야의 통행시간을 단축하는 결과를 가져옴

<운송방식에 따른 운송소요시간>

구분	구간	투입장비	평균 소요시간
기존방식	수요처(충청도)-제철회사(충청도) 공로운송	25톤 덤프트럭	3시간
DMT 수송시스템 적용 방식	수요처(작업장)→송학역(장치장) 공로운송	25톤 DMT	10분
	송학역→제철회사 철도운송		2시간 38분
	총 작업시간 (1 벌크컨테이너)		2시간 48분

○ 전국평균 통행시간가치에서 철도의 시간당 통행시간가치는 1시간당 약 16,571원으로 책정된바 12분의 가치는 3,315원으로 산정되며, 이를 근거로 하여 시간가치 절감편익을 도출함

○ 통행시간 절감편익

<통행시간 절감편익>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
절감편익	33.8	34.5	35.2	35.9	36.6	37.3	38.1	38.8	39.6	40.4
현재가치	32.0	31.0	30.0	29.0	23.8	28.6	27.6	26.7	25.8	25.0

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
절감편익	41.2	42.0	42.9	43.7	44.6	45.5	46.4	47.3	48.3	49.2
현재가치	24.1	23.3	22.6	21.8	21.1	20.4	19.7	19.0	18.4	17.8

- 통행시간 절감편익의 합은 약 821.4백만원으로 분석되고 현재가치는 약 487.6백만원으로 분석됨

(라) 교통사고 절감편익

○ 교통사고 절감편익은 시스템 전환으로 고속도로 이용 화물이 철도를 이용 시 발생가능한 교통사고를 줄여 발생되는 편익을 의미함

○ 경제성장에 따른 소득증가로 인해 자동차 보유 대수가 증가해 왔고 이와 더불어 교통사고도 지속적으로 증가해 왔음
- 교통사고란 '도로 및 철도, 항공 등의 부문에서 교통수단에 의한 교통활동 중 사람이 사상하거나 물건을 손상하여 각종 손실을 유발하는 것'으로 정의

○ 일반적으로 교통사고는 운전자 또는 보행자의 신체적, 심리적 조건 및 음주 등 인적요인, 차량요인, 도로구조 및 교통안전시설 등 도로의 물리적 요인, 자연·교통·사회·구조 등 환경적 요인 또는 이들 상호 간의 복합적 관계에 의해서 발생

○ 교통사고비용은 '교통사고로 발생된 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐가치로 환산한 것'을 의미
- 교통사고비용에는 의료비용, 교통사고 피해자의 생산손실비용, 물질적 피해비용, 정

신적 피해비용, 경찰 및 보험회사의 교통사고처리비용과 법적인 문제가 야기된 경우의 법정비용 등 행정비용이 포함.
- 교통사고에 따른 고통과 심리적 피해(Pain, Grief and Suffering: PGS)비용을 포함할 경우 교통사고비용은 더 큰 실정임

○ 교통시설사업의 시행으로 교통사고가 감소할 경우 사회·경제적 편익이 발생함
- 외국과 우리나라의 경우 자료 여건상 적용방법론의 차이는 있지만 모든 국가가 교통시설 투자사업의 평가에 교통사고비용을 화폐 가치화하여 편익으로 고려하여야 함

○ 본 연구에서도 기존 지침과 동일하게 교통사고비용 절감편익을 산정하며, 도로부문 사업의 경우 교통사고 건수 및 사상자 수와 교통사고비용의 원단위를 2007년도 기준으로 갱신하여 제시함

○ 교통사고는 인적피해사고와 대물피해사고로 구분이 가능함
- 현재 수집 가능한 교통사고 자료에 의하면 인적피해사고의 항목과 정의가 도로부문과 철도부문이 서로 다른 상황임
- 경찰청의 2008년도 교통사고통계에 의하면, 도로부문의 인적피해사고는 사망, 중상, 경상, 부상신고로 구분한 반면에, 철도사고의 경우 사망, 중상, 경상으로 구분
- 사망의 경우 도로 부문은 교통사고로 인해 30일 내에 사망한 경우이지만, 철도부문은 72시간 이내에 사망한 경우로 정의하고 있음

① 도로부문 교통사고비용 추정

○ 2007년을 기준으로 1억대-km당 사망자 수와 부상자 수를 살펴보면, 일반국도, 지방도, 고속국도 순으로 사고가 자주 발생하는 것으로 나타남

○ 1억대-km당 사망자 수의 경우 고속도로가 0.79명으로 가장 낮고, 일반국도가 3.11명으로 가장 높음
- 고속국도, 국도 및 지방도의 1억대-km당 부상자 수는 각각 17.0명, 107.3명, 73.6명으로 추산됨
- 특별광역시도와 시·군도의 경우 km당 사고 건수는 집계되고 있으나, 고속국도, 국도 및 지방도 등의 도로와 달리 주행거리(대-km)를 고려하여 산정한 교통사고 자료가 부재한 상황임

○ 도로유형별 특성을 반영하여 교통사고비용을 산출하는 것이 필요
- 현재 자료의 한계로 인해 특별광역시도 및 시·군도의 경우, 직접 접속되는 도로의 유형(일반국도 및 지방도에 한함)을 적용하여 교통사고비용을 산출
- 추후 특별광역시도와 시·군도에 대한 교통사고 자료가 1억대-km당 사망자 수와 부상자 수로 구분하여 수집이 가능할 경우 해당 도로의 기준을 적용하여 교통사고비용을 산출함

<도로 유형별 교통사고 발생비율>

도로유형	km당 사고건 수	1억대-km당 사망자 수	1억대-km당 사망자 수
고속국도	1.09	0.79	16.97
일반국도	2.49	3.11	107.27
지방도	0.94	2.40	73.61
특별광역시도	4.86	-	-
시·군도	1.32	-	-

주: 기타 도로는 제외하였음
자료: 경찰청, 2008년도 교통사고통계, 2008. 6.
국토해양부, 2007 도로교통량 통계연보, 2008.

○ 본 연구에서는 통계자료의 제약으로 인해 사고의 유형을 사망자와 부상자로 구분하며, 2007년 기준으로 도로유형별 교통사고 사상자 1명당 비용은 『07 도로교통사고비용의 추계와 평가』(도로교통안전관리공단, 2008)에서 제시한 값을 사용함

- PGS 비용은 『2005년 교통사고비용 추정』(한국교통연구원, 2006)에서 2005년을 기준으로 제시한 원단위에 소비자물가지수(1.0488)를 적용하여 2007년 기준 비용으로 산출하였음
- 2007년도를 기준으로 사망자 1명당 교통사고비용을 산출한 결과 PGS 비용을 제외할 경우 약 4억2천만원이고, PGS 비용을 포함하면 약 5억3천만원임
- 교통사고비용은 부담주체와는 상관없이 교통사고로 발생된 모든 경제적 손실에 해당하는 사회적 비용이기에 PGS 비용을 포함한 교통사고비용을 적용하여 교통사고비용 절감편익을 산정함

<도로부문의 교통사고 비용 원단위>

(단위 : 만원)

구분		사망	사고
사망자 1명당	PGS 제외	41,944	519
	PGS 포함	52,741	2,156
사고 1건당	PGS 제외	2,595	
	PGS 포함	4,159	

주 : 1) PGS 제외 비용 = 순평균비용(위자료, 장례비, 생산손실비, 의료비 및 기타)+교통경찰비용+보험행정비용
2) 사고 1건당 및 PGS 비용은 2005년 기준비용에 소비자물가지수(1.0488)를 적용하여 2007년 기준으로 보정한 금액임
3) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균 값을 적용
자료 : 도로교통안전관리공단,. 도로교통사고비용의 추계와 평가, 2008.
한국교통연구원, 교통사고비용 추정, 2007.

○ 한편, 충청도 수요처에서 충청도의 제철회사 간의 도로운송 거리는 고속도로를 경유하여 약 187km로 산정되며 제철회사의 공장위치 등을 감안하여 200km로 산정함

○ 교통사고 절감 편익

<교통사고 절감 편익>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
사망절감편익	26.6	27.1	27.7	28.2	28.8	29.3	29.9	30.5	31.1	31.8
사고절감편익	65.8	67.1	68.5	69.9	71.3	72.7	74.1	75.6	77.1	78.7
합계	92.4	94.3	96.1	98.1	100.0	102.0	104.1	106.2	108.3	110.4
현재가치	87.6	84.7	81.9	79.2	65.2	78.1	75.5	73.0	70.6	68.2

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
사망절감편익	32.4	33.1	33.7	34.4	35.1	35.8	36.5	37.2	38.0	38.7
사고절감편익	80.2	81.8	83.5	85.2	86.9	88.6	90.4	92.2	94.0	95.9
합계	112.6	114.9	117.2	119.5	121.9	124.4	126.9	129.4	132.0	134.6
현재가치	65.9	63.8	61.6	59.6	57.6	55.7	53.9	52.1	50.3	48.7

- 교통사건 사망사고 절감에 따른 편익의 소계는 약 645.9백만원이며, 교통사건 부상사고절감에 따른 편익의 소계는 약 1,599.5백만원으로 분석되며, 교통사건 절감에 따른 편익의 합계는 약 2,245.3백만원으로 나타나며, 현재가치는 약 1,333백만원으로 분석됨

(마) 환경비용 절감편익

○ 교통부문 사업의 시행에 따른 환경영향으로는 대기오염, 수질오염, 소음, 진동, 지반침하, 식물 및 동물 등 생태계 영향, 경관 변화, 지구온난화 등이 있음

○ 이러한 다양한 환경질 변화요소에 대해 모두 환경가치를 산정하는 것은 용이한 작업이 아니며, 그 영향의 정도 자체를 파악하는 것이 힘든 경우도 있을 뿐만 아니라 설사 엄밀하게 영향을 파악한다고 해도 이를 경제적 가치로 환산하는 것은 보다 많은 불확실성을 내포하고 있음

- 비교적 영향의 정도가 크고 환경영향에 대한 평가 및 가치화가 용이한 대기오염과 소음 발생에 초점을 맞추어 환경비용을 산정함
- 대기오염은 자동차와 디젤열차의 배출가스에 의해 발생
- 대기오염 피해원으로는 통상 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO2), 아황산가스(SO2), 탄화수소(HC), 질소산화물(NOX) 및 미세먼지(PM) 등이 포함
- 오염물질의 배출량은 차량의 종류와 성능, 주행상태, 정비상태, 사용연료, 교통 및 도로 조건 등에 크게 영향을 받으므로 주행여건 개선 시 대기오염을 저감시킬 수 있음

○ 교통소음의 경우 대부분은 자동차에 의한 것으로서 차종, 차량구조, 주행속도 및 방법, 도로조건 등에 의해 변화함

– 교통소음은 시간 및 주행패턴에 따라 불규칙하게 변하기 때문에 단순한 물리량에 대한 평가에 큰 의미를 부여하기는 어려움

① 대기오염 절감편익 추정

○ 교통시설사업을 시행함으로써 발생하는 대기오염비용은 기본적으로 다음 3단계를 거쳐서 산정

– 첫째, 자동차 주행으로 인해 발생하는 오염물질별 배출계수를 산정

– 둘째, 오염물질별 대기오염비용 원단위를 산출

– 셋째, 사업 시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화를 산정하고, 이를 오염물질별 대기오염비용 원단위를 곱하여 화폐가치화 함

○ 오염물질별 배출계수는 도로 관련 환경비용을 계산하는 과정에서 필수적으로 요구되는 정보로 『도로 철도부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침』(제5판)에서 제시된 차종별 오염물질 배출계수를 이용하여 각 차종별 오염물질 배출량을 추정함

<대형트럭 속도별 오염물질 배출계수>

(단위 : g/km)

차종	속도	CO	Nox	HC	PM	CO2
대형 트럭	10	8.028	34.484	2.301	2.269	3,142.430
	20	4.803	26.530	1.554	1.696	2,398.414
	30	3.556	22.757	1.236	1.431	2,047.782
	40	2.874	20.410	1.050	1.268	1,830.554
	50	2.436	18.758	0.925	1.154	1,678.059
	60	2.128	17.508	0.835	1.069	1,562.940
	70	1.898	16.516	0.765	1.002	1,471.792
	80	1.719	15.703	0.709	0.948	1,397.144
	90	1.575	15.018	0.663	0.902	1,334.449
	100	1.457	14.431	0.625	0.863	1,280.754

○ 오염물질별 대기오염비용 원단위를 추정하는 데 여러 방법이 있을 수 있으나, 본 연구에서는 『육상교통수단의 환경성 비교분석』(한국 환경 정책평가 연구원, 2002)과 『철도투자 평가편람』(철도청, 2003)에서 제시된 원단위를 적용함

<대기오염비용 원단위(2007년 기준)>

(단위: 원/kg)

오염물질	CO	HC	Nox	PM	CO2
비용	7,877	9,155	9,477	30,941	42.4

주 : 1) CO2의 대기오염비용 원단위는 철도청(2003)의 철도투자 평가편람에서 제시된 수치를 적용

2) 소비자물가지수를 이용하여 2007년 자료로 보정함

자료: 한국환경정책평가연구원, 육상교통수단의 환경성비교분석, 2002. 12.

○ 앞서 살펴본 차종별·속도별 대기오염배출계수와 대기오염비용 원단위를 적용하여 차종별·속도별 대기오염비용을 추정하면 다음과 같음

<대형트럭 속도별 대기오염비용>

(단위 : 원/km)

차종	속도	CO	N∘x	HC	PM	CO2	합계
대형 트럭	10	63.23	315.68	21.81	70.21	133.26	604.19
	20	37.83	242.86	14.73	52.49	101.71	449.63
	30	28.01	208.33	11.71	44.26	86.85	379.16
	40	22.63	186.85	9.59	39.23	77.63	335.93
	50	19.18	171.72	8.77	35.72	71.17	306.57
	60	16.76	160.28	7.91	33.09	66.28	284.32
	70	14.95	151.20	7.25	31.01	62.42	266.84
	80	13.54	143.75	6.72	29.32	59.25	252.57
	90	12.41	137.49	6.28	27.91	56.59	240.69
	100	11.47	132.11	5.93	26.69	54.32	230.52

○ 한편, 충청도 수요처에서 충청도의 제철회사 간의 공로운송 거리는 고속도로를 경유하여 약 187km로 산정되며 제철회사의 공장위치 등을 감안하여 200km로 산정함

- 1km당 대기오염 절감편익은 252.57원으로 계상
- DMT 적재량을 25톤으로 가정하여 산정함

○ 대기오염 절감 편익

<대기오염 절감 편익>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
대기오염 절감편익	606.0	618.1	630.5	643.1	656.0	669.1	682.5	696.1	710.0	724.2
현재가치	574.4	555.4	536.9	519.1	427.4	511.9	494.9	478.5	462.7	447.3

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
대기오염 절감편익	738.7	753.5	768.6	783.9	799.6	815.6	831.9	848.5	865.5	882.8
현재가치	432.5	418.1	404.2	390.8	377.9	365.3	353.2	341.5	330.2	319.2

- 대기오염 절감편익의 합계는 약 14,724.2백만원으로 나타나며, 현재가치는 약 8,741.5백만원으로 분석됨

(바) 편익 합계

<연도별 편익 분석>

(단위 : 백만원)

구분	차량절감	시간절감	사고절감	오염절감	합계	현재가치
2020	714	34	92	606	1,447	1,371
2021	729	34	94	618	1,476	1,326
2022	743	35	96	630	1,505	1,282
2023	758	36	98	643	1,535	1,239
2024	773	37	100	656	1,566	1,020
2025	789	37	102	669	1,597	1,222
2026	805	38	104	682	1,629	1,182
2027	821	39	106	696	1,662	1,142
2028	837	40	108	710	1,695	1,104
2029	854	40	110	724	1,729	1,068
2030	871	41	113	739	1,763	1,032
2031	888	42	115	753	1,799	998
2032	906	43	117	769	1,835	965
2033	924	44	120	784	1,871	933
2034	943	45	122	800	1,909	902
2035	962	45	124	816	1,947	872
2036	981	46	127	832	1,986	843
2037	1,000	47	129	849	2,026	815
2038	1,020	48	132	866	2,066	788
2039	1,041	49	135	883	2,108	762

라. DMT 수송시스템 경제성 분석 결과

(1) 본 사업의 경제성 분석 결과

<연도별 비용 분석>

(단위: 백만원)

구분	건설비	운영비	합계	현재가치
2019	2,373		2,373	
2020		689	689	653
2021		702	702	631
2022		716	716	610
2023		730	730	589
2024		745	745	485
2025		759	759	581
2026		774	774	561
2027		789	789	543
2028		805	805	524
2029		821	821	507
2030		2,791	2,791	1,634
2031		856	856	475
2032		872	872	459
2033		889	889	443
2034		907	907	429
2035		925	925	414
2036		943	943	400
2037		961	961	387
2038		980	980	374
2039		1,000	1,000	361
합계	2,373	18,655	21,028	11,061

○ 장비 재 투자비는 2031년 투자되는 것으로 산정

(2) NPV, B/C, IRR

<NPV, B/C, IRR 분석>

(단위: 백만원)

구분	비용합계	비용현재가치	편익합계	편익현재가치	NPV	B/C	IRR
2019	2,373	2,373	-	-	-2373	0	-
2020	689	653	1,447	1,371	-1654.8	0.453	-68.07%
2021	702	631	1,476	1,326	-960.2	0.737	-24.77%
2022	716	610	1,505	1,282	-288.4	0.932	-1.12%
2023	730	589	1,535	1,239	361.3	1.074	11.86%
2024	745	485	1,566	1,020	896.5	1.168	19.43%
2025	759	581	1,597	1,222	1537.7	1.260	24.10%
2026	774	561	1,629	1,182	2157.9	1.333	27.11%
2027	789	543	1,662	1,142	2757.7	1.392	29.11%
2028	805	524	1,695	1,104	3337.7	1.442	30.47%
2029	821	507	1,729	1,068	3898.7	1.484	31.42%
2030	2,791	1,634	1,763	1,032	3297.1	1.340	30.60%
2031	856	475	1,799	998	3820.5	1.376	31.19%
2032	872	459	1,835	965	4326.7	1.407	31.61%
2033	889	443	1,871	933	4816.2	1.435	31.92%
2034	907	429	1,909	902	5289.7	1.460	32.15%
2035	925	414	1,947	872	5747.7	1.483	32.32%
2036	943	400	1,986	843	6190.6	1.503	32.44%
2037	961	387	2,026	815	6618.9	1.521	32.54%
2038	980	374	2,066	788	7033.2	1.538	32.61%
2039	1,000	361	2,108	762	7433.8	1.553	32.67%
합계	21,028	11,061	35,150	20,868			

○ 비용·편익분석을 실시한 결과 2023년부터 경제적 타당성이 있는 것으로 추정되었음

- 순현재가치(NPV) 7,433.8백만원, 비용편익비율(B/C) 약 1.553, 내부수익률(IRR) 32.67%로 분석됨

<DMT 시스템 경제성 분석결과>

구 분	2차 목표시장
B/C ratio	1.553
내부수익률(%)	32.67%
순현재가치(백만원)	7,434

5. DMT 수송시스템 적용 가능 해외시장 조사

○ 본 연구의 DMT시스템은 철도운송 인프라가 갖추어져 있는 지역에서 시스템에 맞는 산화물을 운송하는데 획기적인 시스템임

○ 국내 적용 뿐만아니라 해외에 철도인프라를 갖추고 그에 맞는 화물을 처리하고 있는 국가들을 대상으로 DMT시스템 수출을 통한 부가적인 이익은 가져올 수 있음

○ 잠재적 시장에 대한 분석을 위해 DMT시스템이 적용 가능한 해외국가들을 대상으로 조사함

가. 몽골

(1) 몽골의 주요 현황

(가) 경제성장과 발전

○ 몽골은 1990년 시장경제로 전환한 이후 체제전환 불황으로 인해 마이너스 성장과 하이퍼인플레이션 등으로 일정 기간 경제침체를 겪음

○ 몽골은 세계 10대 자원부국으로서 전 세계적인 자원부족현상과 이에 따른 자원가격 상승에 힘입어, 주력 산업이자 수출품인 구리, 금, 석탄의 생산을 바탕으로 빈곤을 탈피하고 중소득국가로 발돋움하고 있는 중임

○ 몽골의 주력 산업은 광업, 농·목축업, 관광산업 등이지만 광업이 성장의 엔진역할을 하고 있으며 산업 총생산의 거의 2/3를 차지하고 있음

○ 광업은 총수출의 80% 이상을 차지하는 등 몽골경제에서 압도적인 비중을 차지하고 있음

○ 외국인직접투자도 광업부문에 집중되고 있으며, 투자관련 제도의 개선과 함께 몽골경제에 대한 전반적인 투자환경 또한 개선되고 있는 중임

○ 2003년 이후 2008년 세계적 금융위기가 닥치기 전까지 연평균 8.7%의경제성장률을 달성하였으며, 같은 기간 동안 1인당 GDP는 3배 이상 증가하였음

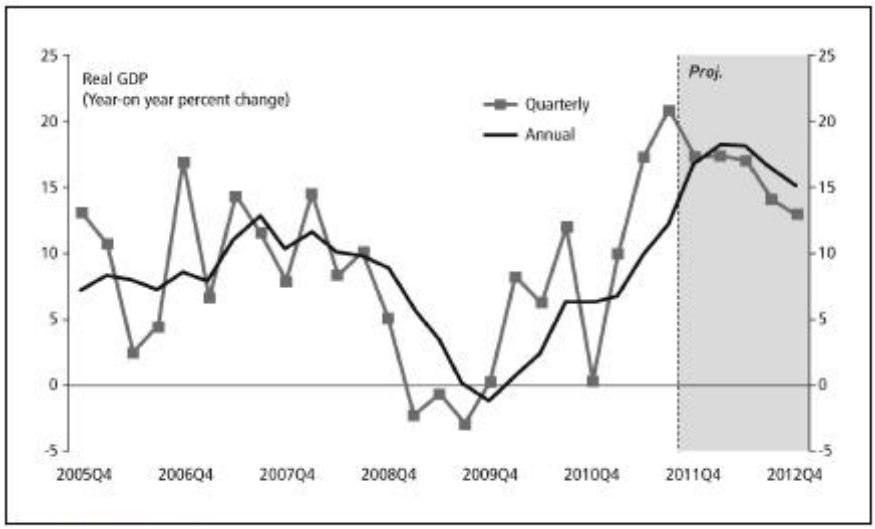
○ 이것은 중국을 제외하면 다른 신흥 성장국가 평균을 훨씬 상회할 것이며 이러한 높은 성장은 광업부문의 성장에 주로 힘입은 것임

○ 같은 기간 동안 국제원자재가격이 치솟으면서 구리와 금, 석탄 등 자원을 주로 수출하는 몽골의 교역조건이 크게 개선되었기 때문이며 2004년과 2007년에는 경제성장률이 두 자릿수를 기록하였음

○ 그림과 같이 몽골 역시 2008년의 세계적인 금융 위기의 여파를 피해가지는 못하였으며 세계적 불황은 몽골의 주력 수출품인 구리가격을 급격히 하락시켰고 이로 인해 몽골경제는 2009년 마이너스 성장을 기록하였음

○ 몽골경제는 2010년 회복되면서 6%가 넘는 성장을 기록하였으며 구리가격 상승과 석탄 생산 증가로 수출이 회복되면서 대외지급준비자산도 지속적으로 증가하였음

○ 2011년 17.3%라는 엄청난 경제성장률을 기록하였으며 이러한 고도성장은 지출 측면에서 보면 광업개발을 위한 고정자본 투자에 크게 기인하고 있음



<최근 몽골의 경제성장 : 2005년 4분기~2012년 4분기>

자료: IMF(March 2012). p.5

○ 2011년 몽골 GDP에서 총투자는 58.1%를 차지하고 있으며 전년대비 62.5%의 증가율을 기록하고 있음

○ 정부의 인프라 건설투자 등이 성장을 지원한 것으로 사료되며 총 수요 측면에서 민간소비와 정부지출 등도 상당 폭 증가하였지만, 총투자의 큰 역할을 하고 있음

○ 상품수지 적자로 인해 수출이 큰 폭의 마이너스를 기록하고 있으며 향후 몽골의 경제성장이 좀 더 건실하게 지속되려면 이에 대한 개선이 필요함

<몽골의 GDP 구성과 변화: 지출 측면>

(단위: %)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
민간소비	46.7 (-)	54.9 (21.3)	58.0 (-2.5)	53.4 (11.0)	50.5 (13.3)
총투자	38.5 (-)	43.0 (18.1)	34.5 (-29.8)	40.6 (36.4)	58.1 (62.5)
고정자본 형성	35.4 (-)	35.8 (9.9)	29.0 (-29.8	32.4 (33.0)	48.3 (69.9)
정부지출	13.4 (-)	15.1 (3.7)	14.8 (-5.5)	13.7 (13.4)	13.9 (21.2)
순 수출	1.4	-13.0	-7.3	-7.6	-22.5

자료: National Statistical office og Mongolia(2012), p133

주: () 안은 변화율

○ 세계은행에 따르면 2012년 몽골의 경제성장률은 2011년과 비슷한 17.2%로 추정되고 있으며, 2013년에도 약 12%의 경제성장을 달성할 것으로 전망됨

