제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

본 보고서를 “무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발”의 최종보고서로 제출합니다.

2015. 1. 30.

주관연구기관명 : (주)범창종합기술
주관연구책임자 : 김 두 호
연구원 : 이 홍 모
연구원 : 이 학 순
연구원 : 고 영 진
연구원 : 김 신 환
연구원 : 황 지 훈
연구원 : 임 종 호
연구원 : 김 경 중
연구원 : 최 훈 도

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>11PTSI-C0
61404-01</td><td>해당단계
연구기간</td><td>2013.06.15~
2014.09.14</td><td>단계구분</td><td>3차년도/
3차년도</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td colspan="5">국토교통기술촉진연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>최상위
과제명</td><td colspan="4">무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발</td></tr>
<tr><td>단위과제명</td><td colspan="4">무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발</td></tr>
<tr><td>연구책임자</td><td>김두호</td><td>총연구기간
참여
연구원수</td><td>총 : 35 명
내부 : 21 명
외부 : 14 명</td><td>총연구비</td><td>정부 :
870,000천원
기업 :
290,000천원
계 :
1,160,000천원</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="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="5">연구기관명 : 연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서면수</td><td>405p</td></tr>
<tr><td colspan="6">철도수송의 가장 큰 문제점은 공로운송에 비해 화물수송의 단계가 복잡하여 이용이 불편하다는 점과 잦은 상하역으로 인해 물류비가 증가한다는 것이다. 철도화물수송의 단계가 복잡해지는 근본원인은 도로운송 장비와 철도운송 장비간의 호환이 이루어지지 않아 환적을 위해 화물을 장치장에 보관하고 셔틀운송을 위해 상하역 해야 하는 프로세스 때문이다.
무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제는 이러한 철도화물 수송체계의 문제점을 해결하기 위한 수단으로 시작하였으며, 도로수송의 기동성과 철도의 대량운송 장점을 결합함으로써 문전수송(Door-to-Door)이 어렵다는 철도의 단점을 보완하고 상하역 절차를 간소화함으로써 물류의 효율성을 기하고, 유연성 증대로 시간절감을 통해 수송비를 절감할 수 있으며, 종국적으로 벌크화물의 철도수요증대를 통한 철도운송의 경쟁력 강화에 필요한 시스템이다.
무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 실용화를 위해 실제 물류현장 실무자들과 자문위원들의 의견을 토대로 사업모델을 도출하였으며, 사업모델을 바탕으로 실용화를 위한 사업계획을 도출하였다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색인어
(각 5개 이상)</td><td>한글</td><td colspan="4">무동력 회전장치, 적재용기, 암롤트럭, 환적시스템, 통합물류</td></tr>
<tr><td>영어</td><td colspan="4">Non-powered turntable, Container, Arm-roll Truck, transshipment System, Integrated logistics</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발

Ⅱ. 연구개발과제 개요

1. 연구개발의 목적

o 철도물류 활성화
- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 과제의 궁극적인 목적은 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 Door-to-Door 실현
- 문전수송(Door-to-Door)이 가능하도록 상하역 절차를 간소화하여 물류의 효율성을 높일 것으로 기대됨

o 친환경 교통시스템 개발
- CO2 배출 저감 효과뿐만 아니라 생산지에서 소비지까지의 일련의 과정에서 비산먼지 발생을 차단하는 시스템 개발을 목표로 함

2. 연구개발의 필요성

o 철도수송의 문제점은 크게 철도화물수송의 단계가 복잡하여 이용이 불편하다는 점과 잦은 상하역으로 인해 물류비가 증가한다는 것임
- 철도화물수송의 단계가 복잡해지는 근본원인은 도로운송 장비와 철도운송 장비 간의 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제는 이러한 철도화물 수송체계의 문제점을 해결하기 위한 수단으로 시작하였으며, 도로수송의 기동성과 철도의 대량운송 장점을 결합함으로써 문전수송(Door-to-Door)이 어렵다는 철도의 단점을 보완하고 상하역 절차를 간소화함으로써 물류의 효율성을 기하고, 유연성 증대로 시간절감을 통해 수송비를 절감할 수 있으며, 종국적으로 벌크화물의 철

도수요증대를 통한 철도운송의 경쟁력 강화에 필요한 시스템으로 연구개발이 필요한 과제로 사료됨

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과

연 차	연구 내용	연구 결과
1차년도	■ 무동력 화차 회전장치 기본설계	■ 무동력 화차 회전장치 도면 및 시뮬레이션 동영상
	■ 무동력 회전장치 설계 성능평가	■ 무동력 회전장치 구조해석보고서
	■ 기본설계에 따른 제작 검토	■ 제작시방서
	■ 무동력 화차 회전장치 관련 특허	■ 관련 특허 출원 : 1건
	■ 회전장치를 장착한 화차 기본설계	■ 회전장치를 장착한 화차 도면 및 시뮬레이션 동영상
	■ 기본설계에 따른 제작 검토	■ 제작시방서
	■ 탈부착식 콘디바이스 기본설계	■ 탈부착식 콘디바이스 기본설계도면
	■ 회전장치를 장착한 화차 관련 특허	■ 관련 특허 출원 : 1건
	■ 적재용기 기본설계	■ 적재용기 도면 및 시뮬레이션 동영상
	■ 적재용기 설계 성능평가	■ 적재용기 구조해석보고서
	■ 적재용기 관련 특허	■ 관련 특허 출원 : 1건
	■ 화차와 트럭 간에 견인 및 덤프 가능한 환적 시스템 검토	■ 환적 및 덤프가 가능한 환적시스템 검토보고서 및 시뮬레이션 동영상
	■ 환적시스템 관련 특허	■ 관련 특허 출원 : 1건
2차년도	■ 회전장치 시제품 제작	■ 회전장치 시제품 및 제작 보고서
	■ 회전장치 자체 중량 검증	■ 회전장치 자체중량 검증 보고서
	■ 회전장치 최대적재중량 검증	■ 회전장치 최대적재하중 검증 보고서
	■ 회전장치 회전수평각도 검증	■ 회전장치 회전수평각도 검증 보고서
	■ 회전장치 작동 토크 검증	■ 회전장치 작동 토크 검증 보고서
	■ 록킹장치 강도 검증	■ 록킹장치 강도 검증 보고서
	■ 탈부착식 콘디바이스 상세설계 및 제작	■ 탈부착식 콘디바이스 상세설계도면 및 제작 보고서
	■ 논문	■ 논문: 1건
	■ 회전장치 관련 특허	■ 관련 특허 출원 : 1건
	■ 적재용기 시제품 제작	■ 적재용기 시제품 및 제작 보고서
	■ 적재용기 자체중량 검증	■ 적재용기 자체중량 검증 보고서
	■ 적재용기 최대 적재중량 검증	■ 적재용기 최대 적재중량 검증 보고서
	■ 적재용기 최대 적재용적 검증	■ 적재용기 최대 적재용적 검증 보고서
	■ 적재용기 견인부(HOOK) 강도 검증	■ 적재용기 견인부(HOOK) 강도 검증 보고서
	■ 하부롤러 강도 검증	■ 하부롤러 강도 검증 보고서
	■ 적재용기 관련 특허	■ 관련 특허 출원 : 1건

연 차	연구 내용	연구 결과
3차년도	■ 시제품 시운전 및 문제점 분석을 통한 보완방안 강구 ■ 시제품 성능보완 ■ 회전장치 회전시 인력 또는 인력을 대체하는 대체수단 강구 ■ 환적시 문제점 분석 및 보안방안 강구 ■ 개선설계 성능평가 ■ 시제품 검증기관 성능평가 ■ 지식재산권 확보	■ 반복 시운전을 통한 문제점 도출 및 보완사항 개선설계 반영 ■ 회전장치 개선설계 도면 및 개선 시제품 제작보고서 ■ 회전보조장치 개발(설계 도면 및 시제품 제작보고서) ■ 환적에 따른 예측가능한 문제점 분석 및 상하차용 지지대 개발 ■ 개선설계 구조해석 보고서 ■ 검증기관 시험성적서 ■ 특허 등록 2건, 논문 발표 1건
	■ 환적시스템 종합시운전 ■ 시연사업 추진	■ 환적시스템 테스트베드 반복 시운전 ■ 차량과 화차 간 구동장치 기능시험 ■ 공차 및 영차(화물 적재) 시운전(시운전 보고서) ■ 실수요처 참여 시연사업 실시(시연사업 보고서)
	■사업계획수립 ■경제성분석 보완	■ 사업계획 보고서 ■ 경제성분석 보고서

Ⅳ. 최종 연구성과 및 적용실적

연구목표	주요 연구내용
■ 회전장치 개발	■ 회전장치 설계 – 회전장치 설계도 및 설계보고서
	■ 설계 성능평가 – 구조해석보고서
	■ 시제품 제작 – 회전장치 시제품 제작 및 제작보고서
	■ 현장 적용 – 회전장치가 부착된 화차 테스트베드 설치 및 시운전보고서
	■ 시제품 성능평가 – 검증기관 시험성적서
	■ 특허기술 동향조사 – 특허기술 동향조사보고서
	■ 특허 및 의장 – 출원 : 4건, 등록 : 1건
	■ 논문 – 발표 및 게재 : 1건
■ 적재용기 개발	■ 적재용기 설계 – 적재용기 설계도 및 설계보고서
	■ 설계 성능평가 – 구조해석보고서
	■ 시제품 제작 – 적재용기 시제품 제작 및 제작보고서
	■ 현장 적용 – 적재용기 테스트베드 설치 및 시운전보고서
	■ 시제품 성능평가 – 검증기관 시험성적서
	■ 특허기술 동향조사 – 특허기술 동향조사보고서
	■ 특허 및 의장 – 출원 : 2건, 등록 : 1건
■ 견인장비를 응용한 적재용기 환적 기술 개발	■ 해외사례조사 – 해외사례조사보고서
	■ 현장 적용 – 견인장비를 이용한 환적 기술 개발 및 시운전보고서
	■ 시연사업 – 실수요처 참여 시연사업 실시
	■ 사업계획 수립 – 사업계획보고서 및 경제성분석보고서

Ⅴ. 연구목표 달성 및 효과

연구목표 달성	연구 효과
■ 화차에 탈부착 가능한 회전장치 개발 – 회전장치 설계 및 시제품 제작 – 고정 및 안전장치 제작	■ 탈부착식 회전장치 기술의 적용으로 기존의 유휴화차를 저비용으로 개조하여 사용할 수 있고, 회전장치를 이용한 환적시스템 적용 화차기술의 국산화로 기술선점 가능성이 있음
■ 회전장치와 혼용 가능한 다용도 적재용기 개발 – 회전장치와 혼용이 가능한 다용도 적재용기 설계 및 제작	■ 철도에서만 사용 가능한 전용 제품이 아니라 다용도(쓰레기 및 폐기물 수거 등)에 사용 가능한 범용 제품 개발
■ 화차와 트럭 간에 견인할 수 있고 덤프기능이 가능한 견인시스템 응용개발 – 견인시스템과 특장차의 결속 기술 – 환적기술 개발	■ 기존의 특장차와 혼용이 가능한 환적기술 개발로 시장점유율 증가 가능성이 높음

Ⅵ. 연구개발결과의 활용계획

1. 파급효과

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 개선·보완을 해 나간다면 기존 운송시스템과 차별화된 신규 운송시스템으로 도로운송으로 이탈하는 벌크화물의 철도운송으로의 전환이 기대됨

o 또한 국내·외 및 물류 선진국의 표준 운송시스템으로 Benchmarking 대상으로 활용될 것이며, 향후 도로환경이 열악한 광물자원이 집중된 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

2. 활용방안

o 회전장치와 적재용기는 제작이 완료되어 성능시험평가를 받고, 시운전 및 시연 사업 중에 있음

o 이와 같은 연구성과를 바탕으로 실용화 및 사업화를 추진하기 위한 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 도입이 용이하도록 초기 투자비용은 최소로 하고, 환적프로세스는 신속하면서 간단하여 최소의 인원으로 조작이 가능하도록 제작하여 운영비용이 줄어들고, 전체적인 물류비용이 절감되도록 재무성 분석과 경제성 분석을 통해 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 실용화에 대한 방향을 제시하였음

S U M M A R Y

Ⅰ. Title of Study

The development of railway transshipment system with non-powered turntable

Ⅱ. Objective and Necessity of Study

Bulk freight which occupies approximately 30% of gross domestic freight transport is used as the raw material of major industries. Because bulk freight is transported in large amounts generally, the role of the echo-friendly railway is very important. But competitiveness of rail transport for bulk freight is gradually weakening due to problems such as the increase of transportation time and costs, and dust arising.

Moreover, although the total volume of bulk cargo is increasing, the amount of rail bulk transport is decreasing so, it is time to put more efforts to overcome these problems.

As a result, Railway transshipment system with non-powered turntable could be used to improve the logistics process of railway transportation.

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. Basic design
2. Detailed design & Prototype production
3. Improvement design & Prototype production
4. Trial run & Performance appraisal
5. Development of Removable container locking device
6. Research of Arm-roll truck to apply to this Research & Development
7. Usability review of Test bed
8. Patent technology trends survey

Ch. 3. Final research achievements & Applied results
1. Demonstration & Results for practical use
2. Business planning for practical use
3. Public relations activity for practical use

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 ····· 18
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. 무동력 회전장치 환적시스템 기술개발 현황 ····· 21
2. 기존 철도운송 기술과의 무동력 회전장치 비교 ····· 36

제 2 장 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 41

제1절 회전장치를 이용한 환적시스템 기본설계 ····· 41
1. 회전장치를 이용한 환적시스템 기본설계 ····· 41
2. 회전장치를 이용한 환적시스템 기본설계 성능검증(구조해석) ····· 65

제2절 회전장치를 이용한 환적시스템 상세설계 및 시제품 제작 ····· 78
1. 회전장치를 이용한 환적시스템 상세설계 ····· 78
2. 회전장치를 이용한 환적시스템 상세설계 성능검증(구조해석) ····· 110
3. 시제품(1차) 제작 및 설치, 시운전 ····· 124

제3절 회전장치를 이용한 환적시스템 개선설계 및 시제품 제작 ····· 140
1. 환적 시 예측가능한 문제 및 기존용기와의 차별성 분석 ····· 140
2. 개선설계 검토 내용 및 개선설계도 ····· 142
3. 개선설계에 대한 성능검증(구조해석) ····· 162
4. 시제품(2차) 제작 및 설치 ····· 192

제4절 회전장치를 이용한 환적시스템 시운전 및 성능시험평가 ····· 202
1. 회전장치를 이용한 환적시스템 시운전 ····· 202
2. 회전장치를 이용한 환적시스템 성능시험평가 ····· 207

제5절 탈부착식 컨테이너 록킹장치 개발 ····· 221
1. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 개발 개요 ····· 221
2. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 설계 ····· 222
3. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 설계 성능검증(구조해석) ····· 226
4. 화차 운행 중 탈부착식 컨테이너 록킹장치 작용하중과 볼트 설계하중 계산 ·· 231
5. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 제작 및 설치 ····· 237

제6절 환적시스템 응용기술을 위한 견인(암롤)차량 운영기반 조사 ····· 240
1. 조사 목적 및 내용 ····· 240
2. 견인차량(암롤트럭) 운영조사 내용 ····· 240
3. 암롤박스(적재용기) 운영조사 내용 ····· 245

제7절 테스트베드 활용성 검토 ····· 247
1. 테스트베드 현황 ····· 247
2. 회전장치를 이용한 환적시스템 테스트베드 사용 검토 ····· 253

제8절 특허기술 동향조사 ····· 257
1. 조사 개요 ····· 257
2. 특허분석 개요 ····· 257
3. Landscape 분석 ····· 261
4. 주요기술 심층분석 ····· 281
5. 추가 Needs 분석 ····· 288
6. 결론 ····· 291
7. 특기사항(정부 R&D 특허기술동향조사 우수과제 선정) ····· 291

제 3 장 최종 연구성과 및 적용실적 ····· 295

제1절 실용화 추진을 위한 시연사업 추진 및 결과 ····· 295
1. 무연탄 운송 시연사업 추진 계획(안) ····· 295
2. 석회석 운송 시범운송 추진 계획(안) ····· 301

제2절 실용화를 위한 사업계획 수립 ····· 303
1. 사업계획 수립 목적 ····· 303

2. 1차 목표시장 수립 ····· 306
3. 2차 목표시장의 설정 및 사업계획 수립 ····· 320
4. 2차 목표시장 경제성 분석 ····· 352
5. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용 가능 해외시장 조사 ····· 380

제3절 실용화 추진을 위한 사업홍보 활동 ····· 431
1. 수요처 현장조사 ····· 431
2. 컨테이너 물류거점 운영 조사 ····· 438
3. 지적재산권 확보 ····· 463
4. 연구개발 논문 ····· 464
5. 국내외 전시회 세미나 참가 홍보활동 ····· 465

제 4 장 연구목표 달성 및 효과 ····· 471

제1절 연구개발 최종목표 달성도 ····· 471
1. 연구개발 최종목표 달성도 ····· 471

제2절 연구개발 성과의 효과 ····· 473
1. 기술적 효과분석 ····· 473
2. 경제적 효과분석 ····· 474
3. 사회·환경적 효과분석 ····· 474

제 5 장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성 ····· 477

제1절 연구성과 향후 활용방안 ····· 477
1. 국가지원 관련 법령 검토 ····· 477
2. 연구성과 향후 활용방안 ····· 477

제2절 추가연구 필요성 ····· 478

제 6 장 참고문헌 ····· 479

[부 록]

1. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 성능시험 보고서
   가. 성능시험 평가 결과 보고서
   나. 붙임자료

2. 산업재산권에 대한 증빙자료
   가. 특허현황표
   나. 국내특허(등록완료)
   다. 국내특허(출원)

3. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 관련 게재 및 발표 논문
   가. 논문현황표
   나. 게재논문
   다. 발표논문

4. 특허동향조사 보고서
   가. 개요
   나. 특허기술 Landscape 분석
   다. 기술분야별 분석
   라. Landscape 분석 소결
   마. 심층분석
   바. 분석결과

제 1 장 연구개발과제 개요

제 1 절 연구개발의 배경과 목적

1. 연구개발의 배경

o “무동력 회전장치를 이용한 환적시스템”은 두 가지 운송수단(철도와 도로)을 연계하기 위한 시스템으로 문전수송이 가능하도록 고안한 일관수송시스템을 의미함

o 2012년 국가물류비는 151조 9,798억 원으로, 최초로 150조 원을 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 5,870억 원으로, 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 지구 온난화 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 및 실용화가 필요함

2. 연구개발의 목적

가. 철도물류 활성화

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 과제의 궁극적인 목적은 벌크화물의 철도 수송단계를 줄여 문전수송(Door to Door)과 적시수송(Just In Time)을 가능하게 하여 공로운송에 대한 경쟁력을 높여 철도물류 활성화에 기여하는데 있음

- 단계가 복잡해지는 근본원인은 도로운송 장비와 철도운송 장비 간 이적재시 별도의 장비가 필요하며 상하역 장비를 통해 화차에 적재하고 화물이 목적지역에 도착 시 하역장비를 통해 또다시 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

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템은 도로의 정체로 인해 화물자동차운송에 어려움이 가중되고 있고 철도화물수송이 벌크 화물의 중요 운송수단이 되어야 함에도 불구하고, 화주가 철도로 수송할 경우 철도운임 이외에도 집·배송 비용과 상하차료 등의 부대비용을 지급해야 하는 구조적인 문제로 화물자동차와 비교해 볼 때 철도수송의 장애요인으로 작용하고 있어 도로수송의 기동성과 철도의 대량수송의 장점을 결합함으로써 문전수송(Door-to-Door)이 가능하도록 상하역 절차를 간소화하여 물류의 효율성을 높일 것으로 기대됨

다. 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 113,310억 원, 철도의 대기오염 비용은 2,865억 원으로 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 2,806억 원, 화물 2,789억 원으로 연간 5,595억 원의 에너지 소비 절감효과가 있음. 또한, CO_2 배출 저감액은 여객 143억 원, 화물 166억 원으로 연간 309억 원의 CO_2 배출 저감효과가 있으며, 여객과 화물에서 철도수송 분담률 1% 증대 시 연간 5,904억 원의 에너지 소비 절감 및 CO_2 배출 저감효과가 있음

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

구 분		무 개 화 차	회전장치를 이용한 환적시스템
적재(량당)	용 량	50ton	50ton(20ft 2개)
	소요시간	약 5분	약 6분(2개)
철도 운송시 비산먼지 방지방법		표면경화제 사용	용기에 부착되어 있는 덮개사용
하화(도착역)	PROCESS	화차 하차 및 덤프 상차	직접 환적
	소요시간	무개화차 1량당 약 60분	1량(2개) 당 약 20분
셔틀 운송		자동덮개+추가덮개 작업 필요 (추가작업 후에도 비산먼지 발생)	적재완료 후 덮개를 덮어 소요시간 없음 (비산먼지 미연에 방지)
하화(최종목적지)		일반 덤프트럭 이용	암롤트럭 이용(덤프트럭과 시간 및 방식 유사)
환경적 측면		비산먼지로 인한 민원 발생	비산먼지 발생 억제 (민원 방지 및 깨끗한 역환경 유지)
전체 프로세스 소요시간 비교		-	도착역에서의 하화시간 → 량당 40분 단축

<기존 철도운송 프로세스와 본 과제 적용 시 운송 프로세스 비교>

제 2 절 연구개발의 필요성

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 과제는 도로수송의 기동성과 철도의 대량 운송 장점을 결합함으로써 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 장비 간의 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, 운송 완결성 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템은 이러한 철도화물 수송체계의 문제점을 해결하기 위한 수단으로 등장하였으며, 접근성 개선을 통한 문전수송, 유연성 증대를 통한 시간절감을 통해 수송비를 절감할 수 있으며, 종국적으로 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 기

술이나 시스템을 고가의 기술이전비를 들여 수입하여야 하는 사태가 발생할 수 있고, 이러한 기술적 후진성으로 발생하는 경제적·기술적 손실 및 국가적 손실 그리고 기술 잠식을 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

o 본 과제는 잦은 환적과 환적 시 발생하는 비산먼지로 인한 민원 발생 등의 문제와 물류거점화 정책에 따른 화물취급역의 감소에 따라 점차 수요가 줄고 있는 벌크화물의 철도운송을 활성화 하기 위하여 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 개발하여 환적 시 발생하는 비산먼지를 감소하고, 환적시간도 줄여 벌크화물의 철도운송 경쟁력을 높여 철도물류를 활성화하는 것을 목표로 하고 있음

3. 사회·환경적 측면

o 1차 지속가능교통물류기본계획에 따르면 2020년까지 교통부문의 온실가스를 BAU(온실가스 배출 전망치) 대비 34% 감축, 즉 총 3,682만 톤의 CO_2 배출량을 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 발생하는 도로혼잡 및 교통사고 발생 비용을 철도수송으로 전환함으로써 사회적 편익을 발생

제 3 절 연구방법 및 범위

1. 연구방법

o 본 연구는 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 연구로 크게 무동력 회전장치 개발, 적재용기 개발, 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 총 3가지의 시제품 및 시스템을 개발하였음
- 국내외 연구보고서 및 논문 등을 통한 문헌조사와 인터넷을 통해 관련 자료를 수집 분석 하였음
- 회전장치 및 적재용기는 기본설계를 거쳐 상세설계 및 구조해석을 실시하였고, 시제품을 제작하였음
- 개발된 시제품은 시운전을 통해 문제점을 보완했음

o 그리고 명확한 사업모델을 제시하여 연구개발의 효과를 극대화하고자 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 실용화 모델을 분석하였음

2. 연구범위

o 친환경 운송수단으로서 철도의 기능이 확대가 기대되고 있지만, 한국철도공사의 경영합리화 정책에 따라 물류 취급역은 줄어들고 기존의 벌크화물 철도운송 프로세스의 단점(환적에 따른 시간 및 비용문제)에 따라 벌크화물 처리 물동량은 줄어드는 추세임

o 이에 따라 벌크화물 철도운송의 활성화를 목적으로 기존의 벌크화물 운송 프로세스를 단축해 도로와 철도 간 화물 환승을 자유롭게 함으로써 도로운송으로 이탈된 벌크화물의 철도운송으로의 전환을 돕기 위한 연구를 시행함

o 본 연구는 벌크화물 철도운송 활성화를 위한 대안으로 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 개발하고자 하며 크게 무동력 회전장치, 적재용기, 기존의 장비(암롤트럭)을 이용한 환적시스템을 개발하고자 함

o 본 연구의 구성을 살펴보면 다음과 같음
- 제1장에서는 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 과제의 배경과 목적에 대해 설명하고, 관련기술의 사례조사 결과를 기술하였음
- 제2장에서는 회전장치를 이용한 환적시스템에 대한 기본설계, 상세설계 및 구조해석, 시제품 제작 및 설치, 시운전 및 성능시험 평가, 탈부착식 컨테이너 록킹장치 설계 및 제작에 관한 내용을 기술하였음
- 제3장에서는 연구성과 및 적용실적에 관한 내용(시연사업, 지적 재산권 확보, 논문

발표, 세미나 참가)등의 내용을 기술하였음
- 제4장에서는 연구목표의 달성도 및 효과에 대한 내용을 기술하였음
- 제5장에서는 연구개발 결과의 활용계획에 대한 내용을 기술하였음

제 4 절 관련분야의 기술개발 현황

1. 무동력 회전장치 환적시스템 기술개발 현황

가. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템

o 무동력 회전장치 환적시스템은 회전장치를 철도의 화차에 탈·부착하는 특수 구조의 설비를 이용하여 화물(적재용기)을 환적하는 시스템으로 적재용기는 암롤박스를 사용하며 암롤트럭으로 들어 올려 화차에 상·하역 하는 방식

o 화차에 탈·부착되는 특수 구조의 무동력 회전장치 시스템은 현재 유럽내의 내륙운송에 적합한 모델로 개발되었으며 특히, 스위스의 Tuchschmid사, 스웨덴 Kockums사 등에서 개발 및 운영 중에 있음

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템은 해외에서는 ACTS(Abroll Container Transport System = roll-on roll-off Transport System)이라 하고 있음

(1) 해외운영사례 조사목적

o 본 사례조사는 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과 관련하여 현재 개발 및 상용 운행 중인 회전장치에 대한 문헌 조사 등을 통한 Benchmarking 및 자료의 수집에 그 목적이 있음

o 인터넷 및 문헌조사를 통해 해외 운영사례 자료 수집을 통하여 과제 시제품인 무동력 회전장치, 무동력 회전장치가 부착된 화차 등의 제품에 관한 벤치 마킹을 통하여 한국형 무동력 회전장치 환적시스템의 개발을 위함

(2) 주요기술 사전조사

(가) Turntable Freight Wagon

o The turntable wagon이라고도 불리며, 문전수송이 가능하며, 트럭 운전사가 시스템 조작이 가능함

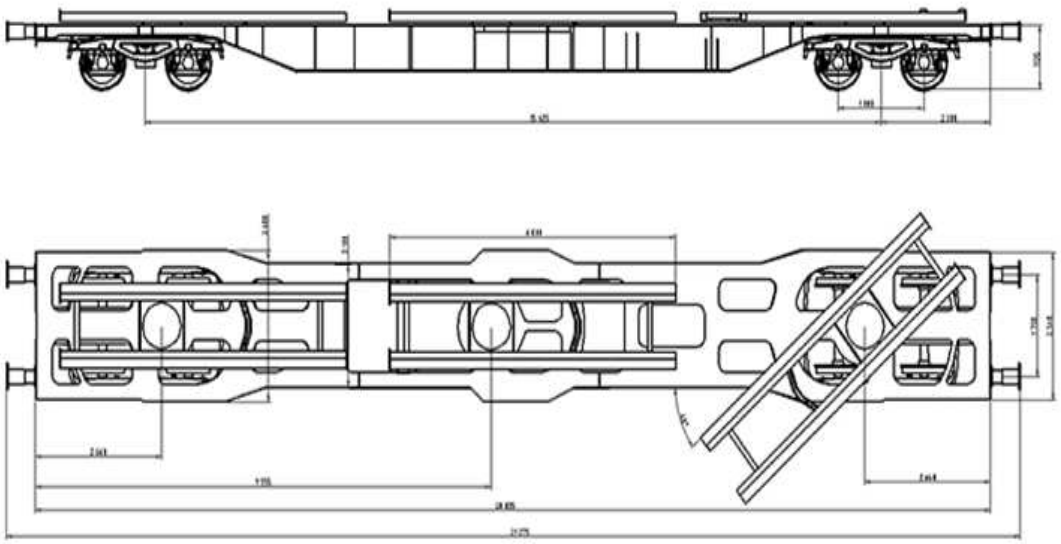
o 기존의 환적장비 (T/T, Y/T)가 필요 없음

o 화차 한 량당 세 개의 턴테이블이 장착되어 있으며, 최대 적재 하중은 25톤까지 가능하며, 적정 적재 중량은 22톤임

o 자체 적재용기를 사용

o 암롤트럭으로 적재용기를 들어 올려 화차의 턴테이블에 옮겨 실어 인력으로 턴테이블을 돌려 화차의 위치와 평행하게 맞춰 고정함

o 턴테이블 화차의 제원은 다음과 같음



< Turntable Freight Wagon 단면도 >

o Turntable Freight Wagon 제원

<Turntable Freight Wagon 제원>

항 목	제 원
차체 중량	27ton
제한 중량	63ton 73ton Turntable – 22ton (1개)
화차 최대 속도	22.5ton / 120km/h 25ton / 100km
화차 길이	21,275mm
대차와 대차 사이의 길이	15,435mm
화차 높이	1,020mm
차륜지름	920mm
최소회전반경	75m
샤시 높이	1,135m 턴테이블 빔까지 높이 – 1,350mm
대차	Y25-TTV

o Turntable Freight Wagon 사진 자료



<Turntable Freight Wagon 사진 자료 >



< Abroll 차량을 이용한 컨테이너 환적 >



< Turntable Freight Wagon >



< Abroll Container Transport System >



< Abroll Container Transport System >

o Abroll Container Transport System은 무동력 및 동력용으로 설정하여 장착할 수 있으며, 동력용 중에서 roll off flat 위에 탱크 배터리가 달린 트럭을 탱크 트럭이라 함





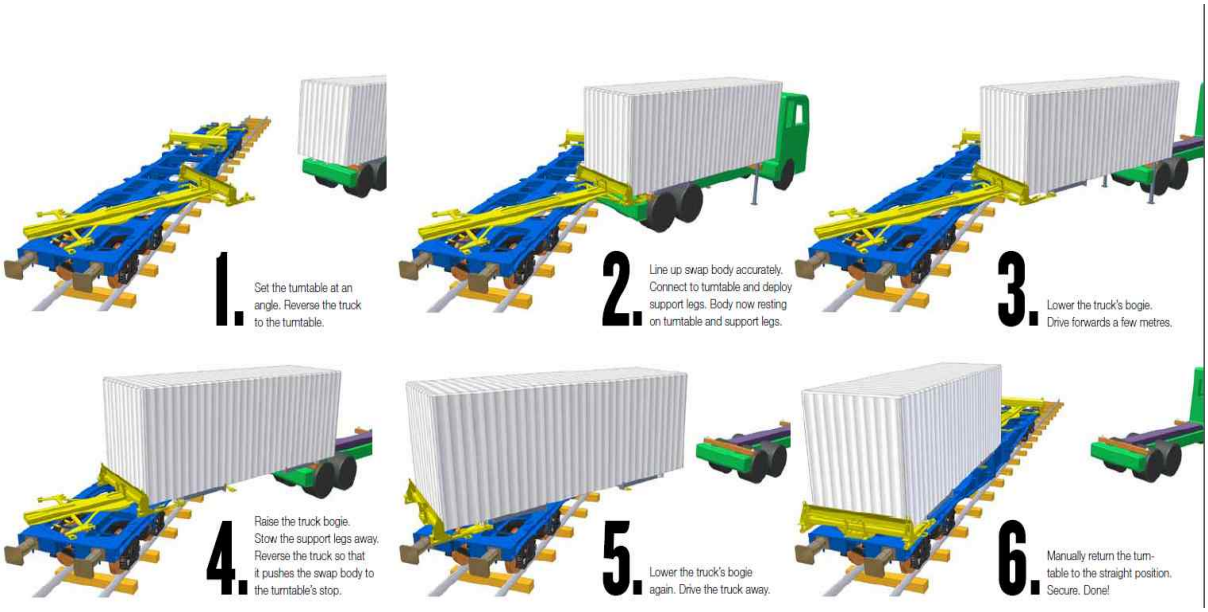
(나) RoRo Rail (intermodal wagon for swap bodies)

o 문전수송이 가능하며, 트럭 운전사가 조작이 시스템 조작이 가능하며, 기존의 환적장비 (T/T, Y/T)가 필요 없음

o 화차 한 량 당 두 개의 턴테이블이 장착되어 있으며, 최대 적재 하중은 22.5톤까지 가능

o 자체 적재용기(Swap body)를 사용

o RoRo Rail의 프로세스는 다음과 같음



1. 턴테이블의 앵글을 맞춘 후, 트럭을 턴테이블 쪽으로 후진
2. 컨테이너 (스왑 바디)를 턴테이블과 연결 후 컨테이너에 장착되어 있는 서포트 레그를 지면에 지지
3. 트럭의 차축을 낮춘 후, 몇 미터 앞으로 전진
4. 트럭의 보기를 높인 후, 지면에 지지했던 서포트 레그를 컨테이너 안으로 넣은 다음 컨테이너 뒤쪽과 연결된 트럭이 후진하여 컨테이너를 턴테이블 안쪽으로 밀어 넣음
5. 다시 트럭의 차축을 낮춘 후, 트럭은 앞으로 전진 함
6. 트럭이 빠져나간 후, 수동으로 턴테이블을 밀어 화차와 평행하게 맞춰 고정함

o Turntable Freight Wagon 제원

<Turntable Freight Wagon 제원>

항 목	제 원
차체 중량	23.5ton
제한 중량	66.5ton Turntable – 16ton (1개)
화차 최대 속도	100km
총 화차 길이	17,620mm
적재 길이	16,380mm
대차와 대차 사이의 길이	12,180mm
화차 높이	1,206mm
차륜지름	920mm
궤간	1,435mm
최대 컨테이너(스왑바디) 중량	16ton
컨테이너(스왑바디) 길이	7,150mm, 7,450mm or 7,820mm
대차	Y25-TTV

o RoRo Rail (intermodal wagon for swap bodies) 사진 자료



(다) Flexi-waggon

o Flexiwaggon은 어떤 화차에 대하여 대형트럭이나 버스, 차, 컨테이너를 결합시킬 수 있는 인터모달 운송에 사용되는 장비이며, 각각의 화차에는 필요한 장비가 통합적으로 갖추어져 있으며 Flexiwaggon은 최대 120km/p.h.의 속도로 운송이 가능함



<Flexiwaggon 운행사진>

o 개별적인 wagon의 양적하에는 10-15분 정도가 소요되며 운전기사가 직접 철도에서 자신의 트럭에 화물을 상차 및 하차시킬 수 있음





<Flexiwaggon 환적사진>

o 양적하 작업은 별도의 철로선이 필요하지 않으며 기존 철로에서 수평적으로 상하차 작업이 가능한 편리성이 있음

o 양적하 작업은 원론적으로 지반(firm base)이 견고하여 차량이 양적하의 무게를 충분히 견딜 수 있는 곳에서는 어디에서나 시행이 가능함

o 대형 트럭이 정차 후 Cradle의 양쪽 끝이 열리며 회전은 왼쪽과 오른쪽 모두 가능함

o 대형트럭은 전후 상관없이 wagon에 drive on, off 할 수 있음

o wagon의 중량은 기존의 wagon과 같으나 Flexiwaggon은 유사한 상황에 44톤을 적재할 수 있는 기존의 것과 달리 50톤까지 적재할 수 있음

o Flexiwaggon은 철도를 무난하게 통과할 수 있는 저층상 구조로 많은 양을 적재할 수 있는 장점이 있음

o 오늘날 환경에 대한 관심이 증대되고 기후 변화는 미래에 상품을 운송하기 위한 가장 큰 과제 중 하나라고 할 수 있으며 탄소 배출의 근본적인 감소는 EU의 과제뿐만 아닌 세계의 여러 나라들에도 그 관심이 증가하고 있음

o 운송 분야에서 탄소 배출이 상당한 비중을 차지하고 있기 때문에 철도를 기반으로 한 운송의 확대가 필수적이며 철도운송에 대한 시장의 요구가 전 세계적으로 커지고 있지만 각 나라에 대한 상황은 다를 수도 있음

o 캐나다와 USA와 호주와 같은 나라와 EU의 나라들은 기본적인 개념으로 장거리를 위한 철도운송과 단거리에서의 대형트럭을 사용하는 것인데 이것은 운송 경제와 환경적 문제에 관해서 가장 최고의 선택으로 간주되고 있음

o 그러나 인도, 러시아, 중국과 같은 나라의 경우에는 도로 기반시설이 너무 제한되어

있기 때문에 철도운송을 위한 필요성이 일반적으로 매우 높음



o Jan Eriksson은 철도운송 시에 발생하는 양적하 작업상의 장시간화, 비용문제 등을 해결하기 위하여 Flexiwaggon을 개발하고 도입하였음

o Flexiwaggon의 특징은 철도터미널에 추가적인 건설 없이 도로와 철도를 연계시키는 유연한 시스템이며 간단한 버튼조작으로 운전자는 상품을 양적하 할 수 있고 철도운송은 일정에 따라 운행할 수 있음

(라) Swap body, Lift Tank

o “Swap Body" Container는 유럽 역내에서 일반 컨테이너와 함께 육상운송을 위해 빈번하게 이용되며 해외 운송이 아닌 오직 유럽 역내의 지역적인 도로/철도 운송을 위해 사용되는 컨테이너를 말함

o 스왑바디는 세미 컨테이너로서 일반적으로 아랫부분에 ISO Corner Castings를 가지지만 상단 부분에는 선택적 채용이 가능함

o 상단 부분에 ISO Corner Casting이 있는 스왑바디라면 다중 적재가 가능하나 대부분의 스왑바디는 다중 적재가 불가능함

o 사이즈는 보통 유럽 역내 컨테이너와 같이 길이 7.15m, 7.45m, 7.82m, 13.6m 등으로 구분되며, 대부분은 2.5m 또는 2.55m 너비로 유럽식 팔레트의 폭을 활용할 수 있게 되어있음

o Open-sides는 스왑바디와 함께 일반적으로 쓰이며 이러한 컨테이너들을 일반적으로 “Curtain-sides" Container이라고 함

o “Lift tanks"는 스왑바디와 유사하지만 상단 부분에 ISO corner castings를 부착하지 않음

o 대부분의 스왑바디들이 Top lifting casings를 가지고 있지 않기 때문에 하단 부분에 위치한 Castings를 이용하여 측면으로부터 이·적재를 실시함



< Courtesy of Gerald Fresse사의 Swap Body >

(3) 철송 환적 시스템 관련 제조회사

(가) Pegasus

o roll off 컨테이너는 21세기 물류를 위한 다 기능적 운송방식과 저장 탱크 시스템을 가지고 있는 Pegasus 생산라인으로부터 기원함

o 운송, 환적, 보관 시에 화물의 안전성을 고려하여 유럽 팔레트 규격과 부피를 고려한 Swap Body 및 Lift Tank Container를 생산하여 공급함

o roll off Lift Tank Container 기본사양

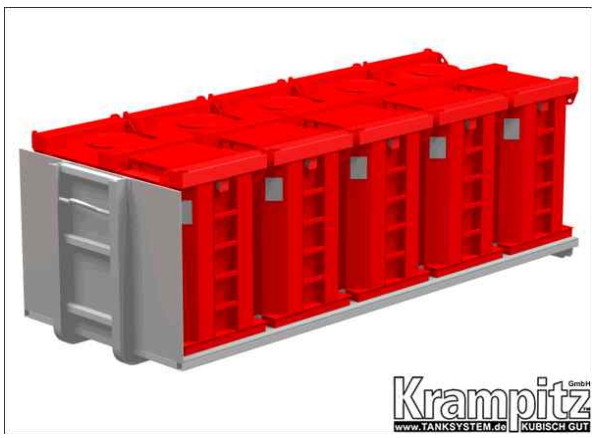
- gross volume : 7,500ltr.
- total measurement
  * total length : max. 3,750㎜
  * total width : max. 2,500㎜
  * total height : max. 1,140㎜
- weight:
  * deadweight with joist : approx. max 3,500㎏
  * permissible maximum weight at least : 10,000㎏
  * payload approx. : 6,500㎏
- material :

* interior tank : steel S235 JRG2
* exterior tank : stainless steel 1.4301(V2A)

o 표준장비

- VL-H2형 누수탐지기 부착
- 7핀형 plug connection (화주 요구 시 공급)
- 탱크 상부 및 주요부문의 충격 방지장치
- 스테인리스 스틸 재질의 뚜껑 덮개
- 연료 측정 장비
- DN 25 환풍 시스템
- filling nozzle
- extraction nozzle
- swivelling arm for hose
- 1 piece 1"-male part of coupling, type Gossler SCV 25 Ms with cover 1" for mobile fueling
- baffle plates for v=50km/h
- 하역펌프 (전기식, 최대펌프용량 250-300l/min), pipe 작업용 230V/50Hz 전원플러그, 10m용 cable reel
- 유량계
- pipe 작업용 덮개
- 과충전방지 및 반전밸브, 보정앵글 등







(나) Alena Dornakova

o 각종 운송형태에서 요구되는 다양한 컨테이너를 제조하는 회사이며, 철제 컨테이너의 경우 DIN 30722에 의거하여 제작하고 있으며 고객이 요구하는 사양과 크기, 형태로 제작을 하고 있는 Czech Republic 소재의 회사임



(다) Rainbow Container GmbH

o Rainbow Container 기본사양

<Rainbow Container 기본사양>

Type		Length	Width	Height	Max. Total weight
WB_715	outer inner	7,150mm 7,010mm	2.500mm 2.480mm	2.750mm 2.525mm	16.000 kg
WB_745	outer inner	7,450mm 7,310mm	2.500mm 2.480mm	2.750mm 2.525mm	16.000 kg
WB_782 Jumbo	outer inner	7,820mm 7,700mm	2.500mm 2.480mm	3.150mm 2.950mm	16.000 kg






(라) DYBAS

o Abroll-Container Transport-Service (ACTS)용 운송장비 제작회사



o 기본사양

- 범퍼 간 거리 : 19,900mm

- 대차중심 간 거리 : 14,860mm
- 용기 전장 : 18,500mm
- 용기 전폭 : 2,974mm
- 용기 면적 : 51,3m²
- 용기 전고 : 2,495mm
- 대차 높이 : 1,260mm
- 최고 속력 : 120 km/h
- 최대적재중량 : 53.5t
- 자체중량 : 26,500kg
- 대차 회전축 : 664 \\ Y 25 Lsd
- 차륜지름 : 1,800mm
- 축 제동장치 : KE-GP-A
- 회전반경 : 35m
- 최초 제작연도 : 1991







o 기본사양

- 범퍼 간 거리 : 20,190mm
- 대차중심 간 거리 : 14,200mm
- 용기전장 : 15,800mm
- 대차 높이 : 4,030mm
- 최고속도 : 120km/h

- 동력 : 4 × 265 kW
- 최대적재중량 : 32.0t
- 자체중량 : 42,500kg
- 축 제동장치 : MRP pn P-A D
- 최초제작연도: 1996

(마) palfinger truck











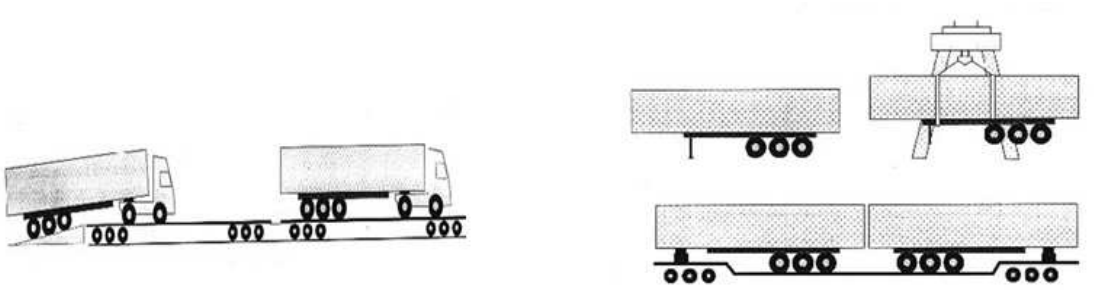


2. 기존 철도운송 기술과의 무동력 회전장치 비교

o 선진국 철도물류수송 시스템으로는 다음과 같이 Piggyback, Bimodal, 화차 회전형, 수평이적재형, Swap Body로 나눌 수 있으며, 화차 회전형은 다시 Modalohr, Cargo Speed, Flexiwaggon으로 분류할 수 있고 수평이적재형은 Cargo Beamer와 Cargo Domino로 분류되며, Swap Body형은 Turntable Freight Wagon, RoRo Rail (intermodal wagon for swap bodies)로 분류할 수 있음

(가) Piggyback 시스템

o Piggyback 시스템은 도로수송용의 트레일러를 그대로 철도의 평장물차에 신고 수송하는 시스템으로 자동차의 기동력과 철도의 대량 안전수송을 결부시킨 복합수송방식으로서 미국철도에서 처음으로 채택되었다. 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



<Piggback 수송의 수평, 수직 상하역 방식>

(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 개발되었다. 이 시스템은 Piggyback과 달리 화차가 필요하지 않고 철도수송과 도로수송을 직접 연결할 수가 있으며, 철도터미널에 대형의 하역기계가 필요치 않은 이점이 있고, 불소켓식의 특수연결기에 의해 차량 간의 신축이 없고 차체지지 장치의 개선으로 화물의 손상방지와 연료효율의 향상이 가능하다. 이처럼 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 더 높은 신뢰성을 갖고 이송차량은 회전시스템이나 실린더가 불필요하며 아주 간단한 기계적 조립이 가능하며 또한 유지보수가 쉬우며 경제적이다. 터미널 내의 정비기지에서 유지보수가 이루어지므로 시스템 관리 차원에서도 효율적이며, 컨테이너와 유사하지만, 보다 경량구조이며 제작비가 저렴하여 복합수송에 적합한 Unit load임





<Modalohr 시스템 그라운드 및 터미널>

(라) Cargo Speed 시스템

o Cargo Speed 시스템은 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 구조이다. 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 분리시킨다. Pop-Up이 회전하여 트럭은 트레일러와 결합하고, 대기하던 트럭이 진입하여 적재한 후 트랙터는 분리 이전 작업을 반대로 수행한 후 열차는 출발함


(a) Wagon


(b) Wellfloor


(c) Pop-Up

<Cargo Speed 시스템의 구성요소>

(마) Flexiwaggon 시스템

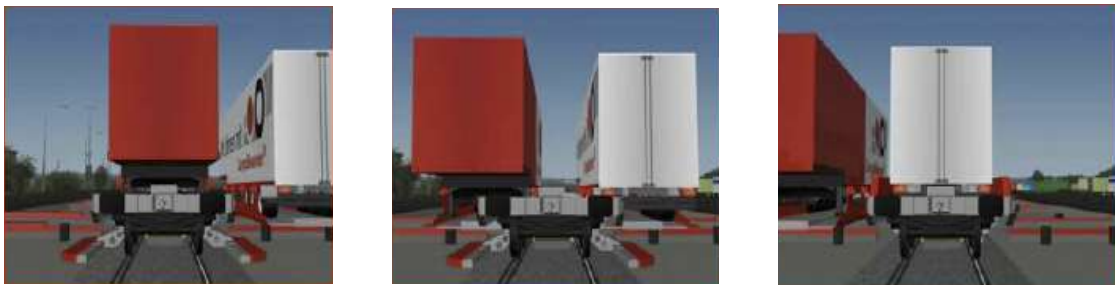
o Flexiwaggon 시스템은 모달로와 유사한 화차 일부분이 회전하여 트럭 자체를 이·적재하는 방식으로 화차는 앞부분의 대차와 가이드를 따라 분리되며 뒷부분의 화차를 축으로 회전하게 되어 있다. 회전된 화차에서 도로방향으로 가이드가 나와 화차를 지지하여 회전되며 회전된 화차의 받침대가 아래 방향으로 돌출하여 화차전체를 지지하고 화차에서 도어 개방 및 가이드가 내려와 트럭 진입 및 반출을 수행



<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 구동된다. 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 이루어질 수 있음



<Cargo Beamer>

(사) Cargo Domino 시스템

o Cargo Domino 시스템은 스왑바디 형식의 카세트(Cassette) 장치가 요구되며 이를 수평으로 이동시킬 수 있는 장치가 요구되고 트레일러 샤시 및 화차에 모두 설치되어야 한다. 트럭은 화차 측면에 정차하게 되고 롤러형식의 컨베이어 장치 및 스왑바디 형식의 장치가 요구되며 적용을 위해서는 트레일러 구조 전체 변경 및 추가 장치 등이 요구된다. 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 격 순으로 2회 이상의 이적재 시간이 요구





<Cargo Domino 시스템>

(아) Swap body 시스템

o Swap body 시스템은 탈착식의 트럭 하대에 실려 도로 상에서는 트럭에 적재하여 운영되지만, 철도에서는 컨테이너 화차에 의해 수송된다. 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



<Swap body와 이송차량>

<무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 기술과 기존 철도운송기술과의 비교>

구분	Piggyback	Bi-modal	Modalohr	무동력 회전장치를 이용한 환적시스템
차량한계저촉여부	×	O	O	O
현 화차 활용가부	O	△	×	O
기존 트레일러 활용가부	O	△	O	O
하역시간	늦음	늦음	빠름	보통
운영비	높음	높음	보통	보통
초기투자비용	보통	보통	높음	높음
유지보수비	낮음	보통	보통	낮음
물류비	보통	낮음	보통	낮음

제 2 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 회전장치를 이용한 환적시스템 기본설계

1. 회전장치를 이용한 환적시스템 기본설계

o 현재 우리나라는 세계 무역 규모는 8위(2010년 기준), 화물 물류 시장규모는 119조(2010년 기준)이며 점차 증가하고 있음. 그러나 국내의 경우 화물수송이 공로에 편중되어 있으며, 공로 위주의 화물수송은 도로의 혼잡을 가중시켜 혼잡에 따른 각종 사회적 비용을 발생시키고 있음

o 철도기술연구원의 보고(2009년)에 따르면 기존의 공로 위주의 화물 수송을 철도운송으로 1%만 대체 할 경우 연간 3,000억 원의 절감 비용이 발생할 것으로 예측됨. 따라서 저탄소 녹색 성장, 물류 효율화, 물류비용 절감을 위하여 철도 환적 시스템에 대한 관심은 점차 증대되고 있음

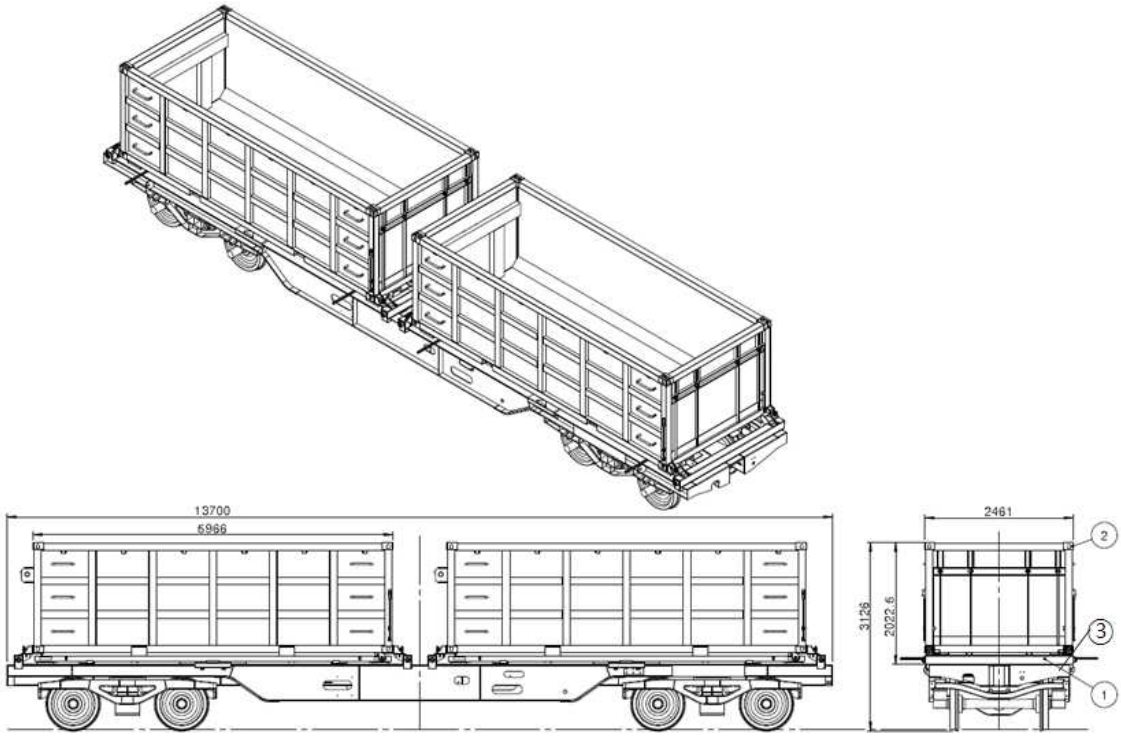
o 그러나 현재 국내의 철도 환적 시스템은 대부분 컨테이너 야드 및 크레인을 갖춘 대형 역사에서만 환적을 할 수 있음. 따라서 소규모 역사에서 환적은 거의 불가능함. 그러나 선진국에서는 Piggyback, Bimodal을 통한 수평이적재형, 화차회전 이적재형, 회전장치를 이용한 수송 시스템 등을 통해 효율적인 환적 시스템을 구축하고 있음. 이중 회전장치를 이용한 환적시스템은 주로 무동력 형태로 개발이 진행되고 있음. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템은 아래 그림과 같이 화차에 탈부착 되는 특수한 구조의 회전장치로 화차와 트레일러 간 별도의 구동장치를 필요로 하지 않는 시스템을 뜻함





가. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 구성 및 설계 요구사항

o 무동력 회전장치 환적 시스템은 아래의 <무동력 환적 시스템의 구성>과 같이 화차 위에 체결되는 ①무동력 회전장치 ②적재용기(암롤 박스), ③화차로 구성됨. 각각의 설계 요구 사항은 아래와 같음



<무동력 환적 시스템의 구성>

(1) 무동력 회전장치 설계 요구사양

- o 화차에 설치 후 적재용기 적재 시 인력으로 회전이 가능한 구조
- o 견인장치를 이용한 전용용기의 수평이적재가 용이한 구조
- o 회전장치는 각도 45° 이상, 높이 약 150mm 이하로 가능한 낮은 구조
- o 최대 적재중량(약 32톤)이 Slide 하는 방식에 견디는 튼튼한 구조
- o 화차에 탈부착이 가능한 구조
- o 회전장치의 원활한 회전과 지지를 동시에 할 수 있는 회전베어링 설치

(2) 적재용기(암롤박스) 설계 요구사양

- o 길이 : DMT 화차에 적재용기 2대 설치, 회전반경을 고려하여 설계
- o 폭 : 표준 컨테이너 사양 (2,437mm)
- o 높이 : 최대적재중량 등 용적률을 고려하여 설계
- o 최대적재중량 : 28,000kg
- o 회전장치와 상호 작용하는 하부구조(Slide에 용이하도록 롤러 부착)
- o 덤프 하역이 가능한 개폐 구조 및 덮개 기능

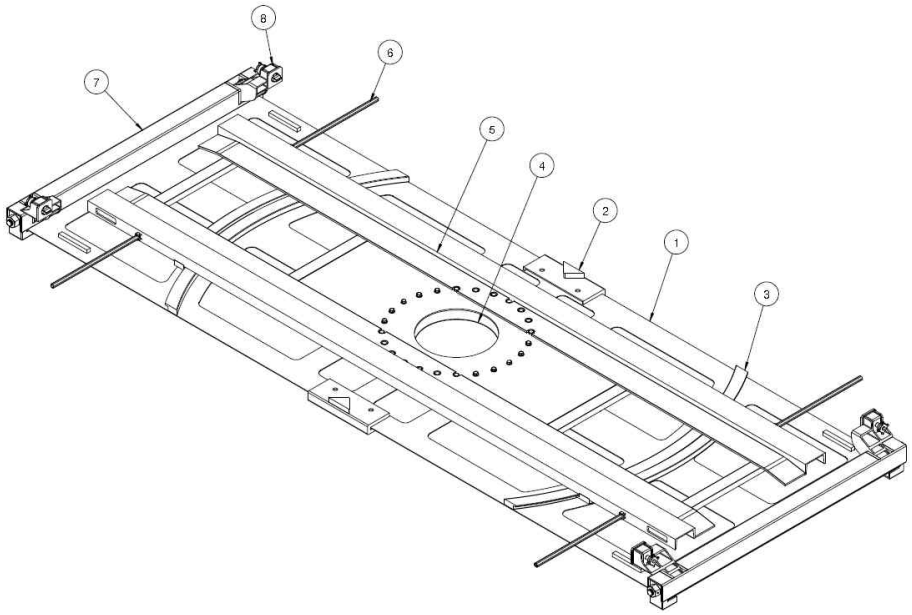
(3) 무동력 회전장치가 탈부착 가능한 화차 설계 요구사양

- o 화차의 고속주행(120km/h)에도 회전장치 및 적재용기를 안정적으로 고정할 수 있는 고정장치가 있는 구조
- o 화차에서 트럭으로 수평이적재 시 회전장치를 안정적으로 고정할 수 있는 고정장치
- o 회전장치가 탈부착이 가능한 구조
- o 화차 1량에 회전장치 2개 설치 설계(화차 1량당 적재용기 2개 운송)

나. 기본 설계 내용

(1) 무동력 회전장치

o 무동력 회전장치의 제원은 크기 W2,455mm × H144.5mm × L6,600mm이며, 중량은 1,650kg으로 설계됨. 무동력 회전장치의 설계안의 주요 구성은 아래 <무동력 회전장치 설계안의 주요 구성>에, 구성 부품에 대한 기능 및 역할은 아래 <무동력 회전장치 구성품>에 표기하였다.



<무동력 회전장치 설계안의 주요 구성>

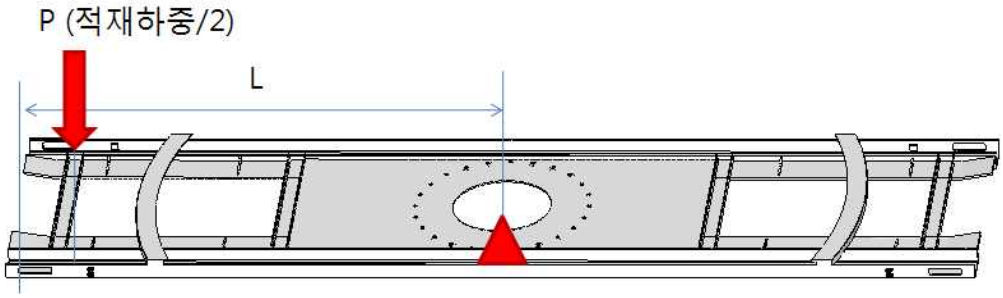
<무동력 회전장치 구성품>

번호	명칭	기능 및 역할
1	베이스	- 모든 부품을 장착할 수 있는 구조로 설계되었으며, 각 부품은 화차, 회전장치, 적재용기(암롤박스)를 일체형으로 고정할 수 있도록 설계 - 중간 브라켓, 고정 장치에 의하여 화차와 고정하게 되어있어, 화차와의 탈부착이 용이
2	중간 브라켓	- 베이스의 좌우에 설치되어 화차와 고정
3	TURNTABLE RAIL	- 적재용기(암롤박스) 상하차 시, 상하차 방향에 가해지는 하중을 반대편에서 잡아주는 역할
4	TURNTABLE BEARING	- 무동력으로 TURNTABLE을 회전할 수 있도록 하여 다른 하역장비 없이 적재함을 상하차 할 수 있도록 함
5	적재용기(암롤박스) RAIL	- 적재용기(암롤박스)가 회전장치의 정확한 위치에 상하차 될 수 있도록 함
6	TURNTABLE HANDLE	- 화차운행 중에는 접고, 적재함 상하차 시에는 펼 수 있는 구조 - 적은 힘으로 회전 장치를 움직일 수 있는 역할
7	고정 장치	- 양 끝이 나사로 되어있는 봉을 내장하여 브라켓과 결합 베이스를 화차에 고정 - 좌우 일체형으로 되어있어 좌우 균형 있는 고정 - 양 끝에는 컨테이너 고정 CORN을 설치 - 고정 장치는 베이스 앞뒤에 설치되어, 적재함을 고정하므로 화차, 베이스, 회전장치, 적재함을 전체적으로 고정하는 주요한 역할 수행 - 베이스 앞뒤에 설치되어 있으므로 화차운행에서 급가속 및 급정차 시 적재 용기(암롤박스)를 안전하게 고정
8	LOCKING CORN	- 표준 컨테이너 화물차의 LOCKING CORN으로 화차 운행 시 적재함을 고정

o 무동력 회전장치는 상부에는 적재용기(암롤박스)를 지지하며, 하부에는 화차에 탈부착이 용이 해야 함. 회전장치의 주요 구성품 중 적재용기(암롤박스) RAIL은 상부의 적재용기(암롤박스)의 하중을 충분히 견딜 수 있도록 충분한 강성을 지녀야 하며, TURNTABLE BEARING은 적재용기(암롤박스) RAIL 및 적재 용기(암롤 박스)의 하중에 대하여 충분한 구조 신뢰성을 확보하여야 함

o 따라서 적재용기(암롤박스) RAIL 설계 시 최대 처짐량의 제한을 두어 설계를 수행하였음. 아래의 <적재용기(암롤박스) RAIL의 강성 계산을 위한 FBD>은 적재용기(암롤박스) RAIL의 단면 계수를 설정하기 위한 가정 조건을 보여주고 있음

o 적재용기(암롤박스) RAIL은 최대 적재 하중에 대하여 강도 확보뿐만 아니라, 구조물 및 TURNTABLE BEARING의 신뢰성을 확보하기 위하여 충분한 강성을 확보하여야 함. 이러한 강성 확보를 위하여 최대 처짐량의 제한을 두고 단면계수를 계산하여 적재용기(암롤박스) RAIL의 최소 단면 계수를 정의하여 설계를 수행하였음



<적재용기(암롤박스) RAIL의 강성 계산을 위한 FBD>

o 위 <적재용기(암롤박스) RAIL의 강성 계산을 위한 FBD>에서 볼 수 있듯이 적재용기(암롤박스) RAIL을 Cantilever로 가정하고, TURNTABLE BEARING 중심을 고정단으로 가정하고, 적재용기(암롤박스)의 최대 적재하중(자중 4,300kg + 최대 적재량 28,500kg)의 1/2이 작용한다고 가정하였음. 설계를 위한 최소 단면 계수의 정의는 식 1을 기반으로 계산하였음

$$I = \frac{PL^3}{6E\delta} \qquad \text{(식 1)}$$

여기서,

I : 단면 계수,

P : 작용 하중,

E : Modulus of Elasticity

o 또한, 신뢰성 높은 TURNTABLE BEARING의 선정을 위해 목표 수명 및 신뢰도를 고려하여 베어링을 선정하였음

$$C = P\left(\frac{L_r}{10^6 a}\right)^{1/3} \qquad \text{(식 2)}$$

여기서,

C : 기본 하중 계수

P : 베어링 Radial 하중

Lr : 목표 수명

a : 수명 조정 계수

o 고정 장치는 화차에 컨테이너를 적재한 상태에서 주행 시 발생하는 하중에 대하여 충분한 강도를 확보하여야 함. 따라서 화차에 작용하는 하중을 분석하고 적용하는 과정을 수행하였음. 화차가 거동하는 작용하중은 크게 급제동, 급출발, 급선회 조건으로 작용함. 화차 거동 변화에 따른 발생 하중은 급출발보다는 급제동 시가 더 큰 가속도를 가지며, 화차의 최고속도가 150Km/h이고 비상제동 거리가 600m(철도차량 핸드북 P299 참고)[1]임. 선회(좌선회, 우선회) 시의 최소 곡선반경은 600m로 하였음(철도차량

핸드북 P9 참고). 급제동 시 최고속도가 120Km/h 주행 중 비상제동 시가 최대 가속도 발생시점이며, 이때의 가속도는 식 3에 의하여 계산됨

$$V_{종속}^2 - V_{초속}^2 = 2 \cdot a \cdot S \qquad (식\ 3)$$

급제동시 $V_{초속} = 120Km/h = 33.3\,m/s$, $V_{종속} = 0$, $S_{제동거리} = 600\,m$ 이므로 $a_{급제동} = 33.3^2/(2 \cdot 600) = 0.93\,m/s^2 = 3.3\,Km/h/s$ 임. 그러나 충분한 안전율을 고려하여 $a_{급제동,최대} = 1.5\,m/s^2$ 을 가정함

o 급선회 시 가속도와 작용하중은 식 4를 통하여 계산됨

$$a = V_{속도}^2 / R_{반경} \qquad (식\ 4)$$

$V_{속도} = V_{최고속도} = 120\,Km/h = 33.3\,m/s$ 이고 $R_{반경} = R_{최소반경} = 600m$ 이므로 $a_{급선회} = V_{최고속도}^2 / R_{최소반경} = (33.3)^2/600 = 1.85\,m/s^2$ 이다.

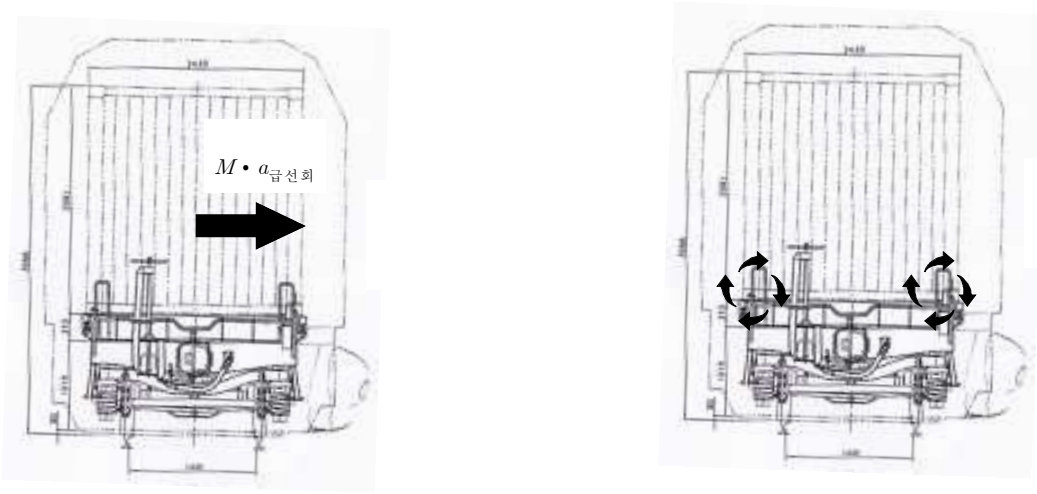
※ 회전장치 지지하중에 대한 검토 (5,000Kgf m, 35톤 기준)

o 비상제동 시 관성력에 의한 고정 장치에서의 발생하중은 다음과 같음

o 비상제동 시 관성력 및 고정 장치 발생하중은 그림 7과 같이 2곳의 고정 장치에 토크를 발생시킴. 관성력에 의한 전체 토크(Ttotal)는 Ttotal = $M \cdot a_{급제동} \cdot H/2 = 35000 \cdot 1.5 \cdot 0.92 = 48{,}300\,N \cdot m = 4{,}930\,Kgf \cdot m$ 임. 여기에서 H는 적재용기의 높이를 나타냄 (H=1,920mm)

o 비상제동 시 관성력에 의한 발생하중에 대하여 고정장치 1개당 지지해야 하는 토크(TLocking, 급제동)는, 관성력에 의한 전체 토크(Ttotal)에 1/2에 해당하므로 고정장치 1개당 토크(TLocking,급제동)는 TLocking,급제동 = $2{,}465\,Kgf \cdot m$ 임

1) 철도차량 핸드북 : 저자(구보다 히로시), 공역자(백남욱, 장경수), 발행연도 및 발행처(2006년 기전연구사)



<급선회 시 발생하는 원심력 및 고정 장치 발생 하중>

o 또한, 급선회 시 원심력에 의한 고정 장치에서의 발생하중은 <급선회 시 발생하는 원심력 및 고정 장치 발생 하중>과 같으며, 2곳의 고정 장치에 토크를 발생시킴

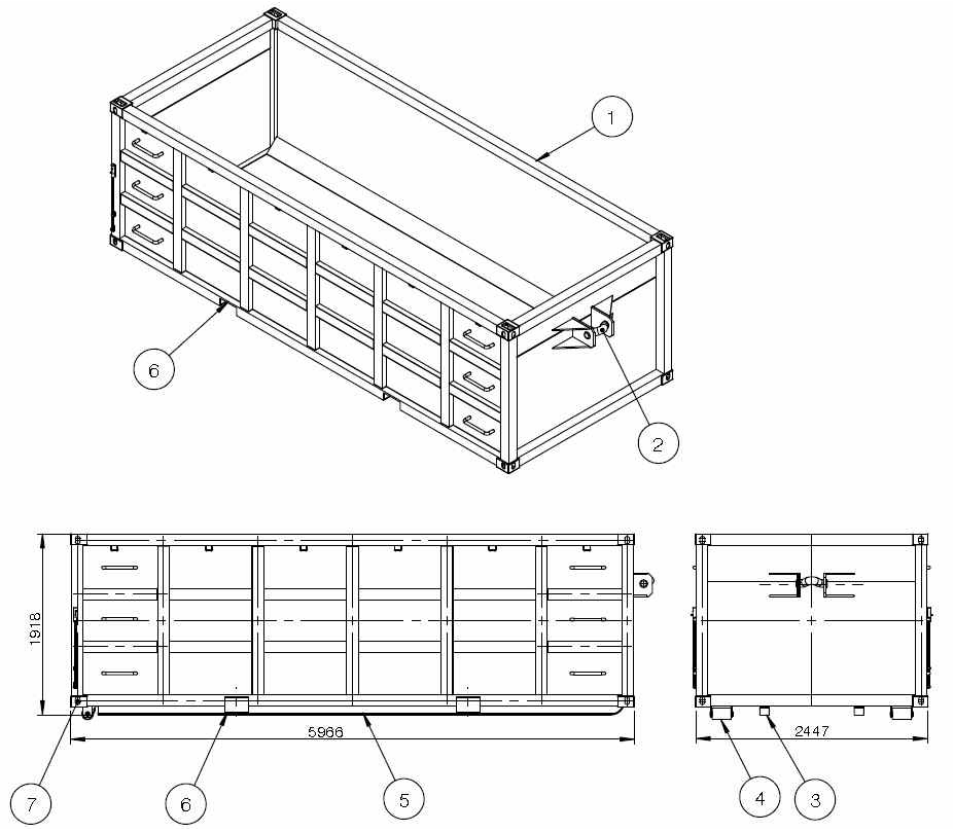
o 원심력에 의한 전체 토크(Ttotal, 선회)는
Ttotal, 선회 = $M \cdot a_{급선회} \cdot H/2 = 35{,}000 \cdot 1.848 \cdot 0.96 = 62{,}160\ N \cdot m \fallingdotseq 6{,}350\ Kgf \cdot m$
임. 여기에서 H는 적재용기의 높이를 나타냄(H=1,920mm)

o 급선회 시 원심력에 의한 발생하중에 따른 고정장치 1개당 지지해야 토크(TLocking, 급선회)는, 관성력에 의한 전체 토크(Ttotal)에 1/2에 해당하므로 TLocking, 급선회 = $6{,}350/2\ Kgf \cdot m = 3175\ Kgf \cdot m$ 임

o 따라서 고정장치 설계 시에는 안전율을 고려하여 고정 장치 1개당 작용 하중을 $5{,}000\ Kgf \cdot m$로 목표로 설정하고 설계를 수행하였음

(2) 적재 용기(암롤 박스)

o 적재 용기(암롤 박스)의 제원은 크기 W2,447mm × H1,918mm × L5,966mm이며, 중량은 4,300kg으로 설계됨. 적재 용기(암롤 박스)의 설계안의 주요 구성은 아래 <적재 용기(암롤 박스) 설계안의 주요 구성>에 구성 부품에 대한 기능 및 역할은 아래 <적재 용기 구성품>에 표기하였음



<적재용기(암롤박스) 설계안의 주요 구성>

<적재용기 구성품>

번호	명칭	기능 및 역할
1	적재용기 MAIN FRAME	- 적재용기의 외곽 FRAME으로 전체 하중을 지지
2	HOOK 및 보강대	- 암롤트럭 상하차 시 사용하는 고리 - 암롤 상하차 시 작용하는 하중 지지
3	적재용기(암롤박스) ROLLER	- 무동력 회전 장치의 TURNTABLE에 상하차 시 원활한 이송을 위한 ROLLER
4	적재용기(암롤박스) RAIL	- 적재용기(암롤박스)를 지면에서 상하차 시 원활한 이송을 위한 ROLLER
5	하부 FRAME	- 회전장치의 적재용기(암롤박스) RAIL에 얹어지는 FRAME
6	지게차 견인구	- 상하차 시, 지게차 사용이 필요한 상황에 대비한 견인구
7	적재용기(암롤박스) 고정구	- 적재함(암롤박스)을 화차에 적재한 후 LOCKING CORN으로 안전하게 고정할 수 있도록 되어있는 고정구

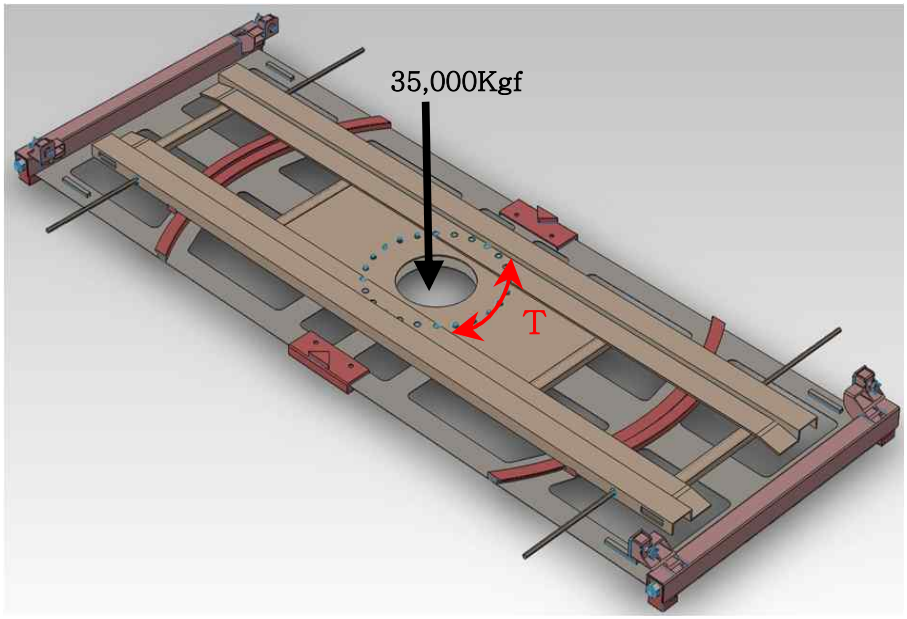
o 적재 용기(암롤 박스)는 화물을 적재 시 화물에 대한 충분한 하중을 견딜 수 있어야 하며 회전장치 이동 시 HOOK에 걸리는 하중에 대하여 충분한 강도를 유지할 수 있어야 함. 적재 용기의 MAIN FRAME은 고정장치에 걸리는 하중을 고려하여 설계를 수행하였으며, HOOK는 전단력을 고려한 설계를 통해 적정 직경을 선정하여 설계를 수행하였음

다. 무동력 회전장치 필요하중 검토

(암롤 및 회전장치 작동하중 근거 5,000 Kgf m, 35톤 기준)

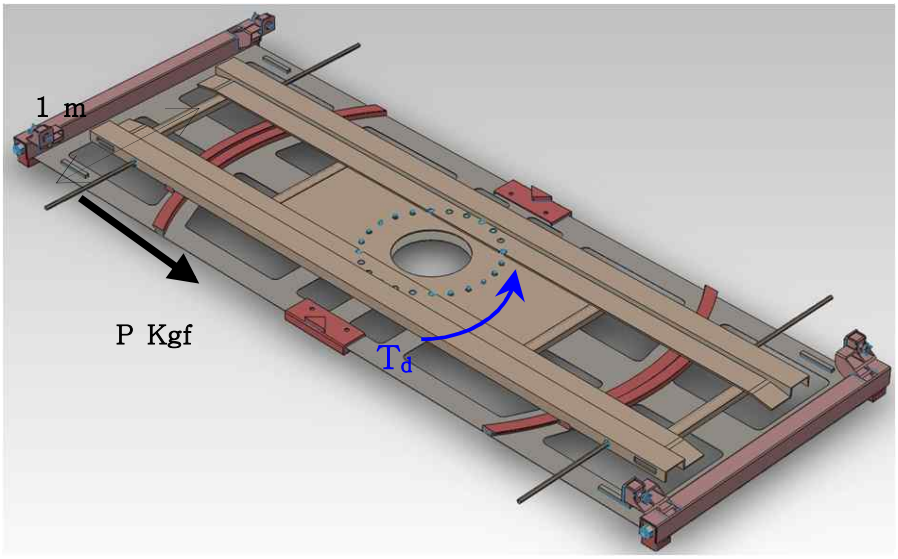
o 회전장치 구동 필요 토크 산출

- 35톤 적재용기가 구름베어링(볼 중심 반경 500mm, 마찰계수 0.0015~0.002)에 의해 지지되므로 적재용기를 구동하기 위한 작동 필요 토크(T필요)는
  T필요 = 베어링 작용 하중 × 베어링 지지점 회전 반경 × 마찰계수
  $= 35{,}000\,Kgf \times 0.5m \times 0.002 = 35\ Kgf \bullet m$ 임



o 무동력 구동 가능 토크(Td)의 산출

- 적재용기를 회전하기 위하여 핸들에 힘(P)을 가하면 회전장치는 구동하게 됨. 회전장치 중심에서 1m 떨어진 거리에서 사람이 70Kgf의 힘을 가하게 되면 구동 토크(Td)는
  Td = 힘 × 회전중심으로부터의거리 $= 70\,Kgf \times 1\,m = 70\,Kgf \bullet m$ 임



o 따라서 구동 가능 토크(Td) > 회전장치 구동 필요 토크(T필요) 이므로 인력(무동력)으로 구동 가능한 시스템이 가능하다고 검토됨

라. 설계 기본사양

(1) 무동력 회전장치 기본사양

항 목	사 양	비 고
길 이	6,600mm	
너 비	2,560mm	
높 이	315mm	
자 중	2,018kg	

(2) 적재용기 기본사양

항 목	사 양	비 고
길 이	5,966mm	
너 비	2,461mm	
높 이	1,918mm	
용 적	22.5㎥	
자 중	4,300kg	
최대적재중량	28,000kg	

(3) 무동력 회전장치를 장착한 화차 기본사양

항 목	사 양	비 고
화차 중량	19,500kg	
적재 시 최대 중량	50,000kg	
전 장	14,100mm	
전 폭	2,332mm	
차체 높이	1,065mm	

(4) 무동력 회전장치 부품별 설계 중량표

품번	품 명	수량	단위중량(kg)	총중량(kg)
1	Base	1	500kg	500kg
2	Bearing	1	145kg	145kg
3	Locking Unit Frame	2	90kg	90kg
4	Locking Unit Corn Bracket	4	19kg	76kg
5	Locking Unit Corn	4	9kg	36kg
6	Locking Unit Bar & Nut	2	38kg	76kg
7	Locking Unit Bracket	4	8.5kg	34kg
8	Center Bracket	2	23kg	46kg
9	Turntable	1	995kg	995kg
10	기타 Bolt & Nut	1	20kg	20kg
총계				2,018kg

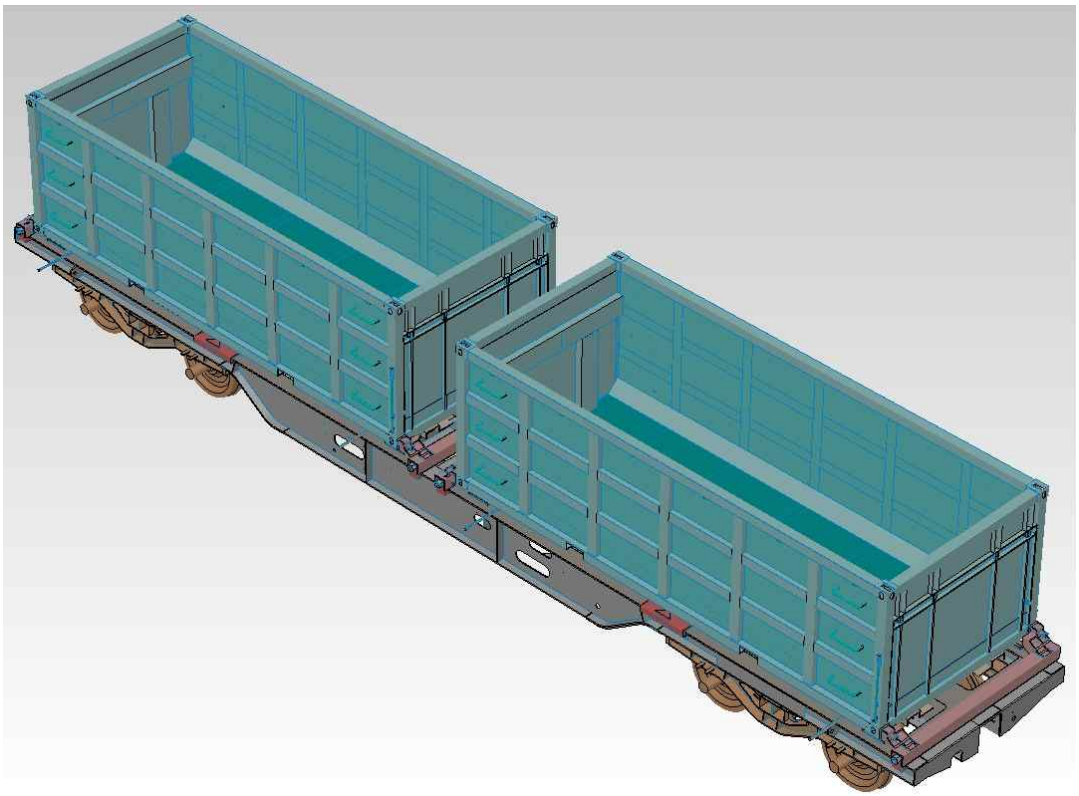
(5) 적재용기 부품별 설계 중량표

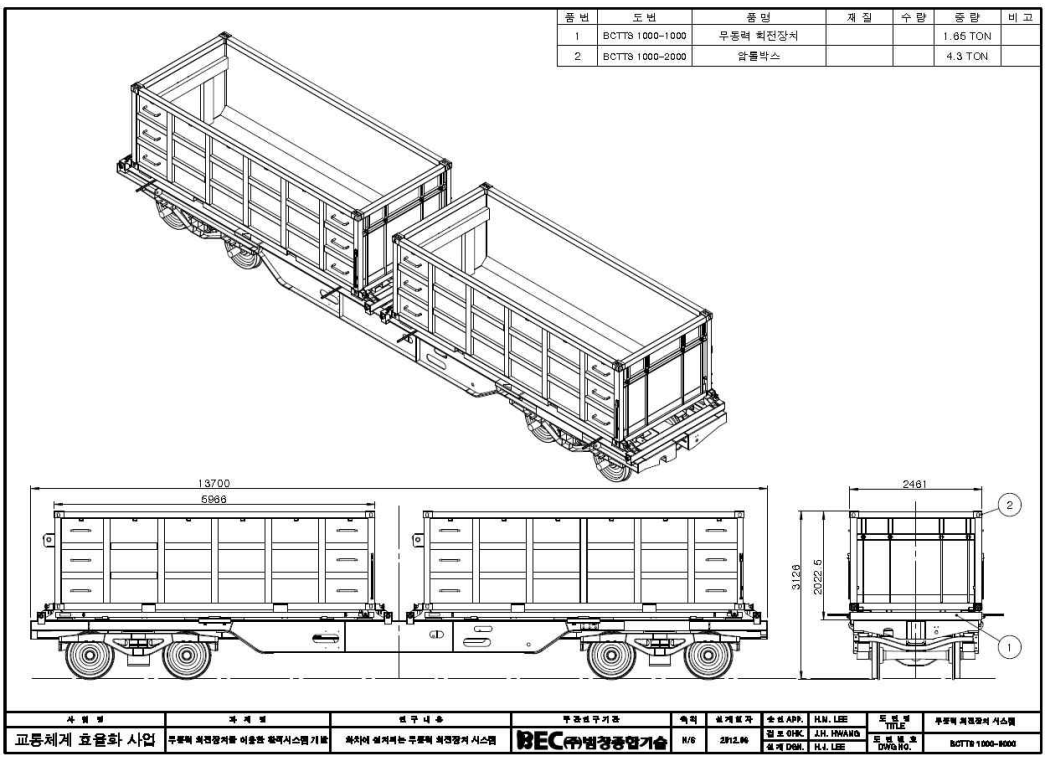
품번	품 명	수량	단위중량(kg)	총중량(kg)
1	Frame	1	1,950kg	1,950kg
2	Plate	1	1,739kg	1,739kg
3	Under Skid Beam	2	138kg	276kg
4	Door	1	230kg	230kg
5	Roller	2	25kg	50kg
6	Hook & Bracket	1	45kg	45kg
7	Door Lock Handle	2	5kg	10kg
총계				4,300kg

마. 기본설계 도면

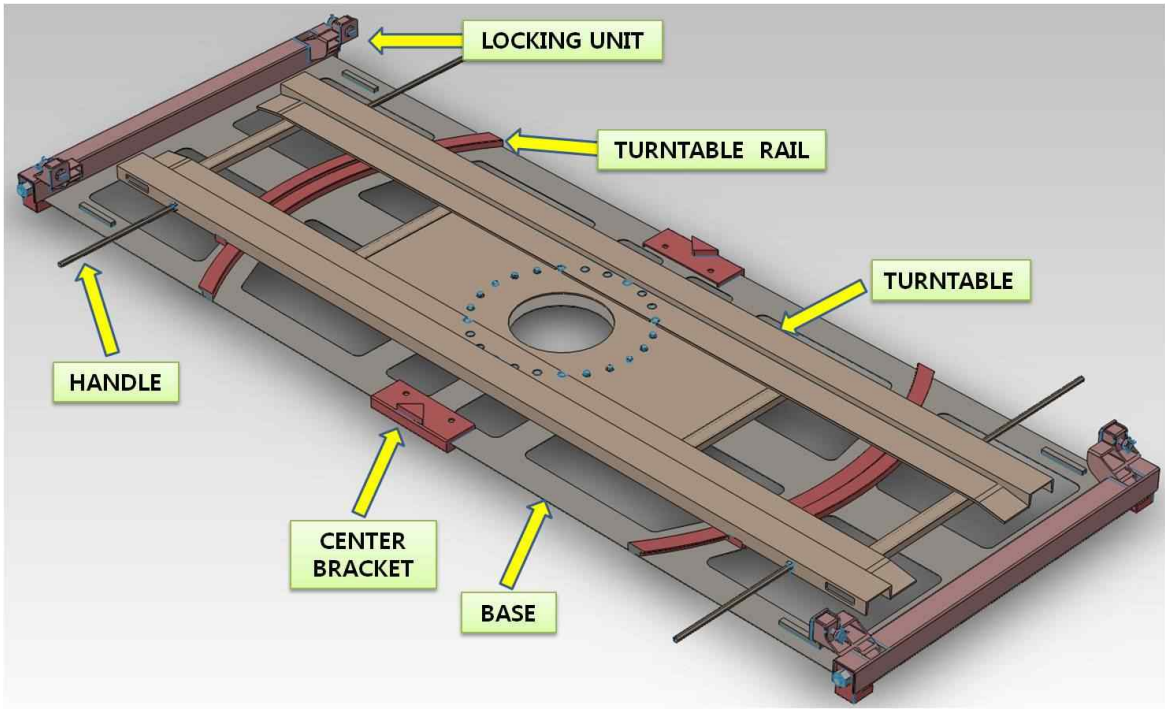
(1) 전체 구성 도면

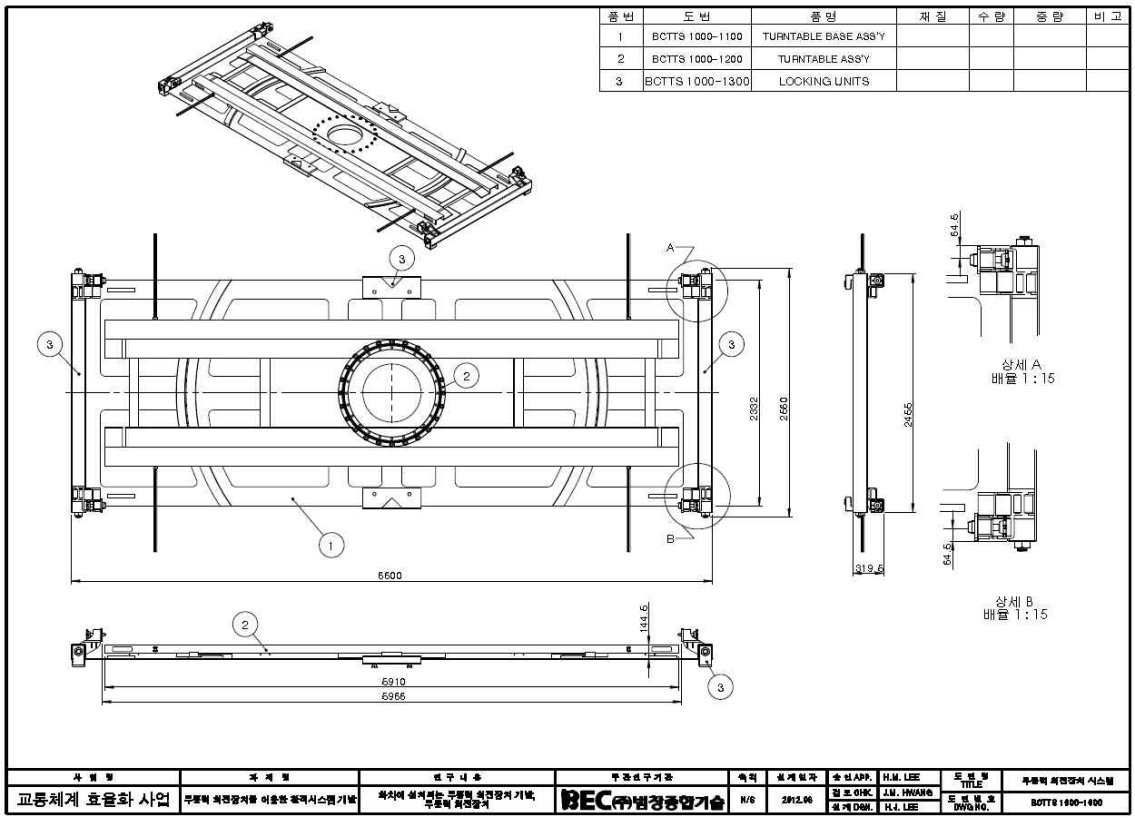
o 무동력 회전장치 설계, 화차에 무동력 회전장치 부착 설계, 적재용기 설계



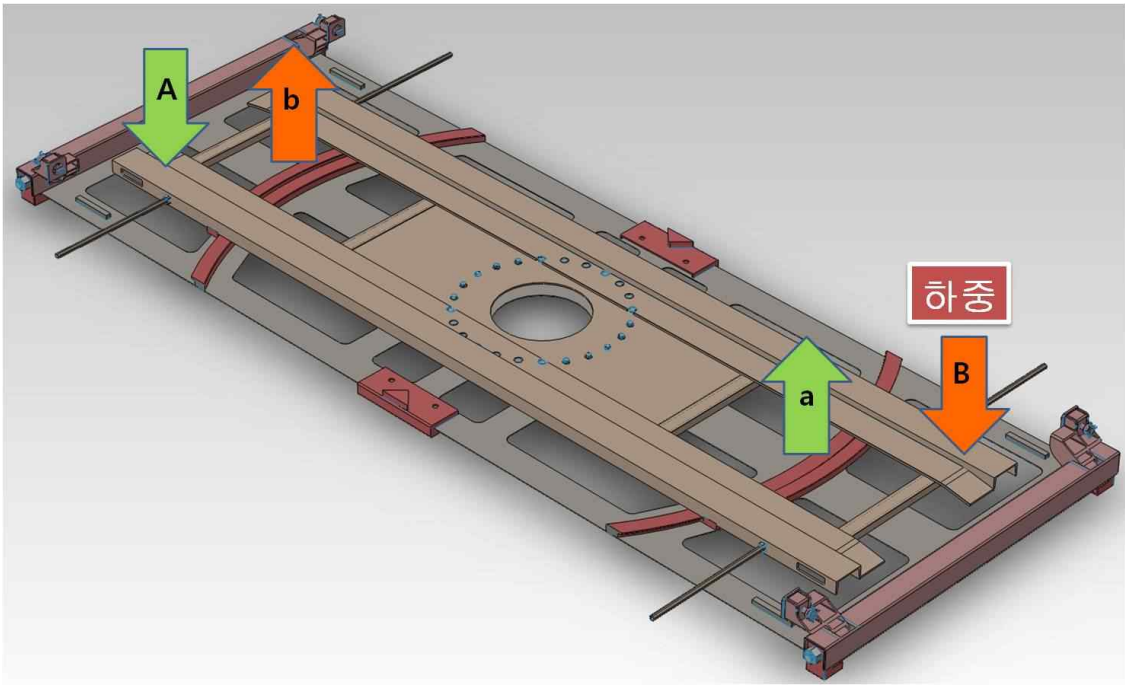


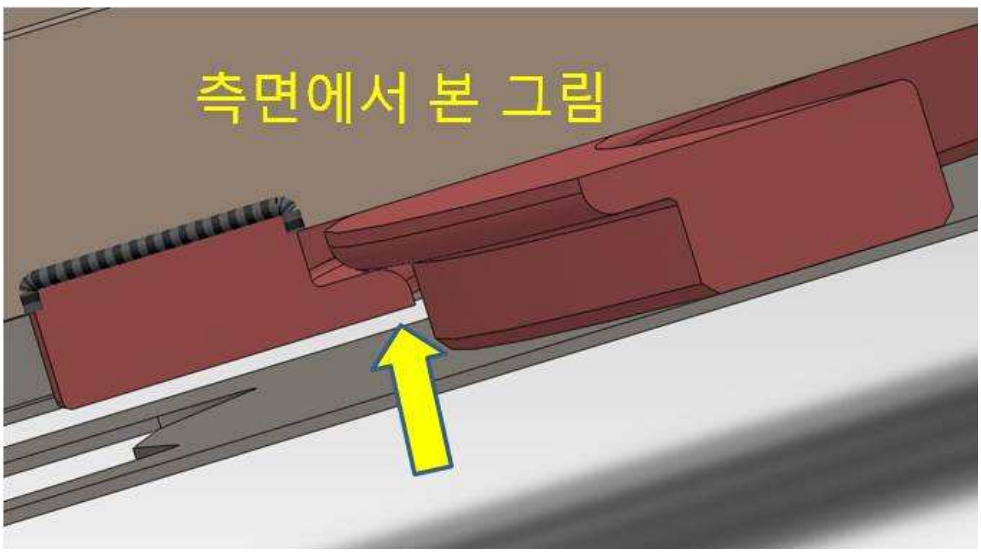
(2) 무동력 회전장치 구성 도면



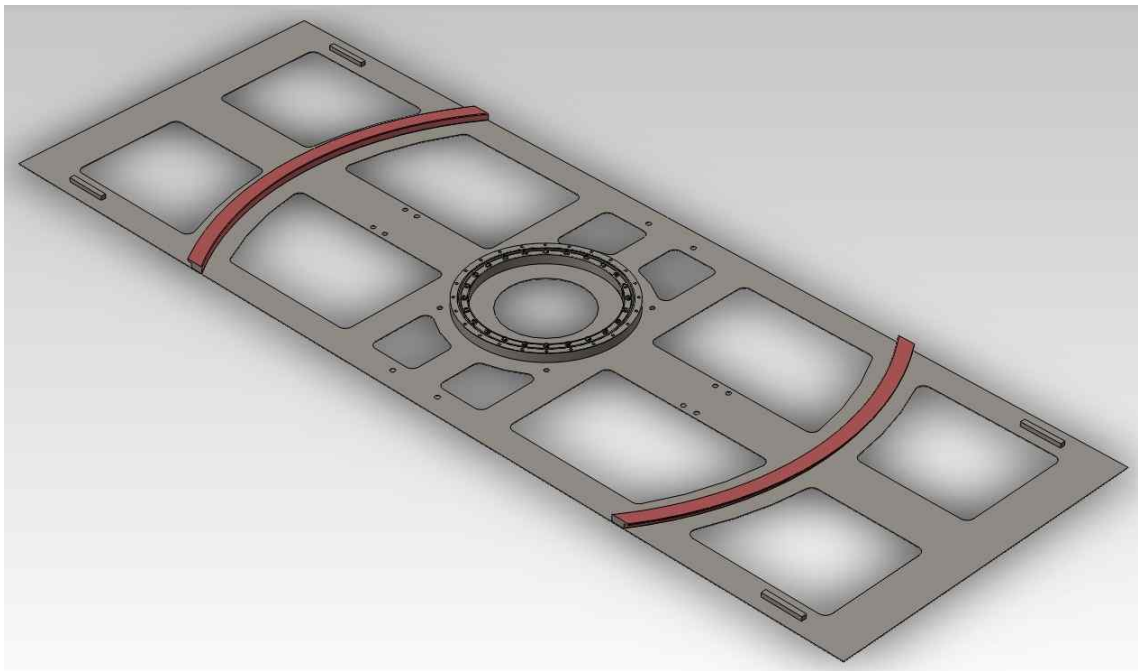


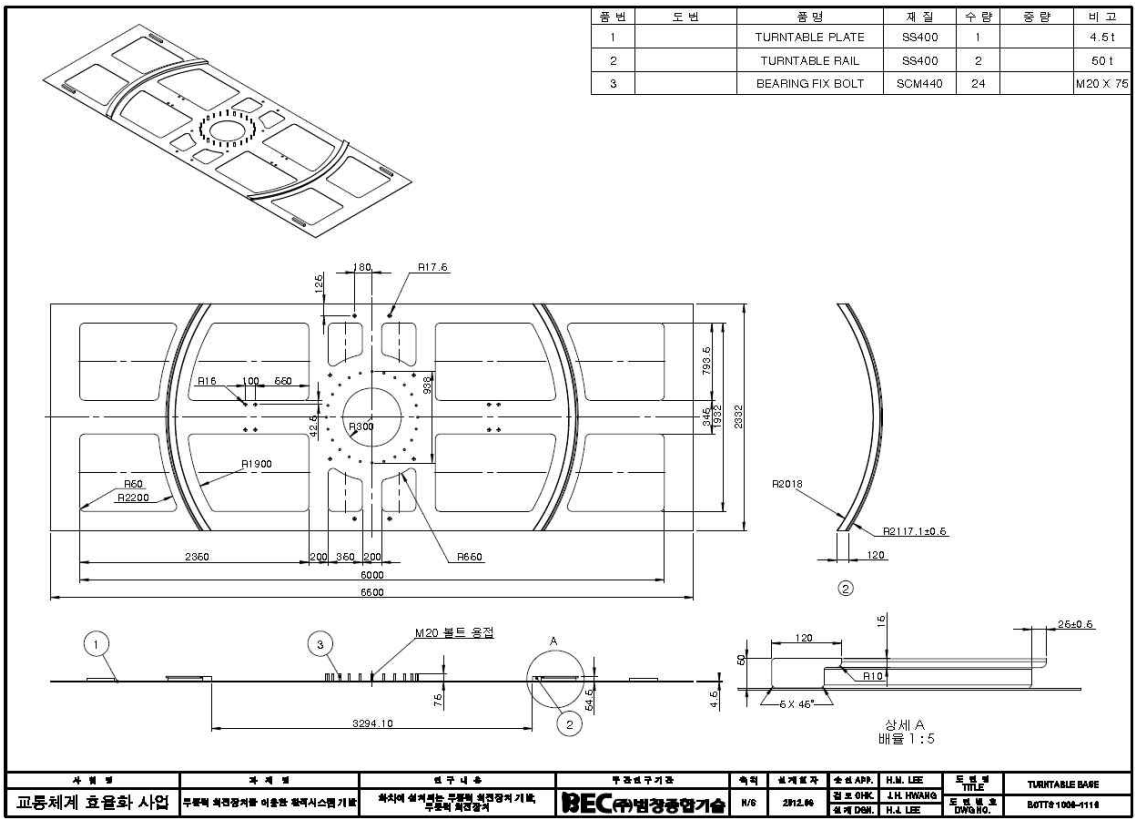
※ 회전장치 Rail 구조



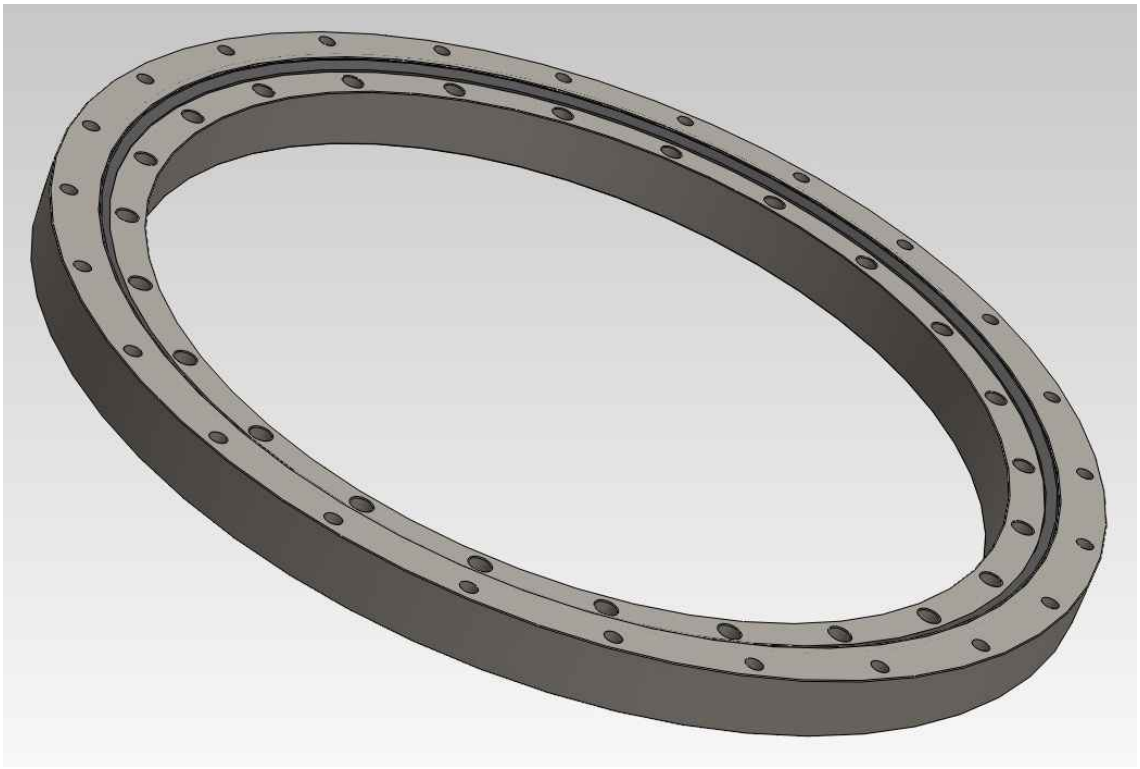


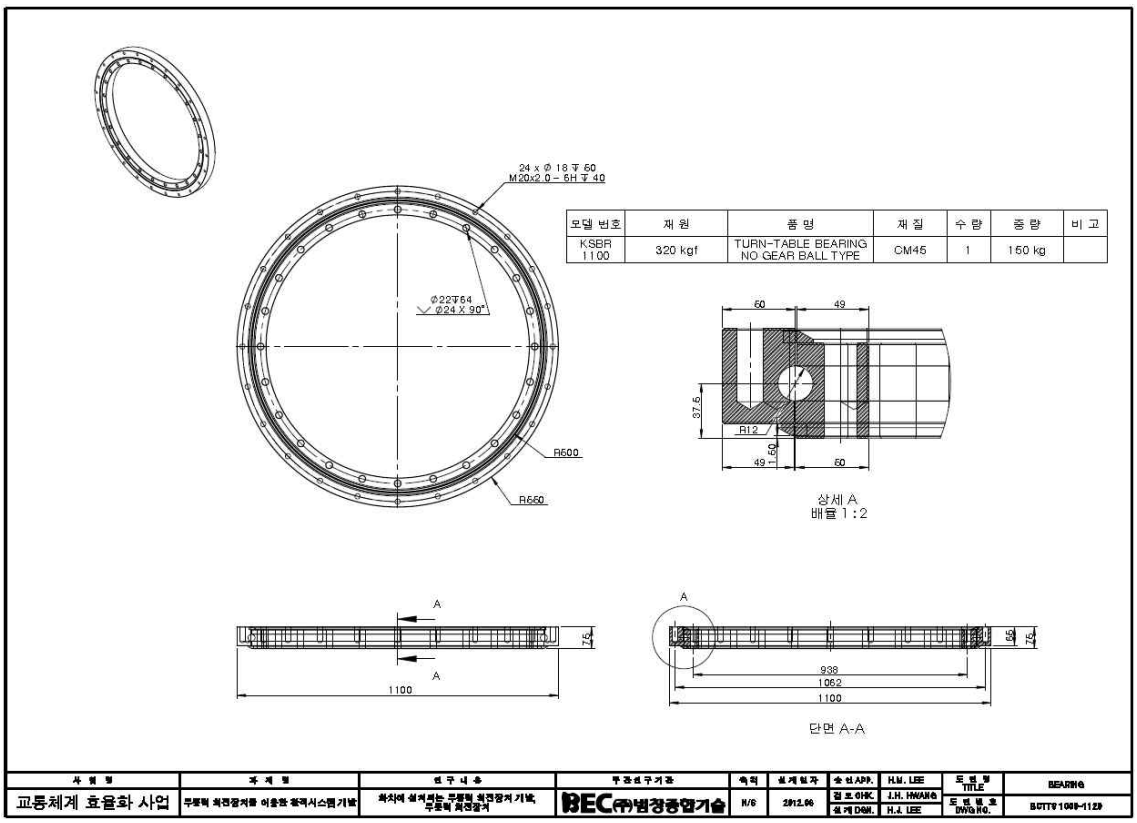
(3) 무동력 회전장치 BASE



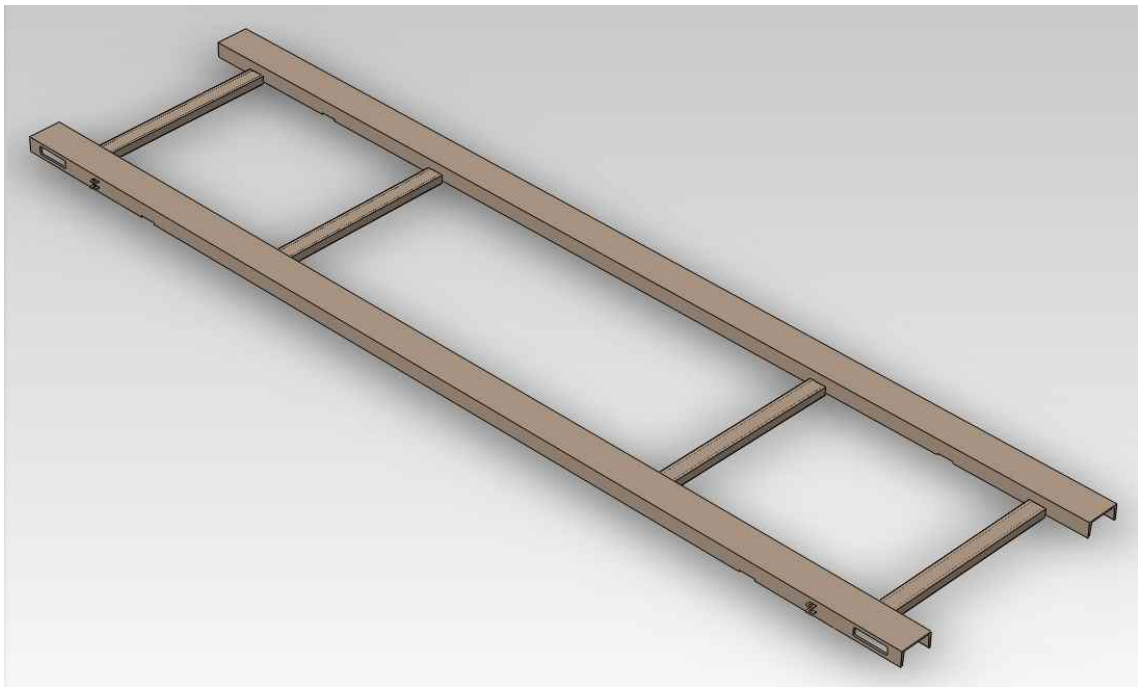


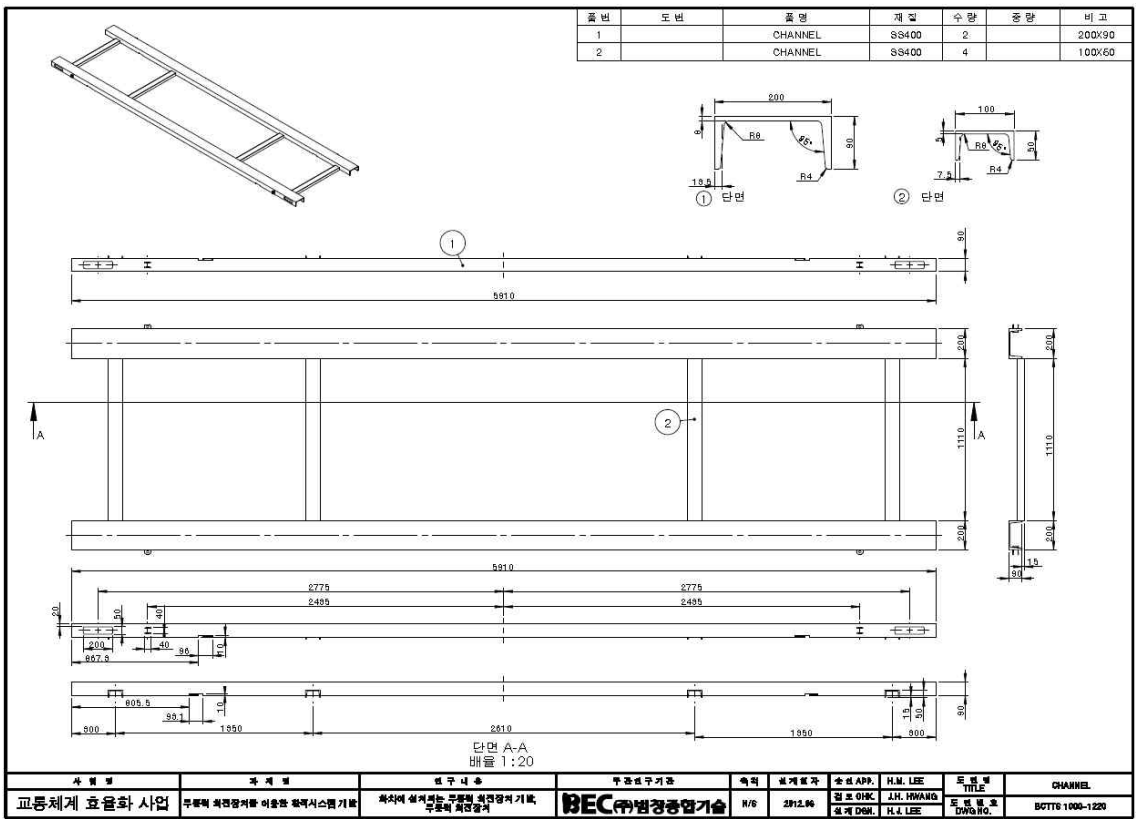
(4) 회전 베어링



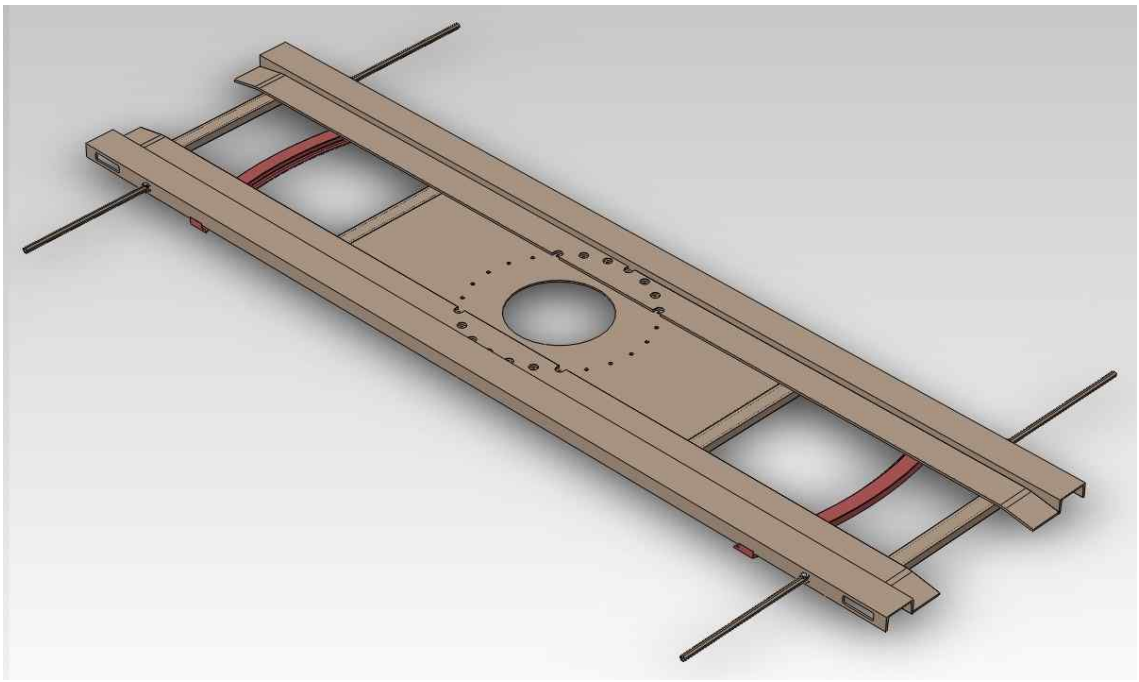

24 x Ø 18 ₸ 60
M20x2.0 - 6H ₸ 40
Ø22₸64
Ø24 X 90°
R600
R650
모델 번호
재 원
품 명
재 질
수 량
중 량
비 고
KSBR 1100
320 kgf
TURN-TABLE BEARING NO GEAR BALL TYPE
CM45
1
150 kg
60
49
37.5
R12
1.60
상세 A
배율 1 : 2
A
75
1100
938
1062
단면 A-A
사 업 명
과 제 명
연 구 내 용
주관연구기관
축척
설계일자
승인APP.
H.M. LEE
검토CHK.
J.H. HWANG
설계DSN.
H.J. LEE
도 면 명 TITLE
BEARING
도 면 번 호 DWG NO.
교통체계 효율화 사업
무중력 회전장치를 이용한 정력시스템기술
최차세 설계되는 무중력 회전장치 기술, 무중력 회전장치
BEC㈜범정공업기술
N/S
2012.06
BCTTS 1000-1120

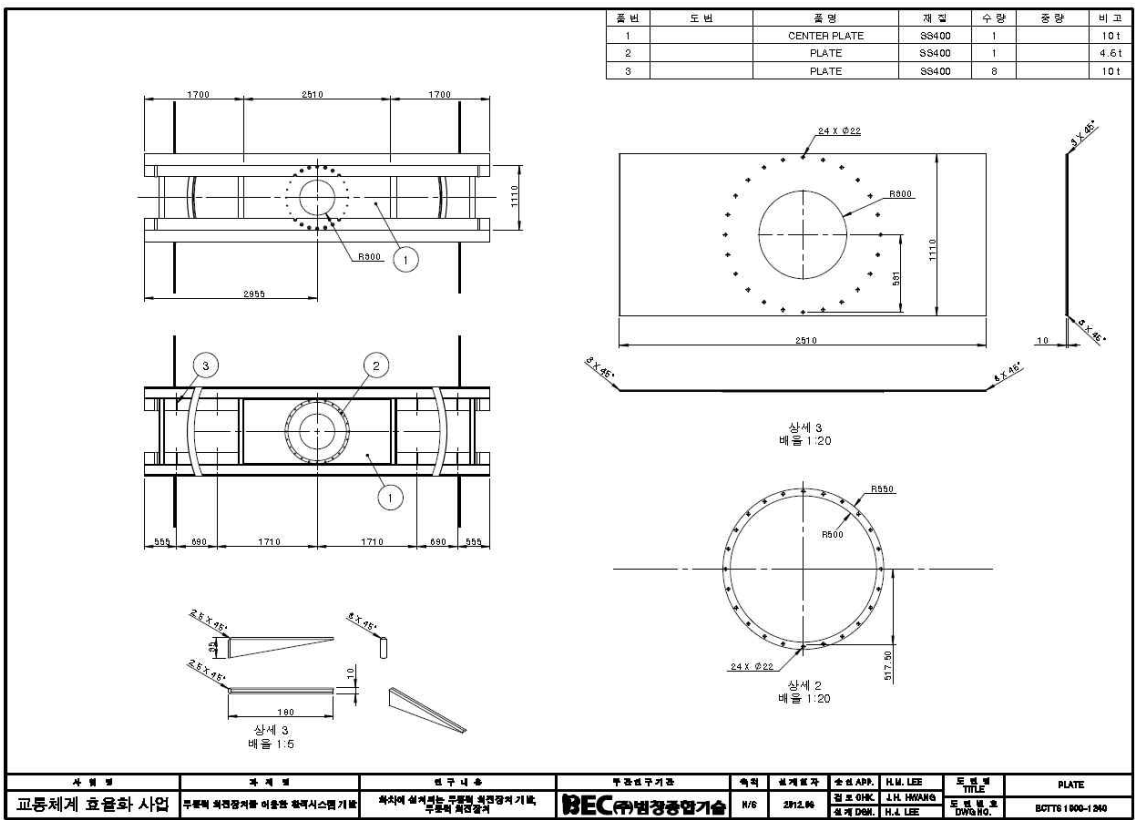
(5) 회전장치 회전 프레임



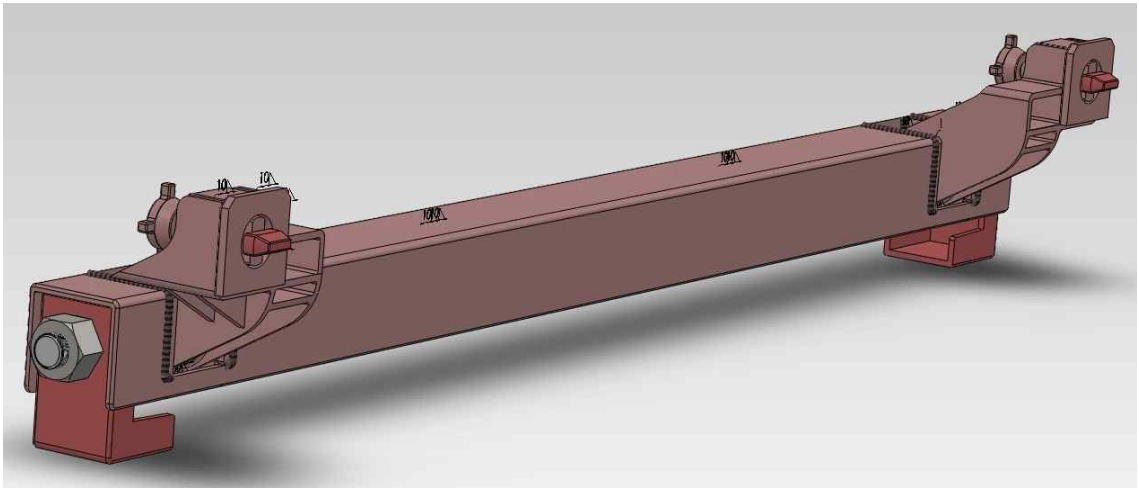

품번 도번 품명 재질 수량 중량 비고
1 CHANNEL SS400 2 200X90
2 CHANNEL SS400 4 100X60
① 단면
② 단면
단면 A-A
배율 1:20
교통체계 효율화 사업
BEC㈜범성공업기술
CHANNEL
BCTTS 1000-1220

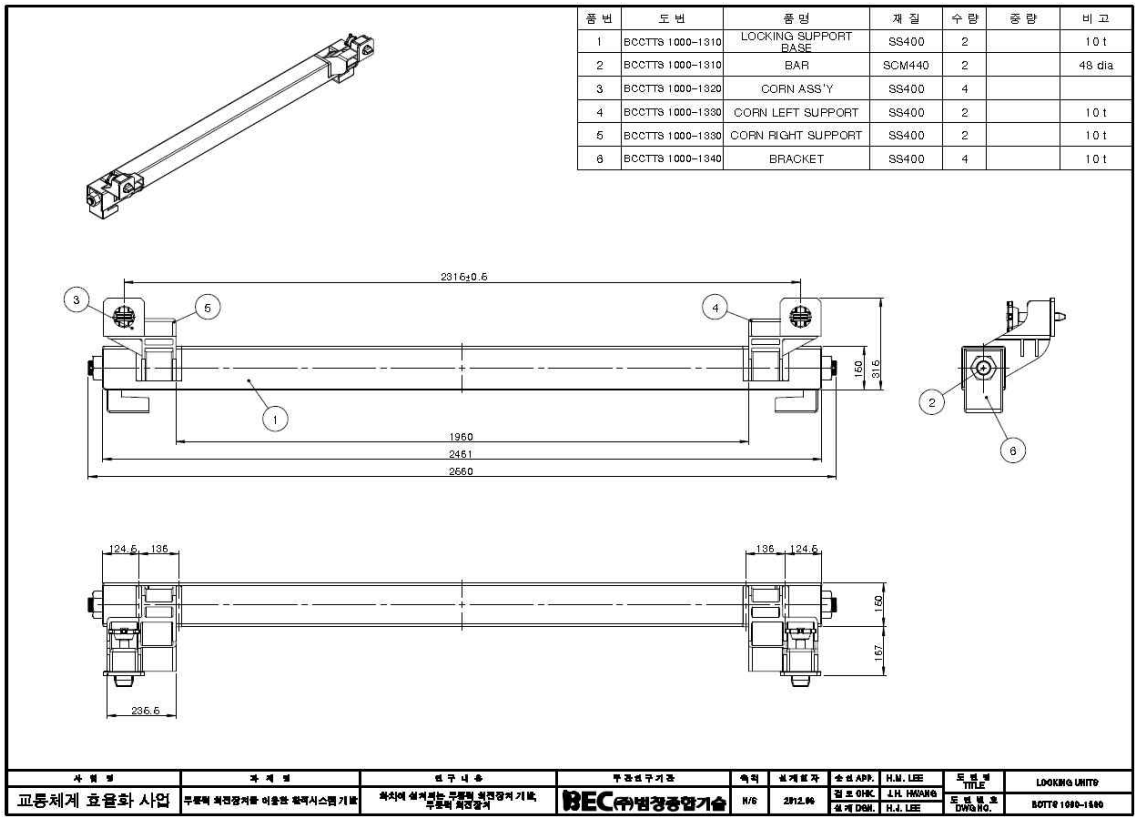
(6) 회전장치 회전부 구성 도면





(7) LOCKING UNIT

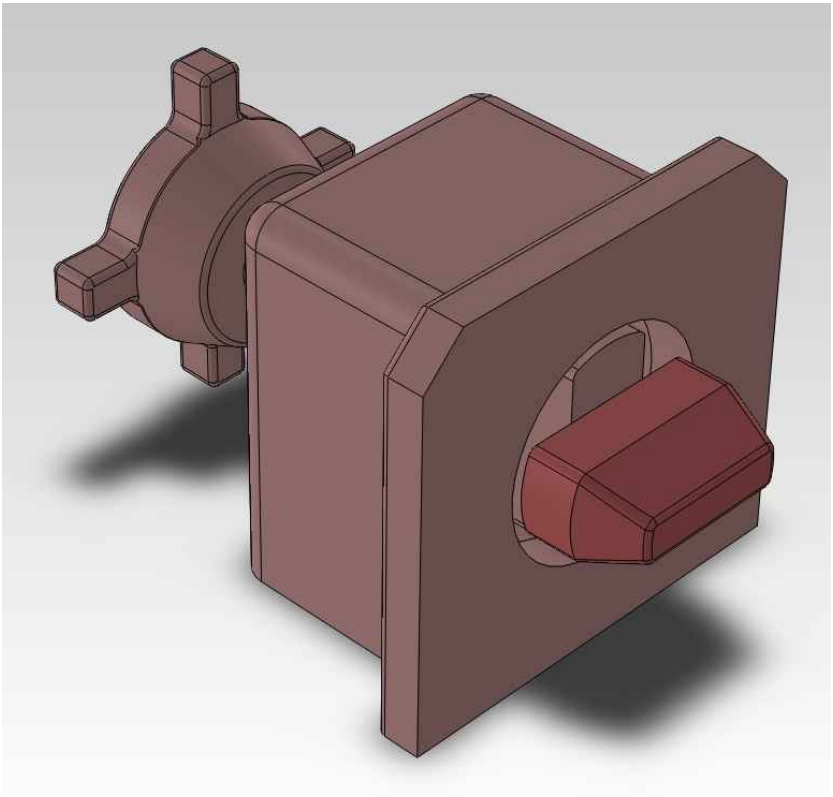


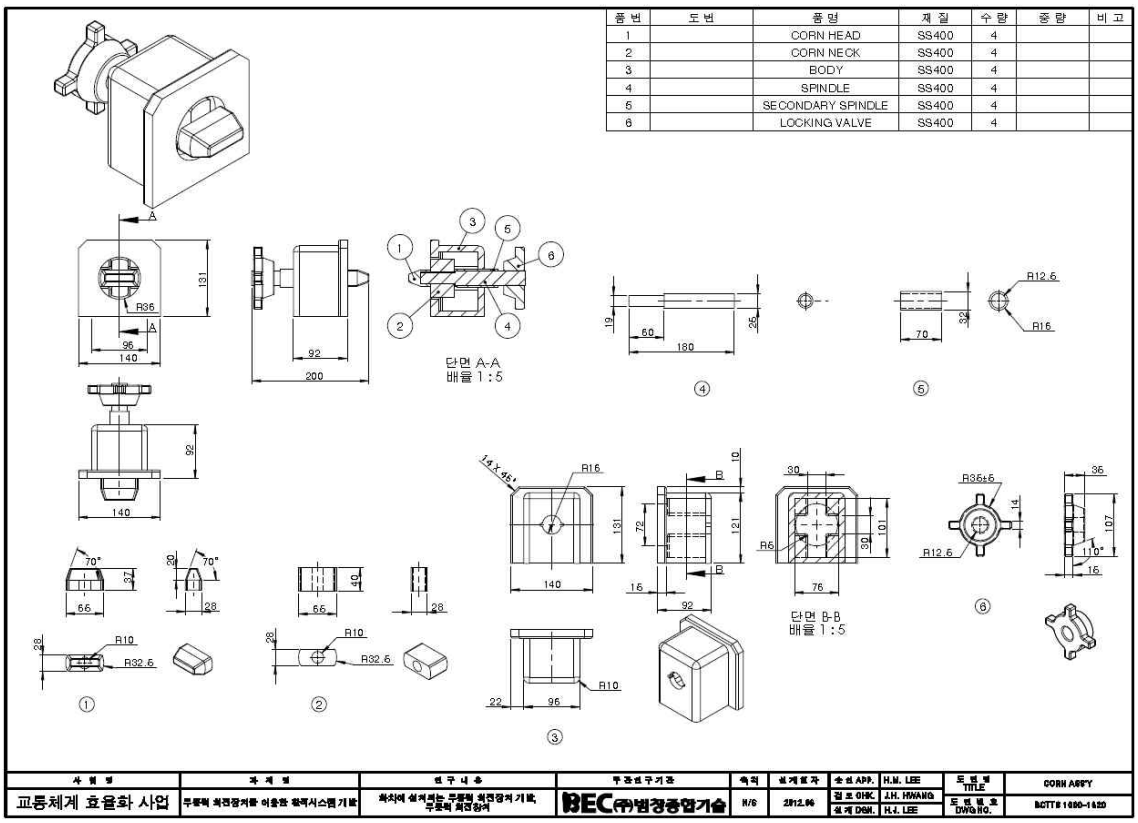


품 번	도 번	품 명	재 질	수 량	중 량	비 고
1	BCCTTS 1000-1310	LOCKING SUPPORT BASE	SS400	2		10t
2	BCCTTS 1000-1310	BAR	SCM440	2		48 dia
3	BCCTTS 1000-1320	CORN ASS'Y	SS400	4		
4	BCCTTS 1000-1330	CORN LEFT SUPPORT	SS400	2		10t
5	BCCTTS 1000-1330	CORN RIGHT SUPPORT	SS400	2		10t
6	BCCTTS 1000-1340	BRACKET	SS400	4		10t

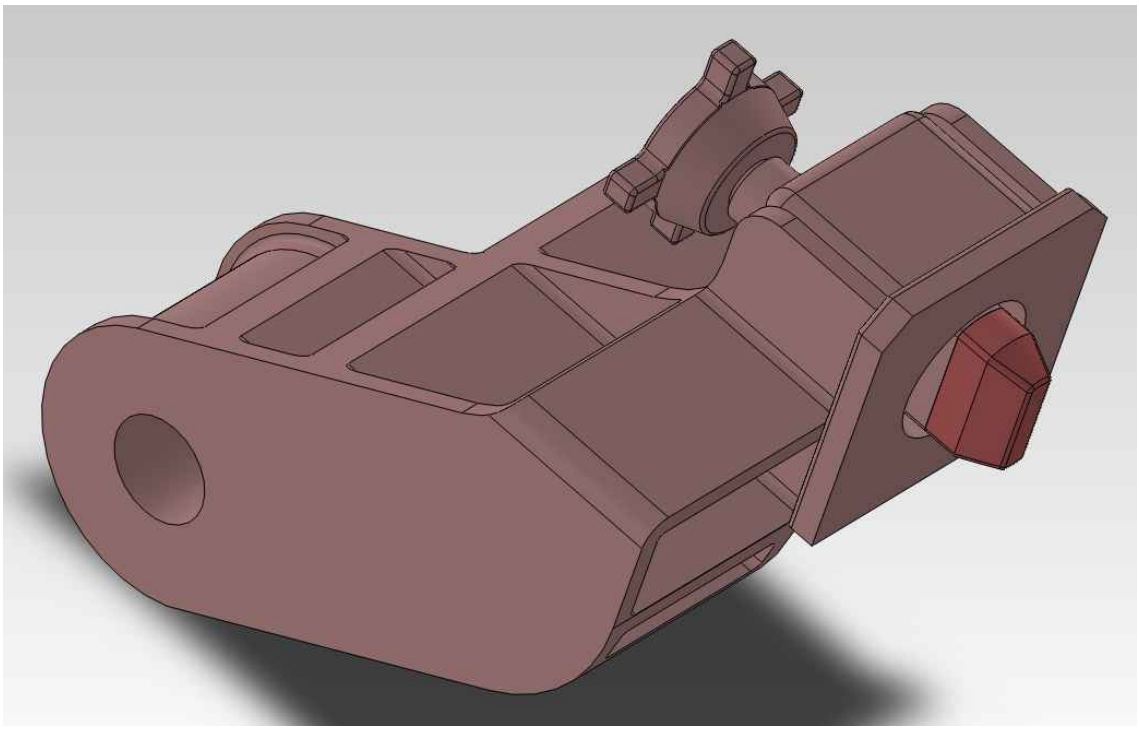
사 업 명	과 제 명	연 구 내 용	주관연구기관	축척	설계일자	승인 APP.	H.J. LEE	도면명 TITLE	LOCKING UNIT®
교통체계 효율화 사업	무동력 회전장치를 이용한 합력시스템 기본	화차에 설치되는 무동력 회전장치 기본, 무동력 회전설계	BEC㈜범공합기술	N/S	2012.06	검 토 CHK.	J.H. HWANG		
						설 계 DSN.	H.J. LEE	도 면 번 호 DWG NO.	BCTT® 1000-1680

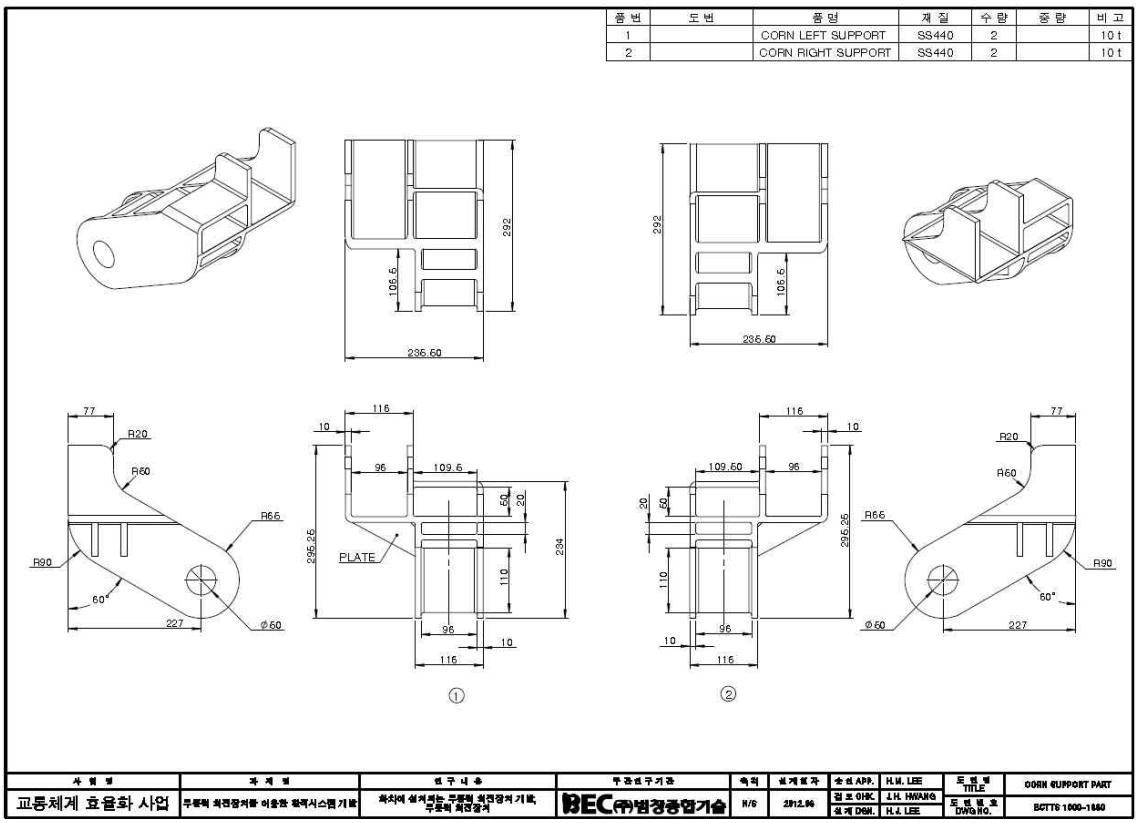
(8) LOCKING CORN



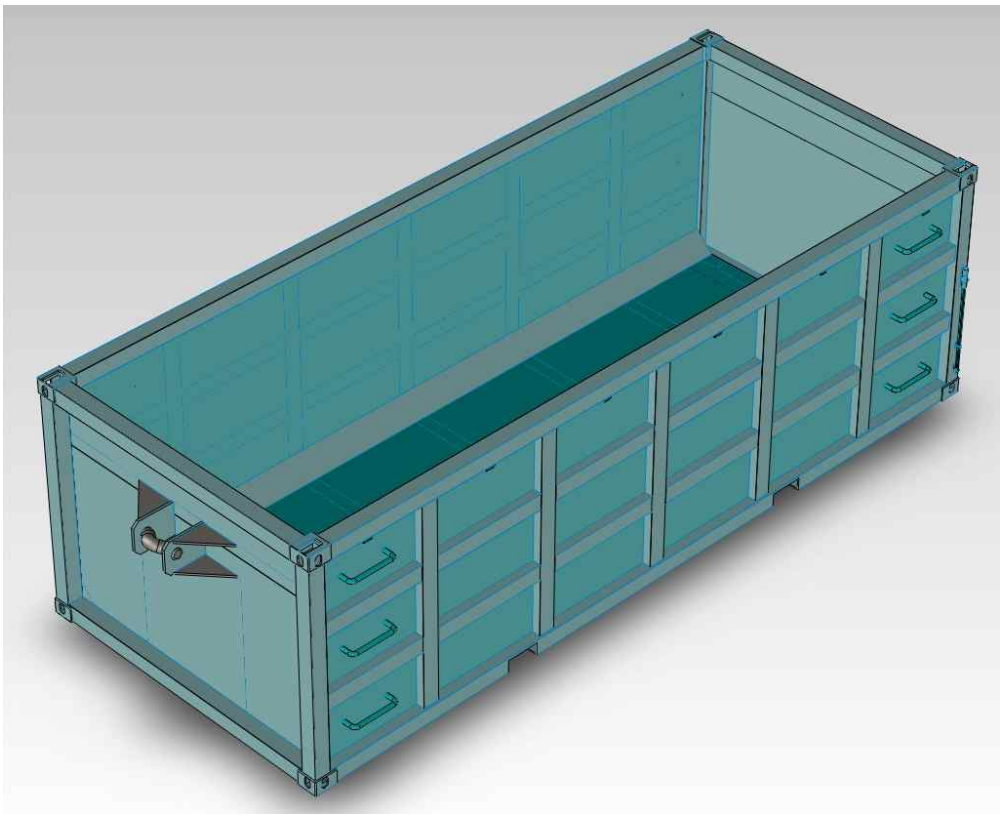


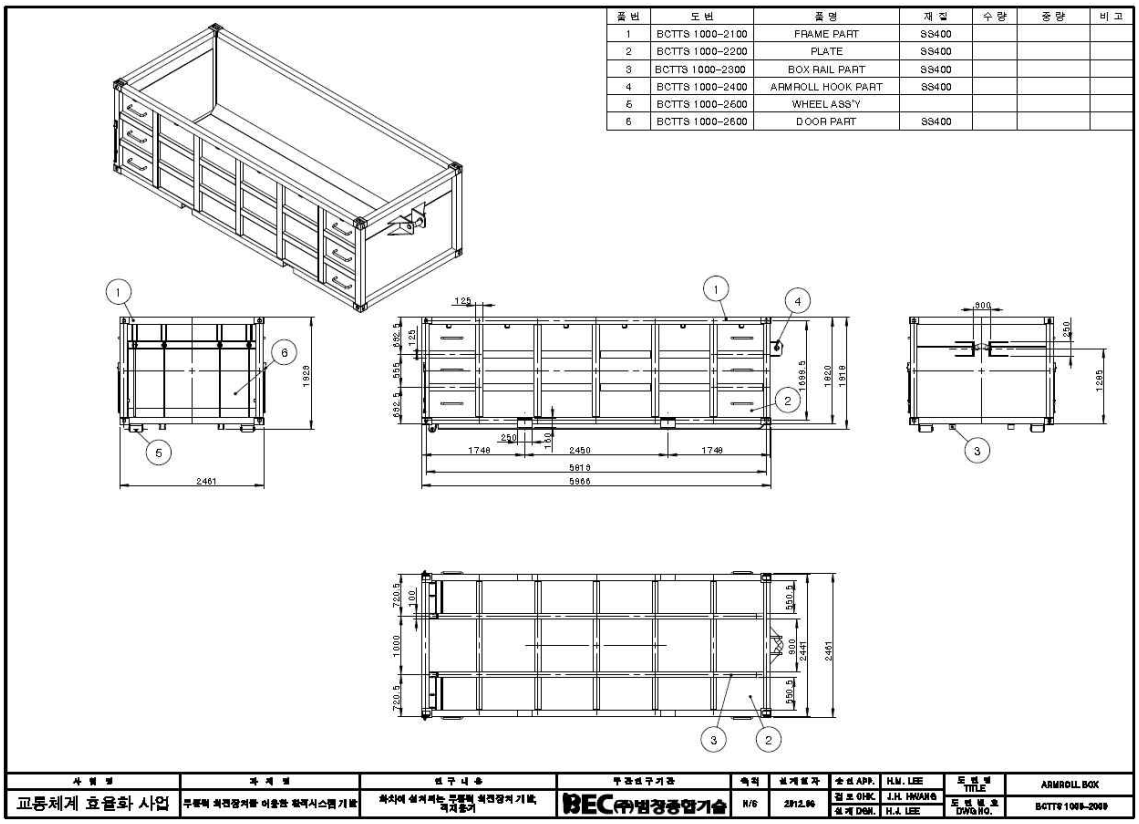
(9) LOCKING CORN BRACKET



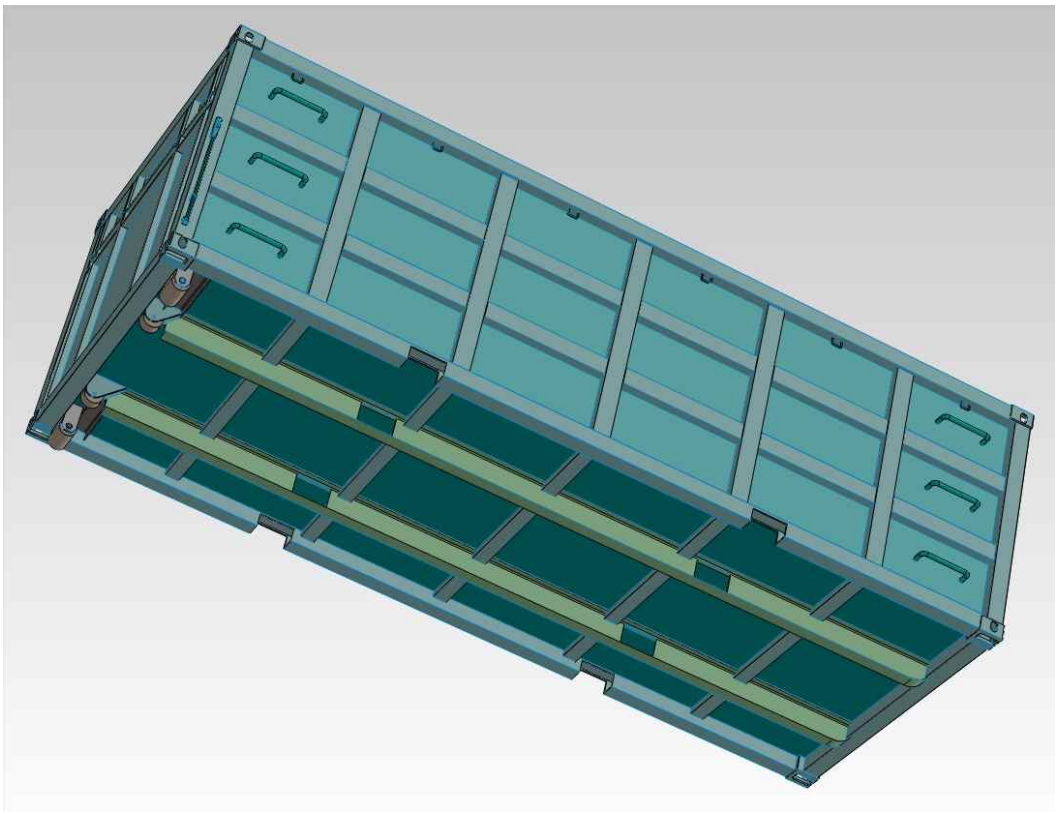


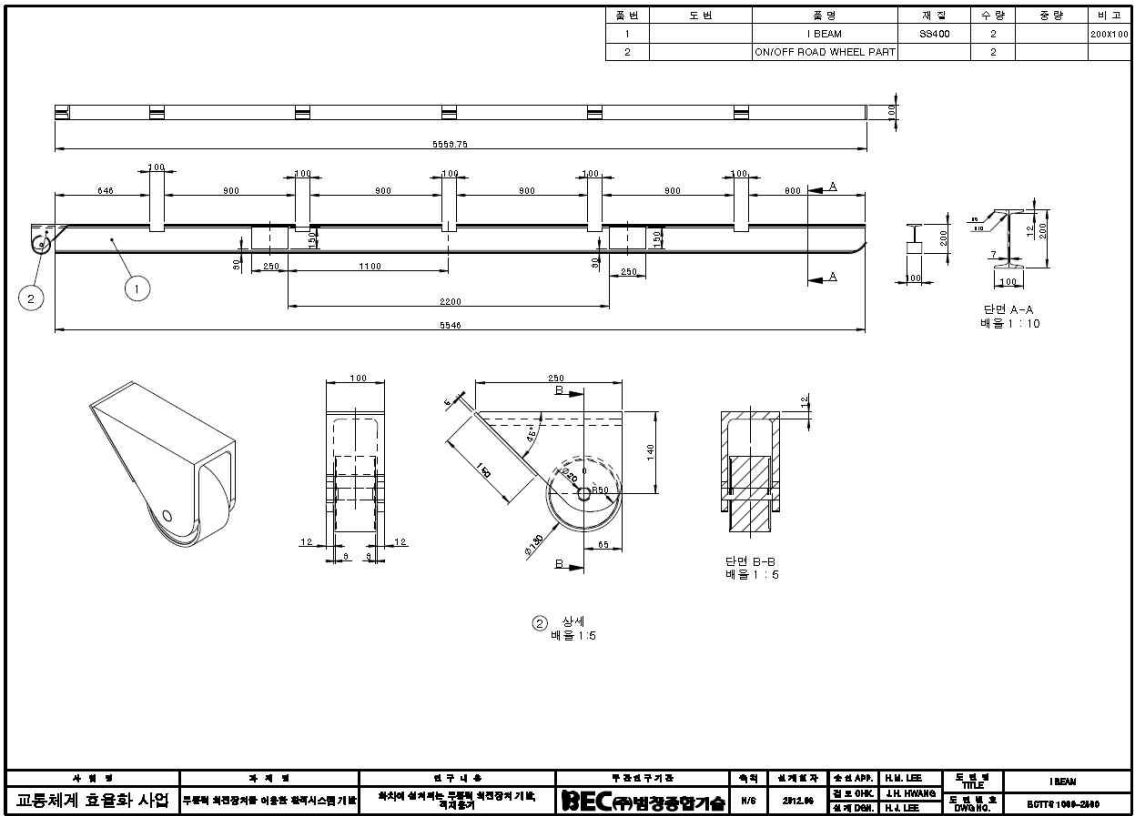
(10) 적재용기



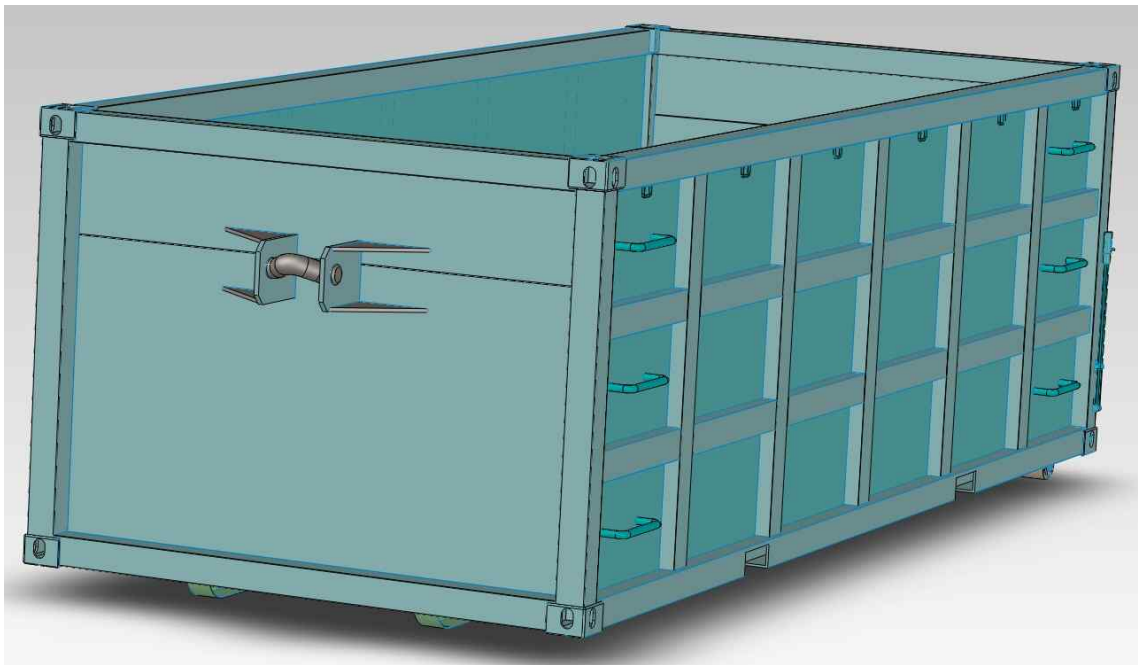

품 번 | 도 번 | 품 명 | 재 질 | 수 량 | 중 량 | 비 고
1 | BCTTS 1000-2100 | FRAME PART | SS400
2 | BCTTS 1000-2200 | PLATE | SS400
3 | BCTTS 1000-2300 | BOX RAIL PART | SS400
4 | BCTTS 1000-2400 | ARMROLL HOOK PART | SS400
5 | BCTTS 1000-2500 | WHEEL ASS'Y
6 | BCTTS 1000-2600 | DOOR PART | SS400
2461
1749
2450
5966
사 업 명
교통체계 효율화 사업
과 제 명
무루렉 최전정치를 이용한 랙렉시스템 기반
연 구 내 용
화차에 설치되는 무루렉 최전정치 기반, 적재용기
주관연구기관
(주)범공합기술
축척
N/S
설계일자
2012.06
승인 APP.
H.M. LEE
검 토 CHK.
J.H. HWANG
설계 DSN.
H.J. LEE
도 면 명 TITLE
ARMROLL BOX
도 면 번 호 DWG NO.
BCTTS 1000-2000

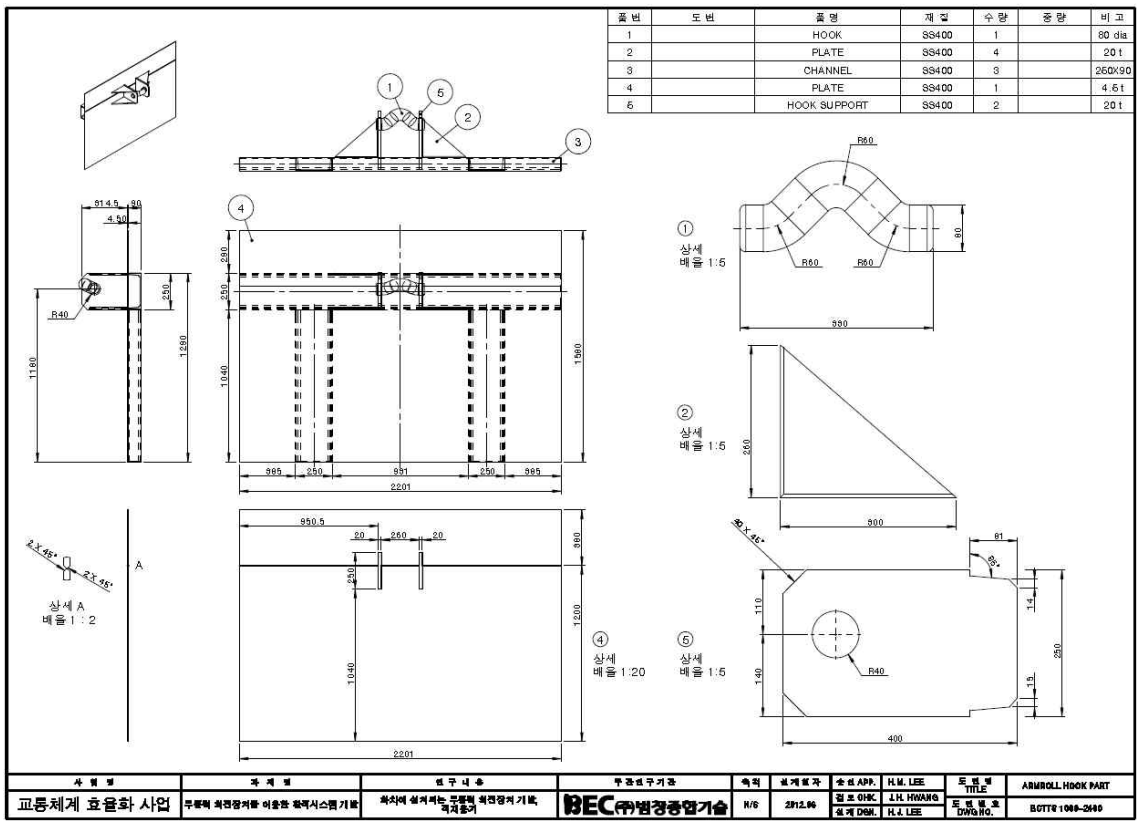
(11) 적재용기 하부 레일 도면





(12) 적재용기 HOOK 도면





2. 회전장치를 이용한 환적시스템 기본설계 성능검증(구조해석)

가. 구조 해석 조건 선정

o 무동력 회전장치, 고정 장치 및 적재 용기(암롤 박스)의 설계안에 대한 신뢰성 검증을 위해 유한 요소 해석을 수행하기 위하여, 실제 운용 시 발생할 수 있는 하중 조건을 선정하여 해석을 수행하였음. 해석 시 적재 용기는 최대 적재 상태이며 적재물의 중량은 안전율을 고려하여 35Ton으로 가정함

o 무동력 회전장치 환적 시스템의 운용은 크게 적재 용기(암롤 박스)가 트레일러에 장착되어 이동하는 차량 주행 구간, 트레일러 차량에서 무동력 회전장치로 이송되는 환적 구간, 화차에 적재되어 이동되는 철도 주행 구간으로 구분됨. 차량 주행 구간에는 적재 용기(암롤 박스)의 강도가 충분한지 평가하여야 하며, 환적 구간에서는 적재 용기(암롤 박스) 및 무동력 회전장치의 강도를 평가하게 됨. 또한, 철도 주행 구간에는 적재 용기(암롤 박스), 고정 장치 및 무동력 회전 장치에 대한 강도 평가를 수행하였음. 각각의 하중 조건에 따른 해석 내역은 아래 <운송 구간별, 장치별 해석 검증 조건>과 같음

<운송 구간별, 장치별 해석 검증 조건>

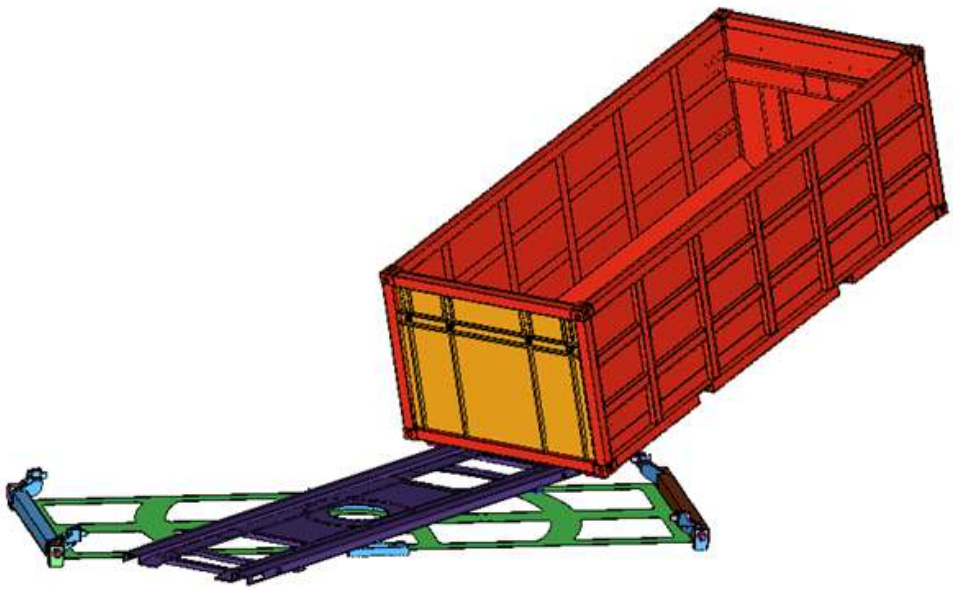
	차량 주행 구간	환적 구간	철도 주행 구간
적재 용기(암롤 박스)	○	○	○
무동력 회전장치	×	○	○
고정 장치	×	×	○

o 차량 주행 구간은 아래의 그림 <차량 주행 구간 해석 조건>에 나타나 있음. 그림에서 볼 수 있듯이 차량의 주행 조건에 따라 과도 하중이 작용하는 경우는 급제동, 급선회, 노면충격에 의한 Bumping 조건으로 구분됨. 차량의 하중은 자중에 비례하여 작용하는데, 급제동 시 작용하는 하중은 자중(상하 1G)+제동 하중(전방 1G)의 조건으로 구성되며, 급선회 시 작용하는 하중은 자중(상하 1G)+회전 하중(측방 1G), 노면 충격은 자중의 2배인 상하방향 2G가 작용함. 여기서 G는 자중의 배율을 의미함. 해석을 위하여 구속 조건은 HOOK의 좌우 변위를 고정하고 차량과 접촉부인 RAIL의 상하 변위를 구속하여 해석 조건을 부여함

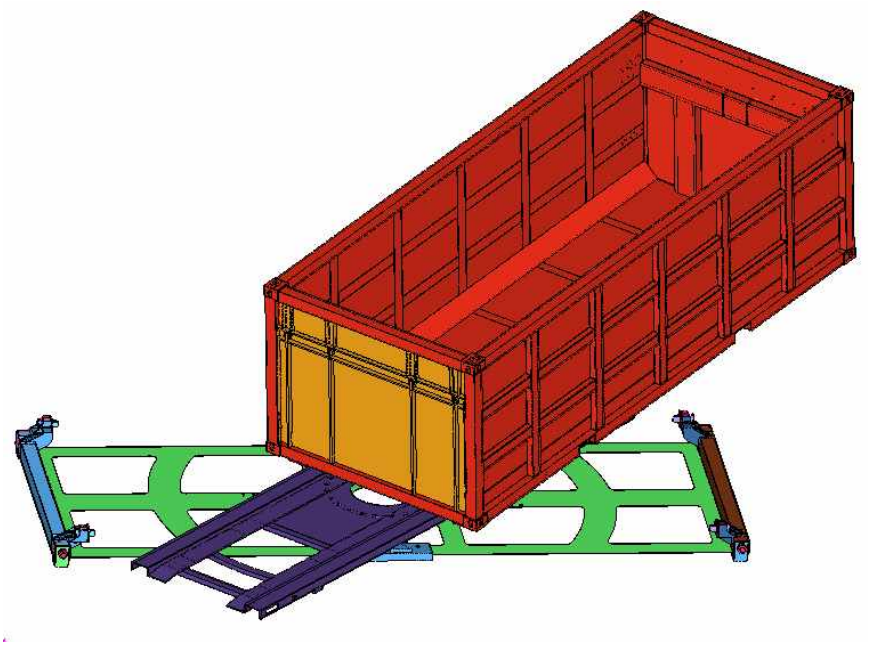


<차량 주행 구간 해석 조건>

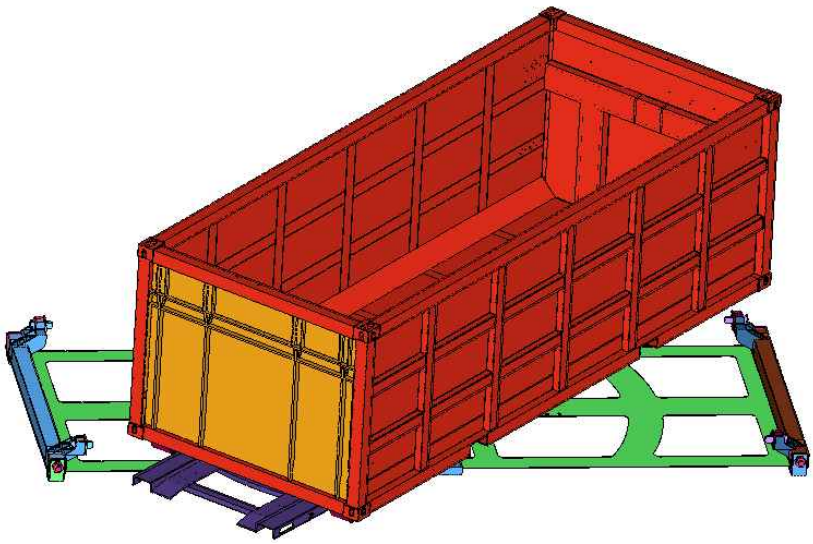
o 환적 구간에서는 무동력 회전 장치를 45도 회전시킨 후 환적 상황에 따라 해석 조건을 부여함. 아래의 <환적 구간별 해석 조건>은 차량에서 무동력 회전 장치로 이동하는 구간에 따른 해석 조건을 보여주고 있음



(a) 초기 환적 구간



(b) 중기 환적 구간



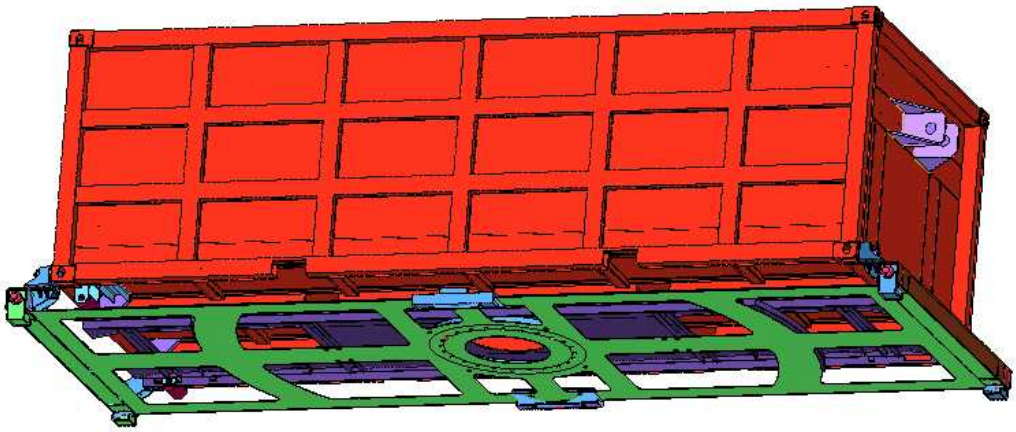
(b) 말기 환적 구간

<환적 구간별 해석 조건>

o 환적 조건은 구간별로 구분되어 있으며 환적 구간에 따른 암롤 작동각을 고려한 해석을 수행하였음. 해석 조건으로는 회전장치 베이스 중 브라켓 및 적재 용기(암롤 박스)의 HOOK부분의 변위를 고정하고, 회전 장치의 적재용기(암롤박스) RAIL과 적재용기(암롤박스)의 ROLLER를 접촉하게 하여 해석 조건을 부여하였음

o 또한, 철도 주행 구간은 설계 조건에서 전술한 바와 같이, 급제동 및 선회 시 작용하는 관성 하중을 부여하였음. 급제동 시 작용하는 하중은 자중(1G) + 전후 방향 가속도 (1.5 m/s^2)로 해석 조건을 선정하였으며, 선회 시는 자중(1G) + 측방향 가속도 (1.85 m/s^2)로 해석을 수행하였음

o 아래의 그림 <철도 주행 구간 조건에 대한 유한요소 모델>은 철도 주행 구간 조건의 유한 요소 모델링을 보여주고 있음. 암롤 박스는 절점수 392,707개, 요소수 1,126,953개로 구성되어 있으며, 회전장치는 절점수 400,068개, 요소수 830,089개로 구성되어 있음. 또한, 고정 장치는 요소수 81,382개, 요소수 245,252개로 총절점수 874,157개 총 요소수 2,202,294개로 구성되어 있으며 각 모델별 주요 재질특성은 아래의 표 4에 나타나 있음



<철도 주행 구간 조건에 대한 유한요소 모델>

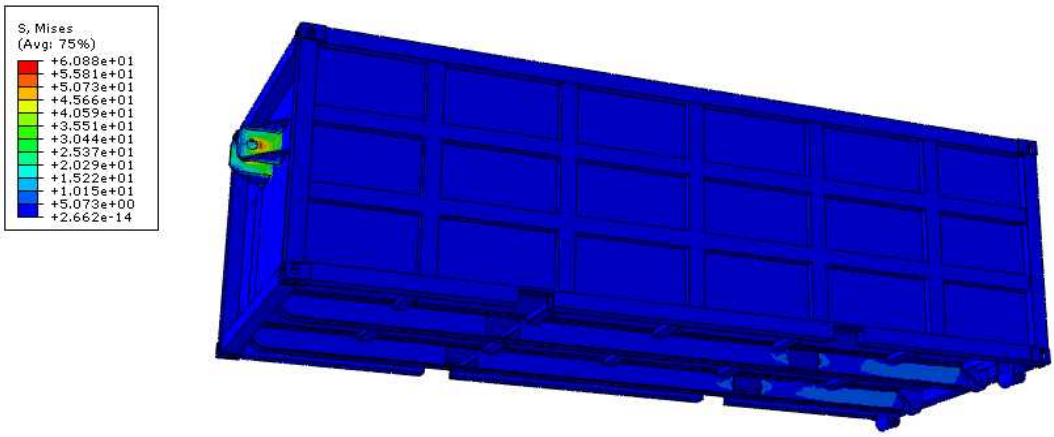
< 각 부품별 재질 특성 >

조립체	부품	재질	인장강도
적재 용기 (암롤 박스)	MAIN FRAME	SS540	540MPa
	HOOK 및 보강대	S50C	670MPa
	BOX	SS540	540MPa
	RAIL	SS540	540MPa
	하부 FRAME	SS540	540MPa
	적재함 고정부	SS540	540MPa
무동력 회전장치	Roller	GCD250	250MPa
	베이스	SS540	540MPa
	중간 브라켓	SS540	540MPa
	TURNTABLE RAIL	SS540	540MPa
	TURNTABLE BEARING	SCM440	700MPa
	적재용기(암롤박스) RAIL	SS540	540MPa
고정 장치	TURNTABLE HANDLE	SS540	540MPa
	CORN R/L SUPPORT	SS540	540MPa
	BRACKET	SS540	540MPa
	PLATE	SS540	540MPa
	CORN HEAD	SS540	540MPa
	SPINDLE	SS540	540MPa

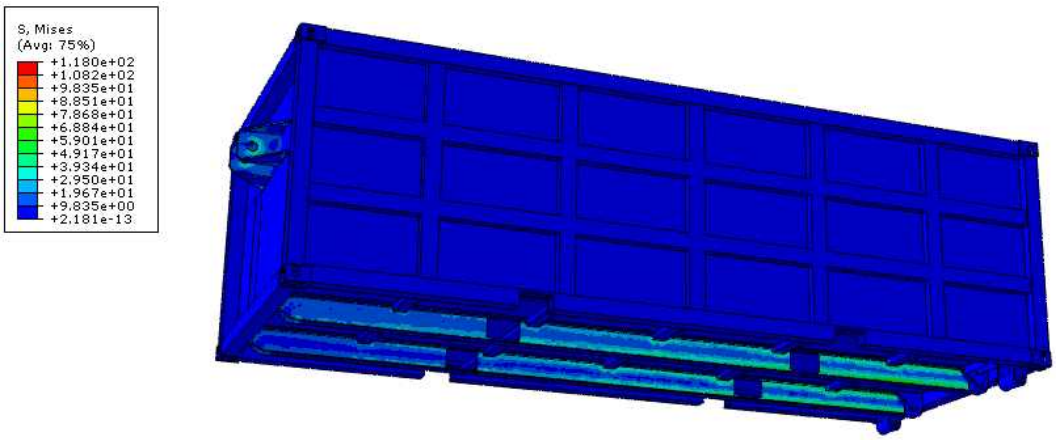
나. 해석 결과

(1) 적재용기(암롤박스)

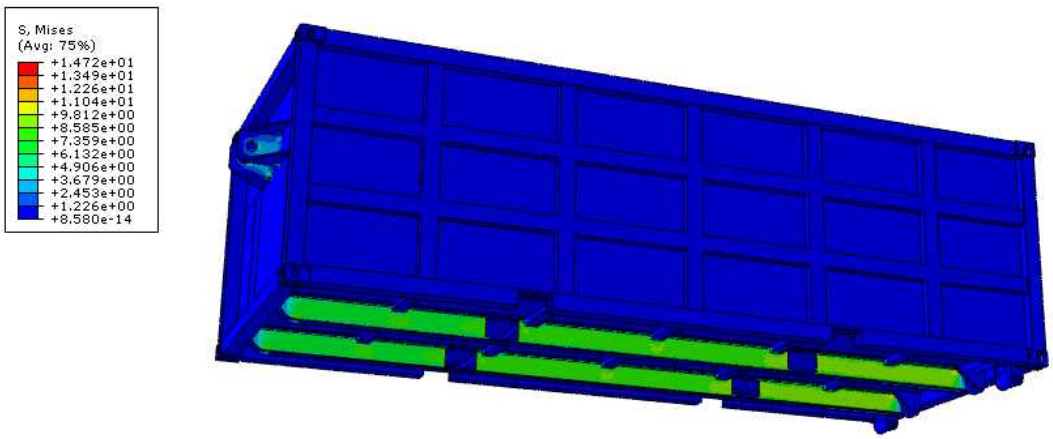
o 적재용기(암롤박스)의 구조 강도 해석은 <운송 구간별, 장치별 해석 검증 조건>에서 언급한 바와 같이 차량 주행 시, 환적 시, 철도 주행 시의 모든 조건에 대하여 해석을 수행하였음. 차량 주행 시 해석 결과에 따른 주요 응력 집중 부위는 아래의 그림 <차량 주행 시 적재 용기(암롤 박스) 응력 Profile>에서 볼 수 있음. 급제동시 HOOK 보강대에서 60.9MPa, RAIL부분에서 12.4MPa가 나타났으며, 급회전 시 HOOK 보강대에서 68.4MPa, RAIL부분에서 118.0MPa가 나타남. 또한, 노면 충격에 따른 Bumping 시 HOOK 보강대에서 15.2MPa, RAIL부분에서 147.2MPa이 나타남. 차량의 주행 시에는 HOOK 보강대에서 최대 68.4MPa, RAIL부분에서 147.2MPa이 나타남을 알 수 있음



(a) 급제동 시



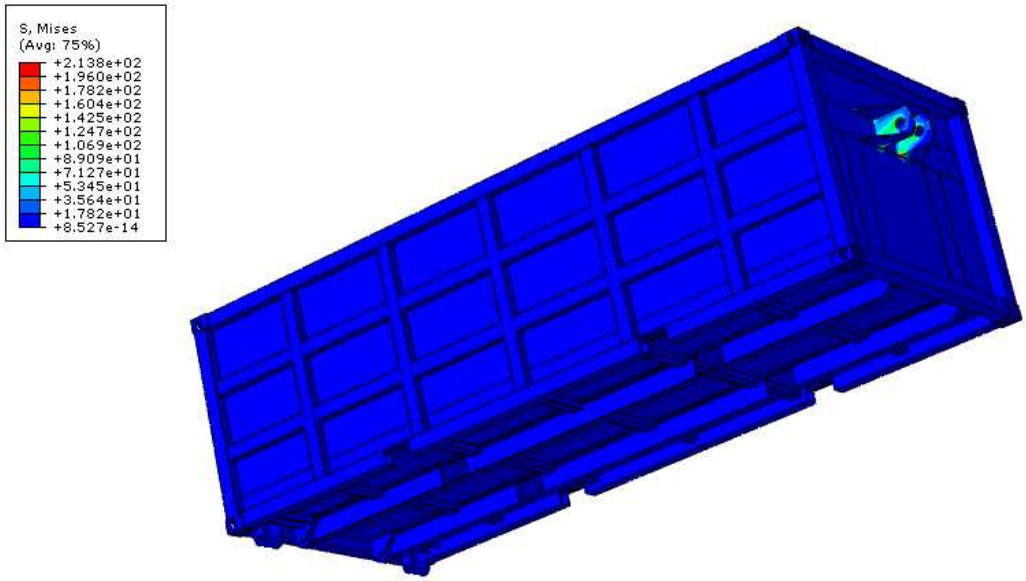
(b) 급회전 시



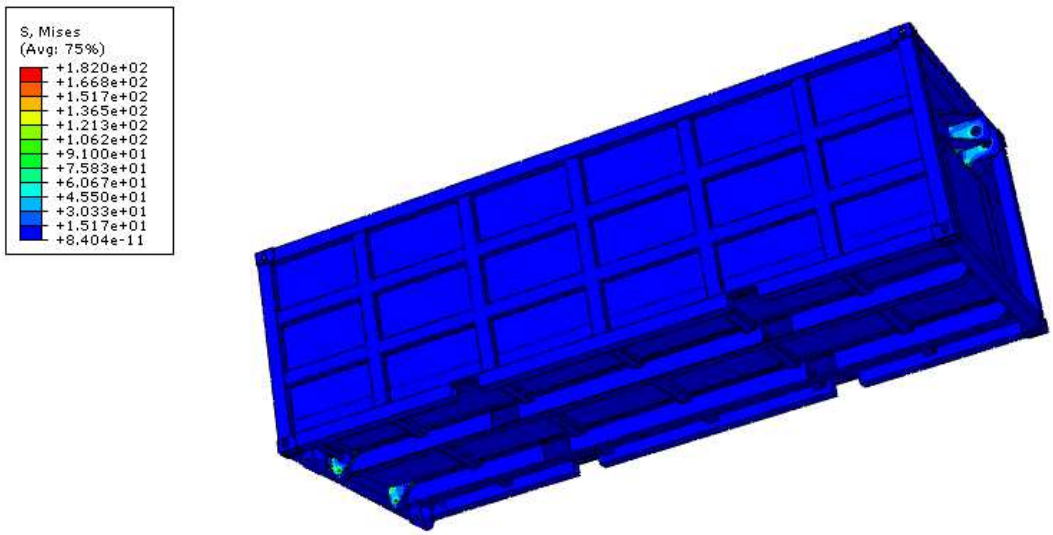
(C) 노면 충격에 따른 Bumping 시

<차량 주행 시 적재 용기(암롤 박스) 응력 Profile>

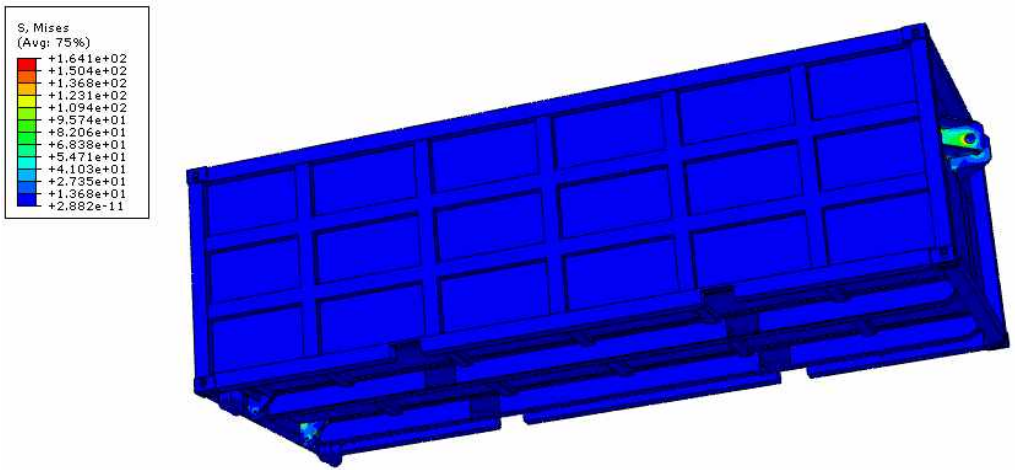
o 환적 조건에서의 응력 Profile은 아래의 그림 <환적 조건에서의 적재 용기(암롤 박스) 응력 Profile>과 같음. 그림에서 볼 수 있듯이 환적 시 하중을 지지하는 HOOK 보강대부 및 ROLLER 지지부에서 상대적으로 높은 응력 수준을 보여주고 있음. 초기 환적 조건에서 HOOK부에서 213.8MPa을 ROLLER 지지부에서 104.5MPa, 중기 환적 조건에서 HOOK 지지부에서 182.0MPa, ROLLER 지지부에서 102.7MPa, 후기 환적 조건에서는 HOOK 지지부에서 164.1MPa, ROLLER 지지부에서 103.4 MPa 가 나타남을 볼 수 있음



(a) 초기 환적 시



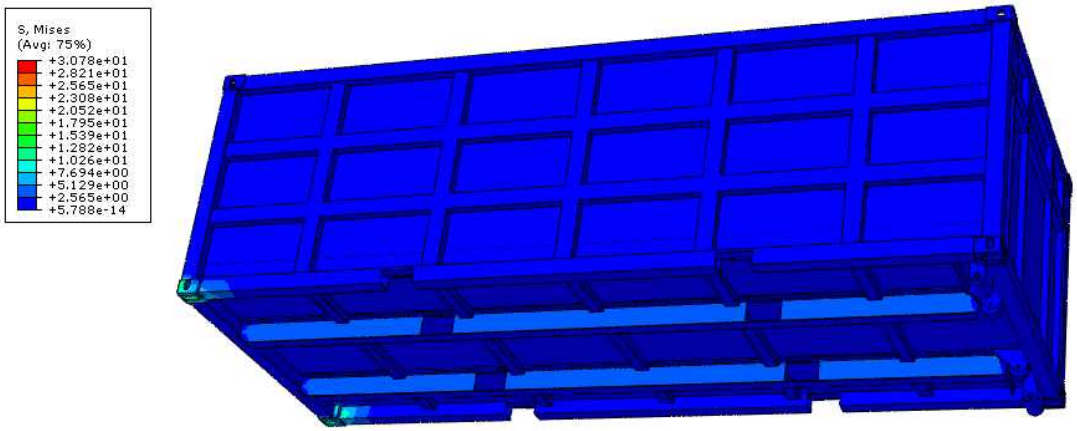
(b) 중기 환적 시



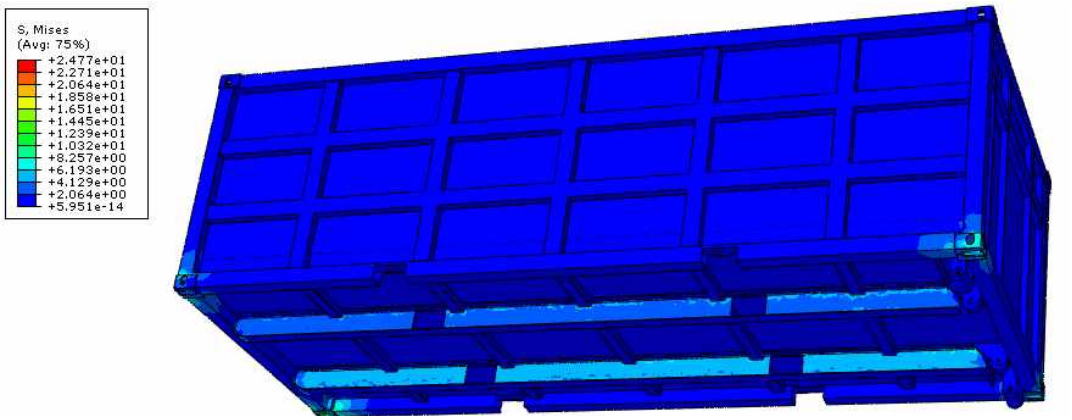
(c) 후기 환적 시

<환적 조건에서의 적재 용기(암롤 박스) 응력 Profile>

o 철도 주행 시 발생하는 급제동, 선회 시 작용하는 하중에 대한 해석 결과는 아래의 그림 <철도 주행 조건에서의 적재 용기(암롤 박스) 응력 Profile>과 같음. 그림에서 볼 수 있듯이 급제동 시 작용하는 관성 하중에 따라 고정장치와 체결되는 전방부 HOLE 부분에서 최대응력 30.8MPa이 발생하였으며, Rail에서 8.7MPa이 발생하였음. 또한, 급선회 시는 선회하중에 따라 측방향의 비틀림 하중에 의하여 체결부에서 가장 큰 응력인 24.8MPa이 Rail에서 9.5MPa이 나타남을 볼 수 있음



(a) 급제동 시



(b) 급선회 시

<철도 주행 조건에서의 적재 용기(암롤 박스) 응력 Profile>

o 적재 용기(암롤 박스)에 대한 다양한 하중조건에 따른 해석 결과 철도 주행 구간 적재 시에 비하여 환적 구간에서 상대적으로 높은 응력 수준을 나타냄을 알 수 있음. 각각의 조건에 따른 최대응력 발생 위치 및 최대응력은 아래의 표<적재 용기(암롤 박스)의 하중 조건에 따른 최대응력>에 나타내었음

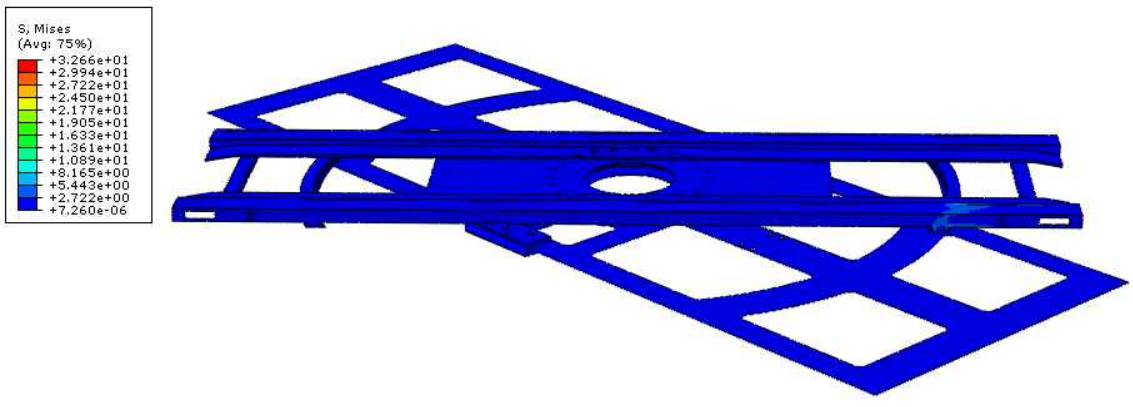
<적재 용기(암롤 박스)의 하중 조건에 따른 최대응력>

	차량 주행 구간	환적 구간	철도 주행 구간
HOOK 지지대	68.4MPa	213.8MPa	-
RAIL부	147.2MPa	-	9.5MPa
ROLLER 지지부	-	104.5MPa	-
CORN 체결부	-	-	30.8MPa

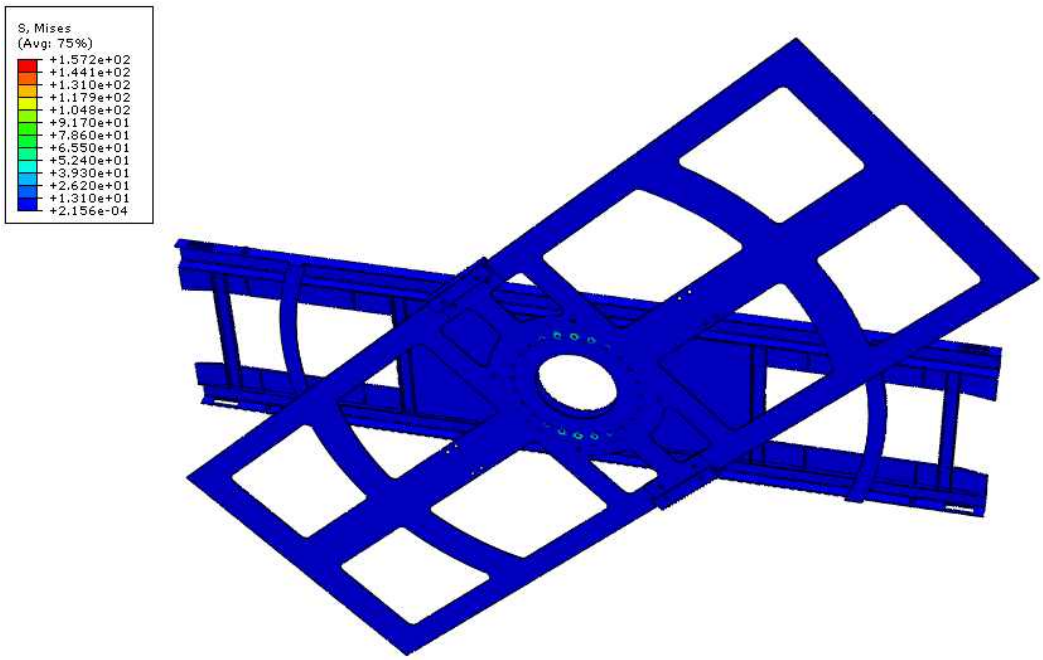
o 위의 표에서 볼 수 있듯이 차량 주행 구간은 Bumping에 따른 충격하중에 따라 Rail 부에서 147.2MPa의 최대응력을 나타냈으며, 비교적 집중 하중을 받는 환적 구간에서 HOOK 지지대에 최대 213.8MPa의 응력이 나타남을 볼 수 있음. HOOK 지지대에서의 최대응력(213.8MPa)은 HOOK 지지대 재질(S50C) 인장강도인 670MPa의 약 32% 수준으로 목표 안전계수인 3.0을 만족하여 구조적 건전성은 확보하였다고 할 수 있으나 향후 보강 설계를 통하여 추가적으로 강도를 높일 필요가 있다고 판단됨

(2) 무동력 회전 장치

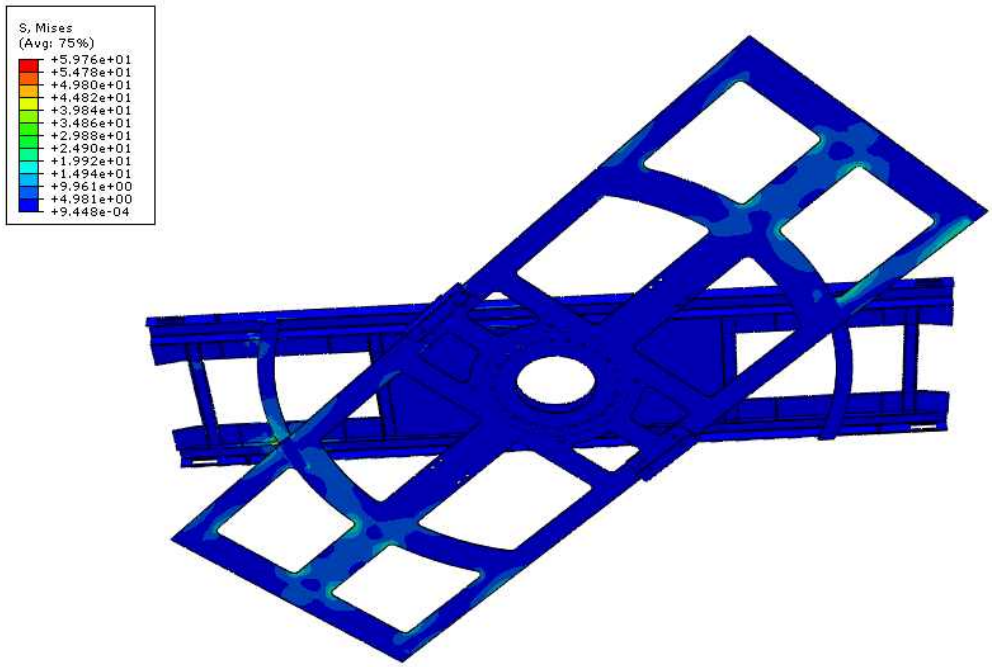
o 무동력 회전장치는 환적 및 철도 주행 시 큰 하중을 받게 됨. 환적 시 45도 회전에 따라 적재용기(암롤박스)를 지지하는 상부 RAIL은 집중 하중을 받게 되며, 철도 주행 시에는 적재용기(암롤박스)에 대한 하중을 받게 됨. 따라서 본 연구에서는 환적 조건 및 철도 주행 조건에 대한 해석을 수행하였음. 아래의 그림 <환적 조건에 따른 무동력 회전장치 응력 Profile>은 환적 시 작용하는 하중에 따른 무동력 회전장치의 응력 Profile을 보여주고 있음



(a) 초기 환적 시



(b) 중기 환적 시

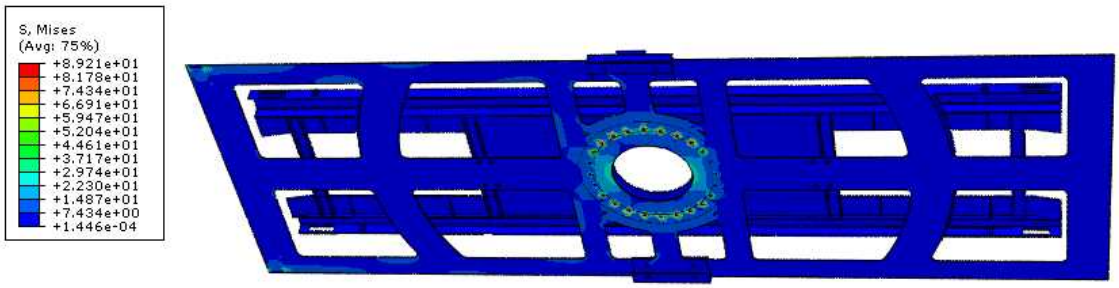


(c) 후기 환적 시

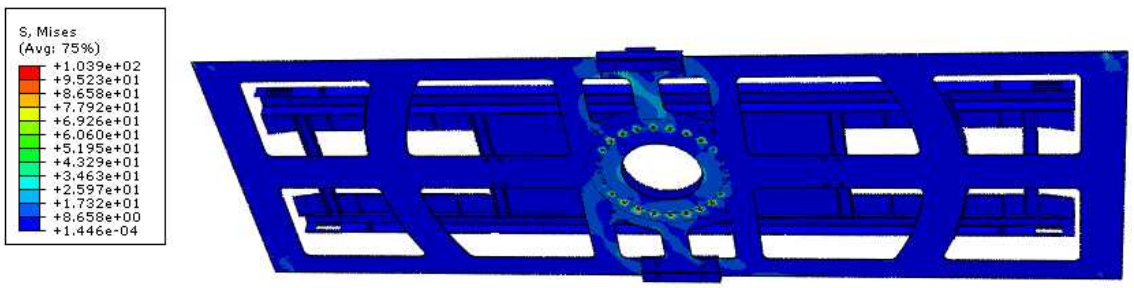
<환적 조건에 따른 무동력 회전장치 응력 Profile>

o 초기 환적 조건에서 회전장치는 RAIL부에서 최대응력 92.7MPa, 베이스 베어링 체결부에서 42.3MPa, 베어링에서 26.4MPa이 나타났으며, 적재용기(암롤박스)가 중앙부에 위치한 경우 RAIL부에서 46.0MPa, 베이스 베이링 체결부에서 157.2MPa, 베어링에서 132.8MPa가 나타남을 볼 수 있음. 또한, 후기 환적 시에도 Rail부에서 최대응력 59.8MPa이, 베이링 체결부에서 38.6MPa, 베어링에서 23.2MPa가 나타남을 알 수 있음

o 아래의 그림 <철도 주행 조건에 따른 응력 Profile>은 철도 주행 구간에 대한 응력 Profile로 적재용기(암롤박스)의 자중에 의한 접촉하중에 따라 베어링의 하단부에 응력이 집중함을 볼 수 있음. 급제동 조건에서는 베이스의 베어링 볼트 체결부에 최대하중 89.2MPa이 나타났으며 전방부 고정장치 체결부에 54.8MPa가 발생함을 볼 수 있음. 또한, 선회 시 급제동 시에 비하여 상대적으로 높은 응력이 나타났으며, 최대응력은 베이스의 베어링 볼트 체결부에서 103.9MPa이, 측방부 고정장치 체결부에 69.7MPa이 나타남을 볼 수 있음



(a) 급제동 시



(b) 선회 시

<철도 주행 조건에 따른 응력 Profile>

o 무동력 회전장치에 대하여 환적 및 철도 주행 조건에 대한 구조 강도 해석을 수행한 결과 환적 시 ROLLER 접촉에 따른 집중하중에 따라 상대적으로 높은 하중에 따라 높은 응력이 나타남. 아래의 표<무동력 회전장치의 하중 조건에 따른 최대응력>은 무동력 회전장치의 하중 조건에 따른 최대응력을 보여주고 있음

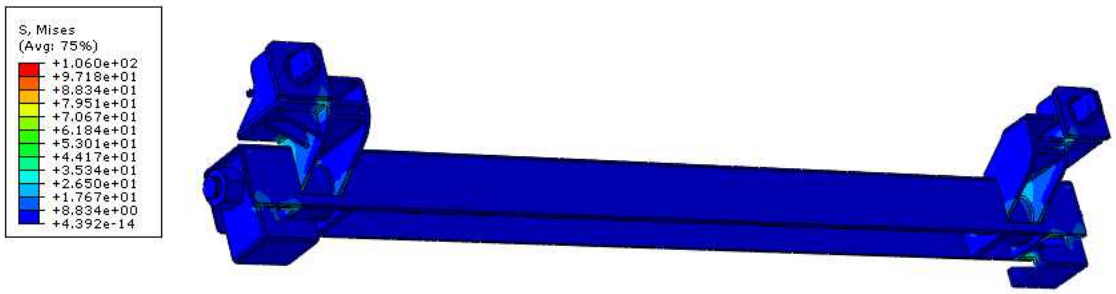
< 무동력 회전장치의 하중 조건에 따른 최대응력 >

구 분	환적 구간	철도 주행 구간
RAIL부	92.7 MPa	76.3 MPa
베이스 베어링 체결부	157.2 MPa	103.9 MPa
베어링	132.8 MPa	75.3 MPa
고정장치 체결부	-	69.7 MPa

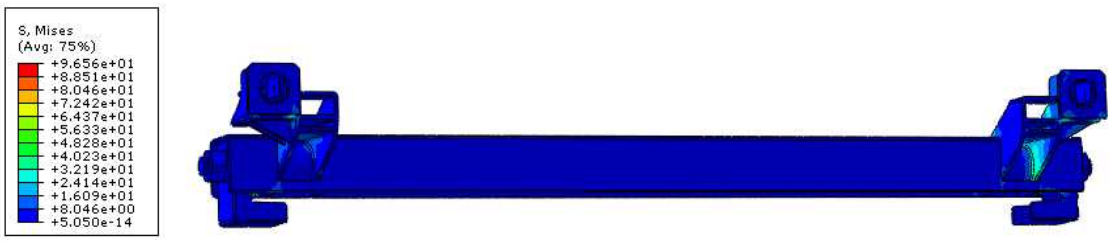
o 무동력 회전장치는 환적 구간 중 적재용기(암롤박스)가 중앙에 위치한 경우에 마찬가지로 최대응력 157.2MPa가 나타났으며, 이는 항복응력(400MPa) 대비 약 39%, 인장강도(540MPa)의 약 29% 수준으로 안전한 설계라고 할 수 있음. 안전계수 3.0에는 만족하는 수준이지만 정량적 목표사양을 충분히 만족하는 수준으로 추가연구를 통해 보완할 계획임

(3) 고정 장치

o 고정 장치는 철도 주행 시 적재용기(암롤박스)를 고정하는 역할을 수행함. 아래의 그림<철도 주행 조건에 따른 고정장치 응력 Profile>과 같이 급제동 시 전방부에 위치한 고정 장치에서 비교적 대칭적인 응력 분포를 나타내고 있으며, 선회 시 측방향 하중에 의하여 회전방향으로 응력이 높게 나타남을 볼 수 있음. 최대응력은 CORN SUPPORT에서 나타나고 있으며 급제동 시에는 106.0MPa, 선회 시에는 96.6MPa로 항복응력(400MPa) 대비 약 27%, 인장강도(540MPa) 대비 약 20% 이하 수준임. 이는 설계사양인 안전계수 3.0을 충분히 만족하여 강건한 설계라고 판단됨



(a) 급제동 시



(b) 선회 시

<철도 주행 조건에 따른 고정장치 응력 Profile>

다. 결론

o 무동력 회전장치 환적시스템을 구성하는 적재용기(암롤박스), 무동력 회전 장치, 고정장치에 대한 공학적 설계를 수행하였음

o 다양한 하중 조건(차량 이송 시, 환적 시, 철도 이송 시)에 대한 하중 조건을 고려하여 유한 요소 해석기법을 이용하여 강도 해석을 수행함

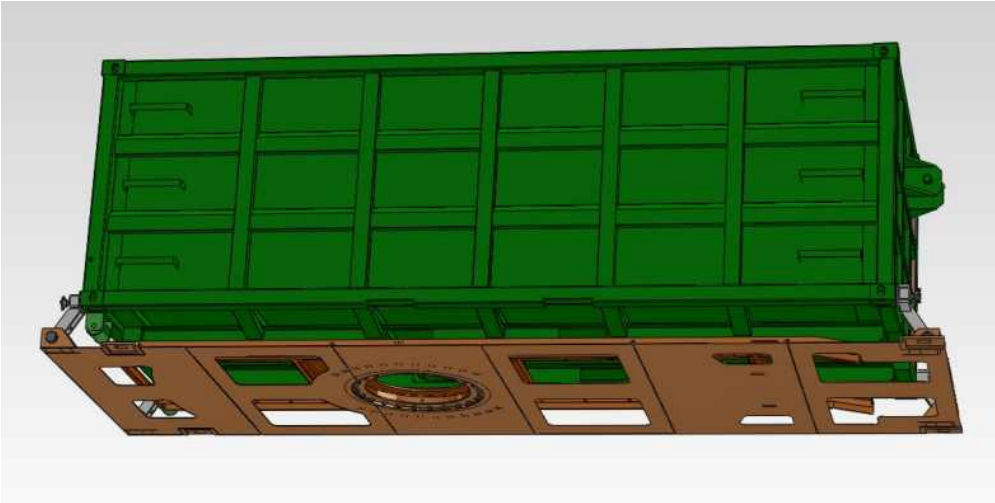
o 여러 하중조건에 대하여 강도 해석을 수행한 결과, 적재용기(암롤 박스)를 암롤 트럭에 환적하는 조건에서 상대적으로 가장 높은 응력 수준을 나타냈으나, 구조적 건전성은 확보하고 있음을 확인하였음

o 목표 성능 요구 조건인 안전계수 3.0을 충분히 만족하고 구조 경량화를 위하여, 적재 용기(암롤 박스)의 HOOK 지지부 및 RAIL부, 무동력 회전장치의 베이스부, 베어링 체결부에 대한 보완 설계 및 재질 선정 등 향후 추가연구를 통하여 진행하여야 할 것으로 판단됨

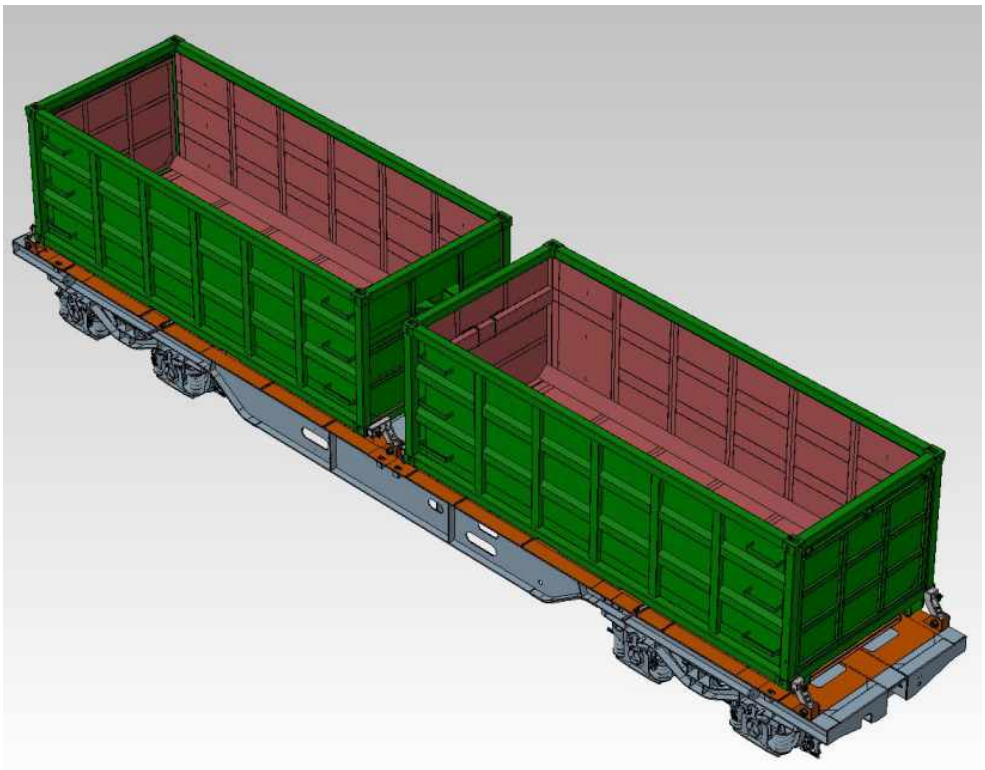
제 2 절 회전장치를 이용한 환적시스템 상세설계 및 시제품 제작

1. 회전장치를 이용한 환적시스템 상세설계

가. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 설계 요구사항



(a) 무동력 회전장치 환적 시스템



(b) 화차 상의 무동력 회전장치 환적 시스템

<무동력 회전장치를 이용한 환적시스템>

(1) 무동력 회전장치에 대한 설계 요구사양

o 화차에 설치 후 적재용기 적재 시 인력으로 회전이 가능한 구조
o 견인장치를 이용한 전용용기의 수평이적재가 용이한 구조
o 회전장치는 각도 45° 이상, 높이 약 150mm 이하로 가능한 낮은 구조
o 최대 적재중량이 Slide 하는 방식에 견디는 튼튼한 구조
o 화차에 탈부착이 가능한 구조
o 회전장치의 원활한 회전과 지지를 동시에 할 수 있는 회전베어링 설치

(2) 적재용기에 대한 설계 요구사양

o 길이 : DMT 화차에 적재용기 2대 설치, 회전반경을 고려하여 설계
o 폭 : 표준 컨테이너 사양(2,440mm)
o 높이 : 최대적재중량 등 용적률을 고려하여 설계
o 회전장치와 상호 작용하는 하부구조(Slide에 용이하도록 롤러 부착)
o 덤프 하역이 가능한 개폐 구조 및 덮개 기능

(3) 고정장치에 대한 설계 요구사양

o 화차의 고속이송(120km/h)에도 회전장치 및 적재용기를 안정적으로 고정할 수 있는 고정장치가 있는 구조
o 화차에서 트럭으로 수평이적재 시 회전장치를 안정적으로 고정할 수 있는 고정장치

나. 상세설계 시 주요 고려사항(기본설계에 대한 보완검토사항)

o 2차년도에는 시제품 제작을 위해 상세설계를 진행하였으며, 실제 시제품 제작을 위해서 다음과 같은 1차년도 기본설계에 대한 주요사항을 검토하였음

(1) 회전장치에 대한 동력 및 무동력 장단점 검토

o 화차 위에 회전장치를 설치하여 자체 환적이 가능하도록 하는 시스템을 개발하는 본 연구개발은 사람의 힘 즉, 인력을 사용하여 회전장치를 회전하도록 연구개발 하고 있음. 이와 비슷한 방식의 해외사례를 조사하였고, 해외사례에서의 비슷한 시스템들도 인력을 사용하여 회전하는 방식을 채택하고 있음

o 아래의 표 <동력 및 무동력 장단점 비교>에서는 동력과 무동력의 장단점을 분석하였음

<동력 및 무동력 장단점 비교>

구분	동력	무동력	비고
동력원	모터 및 부가장치	인력	
제작비	동력장치 제작비용 추가발생	추가비용 없음	
유지관리비	추가비용 발생	추가비용 없음	
편리성	편리함	불편함	
설치공간	동력장치 설치공간 부족함	설치공간 불필요	
환적 시간	조금 빠름	조금 느림	

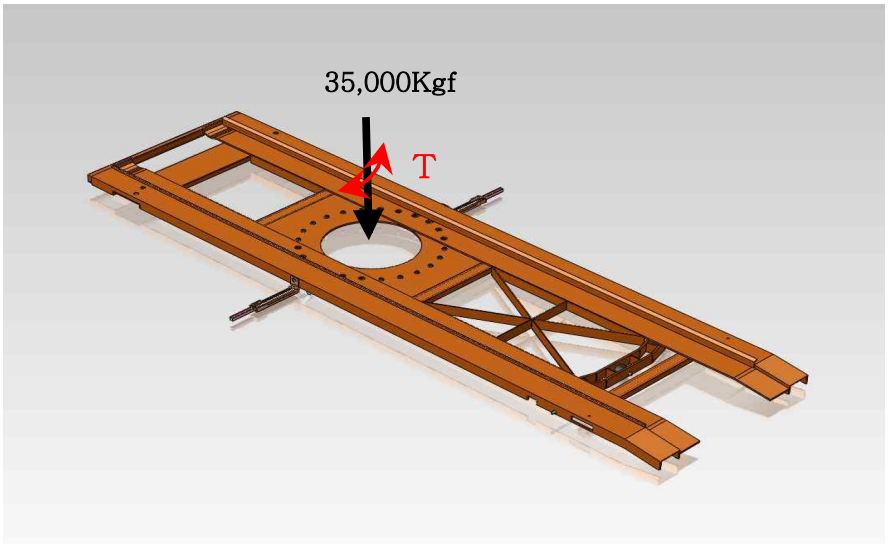
(2) 회전장치를 인력(무동력)으로 구동하기 위한 필요하중 검토

o 회전장치 구동 필요 토크 산출

– 적재용기가 구름베어링(볼 중심 반경 500mm, 마찰계수 0.0015~0.002)에 의해 지지되므로 적재용기를 구동하기 위한 작동 필요 토크(T필요)는

$T_{필요}$ = 베어링 작용 하중 × 베어링 지지점 회전 반경 × 마찰계수

$= 35{,}000\,Kgf \times 0.5m \times 0.002 = 35\ Kgf \bullet m$ 임



o 무동력 구동 가능 토크(Td)의 산출

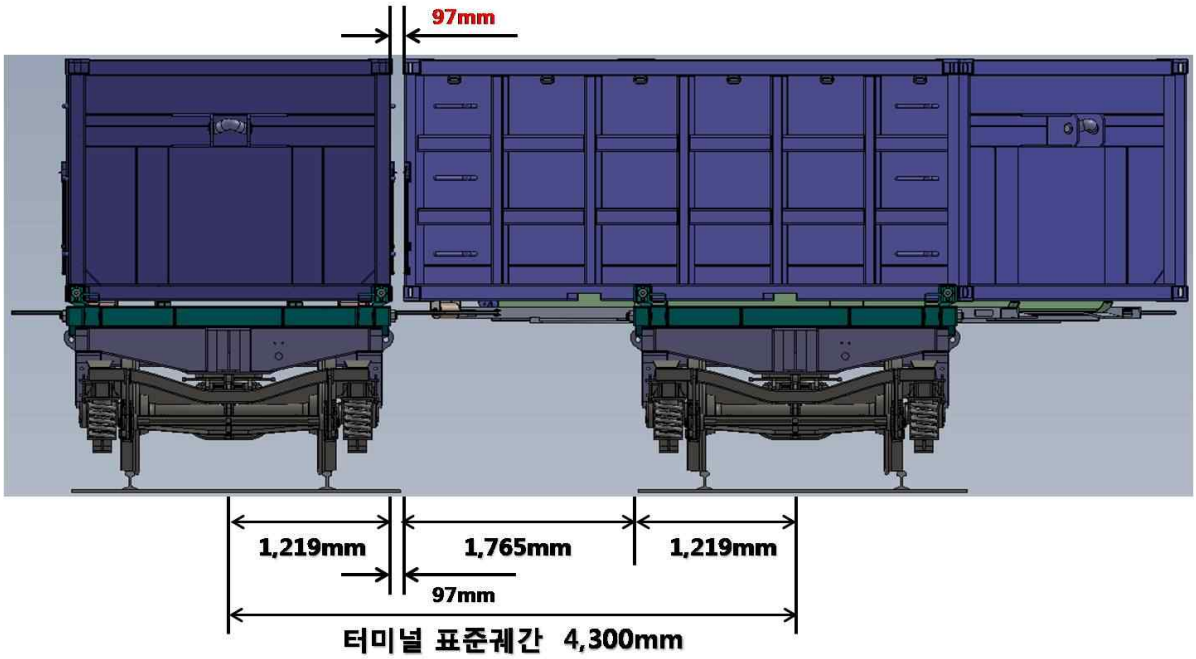
– 적재용기를 회전하기 위하여 핸들에 힘(P)을 가하면 회전장치는 구동하게 된다. 회전장치 중심에서 1m 떨어진 거리에서 사람이 70Kgf의 힘을 가하게 되면 구동 토크(T_d)는 T_d = 힘 × 회전중심으로부터의 거리 $= 70\,Kgf \times 1\,m = 70\,Kgf \bullet m$ 임

o 따라서 구동 가능 토크(Td) > 회전장치 구동 필요 토크(T필요) 이므로 인력(무동력)으로 구동 가능한 시스템은 가능하다고 판단됨

(3) 기존화차에 적용 및 인접선로 지장성 검토

o 정거장 표준궤간 및 궤도중심간격 검토

- 한 레일중심에서 다른 레일중심까지의 거리를 궤간이라고 함. 영국에서 철도창업 시(1825년)에 채용된 1,435mm를 표준궤간이라 하며, 이보다 좁은 것을 협궤, 넓은 것은 광궤라 함
- 궤간은 국내 또는 국외에서 공통으로 하는 것이 이상적이겠지만 철도의 발달은 각국마다 다르므로 현재 궤간은 14종류가 있고, 1886년 스위스의 베른 국제회의에서 최초로 1,435mm를 표준궤간으로 제정하였음
- 표준궤간은 세계철도 중 가장 많이 보급되어 있으며 전연장이 68%, 광궤는 15%, 협궤는 17% 정도이며 국내 철도는 전부 표준궤간임
- 한편, 정거장 내 또는 정거장 외에서 2개 이상의 궤도를 병설할 경우의 소정거리를 궤도중심간격이라 함
- 선로가 곡선일 경우에는 차량의 편의량(偏倚量)만큼 중심 간격을 확대시켜야 하는데, 현행 건설 규정상 정거장 밖에서의 두 선 이상의 궤도중심간격은 4m 이상이 되어야 하며, 정거장 내에서는 작업자의 작업을 고려하여 4.3m 이상이 되도록 궤도를 부설하여야 함
- 국내 정거장 궤도중심간격은 4.3m이고, 이를 고려했을 때 1차년도 설계에는 화차 위에 적재용기를 상차한 후 45도 회전 시 아래의 그림 <환적 시 인접선로 화차와의 거리>와 같이 인접선로의 화차와의 거리는 약 97mm 차이가 남. 이는 환적 시 안전거리 확보 차원에서도 문제가 있는 것으로 검토됨



<환적 시 인접선로 화차와의 거리>

o 한국철도공사 영업화차 제원 분석

- 위에서 검토한 인접선로 화차는 철도공사에서 영업 중인 화차 중 가장 표준이 되는 폭 2,332mm의 화차를 기준으로 시뮬레이션 하였으나, 실제 영업운영 중인 화차의 수가 많고 제원은 제각각이므로 영업화차의 제원을 분석하였음
- 아래의 표<한국철도공사 운영 화차 제원>을 보면 국내에서 운영하는 화차 중에서 폭이 제일 큰 화차는 1998년 제작한 컨테이너겸용 평판화차임을 알 수 있음

<한국철도공사 운영 화차 제원>

운행차종	제작년월	길이	높이	폭	비고
컨테2T	1992	14,960	1,065	2,579	
컨테2T	2006	14,610	1,065	2,332	
컨테3T	1992	19,570	1,065	2,557	
컨테3T	1997	19,310	1,150	2,530	
컨겸용평판	1998	14,960	1,370	3,180	
컨겸용평판	2005	16,000	1,125	2,800	
4.0컨겸평판	2001	16,000	1,125	2,800	
냉컨전용	1997	14,410	1,065	2,332	
탱컨겸용평판	1989	14,960	1,370	3,180	
무개차	1983	13,950	2,464	2,887	
유개차	1996	13,950	3,942	3,000	
시멘트용 벌크차	1985	13,160	3,850	3,100	
조차(아스팔트)	1982	13,950	4,184	2,651	
조차(경질유)	1996	12,000	4,446	2,936	
소화물차	1998	18,310	3,873	3,000	

* 2011년 12월 현재 한국철도공사 화차 운영 실태

- 본 연구개발 환적시스템이 정거장 내에서 환적 시 인접선로에 철도공사 운영화차 중 폭이 가장 넓은 컨테이너겸용 평판화차가 인접할 확률은 극히 낮으나, 설계 검토 시에 가장 보수적인 경우를 기준으로 하기 위하여 폭이 가장 넓은 3,180mm 화차를 기준으로 검토하였음

(4) 인접선로 지장성 검토에 따른 설계 변경

o 위에서 검토한 바와 같이 기본설계안으로는 환적 시 적재용기가 인접선로 화차에 영향을 미치는 것으로 검토되어 이를 개선하기 위해서는 ⓐ적재용기의 길이를 줄이는 방법, ⓑ회전장치의 베어링 위치 변경 및 최적의 환적 각도 적용 등을 검토하였음

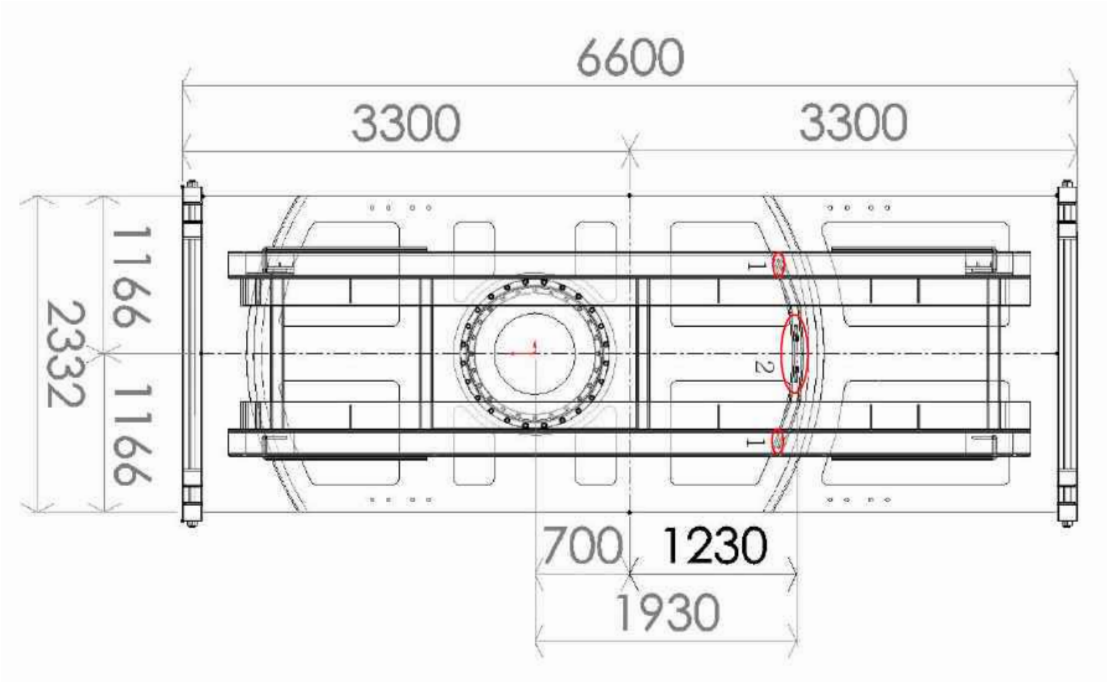
o 위 ⓐ의 방법인 적재용기의 길이를 줄이는 것은 용적률의 변화가 있어 적정하지 않은 방법으로 검토되었고, 용적률을 맞추기 위하여 높이를 올리는 방법이 있으나 이 방법 또한 높이가 올라갈수록 안정성 면에서 적정하지 않은 방법으로 검토됨

o 아래의 표<베어링 중심이동에 따른 회전각 및 인접화차 거리>는 베어링 중심을 이동한 거리에 따른 회전장치 회전각과 인접화차와의 거리를 분석하였음

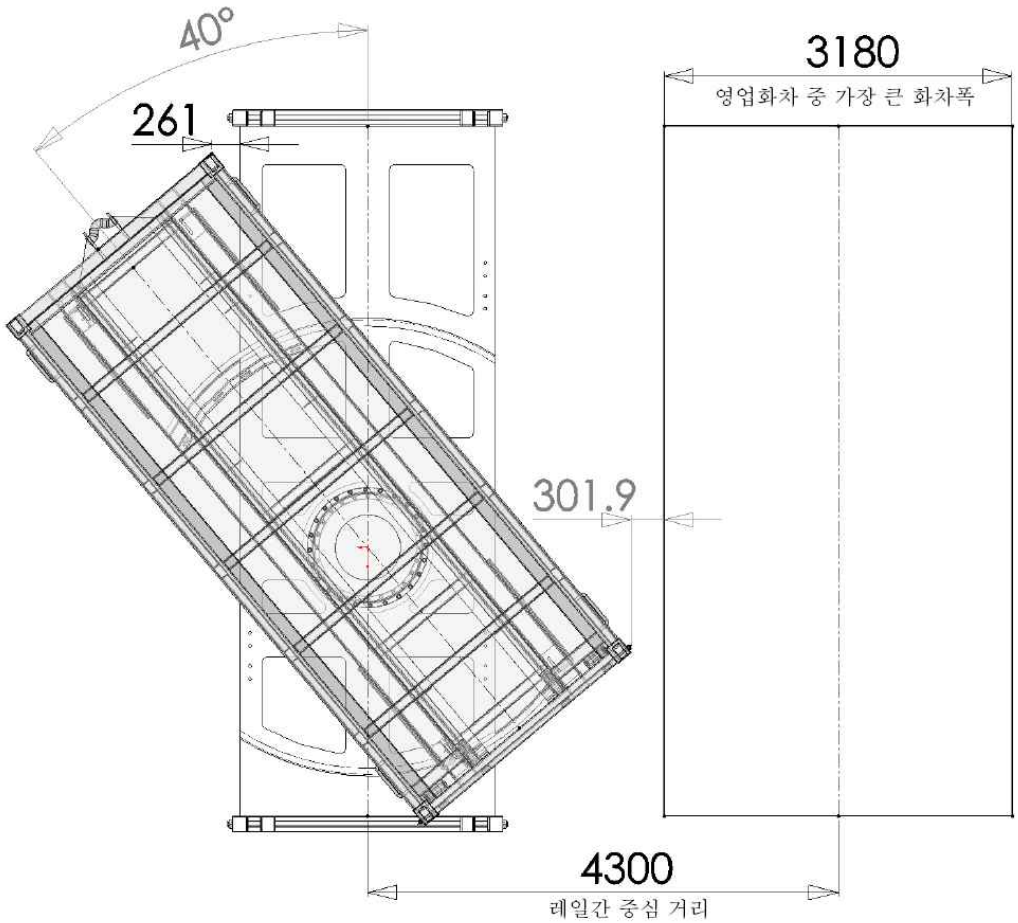
<베어링 중심이동에 따른 회전각 및 인접화차 거리>

베어링 중심 이동 거리	회전각(ㅇ)	인접화차와의 거리	비고
400	40	109	
	45	16	
450	40	138	
	45	52	
500	40	174	
	45	87	
550	40	206	
	45	122	
600	40	238	
	45	157	
650	40	270	
	45	193	
700	40	302	
	45	228	
750	40	337	
	45	264	
800	40	366	
	45	298	

o 위와 같이 검토됨에 따라 아래의 그림 <베어링 중심 이동 거리> 및 <베어링 중심 이동에 따른 회전각 및 인접화차 거리>와 같이 베어링 중심이 700mm 이동하고 회전각이 40도 일 때 인접화차(폭 3,180mm)와의 거리는 302mm로 가장 적정한 방법으로 검토되어 상세설계에 반영하였음



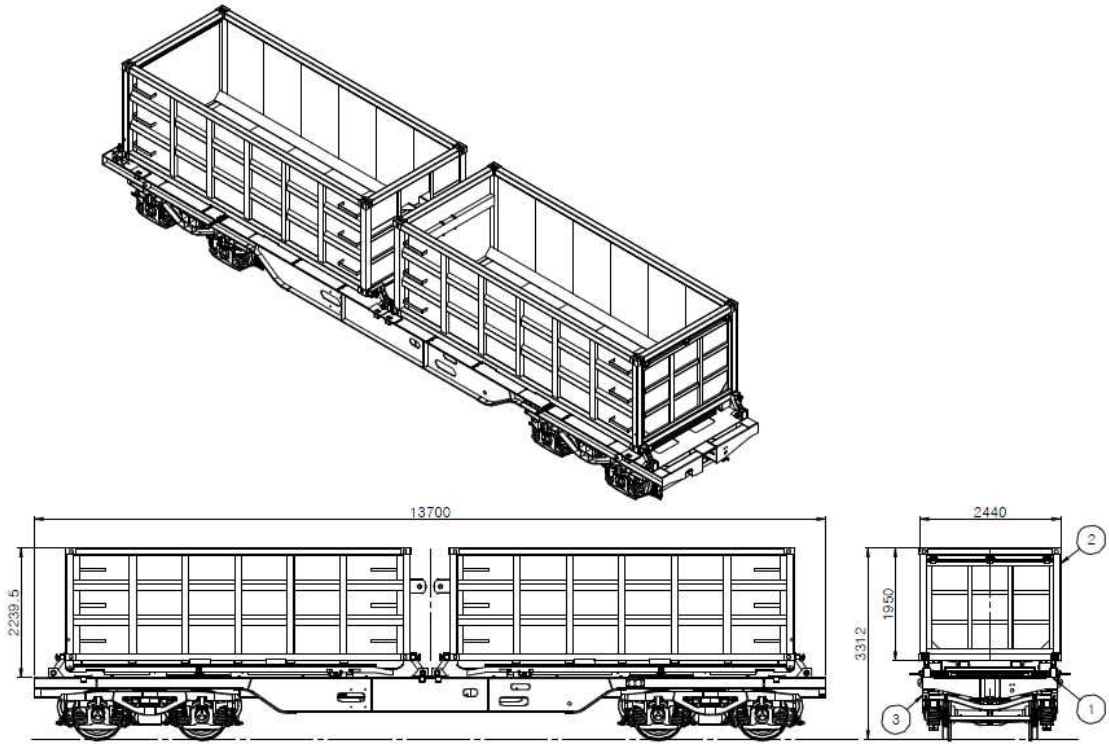
<베어링 중심 이동 거리>



<베어링 중심 이동에 따른 회전각 및 인접화차 거리>

다. 상세설계 검토

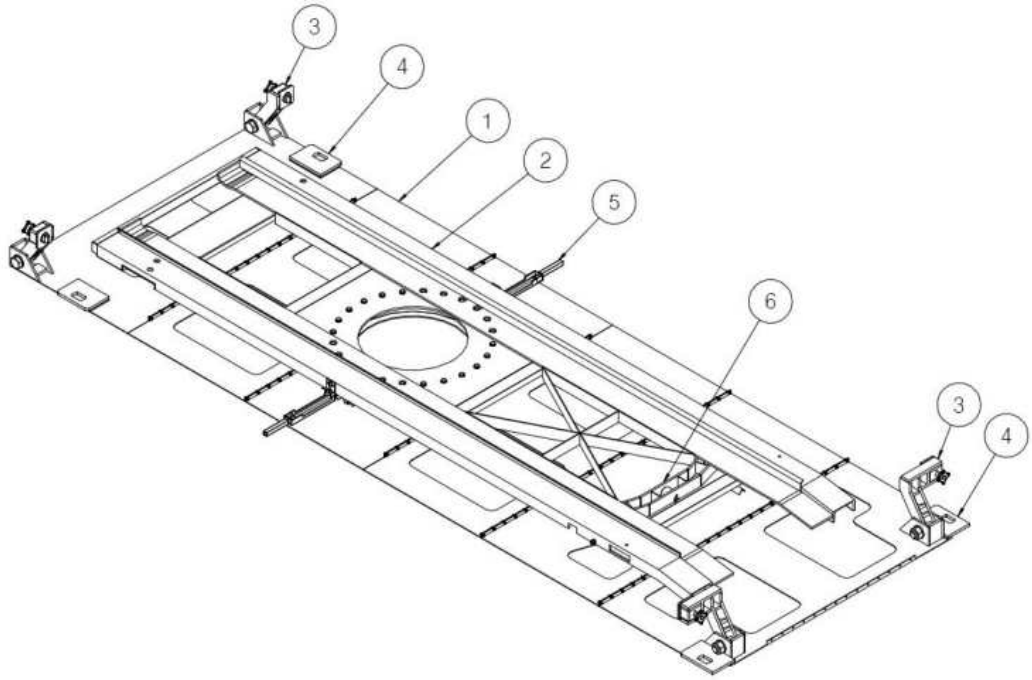
o 설계 요구사항을 만족하도록 아래의 그림 <무동력 회전장치 환적 시스템의 기본 구성도>와 같이 설계를 수행하였으며, 상세설계는 무동력 회전장치와 고정장치, 적재용기, 화차 등으로 구성됨



<무동력 회전장치 환적 시스템의 기본 구성도>

(1) 무동력 회전장치

o 무동력 회전장치의 제원은 크기 W2,455mm × H144.5mm × L6,600mm로 설계됨. 무동력 회전장치의 설계안의 주요 구성은 아래의 그림 <무동력 회전장치의 구성도>에, 구성 부품에 대한 기능 및 역할은 아래의 표인 <무동력 회전장치의 구성품>에 표기하였음



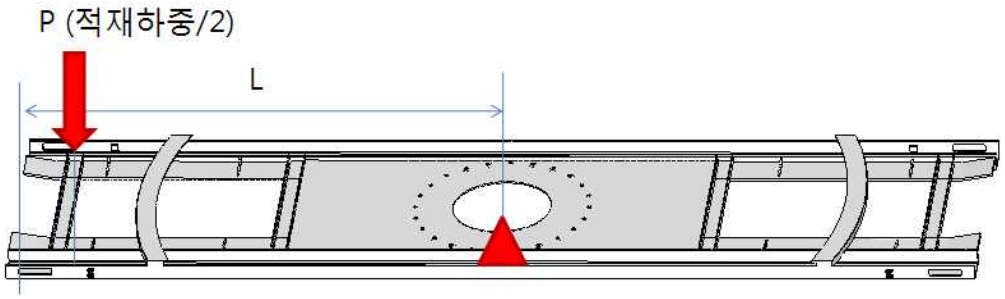
<무동력 회전장치의 구성도>

<무동력 회전장치의 구성품>

번호	명칭	기능 및 역할
1	(하부) 베이스	– 화차에 무동력 회전장치의 모든 부품을 장착할 수 있는 구조로 설계되어, 회전장치, 적재용기를 일체형으로 고정할 수 있도록 설계 – 화차와 고정하게 되어있어, 화차와의 탈부착이 용이
2	(상부) 회전장치	– 상부 프레임, 회전 스토퍼, 편심보완 롤러 등으로 구성 – 적재용기의 하중에 잘 견뎌야 하며, 적재용기 상하차 시 회전되어야 함
3	고정 장치	– 베이스 앞뒤에 설치되어, 적재용기를 고정 – 화차 운행조건에서 급가속 및 급정차 시 적재용기를 록킹콘으로 안전하게 고정
4	베이스 고정판	– 하부 베이스를 화차에 고정하는 판(plate)
5	(상부) 회전장치 스토퍼	– 적재용기의 상하차 시 상부 회전장치의 회전을 제한하는 역할
6	회전장치 편심보완 장치	– 적재용기 상하차 시, 편심에 의한 회전장치의 수직 처짐을 지지하여 회전 운동이 용이하도록 보조하는 역할

o 무동력 회전장치는 상부에는 적재용기를 지지하며, 하부에는 화차에 탈부착이 용이해야 함. 회전장치의 주요 구성품 중 적재용기 레일은 상부의 적재용기의 하중을 충분히 견딜 수 있도록 충분한 강성을 지녀야 하며, 회전판 베어링은 적재용기 레일 및 적재용기의 하중에 대하여 충분한 구조 신뢰성을 확보해야 함. 따라서 적재용기 레일의 설계 시에는 최대 처짐량의 제한을 두어 설계를 수행하였음. 아래의 그림 <적재용기 레