○ IMF 국별 보고서에 따르면, 2016년 몽골의 1인당 GDP는 약 8,000달러에 이를 것으로 추정됨

○ 몽골정부의 전망은 더욱 낙관적으로, 제반 경제여건이 우호적으로 형성된다면 2020년 1인당 GDP가 약 2만 4,000달러에 이를 것으로 전망됨

○ 몽골은 대외의존도가 높기 때문에, 글로벌 경기변동의 영향을 많이 받는 만큼 이러한 경제 예측에는 많은 불확실성이 수반될 수 있음

○ 제반 불확실성을 감안한다고 하더라도, 향후 몽골경제의 성장 전망은 매우 밝은 것으로 볼 수 있으며 이는 향후 몽골경제에 대한 투자환경 또한 더욱 긍정적으로 변화할 것으로 예상됨

(2) 몽골의 주요 사업

(가) 주요 산업

① 몽골 산업구조 개관

○ 몽골의 주요 산업은 광업과 농·목축업, 관광산업, 캐시미어와 섬유가공 제조업, 도소매업 등으로 나타나고 있음

○ GDP에서 차지하는 각 산업의 비중을 보면 아래 표와 같음

○ 2011년을 기준으로 보면 광업은 비중 이 가장 큰 산업으로, GDP의 20% 이상을 차지하고 있음

○ 제조업은 그 비중이 8~9% 수준인데, 2011년에 비중이 다소 증가하였음

<GDP의 산업별 구성비>

(단위: %)

구분	2008년	2009년	2010년	2011년
GDP	100.0	100.0	100.0	100.0
농·목축업	19.2	17.9	14.3	13.0
광업	20.6	19.8	23.6	21.7
제조업	8.3	8.3	8.4	9.2
건설	2.5	1.6	1.7	1.9
도소매	13.7	12.2	15.6	18.9
운송	6.5	8.3	7.8	7.3
정보통신	3.9	3.8	3.4	3.3
부동산	5.3	7.3	6.6	6.7
기타	20.0	20.8	18.6	18.0

자료: National Statistical office og Mongolia(2012), p133

<산업 총생산의 구성>

(단위: %)

구분	2008년	2009년	2010년	2011년
총계	100.0	100.0	100.0	100.0
광업	56.4	62.7	62.1	60.7
석탄	6.0	14.0	18.6	21.0
원유	1.3	4.3	4.1	4.8
광물	47.1	41.8	37.7	33.7
제조업	34.5	27.1	29.8	32.2
식료품	12.1	11.5	13.7	12.2
섬유	6.6	5.7	4.7	5.7
기초금속	6.9	2.3	3.2	3.1
전력과 에너지	9.1	10.2	8.1	7.1

자료: National Statistical office og Mongolia(2012), p238

○ 광업은 산업 총생산에서 60%가 넘는 비중을 보이고 있으며, 그만큼 광업 의존도가 높고, 한편으로는 산업의 다양화가 이루어지지 못한 증표가 될 수 있음

○ 광업 가운데 최근 석탄 생산은 그 비중이 꾸준히 증가하고 있으며, 원유 생산도 4% 대를 유지하고 있음

○ 광물에는 구리, 금, 몰리브덴, 형석, 우라늄 등이 포함되어 있음

○ 제조업에는 식료품 가공산업, 캐시미어를 비롯한 섬유 및 가죽 산업, 기초금속제조업 등이 비교적 큰 비중을 차지하고 있음

② 광업

○ 몽골정부는 2006년 기존의 광물법(Law of Mongolia on Minerals)을 개정하면서 광산을 전략광산, 일반광산, 기타 광산으로 분류하였음

○ 특히 생산(가능)규모가 GDP의 5%를 넘고 사회경제적으로 큰 영향을 미치는 15개 광산을 전략광산으로 지정하여 관리하고 있음

<몽골 15개 전략광산>

전략광산	광물	매장량	주요 투자 또는 관심 기업
타반톨고이 (Tacan Tolgoi)	석탄	60억 톤 (코스트탄 13억톤)	Peabody(미), Shenhua(중)
오유톨고이 (oyu Tolgoi)	구리, 금	광석 28억 톤(구리 3,700만 톤, 금 4,500만 온스)	Ivanhoe Mines(캐나다)
투무르테이 (Tumurtei)	철	광석 2억 2,930만 톤(철 51.15%)	
보로 (Boroo)	금	광석 2만 4,523톤(1톤당 1.6g의 금)	Centerra Gold Inc(캐나다)
도르노드 (Dornod)	우라늄	광석 2만 8,868톤(산화우라늄 0.175%)	
나린수하이트 (Narin Sukhait)	석탄	1억 2,550만 톤	Ninhua-Mak Nariin Sukhait Co.(중·몽)
바가노르 (Baganuur)	갈탄	6억 톤	Government Coal Mining Enterprise
시비어워 (Shivee ovoo)	갈탄	6억 4,654만 톤	Government Coal Mining Enterprise
차강수바르가 (Tesgaan Suvarga)	구리 몰리브덴	산화물 1,064만 톤 (동 0.42%, 몰리브덴 0.011%) 황화물 2억 4,010만 톤(동 0.53%, 몰르브덴 0.018%)	
에르데네트 (Erdenet)	구리 몰리브덴	광석 12억 톤(똥 0.51%, 몰리브덴 0.012%)	Erdenet Mining Corp(러·몽)
마르다이 (Mardai)	우라늄	광석 1,1104톤 (산화우라늄 0.119%)	
고브반볼라 (Gurvan Bulag)	우라늄	광석 16,073톤 (산화우라늄 0.152%)	CNNC international(중) 매각
부렌한 (Burenkhaan)	인	광석 1억 9,224톤 (산화인 21.2%)	
투무르테인 어워 (Tumurtein ovoo)	아연	광석 7만 톤(아연 11.5%)	
아스가트 (Asgat)	은	광석 640만 2,600톤 (1톤당 351.08g의 은)	

자료: 이재영 외(2011), p.59에서 재인용, 단 일부 자료와 통계수치를 수정하였음

○ 전략광산의 효율적 관리를 위하여 채굴권 승인, 투자보장계약 심의, 정부지분율 결정 등에는 국회의 승인이 필요한데, 광산 개발방식에 따라 다소 다르지만 정부가 전략광산에 반드시 지분을 보유하도록 법제화하고 있음

○ 몽골 전략광산에는 구리, 금, 석탄을 비롯하여 철, 우라늄, 몰리브덴, 인, 아연, 은 등 주요 광물이 고루 포함되어 있음

○ 지리적으로 볼 때 석탄은 주로 몽골 남부의 고비지역에 분포하고 있으며, 수도 울란바토르에 가까운 바가노르(Baganuur)에도 석탄광산이 있음

○ 우라늄은 3개 광산이 모두 몽골에서 가장 동쪽에 위치한 도르노드 아이막에 있는데, 이곳은 러시아 국경과 가까운 지역으로 구소련 시절부터 이미 러시아와 연결하는 철도가 부설되어 있음

○ 구리는 남부 고비지역과 북부 에르데네트(Erdenet)에 주로 분포하고 있음



<몽골의 15대 전략광산>

자료:Ministry of Mineral Resources and Energy(2010)

○ 15개 전략광산 중에서 석탄광산인 타반톨고이, 금과 구리의 오유톨고이, 이미 오래전에 개발되어 생산 중인 구리광산 에르데네트, 이상 3개 광산이 규모와 경제성 면에서 월등한 것으로 평가됨

○ 오유톨고이 광산의 경우, 아래 표에서 보는 것처럼 2013년부터 본격 생산이 시작되면 몇 년 후 대량생산이 가능할 것으로 예측되고 있는데, 현재의 금과구리의 국제가격을 적용하더라도 2017년 생산액이 현재 몽골의 GDP 규모와 비슷할 것으로 예상되고 있음

<오유톨고이 광산 생산량 예측>

구분	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
구리	0.9	4.9	15.1	17.8	49.5	70.7	82.9	85.3	82.7
금	9.8	25.2	89.8	48.7	56.0	66.7	624	112.9	110.3

자료: Ivanhoe Inc, 재인용: 김홍진(2012), p.389
주: 구리는 만톤, 금은 만 온스

○ 오유톨고이 광산의 생산은 2020년대에 최고조에 달할 것으로 예상되며, 2020년 기준으로 구리 생산은 세계 생산량의 6%를 차지할 것으로 보임

○ 몽골경제에 대한 영향으로는 2020년대에 이 광산의 금과 구리수출이 GDP의 55%에 이르고 정부 재정수입의 20%를 상회할 것으로 추정되고 있음

○ 이는 오유톨고이 광산 하나만으로도 막대한 자본축적이 가능함을 보여주고 있음

○ 몽골정부는 나머지 전략광산을 국내외 경제환경 등을 감안하여 순차적으로 개발할 계획을 세워두고 있음

<주요 광물 생산 현황>

광물명	단위	2008년	2009년	2010년	2011년
석탄	천 톤	10,071.9	14,442.1	25,161.9	32,029.7
원유	천 배럴	1,174.2	1,870.0	2,181.4	2,548.9
구리 정광	천 톤	362.3	370.9	357.1	347.4
몰리브덴 정광	톤	4,042.0	5,125.0	4,677.1	4,163.1
금	킬로그램	15,183.8	9,803.3	6,037.1	5,702.6
형석	천 톤	545.8	628.8	727.0	658.7
철광성	천 톤	1,387.4	1,379.0	3,203.2	5,678.3
아연 정광	천 톤	143.6	141.5	112.6	104.7

자료: National Statistical office og Mongolia(2012), p243

○ 몽골의 석탄 생산은 최근 매우 큰 폭으로 증가하면서 수출 면에서도 1위 상품임

○ 구리의 생산은 최근 큰 변동 없이 비슷한 수준을 유지하고 있으며, 금 생산은 최근 꾸준히 감소하고 있는데, 이는 초과 이윤세(windfall profit tax)의 부과 때문인 것으로 보임

○ 철광석 생산은 최근 큰 폭으로 증가하고 있으며, 몰리브덴과 형석, 아연은 비슷한 수준을 유지하고 있음

(3) 몽골의 석탄 현황

(가) 석탄 매장량

○ 석탄은 몽골 국토 전역에 넓게 분포되어 있으며, 그중 갈탄은 중부와 동부에 주로 매장되어 있고, 양질의 유연탄은 주로 중부와 서부에 분포되어 있음

○ 현재까지 200개 이상의 산상(産狀, occurrences)이 발견되었고 이들 산상의 총 지질학적 매장량이 약 1500억 톤이 될 것으로 추정됨. 그중 약 35%만 세밀하게 탐사가 되었으며, 이를 통해 추정된 석탄 자원은 약 223억 톤임

○ 몽골 석탄의 주종은 갈탄임. 국토의 중부·동부·서부에 걸쳐 15개 석탄 분지(Coal basins)가 퍼져있음

○ 탐사된 석탄 매장량의 90%이상이 중부 지역(Central Energy System)에 분포하고 있음

<몽골 남고비 주요 석탄광별 매장량 현황>

광 산	가행가능기간(年)	생산량(年간 천톤)	조업개시 예상年
Tavan Tolgoi	200+	15,000	2012
Uhaahudag	40	10,000	2009
Baruun Naran	20	6,000	2012
Tasagaan Tolgoi	20	2,000	2015
Nariin Sukhait	40	1,200	2003
ovoot Tolgoi	50	5,000	2008
Sumber	50	5,000	2015
Shivee ovoo	200+	14,000	2015
합계		69,000	

자료: Michael Warlters, Southern Mongolian Infrastucture Srategy, World Bank, 2009

○ 세계은행이 조사한 바에 따르면, 이 탄광들이 계획된 대로 개발될 경우 총 생산량은 연간 약 6,900만톤이 될 것으로 전망함

○ 대부분의 탄광들이 아직까지 잘 개발되지 않고 있으며, 주된 이유는 수송 인프라가 미비하기 때문임

○ 남고비에 위치한 타반톨고이 광산은 가장 가까운 철도와 약 400 킬로미터 정도 떨어져 있으나, 아직 철도와 연계되어 있지 않은 상태임

○ 몽골의 석탄 생산량, 소비량 및 수출량을 살펴보면 아래표와 같음

○ 몽골은 석탄을 생산하여 자체적으로 소비하는 경향을 보이고 있으며, 2012년에는 총 33,610톤을 생산하여 9,847톤을 소비하였고, 22,063톤을 수출하였음

<몽골 석탄 생산량, 소비량 및 수출량>

(단위: 천톤)

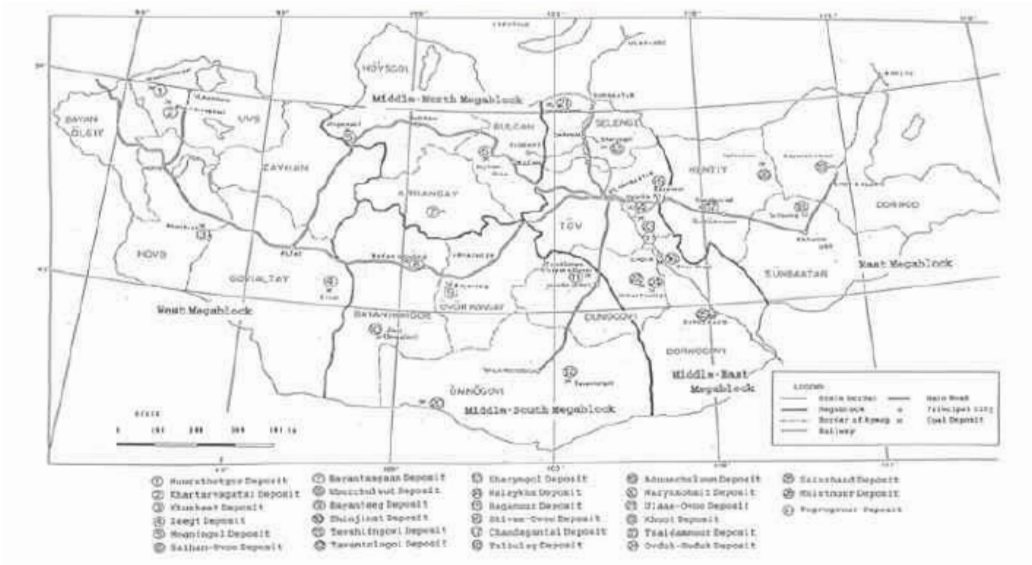
구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
생산량	5,309	5,400	7,511	8,296	9,383	10,215	14,539	25,282	31,958	33,610
소비량	5,240	5,284	5,472	5,920	6,061	5,999	6,522	7,029	6,931	9,847
수출량	0	0	2,110	2,450	3,259	4,157	7,114	16,723	23,687	22,063

출처: IEA Coal INFORMATION 2013

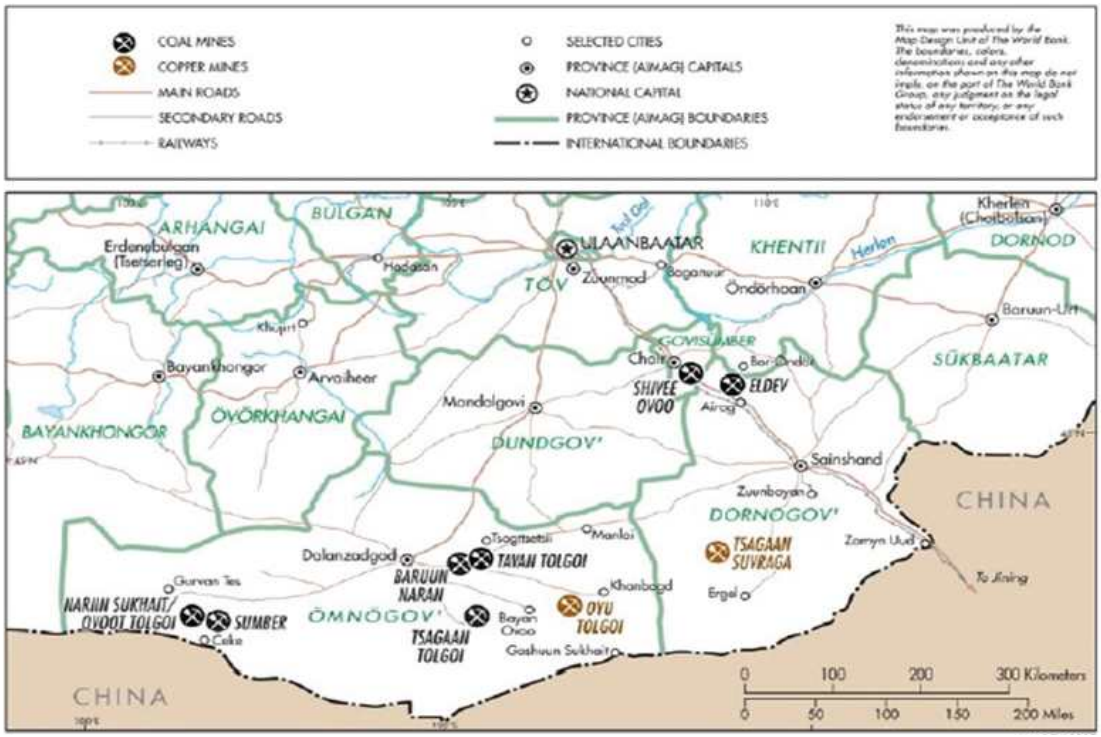
(4) 몽골 남부지역 주요 석탄광 개발 프로젝트

○ 몽골 남부지역의 주요 석탄광 개발 프로젝트들은 타반톨고이, 우화후다그(Uhaahudag), 바룬나란(Baruun Naran), 짜간톨고이(Tsagaan Tolgoi), 우부톨고이(ovoot Tolgoi), 섬버(Sumber), 쉬와와(Shivee ovoo) 등이 있음

○ 세계은행이 조사한 바에 따르면, 이 탄광들이 계획된 대로 개발될 경우 총 생산량은 연간 약 6,900만 톤이 될 것으로 전망됨



<몽골의 주요 석탄광산 탄상>



<몽골 남부지역 에너지자원 매장 현황도>

① 타반톨고이 매장지

○ 타반톨고이 코킹콜 석탄광상 탄상은 울란바타르에서 남쪽으로 540 킬로미터 떨어진 곳에 위치하고 있으며, 움누고비(Umnugobi) 아이막의 센터인 달란자드가드(Dalanzadgad)로부터 90 킬로미터 지점의 울란누어(UlaanNuur) 석탄 분지에 자리 잡고 있음

- 남부의 주요 기차역이자 아이막 센터인 세인셴드(Sainshand)로부터 서쪽으로 440 킬로미터 지점에 위치하고 있으며, 가장 근접한 철도 연계지점은 400 킬로미터 떨어진 아이락(Airag)임

○ 추정 자원량은 약 45억 톤 이상이며, 그중 19억 톤이 코킹콜이고, 나머지가 연료탄임

○ 타반톨고이는 우화후다그, 짠키(Tsanki), 동짠키(Eastern Tsanki), 그리고보르톨고이(Bortolgoi) 등 4개의 탄전으로 구성됨

- 우화후다그는 에너지리소시스(Energy Resources)사가 소유하고 있으며, 2009년 약 2백만 톤의 석탄을 생산한 것으로 추정됨. 에너지리소스사는 부로부터 철도 부설권을 획득하였음
- 나머지 지역은 몽골 국영 지주회사인 에르데네스(Erdenes MGL LLC)가개발권을 보유하고 있음

② 바룬나란 매장지

○ 바룬나란 매장지는 타반톨고이로부터 서쪽으로 20 킬로미터 지점에 위치해 있으며, 1억 2,000만 톤의 석탄을 생산할 수 있는 잠재력이 있으며 그 중 7천만 톤은 코킹콜이며, 나머지는 연료탄임

○ 2008년부터 MCS 홀딩스(MCS Holdings LLS)가 소유하고 있음

○ 전 소유주였던 캐나다 회사 QGX사는 2011년 또는 2012년에 연 6백만 톤규모로 생산을 시작할 계획이었음

③ 쉬-와와(Shivee-ovoo Coal Deposit)

○ 쉬-와와 노천광은 몽골인에 의해 탐사·개발이 되었으며, 울란바타르에서 남쪽으로 250 킬로미터 떨어진 고비섬버 아이막의 해발 1,180~1,230 미터에 위치함. 또한 몽골종단철도 근처에 위치하여 철도 수송에 접근성이 높음

○ 석탄 자원은 약 20억 톤 이상으로 추정되며, 현재 10~20 미터 규모의 주요 석탄층 탄층 2개를 노천에서 채탄중이고, 연간 2백만 톤 규모의 설비능력을 달성하기 위해 강력한 굴착기가 탄광에 투입되었음

○ 중국의 국가전력망회사(State Grid Corporation)와 루넨그룹(LunenGroup)은 연 2백만 톤 생산규모의 쉬-와와 탄광을 1,500만 톤 규모로 늘려 전력을 생산하는 프로젝트에 대한 예비타당성 조사를 한 바 있음

④ 엘데브 매장지

○ 엘데브(Eldev) 석탄광은 도르노고비 아이막에 위치해 있으며, 몽골종단철도로부터 북쪽으로 20 킬로미터 떨어져 있음

○ 현재 MAK(Mongolian Alt Corporation)사가 가행중이며, 석탄자원은 약5,100만 톤으로 추정됨

○ 최근 연간 약 50만 톤을 수출하고 있으나, 아직 생산 확대를 위한 계획이 없는 것으로 알려져 있음

⑤ 나린수카이트 매장지

○ 나린수카이트(Nariin Sukhait) 매장지는 2개의 광산으로 구성되어 있으며, 그중 하나는 MAK사가 단독으로 보유하고 가행중이며, 나머지는 MAK사와 중국의 칭화사의 합자회사(칭화-MAK)가 운영함

○ 이 매장지에는 약 1억 3,400만 톤의 석탄자원이 매장되어 있는 것으로 보고되고 있으며, 현재 연간 2백만 톤의 석탄을 트럭으로 중국에 수출하고 있음

⑥ 오브톨고이 석탄광

○ 오브톨고이(ovoot Tolgoi) 석탄광은 몽골-중국 국경에서 북쪽으로 약 45킬로미터 떨어진 곳에 나린수카이트 근처에 위치하고 있음

○ 캐나다 아이반호사의 자회사인 사우스고비 에너지리소시스(South Gobi Energy Resources)사가 2008년 4월에 가행을 시작함

○ 서부 탄전 및 남동부 탄전에 약 2억 5,900만 톤의 석탄 확인매장량이 있으며, 추정 자원량은 1억 4,500만 톤임

○ 연간 약 2백만 톤의 석탄을 선적할 수 있으며, 중국으로의 철도 접근성이 확보되면 연 6~8백만 톤의 석탄을 생산할 수 있을 것으로 추정됨

⑦ 짜간톨고이 매장지

○ 짜간톨고이(Tsagaan Tolgoi) 매장지는 오유톨고이에서 서쪽으로 약 100킬로미터 지점에 위치하고 있음
○ 확인매장량은 약 3,640만 톤이며, 9백만 톤의 추정자원량이 있음

○ 아이반호가 지분의 일부를 보유하고 있는 사우스고비 샌즈(South GobiSands)사가 소유자이며, 오유톨고이에 전력을 공급할 발전소의 석탄을 공급할 수 있을 것으로 기대함

(5) 몽골의 철도 및 도로 인프라 현황

(가) 철도 인프라 현황

○ 몽골철도의 총연장은 1,815km이며, 중앙선은 러시아와 국경을 접하는 수흐바타르(Sukhbaatar)시에서 중국과 국경을 접하고 있는 자민우드(Zamiin Ud)까지 1,100km를 남북으로 관통하고 있고, 동북부지역의 국경지대에도 238km의 철도가 있음

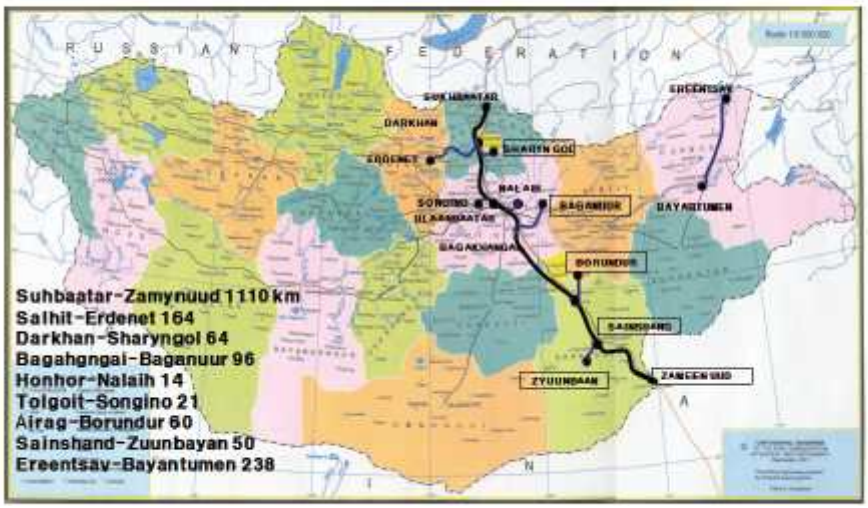
○ 몽골철도의 중앙선은 러시아의 이르쿠츠크, 노보시비르스크, 예카테린부르크는 물론, 러시아의 수도 모스크바, 중국의 수도 베이징과 연결되는 장점을 가지고 있으며, 몽골의 대외 무역에서 큰 역할을 하고 있음