일의 강성 계산을 위한 자유물체도>는 적재용기 레일의 단면 계수를 설정하기 위한 가정 조건을 보여주고 있음. 적재용기 레일은 최대 적재 하중에 대하여 강도 확보뿐만 아니라, 구조물 및 회전판 베어링의 신뢰성을 확보하기 위하여 충분한 강성을 확보하여야 함. 이러한 강성 확보를 위하여 최대 처짐량의 제한을 두고 단면계수를 계산하여 적재용기 레일의 최소 단면 계수를 정의하여 설계를 수행하였음



<적재용기 레일의 강성 계산을 위한 자유물체도>

o 위 그림 <적재용기 레일의 강성 계산을 위한 자유물체도>에서 볼 수 있듯이 적재용기 레일을 외팔보로 가정하고, 회전판 베어링 중심을 고정단으로 가정하고, 적재용기의 최대 적재하중의 1/2이 작용한다고 가정하였음. 설계를 위한 최소 단면계수의 정의는 아래의 식 1을 기반으로 계산됨

$$I = \frac{PL^3}{6E\delta} \qquad \text{(식 1)}$$

여기서,

I : 단면 계수,

P : 작용 하중,

E : Modulus of Elasticity

o 또한, 신뢰성 높은 회전판 베어링의 선정을 위해 목표 수명과 신뢰도를 고려하여 베어링 모델을 선정함

$$C = P\left(\frac{L_r}{10^6 a}\right)^{1/3} \qquad \text{(식 2)}$$

여기서,

C : 기본 하중 계수

P : 베어링 레이디얼 하중

L_r : 목표 수명

a : 수명 조정 계수

o 고정장치는 화차에 컨테이너를 적재한 상태에서 이송 시 발생하는 하중에 대하여 충분한 강도를 확보하여야 함. 따라서 화차에 작용하는 하중을 분석하고 적용하는 과정을 수행하였음. 화차가 거동하는 작용하중은 크게 급제동, 급출발, 급선회 조건으로 작용

함. 화차 거동 변화에 따른 발생 하중은 급출발보다는 급제동 시가 더 큰 가속도를 가지며, 화차의 최고속도가 120Km/h이고 비상제동 거리가 600m(철도차량 핸드북 P299 참고)[2]임. 선회(좌선회, 우선회) 시의 최소 곡선반경은 600m로 하였음(철도차량 핸드북 P9 참고). 급제동 시 최고속도가 120Km/h 이송 중 비상제동 시가 최대 가속도 발생 시점이며, 이때의 가속도는 식 3에 의하여 계산됨

$$V_{종속}^2 - V_{초속}^2 = 2 \cdot a \cdot S \qquad (식\ 3)$$

급제동 시 $V_{초속} = 120Km/h = 33.3\,m/s$, $V_{종속} = 0$, $S_{제동거리} = 600\,m$ 이므로 $a_{급제동} = 33.3^2/(2 \cdot 600) = 0.93\,m/s^2 = 3.3\,Km/h/s$ 임. 그러나 충분한 안전율을 고려하여 $a_{급제동,\,최대} = 1.5\,m/s^2$ 을 가정함

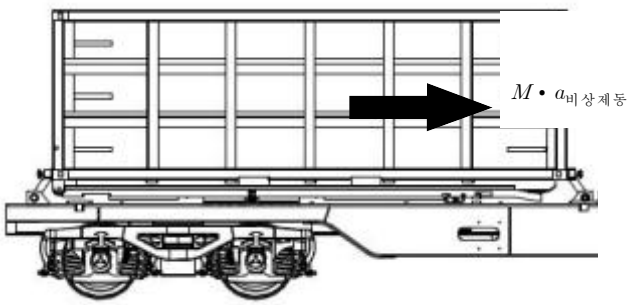
o 급선회 시 가속도는 식 4를 통하여 계산할 수 있음

$$a = V_{속도}^2 / R_{반경} \qquad (식\ 4)$$

$V_{속도} = V_{최고속도} = 120\,Km/h = 33.3\,m/s$ 이고 $R_{반경} = R_{최소반경} = 600m$ 이므로
$a_{급선회} = V_{최고속도}^2 / R_{최소반경} = (33.3)^2/600 = 1.85\,m/s^2$ 임

※ 고정장치의 작용하중에 대한 검토

o 비상제동 시 발생하는 관성력에 의해 고정장치에서 아래의 그림 <비상제동 시 발생하는 관성력>과 같이 반작용 하중이 발생함

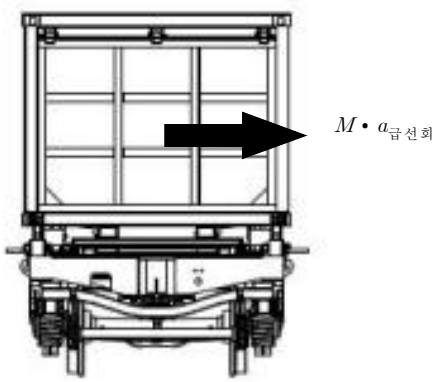


<비상제동 시 발생하는 관성력>

비상제동 시 관성에 의한 토크(T_{total})는 T_{total} =
$M \cdot a_{급제동} \cdot H/2 = 35000 \cdot 1.5 \cdot 0.92 = 48{,}300\,N \cdot m = 4{,}930\,Kgf \cdot m$ 임.
여기에서 H는 적재용기의 높이를 나타냄(H=1,920mm)

2) 철도차량 핸드북 : 저자(구보다 히로시), 공역자(백남욱, 장경수), 발행연도 및 발행처(2006년 기전연구사)

o 비상제동 시 고정장치 1개당 지지해야 하는 토크($T_{Locking,\ 급제동}$)는, 관성력에 의한 전체 토크(T_{total})에 1/2에 해당하므로 고정장치 1개당 토크($T_{Locking,\ 급제동}$)는 $T_{Locking,\ 급제동}$ = $2{,}465\ Kgf \cdot m$ 임



<급선회 시 발생하는 원심력>

o 또한, 급선회 시 원심력에 의하여 고정장치에서 반작용 하중이 발생함.
원심력에 의한 전체 토크($T_{total,\ 선회}$)는
$T_{total,\ 선회} = M \cdot a_{급선회} \cdot H/2 = 35{,}000 \cdot 1.848 \cdot 0.96 = 62{,}160\ N \cdot m \fallingdotseq 6{,}350\ Kgf \cdot m$ 임.
여기에서 H는 적재용기의 높이를 나타냄(H=1,920mm)

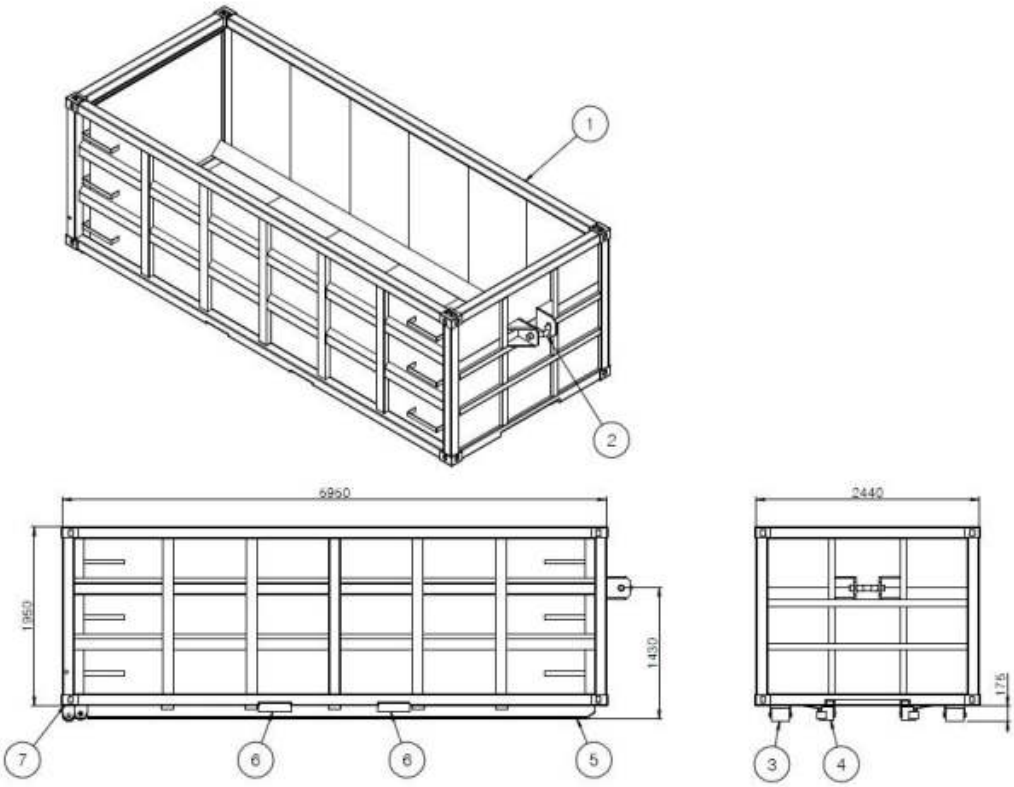
o 급선회 시 고정장치 1개당 지지해야 한다면 토크($T_{Locking,\ 급선회}$)는, 전체 토크(T_{total})에 1/2에 해당하므로 $T_{Locking,\ 급선회}$ = $6{,}350/2\ Kgf \cdot m = 3175\ Kgf \cdot m$ 임

o 그러므로 고정장치 설계 시에는 안전율을 고려하여 고정장치 1개당 최대 작용 하중을 $5{,}000\ Kgf \cdot m$ 로 설정하고 설계를 수행함

(2) 적재용기 (암롤 박스)

o 적재용기의 제원은 크기 W2,440mm × H1,950mm × L5,950mm로 설계됨. 적재용기의 설계안의 주요 구성은 아래의 그림 <적재용기 개요>에 구성 부품에 대한 기능 및 역할은 아래의 표 <적재용기 구성품>에 표기하였음

o 적재용기는 화물을 적재 시 화물에 대한 충분한 하중을 견딜 수 있어야 하며 적재용기의 상하차 시 후크에 걸리는 하중에 대하여 충분한 강도를 유지할 수 있어야 함. 적재용기의 MAIN FRAME은 고정장치에 걸리는 하중을 고려하여 설계를 수행하였으며, HOOK는 전단력을 고려한 설계를 통해 적정 직경을 선정하여 설계를 수행하였음



<적재용기의 개요>

<적재용기 구성부품>

순번	명칭	기능 및 역할
1	적재용기 프레임	- 적재용기의 외곽 FRAME으로 전체 하중을 지지
2	후크	- 암롤트럭 상하차 시 사용하는 고리 - 암롤 상하차 시 작용하는 하중 지지
3	적재용기 롤러	- 적재용기를 지면에서 원활한 이송을 위한 롤러
4	회전장치 상하차 롤러	- 무동력 회전장치의 회전판에 상하차 시 원활한 이송을 위한 롤러
5	적재용기 프레임	- 회전장치의 적재용기 레일에 얹어지는 프레임
6	지게차 견인구	- 상하차 시, 지게차 사용이 필요한 상황에 대비한 견인구
7	적재용기 고정구	- 적재용기를 록킹콘으로 고정할 수 있도록 하는 고정구

라. 상세설계 기본사양

(1) 무동력 회전장치 기본사양

항 목	사 양	비 고
길 이	6,600mm	
너 비	2,560mm	
높 이	315mm	
자 중	1,808kg	

(2) 적재용기 기본사양

항 목	사 양	비 고
길 이	5,966mm	
너 비	2,461mm	
높 이	1,918mm	
용 적	22.5㎥	
자 중	3,525kg	
최대적재중량	28,000kg	

(3) 무동력 회전장치를 장착한 화차 기본사양

항 목	사 양	비 고
화차 중량	19,500kg	
적재 최대 중량	50,000kg	
전 장	14,100mm	
전 폭	2,332mm	
차체 높이	1,065mm	

(4) 기본설계 및 상세설계 총중량 비교

(단위 : kg, %)

구분	기본설계 중량	상세설계 중량	감소량	감소율	비고
회전장치	2,018	1,808	210	10.4	
적재용기	4,300	3,525	775	18.0	

(5) 회전장치 부품별 설계 중량표

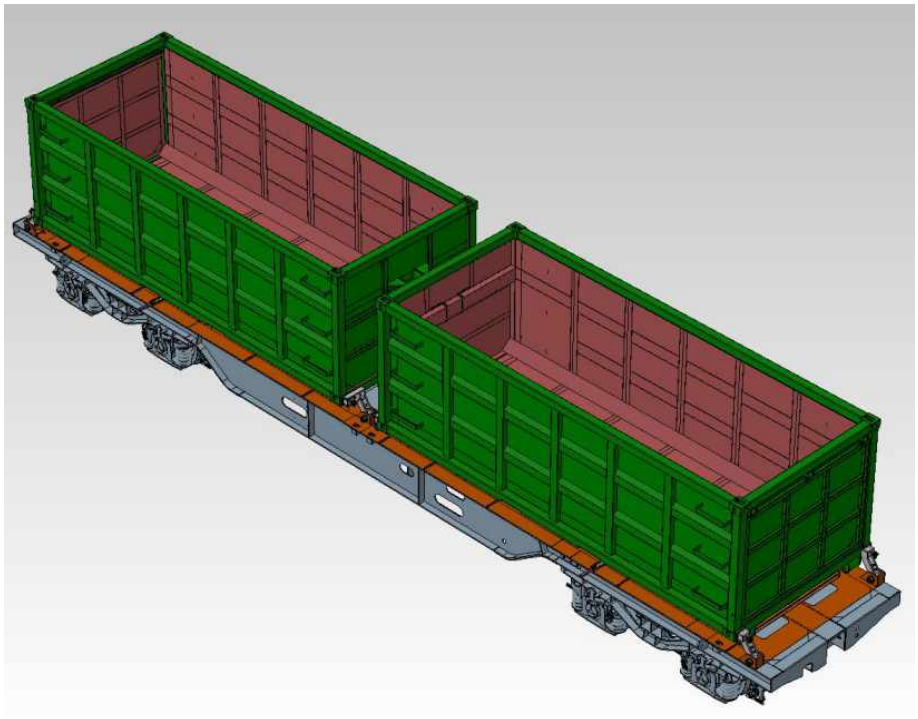
품번	품 명	수량	단위중량(kg)	총중량(kg)
1	base plate	6	87.57	525.42
2	bearing fix plate	1	30.98	30.98
3	bearing fix plate support	1	20.71	20.71
4	container corn lock plate	4	9.11	36.44
5	container corn lock plate support	4	2.68	10.72
6	rotation stopper	22	0.06	1.32
7	40° stopper	2	0.28	0.56
8	bearing connecting bolt	22	0.4	8.8
9	base connecting bolt	100	0.03	3
10	container corn unit	4	7.13	14.26
11	container corn bracket	4	10.92	43.68
12	container corn arm	4	16.74	66.96
13	container corn ass'y bolt	4	7.54	30.16
14	top frame	2	170.58	341.16
15	I beam road plate	2	137.32	274.64
16	I beam road plate support	2	10.69	21.38
17	top bearing fix plate	1	157.06	157.06
18	I beam roller stopper support	1	10.86	10.86
19	bottom support	14	0.7	9.8
20	off center roller bracket	2	13.47	26.94
21	off center roller shaft	3	0.5	1.5
22	off center roller	3	0.68	2.04
23	bearing connecting bolt	22	0.2	4.4
24	rotation stopper bracket	2	2.1	4.2
25	rotation stopper handle shaft	2	0.6	1.2
26	rotation stopper lock bar front	2	1.8	3.6
27	rotation stopper lock bar rear	2	1.52	3.04
28	rotation stopper spur gear unit	2	1.2	2.4
29	rotation stopper lock bar shaft	4	0.29	1.16
30	bolt & nut	8	0.003	0.02
31	center bearing	1	150	150
총 계				1,808.41

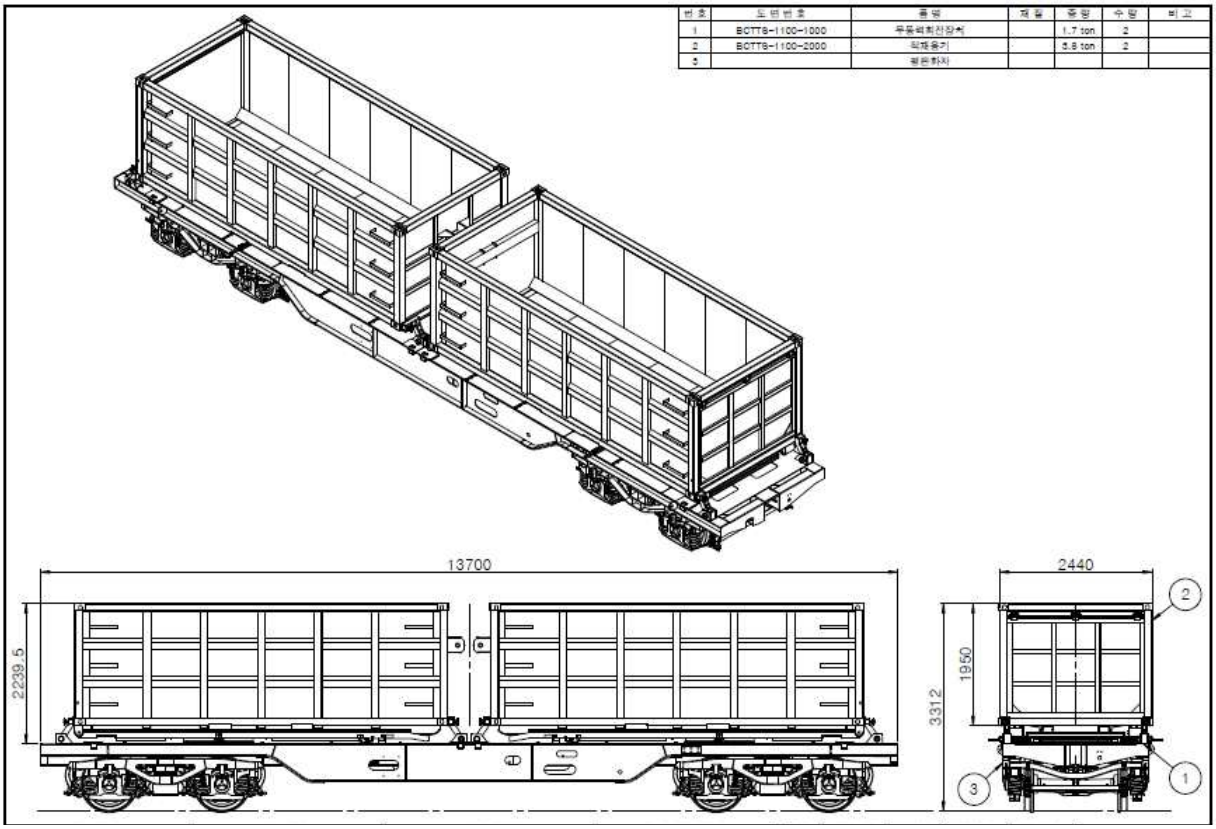
(6) 적재용기 부품별 설계 중량표

품번	품 명	수량	단위중량(kg)	총중량(kg)
1	box height frame	4	37.58	150.32
2	box width frame	4	47.06	188.24
3	box length frame	4	123.29	493.16
4	box side plate	12	57.04	684.58
5	box bottom plate	6	108.52	651.13
6	box hook plate	1	132.15	132.15
7	box door plate	1	115.65	115.65
8	box height support	10	15.02	150.2
9	box length support 790	16	7.04	112.64
10	box length support 970	8	8.76	70.08
11	box bottom support	7	17.55	112.85
12	box rail	2	142.08	284.16
13	box rail support	10	4.76	47.6
14	container conner caster top R	2	11.04	22.08
15	container conner caster top L	2	11.04	22.08
16	container conner caster bottom R	2	11.04	22.08
17	container conner caster bottom L	2	11.04	22.08
18	hook bar	1	9.65	9.65
19	hook bar bracket	2	10.59	21.18
20	hook bar bracket support	4	4.77	19.08
21	hook bar bracket support channel	2	15.34	30.68
22	hook bar bracket support channel	2	12.05	24.1
23	ladder	12	0.15	1.8
24	box door support channel	4	15.34	61.36
25	box door support channel	4	10.15	40.6
26	box rail roller	2	13.48	26.96
27	rail roller shaft	2	1.84	3.68
28	rail roller bracket	4	1.29	5.16
총 계				3,525.33

마. 상세설계 도면

(1) 전체 구성도면(회전장치, 적재용기, 고정장치 포함)

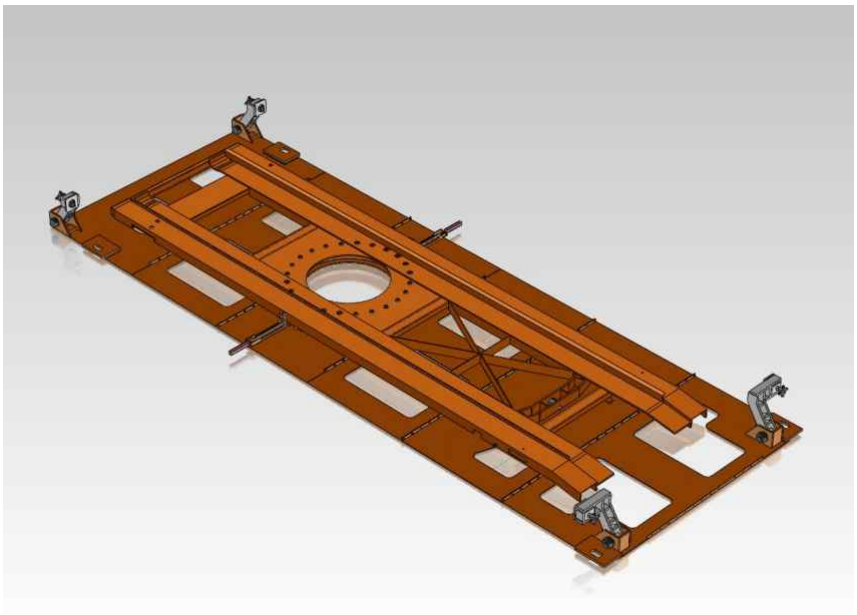


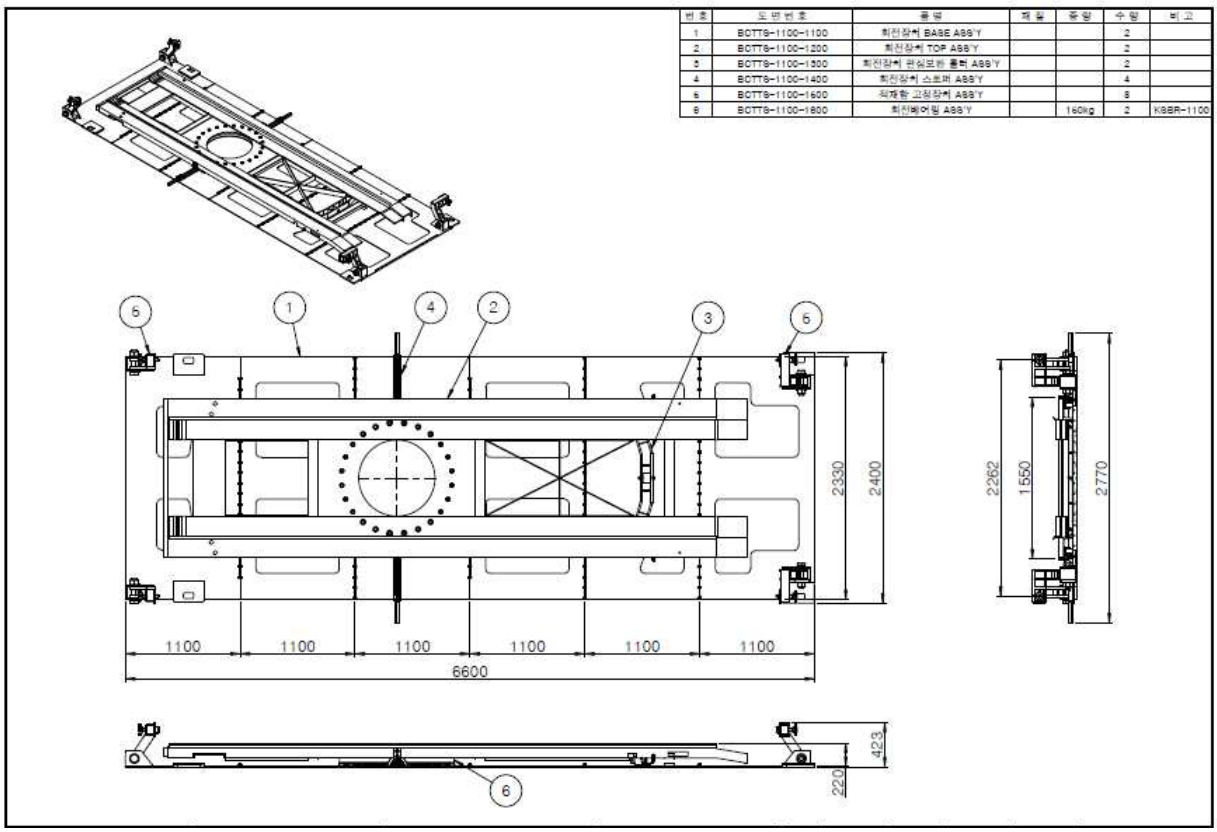


<무동력 회전장치 환적시스템 설계도>

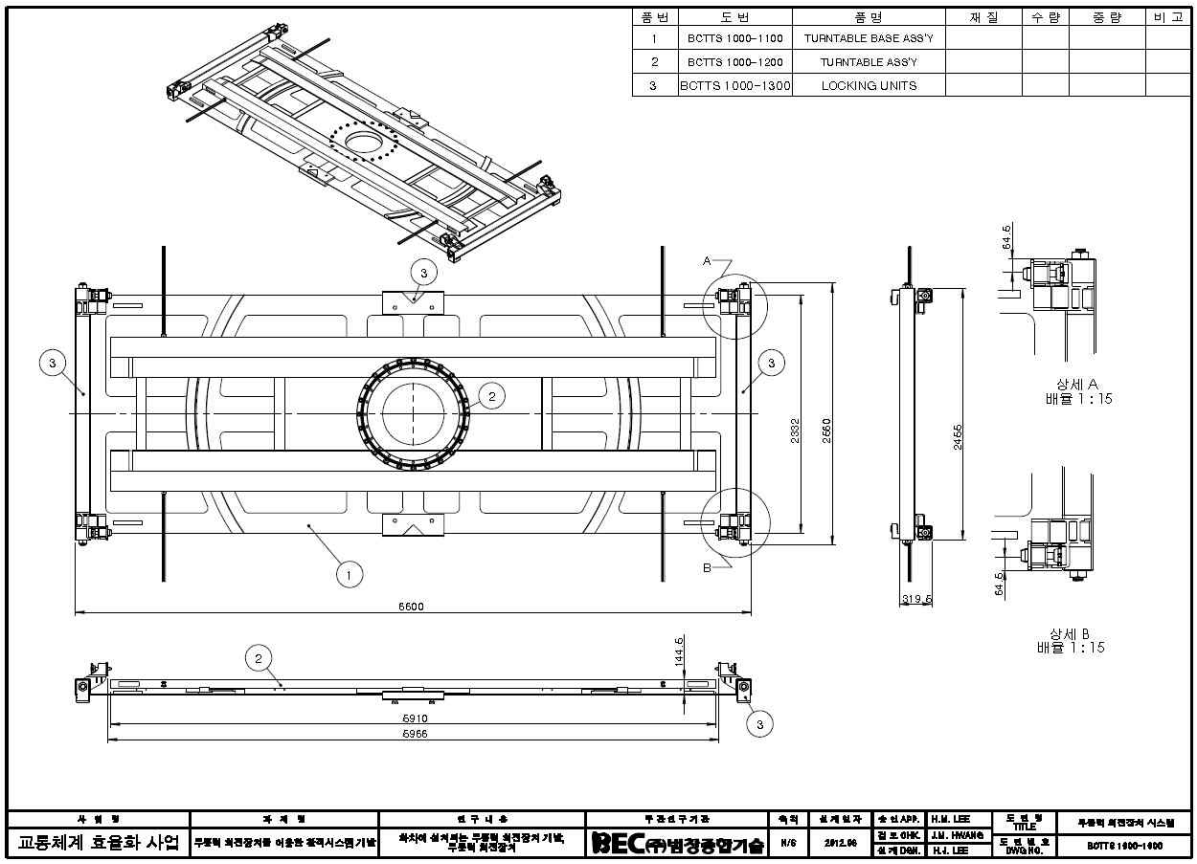
(2) 무동력 회전장치 구성

o 무동력 회전장치는 상부 회전장치, 하부 베이스, 회전 베어링, 회전장치 스토퍼 등으로 구성됨. 1차년도 설계안과 비교하여 회전장치의 회전중심이 700mm 이동되어 회전장치의 편심보완 롤러가 추가됨





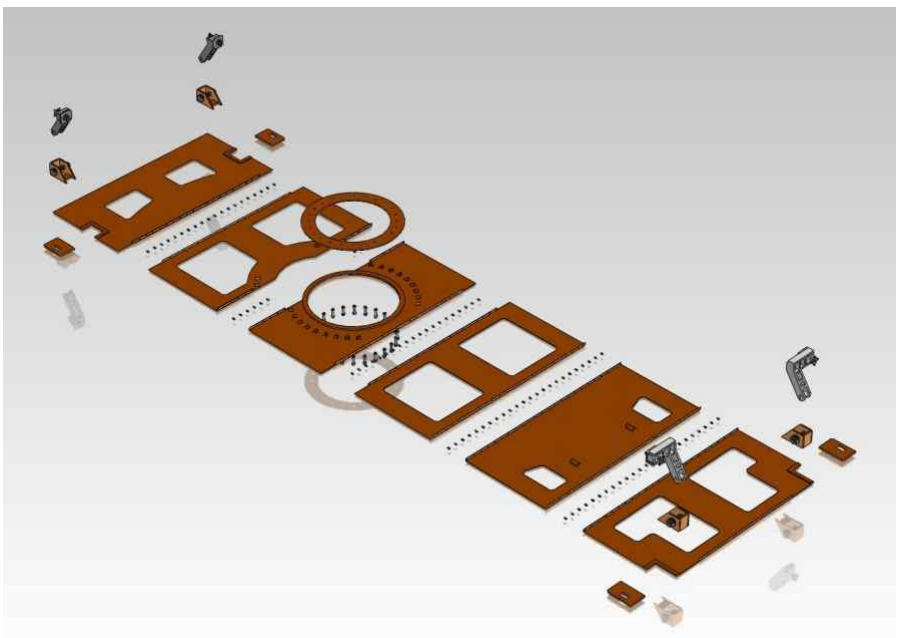
<무동력 회전장치의 설계도>



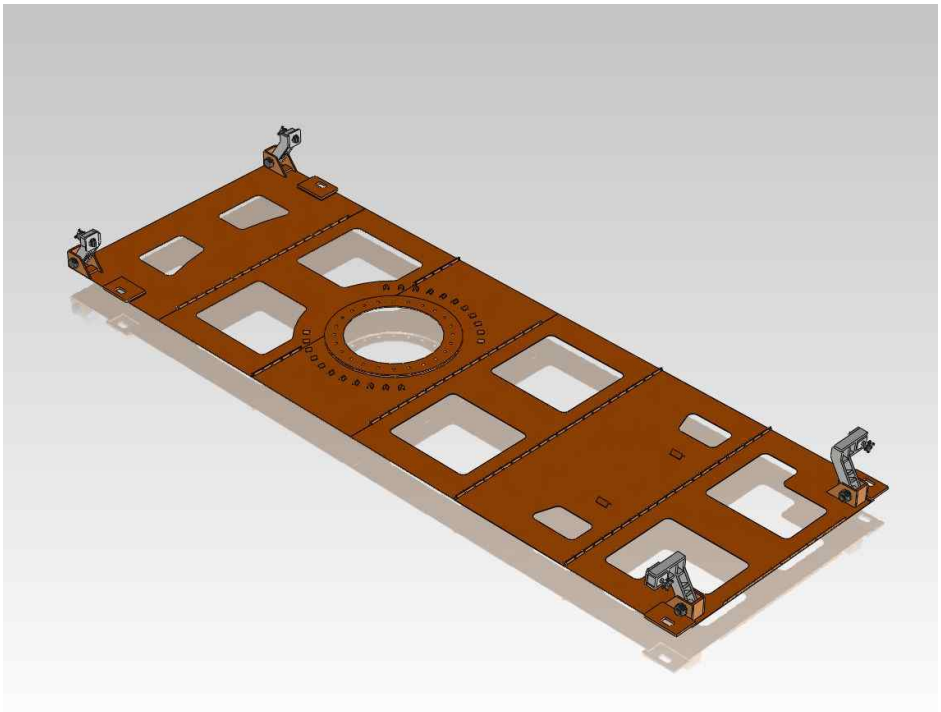
<1차년도 무동력 회전장치의 기본 설계도(참고용)>

(3) 무동력 회전장치 하부 베이스

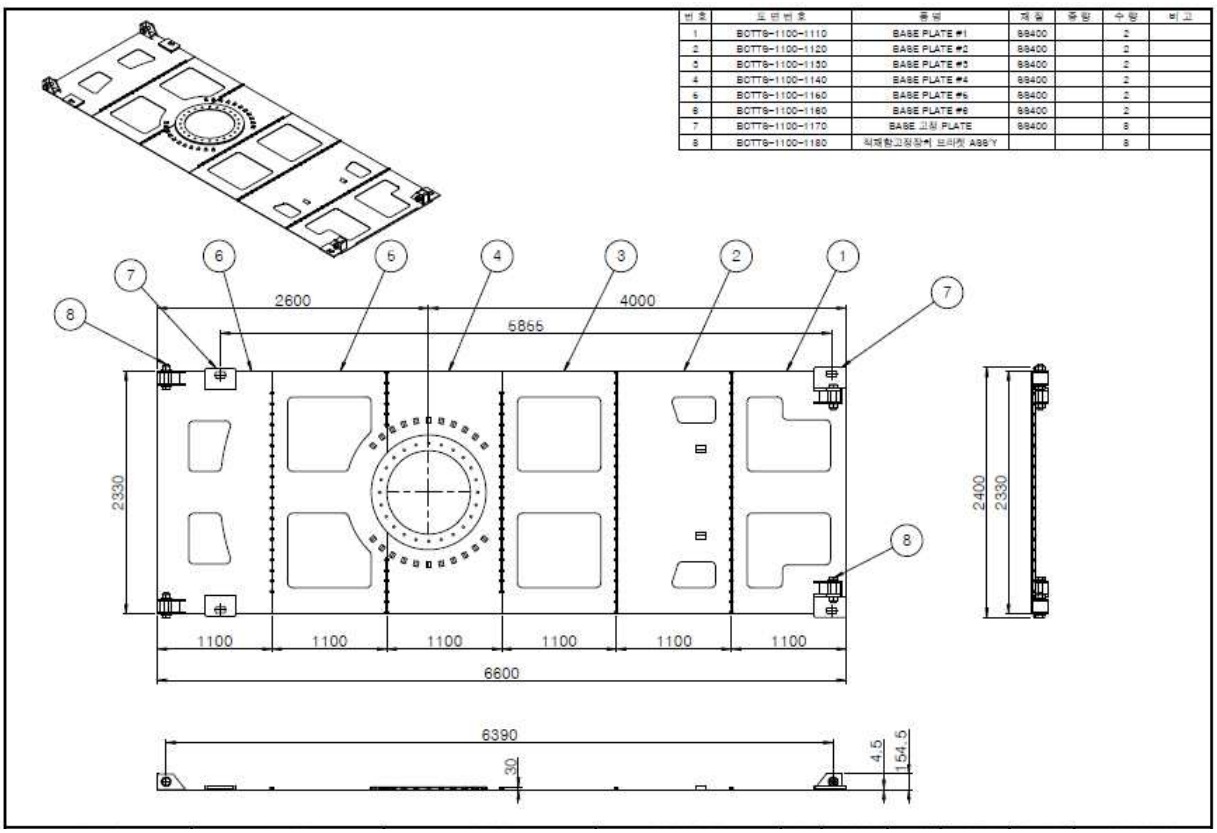
o 1차년도 설계안과 비교하여 회전장치의 회전중심이 700mm 이동되어 변경되었으며 6개의 판, 4개의 고정판, 고정장치 브라켓 등으로 구성되어 설계됨



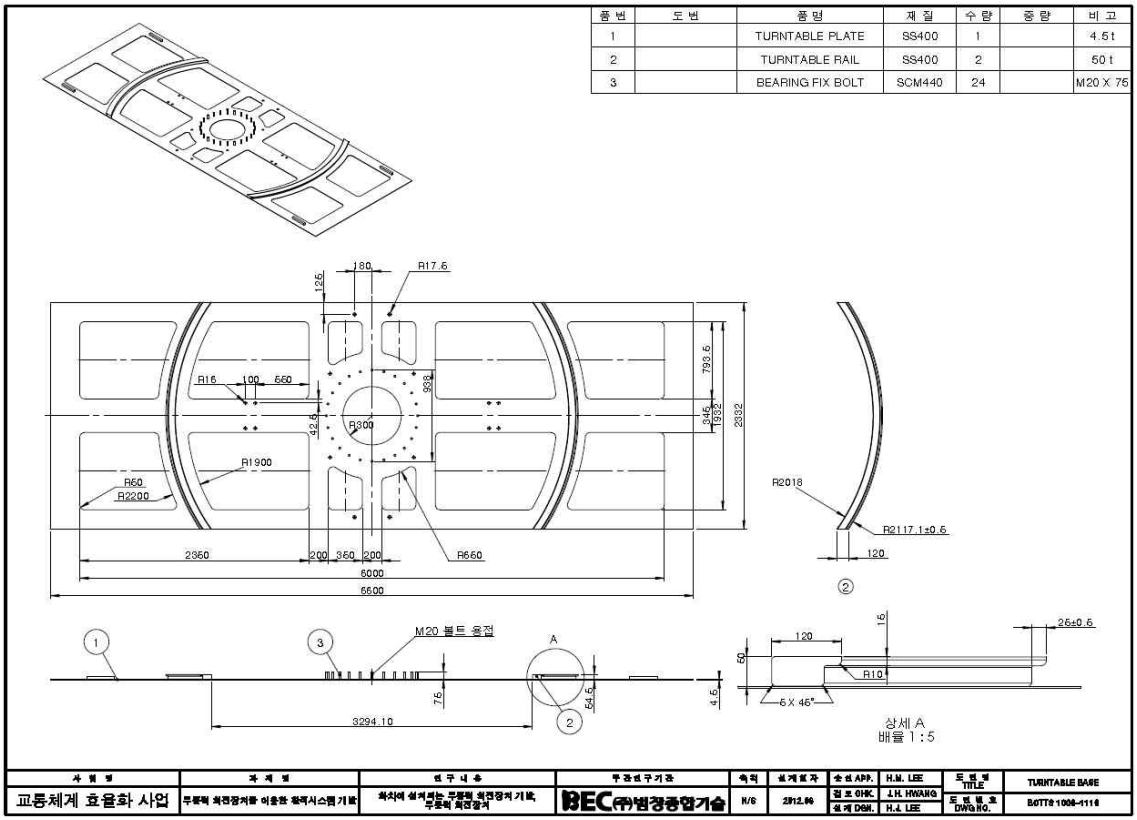
<무동력 회전장치의 하부 베이스 구성도>



<무동력 회전장치의 하부 베이스>

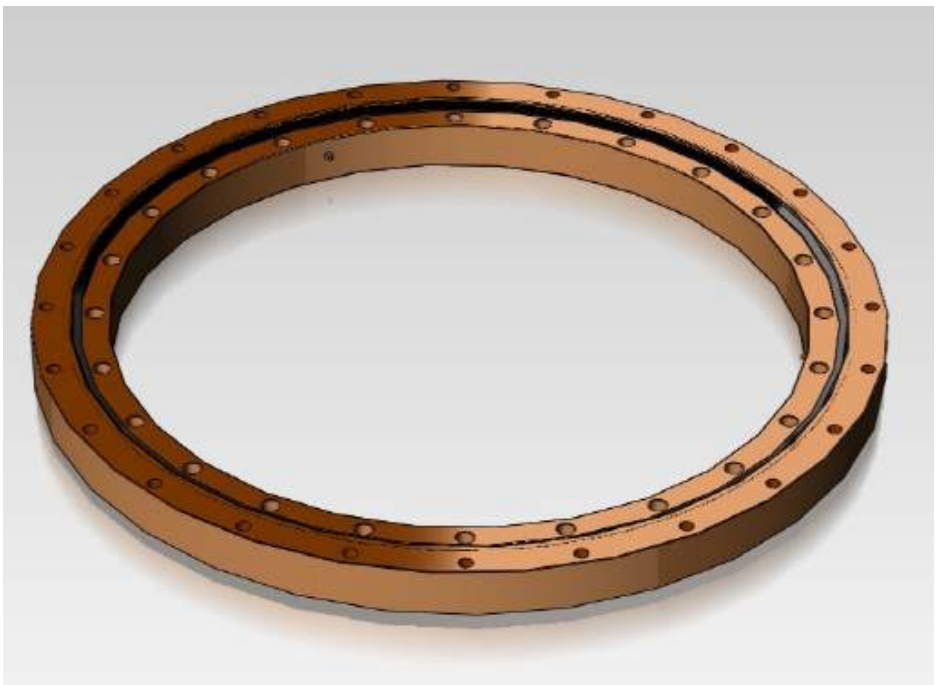


<무동력 회전장치의 하부 베이스 설계도>

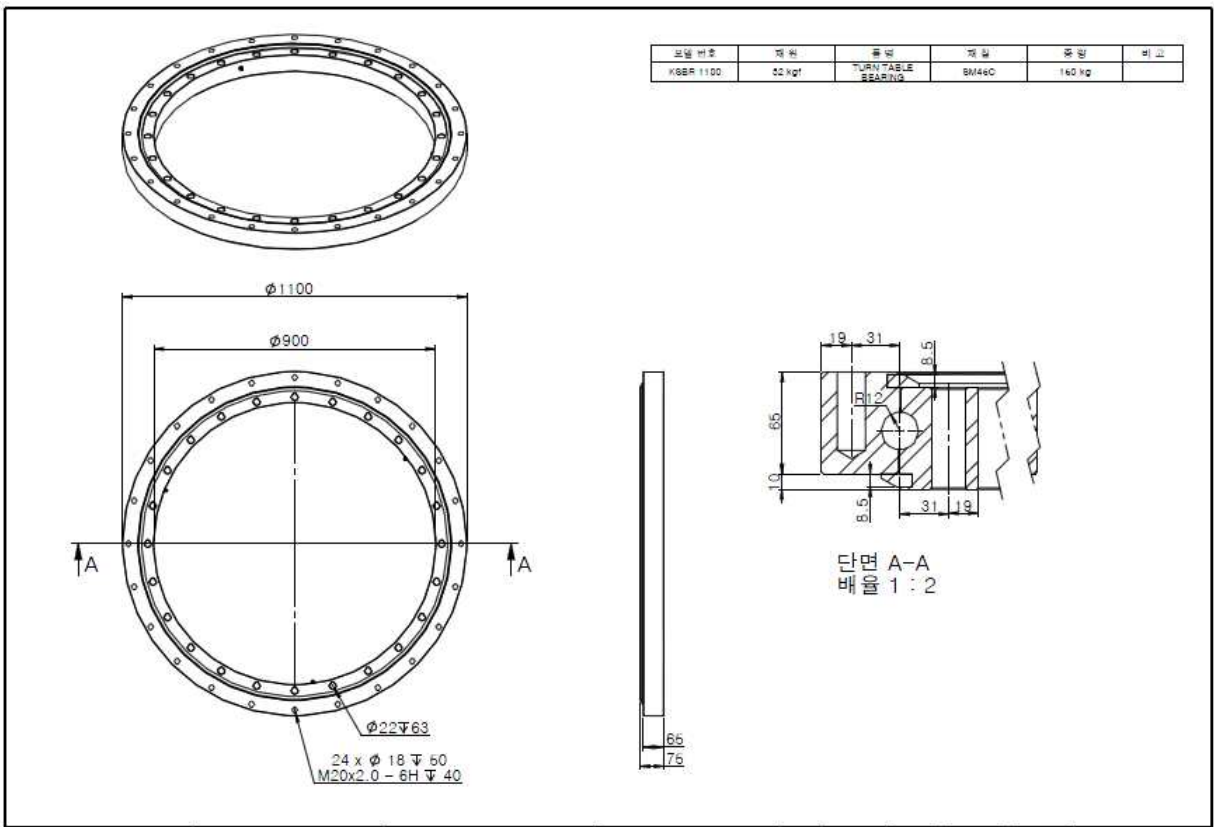


<1차년도 무동력 회전장치의 하부 베이스 설계도(참고용)>

(4) 회전 베어링



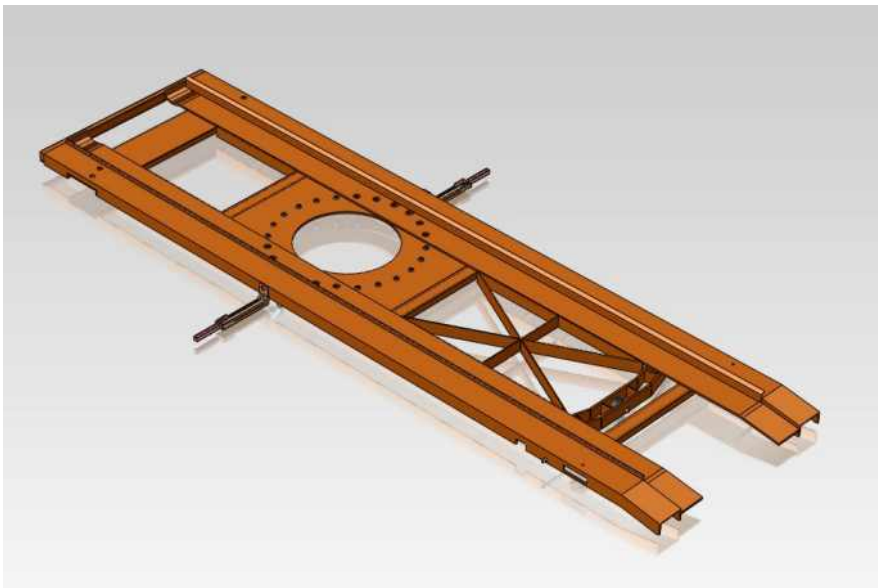
<무동력 회전장치의 회전 베어링>



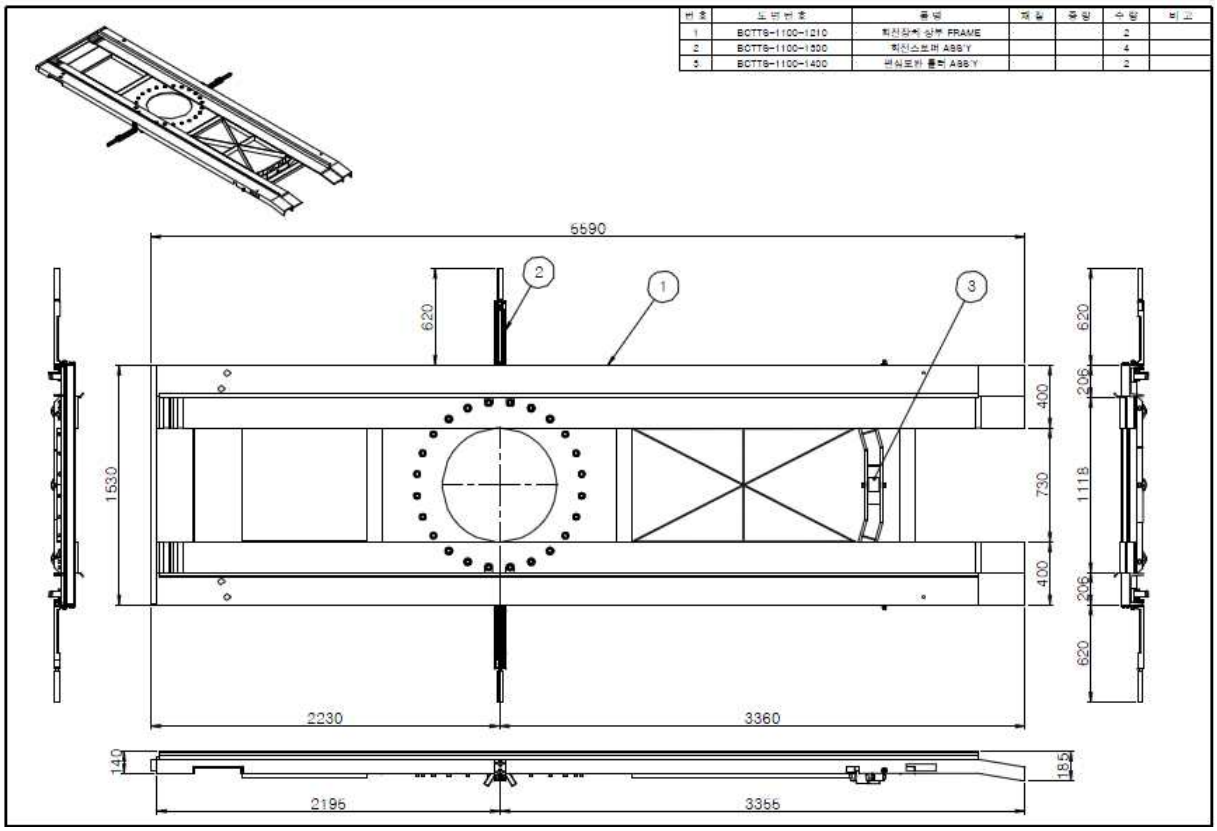
<무동력 회전장치의 회전 베어링 설계도>

(5) 회전장치의 상부 회전장치

o 무동력 회전장치의 상부 회전장치는 1차년도 설계안과 비교하여 회전장치의 회전중심이 700mm 이동되어 변경되었으며 상부 프레임, 회전 스토퍼, 편심보완 롤러 등으로 구성되고 다음과 같이 설계됨



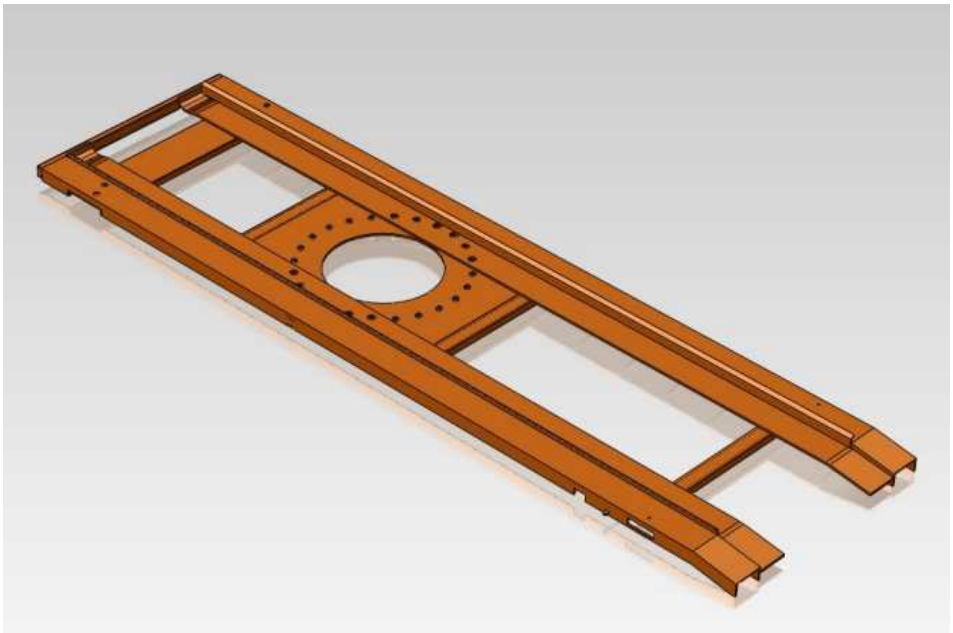
<무동력 회전장치의 상부 회전장치>



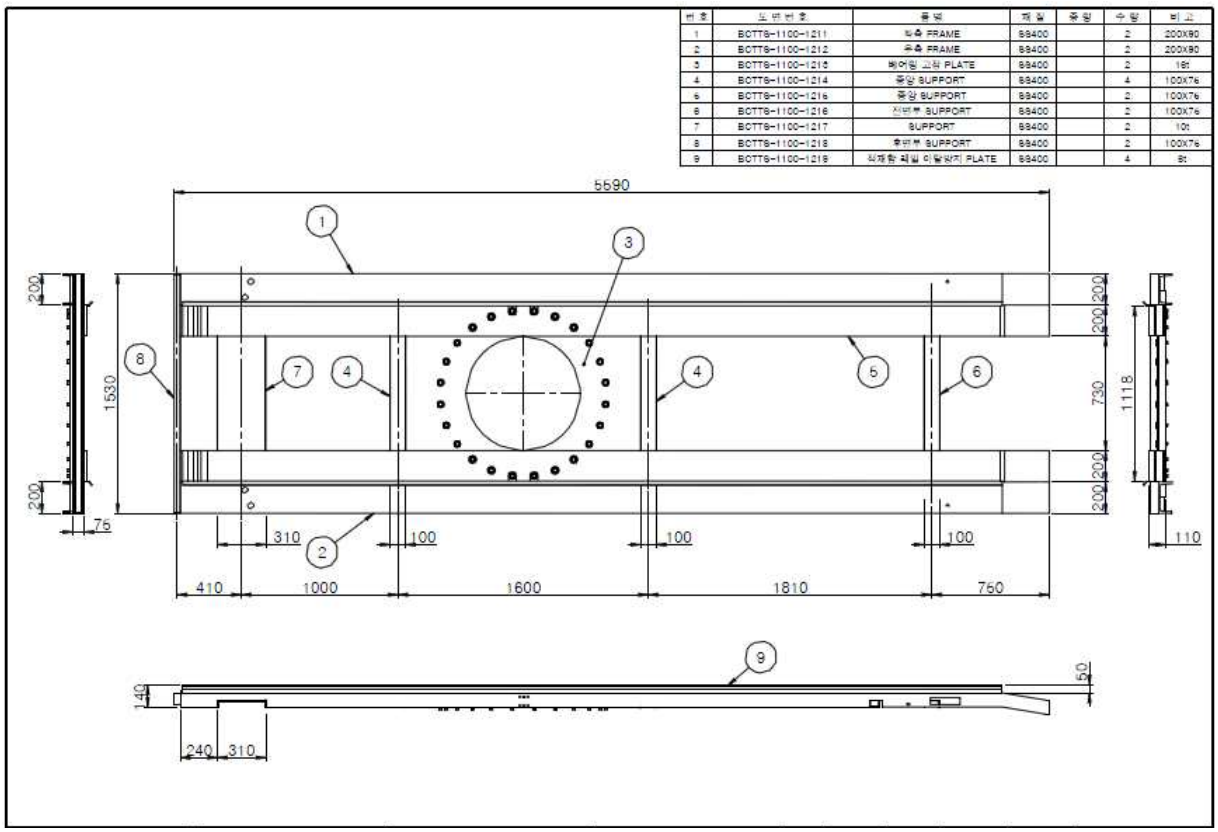
<무동력 회전장치의 상부 회전장치 설계도>

(6) 회전장치의 상부 회전장치 프레임

o 무동력 회전장치의 상부 회전장치 프레임은 좌/우 프레임과 중앙의 지지구조로 구성되고 다음과 같이 설계됨



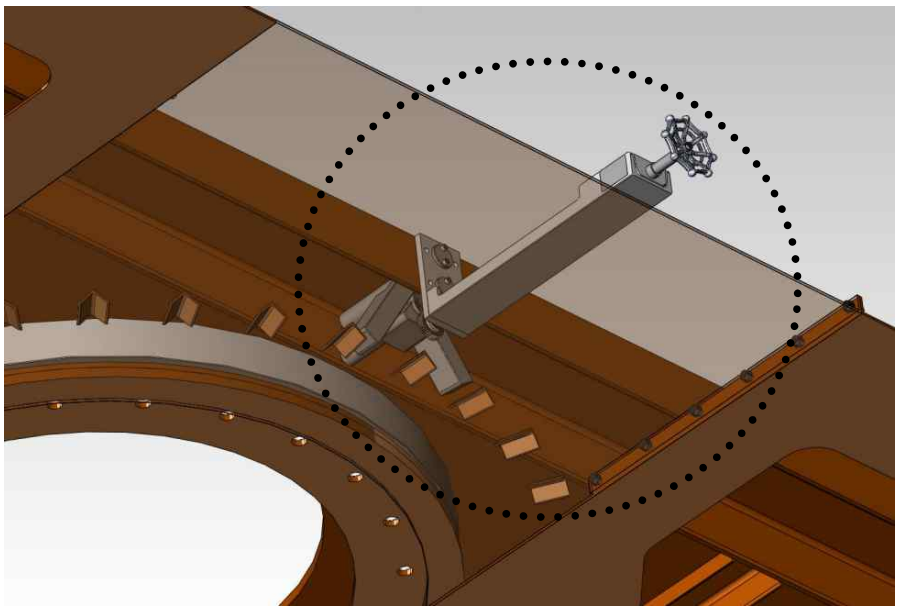
<무동력 회전장치의 상부 회전장치 프레임>



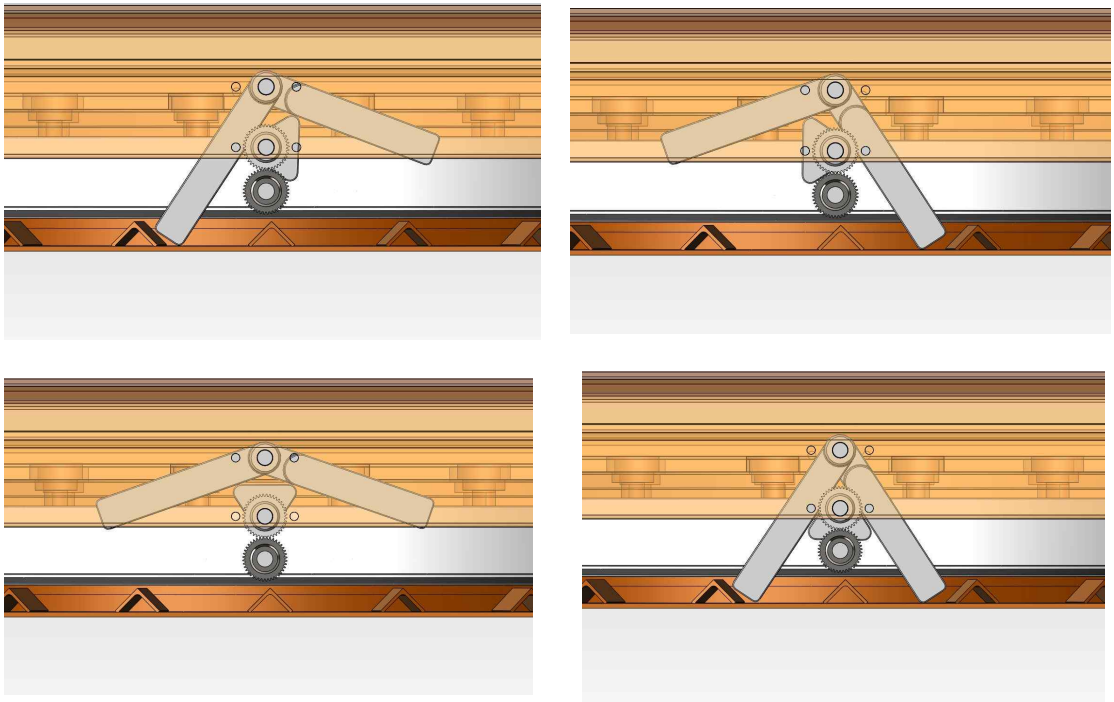
<무동력 회전장치의 상부 회전장치 프레임 설계도>

(7) 회전장치의 상부 회전장치 회전 스토퍼

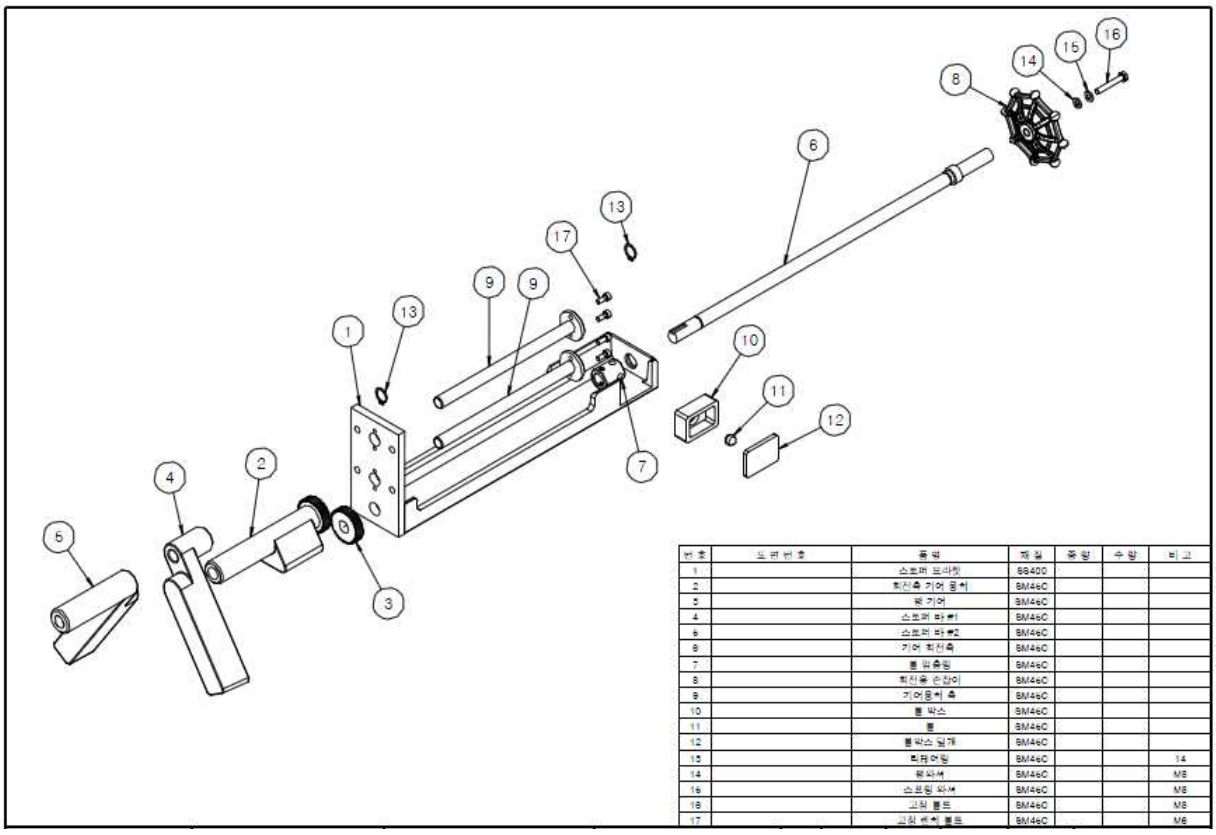
o 무동력 회전장치의 상부 회전장치 회전 스토퍼는, 스토퍼 브라켓, 스토퍼 바, 평기어 등으로 구성되고 설치 위치와 설계도, 작동 메커니즘은 다음과 같음



<상부 회전장치 회전 스토퍼 설치 위치>



<상부 회전장치 회전 스토퍼 동작 메커니즘>

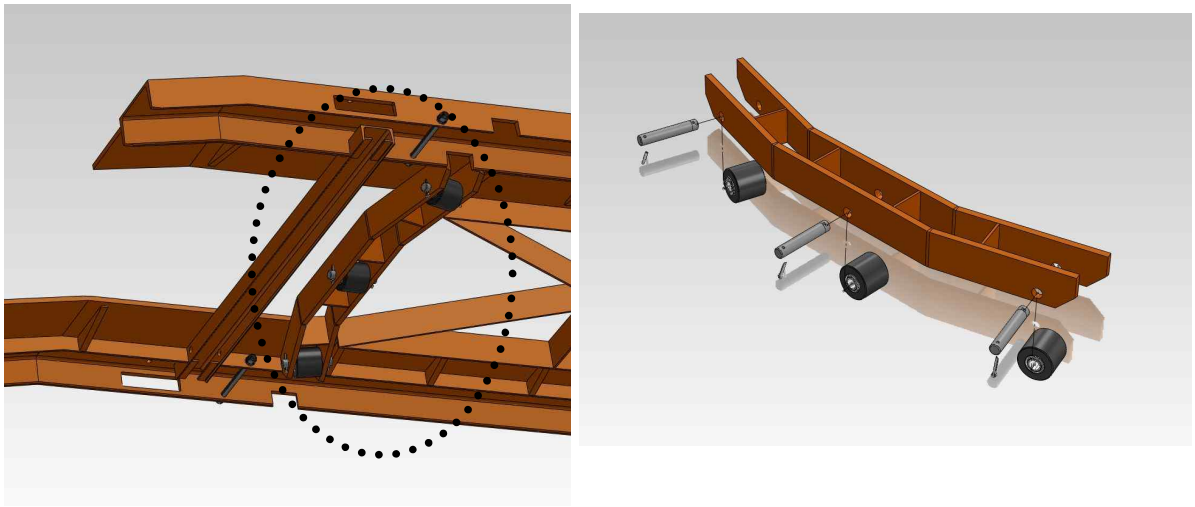


<무동력 회전장치의 상부 회전장치 회전 스토퍼 설계도>

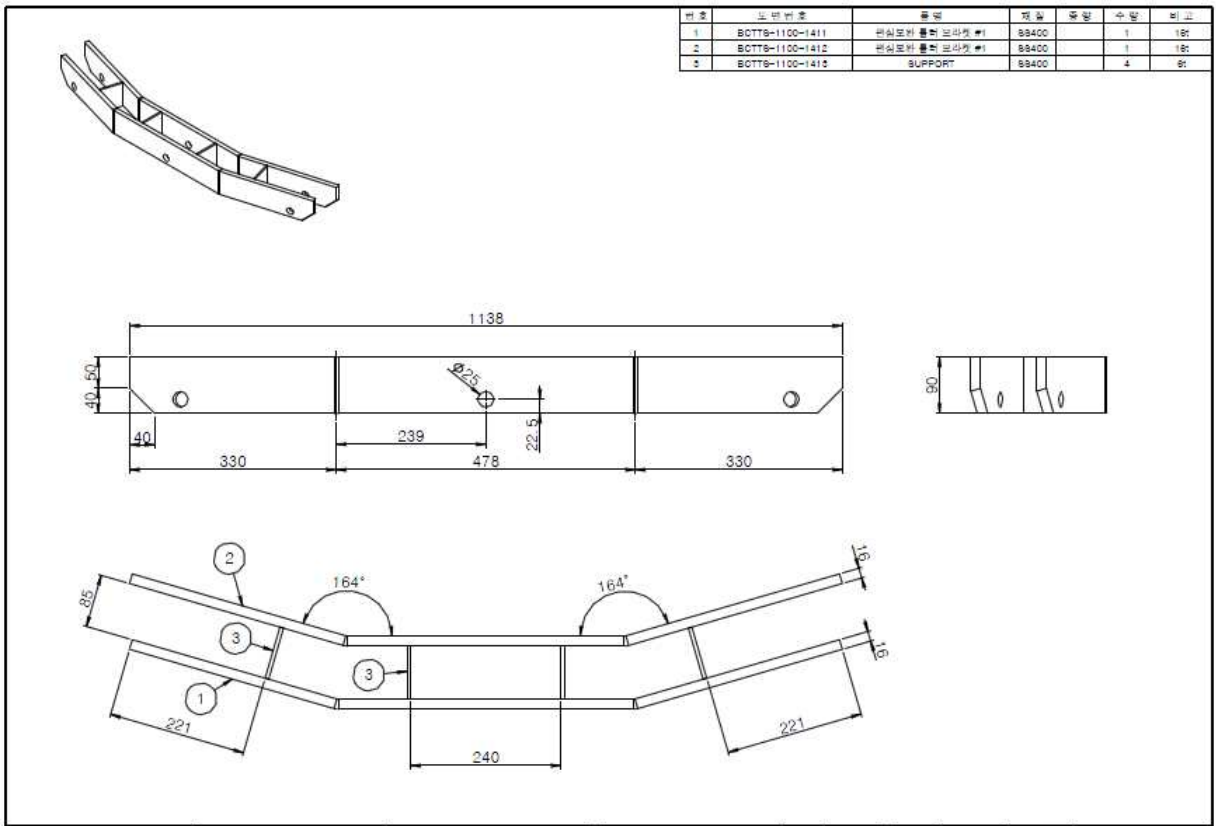
(8) 회전장치의 상부 회전장치 편심 롤러

o 무동력 회전장치의 상부 회전장치 편심 롤러는, 브라켓, 롤러, 롤러 고정핀 등으로 구

성되고 설치 위치와 설계도는 다음과 같음



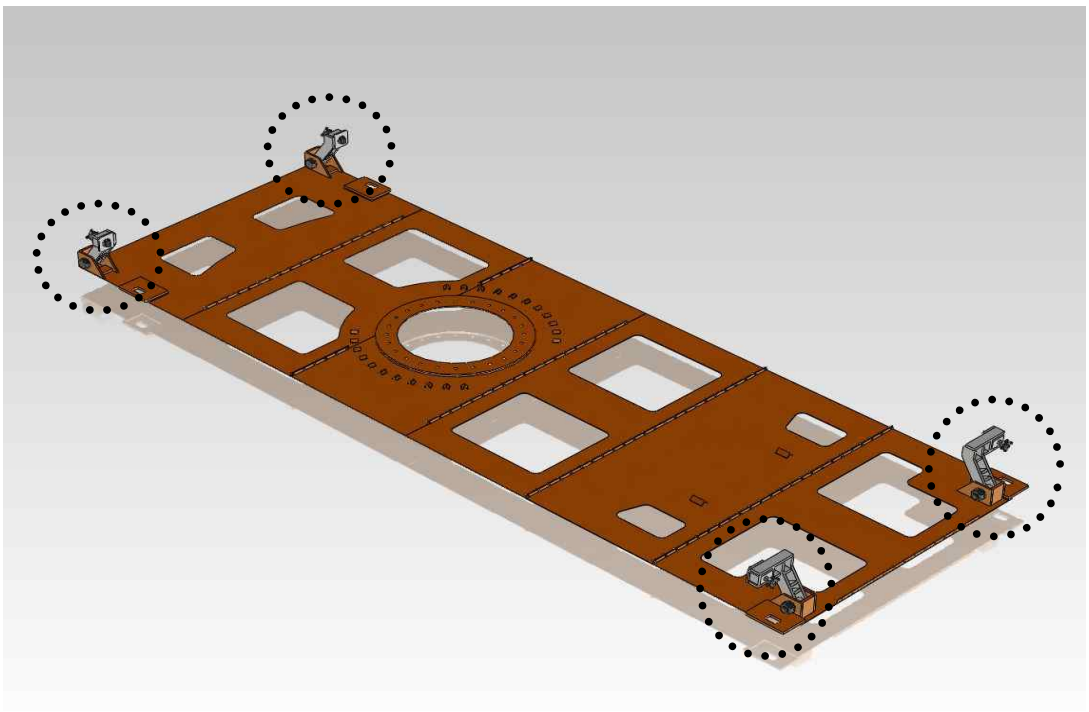
<상부 회전장치 편심 롤러 설치위치>



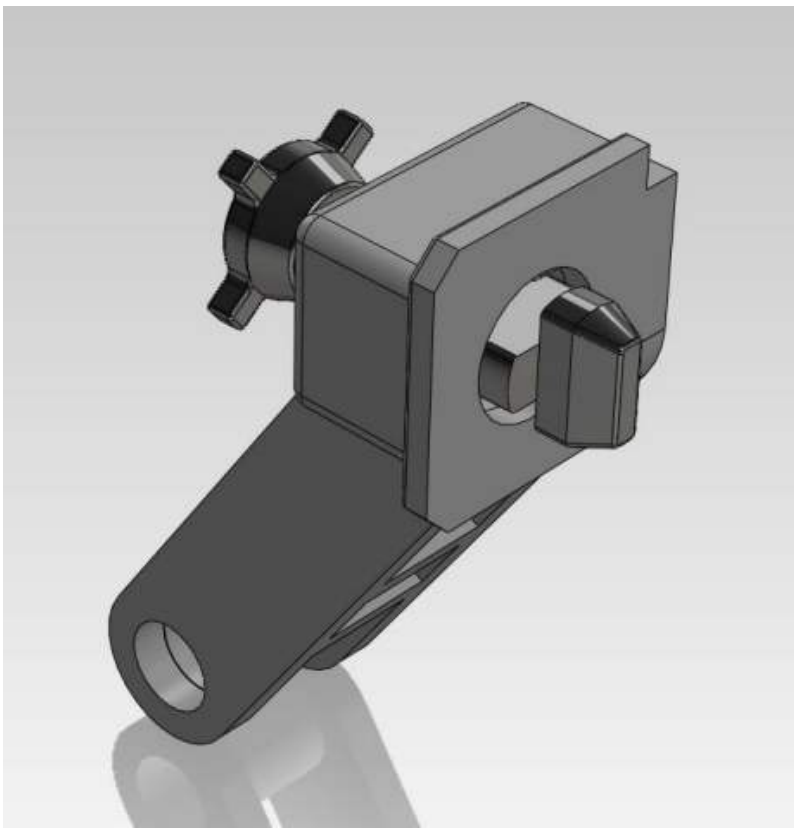
<무동력 회전장치의 상부 회전장치 편심 롤러 브라켓 설계도>

(9) 고정장치

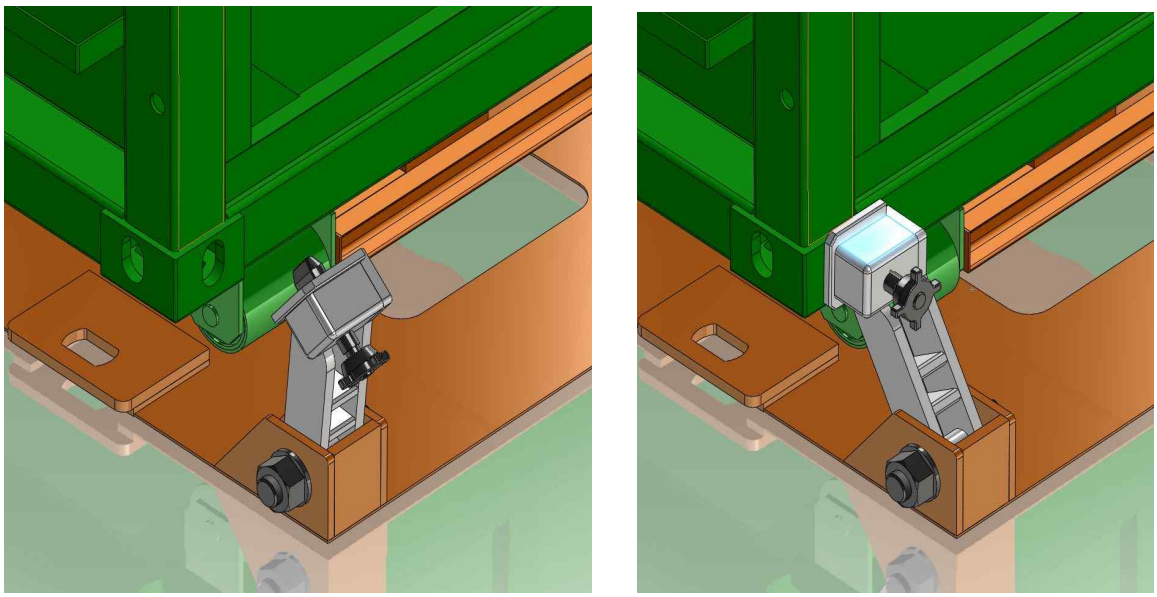
o 무동력 회전장치의 고정장치는, 록킹콘, 록킹브라켓 등으로 구성되고 설치 위치와 동작 메커니즘은 다음과 같음



<고정장치 어셈블리 설치위치>

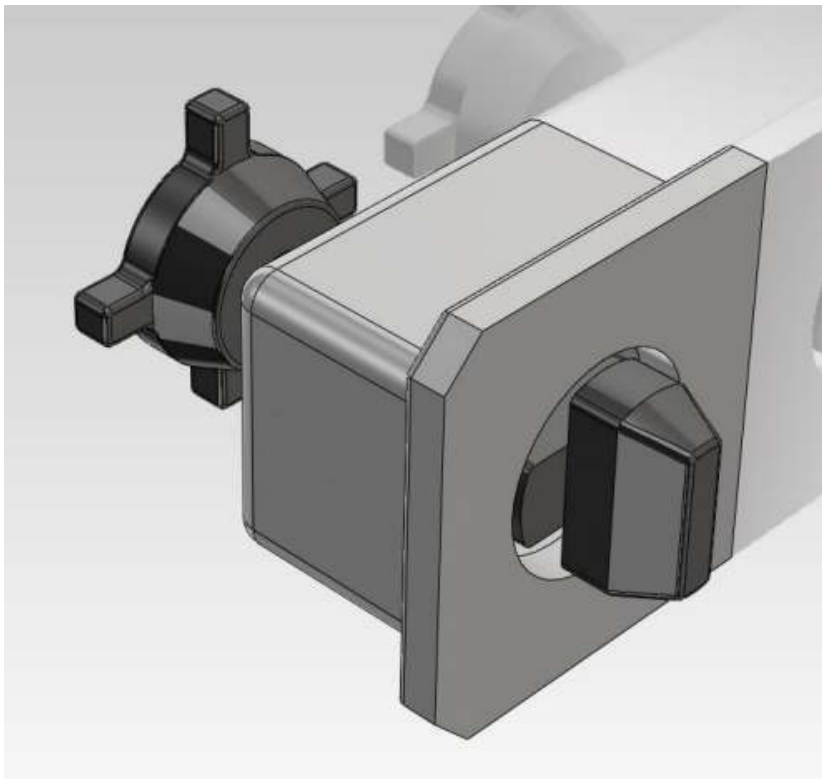


<고정장치 어셈블리>

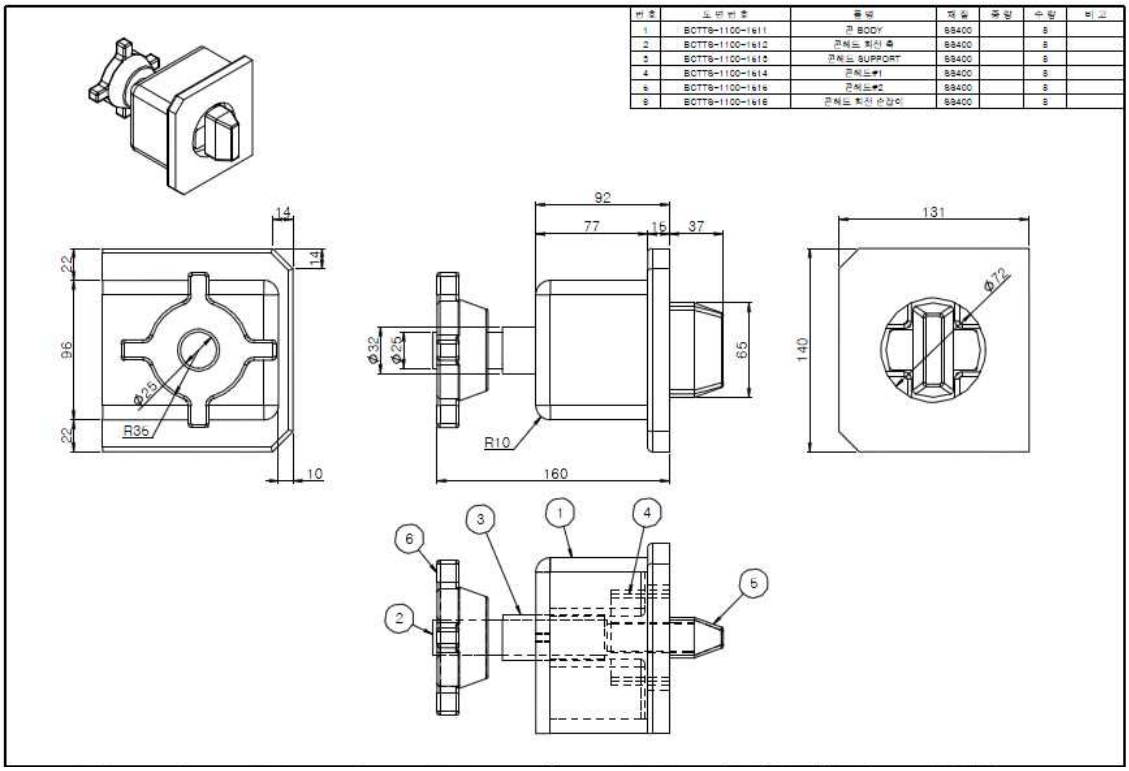


<고정장치의 동작 메커니즘>

(10) 고정장치 록킹콘

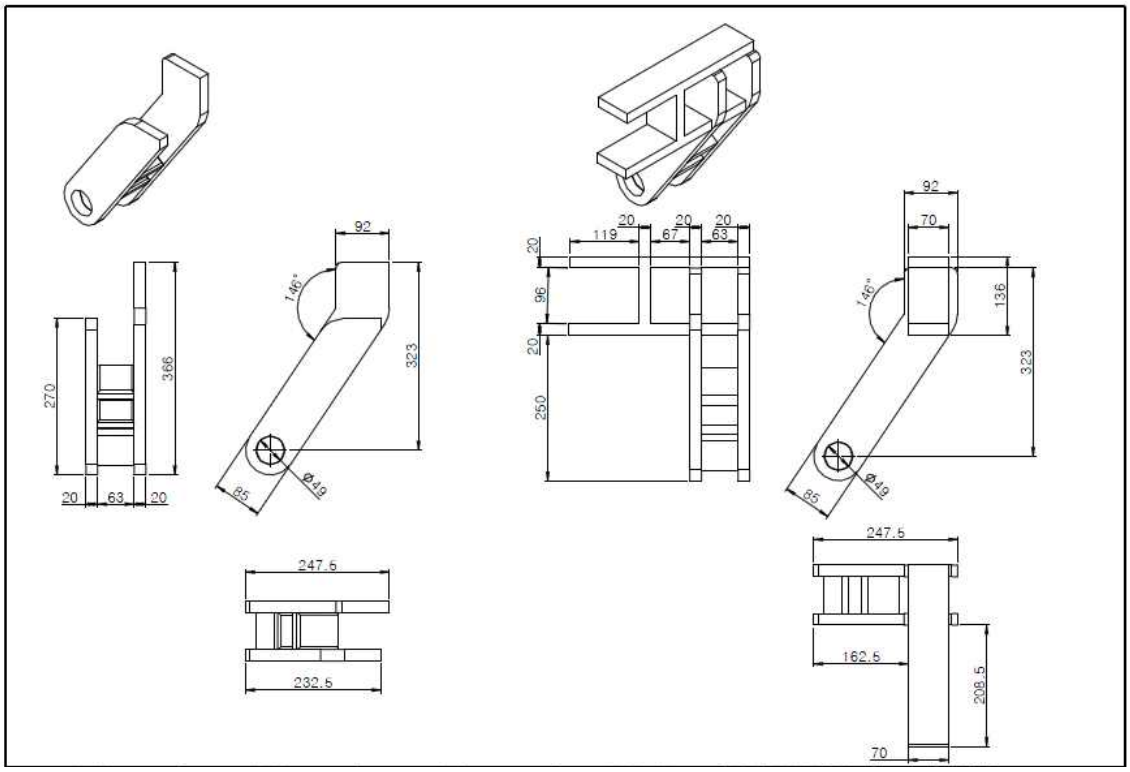


<고정장치 록킹콘>



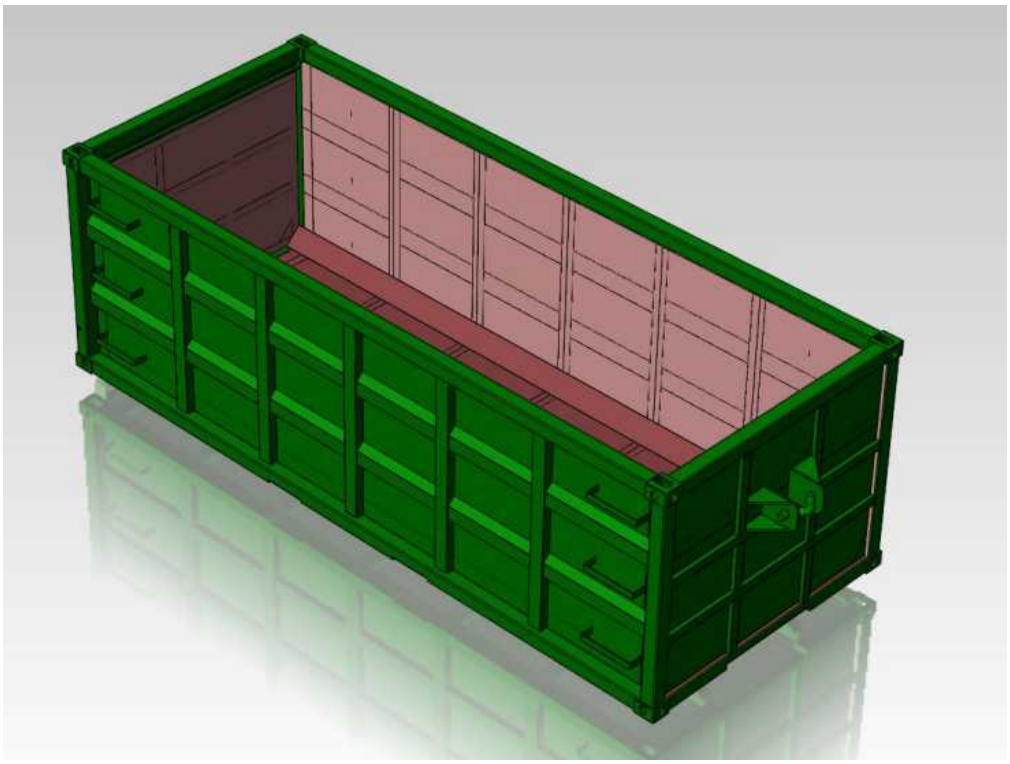
<고정장치 록킹콘의 설계도>

(11) 고정장치 록킹브라켓

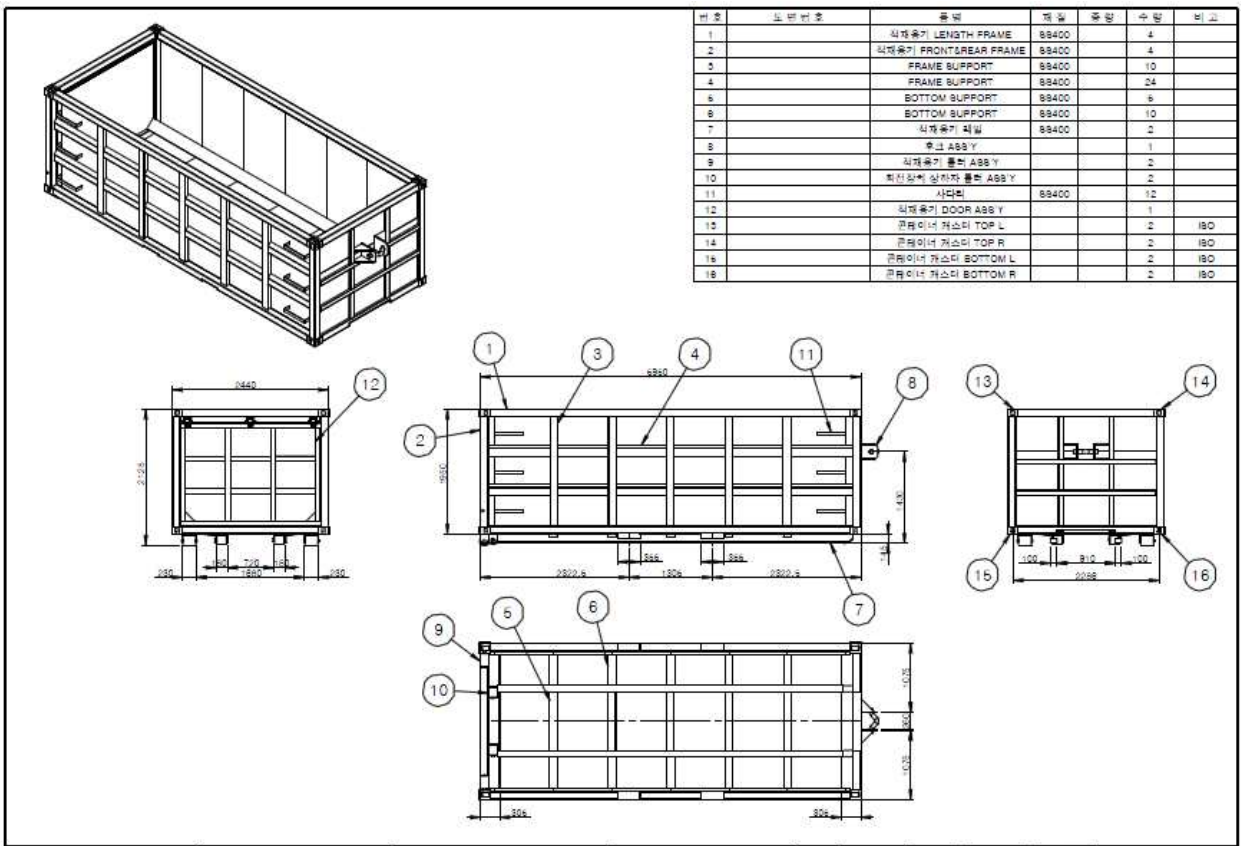


<고정장치 록킹브라켓의 설계도>

(12) 적재용기



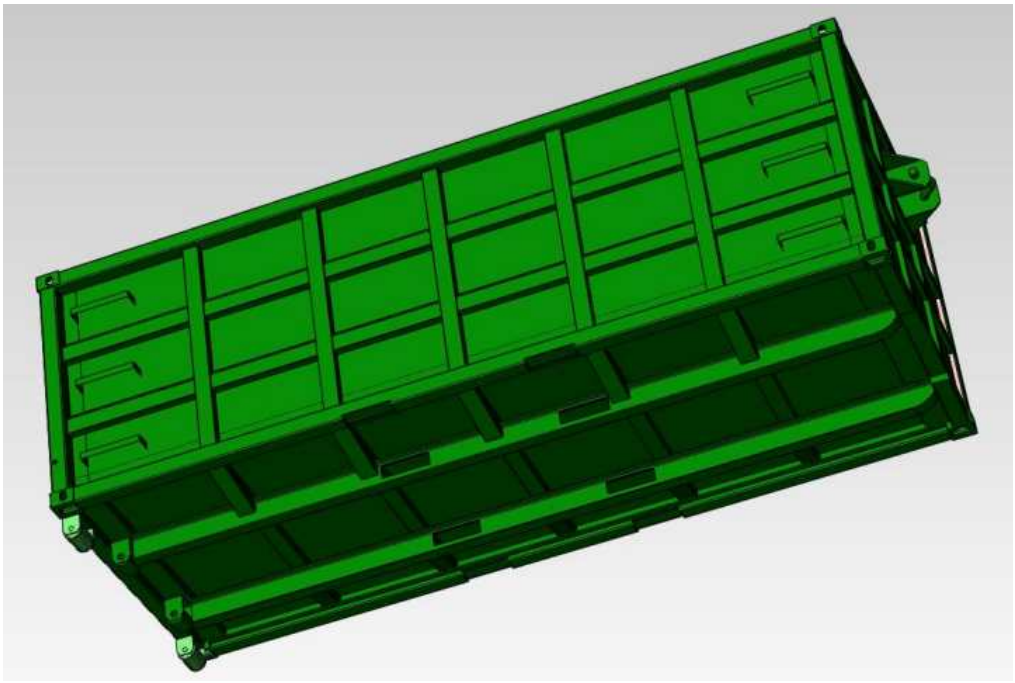
<적재용기>



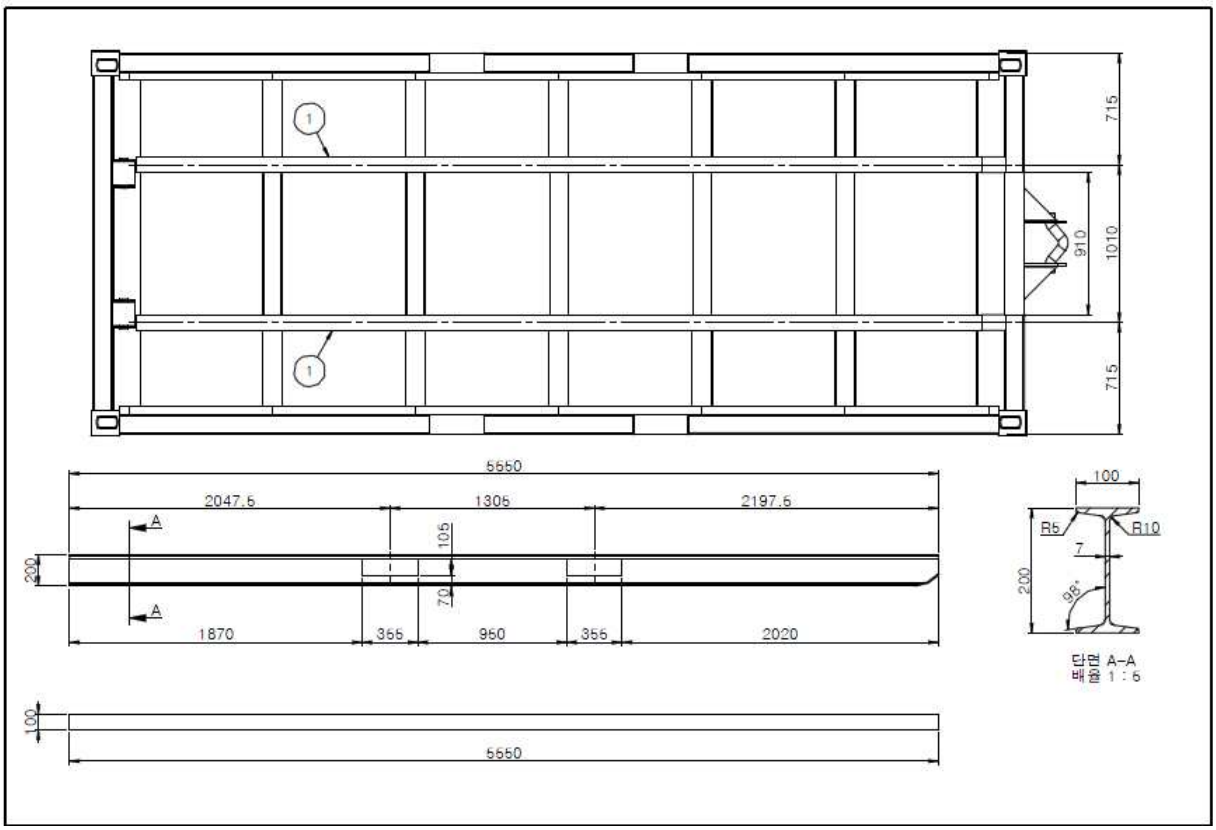
번호	도면번호	품명	재질	중량	수량	비고
1		적재용기 LENGTH FRAME	SB400		4	
2		적재용기 FRONT&REAR FRAME	SB400		4	
3		FRAME SUPPORT	SB400		10	
4		FRAME SUPPORT	SB400		24	
5		BOTTOM SUPPORT	SB400		6	
6		BOTTOM SUPPORT	SB400		10	
7		적재용기 레일	SB400		2	
8		후크 ASS'Y			1	
9		적재용기 롤러 ASS'Y			2	
10		회전장착 상자자 롤러 ASS'Y			2	
11		사다리	SB400		12	
12		적재용기 DOOR ASS'Y			1	
13		콘테이너 저소리 TOP L			2	ISO
14		콘테이너 저소리 TOP R			2	ISO
15		콘테이너 저소리 BOTTOM L			2	ISO
16		콘테이너 저소리 BOTTOM R			2	ISO

<적재용기의 설계도>

(13) 적재용기 하부 레일 도면

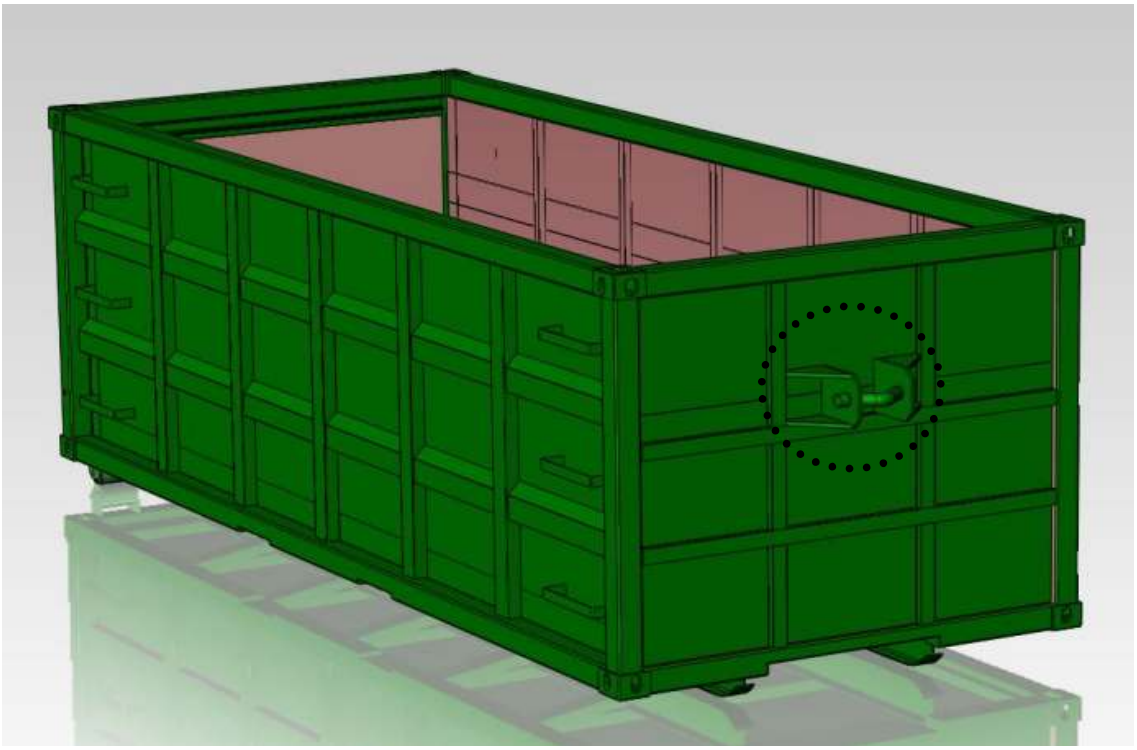


<적재용기 하부 레일>

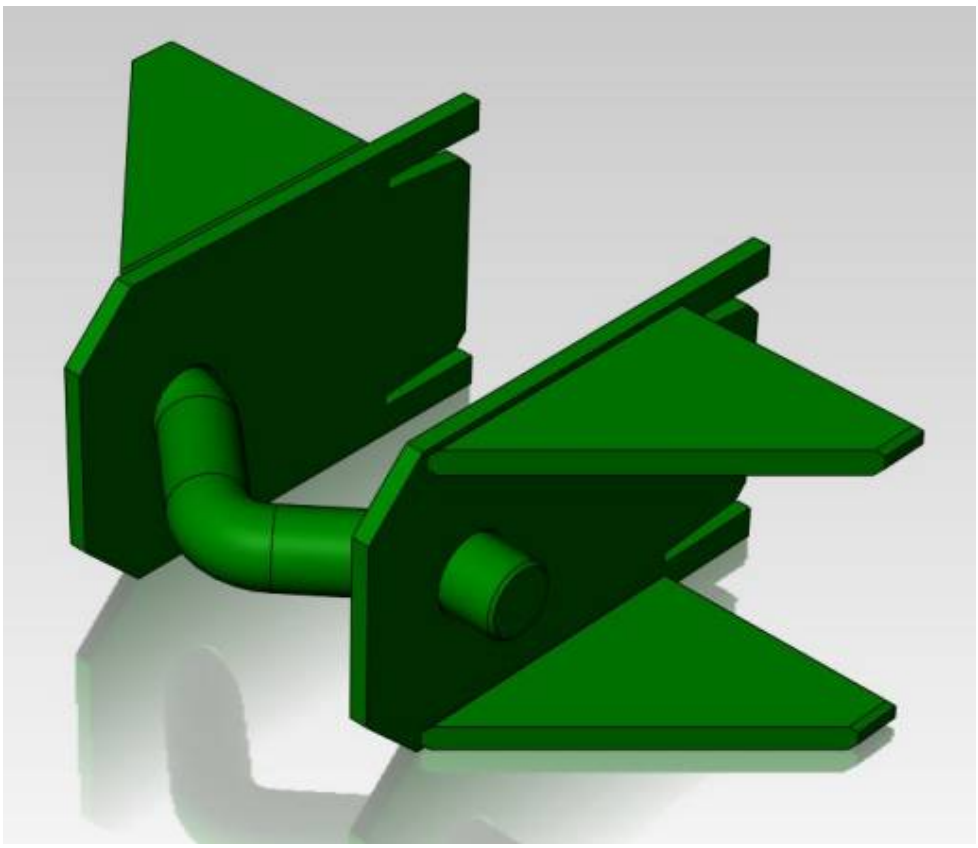


<적재용기 하부 레일의 설계도>

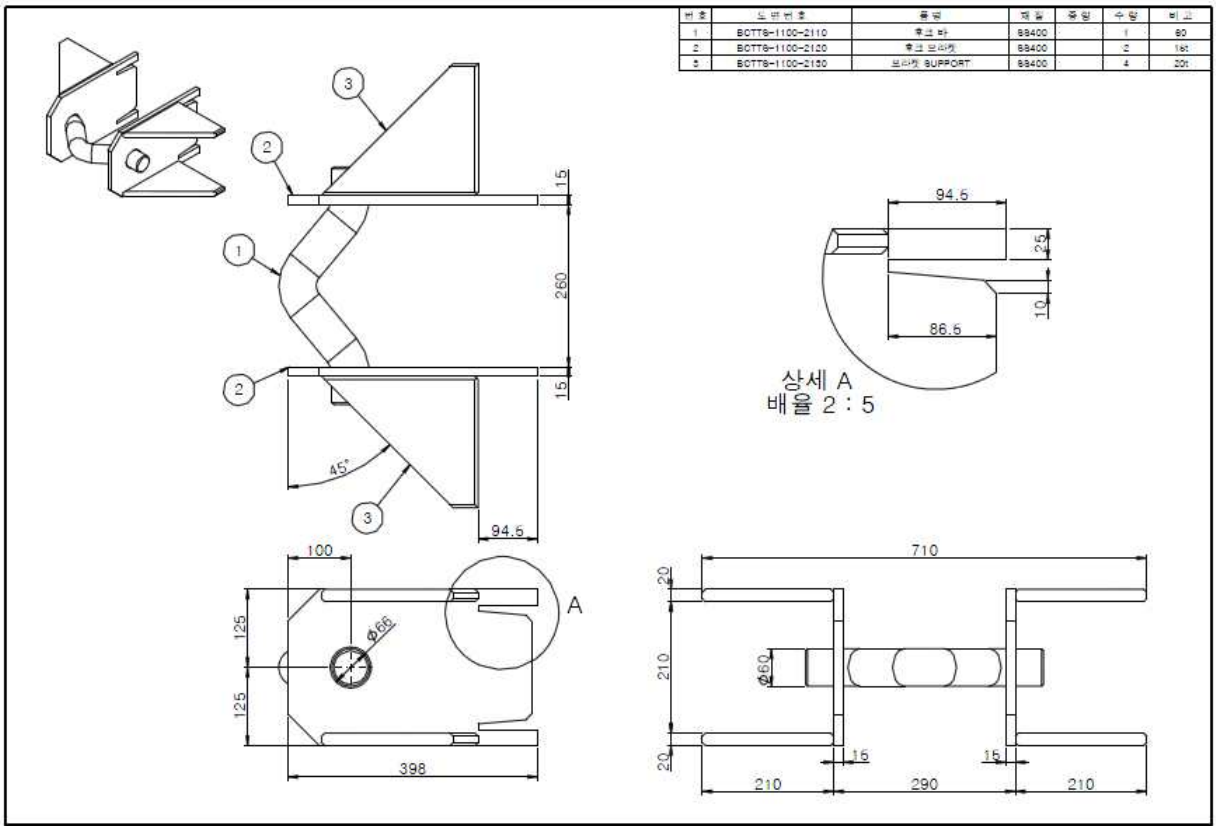
(14) 적재용기 후크



<적재용기 후크의 설치위치>



<적재용기 후크>



<적재용기 후크의 설계도>

2. 회전장치를 이용한 환적시스템 상세설계 성능검증(구조해석)

가. 구조 해석 조건 선정

o 무동력 회전장치, 고정 장치와 적재용기의 설계안에 대한 신뢰성 검증을 위해 유한 요소 해석을 수행하기 위하여, 실제 운용 시 발생할 수 있는 하중 조건을 선정하여 해석을 수행하였음. 해석 시 적재용기는 최대 적재 상태이며 적재물의 중량은 30톤으로 가정하였음

o 무동력 회전장치 환적 시스템의 운용은 크게 적재용기가 트레일러에 장착되어 이동하는 차량 운송 구간, 트레일러 차량에서 무동력 회전장치로 이송되는 환적 구간, 화차에 적재되어 이동되는 철도 이송 구간으로 구분할 수 있음. 차량 이송 구간에는 적재용기의 강도가 충분한지 평가하여야 함. 또한, 환적 구간에서는 적재용기와 무동력 회전장치의 강도를 평가하게 됨. 또한, 철도 이송 구간에는 적재용기, 고정장치 및 무동력 회전 장치에 대한 강도 평가를 수행하였음. 각각의 하중 조건에 따른 해석 대상은 아래의 표 <적재용기 조건별 해석 검증 조건>과 같음

<적재용기 조건별 해석 검증 조건>

	차량 운송 시	적재용기 환적 시	철도 이송 시
적재용기	○	○	○
무동력 회전장치	–	○	○
고정장치	–	–	○

o 차량 운송 구간은 아래의 그림 <차량 운송 시 해석조건>에 나타나 있듯이 차량의 이송 조건에 따라 과도 하중이 작용하는 경우는 급제동, 급선회, 노면충격에 의한 Bumping 조건으로 구분하였음. 차량의 하중은 자중에 비례하여 작용하는데, 급제동 시 작용하는 하중은 자중(상하 1G)+제동 하중(전방 1G)의 조건으로 구성되며, 급선회 시 작용하는 하중은 자중(상하 1G)+회전 하중(측방 1G), 노면 충격은 자중의 2배인 상하방향 2G가 작용함. 여기서 G는 자중의 배율을 의미함. 해석을 위한 경계조건으로는 후크의 좌우 변위를 고정하고 차량과 접촉부인 레일의 상하 변위를 구속하였음

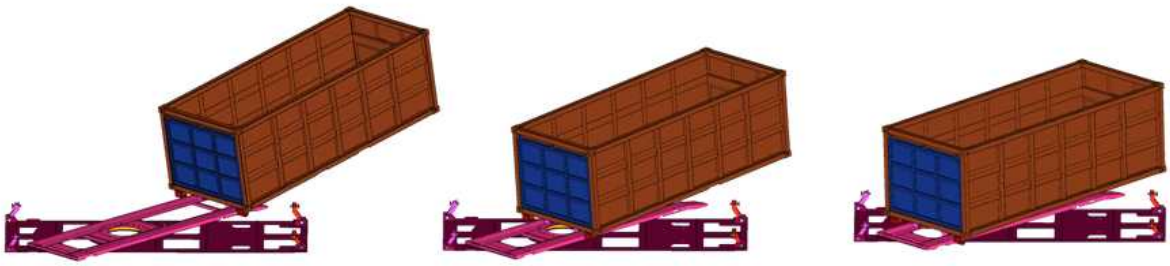


<차량 운송 시 해석조건>



<구조해석 모델과 차량 운송 시 경계조건>

o 적재용기 환적 구간에서는 무동력 회전 장치를 45도 회전시킨 후 환적 상황에 따라 해석 조건을 부여하였음. 아래의 그림 <환적 구간별 조건>은 차량에서 무동력 회전 장치로 이동하는 구간에 따른 해석 조건을 보여주고 있음



(a) 초기 환적 구간 (b) 중기 환적 구간 (c) 말기 환적 구간

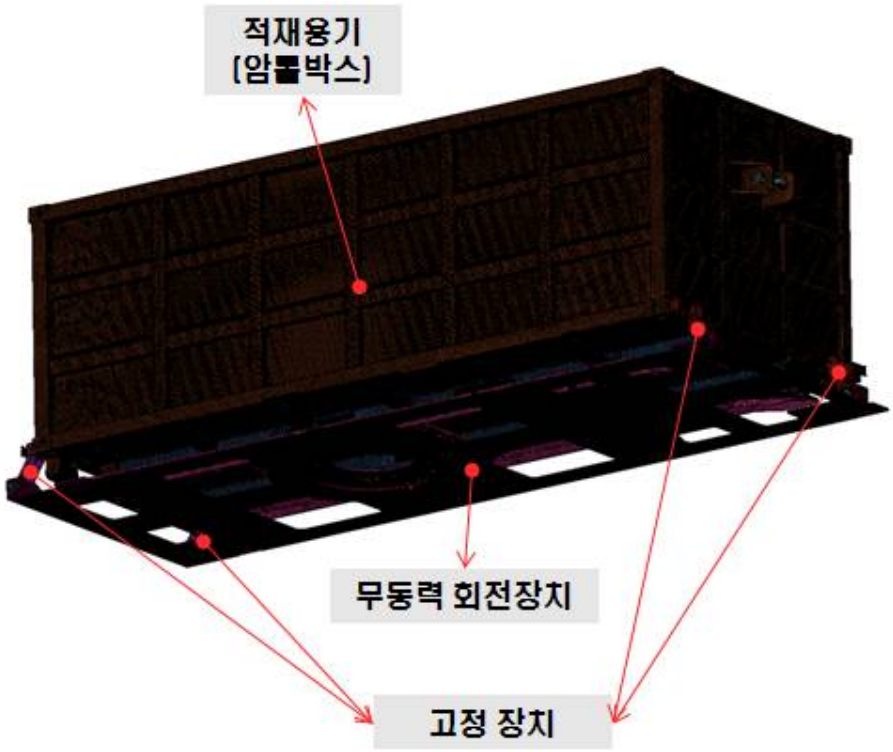
<환적 구간별 조건>

o 적재용기 환적 조건은 구간별로 구분되어 있으며, 환적 구간에 따른 암롤 작동각을 고려한 해석을 수행하였음. 경계조건과 하중조건은 아래와 같이 선정하였음

- 적재용기의 HOOK부의 전후, 상하, 좌우방향 변위와 화차 체결부의 전후, 상하, 좌우방향 변위를 없도록 고정하고, 하단 플레이트의 상하 방향변위가 없도록 고정함
- 회전장치의 상단면과 적재용기의 서브 롤러 간 접촉 상태로 함
- 또한, 적재용기의 자체 중량과 적재물을 중량을 합한 총 중량을 하중조건으로 함

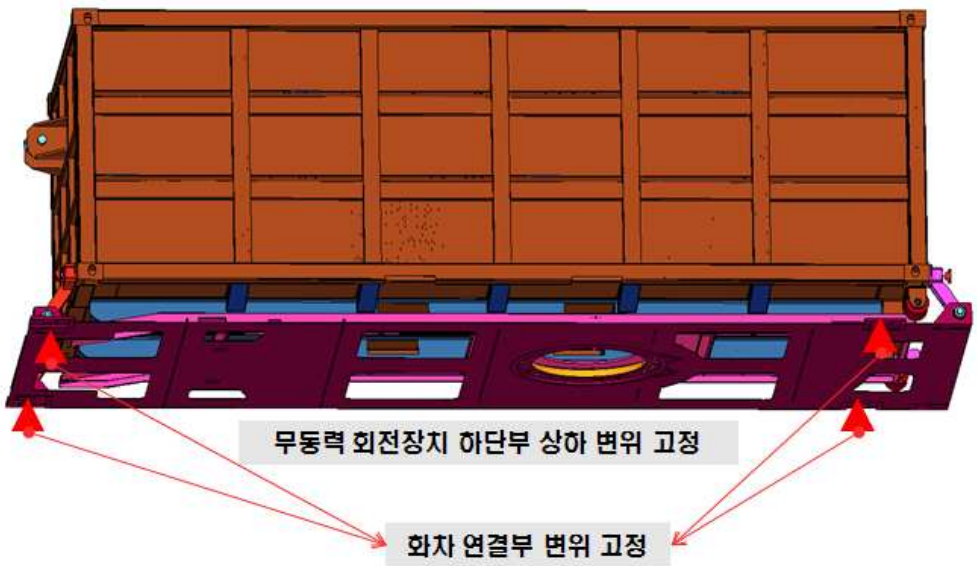
o 적재용기 환적 조건은 초기, 중기, 말기 등 3구간별로 구분하여, 환적 구간에 따른 암롤 작동각을 고려한 해석을 수행하였음. 경계조건으로는 회전장치 베이스 브라켓과 적재용기 후크부의 변위를 고정하고, 회전장치의 적재용기 레일과 적재용기의 롤러를 접촉하게 하였음

o 아래의 그림 <철도 이송 조건에 대한 구조해석 모델>은 철도 이송 구간 조건의 유한요소 모델링을 보여주고 있음. 적재용기는 절점수 392,707개, 요소수 1,126,953개로 구성되어 있으며, 총 절점수 715,941개 총 요소수 2,142,698개로 구성되어 있으며 각 모델별 주요 재질특성은 아래의 표 <각 부품별 재질 특성>에 나타나 있음



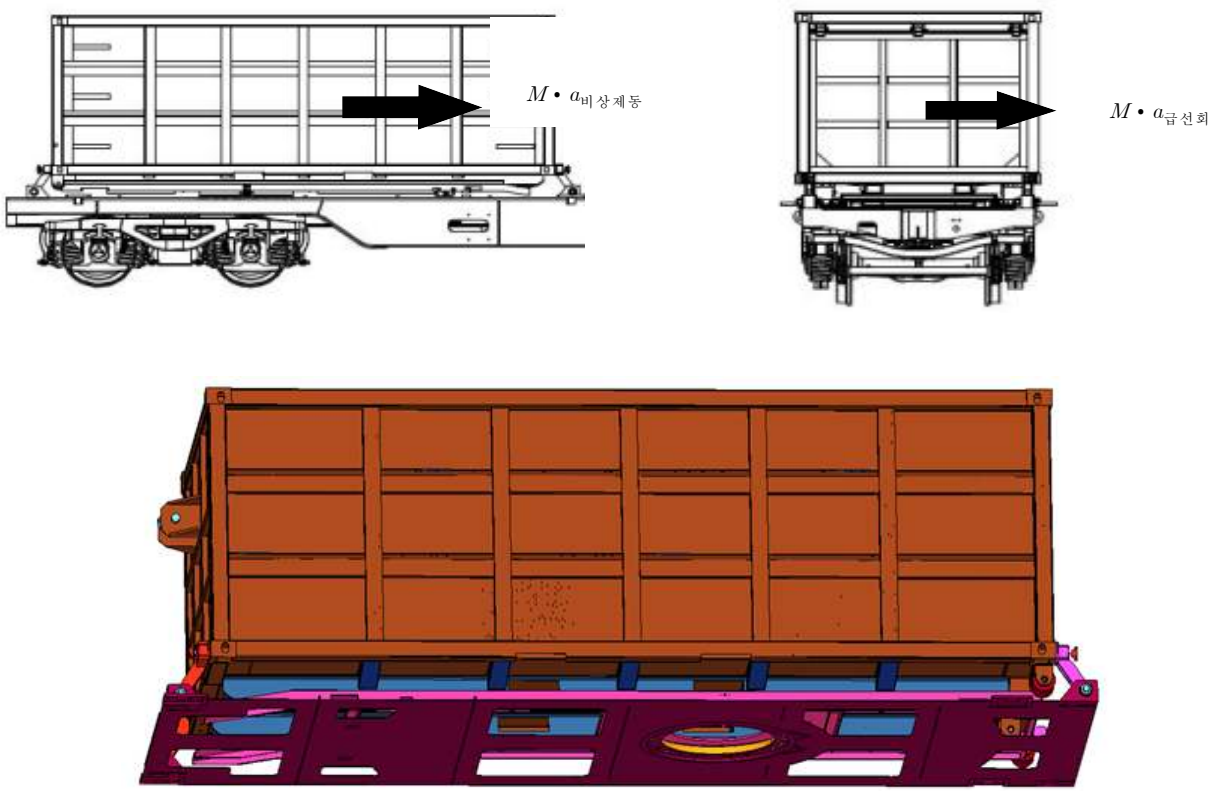
<철도 이송 조건에 대한 구조해석 모델>

o 또한, 철도 이송 구간에 대한 경계 조건으로는, 적재용기가 탑재된 무동력 회전장치의 하단부가 상하 방향 변위를 없도록 고정하였음. 또한, 화차 연결부의 전우, 좌우, 상하방향 변위를 고정한 후 고정장치와 적재용기의 체결부를 연결하였음



<철도 이송 조건에 대한 경계조건>

o 또한, 철도 이송 구간에 대한 하중 조건으로는, 급제동 및 선회 시 작용하는 관성하중을 부여하였음. 급제동 시 작용하는 하중은 자중(1G) + 전후 방향 가속도 ($1.5m/s^2$)로 해석 조건을 선정하였으며, 선회 시는 자중(1G) + 측방향 가속도 ($1.85m/s^2$)로 해석을 수행하였음



<철도 이송 시 하중조건>

<각 부품별 재질 특성>

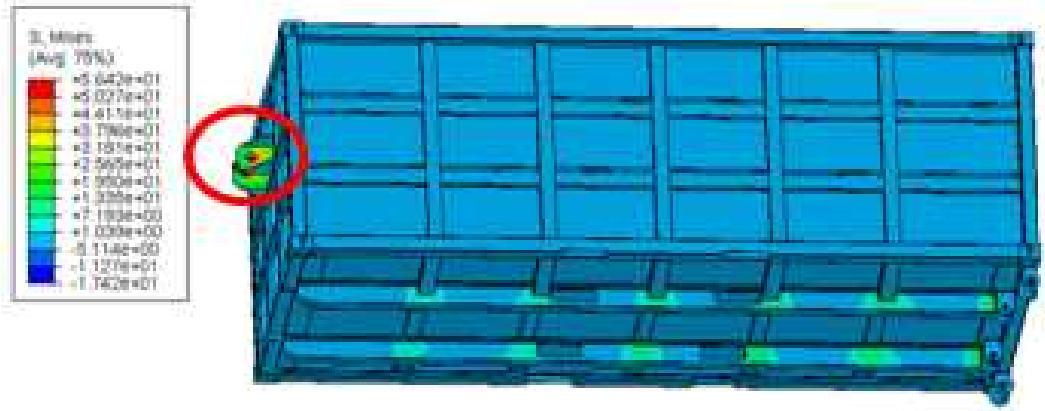
조립체	부품	재질	인장강도
적재용기	후크	S50C	670MPa
	롤러	GCD250	250MPa
	후크, 롤러 제외 부품 (레일, 프레임 포함)	SS540	540MPa
무동력 회전장치	회전판 베어링	SCM440	700MPa
	회전판 베어링 제외 부품 (베이스, 적재용기 레일 포함)	SS540	540MPa
고정장치	록킹콘, 록킹브라켓 포함	SS540	540MPa

나. 설계 검증 구조 해석 결과

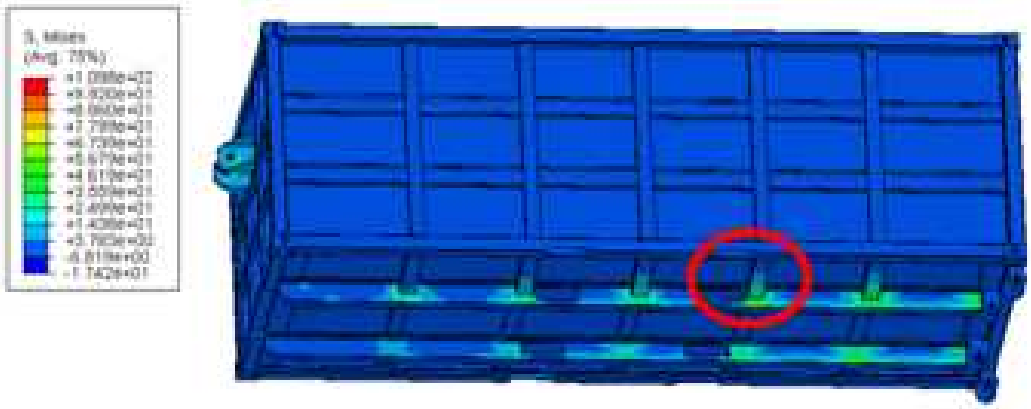
(1) 적재용기

o 적재용기의 구조 강도 해석은 <운송 구간별, 장치별 해석 검증 조건>에서 언급한 바와 같이 차량 이송 시, 환적 시, 철도 이송 시의 모든 조건에 대하여 해석을 수행하였음.