○ 몽골 철도 시스템은 몽골종단철도(Trans-Mongolian Railway), 바얀투멘(Bayantumen)-에렌짜브(Ereentsav) 노선, 그리고 7개의 지선으로 구성되며,총 길이 1,815 킬로미터임

○ 몽골의 남-북을 가로지르는 1,110 킬로미터의 몽골종단철도는 북쪽으로는러시아 국경 수크바타르(Sukhbaatar)를 거쳐 시베리아횡단철도로 연계되며 남쪽으로 중국 국경 자민우드(Zamyn-Uud)를 지나 중국 철도시스템과 연계되며, 수도 울란바타르를 통과함

○ 바얀투멘-에렌짜브 노선은 몽골 북동부에 있으며, 바얀투멘(Bayantumen)에서 도르노드주(Dornod province), 러시아의 에렌짜프 포트(Ereentsavport)를 지나 시베리아횡단철도와 연결되는 238 킬로미터의 노선임. 이 노선은 그 지역의 석탄 및 여타 광물 자원의 개발을 촉진하기 위해 건설됨

○ 나머지 7개 지선의 몽골종단철도에서 가까운 지방을 연계하고 있음
- 에르데네트(Erdenet) 지선은 총 길이가 164 킬로미터임
- 바가누얼(Baganuur) 지선은 총 길이가 96 킬로미터임
- 샤린골(Sharyngol) 지선은 총 길이가 64 킬로미터임



<몽골 철도 시스템 현황>

자료: 타반톨고이 한국컨소시엄 내부 자료

- 나라히(Nalalh) 지선은 총 길이가 14 킬로미터임
- 송로(Songlno) 지선은 총 길이가 21 킬로미터임
- 보룬두르(Borundur) 지선은 총 길이가 60 킬로미터임
- 준바얀(Zuunbayan) 지선은 총 길이가 50 킬로미터임



<러시아 및 중국과 연결되는 몽골 철도>

자료: Trans Siberian Railway, http://www.transib.net/php/tourplanner

○ 몽골철도의 중앙선은 중부지역에 걸쳐 있고, 다른 3개 지역은 철도가 없기 때문에 교통인프라가 매우 취약하다고 할 수 있음

○ 최근 몽골의 철도 관련 주요 지표를 보면, 화물운송량과 이용승객 수가 매년 증가하고 있음

○ 철도의 궤간은 광궤로써, 1,520 밀리미터이고 단선이며 비전철화 형태임

○ 운행 속도는 시간 당 40~80 킬로미터이고, 선로 용량 향상을 위해 매20~25 킬로미터 마다 교행 측선을 설치함

○ 1일 열차 운행 횟수는 여객 열차의 경우 편도 10회이며, 국제열차는 5회임. 화물 열차는 편도 15회이며, 국제열차는 5회임

○ 철도 부설은 주로 1940년대에서 1950년대에 이루어져 상태가 전반적으로 노후함

<몽골 철도시스템 특성>

구분	내용	구분	내용
총 연장	1,815 킬로미터 (TMGR 1,110)	교행측선	선로용량향상을 위해 20~50km 마다 교행 측선 설치
형태	단선, 비전철	상태	전박적으로 노후
궤간	광궤(1,520 mm)	노반시설	최소곡선반경 200m, 교량(대형) 2개소, 대부문 토공
구조	50 kg/m 레일, 목침목	선로방식	전기1종 연동(4현식)
운행속도	40~80 km/hr	수송량	여객 411만명/년 화물 820만톤/년
철도부설	1940~50년대	1일 열차 운행횟수	여객: 편도 10회, 국제열차 5회 화물: 편도 15회, 국제열차 5회

자료: 타반톨고이 한국컨소시엄 내부 자료

○ 몽골 철도 수송량은 2011년에 총 1,844만 7,700톤의 화물을 수송하였으며, 이 가운데 국내운송이 857만 4,200톤, 국제운송이 987만 3,600톤임

○ 2011년 총 승객 수는 383만 2,100명이며, 국제승객은 16만 5,300명, 국내승객은 366만 6,800명이었음

<몽골 철도수송의 주요 지표>

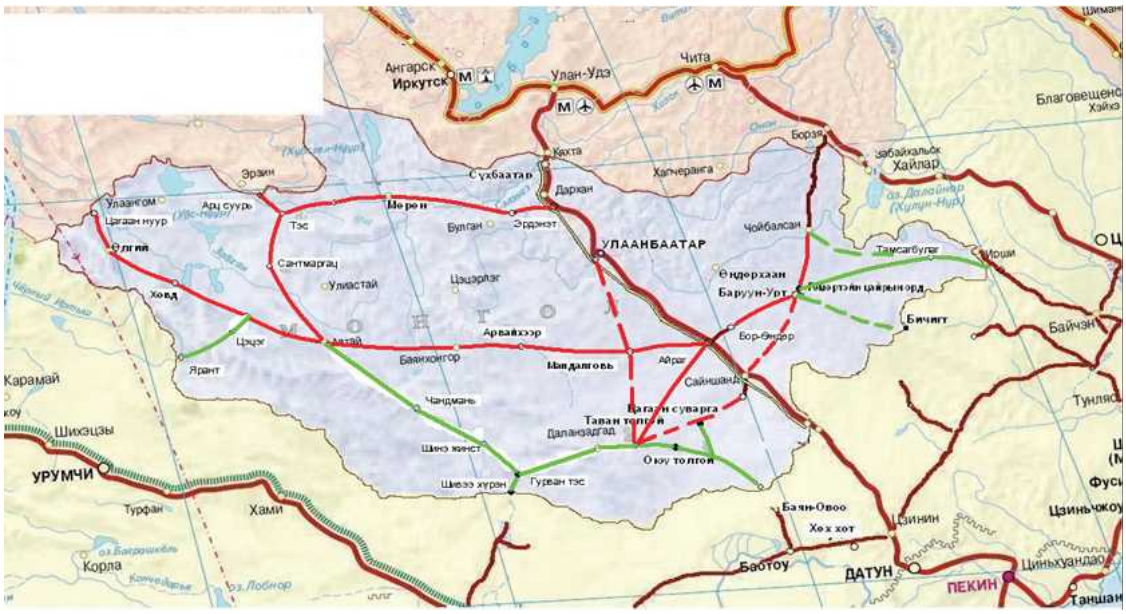
구분	단위	2008년	2009년	2010년	2011년
화물운송	천톤	14,646.9	14,171.5 (−3.2)	16,804.0 (18.6)	18,447.7 (9.8)
국내		8,016.2	7,656.3	8,304.4	8,574.2
국제		6,630.7	6,515.3	8,499.6	9,873.6
승객수송	천명	4,358.8	3,118.3 (−28.5)	3,516.3 (12.8)	3,832.1 (9.0)
국제		185.2	127.3	144.2	165.3
국내		4,173.7	2,991.0	3,372.1	3,666.8

자료: National Statistical ○ffice ○f M○nglia(2012), p.254
주: ( ) 안은 전년대비 증가율

(나) 몽골 정부의 철도 건설 계획

○ 2008년 몽골의 도로수송관광부가 발표한 바에 따르면, 몽골은 남고비 지역 석탄, 동, 금 등 광산 개발과 연계하여 다음과 같이 총 1,455 킬로미터의 철도 인프라 개선 사업을 계획하고 있음

- 아이락(Airag)-타반톨고이 루트: 총길이 470 킬로미터
- 타반톨고이-오유톨고이(175 킬로미터) - 칸탄불라그 (Khatanbula, 170 킬로미터)-한기(Hangi, 100 킬로미터): 총 445 킬로미터
- 타반톨고이-달란자가드(80 킬로미터) - 나린수카이트(280 킬로미터): 총 360 킬로미터



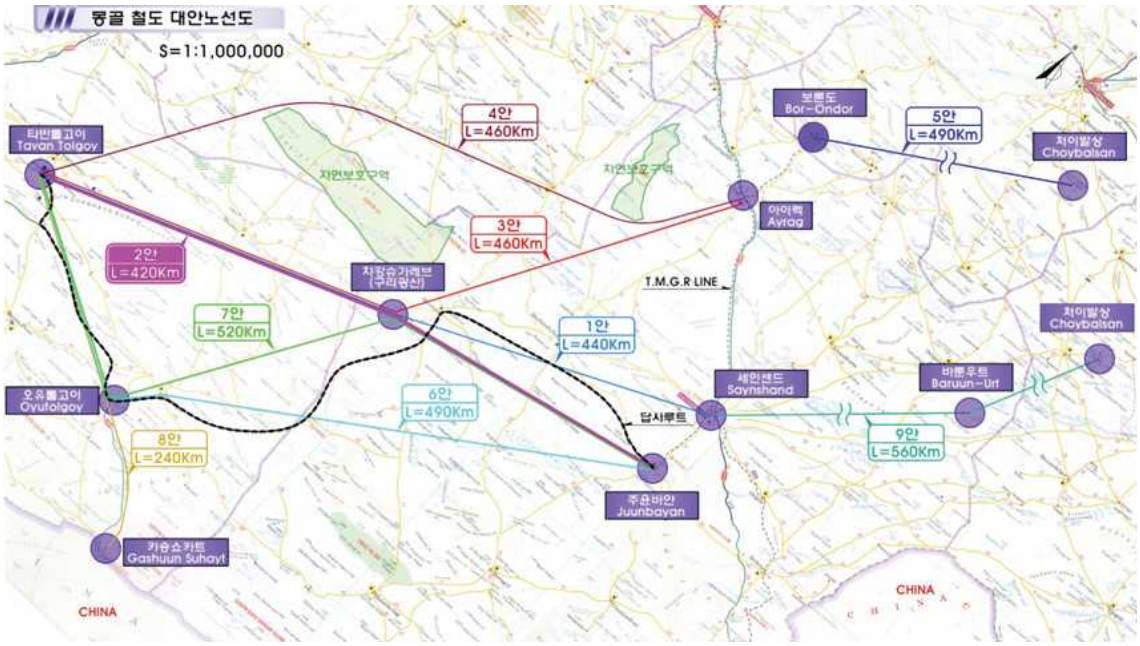
<몽골 정부 철도 계획>

(다) 석탄 수송을 고려한 철도 노선

○ 몽골 남부지역의 철도 건설 계획에는 대부분 타반톨고이 석탄의 수송을 고려하고 있어 시발점이 타반톨고이임

○ 철도 건설 노선의 대안은 다음과 같이 크게 4가지 노선으로 분류됨. 1) 인근 중국 국경으로의 철도 건설을 통한 중국 철도시스템과의 연계, 2) 몽골 종단철도로의 철도 건설을 통한 중국 철도시스템과의 연계, 3) 몽골종단철 도로의 철도 건설을 통한 러시아 철도시스템과의 연계, 그리고, 4) 몽골 동북부 초이발산 철도로의 철도 건설을 통한 러시아 철도시스템과의 연계 등임

○ 각각의 대안은 타반톨고이 석탄광 인근 광산 경유 여부에 따라 세분화됨



<몽골 철도 대안노선도>

○ 몽골정부는 2010년 광물자원 개발을 촉진함과 동시에 대외시장 진출을 확대하기 위해 3단계 철도발전정책을 수립하고 총 5,600km의 철도를 부설하는 사업을 추진함

○ 철도발전정책에 따르면, 1단계에는 1,100km, 2단계에는 900km, 3단계에는 3,600km의 철도를 새로 부설할 계획임

○ 몽골의 철도 부설 사업계획에 따르면, 우선 광산지대에서 철도 건설 사업을 진행함

○ 서부지역의 개발이 성공적으로 추진될 경우 2016년부터 기업들의 입지조건이 좋아지고 특히 광산업과 관련된 외국인 투자환경에 큰 변화가 따르게 될 것으로 기대됨

(6) 시사점

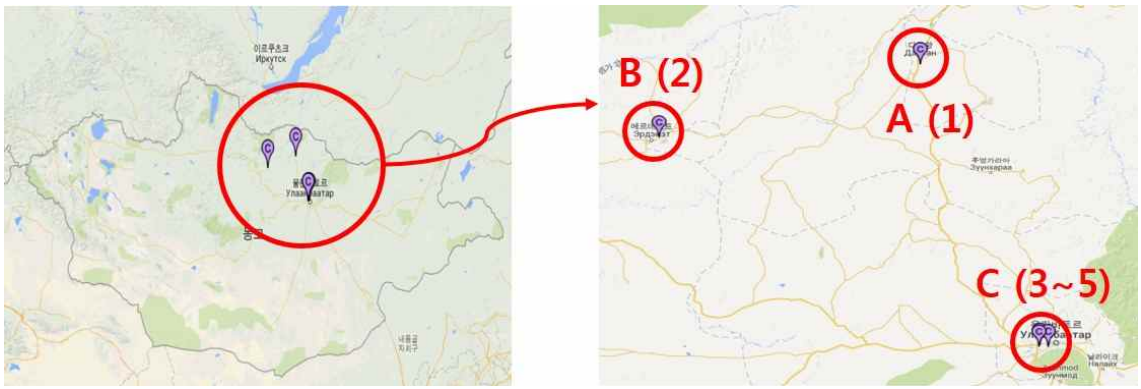
○ 몽골에는 총 5개의 화력발전소가 있으며 현황은 아래표와 같음

○ 3개의 지역으로 구분되어지며, 가장 많은 석탄을 소비하는 화력발전소는 Ulaanbaatarm에 위치한 Ulaanbaatar TES-4 CHP Power Plant Mongolia임

<몽골 화력발전소>

Name	Design Capacity (MWe)	State
Erdenet TES CHP Power Plant Mongolia	28.8	Orhonm
Darkhan TES CHP Power Plant Mongolia	48	Selengep
Ulaanbaatar TES-4 CHP Power Plant Mongolia	540	Ulaanbaatarm
Ulaanbaatar TES-3 CHP Power Plant Mongolia	148	Ulaanbaatarm
Ulaanbaatar TES-2 CHP Power Plant Mongolia	21.5	Ulaanbaatarm

자료: http://globalenergyobservatory.org/list.php?db=PowerPlants&type=Coal



<몽골 화력발전소 위치>

○ 몽골의 교통인프라는 매우 열악한 상황이며, 그중에서도 철도는 가장 큰 비중을 차지하고 있는 인프라임

○ 몽골 석탄 채광지부터 가장 많은 석탄을 소비할 수 있는 화력발전소까지의 철도 수송은 몽골에서도 중요하게 생각하고 있는 사업임

○ 현재 몽골 최대 석탄생산지인 타반톨고이까지의 철도망은 건설중에 있음

○ 향후 철도건설이 완료되었을 때 타반톨고이에서 화력발전소까지의 석탄 수송시스템에서 DMT시스템은 최적의 대안이 될 가능성이 있음



<석탄 생산지에서 소비지까지의 철도수송 예상도>

나. 베트남

(1) 베트남의 주요 현황

○ 베트남은 2007년 WTO 가입과 함께 8.5%의 고도 경제성장을 달성하고 있으며 신흥 유망시장의 핵심으로 부상하였으나, 2008년 초부터폭등하는 물가와 기록적인 무역적자가 이어지는 경기과열 국면에 진입하였음

- 2008년 상반기에 베트남 물가는 18.44% 상승하였음. 특히 일반 생필품 가격이 전년대비 50% 이상 급등함
- 2008년 상반기 중의 무역수지 적자는 2007년 연간 무역수지 적자폭인 $141억을 넘어서 $148억에 달하였으며, 전년 동기대비 2.9배 급증한 수준이었음

○ 베트남 정부는 2008년 경제성장 목표를 기존 9%에서 7%로 하향 조정하고 강력한 긴축경제정책을 시행함

- 기준금리 인상, 대규모 정부채권 발행, 기업의 달러화 대출억제, VAT납부유예조치, 정부의 기초생필품 가격 통제 등을 추진함
- 은행 간 기준금리는 초기 8.25%에서 현재 14%까지 인상되었으며,2008년 3월 베트남 상업은행은 총 $12.7억 규모에 달하는 정부채권을 발행함
- 지급준비율은 1년 미만 예금의 경우 11%, 1년 이상 예금은 5%로 상향 조정하였으며 외국기업의 달러화 대출을 긴급 제한함

○ 베트남 정부의 긴급 수입제한 및 관세인상 등의 초치로 2008년 6월 무역수지 적자규모는 5월에 비해 약 5% 하락한 $13억을 기록하고 있으며, 점차 줄어들 전망임

○ 베트남 정부는 2009년 경제선진화를 위한 산업발전 계획의 단계적 추진을 통해 경제성장률 목표를 6.5%, 인플레를 15% 이하로 억제하고 투자가 전체 GDP의 39.5%, 수출은 전년대비 13% 증가한다는 정부 경제운영 목표를 설정했음

○ 2009년 베트남 경제는 세계 경제위기의 여파로 외국인투자 위축, 주요 시장의 수출감소는 물론 내수시장 위축이라는 대내외 경제여건의 악화가 전망되고 있음

- 그러나 베트남 경기위축에도 불구하고 외국인투자가 점차 증가하고 전 세계 국가의 ODA(공적개발원조) 지원 확대 추세와 2010년 하노이 정도 1000년 프로젝트 등 대형 정부지출 확대로 예정된 사회간접시설 투자가 베트남의 건설경기를 부양할 것으로 예상됨

○ 2009년 1월, 베트남 경제지표는 급전직하하며 산업생산이 2008년 1월대비 4.4% 하락하였음

- 수출은 24.2% 급락한 $38억, 수입은 44.8% 급락한 $41억을 기록하며 베트남 경제 침체가 심각한 수준으로 떨어지는 상황으로 내수와 수출 전 부문에서 실적감소로 경제성장률이 대폭 하락할 것으로 전망됨
- 2007년 8.48% 성장률 기록, 2008년 성장률은 6.23%을 기록하여 베트남 계획 투자부는 2009년을 2008년과 동일한 6.5%로 정하였음

<베트남 경제성장률>

구분	단위	2004	2005	2006	2007	2008
경제성장률	%	7.7	8.4	8.17	8.48	6.23
GDP	U$억	453.5	528.6	609	715	890

자료: 베트남 통계청

- 2008년 초 경제과열에 따른 경제위기 우려로 정부의 강력한 긴축정책이 있었으나, 2008년 경제성장률은 6.5%를 기록하며 아시아에서중국 다음으로 높은 성장률을 나타냄

(2) 베트남의 주요 산업

(가) 석유·가스

○ 베트남은 아시아태평양 지역 6대 석유 생산국으로 전체 매장량은 45억㎥ 규모로 추정되며 이중 가스가 55%를 차지하고 있는 것으로 파악됨. 추가 매장량에 대한 기대

감이 높아 미래 석유·가스 자원강국으로 부상함

○ 2001년부터 2004년까지 15개의 탐사공구에서 222MCM이 매장확인 되었고 2005년에는 4개의 신규 매장공구에서 전체 매장량의 20%가 새로이 확인되어 향후 개발 가능성이 매우 높음

○ 주요 유전 매장지역 : Song Hong(11억㎥), Cuu Long(8.2억㎥), PhuKhanh(3.7억㎥), Nam Con Son(9.7억㎥), Malay(3.7억㎥)

(나) 광석

○ 베트남 철광산은 총 220여개로 대부분은 베트남 북부지역에 소재함

○ 주요 산지 : Thai Nguyen, Bac Can, Cao Bang, Ha Giang 등

○ 베트남내 매장 철광석은 대부분 C1, 2급이 주요 등급이며 2006년 기준, 전체 매장량은 1,100백만 톤으로 추정됨. (A, B, C1급 : 568백만톤, C2급 : 193백만 톤)

○ 베트남 철광석은 아연의 함유가 높은 편으로 일반 제조공법 활용이 어려운 단점이 있음

○ 베트남은 전체 석탄 생산량의 50% 정도를 해외로 수출하고 있음
- 수출 이외의 물량은 베트남 국내의 필요 기업에 국제 수출가보다 낮은 가격으로 공급하고 있음

○ 베트남의 석탄 수출규모는 최근까지 지속적인 수출 증가를 보였으며, 2007년에는 3,250만 톤을 해외로 수출했음
- 2005년에는 1,800만 톤, 2006년에는 2,900만 톤을 수출했으며, 2007년의 수출규모는 2004년 규모의 3배에 이를 정도로 큰 폭의 증가를 보였음
- 2008년 석탄수출은 베트남 정부의 내수소비 확대, 수출 감소정책에 따라 크게 줄어든 1,000만 톤 규모에 불과할 것으로 전망됨

(다) 구리

○ 베트남 구리 매장은 베트남 북부지역중심으로 홍강델타 서부유역과 중국과 국경선을 마주한 LaCai 지역에 대표적으로 분포

○ 베트남 구리의 매장량은 2007년 기준, 76백만 톤으로 평가됨

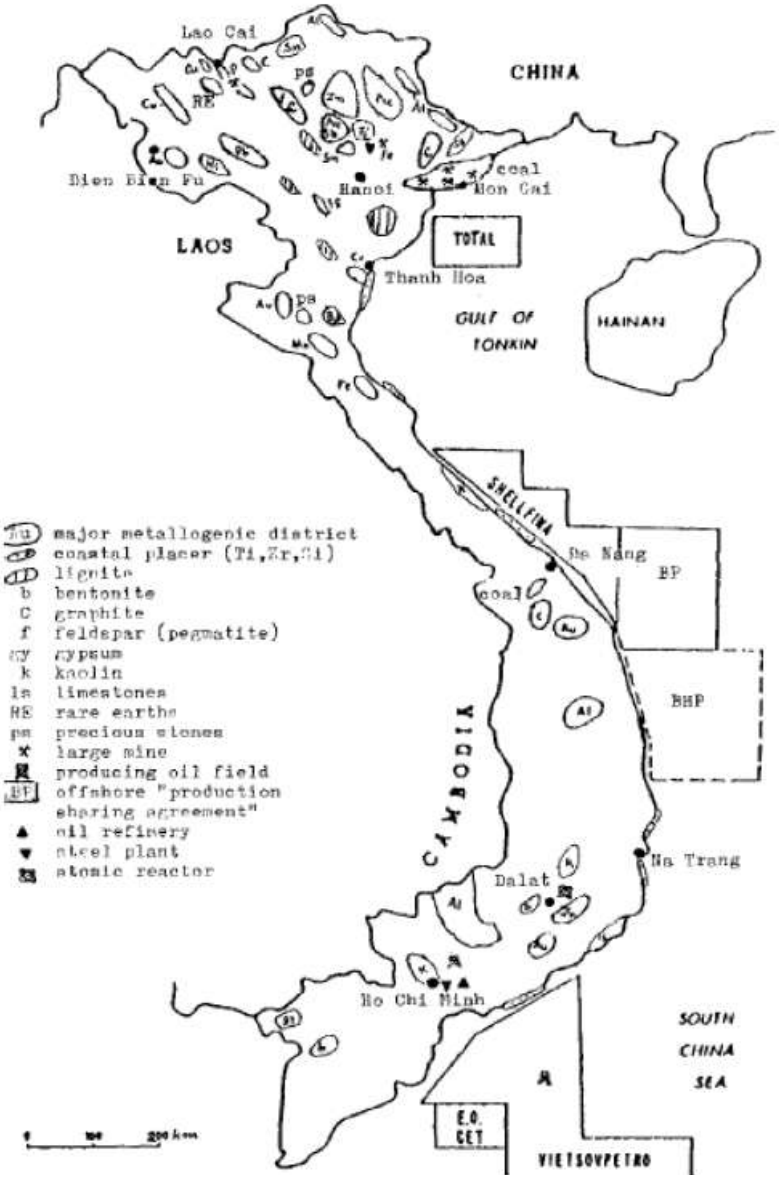
○ 주요 산지 : Ban Phuc(3백만 톤), Shin Quyen(551,000톤)

(라) 아연

○ 아연은 베트남 북부지역 중심으로 Tuyen Quyen, Bac Can, NganSon 지역 사이에 매장되어 있으며 최근에는 Bo Vat 지역에 175,000톤과 Cao Bang, Ha Giang 지역에 266,000톤의 아연이 추가로 매장이 확인되었음

○ 베트남 아연의 매장량은 2007년 기준, 1백만 톤으로 평가됨

– 베트남의 아연 매장량은 전 세계 1%에 해당하는 소량이나 아연 매장 가능성이 높은 지형으로 향후 일부 전문가의 견해에 따르면 BacCan 지역에 4백만 톤을 포함한 총 13백만 톤의 매장 추정가능성도 제기됨



<베트남 광물자원 분포도>

<베트남 광물 자원의 부존 추정량>

No	광물명	단위	보존량 (백만)	위치	등급/비교
I	비금속 광물				
1	석탄	톤	3,880	Quang Ninh지역과 북쪽 델타 지역	
2	석유 및 가스	톤	23,00	홍화델타지역 메콩델타지역 베트남 동해	
		m^2	1,207,000		
3	키올린 (고령)	톤	1,507,000	중북부 지역	n/a
4	인회석	톤	796	Lao Cai 지역	A+B+C1+C2
			118		C1+C2
			1.7		
5	황철석	톤	363	Son Tay 지역	A+B+C1+C2
			10.6		P