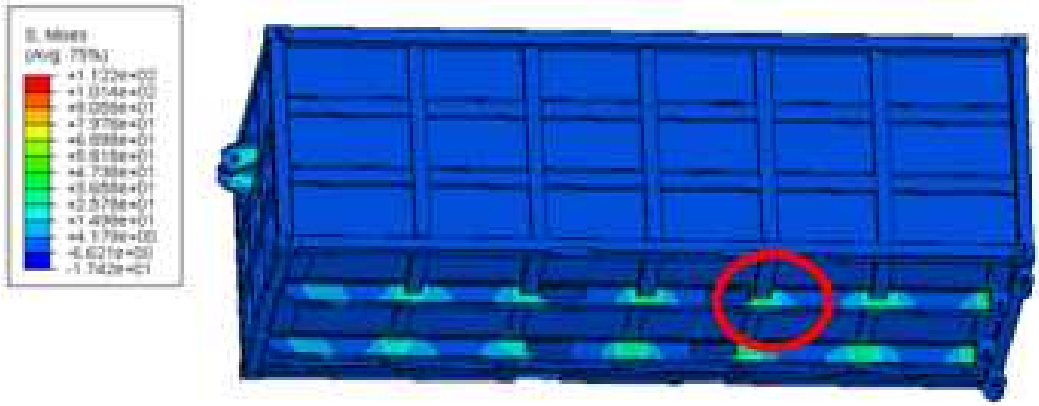
차량 이송 시 해석 결과에 따른 주요 응력 집중 부위는 아래의 그림 <차량 이송 시 적재용기 응력 Profile>에서 볼 수 있음. 급제동 시 최대응력이 HOOK부에서 56.4MPa가 발생하고, 레일부에서의 최대응력은 23.8MPa가 발생함. 급회전 시 최대응력이 레일부에서 109.8MPa가 발생하고, HOOK부에서의 최대응력은 63.4MPa가 발생함. 또한, 노면 충격에 따른 Bumping 시 최대응력이 레일부에서 112.2MPa가 발생하고, HOOK부에서의 최대응력은 58.3MPa가 발생함



(a) 급제동 시(최대응력 56.4MPa)



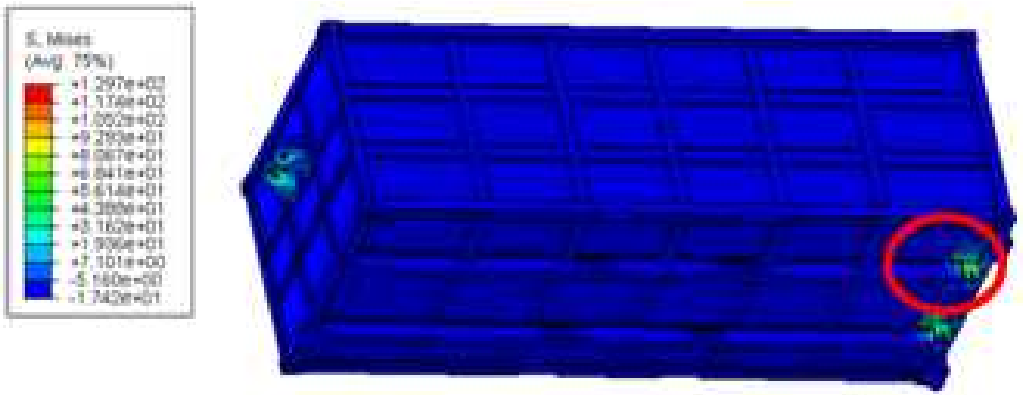
(b) 급회전 시(최대응력 109.8MPa)



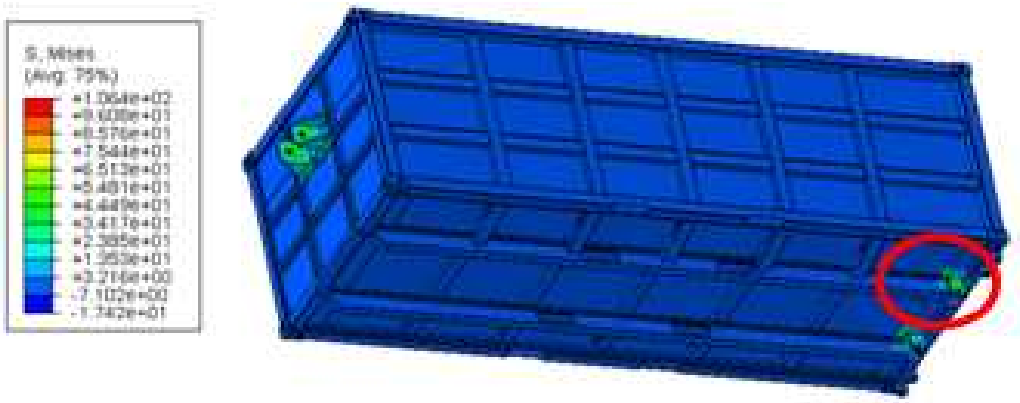
(C) 노면 충격에 따른 Bumping 시(최대응력 112.2MPa)

<차량 이송 시 적재용기 응력 Profile>

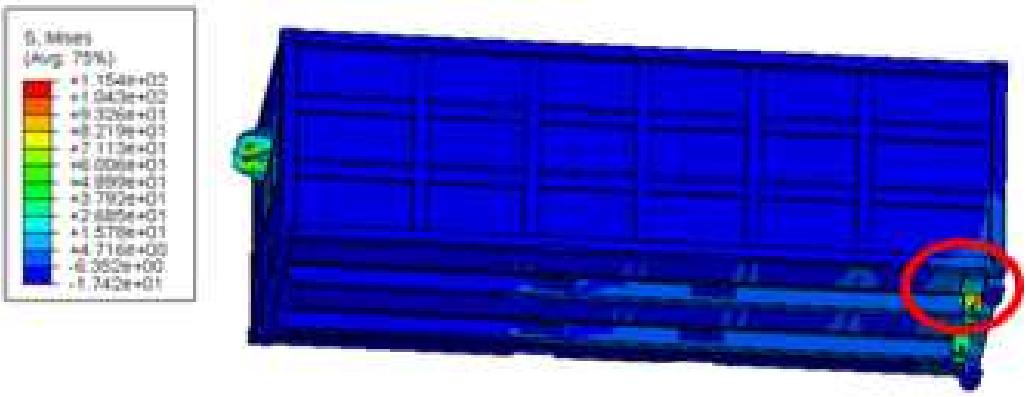
o 적재용기 환적 조건에서의 응력 Profile은 아래의 그림 <환적 조건에서의 적재용기 응력 Profile>과 같음. 그림에서 볼 수 있듯이 환적 시 하중을 지지하는 ROLLER 지지부와 암롤 트럭이 적재용기를 견인하는 HOOK부에서 다른 부위에 비교하여 상대적으로 높은 응력 수준을 보여줌. 초기 환적 조건에서는 최대응력이 ROLLER 지지부에서 129.7MPa이 발생하고, HOOK부에서의 최대응력은 114.3MPa이고 중기 환적 조건에서 최대응력은 ROLLER 지지부에서 106.4MPa이 발생하고, HOOK부에서의 최대응력은 97.2MPa, 후기 환적 조건에서는 최대응력이 ROLLER 지지부에서 115.4MPa이 발생하고, HOOK부에서의 최대응력은 103.8MPa이 발생하고 있음을 확인할 수 있었음



(a) 초기 환적 시(최대응력 129.7MPa)



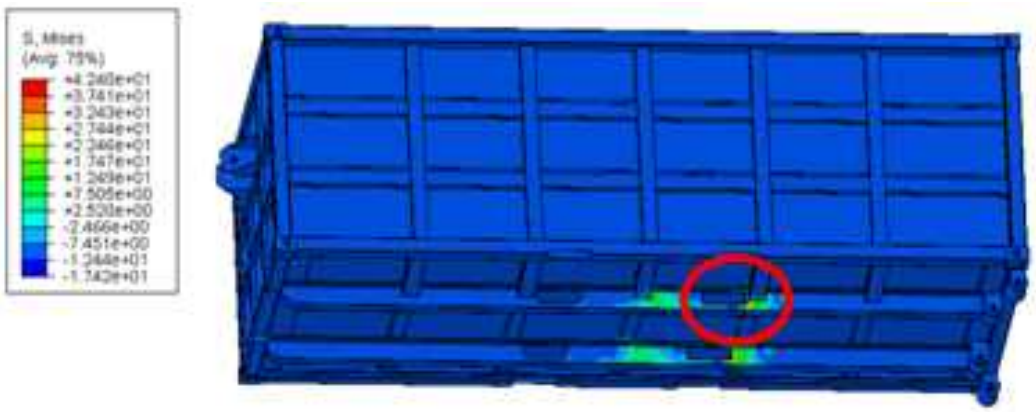
(b) 중기 환적 시(최대응력 106.4MPa)



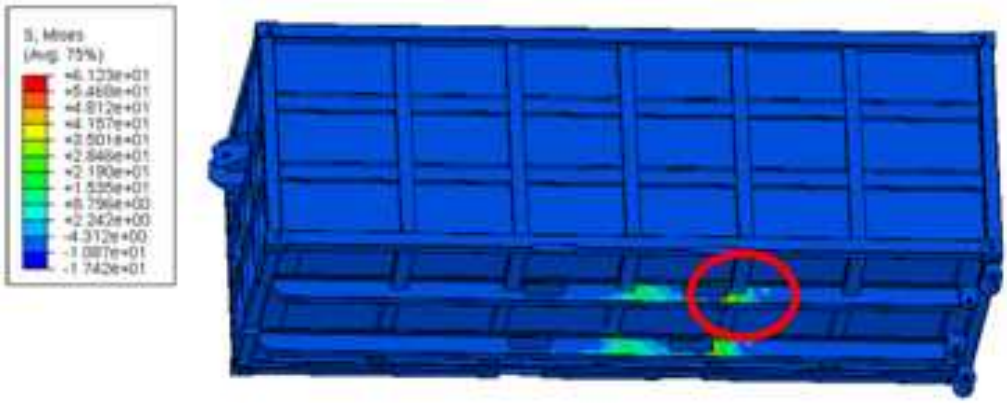
(c) 후기 환적 시(최대응력 115.4MPa)

<환적 조건에서의 적재 용기(암롤 박스) 응력 Profile>

o 적재용기의 철도 이송 시 발생하는 급제동, 선회 시 작용하는 하중에 대한 해석 결과는 아래의 그림 <철도 이송 조건에서의 적재용기 응력 Profile>과 같음. 그림에서 볼 수 있듯이 급제동 시 작용하는 관성 하중에 따라 고정장치와의 체결 부분에서 최대응력 17.2MPa이 발생하였으며, 적재용기 레일부에서 42.4MPa이 발생하였음. 또한, 급선회 시는 선회하중에 따라 측방향의 비틀림 하중에 의하여 체결부에서 최대응력 17.7MPa이 적재용기 레일부에서 61.2MPa이 발생하고 있음을 확인할 수 있었음



(a) 급제동 시 응력분포(최대응력 42.4MPa)



(b) 급선회 시 응력분포(최대응력 61.2MPa)

<철도 이송 조건에서의 적재 용기 응력 Profile>

o 적재용기에 대한 하중조건에 따른 해석 결과 철도 이송 구간 적재 시에 비하여 환적 구간에서 상대적으로 높은 응력 수준을 나타냄을 알 수 있음. 각각의 조건에 따른 최대응력 발생 위치 및 최대응력은 아래의 표 <적재용기의 하중 조건에 따른 최대응력>에 나타내었음

o 차량이송 구간은 Bumping에 따른 충격하중에 따라 최대응력이 레일부에서 112.2MPa이 발생하였으며, 비교적 집중 하중을 받는 초기 환적 조건에서 최대응력이 롤러 브라켓에서 129.7MPa의 응력이 발생하였음. 롤러 브라켓에서 최대응력(129.7MPa)은 재질(SS540)의 인장강도인 540MPa의 약 24% 수준으로 목표 안전계수인 3.0을 만족하여 구조적 건전성은 확보하였다고 할 수 있으나 향후 보완설계를 통하여 추가적으로 강도를 높일 필요가 있다고 판단됨

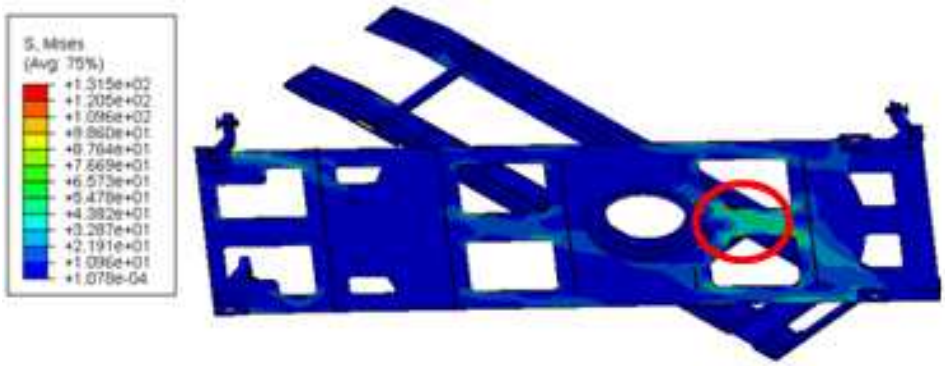
< 적재용기의 하중 조건에 따른 최대응력 >

	세부 조건	Hook 부	Rail	고정장치 체결부	서브 롤러 브라켓
차량 주행	급제동	56.4	23.8	–	–
	급선회	63.4	109.8	–	–
	Bumping	58.3	112.2	–	–
철도 주행	급제동	–	42.4	17.2	0
	선회	–	61.2	17.7	0
환적 구간	초기 환적	114.3	–	–	129.7
	중기 환적	97.2	–	–	106.4
	말기 환적	103.8	–	–	115.4

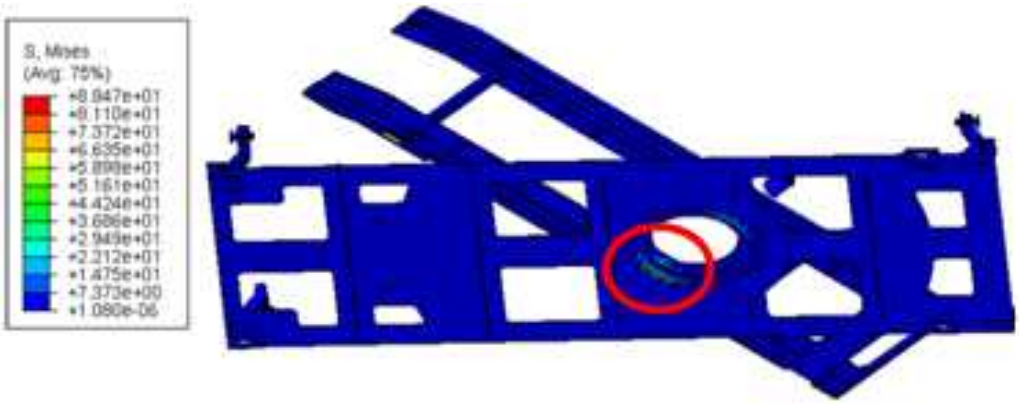
(2) 무동력 회전 장치

o 무동력 회전장치는 환적 및 철도 이송 시 큰 하중을 받게 됨. 환적 시 45도 회전에 따라 적재용기를 지지하는 상부 레일은 집중 하중을 받게 되며, 철도 이송 시에는 적재

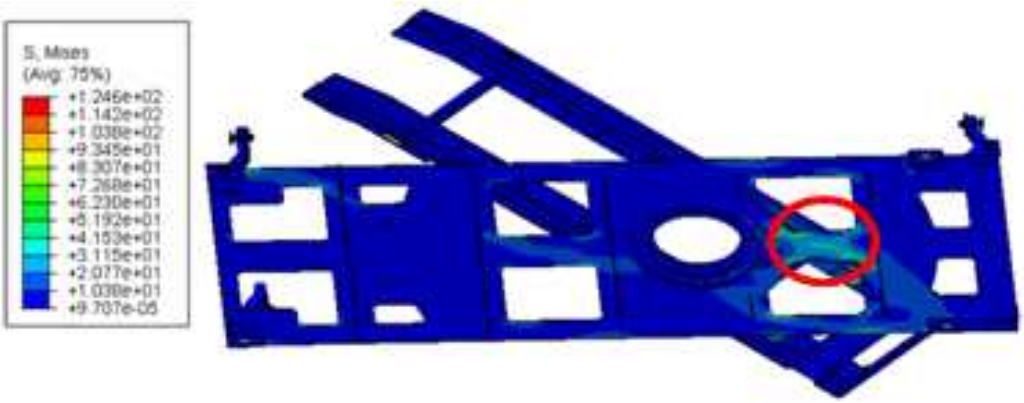
용기에 대한 하중을 받게 됨. 따라서 본 연구에서는 환적 조건 및 철도 이송 조건에 대한 해석을 수행하였음. 아래의 그림 <환적 조건에 따른 무동력 회전장치 응력 Profile>은 환적 시 작용하는 하중에 따른 무동력 회전장치의 응력 Profile을 보여주고 있음



(a) 초기 환적 시(최대응력은 RAIL부에서 131.5MPa)



(b) 중기 환적 시(최대응력은 베어링 체결부에서 88.5MPa)



(c) 후기 환적 시(최대응력은 하부 베이스에서 124.6MPa)

<환적 조건에 따른 무동력 회전장치 응력 Profile>

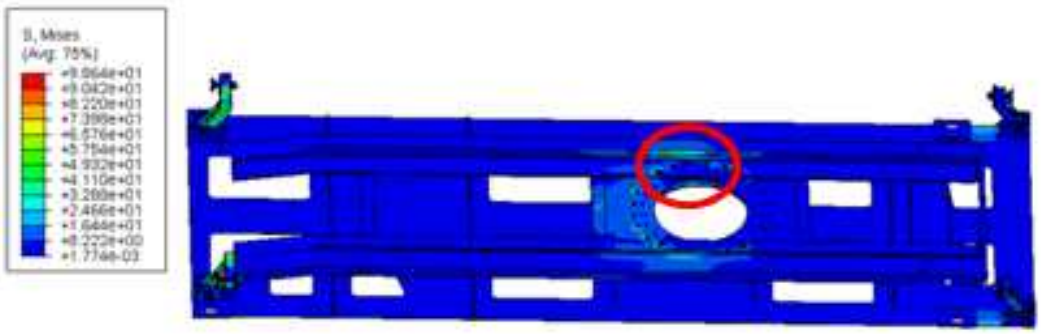
o 초기 환적 조건에서 회전장치에 대한 해석 결과로는, 최대응력은 하부 베이스에서 131.5MPa이 발생하였음. 또한, 회전장치 레일부에서의 최대응력은 104.4MPa, 베이스 베어링 체결부에서의 최대응력은 128.5MPa이 발생하였음

o 중기 환적 조건에서 회전장치에 대한 해석 결과로는, 최대응력은 베이스 베어링 체결부에서 88.5MPa이 발생하였음. 또한, 회전장치 레일부에서의 최대응력은 42.4MPa, 하부 베이스에서의 최대응력은 11.3MPa이 발생하였음

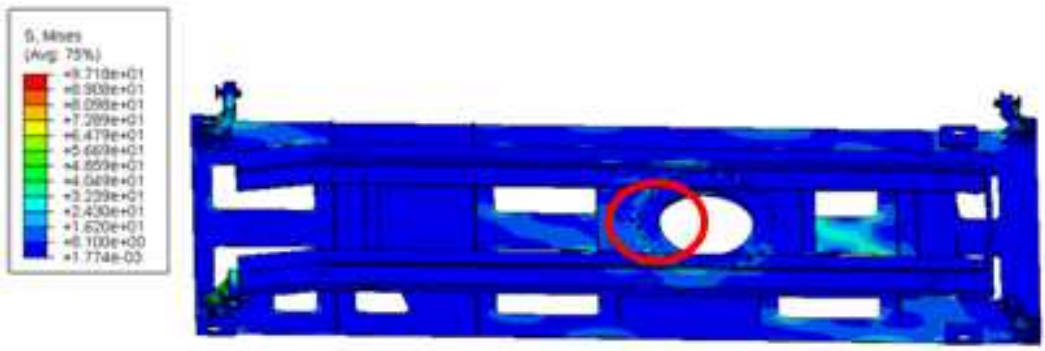
o 후기 환적 조건에서 회전장치에 대한 해석 결과로는, 최대응력은 하부 베이스에서 124.6MPa이 발생하였음. 또한, 회전장치 레일부에서의 최대응력은 119.4MPa, 베이스 베어링 체결부에서의 최대응력은 115.4MPa이 발생하였음

o 아래의 그림 <철도 이송 조건에 따른 응력 Profile>은 철도 이송 구간에 대한 응력 Profile로 적재용기의 자중에 의한 접촉하중에 따라 베어링의 하단부에 응력이 집중함을 확인할 수 있었음. 급제동 조건에서 최대응력은 베이스 베어링 체결부에서 98.6MPa로 나타났으며 또한 회전장치 레일부에서의 최대응력은 84.3MPa, 하부 베이스에서의 최대응력은 49.4MPa이 발생하였음

o 한편 급선회 조건에서의 발생하는 최대응력은 베이스 베어링 체결부에서 97.2MPa로 나타났으며 또한 회전장치 레일부에서의 최대응력은 83.9MPa, 하부 베이스에서의 최대응력은 57.7MPa이 발생하였음



(a) 급제동 시(최대응력은 베이스 베어링 체결부에서 98.6MPa)



(b) 급선회 시(최대응력은 베이스 베어링 체결부에서 97.2MPa)

<철도 이송 조건에 따른 응력 Profile>

o 무동력 회전장치에 대하여 환적 및 철도 이송 조건에 대한 구조강도 해석을 수행한 결

과, 철도이송 시보다는 환적 시에 상대적으로 높은 응력이 발생함을 확인할 수 있었음. 아래의 표 <무동력 회전장치의 하중 조건에 따른 최대응력>은 무동력 회전장치의 하중 조건에 따른 최대응력을 보여주고 있음

< 무동력 회전장치의 하중 조건에 따른 최대응력 >

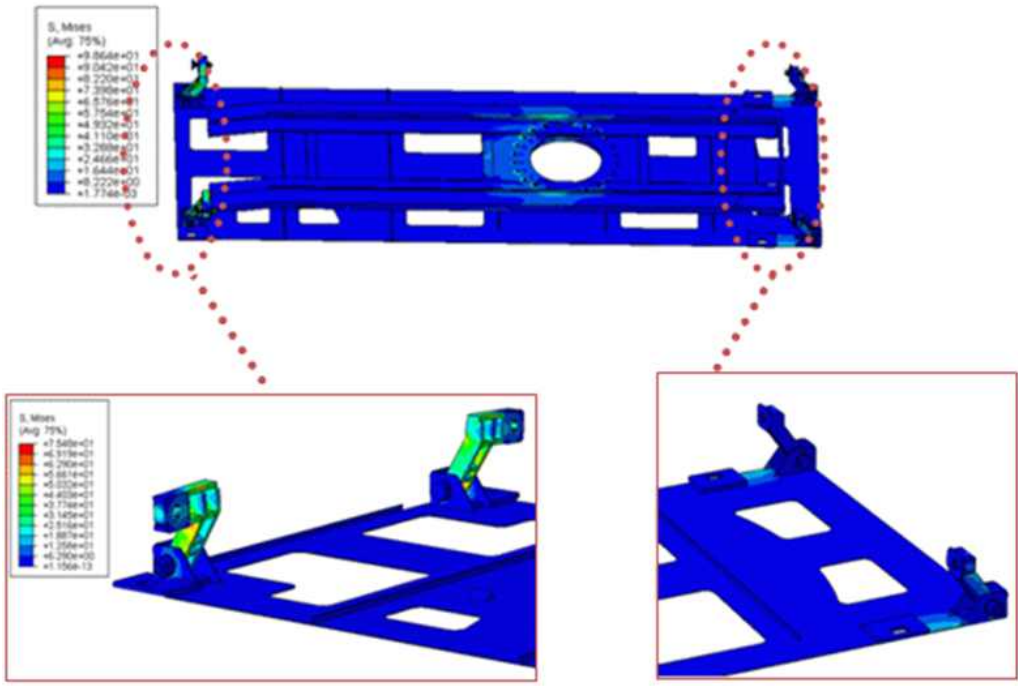
(단위 : MPa)

구간	조건	무동력 회전장치		
		회전장치	베어링 체결부	하부 베이스
철도 주행	급제동	84.3	98.6	49.4
	선회	83.9	97.2	57.7
환적 구간	초기 환적	104.4	128.5	131.5
	중기 환적	42.2	88.5	11.3
	말기 환적	119.4	115.4	124.6

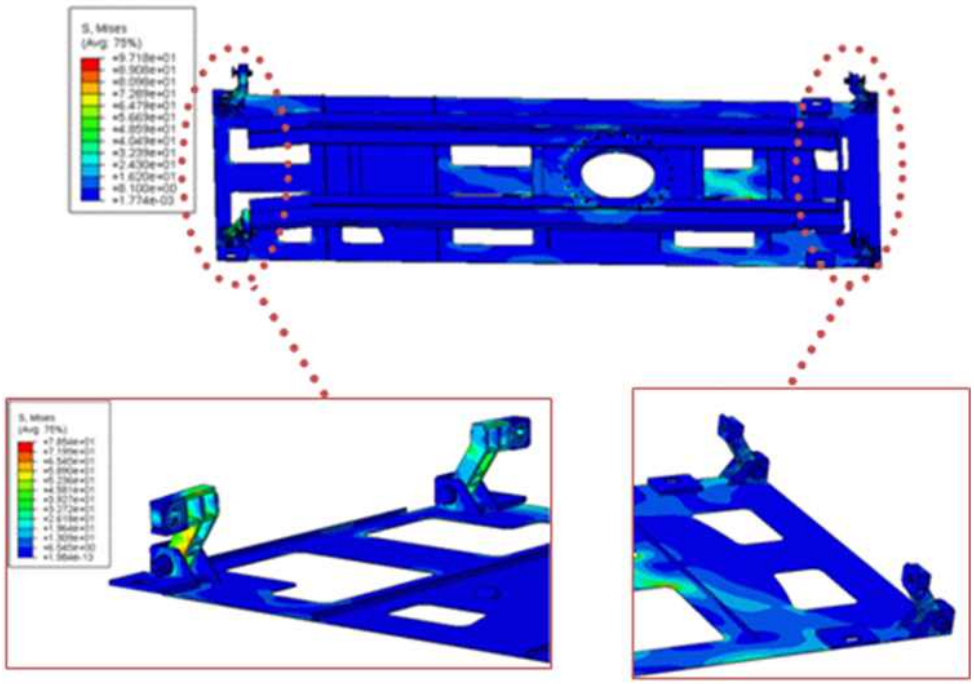
o 1차년도 무동력 회전장치와 비교하여 회전장치 중심이 700mm 이동하여 전체 회전장치에 작용하는 굽힘 모멘트가 증가되었음. 특히 초기 환적구간에서 하부 베이스에 최대응력이 131.5MPa이 발생하였으나, 안전계수가 3이상으로 정량적 목표사양을 만족함

(3) 고정 장치

o 고정 장치는 철도 이송 시 적재용기를 고정하는 역할을 수행함. 아래의 그림 <철도 이송 조건에 따른 고정장치 응력 Profile>과 같이 급제동 시 전방부에 위치한 고정 장치에서 비교적 대칭적인 응력 분포를 나타내고 있으며, 선회 시 측방향 하중에 의하여 회전방향으로 응력이 다소 높게 나타남을 볼 수 있었음. 급선회 시에 최대응력은 록킹 브라켓에서 78.5MPa로 발생하며, 급제동 시에 최대응력은 록킹브라켓에서 75.4MPa로 항복응력 대비 약 27%, 인장강도(540MPa) 대비 약 20% 이하 수준임. 이는 설계사양인 안전계수 3.0을 충분히 만족하여 강건한 설계라고 판단됨



(a) 급제동 시(최대응력은 록킹브라켓에서 75.4MPa)



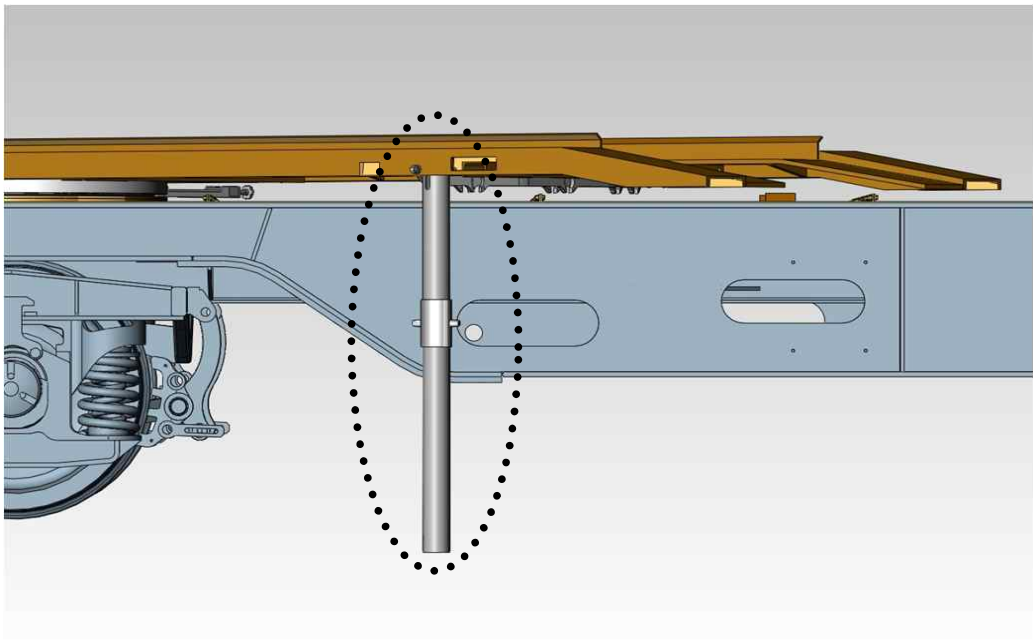
(b) 선회 시(최대응력은 록킹브라켓에서 78.5MPa)

<철도 이송 조건에 따른 고정장치 응력 Profile>

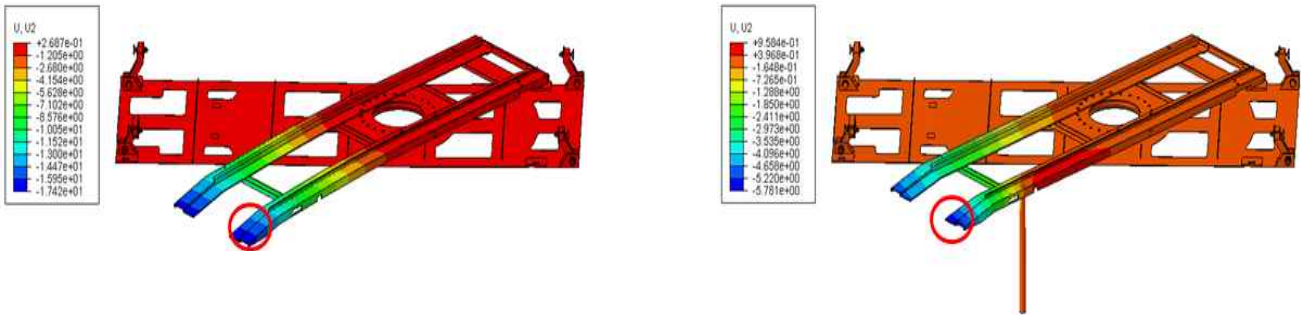
(4) 상하차용 레그(leg)

o 레그(leg)는 적재용기 상하차 시 회전장치 레일의 탄성범위 내 수직 변위가 작게 되도록 회전장치 레일의 강성을 보조하는 역할을 수행함. 상하차용 레그(파이프 외경 89mm, 두께 5.5mm)의 설치 효과를 파악하고자 레그 유무에 따라 회전장치 레일의 수직처짐량을 계산하였음. 레그 미부착 시 레일 끝단의 최대 수직 변위가 17.42mm

이었고, 레그 부착 시는 레일 끝단의 최대 수직 변위가 5.78mm임을 확인할 수 있음



<상하차용 레그>



(a) 레그 미부착시 수직 변위(17.42mm)　(b) 레그 부착 시 수직 변위(5.78mm)

<상하차용 레그 유무에 따른 수직 변위>

다. 설계 검증 구조 해석 결론

o 무동력 회전장치 환적시스템을 구성하는 적재용기, 무동력 회전 장치, 고정장치에 대하여 설계 요구사항을 도출하였으며 이에 따른 공학적 설계와 설계 검증 작업을 수행하였음

o 다양한 하중 조건(차량이송 시, 환적 시, 철도이송 시)에 대한 하중 조건을 고려하여 유한 요소 해석기법을 이용하여 강도 해석을 수행하였음

o 여러 하중조건에 대하여 구조 강도 해석을 수행한 결과, 적재용기를 암롤 트럭에 환적 시에 상대적으로 가장 높은 응력 수준을 나타냈으나, 재질의 기계적 특성값 들과 비교하였을 때, 목표 성능 요구 조건인 안전계수 3.0을 만족하여 구조적 건전성을 확보하고 있음을 확인하였음

o 향후 경량화와 구조 강도 개선을 위하여 적재용기의 후크부 및 레일부, 무동력 회전장치의 베이스부, 베어링 체결부에 대한 보완 설계 및 재질 선정 등의 추가 개발 연구를 진행하여야 할 것으로 판단됨

3. 시제품(1차) 제작 및 설치, 시운전

가. 무동력 회전장치 주요 파트별 제작 사양

< 무동력 회전장치 주요 파트별 제작 사양 >

품 명	규격(mm)	수량	단중(kg)	관련부품
회전장치 BASE ASS'Y	6,600X2,330X4.5	1	727	M8 BOLT, NUT, WASHER
회전장치 TOP ASS'Y	5,890X1,530X140	1	864	
적재용기 고정장치 ASS'Y		4	16.5	M48 BOLT, NUT, WASHER
회전장치 스토퍼 ASS'Y		2	7.5	SPUR GEAR, SHAFT
편하중 보완 롤러 ASS'Y		1	34.9	BEARING, SHAFT
중심 베어링	1,100	1	150	M20 BOLT, NUT, WASHER
적재용기	5,950X2,440X2,100	1	3,525	BEARING





나. 회전장치 제작 세부사양

(1) 회전장치 BASE ASS'Y

o 규격(가로X세로X두께) : 6,600 x 2,330 x 4.5

o 중량 : 727 kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
1	BASE PLATE	T4.5	SS400	6	
2	B/R FIX PLATE	9T	SS400	1	
3	B/R FIX PLATE SUPPORT	16T	SS400	1	
4	CORN LOCK PLATE	20T	SS400	4	
5	CORN LOCK SUPPORT	16T	SS400	4	
6	ROTATION STOPPER	30ANGLE	SS400	22	
7	40˚ STOPPER	9T	SS400	2	

o 제작사양

– 용접

• 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시

– 가공

• 지시 없는 가공부의 외부 모서리는 R0.3이나 C1으로 함

– 도색

• 도장방법 : 분체도장

• 제조처 : KCC PAINT

• 색상 : UT578(A)-1H ORANGE 유광

• 도막두께 : 60-80μm



(2) 회전장치 TOP ASS'Y

o 규격(가로X세로X두께) : 5,890 x 1,530 x 140

o 중량 : 864kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
15	TOP FRAME	200x90	SS400	2	
16	I BEAM LOAD PLATE	16T	SS400	2	
17	I BEAM LOAD PLATE SUPPORT	100x50	SS400	2	
18	TOP B/R FIX PLATE	25T	SS400	1	
19	TOP B/R FIX PLATE SUPPORT	100x50	SS400	1	
20	BOTTOM SUPPORT	20T	SS400	14	

o 제작사양

– 용접

• 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시

– 가공

• 지시 없는 가공부의 외부 모서리는 R0.3이나 C1으로 함

– 도색

• 도장방법 : 분체도장

• 제조처 : KCC PAINT

• 색상 : UT578(A)-1H ORANGE 유광

• 도막두께 : 60~80μm



(3) 적재용기 고정장치 ASS'Y

o 회전장치 BASE 연결 수량 : 4SET

o 중량 : 16.5kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
10	CONTAINER CORN UNIT		SM45C	4	
11	CONTAINER CORN BRACKET		SM45C	4	
12	CONTAINER CORN ARM		SM45C	4	
13	BOLT, NUT, WASHER	M48	SCM440	4	

o 제작사양

– 용접

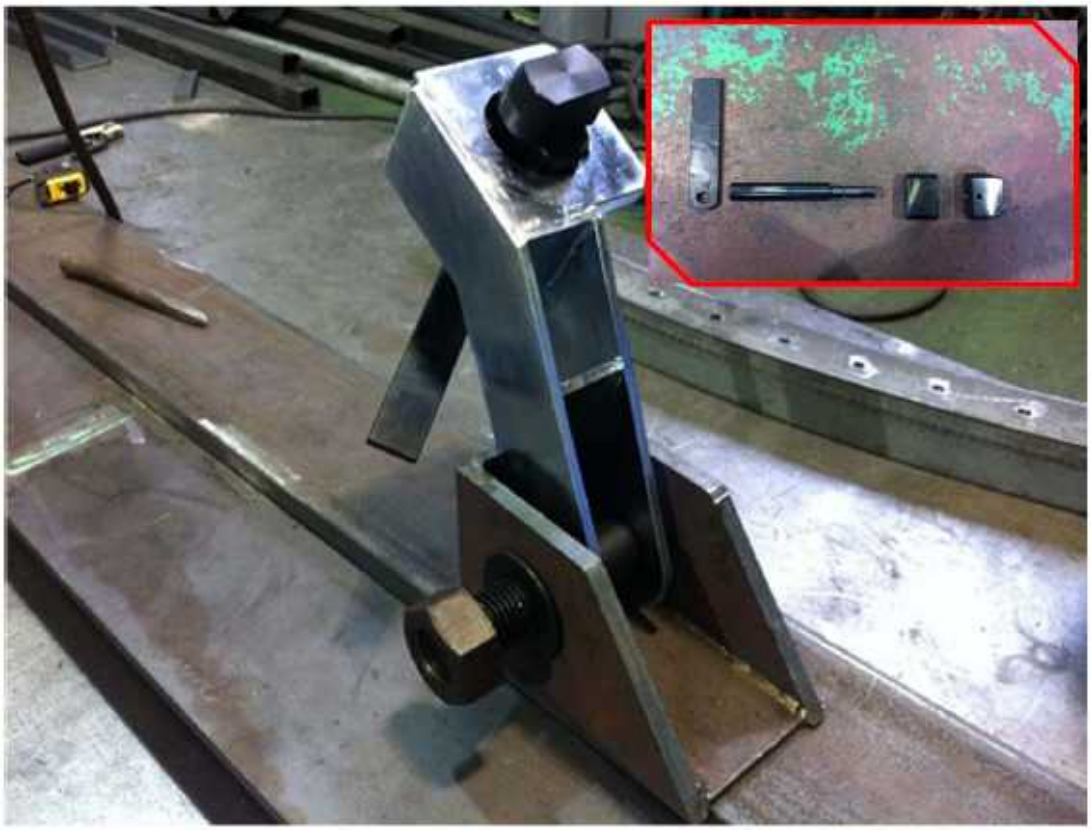
- 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시
- 좌, 우 대칭으로 용접 시 방향에 주의함

– 가공

- 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 함
- 모든 모서리는 R0.5로 함

– 후처리(CORN BRACKET)

- 공정명 : 전기아연도금
- 도막두께 : 5μm



(4) 회전장치 스토퍼 ASS'Y

o 회전장치 상부 연결 수량 : 2SET

o 중량 : 7.5kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
24	ROTATION STOPPER BRACKET		SM45C	2	
25	ROTATION STOPPER HANDLE SHAFT	15Ø	SM45C	2	
26	ROTATION STOPPER LOCKBAR R	40x40	SM45C	2	
27	ROTATION STOPPER LOCKBAR F	40x40	SM45C	2	
28	ROTATION STOPPER SPUR GEAR	60x60	SM45C	2	
29	ROTATION STOPPER LOCKBAR SHAFT	14Ø	SM45C	4	

o 제작사양

- 용접
  - 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시
- 가공
  - 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 함
  - 모든 모서리는 R0.5로 함
- 후처리(CORN BRACKET)
  - 공정명 : 전기아연도금
  - 도막두께 : 5μm



(5) 편심 보완 롤러 ASS'Y

o 회전장치 상부 연결 수량 : 3SET

o 중량 : 34.9kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
21	OFF CENTER ROLLER BRACKET	16T	SS400	2	
22	OFFCENTER ROLLER SHAFT	25Ø	SUJ-2	3	
구매품	BALL BEARING	GSK	SM45C	3	

o 제작사양

- 용접
  - 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시
  - 회전각도에 맞추어 오차 없이 용접 실시
- 가공
  - 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 함
  - 모든 모서리는 R0.5로 함
- 도색
  - 도장방법 : 분체도장
  - 제조처 : KCC PAINT
  - 색상 : UT578(A)-1H ORANGE 유광
  - 도막두께 : 60~80μm



(6) 중심 베어링

o 회전장치 연결 수량 : 1SET

o 중량 : 150kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
31	CENTER BEARING	1,100	SM45C	1	

o 제작사양

- 가공
  - 프레임 전체 열처리
- 도색 (OFF CENTER ROLLER BRACKET)
  - 도장방법 : 분체도장
  - 제조처 : KCC PAINT
  - 색상 : UT578(A)-1H ORANGE 유광
  - 도막두께 : 60~80μm




다. 적재용기 제작 세부사양

품명	규격(mm)	수량	단중(kg)	관련부품
프레임	125X125X6T 각관	1	3,404	각관, I BEAM, CHANNEL
암롤 후크	60Ø	1	104.6	
레일 롤러	140Ø	2	16.6	베어링



(1) 프레임

o 규격(가로X세로X높이) : 5,950 x 2,440 x 2,100

o 중량 : 3,404kg

o 제작사양

– 용접

- 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시
- 전용접 후 틈새는 실리콘 처리
- 모서리쇠 용접 시 상부 하부 홀 주의

– 가공

- 지시 없는 가공부의 외부 모서리는 R0.5로 함

– 도색

- 도장방법 : 분체도장
- 제조처 : KCC PAINT
- 색상 : 스포탄하도 14k (우레탄)
- 도막두께 : 50~70μm



(2) 암롤 후크

o 규격 : 60Ø

o 중량 : 104.6 kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
18	HOOK BAR	60Ø	SS400	1	
19	HOOK BAR BRACKET	16T	SS400	2	
20	HOOK BAR BRACKET SUPPORT	20T	SS400	4	
21	HOOK BAR BRACKET SUPPORT CHANNEL	75x45	SS400	2	
22	HOOK BAR BRACKET SUPPORT CHANNEL	75x45	SS400	2	

o 제작사양

– 용접

• 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시

– 가공

• 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 함

• 모든 모서리는 R0.5로 함

– 도색

- 도장방법 : 분체도장
- 제조처 : KCC PAINT
- 색상 : 스포탄하도 14k (우레탄)
- 도막두께 : 50~70μm




(3) 레일 롤러

o 적재용기 부착 수량 : 2SET

o 중량 : 16.6 kg

o PART LIST

품번	품명	규격(mm)	재질	수량	비고
27	RAIL ROLLER	140Ø	SM45C	2	
28	RAIL ROLLER SHAFT	40Ø	SM45C	2	
29	RAIL ROLLER BRACKET	16T	SS400	4	
구매품	BALL BEARING	#6208	KBC	4	

o 제작사양

– 가공

- 베어링 삽입 시 공차 없이 취부
- 지시 없는 구멍 간 공차는 ±0.1로 함
- 모든 모서리는 R0.5로 함

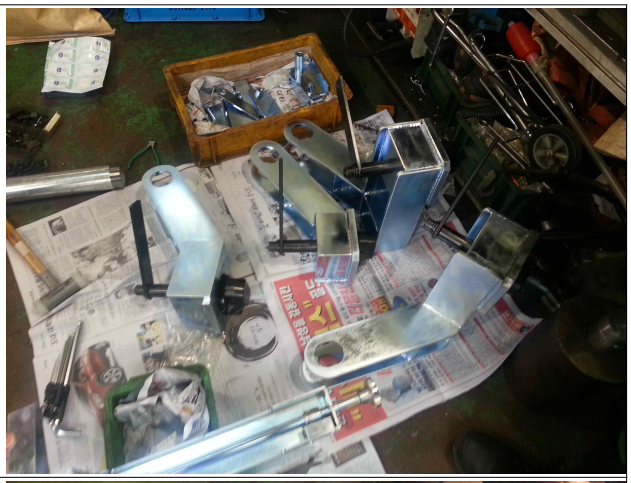
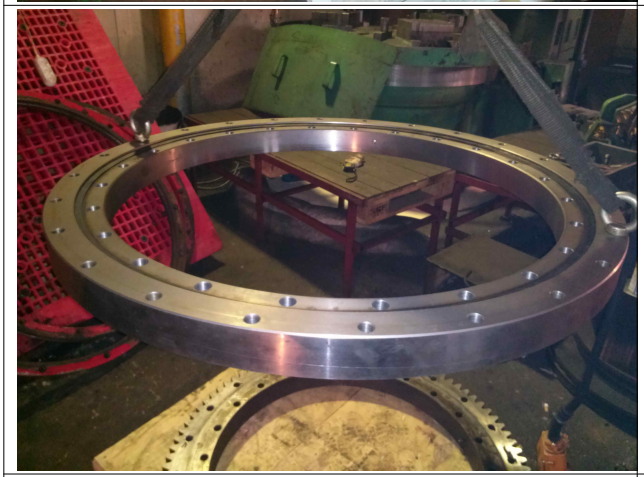
– 후처리(CORN BRACKET)

- 공정명 : 전기아연도금
- 도막두께 : 5μm



라. 시제품 제작 및 테스트베드 설치, 시운전 사진

(1) 회전장치 및 적재용기 제작 사진



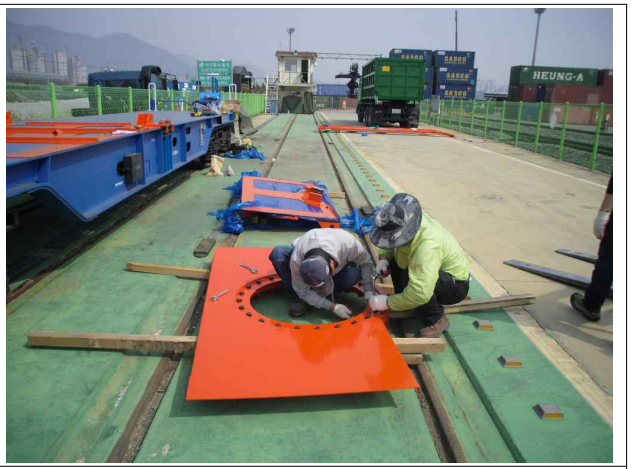








(2) 테스트베드 설치 사진






(3) 시운전 사진












제 3 절 회전장치를 이용한 환적시스템 개선설계 및 시제품 제작

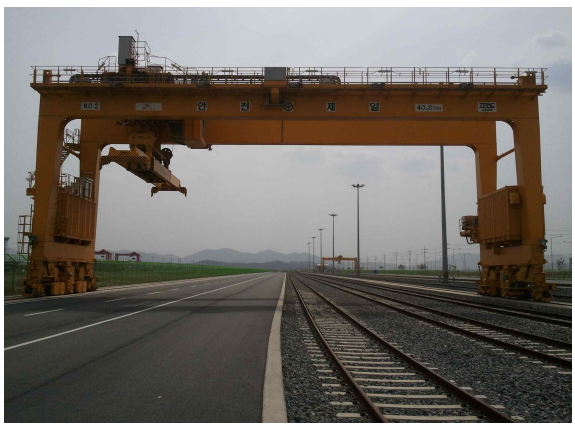
1. 환적 시 예측가능한 문제 및 기존용기와의 차별성 분석

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 구성을 크게 보면 회전장치를 부착한 화차, 적재용기, 암롤트럭으로 구성됨. 다음은 환적시스템의 구성에 따른 환적 시 예측 가능한 문제점을 분석하였음

(1) 철송장의 적하장 및 선로 구성

o 국내 화물을 취급하는 철도역의 적하장은 아래의 그림 <국내 철송장 적하장 선로>와 같이 적하장이 수평이적재가 가능한 구조(광양항, 동익산역, 부산진역 등)로 되어 있는 역이 있고, 적하장과 선로의 단차가 심한 경우(신항 등)도 있음

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템은 암롤트럭의 암을 이용한 수평이동방식의 환적시스템이기 때문에 적하장과 선로의 단차 차이가 크면 환적이 어려울 수 있으며, 도크 등을 이용하여 단차를 극복할 수도 있으나 적하장의 환경 여건에 따라 도크 설치 자체가 불가능할 수도 있음



<광양항>



<동익산역>



<부산진역>



<부산신항>

< 국내 철송장 적하장 선로 >

(2) 환적 방식에 따른 화차와의 문제

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템은 화차에 부착한 회전장치에 암롤트럭을 이용하여 적재용기를 수평으로 환적하는 기술임. 적재용기 하부에 부착된 롤러가 회전장치를 미끄러지며 이동하는 환적 방식에 따라 화차가 1량만 단독으로 있으면 적재용기 중량에 의하여 화차가 움직여 환적이 어려울 수 있음. 이에 본 환적시스템 기술을 이용하기 위해서는 1편성 10화차 이상은 있어야 안전한 환적이 이루어질 수 있는 것으로 검토됨

o 또한, 화차에는 현가장치가 있어 회전장치 레일을 미끄러지는 적재용기의 위치에 따라 화차의 쏠림현상이 발생할 수 있으나, 회전장치 지지대를 개발함으로써 해결될 수 있음

(3) 기존 용기와의 호환성 및 차별성 검토

(가) 탈부착식 수송용기와의 호환성

o 탈부착식 수송용기는 기존 벌크화물을 운송하는 일체형 화차인 무개화차의 문제점을 보완하고자 화차와 분리형으로 개발된 벌크화물 수송용기임. 탈부착식 수송용기는 기존 ISO 20ft 컨테이너의 제원(길이 6,004mm)과 동일하게 개발되어 본 연구개발 적재용기 제원(길이 5,966mm)과 다소 차이가 있음

o 특히, 회전장치를 이용하여 환적하기 위해서는 화차 위에서 회전장치가 회전하여야 하며, 화차의 길이와 회전반경에 영향이 있어 기존 20ft 규격의 컨테이너는 본 시스템에서는 사용할 수 없음

o 기존 20ft 규격으로의 개발은 범용성 확보에서는 분명한 장점이 있으나, 적재용기에 견인을 위한 견인고리(Hook), 하부롤러(Roller), 레일 등의 부가적인 장치 장착으로 인하여 ISO 국제규격의 변형이 있어 오히려 실용화에 걸림돌이 될 수 있으며, 기존 암롤트럭을 이용한 환적기술 개발에도 제한이 있을 수밖에 없어 이로 인하여 개발 기간 및 개발비용 상승의 요인이 될 수 있음

o 다만, 철도공사에서 운영 중인 화차의 제원은 제작연도 및 사용용도에 따라 제각각 다르며, 이 중 평판 길이가 14m 이상인 화차는 기존 20ft 규격으로 개발하여도 적재용기의 회전반경이 충분하여 적용이 가능할 수 있음

(나) 기존 용기와의 차별성

o 기존 용기의 경우 ISO 국제규격을 채택함으로써 철도물류의 문제점으로 거론되고 있는 환적저항을 해결하지 못하고 있는 실정임. 특히, 상하역을 위해서는 대형 철송장에서 사용하는 환적장비가 반드시 필요하여 물류비용 상승의 요인이 되고 있어 기존 용기의 경우 중소규모 역에는 적용할 수 없다는 단점이 있음

< 철도물류의 문제점 >

◈ **(가격경쟁력)** 철도운송은 구조적으로 **셔틀운송 및 하역작업 등이 수반**되어 도로운송에 비해 **가격경쟁력 불리**

○ **운임은 철도가 저렴**(16.7만 원)하나, 셔틀운송 및 하역비 등을 포함한 **총 운송비용은 3.6만 원 비쌈**

* 의왕~부산항(40ft) : 철송 47.6만 원, 육송 44만 원(신고운임 63만 원)

◈ **(철송 인프라)** 철송 인프라 부족 등으로 Door-to-Door 서비스를 위한 **일관수송 및 물량 확보 한계**

○ 핵심 물류거점인 무역항(28개) 및 국가산업단지(35개) 중 **인입선이 설치된 곳은 16곳에 불과**(무역항 9, 산단 7)

<출처 : 제2차 철도산업발전기본계획(2011.5) 국토교통부>

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 가장 큰 장점은 자체 상하역 기술 개발로 철도물류의 약점인 문전수송(Door-to-Door) 서비스 구현이 가능하여 복합일관수송(Intermodal) 체계의 구축이 가능하다는 것임

o 또한, 전철화 구간 고가선 하부에서 상하역 작업이 가능하여 적하장 작업선 전철화 가능으로 친환경 철도 구축이 가능하고, 고가의 대형 상하역 장비를 사용할 필요가 없어 중소규모 역에서도 벌크화물 처리가 가능하다는 장점이 있음

o 본 환적시스템 기술의 경우 고가의 대형 상하역 장비를 사용할 필요가 없어 현재 대부분 육로로 운송 중인 벌크화물의 철도운송 전환을 기대할 수 있고, 결과적으로 철도물류 활성화에 기여할 수 있음

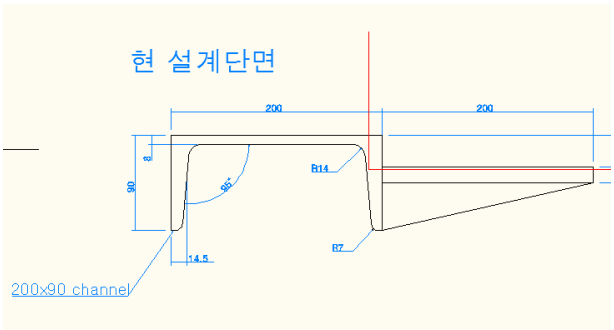
2. 개선설계 검토 내용 및 개선설계도

o 1차 시제품 시운전 결과 발생한 몇 가지 문제점을 검토하였고, 3차년도에 추진하는 개선설계는 회전장치 부분만 진행하였으며 개선설계 내용은 다음과 같음

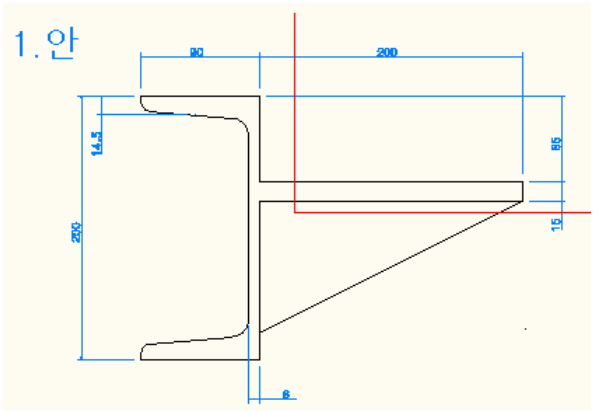
가. 회전장치 프레임 단면 검토 및 개선설계

o 1차 시제품 시운전 결과 적재중량에 따라 회전장치의 처짐 현상이 발생하였음. 따라서 회전장치 프레임의 강성을 보완하기 위하여 개선설계를 추진하였음

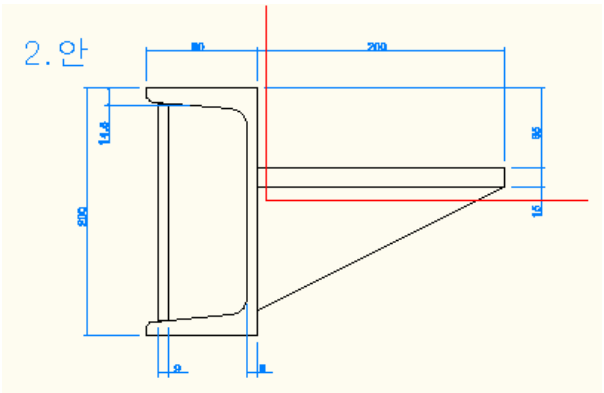
o 회전장치 프레임 단면을 보완하기 위하여 상세설계를 기준으로 개선설계에서는 총 5가지의 안으로 관성모멘트와 처짐량을 예측하여 비교 검토하였음



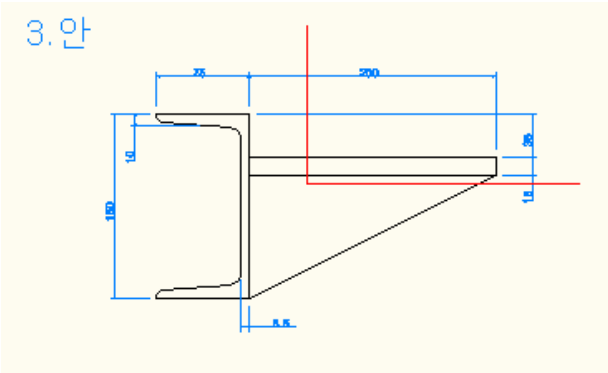
상세설계 단면(1차 시제품)



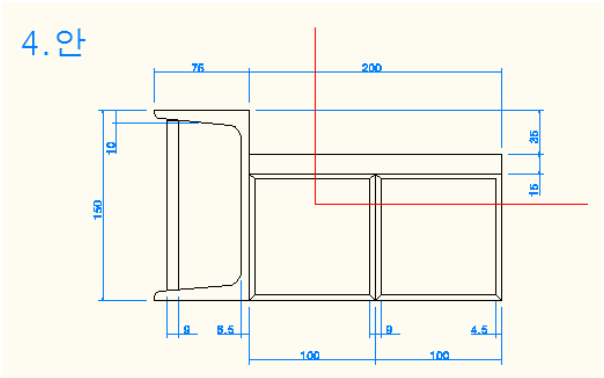
회전장치 프레임 단면 1안



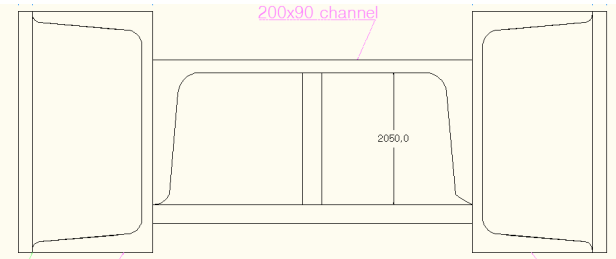
회전장치 프레임 단면 2안



회전장치 프레임 단면 3안



회전장치 프레임 단면 4안



회전장치 프레임 단면 5안

(1) 관성모멘트 비교

<개선설계에 대한 관성모멘트 비교>

구 분	무게비 (단면적)	수직하중에 대한 관성모멘트(Ix)	수직하중 굽힘강성비	굽힘강성비 /무게비
상세설계 단면	1 (6865)	2.88 × 106 mm4	1	1
단면 1안	1	25.13 × 106 mm4	8.73	8.73
단면 2안	1.25	29.32 × 106 mm4	10.18	8.14
단면 3안	0.77	8.49 × 106 mm4	2.95	3.83
단면 4안	1.44	20.66 × 106 mm4	7.17	4.98
단면 5안	2.1 (14,505)	32.00 × 106 mm4	11.11	5.29

(2) 초기 환적 시 회전장치의 굽힘량 예측

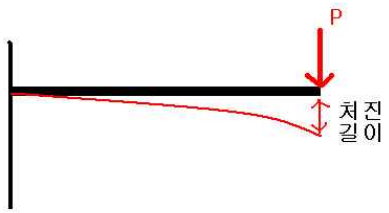
(가) 가정

o 회전장치는 2개의 외팔보(Cantilever)로 단순 가정하고 다음 지지조건에 따름
- 조건 1 : 베어링에서만 외팔보에서를 지지 함
- 조건 2 : 하중작용점에 1.5m 지점에서 단순 지지함
- 조건 3 : 하중작용점에 1.0m 지점에서 단순 지지함

o 전체 설계하중은 40톤이고 암롤차량에서 10톤은 분담하고 있다고 가정함

o 1개 외팔보(회전장치의 1/2)에 작용하는 장치에 가해지는 설계하중은 15톤임

(나) 굽힘량 예측



처진 길이(δ) = $\frac{PL^3}{3EI}$

P =걸린 힘(무게), L=외팔보 길이
E =외팔보 재료의 탄성계수
I = 외팔보 단면의 2차 면적 관성모멘트

o P=15000 Kgf = 150,000N, E=200 × 10^9N/m^2 이고
L = 4m(조건 1), 1.5m(조건 2), 1m(조건 3)으로 함

<굽힘량 조건 예측 비교>

구 분	조건1 (L = 4m)	조건2 (L = 1.5m)	조건 3 (L = 1m)
상세설계 단면	5.29m	0.28m(280mm)	0.083m(83mm)
단면 1안	0.61m	0.030m	0.009m
단면 2안	0.52m	0.027m(27mm)	0.008m(8.0mm)
단면 3안	1.8m	0.095m	0.028m
단면 4안	0.74m	0.039m	0.015m
단면 5안	0.46m	0.025m(25mm)	0.007m(7.4mm)

(3) 계산식

(가) 상세설계 단면

o 면적 6865.32
o 둘레 1145.61
o 경계 상자 X: 243.88 -- 643.88
Y: 208.23 -- 298.23
o 중심 X: 431.28
Y: 266.39
o 관성 모멘트 X: 490180042.43
Y: 1379370552.24
o 관성곱 XY: 785344059.73
o 회전 반경 X: 267.21
Y: 448.24
o 중심에 관하여 주 모멘트와 X-Y 방향
Ix: 2,877,118.07 [1.00 -0.03]
Iy: 102,535,748.07 [0.03 1.00]

(나) 회전장치 프레임 단면 1안

o 면적 7029.32
o 중심 X: 342.56
Y: 689.89
o 관성 모멘트 X: 3372979805.41

Y: 866120495.50
o 관성곱 XY: 1667292446.59
o 회전 반경 X: 692.71
Y: 351.02
o 중심에 관하여 주 모멘트와 X-Y 방향
Ix: 25,134,319.27 [0.94 0.35]
Iy: 43,531,870.76 [-0.35 0.94]

(다) 회전장치 프레임 단면 2안

o 면적 8602.97
o 둘레 1513.31
o 경계 상자 X: 226.12 -- 516.12
Y: 188.09 -- 388.09
o 중심 X: 323.91
Y: 297.68
o 관성 모멘트 X: 793942704.43
Y: 957238234.38
o 관성곱 XY: 837123938.81
o 회전 반경 X: 303.79
Y: 333.57
o 중심에 관하여 주 모멘트와 X-Y 방향
Ix: 29,319,137.94 [0.96 0.29]
Iy: 56,907,049.98 [-0.29 0.96]

(라) 회전장치 프레임 단면 3안

o 면적 5290.28
o 둘레 995.06
o 경계 상자 X: 809.79 -- 1084.80
Y: 603.15 -- 753.15
o 중심 X: 931.93
Y: 696.58
o 관성 모멘트 X: 2576664875.17
Y: 4625013774.28
o 관성곱 XY: 3439398117.22
o 회전 반경 X: 697.89
Y: 935.01
o 중심에 관하여 주 모멘트와 X-Y 방향
Ix: 8,487,361.14 [0.97 0.23]
Iy: 31,688,037.03 [-0.23 0.97]

(마) 회전장치 프레임 단면 4안

o 면적 9932.93
o 둘레 2859.67
o 경계 상자 X: 809.79 -- 1084.80
Y: 213.09 -- 363.09
o 중심 X: 937.17
Y: 289.25
o 관성 모멘트 X: 851723685.95
Y: 8791610815.93
o 관성곱 XY: 2693163159.68
o 회전 반경 X: 292.83
Y: 940.80
o 중심에 관하여 주 모멘트와 X-Y 방향
Ix: 20,657,373.26 [1.00 0.01]
Iy: 67,618,376.97 [-0.01 1.00]

(바) 회전장치 프레임 단면 5안

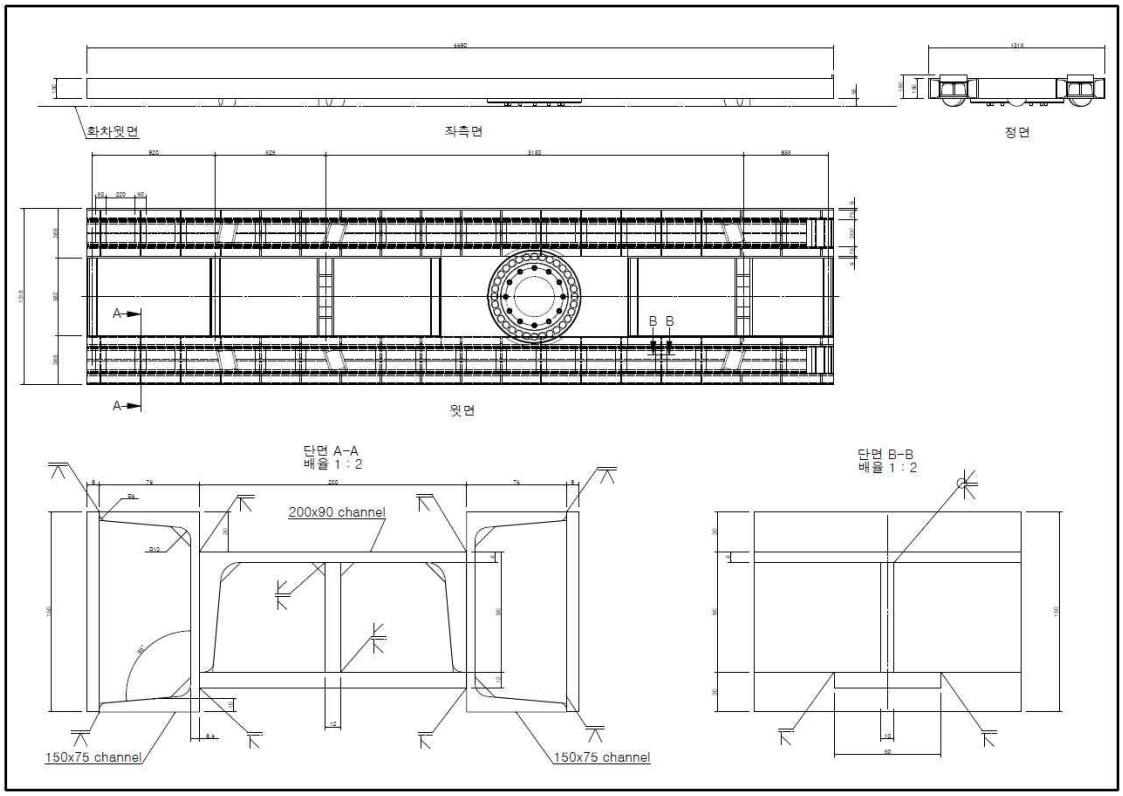
o 면적: 14,505 (=9,065,962 /625)
o 둘레 3,091 (=77,286/25)

o 중심에 관하여 주 모멘트와 X-Y 방향
I: 32E6 (=1.25E+13/390625) [1.00 0.00]
J: 190E6 (=7.43E+13/390625) [0.00 1.00]

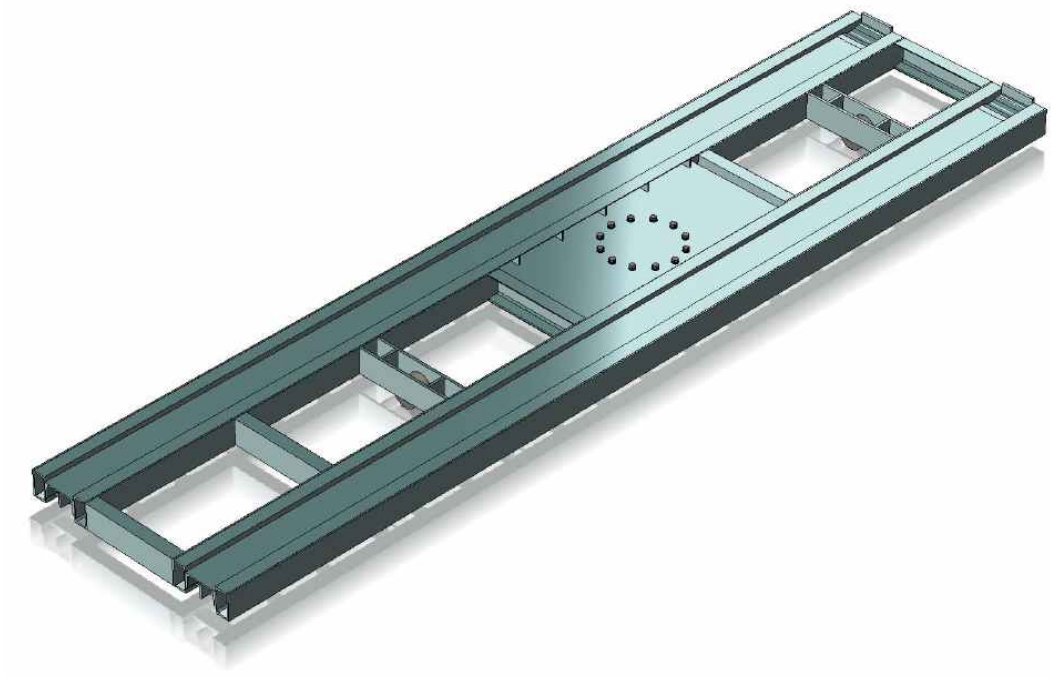
(4) 검토 결과

o 수직굽힘량 관점에서는 5안, 2안, 1안, 4안 순으로 양호함
o 무게를 고려한 굽힘강성을 고려하기 위해 굽힘강성비/무게비 계산 비교하면 1안, 2안, 5안, 4안 순이고, 1안이 설계 제약이 따른다면 5안이 가장 우수한 설계라 판단되어 개선설계는 5안(이하 '개선설계 현재사양')으로 추진키로 하였음

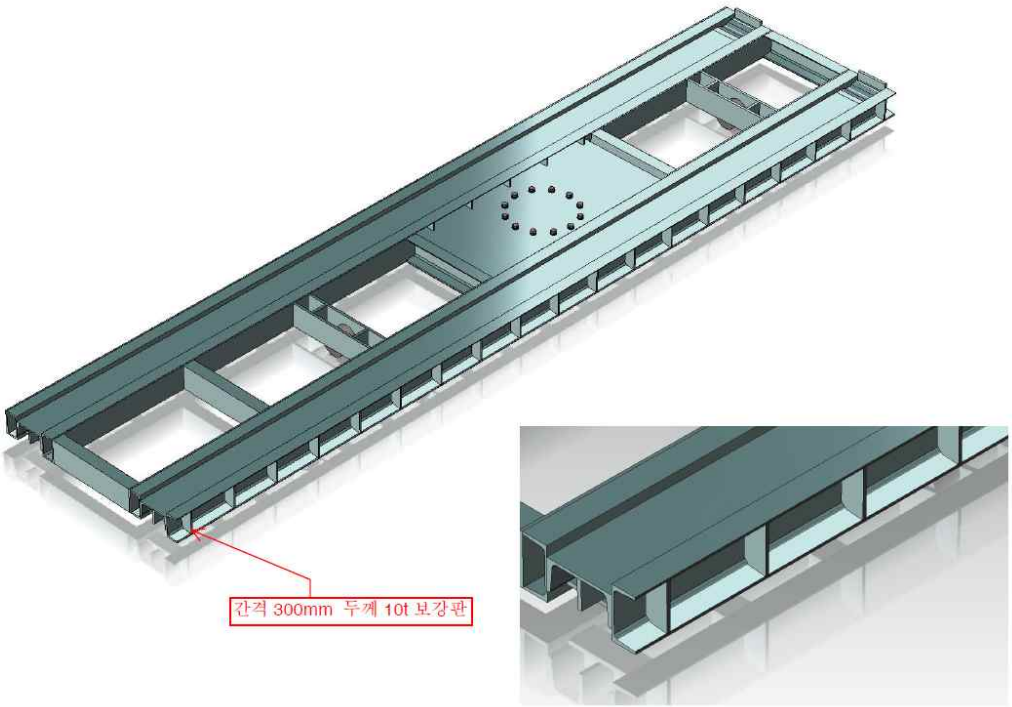
(5) 회전장치 프레임 개선설계도(현재 사양)



<회전장치 프레임 개선설계 현재사양 – 5안>



<회전장치 프레임 개선설계 현재사양 등각도 - A>

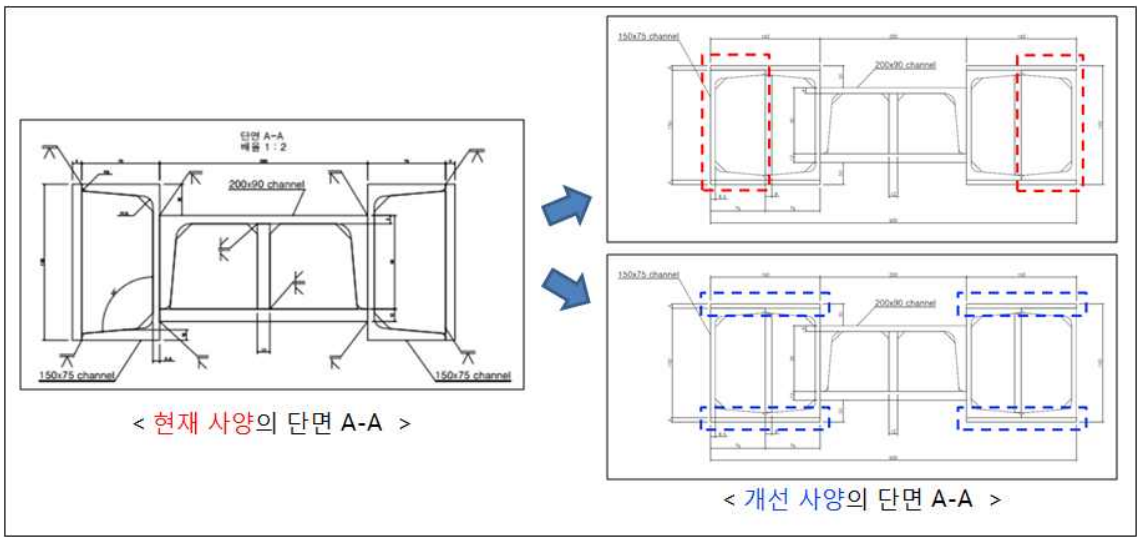


<회전장치 프레임 개선설계 현재사양 등각도 - B>

(6) 회전장치 프레임 개선설계도(개선 사양)

o 개선설계 현재 사양에 대한 구조해석 결과 프레임 일부에 강성 보강이 더 필요한 것으로 검토됨

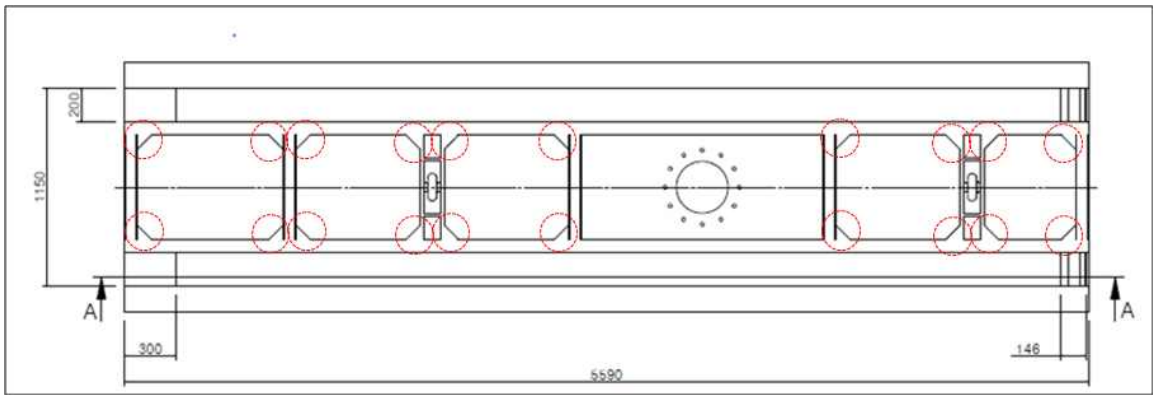
o 상부 프레임의 현재 사양에 대한 개선설계(이하 '개선설계 개선사양')는 현재사양 대비 아래 그림의 ▭ 와 같이 150 x 75 channel을 좌우 양편에 추가하였으며 또한, 아래 그림의 ▭ 와 같이 상하 양편에 8mm 판재를 추가하여 단면의 굽힘 강성 보강을 극대화하였음



<상부 프레임의 설계 개선 내역 - 굽힘 단면 강성 증대 방안>

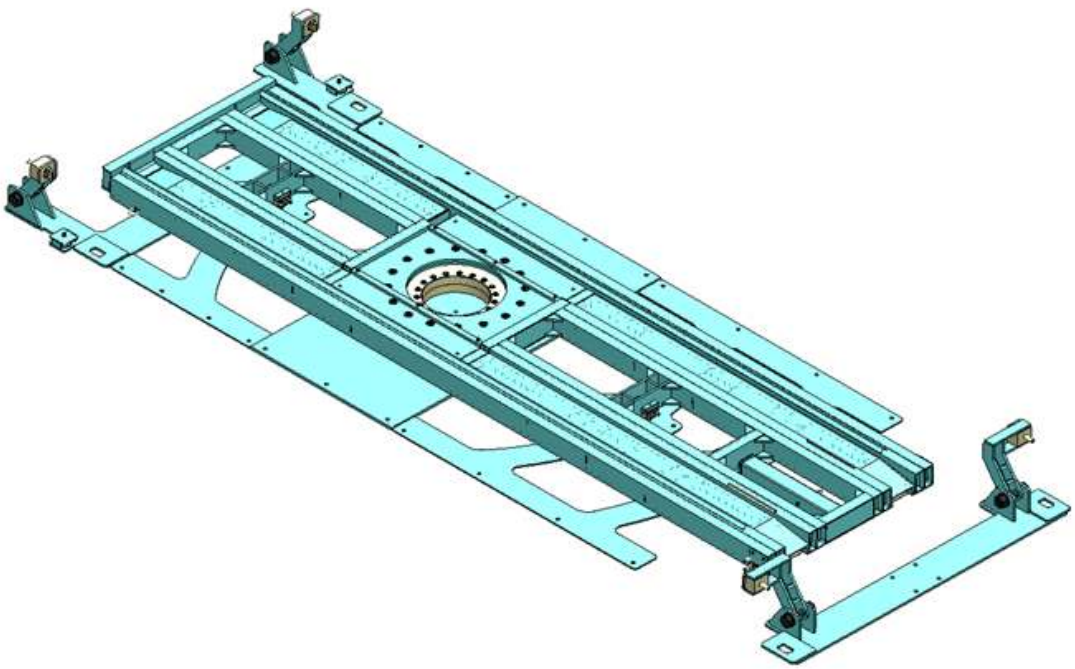
o 또한, 현재 사양의 응력해석 결과에서 나타난 주요 응력 취약 부위들인 내구 격자 구조의 연결 부위들에 아래 그림의 ⬭ 부위와 같이 국부적으로 모서리들을 보강하였음

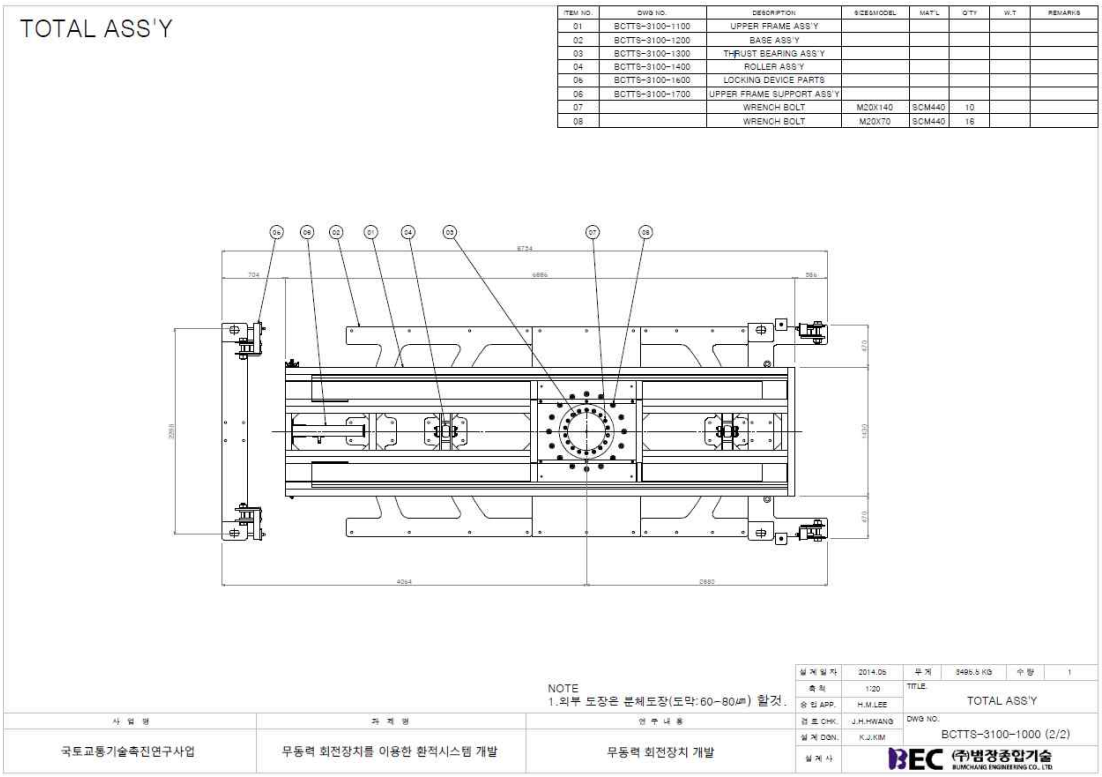
o 이와 같은 국부적인 모서리 보강 방안 ⬭ 부위는 굽힘과 비틀림 현상에 의해 발생되는 높은 응력을 현저히 낮출 수 있는 효과가 있을 것으로 판단되어 추가 설계 방안으로 적용되었음



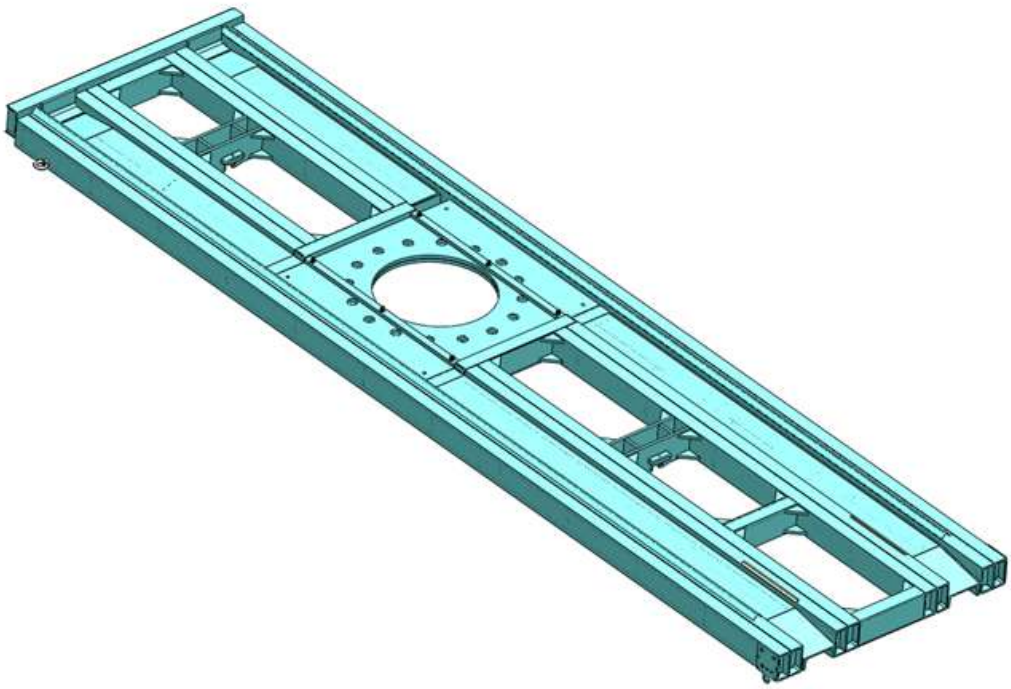
<상부 프레임의 설계 개선 내역 - 주요 응력 취약부의 강도 보강 방안>

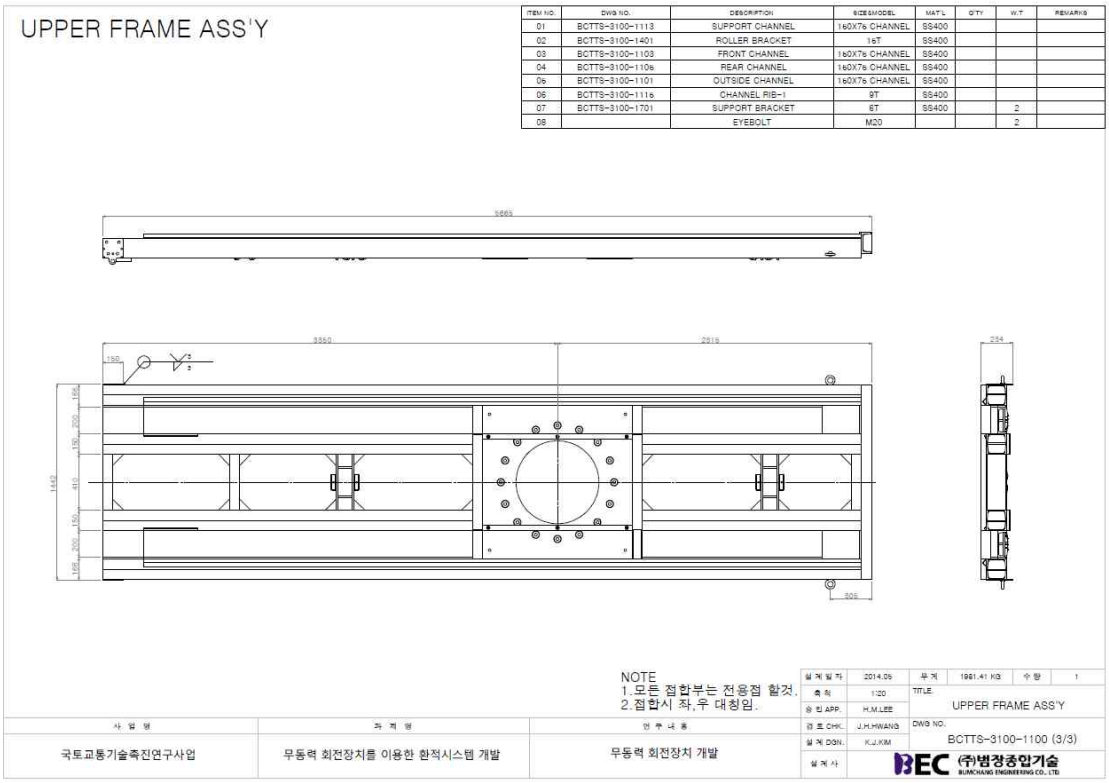
o 위와 같이 회전장치 프레임 개선설계 개선사양을 면밀히 검토하여 회전장치 프레임 최종 도면을 확정하였음. 아래의 그림은 화차에 설치되는 회전장치 전체도와 회전장치 프레임에 대한 최종 도면임





<회전장치 개선설계 개선사양 TOTAL ASS'Y>





<회전장치 프레임 개선설계 개선사양>

나. 베어링 단면 검토 및 개선설계

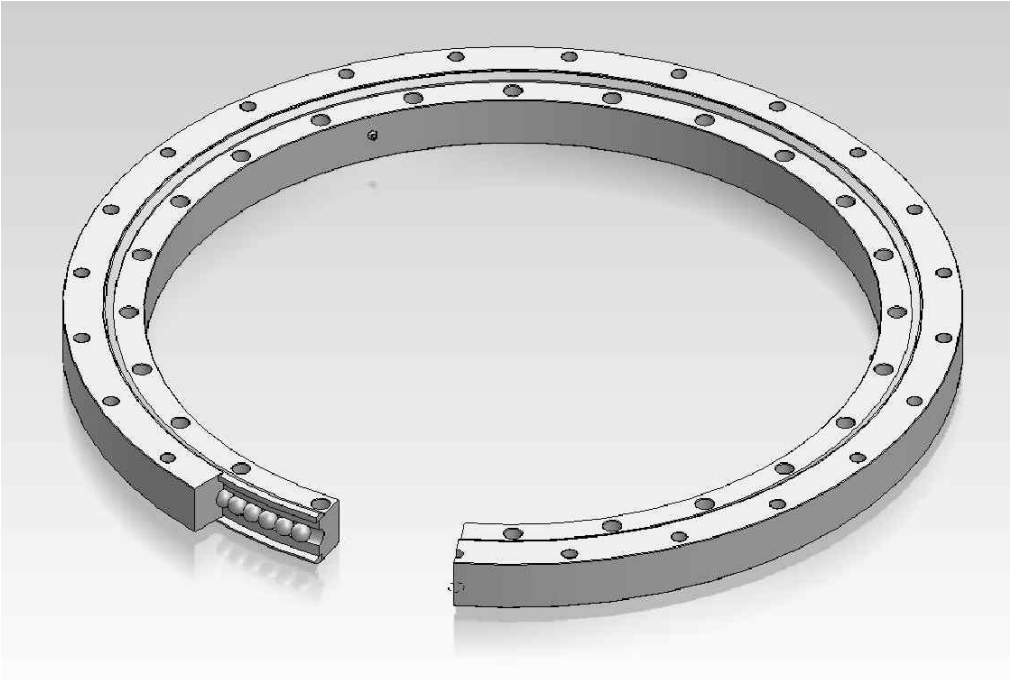
o 상세설계 및 1차 시제품 제작 시 인접선로 화차의 접촉성을 고려하여 베어링의 중심위치는 회전장치의 중심 위치에서 약 700mm로 이동하여 설계 제작되었음

o 본 과제 환적시스템 특성상 환적은 한쪽 방향에서만 이루어지며, 이에 따라 회전장치에 설치되는 베어링이 받는 부하도 상대적으로 한 방향으로만 적용되어 베어링의 작동 및 수명에 악영향을 미치게 되는 것으로 검토됨

o 전문가 자문회의 추진 결과 회전장치를 이용한 환적시스템에 맞는 베어링 구조는 스러스트 구조의 베어링이 가장 좋다는 결론을 내고 베어링의 구조 변경 설계를 추진하였음

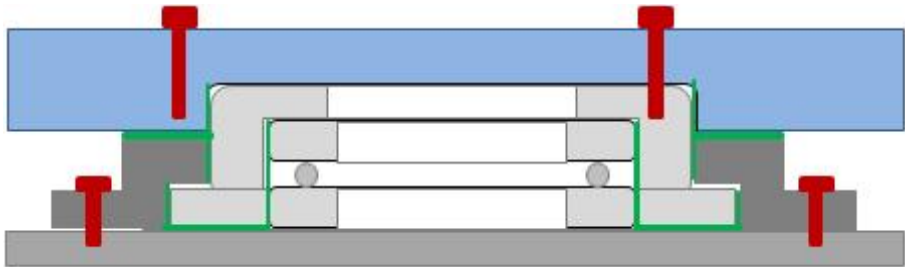
(1) 베어링 단면 검토

o 아래 그림 <1차 시제품 베어링 상세설계 단면도>는 1차 시제품에 적용된 베어링임. 회전장치를 이용한 환적시스템 구조상 베어링이 받는 충격은 집중하중으로 받게 되어 1차년도에 제작된 베어링은 적절하지 못한 것으로 검토됨

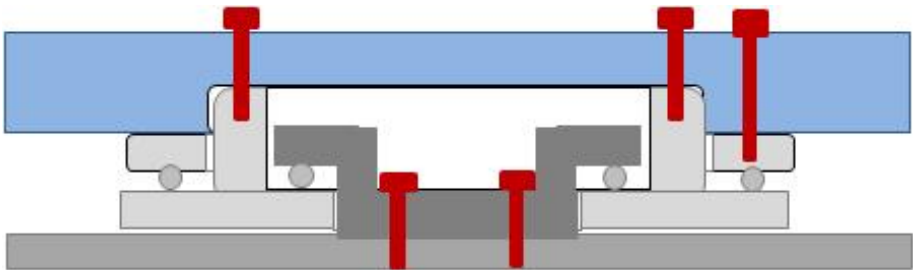


<1차 시제품 베어링 상세설계 단면도>

o 2차 시제품에 적용되는 스러스트 베어링의 개념도는 아래 그림과 같이 검토되었으며, 스러스트 베어링 특성상 회전장치 또는 화차에 베어링을 고정하는 방법이 핵심개발 기술임

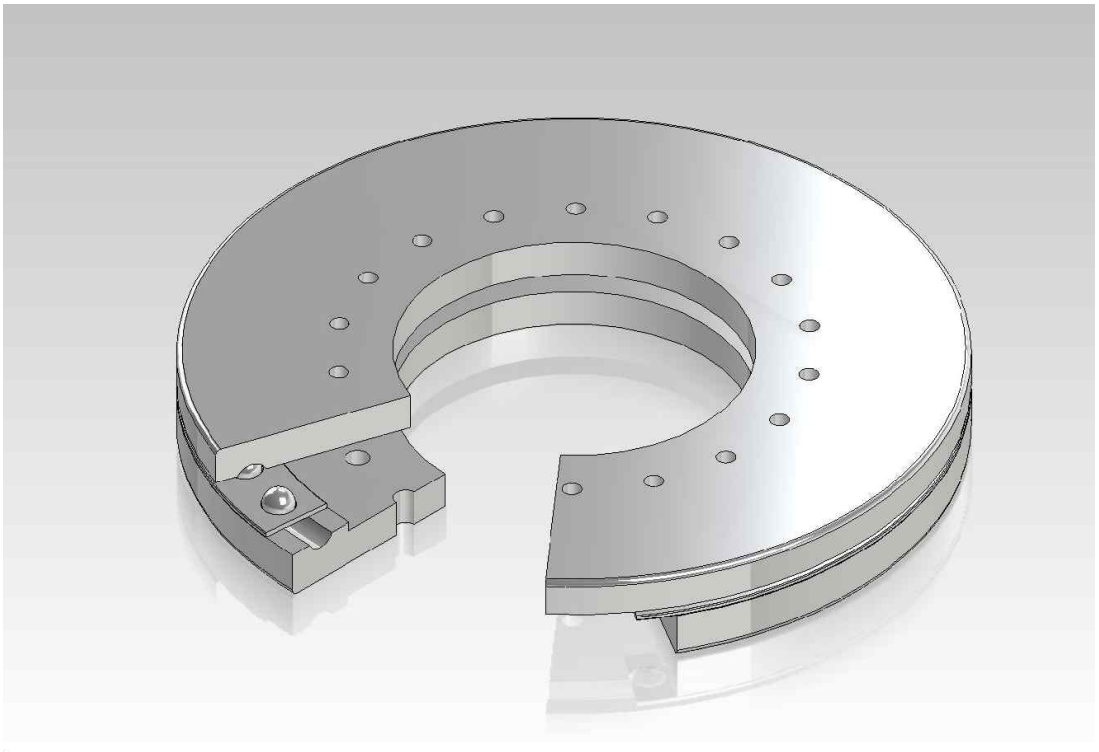


<스러스트 베어링 개념단면도 검토 1안>

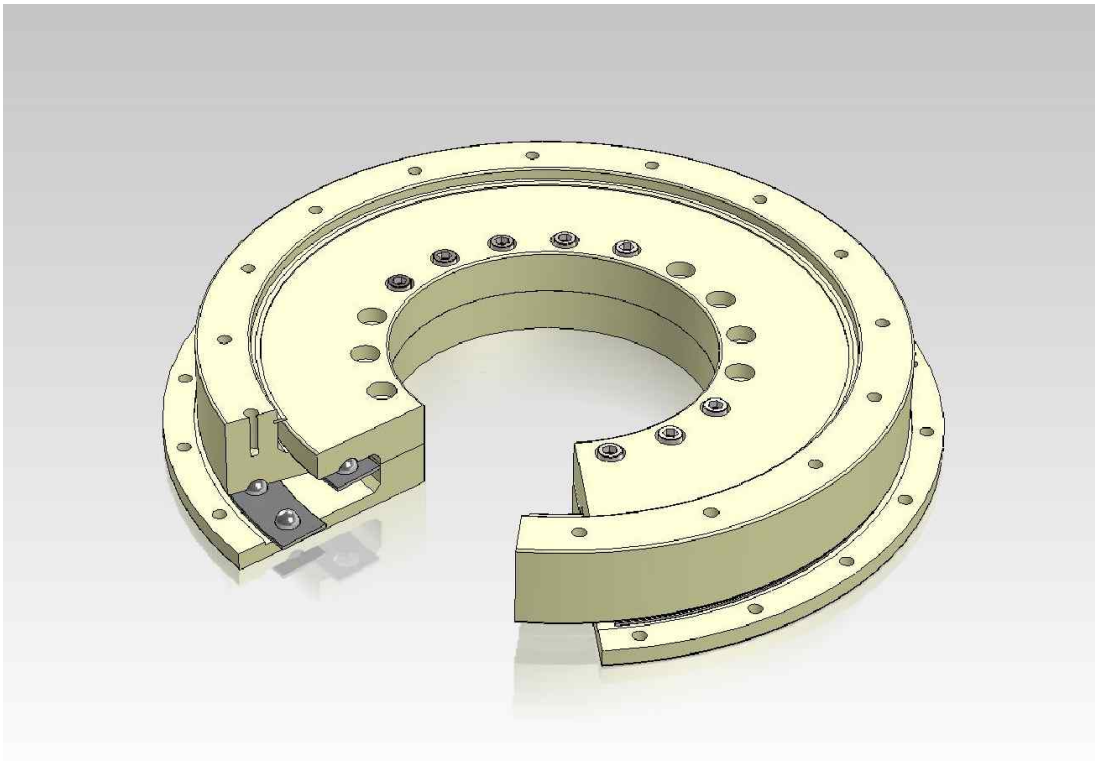


<스러스트 베어링 개념단면도 검토 2안>

o 스러스트 베어링에 대한 검토 및 설계를 추진하여 아래와 같은 2가지 안으로 검토되었고, 최종적으로 2안이 우수한 것으로 결정됨

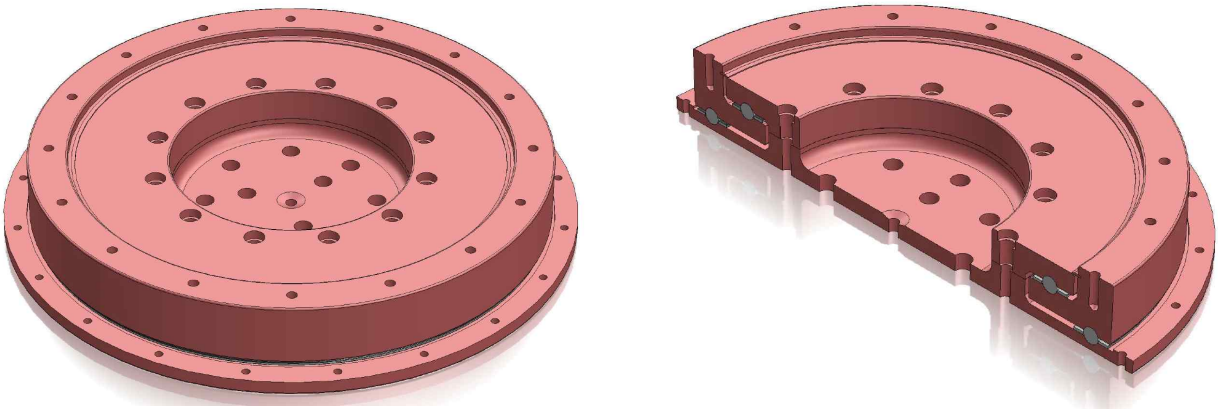


<스러스트 베어링 개선설계 단면도 검토 1안>

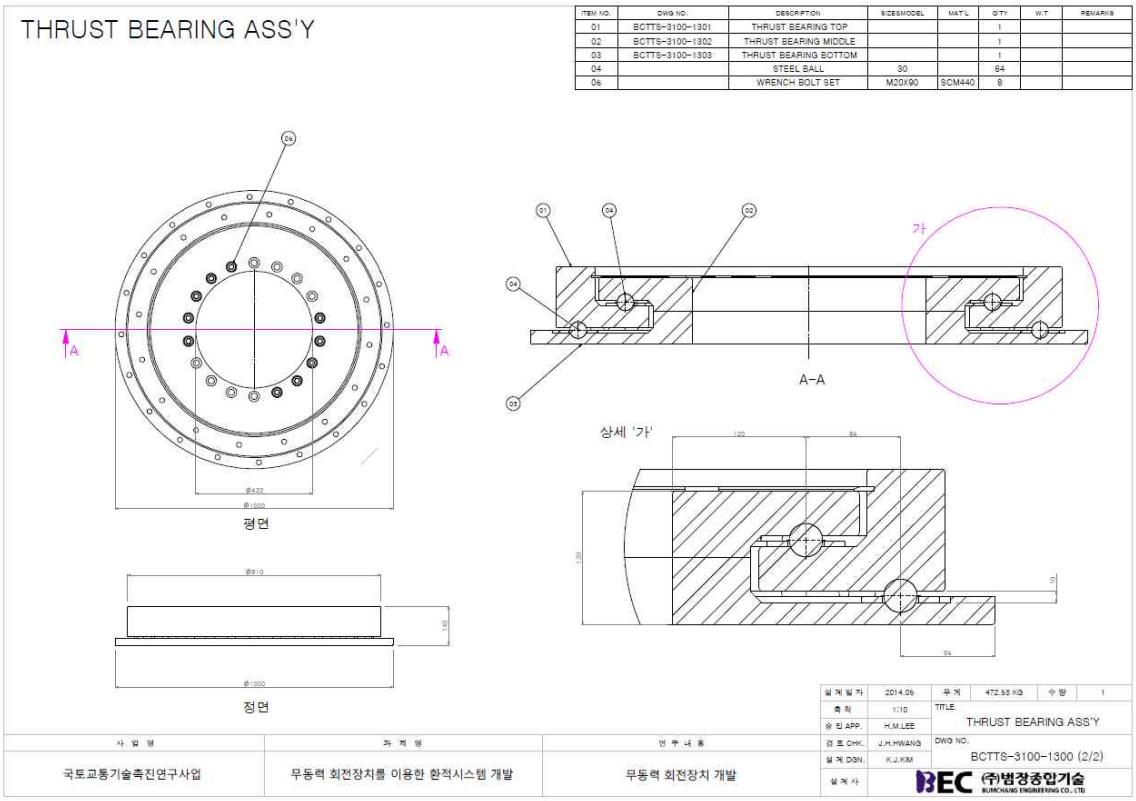


<스러스트 베어링 개선설계 단면도 검토 2안>

(2) 베어링 개선설계도



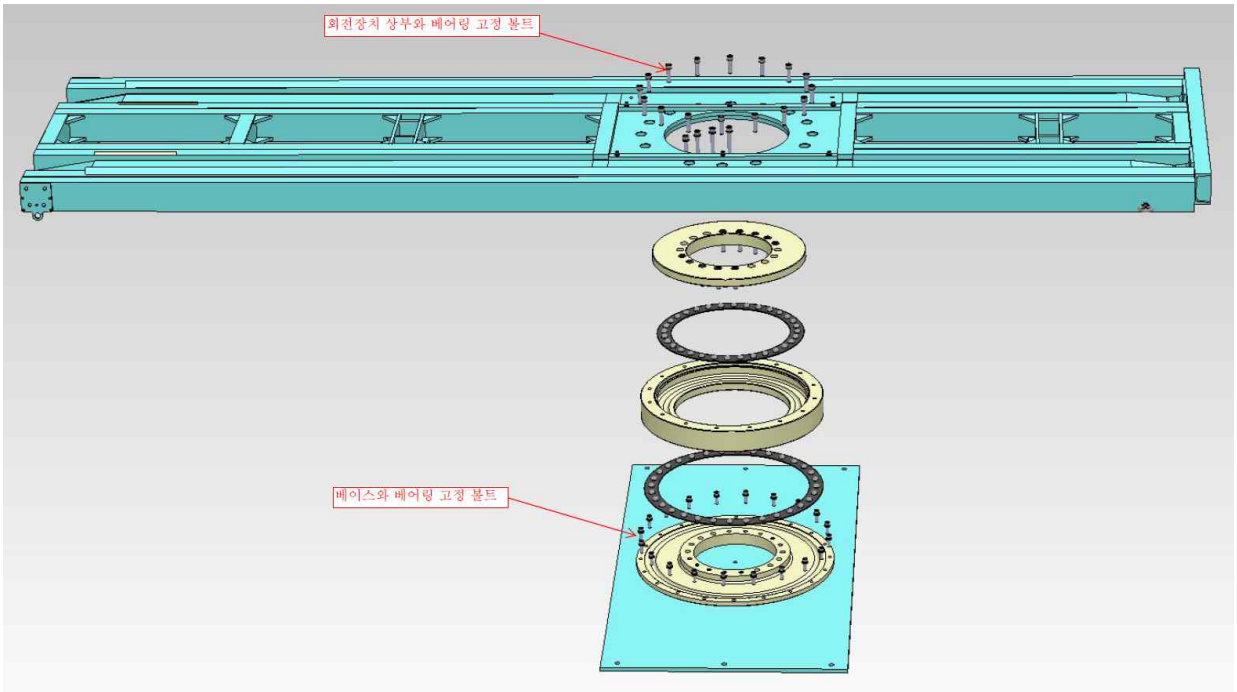
<베어링 개선설계 단면도>

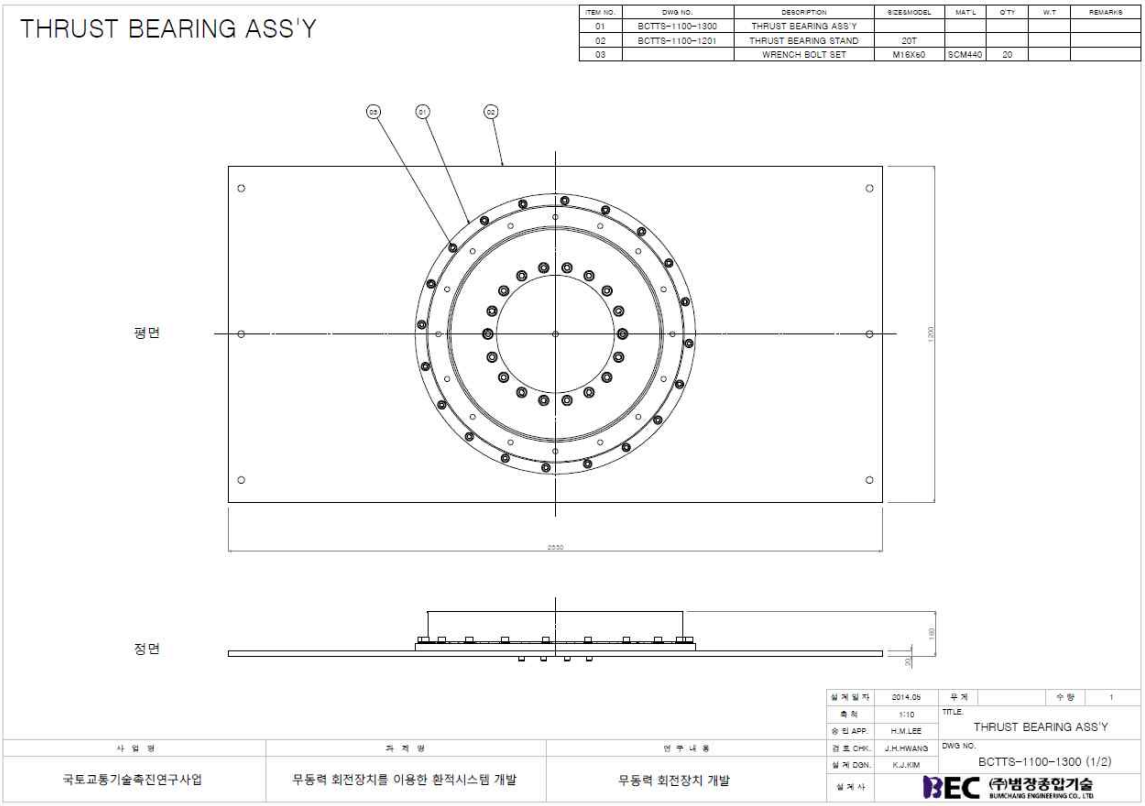


<베어링 개선설계도>

o 회전장치의 베어링 설치 위치가 회전장치 중심에서 벗어나 있어 환적 시 편하중이 발생할 수밖에 없는 구조임. 따라서 베어링을 견고하게 화차에 고정해야만 환적 및 회전하는 데 문제가 없음

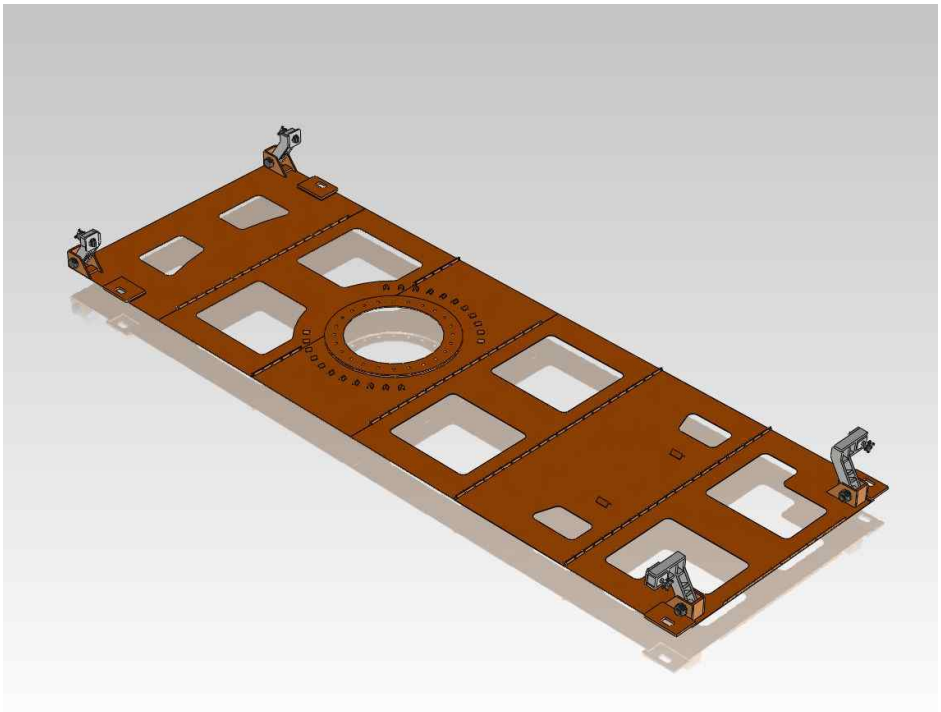
o 아래의 그림과 같이 베이스와 베어링 하부를 볼트로 고정하고, 상부는 회전장치와 베어링 상부를 볼트로 연결하는 방법으로 베어링을 고정함





<스러스트 베어링 고정 방법>

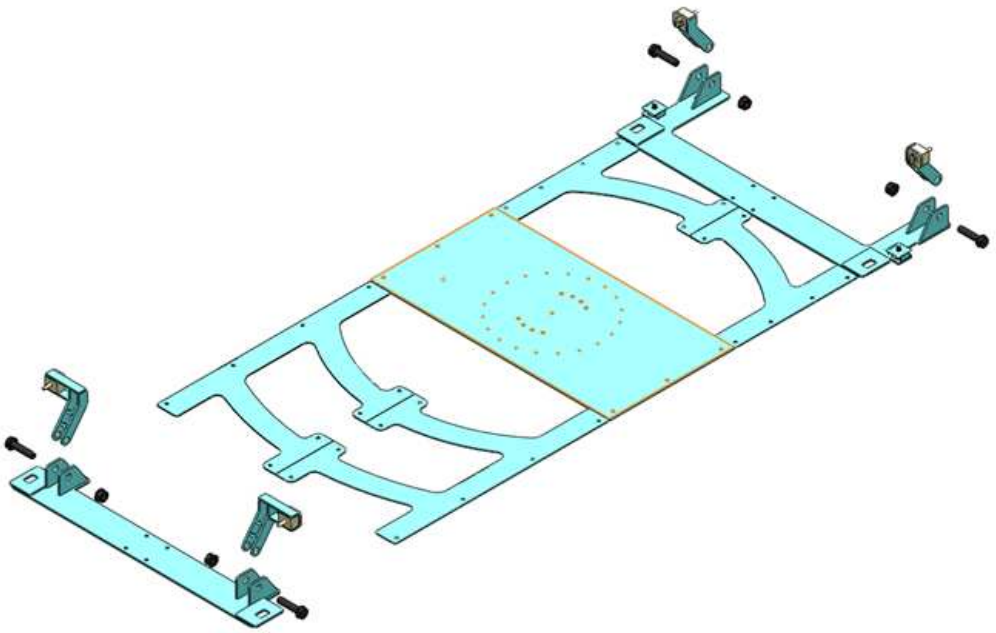
다. 베이스 검토 및 개선설계

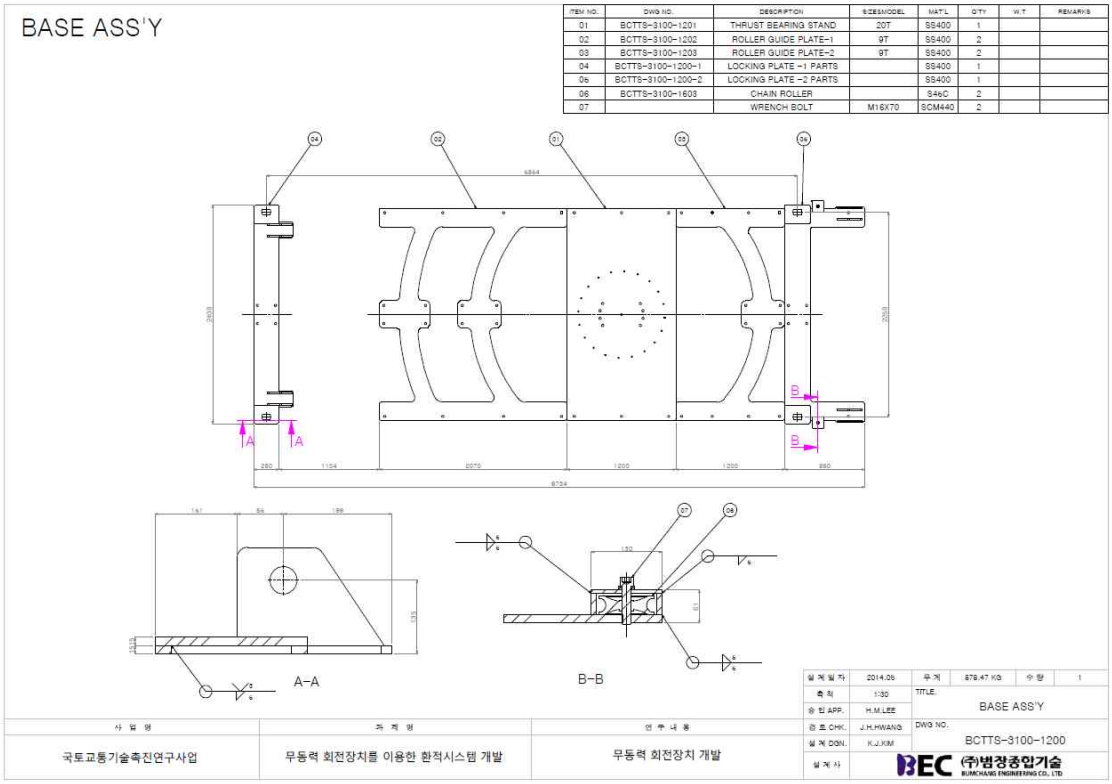


<회전장치 BASE 1차 시제품 도면>

o 위 그림 <회전장치 BASE 1차 시제품 도면>은 1차 시제품 베이스 도면임. 1차 시제품에 대한 시운전 결과 베이스 철판 두께가 4.5mm로 얇아 적재용기 환적 시 회전장치 프레임 및 베어링을 제대로 지지하지 못하는 현상이 발생됨

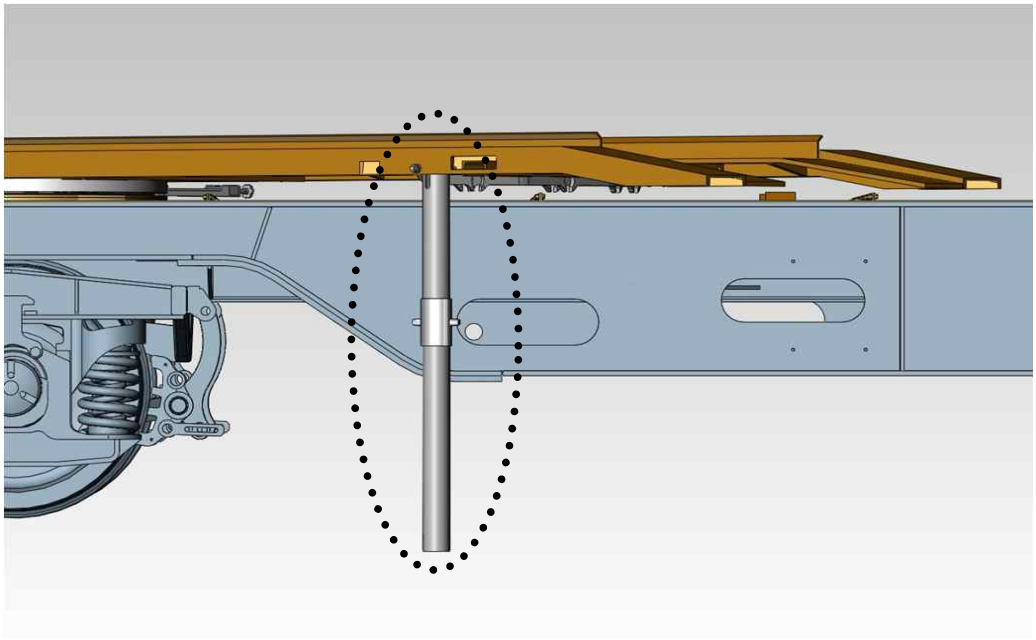
o 베이스에 대한 개선설계에서는 시운전 시 문제가 되었던 부분을 검토하여 회전장치를 지지하는 베어링 부위 등은 20mm로 하고, 나머지 부위는 9mm로 보완하였고, 필요 없는 부분은 제거하여 아래 그림과 같은 최종 도면을 확정하였음




BASE ASS'Y
ITEM NO. | DWG NO. | DESCRIPTION | SCESMODEL | MAT'L | Q'TY | W.T | REMARKS
01 | BCTTS-3100-1201 | THRUST BEARING STAND | 20T | SS400 | 1
02 | BCTTS-3100-1202 | ROLLER GUIDE PLATE-1 | 9T | SS400 | 2
03 | BCTTS-3100-1203 | ROLLER GUIDE PLATE-2 | 9T | SS400 | 2
04 | BCTTS-3100-1200-1 | LOCKING PLATE -1 PARTS | | SS400 | 1
05 | BCTTS-3100-1200-2 | LOCKING PLATE -2 PARTS | | SS400 | 1
06 | BCTTS-3100-1603 | CHAIN ROLLER | | S45C | 2
07 | | WRENCH BOLT | M16X70 | SCM440 | 2
A-A
B-B
2014.05
1:30
H.M.LEE
J.H.HWANG
K.J.KIM
BASE ASS'Y
BCTTS-3100-1200
(주)범창종합기술
사 업 명
과 제 명
연 구 내 용
국토교통기술촉진연구사업
무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발
무동력 회전장치 개발

<BASE 개선설계도>

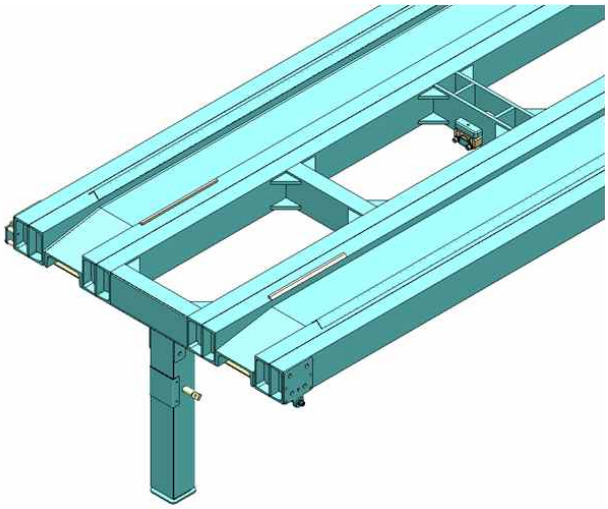
라. 상하차용 지지대 개선설계



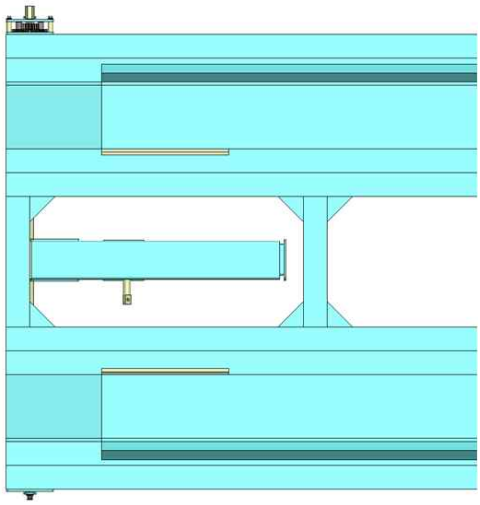
<1차 시제품 상하차용 지지대 설치도>

o 상하차용 지지대란 적재용기(화물) 환적 시 무게로 인하여 발생되는 회전장치의 처짐을 보완하기 위한 회전장치 지지대(UPPER FRAME SUPPORT)임

o 1차 시제품에는 작업자가 혼자 조작하기에는 작동상의 불편한 문제가 있어 지지대 강도를 보완하고 작동이 편하게 하는 방법으로 개선됨. 상하차용 지지대는 일반적으로 트레일러에서 사용되는 랜딩기어 방식을 응용하여 작업자 1인이 작동하기 편하게 고안됨



상하차용 지지대 설치 및 동작 A

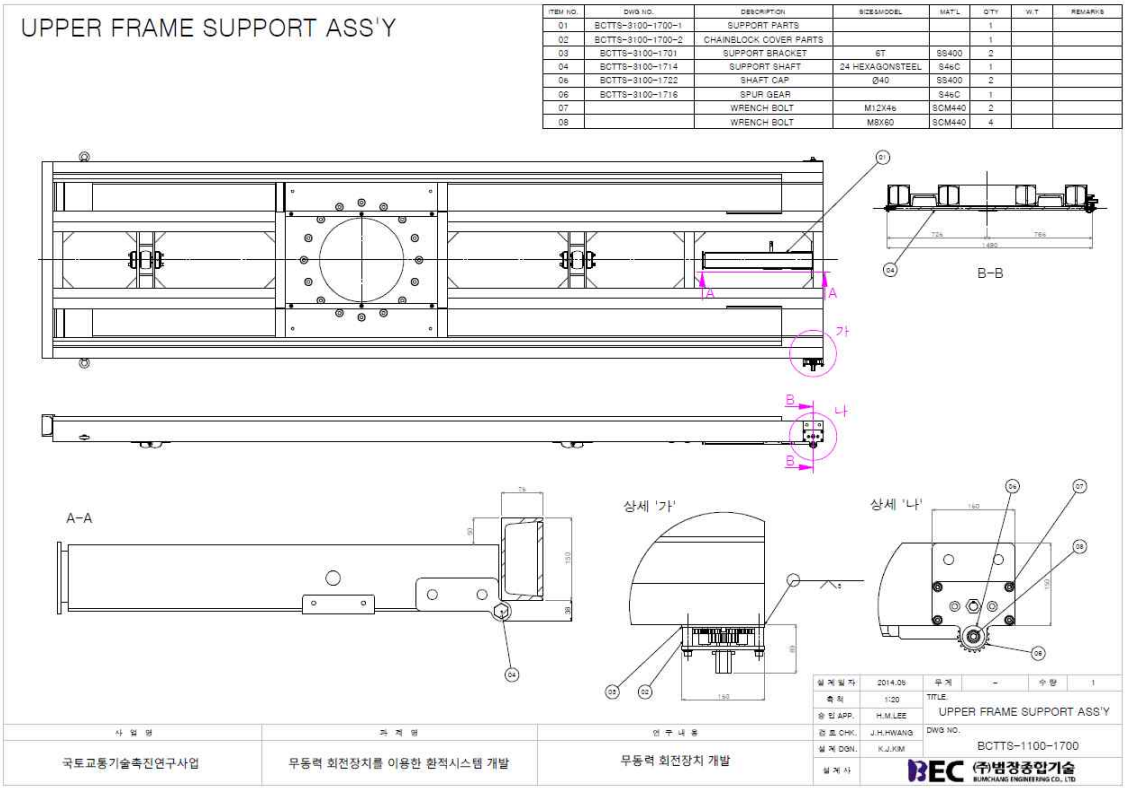


상하차용 지지대 설치 및 동작 B

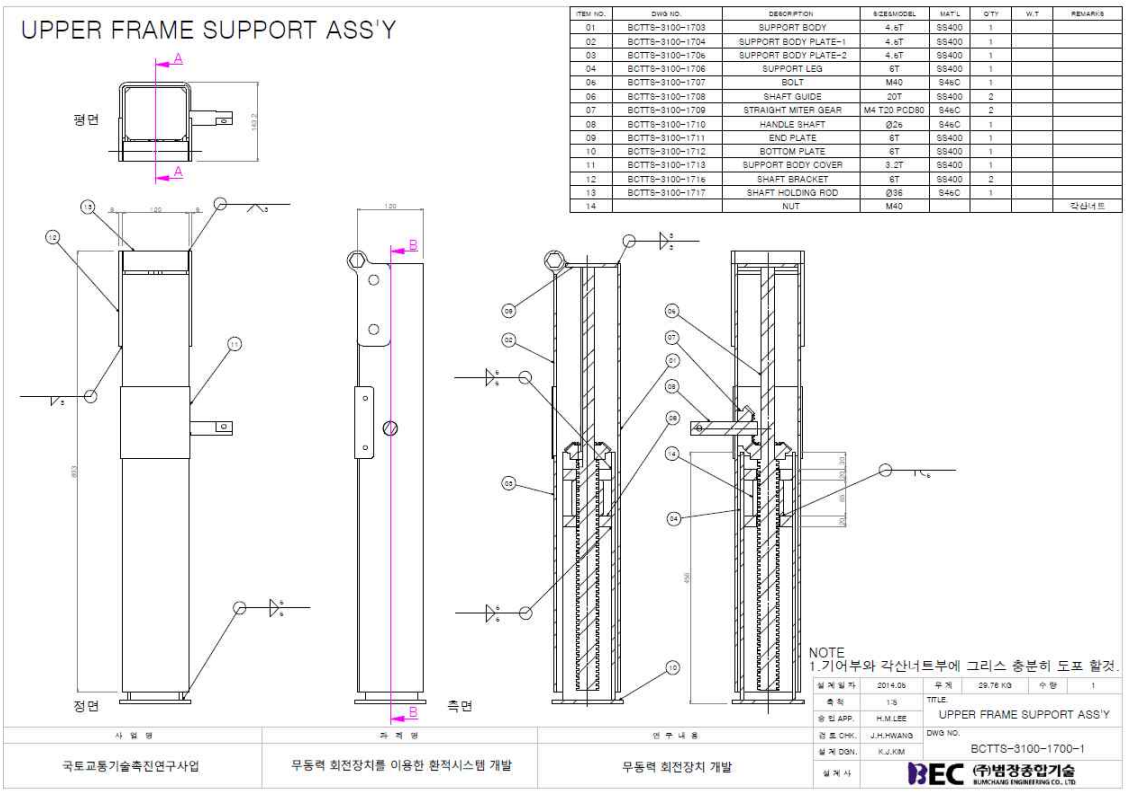
<상하차용 지지대 설치 및 동작도>

o 위 그림 <상하차용 지지대 설치 및 동작도>에서 '동작 A'는 적재용기 환적 시 상태이며, '동작 B'는 환적 종료 이후 평상시 상태임

o 상하차용 지지대 최종 도면은 아래와 같음



<상하차용 지지대 개선설계도>



<상하차용 지지대 부품도>

마. 회전보조장치 개발

o 회전보조장치란 적재용기(화물) 환적 후 화차 운행을 위하여 회전장치를 정위치 및 고정장치를 이용하여 고정해야 하는데 이때 화물의 중량이 무거울수록 회전장치를 회전하는 작업자의 큰 힘이 소모되기에 작은 힘으로도 회전이 가능하도록 개발한 장치임

o 회전보조장치는 아래 그림과 같은 상용화 되는 Chain block의 기술을 응용하여 화차에 설치됨

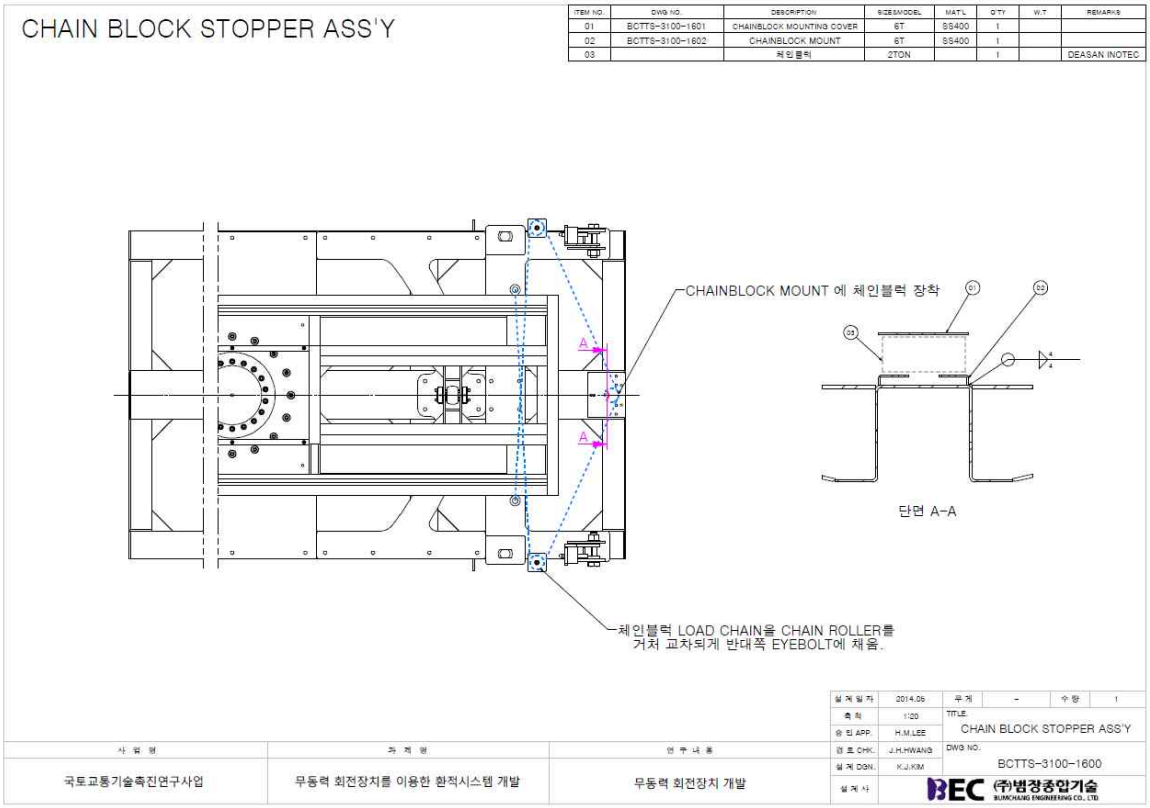
o Chain block이란 후크에 걸린 큰 하중을 도르래 및 감속 기어 장치와 연결된 체인을 통해 감아올리는 장치로 인력과 같이 작은 인장력으로 큰 물체를 들어 올릴 수 있는 장치이며, 체인에서 손을 떼도 감아올릴 물체의 하중이 그대로 유지되는 장점이 있음

o 화차에 설치되는 Chain block의 사양은 2톤으로 화차 중앙에 설치하고, 물체를 들어 올리는 체인을 회전장치 양 끝에 연결, 인력으로 체인을 조작하여 25톤 이상의 화물을 비교적 손쉽게 회전시킬 수 있음

o 아래의 그림 <화차에 설치되는 Chain block>은 2톤 사양이며, Chain block을 화차에 설치하는 방법은 <Chain block 설치도>와 같음



<화차에 설치되는 Chain block>



<Chain block 설치도>

3. 개선설계에 대한 성능검증(구조해석)

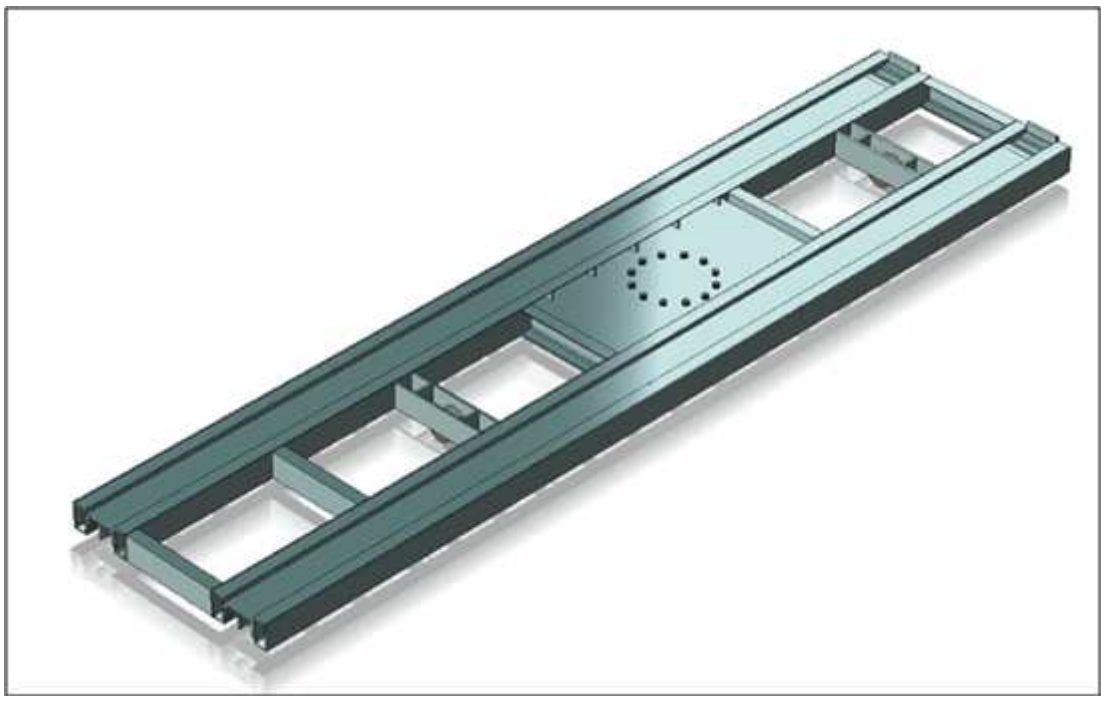
가. 구조해석의 개요 및 조건

(1) 구조해석 목적

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 구성하는 주요 부품인 프레임 설계 방안에 대하여 유한 요소 해석(Finite Element Analysis) 기법을 이용한 변형 및 응력 구조해석을 수행하여 개선설계의 타당성을 시제품 제작 이전 단계에서 사전 검토하였음

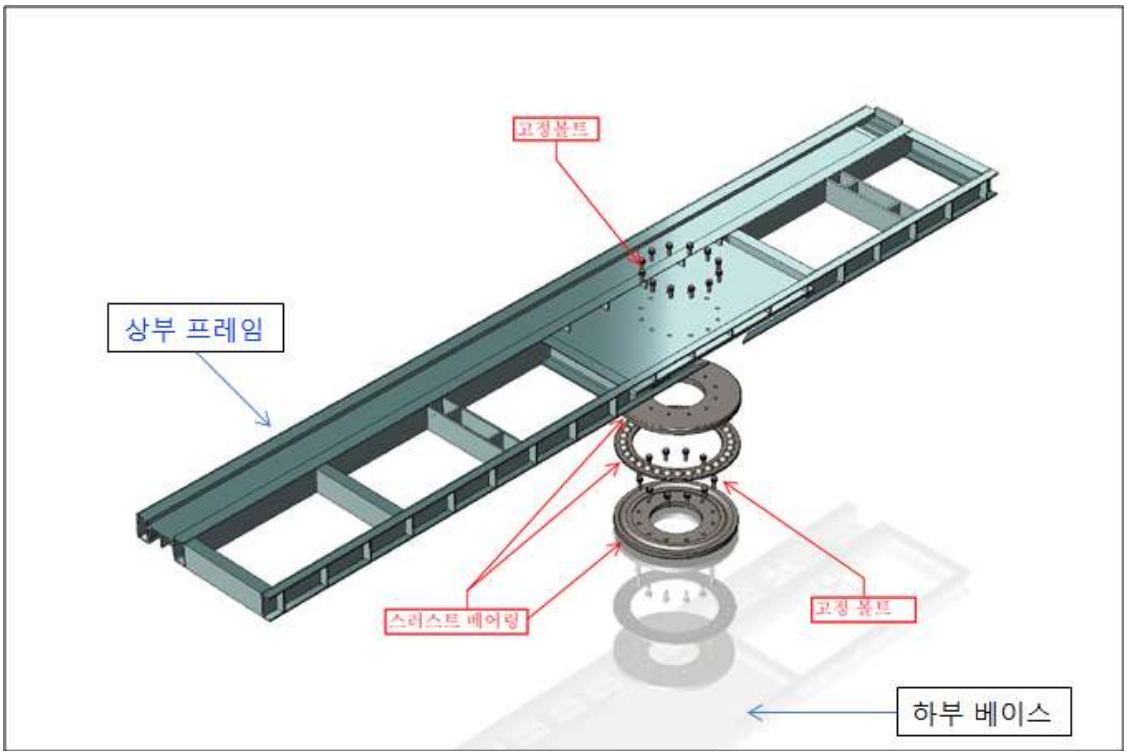
- 무동력 회전 장치 Frame의 최대 처짐 변형량 계산 및 분석
- 무동력 회전 장치 Frame의 응력 취약 부위들의 응력 계산 및 분석

(2) 개선설계(현재 사양)의 구조

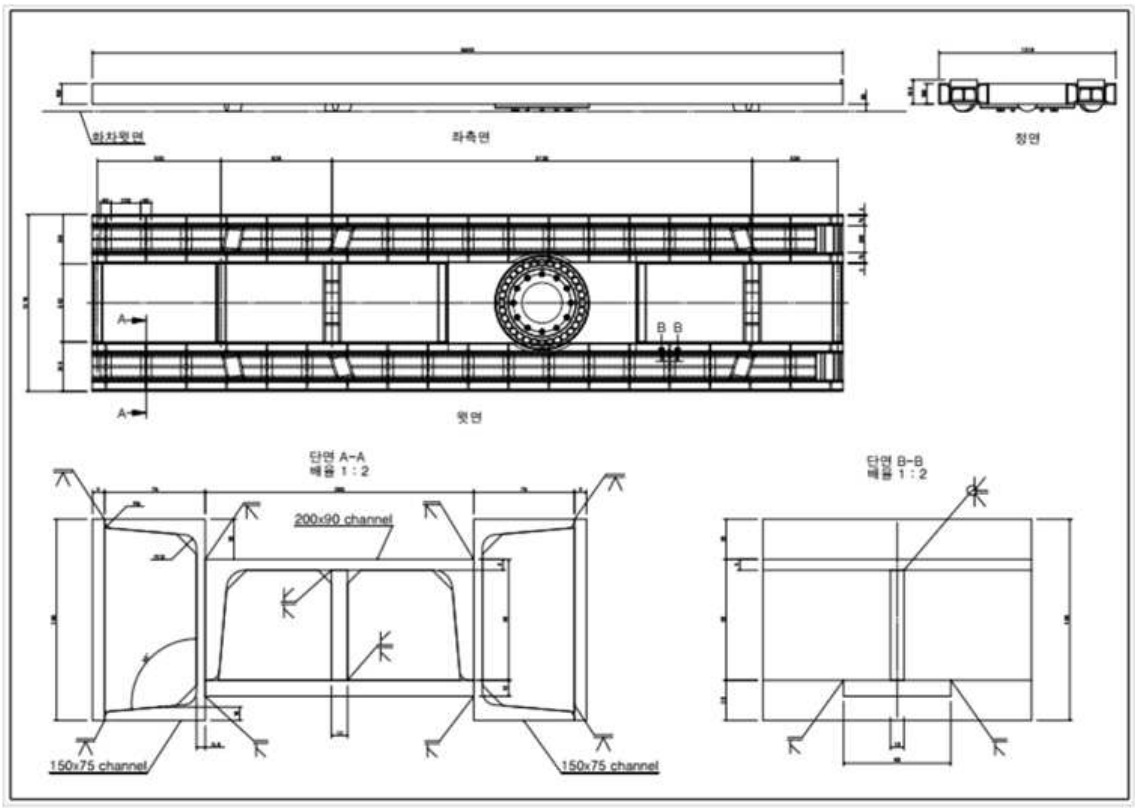


<회전장치의 프레임 구조>

o 회전장치는 아래 그림과 같이 (1) 상부 프레임, (2) 하부 베이스, (3) 베어링 어셈블리로 구성되어 있으며, 본 구조 해석은 상부 프레임만을 대상으로 수행하였음



<회전장치 구조>

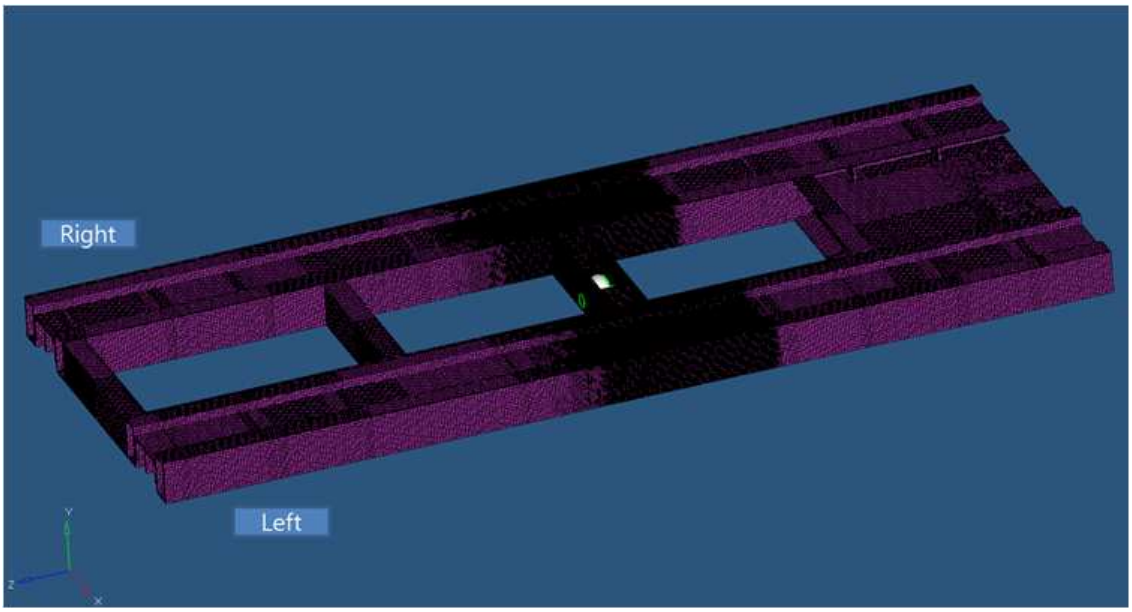


<회전장치 상부 프레임 형상(도면)>

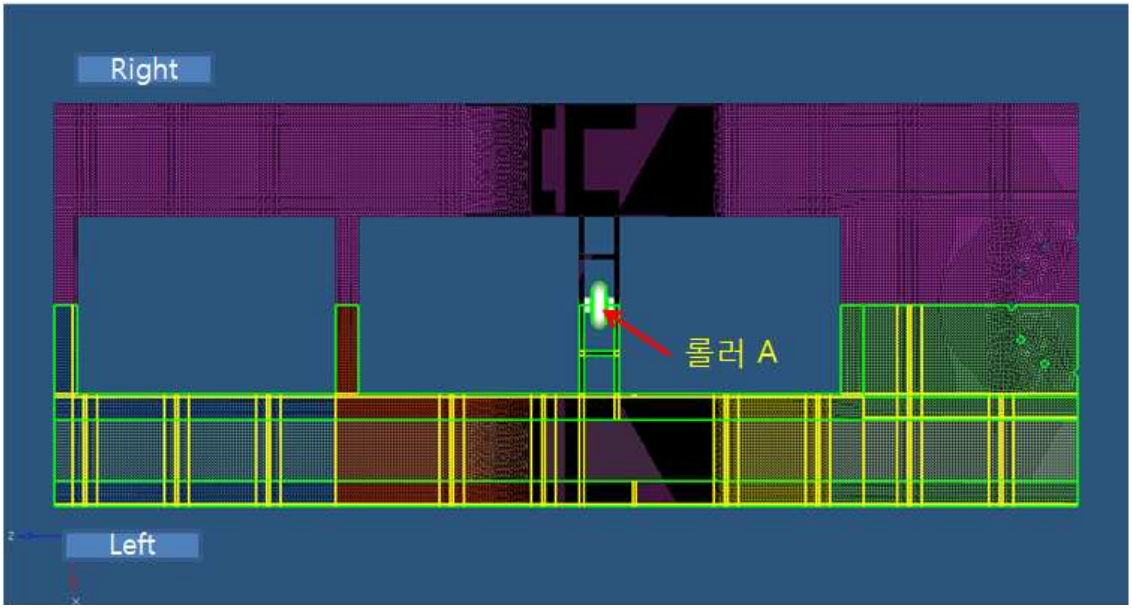
(3) 유한 요소(Finite Element) 해석 모델 작성

o 프레임에 대한 구조해석을 위하여 상용 해석 소프트웨어인 ABAQUS SW로 수행되었으며, 해석의 정확성을 확보하기 위하여 해석 모델은 "Parabolic Tetra elements"로 작성되었음

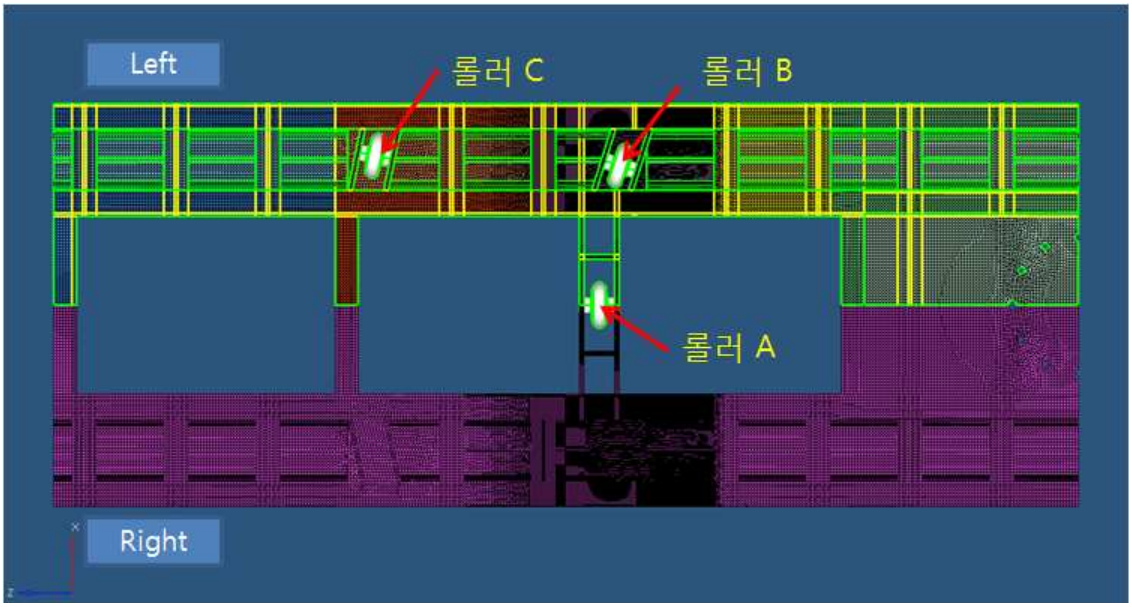
o 유한 요소는 주요 응력 집중부위들은 2.5mm 크기로, 기타 일반 부위들은 5.0mm 크기로 작성되었음



<프레임의 FE 해석 모델>

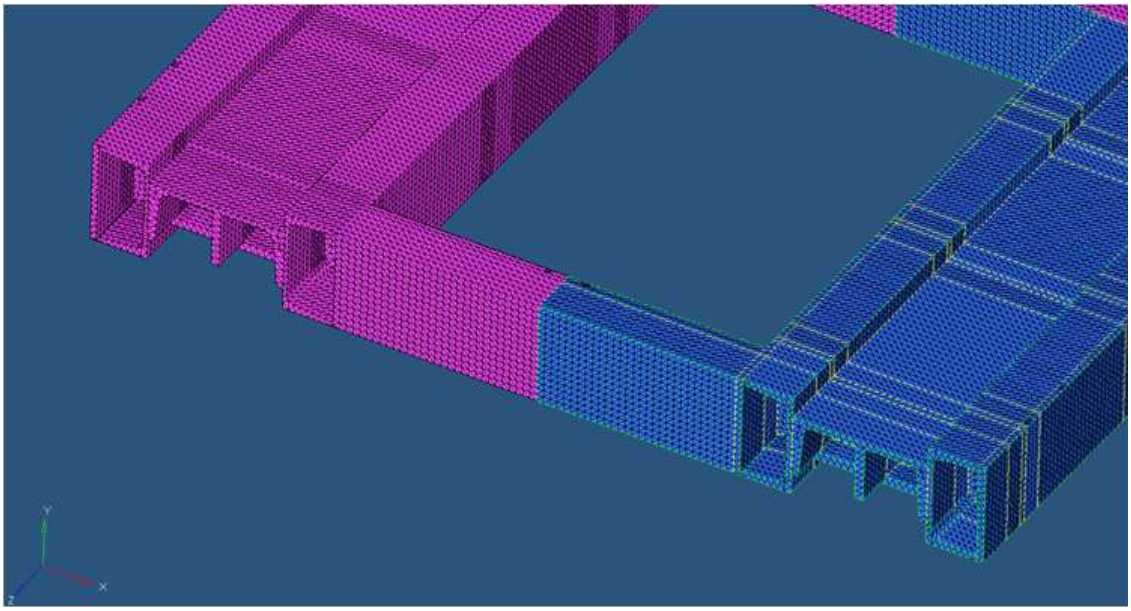


<프레임의 FE 해석 모델의 Top View>



<프레임의 FE 해석 모델의 Bottom View>

o 아래 그림과 같이 유한 요소(Finite Element) 해석 모델은 주요 응력 집중부위들은 2.5mm 크기로, 기타 일반 부위들은 5.0mm 크기로 해석 격자(Mesh)가 작성됨

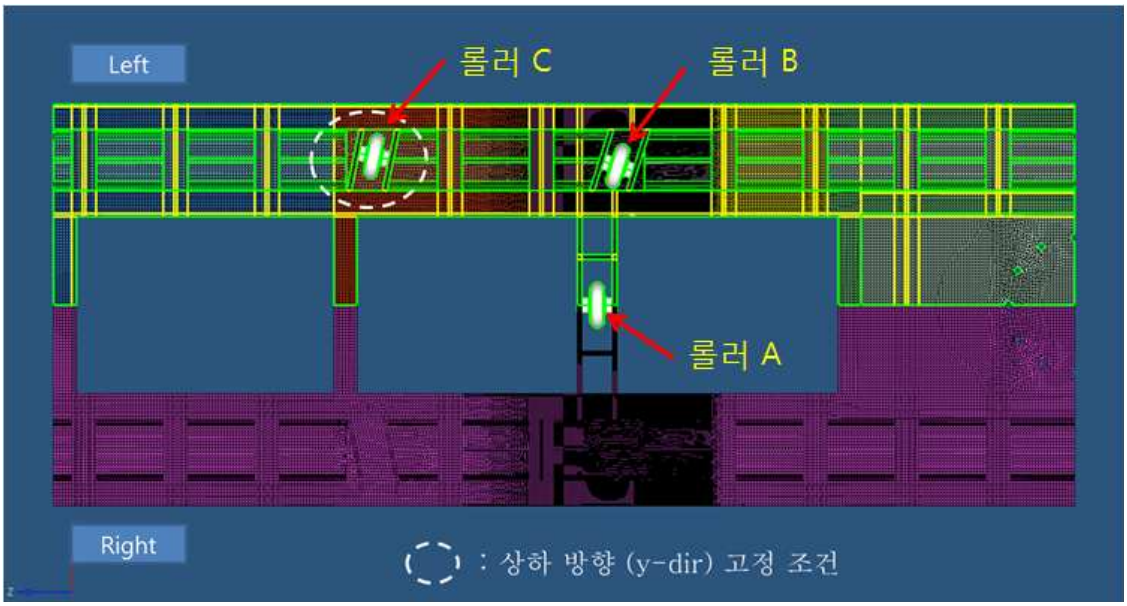


<프레임의 FE 해석 모델의 상세 Mesh 형상>

(4) 해석 모델의 구속 조건

o 본 해석 모델은 프레임에 적재용기를 초기 상차 시 집중적으로 지지되는 "롤러 C"에 상응하는 해석 절점(Nnodes)들의 상하 방향(y- 방향) 변위에 구속 조건을 적절히 적용하였음

o 본 구속 조건은, 아래 그림의 점선 (◌) 부위와 같고, 적재용기의 초기 상차 시 지지되는 롤러가 "C"뿐임을 해석적으로 확인 적용하였음



<프레임 FE 해석모델의 구속조건 (1)>

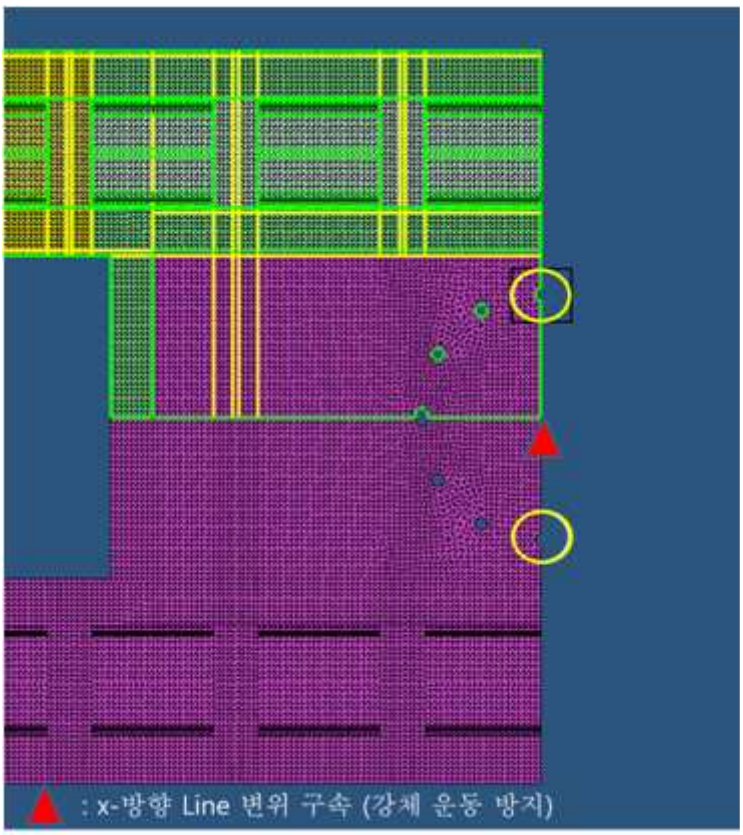
o 본 해석 모델은 방대한 해석 용량 및 시간 소요를 단축하기 위하여 해석 결과의 신뢰성에 전혀 손실이 없는 부위를 해석 모델에서 제외하고, 그 절단면에 대칭면 구속 조건을 적용하였음

o 대칭면 구속 조건의 적용 부위는 아래 그림의 ◀ 부위들과 같음



<프레임 FE 해석모델의 구속조건 (2)>

o 본 해석 모델의 강체 운동(Rigid Body Motion)을 억제하기 위하여 아래 그림에서와 같이 ▲ 부위의 절점(nodes)들의 수평 방향 변위들을 구속하였음



<프레임 FE 해석모델의 구속조건 (3)>

(5) 해석 모델의 주요 하중 조건

o 본 해석에서 고려한 주요 하중조건은 크게 3개로 구분된다.

(가) Load_1

o <Load_1>은 프레임에 적재용기를 초기에 상차 시 적재용기에 장착된 2개의 대형 진입 롤러가 프레임에 처음 접촉되는 순간의 하중조건을 표현한 것으로 최대 적재 하중인 30Ton이 좌우 대형 진입 롤러에 균일하게 배분되어 15Ton 씩 적용되는 탑재 초기 상태를 나타내었음

o <Load_1>의 하중 적용 상태는 아래 그림의 상태와 같은 조건임(적재용기의 초기 상차 조건)



<Load_1 : 초기 탑재 대칭 하중조건>

(나) Load_2

o <Load_2>는 프레임에 적재용기를 초기에 상차 시 적재용기에 장착된 2개의 대형 진입 롤러가 프레임에 처음 접촉되는 순간의 극단적인 편심 하중조건을 표현한 것으로 최대 적재 하중인 총 30Ton이 우측 롤러에 20Ton 좌측 롤러에 10Ton 씩 편심되게 하중을 받는 극단적인 탑재 초기 상태를 나타내었음

o <Load_2>의 하중 적용 상태는 아래 그림의 상태와 같은 조건임(적재용기의 초기 상차 조건)



<Load_2 : 초기 탑재 편심 하중조건>

(다) Load_3

o <Load_3>은 프레임에 적재용기를 완전히 상차 시 적재용기 하부에 있는 I-Beam 타입의 2개의 좌우 레일 표면이 프레임의 상면에 완전히 밀착되게 완전히 탑재된 균일 분포 하중조건을 표현한 것으로 최대 적재 하중인 총 30Ton이 적재용기와 프레임 접촉 레일면에 균일하게 분포되는 완전 탑재 하중조건을 나타내었음

o <Load_3>의 하중 적용 상태는 아래 그림의 상태와 같은 조건임(적재용기의 완전 탑재 조건)



<Load_3 : 완전 탑재 균일 분포 하중조건 - 좌우 대칭 분포하중>

나. 개선설계(현재 사양)에 대한 변형 및 응력 해석 결과

(1) 해석의 종류

o 현재의 설계에 대하여 수행된 해석의 종류는 앞서 설명된 3개 하중 조건에 대하여 각각 별도로 수행되므로 총 3개임

o 본 구조해석은 앞서 설명된 구속 조건을 동일하게 적용한 상태에서 앞서 설명된 3개의 하중 조건인 <Load_1>, <Load_2>, <Load_3> 각각에 대하여 별도로 해석이 수행되었음

o 해석 결과 정리의 편의성을 제공하기 위하여 각각의 해설 결과는 <Case_01>, <Case_02> 및 <Case_03>이라 명칭 하였으며 구체적인 적용 하중 조건은 아래 표와 같고, 각각의 해석은 상용 해석 소프트웨어인 <ABAQUS 3D STANDARD>로 수행되었음

<하중 조건에 따른 해석 종류 구분 및 명칭>

해석 종류 (해석 결과)	해석 조건 (해석 상태)	하중 조건 (해석 이름)	Right side 하중 크기	Left side 하중 크기
Case_01	적재용기의 초기 대칭 탑재 조건	Load_1	15 Ton 집중 하중	15 Ton 집중 하중
Case_02	적재용기의 초기 편심 탑재 조건	Load_2	20 Ton 집중 하중	10 Ton 집중 하중
Case_03	적재용기의 완전 탑재 조건	Load_3	15 Ton 분포 하중	15 Ton 분포 하중

(2) 변형 해석 결과 및 분석

o 상부 프레임의 전체적인 변형 형상은 아래 그림에서와 같이 우측 끝단 부위에서 최대 처짐 변형이 발생되면서 전체적으로 비틀리는 변형 양상을 나타냄. 이와 같은 변형 형상은 상부 프레임 내의 하부지지 롤러 중에 가장 외곽에 존재하는 롤러_C만이 접촉되기 때문으로 판단됨

o 각각의 해석조건에 대한 상세한 변형량 값은 다음과 같음

(가) Case_01의 변형 해석 결과

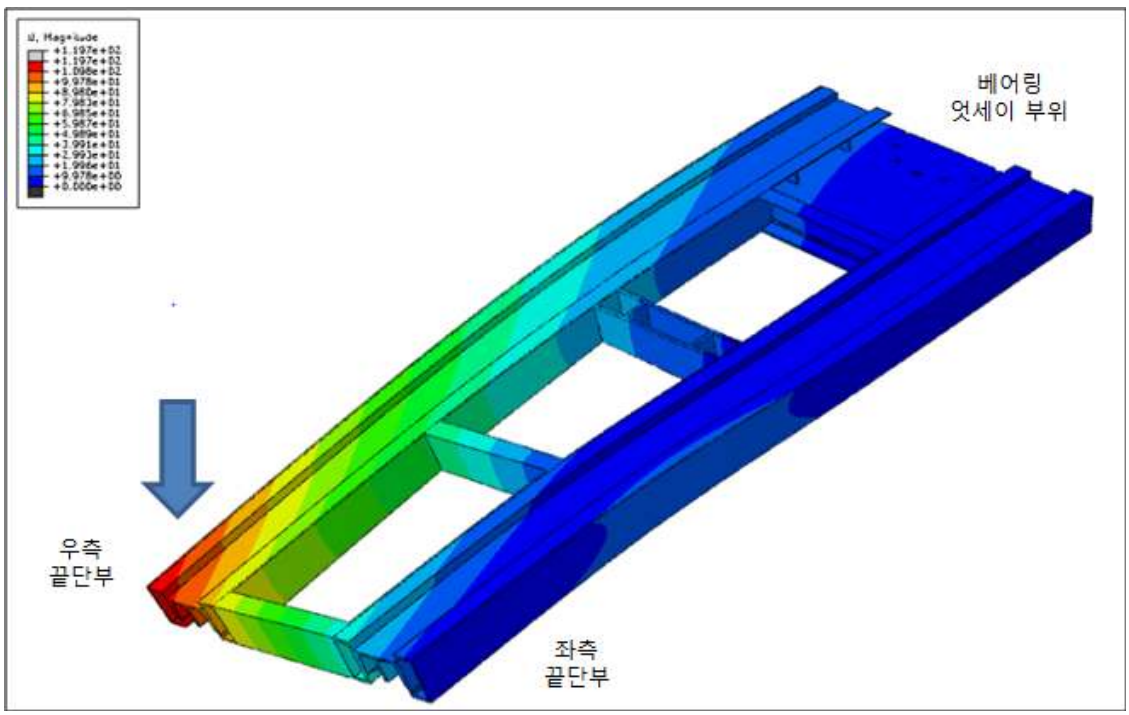
o 적재용기의 초기 대칭 탑재 해석조건인 <Case_01>에서의 변형 형상은 아래 그림과 같이 적재용기의 우측 진입 롤러가 접촉되는 부위에서 큰 처짐 변형이 발생됨. <Case_01>에서의 최대 처짐 변형량은 아래 그림과 같이 프레임의 우측 끝단 부위(A부위)에서 발생되었으며 그 크기는 171.5mm로 계산됨

o 프레임 끝단 중심부(B 부위)에서의 처짐 변형량은 101.8mm로 계산됨

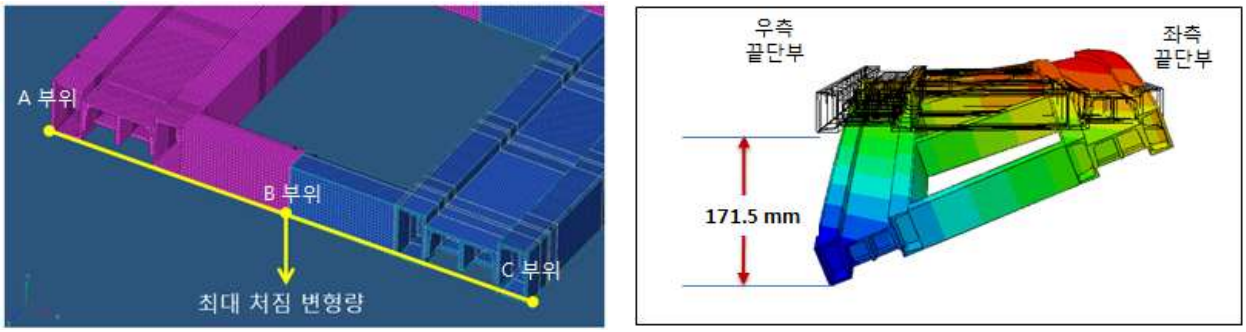
o 프레임 끝단 좌측 부위(C 부위)에서의 처짐 변형량은 31.9mm로 계산됨

<Case_01 처짐 변형량 계산>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_01	171.5	101.8	31.9



<프레임의 전체적인 변형 양상 - Case_01 결과>



<해석 조건 Case_01에서의 프레임 변형 형상>

(나) Case_02의 변형 해석 결과

o 적재용기의 초기 편심 탑재 해석조건인 <Case_02>에서의 변형 형상은 아래 그림과 같

이 적재용기의 우측 진입 롤러가 접촉되는 부위에서 큰 처짐 변형이 발생됨(Case_01과 유사함)

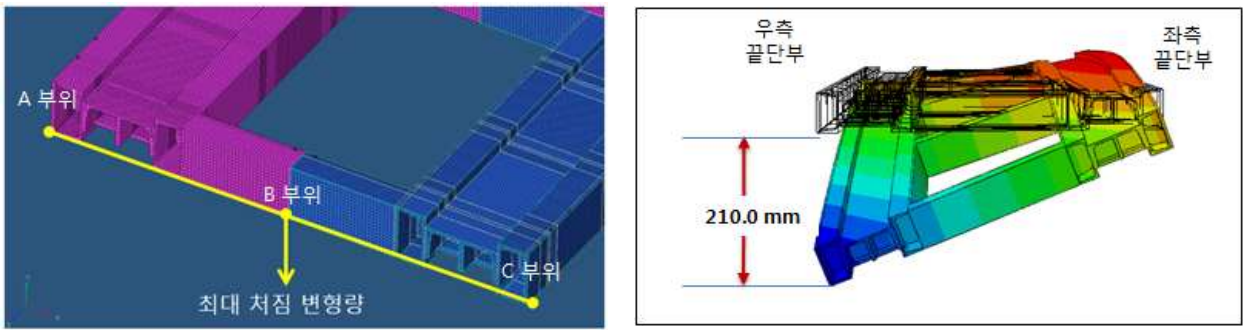
o <Case_02>에서의 최대 처짐 변형량은 아래 그림과 같이 프레임의 우측 끝단 부위(A 부위)에서 발생되었으며 그 크기는 210.0mm로 계산됨

o 프레임 끝단 중심부(B 부위)에서의 처짐 변형량은 118.9mm로 계산됨

o 프레임 끝단 좌측 부위(C 부위)에서의 처짐 변형량은 27.5mm로 계산됨

<Case_02 처짐 변형량 계산>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_02	210.0	118.9	27.5



<해석 조건 Case_02에서의 프레임 변형 형상>

(다) Case_03의 변형 해석 결과

o 적재용기의 완전 탑재 해석조건인 <Case_03>에서의 변형 형상은 아래 그림과 같이 적재용기의 우측 진입 롤러가 접촉되는 부위에서 큰 처짐 변형이 발생됨(Case_01과 유사함)

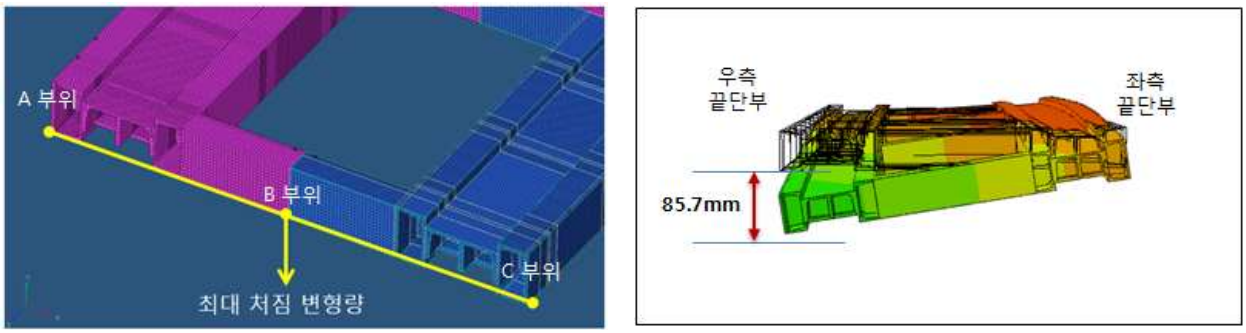
o <Case_03>에서의 최대 처짐 변형량은 아래 그림과 같이 프레임의 우측 끝단 부위(A 부위)에서 발생되었으며 그 크기는 85.7mm로 계산됨

o 프레임 끝단 중심부(B 부위)에서의 처짐 변형량은50.8mm로 계산됨

o 프레임 끝단 좌측 부위(C 부위)에서의 처짐 변형량은15.9mm로 계산됨

<Case_03 처짐 변형량 계산>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_03	85.7	50.8	15.9



<해석 조건 Case_03에서의 프레임 변형 형상>

(라) 변형 해석 결과의 검토

o 프레임의 최대 처짐 변형량은 아래 표에서 보이는 바와 같이 가장 극단적인 하중 조건인 "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_02>"에서 가장 큰 변형량을 나타내었음. 이때 최대 처짐 변형량은 210.0 mm 정도로 계산됨

o "적재용기의 초기 대칭 탑재 해석 조건인 <Case_01>"의 최대 변형량(171.5 mm)은 <Case_02>의 최대 변형량(210.0 mm) 대비 약 81.7 % 수준으로 적게 나타남

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"의 최대 변형량(85.7 mm)은 <Case_02>의 최대 변형량(210.0 mm) 대비 약 40.8% 수준으로 적게 나타남

o 최종 평가 조건인 “적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"의 최대 변형량(85.7 mm)은 프레임 하면에 위치한 롤러들의 한계 높이(35mm)를 크게 벗어나므로 현재 사양의 프레임에 대한 구조적 강성 보강이 필요할 것으로 판단됨

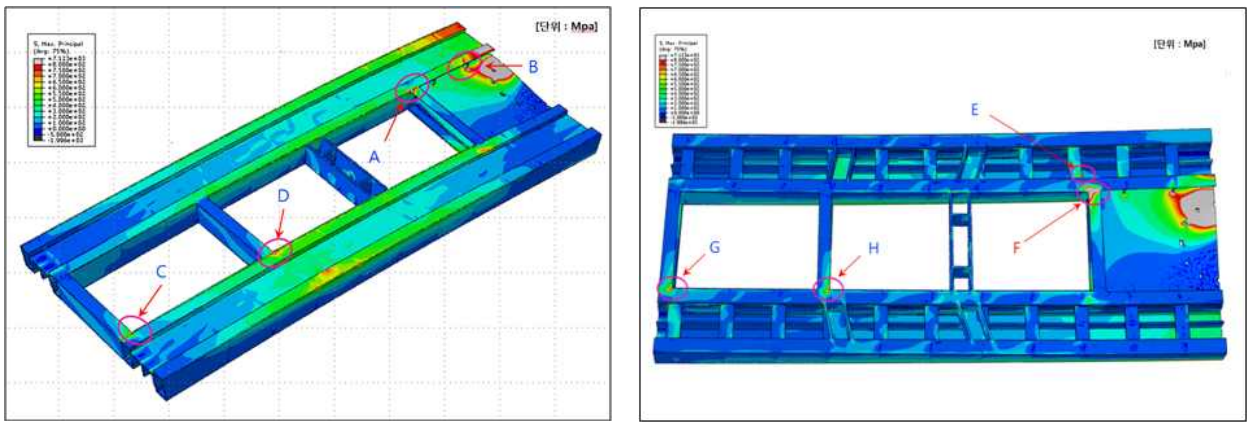
<프레임의 해석 조건별 처짐 변형량 비교>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_01	171.5	101.8	31.9
Case_02	210.0	118.9	27.5
Case_03	85.7	50.8	15.9

(3) 응력 해석 결과의 검토

o 모든 해석 조건들에서의 프레임의 전체적인 응력 분포 상태는 앞서 설명된 바와 같이 프레임의 "롤러 C"를 지지점으로 우측 끝단 부위에 최대 처짐 변형이 발생되므로 굽힘과 비틀림 발생으로 아래 그림과 같이 격자를 형성하는 내부 연결 부위들에서 높은 응력들을 나타내고 있음(A~H 부위)

o 본 보고서에서는 가장 극단적인 하중 조건을 부여한 "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_02>"와 최종 결과 평가 조건을 부여한 "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"에 대한 상세한 응력 값들을 자세히 나타냄



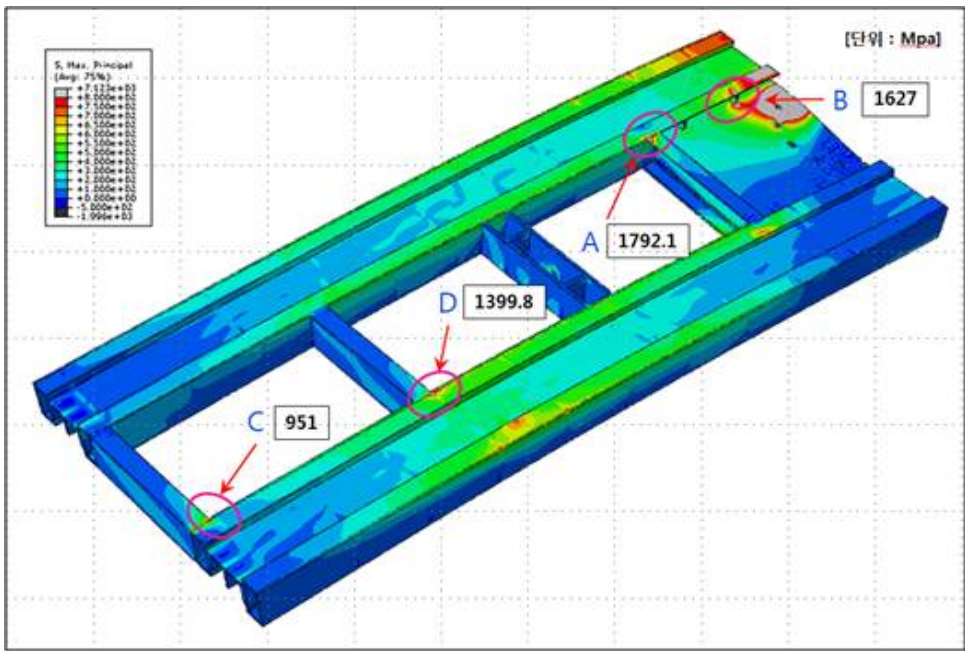
<프레임 상면 및 하면의 전체적인 응력 분포 상태 - Case_02 결과>

(가) Case_02의 응력 해석 결과 및 분석

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_02>"에서 프레임의 상면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(A ~ D 부위)

o 아래 그림의 "A 부위"에서 발생되는 프레임 상면에서의 최대 주응력의 수준은 약 1,792MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준은 일반 강재의 최대 인장 강도를 크게 벗어나므로 이 부위에서 재질의 파손이 발생할 가능성이 매우 높음

o B, C 및 D 부위들에서의 응력은 각각 1627MPa, 951MPa 및 1399MPa로 파악 됨

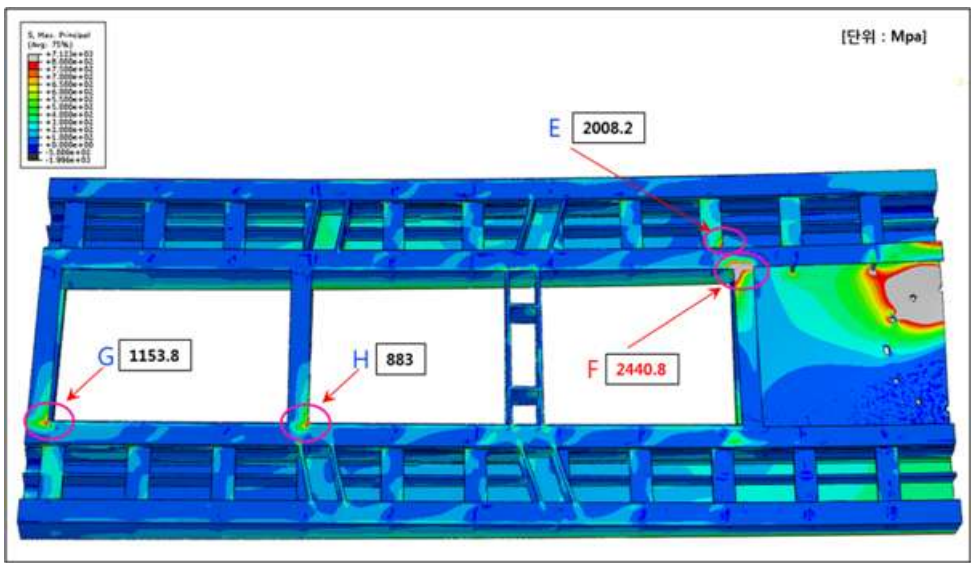


<해석 조건 Case_02에서 프레임 상면의 주요 응력 취약 부위들의 응력 수준>

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_02>"에서 프레임의 하면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(E ~ H 부위)

o 아래 그림의 "F 부위"에서 발생되는 프레임 하면에서의 최대 주응력의 수준은 약 2,440MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준은 일반 강재의 최대 인장 강도를 크게 벗어나므로 이 부위에서 재질의 파손이 발생할 가능성이 매우 높음

o E, G 및 H 부위들에서의 응력은 각각 2,008MPa, 1,153MPa 및 883MPa로 파악됨



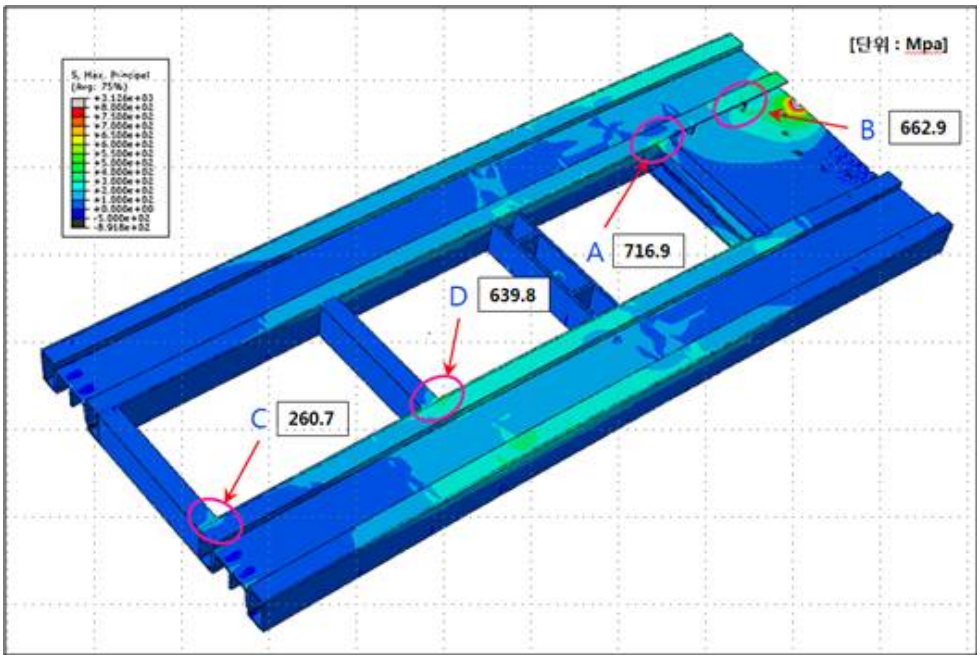
<해석 조건 Case_02에서 프레임 하면의 주요 응력 취약 부위들의 응력 수준>

(나) Case_03의 응력 해석 결과 및 분석

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"에서 프레임의 상면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(A ~ D 부위)

o 아래 그림의 "A 부위"에서 발생되는 프레임 상면에서의 최대 주응력의 수준은 약 716MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준에 합당한 최대 인장 강도를 보유한 강재를 선정하면 파손 문제는 발생되지 않을 것으로 판단됨

o B, C 및 D 부위들에서의 응력은 각각 662MPa, 260MPa 및 639MPa로 파악됨

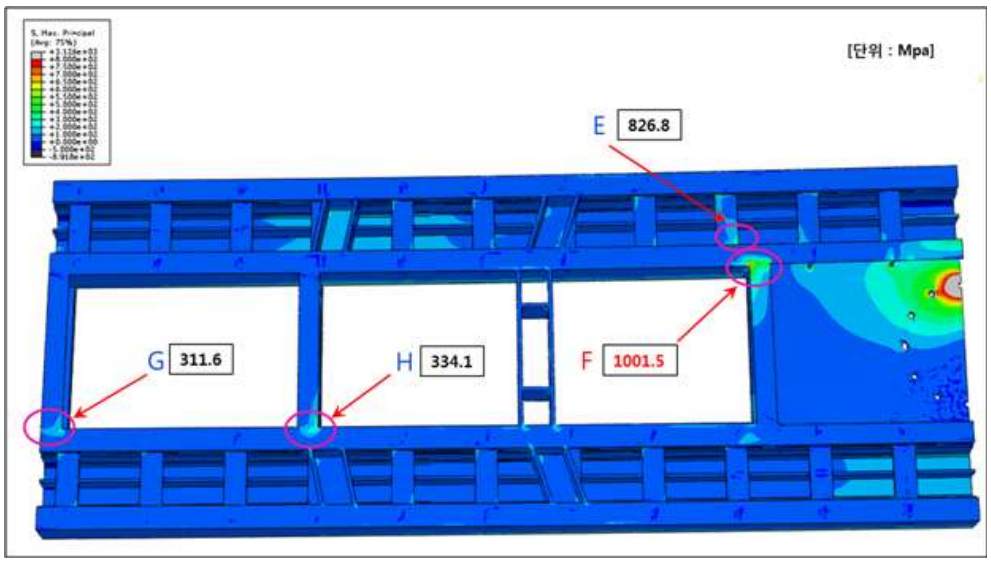


<해석 조건 Case_03에서 프레임 상면의 주요 응력 취약 부위들의 응력 수준>

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 < Case_03>"에서 상부 프레임의 하면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(E ~ H 부위)

o 아래 그림의 "F 부위"에서 발생되는 상부 프레임 상면에서의 최대 주응력의 수준은 약 1,001MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준은 일반 강재의 최대 인장 강도를 크게 벗어나므로 이 부위에서 재질의 파손이 발생될 가능성이 매우 높음

o E, G 및 H 부위들에서의 응력은 각각 826MPa, 311MPa 및 334MPa로 파악됨



<해석 조건 Case_03에서 상부 프레임 하면의 주요 응력 취약 부위들의 응력 수준>

(다) 응력 해석 결과의 검토

o 기본 사양 상부 프레임의 최대 주응력은 아래 표에서 보이는 바와 같이 가장 극단적인 하중 조건인 "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_02>"에서 가장 큰 응력 값을 나타냄. 이때의 최대 주응력은 "상부 프레임 하면의 F 부위"에서 약 2,440MPa로 계산됨

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"에서의 최대 주응력(1,001Mpa @ F 부위)은 앞서 언급된 <Case_02>의 최대 주응력(2,440MPa) 대비 약 41% 수준으로 적게 나타남

o 현재 사양의 상부 프레임은 최종 응력 평가조건인 "적재 용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"에서 발생되는 최대 주응력(1,001MPa)이 일반적인 강재의 최대 인장강도 범위를 벗어나므로 구조적 강도 보강이 필요할 것으로 판단됨

<상부 프레임의 해석 조건별 주요 취약 부위들의 응력 비교>

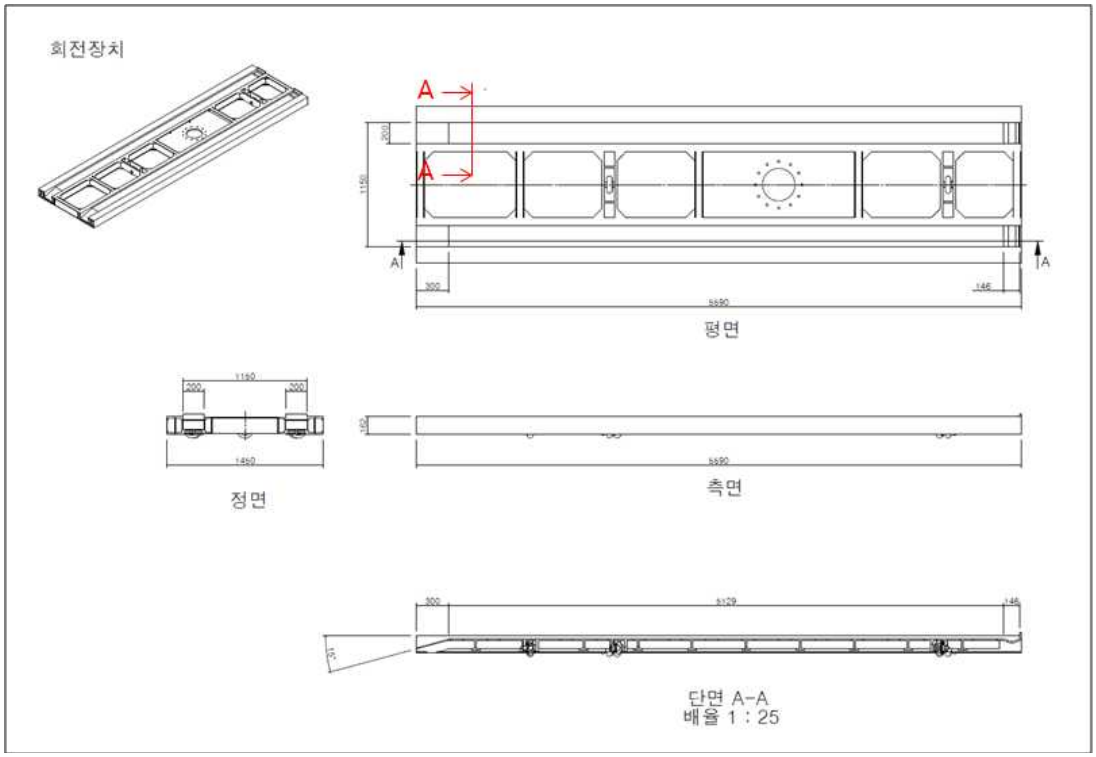
(단위 : MPa)

해석 종류 (해석 이름)	하중 조건 (하중 이름)	A부	B부	C부	D부	E부	F부	G부	H부
Case_02	Load_2	1,792	1,627	951	1,399	2,008	2,440	1,153	883
Case_03	Load_3	716	662	260	639	826	1,001	311	334

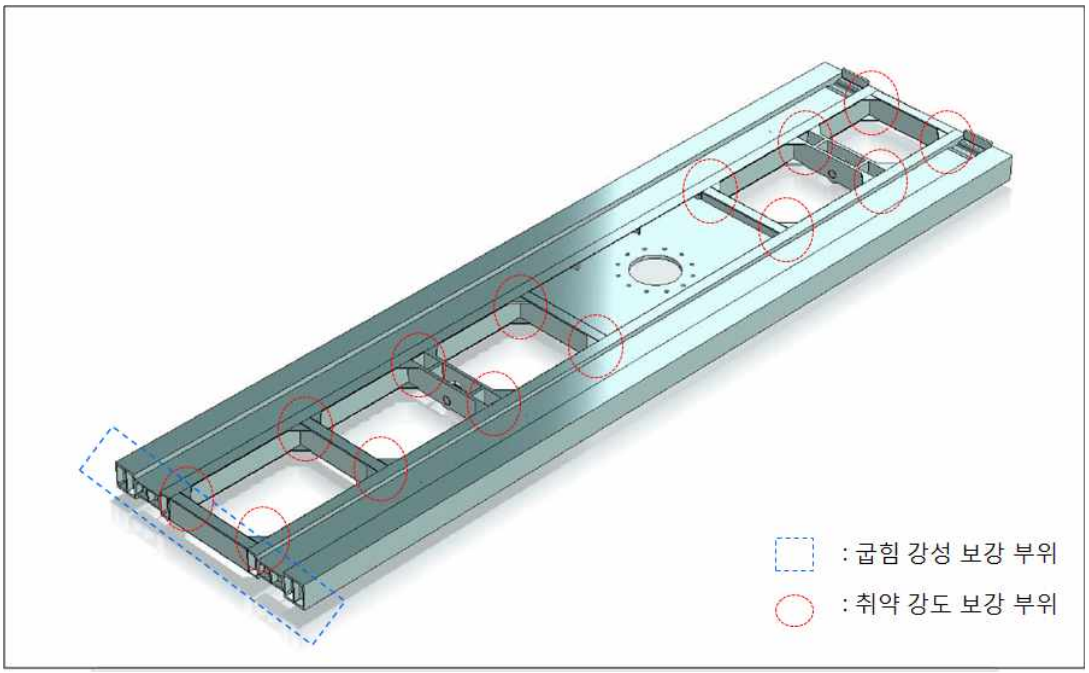
다. 개선설계(개선 사양)에 대한 변형 및 응력 해석 결과

(1) 취약 부위들을 보강한 개선설계(개선 사양)

(가) 개선설계(개선 사양) 도면



<개선 설계 프레임의 도면>

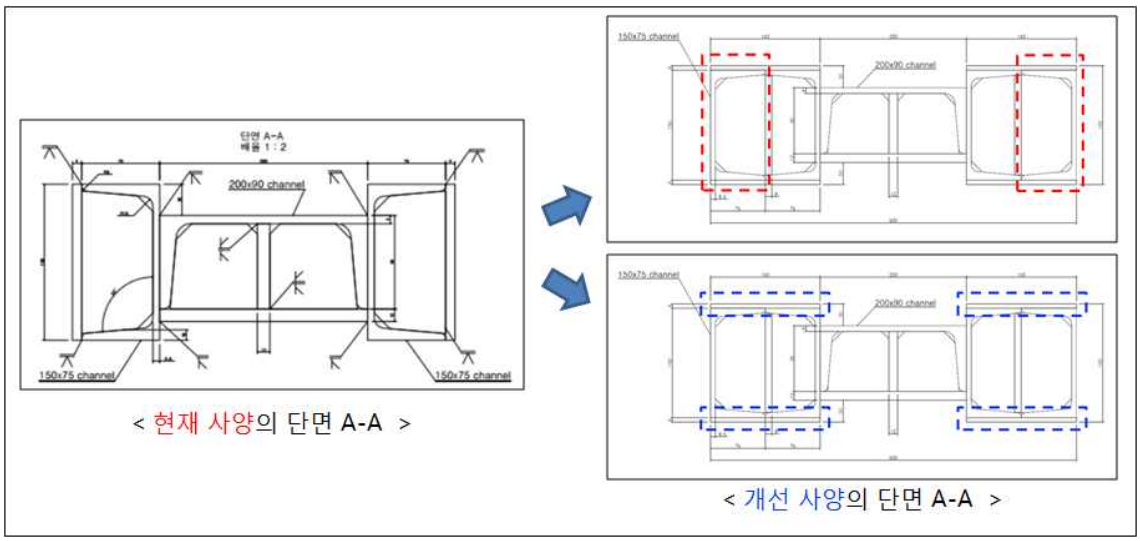


<개선 설계 프레임의 설계 개선 부위들>

(나) 개선설계(개선 사양) 설계 상세 내역

o 개선설계에서의 '개선 사양'이란 개선설계 '현재 사양'의 구조해석 결과에 따라 취약 부위들을 보강하여 개선된 설계를 지칭함

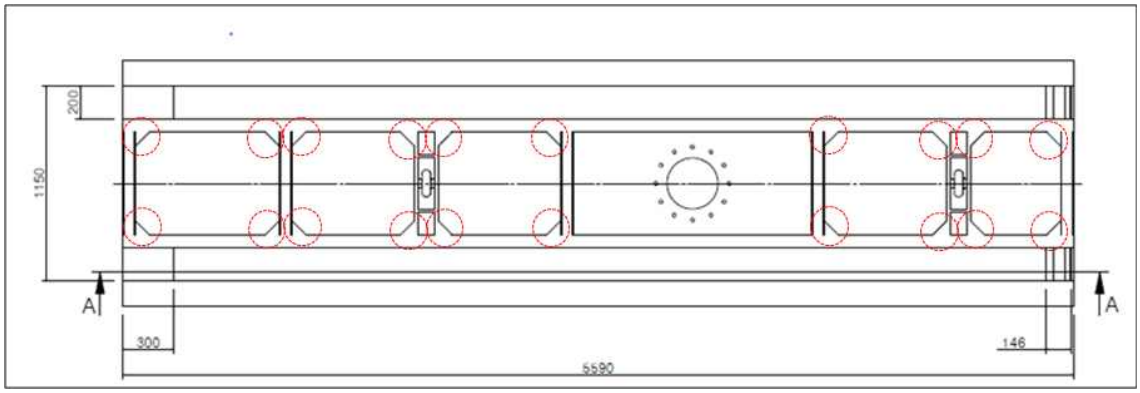
o 상부 프레임의 개선 사양은 현재 사양 대비 아래 그림의 ▭ 와 같이 150 x 75 channel을 좌우 양편에 추가하였으며 또한, 아래 그림의 ▭ 와 같이 상하 양편에 8mm 판재를 추가하여 단면의 굽힘 강성 보강을 극대화하였음



<상부 프레임의 설계 개선 내역 - 굽힘 단면 강성 증대 방안>

o 개선 사양의 추가적인 설계 개선 내역은 기 수행된 현재 사양의 응력해석 결과에서 나타난 주요 응력 취약 부위들인 내구 격자 구조의 연결 부위들에 아래 그림의 ⬭ 부위와 같이 국부적으로 모서리들을 보강하였음

o 이와 같은 국부적인 모서리 보강 방안 ⬭ 부위는 굽힘과 비틀림 현상에 의해 발생되는 높은 응력을 현저히 낮출 수 있는 효과가 있을 것으로 판단되어 추가 설계 방안으로 적용되었음



<상부 프레임의 설계 개선 내역 - 주요 응력 취약부의 강도 보강 방안>

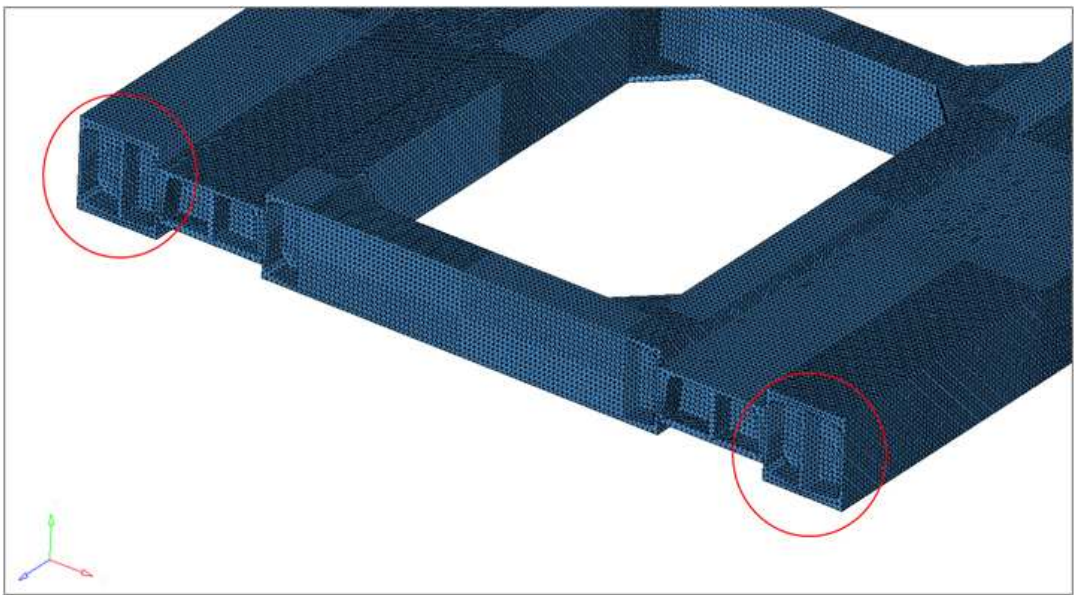
(2) 개선 사양에 대한 해석 결과

(가) 개선 사양의 FE 해석 모델 작성

o 개선 사양에 대한 FE 해석 모델은 아래 그림과 같이 해석 소프트웨어인 ABAQUS SW로 작성되었음

o 해석의 정확성을 확보하기 위하여 해석 모델은 "Parabolic Tetra elements"로 작성되었음

o 해석 모델의 유한 요소(Finite Element)는 주요 응력 집중부위들은 2.5mm 크기로 기타 일반 부위들은 5.0mm 크기로 작성되었음



<상부 프레임의 FE 해석 모델의 상세 Mesh 형상>

(나) 개선 사양의 변형 및 응력 해석 결과

① 개선 사양에 대한 해석 종류

o 개선 사양에 대하여 수행된 해석의 종류는 현재 사양에 대해 앞서 설명된 3개 하중조건과 동일한 조건에 대하여 각각 별도로 수행되었으며 총 3개로 구분됨

o 본 구조해석은 현재 사양과 동일한 구속조건을 적용한 상태에서 현재 사양과 동일한 3개의 하중조건인 <Load_1>, <Load_2> 및 <Load_3> 각각에 대하여 별도로 수행하였음

o 해석 결과 정리의 편의성을 제공하기 위하여 각각의 해설 결과는 <Case_11>, <Case_12> 및 <Case_13>이라 명칭 하였으며 구체적인 적용 하중 조건은 아래 표와 같음

o 각각의 해석은 상용 해석 소프트웨어인 <ABAQUS 3D STANDARD>로 수행되었음

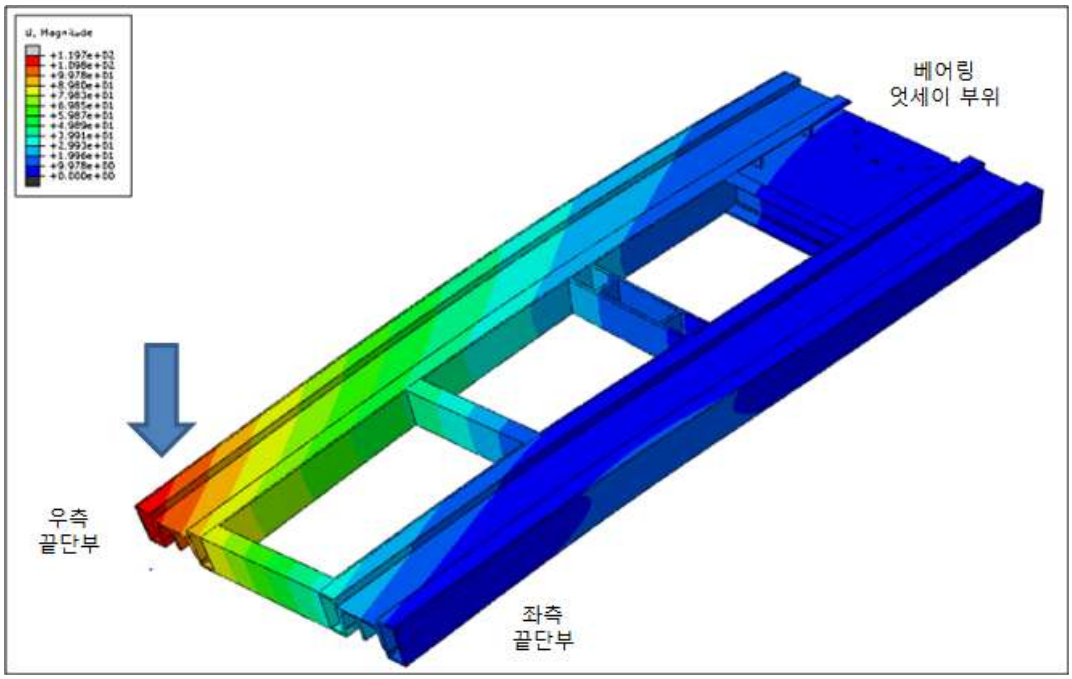
<하중 조건에 따른 해석 종류 구분 및 명칭>

해석 종류 (해석 결과)	해석 조건 (해석 상태)	하중 조건 (하중 이름)	Right side 하중 크기	Left side 하중 크기
Case_11	적재용기의 초기 대칭 탑재 조건	Load_1	15 Ton 집중 하중	15 Ton 집중 하중
Case_12	적재용기의 초기 편심 탑재 조건	Load_2	20 Ton 집중 하중	10 Ton 집중 하중
Case_13	적재용기의 완전 탑재 조건	Load_3	15 Ton 분포 하중	15 Ton 분포 하중

② 개선 사양의 변형 해석 결과 및 분석

o 개선 사양의 모든 해석 조건들에서의 전체 변형 형상은 아래 그림에서와 같이 우측 끝단 부위에서 최대 처짐 변형이 발생되면서 전체적으로 비틀리는 변형 양상을 나타냄. 이와 같은 변형 형상은 상부 프레임 내의 하부 지지 롤러 중에 가장 외곽에 존재하는 롤러_C만이 접촉되기 때문으로 판단됨

o 개선 사양에 대한 각각의 해석 조건별 상세한 굽힘 변형량 값은 아래와 같음



<상부 프레임의 전체적인 변형 양상 - Case_11 결과>

㉮ Case_11의 변형 해석 결과

o 개선 사양의 "적재용기의 초기 대칭 탑재 해석 조건인 <Case_11>"에서의 변형 형상은 아래 그림과 같이 적재용기의 우측 진입 롤러가 접촉되는 부위에서 큰 처짐 변형이 발생됨

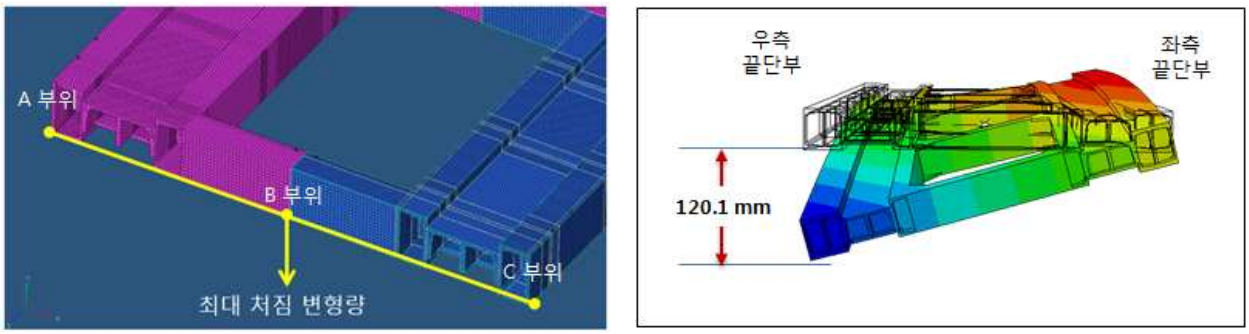
o <Case_11>에서의 최대 처짐 변형량은 아래 그림과 같이 상부 프레임의 우측 끝단 부위(A 부위)에서 발생되었으며 그 크기는 120.1mm로 계산됨

o 상부 프레임 끝단 중심부(B 부위)에서의 처짐 변형량은 69.6mm로 계산됨

o 상부 프레임 끝단 좌측 부위(C 부위)에서의 처짐 변형량은 17.1mm로 계산됨

<Case_11 처짐 변형량 계산>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_11	120.1	69.6	17.1



<해석 조건 Case_11에서의 상부 프레임의 변형 형상>

㉯ Case_12의 변형 해석 결과

o 개선 사양의 "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_12>"에서의 변형 형상은 아래 그림과 같이 적재 용기의 우측 진입 롤러가 접촉되는 부위에서 큰 처짐 변형이 발생됨(Case_11과 유사함)

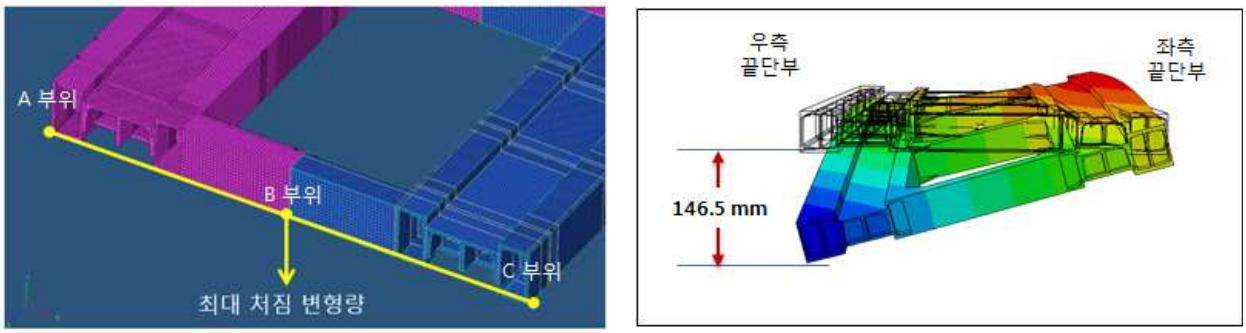
o <Case_12>에서의 최대 처짐 변형량은 아래 그림과 같이 상부 프레임의 우측 끝단 부위(A 부위)에서 발생되었으며 그 크기는 146.5 mm로 계산됨

o 상부 프레임 끝단 중심부(B 부위)에서의 처짐 변형량은 81.2 mm로 계산됨

o 상부 프레임 끝단 좌측 부위(C 부위)에서의 처짐 변형량은 13.9 mm로 계산됨

<Case_12 처짐 변형량 계산>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_12	146.5	81.2	13.9



<해석 조건 Case_12에서의 상부 프레임의 변형 형상>

㉰ Case_13의 변형 해석 결과

o 개선 사양의 "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에서의 변형 형상은 아래 그림과 같이 우측 끝단 부위가 좌측 끝단 부위보다 약간 더 처지는 변형을 나타내고 있음

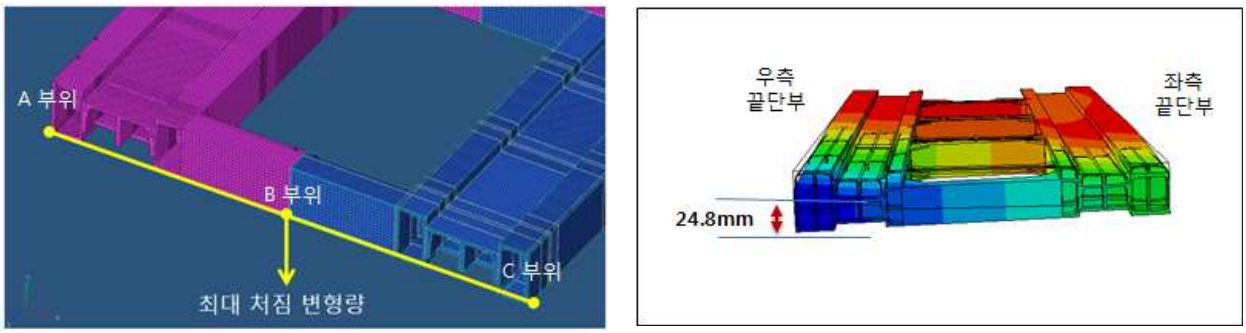
o <Case_13>에서의 최대 처짐 변형량은 아래 그림과 같이 상부 프레임의 우측 끝단 부위(A 부위)에서 발생되었으며 그 크기는 24.8mm로 계산됨

o 상부 프레임 끝단 중심부(B 부위)에서의 처짐 변형량은 18.8mm로 계산됨

o 상부 프레임 끝단 좌측 부위(C 부위)에서의 처짐 변형량은 11.9mm로 계산됨

<Case_13 처짐 변형량 계산>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_13	24.8	18.8	11.9



<해석 조건 Case_13에서의 상부 프레임의 변형 형상>

㉮ 개선 사양에 대한 변형 결과의 검토

o 개선 사양의 최대 처짐 변형량은 아래 표에서 보이는 바와 같이 가장 극단적인 하중 조건인 "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_12>"에서 가장 큰 변형량을 나타내었다. 이때 최대 처짐 변형량은 약 146.5 mm로 계산됨

o "적재용기의 초기 대칭 탑재 해석 조건인 <Case_11>"에서의 최대 변형량(120.1mm)은 <Case_12>의 최대 변형량(146.5mm) 대비 약 82% 수준 정도로 적게 나타남

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"의 최대 변형량(24.8mm)은 < Case_12> 의 최대 변형량(146.5mm) 대비 약 17% 수준 정도로 적게 나타남

o 개선 사양은 최종 변형 평가조건인 "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에서의 최대 변형량(24.8mm)이 상부 프레임 하면에 위치한 롤러들의 한계 높이(35mm)를 매우 만족하고 있으므로 충분한 강성을 보유한 것으로 판단됨

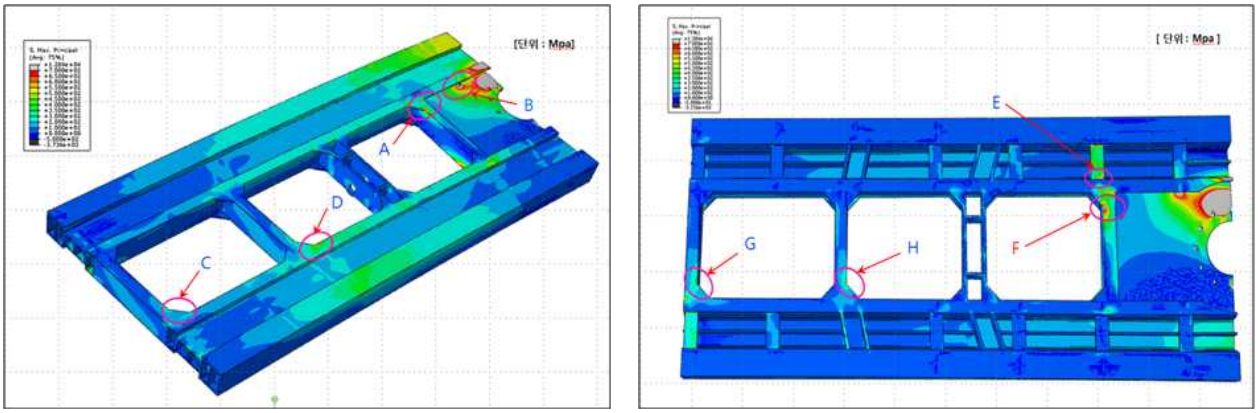
<상부 프레임의 해석 조건별 처짐 변형량 비교>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_11	120.1	69.6	17.1
Case_12	146.5	81.2	13.9
Case_13	24.8	18.8	11.9

③ 개선 사양의 응력 해석 결과 및 분석

o 상부 프레임의 전체적인 응력 분포 상태는 앞서 설명된 바와 같이 상부 프레임의 "롤러 C"를 지지점으로 우측 끝단 부위에 최대 처짐 변형이 발생되므로 굽힘과 비틀림 발생으로 아래 그림과 같이 격자를 형성하는 내부 연결 부위들에서 높은 응력들을 나타내고 있음(A~H 부위)

o 본 보고서에서는 가장 극단적인 하중 조건을 부여한 "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인<Case_12>" 와 최종 결과 평가 조건을 부여한 "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에 대한 상세한 응력 값들은 아래와 같음



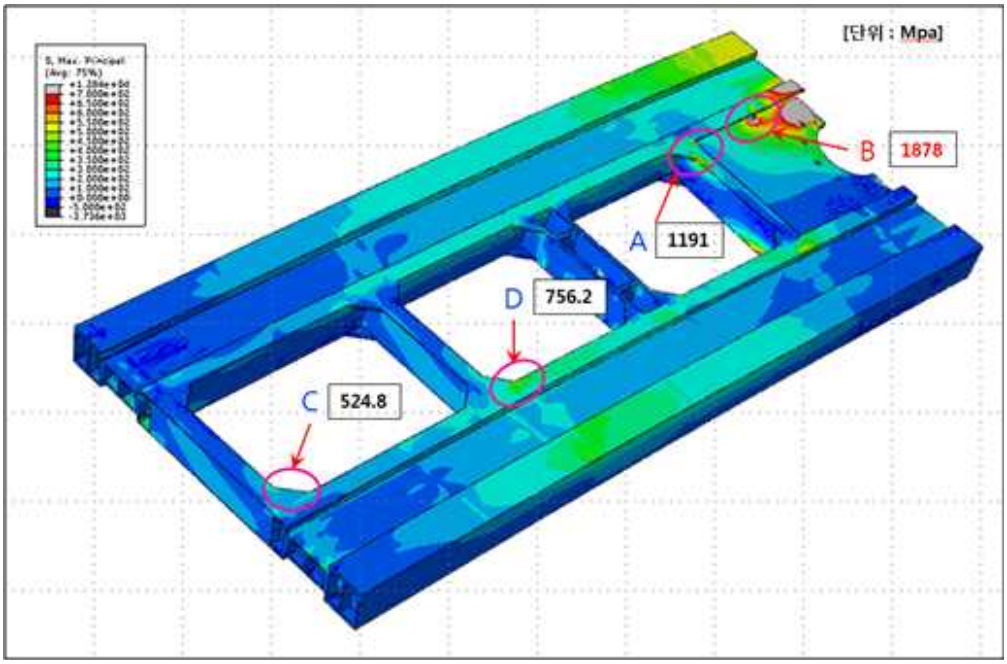
<상부 프레임 상면 및 하면의 전체적인 응력 분포 상태 - Case_12 결과>

㉮ Case_12의 응력 해석 결과 및 분석

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_12>"에서 상부 프레임의 상면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(A~D 부위)

o 아래 그림의 "B 부위"에서 발생되는 상부 프레임 상면에서의 최대 주응력의 수준은 약 1,878MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준은 일반 강재의 최대 인장 강도를 크게 벗어나므로 이 부위에서 재질의 소성 변형이 발생될 가능성이 높음

o A, C 및 D 부위들에서의 최대 주응력은 각각 1,191MPa, 524MPa 및 756MPa로 파악됨

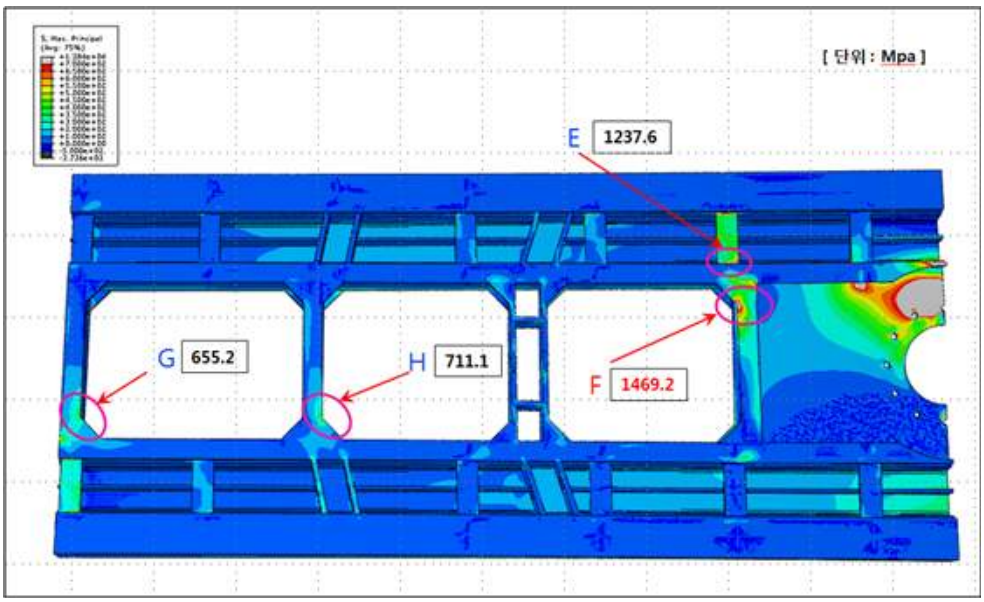


<해석 조건 Case_12에서 상부 프레임 상면의 주요 응력 취약 부위들의 응력>

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_12>"에서 상부 프레임의 하면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(E~H 부위)

o 아래 그림의 “F 부위”에서 발생되는 상부 프레임 하면에서의 최대 주응력의 수준은 약 1,469MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준은 일반 강재의 최대 인장 강도를 크게 벗어나므로 이 부위에서 재질의 소성 변형이 발생될 가능성이 매우 높음

o E, G 및 H 부위들에서의 응력은 각각 1,237MPa, 655MPa 및 711MPa로 파악됨



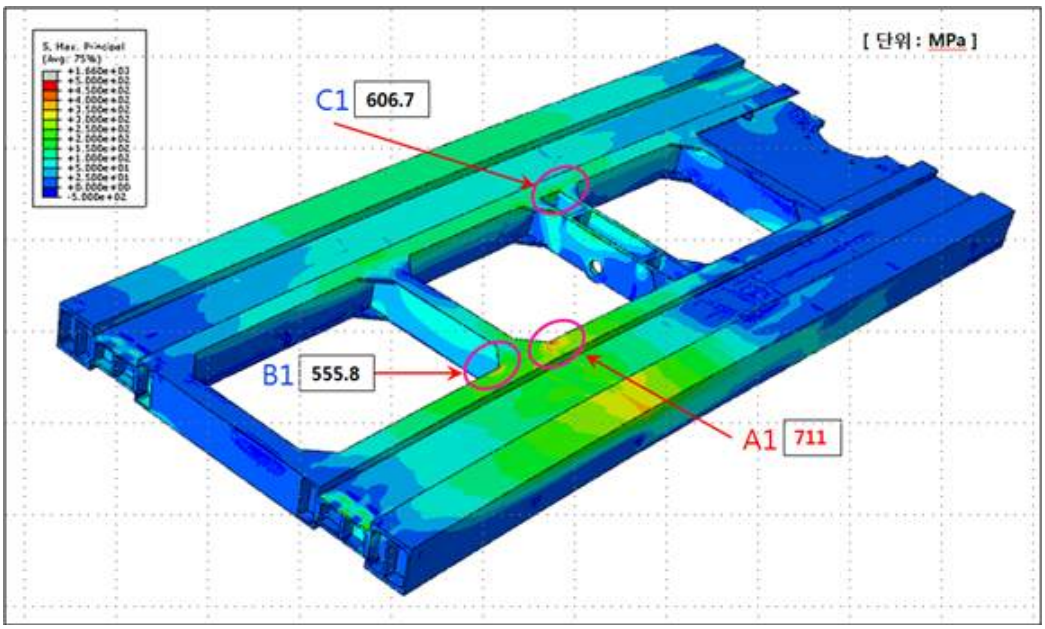
<해석 조건 Case_12에서 상부 프레임 하면의 주요 응력 취약 부위들의 응력>

㉯ Case_13의 응력 해석 결과 및 분석

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에서 상부 프레임의 상면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(A1~C1 부위)

o 아래 그림의 “A1 부위”에서 발생되는 상부 프레임 상면에서의 최대 주응력의 수준은 약 711MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준에 합당한 최대 인장 강도를 보유한 강재를 선정하면 파손 문제는 발생되지 않을 것으로 판단됨(이 부위의 실제 응력은 용접 덧살에 의해 더 적을 것으로 판단됨)

o B1 및 C1 부위들에서의 응력은 각각 558MPa 및 606MPa로 파악 됨

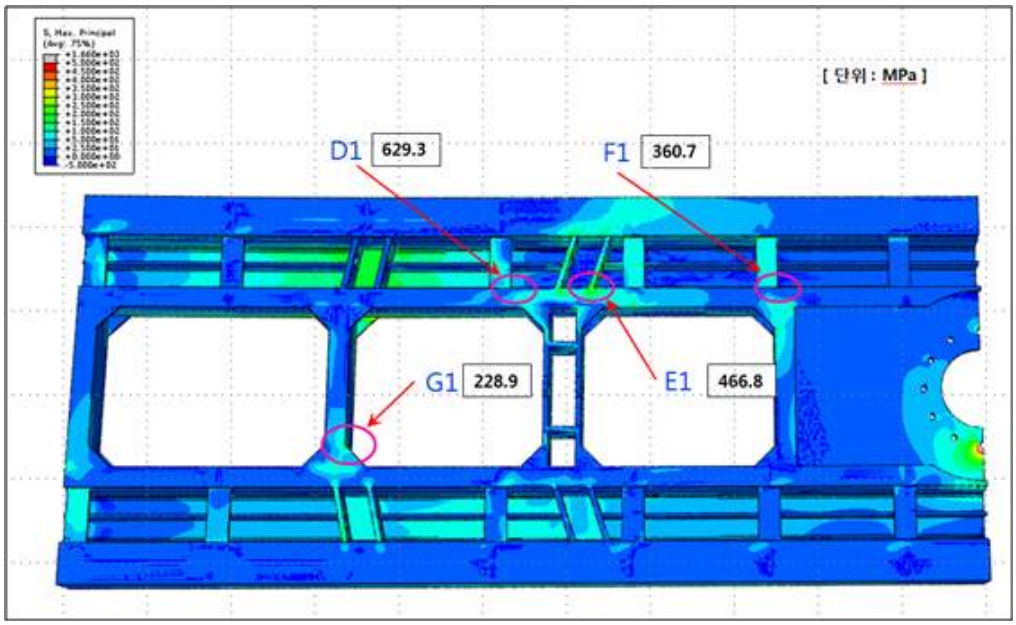


<해석 조건 Case_13에서 상부 프레임 상면의 주요 응력 취약 부위들의 응력>

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에서 상부 프레임의 하면에서 발생되는 주요 응력 취약 부위들은 아래 그림의 ◯ 부위들과 같이 파악됨(D1~G1 부위)

o 아래 그림의 "D1 부위"에서 발생되는 상부 프레임 상면에서의 최대 주응력은 약 629MPa로 계산됨. 이와 같은 응력 수준에 합당한 최대 인장 강도를 보유한 강재를 선정하면 파손 문제는 발생되지 않을 것으로 판단됨(이 부위의 실제 응력은 용접 덧살에 의해 더 적을 것으로 판단됨)

o E1, F1 및 G1 부위들에서의 응력은 각각 466MPa, 360MPa 및 228MPa로 파악됨



<해석 조건 Case_13에서 상부 프레임 하면의 주요 응력 취약 부위들의 응력>

㉰ 응력 해석 결과의 검토

o 개선 사양 상부 프레임의 최대 주응력은 아래 표에서 보이는 바와 같이 가장 극단적인 하중 조건인 "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_12>"에서 가장 큰 응력 값을 나타냄. 이때의 최대 주응력은 "상부 프레임 상면의 B 부위"에서 약 1,878MPa로 계산됨