자료: 산업부(MOI) 및 기타 자료

(3) 베트남의 석탄 현황

○ 베트남의 석탄 매장량은 2007년 기준, 35.5억 톤으로 전체 66.7%의 매장량이 베트남 북부 Quang Ninh지역에 분포되어 있는 것으로 나타났으며 이중 무연탄이 전체의 68.5%를 차지하는 것으로 파악

- 정확한 탐사는 불가능하나 북부 홍강델타 지역과 내륙지역 지하250~1,200m아래 3,500㎢에 달하는 지역에 2,100억 톤의 추가 석탄 매장 가능성이 제기되기도 함

○ 베트남 석탄 광산은 약 200여개로 주요 산지인 Quang Ninh지역에 소재하며 이 지역 내 석탄채집센터 3개소를 설치 운영함

- 주요 석탄 매장지역 : Cuang(Cam Pha), Nam Cau Trang(HaLng City), Vang Danh(Ung Bi)

○ 베트남 석탄 생산은 매년 지속적으로 증가세를 보이고 있으며 2006년 39백만 톤에서 2007년 41.2백만 톤이었으며 이중 국내 수요는 2006년 10백만 톤에서 2007년 17백만 톤으로 크게 증가하였음

- 베트남 산업발달에 따른 전력수요 확대, 건설공사 및 시멘트 생산 확대를 위한 국내 수요가 2005년 이후 폭발적으로 증가하고 있으며 해외 수출물량의 일부를 국내 수요로 대체하고 있는 중임
- 최근 몇 년간 정부의 개방정책 덕택으로, 이 분야에서의 해외 투자가 더욱 중요한 역할을 해오고 있으나 여전히 불충분한 상황

○ 석탄 생산은 베트남 정부와 산업부(MOI) 산하의 석탄광물자원공사(VINACOMIN)에 의해 공식적으로 주도되고 있으며 전체 생산량의93.6%를 차지함

- 정부 소유 기업들에 의해 운영되는 큰 탄광들은 현대 기계 및 기술로 채굴 (연평균 800,000~1,500,000톤 생산)

○ Open-cast Coal-mines은 총 석탄 생산량의 대략 60%를 차지

○ 2003년에는 석탄을 생산하여 베트남 자국 내에서 소비 및 수출을 하였으나, 2012년에는 생산량에 비해 소비량 및 수출량이 많아 석탄을 타 국가에서 수입하였음

<석탄 생산량, 소비량 및 수출량>

(단위: 천톤)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
생산량	16,700	27,349	34,093	38,778	42,483	39,777	44,078	44,835	44,493	42,096
소비량	10,400	13,114	14,812	16,001	17,172	21,104	22,397	26,146	27,728	24,317
수출량	6,300	11,636	17,972	29,308	32,072	19,355	24,992	19,747	17,743	19,074

출처: IEA Coal INFORMATION 2013

(4) 베트남의 철도 및 도로 인프라 현황

○ 베트남 수송부(Ministry of Transport 2008)에 따르면, 우선 2020 년까지 기존 구간을 수선하거나 개선할 예정임

○ 대상 구간은 남북철도 중 Yen Vien-Pha Lai-Ha Long-Cai Lan 구간, Bien Hoa-VungTau 구간, Lao Cai-Hanoi-Hai Phong 구간, Dong Dang-Hanoi 구간, Dak Nong-Binh Thuan 구간, Di An-Loc Minh 구간, VungAng-Mu Gia 구임

○ Thap Cham-Da Lat 구간은 복구하고 Dong Ha-Lao Bao 구간은 타당성조사를 실시할 예정이며, 그 외 주요 항구, 산업단지, 경제구역, 광산 등과도 철도망을 연결할 계획임

○ 2030년까지는 다낭에서 호찌민 시에 이르는 서부고원철도(Western Highland Railway Network)망을 건설하고, 지선으로Buon Ma Thuat-Tuy Hoa 구간과 Dak Nong-Binh Thuan 구간을 건설하기로 하였음

○ 그 외 남아 있는 남북철도구간, 하노이와 호찌민 시의 도시철도, Nam Dinh-Thai Binh-Hai Phong-Quang Ninh 구간과 Ha Long-Mong Cai 구간의 해안철도, Lang Son-QuangNinh(Mui Chua) 구간과 Nam Dinh-Thinh Long 구간, My Ly-TanKy 구간 등도 연결할 예정임

○ 하노이와 호찌민을 연결하는 초고속철도는 2011년 현재 베트남과 일본의 엔지니어링 컨설턴트가 컨소시엄을 구성해 예비타당성조사(PFS: Prefeasibility Study)를 마친 상황임

○ PFS에 따르면, 출발역은 하노이로 하고 종착역은 호찌민으로 하는 총길이 1,555km의 초고속철도를 건설할 예정이며, 1,435mm의 표준궤, 복선, 350km/h의 속도 등으로 디자인되었음

○ 총 5개의 역이 건설되는데, 3개는 기존 역, 12개는 기존 역 인근, 10개는 새로 건설될 예정이임

○ 남북초고속철도는 2020년까지 하노이-빈(Vinh) 구간과 냐짱(Nha Trang)-호찌민 구간이 먼저 건설되고, 빈-다낭 구간은 2030년, 다낭-냐짱 구간은 2035년까지 건설할 계획임



<주요 철도 네트워크 현황 및 건설 계획>

자료: Ministy of Transport(2011), p.9

(5) 베트남의 전략산업 현황 및 전망

○ 베트남의 순 전력소비량은 경제성장에 따른 가처분소득 증가, 섬유업과 전자산업을 중심으로 한 제조업 성장에 힘입은 산업 수요 확대 등으로 2010년 85.7TWh에서 2014년 124.0TWh로 증가하여 연평균 증가율이 9.7%를 기록할 것으로 전망됨

– 소비자물가상승률 안정에 따른 소비, 투자심리 회복, 전자산업 중심의 외국인직접투자 유입 등으로 인한 경제성장으로 2014년 순 전력소비량 증가율은 10.1%에 달할 것으로 예상됨

○ 일인당 순 전력소비량도 2010년 976kWh에서 연평균 8.2% 증가하여 2014년 1,339kWh에 달할 것으로 예상됨. 이는 인도, 필리핀, 인도네시아보다 높은 수준이지만, 중국 일인당 순 전력소비량의 38% 수준임

○ 제조업 중심의 경제성장 전략 추진에 따라 전력 소비에 있어 제조업

– 건설부문의 비중이 상승세를 보이고 있음. 2014년 개인가정의 전력소비 비중은 2010년 대비 4.4%p 감소한 34.1%, 제조업·건설부문은 4.6%p 증가한 54.4%를 기록할 것으로 예상됨



<연도별 베트남 전력 생산 · 소비량 현황 (단위: TWh)>

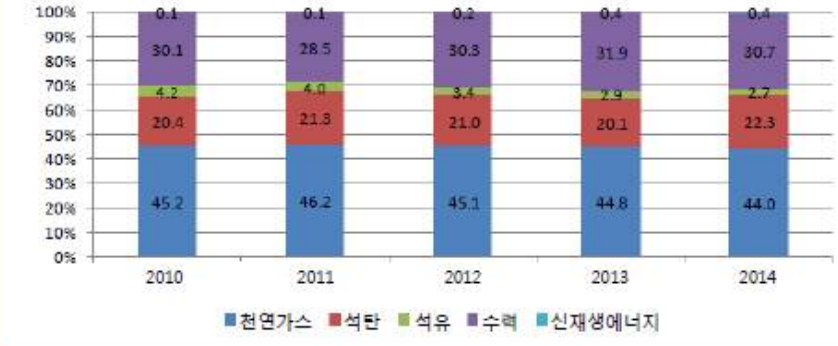
자료: BMI, Vietnam Power Report Q2 2014

○ 가계와 산업계 전력수요의 동반 상승에 따른 발전설비용량 확대 노력에 힘입어 베트남의 총 전력생산량은 2010년 90.6TWh에서 연평균 10.8% 증가하면서 2014년 136.9TWh에 달할 것으로 예상됨

○ 2000년대 이후 화력발전소가 대폭 확충되면서 화력발전이 전력 생산에서 차지하는 비중이 2000년 44%에서 2005년 59%, 2010년 70%까지 급속히 상승하였으며, 2014년에도 69% 수준을 기록할 것으로 추정됨

– 베트남은 화력발전에 주로 천연가스를 활용하였으나, 베트남 정부는 타 산업분야에서의 활용도가 높은 천연가스, 석유 대신 석탄을 주요 발전원으로 사용하는 정책을 추진하고 있음

– 이에 따라 2014년 석탄발전이 총 전력생산량에서 차지하는 비중은 2010년 대비 1.9%p 상승하는 반면, 천연가스와 석탄발전 비중은 각각 1.2%p, 1.5%p 감소할 것으로 예상됨



<연도별 베트남의 발전원별 전력생산 비중 현황 (단위:%)>

자료: BMI, Vietnam Power Report Q2 2014

○ 베트남은 중국과 라오스에서 전력을 수입하여 자국의 부족한 전력발전 능력을 보완하는 전력 순수입국이며 BMI에 따르면 발전설비용량 증가로 2014년 순 전력 수입량은 2010년대 들어 가장 낮은1.4TWh를 기록할 것으로 예상됨

– 베트남 정부는 전력 수입의 효율성 제고를 위해 ADB의 GMS프로그램 등을 활용하여 라오스, 캄보디아, 중국과의 송전망확충을 추진하고 있음

– 베트남은 정치적인 이유로 캄보디아에 전력을 수출하고 있으나, 베트남전력공사(EVN)를 통해 캄보디아의 수력발전소 건설에 참여하고 있으며 현재 건설 중인 수력발전소가 가동(2016년예정)되면 베트남이 전력을 수입할 계획임

○ 국제에너지기구(IEA)에 따르면 2011년 베트남의 전력보급률은 96.1%로 ASEAN 평균(77.6%)을 상회하며, 싱가포르(100%) 브루나이(99.7%), 말레이시아(99.5%), 태국(99.0%)에 이어 ASEAN 국가 중 5위에 해당됨

– 2011년 도시지역과 지방지역의 전력보급률은 각각 99.7%, 94.4%로, 전력공급이 용이하지 않은 일부 산간, 도서지역을 제외한 베트남 전역에서 전기 사용이 가능함

– 베트남 정부는 지방지역 전력보급률 목표를 2015년 98.6%, 2020년 100%로 설정하고 수력발전소, 태양광발전소 등 발전소 건설, 전력망 확충 등을 추진할 계획임

(가) 전력산업인프라현황

○ BMI에 따르면 2014년 베트남의 발전설비용량은 28,592MW로 확대되어 2010년 15,208MW의 약 1.9배 수준에 달할 것으로 추정되고 있음

○ 2014년 기준 화력발전 설비용량은 17,178MW로 총발전설비용량의 60.2%를 차지하고 수력발전 설비용량은 10,901MW로 그 비중이 38.2%에 달하며, 신재생에너지발전

설비용량은 450MW를 기록할 것으로 예상됨

- 지속적인 석탄발전소 건설로 화력발전 설비용량이 최근 5년간 연평균 17% 가량 증가하였으나 수력발전소(2,400MW급) 완공(2012년) 등으로 수력발전 설비용량이 2010년 5,500MW에서 2배가량 증가함에 따라 화력발전 설비용량 비중은 2010년 대비 1.4% 감소하였음
- 풍력과 태양열발전을 중심으로 발전설비용량이 확충되면서 2014년 신재생에너지발전 설비용량은 2010년 30MW 대비 15배 수준까지 상승할 것으로 전망되나, 그 비중은 1.6% 수준에 불과함



<베트남의 발전설비용량 현황 (단위: Gw)>

자료: BMI, Vietnam Power Report Q2 2014

(나) 정부의 전력산업 개발계획

○ 화력발전 중심의 발전용량 확대와 고압선 위주의 송전 인프라 확충 추진

○ 베트남 정부는 2011년 확정된 제7차 국가전력개발계획을 통해 전력산업 개발의 기본원칙을 제시하고, 발전설비용량 확대, 송전망 확충, 인접국과의 송전망 연결, 산간·도서지역 앞 전력 공급 등 과제별 이행계획을 구체적으로 제시하고 있음

○ 석탄화력발전과 수력발전 중심으로 발전설비용량 확충을 추진하면서 풍력, 바이오매스 등 신재생에너지발전과 원자력발전능력을 향상시켜 2020년 75,000MW, 2030년 146,800MW 규모의 발전 설비용량 보유를 추진하고 있음

<베트남의 발전원별 발전설비용량 비중 목표>

(단위: %)

구분	화력		수력		신재생 에너지	원자력	수입
	석탄	가스*	수력	양수			
2020년	48.0	16.5	23.1	2.4	5.6	1.3	3.1
2030년	51.6	11.8	11.8	3.9	9.4	6.6	4.9

자료: 제7차 국가전력개발계획(Decision No. 1208/QD-TTg)

주: * LNG 화력발전 포함

(6) 시사점

○ 현재 베트남에서는 석탄을 이용한 화력발전소 개발에 집중 투자를 하고 있음

○ 석탄 채광지에서부터 최종 수요지인 화력발전소를 대상으로 DMT시스템을 적용하기에 매우 유리한 상황에 있음

○ 베트남의 화력발전소는 5개 지역에 총8개가 있음

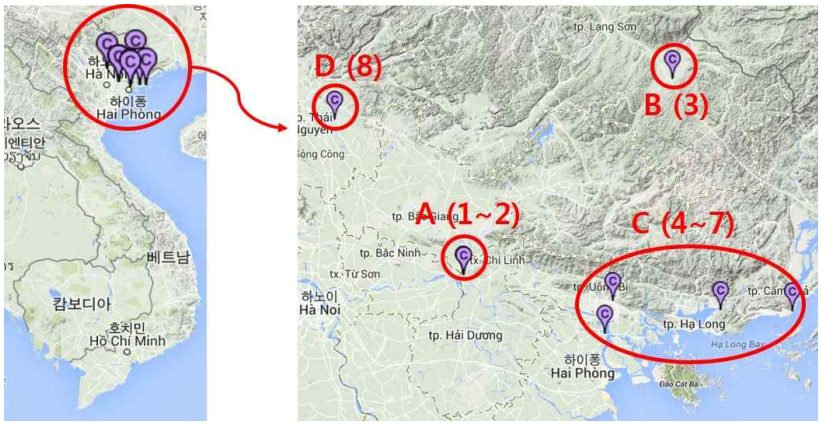
○ 가장 많은 석탄을 소비하는 화력발전소는 Quang Ninh 지역에 위치한 Quang Ninh Coal Power Plant Vietnam 화력발전소임

○ 현재 석탄 채광지역과 수요지인 화력발전소까지의 철도 인프라를 확대하고 있는 실정임

<베트남 화력발전소>

Name	Design Capacity (MWe)	State
Pha Lai 2 Coal Power Plant Vietnam	600	Hai Duong
Pha Lai 1 Coal Power Plant Vietnam	440	Hai Duong
Hai Phong Coal Power Plant Vietnam	600	Haiphong
Na Duong Coal Power Plant Vietnam	100	Lang Son
Uong Bi Coal Power Plant Vietnam	710	Quang Ninh
Cam Pha Coal Power Plant Vietnam	600	Quang Ninh
Quang Ninh Coal Power Plant Vietnam	1,200	Quang Ninh
Cao Ngan Coal Power Plant Vietnam	110	Thai Nguyen

자료: http://globalenergyobservatory.org/list.php?db=PowerPlants&type=Coal



<베트남 화력발전소 위치>

○ 또한 향후 개발계획이 있는 화력발전소는 하노이 지역 이하로 개발 계획이 수립되어 져 있음

○ Vung Ang지역과 Binh Thuan지역, Soc Trang지역이 대표적임

○ 향후 계획되어 있는 Vung Ang지역의 화력발전소에서 사용되어질 석탄을 수송하기에는 베트남의 특성상 철도가 가장 유력하며, 이 또한 DMT시스템의 경쟁력이 될 수 있을 것으로 판단됨

<베트남 화력발전소 개발계획>

Name	Design Capacity (MWe)	State
Binh Thuan 1 Coal Power Plant Vietnam	1200	Binh Thuan
Binh Thuan 2 Coal Power Plant Vietnam	2000	Binh Thuan
Soc Trang 1 Coal Power Plant Vietnam	1200	Soc Trang
Soc Trang 2 Coal Power Plant Vietnam	1200	Soc Trang
Soc Trang 3 Coal Power Plant Vietnam	2000	Soc Trang
Long Phu Coal Power Plant Vietnam	2400	Soc Trang
Vung Ang Coal Power Plant Vietnam	2400	Vung Ang

자료: 베트남전력분야 발전 마스터플랜 6단계, EVN(베트남 전력공사)



<베트남 화력발전소 개발계획>

자료 : 베트남 전력분야 발전 마스터 플랜 6단계, EVN(베트남 전력공사)

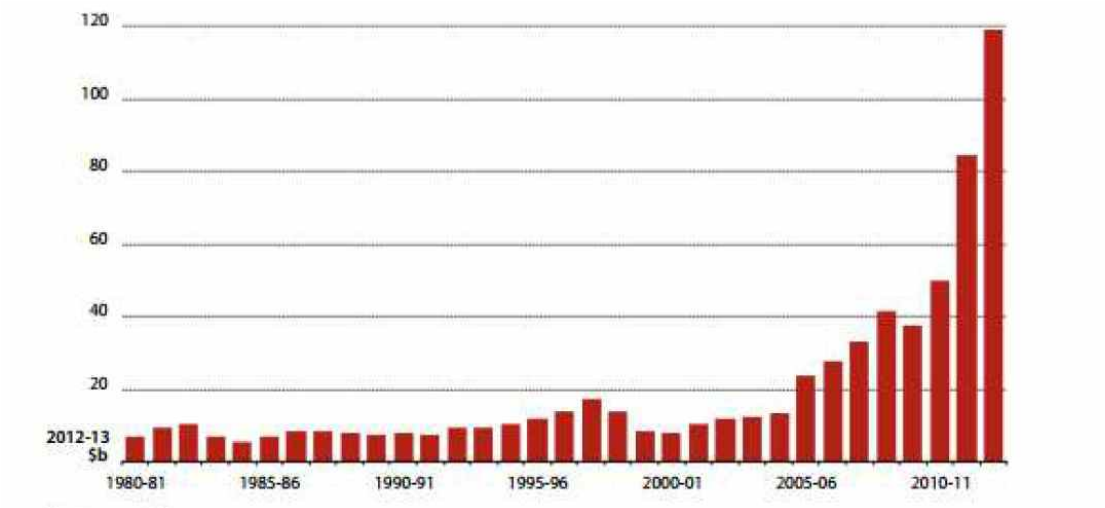
다. 호주

(1) 호주의 주요 현황

○ 광업 및 관련 서비스는 호주 전체 상품 수출의 83%를 차지하며 주요 수출 대상국은 중국, 일본, 한국 등임

○ 2012년 국제 광물가격의 하락세에도 호주 광업에 대한 투자는 지속적으로 증가하고 있는 것으로 분석됨

○ 호주 광업에 대한 투자는 지난 10년간의 국제 광물수요 증가에 따라 큰 폭으로 증가했으며 특히 LNG, 석탄, 철광석에 집중되어 향후 수년 내에 해당 광물의 생산이 정점에 달할 것으로 전망됨



<연도별 호주 광산업 투자금액 (단위: 십억 A$)>

자료: ABS

○ 호주는 풍부한 자원매장량, 정치·경제적 안정성, 세계 최고 수준의 자원개발 기술력으로 국제 자원시장에서의 위상 확립함

- 광물자원 무기화, 자원민족주의의 영향을 받지 않는 호주는 2005년 외국인 광산 지분비율 제한을 삭제하는 등 외국자본에 우호적인 정책을 통해 막대한 자원을 효율적으로 개발하고 있음
- 호주는 광물생산에 필요한 탐사, 분석·개발, 환경·안전 등 다양한 서비스와 기술을 보유하고 있으며 해당 산업 규모도 2010/11 회계연도 기준 A$91억을 차지함. 더불어 관련 기술개발 투자도 호주 광업의 경쟁력 유지에 큰 역할을 함
- 자원의 안정적 확보를 위한 정치·경제적 안정성과 투명성은 매우 중요한 요인이 되고 있으며, 건실한 경제 하부구조로 자원개발에 따른 생산비용 절감이 가능함

- 2012년 세계경제포럼(WEF) 부패지수 조사에서 호주는 캐나다와 함께 공동 1위를 차지함

(2) 호주의 주요 산업

(가) 호주의 주요 자원 매장량

○ Geoscience Australia에 따르면 호주는 300개 이상의 광산에서 약 22종의 광물을 생산하며 갈탄, 납 금홍석, 지르콘, 니켈, 은, 아연, 우라늄의 경제적 매장량은 세계 최대 규모임

○ 안티몬, 보크사이트, 역청탄, 구리, 금, 산업용 다이아몬드, 철광석, 일메나이트, 리튬, 망간광석, 니오브, 탄탈럼, 텅스텐, 바나듐 등의 매장량도 세계 6위권 이내임

○ 전 세계 석탄 교역의 1/3가량을 차지하는 세계 1위 석탄 수출국으로 주요 매장지역은 동부의 Queensland주(58%), New SouthWales주(38%)임

○ 원유, 천연가스(LNG) 등 주요 에너지자원도 풍부하게 보유. 원유는 42억 배럴로 세계 총 매장량의 0.3%를 차지하며 천연가스는 아태 지역 최대 수준인 약 100 Tcf2)로 세계 총 매장량의 2%를 차지함

○ 그 외에 다이아몬드, 금, 은 등의 자원도 세계 선두권으로 호주는 '광물자원의 보고로 불릴 만함

<호주 주요 광물 매장량>

광종	단위	호주(A)	세계(B)	A/B(%)	세계 순위
유연탄	백 만톤	76400	860938	8.9	4
우라늄	톤	1670000	5404000	30.9	1
원유	억배럴	42	14000	0.3	24
천연가스	Tcf	100	5000	2	12
역청탄	기가톤	43.8	669	7	5
갈탄	기가톤	37.1	148	25	1
철광석	백 만톤	35000	170000	20.6	1
동	천 톤	86000	690000	12.5	3
아연	천 톤	56000	250000	22.4	1
연	천 톤	29000	85000	34.1	1
니켈	천 톤	24000	80000	30.0	1
탄탈륨	천 톤	51	120	42.5	2
질코늄	천 톤	21000	52000	40.4	1
금	톤	7400	51000	14.5	1
보크사이트	백만톤	6200	29000	21.4	2
코발트	천 톤	1400	7500	18.7	2
티타늄*	천 톤	100000	650000	15.4	2
카드뮴	천 톤	61	640	9.5	3
희토류	천 톤	1600	110000	1.5	4

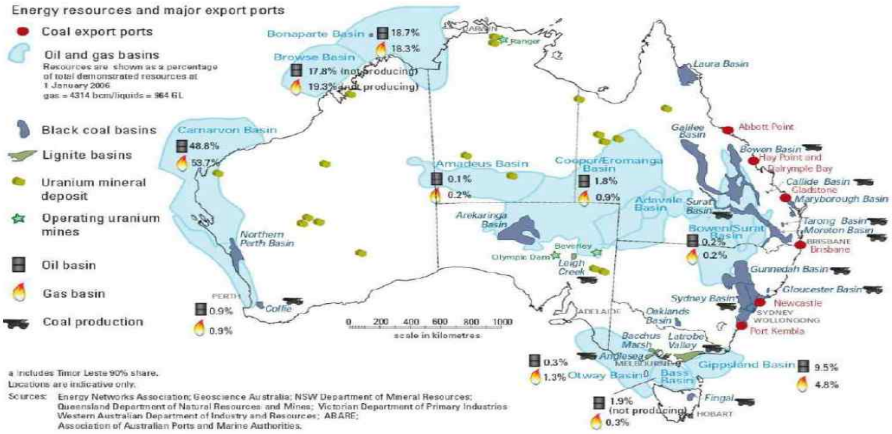
자료: USGS, Mineral Commodity Summaries(2012), Bp Statistical Review of World Energy(2012.6)/CIA fact book/Australia Mineral Resources(2010)
주: * 티타늄: Ilmenite 기준

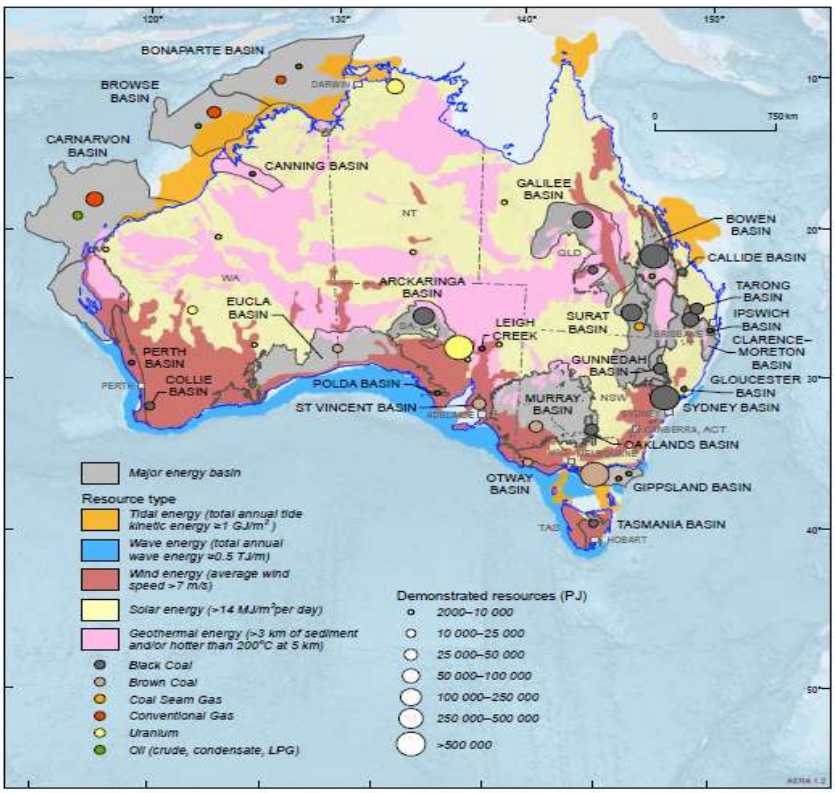
(나) 지역별 주요 광물자원 현황

○ Queensland주는 석탄과 알루미늄, 납, 은이 주로 분포함

○ Western Australia주는 호주 지하자원의 보고로 철광석과 LNG, 석유, 미네랄샌드, 리튬, 아모니아, 금 등 각종 광물을 개발 중임

○ New South Wales주는 석탄이 풍부함





<호주의 주요 에너지자원 매장지역 및 수출항>

① 원유(Petroleum)

○ 원유 매장량은 42억(셰일오일 제외) 배럴로 세계 매장량의 0.3%를 차지하며 주요 매장지역은 South Australia주 Bass Strait(18억배럴), Western Australia주 Carnarvon Basin(11억 배럴)임

○ 호주 4대 수출 품목으로 총 수출의 4.2%(연 A$50억)를 차지하고 주요 수출국은 싱가포르, 한국, 일본 등임

② 천연가스(LNG)

○ 세계적인 LNG 보유국으로 매장량이 아태 지역 최대 수준인 약 100 Tcf로 세계 총 매장량의 2%를 차지하고, 현 생산량을 기준 으로 100년 이상 공급이 가능한 양을 보유함

○ 주요 매장지역은 Western Australia주 North West Shelf(40 Tcf), New South Wales주 Cooper/Bass Basin(10 Tcf) 등이며 향후 탐사를 통해 추가 발굴 가능한 잠재 보유량도 50~170 Tcf 존재함

○ LNG 수출은 연 A$24억으로 주로 장기 공급계약에 따른 일본지역 수출이 대부분을 차지했으나, 최근 중국, 한국 등으로 수출 대상지역을 다변화하는 추세임

○ 2012년에 Northern Territory주 Darwin 지역에 A$340억 규모의 프로젝트를 발표한 바 있으며, 이는 합작투자 형태로 2016년까지 연 8억 4,000만 톤의 LNG를 생산할 계획임

○ 현재 카타르, 인도네시아, 말레이시아에 이어 세계 4위의 LNG 공급국이나 2017~2018년에는 세계 최대 LNG 공급국가로 성장할 것으로 전망됨

③ 석탄(Coal)

○ 세계 총 매장량의 8.3%에 해당하는 약 821억 톤의 석탄 매장량(향후 230여년 채굴 가능)을 보유함

○ 총수출의 10%를 차지하며 주요 수출국은 일본, 한국, 인도 등 특히 한국은 석탄 총 수입의 약 40%를 호주에 의존함

○ 연간 2.7억 톤을 생산하는 세계 4위 생산국(세계 총 생산량의 7%)이자 세계 1위 석탄 수출국으로 세계 석탄 교역의 32%를 차지함

○ 탄종 별로는 제철용탄(Coking Coal)이 세계 총수출의 50% 이상, 발전용탄(Thermal Coal)이 세계 총수출의 21%를 점유함

④ 철광석

○ 세계 매장량의 20.5%인 350억 톤을 보유하며 매장량의 90% 이상이Western Australia 주에 분포됨

○ 2011년 생산량은 4억 4,000만 톤으로 중국에 이은 세계 2위 생산국이며 계속 증가하여 2016년에 7억 5,000만 톤에 이를 것으로 예상됨

⑤ 금

○ 7,400 톤이 매장되어 있으며 이는 전 세계 매장량의 14.5%에 해당함

○ 전국적으로 금광이 산재해 있으며 대부분 노천 채굴법으로 생산함

○ 주요 매장지역은 South Australia주의 olympic Dam, New South Wales주의 Cadia East와 Western Australia주의 Boddingron, Telfer 지역으로 호주 전체 매장량의 50% 정도를 차지함

⑥ 망간

○ 중국에 이은 세계 2위의 망간 생산국으로 Bootu Creek 탄광,Groote Eylandt 탄광, the Woodie Woodie 탄광에서 주로 생산됨

○ 2011년 매장량은 1억 1,000만 톤에 달하며 생산량은 약 240만 톤임

⑦ 희토류 금속

○ 중국, CIS, 미국, 인도에 이어 세계 5위의 희소금속 매장량을 보유함

○ 2011년 기준 160만 메트릭톤 규모로 세계 전체 매장량 1억 1,000만 메트릭톤의 1.4%를 차지함

○ 2012년 현재 호주에서 생산되는 희소금속은 없지만, 희소금속이 매장된 Western Australia 주에 Mount Weld Concentration Plant가 완공되었으며 다른 지역에서도 희소금속 개발 프로젝트에 대한 타당성 검사(Feasibility study)를 시행한 상태임

⑧ 셰일오일(Shale oil)

○ 본래 고도의 기술을 요하며 채굴 비용이 높아 외면당했던 셰일오일과 셰일가스가 최근 고유가와 기술 개발로 인한 굴착비용의 하락으로 주목받고 있음

○ Arckaringa 지역에서 최근 발견된 셰일오일로 인해 2013년 1월24일 기준으로 셰일오일을 포함한 호주의 석유 매장량은 2,330억 배럴로 세계 1위 사우디아라비아에 이은 2위로 부상함

○ 세계적인 자원 컨설팅 업체 Wood Mackenzie Ltd는 현재 호주 현지의 장비 부족과 높은 인건비 및 인프라 비용으로 인해 셰일오일의 본격적인 생산에는 약 10년이 소요될 것으로 전망됨

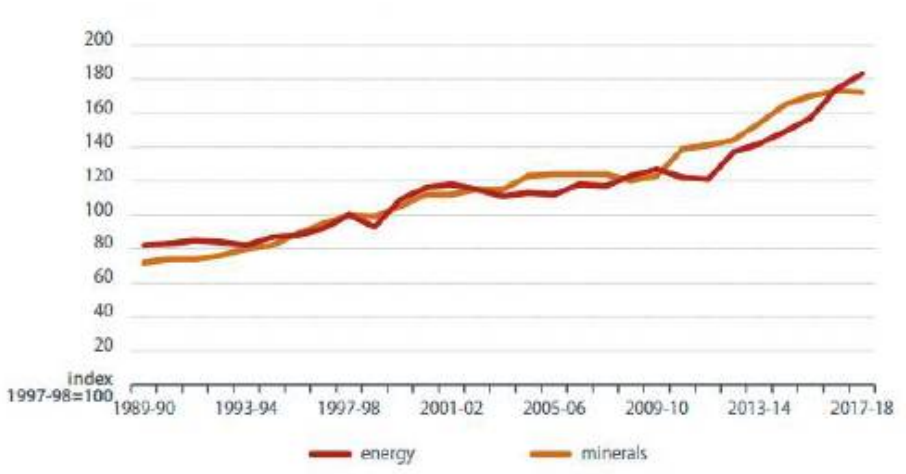
⑨ 셰일가스(Shale Gas)

○ 미국 에너지관리청(Energy Information Administration)에 따르면 호주 내 기술적으로 채굴 가능한 셰일가스는 396 Tcf로 세계 6위의 부존량이며, 호주 연방과학산업기구(CSIRO)는 Tasmania주를 제외한 전 국토에 걸쳐 셰일가스가 매장되어 있는 것으로 보고 있음

○ 2012년 10월 Santos사가 호주 최초로 셰일가스의 상업적 생산에 성공했다고 발표하였으며, 동 사는 Cooper 분지에서 2004년부터 탐사를 시작, Moomba-191 가스정에서 270만 cf/d(Cubic feet per Day)수준의 초기 생산량을 안정적으로 유지하고 있음

(3) 광물 및 에너지자원 생산량

○ 광물 및 에너지자원 생산은 안정적인 증가 추세를 기록 중임
- 광물자원의 경우 철광석 수요증가가 전체 생산량 증가를 견인함
- 에너지자원의 경우 우라늄과 유연탄의 생산 증가가 전체 생산량 증산에 영향을 끼친 것으로 보임
- 광물 및 에너지자원의 수출은 2010~2011년 기준으로 5% 증가하였으며, 이는 광물의 경우 전체 생산의 약 60%, 에너지자원의 약 40%를 차지하는 수준으로 해외수요 증가와 생산량 간 상관관계가 있는 것으로 분석됨



<호주의 에너지 및 광물 생산 추이>

자료: BREE 2013

(4) 자원 개발 및 생산 동향

○ 지역별 개발단계 프로젝트

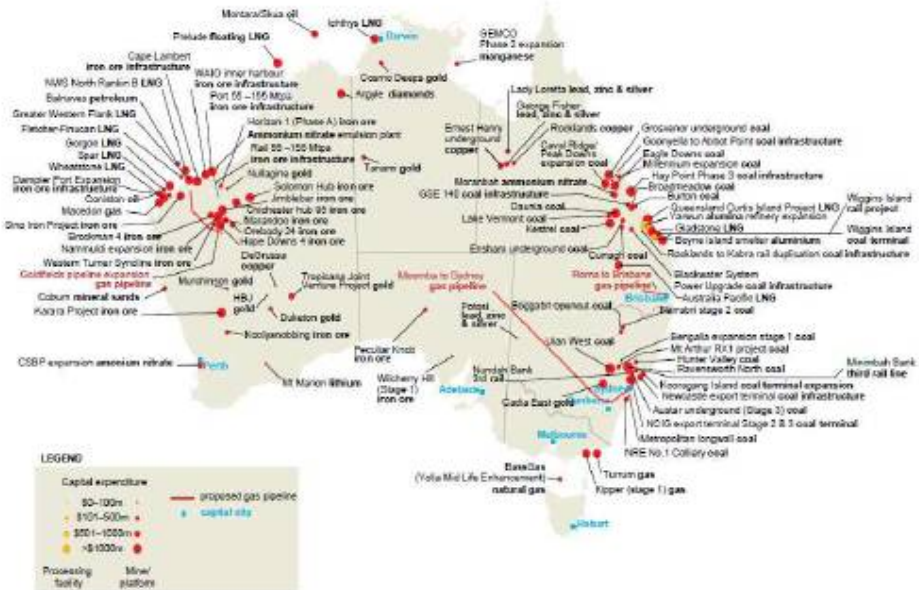
- 에너지자원 및 광물 개발단계(Advanced) 프로젝트는 호주 전역에 걸쳐 진행되며 에너지자원은 Queensland주와 Northern Territory주, 광물개발은 Western Australia주에서 주로 추진되고 있음
- 2012년 4월 기준 지출금액은 A$2,608억이며 이는 2011년 10월보다 12%, 2011년 4월에 비해서는 34% 증가한 수치임
- 광물 및 에너지자원 개발단계 프로젝트 금액 증가는 LNG 개발 계획과 철광석 광산 확장에 주로 기인함
- 2011년 기준 광산업 개발을 위한 탐사비용은 석유, 철광석, 석탄, 금 순으로 높음

<호주 지역별 개발단계(Advanced) 프로젝트>

(단위: 개, 백만 A$)

주	에너지자원 개발		광산 개발		기간시설 개발		자원 가공		총계	
	건수	비용	건수	비용	건수	비용	건수	비용	건수	비용
NSW	10	4,419	2	1,958	6	2,670			18	9,047
VIC	2	4,412							2	4,416
QLD	14	62,310	6	2,475	7	7,540	2	2,940	29	75,323
WA	10	19,818	25	29,139	6	14,375			41	135,414
SA			2	1,361					2	1,365
TAS	1	460							1	432
NT	2	34,020	3	724					5	34,754
합계	39	197,439	38	35,657	19	24,736	2	2,940	98	260,770

자료: BREE 2012



<호주 전역 개발단계 주요 광산 분포>

자료: Bureau of Resources and Energy Economics(2012.4월)/Energy Networks Association

○ 지역별 탐사단계 프로젝트

- 2012년 4월 기준 정부허가 및 투자결정 등을 남겨두고 있는 탐사 단계(Less Advanced)에 있는 프로젝트는 총 401건임
- 에너지자원 탐사계획은 Queensland주와 New South Wales주에 집중되어 있음
- 탐사계획의 경우 해외수요의 변화에 민감한 편이며 상황에 따라 개발계획의 시행시기 또한 유동적인 경우가 많음

<주요 광물 및 에너지 개발 프로젝트 리스트>

프로젝트	주관사	주	종류	매장량	단위	광종	비용 (백만 A$)
Abbot Point Coal T0	Adani	QLD	Expansion	35,000	ktpa	Black Coal	750
Abbot Point Coal T2	BHP Billiton	QLD	Expansion	60,000	ktpa	Black Coal	1,500-2,500
Abbot Point Coal T3 (Alpha Coal Procjet)	GVK	QLD	Expansion	60,000	ktpa	Black Coal	n/a
Alpha Coal Procjet	GVK/ Hancock Coal	QLD	New Project	30	Mt	Thermal Coal	10,000
Ammounium nitrate Emulsion plant	Incitec Pivot	WA	New Project	100	kt	Ammonium nitrate	40

Anduramba Molybdenum	Archer Resources	QLD	New Project	950	t	Molybdenum	0-250
Andy Well	DoratMnerals	WA	New Project	74,000	oz	Gold	55
Anketell Point port	Fortescue Metals Group/ MCC/Aqulia	WA	New Project	350,000	ktpa	Iron Ore	4,000
Aphrodite	Aphrodite	WA	New Project	84,000	oz	Gold	244
Appin Area9	BHP Billiton	NSW	Expansion	3.5	Mt	coking Coal	820
Arcadia-Golden Triangle	Bandanna Energy	QLD	New Project	n/a		Thermal Coal	500-1,000
Arcadia-Golden Triangle	Bandanna Energy	QLD	New Project	5	Mt	Thermal Coal	795
Argyle underground development (diamond)	Rio Tinto	WA	Expansion			Diamond	1,550
Arrow Bowen Pipeline	Arrow Energy	QLD	New Project	50	PJ pa	Gas	1,000
Arrow Lng Plant (trains 1&2)	Shell/Petro China	QLD	New Project	8	Mt	LNG	24,000
Arrow Lng Plant (trains 3&4)	Shell/Petro China	QLD	Expansion	10	Mt	LNG	5,000+
Arrow Surat Pipeline	Arrow Energy	QLD	New Project	360	PJ pa	Gas	600
Aurora Bauxite Mine	Bauxtie Resources/ Yankuang Corporation	WA	New Project	2,000	kt	Bauxite	0-250
Austra underground (stage 3)	Yancoal Australia (100%)	NSW	Expansion	3.6	Mt	coking (ROM)	250
Australia Pacific LNG	Origin/ ConocoPhillips /Sinopec	QLD	New Project	9	Mt	LNG	23,000
BAJV Alumina Refinery	Bauxtie Resources/ Yankuang Corporation	WA	New Project	1,100	kt	Alumina	1,000-1,500
Baladava Island coal terminal	Xstrata	QLD	New Project	35,000	ktpa	Black Coal	1,500
Balla Balla Projent (phase Ⅰ)	Forge Resources	WA	New Project	6,000	kt	Magnetite	1,000

Balla Balla Projent (phase Ⅱ)	Forge Resources/ Todd Capital	WA	New Project	4,000	kt	Magnetite	500-1,000
Balla Balla slurry pipe and port infrstructure	Forge Resources	WA	New Project	6,000	ktpa	Iron Ore	310
Balmoral South magnetite Project (stage1)	Australasian Resources	WA	New Project	12,000	kt	Magnetite	3,300
Balmoral South magnetite Project (stage2)	Australasian Resources	WA	Expansion	12,000	kt	Magnetite	2,500-5,000
Balnaves Development Project	Apache Energy / KUFPEC	WA	New Project	30	ktpa	Oil	429
Balranald Project	Iluka Resources	NSW	New Project	n/a		Mineral sands	0-250
Baralaba expansion	Cockatoo Coal	QLD	Expansion	3.5	Mt	PCI and thermal	413
Baralaba South	Cockatoo Coal	QLD	Expansion	4	Mt	PCI and thermal	300
BamesHill	ProtoResources andInvestments/MetalsFinance	TAS	New Project	4.1	kt	Nickel-Cobalt	70
Barrambie vanadium project	Reed Resources	WA	New Project	6.3	kt	Ferro-Vanadium	250-500
Bass Gas(Yolla Mid Life Engancement)	Origin/AWE/ Calenergy Gas	TAS	Expansion	n/a		Gas	490
Bauxite Hills	Cape Alumina	QLD	New Project	5,000	kt	Bauxite	0-250
Belvedere underground	Aquila/ Vale	QLD	New Project	7	Mt	Coking coal	2,814
Bengalla Expansion (stage 1)	Wesfarmers/ Rio Tinto	NSW	Expansion	1.5	Mt	Thermal coal	141
Bengalla Expansion (stage 2)	Wesfarmers/ Rio Tinto	NSW	Expansion	1.4	Mt	Thermal coal	180

Big Hill Tungsten Project	Hazelwood Resources	WA	New Project	6	kt	Turgsten	0-250
Bigrlyi	Energy Metals /Paladin/ Southern Cross Exploration	NT	New mine	600	t	U3O8	270
Blackwater System Power upgrade	QR National	QLD	Expansion	9,000	ktpa	Black coal	195
Boggabri opencut	Idemitsu Kosan	NSW	Expansion	3.5	Mt	Thermal coal	500
Bonaparte Floating LNG	Santos/ GDF Suez		New Project	3	Mt	LNG	5,000+
Bowden;s Project	Kingsgate	NSW	New Project	3-4	Mtpa Throughput	Silver ore	0-250
Bowen Gas Project	Arrow Energy	QLD	New Project	n/a		Gas	250-500
Boyne Island smelters Major Sustaining Projects	Rio Tinto Alcan	QLD	Expansion	n/a		Aluminium	685
Broadmeadow (mine life extension)	BHP Billiton Mitsublshi Alliance	QLD	Expansion	0.4	Mt	Coking coal	874
Browse LNG	Woodside Energy/BP/ BHP Billiton/ Shell	WA	New Project	12	Mt	LNG	36,000
Buckland Project	Iron Ore Holdings	WA	New Project	8,000	kt	Hematite	250-500
Bullabulling	Bullabulling Gold	WA	Redevelopment	200,000	oz	Gold	333
Bund Coal Project	MetroCoal	QLD	New Project	5	Mt	Thermal coal	944
Burrup ammonlum nitrate plant	Orica/ Yama/ Apache	WA	New Project	330	kt	Aluminium nitrate	775
Burton	Peabody Energy	QLD	Expansion	2.5	Mt	Coking coal	300
Byerwen Coal Project	QCoal/JFE	QLD	New Project	10	Mt	Coking coal	1,591

자료: Bureau of Resources and Energy Economics(2013)

(5) 호주의 철도 인프라 및 석탄 생산·소비지 현황

○ 호주의 석탄 생산량, 소비량 및 수출량은 아래표와 같음

○ 2006년, 2007년 및 2009년에는 석탄을 생산하여 자국 내에서의 소비 및 수출이 가능하였으나, 그 외에는 석탄 생산량에 비해 소비량 및 수출량이 높게 나타났음

<호주 석탄 생산량, 소비량 및 수출량>

(단위: 천톤)

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
생산량	341,661	350,304	370,590	374,653	391,039	392,251	407,898	424,402	402,237	420,737
소비량	132,960	136,154	139,601	141,604	141,022	140,212	143,867	138,145	133,650	137,290
수출량	208,750	219,343	232,330	232,465	244,390	252,189	261,747	292,621	284,536	301,515

출처: IEA Coal INFOMATION 2013

<호주 석탄광산>

No	Name	State	Group
1	Airly Coal Mine Australia	New South Wales	A
2	Angus Place Coal Mine Australia	New South Wales	
3	Appin Coal Mine Australia	New South Wales	
4	Avon Coal Mine Australia	New South Wales	
5	Baal Bone Coal Mine Australia	New South Wales	
6	Bellpac No. 1 Coal Mine Australia	New South Wales	
7	Beltana Coal Mine Australia	New South Wales	
8	Bengalla Coal Mine Australia	New South Wales	
9	Berrima Coal Mine Australia	New South Wales	
10	Blackwater Coal Mine Australia	New South Wales	
11	Bloomfield Coal Mine Australia	New South Wales	
12	Blue Mountains Coal Mine Australia	New South Wales	
13	Bulga Coal Mine Australia	New South Wales	
14	Chain Valley Coal Mine	New South Wales	
15	Charbon Coal Mine	New South Wales	
16	Clarence Coal Mine	New South Wales	
17	Cordeaux Coal Mine	New South Wales	
18	Cullen Valley Coal Mine	New South Wales	
19	Dartbrook Coal Mine	New South Wales	
20	Dendrobium Coal Mine	New South Wales	
21	Donaldson Coal Mine	New South Wales	
22	Drayton Coal Mine	New South Wales	
23	Duralie Coal Mine	New South Wales	
24	Elouera Coal Mine	New South Wales	
25	Invincible Colliery	New South Wales	
26	Ivanhoe Coal Mine	New South Wales	
27	Kardos No. 3 Coal Mine	New South Wales	
28	Kayuga Coal Mine	New South Wales	
29	Metropolitan Coal Mine	New South Wales	
30	Muswellbrook No. 2 Coal Mine	New South Wales	
31	Sandy Creek Coal Mine	New South Wales	
32	Southland Coal Mine	New South Wales	
33	Springvale Coal Mine	New South Wales	
34	Stratford Coal Mine	New South Wales	
35	Sutton Forest Coal Mine	New South Wales	
36	Tasman Underground Coal Mine	New South Wales	
37	Ulan Coal Mine	New South Wales	
38	West Cliff Coal Mine	New South Wales	

39	Baralaba Coal Mine Australia	Queensland	B
40	Blair Athol Coal Mine Australia	Queensland	
41	Broadlea North Coal Mine Australia	Queensland	
42	Burton Coal Mine Australia	Queensland	
43	Callide Coal Mine	Queensland	
44	Capcoal Coal Mine (WRONG PLACE!)	Queensland	
45	Carborough Downs Coal Mine	Queensland	
46	Clermont Coal Mine (Under Construction)	Queensland	
47	Collinsville Coal Mine	Queensland	
48	Commodore Coal Mine	Queensland	
49	Cook Coal Mine	Queensland	
50	Coppabella Coal Mine	Queensland	
51	Crinum Coal MIne	Queensland	
52	Curragh Coal Mine	Queensland	
53	Dawson Coal Mine	Queensland	
54	Eastern Creek Coal Mine	Queensland	
55	Ensham Coal Mine	Queensland	
56	Foxleigh Coal Mine	Queensland	
57	German Creek Coal Mine	Queensland	
58	German Creek East Coal Mine	Queensland	
59	Goonyella/Riverside, Broadmeadows Coal Mines	Queensland	
60	Gregory Coal Mine	Queensland	
61	Hail Creek Coal Mine	Queensland	
62	Isaac Plains Coal Mine	Queensland	
63	Jeebropilly Coal Mine	Queensland	
64	Jellinbah East Coal Mine	Queensland	
65	Kestrel Coal Mine	Queensland	
66	Kogan Creek Coal Mine	Queensland	
67	Lake Lindsay Coal Mine	Queensland	
68	Millenium Coal Mine	Queensland	
69	Minerva Coal Mine	Queensland	
70	Moorvale Coal Mine	Queensland	
71	Moranbah North	Queensland	
72	New Acland Coal Plant	Queensland	
73	New Oakleigh Coal Mine	Queensland	
74	Newlands Coal Mine	Queensland	
75	North Goonyella/Eaglefield Coal Mining Complex	Queensland	
76	Norwich Park Coal Mine	Queensland	
77	Oaky Creek Coal Mine	Queensland	
78	Peak Downs Coal Mine	Queensland	
79	Poitrel Coal Mine	Queensland	
80	Rolleston Coal Mine	Queensland	
81	Saraji Coal Mine	Queensland	
82	Sonoma Coal Mine	Queensland	
83	South Walker Creek Coal Mine	Queensland	
84	Yarrabee Coal Mine	Queensland	
85	Leigh Creek Coal Mine	South Australia	C
86	Anglesea Coal Mine Australia	Victoria	D
87	Hazlewood Coal Mine	Victoria	
88	Loy Yang Coal Mine	Victoria	
89	Yallourn Coal Mine	Victoria	