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에서의 최대 주응력(711Mpa @ A1 부위)은 앞서 언급된 <Case_12>의 최대 주응력(1,878MPa) 대비 약 38% 수준으로 적게 나타남

o 개선 사양은 최종 평가 조건인 “적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"의 최대 주응력(711MPa)에 합당한 최대 인장 강도를 보유한 강재를 선정하면 파손 문제는 없을 것으로 판단됨(이 부위의 실제 발생 응력은 용접 덧살 등에 의해 더 적을 것으로 판단됨)

<상부 프레임의 해석 조건별 주요 취약 부위들의 응력>

(단위 : MPa)

해석 종류 (해석 이름)	하중 조건 (하중 이름)	A부	B부	C부	D부	E부	F부	G부	H부
Case_12	Load_2	1,191	1,878	524	756	1,237	1,469	655	711

해석 종류 (해석 이름)	하중 조건 (하중 이름)	A1부	B1부	C1부	D1부	E1부	F1부	G1부	H1부
Case_13	Load_3	711	558	606	629	466	360	228	

라. 결론

(1) 개선설계에 대한 현재 사양 해석 검토

(가) 현재 사양에 대한 변형 해석 결과

o "적재용기의 초기 대칭 탑재 해석 조건인 <Case_01>"에서 현재 사양 상부 프레임의 최대 변형량은 우측 끝단부에서 171.5mm가 발생됨

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_02>"에서 현재 사양 상부 프레임의 최대 변형량은 우측 끝단부에서 210.0mm가 발생됨

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"에서 현재 사양 상부 프레임의 최대

변형량은 우측 끝단부에서 85.7mm가 발생됨

o 현재 사양의 상부 프레임은 최종 변형 평가 해석 조건인 <Case_03>에서 최대 변형량(85.7mm)이 상부 프레임 하면에 위치한 롤러들의 한계 높이(35mm)를 크게 벗어나므로 구조적 강성 보강이 필요할 것으로 판단됨

<현재 사양에서의 상부 프레임의 해석 조건별 처짐 변형량>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_01	171.5	101.8	31.9
Case_02	210.0	118.9	27.5
Case_03	85.7	50.8	15.9

(나) 현재 사양에 대한 응력 해석 결과

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_02>"에서 현재 사양 상부 프레임의 최대 주응력은 "상부 프레임 하면 F 부위"에서 약 2,440MPa이 발생됨

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_03>"에서 현재 사양 상부 프레임의 최대 주응력은 "상부 프레임 하면 F 부위"에서 약 1,001MPa이 발생됨

o 현재 사양의 상부 프레임은 최종 응력 평가 해석 조건인 <Case_03>에서 최대 주응력(1,001MPa)이 일반 강재의 최대 인장 강도를 벗어나므로 구조적 강도 보강이 필요할 것으로 판단됨

<현재 사양에서의 상부 프레임의 해석 조건별 주요 취약 부위들의 응력>

(단위 : MPa)

해석 종류 (해석 이름)	하중 조건 (하중 이름)	A부	B부	C부	D부	E부	F부	G부	H부
Case_02	Load_2	1,792	1,627	951	1,399	2,008	2,440	1,153	883
Case_03	Load_2	716	662	260	639	826	1,001	300	334

(2) 구조해석 결과에 따라 현재 사양을 보완 설계한 개선 사양 해석 검토

(가) 개선 사양에 대한 변형 해석 결과

o "적재용기의 초기 대칭 탑재 해석 조건인 <Case_11>"에서 개선 사양 상부 프레임의 최

대 변형량은 우측 끝단부에서 120.1mm가 발생됨

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_12>"에서 개선 사양 상부 프레임의 최대 변형량은 우측 끝단부에서 146.5mm가 발생됨

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에서 개선 사양 상부 프레임의 최대 변형량은 우측 끝단부에서 24.8mm가 발생됨

o 개선 사양의 상부 프fp임은 최종 변형 평가 해석 조건인 <Case_13>에서 최대 변형량(24.8mm)이 상부 프레임 하면에 위치한 롤러들의 한계 높이(35mm)를 잘 만족하고 있으므로 충분한 강성을 보유한 것으로 판단됨

<개선 사양에서의 상부 프레임의 해석 조건별 처짐 변형량>

해석 종류 (해석 이름)	최대 처짐 변형량(mm)	중심부 처짐 변형량(mm)	최소 처짐 변형량(mm)
Case_11	120.1	69.6	17.1
Case_12	146.5	81.2	13.9
Case_13	24.8	18.8	11.9

(나) 개선 사양에 대한 응력 해석 결과

o "적재용기의 초기 편심 탑재 해석 조건인 <Case_1 >"에서 개선 사양 상부 프레임의 최대 주응력은 "상부 프레임 상면 B 부위"에서 약 1,878MPa이 발생됨

o "적재용기의 완전 탑재 해석 조건인 <Case_13>"에서 개선 사양 상부 프레임의 최대 주응력은 "상부 프레임 상면 A1 부위"에서 약 711MPa이 발생됨

o 개선 사양의 상부 프레임은 최종 응력 평가 해석 조건인 <Case_13>에서 발생되는 최대 주응력(711MPa)에 합당한 최대 인장 강도를 보유한 강재를 선정하면 파손 문제는 없을 것으로 판단됨

<개선 사양에서의 상부 프레임의 해석 조건별 주요 취약 부위들의 응력>

(단위 : MPa)

해석 종류 (해석 이름)	하중 조건 (하중 이름)	A부	B부	C부	D부	E부	F부	G부	H부
Case_12	Load_2	1,191	1,878	524	756	1,237	1,469	655	711

해석 종류 (해석 이름)	하중 조건 (하중 이름)	A1부	B1부	C1부	D1부	E1부	F1부	G1부	H1부
Case_13	Load_3	711	558	606	629	466	360	228	

(3) 결언

o 변형 평가 해석 조건인 “적재 용기의 완전 탑재 해석 조건"에서 개선 사양 상부 프레임의 최대 처짐 변형량(24.8mm)은 현재 사양의 최대 처짐 변형량(85.7mm) 대비 약 60.9mm 감소됨(약 71% 변형 개선 효과 발생)

o 응력 평가 해석 조건인 “적재 용기의 완전 탑재 해석 조건”에서 개선 사양 상부 프레임의 최대 발생 응력(711MPa)은 현재 사양의 최대 발생 응력(1,001MPa) 대비 약 290MPa 감소됨(약 29% 응력 개선 효과 발생)

<개선 사양에서의 상부 프레임의 해석 조건별 처짐 변형량>

해석 사양 (해석 모델)	최대 처짐 변형량	최대 발생 응력	비고 (해석 종류)
현재 사양	85.7 mm	1,001 MPa	Case_03
개선 사양	24.8 mm	711 MPa	Case_13

4. 시제품(2차) 제작 및 설치

가. 시제품(2차) 제작

(1) UPPER FRAME ASS'Y

- o 규격(가로X세로X높이) : 1,430 x 5,665 x 180
- o 중량 : 1,981kg
- o 단품 LIST

품번	품명	규격	재질	수량	단위(kg)
1101	OUTSIDE CHANNEL	150 x 75CHANNEL x 5,590	SS400	4	100.5
1102	OUTSIDE PLATE	10T x 134 x 5,590	SS400	2	58.8
1103	FRONT CHANNEL	150 x 75CHANNEL x 2,725	SS400	4	49
1104	FRONT PLATE	10T x 134 x 2,725	SS400	2	28.7
1105	REAR CHANNEL	150 x 75CHANNEL x 1,615	SS400	4	29
1106	REAR PLATE	10T x 134 x 1,615	SS400	2	17
1107	ROLLER GUIDE CHANNEL (F-L)	200 x 90CHANNEL x 2,425	SS400	1	74.5
1108	ROLLER GUIDE CHANNEL (F-R)	200 x 90CHANNEL x 2,425	SS400	1	74.5
1109	ROLLER GUIDE CHANNEL (R-L)	200 x 90CHANNEL x 1,325	SS400	1	40.7
1110	ROLLER GUIDE CHANNEL (R-R)	200 x 90CHANNEL x 1,325	SS400	1	40.7
1111	ROLLER GUIDE CHANNEL (END)	200 x 90CHANNEL x 320	SS400	2	9
1112	ROLLER STOPPER	16T x 210 x 270	SS400	2	6
1113	SUPPORT CHANNEL	150 x 75CHANNEL x 410	SS400	3	7.4
1114	ROLLER STOPPER CHANNEL	150 x 75CHANNEL x 1,430	SS400	1	25.7
1115	CHANNEL RIB-1	9T x 68.5 x 136	SS400	44	0.6
1116	CHANNEL RIB-2	9T x 58.5 x 136	SS400	44	0.5
1117	CHANNEL RIB-3	9T x 82 x 84.4	SS400	40	0.5
1118	STIFFENING PLATE	15T x 80 x 80	SS400	40	0.4
1119	BEARING MOUNTING PLATE-1	20T x 1,100 x 1,130	SS400	1	144
1120	BEARING MOUNTING PLATE-2	20T x 1,100 x 1,130	SS400	1	148
1121	BEARING MOUNTING PLATE SUPPORT	150 x 75CHANNEL x 1,130	SS400	2	20.3
1122	ROLLER GUIDE ROD	20T x 40 x 1,100	SS400	2	6.8
1123	ROLLER GUIDE ANGLE	40 x 40ANGLE x 5,290	SS400	2	9.8
1124	SUPPORT CHANNEL PLATE-1	10T x 134 x 410	SS400	3	4
1125	SUPPORT CHANNEL PLATE-2	10T x 134 x 1,130	SS400	2	11
1126	SUPPORT PLATE-1	15T x 82 x 330	SS400	16	3.2
1127	SUPPORT PLATE-2	15T x 82 x 530	SS400	2	5.1
1128	SUPPORT PLATE-3	15T x 82 x 650	SS400	4	6.3
1129	SUPPORT PLATE-4	10T x 110 x 2,725	SS400	2	19
1130	SUPPORT PLATE-5	10T x 110 x 1,325	SS400	2	10.4
1131	SUPPORT PLATE-6	15T x80 x 200	SS400	20	1.9
1132	SUPPORT PLATE-7	6T x 75 x 244	SS400	4	0.8
1133	LOADING ROLLER GUIDE ROD	10T x 20 x 400	SS400	2	0.3
1134	INSIDE ROLLER BRACKET	15T x 122 x 170	SS400	8	2.1
1135	PLATE	20T x 150 x 110	SS400	2	3.2

o 제작사양

– 용접

- 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시
- CHANNEL 접합 시 좌·우 대칭으로 용접

– 가공

- 지시 없는 가공부의 모서리는 R1이나 C2로 함
- 지시 없는 구멍 간 공차는 ±1로 함

– 도색

- 도장방법 : 분체도장
- 도료 제조처 : KCC 고려화학
- 도료 색상 : ET5740PTA-2280 (오렌지)
- 도막 두께 : 80~100㎛







(2) BASE ASS'Y

o 규격(가로X세로X높이) : 2,510 x 6,734 x 195

o 중량 : 878 kg

o 단품 LIST

품번	품명	규격	재질	수량	단위(kg)
1201	THRUST BEARING STAND	20T x 1,200 x 2,330	SS400	1	437
1202	ROLLER GUIDE PLATE-1	9T x 1,165 x 2,070	SS400	2	64.8
1203	ROLLER GUIDE PLATE-2	9T x 1,165 x 1,200	SS400	2	34.6
1204	LOCKING PLATE -1	15T x 280 x 2,330	SS400	2	69.6
1205	LOCKING PLATE -2	15T x 923 x 2,510	SS400	1	99.7
1206	LOCKING PLATE	15T x 205 x 280	SS400	4	6.1
1207	LOCKING BRACKET	16T x 180 x 270	SS400	8	4.5

o 제작사양

– 용접

• 지시 없는 용접부는 C 가공 후 전용접 실시

– 가공

• 지시 없는 가공부의 모서리는 R1이나 C2로 함

• 지시 없는 구멍 간 공차는 ±1로 함

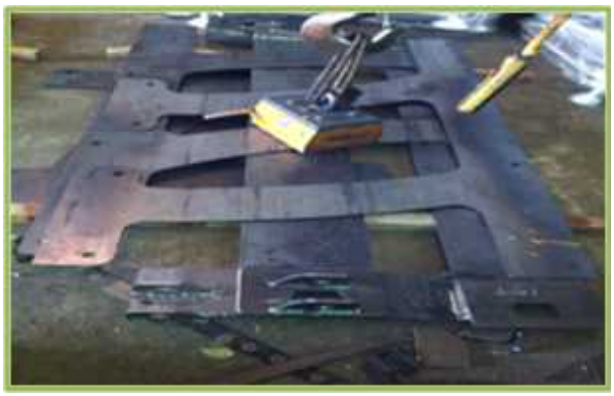
– 도색

• 도장방법 : 분체도장

• 도료 제조처 : KCC 고려화학

• 도료 색상 : ET5740PTA-2280 (오렌지)

• 도막 두께 : 80~100㎛







(3) BASE ASS'Y

o 규격(가로X높이) : Ø1,000 x 80

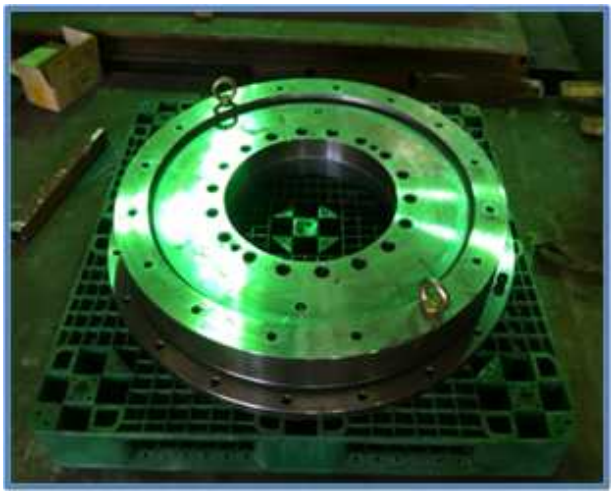
o 중량 : 472kg

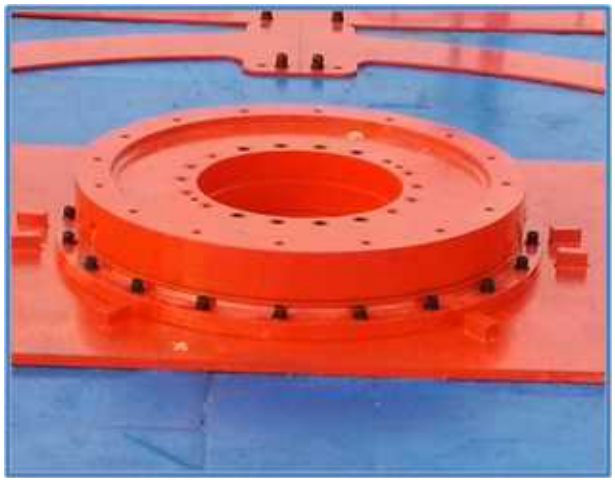
o 단품 LIST

품번	품명	규격	재질	수량	단위(kg)
1301	THRUST BEARING TOP	60T x Ø756	S45C	1	106.1
1302	THRUST BEARING MIDDLE	110T x Ø910	S45C	1	215.8
1303	THRUST BEARING BOTTOM	60T x Ø1,000	S45C	1	133.1

o 제작사양

- 용접
  - 지시 없는 용접부는 C가공 후 전용접 실시
- 가공
  - 지시 없는 가공부의 모서리는 R1이나 C2로 함
  - 지시 없는 구멍 간 공차는 ±1로 함
  - HOLE 가공 등의 내부 모서리는 R0.2로 함
  - 베어링 강구 부 가공 후 고주파 열처리 (HRC 43~48)
  - 강구 부에 그리스를 충분히 도포 함
- 도색
  - 도장방법 : 분체도장
  - 도료 제조처 : KCC 고려화학
  - 도료 색상 : ET5740PTA-2280(오렌지)
  - 도막 두께 : 80~100㎛





(4) ROLLER ASS'Y

o 규격(가로X높이) : Ø1,300 x 80

o 중량 : 10.5kg

o 단품 LIST

품번	품명	규격	재질	수량	단위(kg)
1401	ROLLER BRACKET	15T x 160 x 410	SS400	4	7.1
1402	ROLLER BRACKET SUPPORT	15T x 100 x 150	SS400	4	1.8
1403	ROLLER STOPPER	30T x 40 x 120	SS400	16	1.1
1404	ROLLER SHAFT BRACKET	40T x 60 x 110	S45C	16	1.2
1405	ROLLER SHAFT	Ø40 x 210	S45C	8	2.1
1406	ROLLER	Ø130 x 80	S45C	8	3.8
1407	ROLLER COVER	3T x 25 x 95	SS400	16	0.1
구매품	ROLLER BEARING	NU2308		16	1.2

o 제작사양

– 가공

- 지시 없는 가공부의 모서리는 R1이나 C2로 함
- 지시 없는 구멍 간 공차는 ±1로 함
- HOLE 가공 등의 내부 모서리는 R0.2로 함
- 조립 후 베어링에 그리스를 충분히 도포 함

– 도색

- ROLLER : 전기 아연 도금(5㎛)
- ROLLER : 내열특수수지 코팅제 코팅







(5) LOCKING DEVICE ASS'Y

o 규격(가로X높이) : Ø130 x 80

o 중량 : 19.5kg

o 단품 LIST

품번	품명	규격	재질	수량	단위(kg)
1501	LOCKING ARM-1	16T x 140 x 424	SS400	4	4.6
1502	LOCKING ARM-2	16T x 140 x 338	SS400	4	3.8
1503	LOCKING ARM-3	16T x 70 x 325	SS400	2	2.6
1504	LOCKING ARM-4	16T x 70 x 223	SS400	2	1.8
1505	LOCKING ARM-5	16T x 70 x 90	SS400	2	0.8
1506	CORN DEVICE BODY	90T x 120 x 130	S45C	4	5.9
1507	CORN DEVICE SHAFT	Ø756 x 180	S45C	4	0.6
1508	CORN DEVICE HEAD	28T x 39.5 x 65	S45C	4	0.4
1509	CORN DEVICE SUPPORT	28T x 65 x 40	S45C	4	0.4

o 제작사양

- 용접
  - 지시 없는 용접부는 C가공 후 전용접 실시
- 가공
  - 지시 없는 가공부의 모서리는 R1이나 C2로 함
  - 지시 없는 구멍 간 공차는 ±1로 함
- 후처리
  - LOCKING ARM : 전기 아연 도금(5㎛)







(6) CHAINBLOCK STOPPER ASS'Y

o 규격 : 2 TON

o 중량 : 18kg

o 단품 LIST

품번	품명	규격	재질	수량	단위(kg)
1601	CHAINBLOCK MOUNTING COVER	6T x 270 x 320	SS400	1	4
1602	CHAINBLOCK MOUNT	6TX x 270 x 375	SS400	1	3.3
1603	CHAIN ROLLER	35T x Ø100	S45C	2	1.1
1604	CHAIN ROLLER COVER	6T x 120 x 120	SS400	2	0.7
1605	CHAIN ROLLER PLATE	9T x 40 x 80	SS400	4	0.2
구매품	CHAIN BLOCK	2 TON		1	18

o 제작사양

– 가공

• 지시 없는 가공부의 모서리는 R1이나 C2로 함





(7) UPPER FRAME SUPPORT ASS'Y

o 규격(가로X세로X높이) : 120 x 120 x 825

o 중량 : 38kg

o 단품 LIST

품번	품명	규격	재질	수량	단위(kg)
1701	SUPPORT BRACKET	6T x 150 x 194	SS400	2	1
1702	CHAINBLOCK COVER	6T x 150 x 124	SS400	2	0.6
1703	SUPPORT BODY	4.5T x 346.5 x 780	SS400	1	9.5
1704	SUPPORT BODY PLATE-1	4.5T x 120 x 205	SS400	1	0.9
1705	SUPPORT BODY PLATE-2	4.5T x 120 x 430	SS400	1	1.8
1706	SUPPORT LEG	6T x 272 x 450	SS400	1	6
1707	BOLT	각산볼트M40 x 770	S45C	1	6.4
1708	SHAFT GUIDE	20T x 88 x 88	SS400	2	1
1709	STRAIGHT MITER GEAR	M:4 T:20 PCD:80	S45C	2	0.6
1710	HANDLE SHAFT	Ø25 x 120	S45C	1	0.4
1711	END PLATE	6T x 95 x 111	SS400	1	0.5
1712	BOTTOM PLATE	6T x 130 x 130	SS400	1	0.8
1713	SUPPORT BODY COVER	3.2T x 130 x 186	SS400	1	0.6
1714	SUPPORT SHAFT	24HEXAGONSTEEL x 1,490	S45C	1	5.8
1715	SHAFT BRACKET	6T x 78 x 173	SS400	2	0.4
1716	SPUR GEAR	M:2.75 T:19 PCD:52.25	S45C	1	0.1
1717	SHAFT HOLDING ROD	Ø36 x 120	S45C	1	0.5
1718	SHAFT KEY	8T x 8 x 30	S45C	2	0.02
1719	BOLT SUPPORT	Ø17 x 34	S45C	4	0.1
1720	CHAINBLOCK PINION SHAFT	체인블럭 부품가공		1	
1721	RATCHET SOCKET KNUCKLE JOINT	24HEXAGONSTEEL x 40	S45C	1	0.1
1722	SHAFT CAP	4.5T x Ø40	SS400	2	0.04

o 제작사양

- 용접
  - 지시 없는 용접부는 C가공 후 전용접 실시
- 가공
  - 지시 없는 가공부의 모서리는 R1이나 C2로 함
  - 지시 없는 구멍 간 공차는 ±1로 함
  - 기어 부에 그리스를 충분히 도포 함
- 도색
  - 도장방법 : 분체도장
  - 도료 제조처 : KCC 고려화학
  - 도료 색상 : ET5740PTA-2280(오렌지)
  - 도막 두께 : 80~100㎛







나. 시제품(2차) 현장 설치

















제 4 절 회전장치를 이용한 환적시스템 시운전 및 성능시험평가

1. 회전장치를 이용한 환적시스템 시운전

가. 시운전을 위한 사전 준비

(1) 시운전 시 필요한 적정 화물 중량 검토

o 회전장치를 이용한 환적시스템 시제품에 대한 시운전 시 부하 중량 테스트를 위한 적정 화물 중량에 대하여 검토하였음

o 부하 테스트를 위한 화물 중량은 실제 화물자동차가 도로 운행이 가능한 최대 화물 중량으로 검토되어야 하기에 화물자동차 적재하중에 대한 국내법을 아래의 표와 같이 검토하였음

<화물자동차 적재하중에 대한 국내법>

법령	내용
도로법	제77조(차량의 운행 제한 및 운행 허가) ① 도로관리청은 도로 구조를 보전하고 도로에서의 차량 운행으로 인한 위험을 방지하기 위하여 필요하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 도로에서의 차량 운행을 제한할 수 있다. 다만, 차량의 구조나 적재화물의 특수성으로 인하여 도로관리청의 허가를 받아 운행하는 차량의 경우에는 그러하지 아니하다.
도로법 시행령	제79조(차량의 운행 제한 등) ② 도로관리청이 법 제77조제1항에 따라 운행을 제한할 수 있는 차량은 다음 각 호와 같다. **1. 축하중(軸荷重)이 10톤을 초과하거나 총중량이 40톤을 초과하는 차량** 2. 차량의 폭이 2.5미터, 높이가 4.0미터(도로 구조의 보전과 통행의 안전에 지장이 없다고 도로관리청이 인정하여 고시한 도로의 경우에는 4.2미터), 길이가 16.7미터를 초과하는 차량
도로교통법	제39조(승차 또는 적재의 방법과 제한) ① 모든 차의 운전자는 승차 인원, 적재중량 및 적재용량에 관하여 대통령령으로 정하는 운행상의 안전기준을 넘어서 승차시키거나 적재한 상태로 운전하여서는 아니 된다. 다만, 출발지를 관할하는 경찰서장의 허가를 받은 경우에는 그러하지 아니하다.
도로교통법 시행령	제22조(운행상의 안전기준) 법 제39조제1항 본문에서 "대통령령으로 정하는 운행상의 안전기준"이란 다음 각 호를 말한다. **3. 화물자동차의 적재중량은 구조 및 성능에 따르는 적재중량의 110퍼센트 이내일 것**

o 도로법에 의거하여 화물자동차의 최대 적재중량은 차량을 포함하여 총중량 40톤(축하중 10톤)을 초과하여서는 안 되며, 도로교통법에 의하면 최대 적재중량의 110퍼센트 이내일 것으로 규정되어 있음

o 따라서, 법적 한도인 40톤을 기준으로 암롤차량 무게, 적재용기 무게를 제외한 중량이 적재 가능한 화물 최대 중량임

o 시운전이 가능한 화물 최대 중량을 검토하기 위하여 테스트베드 인근에 있는 계량사에서 암롤트럭 및 적재용기 중량을 계량하였고, 아래와 같이 측정되었음

- 암롤트럭 중량 : 15,110kg
- 적재용기 : 4,020kg

<table>
<tr>
<td>  </td>
<td rowspan="2"> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>암롤트럭 + 적재용기 계량</td>
</tr>
<tr>
<td>  </td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>암롤트럭 계량</td>
<td>계량증명서</td>
</tr>
</table>

o 위와 같은 측정 결과에 따라 최대 적재 가능한 화물 중량은 40,000kg(최대 적재중량) - 19,130kg(차량+용기) = 20,870kg(최대 적재 화물 중량)으로 검토되었음

o 단, 측정 및 시운전에 사용되는 암롤트럭의 제원은 25톤 장축으로 25톤 미만의 암롤트럭을 사용하면 차량 중량이 감소하여 적재 가능한 화물 중량은 상대적으로 올라감

o 아래의 표는 시운전에 사용되는 암롤트럭의 제원임

<시운전에 사용되는 암롤트럭 제원>

적 용 차 종	현대 25TON 장축	작 동 방 식	AIR CONTROL 방식
축 간 거 리	7,800~7,850MM	펌 프 유 량	108CC
서 브 후 레 임	ATOS80 or SM재질철판	유압탱크용량	72 L
덤프실린더인양능력	28TON	사 용 압 력	280bar
유 압 펌 프	450bar용 고압펌프(주물)	박 스 용 적	24~50㎥

(2) 시운전에 사용할 화물 검토

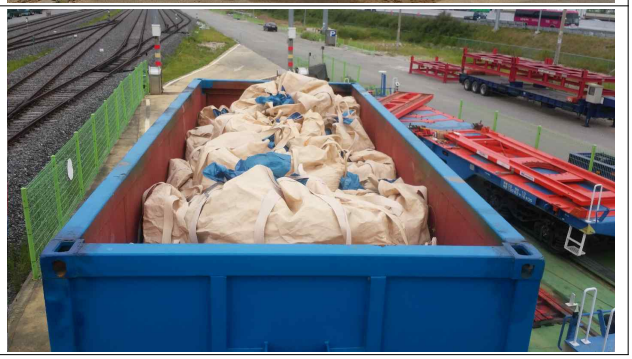
o 회전장치를 이용한 환적시스템 시운전 시 고중량 화물 시운전이 필요하나 현재 테스트 베드 환경(조건)에서는 벌크화물 중량물을 적재용기에 넣거나 빼는 작업이 쉽지 않음

o 고중량물 시운전을 위해서는 화물을 정형화하여 지게차 등의 장비를 이용하여 적재용기 안에 자유자재로 넣고 빼기기 쉬워야 하며, 시운전 시 현재 화물 중량을 정확하게 파악하는 것이 중요함. 따라서 적재용기의 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





o 위 그림과 같이 톤백에 자갈을 채워 적재용기에 상차하였고, 테스트베드 인근에 있는 계량사에서 중량을 측정하였음

o 40,850kg(차량+용기+화물) - 15,110kg(암롤트럭) - 4,020kg(적재용기) = 21,720kg (화물 중량)



적재용기 적재 화물(자갈)



적재 화물 계량

계 량 증 명 서

(公信力, 正確)

공급받는자용

일 자	2014/09/03 10:44	일련번호	19
차량번호	9186		
거 래 처			
품 명			
기 사	상 / 하 ⊙ / 공 차	실 측 / 구 두 ⊙	
총 중 량	40,850 kg		
공 차 량	15,110 kg		
실 중 량	25,740 kg		

총중량계량

※계량법 시행규칙 제7조 규정에 의거 계량을 증명함.
Note:차량 출발 후의 중량 변동과 구두 공차에 의한 계량은 책임지지 않음.

梁 山 計 量 社

㉾626-110 경남 양산시 북정동 900-1번지
TEL:(055)385-3200, FAX:(055)387-3210
E-mail:ys-measure@hanmail.net

계량증명서

나. 시운전 사진











다. 회전장치를 이용한 환적시스템 환적 시간 검토

(1) 구간별 시운전 시간 측정

○ 회전장치를 이용한 환적시스템의 구간별 시운전 시간을 측정하였고, 그 결과는 아래의 표와 같이 적재용기 1개를 환적하는데 평균 10분 이내로 환적이 가능하였음

순번	구간별 시운전 내용	측정시간(평균)	시운전 사진
1	환적을 위한 회전장치 회전 (정위치⇒45도 회전)	20초	
2	회전장치 레그 작동(위⇒아래)	1분(60초)	
3	암롤트럭 진입 및 회전장치와 정위치	3분(180초)	
4	환적(암롤트럭⇒화차)	3분(180초)	
5	회전장치 레그 작동(아래⇒위)	1분(60초)	
6	회전장치 회전(45도⇒정위치)	30초	
합 계		**8분50초(530초)**	

※ 테스트베드에서의 작업(환적) 시간 측정으로 현장 작업 여건에 따라 변동될 수 있음

2. 회전장치를 이용한 환적시스템 성능시험평가

가. 성능시험평가의 개요

(1) 성능평가 목적

o 회전장치를 이용한 환적시스템 개발에 대한 외부 기관의 시제품 성능측정으로 최종성과물에 대한 객관적 성능 입증 및 자료 제시

(2) 성능시험평가 기관 및 일정

o 성능시험 일시 : 2014.09.03.
o 성능시험 장소 : 테스트베드(경남 양산 소재)
o 성능시험 기관 : ㈜한국선급엔지니어링

- 성능시험 기관 소개

> ㈜한국선급엔지니어링은 1997년 (사)한국선급(KR)의 자회사로 설립되었으며, 하역장비, 전력시설물, 산업설비 및 기타, 공연장무대기계, 강구조물, 선박 및 기타 산업설비의 설계, 안전진단, 제작/설치 검사 및 감리분야 등의 다양한 엔지니어링 분야에서 활동하고 있다.
> 특히, 1997년 4월 19일 국내 최초로 **'국토교통부 항만하역장비 전문검사기관'**으로 지정받아 종합컨설팅, 설계, 감리, 검사, 안전진단 등의 업무를 제공하고 있다.

※ 한국선급엔지니어링 홈페이지 발취

나. 성능시험 내용 및 결과

JOB ID. NO.: HFIP-106-1409

본 보고서는 "갑"과 "을" 의 계약조건에 따라 본 과업 외의
타 공사 및 타 업체에 대한 업체의 목사 또는 데이가 불가함.

무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 성능시험 보고서

KR GROUP

KRE

2014. 09.

(주)한국선급엔지니어링

목 차

1. 과업의 목적

2. 회전장치 설비 사양표

3. 성능시험 평가자

4. 성능시험 평가일

5. 성능시험 사항

6. 성능시험 측정장비

7. 성능시험 세부항목 사항

8. 종합평가

9. 붙임

10.사진 보고서

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

㈜한국신급엔지니어링 KR ENGINEERING CO., LTD



1. 과업의 목적

철도도입 초기에 비하여 인구 및 물류이동이 비약적으로 증대되어 국토공간 구조가 현저히 변화하였으며, 정부 시책 중 친환경 녹색교통 수단인 철도물류 활성화에 기여하기 위해 별도의 환적비용 및 건설비용이 발생치 않는 ' 무동력 회전장치 ' 를 (주)범창종합기술에서 개발하게 된다.

이에 따라 개발된 환적시스템을 실제 사용조건으로 환적성능을 평가하는 데 있다.

2. 회전장치 설비 사양표

설비 개발, 제작	구 분	항 목	사 양	기 타
(주)범창종합기술	회전장치	길 이	5,665mm	
		너 비	1,442mm	
		높 이	234mm	
		자 중	2,000Kg	
	적재용기	길 이	5,960mm	
		너 비	2,437mm	
		높 이	2,058mm	
		용 적	22㎥	
		자 중	4,000Kg	

3. 성능시험 평가자

성 명	등 급	기 타
유 종 기	특 급(한국건설기술인협회)	기 계
한 병 건	검사원(한국건설기술인협회)	기 계

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization



4. 성능시험 평가일 : 2014년 9월 3일 양산 ICD 화물역 테스트베드
(계량검정확인서 보완자료 확인일 : 2014년 9월 18일)

5. 성능시험 사항

구 분	성능평가 항목	성능시험 조건	측정 방법	측정 결과 (증빙자료)
회전장치	중량	회전장치 자체중량	도면검토&계근	2,090Kg (붙임.1)
	적재 하중	회전장치에 걸리는 부하 중량(총적재중량)	계근 (용기+화물)	25,740Kg (붙임.2)
	회전 수평각도	환적시 회전장치 회전각도	디지털 각도기	40.7°
	회전장치 작동	작업자 1인 회전작동 (Chain Block 방식)	초시계 (5회 왕복)	2분23초 (5회 평균)
적재용기	용기 중량	적재용기 중량	계근	4,020Kg (붙임.3)
	적재 중량	총 중량	계근	25,740Kg (붙임.2)
	적재 용적	-	도면검토, 계산	23.2㎥
	견인부 강도 (Hook Bar)	25.740Kg (용기+화물)	5회 왕복 (변형량 측정)	변형 없음
	하부롤러 강도	25.740Kg (용기+화물)	3회 왕복 (변형량 측정)	변형 없음 (붙임.4)

6. 성능시험 측정장비

1) 성능평가를 위하여 필요한 측정장비는 검교정 유효주기 내의 장비사용.

2) 측정장비

○ 디지털 버니어 캘리퍼스
○ 디지털 각도기
○ Micrometer
○ 초시계 / 50M 줄자

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

㈜한국선급엔지니어링 KR ENGINEERING CO., LTD.



7. 성능시험 세부항목 사항

1) 회전장치 자체중량은 2014년 9월 18일 계량 된 2,090Kg 의 계량증명서 및 계량기 검정확인서로 확인.

2) 회전장치 적재하중은 2014년 9월 3일 계량 된 25,740Kg 의 계량증명서 및 계량기 검정확인서로 확인.

3) 회전장치 회전 수평각도 +45° 이내의 운전조건으로 시운전한 결과 +40.7° 로 확인.

4) 회전장치 작동토크에 대해 작업자가 힘으로 밀어 회전하는 방식에서 Chain Block을 사용하는 방법으로 변경하여 아래 표와 같이 5회 측정한 평균 작업 소요시간은 2분 23초로 확인.

횟수	방향	측정 시간	작업 인원
1회	시계방향	2분 30초	1명
2회	반 시계방향	2분 23초	1명
3회	시계방향	2분 27초	1명
4회	반 시계방향	2분 17초	1명
5회	시계방향	2분 20초	1명

5) 적재용기의 자체중량은 2014년 9월 2일 계량 된 4,020Kg 의 계량증명서 및 계량기 검정확인서로 확인.

6) 적재용기의 총 중량은 2014년 9월 3일 계량 된 25,740Kg 의 계량증명서 및 계량기 검정확인서로 확인.

7) 적재용기의 적재용적은 도면검토 및 계산결과 23.2㎥ 로 확인.

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

8) 적재용기 견인부 강도는 적재중량 25,740Kg 으로 5회 왕복운전 후 견인부 변형치수를 확인하였으며, Hook Bar 및 Bracket에서 변형이 발생되지 않음을 확인함.

9) 적재용기 하부롤러 강도에 대해 적재중량 25,740Kg 으로 3회 왕복운전 후 견인부 변형치수를 측정하였으며, 붙임5번 검사성적서와 같이 변형이 발생되지 않음을 확인함.

8. 종합평가

(주)범창종합기술에서 개발, 제작한 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 성능시험 측정결과를 위와 같이 제출합니다.

9. 붙임

1) 붙임 1 : 회전장치 자체중량 계근표
2) 붙임 2 : 회전장치 적재하중 계근표
3) 붙임 3 : 적재용기 자체중량 계근표
4) 붙임 4 : Roller for I-Beam 치수검사 보고서
5) 붙임 5 : 계근대 검증확인서

10. 사진보고서(5매)

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

㈜한국선급엔지니어링 KR ENGINEERING CO., LTD.

사진보고서

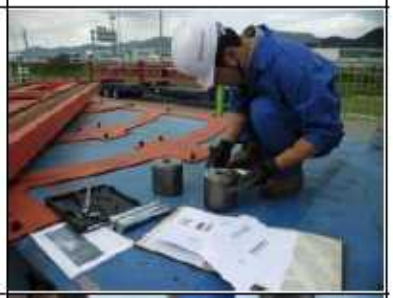
용역명 : 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 시험성적보고서

No.	항 목	관련사진
1	적재용기 치수측정 전경 - 도면과 일치	
2	적재용기 치수측정 전경 - 도면과 일치	
3	환적 Bed Frame 치수측정 전경	
4	적재용기 롤러 설치상태 및 치수 측정전경	

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

사진보고서

용역명 : 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 시험성적보고서

No.	항 목	관련사진
1	롤러설치 전 치수측정 전경 - 붙임 치수검사 보고서	
2	롤러설치 전 치수측정 전경 - 측정지점 마킹	
3	적재용기 시운전 3회 반복운전 전경	
4	적재용기 시운전완료 후 롤러 해체 - 변형이 발생되지 않음을 확인하였음	

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

㈜한국선급엔지니어링 KR ENGINEERING CO., LTD.



KR GROUP

사진보고서

용역명 : 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 시험성적보고서

No.	항 목	관련사진
1	적재용기 Hook Bar 변형여부를 측정키 위해 마킹 실시	
2	마킹 후 치수 재확인	
3	적재용기 Hook Bar Bracket에 대한 치수 측정	
4	적재용기 Hook 변형여부를 시운전 5회 실시 후 치수측정 전경 - 변형이 발생되지 않음을 확인.	

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

사진보고서

용역명 : 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 시험성적보고서

No.	항 목	관련사진
1	회전장치 회전 수평각도를 측정키위해 디지털각도기 0° 셋팅	
2	회전장치 회전수평각도 측정	
3	회전장치 회전수평각도 측정시 +40.7°로 확인.	
4	회전장치 회전수평각도 측정을 위한 전경	

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

㈜한국선급엔지니어링 KR ENGINEERING CO., LTD.

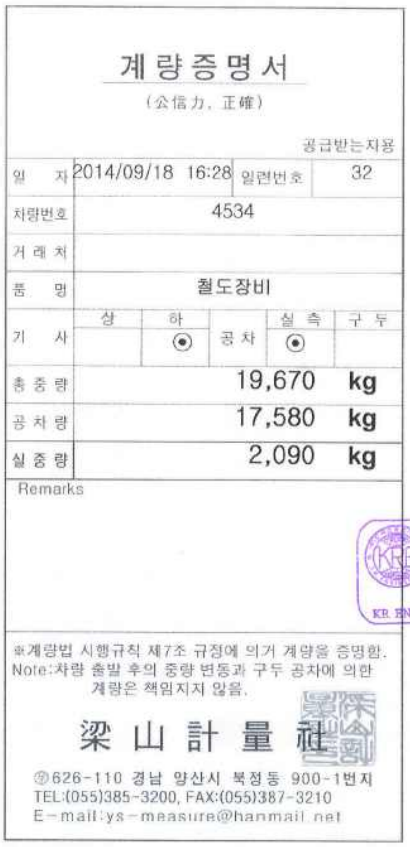
사진보고서

용역명 : 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 시험성적보고서

No.	항 목	관련사진
1	회전장치 작동방법 변경에 따른 Chain Block 설치 상태	
2	Chain Block 으로 회전 시운전을 5회 실시결과 1인/1회 작업에 평균 2분23초 소요 확인	
3	회전장치에 설치 된 Chain Block 고정용 Bracket에 용접 누락 및 균열 발생	
4	적재 용기내 적재물(자갈) 상태 전경	

These documents is the property of KRE,
therefore it prohibits unauthorized third parties from
distributing copies of them without KRE's proper authorization

붙임_1 회전장치 자체중량 계근표



계량증명서

(公信力, 正確)

공급받는자용

일 자	2014/09/18 16:28	일련번호	32
차량번호	4534		
거 래 처			
품 명	철도장비		
기 사	상 / 하 ◉ / 공차 / 실측 ◉ / 구두		
총 중 량	19,670 kg		
공 차 량	17,580 kg		
실 중 량	2,090 kg		

Remarks

WITNESSED BY / REVIEWED BY JONG-KI YOO 2014.09.18 KR ENGINEERING CO., LTD.

※계량법 시행규칙 제7조 규정에 의거 계량을 증명함.
Note:차량 출발 후의 중량 변동과 구두 공차에 의한 계량은 책임지지 않음.

梁山計量社

㉾626-110 경남 양산시 북정동 900-1번지
TEL:(055)385-3200, FAX:(055)387-3210
E-mail:ys-measure@hanmail.net

붙임_2 회전장치 적재하중 계근표



계량증명서

(公信力, 正確)

공급받는자용

일 자	2014/09/03 10:44	일련번호	19
차량번호	9186		
거 래 처			
품 명			
기 사	상 / 하 ◉ / 공차 / 실측 / 구두 ◉		
총 중 량	40,850 kg		
공 차 량	15,110 kg		
실 중 량	25,740 kg		

총중량계량

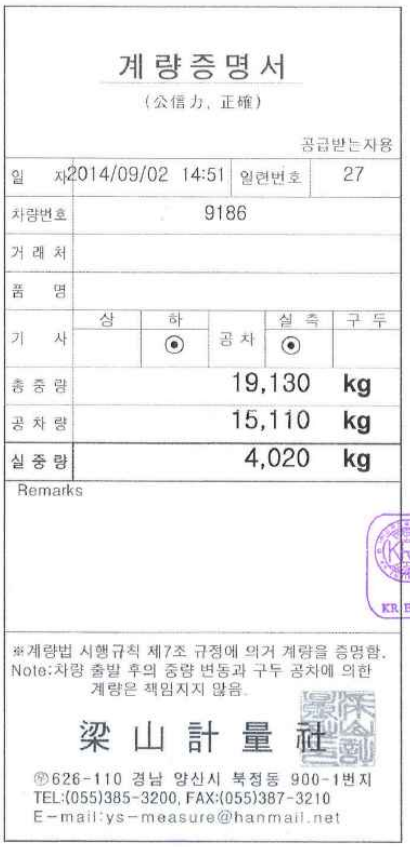
WITNESSED BY / REVIEWED BY JONG-KI YOO 2014.09.03 KR ENGINEERING CO., LTD.

※계량법 시행규칙 제7조 규정에 의거 계량을 증명함.
Note:차량 출발 후의 중량 변동과 구두 공차에 의한 계량은 책임지지 않음.

梁山計量社

㉾626-110 경남 양산시 북정동 900-1번지
TEL:(055)385-3200, FAX:(055)387-3210
E-mail:ys-measure@hanmail.net

붙임_3 적재용기 자체중량 계근표



계량증명서

(公信力, 正確)

공급받는자용

일 자	2014/09/02 14:51	일련번호	27
차량번호	9186		
거 래 처			
품 명			
기 사	상 / 하 ◉ / 공차 / 실측 ◉ / 구두		
총 중 량	19,130 kg		
공 차 량	15,110 kg		
실 중 량	4,020 kg		

Remarks

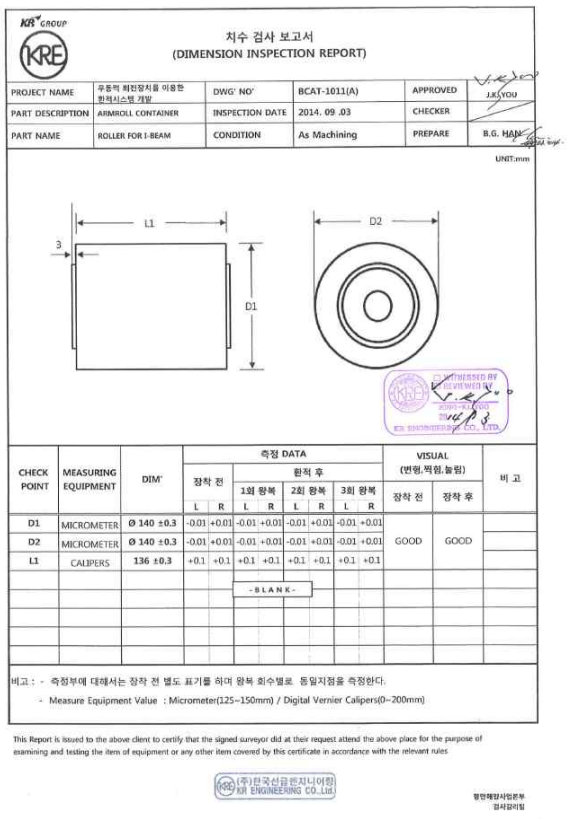
WITNESSED BY / REVIEWED BY JONG-KI YOO 2014.09.03 KR ENGINEERING CO., LTD.

※계량법 시행규칙 제7조 규정에 의거 계량을 증명함.
Note:차량 출발 후의 중량 변동과 구두 공차에 의한 계량은 책임지지 않음.

梁山計量社

㉾626-110 경남 양산시 북정동 900-1번지
TEL:(055)385-3200, FAX:(055)387-3210
E-mail:ys-measure@hanmail.net

붙임_4 Roller for I-Beam 치수검사 보고서



KR GROUP

치수 검사 보고서
(DIMENSION INSPECTION REPORT)

PROJECT NAME	무동력 회전장치를 이용한 함적시스템 개발	DWG' NO'	BCAT-1011(A)	APPROVED	J.K.YOU
PART DESCRIPTION	ARMROLL CONTAINER	INSPECTION DATE	2014. 09 .03	CHECKER	
PART NAME	ROLLER FOR I-BEAM	CONDITION	As Machining	PREPARE	B.G. HAN

UNIT:mm

WITNESSED BY / REVIEWED BY JONG-KI YOO 2014.09.03 KR ENGINEERING CO., LTD.

CHECK POINT	MEASURING EQUIPMENT	DIM'	측정 DATA 장착 전 L	장착 전 R	합적 후 1회 왕복 L	1회 왕복 R	2회 왕복 L	2회 왕복 R	3회 왕복 L	3회 왕복 R	VISUAL (변형,찍힘,눌림) 장착 전	장착 후	비 고
D1	MICROMETER	Ø 140 ±0.3	-0.01	+0.01	-0.01	+0.01	-0.01	+0.01	-0.01	+0.01			
D2	MICROMETER	Ø 140 ±0.3	-0.01	+0.01	-0.01	+0.01	-0.01	+0.01	-0.01	+0.01	GOOD	GOOD	
L1	CALIPERS	136 ±0.3	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1			
					-BLANK-								

비고 : - 측정부에 대해서는 장착 전 별도 표기를 하여 왕복 회수별로 동일지점을 측정한다.
- Measure Equipment Value : Micrometer(125~150mm) / Digital Vernier Calipers(0~200mm)

This Report is issued to the above client to certify that the signed surveyor did at their request attend the above place for the purpose of examining and testing the item of equipment or any other item covered by this certificate in accordance with the relevant rules

(주)한국선급엔지니어링 KR ENGINEERING CO.,Ltd.

<별지 제7호 서식>

발급번호 : 507 (접수번호: 2012-820)

검 정 확 인 서

처리기간: 즉 시

신청인	① 회 사 명	신정계기제작소		
	② 대 표 자	강 신 동	③ 사업자등록번호	607-01-90580
소재지	④ 주 소	부산광역시 동래구 수안동 9-15	전화번호	051-555-7712
	⑤ 사 업 장	상 동	전화번호	상 동
⑥ 검정 내역		경남 양산시 북정동 900-1 ; 양산계량사		

⑦ 계량기명	⑧ 기물번호	⑨ 규 격	⑩ 승인번호	⑪ 검정 수량			⑫ 검정 년월일
				전체	합격	불합격	
전기식지시저울	02-26	60 t (10 kg)	-	1	1	-	2012. 09. 11.
	-	이	하	여	백	-	

⑬ 비고(불합격 기물번호)

※ 필요한 경우 별지로 가능함

계량에 관한 법률 제20조 관련 한국기계전기전자시험연구원 검정업무 규정에 의하여 위 검정 사실을 확인합니다.

2012 년 09 월 12 일

WITNESSED BY / REVIEWED BY
JONG-GI YOO
ENGINEERING CO., LTD.

확 인 자 김 해 영 서명 또는 날인

한국기계전기전자시험연구원장

SQP517-07(Rev.1) KTC A4(210 mm × 297 mm)

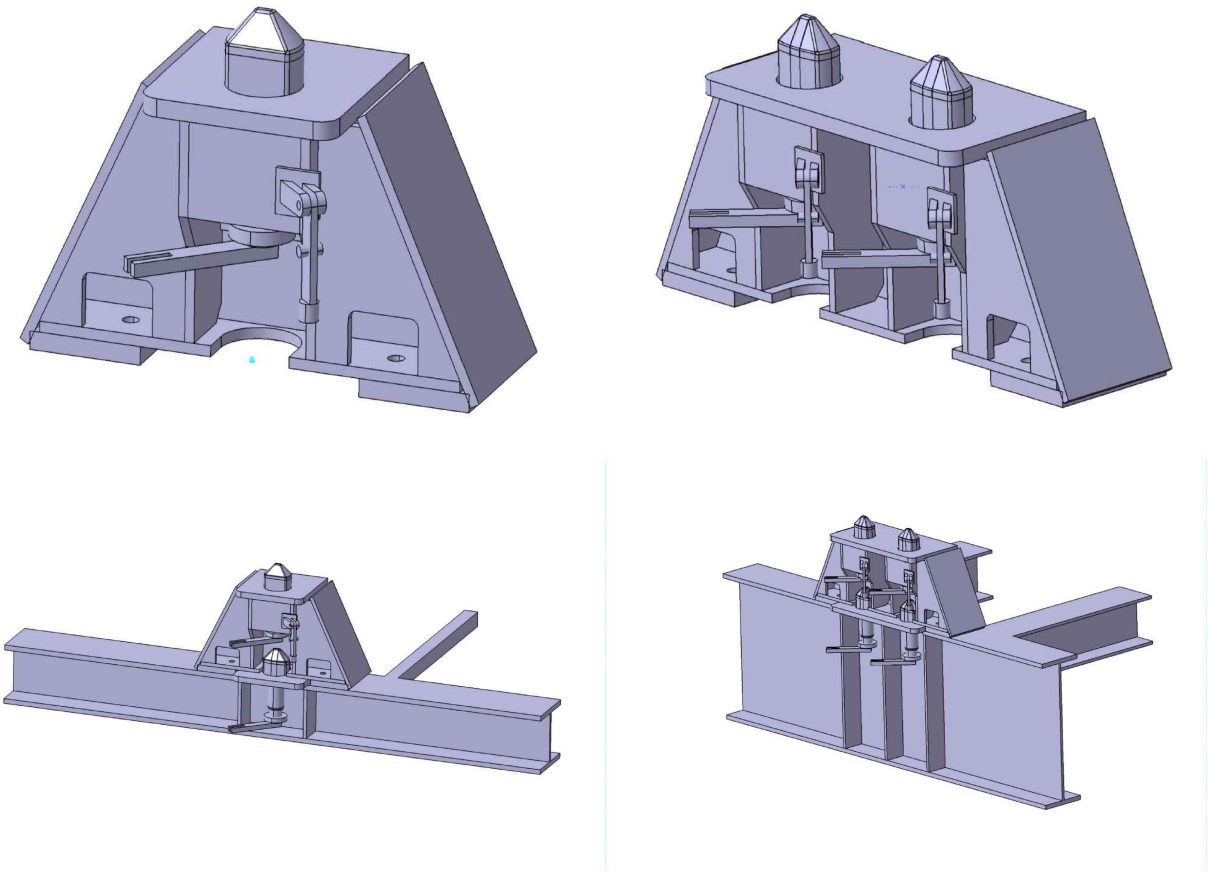
제 5 절 탈부착식 컨테이너 록킹장치 개발

1. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 개발 개요

o 국토교통연구개발사업 선행 과제인 DMT 수송시스템의 연구개발품인 DMT 화차의 본 과제 활용을 위하여 DMT 화차에 부착된 컨테이너 록킹장치를 탈부착식으로 개발

o 탈부착식으로 개발하여 일반 평판 컨테이너 화차 및 DMT 화차 겸용 사용 가능

o 단, 탈부착식 콘 디바이스는 현재 법적 검사기준이나 별도의 검사 절차가 없어 철도안전법에 의한 제작검사 및 완성차 시험, 본선 시운전 등의 절차를 거쳐야 함

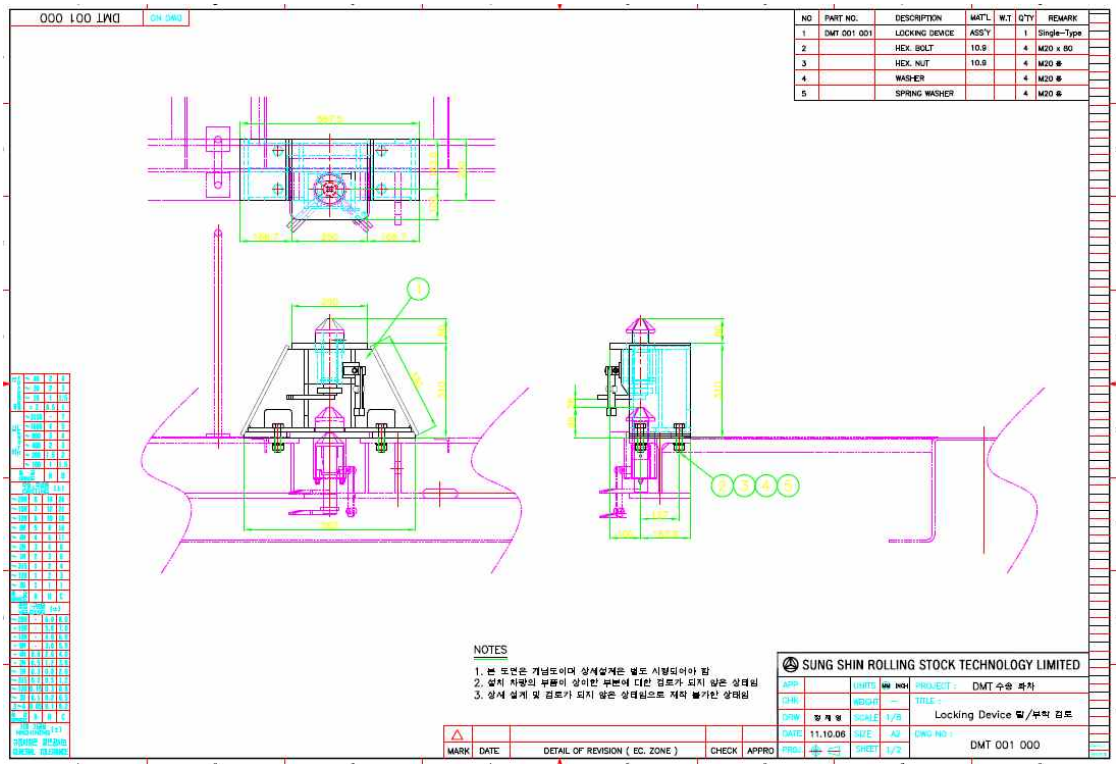


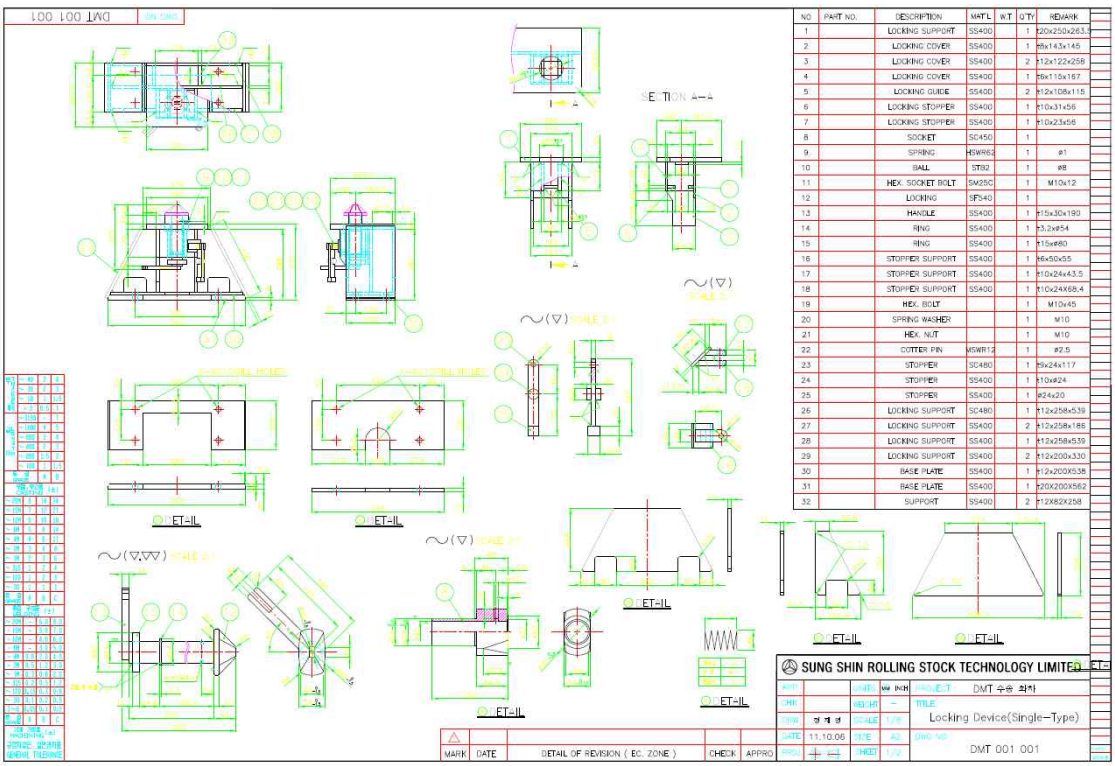
<콘 디바이스 모델링>

2. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 설계

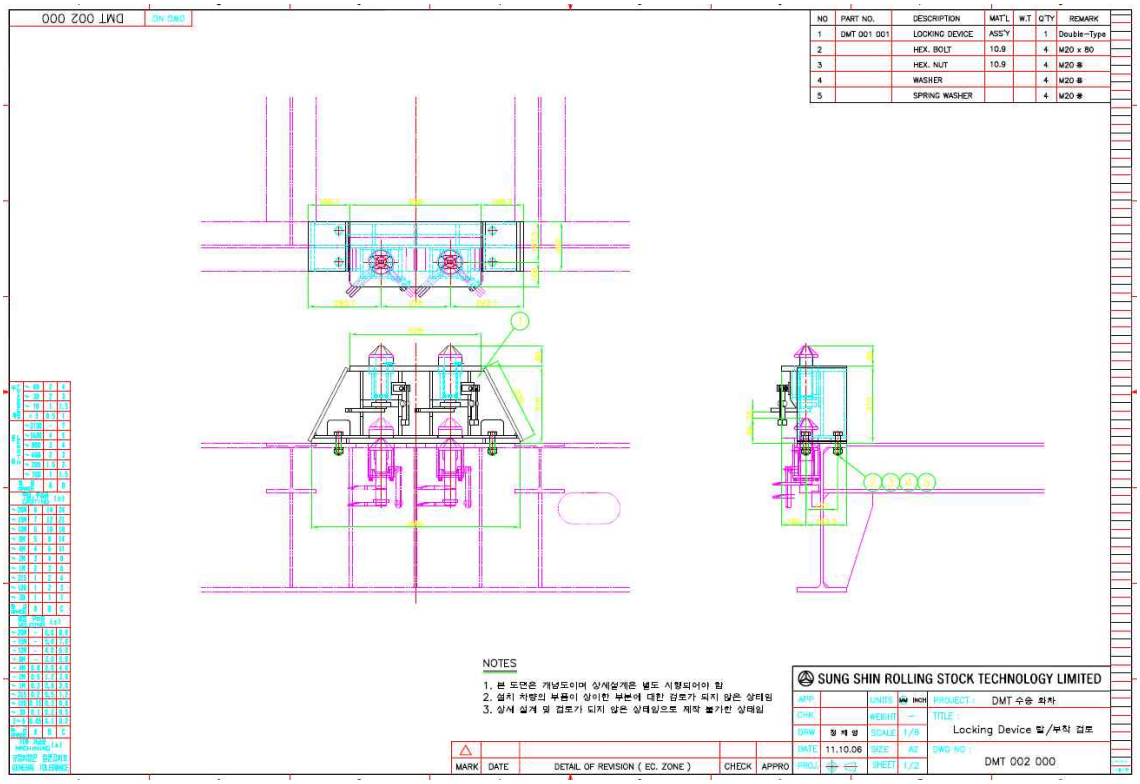
가. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 초기 설계도면

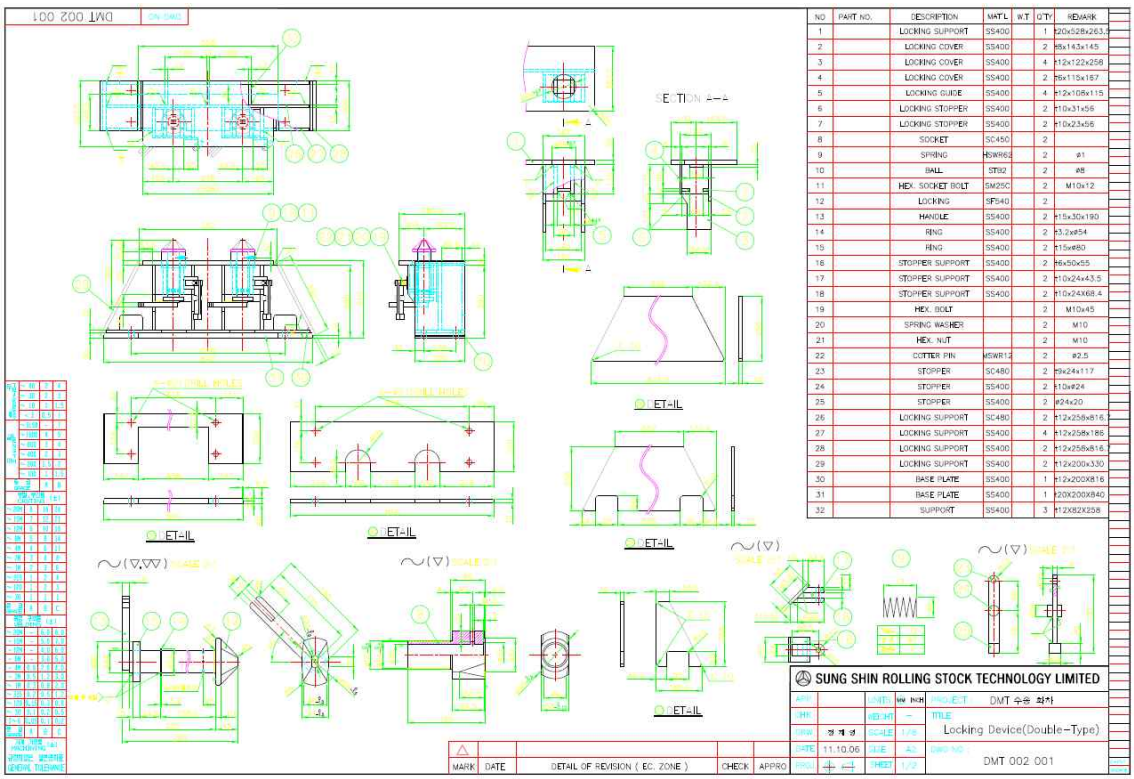
(1) Single 콘 디바이스 초기 설계도면





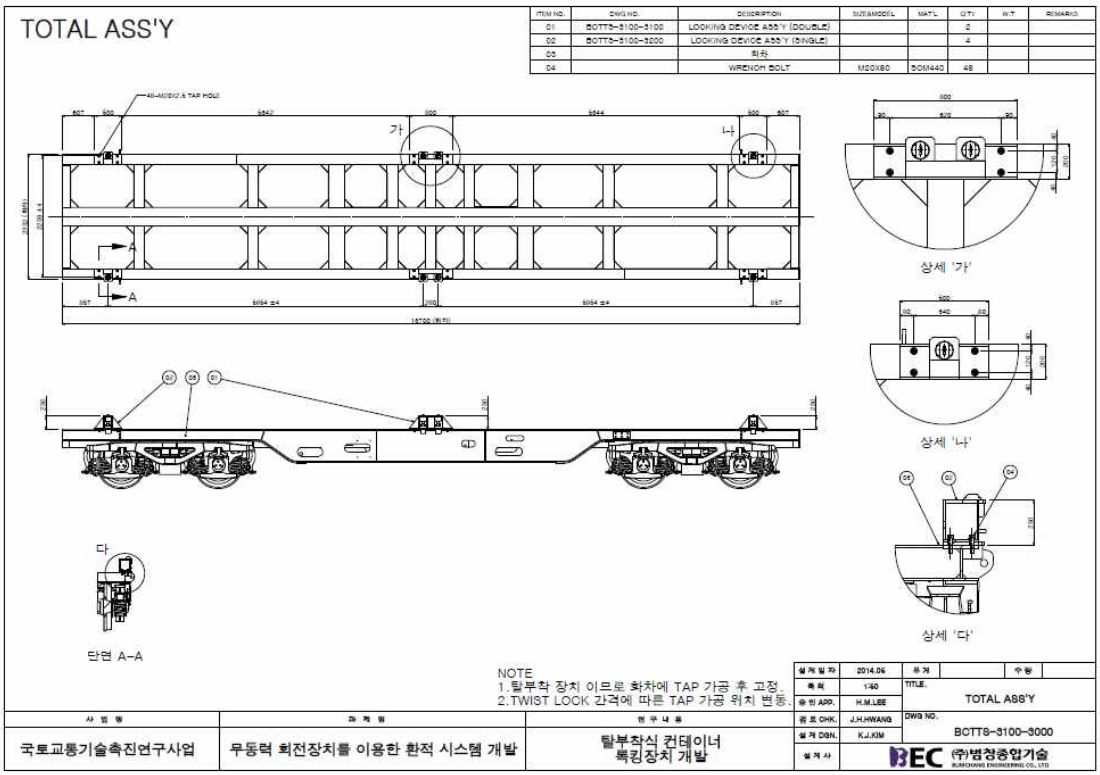
(2) Double 콘 디바이스 초기 설계도면



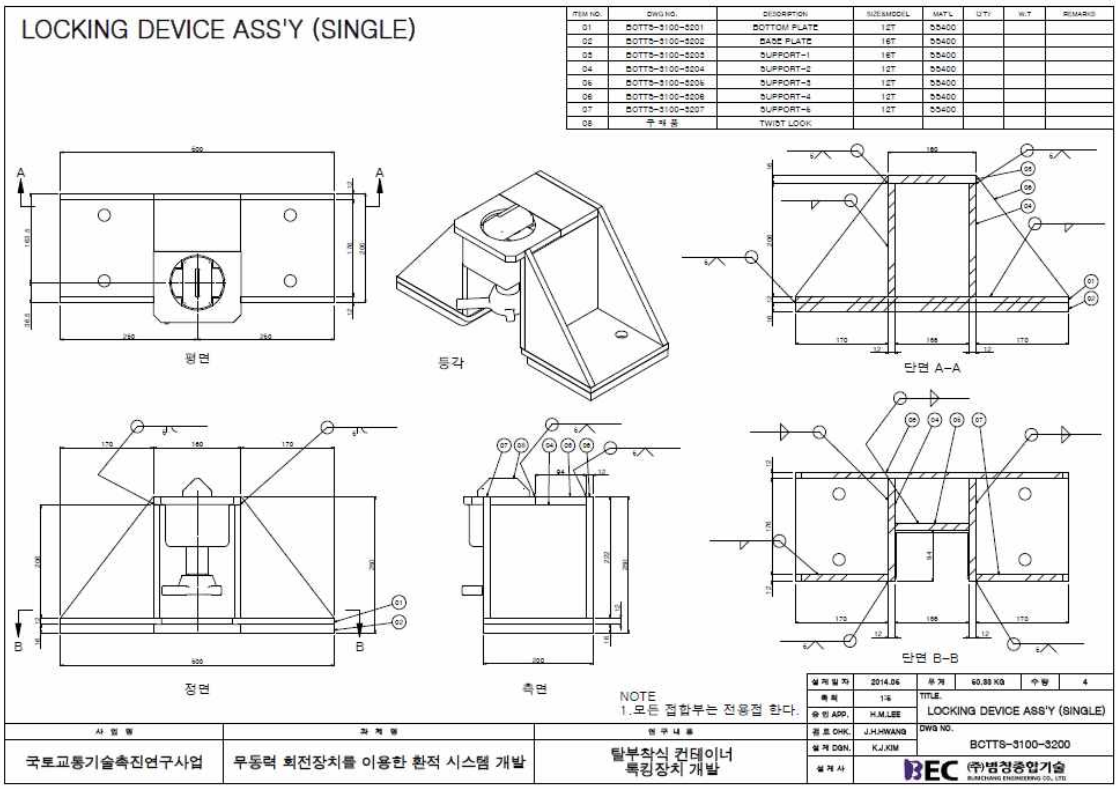


나. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 최종 설계도면

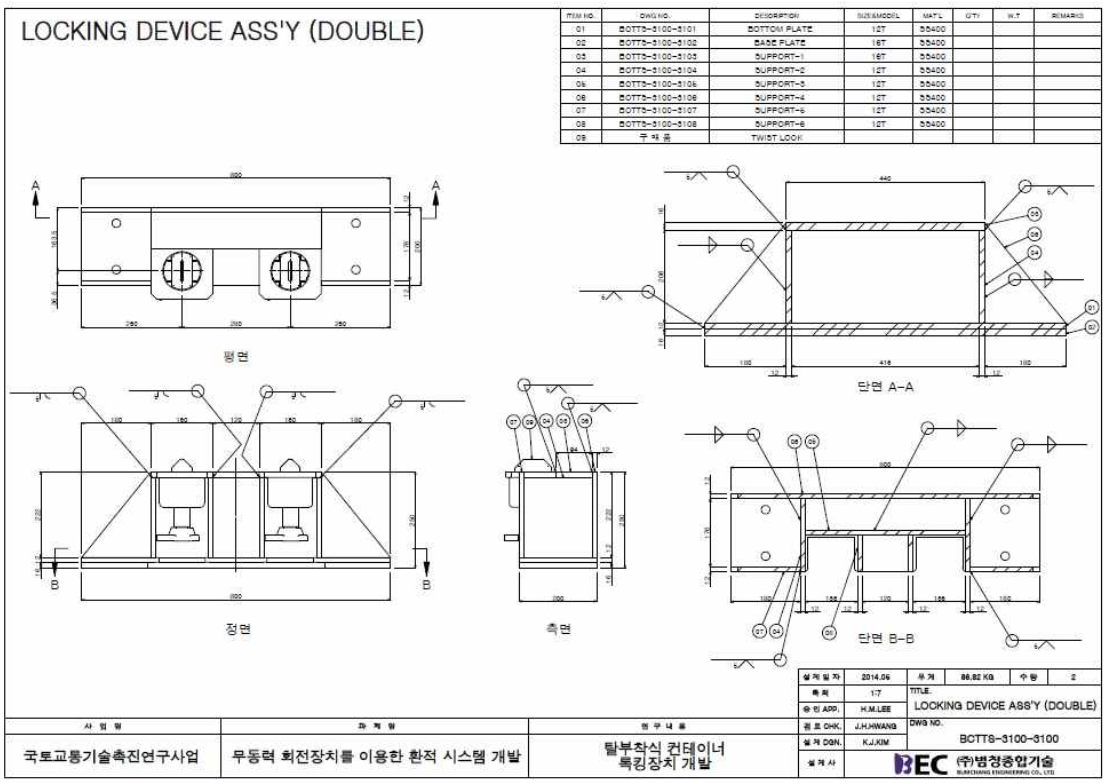
(1) 탈부착식 컨테이너 록킹장치 화차 설치도면



(2) Single 콘 디바이스 최종 설계 도면



(3) Double 콘 디바이스 최종 설계 도면

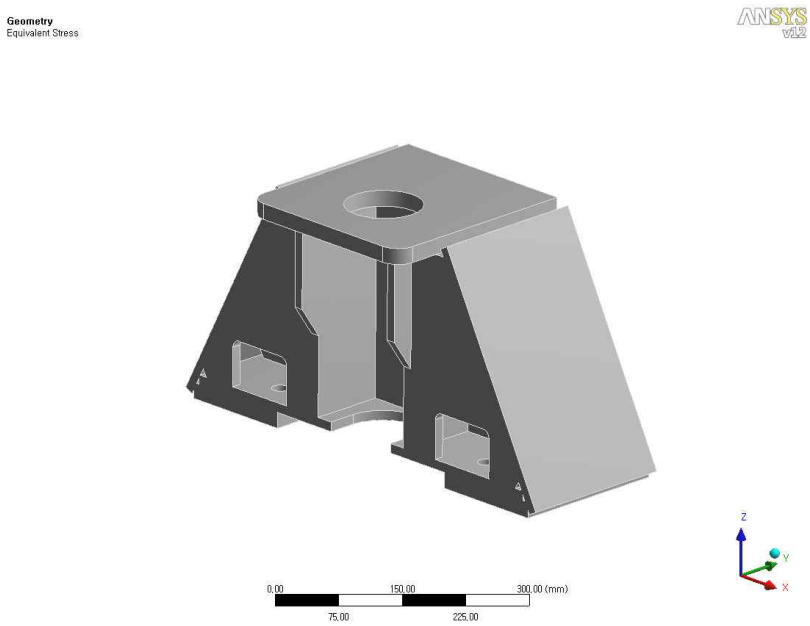


3. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 설계 성능검증(구조해석)

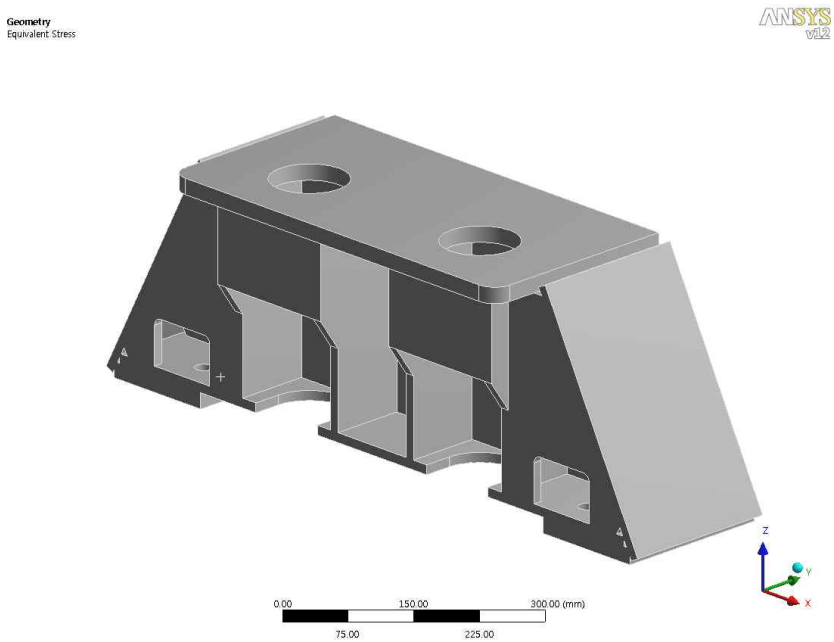
가. 해석모델 및 경계조건

o 해석모델

Single/Double Locking Device의 3D 형상과 유한요소모델을 나타내었음

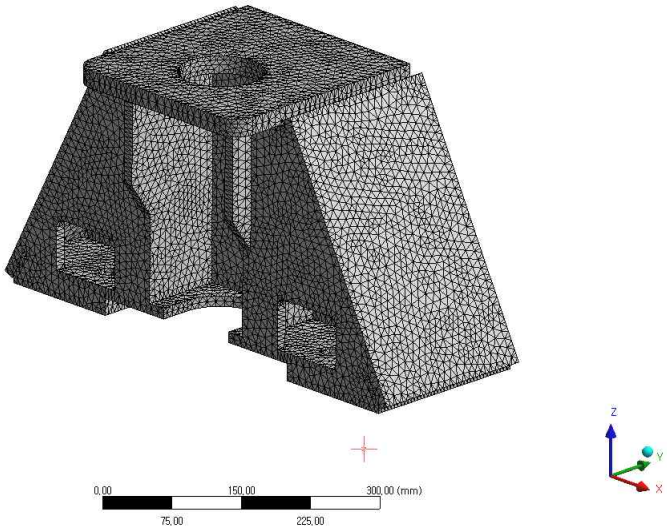


(a) Single Locking Device

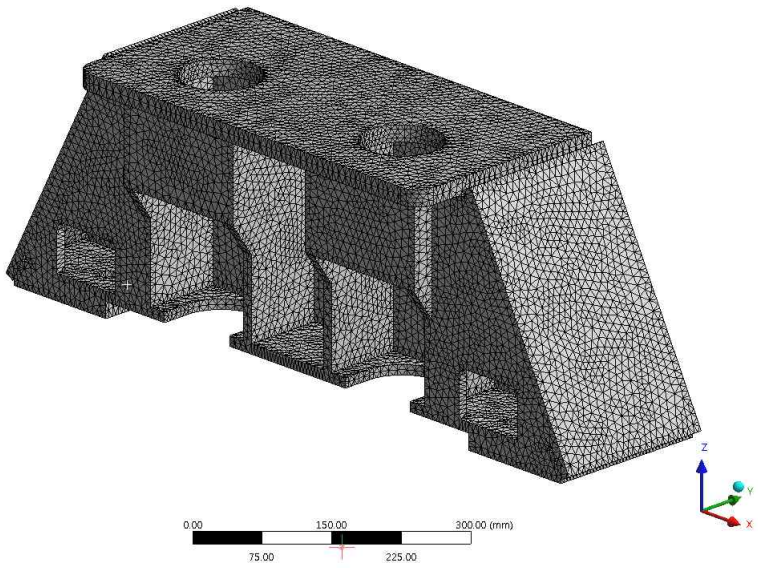


(b) Double Locking Device

<Locking Device의 3D 형상>



(a) Single Locking Device



(b) Double Locking Device

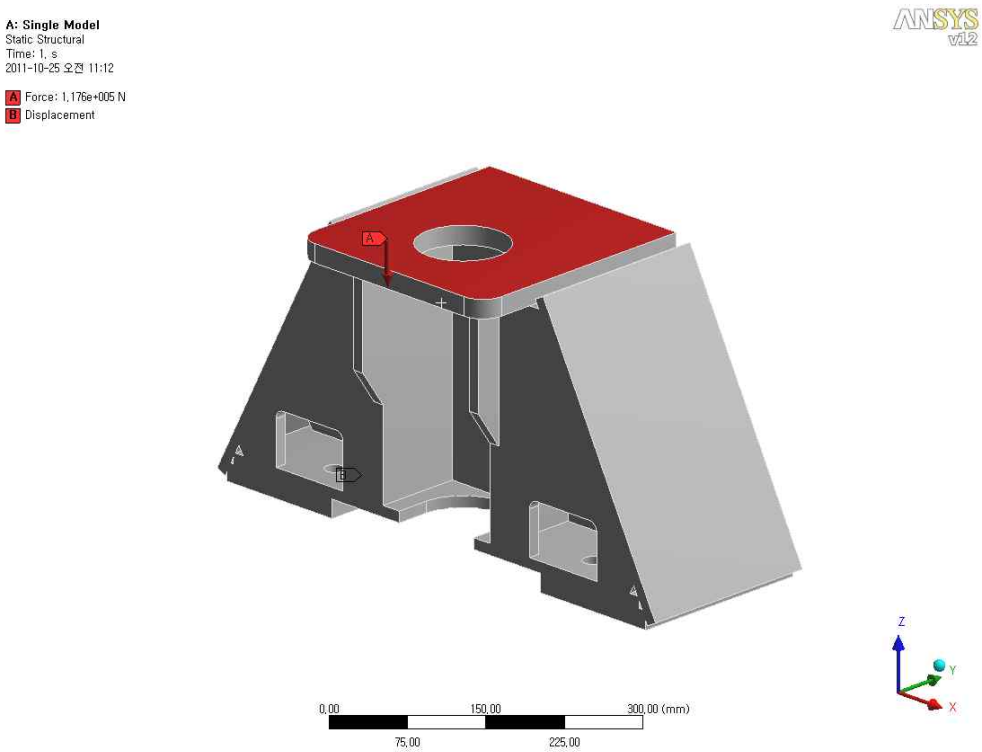
<Locking Device의 유한요소모델>

나. 하중 및 경계조건

o Locking Device는 Single Model과 Double Model로 나뉘며, Single Model의 경우 40ft 컨테이너와 20ft 컨테이너가 모두 적재되므로 40ft 컨테이너 기준으로 설계하고, Double Model의 경우 20ft 컨테이너 적재 시 사용되므로 20ft 컨테이너 기준으로 설계함. 각 Locking Device의 구조해석을 위한 하중조건은 다음과 같음

(1) Single Model : 40ton×1.2(동적계수)×9,800/4 = 117,600N

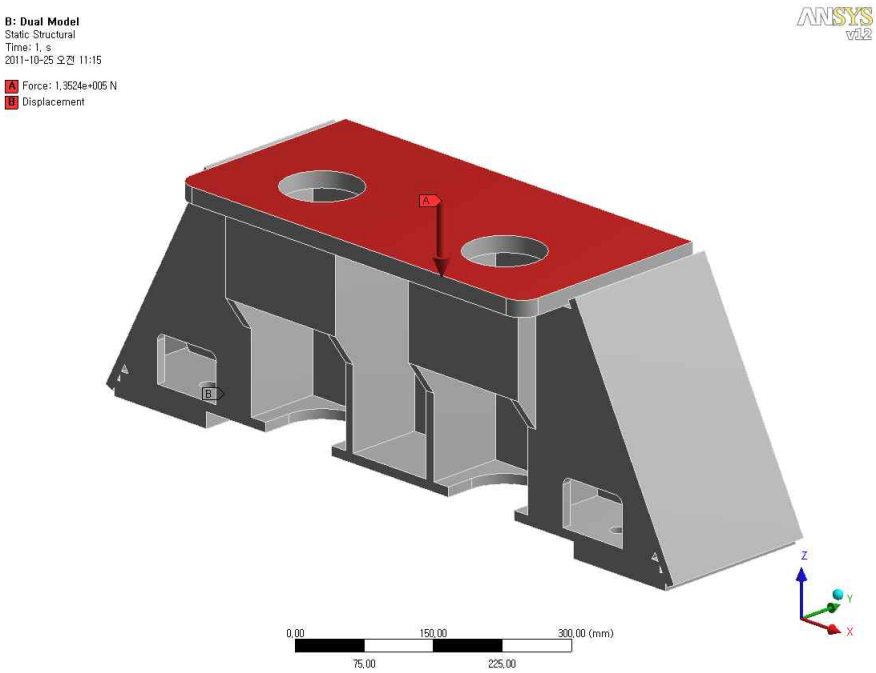
o 40ft 컨테이너가 장착될 때 큰 하중이 걸리므로 40ton을 기준(실제로 40ft 컨테이너의 적재중량은 30ton 미만이지만 40ton을 적용)으로 하고, 경계조건은 Device의 바닥면의 수직방향 변위를 구속하였음



<Single Locking Device의 하중 및 경계조건>

(2) Double Model : 23ton*1.2(동적계수)*9800/2 = 135,240N

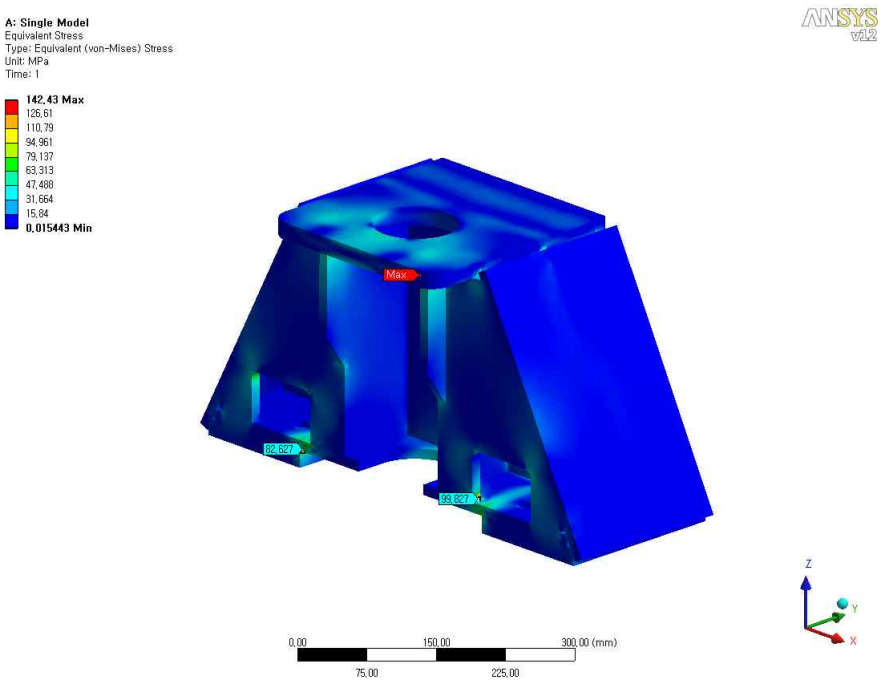
o 20ft 컨테이너가 2개 장착될 때 하중이므로 20ft 컨테이너 자중 23ton 적용)
경계조건은 Device의 바닥면의 수직방향 변위를 구속하였음

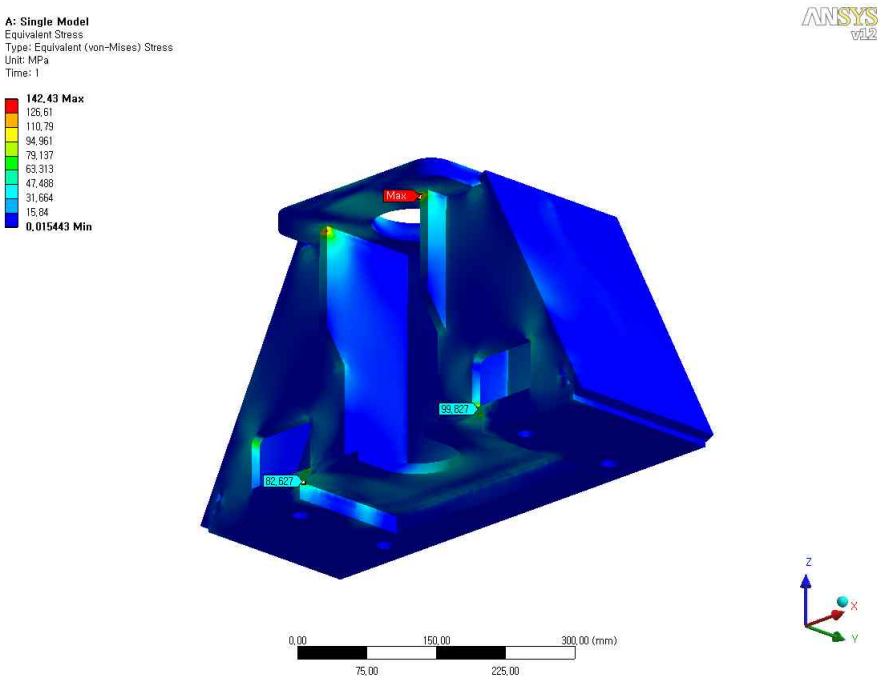


<Double Locking Device의 하중 및 경계조건>

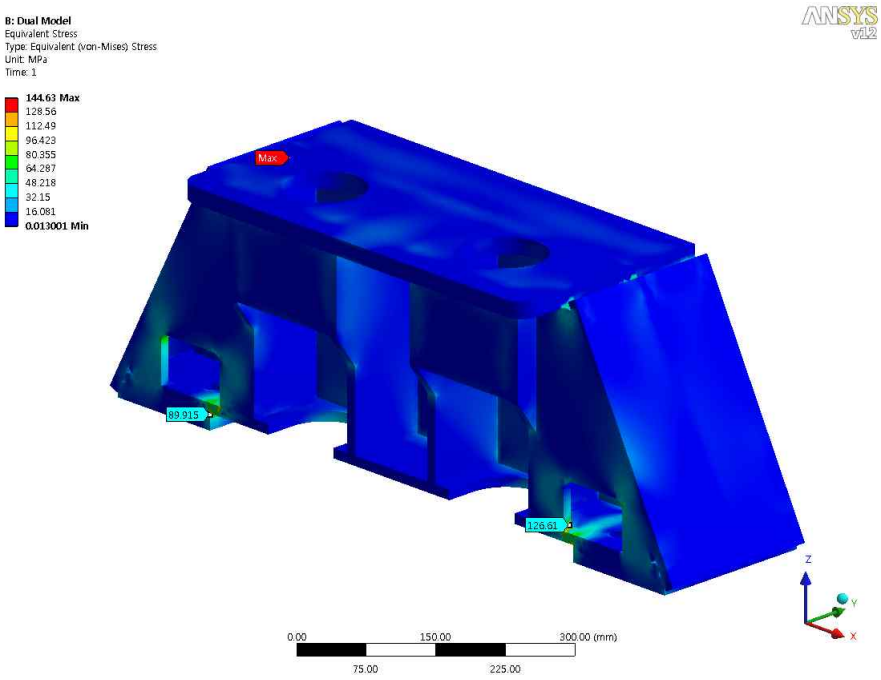
다. 해석결과

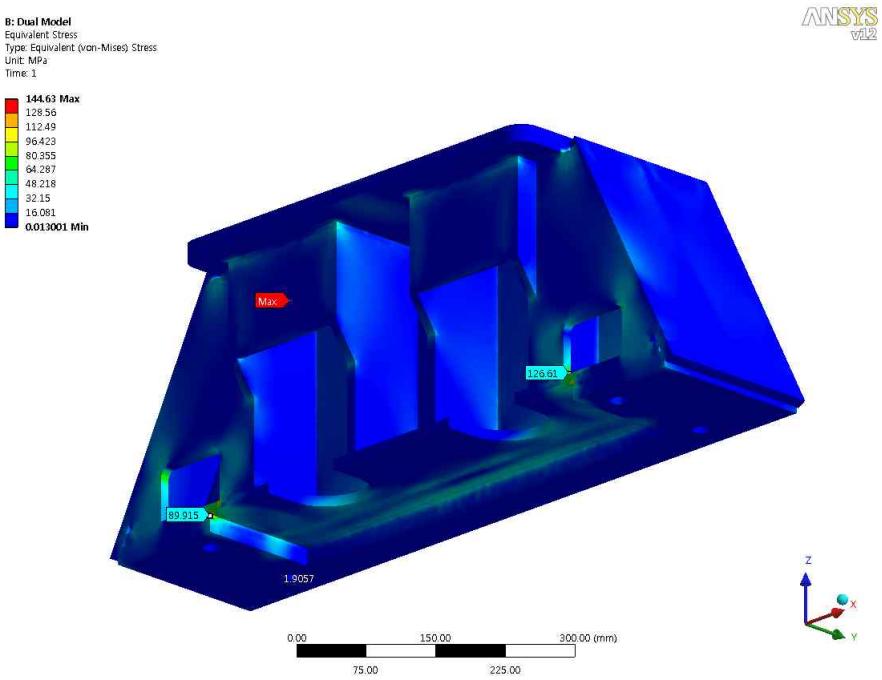
o 각 Locking Device의 응력분포를 각각 나타내었음





<Single Locking Device의 응력분포도>





<Double Locking Device의 응력분포도>

o 각 모델 별 최대응력 및 안전율은 아래와 같음

Model	Material	Yield Strength	Max. Stress	Safety Factor
Single	SS400	235MPa 이상	142MPa	1.65 이상
Double	SS400	235MPa 이상	145MPa	1.62 이상

- 해석결과 최대발생응력은 Single Model은 142MPa, Double Model은 145MPa로 나타남
- SS400 소재의 항복강도가 235MPa 이상이므로 구조 안전율은 1.65와 1.62 이상이 됨
- 따라서 안전율 1.6을 만족하므로 구조적으로 안전함

4. 화차 운행 중 탈부착식 컨테이너 록킹장치 작용하중과 볼트 설계하중 계산

가. 목적

o 화차 거동 변화 시 컨테이너 콘디바이스의 강도계산을 위한 하중 산출
o 화차지지용 볼트 선정을 위한 하중 산출

나. 화차 관심 거동 변화 및 발생되는 작용하중의 종류

o 급제동 시 : 컨테이너는 전방으로 관성력 발생
o 급출발 시 : 컨테이너는 후방으로 관성력 발생
o 좌선회 시 : 컨테이너는 우측(바깥쪽)으로 원심력 발생
o 우선회 시 : 컨테이너는 좌측(바깥쪽)으로 원심력 발생

다. 화차 거동 변화에 따른 작용 하중 산출

o 화차 거동 변화에 발생작용하중을 산출하기 위한 가정은 다음과 같음
- 급출발보다는 급제동 시가 더 큰 가속도를 가지며, 화차의 최고속도가 150Km/h이고 비상제동 거리가 600m(철도차량 핸드북 P299 참고)임
- 선회(좌선회, 우선회) 시의 최소 곡선반경은 600m로 함(철도차량 핸드북 P9 참고)

(1) 비상제동 시(급제동 시)의 가속도와 관성력

o 최고속도가 120Km/h 주행 중 비상제동 시가 최대 가속도 발생시점이며, 이때의 가속도($a_{급제동}$)은 $V_{종속}^2 - V_{초속}^2 = 2 \cdot a \cdot S$ 의 식으로 계산 가능함

o 급제동 시 $V_{초속} = 120Km/h = 33.3\,m/s$, $V_{종속} = 0$, $S_{제동거리} = 600\,m$ 이므로

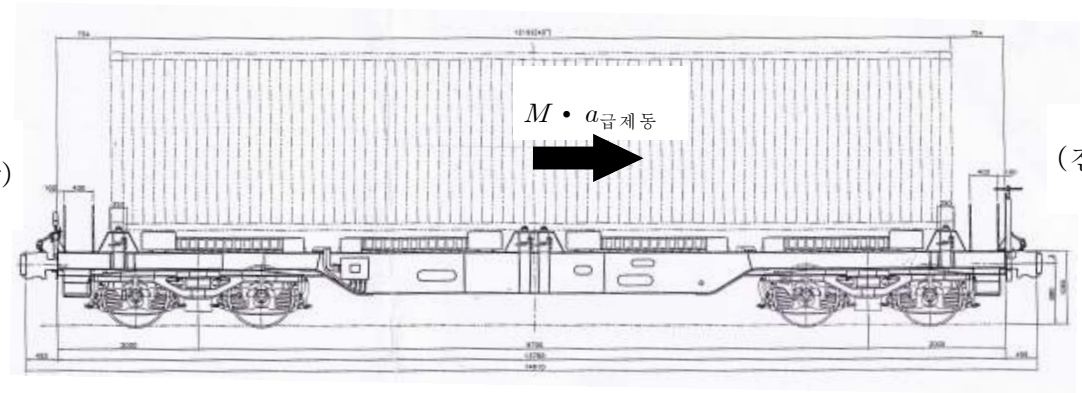
$a_{급제동} = 33.3^2/(2 \cdot 600) = 0.93\,m/s^2 = 3.3\,Km/h/s$ 임

o 그러나 충분한 안전율을 고려하여 $a_{급제동,최대} = 1.5\,m/s^2$ 을 가정함

o 계산된 상기 제동가속도는 철도차량 핸드북(P299, 그림 12-12)에 표시된 제동 초속도와 필요 감속도 관계 그래프와 잘 부합하고 있음. 아래의 그림 <비상제동 시의 관성력>은 급제동 시의 컨테이너에 의한 관성하중을 나타내고 있으며 컨테이너의 질량(M)이 48ton(=48,000Kg)이면

o 최대 관성력(F급제동)은 F급제동= $M \cdot a_{급제동,최대}$ = = 48,000×1.5 = 72,000N 임

(후방)



(전방)

<비상제동 시(급제동 시)의 관성력($V_{초속} = 120Km/h$, $S_{제동거리} = 600\,m$)>

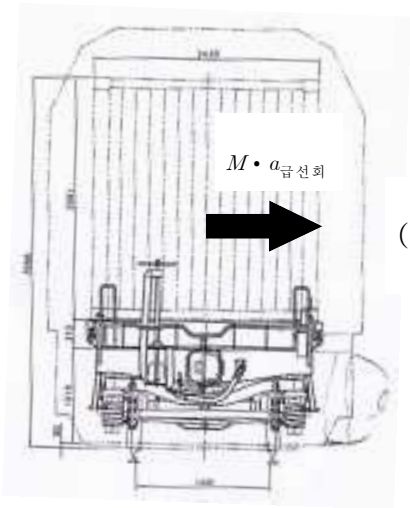
(2) 급선회 시의 가속도와 원심력

o 최고속도가 120Km/h이고 최소 곡선반경으로 주행하는 경우에 최대 횡방향(옆방향) 가속도가 발생됨. 이때의 가속도($a_{급선회}$)는 $a = V_{속도}^2/R_{반경}$ 의 식으로 계산할 수 있음

$V_{속도} = V_{최고속도} = 120\,Km/h = 33.3\,m/s$ 이고 $R_{반경} = R_{최소반경} = 600m$ 이므로

$a_{급선회} = V_{최고속도}^2/R_{최소반경} = (33.3)^2/600 = 1.85\,m/s^2$ 임

o 아래의 그림<좌회전 시 발생하는 원심력>은 좌측방향으로 급선회 시 컨테이너 자중에 의한 원심력을 나타내고 있으며 컨테이너의 질량(M)이 48ton(=48,000Kg)이면 최대 원심력(F급선회)은 F급선회= $M \cdot a_{급선회}$ = 48,000×1.85 = 88,800N 임. 한편 우측방향으로의 급선회 시의 원심력은 크기는 동일하고 원심력의 방향이 반대방향임

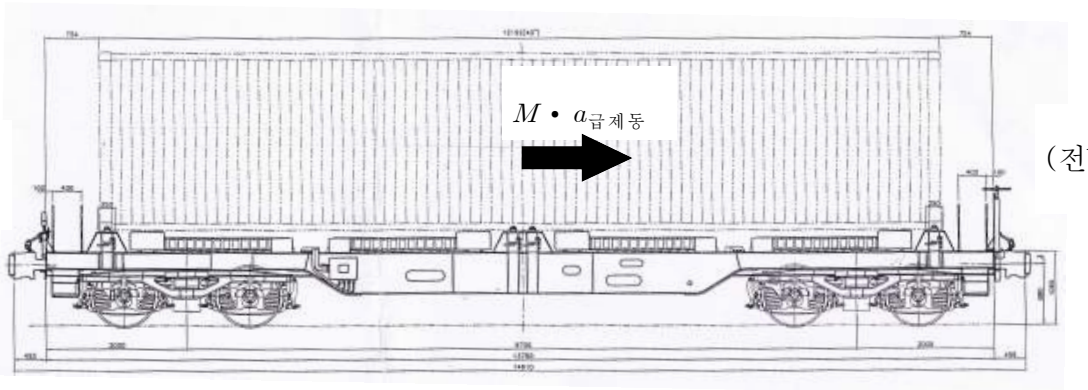
(내측) 

(외측)

<좌선회시 발생하는 원심력
($V_{초속} = 120Km/h$, $R_{최소반경} = 600m$)>

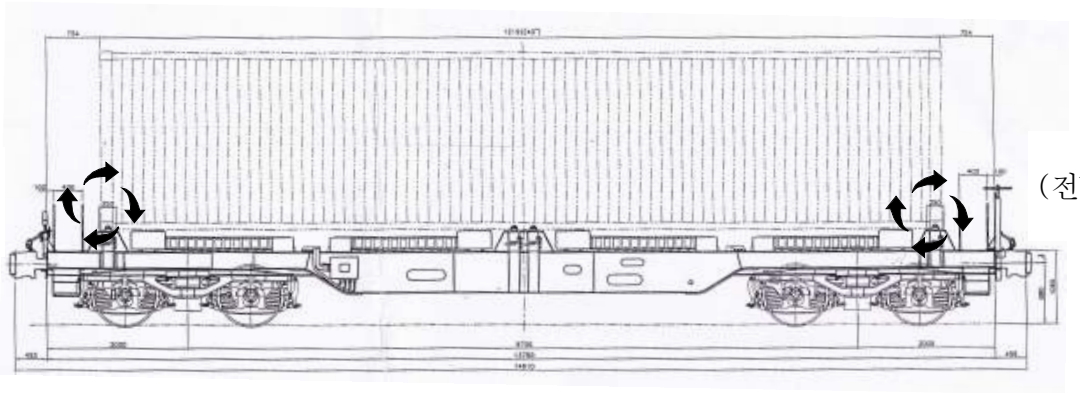
(3) 록킹장치(Locking Device)에 작용하는 하중

(가) 비상제동 시 관성력에 의한 록킹장치에서의 발생하중

(후방) 

(전방)

<비상제동 시(급제동 시) 관성력>

(후방)  (전방)

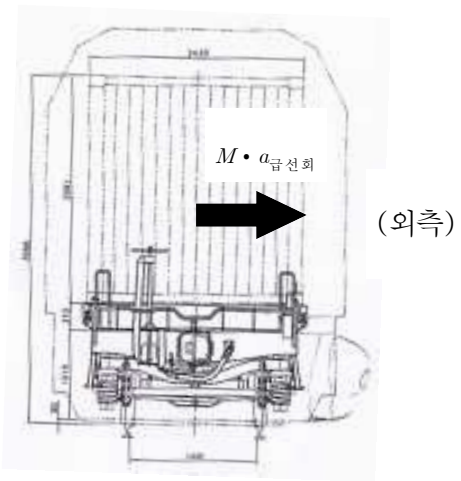
<비상제동 시 록킹장치 발생 하중>

o 비상제동 시 관성력은 위 그림<비상제동 시 관성력>과 같으며, 이 관성력은 그림<비상제동 시 록킹장치 발생 하중>과 같이 4곳의 록킹장치에 토크를 발생시킴. 관성력에 의한 전체 토크(Ttotal)는

Ttotal = $M \cdot a_{\text{급제동}} \cdot H/2 = 72{,}000 \cdot 1.3 = 93{,}600\,N \cdot m$ 임. 여기에서 H는 컨테이너의 높이를 나타냄(H=2,600mm)

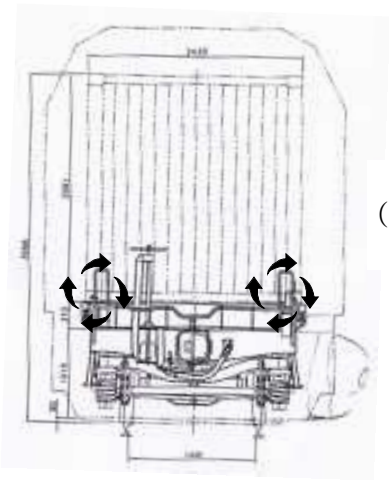
o 한편 컨테이너 무게중심의 위치가 컨테이너 길이방향의 중심에 있다고 가정하면 록킹장치 1개당 토크(TLocking, 제동)는 관성력에 의한 전체 토크(Ttotal, 제동)는 1/4에 해당하므로 록킹장치 1개당 토크(TLocking, 제동)는 TLocking, 제동 = $23{,}400\,N \cdot m \fallingdotseq 25{,}000\,N \cdot m$ 임

(나) 급선회 시 원심력에 의한 록킹장치에서의 발생하중

(내측) 

(외측)

<급선회 시 발생하는 원심력>

(내측)  (외측)

<원심력에 의한 록킹장치 발생 하중>

o 급선회 시 원심력은 그림<급선회 시 발행사는 원심력>과 같으며, 이 원심력은 그림<원심력에 의한 록킹장치 발생 하중>과 같이 4곳의 록킹장치에 토크를 발생시킴. 원심력에 의한 전체 토크(Ttotal, 선회)는 Ttotal, 선회 = $M \cdot a_{\text{급선회}} \cdot H/2 = 88{,}800 \cdot 1.3 = 115{,}440\,N \cdot m \fallingdotseq 120{,}000\,N \cdot m$ 임. 여기에서 H는 컨테이너의 높이를 나타냄(H=2,600mm)

o 한편 컨테이너 무게중심의 위치가 컨테이너 폭방향의 중심에 있다고 가정하면 록킹장치 1개당 토크(TLocking, 급선회)는, 관성력에 의한 전체 토크(Ttotal)에 1/4에 해당하므로 록킹장치 1개당 토크(TLocking, 급선회)는 TLocking, 급선회 = $28{,}831\,N \cdot m \fallingdotseq 30{,}000\,N \cdot m$ 임

o 비상제동 시와 급선회 시 1개의 록킹장치에서 발생되는 토크를 산출한 결과를 정리하면 다음과 같음

- 비상제동 시 : TLocking, 제동 = $25{,}000\,N \cdot m$
- 급선회 시 : TLocking, 급선회 = $30{,}000\,N \cdot m$

(4) 록킹장치(Locking Device) 고정용 볼트에 작용하는 하중

(가) 비상제동 시 관성력에 의한 록킹장치 고정용 볼트에 작용하는 하중

o 앞서 계산한 바와 같이 비상제동 시 최대 관성력(F급제동)은 F급제동= $M \cdot a_{\text{급제동,최대}}$ = 48,000×1.5 = 72,000N 임

o 볼트 최대 전단력 : 제동에 의한 최대 관성력(18,000N)이 컨테이너의 바닥면(무게중심이 바닥면에 있을 때)에 작용할 때 최대 전단력(72,000N)으로 발생함. 또한, 1개당 록킹장치는 길이방향으로 18,000N 의 하중을 받음. 또한, 1개의 록킹장치는 4개의 볼트로 고정되므로 1개의 볼트가 담당하는 전단력(shear force)은 F볼트전단, 최대 = $4{,}500\,N = 459\,Kgf \fallingdotseq 460\,Kgf$ 임

o 볼트 최대 인장력 : 제동에 의한 최대 관성력(18,000N)이 컨테이너의 중간 높이(무게중심이 H/2에 있을 때)에 있고 컨테이너의 후부가 들리는 경우에 후부에 위치하는 록킹장치(2개)가 받는 수직방향의 하중은 다음의 관계식으로부터 구할 수 있음

- 최대관성력 * 1.3m (H/2) = 후부에 위치하는 록킹장치가 받는 수직방향 하중 * 12.2m(40ft) 관계식으로부터 2개의 후부 록킹장치가 받는 전체 수직방향 하중은 $1{,}918\,N = 195.7\,Kgf \fallingdotseq 200\,Kgf$ 임. 후부 록킹장치가 2개이고, 1개의 록킹장치는 4개의 볼트로 고정되므로 1개의 볼트가 담당하는 수직방향 최대 하중인 최대 인장력(tensile force)은 F볼트인장, 최대 = $200/8\,Kgf = 25Kgf$임

(나) 급선회 시 록킹장치 고정용 볼트에 작용하는 하중

o 앞서 계산한 바와 같이 급선회 시 발생하는 최대 원심력(F급선회)은 F급선회= $M \cdot a_{\text{급선회,최대}}$ = 88,800N 임

o 볼트 최대 전단력 : 급선회에 의한 최대 원심력(88,800N)이 컨테이너의 바닥면(무게중심이 바닥면에 있을 때)에 작용할 때 최대 전단력(88,800N)으로 발생함. 또한, 1개당 록킹 장치는 폭방향으로 22,200N 의 하중을 받음. 또한, 1개의 록킹장치는 4개의 볼트로 고정되므로 1개의 볼트가 담당하는 전단력(shear force)은 F볼트전단, 최대 = $5{,}550\,N = 566\,Kgf \fallingdotseq 570\,Kgf$ 임

o 볼트 최대 인장력 : 급선회에 의한 최대 원심력(88,800N)이 컨테이너의 중간 높이(무게 중심이 H/2에 있을 때)에 있고 컨테이너의 내측(안쪽)부가 들리는 경우에 내측(안쪽)에 위치하는 록킹장치(2개)가 받는 수직방향의 하중은 다음의 관계식으로부터 구할 수 있음

- 최대원심력 * 1.3m (H/2) = 내측에 위치하는 록킹장치가 받는 수직방향 하중 * 2.44m(W, 폭방향)
- 관계식으로부터 2개의 내측(안쪽)부 록킹장치가 받는 수직방향 하중은 $47{,}312\,N = 4{,}828\,Kgf$ 임. 내측(안쪽)부 록킹장치가 2개이고, 1개의 록킹장치는 4개의 볼트로 고정되므로 1개의 볼트가 담당하는 수직방향 최대 하중인 최대 인장력은 F볼트인장, 최대 = $4{,}828/8\,Kgf = 1{,}207\,Kgf$ 임

(다) 록킹장치 고정용 볼트에 작용하는 인장력과 전단력

o 비상제동 시와 급선회 시를 고려하여 록킹장치 고정용 볼트에 작용하는 인장력과 전단력을 각각 구한 결과를 정리하면 다음과 같음

구 분	설계 하중	비상 제동 시	급선회 시
인장력	인장력 설계하중 = $1{,}207\,Kgf$	$25\,Kgf$	$1{,}207\,Kgf$
전단력	전단력 설계하중 = $570\,Kgf$	$460\,Kgf$	$570\,Kgf$

o 비상제동 시 보다는 급선회 시가 인장력과 전단력이 높게 계산되었고, 볼트를 선정하는 기준은 급선회 시의 인장력과 전단력을 고려한 설계하중으로 선정되어야 함

(라) M20 볼트를 선정하는 경우의 안전율 계산

o 열처리된 S45C(탄소강) 재질의 M20 볼트를 사용한다면 탄소강의 항복응력(σy)은 약 40Kgf/㎟임. M20의 유효 단면적은 254㎟(최소내경이 약 18mm)이므로

o 최대 가능 인장력(F볼트, 인장력)은 항복응력(σy) × 유효단면적 = 40 × 254 = 10,173Kgf 이고,

o 최대 가능 전단력(F볼트, 전단력)은 항복응력(σy)/2 × 유효단면적 = 40/2 × 254 = 5,087Kgf 임

o 인장력과 전단력에 대한 안전율은 다음과 같음

- 인장력에 대한 안전율(S인장)은 S인장 = 최대 가능 인장력 / 인장력 설계하중 = 10,173 / 1,207 =8.5
- 전단력에 대한 안전율(S전단력)은 S전단 = 최대 가능 전단력 / 전단력 설계하중 = 5,087 / 570 =8.9 -> 안전율은 8 이상임

o 따라서 S45C(탄소강) 재질의 M20 볼트를 사용하는 것이 안정적이라 판단됨

5. 탈부착식 컨테이너 록킹장치 제작 및 설치

가. 작업 순서

① 기존 DMT 록킹장치 제거
- 록킹장치, 가이드레일, 스토퍼 등 제거

② 신규 컨테이너 록킹장치 설치
- 1단 록킹장치(일반 평판컨테이너용) 설치 후 2단 록킹장치(DMT용) 설치
- 리치스태커 사용하여 컨테이너 록킹 유무 확인

나. 세부 추진 현황

① 기존 DMT 록킹장치 제거 작업



② 신규 컨테이너 록킹장치 1단(일반 평판컨테이너용) 설치














③ 신규 컨테이너 록킹장치 2단(DMT용) 설치



제 6 절 환적시스템 응용기술을 위한 견인(암롤)차량 운영기반 조사

1. 조사 목적 및 내용

가. 조사목적

o 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 과제의 원활한 설계 및 컨셉 구성을 위해 현재 운영중인 비슷한 유형의 환적시스템에 대한 운영현황 및 실태조사를 통해 얻은 자료를 바탕으로 실용화가 가능한 구체적 설계 컨셉 선정 및 실용화 방안을 제시함을 목적으로 함

나. 조사내용

o 시설 현황
o 상하역 장비 및 운송장비 실태
o 운영주체 및 장비현황
o 현장사진

2. 견인차량(암롤트럭) 운영조사 내용

가. 안양시 자원회수시설

(1) 자원회수시설 개요

준공일	규 모	처리방식	처리능력	공사내역	위탁운영사
1993.12.15	대지 13,045㎡ 건물 6,286㎡	스토카형 (연속식)	약 200톤 / 일	사업비 198억 원 착공 91.01.08	동부건설



<안양시 자원회수시설 전경>

(2) 처리과정

o 암롤트럭 차량입고 → 소각로로 이동 → 덤프하여 소각로 투하



<소각로 투하 과정>

나. 안양시 생활폐기물 적환장

(1) 자원회수시설 개요

준공일	규모	처리 능력	부대시설				
			재활용 선별장	세차장	차고지	음식물 자원화 시설	생활폐기물 상차시설
93.03.06	12,741㎡	500톤/일	2,000㎡	410㎡	2,080㎡	726㎡	6,021㎡