자료: http://globalenergyobservatory.org/list.php?db=PowerPlants&type=Coal



<호주 석탄광산 위치>



<석탄광산과 화력발전소 위치>

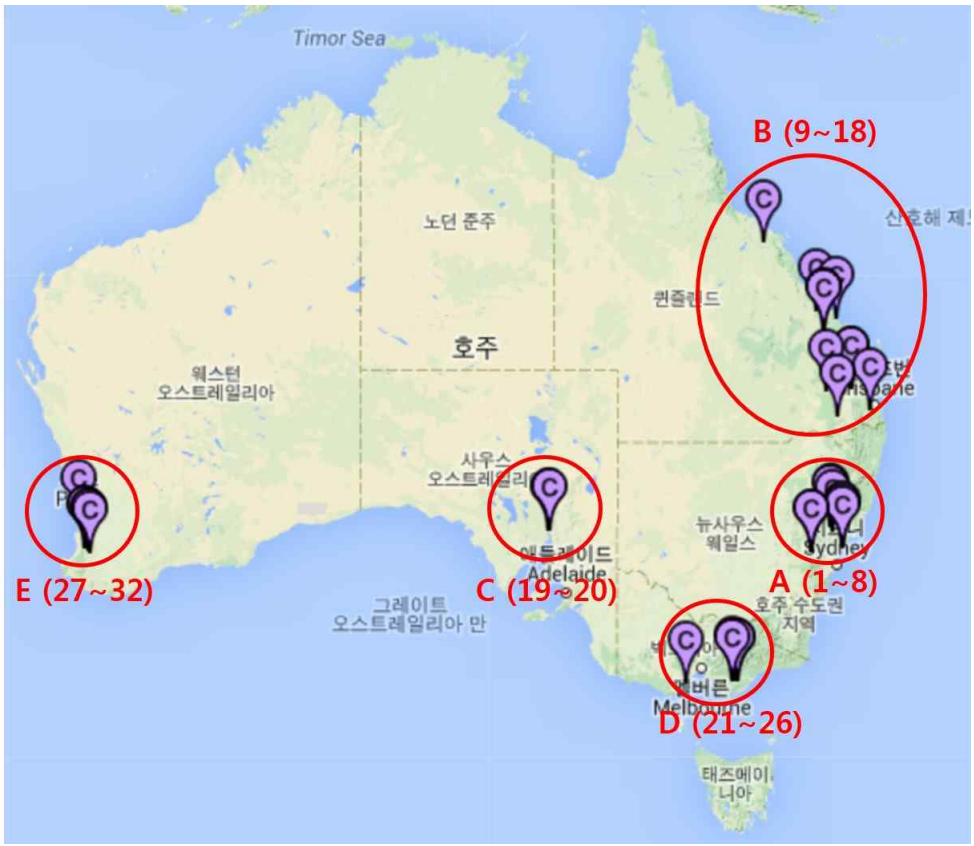
○ 호주의 화력발전소는 5개 지역에서 총 32개가 운영되고 있음

○ 가장 많은 석탄을 소비하는 화력발전소는 New South Wales 에 위치한 Eraring Coal Power Plant Australia임

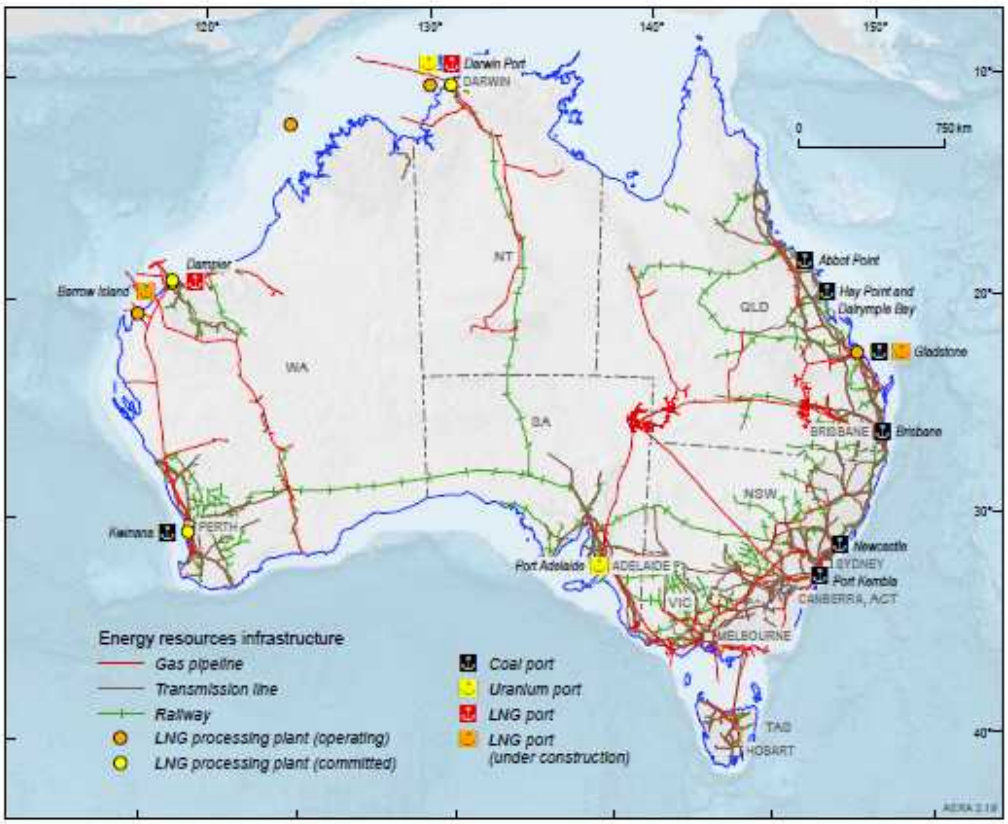
<호주 화력발전소>

No	Name	Design Capacity (MWe)	State	Group
1	Munmorah Coal Power Station Australia (Shutdown)	600	New South Wales	A
2	Bayswater Coal Power Plant Australia	2640	New South Wales	
3	Liddell Coal Power Plant Australia	2000	New South Wales	
4	Eraring Coal Power Plant Australia	2840	New South Wales	
5	Redbank Coal Power Plant Australia	151	New South Wales	
6	Mount Piper Coal Power Plant Australia	1400	New South Wales	
7	Vales Point B Coal Power Plant Australia	1320	New South Wales	
8	Wallerawang-C Coal Power Plant Australia	1000	New South Wales	
9	Swanbank B Coal Power Plant Australia	480	Queensland	B
10	Callide B Coal Power Plant Australia	700	Queensland	
11	Callide C Coal Power Plant Australia	900	Queensland	
12	Millmerran Coal Power Plant Australia	880	Queensland	
13	Kogan Creek Coal Power Plant Australia	750	Queensland	
14	Tarong Coal Power Plant Australia	1400	Queensland	
15	Tarong North Coal Power Plant Australia	443	Queensland	
16	Gladstone Coal Power Plant Australia	1680	Queensland	
17	Stanwell Coal Power Plant Australia	1460	Queensland	
18	Collinsville Coal Power Plant Australia	190	Queensland	
19	Northern Coal Power Plant Australia	544	South Australia	C
20	Thomas Playford B Coal Power Plant Australia	240	South Australia	
21	Loy Yang A Coal Power Plant Australia	2210	Victoria	D
22	Loy Yang B Coal Power Plant Australia	955	Victoria	
23	Hazelwood Coal Power Plant Australia	1600	Victoria	
24	Yallourn West Coal Power Plant Australia	1480	Victoria	
25	Anglesea Coal Power Plant Australia	150	Victoria	
26	Energy Brix (Morwell) Coal Power Plant Australia	170	Victoria	
27	Muja Coal Power Plant Australia	854	Western Australia	E
28	Collie Coal Power Plant Australia	330	Western Australia	
29	Bluewaters Coal Power Station Australia	416	Western Australia	
30	Kwinana ABC Coal Power Plant Australia	420	Western Australia	
31	Worsley Coal Cogen Power Plant Australia	130	Western Australia	
32	Worsley MFC Cogen Power Plant Australia	114	Western Australia	

자료: http://globalenergyobservatory.org/list.php?db=PowerPlants&type=Coal



<호주 화력발전소 위치>



<호주 철도 인프라>

(6) 호주 동·서 횡단 철도와 글로벌 제철단지 프로젝트



<호주 동·서 횡단 철도와 글로벌 제철단지 프로젝트 개발 계획>

자료 : www.ewlp.com, East West Line Park

○ 동서 양단에 각 6 기의 3.6 M tpy 고로가 건설될 수 있는 제철단지 조성

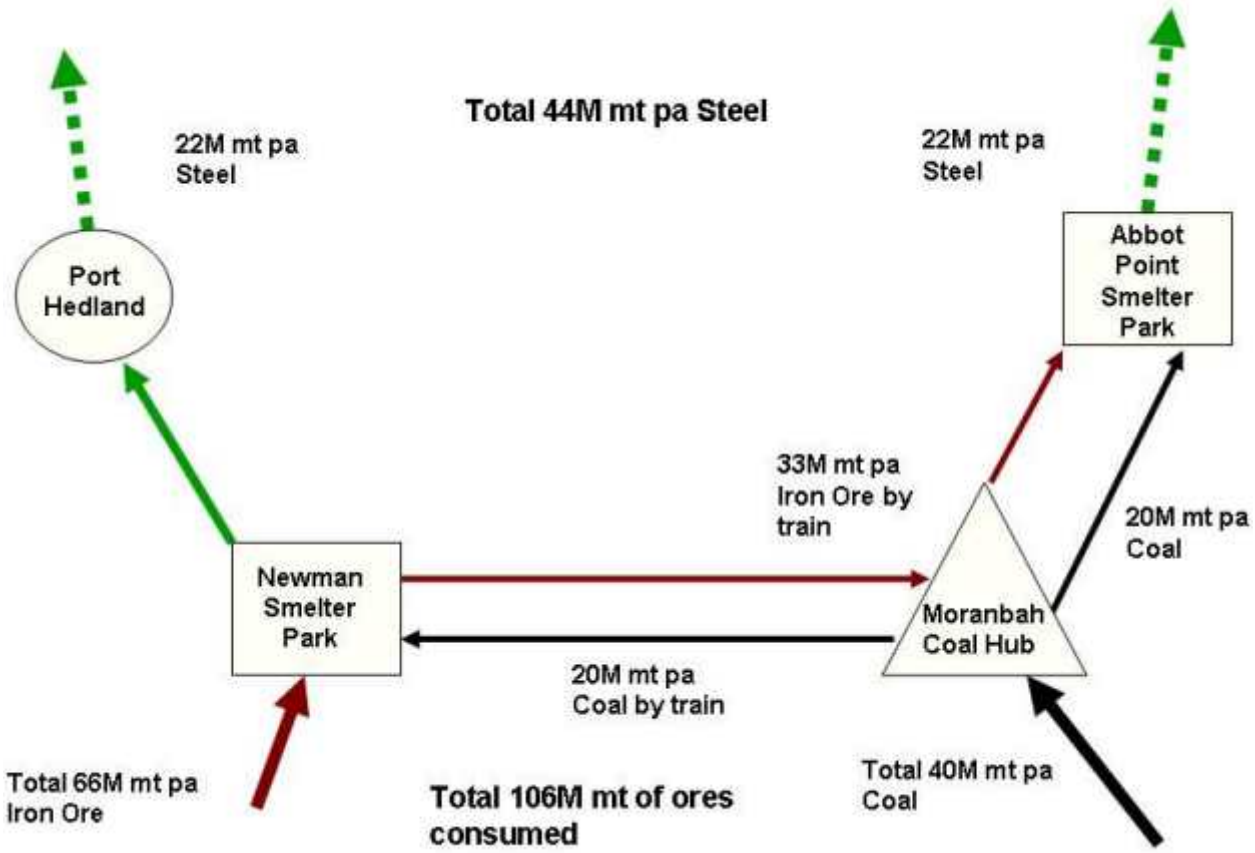
○ 철광과 석탄광 그리고 항구에 인접한 위치에 제철단지 건설

○ 서호주(WA)의 Newman Fortescue River Valley 와 퀸스랜드주의 Abbot Point (Bowen) 지역에 Project Iron Boomerang 첫단계 제철단지 조성

○ 3300km 의 고용적 (40t 차축하중) 철도를 건설하여 양단의 제철단지를 연결
- 현존의 철도와도 연결되어 광산들로부터 효율적으로 수송이 가능해 짐

○ 철광석과 석탄을 장거리 수송해야하는 현재와는 달리 오직 한가지의 원자재 수송만이 필요
- 서호주에서는 철광석을 싣고 퀸스랜드 제철단지로 그리고 퀸스랜드에서는 석탄을 싣고 서호주 제철단지로 수송
- 호주의 고품질 철광석, 코크스, 연료탄을 연결

○ 현재 활발히 개발되고 있는 퀸스랜드의 Coal Seam Methane Gas 와 서호주의 천연가스를 연료로 사용할수 있는 옵션



<호주 동·서 횡단 철도와 글로벌 제철단지 프로젝트 사업모델>

자료 : www.ewlp.com, East West Line Park

- 세계 철강원자재 수출량의 약 절반이 호주에서 수출됨
- 동서횡단철도 건설을 통해 내륙지역에 새로운 광산개발의 기회 창출

○ 에들레이드와 다윈을 잇는 남북중앙선과도 연결이 가능하여 원자재공급 선택의 최대화와 장기간의 지속적인 원자재 공급이 가능

○ 철강생산의 주원료인 철광석과 석탄중 한종류만 수송이 필요함으로 위험부담이 한결 줄어들고 보다 안정적인 원자재공급이 이루워질수 있음

○ 평균탄소배출량을 30%가량감소가능

○ PIB 의 동서횡단철도는 왕복운행 모두 이용을 최대화하는 반면 현재수송방식의 대화물선과 열차는 공백상태로 돌아오기에 철광석과 석탄을 수입하는 제철사들은 공백운행을 두배로 하게됨

○ 제철소에서 나오는 폐기물을 비용효율이 높은 PIB 철도를 이용해 저렴하게 광산으로 수송하여 매몰할 수 있음

○ 또한 화물을 싣고 돌아올수도 있게 됨으로 수송비용이 감소됨

(7) 시사점

○ 호주 또한 석탄생산지와 주요 소비지인 화력발전소에 수송중인 석탄을 DMT시스템으로 전환하는데 강점이 있을 것으로 판단됨

○ 호주의 경우에는 광물자원의 수출량이 많기 때문에 이미 철도를 이용하여 수출항까지의 수송을 하고 있으며, 그 수송량 또한 매우 많기 때문에 DMT 수송시스템이 운송비 및 운송시간, CO2 등 각종 비용절감의 대안이 될 수 있음

○ 특히, 호주 동·서 횡단 철도와 글로벌 제철단지 프로젝트의 경우에는 동·서지역에 수출항과 인접한 곳에 제철단지를 건설하는 계획을 실행중임

○ 동쪽에서 생산되는 철광석 화물의 서쪽 제철단지 및 항만으로의 수송과 서쪽에서 생산되는 석탄화물의 동쪽 제철단지 및 항만으로의 수송을 통한 경쟁력 강화 방안을 계획하고 있음

○ DMT수송시스템은 시스템의 특성상 상기 프로젝트에 매우 부합하는 형태이며, 적용가능성도 매우 높은 것으로 판단됨

○ 기존 Adelaide지역과 Darwin지역을 연결하는 남북횡단철도와 DMT 수송시스템을 통해 동서횡단 프로젝트와 연계가 가능함으로 더 큰 시너지효과를 나타낼 수 있을 것으로 판판됨

제 3 절 실용화 추진을 위한 사업홍보 활동

1. 국내외 전시회 세미나 참가 홍보활동

가. 중국 선양/상해 로드쇼 참가 출장보고서

(1) 목적

o 중국 선양/상하이 로드쇼 및 전시회 참여를 통해 DMT 수송시스템 기술사업화 개발과제에 대한 개용 및 성과물 소개, 기술적·경제적 특장점 홍보를 통해 향후 실용화 를 위한 국외 잠재고객을 확보하려 함

(2) 중국 선양 IP로드쇼 참가

(가) IP 로드쇼 행사 개요

o 기 간 : 2014년 4월 21일(월) ~ 4월 23일(수) (총 3일간)

o 장 소 : 중국 선양, 상그리라 호텔

o 참석 인원 : 약 150명
- 한국 (40명) : 특허청, 지식재산전략원, 참가기업 및 참가기관 등
- 중국(110명) : 중국 유관기관 및 기업

o IP 로드쇼 주요 내용
- 현지 진출기업 지재권 보호 간담회 : 현지 진출기업 대상, 해외 지재권 보호 정책 및 지원 현황 공유, 현장 의견 수렴 및 개선방안 논의
- 기술 · 제품 설명회 : 중국 기업 대상, 참가 한국 기업의 특허 기술 · 제품 설명
- 기술 · 제품 상담회 : 사전 주선 방식을 통해, 참가 한국 기업의 특허 기술 · 제품 관심 현지 기업과 1:1 상담 진행

o IP 로드쇼 주요 일정

일 자	시 간	주요 내용	비고
04.21(월) 1일차	08:05~08:55	인천 → 선양	KE 831
	10:00~12:00	호텔 체크인	참가기업 · 기관
	12:00~14:00	현지진출기업 지재권보호 간담회	오찬장
	14:00~17:30	IP 로드쇼 행사장 시찰 및 점검	행사장
	17:30~20:00	IP 로드쇼 사전 간담회	간담회장
04.22(화) 2일차	08:30~09:20	통역 교육 및 업무협의	행사장
	09:30~12:30	IP 로드쇼 (설명회)	행사장
	14:00~17:30	IP 로드쇼 (상담회)	행사장
	18:00~20:30	IP 로드쇼 사후 간담회	간담회장
04.23(수) 3일차	10:00~11:00	호텔 체크아웃 및 집결	호텔 로비
	11:00~11:40	공항 이동	선양 공항
	13:10~15:30	선양 → 상해	FM 9368

o 주요 방문업체 및 상담내역

업체명	업체 정보	상담 내용
Quick High	· 중국 철도물류 IT 서비스를 제공하는 업체로서, 선양, 대련등의 여러 도시에서 사업을 하고 있음 (www.quickhigh.net)	· DMT 수송시스템에 대해 많은 관심을 가졌으며, 향후 DMT 수송시스템 기술이전도 검토 관련 업무 추후 협의 예정
Dalian Guangyang science & technology engineering	· 수치제어 공작기계, 기능부품, 수치제어 시스템, 산업제어 상품, 산업용 로봇 제작 업체(www.dlgona.com)	· 수평이송장치(HTS)에 관심을 보였으며, 다른 산업에 적용 할 수 있을 것으로 예상했으며, 향후 업무 협의 예정
Liaoning Weierma large steel pipe manufacturing CO, LTD	· 나선형 용접 파이프의 생산, 보온관 및 방부관 생산판매업체 (www.wrm-steelpipe.com)	· 수평이송장치(HTS)에 관심을 보였으며, 귀사 공장에 pipe 운반시 사용이 가능 할것으로 예상 하였음
Anshan BELL Automatic controlling CO., LTD	· 공업자동화 계기 생산 및 유지보수, 기계, 금속구조물, 자동화 플랜트 공정 가공, 화물 및 기술수출입 등 업무경영 (www.bellchina.com)	· 수평이송장치(HTS)에 관심을 보였으며, 수평이송장치를 계량하여 다른 산업에 적용 예상 향후 업무 협의 예정

o 선양 IP 로드쇼 관련 사진



< 선양 IP로드쇼 사전간담회>



< DMT 수송시스템 홍보 판넬 >



< 선양 IP로드쇼 DMT 수송시스템 발표(설명회) >



< 선양 IP로드쇼 DMT 수송시스템(상담회)>

(3) 중국 상해 IP로드쇼 및 전시회 참가

(가) 전시회 한국관 참가 개요

o 장 소 : 중국 상해, 상해 월드 엑스포 전시장 및 컨벤션 센터

o 규 모 : 12개사, 14부스 (3부스: 홍보관)

o 기 간 : 2014년 4월 24일(목) ~ 4월 25일(금) (총 2일간)

o 전시 참가 업체 : ㈜범창종합기술 등 12개사

o 전시회장 위치 : 전시장 1층 외국국가관 및 2층 지식재산권 전문관
- 1층 H2홀 외국국가관 : 참가업체 12개사
- 2층 H3홀 지식재산권전문관 : 상하이 IP데스크 홍보부스



< 상해 전시회 한국관 부스 위치 >

o 상해 전시회 주요 일정

일 자	시 간	주요 내용	비고
04.23(수) 1일차	~ 15:30	선양 → 상해	FM 9368
	17:00~17:30	전시품 진열	전시회장
	18:30~20:00	전시회 관련 사전 간담회	간담회장
04.24(목) 2일차	08:30~17:00	상품 전시 및 상담	전시회장
04.25(금) 3일차	09:30~11:30	기술설명회	전시회장 제 9회의실
	09:00~17:00	상품 전시 및 상담	전시회장
	18:30~21:00	전시회 사후 평가회	KOTRA 상하이 무역관 대회의실

o 주요 방문업체 및 상담내역

업체명	업체 정보	상담 내용
Shanghai Thinking Logistics Tech Co., LTD	· 중국 물류 운수관리 시스템을 제공하는 업체 (www.thinkingcn.com)	· DMT 수송시스템 전반적인 부분에서 관심을 나타냈으며, 향후 업무 협의 진행 요청
DongTie	· 철강 업체(www.dtjt.com.cn)	· 수평이송장치(HTS)에 관심을 보였으며, 사내 철강운송에 수평이송장치 사용 검토
한솔 CSN	· 종합 물류 관련 업체 (한국업체) (www.hansolcsn.com)	· 한국 물류업체로서 DMT 수송시스템의 전반적인 부분에 관심을 보임

o 상해 전시회 관련 사진



< 상해 전시회 사전간담회>



< 상해 엑스포 전시회장 >



< ㈜범창종합기술 전시장 부스>



< ㈜범창종합기술 전시장 부스>

나. 교통신기술 활성화 및 교통기술경쟁력 제고를 위한 제2회 교통신기술 위크숍

(1) 목적

o 교통신기술 제도의 이해를 높이고, 교통신기술의 보급,활용을 위함

(2) 일시 및 장소

o 일　　시 : 2014년 11월 7일(금)

o 장　　소 : 국토연구원

o 대　　상 : 국토부 소속·산하기관, 지자체, 학협회, 개발자 등

o 주최 및 주관 : 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원

o 참석기관
- ㈜범창종합기술 외 6개 교통신기술 지정기관

o 발표내용
- DMT 수송시스템 연구개발 개요 및 연구성과 소개
- DMT 수송시스템 기술적·경제적 특장점 소개
- DMT 수송시스템 Business Model 소개

(4) 세미나 발표 일정 및 내용

시 간(분)	내 용	비 고
9:30～10:00(30)	도착 및 등록	
10:00～10:30(30)	행사안내 및 워크숍 일정 소개	진행자
10:30～10:35(05)	환영사(인사 말씀)	진흥원
10:35～10:40(05)	축사	국토부
10:40～11:10(30)	교통신기술 제도 및 최근 개선내용 소개	진흥원
11:10～11:30(20)	○ 표준컨테이너를 하부에서 리프트 하여 수평이송 환적 하는 트레일러 구동형 시스템 기술	㈜범창종합기술
11:30～11:50(20)	○ 가드레일판을 지주의 내외측에 복수열로 설치하고 원통형 충격흡수대와 레일 보강판으로 이루어진 노측용의 개방형 가드레일 제작기술	㈜쓰리에스
11:50～12:10(20)	○ 결로저감용 유연성 합성수지를 사용한 도로표지와 회전식 지주 제작 기술	㈜제이에스컴, 한국건설기술연구원
12:10～12:30(20)	○ 콘크리트궤도용 열차선로 전환장치(분기기)에 적용되는 2중 탄성체결장치의 강성을 탄성패드의 접촉면적으로 조절하는 기술	삼표이앤씨(주)
12:30～13:55(85)	중식	-
13:55～14:00(05)	장내정리	-
14:00～14:20(20)	○ 교통신기술 관련 조달계약 제도 소개	조달청
14:20～15:20(60)	Ice Breaking	전문강사
15:20～15:30(10)	Coffee Break	-
15:30～15:50(20)	○ 비신호 생활도로 교차로에서 광센서와 LED색상변화로 교통사고 예방기술	지비
15:50～16:10(20)	○ 상하 이동과 좌우 회전이 가능한 도로전광표지 지지구조물 기술	국민대학교
16:10～16:20(10)	설문지 작성	-
16:20～16:30(10)	총평 및 해산	국토부

(5) 세미나 발표 자료(표지)

교통신기술 활성화 및 교통기술경쟁력 제고를 위한

제2회 교통신기술 워크숍

- 일자 : 2014년 11월 7일(금)
- 장소 : 국토연구원 지하1층 대강당(평촌)
- 주최 : 국토교통부
- 주관 : 국토교통과학기술진흥원

국토교통부

KAIA
국토교통과학기술진흥원

제 4 절 DMT 수송시스템 적용을 위한 물류거점 운영 조사

1. 컨테이너 물류거점 운영 조사 목적

가. 목 적

(1) 목적

o DMT 수송시스템 과제의 실용화 추진을 위해 국내 컨테이너 취급 물류거점에 대한 운영현황 및 실태조사를 통해 얻어진 자료를 바탕으로, 실용화 가능한 사업모델 선정 및 구체적인 실용화 방안 제시함을 목적으로 함

(2) 조사내역

(가) 시설 및 부지현황
(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태
(다) 운영주체 및 업체별 장비현황
(라) 주요고객 현황
(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선
(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력
(사) 현장사진
(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안사항

2. 컨테이너 물류거점 운영조사

가. 수도권

(1) 의왕ICD

(가) 시설 및 부지현황

구분	제1터미널	제2터미널	합계
부지면적	148,590평	79,230평	227,820평
컨테이너야적장	82,305평	44,000평	126,305평
컨테이너작업장	1,400평(2동)	1,840평(1동)	3,240평(3동)
운영건물	1,973평(5동)	2,270평(3동)	4,243평(8동)
차량정비고	520평(1동)	-	520평(1동)
컨테이너정비고	370평(1동)	-	370평(1동)
냉동전원시설	-	96개	96개
철도궤도	3,720m(8개선)	2,542m(3개선)	6,262m(11개선)
주유소	저장용량 : 28만L	-	저장용량 : 28만L

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)
트랜스퍼크레인	철송작업용	3
리치스태커	야드작업용	47
트랙터	육로운송	652
트레일러	육로운송	1800

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

터미널	군별	회사명	장비명		계
			리치스태커	포크리프트	
1터미널	1군	세방(주)	4	2	6
		(주)국보	2	1	3
	2군	대한통운(주)	4		4
		동진콘테이너터미널(주)	1		1
	3군	(주)한진	5		5
		(주)KCTC	3		3
		(주)동방	1	1	2
	4군	삼익물류(주)	3		3
		(주)천경	1		1
		국제통운(주)	2		2
2터미널	5군	현대상선(주)	3		3
		동부익스프레스	1	1	2
		천일정기화물자동차(주)	1	2	3
		양양운수(주)		2	2
	6군	코레일로지스(주)	3		3
의왕ICD			3	1	4
계			37	10	47

(라) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 제1터미널

- 철도작업선은 총 7개로 왼쪽부터 2개, 3개, 2개가 설치되어있음
- 환적장비로는 Transtainer가 2대, Reach Stacker가 26대 운영중임
- 현재 10개 컨테이너 운송업체가 입주하여 있고, 입구 Gate와 출구 Gate가 분리되어 있음
- 좌측인입선에선 Reach Staker로 컨테이너 환적작업이 진행되며, 중앙측 및 우측 철도인입선에선 Transtainer로 컨테이너 환적작업이 이루어짐
- Transtainer 환적처리 시간(40ft 기준)은 평균 1분 50초가 소요되었으며, 열차 30량 환적처리 소요시간은 약 55분 소요됨
- 작업동선은 그림 하단의 입구 Gate로 들어와 철도작업선에서 컨테이너 환적하여 그림 상단부의 출구 Gate로 나감
- 의왕ICD내의 컨테이너 환적작업(Transtainer) 및 Shuttle운송은 (주)경인ICD 업무임
- 터미널 장치장 관리는 각 업체별로 관리하며, Reach Stacker도 업체별로 운영중임
- 지방CY로 내려가는 물량은 오후 2시까지 화물운송주문을 받으며, 화차배차는 코레일로지스(주)에서 진행함



< 의왕ICD 제1터미널 위성사진 >

o 제2터미널

- 철도작업선은 총 3개로 제2터미널 중앙부에 설치되어 있음
- 철도작업선을 중심으로 왼쪽은 공용CY 부지이며, 오른쪽은 전용CY 부지임
- 전용CY에는 총 4개(현대, 동부, 양양, 천일)의 컨테이너 운송업체 운영중임
- 전용 및 공용CY 모두 입·출구 Gate가 동일함
- 작업동선은 입구 Gate로 들어와 철도작업선에서 컨테이너 환적하여, 출구 Gate로 나감



< 의왕ICD 제2터미널 위성사진 >

(마) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 일일 컨테이너 처리능력은 약 2,000TEU이며, 1일 상하행 32개열차가 운영중

o 철도소운송업체가 화물을 집하하여 한국철도공사에 수송을 의뢰하는 형태임

o 국내 컨테이너 물동량 약5,500천TEU중 의왕ICD 취급비율은 420천TEU로 전체 컨테이너 물동량의 약 7.6% 수준임

o 철송컨테이너 물동량은 오봉↔부산진 구간과 오봉↔광양 구간 물량이 제일 큼

(바) 현장 사진

o 제2터미널의 경우 철도인입선이 비포장 형태이며, 레일과 지면과의 전고차이는 크지 않음

o 레일과 지면의 전고차이가 크기 않기 때문에, DMT를 위한 선로포장작업이 용이할 것으로 사료됨

o 지방 철송CY에서 야간상차하여 이송된 컨테이너는 대부분 오전내 작업완료됨

o Transtainer로 환적작업이 100% 이루어지며, 환적된 컨테이너는 내부 Shuttle로 장치장으로 이동됨

o 이동된 컨테이너는 장치장에 있는 Reach Stacker가 하역작업 진행



< 컨테이너 편성화차 >



< Transtainer 하역 >



< 장치장 Shuttle 운송 >



< Reach Stacker 장치장 하역 >



< 제2터미널 철도인입선 >



< 제2터미널 철도인입선 >

(사) 물류담당자 인터뷰 및 제안사항

o 현재 철송 컨테이너 물량이 과다하지 않은 관계로 환적작업에 대한 Bottleneck은 크지 않음

o 향후 컨테이너 물량이 증가하면, 현재 시스템(Transtainer, Reach Stacker)으로는 한계가 있음

o 이를 해결하기 위해 신규 설비투자가 필요한데, Transtainer 및 Reach Stacker, Shuttle은 초기투자비용 과다로 인해 경제적 부담이 큼

o 또한, 시설운영비용(유류비, 유지보수비 등)이 지속적으로 증가하고 있음

o 이를 해결할 수 있는 DMT 수송시스템에 대한 관심이 높고 및 향후 제품 상용화되면 적용할 의사가 매우 있음

(2) 군포복합화물터미널(군포IFT)

(가) 시설 및 부지현황

구분	동명	형태	기존		확장		전체	
IFT	화물취급장	단층	9	35,960	2	9,748	11	45,708
	배송센타	복층 5층	8	267,426	4	197,954	12	465,380
		복층 2, 3층			3	50,442	3	50,442
	복합창고	복층 3, 4층			2	53,328	2	53,328
ICD	철도화물취급장	단층	1	2,474			1	2,474
	CY			10,228		17,351		27,579
총면적				316,088		328,823		644,911

* 선로제원 : 3개선로(50FEU)

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태(ICD만)

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업, 상하역	1	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 현재 한진에서 사용중이며, 군포IFT내 철도화물취급장 이용률이 매우 저조한 상태임

o 한진에서 자가 Reach Stacker 1대 보유중임

(라) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 군포IFT는 크게 구역이 2개부분으로 나눠지는데, Cross-Dock 위주로 작업을 하는 택배화물단지와 분류(집하)작업 및 보관기능을 병행하는 3PL단지로 구분되어 짐

o 택배화물단지에는 경동화물택배, 천일화물택배, 대신정기화물, CJ GLS가 운영중임

o 3PL단지에는 현대택배, 한진택배, 대한통운이 있으며, 각 회사별로 저층에는 분류작업 위주, 고층에는 위탁재고에 대한 보관위주로 운영중임

o 작업동선은 영동고속도로 군포IC쪽 Gate와 택배화물단지 정문방향 Gate가 있음

o 군포IFT 우측에는 총 3개선의 철도인입선이 있는데, 작업선과 지상과의 전고차이가 있음(약 1m)

o 철도인입선 바로 옆 한진택배철도화물취급소가 운영중임

o 철도인입선 매립공사 부분을 제외하면, 기타 접근성 및 작업동선은 DMT 적용가능성이 매우 큰 것으로 판단됨



< 군포IFT 위성사진 >

(마) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 컨테이너 작업시설(철도화물취급장: 800평) 및 작업공간(CY:3,000평)이 있기 때문에, 1일 약 140TEU 이상 처리가능할 것으로 예상됨

(바) 현장 사진



< 천일택배화물 Cross-Dock >



< 경동택배화물 Cross-Dock >



< 대한통운택배 물류센타 >



< 한진택배 물류센타 >



< 군포IFT 철도인입선 >



< 군포IFT 컨테이너 편성화차 >

(사) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 현 여건상 철도화물을 이용하여 택배물량 처리하기는 어렵다

o 택배는 N+1 도착으로 운송시간의 여유가 없는 시스템임으로 철도화물 적용이 어렵다

o 과거 대한통운의 경우 철도소화물 운송을 진행하였다(전국 각역에 거점보유) 그러나 택배운송의 사업확대로 인해 경쟁력을 잃고 현재 철도소화물 사업은 철수한 상태임

o 대한통운 택배사업은 Hub & Spork 방식을 도입하여, 대전 Hub센타를 중심으로 택배 물류 Network가 구성되어 운영중임

o 대전 Hub센타의 1일 물량은 최대 1,000,000Box이며, 11톤 차량으로 환산하면 약 150대 물량임

o 철도를 이용한 운송을 진행하려면, 철도역 주변에 택배물량 입고, 보관, 출고가 용이한 물류거점 확보가 우선되어야 함

o 철도를 이용한 운송은 저중량·저단가인 택배사업보다, 고중량·고단가인 특수화물에 적용하는 것이 가능성이 높아보임(과거 시도가 있었음)

o 최근 택배회사들이 신규시장 개척을 위해 화물운송진출을 모색중임

o 대한통운의 경우 과거 철도소화물 Network보유와 운영경험이 있었음으로 향후 DMT시스템 적용을 통해 철도소화물 활성화가 된다면 대한통운이 가장 적합한 업체라 생각함.

o 전국 철도역 철도부지에 철송장 택배시설이 입주하도록 부지조성이 되어야 함

o 대한통운의 경우 대전 Hub센타에 집약된 집중형 물류Network이고, 현대택배의 경우 중규모의 Hub센타를 전국 물류거점에 분산하여 운영중인 분산형Network를 운영중임

o 집중현 물류Network가 분산형Network보다 DMT를 이용한 철도화물운송에 적합한 구조라 생각함

나. 중부권

(1) 조치원CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적(평)	부지면적(㎡)	적정수송능력(TEU/년)
조치원CY	3,662	12,108	41,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업용	1	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 현재 (주)한진에서 CY를 운영중에 있으며, Reach Stacker는 자가로 1대 보유중임.(60톤)

(라)주요 고객현황

o 주요고객은 천안(삼성SDI), 아산, 대전지역임. 부산진, 광양CY 물량이 대부분을 차지함

(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 입출고 Gate는 1개이며, 화물컨테이너 작업선은 2개임(비포장). 지반과 레일 전고차(6cm)



< 조치원CY 위성사진 >

(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 1일 평균 컨테이너 처리물량은 평균 100~120TEU임.

o 평균 컨테이너 적치기간은 4~5일 수준이며, 평균 컨테이너 적치물량은 약 240~250TEU 수준임.

(사) 현장 사진



< 컨테이너 장치장 >



< Reach Stacker 컨테이너 상차 >



< 철도인입선 >



< 철도레일과 지상과의 전고차 >

(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 현재 처리물량중 중량물 비중은 낮다. 대부분 전기·전자 제품 위주임

o 현재 물동량이 저년도에 비해 소폭 상승중에 있음. 부산진CY 및 광양CY 물량비중 큼

(2) 두정CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적		면적기준 적정수송능력
	평	㎡	TEU/년
두정CY	3,802	12,568	42,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업, 상하역	2	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 현재 (주)천안물류에서 CY전체를 운영중에 있으며, 환적장비는 Reach Stacker 2대를 자가로 보유중임

(라) 주요 고객현황

o 주요고객은 천안산업단지 입주기업이 70% 차지하고, 나머진 아산 등 여타지역 물량임

(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 입출고Gate는 1개이며, 화물컨테이너 작업선은 2개임(비포장)



< 두정CY 위성사진 >

(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 1일 물동량 200TEU로서 부지규모에 비해 물량이 많음

o 최대보관능력은 약260TEU 수준이며, 평균 150TEU 정도 보관중임

(사) 현장 사진



< 컨테이너 장치장 >



< Reach Stacker 하역 >



< 철도인입선 >



< 철도인입선 >

(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안

o DMT 시스템에 대해 실제 적용한 어려움점이 많다고 함

o 우선 레일과 지반의 전고차이 문제 때문에, 추가 시설공사에 비용 부담이 클 것으로 예상함

o DMT 전용화차를 사용하는 것이 현실적으로 가능한지 의문이 감

o 하차장에는 Reach Stacker가 필히 운영되어야 하니, DMT 사용하게 되면 중복설비가 될 것이라 지적함

(3) 부강CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적		면적기준 적정수송능력
	평	㎡	TEU/년
부강CY	2,118	7,003	25,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업, 상하역	2	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 현재 삼익물류와 동부익스프레스에서 CY를 운영중이며, 환적장비는 Reach Stacker 2대 모두 삼익물류 자가장비로, 1대는 동부익스프레스에 임대함

(라) 주요 고객현황

o 주요 고객은 성신양회와 한화L&C(건축내외장재)가 있음

(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 입출고 Gate는 1개이며, 화물컨테이너 작업선은 2개임(비포장)



< 부강CY 위성사진 >

(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 1일 평균 컨테이너 처리물량 20~30TEU 수준으로, 약 1개 화물열차 편성됨

o 평균 컨테이너 적치일수는 4~5일 정도이며, 컨테이너 최대적치능력은 약 200TEU 수준임

(사) 현장 사진



< 컨테이너 편성 열차 >



< Reach Stacker 하역 >



< 철도인입선 >



< 철도레일과 지상과의 전고차 >

(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 부강CY의 경우, 중부내륙화물기지가 완공되면 중부ICD쪽으로 이전할 계획인데 입주금액이 과다하여 현재 고민중에 있음

o 중부ICD쪽으로 이동되어 DMT수송시스템(트레일러)을 적용한다면, 근교에 있는 한화 L&C의 경우 적용가능성 있어 보임

(4) 청주 CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적		면적기준 적정수송능력
	평	㎡	TEU/년
청주 CY	5,705	18,862	63,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업용	2	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 현재 국보와 코레일로지스, 천일물류 3개업체에서 청주CY 운영중임

o 국보는 Reach Stacker 자가 1대를 운영중이며, 천일물류와 코레일로지스가 Reach Stacker 1개로 운영중임(R/S 천일자가)

(라) 주요 고객현황

o 청주산업단지, 아산 및 대전산업단지를 포함 중부권 대부분 지역물량 처리함.

(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 북쪽CY는 국보이고, 남쪽CY는 코레일로지스와 천일에서 운영함

o 입출고 Gate는 각각 1개씩 있으며, 화물컨테이너 작업선은 2개임(비포장)



< 청주CY 위성사진 >

(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 1일 평균 컨테이너 처리물량은 약 110~120TEU 수준이며, 평균 컨테이너 적치량은 약 600TEU임

o 평균 적치일수는 약 2~3일로, 타 CY에 비해 빠른편임

(사) 현장 사진



< 컨테이너 장치장 >



< 철도인입선 >



< 철도인입선 >



< 철도레일과 지상과의 전고차 >

(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o DMT 수송시스템을 적용하려면, 추가 장비구입에 대한 보조금이나 또는 장비구입가격을 현격하게 줄이는 방법이 필요함

o 현재 철도화물의 운임요율이 육로화물에 비해 가격적 경쟁력이 크지 않음. 철도운송의 요율은 매년 인상중에 있으나, 운송시간 단축이나 기타 서비스 품질은 개선되지 않고 있음

o DMT수송시스템 적용을 위해선, 매일 고정적으로 운행되는 DMT전용열차가 필요함

(5) 충주CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적		면적기준 적정수송능력
	평	㎡	TEU/년
충주 CY	2,500	8,260	28,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업용	1	

(다)운영주체 및 업체별 장비현황

o 천일정기화물에서 운영중이며, 임대 Reach Stacker 1대를 사용중임

(라)주요 고객현황

o 충주산업단지(삼화전기, 새한미디어, 성우오토모티브 등) 수출입 물량

(마)물류거점내 컨테이너 작업동선

o 입출고 Gate는 1개이며, 컨테이너화물 작업선은 2개임(비포장)



<그림36. 충주CY 위성사진>

(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 1일 평균 물동량은 약 100TEU이며, 최대 적치Capa는 280TEU임

(사) 현장 사진



< 컨테이너 장치장 >



< 컨테이너 장치장 >



< 철도인입선 >



< 대한통운 철도택배 집합소 >

(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 철도화물 컨테이너 물량이 소폭 증가하는 추세임. 그러나 1일 처리물량이 미비한 이유로 신규 환적장비(DMT수송시스템)의 필요성을 못 느끼겠음

o 현재 사용중인 Reach Stacker도 1일 작업시간으로 따지면 2시간 내외임

(6) 삽교CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적		면적기준 적정수송능력
	평	㎡	TEU/년
삽교CY	1,277	4,200	14,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업용	2	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 삼익물류와 코레일로지스 2개의 물류업체에서 운영중임

o Reach Stacker는 3대가 있는데, 삼익물류 자가 1대, 코레일로지스 임대 1대 사용중

(라) 주요 고객현황

o 아산산업단지 및 현대자동차 아산공장 물량, 기타 농공단지 물량

(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 입출고 Gate는 1개이고, 화물컨테이너 작업선은 2개임(비포장)



<그림41. 삽교CY 위성사진>

(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 1일 평균 물동량은 50~70TEU이며, 최대 적치Capa는 약 170TEU임.

(사) 현장 사진



< 컨테이너 장치장 >



< 컨테이너 편성화차 >



< 철도인입선 >



< 철도인입선 >

(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 삽교CY의 경우 인접 산업단지의 이동물량이 적어, 1일 화물열차 1편성으로 운영중임

o 추후 현대차 아산공장같은 대형 화주와 계약을 맺어, Vendor에서 입고되는 부품 및 원료 중심으로 한다면 적용가능성 있어 보임

다. 경남권

(1) 양산내륙컨테이너터미널(양산ICD)

(가) 시설 및 부지현황

구분	규모	비고
부지면적	약 288,000평	951,940㎡
CY	163,000평(10단지)	538,262㎡
CFS	9,900평(12동)	32,812㎡
GATE	100평(1O동)	369㎡
CY운영사무실 및 부속동	1,480평(20동)	4,897㎡
정비고 및 부속동	1,120평(10동)	3,712㎡
공용시설	930평(8동)	3,078㎡
기타(녹지동)	27,200평(1식)	87,569㎡

o 컨테이너 물류비용 절감 : 약 352억원/년(철송 136억원, 단지화 216억원)

o 컨테이너 내륙통관 관련 기관입주로 One-stop 통관 서비스 제공

o 집하 및 배송 등 종합물류체제 구축으로 물류비용 절감

o 부산시 도시환경개선 및 도로교통난 완화

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업, 상하역	5	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 국보, 세방, 영진에서 운영중이며, Reach Stacker는 국보 2대, 세방 1대, 영진은 2대를 보유중임

(라) 주요 고객현황

o 양산산막공단, 소주공단 입주업체 물량이 주요고객임.

(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 양산CY 2단지의 경우, 국보 Gate 1개, 세방 Gate 1개가 있음

o 화물컨테이너 작업선은 4개로 양쪽방향에서 작업이 가능(비포장)



< 양산CY 위성사진 >

(바) 현장 사진



< 양산CY 컨테이너 상차 >



< 양산CY 컨테이너 상차 >



< 양산CY 컨테이너 상차 >



< 양산IFT 물류센타 >

(사) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o DMT수송시스템의 경우 기존 환적장비에 비해 초기투자비용 및 유지관리비용 감소의 장점을 지니고 있어, 기존 장비 교체 시 적극 고려할 생각이 있음

o 환적시간의 단축과 환적비용 감소는 소비자(화주)에게 직결되는 이익이기 때문에, 이러한 장점을 영업적인 측면으로 활동한다면 향후 양산CY 물량 증대에도 도움이 될것으로 생각함

라. 호남권

(1) 호남권내륙화물기지(장성IFT/ICD)

(가) 시설 및 부지현황

구분		규모	1단계	2단계
부지면적		약 157,563평		
화물취급장			3,830평	1,150평
배송센타	전체		4,820평	47,886평
	복층형		-	40,656평
	단층형		4,820평	7,230평
컨테이너 장치장(CY)			6,460평	20,200평
컨테이너 작업장(CFS)			-	2,723평
철송취급장			-	1,665평

o 광주관역서 북서측 22㎞, 장성군청 북서측 2.5㎞에 위치하여 광주 대도시권에 속함

o 남북축인 호남고속도로, 국도1호선, 호남선철도, 동서축인 국도 24호선, 고창-담양간 고속도로 등의 결점지

o 남동쪽 3㎞에 호남고속도로 장성IC가 입지함. 북측 약 3㎞에 고창-담양간 고속도로로부터 전용 IC 개통예정

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업, 상하역	1	

o Transtainer 도입계획이 있었으나, 컨테이너 물동량 저조로 인해 잠정 보류중임.

(다) 주요 고객현황

o 현재 화물기지내에 일반업체로는 풀무원, 금호타이어, GS리테일이 운영중이며, 물류업체로는 로젠택배, 경동화물택배가 운영중임.

(라) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 부지 및 철도인입선 측면에서는 DMT수송시스템 바로 투입이 가능하기 때문에, 향후 물량 증대로 인해 신규장비 구입 시 대체대상으로 관심을 갖고 있겠음.

(2) 동익산 CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적		면적기준 적정수송능력
	평	㎡	TEU/년
동익산CY	2,983	9,860	33,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업, 상하역	2	

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 전체 2개업체가 운영중에 있음(동부익스프레스, 삼익물류)

o 업체별로 Reach Stacker를 1대씩 보유함

(라) 주요 고객현황

o 지역별로는 군산, 전주, 김제, 정읍단지의 물량이 주요 고객임

o 업체별로는 OCI, 한솔홈데코, OXY, 국도화학 등이 있음

(마)물류거점내 컨테이너 작업동선



< 동익산CY 위성사진 >

(바) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 1일 평균 컨테이너 물동량은 약 50TEU임.(화물열차 1편)

o 최대 보관Capacity는 400~500TEU임

(사) 현장 사진



< 컨테이너 편성화차 >



< 컨테이너 편성화차 >



< Reach Stacker 하역 >



< 철도인입선 >

(아)물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 한솔홈테코 물량의 경우 원목 및 기타 목재제품인데, 제품에 따라 Bulk 컨테이너와 Dry컨테너를 혼용하여 사용중임. 공장와 동익산CY의 거리가 근접하고, 제품 역시 경량제품이기 때문에 DMT시스템 적용 가능성이 높을 것으로 판단됨.