<안양시 생활폐기물 적환장 전경>

(2) 처리과정

o 암롤트럭 차량입고 → 폐기물 상하차 시설에 암롤박스 하차 → 구분작업





다. 국내 견인차량 조사 및 분석

(1) 국내 견인차량 (암롤트럭) 제원 예시

항목 / ITEM		5 TON 4*2	8.5 TON 4*2	11.5 TON 6*4	19 TON 8*4	23 TON 10*4
전장(a) / Overal Length(mm)		6,540	7,850	9,120	10,770	11,240
전폭(b) / Overal Widht(mm)		2,160	2,480	2,490	2,490	2,495
전고(c) / Overal Height(mm)		2,850	3,600	3,435	3,795	3,810
축거(d) / Wheel Base(mm)		3,785	4,650	5,895	7,300	7,850
적재함 Cargo	장(e) / Length(mm)	3,600	4,800	6,100	7,000	7,800
	폭(f) / Width(mm)	1,900	2,300	2,300	2,300	2,300
	고(g) / Height(mm)	1,510	1,700	1,832	2,080	2,150
	거(h) / Base(mm)	10.3	18.8	25.7	33.4	38.6
엔진 Engine	출력 / Max.Power	170/2900	225/2,200	330/2,200	340/2,200	360/2,400
	토르코 / Max.Torque	44.5/1400	119/1,400	119/1,400	125/1,400	140/1,100
차량중량 / Vehicle Width(kg)		5,260	13,020	13,020	15,530	15,380
최대적재량 / Max.Payload(kg)		5,000	11,500	11,500	18,000	20,000
차량총중량 / G.V.W(kg)		9,925	24,650	24,650	30,660	35,510

(2) 견인차량 예시 1 ~ 25톤 암롤트럭



▶ 가장 많은 적재중량 상차가능
▶ 축간거리가 길어 과적위험도 상승 (총중량 및 축중량)
▶ 최대적재량 상차 시 덤프실린더 인양능력 한계치 고려할 필요 있음

적 용 차 종	현대 25TON 장축	작 동 방 식	AIR CONTROL 방식
축 간 거 리	7,800~7,850 MM	펌 프 유 량	108 CC
서 브 후 레 임	ATOS80 or SM재질철판	유압탱크용량	72 L
덤프실린더 인양능력	28TON	사 용 압 력	280 bar
유 압 펌 프	450bar용 고압펌프(주물)	박 스 용 적	24~50㎥

(3) 견인차량 예시 2 ~ 16톤 암롤트럭



▶ 가장 많이 사용되는 차량종류
▶ 축간거리가 상대적으로 짧음
(과적위험도 감소)
▶ 최대적재량 감소를 감수해야 함

적 용 차 종	대 우 16TON 표준	작 동 방 식	AIR CONTOLL 방식
축 간 거 리	6,275MM	펌 프 유 량	108CC
서 브 후 레 임	ATOS80 or SM재질철판	유압탱크용량	72 L
덤프실린더인양능력	28TON	사 용 압 력	280bar
유 압 펌 프	450bar용 고압펌프(주물)	박 스 용 적	18~32㎥

라. 견인시스템 연구개발 방향 장/단점 분석

구 분	기존 차량 사용	기존 차량 개조	신규 차량 제작
장 점	- 연구비용 절감가능 - 표준화/규격화 유리 - 상하역 장비 불필요	- 신규차량제작 대비 연구비 절감 가능 - 최소개조로 실용화 유리	- 원하는 연구방향으로 제작 가능
단 점	- 화차 상하차 능력 검증 필요 - 유압실린더 개조 시 - 기존차량 임차 어려움	- 실린더 개조 비용과다 소요 시 경제성 부족 - 기존차량 임차비용 증가 (실린더개조 및 원상복구)	- 연구비용 과다소요 - 표준화/규격화 불리

o 견인시스템 연구개발 방향
- 기존 차량 적용
- 연구비 절감 및 표준화/실용화 유리
- 덤프실린더 인양능력에 따라 다양한 규격의 적재용기 상하차 가능

3. 암롤박스(적재용기) 운영조사 내역

가. 국내 암롤박스 제원 예시

암롤박스(Armroll Box)

ITEM / TON	1.4tons	2.5tons	4.5tons	5tons	8.5tons	11.5tons	16tons
길 이/Length (mm)	2,440	2,800	3,600	3,600	4,800	5,900	6,900
너 비/Width (mm)	1,500	1,600	1,900	1,900	2,300	2,300	2,300
높 이/Height (mm)	1,000	1,100	1,200	1,320	1,500	1,850	2,250
용 적/Volume (㎥)	3.7	5	8	9	16	25	35

o 20FT 규격 : 5,898 X 2,348 X 2,376 (용적 33.2 CBM)
o 제작 업체별 규격 차이가 존재하며, 주문제작이 가능

나. 국내 암롤박스 예시 1 ~ 16.5톤 규격



▶ 16.5톤 상차가능한 암롤박스
▶ 덮개 부착 및 부식방지를 위해 두꺼운 강화철판 사용

다. 국내 암롤박스 예시 2 ~ 5톤 규격



▶ 5톤 상차가능한 암롤박스
▶ 견인고리 모양은 적재량과 관계 없이 일정함

라. 탈부착식 수송용기 제원



마. 적재용기 연구개발 방향 장/단점 분석

구 분	기존 암롤박스 사용	철도기술연구원 탈부착식 수송용기 사용	신규 적재용기 제작
장 점	– 연구비용 절감가능(구입) – 표준화/규격화 유리 – 회전장치 설계에 따라 다양한 규격 가능	– 연구비용 절감가능 (철도연 제작의뢰) – 수요처 협조 원활	– 회전장치 설계 및 화물의 특성에 따라 다양한 규격 사용 가능 – 연구과제 취지에 적합
단 점	– 상하역 능력 검증 필요 – 화차 1량에 2대 이상 상차 시 대형 암롤박스 사용 불가(적재중량 감소)	– 회전장치가 부착된 화차에 20FT 2대 상차 불가능 – 다양한 규격 사용 불가	– 연구비용 과다 소요 – 표준화/규격화 불리

o 적재용기 연구개발 방향

– Target 대상 화물 (석회석/무연탄 등)에 따른 다양한 규격이 필요하므로 신규 제작 필요

– 40FT 컨테이너 화차 기준으로 20FT 규격인 철도기술연구원 탈부착식 수송용기는 2대 부착 불가능

제 7 절 테스트베드 활용성 검토

(무동력 회전장치 환적시스템과 DMT 테스트베드 공동 사용 검토)

1. 테스트베드 현황

가. 테스트베드 개요

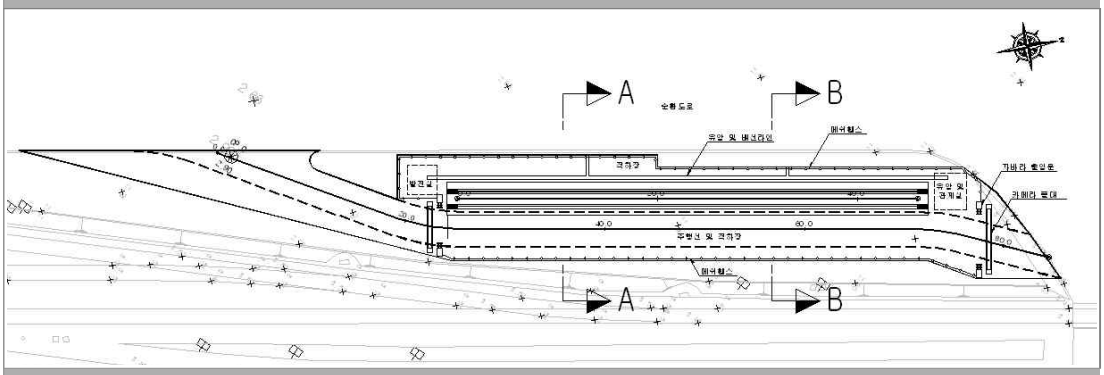
- o 위　치 : 경남 양산시 물금읍 중산리 1541-1번지 일원
- o 별도의 부지구입 비용 없음
- o 테스트 부지 접근성이 용이함(양산ICD 내 조차장)
- o 부지 주변의 장래 물류여건이 좋음
- o 국내 여건을 반영한 컨테이너 화물의 이적재 시뮬레이션이 가능함

나. 테스트베드 Layout

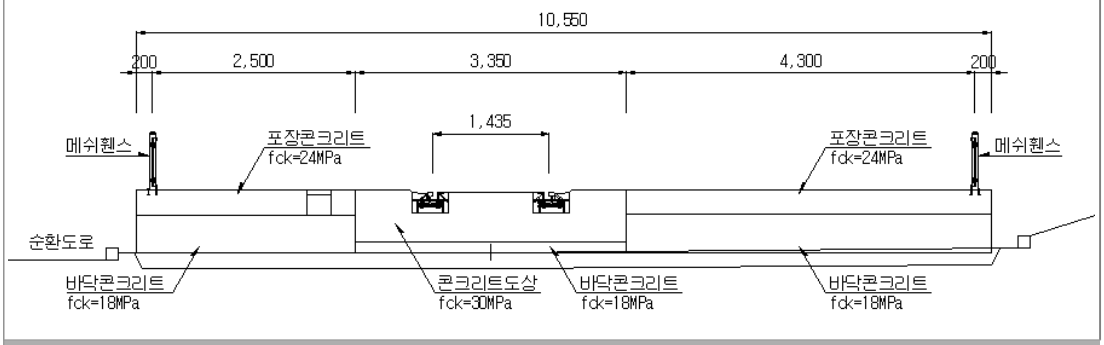


- o 테스트베드 위치 : 경상남도 양산시 물금읍 증산리 양산화물역 구내
- o 테스트베드 면적 : 약 780㎡
- o 양산ICD 내 양산화물역 부지
- o 보링공수 : 2 공

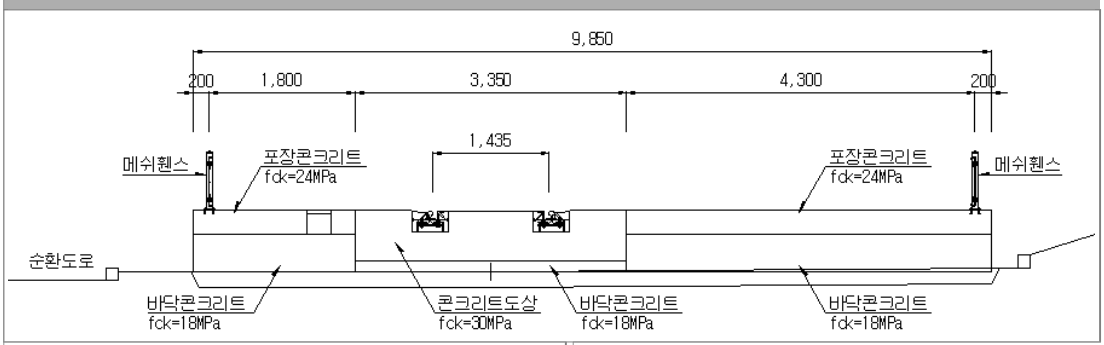
· 평 면



· 단면 A-A

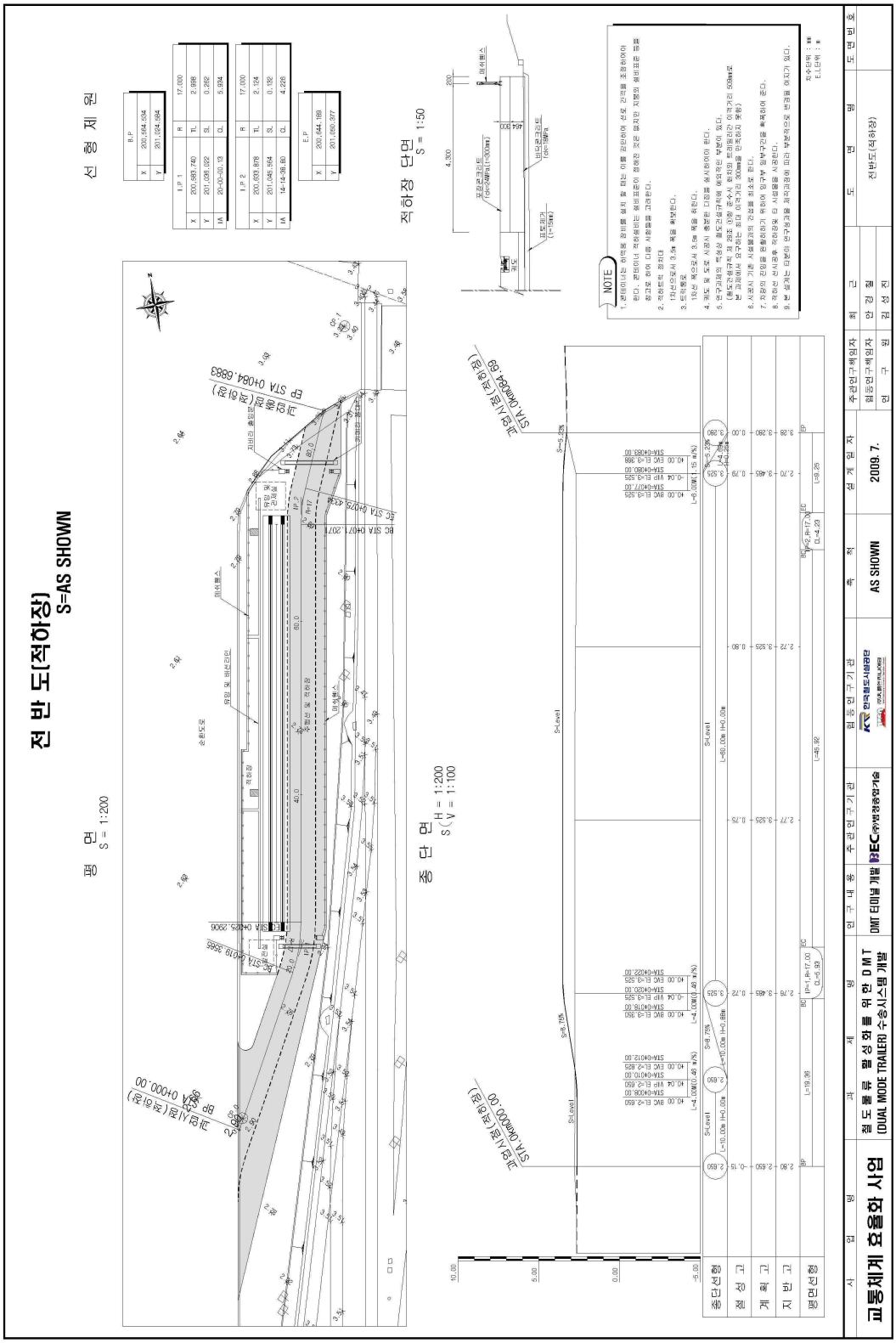


· 단면 B-B

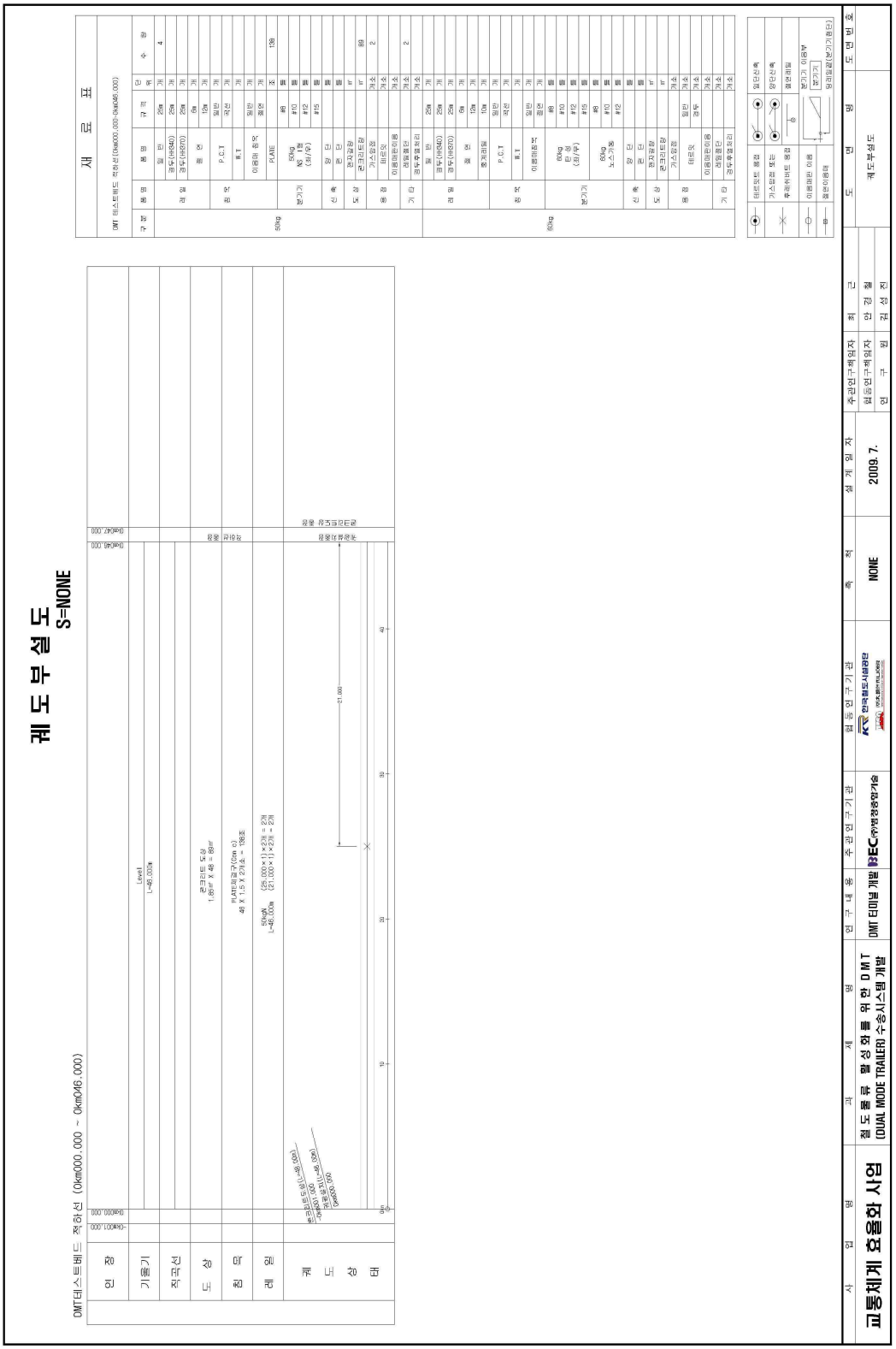


· 적용 차량 : 화차 3량	· 테스트 베드 설치 면적 : 788㎡
· 궤도 신설 : 46m	

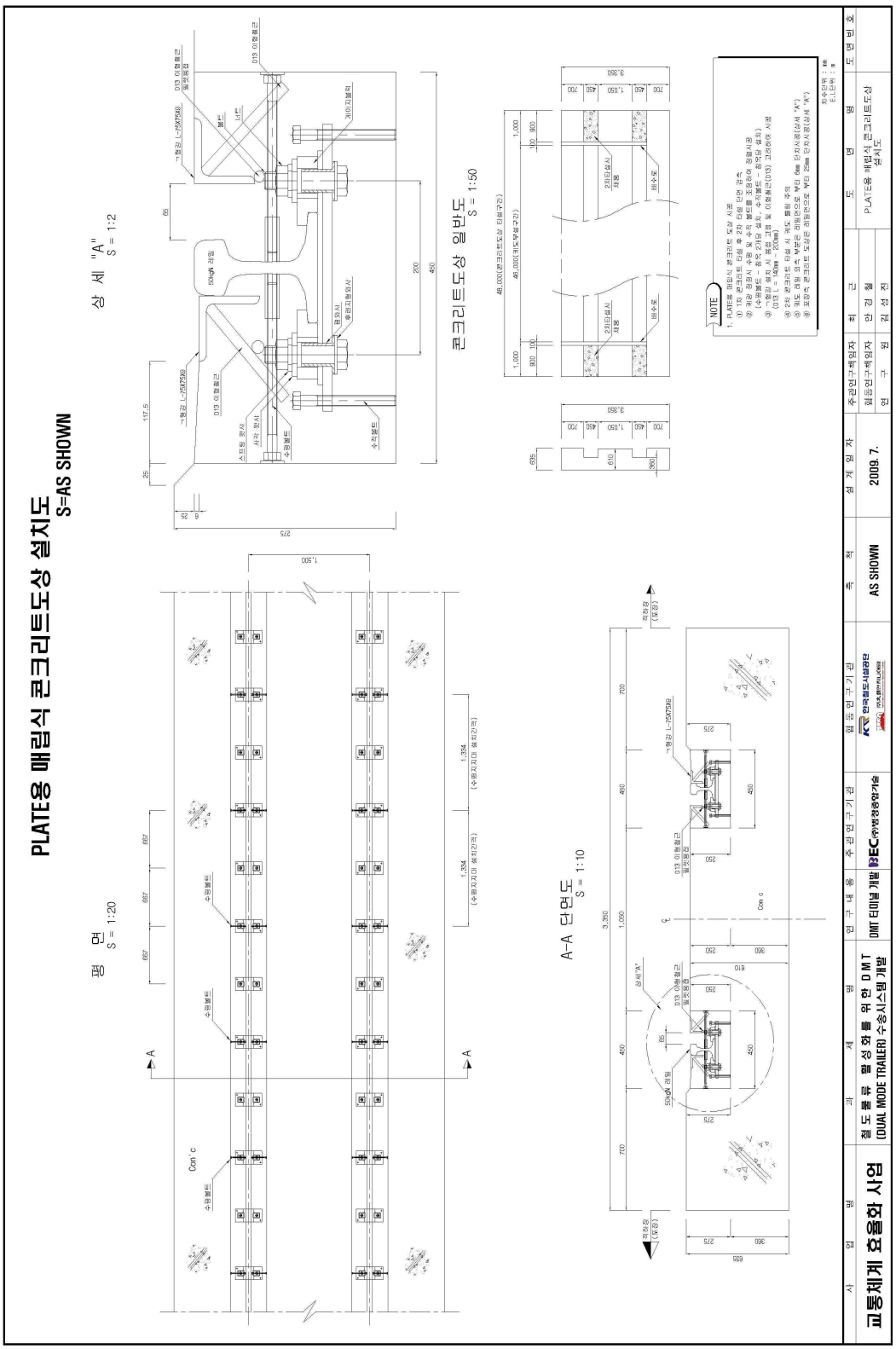
o 전반도(적하장)


전 반 도(적하장)
S=AS SHOWN
평 면
S = 1:200
종 단 면
H = 1:200
V = 1:100
적하장 단면
S = 1:50
선 형 제 원
NOTE
교통체계 효율화 사업
철도물류 활성화를 위한 DMT
(DUAL MODE TRAILER) 수송시스템 개발
DMT 터미널 개발
AS SHOWN
2009. 7.
전반도(적하장)

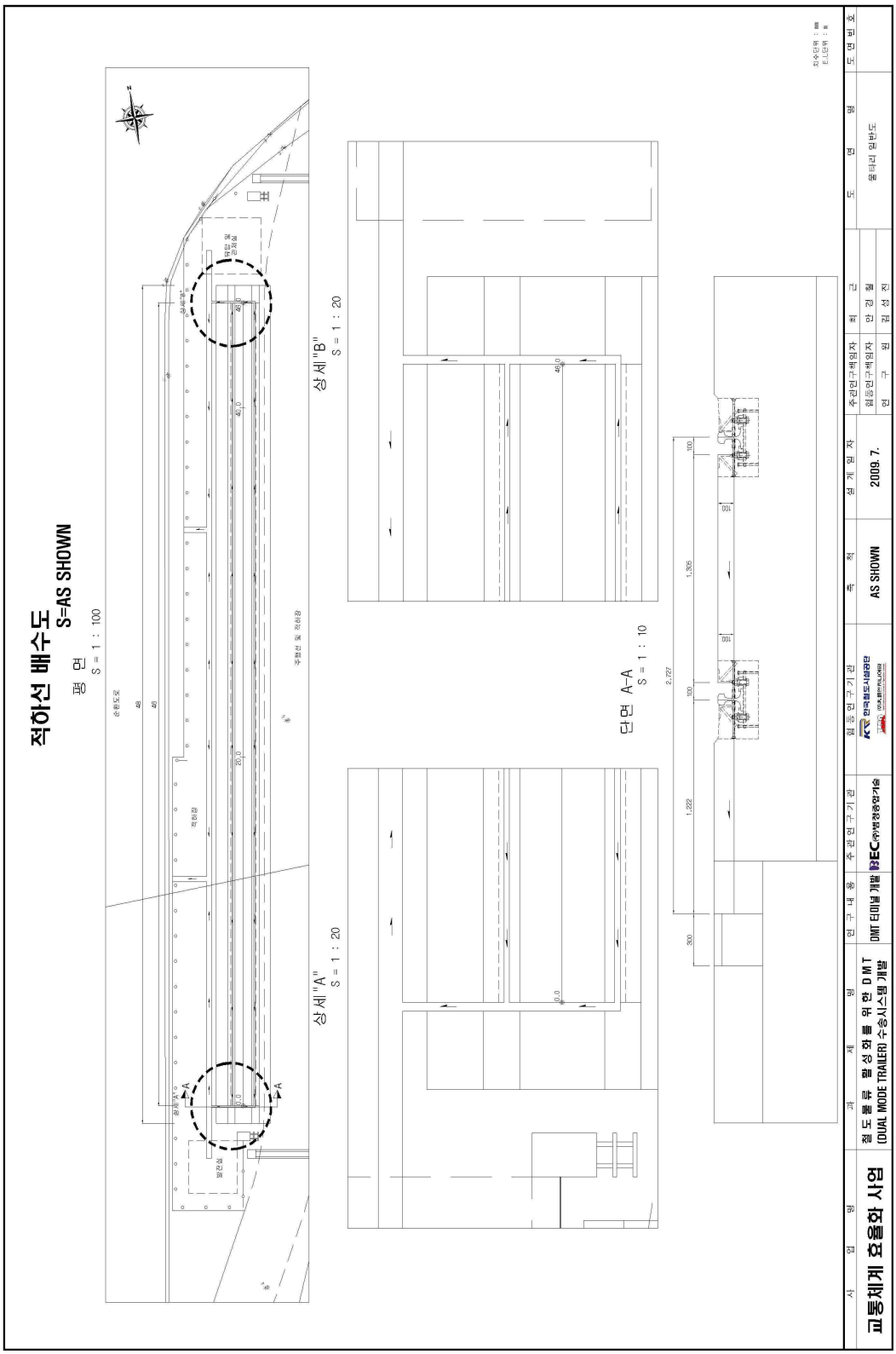
o 궤도부설도


궤 도 부 설 도
S=NONE
DMT테스트베드 적하선 (0km000.000 ~ 0km046.000)
재 료 표
교통체계 효율화 사업
철 도 물 류 활 성 화 를 위 한 D M T
(DUAL MODE TRAILER) 수송시스템 개발
DMT 테마널 개발
NONE
2009. 7.
궤도부설도

o PLATE용 매립식 콘크리트도상 설치도



o 적하선 배수도


적하선 배수도
S=AS SHOWN
평 면
S = 1 : 100
상 세 "A"
S = 1 : 20
상 세 "B"
S = 1 : 20
단면 A-A
S = 1 : 10
사 업 명
교통체계 효율화 사업
과 제 명
철도물류 물성화를 위한 DMT
(DUAL MODE TRAILER) 수송시스템 개발
연 구 내 용
DMT 터미널 개발
수 관 연 구 기 관
철도연구기관
AS SHOWN
2009. 7.
주관연구책임자
철도연구책임자
권 구 일
최 근
간 경 철
김 성 진
도 면 명
울타리 일반도
도 면 번 호

2. 회전장치를 이용한 환적시스템 테스트베드 사용 검토

가. 테스트베드의 필요성

o 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 목적에 부합되는 『테스트베드 설치』를 통해 향후 실용화를 위한 반복 시험운행을 통해 시제품의 문제점을 파악하고, 개선점을 파악하여 설계/제작에 반영함으로써 연구개발 기간 뿐 아니라, 이후에도 지속적으로 회전장치를 이용한 환적시스템 연구개발에 활용이 가능한 테스트베드 조성

o 고가선이 설치되어 있는 기존 철송 터미널 시설로는 적재용기를 철도차량에 견인장치를 이용한 환적을 진행할 수 없으므로 전용 터미널 개발이 필요하므로 견인장치 및 적재용기 등을 제어할 수 있는 전용 터미널 필요

나. 기존철송장 현황

(1) 의왕ICD 제2터미널



(가) 현황

o 제1터미널과 비교하여 상대적으로 물류 취급량이 적으며 공컨테이너 야적장의 역할을 수행하고 있으므로 작업공간 확보가 용이함. 또한, 2011년 7월에 시행된 DMT 수송시스템 시범운송을 통해 1번 선로가 종단부근 35m 정도 자갈궤도에서 콘크리트 매립식 궤도로 개량되어 있어, 작업이 편리함

(나) 검토의견

o 경인ICD 진출입로의 교통혼잡으로 활용이 어려움

o 회전장치의 회전각도 (약 45도)를 기준으로 견인장치를 비스듬하게 정차시켜야 하기 때문에 트랜스퍼 크레인 궤도와 중첩되어 테스트하기 어려움 있음

o 철송장 동남측의 부지활용 가능성을 총괄운영 주체인 (주)경인ICD와 협의 필요

(2) 광양항역



(가) 현황

o 광양항역 구내 이적을 위해 레일로 이동하는 트랜스퍼 크레인 2대 설치되어 있음
o 취급능력 대비 2006년 실적은 52%로 처리능력의 여유가 있음

(나) 검토의견

o 광양항 부두컨테이너 CY와 광양항역 철송장 사이에 약 1km 이상 이격거리가 있으며 폭 40m 도로가 횡단하여 부두 내 셔틀이 직접 철송장까지 접근하는 데 어려움 있음
o 트랜스퍼 크레인 2대가 설치되어 있어 수시로 작업이 이루어지며, 테스트부지 설치를 위한 여유 공간이 없음
o 기존선로 이외 부지에 대한 노반지지력 확인 불충분함

(3) 대불역



(가) 현황

o 대불산업단지의 교통기반사업으로 건설되었으나 철도 여객 및 화물수송이 거의 이루어지지 않으며 일부 소화물만 취급

(나) 검토의견

o 시종점부 여유부지는 테스트베드로 이용 가능할 것으로 판단됨

o 정거장 중앙부의 여유부지 폭은 약 25M 정도로 상용화 시(약 500M 이상) 터미널 부지로 부적합함

다. DMT 테스트베드 겸용 사용검토

(가) 현황

o 위　치 : 경남 양산시 물금읍 중산리 1541-1번지 일원

o 면　적 : 대지 780㎡ (양산화물역 구내)

o 시설규모 : 건물 1개동, 선로 2개 등

(나) 검토의견

o 별도의 부지구입 비용 없음

o 테스트 부지 접근성이 용이함(양산ICD 내 조차장)

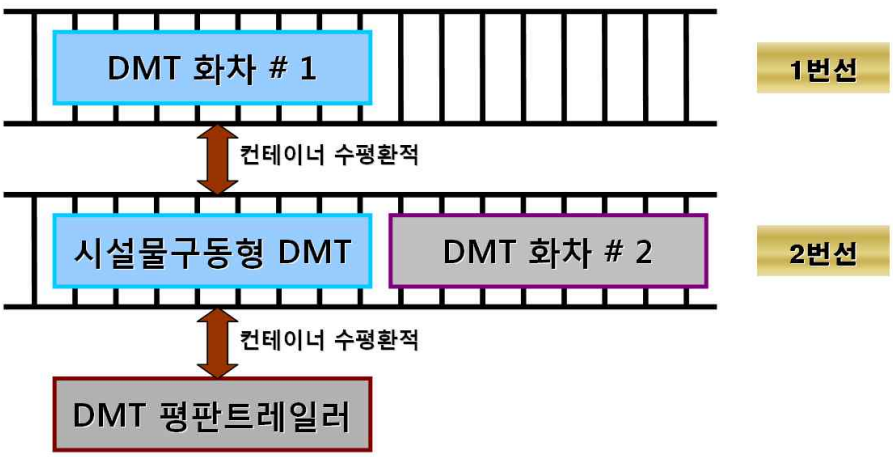
o 부지 주변의 장래 물류여건이 좋음

o 회전장치를 위한 환적시스템의 홍보 및 교육장소로 적합함

o 국내 여건을 반영한 컨테이너 화물의 이적재 시뮬레이션이 가능함

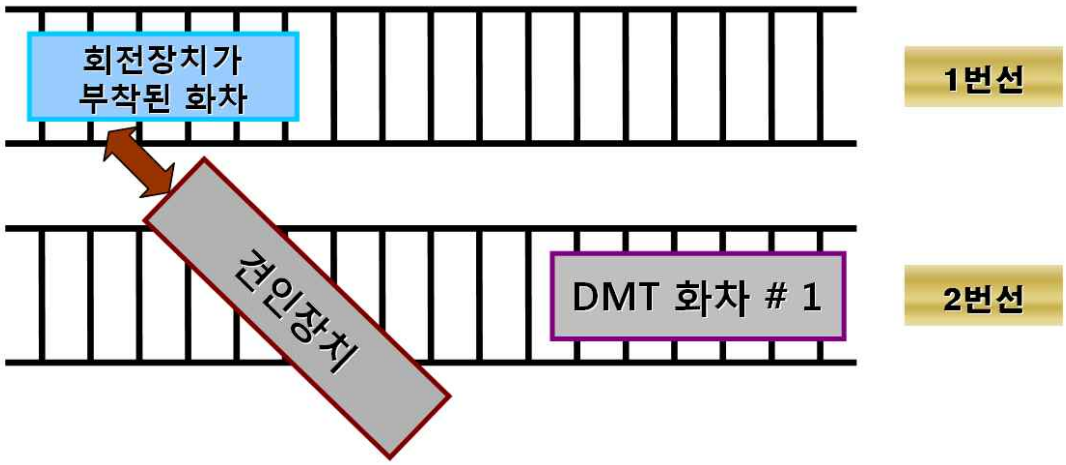
(다) 테스트베드 향후 운영계획 비교

o 변경 전(DMT 전용 테스트베드)



- 테스트베드 내 1번 선로에 DMT 화차 1량 설치
- 테스트베드 내 2번 선로에 DMT 화차 1량 및 시설물 구동형 1대 설치
- DMT 겸용 화차와 트레일러 구동형 DMT 간 수평환적 테스트 가능
- 시설물구동형 DMT와 DMT 겸용 화차, 트레일러 구동형 간 3자 수평 환적 테스트 가능

o 변경 후(DMT / 회전장치 환적시스템 공용 테스트베드)



- 테스트 베드 내 1번 선로에 회전장치가 부착된 화차 1량 설치
- 테스트 베드 내 2번 선로에 DMT 화차 1량 설치
- DMT 겸용 화차와 트레일러 구동형 DMT 간 수평환적 테스트 가능
- 회전장치가 부착된 화차와 견인장치(암롤트럭) 간 환적 테스트 가능



<테스트베드 변경 후 회전장치 환적시스템 시운전 전경>

제 8 절 특허기술 동향조사

1. 조사 개요

가. 분석 목적

(1) Needs

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템에 대한 정성적 특허동향 분석
o R&D 대상기술과 직접 연관된 특허분석 및 개발방향 검토

(2) 분석 방향

o 분석 Needs 대상기술 외에 종전 환적 시스템에 대한 포괄적 동향 분석
o 분석 Needs 대상기술에 대한 상세한 정성 분석
o R&D 방향 설정 및 IP 획득 전략 수립

나. 조사 기관 및 방법

o 조사기관 : R&D특허센터, 범창종합기술, 특허법인 우인
o 조사기간 : 2012.03.02. ~ 2012.04.30. (2개월)
o 조사방법 : 등록 및 공개된 한국, 미국, 일본, 유럽 특허를 대상으로 검색하고, 분석 구간은 한정하지 않음

2. 특허분석 개요

가. 분석범위

o 본 분석에서는 등록 및 공개된 한국, 미국, 일본, 유럽 특허를 대상으로 검색하였으며, 분석 구간은 한정하지 않음

국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
한국	WIPS DB	~ 검색일 (2012.03.12.)	특허공개 및 등록 전체문서
일본	WIPS DB		특허공개 및 등록 전체문서(PAJ 포함)
미국	WIPS DB		특허공개, 특허공개(공표), 특허공개(재공표) 전체문서
유럽	WIPS DB		EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

o 다만, Landscape 분석은 출원일 기준 2009.12.31. 이전 출원을 대상으로 함
(특허출원 후 1년 6개월이 경과한 후 공개되는 것을 고려)

나. Tech-Tree 및 기술 분류 기준

대분류	코드	중분류	코드	소분류	코드	검색개요 (기술범위)
철도 물류 환적 시스템	A	세미컨테이너	Aa	보기 기술	Aa1	세미컨테이너의 지지를 위한 대차
				커플러 기술	Aa2	세미컨테이너를 보기에 고정하는 기술
				휠전환 기술	Aa3	세미컨테이너에 레일용 바퀴를 구비하여 도로 주행용 바퀴와 상호 전환
				이적재 보조 기술	Aa4	랜딩 기술, 세미컨테이너 적재를 위한 경사로(ramp), 이적재 관련 터미널 구성
		수평 이적재	Ab	수평이송장치	Ab1	화차에 구비되어 컨테이너를 수평으로 이송하기 위한 장치구성
				이적재시스템	Ab2	화차 또는 트레일러와 별도로 구비되어 컨테이너를 수평으로 이송하는 시스템 구성
				위치인식 기술	Ab3	컨테이너의 적재 위치 인식 기술
				통합 시스템	Ab4	수평이송, 위치인식 및 제어를 통합한 수평이적재 기술
		회전 이적재	Ac	회전프레임 기술	Ac1	턴테이블 또는 유사 구성을 이용하여 화차의 상부 프레임을 회전시키는 회전이적재 기술
				1점 피봇 방식 (Flexiwaggon Type)	Ac2	화차는 대차에 구비된 가이드를 따라 분리되며, 프레임(버킷)의 일단을 지지하여 회전시키는 구성
				2점 지지 방식 (Modalohr Type)	Ac3	프레임(버킷)의 양단을 지지하여 회전시키는 구성
				Pop-Up 회전 방식 (Cargo Speed Type)	Ac4	선로 내부에 구비된 Pop-Up 장치를 이용하여 화차를 회전시키는 기술
				회전이적 터미널 기술	Ac5	터미널에 구비된 시스템을 이용하여 컨테이너를 회전시켜 적재하는 기술 (ex. 철로 회전)

다. 검색식 및 검색건수

(1) 검색식 및 검색건수(1차)

검색식		국가	건수
국문	(rail* adj (wagon or waggon)) or (rail* adj trailer) or (철도 and (왜건 or 왜곤or 트레일러 or 화차)) or ((dual* or DMT or 2중 or 이중) and (trailer or wagon or waggonor freight or 트레일러 or 왜건or 화물)) or ((rail* or train or 철도 or 기차 or 화차) and (load* or unload* or transfer* or transport* or 이적 or 적재 or 로딩 or 언로딩or 하역) and (trailer or wagon or waggon or cargo or container or turntable or (turn adj table) or 트레일러 or 왜건 or 왜곤or 컨테이너or 턴테이블)) or (궤도 and 대차 and (하역 적재* 이적))	한국	1,684
		일본	1,700
영문	((rail* adj(wagon or waggon)) or (rail* adj trailer) or ((dual* or DMT) and (trailer or (wagon or waggon))) or ((rail* or train) and (load* or unload* or transfer* or transport*) and (trailer or wagon waggon or cargo or container or freight)) or ((train or trailer or rail* or cargo or wagon or turntable or (turn adj table) or container or freight) and (cargobeamer or cargospeed or cargodomino or sbbcargo or flexiwaggon or modalohr or lohr or kockums or tuchschmid).AP.))	미국	3,607
		PAJ	1,525
		EP	1,541
	((turntable or (turn adj table)) and (wagon or trailer or container or transfer* or freight)) or (abroll* and (container or transport)) or (ro-ro) or (intermodal and (wagon or waggon or trailer or container))	미국	1,449
		PAJ	1,583
		EP	459

(2) 검색식 및 검색건수(2차_중분류별)

검색식		국가	건수
세미 컨테이너 기술	(기차 or 열차 or 철도 or 대차 or train or railway or railroad) and ((세미 adj (컨테이너 or 트레일러)) or (semi adj (trailer or container)))	KR	43
		US	1,360
		JP	39
		EP	158
			1,600
수평 이적재 기술	((rail* adj (wagon* or waggon*)) or (rail* adj trailer) or ((철도 or 궤도) and (왜건 or 왜곤or 트레일러 or 화차))) and (컨테이너 or container) and (수평* or horizon* or 이동 or 적재 or 로딩 or 로드 or load* or 언로딩or 언로드or unload* or 이적 or transfer* or transport* or 하역 or 리프트 or lift or 들어* or 상승 or rais* or 하강 or low* or 승강 or elevat*)	KR	246
		US	362
		JP	485
		EP	113
			1,206
회전 이적재 기술	(기차 or 열차 or 철도 or 대차 or train or railway or railroad or (rail* adj (wagon* or waggon*)) or (rail* adj trailer) or ((철도 or 궤도) and (왜건 or 왜곤or 트레일러 or 화차))) and ((컨테이너 or container) or 화물 or freight or (rail* adj (wagon* orwaggon*)) or (rail* adj trailer) or ((철도 or 궤도) and (왜건 or 왜곤or 트레일러 or 화차))) and (선회 or 회전 or rotat* or 턴테이블 or turntable)	KR	130
		US	336
		JP	268
		EP	97
	((turntable or (turn adj table)) and (wagon or trailer or container or transfer* or freight)) or (abroll* and (container or transport)) or (ro-ro) or (intermodal and (wagon or waggon or trailer or container))	US	1,452
		JP	1,583
		EP	459
			4,325

(3) 검색식 및 검색건수(3차_중분류별)

R&D특허센터 제안 검색식	국가	건수
((((철도* or 열차* or 철길* or 철로* or 레일카* or 기관차* or 전철* or 트레인* or 트래인* or 궤도차* or railway or (rail adj way) or railroad or (rail adj road) or train* or trolley* or KTX* or locomoti*) and (카트* or 왜곤* or 외곤* or 외건* or 웨건* or 웨곤* or 왜건* or 트롤리* or 밀차* or 짐차* or 화차* or 대차 or cart* or wagon* or cargo* or trailer*)) and (로딩* or 로드* or 적하* or 적재* or 컨테이너* or 운송* or 화물* or 물류* or 하역* or 수송* or 이적* or 턴테이블 or load* or unload* or transfer* or transport* or container or freight* or convey* or carry* or turntable or (turn adj table))) or ((dual* or DMT or 2중 or 이중) and (trailer* or wagon* or freight* or 트레일러* or 왜건* or 화물*))) AND (B61* or B65*).IPC.	KR	260
	US	579
	JP	460
	EP	468
		1,767

범창종합기술 제안 검색식	국가	건수
(((piggyback or (piggy adj back)) or (TOFC or ((trailer adj flat) and car)) or CCT or NETHS or (swap adj body) or (block adj train)))	KR	181
	US	1,563
	JP	509
	EP	270
		2,523

(4) 검색식 및 검색건수(4차_PatBase)

PatBase

Menu ▾ Search ▾ History ▾ Session ▾ Folder ▾ Order Help ▾ Logoff

#	Search query	Results	Options
11	(PA=(WALDA))	29	View | Browse | Hits | Optimise | more...
10	(PA=(TUCHSCHMID AG))	6	View | Browse | Hits | Optimise | more...
9	(PA=(KOCKUMS IND))	141	View | Browse | Hits | Optimise | more...
8	(PA=(LOHR IND))	141	View | Browse | Hits | Optimise | more...
7	(PA=(LOHR SA))	35	View | Browse | Hits | Optimise | more...
6	(PA=(FLEXIWAGGON AB))	3	View | Browse | Hits | Optimise | more...
5	(PA=(sbbcargo))	0	
4	(PA=(cargodomino))	0	
3	(PA=(CARGOSPEED EQUIP))	26	View | Browse | Hits | Optimise | more...
2	(PA=(CARGOBEAMER AG))	4	View | Browse | Hits | Optimise | more...
1	((TAC=(wagon or rail* or container* or trailer or rotat* or tranfer* or transport* or load* or unload*)) and (PA=(cargobeamer or cargospeed or cargodomino or sbbcargo or flexiwaggon or modalohr or lohr or kockums or tuchschmid or walda)))	1210	View | Browse | Hits | Optimise | more...

라. 분류별 유효특허 건수

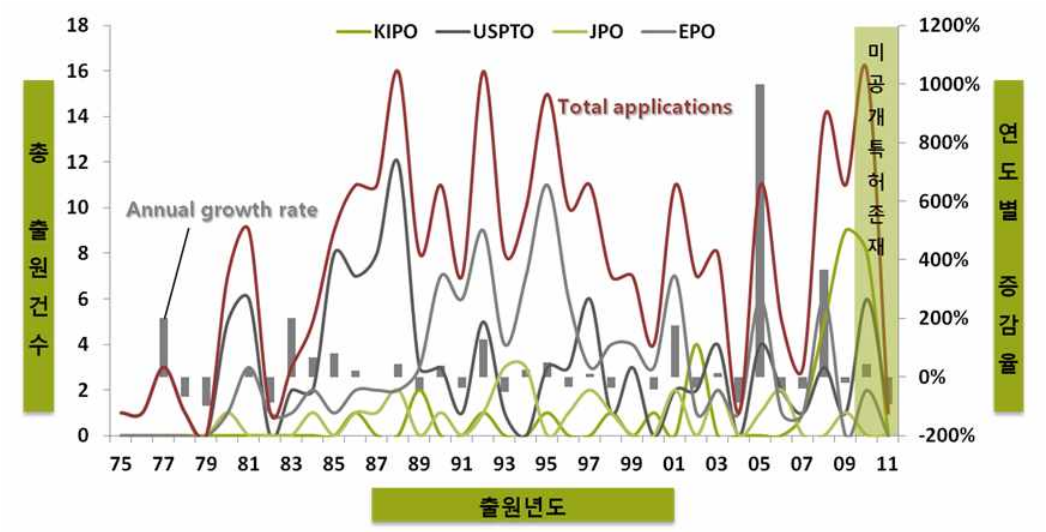
중분류	코드	소분류	코드	국가별 유효건수				합계
				KIPO	USPTO	JPO	EPO	
세미 컨테이너	Aa	보기 기술	Aa1	2	46	3	29	80
		커플러 기술	Aa2	2	13		17	32
		휠전환 기술	Aa3		16	3	4	23
		이적재 보조 기술	Aa4		18		5	23
수평 이적재	Ab	수평이송장치	Ab1	14	2	4	4	24
		이적시스템	Ab2	2	3	5	4	14
		위치인식 기술	Ab3	2				2
		통합 시스템	Ab4	1				1
회전 이적재	Ac	회전프레임 기술	Ac1	8	9	8	14	39
		1점 피봇 방식	Ac2	1	3	1	10	15
		2점 지지 방식	Ac3	2	1	2	14	19
		Pop-Up 회전 방식	Ac4				4	4
		회전이적 터미널 기술	Ac5				4	4

3. Landscape 분석

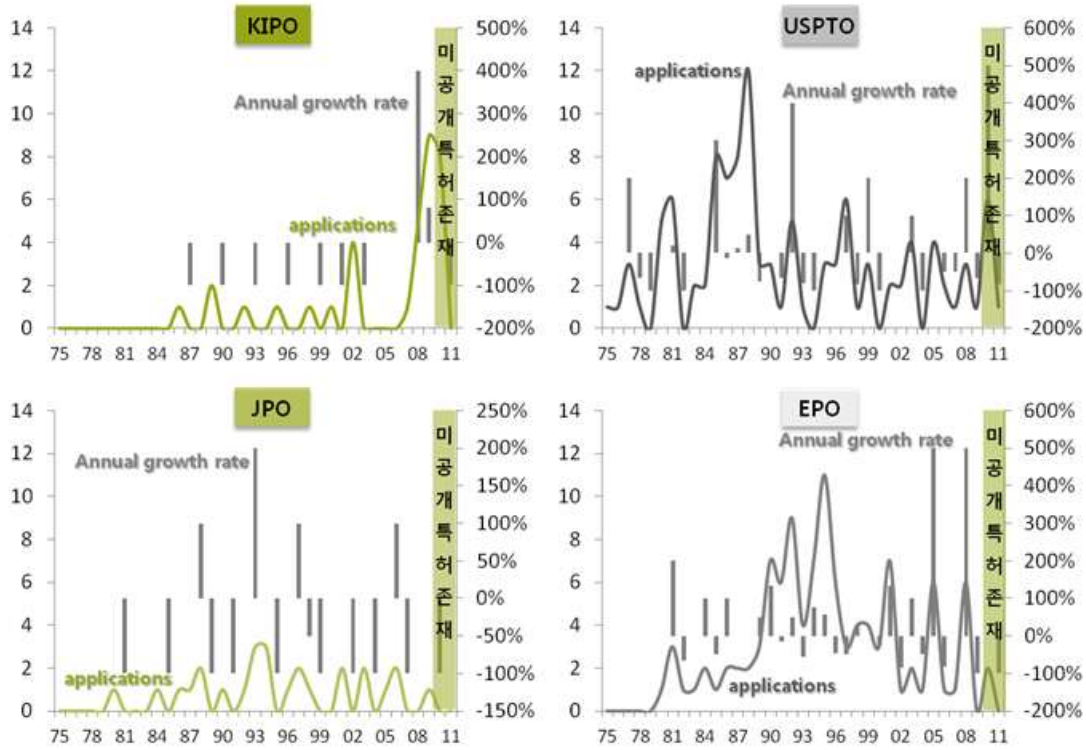
가. 철도 물류 환적시스템

(1) 철도 물류 환적시스템

(가) 주요시장국 연도별 특허동향

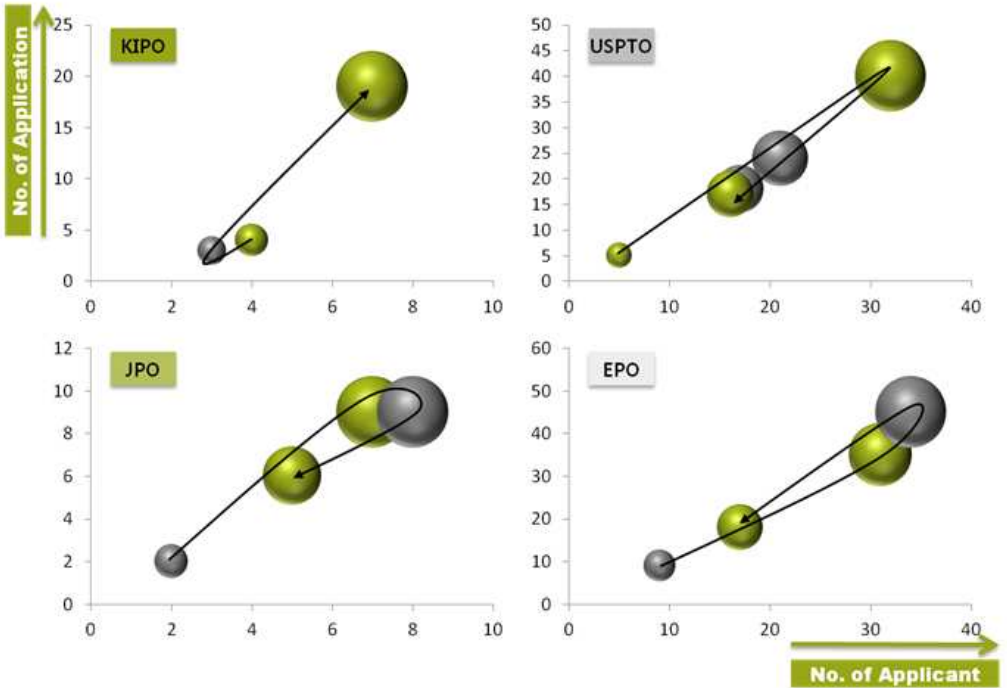


o '80년대 중반 이후 '90년대 중반까지 출원 건수가 증가된 상태에서, 이후 감소 양상을 나타냄. 최근 들어 출원 건수가 급격하게 증가한 것으로 나타남(이는 최근 범창 종합기술의 한국 특허출원이 집중되었기 때문임)



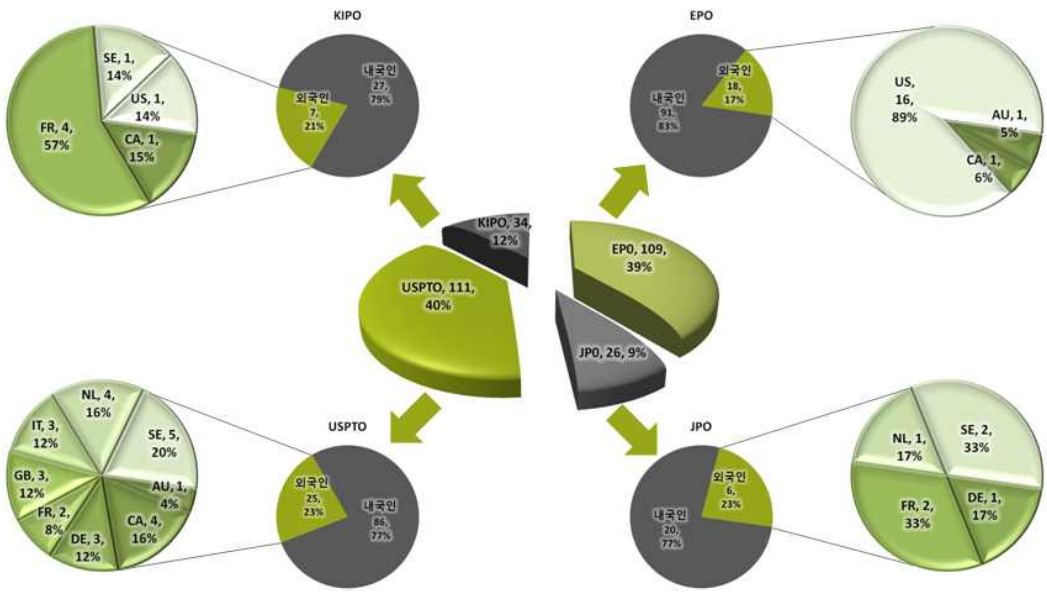
o USPTO 및 EPO의 경우 '80년대 또는 '90년대에 출원이 집중된 상태이며, 최근에는 특허활동이 활발하지 않음. 이에 대해 KIPO의 경우 2009년에 출원이 집중됨

(나) 기술시장 성장단계 파악



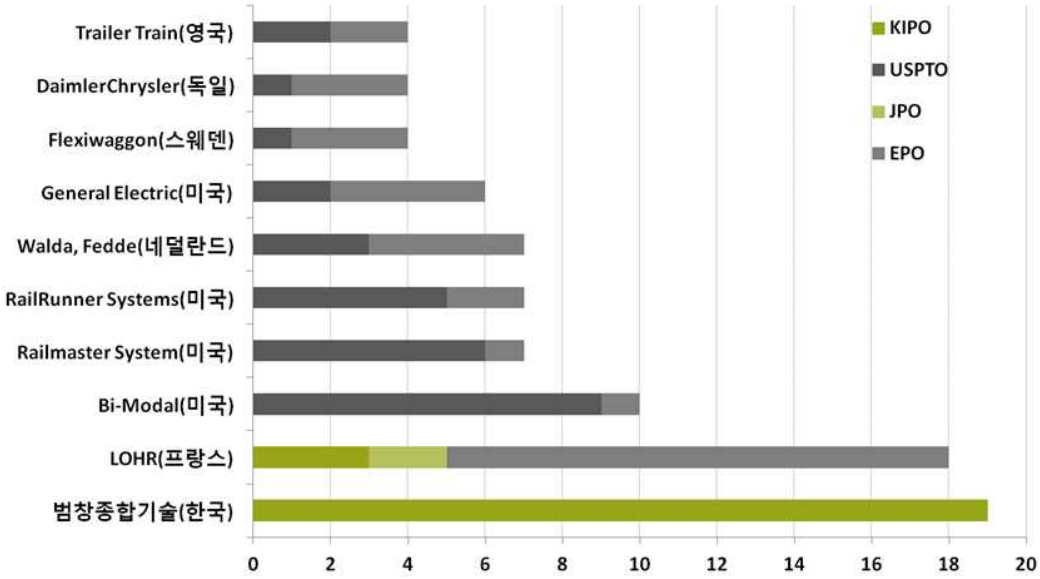
o USPTO, JPO, EPO 모두 퇴조기 양상을 보이는 데 비해 KIPO의 경우 성장기 상태에 있는 것으로 나타남
o 이는 US와 EP의 경우 DMT 기술의 상용화가 이미 이루어진 것에 대해 한국은 최근 DMT 기술에 대한 연구를 시작하고 있기 때문인 것으로 판단됨

(다) 내외국인 특허출원 현황



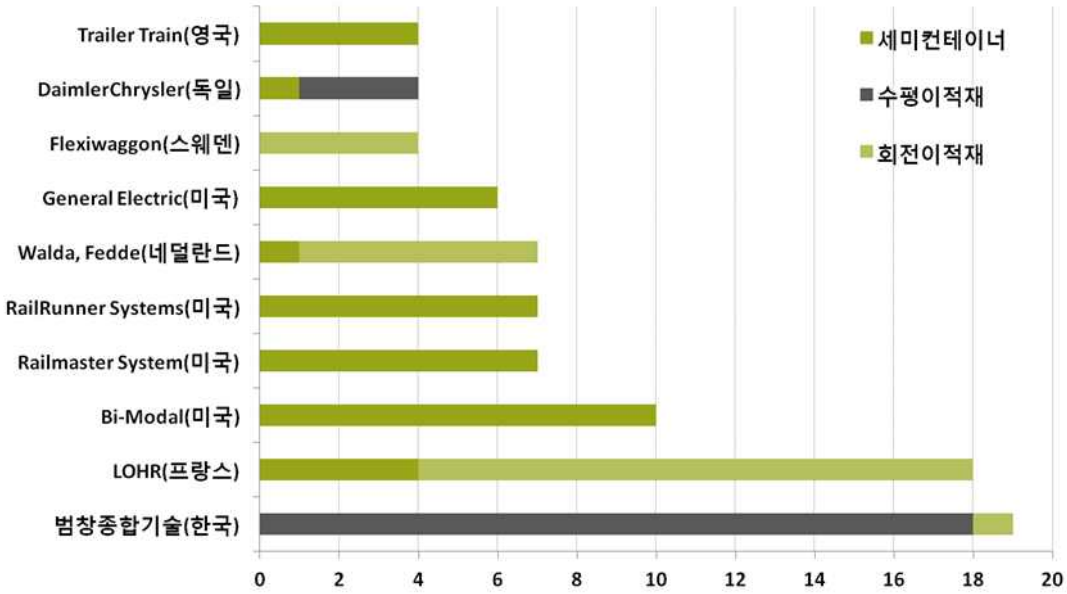
o 각 국가별 출원은 내국인에 의해 주로 이루어졌으며, 국가 간 기술교류는 적은 것으로 나타남
o 이는, 각 국가의 특성에 맞추어 기술개발이 이루어지고, 출원인들의 실시가 주로 각 국가에 한정되었기 때문인 것으로 추측됨

(라) 주요출원인 현황 및 IP로 본 시장국



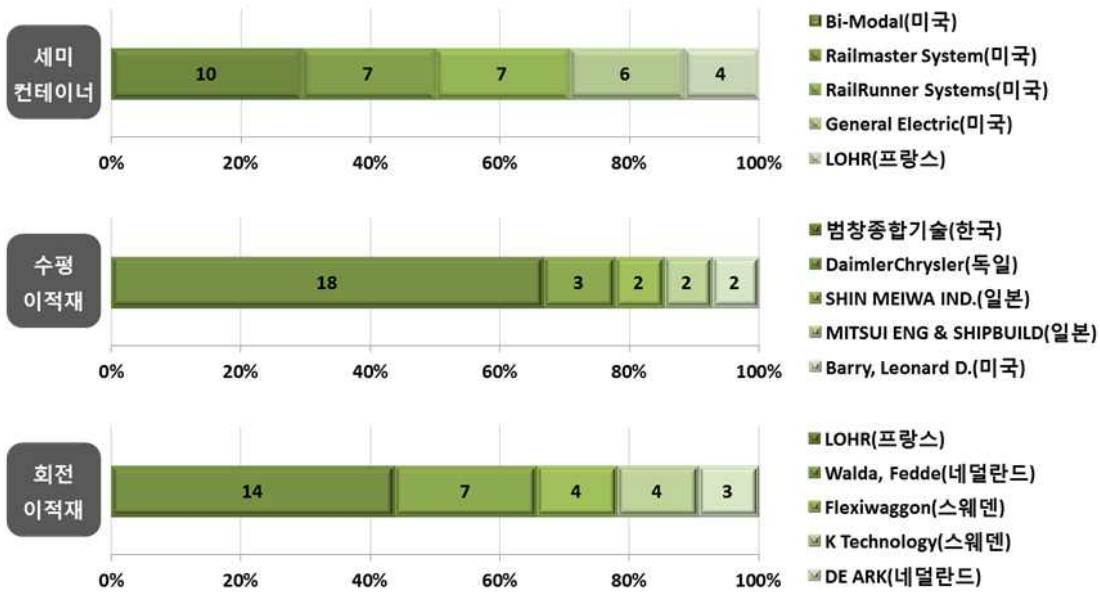
o 환적시스템 전체 기술에 있어서는 범창종합기술(한국)이 가장 많은 출원을 한 것으로 나타나고 Lohr ind.(프랑스)사가 그 다음으로 많은 출원을 한 것으로 나타남

(마) 주요출원인 현황 및 기술분포



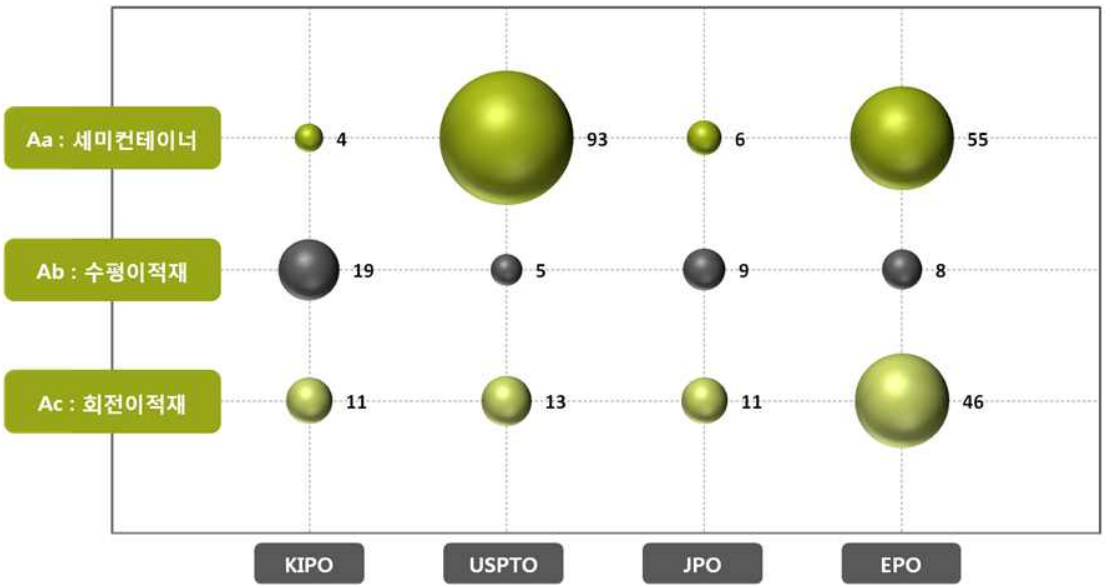
o 환적시스템 전체 기 에 있어서는 범창종합기술이 가장 많은 출원을 한 것으로 나타나고 Lohr ind.사가 그다음으로 많은 출원을 한 것으로 나타남. 다만, 범창종합기술은 환적시스템 기술 중 '수평이적재 방식'에 집중되어 있고, '회전이적재 방식' 기술에 대한 특허는 1건(유압실린더를 이용한 회전구성)에 불과한 상태임

(바) 세부기술별 주요출원인 점유율

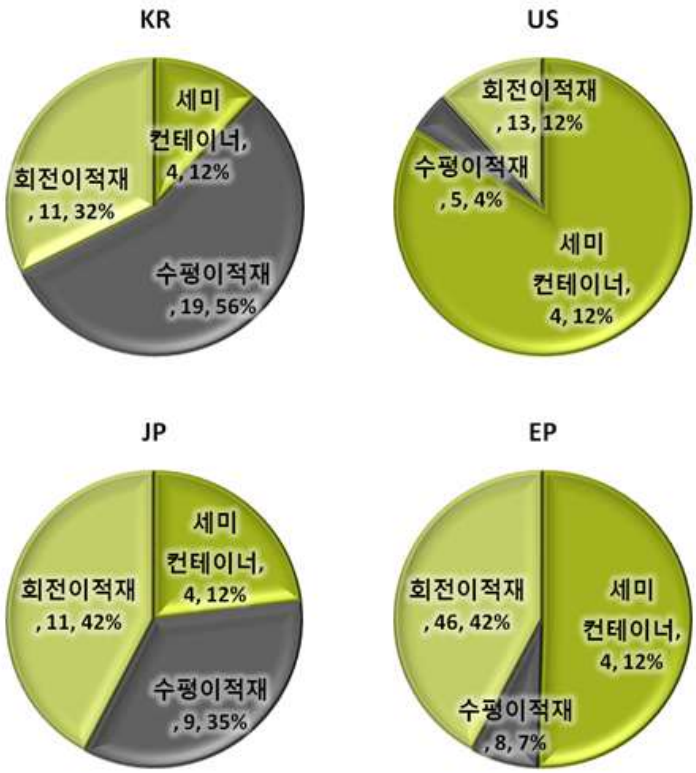


o 실질적인 R&D 대상기술인 회전이적재 기술에 대해서는 Lohr(FR)사가 가장 많은 특허출원을 보유하고 있으며, Walda 및 Flexiwaggon이 그 뒤를 잇고 있음

(사) 시장별 세부기술 동향

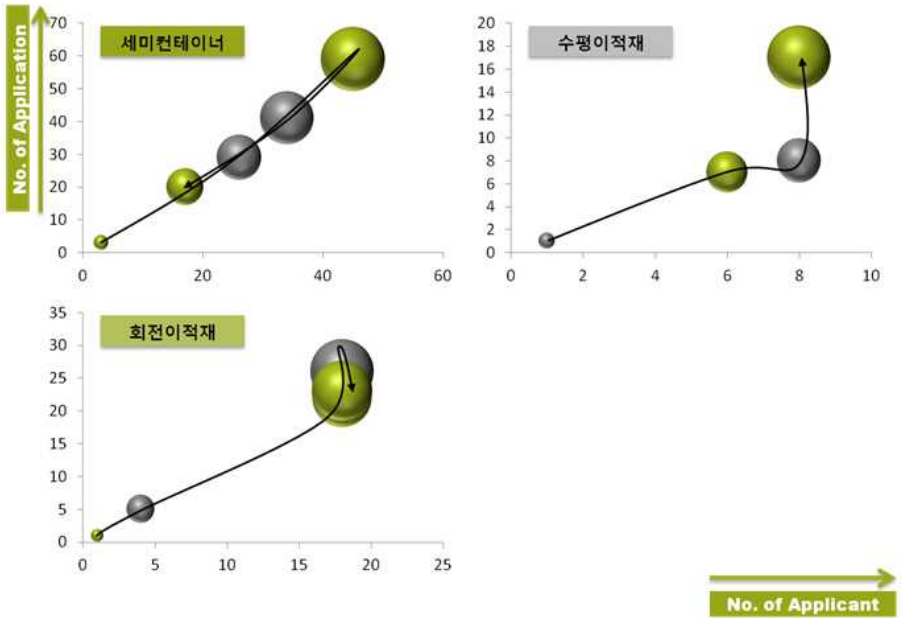


o 한국은 수평이적재 방식이 가장 큰 점유율을 보이고 있으나, US, JP, EP 등은 세미트레일러 방식 및 회전 이적재 방식이 주를 이룸



o 한국은 수평이적재 방식이 가장 큰 점유율을 보이고 있으나, US, JP, EP 등은 세미트레일러 방식 및 회전 이적재 방식이 주를 이룸

(아) 기술별 성장단계 파악

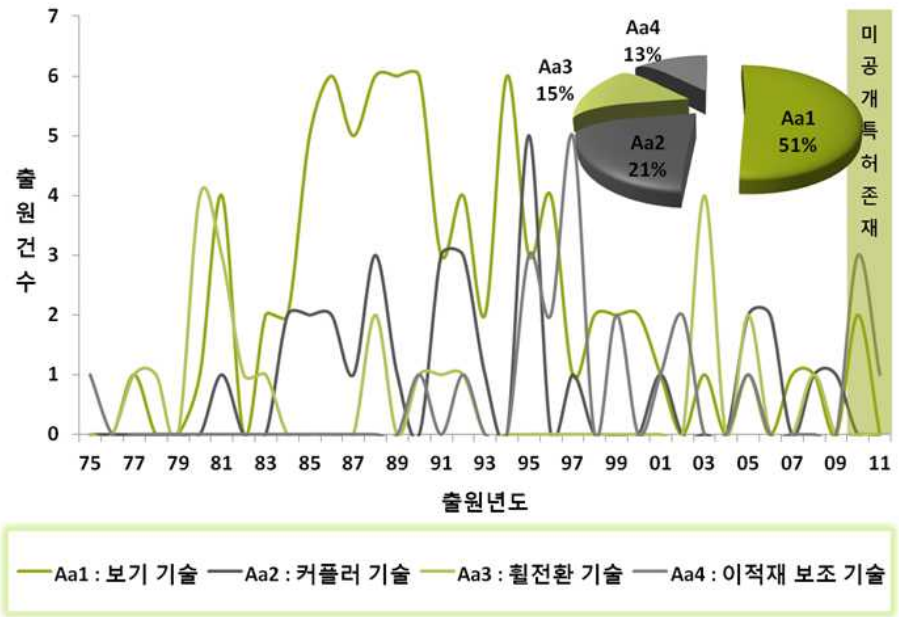


o 세미컨테이너 방식은 출원 건수와 출원인 수가 감소하고 있으며, 수평이적재 방식은 최근 성장기에 접어든 것으로 나타남. 이에 대해 회전이적재 방식은 최근 출원인 수 및 출원 건수의 변동이 크지 않음

o 회전이적재 방식 기술은 성숙 단계에 접어들고 있는 것으로 판단됨

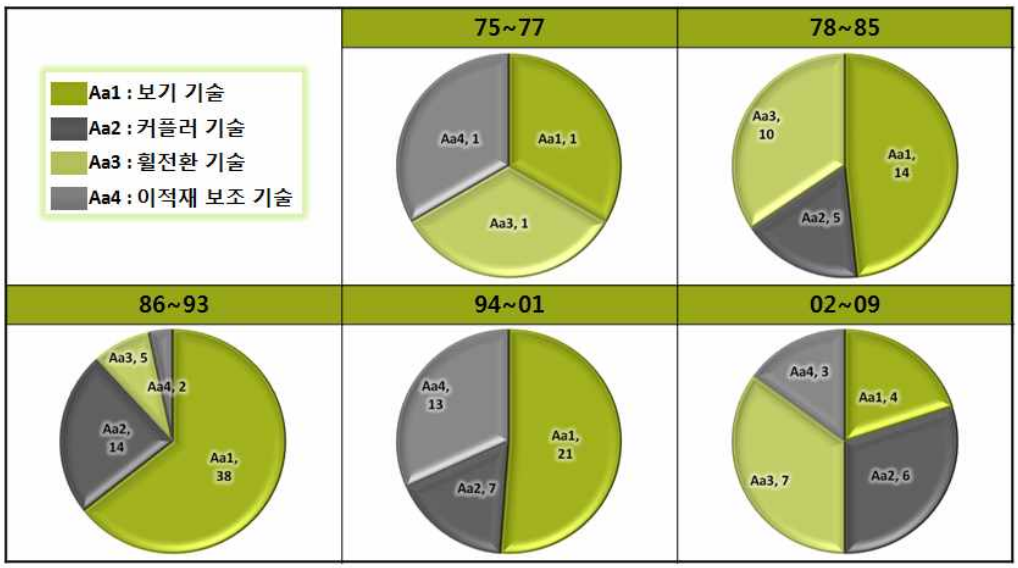
(2) 철도 물류 환적시스템 - 세미컨테이너 기술

(가) 연도별 세부기술 동향



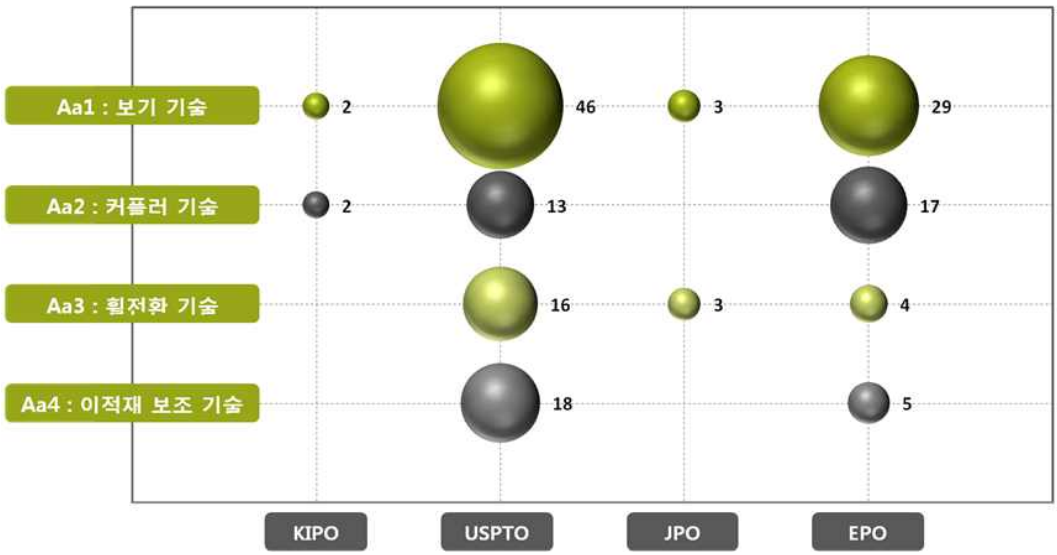
o 세미컨테이너 기술은 주로 보기 기술 및 커플러 기술이 주를 이루며, '80년대 및 '90년대에 출원이 집중됨
o 세미컨테이너 기술은 세미컨테이너의 철로 이송을 위해 세미컨테이너 하부에 레일용 휠을 구비한 보기를 연결하여야 하므로, 보기 기술 및 커플러 기술의 출원점유율이 높은 것은 당연한 것으로 판단됨

(나) 연도별 구간별 세부기술 동향



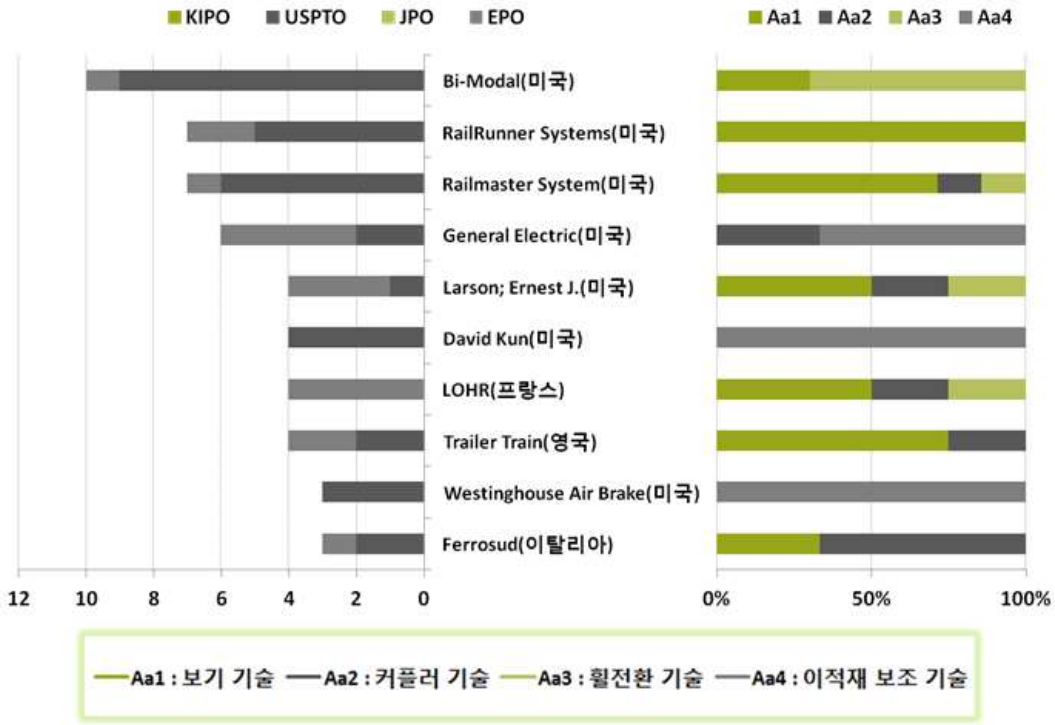
o '80년대 중반 및 '90년대 중반 이후 출원 건수는 감소하고 있음
o 보기 기술에 대한 출원은 감소 양태를 보이며, 휠 전환 기술에 대한 출원 건수가 상대적으로 증가한 것으로 나타남

(다) 시장별 세부기술 동향



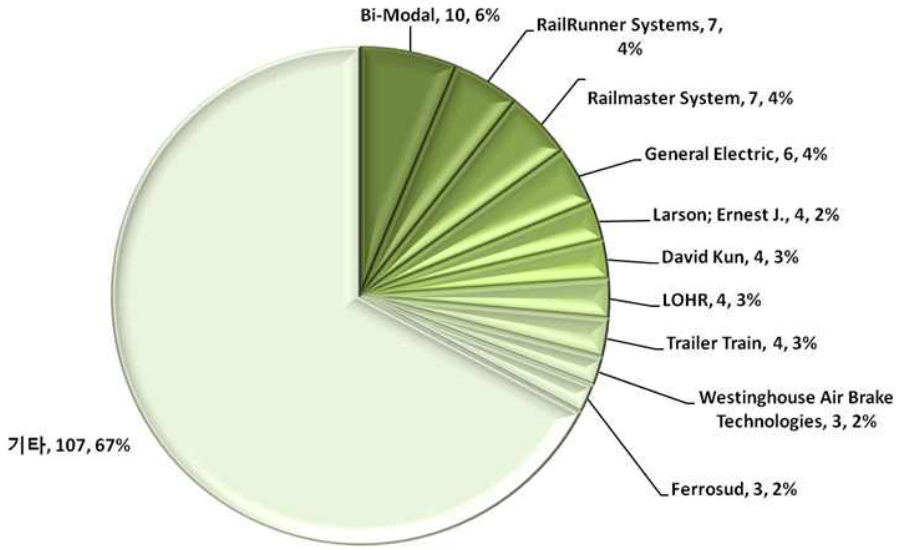
o 세미컨테이너 기술은 USPTO와 EPO를 중심으로 특허출원이 이루어졌으며, KIPO 및 JPO에서의 출원은 매우 저조함
o 이는 한국과 일본의 경우 철도 물류가 미국이나 유럽에 비해 상대적으로 덜 발달되었고, 일반 도로와 철도를 연계한 물류수송의 필요성이 크지 않았기 때문인 것으로 사료됨

(라) 다출원인의 기술별 특허출원 동향



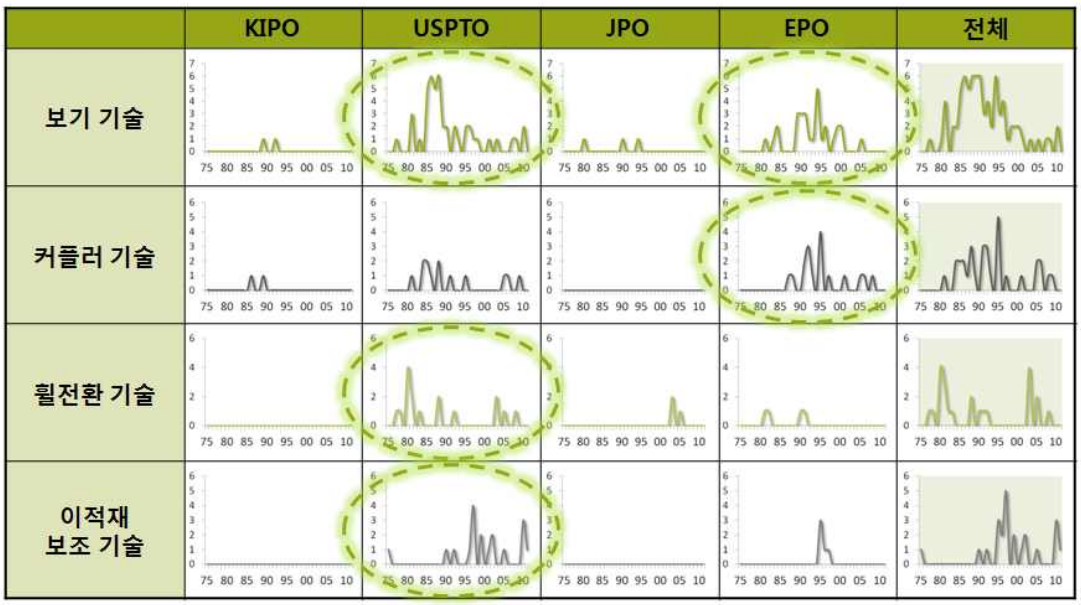
o 세미컨테이너 기술은 미국 국적 출원인의 출원 활동이 활발한 상태이며 일부 유럽 국적 출원인의 출원이 존재함
o 이는, 한국 또는 일본의 경우 세미컨테이너 기술의 자국 내 적용 요구가 크지 않았기 때문인 것으로 이해될 수 있음

(마) 다출원인의 기술별 출원점유율



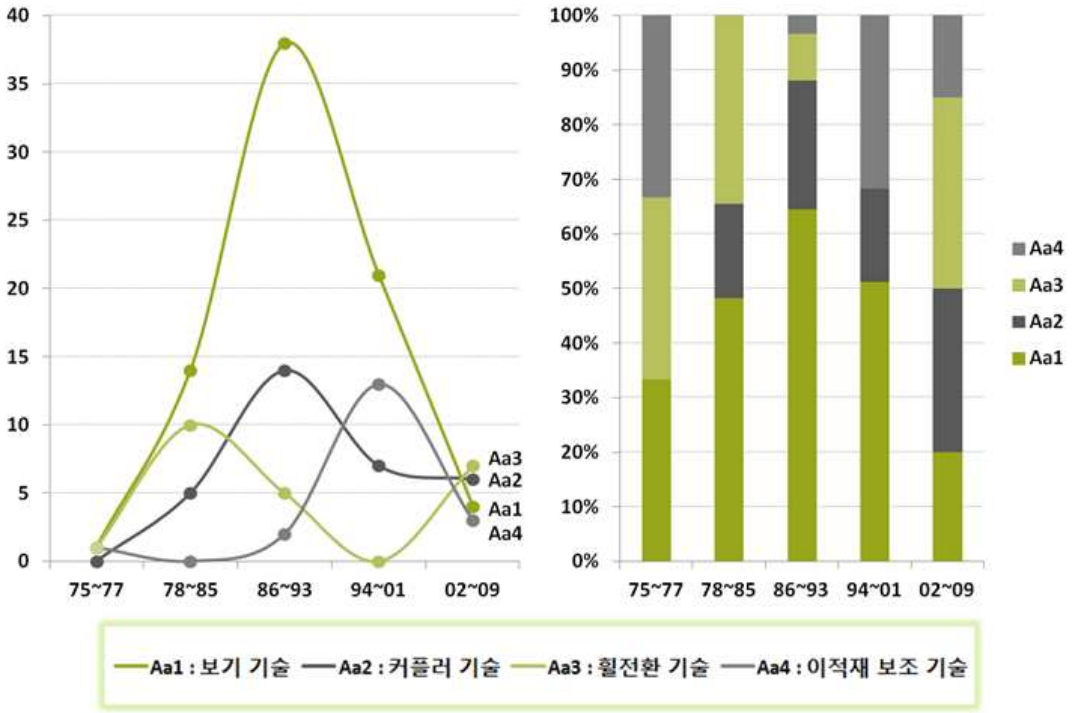
o 세미컨테이너 기술의 경우, Bi-Modal사가 전체출원의 6%를 점유하고 있으며, 전반적으로 다수의 출원인이 분포되어 있음

(바) 추세선 분석



o 세미컨테이너 기술의 세부기술별 추세분석을 한 결과 전반적으로 미국이 전체 추세를 주도하는 경향 나타내고 있으며, 유럽 역시 전체 추세에 영향을 미치고 있음
o 그러나, KIPO와 JPO의 경우는 출원 활동이 매우 저조한 상태임

(사) 세부기술 구간별 점유증가율 분석



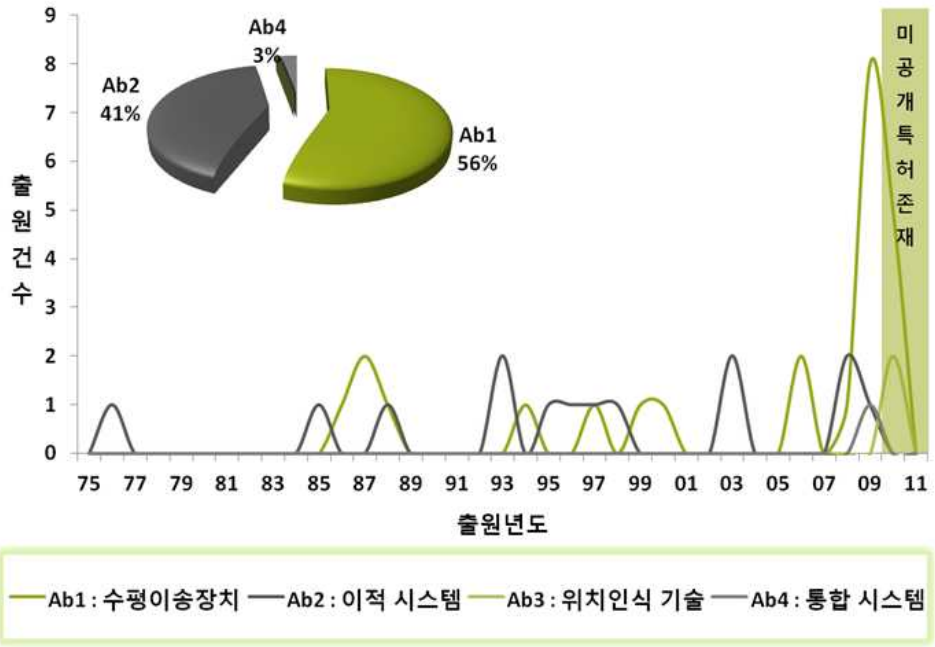
주요출원인	75~77	78~85	86~93	94~01	02~09
Bi-Modal(미국)	Aa3 ,1	Aa1 ,1 / Aa3 ,6	Aa1 ,2		
RailRunner Systems(미국)			Aa1 ,1	Aa1 ,4	Aa1 ,2
Railmaster System(미국)		Aa1 ,1	Aa3 ,1 / Aa2 ,1 / Aa1 ,4		
General Electric(미국)				Aa2 ,2 / Aa4 ,4	
Larson; Ernest J.(미국)			Aa3 ,1 / Aa2 ,1	Aa1 ,2	

Aa1 : 보기 기술 Aa2 : 커플러 기술 Aa3 : 휠전환 기술 Aa4 : 이적재 보조 기술

o 전체적으로 세미컨테이너를 철로에 연결하기 위한 보기 기술의 출원 점유율이 높은 상태이나 '90년대 이후 출원건수가 급격히 감소하고 있음

(3) 철도 물류 환적시스템 - 수평이적재 기술

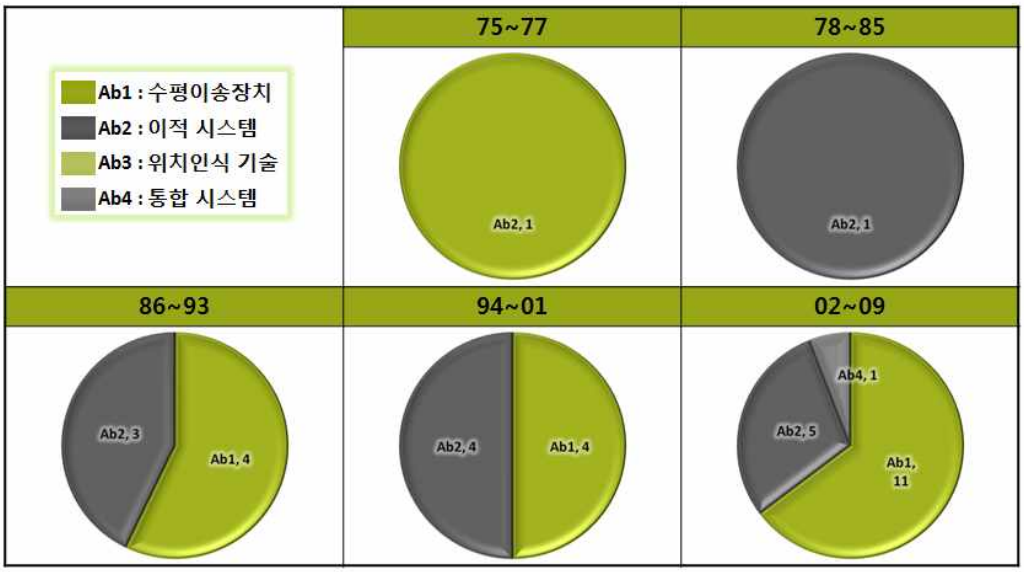
(가) 연도별 세부기술 동향



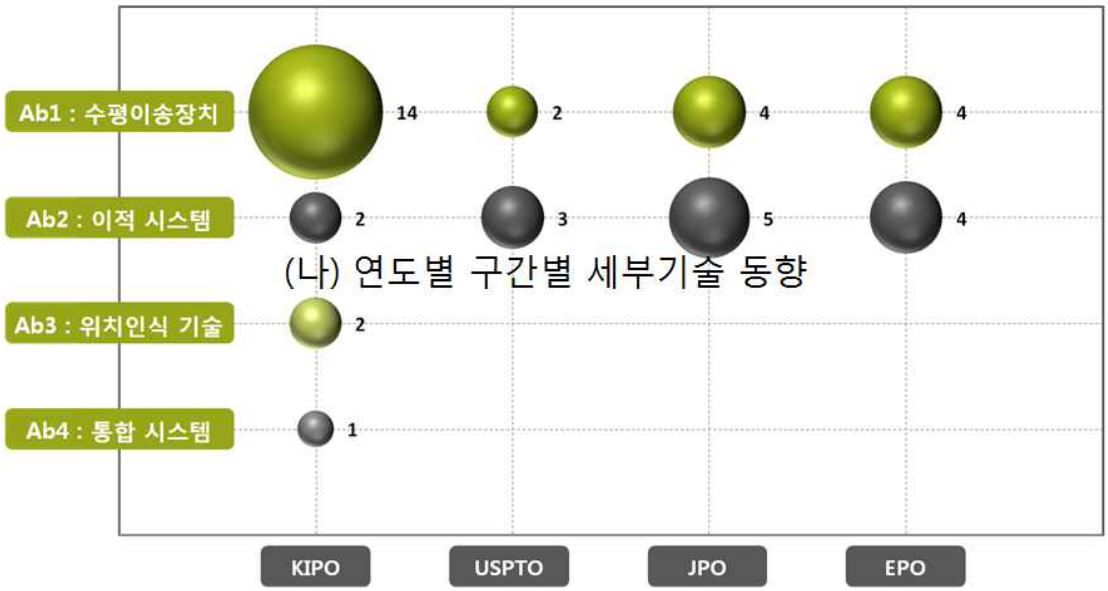
o 수평이적재 기술은 화차의 장비를 이용하여 컨테이너를 수평으로 이송시키는 수평이송장치의 출원 점유율이 높으며, 별도의 시스템을 이용하여 컨테이너를 수평이송시키는 이적 시스템의 출원 점유율이 그 뒤를 이음

o '00년대 후반에 출원이 집중되었으며, 이는 한국의 ㈜범창종합기술이 '수평이송장치(Ab1)'를 중심으로 다수의 출원을 하였기 때문임

(나) 연도별 구간별 세부기술 동향



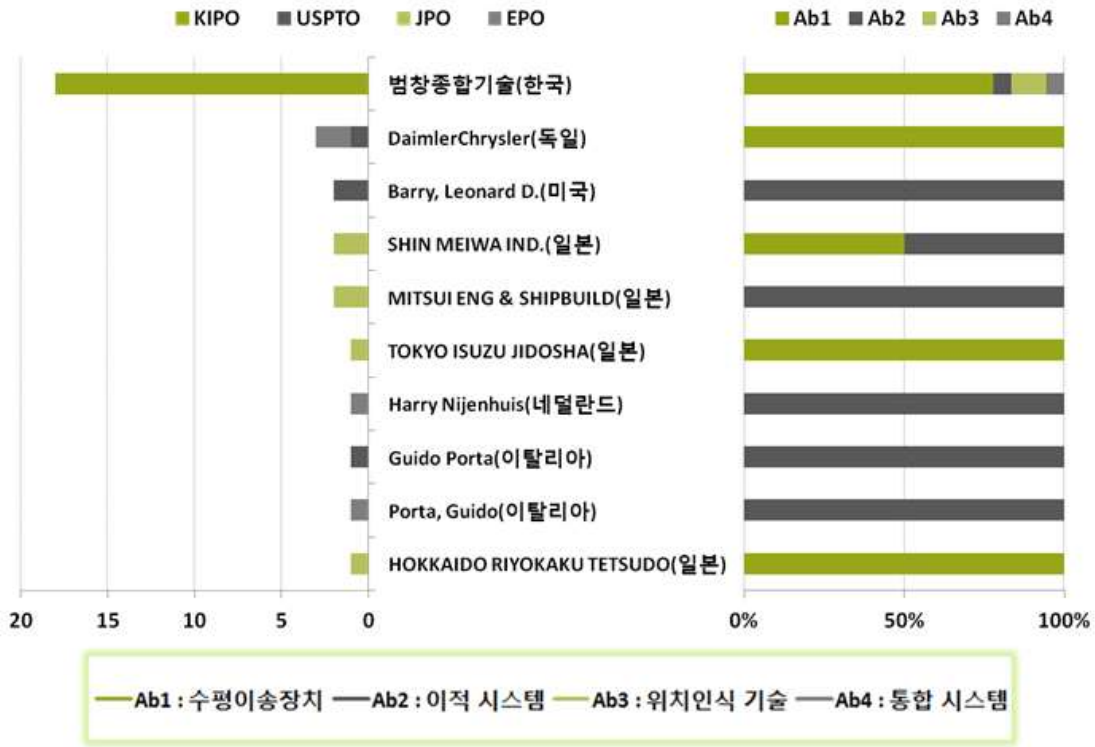
(다) 시장별 세부기술 동향



(나) 연도별 구간별 세부기술 동향

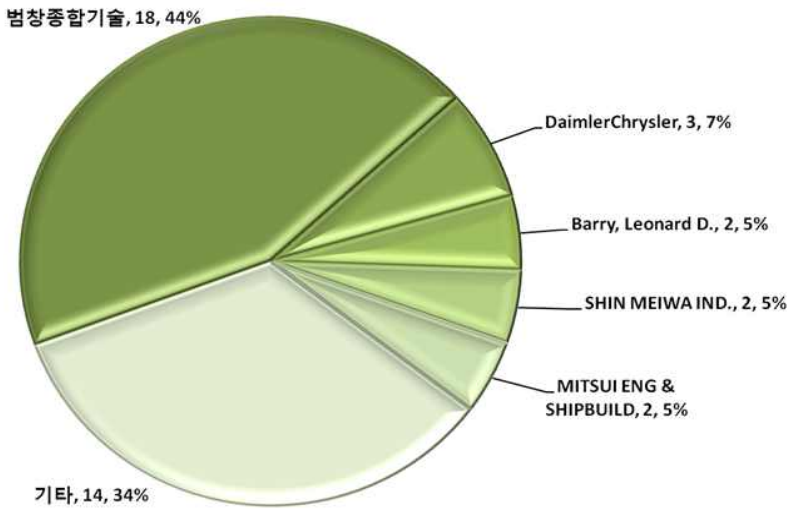
o KIPO의 경우 수평이적재 기술의 모든 세부기술에 특허출원을 한 것으로 나타났으며 그 중 수평이송장치에 집중도가 높은 것으로 나타남(14건 모두 ㈜범창종합기술사의 특허임)
o USPTO, JPO, EPO의 경우 수평이송장치 및 이적 시스템 관련 특허를 보유하고 있으며, 위치인식 기술 및 통합 시스템 관련 특허는 검색되지 않음

(라) 다출원인의 기술별 특허출원 동향



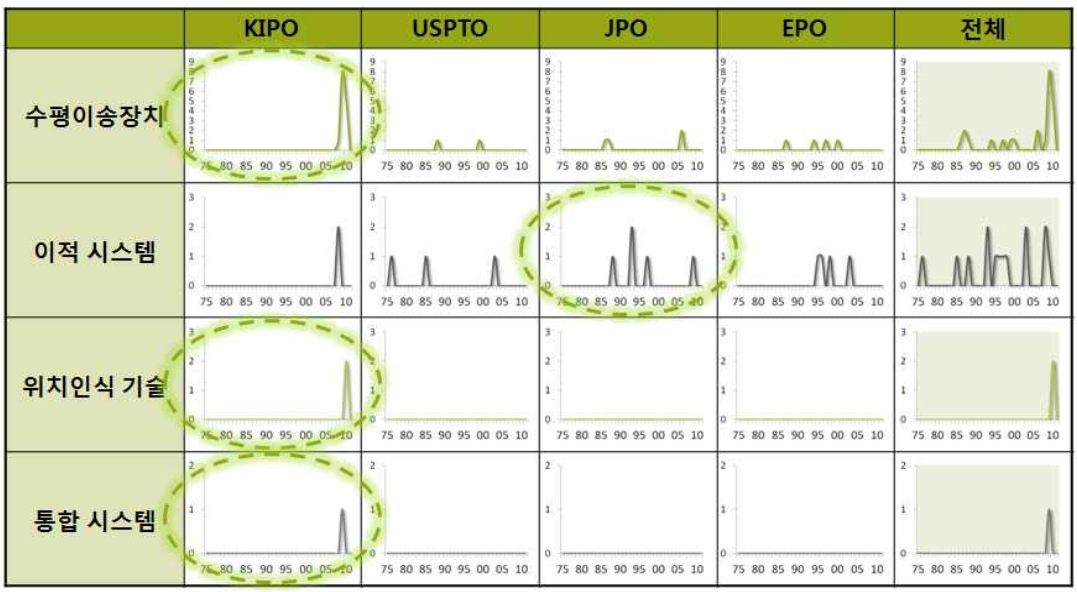
o 수평이적재 기술에서 ㈜범창종합기술이 가장 많은 특허를 보유하고 있음 그러나, 모두 자국(KIPO)에 출원한 것으로 나타남(PCT출원이 일부 존재하나 현재까지 개별 국가 국내단계진입은 확인되지 않음)
o 그밖에, 유럽 및 일본 국적 출원인이 수평이적재 관련 특허를 보유하고 있는 것으로 나타남

(마) 다출원인의 기술별 출원점유율



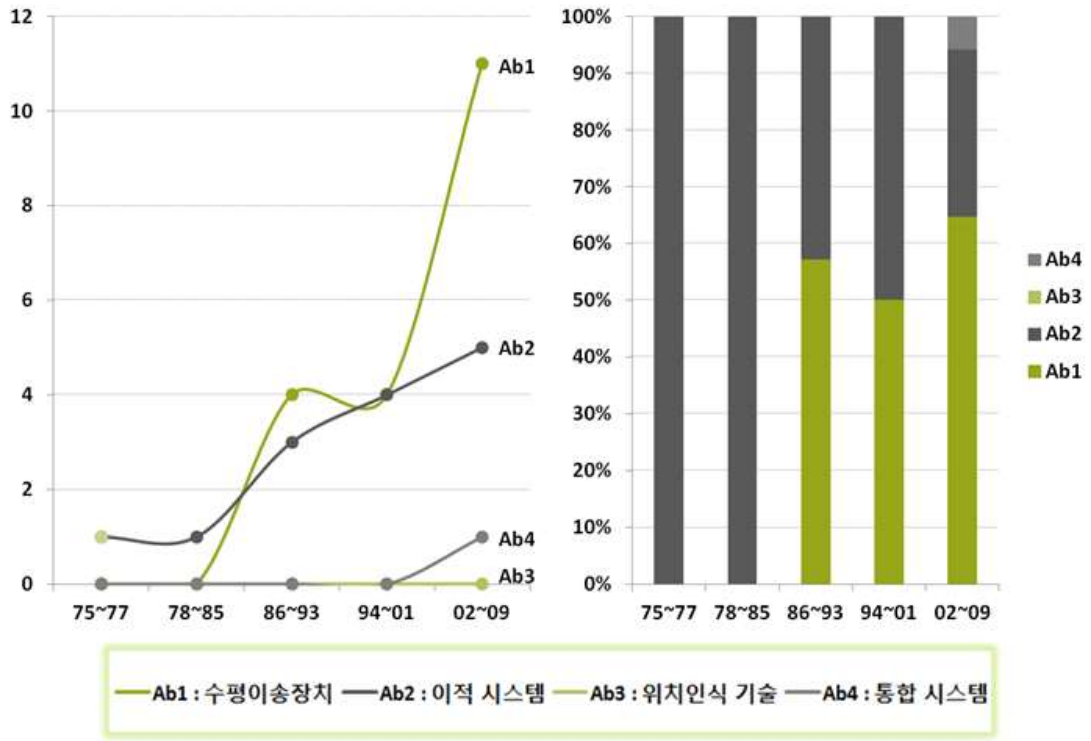
o 수평이적재 기술의 경우 범창종합기술이 전체출원의 18%를 점유하고 있으며, DaimlerChrysler사가 3%, Barry, Leonard D., SHIN MEIWA IND., MITSUI ENG & SHIPBUILD사가 각각 2%를 점유하고 있음

(바) 추세선 분석



o 수평이적재 기술의 세부기술별 추세분석을 한 결과 전반적으로 한국이 전체 추세를 주도하는 경향을 보임. 다만 최근에 출원 건수가 집중되어 있는 상태로, 실질적으로 기술을 주도하고 있다기보다는 최근 연구개발이 집중된 결과라고 이해하는 것이 타당함

(사) 세부기술 구간별 점유증가율 분석



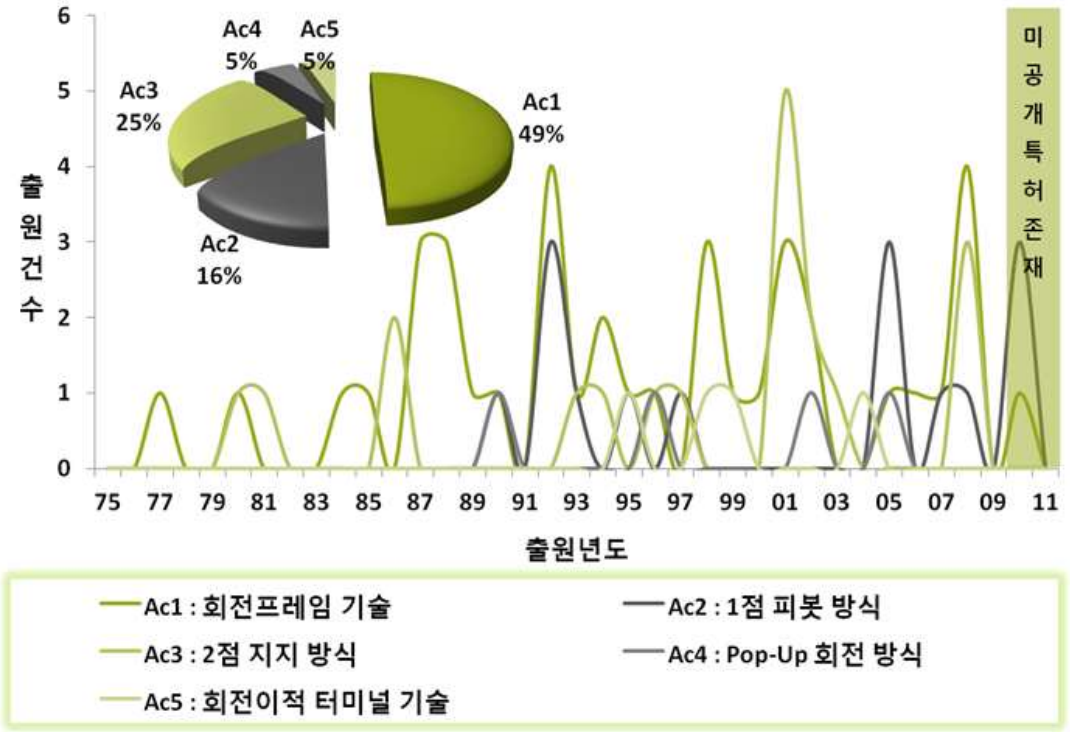
주요출원인	75~77	78~85	86~93	94~01	02~09
범창종합기술 (한국)					
DaimlerChrysler (독일)					
Barry, Leonard D.(미국)					
SHIN MEIWA IND.(일본)					
MITSUI ENG & SHIPBUILD(일본)					

Ab1 : 수평이송장치 Ab2 : 이적 시스템 Ab3 : 위치인식 기술 Ab4 : 통합 시스템

o 수평이적재 기술의 세부기술 중 위치인식 기술을 제외한 모든 기술의 특허출원이 최근 증가한 것으로 나타남
o 그러나, 이적 시스템 및 통합 시스템 관련 특허의 증가 건수는 그리 많지 않음

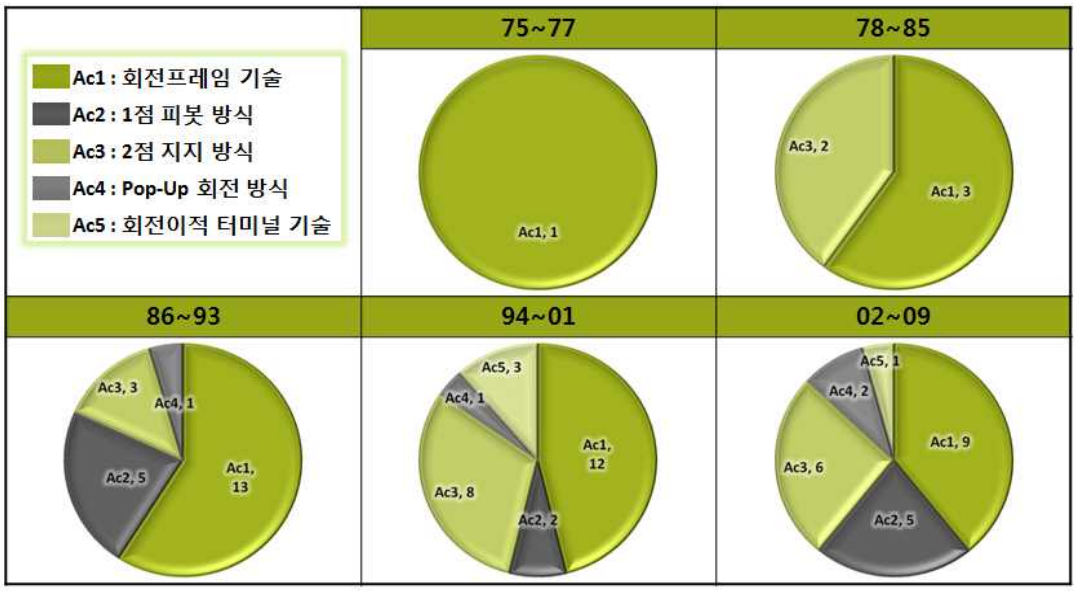
(4) 철도 물류 환적시스템 - 회전이적재 기술

(가) 연도별 세부기술 동향



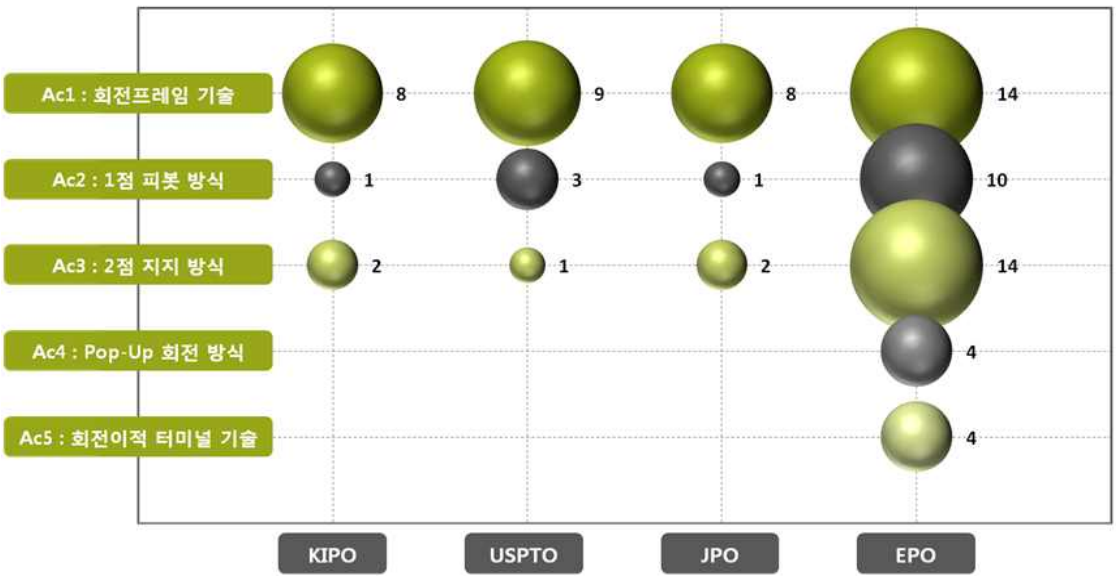
o 회전이적재 기술 중 회전프레임 기술이 가장 높은 분포도를 보임
o 회전프레임 기술은 전 구간에 걸쳐 특허출원이 이루어진 것으로 나타났으며, 특히 '80년대 중반~'90년대 초에 다수의 출원이 이루어진 것으로 나타남

(나) 연도별 구간별 세부기술 동향



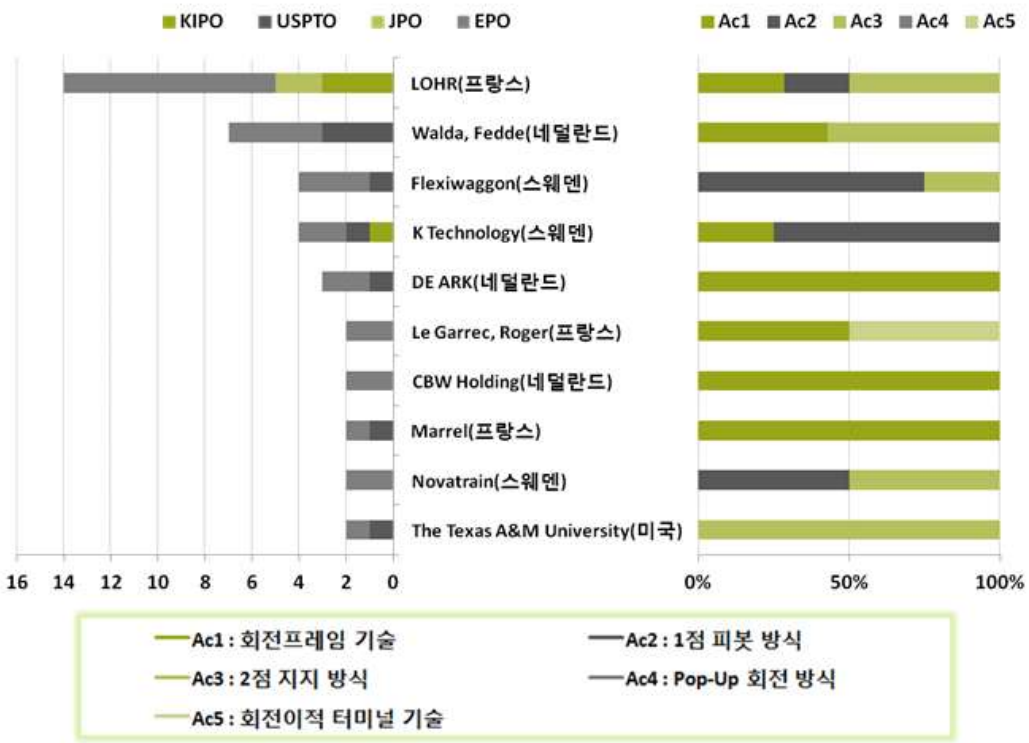
o 회전프레임 기술(Ac1)은 전 구간에 걸쳐 지속적인 출원이 이루어지고 있음
o 1점 피봇방식(Ac2)과 2점 지지방식(ac3)의 출원이 80년 중반 이후 꾸준히 출원되고 있는 것으로 나타남
o Pop-up 방식(Ac4)는 전반적인 점유율 출원 건수가 낮음

(다) 시장별 세부기술 동향



o 유럽의 경우, 회전이적재 기술의 모든 세부기술에 대해 특허출원이 이루어진 것으로 나타났으며 그 건수 또한 다른 경쟁국가에 비해 많은 것으로 나타남
o KIPO, USPTO, JPO, EPO 모두 회전프레임 기술에 높은 집중도를 보임
o 이에 따라, 회전프레임 방식의 경우 특허장벽이 높은 편이며, 신규 IP창출이 쉽지 않을 것으로 예상됨

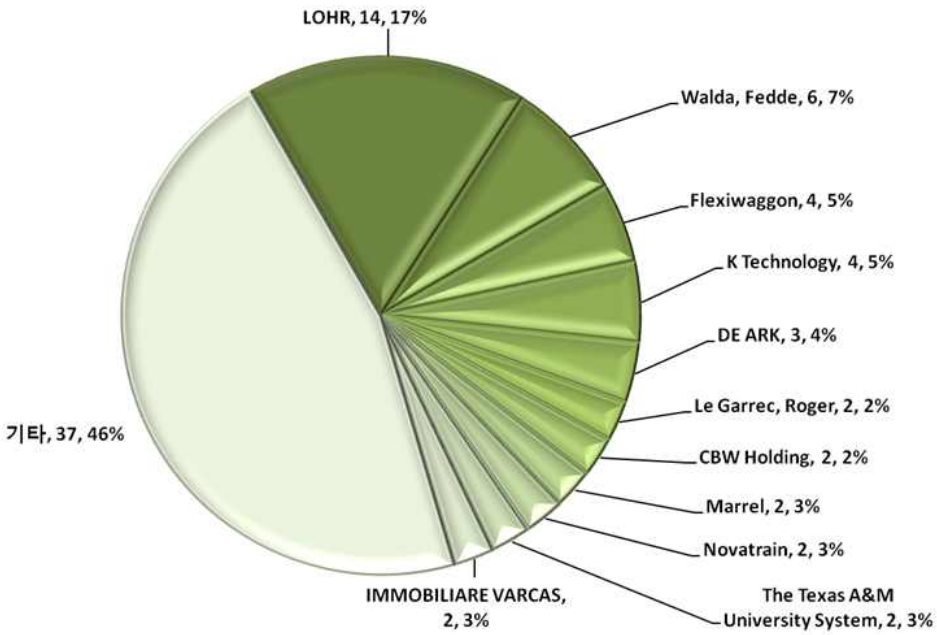
(라) 다출원인의 기술별 특허출원 동향



o 회전이적재 기술에서는 프랑스 국적의 출원인인 Lorh사가 가장 많은 특허출원을 한 것으로 나타남

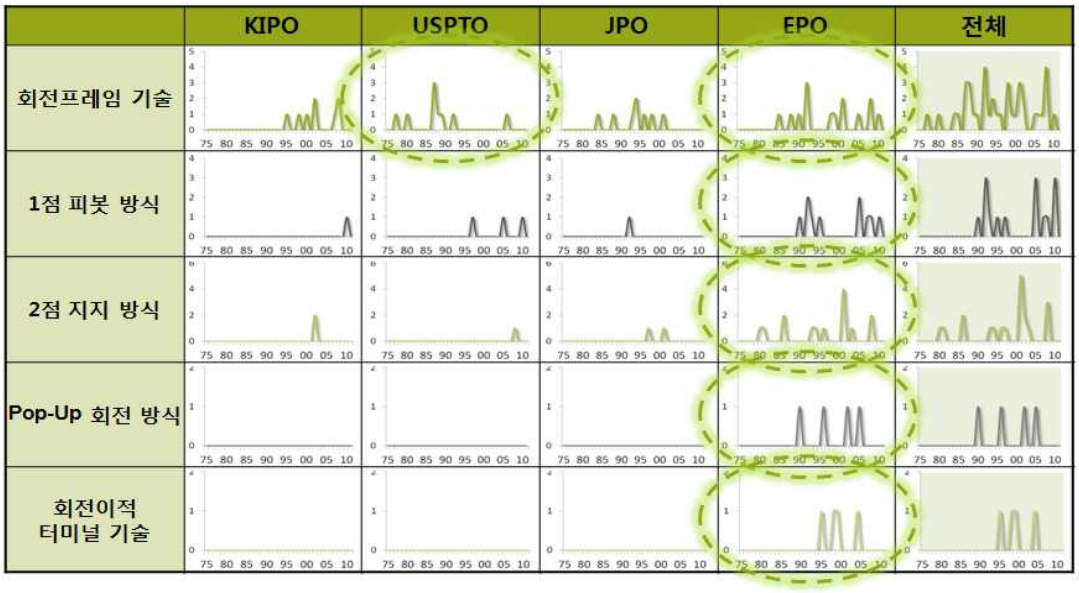
o 그 밖에 상위에 랭크된 출원인 중 The Texas A&M University(미국)을 제외한 모든 출원인이 유럽 국가 국적의 출원인인 것으로 나타남

(마) 다출원인의 기술별 출원점유율



o 회전이적재 기술의 경우, LOHR사가 전체출원의 14%를 점유하고 있으며, 전반적으로 다수의 유럽 국적의 출원인이 분포되어 있음

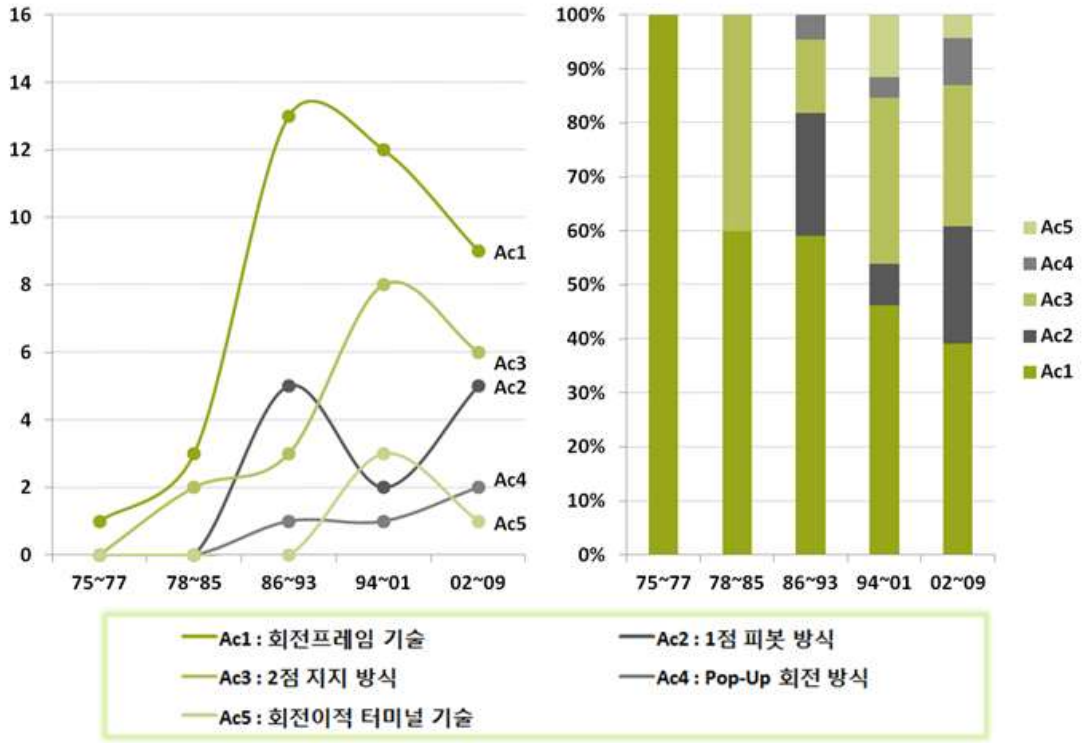
(바) 추세선 분석



o 회전이적재 기술의 세부기술별 추세분석을 한 결과 모든 세부기술에서 유럽이 전체 추세를 주도하는 것으로 나타남

o 회전이적재 기술 중 회전프레임 기술의 경우에는 모든 특허청에서 출원이 고르게 이루어진 것으로 나타남

(사) 세부기술 구간별 점유증가율 분석



주요출원인	75~77	78~85	86~93	94~01	02~09
LOHR(프랑스)					
Walda, Fedde(네덜란드)					
Flexiwaggon (스웨덴)					
K Technology (스웨덴)					
DE ARK (네덜란드)					

Ac1 : 회전프레임 기술
Ac2 : 1점 피봇 방식
Ac3 : 2점 지지 방식
Ac4 : Pop-Up 회전 방식
Ac5 : 회전이적 터미널 기술

o 회전이적재 기술의 세부기술 중 1점 피봇 방식 및 Pop-Up 회전 방식 특허출원은 전반적으로 점유율이 높지 않고 최근 약간의 증가세를 보이고 있음

o 한편, 회전프레임 기술 및 2점 지지 방식 기술에 대한 특허출원은 90년대를 기점으로 하락세를 보이고 있음

(5) Landscape 분석 소결

(가) 전반적 동향

o 세미컨테이너 기술은 퇴조기 상태에 있음
o 수평이적재 기술의 경우 한국(범창종합기술)의 최근 출원 활동이 활발한 상태임
o R&D 대상기술인 회전이적재 기술의 경우 유럽 국적의 출원인이 대다수의 출원을 보유하고 있으며, 한국의 기술경쟁력은 낮은 상태임

(나) 회전프레임을 이용한 회전이적재 기술

o 유럽 출원인이 출원점유율 상위권에 모두 랭크되어 있음
o R&D 대상기술인 회전이적재 기술의 경우 90년대를 기점으로 출원 건수가 감소하고 있는 상태임
o 기존 특허로 인한 특허장벽 및 추가 IP확보의 장애가 존재할 수 있음

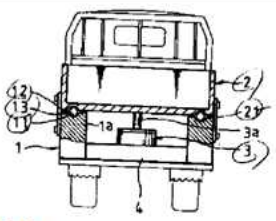
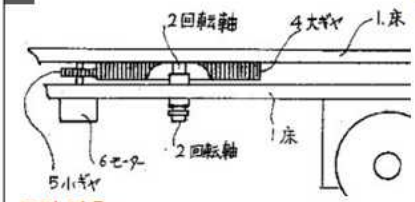
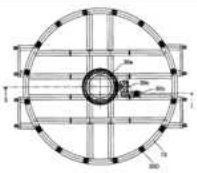
4. 주요기술 심층분석

가. 주요기술 대상특허 선정

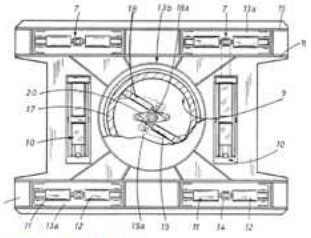
o 회전프레임 기술 관련 특허(39건)를 기술중요도에 따라 분류
(S=매우 중요, A=중요, B=관련, C=관련 없음)
o 우인에서 자체 분류한 기술중요도 및 ㈜범창종합기술社에서 분류한 기술
o 중요도를 취합하여 최종 기술중요도 Level을 확정함

나. 주요기술 트랜드 분석(기술흐름도)

(1) 회전프레임 기술의 회전 구성 - 모터 이용

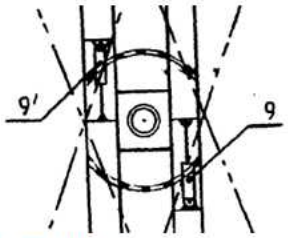
 모터 이용 : 차체의 프레임(1)을 가로지르는 크로스멤버(4)에 설치된 모터(3)에 의해 화물 적재함(2)을 회전	 모터 이용 : 모터(6)에 의해 회전하는 소기어(5)가 회전 바닥(1)과 결합된 대기어(4)를 회전시킴	 모터 이용 : 회전부(30)는 회전판(13)과 함께 연동하는 턴테이블베어링(30a)과, 턴테이블베어링을 회전시키기 위한 감속모터(30b)와, 감속모터의 회전력을 턴테이블베어링에 전달하는 피니언기어(30c)로 구성됨
KR 0118381(1995-09-25)	JP 1998-119772(1996-10-23)	KR 0201942(2000-05-23)

(2) 회전프레임 기술의 회전 구성 - 유압실린더 이용



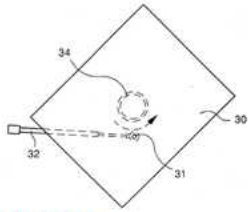
유압실린더 이용 :
회전 수단(9)은 플랫폼(13)에 통합되고, 유압 액추에이터(18, 19)로 구성됨

EP 0463283(1990-10-23)



유압실린더 이용 :
유압실린더(9, 9')를 이용하여 플랫폼 회전

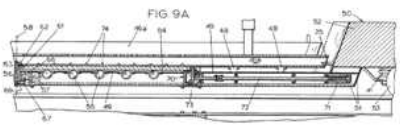
EP 0933278(1999-01-22)



유압실린더 이용 :
턴테이블(30)은 회전실린더(32)를 작동하여 가이드봉(31)을 밀고 당기는 구조로 회전시

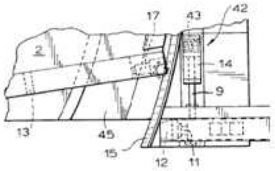
KR 0536515(2004-01-02)

(3) 회전프레임 기술의 회전 구성 - 기어 및 트럭 이용



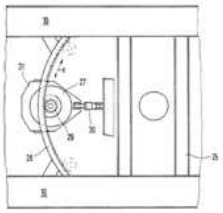
피니언 & 랙기어 이용 :
전후방 전기모터(71)에 연결된 축(72)이 기어박스(70)에 연결되어 플로어(24) 회전. 로딩플로어(24)는 전기 모터(23)에 의해 구동되는 킹핀커플링(28)에 의해 고정

US 4425064(1980-07-15)



피니언 & 랙기어 이용 :
피니언 기어(16)가 랙(15)에 치합됨. 회전 로딩 플로어(2)에 구비된 모터(17)에 연결된 피니언 기어(16)가 랙(15)에 치합되어 회전함으로써 로딩 플로어(2)가 회전

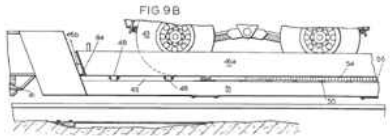
US 4776735(1987-09-30)



피니언 & 랙기어 이용 :
피니온-랙 기어방식으로 회전 구동. 피니언-랙 기어를 연결 또는 해제하는 구성

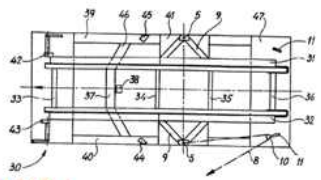
EP 0516583(1992-05-11)

(4) 회전프레임 기술의 지지 구성 - 롤러 이용



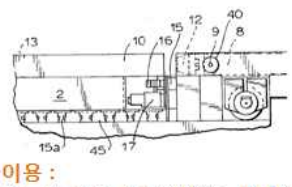
롤러 이용 :
길이 방향 빔(46a, 46b)에 스틸 롤러(48)를 구비하여 회전시 로딩 플로어(24) 지지

US 4425064(1980-07-15)



롤러 이용 :
가이드 요소(31, 32), 슬라이드 블록 또는 휠이나 롤러와 같은 지지 요소(38)가 구비되고, 위치고정을 위한 고정요소(42, 43) 및 고정요소(44, 45)가 구비됨.