(3)군산 CY

(가) 시설 및 부지현황

구분	부지면적		면적기준 적정수송능력
	평	㎡	TEU/년
군산 CY	4,991	16,500	24,000

(나) 상하역 장비 및 운송장비 실태

구분	용도	수량(대)	비고
Reach Stacker	야드작업, 상하역	3	1대 Back-up용

(다) 운영주체 및 업체별 장비현황

o 전체 4개업체가 운영중에 있음(KCTC, 코레일로지스, 동부익스프레스, 천일물류)

o KCTC와 코레일로지스가, 동부EX와 천일물류가 Reach Stacker를 공동사용중에 있음

o 4개업체의 컨테이너운송은 (주)천호물류에서 전담하여 이루어지고 있음

(라) 주요 고객현황

o 군산항으로 수출입되는 물량, 전주 및 익산산업단지 물량이 주요 고객임

(마) 물류거점내 컨테이너 작업동선

o 철도 작업선은 총 6개이며, 운영회사는 위로부터 KCTC, 코레일로지스, 동부익스프레스, 천일물류가 있음

o CY Gate는 하단부에 있으며, 입·출고 Gate가 1개로서 동일함



<군산CY 위성사진 >

(바) 컨테이너 물동량 및 보관/처리능력

o 평균 컨테이너 물동량은 약 140~150TEU임

o 최대 보관Capacity는 500~600TEU임

(사) 현장 사진



< 컨테이너 편성화차 >



< 컨테이너 장치장 하역 >



< 철도인입선 >



< 철도레일과 지상과의 전고차 >

(아) 물류담당자 인터뷰 및 제안수렴

o 현실적으로 장비구입을 위한 초기투자비용의 주체가 일반사업자(트레일러기사)가 된다면, 영세한 일반사업자의 경우 구입을 못할 가능성이 높음

o 컨테이너 편성화차가 입고되면, 현재 Reach Stacker 2대로 작업해도 환적작업이 더딘데, 과연 DMT시스템을 적용했을 때 환적시간이 현재보다 단축할 수 있는지 의문

o HTS 장착으로 인한 DMT 수송시스템의 추가무게로 인해, 고중량 제품 운영이 힘들것으로 사료됨. 전기·전자와 같은 경량 제품만 적용대상이 될 것임

o 수평이적재를 위해 화차와 트레일러 샤시간의 높이를 맞추는 작업이 필수인데, 높낮이 조절이 쉽지 않아, 작업시간이 늘어날 것으로 생각됨

제 4 장 연구목표 달성 및 효과

제 1 절 연구개발 최종목표 달성도

1. 연구개발 최종목표 달성도

연 구 목 표	달 성 도 (%)	내 용
■ 수평이송장치 구조해석 – 안전율 3이상	100	■ 구조해석 결과 안전율 3이상 조건 만족 ■ 구조해석보고서
■ 수평이송장치 수평이송속도(하중적재시) – 0.15m/s	100	■ 테스트 화물 중량 : 약 26톤 ■ 수평이송속도 : 평균 0.153m/s ■ 수평이송장치 성능측정보고서
■ 수직이송장치 수직이송속도(하중적재시) – 0.01m/s	100	■ 테스트 화물 중량 : 약 26톤 ■ 수직이송속도 : 평균 0.018m/s ■ 수평이송장치 성능측정보고서
■ 수평이송장치 시제품 제작 – 1 set	100	■ 수평이송장치 1set(2개) 제작 ■ 시제품 및 제작보고서
■ DMT 트레일러 덤핑장치 제작 – 1 set	100	■ 덤프실린더 1set 제작 및 DMT 트레일러에 설치 ■ 시제품 및 제작보고서
■ DMT 트레일러 아우트리거 제작 – 1 set	100	■ 아우트리거 1set(4개) 제작 및 DMT 트레일러에 설치 ■ 시제품 및 제작보고서
■ DMT 트레일러 제작 – 1 set	100	■ DMT 트레일러 1대 제작 ■ 시제품 및 제작보고서
■ DMT 수송시스템 시연사업 – 2건	100	■ NG탱크컨테이너 적용 DMT 트레일러구동형 시연사업 실시 ■ 벌크컨테이너 적용 DMT 트레일러구동형 시연사업 실시 ■ 시연사업보고서
■ DMT 수송시스템 운영매뉴얼 – 1건	100	■ DMT 트레일러구동형 운영매뉴얼 작성 – 수평이송장치(HTS) 사용방법 – 수평이송장치(HTS) 점검 및 정비방법 – DMT 트레일러 사용방법 – DMT 트레일러 점검 및 정비방법 ■ 운영메뉴얼 보고서
■ 경제성 및 사업성 보완분석 – 1건	100	■ 적용현장에 따른 사업성 및 경제성 분석 ■ 경제성 및 사업성 분석보고서
■ 사업모델 개발 및 시장조사 – 1건	100	■ DMT 수송시스템 사업모델 및 시장조사 보고서
■ 종합보고서 – 1건	100	■ 종합보고서 작성 ■ DMT수송시스템 기술사업화 최종보고서

제 2 절 연구개발 성과의 효과

1. 기술적 효과 분석

o 고효율 환적 시스템의 개발로 인한 국가기술 경쟁력 확보
- 벌크화물 철도운송에 필수적인 굴착기를 사용한 화물 상하차 과정이 사라져, 화물 작업선에서의 화차 대기 시간이 줄어들고, 화물취급역의 물동량처리 가능량이 늘어나는 장점이 있음
- 크레인이나 리치스태커, 굴착기 등의 중장비가 필요없이 셔틀 역할을 하는 암롤트럭의 동력만으로 상하차가 가능한 기술로써 기존의 환적시스템을 획기적으로 개선함

o 국내 물류체계 개선을 위한 노력과 더불어 DMT 수송시스템 기술(하드웨어, 소프트웨어)을 조속한 시일 내에 확보하여 국내 물류환경에 적합한 운송시스템으로 개발하는 것이 무엇보다 중요한 시점

o 향후 기술도입 억제 및 독자기술 확보의 교두보 마련
- 철도물류 활성화의 일환으로 선진국의 기술을 도입할 경우 기술이전 비용 등 기술도입에 따른 비용이 발생함
- 국내 물류현장의 특성을 반영한 환적시스템을 개발하고 발전시킨다면 선진국으로 부터의 기술도입을 미연에 방지할 수 있고 독자기술을 확보하는 긍정적인 결과를 가져올 수 있음

o 선진국과 기술평형을 유지하여 기술수출 활성화 기대
- 기술력이 앞서 있는 선진국의 기술을 따라잡아 국내 철도운송 시장 뿐만 아니라, 철도운송 체계가 발달하지 못한 개발도상국으로의 DMT 수송시스템 수출을 기대할 수 있음

2. 경제적 효과 분석

o 철도물류의 새로운 Business Model을 창출

- 철도운송에 DMT 수송시스템의 적용을 통해 기존 철도운송의 장점인 안전성 및 정시성 효과를 극대화 하여 질 좋은 운송서비스를 제공하는 동시에 Door To Door 서비스를 제공함으로써 철도물류의 새로운 Business Model을 창출할 것으로 기대됨

o 물류비 절감을 통한 물동량 증가 기대

- 기존 철도운송의 출발지와 목적지 사이에 발생하는 복잡한 운송 프로세스 간소화하여, 철도운송 운임 감소와 물류운송의 체계 개선으로 물류산업 활성화에 기여할 것으로 기대됨

o 투자비용 감소와 기존의 적치장 유휴자원 활용

- 철도물류 개선방안에 따른 물류 거점화 역할에 따라 철도 취급화물역이 줄어들고 있는 시점에서, 별다른 인프라 구축에 따른 비용이 필요 없어 기존 역사를 사용할 수 있어 투자비용 감소의 경제적 이익 창출이 기대됨

o 신규시장과 고용창출

- 기존의 화물역에서 공로수송으로 이탈한 물량으로 인해 폐쇄된 역사를 재활용하여 벌크화물 운송역으로 전환한다면 역에 상주하는 인원과 물류를 처리하는 인원 등 신규 고용 창출의 경제적 효과가 기대됨
- 철도운송에 DMT 수송시스템의 성공적인 적용과 시운전 등을 통한 홍보로 기존의 철도운송 물량 뿐만 아니라, 신규 물량을 창출할 수 있는 경제적 효과가 기대됨

3. 사회 · 환경적 측면

o 도로와 철도간 환적저항 완화

- 셔틀운송과 철도운송 간의 환적저항(대기시간 등)을 완화하여 도로운송으로 이탈한 화물운송을 철도운송으로 전환할 수 있을 것으로 기대됨

o 인입철도 부설효과 발생

- 철도운송이 증가함에 따라 철도물류가 활성화되면, 화물 수요지에 인입철도 부설이 늘어나고, 그에 따른 물동량 증가가 기대됨

o 대량 Bulk 화물 철도직송시스템 구축 가능

- DMT 수송시스템을 적용한 벌크화물 철도운송시스템의 개발과 활성화에 따라 20량 분량의 블록트레인을 이용한 대량수송이 가능함

o 도로운송의 철도운송으로의 전환으로 CO2 발생 감소

- 우리나라도 온실가스 감축대상국에 포함되어 친환경 물류운송체계로의 전환이 요구되는 가운데, 도로에 의존하고 있는 벌크화물의 운송을 철도운송으로 전환하여 CO2 발생량을 줄여 온실가스 발생을 줄일 수 있을 것으로 기대됨

o 기존 벌크화물 철도운송 시 발생하던 비산먼지 감소

- 기존의 벌크화물 철도운송에서는 철도와 도로운송의 환적 시에 발생하던 비산먼지로 인하여 환경오염 뿐만 아니라, 민원이 끊이지 않음
- 또한 도로운송 시에도 덮개작업을 해도 비산먼지로 인한 환경오염이 심함
- DMT 수송시스템을 적용한 벌크화물 철도운송에서는 벌크컨테이너에 화물을 적재한 후 덮개 작업을 통해 비산먼지를 미연에 차단하여 셔틀운송과 환적 시에 비산먼지로 인한 환경오염을 획기적으로 줄임

제 5 장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

제 1 절 연구성과 향후 활용방안

1. 국가지원 관련 법령 검토

o 2012. 4월 기준 “DMT 수송시스템 기술사업화” 과제가 국가 지원을 받을 수 있는 법적 근거는 다음과 같음
- 전환교통 보조금 관련 : 지속가능 교통물류 발전법 제21조 외
- 교통신기술 지정 관련 혜택 : 국가통합교통체계효율화법 제 102조 외
- 녹색물류기업 인증 관련 혜택 : 물류정책기본법 제60조 및 저탄소 녹색성장기본법 제33조 외
- 우수교통물류 운영자 지정 관련 혜택 : 지속가능 교통물류 발전법 제24조 외

o 위와 같은 법적 근거를 바탕으로 전환교통 보조금 지원 및 교통신기술 지정으로 인한 기술사용료 청구, 우선 적용 및 구매 권고 등의 혜택과 녹색물류 기업인증을 통한 보조금과 세제혜택 등 환경친화적인 이미지를 구축하여 기업 마케팅에 활용하며 우수 교통물류 운영자 지정으로 인한 보조금 지원 등의 국가 지원을 통해 DMT 수송시스템의 사업화를 실현할 예정임

o DMT 수송시스템을 사용하게 될 화주/운송사 측에서는 지속가능교통물류 발전법 및 동법 시행령에 의한 전환교통 보조금을 지원받게 될 것이며, 기존 철도공사에서 적용해오던 철도운임 할인정책 등과 결합하여 도로와 철도의 비용차액을 직접적으로 보전받게 되는 효과가 발생하게 될 것임

2. 연구성과 향후 활용방안

o DMT 수송시스템은 수평이송장치(HTS) 개선개발, DMT 트레일러 개선개발(DMT 덤프형 트레일러), DMT 수송시스템 실용화의 3가지의 연구개발로 나뉘어 있음

o 수평이송장치(HTS) 개선개발, DMT 트레일러 개선개발(DMT 덤프형 트레일러)는 제작이 완료되어 시운전 중에 있음

o 이와 같은 연구성과를 바탕으로 실용화 및 사업화를 추진하기 위한 DMT 수송시스템의 사업모델을 개발하였으며, 개발된 각각의 사업모델별 재무성·경제성 분석을 통하여 향후 실용화 사업모델의 객관적 평가 결과를 제시하였음

o 실용화를 위한 사업모델을 실제 물류현장 실무자들과 자문위원들의 의견을 토대로 사업모델을 도출하였으며, 사업모델을 바탕으로 실용화를 위한 사업계획을 도출하였음. 향후 실용화 및 사업화 시 운영자 및 고객(화주)의 입장에서 DMT 수송시스템의 도입이 용이하도록 초기 투자비용은 최소로 하고, 환적프로세스는 신속하면서 간단하여 최소의 인원으로 조작이 가능하도록 제작하여 운영비용이 줄어들고, 전체적인 물류비용이 절감되도록 재무성 분석과 경제성 분석을 통해 DMT 수송시스템의 실용화에 대한 방향을 제시하였음

o DMT 수송시스템의 개선·보완을 해 나간다면 기존 운송시스템과 차별화된 신규 운송시스템으로 도로운송으로 이탈하는 컨테이너 화물 및 벌크화물의 철도운송으로의 전환이 기대됨

o 또한 국내·외 및 물류 선진국의 표준 운송시스템으로 Benchmarking 대상으로 활용될 것이며, 향후 도로환경이 열악한 지역에서 저비용·고효율의 물류 운송시스템으로 이용될 것으로 기대됨

o 새로운 운송시스템의 개발로 국내 기술분야의 기반산업으로 자리 잡을 것이며 기타 관련 기업의 경제적 성장에 기여할 것으로 판단됨. 또한, 고효율 환적 시스템의 개발로 인한 국가기술 경쟁력 확보 및 기존 운송시스템과의 연계를 통해 친환경적인 철도물류 활성화에 큰 기여를 할 것으로 기대됨

제 2 절 추가연구 필요성

o 2012년 8월부터 2014년 10월까지 약 2년 2개월간 국토교통기술사업화지원사업으로 추진된 'DMT 수송시스템 기술사업화' 과제의 사업화를 위해서는 시제품에 대한 안정화와 향후 시운전 및 시범사업을 통한 운영실적 등의 추가연구를 동한 사업화를 위해 개발이 필요함

o 현재까지 수행되어온 시운전 기간만으로 철도물류 특성상 현장에 바로 적용하기에는 어려움이 있어 추가연구를 통하여 전시성 시연사업이 아닌 안정적이고 검증된 운영실적 확보가 필요함

o DMT 수송시스템의 최종목표는 시제품 기능 개선 및 제조원가 인하, 양산체계 구축 등을 추진하는 한편, 개선된 시제품을 실제 물류현장에 적용하는 시범운영 추진하여 검증된 운영 실적을 바탕으로 사업화를 도모하고자 함

제 6 장 참고 문헌

[1] 전응식외 4인, “고속 컨테이너 화차 차체의 구조강도 평가,” 한국철도학회 2001년도 춘계학술대회논문집, pp.212～216, 2001.
[2] 함영삼외 1인, “화물수송용 철도차량 현가장치의 설계변수와 진동성능에 관한 연구,” 대한기계학회 2001년도 춘계학술대회논문집 B, pp.507～512, 2001.
[3] 권성태외 4인, “화차 안전성 평가를 위한 차체 정하중시험 및 진동시험,” 한국철도학회 2002년도 추계학술대회논문집(1), pp.92～97, 2002.
[4] 김현수외 3인, “고속 화차용 대차프레임의 경량화를 위한 최적설계,” 한국정밀공학회지 제19권, 제9호, pp.186～192, 2002.
[5] 허현무외 1인, “신조 화차 주행특성에 관한 연구,” 한국철도학회 2003년도 추계학술대회 논문집(Ⅲ), pp.109～113, 2003.
[6] 이승일외 1인, “고속주행을 위한 화차 한량의 사행동 해석,” 한국철도학회논문집, 제6권, 제3호, pp.149～155, 2003.
[7] 한국도로공사, “고속도로 타당성 조사 및 기본설계 실무편람”, 1998.
[8] 김현웅, 문대섭, “고속철도 시대의 철도 화물 수송 정책-고속 철도 복합운송을 중심으로,” 춘계 철도학술대회, 2003.
[9] 김경태, 권용장, 이석, “광재의 철도물류 프로세스와 개선 방안”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 2012.
[10] 한국교통연구원, “2010년 교통사고비용 추정”, 2012.
[11] 한국교통연구원, “교통혼잡비용 예측”, 2014.
[12] 한국교통연구원, “국가경쟁력 강화를 위한 신 교통정책 구상”, 2007.
[13] 국토해양부, “국가물류기본계획 수정계획(2011~2020)”, 2011.
[14] 이재학, “국내 철도물류 이용실태 및 개선방안 연구”, 한국물류학회지 16권 4호 pp. 87-112, 2011.
[15] 국토해양부, “2012 국토해양통계연보”, 2012
[16] 장승호외 1인, “궤간가변화차의 동특성 수치해석,” 한국철도학회논문집, 제9권, 제4호, pp.461～466, 2006.
[17] 한국교통연구원, “기후변화협약 대비 교통부문 온실가스 저감정책의 효과분석”, 2005.
[18] 엄범규외 3인, “다물체 동역학해석을 이용한 DMT 화차의 주행특성 연구,” 한국철도학회 2008년도 추계학술대회논문집, pp. 1607～1613, 2008.
[19] 김강수, 우지원, 이승헌, 김재영, “도로 철도부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)”, 2008.
[20] 국토해양부, “2011년 도로교통량 통계연보”, 2012.
[21] 국토연구원, “도로사업 투자분석기법 정립”, 1999.
[22] 민연주, 박민철, 장혜진, “도로와 철도화물수송 경쟁력 분석을 통한 전환교통 대응방안”, 한국교통연구원, 2013.
[23] 교통개발연구원, “물류경쟁력강화를 위한 철도화물운송 활성화 전략”, 2004

[24] 이석, 김영주, 김경태, 권용장, 김승모, “벌크화물 수송실태 분석”, 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp.3278-3288, 2011.
[25] 김경태, 김영주, 이석, 권용장, 백돈기, “벌크화물의 복합 일관수송체계 구축에 관한 연구-석탄사례를 중심으로-”, 한국경영과학회 추계학술대회, 2012.
[26] 한국 환경 정책평가 연구원, “육상교통수단의 환경성 비교분석”, 2002.
[27] 교통안전공단, “2012년도 자동차 주행거리 실태분석 연구”, 2013.
[28] 고철진, 이석, 김경태, “제철산업의 부재료 물류프로세스 분석(광석을 중심으로)”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.954-959, 2012.
[29] 함영삼외 3인, “주강대차 컨테이너화차의 주행안전성 평가,” 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp.133～138, 2004.
[30] 교통개발연구원, “차량운행비의 산정”, 1998.
[31] 김정훈, 남호기, “철강 산업에서 린을 적용한 항만물류 프로세스 개선에 대한 연구”, 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2007.
[32] 최창호, 신승진, 박동주, 김한수, 진장원, “철도 화물 수송수단 선택 특성 연구”, 한국철도학회논문집, 제11권 제6호, pp.588-595, 2008.
[33] 한국철도공사, “철도경영현황”, 2011.
[34] 이권순외 5인, “철도물류 활성화를 위한 차세대 물류운송시스템의 새로운 구동방식에 관한 연구,” 한국동력기계공학회지 제12권 제6호, pp. 56～63, 2008.
[35] 신승권, 김석원, 서승일 “철도물류 효율화를 위한 DMT 수송시스템 현황분석,” 한국철도학회 2007년도 추계학술대회논문집, pp.1662～1667, 2007.
[36] 한국건설교통기술평가원, “철도물류활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발 4차년도 보고서”, 2011.
[37] 김종만, 이용상, “철도물류활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발에 관한 연구,” 한국철도학회 학술발표대회논문집 한국철도학회 2009년도 춘계학술대회논문집, pp.1691～1707, 2009.
[38] 이태현, “철도의 복합운송역량 강화 방안에 관한 연구” 인하대학교 석사학위 논문, 2008.
[39] 김학성, 김경태, 방연근, “철도의 크링카 물류 프로세스와 개선 방안”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.942-947, 2012.
[40] 철도청, “철도투자 평가편람”, 2003
[41] 한국철도공사, “철도화물 중장기 수송수요 예측(2013)”, 2013.
[42] 구경모, 오용식, “철도화물수송 활성화를 위한 모달시프트(Modal Shift) 정책방안에 관한 연구”, 물류학회지, 제 19권 2호, pp.161-188, 2009.
[43] 한국철도기술연구원, “철도화차 운영효율 향상을 위한 일관수송용기 개발”, 2013.
[44] 경제기획원, “투자심사편람”, 1982.
[45] 김종만, 인태명, “한국형 DMT 사업 운영시스템 개발에 관한 연구,” 한국철도학회 학술발표대회논문집 한국철도학회 추계학술대회논문집, pp.2075～2089, 2008.
[46] 대한광업진흥공사, “해외 유연탄사업 추진전략”, 2006.
[47] 김경태, 김영주, 이석, 권용장, “호퍼형 일관수송용기 도입 효과”, 한국철도학회, 춘계학술대회발표논문집, 2011

[48] 김남포외 1인, “화차대차용 고무현가장치 적정 설계변수 선정에 관한 연구,” 한국철도기술연구원, 2000.
[49] 김경태, 이석, 이영호, 양근율, “효율성 분석을 통한 무개차 운용 방안에 관한 연구”, 한국철도학회, 한국철도학회논문집 제16권 제2호, pp.138-143, 2013.
[50] Jan Matej외 1인, “An application of the ADAMS/RAIL module to modelling and examination the bimodal train,” International ADAMS User's Conference Berlin, November 17-19, 1999.
[51] Jan Matej외 1인, “Modelling and safety examination of the long bimodal train on curved track using ADAMS/RAIL," 2001.
[52] Jan Matej and Herzy Piotrowski, "An Application of the ADAMS/RAIL Module to Modelling and Examination the Bimodal Train" International ADAMS User's Conference Berlin, November 17-19, 1999.
[53] Matej J., Piotrowski J. Wojtyra M. and Fraczek J., "Modelling and Safety Examination of the Long Bimodal Train on Curved Track Using ADAMS/RAIL,“ 2001.
[54] Ravis S. Kochak and Ambuj Sharama, "Development of a Virtual Prototype Domestic Container Rail Car," 16th European MDI User's Conference, Berchtesgaden, Germany, 14-15 November 2001.
[55] Mechanical Dynamics, "VI-RAIL User's Guide," 2008.
[56] T.G. Crainic and K.H. Kim, "Intermodal transportation" in Transportation, Eds. C. Barnhart, G. Laporte: North-Holland, 2006.
[57] C. Macharis and Y.M. Bontekoning, "Opportunities for OR in intermodal freight transport research: A review", European Journal of Operational Research, vol. 153, pp. 400-416, 2004.
[58] D. Steenken, S. Voss and R. Stahlbock, "Container terminal operation and operations research - a classification and literature review", OR Spectrum, vol. 26, pp. 3-49, 2004.
[59] Alessandri, S. Sacone and S. Siri, "Modelling and optimal recedinghorizon control of maritime container terminals", Journal of Mathematical Modelling and Algorithms, vol.6, pp. 109-133, 2007.
[60] A. Di Febbraro, G. Porta and N. Sacco, "A Petri net modelling approach of intermodal terminals based on Metrocargo system", Proc. of the IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Toronto, Canada, September 17-20, 2006.
[61] C. Caballini, P. P. Puliafito, S. Sacone and S. Siri, "Strategic planning of an automatic freight railway terminal", Proc. of ICNPAA, Genoa, Italy, June 24-27, 2008.
[62] Auswirkungen von neuen Fahrzeugkonzepten auf die Infrastruktur des Bundesfernstraßennetzes, Bundesanstalt für Straßenwesen (Bast), November 2006
[63] Climate for a transport change. TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union, European Environmental Agency, March

2008
[64] Competitive impact of the implementation of Gigaliners on Combined Transport in Europe, TIM Consult for UIRR/Kombiverkehr, September 2006
[65] Longer and heavier lorries and the environment - policy paper, T&E Transport and Environment, April 2007
[66] Sarathy, R. (2006) Security and the Global Supply Chain, Transportation Journal, 45 (4), 28-51.
[67] Taylor, J. C., Robideaux, D. R., and Jackson, G. C. (2004) U.S.-Canada Transportation and Logistics: Border Impacts and Costs, Causes, and Possible Solutions, Transportation Journal 43 (4) 5-21.
[68] Bonbright James C., Principles of Public Utility Rates, New York, Columbia University Press, 1961.
[69] Hall, P., The Fourth Crisis in Urban Transportation, IURD Working Paper, Berkeley, 1991.
[70] Henderson A. M., The Pricin of Public Utility Undertakings, Manchester School, No3, 1947; reprinted in readings in Welfare Economics, ed., K. J. Arrow & T. Scitovsky, London, Aleen & Unwin, 1969.
[71] Jones, Leroy P., Public Enterprise and Economic Development ; The Korean Case, Seoul, 1975.
[72] Ramsey F. P., "A Contribution to the Theory of Taxation," Economic Journal, Vol.37, 1927.
[73] C. I. Liu, H. Jula, K. Vukadinovic, and P. A. Ioannou, "Comparing Different Technologies for Containers Movement in Marine Container Terminals," Intelligent Transportation Systems, 2000. Proceedings. 2000 IEEE, pp. 488-493, 1-3 Oct. 2000.
[74] Klaus-Peter Franke, "Boosting Efficiency of Split Marine Container Terminals by Innovative Technology," IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proc. Oakland, USA, August, pp. 774-779, 2001.
[75] Brian Armstrong-Helouvry, Pierre Dupont, and Carlos Canudas De Wit, "A Survey of Models, Analysis Tools and Compensation Methods for the Control of Machines with Friction," Automatica, Vol. 30, No. 7, pp. 1083-1138, 1994.
[76] Armstrong-Helouvry B., "Stick Slip and Control in Low-speed Motion," Automatic Control, IEEE Transactions on, Vol. 38, No. 10, pp. 1483-1496, Oct. 1993.
[77] Armstrong-Helouvry B., Amin B., "PID Control In The Presence Of Static Friction: Exact And Describing Function Analysis," American Control Conference, Vol. 1, pp. 597-601, June 29-July 1, 1994.
[78] F. J. Lin, R. J. Wai, and C. M. Hong, "Hybrid Supervisory Control Using Recurrent Fuzzy Neural Network for Tracking Periodic Inputs," IEEE Trans. on Neural Networks, Vol. 12, No. 1, January, 2002.

[79] Rong-Jong Wai, Faa-Jeng Lin, “Adaptive Recurrent- Neural-Network Control for Linear Induction Motor,” IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 37, No. 4, pp. 1176-1192, 2001.
[80] K. Yoshida, H. Takami, X. Kong, and A. Sonoda, “Mass Reduction and Propulsion Control for a Permanent-Magnet Linear Synchronous Motor Vehicle,” IEEE Trans. on Industry Applications, Vol. 37, No. 1, pp. 67-72, 2001.
[81] International Conference of Automation and Logistics, China, Chinyang, 2009.

□ 인터넷 및 기타 자료
1. www.nomegatrucks.eu http://www.nomegatrucks.eu/
2. Paul van de Lande, "Intrated services in the intermodal chain"
3. Cargo Beamer, "The intermodal cargo transport system"
4. Anitra Green, "Train unloading made simple"
5. Thilo Arend-Heid brinck, "Short & medium distance intermodal transport with cargo domino"
6. e-나라지표 http://www.index.go.kr/
7. 알리오 http://www.alio.go.kr/