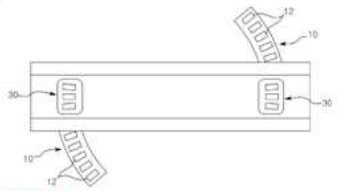
EP 0181676(1985-11-12)



롤러 이용 :
회전 가능한 로딩 플로어(2)는 데크(45)에 축(41)에 의해 회전가능하게 연결되고, 롤러(15a)가 로딩 플로어(2)와 데크(45) 사이에 구비되어 로딩 플로어의 회전을 용이하게 함.

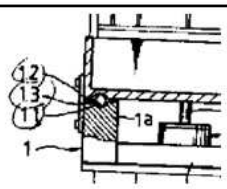
US 4776735(1987-09-30)

(5) 회전프레임 기술의 지지 구성 - 베어링 이용



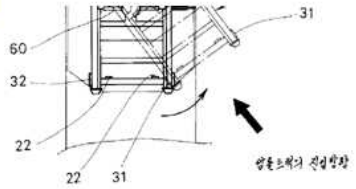
롤러 이용 :
버킷(3)의 회전반경 내에 복수의 랙(10)이 구비되어 버킷이 회전될 때 그 하부를 지지함

KR 0993282(2008-11-05)



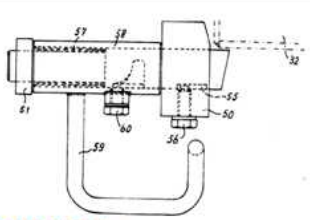
베어링 이용 :
프레임의 제1안내홈(11)과, 적재함의 제2안내홈(12)을 따라 이동하는 회전볼(13)에 의해 회전을 안내함과 동시에 적재함을 지지함

KR 0118381(1995-09-25)



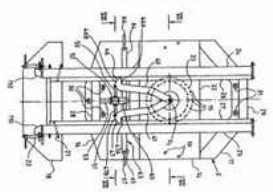
베어링 이용 :
회전프레임(20)의 원활한 회전운동을 위해 회전베어링(22)을 구비

(6) 회전프레임 기술의 록킹 구성 - 회전프레임 록킹



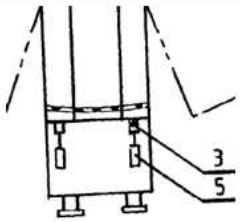
회전프레임 록킹 :
레버(59)가 구비된 록킹핀(56)을 이용하여 회전 플랫폼 고정
(Family : EP 0325814)

US 4880341(1988-04-20)



회전프레임 록킹 :
록킹 위치로 회전(한 쌍의 암의 각도가 좁아짐)하면, 암에 구비된 수직 방향의 돌기(70, 71)를 이용하여 리프팅 크레이들을 고정시킴(Family : EP 0509890)

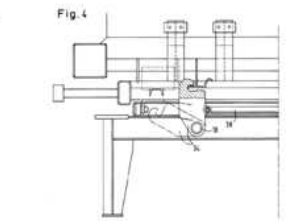
US 5281072(1992-04-15)



회전프레임 록킹 :
4개의 유압 실린더(5)로 작동하는 블록(3)을 이용하여 플랫폼 고정

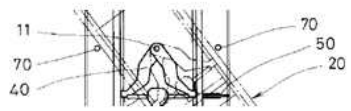
EP 0933278(1999-01-22)

(7) 회전프레임 기술의 록킹 구성 - 적재용기 및 탈부착프레임 록킹



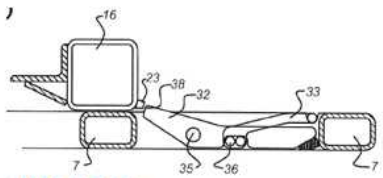
적재용기 록킹 :
고리 형상의 록킹요소(34)를 이용하여 고정

EP 0529209(1992-05-29)



적재용기 록킹 :
한 쌍의 암의 각도가 커지면,, 암에 구비된 수직 방향의 돌기가 적재용기를 고정

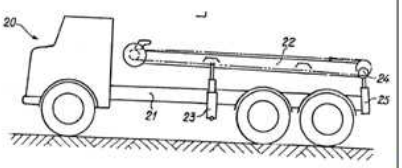
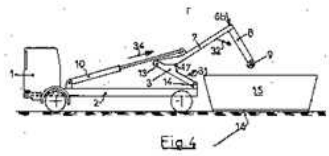
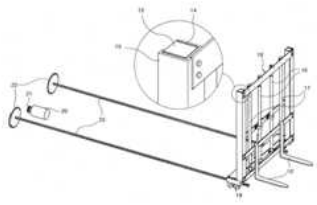
KR 0194317(1998-06-05)



적재용기 록킹 :
상부 프레임(5)을 하부 프레임(3)에 회전되지 않도록 고정하는 작동핸들(33)에 의해 작동되는 록킹 메커니즘(30)을 포함

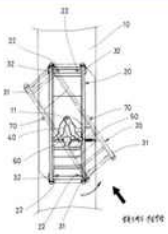
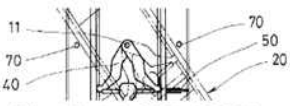
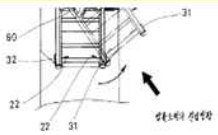
EP 1982891(2008-04-18)

(8) 회전프레임 기술의 견인 구성

 **컨베이어 견인 :** 컨베이어(22)와 잭 메커니즘(23, 25)을 이용하여 컨테이너 견인	 **암롤 견인 :** 발명의 배경기술 설명에서, 화차의 바디와 트럭 간의 화물의 이적재는 트럭에 구비된 로딩/언로딩 암에 의해 수행되는 것으로만 기재하고 있음	 **볼스크류 견인 :** 구동모터(20)에 의해 나성봉(23)이 회전하여 포크리프트(10)을 이동시킴
EP 0181676(1985-11-12)	**US 5281072(1992-04-15)**	**KR 0536515(2004-01-02)**

다. 주요기술 Problem & Solution

등급 : S(매우중요)

발명의명칭	암롤콘테이너의 운송용 특수화차			**대표도면**	**회전방식**
출원번호	KR 1998-0009601(실용)	**출원일자**	1998-06-05		 회전프레임(20)이 회전축(11)을 중심으로 암롤트럭의 위치에 대응되는 위치로 회전 (동력원에 대한 언급 없음)
특허번호	KR 0194317(소멸)	**특허일자**	2000-06-20		
출 원 인	대양중공업	**기술중요도**	S(매우중요)		
패 밀 리	-				
해결과제	종래에는 장거리로 다량의 암롤콘테이너를 운송하기 위해서 철도의 화차를 이용하게 되는데, 이와 같이 철도의 화차를 이용할 경우 암롤콘테이너의 상, 하차시 지게차나 크레인을 사용하므로써 암롤콘테이너의 상, 하차를 위한 작업시간이 오래 걸리고, 이로 인한 물류비용이 상승하게 되는 등의 여러 가지 비경제적인 문제점이 발생함			**지지구조**	**견인구조**
해결수단	다량의 암롤콘테이너(100)를 장착하여 운송하기 위한 특수화차에 암롤콘테이너의 자유로운 상, 하차를 이룰 수 있도록 암롤트럭에 대응되는 위치로 회전 가능하게 설치되는 회전프레임(20)을 적재칸(10)에 하나 이상을 설치하여 하나의 적재칸에 하나 이상의 암롤콘테이너를 장착할 수 있도록 구성함 철도 화차를 이용하여 다량의 암롤콘테이너를 운송시 암롤트럭에서 특수화차로 암롤콘테이너의 신속하고 자유로운 상, 하차 작업을 이룰 수 있도록 하여 이로 인한 물류비용을 최대한 절감시킬 수 있도록 함			 회전프레임(20)의 원활한 회전운동을 위해 회전베어링(22)을 구비 지지한다는 별도의 언급은 없으나 회전과 동시에 지지하는 구성으로 볼 수 있음	- 견인구조에 대한 내용 없음 -

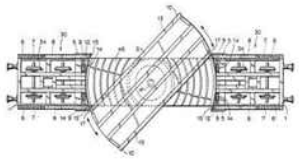
※ 소멸특허로서 특허침해 문제 없음

등급 : S(매우중요)

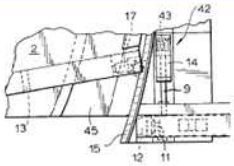
발명의명칭	Locking and stiffening means for a rail car with a rotatable loading		
출원번호	US 1987-105487(특허)	출원일자	1987-09-30
특허번호	US 4776735	특허일자	1988-10-11
출 원 인	Walda, Fedde	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	HUT49527, DE3663499, AT43309, EP0208228, ES2001501, NL8501911		

해결과제	회전 로딩 플로어를 고정하는 것이 중요함. 회전가능한 로딩 플로어를 고정하는 신뢰성있는 수단을 제공
해결수단	회전가능한 로딩 플로어(2)에 구비되어 샤시에 결합된 빔(8)을 수용하는 슬리브(10)와, 운송중 삽입된 위치에서 로딩 플로어(2)를 고정하기 위해 상기 슬리브(10)에 삽입되는 빔(8)을 포함하는 록킹 수단을 제공. 빔(8)과 슬리브(10) 조합은 운송중 로딩 플로어(2)의 수평 운동에 대한 버퍼를 제공함. 빔(8)은 공압 실린더(6)와 실린더14)에 의해 작동될 수 있음.

대표도면

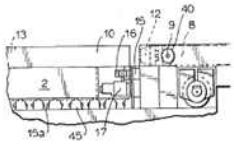


회전방식



피니언 기어(16)가 랙(15)에 치합됨. 회전 로딩 플로어(2)에 구비된 모터(17)에 연결된 피니언 기어(16)가 랙(15)에 치합되어 회전함으로써 로딩 플로어(2)가 회전

지지구조



회전 가능한 로딩 플로어(2)는 데크(45)에 축(41)에 의해 회전가능하게 연결되고, 롤러(15a)가 로딩 플로어(2)와 데크(45) 사이에 구비되어 로딩 플로어의 회전을 용이하게 함.

견인구조

- 견인구조에 대한 내용 없음 -

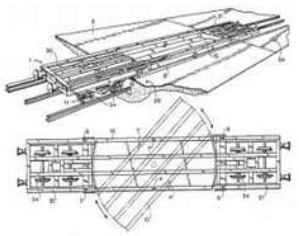
※ 존속기간 만료

등급 : S(매우중요)

발명의명칭	Rail car with rotatable floor for quick loading and unloading of trailers		
출원번호	US 1987-110095(특허)	출원일자	1987-10-15
특허번호	US 4780033	특허일자	1988-10-25
출 원 인	Walda, Fedde	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	DE3666398, AT47359, EP0207491, HUT49309, ES2001502, NL8501912		

해결과제	로딩 플로어를 상승시키지 않고서 로딩 플로어를 회전시키는 구조를 제공
해결수단	로딩 플로어(10)에 구비된 빔의 하부에 부착된 롤러(4, 7)가 플랫폼(2)을 따라 올라가면서 로딩 플로어(10)의 회전과 동시에 상승이 이루어지도록 함.

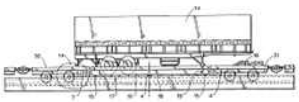
대표도면



회전방식

별도의 상세한 회전 구조는 기재하지 않음.

지지구조



로딩 플로어(10)의 하부에 롤러(15)를 구비하여 회전시 로딩 플로어(10) 지지

견인구조

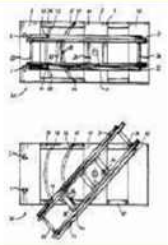
세미트레일러를 위한 구성으로서, 견인구조는 제시되지 않음.

※ 존속기간 만료

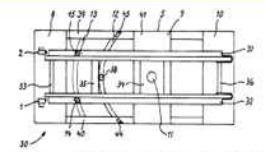
등급 : S(매우중요)

발명의명칭	Swivel platform for a rail vehicle		
출원번호	US 1988-183918(특허)	출원일자	1988-04-20
특허번호	US 4880341	특허일자	1989-11-14
출 원 인	DE ARK	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	DE3873306, AT78766, EP0325814, NL8800161		
해결과제	- 회전 플랫폼에 있어서, 기존의 록킹핀은 로딩 작업의 종료시에 그 작동이 용이하지 않은 단점이 있었으며, 작업자가 록킹핀 하강을 잊어버리는 단점과, 록킹 요소의 일부는 상부 프레임에 구비되고, 나머지는 하부에 구비되는 단점이 있었음.		
해결수단	- 레버가 구비된 록킹핀을 이용하여 회전 플랫폼 고정		

대표도면

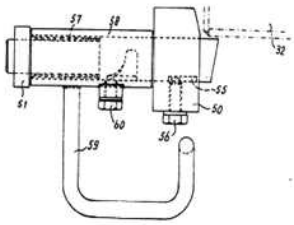


회전방식



- 회전 메커니즘(11)을 중심으로 회전하는 구조, 컨테이너 가이드(31, 32)에 부착된 휠(14, 15)이 하부 프레임의 원호 부분(12, 13)에 의해 지지됨.

고정구조



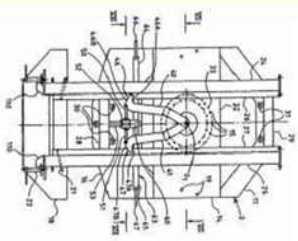
각각 보어(boer)를 구비한 제1블록(50), 제2블록(51)을 포함하고,
상대적으로 작은 단면의 좌측부분(53)과 큰 단면의 우측부분(54)을 갖는 록킹핀(52)으로서, 우측부분(54)은 길이 방향의 키홈(55)를 구비하고, 록킹핀(56)이 끼워짐. 록킹핀(56)은 블록(50)에 나사결합됨. 록킹핀(52)의 전후 작동은 블록(50,51)의 보어에 의해 제한됨. 결합되는 동안, 코일 스프링(57)은 얇은 부분(53)으로 슬라이드되고, 스프링(57)에 의해 록킹 핀에 지속적인 힘이 가해짐. 록킹핀 주위에 튜브(58)가 구비되고, 튜브(58)에는 레버(59)가 장착됨.

※ 존속기간 만료

등급 : S(매우중요)

발명의명칭	Wagon for carrying a lifting cradle and a cradle therefor		
출원번호	US 1992-869258(특허)	출원일자	1992-04-15
특허번호	US 5281072	특허일자	1994-01-25
출 원 인	Marrel	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	ES2061323, DE69200515, AT112733, EP0509890, FR2675452		
해결과제	리프팅 크레이들(lifting cradle)의 위치 고정 문제를 해결하기 위한 것으로서, 리프팅 크레이들을 통해 바디에 전달되는 길이 방향의 힘을 흡수하는 구성을 제공		
해결수단	왜건(1) 상부에서 회전하는 바디(2)의 고정(locking)을 위하여 바디(2)에 훅(46, 47)을 구비한 한 쌍의 암(40, 41)을 구비. 상기 암(40, 41)은 회전가능하도록 구성되어, 록킹 위치로 회전(한 쌍의 암의 각도가 좁아짐)하면, 암에 구비된 수직 방향의 돌기(70, 71)를 이용하여 리프팅 크레이들을 고정시킴.		

대표도면



회전방식

중심축(O1)을 중심으로 바디(2)가 회전하며, 복수의 롤러(30, 31)에 의해 바디(2)의 회전을 지지함. 회전구동을 위한 모터 등의 구성은 설명하고 있지 않음.

견인구조

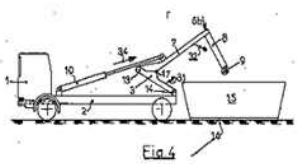


Fig.4

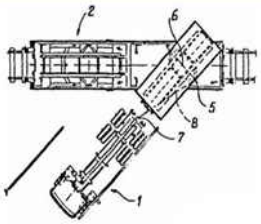
상세한 견인구조는 제시하지 않음. 다만, 발명의 배경기술 설명에서, **화차의 바디와 트럭(lorry) 간의 화물의 이적재는 트럭에 구비된 로딩/언로딩 암에 의해 수행**되는 것으로만 기재하고 있음. 견인구조의 일례로 FR2185590을 언급하고 있으며, 그 도면은 위에 첨부된 바와 같음.

※ 존속기간 만료

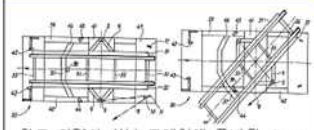
등급 : S(매우중요)

발명의명칭	Process for the transportation of a container		
출원번호	EP 1985-201859(특허)	출원일자	1985-11-12
특허번호	EP 0181676	특허일자	1986-05-21
출 원 인	DE ARK	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	NL8403496		
해결과제	크레인을 사용하지 않고 철도차량과 트럭 사이에서 컨테이너를 이적재하는 장치 제공		
해결수단	철도 차량에 고정된 하부 프레임과, 하부 프레임에 대해 회전가능한 상부 프레임을 포함하고, 상기 상부 프레임(4a)은 두 개의 평행한 컨테이너 가이드(16, 17)와, 원형의 활-형상의 트랙위로 이동가능한 지지요소를 포함함.		

대표도면

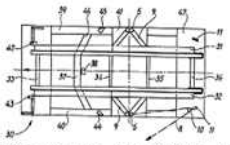


회전방식



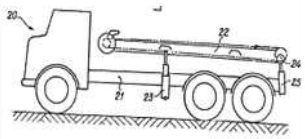
철도 차량의 상부 프레임에 구비된 draw bar(9)에 케이블(8) 일단을 연결하고, 케이블(8) 타단을 트럭(1)에 연결하여 상부 프레임을 반시계방향회전(상부도면) 또는 시계방향회전(하부도면)시킴.

지지구조



- 가이드 요소(31, 32), 슬라이드 블록 또는 휠이나 롤러와 같은 지지 요소(38)가 구비되고, 위치고정을 위한 고정요소(42, 43) 및 고정요소(44, 45)가 구비됨.

견인구조



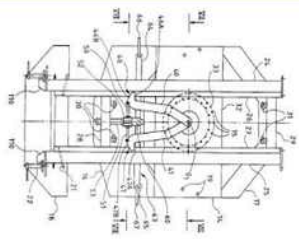
컨베이어(22)와 잭 메커니즘(23, 25)을 이용하여 컨테이너 견인

※ 존속기간 만료

등급 : S(매우중요)

발명의명칭	Railway wagon for carrying lockable handling cradles and handling cradle for such a wagon		
출원번호	EP 1992-401014(특허)	출원일자	1992-04-10
특허번호	EP 0509890	특허일자	1994-10-12
출 원 인	MARREL	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	ES2061323, DE69200515, AT112733, US5281072, FR2675452		
해결과제	<US5281072의 family 특허> 리프팅 크레이들(lifting cradle)의 위치 고정 문제를 해결하기 위한 것으로서, 리프팅 크레이들을 통해 바디에 전달되는 길이 방향의 힘을 흡수하는 구성을 제공		
해결수단	왜건(1) 상부에서 회전하는 바디(2)의 고정(locking)을 위하여 바디(2)에 훅(46, 47)을 구비한 한 쌍의 암(40, 41)을 구비. 상기 암(40, 41)은 회전가능하도록 구성되어, 록킹 위치로 회전(한 쌍의 암의 각도가 좁아짐)하면, 암에 구비된 수직 방향의 돌기(70, 71)를 이용하여 리프팅 크레이들을 고정시킴.		

대표도면



회전방식

중심축(O1)을 중심으로 바디(2)가 회전하며, 복수의 롤러(30, 31)에 의해 바디(2)의 회전을 지지함. 회전구동을 위한 모터 등의 구성은 설명하고 있지 않음.

견인구조

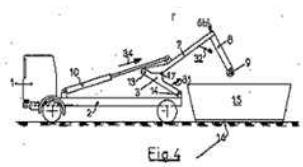


Fig.4

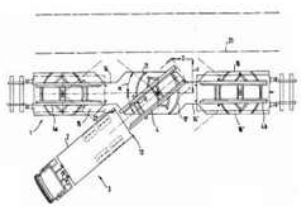
상세한 견인구조는 제시하지 않음. 다만, 발명의 배경기술 설명에서, **화차의 바디와 트럭(lorry) 간의 화물의 이적재는 트럭에 구비된 로딩/언로딩 암에 의해 수행**되는 것으로만 기재하고 있음. 견인구조의 일례로 FR2185590을 언급하고 있으며, 그 도면은 위에 첨부된 바와 같음.

※ 존속기간 만료

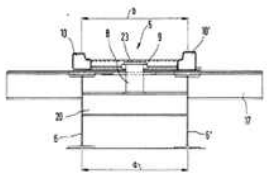
등급 : S(매우중요)

발명의명칭	Railway wagon for cargo-carriers		
출원번호	EP 1992-810348(특허)	출원일자	1992-05-11
특허번호	EP 0516583	특허일자	1995-08-16
출 원 인	TUCHSCHMID	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	CZ280283, DE59203267, AT126486, PL294683, CS9201581, FI922416		
해결과제	턴테이블 회전 구조 제공		
해결수단	2개의 평형행지지 레일(10, 10')을 구비한 턴테이블(4)을 포함하는 화물 운송유닛(2)을 구비, 턴테이블(4)은 철도 차량의 지지구조에 직접 결합된 피봇 베어링(5)을 구비하고, 상기 지지구조는 적어도 두 개의 메인 지지물(6, 6')을 포함하며, 턴테이블(4)의 단부에 피봇 영역을 구비.		

대표도면



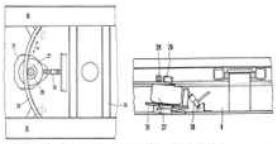
회전방식



+ 베어링 저널(9)과 연결된 피봇베어링(5) 구비.

지지구조

- 지지구조에 대한 내용 없음 -



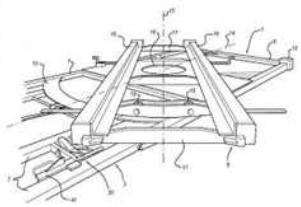
+ 피니온-랙 기어방식으로 회전 구동. 피니언-랙 기어를 연결 또는 해제하는 구성

※ 유럽 외 국가 진입 특허 없음

등급 : S(매우중요)

발명의명칭	Swivel frame, and rail vehicle		
출원번호	EP 2008-154826(특허)	출원일자	2008-04-18
특허번호	EP 1982891	특허일자	2008-10-22
출 원 인	CBW Holding	기술중요도	S(매우중요)
패 밀 리	EP2374682, NL2000602		
해결과제	철도 차량(화차)에 용이하게 탈부착이 가능한 회전 프레임 제공		
해결수단	- 철도 차량에 고정되는 하부 프레임(3)과 컨테이너를 수용하는 상부 프레임(5)을 포함하고, 상부 프레임(5)은 회전가능하게 하부 프레임(3)에 연결됨. 상부 프레임(5)은 하부 프레임(3)에 대해 실질적으로 평행하게 결합된 후, 회전 위치에서는 상부 프레임(5)은 하부 프레임(3)에 대해 회전함. 하부 프레임(3)에는 철도 차량에 탈부착되는 코너 블록(12)이 구비됨.		

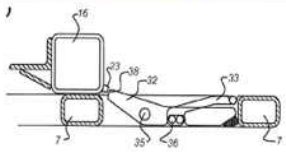
대표도면



회전방식

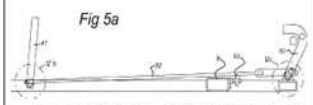
특이 구성 없음.

고정구조(상부 프레임 회전방지)



- 상부 프레임(5)을 하부 프레임(3)에 회전되지 않도록 고정하는 작동핸들(33)에 의해 작동되는 록킹 메커니즘(30)을 포함.

고정구조(적재용기 고정)



- 상부 프레임(5)에는 컨테이너를 고정하기 위한 후크 부재(50)가 구비되며, 후크 부재(50)는 회전축(45)에 의해 작동됨.

※ 유럽 외 국가 진입 특허 없음

5. 추가 Needs 분석

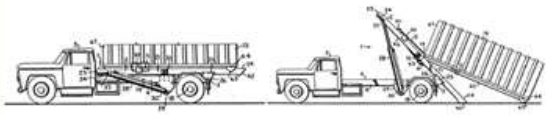
가. 견인장치 기술 관련 주요 특허

발명의명칭	Roll-off container handling mechanism		
출원번호	US 1985-729284	출원일자	1985-05-01
특허번호	4645405	특허일자	1987-02-24
출 원 인	Cambiano; Angelo M.	기술분류	견인장치

요약

A handling mechanism for roll-off containers includes an elongated lift frame pivotally connected to a truck chassis, hydraulic tilt rams connected between the lift frame and the chassis, a slide member mounted in tracks along the lift frame, a stationary pulley mounted on the lift frame for rotation in a vertical plane, a movable pulley mounted on the slide member for rotation in a vertical plane, and a pair of container lift rams mounted along the lift frame and connected to the slide member. A cable is connected to the side member, is reeved about the stationary pulley and the movable pulley, and extends to the rear for connection to a container. The lift frame is tilted up and back for loading and off-loading the container. For transportation, the lift frame is tilted to horizontal.

도면

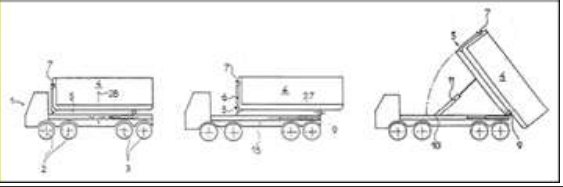


발명의명칭	Device for the handling and transfer of a load on a vehicle such as a container or a tray		
출원번호	US 1986-840330	출원일자	1986-03-14
특허번호	4755097	특허일자	1988-07-05
출 원 인	Bennes Marrel	기술중요도	견인장치

요약

A device for handling a container on a vehicle to permit the container to be tipped about an axis at the rear of the vehicle or to be loaded or unloaded. The device has a reciprocable frame which carries the tipping axis and is caused to reciprocate along the chassis of the vehicle by a horizontally extending hydraulic jack. The device includes hooks to secure the container in a fixed position before the vehicle is used for transporting the container.

도면

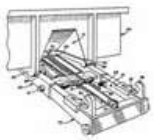


발명의명칭	Roll-off hoist for variable positioning of containers		
출원번호	US 1986-896759	출원일자	1986-08-14
특허번호	4840532	특허일자	1989-06-20
출 원 인	Galbreath	기술분류	견인장치

요약

A transport vehicle mounted roll-off hoist having a main frame pivotally mounted on the rearward end of a vehicle such as a semi-trailer or trunk, including a pair of hydraulic lift actuators adapted to move the main frame of the hoist between a horizontal position and a rearwardly inclined position, Hydraulic actuator which means are provided for lifting a container onto the main frame of the hoist or setting off the container from the hoist, An extensible and retractable stop carriage is telescopically connected to the forward end portion of the hoist main frame, Hydraulic acutator and locking means are associated with the stop carriage for placing the container in the optimum position for transport on the vehicle, The hoist is capable of handling containers of both the outside rail and the inside rail type.

도면



발명의명칭	Bin lifting mechanism		
출원번호	US 1987-061022	출원일자	1987-06-10
특허번호	4778327	특허일자	1988-10-18
출 원 인	Western Waste IND	기술중요도	견인장치

요약

A truck-mounted lifting mechanism is provided for loading containers, such as waste bins, on a truck so that the container can be positioned where its weight will be reasonably distributed between the front and rear wheels. The lifting mechanism includes a track extending along the length of the truck bed, a tray which can be moved along the length of the track while being restrained by the track from any vertical displacement, and a jack-up assembly attached to and supported by the movable tray. A pair of hydraulic cylinders attached between the tray and the jack-up assembly permit the controlled forward tilting of the jack-up assembly toward the truck cab. In use, the jack-up assembly is utilized to securely grasp the container to be loaded, and lift it vertically until the container bottom is above the upper surface of the truck bed. In this elevated position, the tray can be pulled by another hydraulic ram toward the truck cab to position the container over the truck bed.

도면

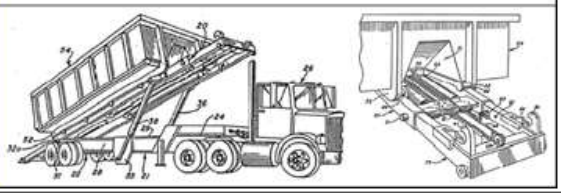


발명의명칭	Roll-off hoist for variable positioning of containers and method for use thereof		
출원번호	US 1989-303570	출원일자	1989-01-27
특허번호	4934898	특허일자	1990-06-19
출 원 인	Galbreath	기술중요도	견인장치

요약

A transport vehicle mounted roll-off hoist having a main frame pivotally mounted on the rearward end of a vehicle such as a semi-trailer or truck, including a pair of hydraulic lift actuators adapted to move the main frame of the hoist between a horizontal position and a rearwardly inclined position, A hydraulic actuator winch is provided for lifting a container onto the main frame of the hoist or setting off the container from the hoist, An extensible and retractable stop carriage is telescopically connected to the forward end portion of the hoist main frame, Hydraulic actuator and locking means are associated with the stop carriage for placing the container in the optimum position for transport on the vehicle, The hoist is capable of handling containers of both the outside rail and the inside rail type.

도면

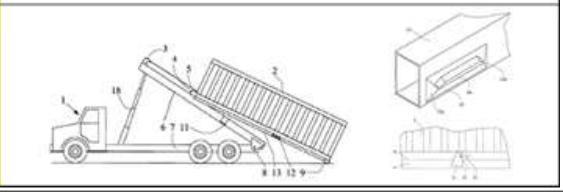


발명의명칭	Container restraining mechanism and method		
출원번호	US 1996-759870	출원일자	1996-12-03
특허번호	5848869	특허일자	1998-12-15
출 원 인	AESOP	기술중요도	견인장치

요약

A system and technique for holding down and restraining a roll-off container in place as it is winched into its final position on the bed of a truck or other transport device, wherein, as the roll-off container is winched into position on the truck, a protuberance on the side of the bottom rail of the roll-off container slides into a mating interlocking cradle attached to the truck. The sliding mate can be of a cantilevered spear into a socket, or more generically, a sliding open-ended mate such as a dovetail. In the event of a crash or sudden stop, the roll-off container will thus be retained by the interlocking connection.

도면

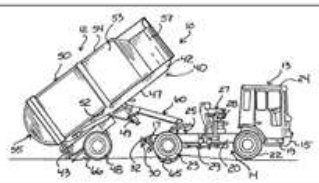


발명의명칭	Method of moving a vehicle from a first location to a second location with a hoist mechanism		
출원번호	US 1997-857732	출원일자	1997-05-16
특허번호	5871330	특허일자	1999-02-16
출 원 인	The Heil	기술중요도	견인장치

요약

A method of moving a refuse collection vehicle from a first location to a second location, the refuse collection vehicle of a type having a towing vehicle, a semi-trailer and a hoist mechanism interconnecting the towing vehicle to the semi-trailer and operative for moving the semi-trailer between a normal lowered position and a hoisted position, the method including the steps of securing the towing vehicle in a first towing vehicle location, moving the semi-trailer from the normal lowered position to the hoisted position thereby moving the rear wheels of the semi-trailer from a first semi-trailer location to a second semi-trailer location, securing the semi-trailer in the second semi-trailer location, and moving the semi-trailer from the hoisted position to the normal lowered position thereby moving the towing vehicle in the forwardly direction from the first towing vehicle location to a second towing vehicle location thereby resulting in the movement of the refuse collection vehicle from the first location to the second location.

도면

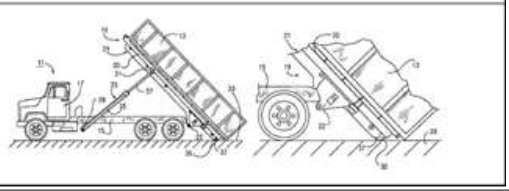


발명의명칭	Rear roller assembly for a rolloff hoist		
출원번호	US 2002-075493	출원일자	2002-02-14
특허번호	6676221	특허일자	2004-01-13
출 원 인	G&H Mfg.	기술중요도	견인장치

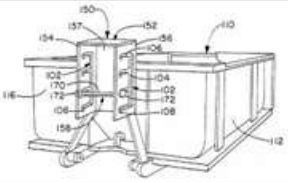
요약

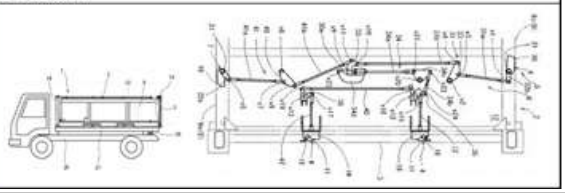
A refuse-hauling vehicle has a dumping bed for inclining containers carried on the bed. The bed pivots on a lateral axis forward of the rear end of the bed, the rear end of the bed moving downward as the forward end of the bed moves upward. A cylindrical roller is removably mounted to and between frame rails near the rear end of the bed, the roller being free to rotate on a lateral axis. The roller is installed by inserting a shaft in each end of the roller, the shafts being connected to mounting plates. Each plate is then attached to a bracket mounted on the frame rails. When installed, a lower portion of the outer surface of the roller is positioned to be the lowest point on the bed when the bed is in an inclined, or dumping, position. The roller contacts a support surface, preventing damage to the bed.

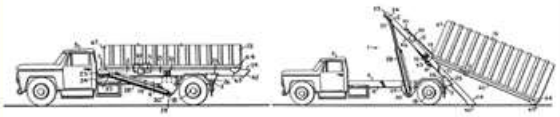
도면

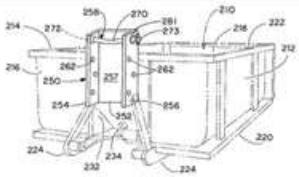


나. 적재용기 기술 관련 주요 특허

발명의명칭	Roll-off container with adiustable attachment apparatus		
출원번호	US 2004-779902	출원일자	2004-02-17
특허번호	7306273	특허일자	2007-12-11
출 원 인	Robert L. Estes	기술분류	적재용기
요약	An adiustable attachment apparatus for a container, in particular, a roll-on, roll-off container, for use with a truck equipped to transport the carrier, such as a hoist truck. The container attachment apparatus includes a connector member, more specifically a hook-receiving member which is vertically adiustable in a guide member to a plurality of different heights in relation to a ground surface in order to accommodate trucks having container retrieving hoist mechanisms with a hook or other element of differing minimum heights which manipulates the container through the connector member, In one embodiment, the guide member includes a rail having a slotted track.		
도면			

발명의명칭	컨테이너		
출원번호	JP 2006-349968	출원일자	2006-12-26
특허번호	2008-155988	특허일자	2008-07-10
출 원 인	KYOKUTO KAIHATSU KOGYO	기술분류	적재용기
요약	【과제】 테일 게이트폰의 록 수단을 록 상태와 록 해제 상태로 바꾸는 작업을 용이하게 할 수 있는 컨테이너를 제공한다. 【해결 수단】 철도 화물열차 및 수송 야량에 적재 가능하고,뒤쪽의 개구부를 개폐 가능하게 하고 컨테이너 본체 2에 장착되는 테일 게이트 3과,닫힘상태에 있는 테일 게이트 3이 열리는 것을 규제하는 록 상태와 닫힘상태에 있는 테일 게이트 3이 열리는 것을 허용하는 록 해제 상태로 바뀌는 록 수단 4와,이 록 수단 4를 록 상태와 록 해제 상태로 바꾸는 조작을 행하는 조작 수단 5를 구비하고 있다.조작 수단 5는,컨테이너 본체 2의 좌우 양측에 각각 설치되고 작업자가 조작하는 좌조작부 6과 우조작부 7과,이것을 왼쪽 조작부 6과 우조작부 7 중의 어느 쪽을 조작해도 록 수단 4의 상태를 교체시킨 링크부 8을 갖고 있다.		
도면			

발명의명칭	Roll-off container handling mechanism		
출원번호	US 1985-729284	출원일자	1985-05-01
특허번호	4645405	특허일자	1987-02-24
출 원 인	Cambiano; Angelo M.	기술분류	견인장치
요약	A handling mechanism for roll-off containers includes an elongated lift frame pivotally connected to a truck chassis, hydraulic tilt rams connected between the lift frame and the chassis, a slide member mounted in tracks along the lift frame, a stationary pulley mounted on the lift frame for rotation in a vertical plane, a movable pulley mounted on the slide member for rotation in a vertical plane, and a pair of container lift rams mounted along the lift frame and connected to the slide member, A cable is connected to the side member, is reeved about the stationary pulley and the movable pulley, and extends to the rear for connection to a container, The lift frame is tilted up and back for loading and off-loading the container, For transportation, the lift frame is tilted to horizontal.		
도면			

발명의명칭	Roll-off container with adiustable attachment apparatus		
출원번호	US 2007-005524	출원일자	2007-12-27
특허번호	8079626	특허일자	2011-12-20
출 원 인	Robert L. Estes	기술중요도	적재용기
요약	An adjustable attachment apparatus for a container, in particular, a roll-on, roll-off container, for use with a truck equipped to transport the carrier, such as a hoist truck. The container attachment apparatus includes a connector member, more specifically a hook receiving member which is vertically adjustable in apertures of a guide member to a plurality of different heights in relation to a ground surface in order to accommodate trucks having container retrieving hoist mechanisms with a hook or other element of differing minimum heights which manipulates the container through the connector member, In one embodiment, the guide member includes a rail having a slotted track and a connector member is connected to the guide member by a locking mechanism.		
도면			

다. 적재용기 기술 관련 주요 특허

o 본 과제 기획 방향과 유사도가 높은 특허를 보유하고 있는 출원인(대양중공업 주식회사)을 대상으로 추가 분석을 실시함

순서	출원번호	출원일자	IPC분류	공개번호	공개일자	공고번호	공고일자	등록번호	등록일자	Family를	최종처분	심사청구	지정국	등록상태	출원인	발명자/	발명의명칭	관련특허	초록	청구항
1	10-1995-0	1995.01.11	B67D 7/78	10-1996-0	1996.08.17					2.02E+12	취하(변경	1995.01.11/1		취하	대양중공업박영걸 (서유조차의무				탱크(1) 하	[청구항 1]
2	10-1999-0	1999.09.13	F04D 17/0	10-2001-0	2001.04.06		2001.12.12	10-031639	2001.11.20		등록결정('1999.09.13/4			등록	대양중공업박영걸 (경건식 피스톤				본 발명은	[청구항 1]
3	20-1998-0	1998.06.05	B60P 1/48	20-1998-0	1998.10.07		2001.03.15	20-021538	2000.12.20		등록결정('1998.06.05/3			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (서암롤트럭의	견인장치			본 고안은	[청구항 1]
4	20-1998-0	1998.06.05	B61D 3/2(	20-1998-0	1998.10.07		2000.09.01	20-019431	2000.06.20		등록결정('1998.06.05/4			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (서암롤콘테이	회전프레임			본 고안은	[청구항 1]
5	20-1997-0	1997.07.10	B60P 3/22	20-1997-0	1997.10.13		1999.12.15	20-016284	1999.09.27		등록결정('1997.07.10/2			등록	대양중공업박영걸 (서배큐엄카의				저장탱크(:	[청구항 1]
6	20-1997-0	1997.05.17	B67D 7/7(				1998.04.16	20-011435	1997.11.27	1.02E+12	등록결정('1997.05.17/1			소멸 (존속	대양중공업박영걸 (서유조차의				1. 유조차(:	[청구항 1]
7	20-1997-0	1997.04.08	B62D 33/(	20-1997-0	1997.07.29						거절결정('1997.04.08/2			거절	대양중공업박영걸 (경화물자동차				청구항1) 적재차량의	
8	20-1995-0	1995.11.07	B01D 35/(	20-1997-0	1997.06.18						거절결정('1995.11.07/1			거절	대양중공업박영걸 (서유조차유로				유로(8)(9)(10)로 배관	
9	20-1995-0	1995.01.09	B60P 7/02	20-1996-0	1996.08.17		1998.07.15	20-012120	1998.04.15		등록결정('1995.01.09/1			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (서쓰레기수거				운전석 방(	[청구항 1]
10	20-2003-0	2003.10.14	B65F 3/12				2004.01.03	20-033753	2003.12.19		설정등록의/5			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (경쓰레기수거				본 고안은	[청구항 1]
11	20-2003-0	2003.10.14	B65F 3/14				2004.01.03	20-033753	2003.12.19		설정등록의/2			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (경음식물수거				본 고안은,	[청구항 1]
12	20-2003-0	2003.08.14	B65F 3/00				2003.11.01	20-033191	2003.10.22		설정등록의/3			등록	대양중공업박영걸 (경쓰레기 수:				본 고안은,	[청구항 1]
13	20-2003-0	2003.08.13	B60T 7/20				2003.11.20	20-033403	2003.11.12		설정등록의/3			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (경트레일러의				본 고안은,	[청구항 1]
14	20-2003-0	2003.08.13	B60T 7/20				2003.11.20	20-033403	2003.11.12		설정등록의/3			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (경트레일러의				본 고안은,	[청구항 1]
15	20-2003-0	2003.08.13	B60P 3/22				2003.11.15	20-033344	2003.11.06		설정등록의/1			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (경급수 트레				본 고안은	[청구항 1]
16	20-2003-0	2003.08.13	A62C 27/(				2003.11.03	20-033206	2003.10.25		설정등록의/2			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (경급수 트레				본 고안은,	[청구항 1]
17	20-2003-0	2003.08.13	B65F 3/00				2003.10.30	20-033122	2003.10.15		설정등록의/3			소멸 (등록	대양중공업박영걸 (경쓰레기 수:				본 고안은,	[청구항 1]
18	20-2003-0	2003.08.13	B65F 3/14				2003.10.30	20-033122	2003.10.15		설정등록의/1			소멸 (취소	대양중공업박영걸 (경쓰레기 수:				본 고안은,	[청구항 1]
19	20-2003-0	2003.08.13	B65F 3/14				2003.10.30	20-033122	2003.10.15		설정등록의/4			등록	대양중공업박영걸 (경쓰레기 수:				본 고안은,	[청구항 1]
20	20-2001-0	2001.09.24	B65F 3/00				2002.03.18	20-026261	2002.01.17		설정등록의/1			소멸 (무효	대양중공업박영걸 (경쓰레기수거				본 고안은	[청구항 1]

o 검색 결과, 대양중공업 주식회사는 쓰레기 수거차량에 관련된 특허를 다수 보유하고 있는 것으로 나타났음
o 이중 본 과제 대상기술과 관련 있는 등록 제20-0194317호(회전프레임 기술) 및 등록 제20-0215386호(견인장치 기술)가 검색되었음
o 다만, 2건 모두 현재 권리가 소멸된 상태로 자유 실시가 가능한 기술임

6. 결론

가. 특허 장벽 및 특허 확보 가능성

(1) 특허 장벽

o 기본적인 기술 구성의 경우 특허존속기간이 만료된 상태로 자유 실시 가능함
o 회전 방식이나 지지 구조 등 추가적인 특징이 있는 특허의 경우 유럽에서의 특허장벽은 존재하나, 한국에서의 특허 장벽은 거의 없는 것으로 판단됨

(2) 특허 확보 가능성

o 회전방식, 지지구조, 록킹 구조 등 무동력 회전이적재 시스템을 구성하는 기본적인 기술요소는 다수의 공지된 기술로 인해 특허 확보가 용이하지 않을 것으로 판단됨
o 기존 기술에 대한 개량기술에 대한 특허확보 가능성은 존재하나, 특허확보를 위해서는 구체적인 설계 및 차별적 구성요소의 구비가 요구됨

나. 결론

o R&D 대상기술인 회전이적재 기술의 경우 유럽 국적의 출원인이 대다수의 출원을 보유하고 있으며, 한국의 기술경쟁력은 낮은 상태임
o R&D 대상기술인 회전이적재 기술의 경우 90년대를 기점으로 출원 건수가 감소하고 있는 상태임
o 유럽 국가에서의 특허장벽이 존재하는 상태이나, 한국에서의 특허장벽은 낮은 상태임
o 다수의 유사 선행기술 존재로 인해 신규 IP 창출에 장애가 존재할 수 있음. 원천특허의 확보는 곤란한 상태이며, 개량 특허의 확보를 위해서는 구체적인 기술로 한정하여 특허를 진행할 필요가 있음

7. 특기사항(정부 R&D 특허기술동향조사 우수과제 선정)

o 2012년 정부 R&D 특허기술동향조사 우수과제 선정 특허청 발표

2012년 정부 R&D 특허기술동향조사 업무 보고

◇ 특허동향조사 최종발표 참관을 통한 분석지원 현황 등을 보고

□ 개요

○ 일　　시 : 4월 25일(수) 11:00 ~ 13:00

* 국토해양부 R&D사업 특허동향조사 최종발표(B-Type 1과제) 등

○ 장　　소 : R&D특허센터 대회의실

○ 참석인원 : 과제 기획위원* 및 분석실무자, R&D특허센터 직원

* 과제 기획위원장, 건설교통기술평가원 사업담당자 등

○ 주요 내용 : 특허동향조사 결과발표

※ [별첨] 주요 참석자 명단

□ 세부 일정

시 간	발표 주제명	발표자
11:00~12:00	· 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 - 연구관리전담기관 : 한국건설교통기술평가원 - 연구기획주관기관 : (주)범창종합기술 - 특허분석 과제수행협력기관 : 특허법인 우인	특허법인 우인 지현수 (변리사)
12:00~13:00	점심 식사	

별첨 **주요 참석자 명단**

연번	소속기관명	부서명	성명	직급	비고
1	특허청	산업재산정책과	문삼섭	과장	
2			이선우	서기관	
3			김설규	사무관	
4			이종호	주무관	
5	(주)범창종합기술		김두호	부사장	기획위원장
6			황지훈	차장	
7	건설교통기술평가원	항공물류사업실	이강준	선임연구원	
8	R&D특허센터	IP전략본부	강호근	본부장	
9		IP전략혁신팀	선동주	팀장	
10			권병기	그룹장	
11			박형순	책임연구원	
12			박정호	선임연구원	발표자
13			김 웅	선임연구원	발표자
14			이지은	선임연구원	발표자
15			이유미	선임연구원	발표자
16			이주형	선임연구원	발표자
17		특허성과관리팀	백상규	팀장	
18			오정민	선임연구원	발표자
19	특허법인 우인		지현수	변리사	발표자
20			김형영	과장	

제 3 장 최종 연구성과 및 적용실적

제 1 절 실용화 추진을 위한 시연사업 추진 및 결과

1. 무연탄 운송 시연사업 추진 계획(안)

가. 시연사업 목적

o 별도의 화물역 하치장이 필요 없고, 벌크화물 수송을 컨테이너화 함에 따른 물류 프로세스 개선을 위한 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 현장운영

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 현장 운영을 통한 문제점 및 해결방안 도출

나. 기존 무연탄 운송 및 회전장치를 이용한 환적시스템 운송의 차별성

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



<무개화차를 이용한 운송 프로세스>

o 아래의 그림은 회전장치를 이용한 환적시스템 적용 시 화주까지 무연탄이 전달되는 운송 프로세스 임



<회전장치를 이용한 환적시스템 운송 프로세스>

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 회전장치를 이용한 환적시스템 운송의 차별성은 아래의 표와 같음

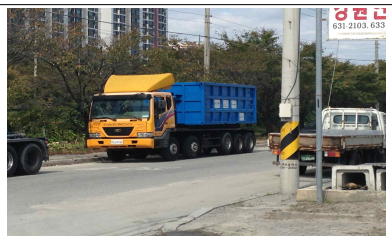
<기존 무개화차 철도운송 프로세스와 본 과제 적용 시 운송 프로세스 비교>

구 분		무 개 화 차	회전장치를 이용한 환적시스템
적재(량당)	용 량	50ton	50ton(20ft 2개)
	소요시간	약 5분	약 6분(2개)
철도 운송시 비산먼지 방지방법		표면경화제 사용	용기에 부착되어 있는 덮개사용
하화(도착역)	PROCESS	화차 하차 및 덤프 상차	직접 환적
	소요시간	무개화차 1량당 약 60분	1량(2개) 당 약 20분
셔틀 운송		자동덮개+추가덮개 작업 필요 (추가작업 후에도 비산먼지 발생)	적재완료 후 덮개를 덮어 소요시간 없음 (비산먼지 미연에 방지)
하화(최종목적지)		일반 덤프트럭 이용	암롤트럭 이용(덤프트럭과 시간 및 방식 유사)
환경적 측면		비산먼지로 인한 민원 발생	비산먼지 발생 억제 (민원 방지 및 깨끗한 역환경 유지)
전체 프로세스 소요시간 비교		-	도착역에서의 하화시간 → 량당 40분 단축

다. 시연사업 추진(안)

(1) 1단계 시연사업(구내 환적 및 셔틀운송)

- 1단계 시연사업은 철도운송 제외
- 화물의 환적 및 도로운송, 수요처 적하장 덤핑 시연 추진하여 안정성 검증
- 테스트베드에 있는 화차를 도로운송으로 문수역까지 운송
- 강원연탄에서 석탄화물을 적재용기에 적재하여 문수역으로 셔틀운송 실시
- 문수역 적하선 선로에 준비된 무동력 회전장치가 설치된 화차에서 적재용기 환적 시연 및 강원연탄으로 셔틀운송 실시
- 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)

- 2단계 시연사업은 화물(무연탄)을 광업소에서 무연탄을 배정받아 철도운송, 문수역 화물 환적, 도로운송, 강원연탄 적하장 적재까지 시범운송 추진
- 한국철도공사, 한국석탄공사와 금강물류 협의를 통하여 실제 본선운송 추진



<2단계 시범운송 프로세스>

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)
금강물류	■ 문수역 CY 운영
강원연탄	■ 수요처

(2) 시연사업 추진을 위한 유간기관 협의 내용 및 결과

(가) 유관기관 주요 의견

① 금강물류

- 철도물류활성화를 위한 국토교통연구사업 시연사업에 적극 협조하겠음

- 매주 월요일부터 토요일까지는 CY 운영을 하기 때문에 적하장 선로에 화차가 있어

시연사업이 곤란함
- 단, 일요일은 적하장 선로에 화차가 없기에 시연사업이 가능함
- 현재 CY 출구 쪽에 적재되어 있는 컨테이너를 다른 쪽으로 옮기면 출구 쪽에서 시연사업이 가능하며, 시연사업에 적극 협조하겠음
- 선로는 문수역에서 관리 하지만 CY는 금강물류가 관리하기 때문에 시연사업 당일 안전관리자를 금강물류에서 배치하겠음

② 강원연탄

- 매주 월요일부터 토요일 오전까지는 적하장에서 페이로더 작업을 하기 때문에 시연사업 곤란
- 단, 토요일 오후부터 일요일까지는 휴무로 적하장 작업을 하지 않기 때문에 시연사업 가능
- 시연사업에 적극 협조하겠으며, 적재용기에 무연탄 적재를 위하여 페이로더를 지원하겠음

(3) 시연사업 추진 및 결과

(가) 시연사업 추진 및 결과

① 시연사업 개요

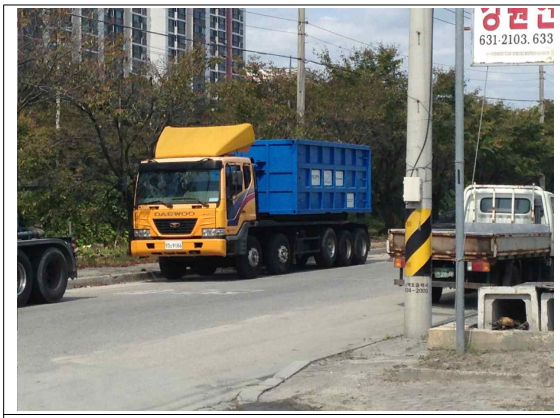
- 문수역에서의 환적 시연은 어렵지만, 철도역 적하장과 유사 환경으로 조성된 테스트베드에서 주 2회 이상 환적 시운전을 실시하고 있어 환적 시연 실적은 충분함
- 금번 시연사업은 수요처 셔틀운송 및 적하장 덤핑 시연만을 추진
- 단, 철도공사에서 규정하는 철도 운행 허가 조건을 파악하여 2단계 시범운송 추진

② 시연사업 추진 절차

ⓐ 테스트베드에 있는 암롤트럭 강원연탄으로 이동
ⓑ 강원연탄에서 적재용기에 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>



<무연탄 적재2>



<덤핑시연1>



<덤핑시연2>



<덤핑시연3>

2. 석회석 운송 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

o 본 과제 공동협의체인 충무화학 및 ㈜한진과의 공동 운영을 통한 향후 사업 수익성 제고

나. 시연사업 개요

o 적용 물류거점 : 정선 충무화학 Door ~ 당진 현대제철 Door

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

<시연사업 개요>

구분	세부내역	참여기관	준비기간
준비 단계	■ 화차 본선 운행 준비	범창종합기술	11개월
실행 단계	■ 무동력 회전장치 환적시스템 시범운송 －충무화학~선평역 셔틀운송 및 환적	범창종합기술 충무화학 현대제철 한국철도공사	1개월
	■ 시연사업구간 철도 시범운송 －충무화학～예산역 본선 철도운송		
	■ 시연사업구간 철도 시범운송 －예산역～현대제철 셔틀운송		

다. 시연사업 세부추진계획

o 본선 운행노선도



o 시범운송구간

구분	구간
철도운송	선평역(강원 정선) → 예산역(충남 예산)
도로운송(셔틀운송)	충무화학 → 선평역, 예산역 → 당진 현대제철

- 적재용기 1개를 이용하여 화차 1량으로 진행 추진
- 철도운송은 철도공사와 협의 추진
- 셔틀운송은 암롤트럭을 이용하여 진행

o 기존 운송방식과 시범운송방식의 비교

구분	운송방식	구간	거리
기존	도로운송	충무화학 → 당진 현대제철	234km
시범운송	복합운송(도로+철도)	충무화학 → 선평역	1.72km
		선평역 → 예산역	269.4km
		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

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

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

1. 사업계획 수립 목적

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 예상 수요처를 중심으로 예상수요까지의 운송계획(안)을 통해 과제 환적시스템을 이용한 화물의 종류와 화물에 따른 적재용기 개발, 화물운송 방법을 분석

o 본 과제의 투자와 관련하여 사업주체가 일반적으로 기대해 볼 수 있는 수입 및 비용요소는 다음과 같음

o 기존육상에 전량 의존하던 납품물량에 대해 철도를 이용한 복합운송을 적용함으로써 비산먼지 감소 등의 환경적인 문제 해결 및 물류비 절감

가. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 잠재적 시장의 파악

o 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

o 대안별 장단점 비교

구분	도로운송	철도운송	무동력 회전장치 환적시스템
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 회전장치를 별도로 설치 해야 함 화차 작업 시 시간이 소요됨 시기에 맞는 배차가 적절하지 못함

o 시장참여자의 Needs에 부합하는 대안의 평가

- 무동력 회전장치 환적시스템 도입 시 장기적으로 물류비용의 절감을 기대할 수 있으며, 시장 참여자의 목표를 달성할 수 있을 것으로 보임
- 무동력 회전장치 환적시스템 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

o 철도운송 화물 품목별 향후 분석[1)]

<철도 운송 화물 품목별 물동량 추이>

(단위 : 천톤)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	증가율(%)
양회	15,180	15,824	16,478	17,670	16,015	14,791	14,676	14,602	−0.53
컨테이너	10,034	11,253	11,729	12,443	8,511	9,948	11,678	12,109	2.72
석탄	6,566	7,367	6,878	7,077	6,367	6,170	5,295	4,876	−4.16
철강	1,399	1,331	1,816	2,000	1,128	1,735	2,118	2,669	9.67
광석	1,967	1,758	2,000	1,939	1,969	2,023	2,211	2,319	2.38
유류	2,402	2,202	2,104	2,006	1,818	1,641	1,348	1,173	−9.73
사업용	1,065	813	652	540	477	393	410	433	−12.06
건설	283	256	230	182	252	254	271	249	−1.81
일반기타	2,792	2,536	2,644	2,947	2,360	2,262	2,005	1,878	−5.51
합계	41,669	43,341	44,531	46,806	38,897	39,217	40,012	40,309	−0.47

1) '2013년 철도화물 중장기 수송수요 예측 연구보고서, 코레일 연구처' 내용 참조

<철도 운송 화물 품목별 추세분석 결과>

(단위 : 천톤)

구분	2012	2018	2023	2028	2033	증가율(%)
양회	14,602	12,985	12,235	11,691	11,264	−1.23
컨테이너	12,109	14,272	15,155	15,765	16,232	1.41
석탄	4,876	4,035	3,620	3,312	3,068	−2.18
철강	2,669	3,012	3,196	3,335	3,446	1.22
광석	2,319	2,493	2,578	2,640	2,689	0.71
유류	1,173	1,011	927	864	814	−1.72
사업용	433	380	355	337	323	−1.39
건설	249	239	234	230	227	−0.44
일반기타	1,878	1,657	1,540	1,450	1,377	−1.47
합계	40,309	40,084	39,840	39,625	39,440	−0.10

<철도 운송 화물 품목별 전략 수요 예측 결과>

(단위 : 천톤/년)

구분		2012	2018	2023	2028	2033	증가율(%)
기본수요	양회	14,602	16,216	17,121	18,135	19,191	1.31
	컨테이너	12,110	15,087	16,799	18,410	20,177	2.46
	석탄	4,876	4,529	4,871	5,009	5,098	0.21
	철강	2,669	2,915	3,982	4,492	4,990	3.02
	광석	2,319	2,010	2,324	2,635	2,945	1.14
	유류	1,173	775	893	940	992	−0.79
	사업용	433	482	506	529	557	1.21
	건설	249	180	188	197	207	−0.87
	일반기타	1,878	2,075	2,175	2,277	2,395	1.16
	합계	41,309	44,267	48,859	52,625	56,551	1.63
전략수요	양회	14,602	15,435	16,296	16,733	17,707	0.92
	컨테이너	12,110	14,038	15,631	16,479	18,060	1.92
	석탄	4,876	4,489	4,829	4,965	5,054	0.17
	철강	2,669	2,817	3,849	4,248	4,719	2.75
	광석	2,319	1,900	2,197	2,441	2,728	0.78
	유류	1,173	740	853	884	933	−1.08
	사업용	433	466	488	511	538	1.04
	건설	249	173	182	190	200	−1.04
	일반기타	1,878	2,062	2,161	2,2630	2,380	1.13
	합계	40,309	42,121	46,487	48,714	52,318	1.25

2. 1차 목표시장 수립

구 분	내 용
분석대상	▪광업소에서 점촌역까지 철도운송하는 무연탄 화물을 무동력 회전장치를 이용하여 수요처까지 셔틀운송하는 모델
분석기법	▪무동력 회전장치 환적시스템 도입 시 현금흐름에 대한 구체적인 분석을 통하여 현금흐름 개선 효과를 분석

o 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

o 무연탄 화물 수급 동향

- 생산량과 함께 소비량도 감소하여 '03년까지는 수급에 어려움이 없었으나, '04년부터 시작된 연탄소비의 급증으로 수급불균형 심화현상이 발생하였다. 고유가의 지속으로 난방유 가격이 상승한 반면, 연탄가격은 장기간 동결됨으로 인해 상대적으로 저렴한 연탄이 난방연료로서 선호되었기 때문이다.

<석탄(무연탄) 화물 수급 동향 >

(단위 : 천톤)

품 목	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
생산	3,299	3,191	2,832	2,824	2,886	2,772	2,519	2,084	2,084	2,094
소비	3,941	3,886	4,467	4,716	4,254	4,260	3,309	2,698	2,365	2,424
연탄용 소비	1,191	1,385	2,010	2,327	2,091	2,289	1,941	1,859	1,822	1,833
발전용 소비	2,710	2,356	2,354	2,356	2,156	1,960	1,360	839	543	591
산업용 소비	43	145	103	33	7	11	8	0	0	0
재고	9,527	8,894	7,388	5,551	4,231	2,797	2,226	1,853	1,720	1,628
정부비축	8,061	8,061	6,943	4,671	3,445	2,026	1,596	1,308	1,142	1,060

자료 : 지식경제부 '광물 생산보고서'

o 경북 지역 무연탄 화물 물동량

- 무동력 회전장치 환적시스템의 적용 대상 지역인 경상북도 무연탄 물동량을 분석하였음
- 2013년 기준 무연탄 화물 운송량이며, 일일 운송량은 월 20일 기준으로 환산하였음

<경북 지역 무연탄 화물 물동량>

(단위 : ton)

	도착역	위치	년 운송량	월 운송량	일일 운송량
1	김천	경상북도 김천	19,715	1,642.9	82.1
2	나원	경상북도 경주	6,617	551.4	27.6
3	영주	경상북도 영주	33,384	2,782.0	139.1
4	의성	경상북도 의성	21,441	1,786.8	89.3
5	점촌	경상북도 문경	123,470	10,289.2	514.5
	합계		204,627	17,052.3	852.6

* 참고 : 2013년 철도화물 무연탄 운송실적

- 1차 목표시장인 점촌역의 무연탄 운송실적을 살펴보면, 2012년 기준으로 123,470톤의 무연탄이 철도로 운송되었으며, 일일 물동량은 514.5톤으로 환산되었음(월 20일 기준)

o 본 과제의 투자와 관련하여 사업주체가 일반적으로 기대해 볼 수 있는 수입 – 무동력 회전장치 환적시스템은 무연탄을 무개화차로 운송하여 페이로더(굴착기)로 상하역한 후, 덤프트럭으로 역에서 수요처까지 셔틀운송 하는 기존의 무연탄 운송 방식에서 석탄화물 전용 컨테이너를 화차로부터 암롤트럭으로 이적재하여 수요처까지의 셔틀운송을 한 번에 해결하는 시스템으로서 기존의 방식보다 비용을 절감하거나 빠른 작업처리로 인한 매출 증대가 가능한지가 사업성 판단의 기준임

o 무동력 회전장치 환적시스템과 기존 무개화차 운송 시 철암역~점촌역 무연탄 수송운임

- 철도화물운송 세칙 제30조(화물운임 할증)
· 적재용기 수송화물 10%
- 화차종별에 따른 운임 비교 (철암역 ~ 점촌역 수송기준)
- 컨테이너 화차 수송(적재용기) : 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

o 무동력 회전장치 환적시스템과 기존 무개화차 사용 시 장비 투자비용

- 현재 점촌역 내 무연탄 작업장에서 이용하고 있는 상하역 장비는 굴착기 2대, 덤프트럭 4대(15톤 기준)임
- 작업시간은 월 20일 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 * 20일 = 11,000천원
· 덤프트럭 (15ton) 총 셔틀비용 : 11,000천원 * 4대 * 12월 = 528,000천원
· 덤프트럭 셔틀비용에 인건비, 유류비, 유지보수비 등 포함
· 굴착기, 덤프트럭 장비 구입비용 : 1,500,000천원
- 무동력 회전장치 환적시스템 도입 시 필요한 암롤트럭 2대
· 암롤트럭 구매비용 : 2대 * 200,000천원 = 400,000천원

o 무동력 회전장치 환적시스템 사업성 분석을 위한 기본 변수

- 무동력 회전장치 환적시스템 분석 기준은 2015년을 기준으로 하며, 운영 개시는 2016년부터 실시 및 운영 기간은 20년을 기준으로 하였음
- 물가상승률 년 2%로 가정
- 법인세 2억 미만 10%, 2억 이상 ~ 200억 이하 20% (2013년 기준)

- 장비소요대수 산정 : 제시된 물동량과 장비의 운행시간을 감안하여 산정
- 무동력 회전장치 환적시스템 분석 기준

· 점촌역에 도착한 적재용기의 상하역 및 셔틀운송을 기준으로 하여 분석

o 무동력 회전장치 환적시스템 도입으로 인한 효과

- 점촌역 무연탄 철도운송에 필요한 무개화차는 일일 10량 (무개화차 1량 = 54ton)
- 점촌역에서 사용되고 있는 장비는 굴착기 2대, 덤프트럭(15ton) 4대
- 점촌역에서 수요처까지 평균 셔틀거리 : 20km(왕복)
- 무개화차 방식의 작업시간

<무개화차 방식의 작업시간>

구 분	내 용
화차가 점촌역에서 석탄전용 선으로 입환	-
대기 중인 굴착기가 덤프트럭에 석탄 상차	15분
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	65분

- 덤프트럭 4대가 무개화차 10량 화물을 처리하는 셔틀운송 횟수는 34번이며, 덤프트럭 4대 동시 작업 시 9시간 13분이 소요
- 굴착기 2대가 작업시 덤프트럭 2대가 상차 작업하는 시간 = 10분
- 이때 덤프트럭 대기 하고 있는 시간은 10분이며 대당 대기시간을 구하기 위하여 반으로 나눈 5분으로 계산됨
- 2대의 상차작업시간 10분과 대기시간 5분을 더한 총 상차작업 시간은 15분임

<무동력 회전장치 환적시스템 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&적재용기 내부 정리	10분
수요처→점촌역으로 셔틀 운송	15분
공컨테이너를 화차로 환적	5분
1 cycle 소요시간 예상	50분

- 적재용기는 1개당 25ton 적재
- 암롤트럭 2대가 동시에 적재용기 처리 시간은 8시간 20분 소요

<기존 작업 방식 & 무동력 회전장치 환적시스템 작업시간 비교>

구분	작업시간(대당)	총 작업시간
굴착기 2대 + 덤프트럭 4대	65분	9시간 13분
암롤트럭 2대	50분	8시간 20분

o 석탄화물 물동량에 따른 무동력 회전장치 환적시스템 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
암롤트럭 수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
점촌역 예상처리 물동량	117,275	117,375	117,450	117,750	118,075	118,375	118,700
암롤트럭 수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
점촌역 예상처리 물동량	118,975	119,350	119,750	120,125	120,525	120,875	
암롤트럭 수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	

– 1편성 20량 기준으로 하며, 적재용기는 20FT 컨테이너 적재용량으로 가정 (1량 = 2TEU)
– 일일 1편성으로 운행일수 가정
– 작업시간에 의한 최대 셔틀운송 가능 횟수를 반영

o 무동력 회전장치 환적시스템 현금 흐름
– 무동력 회전장치 환적시스템 사업자에 대한 현금흐름은 다음과 같음

<무동력 회전장치 환적시스템 사업자에 대한 현금흐름 항목>

구분	내용
수익	무동력 회전장치 환적시스템 전환으로 인한 화물 상하역비, 셔틀운송비
비용	무동력 회전장치 환적시스템 장비 투자비, 유지보수비, 인건비, 장치장 공사비, 재투자비

o 무동력 회전장치 환적시스템 투자비 산정

<무동력 회전장치 환적시스템 투자비 산정>

(단위 : 천원)

구분	비용	수량	비고
암롤트럭	200,000	2대	물동량 대비 투입대수
적재용기	8,000	40EA	구매
회전장치	10,000	40EA	1량당 2개
장치장 시설물 공사비	4,000	na	

3) '2013년 철도화물 중장기 수송수요 예측 연구보고서, 코레일 연구처' 내용 참조

- 물동량 산정에 따라 필요한 만큼의 암롤트럭을 구매
- 적재용기는 철도운송 시 40개의 적재용기(2편성)가 필요하며, 적재용기는 제작
- 회전장치는 화차 1량당 2개의 회전장치가 설치되므로 총 40개가 필요
- 작업장 공사비는 선로와 작업장에서 무동력 회전장치 환적시스템의 상하역이 용이할 수 있도록 작업
- 암롤트럭의 내용 연수는 10년, 적재용기의 내용 연수는 20년 재투자비 산정 시 포함
- 암롤트럭의 잔존가치는 1대당 6천만원, 적재용기는 1개당 1백만원으로 산정하는 것으로 가정함

<재투자비 산정>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
암롤트럭	400,000	-	-	-	-	-	-
적재용기	320,000	-	-	-	-	-	-
회전장치	400,000	-	-	-	-	-	-
장치장 시설물 공사비	4,000	-	-	-	-	-	-
합계	1,124,000	-	-	-	-	-	-
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
암롤트럭	-	-	-	478,036	-	-	-
적재용기	-	-	-		-	-	-
회전장치	-	-	-	478,036	-	-	-
장치장 시설물 공사비	-	-	-	-	-	-	-
합계	-	-	-	956,072	-	-	-
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
암롤트럭	-	-	-	-	-	-	582,723
적재용기	-	-	-	-	-	-	466,178
회전장치	-	-	-	-	-	-	582,723
장치장 시설물 공사비	-	-	-	-	-	-	-
합계	-	-	-	-	-	-	1,637,454

- 2015년~2035년 기간 동안의 재투자비 내역을 살펴보면, 무동력 회전장치 환적시스템을 적용한 점촌역 무연탄 하역사업 시작 준비연도인 2015년에 초기 투자비용으로 1,124,000천원이 소요되며, 2025년 암롤트럭, 회전장치 2035년 암롤트럭, 회전장치, 적재용기 재구입비가 발생할 것으로 예상됨(물가 상승률 2% 포함)

o 무동력 회전장치 환적시스템 무연탄 운송 수익 산정
- 무동력 회전장치 환적시스템 사업의 수익은 적재용기의 상하역과 셔틀운송을 통하여 얻어지는 수익을 대상으로 산정함
- 무동력 회전장치 환적시스템 상하역비 및 셔틀운송비는 적재용기 1개당 90천원, 100천원, 110천원으로 가정

- 상하역비 및 셔틀운송비는 물가상승률 2% 반영
- NPV(순현재가치법)분석을 위하여 상하역 및 셔틀운송 비용을 9만원, 10만원, 11만원 3가지로 가정하여 수익을 산정함

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용이 9만원일 경우)>

(단위 : ton, 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
점촌역 예상처리 물동량	-	120,250	119,425	118,600	117,775	116,975	117,075
일일물동량	-	501	498	494	491	487	488
셔틀운송 횟수	-	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	-	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	-	1,800	1,836	1,873	1,910	1,948	1,987
상하역 및 셔틀 수익(년)	-	432,000	440,640	449,453	458,442	467,611	476,963
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
점촌역 예상처리 물동량	117,175	117,275	117,375	117,450	117,750	118,075	118,375
일일물동량	488	489	489	489	491	492	493
셔틀운송 횟수	10회	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	2,027	2,068	2,109	2,151	2,194	2,238	2,283
상하역 및 셔틀 수익(년)	486,502	496,232	626,157	518,680	529,054	539,635	550,428
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
점촌역 예상처리 물동량	118,700	118,975	119,350	119,750	120,125	120,525	120,875
일일물동량	495	496	497	499	501	502	504
셔틀운송 횟수	10회	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	2,329	2,376	2,424	2,472	2,521	2,571	2,622
상하역 및 셔틀 수익(년)	561,437	572,666	584,119	595,801	607,717	739,871	634,668

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용이 10만원일 경우)>

(단위 : ton, 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
점촌역 예상처리 물동량	-	120,250	119,425	118,600	117,775	116,975	117,075
일일물동량	-	501	498	494	491	487	488
셔틀운송 횟수	-	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	-	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	-	2,000	2,040	2,081	2,123	2,165	2,208
상하역 및 셔틀 수익(년)	-	480,000	489,600	499,392	509,380	519,568	529,959
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
점촌역 예상처리 물동량	117,175	117,275	117,375	117,450	117,750	118,075	118,375
일일물동량	488	489	489	489	491	492	493
셔틀운송 횟수	10회	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	2,252	2,297	2,343	2,390	2,438	2,487	2,537
상하역 및 셔틀 수익(년)	540,558	551,369	682,396	576,044	587,565	599,316	611,302
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
점촌역 예상처리 물동량	118,700	118,975	119,350	119,750	120,125	120,525	120,875
일일물동량	495	496	497	499	501	502	504
셔틀운송 횟수	10회	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	2,588	2,640	2,693	2,747	2,802	2,858	2,915
상하역 및 셔틀 수익(년)	623,528	635,999	648,719	661,693	674,927	808,426	704,595

<수익산정(상하역 및 셔틀운송 비용이 11만원일 경우)>

(단위 : ton, 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
점촌역 예상처리 물동량	-	120,250	119,425	118,600	117,775	116,975	117,075
일일물동량	-	501	498	494	491	487	488
셔틀운송 횟수	-	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	-	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	-	2,200	2,244	2,289	2,335	2,381	2,429
상하역 및 셔틀 수익(년)	-	528,000	538,560	549,331	560,318	571,524	582,955
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
점촌역 예상처리 물동량	117,175	117,275	117,375	117,450	117,750	118,075	118,375
일일물동량	488	489	489	489	491	492	493
셔틀운송 횟수	10회	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	2,478	2,527	2,578	2,629	2,682	2,735	2,790
상하역 및 셔틀 수익(년)	594,614	606,506	618,636	631,009	643,629	656,502	669,632
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
점촌역 예상처리 물동량	118,700	118,975	119,350	119,750	120,125	120,525	120,875
일일물동량	495	496	497	499	501	502	504
셔틀운송 횟수	10회	10회	10회	10회	10회	10회	10회
암롤트럭수량	2대	2대	2대	2대	2대	2대	2대
상하역 및 셔틀 수익(일)	2,846	2,903	2,961	3,020	3,081	3,142	3,205
상하역 및 셔틀 수익(년)	683,024	696,685	710,618	724,831	739,327	754,114	769,196

o 무동력 회전장치 환적시스템 비용산정

- 본 사업의 운영비용은 크게 인건비, 유류비, 유지보수비로 구분
- 인건비는 기사로 1인당 연 30,000천원, 2인 60,000천원으로 책정함. 매년 % 인상
- 유류비는 경유 기준으로 L당 1.8천원으로 책정하였으며, 연비는 리터당 2km로 책정함
- 유지보수비는 대상비용의 2%로 반영
- 물가상승률 2% 반영 (인건비 제외)

<비용산정>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
인건비	-	60,000	62,400	64,896	67,492	70,192	73,000
유류비	-	86,400	88,128	89,891	91,688	93,523	95,393
유지보수비	-	18,080	18,442	18,811	19,187	19,571	19,962
합계	-	164,480	168,970	173,598	178,367	183,286	188,355
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
인건비	75,920	78,957	82,115	85,400	88,816	92,369	96,064
유류비	97,301	99,247	101,232	103,257	105,322	107,428	109,577
유지보수비	20,361	20,768	21,183	21,607	22,039	22,480	22,930
합계	193,582	198,972	204,530	210,264	216,177	222,277	228,571
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
인건비	99,907	103,903	108,059	112,381	116,876	121,551	126,413
유류비	111,769	114,004	116,284	118,610	120,982	123,402	125,870
유지보수비	23,389	23,857	24,334	24,821	25,317	25,823	26,339
합계	235,065	241,764	248,677	255,812	263,175	270,776	278,622

o 무동력 회전장치 환적시스템 수익 현금흐름 산정

- 무동력 회전장치 환적시스템 사업에 따른 수익과 투자비, 소요비용, 법인세 등을 포함하여 사업 현금흐름 산정
- 감가상각비는 정액법으로 산정하였으며, 암롤트럭, 적재용기, 회전장치를 대상으로 산정하며, 암롤트럭의 내용 연수는 10년이며, 잔존가치는 60,000천원이며, 적재용기의 내용 연수는 20년이며, 잔존가치는 1,000천원으로 산정
- 법인세는 수익 2억 미만은 10%, 2억 이상 200억 미만은 20%

<현금흐름(상하역&셔틀 9만원)>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
수익							
매출액	-	432,000	440,640	449,453	458,442	467,611	476,963
비용							
장비투자	1,124,000	-	-	-	-	-	-
인건비	-	60,000	62,400	64,896	67,492	70,192	73,000
유류비	-	86,400	88,128	89,891	91,688	93,523	95,393
유지보수비	-	18,080	18,442	18,811	19,187	19,571	19,962
감가상각비	-	82,000	8,200	8,200	8,200	8,200	8,200
법인세	-	18,552	18,967	19,386	19,808	40,465	41,322
세전수익	-	185,520	189,670	193,855	198,075	202,325	206,608
세후수익	-	166,968	170,703	174,470	178,268	161,860	165,286
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
수익							
매출액	486,502	496,232	666,157	518,680	529,054	539,635	550,428
비용							
장비투자	-	-	-	956,072	-	-	-
인건비	75,920	78,957	82,115	85,400	88,816	92,369	96,064
유류비	97,301	99,247	101,232	103,257	105,322	107,428	109,577
유지보수비	20,361	20,768	21,183	21,607	22,039	22,480	22,930
감가상각비	82,000	82,000	82,000	99,960	99,960	99,960	99,960
법인세	42,184	43,052	75,925	0	42,583	43,480	44,379
세전수익	210,920	215,260	379,627	-747,616	212,917	217,398	221,897
세후수익	168,736	172,208	303,701	-747,616	170,334	173,918	177,518
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
수익							
매출액	561,437	572,666	584,119	595,801	607,717	783,071	634,668
비용							
장비투자	-		-	-	-	-	1,637,454
인건비	99,907	103,903	108,059	112,381	116,876	121,551	126,413
유류비	111,769	114,004	116,284	118,610	120,982	123,402	125,870
유지보수비	23,389	23,857	24,334	24,821	25,317	25,823	26,339
감가상각비	99,960	99,960	99,960	99,960	99,960	99,960	119,460
법인세	45,282	46,188	47,096	48,006	48,916	82,467	0
세전수익	226,412	230,942	235,482	240,029	244,582	412,335	-1,400,868
세후수익	181,130	184,754	188,386	192,023	195,666	329,868	-1,400,868

<현금흐름(상하역&셔틀 10만원)>

(단위 : 천원)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
수익							
매출액	-	480,000	489,600	499,392	509,380	519,568	529,959
비용							
장비투자	1,124,000	-	-	-	-	4,417	-
인건비	-	60,000	62,400	64,896	67,492	70,192	73,000
유류비	-	86,400	88,128	89,891	91,688	93,523	95,393
유지보수비	-	18,080	18,442	18,811	19,187	19,571	19,962
감가상각비	-	82,000	82,000	82,000	82,000	82,000	82,000
법인세	-	46,704	47,726	48,759	49,803	50,856	51,921
세전수익	-	233,520	238,630	243,794	249,013	254,282	259,604
세후수익	-	186,816	190,904	195,035	199,210	203,426	207,683
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
수익							
매출액	540,558	551,369	722,396	576,044	587,565	599,316	611,302
비용							
장비투자	-	-	-	956,072	-	-	-
인건비	75,920	78,957	82,115	85,400	88,816	92,369	96,064
유류비	97,301	99,247	101,232	103,257	105,322	107,428	109,577
유지보수비	20,361	20,768	21,183	21,607	22,039	22,480	22,930
감가상각비	82,000	82,000	82,000	99,960	99,960	99,960	99,960
법인세	52,995	54,079	87,173	0	54,286	55,416	56,554
세전수익	264,976	270,397	435,866	-690,252	271,428	277,079	282,771
세후수익	211,981	216,318	348,693	-690,252	217,142	221,663	226,217
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
수익							
매출액	623,528	635,999	648,719	661,693	674,927	851,626	704,595
비용							
장비투자	-	5,387	-	-	-	-	1,637,454
인건비	99,907	103,903	108,059	112,381	116,876	121,551	126,413
유류비	111,769	114,004	116,284	118,610	120,982	123,402	125,870
유지보수비	23,389	23,857	24,334	24,821	25,317	25,823	26,339
감가상각비	99,960	99,960	99,960	99,960	99,960	99,960	119,460
법인세	57,701	58,855	60,016	61,184	62,358	96,178	0
세전수익	288,503	294,275	300,082	305,921	311,792	480,890	-1,330,941
세후수익	230,802	235,420	240,066	244,737	249,434	384,712	-1,330,941

<현금흐름(상하역&셔틀 11만원)>

(단위 : 천원)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
수익							
매출액	-	480,000	489,600	499,392	509,380	519,568	529,959
비용							
장비투자	1,124,000	-	-	-	-	4,417	-
인건비	-	60,000	62,400	64,896	67,492	70,192	73,000
유류비	-	86,400	88,128	89,891	91,688	93,523	95,393
유지보수비	-	18,080	18,442	18,811	19,187	19,571	19,962
감가상각비	-	82,000	82,000	82,000	82,000	82,000	82,000
법인세	-	56304	57518	58,747	59,990	61,248	62520
세전수익	-	281,520	287,590	293,733	299,951	306,238	312,600
세후수익	-	225,216	230,072	234,986	239,961	244,990	250,080
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
수익							
매출액	540,558	551,369	682,396	576,044	587,565	599,316	611,302
비용							
장비투자	-	-	-	956,072	-	-	-
인건비	75,920	78,957	82,115	85,400	88,816	92,369	96,064
유류비	97,301	99,247	101,232	103,257	105,322	107,428	109,577
유지보수비	20,361	20,768	21,183	21,607	22,039	22,480	22,930
감가상각비	82,000	82,000	82,000	99,960	99,960	99,960	99,960
법인세	63,806	65,107	98,421	0	65,498	66,853	68,220
세전수익	319,032	325,534	492,106	-635,287	327,492	334,265	341,101
세후수익	255,226	260,427	393,685	-635,287	261,994	267,412	272,881
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
수익							
매출액	623,528	635,999	648,719	661,693	674,927	808,426	704,595
비용							
장비투자	-	5,387	-	-	-	-	1,637,454
인건비	99,907	103,903	108,059	112,381	116,876	121,551	126,413
유류비	111,769	114,004	116,284	118,610	120,982	123,402	125,870
유지보수비	23,389	23,857	24,334	24,821	25,317	25,823	26,339
감가상각비	99,960	99,960	99,960	99,960	99,960	99,960	119,460
법인세	69,600	70,992	72,396	73,812	75,238	109,316	0
세전수익	347,999	354,961	361,981	369,059	376,192	546,578	-1,266,340
세후수익	278,399	283,969	289,585	295,247	300,954	437,262	-1,266,340

o NPV(순현재가치) 분석

<연도별 수익의 현재가치>

(단위 : 천원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
9만원	-	151,789	155,185	158,609	162,062	147,145	150,260
10만원	-	169,833	173,549	177,305	181,100	184,933	188,803
11만원	-	204,742	209,156	213,624	218,146	222,718	227,345
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
9만원	153,396	156,553	276,092	-679,651	154,849	158,107	161,380
10만원	192,710	196,653	316,994	-627,502	197,402	201,512	205,652
11만원	232,024	236,752	357,895	-577,534	238,176	243,102	248,074
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
9만원	164,664	167,958	171,260	174,566	177,878	299,880	-1,273,516
10만원	209,820	214,018	218,242	222,488	226,758	349,738	-1,209,946
11만원	253,090	258,154	263,259	268,406	273,595	397,511	-1,151,218

<상하역 및 셔틀비용 별 NPV값 산출>

(단위 : 천원)

연도	9만원	10만원	11만원
NPV값	7,936	46,107	86,438

- NPV 분석을 위하여 1회당 상하역 및 셔틀운송비를 9만원, 10만원, 11만원으로 책정하여 매출액과 수익을 산정함
- 할인율은 10%로 가정함
- 무동력 회전장치 환적시스템을 적용한 점촌역 상하역&셔틀운송 사업은 1cycle 당 운송료 책정 대안 중 9만원 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, 무동력 회전장치 환적시스템 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, CO2 절감 등의 효과 예상

o 2020년 이후 대산항 인입철도가 완공되면 제철회사 내에 인입선이 도입됨

o 제1구간 : 수요처 – 선평역 구간
- 셔틀거리 : 약 2km
- 셔틀물량 : 대당 약 25t
- 철도화차 1량당 적재용기 2개(총 화차 20량, 적재용기 40개 필요)
- 화물 물동량 1일 : 1,000ton(Block Train으로 운영)

o 제2구간 : 선평역 – 제철회사 구간
- 선평역 도착 후 당 시스템을 사용하여 적재용기를 암롤트럭에서 화차로 환적하여 운송하며 야적장 및 별도 장비 불필요 함
- 선평역 출발 후 제철회사의 야적장으로 바로 이송되며 별도의 셔틀 서비스가 필요 없음



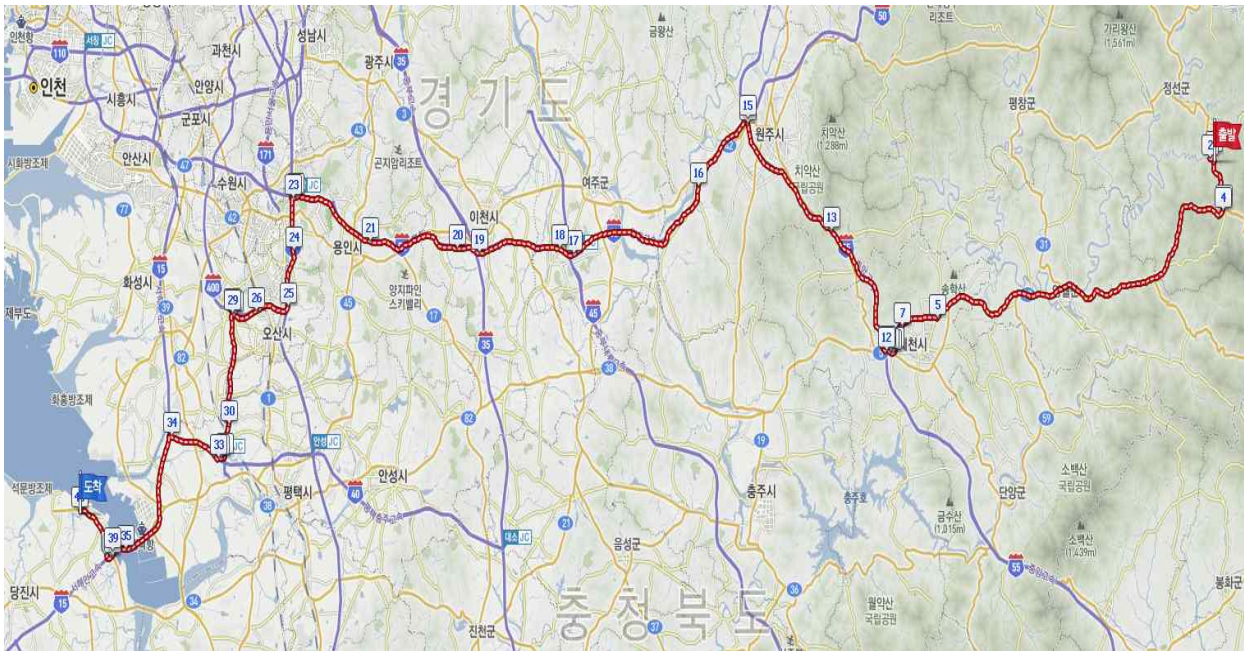
<대산항 산업철도 노선계획도>

나. 사업모델 운송형태 및 비용산정

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 사업모델은 강원도 수요처에서 석회석을 생산하여 충남 당진에 소재한 제철회사에 운송하는 모델이며, 현재 전량 도로운송으로 처리하고 있음

– 덤프트럭 육상운송 거리 : 약 220km

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



<무동력 회전장치 환적시스템 사업모델 육상운송로>

(1) 사업모델 현행 도로운송 분석

o 철도운송 이용이 어려워 덤프트럭을 이용한 공로운송에 의존하고 있음

o 강원도 정선에서 채광된 원료를 충청남도 당진에 위치한 가공공장에서 제품화하는 편도운송임

o 화물 발송량은 월평균 50,000톤으로 1일 당 약 2,000톤의 수요가 발생하고 있음(1개월을 공휴일을 제외한 작업 일로 환산한, 1개월=평균 25일 기준)

o 공로운송은 화물 전량 지입 차량을 이용하여 임대하는 형식으로 함

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

o 1일당 덤프트럭 수요량
- 1일 화물발송량(A) : 2,000톤
- 덤프트럭 적재량(B) : 25톤
- 1일 덤프트럭 수요량(C) = (A)/(B) = 2,000 / 25 = 80[대]

(가) 도로운송비용 산정
- 덤프트럭 1대당 적재량(B) : 25톤
- 1톤당 운송비용(D) : 15천원/톤
- 덤프트럭 1대당 운송비용 (E) = (B)×(D) = 25톤× 15천원 = 375천원/대
- 1일 운송비용(F) = (C)×(E) = 80대×375천원 = 30,000천원
- 1개월당 운송비용 = 30,000천원 ×25일 = 750,000천원
- 1년간 운송비용은 = 750.000천원×12개월 = 9,000,000천원

나. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용 시 비용 산정

(1) 초기 장비 및 시설투자비용

o 무동력 회전장치 환적시스템 사업 시작 전 필요 장비를 제작 및 구매하는 것으로 함

구분	내용	내용연수	비용	비고
회전장치	1량당 2EA (예비 10EA)	10년	10백만원(1EA)	탈부착이 가능함
암롤 트럭	6대	10년	250백만원(대당)	구매
암롤 박스	1량당 2EA (예비 10EA) (총 50개)	20년	8백만원(1EA)	제작
구축물_시설투자비	기타 시설비	na		인프라 구축

구분	수요처 ↔ 제철회사	비고
물동량	일일 1,000ton	영업일(연 340일)
필요열차수	1 편성	20량
필요화차수	20 량	Block Train 운영
필요 회전장치 수	50개(1량=2EA,예비=10EA)	20량 =1편성 기준

o 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

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

(단위:백만원)

구분	합계	2017	2018	2019
인건비	470	-	-	470
제경비	188	-	-	188
합계	658	-	-	658

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

(단위:백만원)

직급	인원수	연봉액(퇴직금포함)
이사	1	75
부장	1	60
과장	2	40
대리	3	35
사원	5	30

(3) 총 투자비 산정

o 연도별 투자비 산정내역은 다음과 같음

(단위:백만원)

구분	합계	2017	2018	2019
암롤트럭 구매	1,500	-	-	1,500
회전장치 제작	500	-	-	500
적재용기 제작	400	-	-	400
구축물_역 시설투자비	270	-	-	270
개업비	658	-	-	658
총투자비	3,328	-	-	3,328

다. 무동력 회전장치 환적시스템 사업 운영계획

o 운영수입, 운영비용 내역은 다음과 같을 것임

구분	운영수입	운영비용
	운송료/하역료 수입	일반관리비 등

- 물가변동비는 연 2% 물가상승율 가정

(1) 무동력 회전장치 환적시스템 장비 유지보수 계획

o 무동력 회전장치 환적시스템의 연간 운영비용은 다음과 같이 가정함

(가) 현장 인건비

- 기존 암롤트럭 운전기사, 무동력 회전장치 환적 보조인원의 급여를 고려하여 다음과 같이 가정함

(단위:백만원)

구분	연간인건비	필요 인원	비고
암롤트럭 운전기사	35	7명(예비포함)	퇴직급여 포함
환적 보조인원	30	5명(예비포함)	

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
운전기사급여(불변)	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
운전기사급여(경상)	395	403	411	419	428	436	445	454	463	472

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
운전기사급여(불변)	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
운전기사급여(경상)	482	491	501	511	521	532	542	553	564	

(나) 유지보수비

- 암롤트럭 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

- 회전장치 및 기타 장비 유지비용은 연 10백만원으로 반영
- 시설유지비는 연 20백만원으로 반영

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
유지보수비(불변)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
유지보수비(경상)	60	61	62	64	65	66	68	69	70	72

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
유지보수비(불변)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
유지보수비(경상)	73	75	76	78	79	81	82	84	86	87

(다) 유류비

- 다음과 같은 가정하에서 유류비 산정함

구분	암롤트럭
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)	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
유류소모량(천리터)	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177
유류비(불변)	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
유류비(경상)	283	289	294	300	306	312	319	325	332	338

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
처리물동량(천Ton)	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
유류소모량(천리터)	177	177	177	177	177	177	177	177	177	177
유류비(불변)	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
유류비(경상)	345	352	359	366	373	381	388	396	404	412

(라) 일반관리비

o 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	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
제경비	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
합계(불변)	658	658	658	658	658	658	658	658	658	658
합계(경상)	658	671	685	698	712	726	741	756	771	786

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
인건비	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
제경비	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
합계(불변)	658	658	658	658	658	658	658	658	658	658
합계(경상)	802	818	835	851	868	886	903	921	940	959

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

(단위:백만원)

직급	인원수	연봉액(퇴직금포함)
이사	1	75
부장	1	60
과장	2	40
대리	3	35
사원	5	30

(마) 재 투자비

o 무동력 회전장치 환적시스템 관련 시작품의 내용연수 경과 후 이를 대체해야 하며, 장비별 내용연수는 다음과 같이 가정함

(단위:백만원)

구분	내용연수	투입대수	비용(1EA)
암롤트럭	10년	6대	250
적재용기	20년	60개	8
회전장치	10년	50대	10

o 운영기간동안 유형자산 대체내역은 다음과 같음

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
암롤트럭	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
적재용기	480	-	-	-	-	-	-	-	-	-
무동력 회전장치	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(불변)	2,480	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(경상)	2,480	-	-	-	-	-	-	-	-	-

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
암롤트럭	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
적재용기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
무동력 회전장치	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(불변)	2,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
합계(경상)	2,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(바) 무동력 회전장치 환적시스템 운영비용

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
현장인건비	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
유지보수비	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
유류비	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
일반관리비	658	658	658	658	658	658	658	658	658	658
재 투자비										
합계(불변)	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396
합계(경상)	1,396	1,424	1,452	1,481	1,511	1,541	1,572	1,604	1,636	1,668

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
현장인건비	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
유지보수비	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
유류비	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
일반관리비	658	658	658	658	658	658	658	658	658	658
재 투자비	2,300									
합계(불변)	3,696	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396	1,396
합계(경상)	4,102	1,736	1,770	1,806	1,842	1,879	1,916	1,955	1,994	2,034

(2) 무동력 회전장치 환적시스템 철도운송비(선평역 ↔ 제철회사)

o 본 사업은 수요처에서 화물 운송의 위탁을 받아 운영하는 사업으로 수요처에서 제철회사까지의 운송을 대상으로 진행

o 위탁 사업이기 때문에 철도운송과 관련된 비용을 운영비용으로 포함

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

o 적재용기는 20FT 컨테이너 요율을 기준으로 운임 산정

o 운영기간동안 선평역↔제철회사 철도운송비는 다음과 같음

구분	적재용기 투입개수	거리(km)	비용(원)	비고
선평역 → 제철회사	40개	270	153,230	20ft 컨테이너 운송료 기준
회수 비용			113,410	적 컨테이너 74% 요율 적용
합 계			266,640	
할인율 적용 시			239,976	10% 감면 시

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
철도운송비(불변)	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967
철도운송비(경상)	2,967	3,027	3,087	3,149	3,212	3,276	3,342	3,408	3,477	3,546

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
철도운송비(불변)	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967
철도운송비(경상)	3,617	3,689	3,763	3,838	3,915	3,993	4,073	4,155	4,238	4,323

(가) 도로운송 ↔ 철도운송 전환보조금

o 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

o 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

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

o 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

o 본사업의 경우 강원도 정선의 선평(정선역)을 출발하여 수도권을 경유하거나, 대전조차장을 경유하여 충남 당진의 합덕역으로 화물을 운송하는 사업으로 경로상 수도권을 경유하는 것이 더 합리적임

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

o 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)	578	578	578	578	578	578	578	578	578	578
전환보조금(경상)	578	590	601	613	626	638	651	664	677	691

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
전환보조금(불변)	578	578	578	578	578	578	578	578	578	578
전환보조금(경상)	705	719	733	748	763	778	793	809	826	842

(나) 전환교통보조금 적용 철도운송비 산정

o 전환교통보조금을 적용한 철도운송비는 다음과 같음

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
철도운송비(불변)	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967
전환보조금(불변)	578	578	578	578	578	578	578	578	578	578
철도운송비(경상)	2,967	3,027	3,087	3,149	3,212	3,276	3,342	3,408	3,477	3,546
전환보조금(경상)	510	520	531	541	552	563	574	586	598	609
합계(불변)	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389
합계(경상)	2,457	2,506	2,556	2,608	2,660	2,713	2,767	2,823	2,879	2,937

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
철도운송비(불변)	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967
전환보조금(불변)	578	578	578	578	578	578	578	578	578	578
철도운송비(경상)	3,617	3,689	3,763	3,838	3,915	3,993	4,073	4,155	4,238	4,323
전환보조금(경상)	622	634	647	660	673	686	700	714	728	743
합계(불변)	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389
합계(경상)	2,995	3,055	3,116	3,179	3,242	3,307	3,373	3,441	3,509	3,580

라. 무동력 회전장치 환적시스템 적용 사업 손익의 추정

(1) 사업모델 업무범위와 이에 따른 운영수입/비용

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

(2) 운영수입추정

(가) 수요처 ↔ 제철회사(석회석 운송)

o 현재 수요처는 제철회사에 연 60만 톤의 석회석을 전량 도로운송으로 운송하고 있음

o 무동력 회전장치 환적시스템을 이용하여 전량 철도운송으로 전환하는 것은 대상역에서 처리할 수 있는 화물량이 한정되어 있으며, 광석 채굴의 소모성을 생각하며, 일일 1,000ton, 연 340,000ton(연 340일 운영일 기준)의 화물을 처리하는 것으로 가정

o 본 사업은 현재 화물의 도로운송을 철도운송으로 전환하여 화물운송하는 것이 목적이며, 사업 운영은 수요처로부터 제철회사까지의 화물운송의 전체 프로세스를 담당하여 운영함

o 현재 수요처의 화물에 대한 도로운송비는 ton당 15천원이며, 이를 무동력 회전장치 환적시스템 처리 물동량에 적용하면, 연간 51억원의 도로운송비가 발생함

o 무동력 회전장치 환적시스템 적용 화물 운송비가 도로운송 보다 효과적이며, 운송비 절감을 위해서는 도로운송비의 연간 51억원보다 낮아야 사업성이 있으며, 수요처에도 운송비 절감이 있는 것으로 판단됨

o 무동력 회전장치 환적시스템 프로세스 중 철도운송비는 화차임대료 대신 한국철도공사에 지급하는 것으로 하며, 이는 본 사업에서의 수익으로는 적용하지 않음

o 현재 운송하고 있는 도로운송비에 철도운송비를 제외한 비용을 토대로 셔틀운송비를 산정함

(나) 수요처 ↔ 제철회사 무동력 회전장치 환적시스템 적용 수입 추정

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
도로운송비(불변)	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100
철도운송비(불변)	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389
도로운송비(경상)	5,100	5,202	5,306	5,412	5,520	5,631	5,743	5,858	5,975	6,095
철도운송비(경상)	2,389	2,437	2,486	2,535	2,586	2,638	2,691	2,744	2,799	2,855
비교(불변)	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711
비교(경상)	2,711	2,765	2,820	2,877	2,934	2,993	3,053	3,114	3,176	3,240

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
도로운송비(불변)	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100	5,100
철도운송비(불변)	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389	2,389
도로운송비(경상)	6,217	6,341	6,468	6,597	6,729	6,864	7,001	7,141	7,284	7,430
철도운송비(경상)	2,912	2,971	3,030	3,091	3,152	3,216	3,280	3,345	3,412	3,481
비교(불변)	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711
비교(경상)	3,304	3,371	3,438	3,507	3,577	3,648	3,721	3,796	3,872	3,949

(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)	-	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	816,000	832,320	848,966	865,946	883,265	900,930
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	816	816	816	816	816	816
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	816	832	849	866	883	901
	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)	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	918,949	937,328	956,074	975,196	994,699	1,014,593	1,034,885
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	816	816	816	816	816	816	816
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	919	937	956	975	995	1,015	1,035
	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)	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,055,583	1,076,695	1,098,229	1,120,193	1,142,597	1,165,449	1,188,758
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	816	816	816	816	816	816	816
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,056	1,077	1,098	1,120	1,143	1,165	1,189

<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)	-	952,000	952,000	952,000	952,000	952,000	952,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	952,000	971,040	990,461	1,010,270	1,030,475	1,051,085
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	952	952	952	952	952	952
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	952	971	990	1,010	1,030	1,051
	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)	952,000	952,000	952,000	952,000	952,000	952,000	952,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,072,107	1,093,549	1,115,420	1,137,728	1,160,483	1,183,692	1,207,366
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	952	952	952	952	952	952	952
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,072	1,094	1,115	1,138	1,160	1,184	1,207
	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)	3,622	3,695	3,768	3,844	3,921	3,999	4,079
상하역 및 셔틀 수익(년)(불변)	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,231,514	1,256,144	1,281,267	1,306,892	1,333,030	1,359,690	1,386,884
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0	4.1
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	952	952	952	952	952	952	952
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,232	1,256	1,281	1,307	1,333	1,360	1,387

<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)	-	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,088,000	1,109,760	1,131,955	1,154,594	1,177,686	1,201,240
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.5
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,088	1,110	1,132	1,155	1,178	1,201
	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)	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,225,265	1,249,770	1,274,765	1,300,261	1,326,266	1,352,791	1,379,847
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,225	1,250	1,275	1,300	1,326	1,353	1,380
	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)	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000	1,088,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,407,444	1,435,593	1,464,305	1,493,591	1,523,463	1,553,932	1,585,011
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,407	1,436	1,464	1,494	1,523	1,554	1,585

<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)	-	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,224,000	1,248,480	1,273,450	1,298,919	1,324,897	1,351,395
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	3.7	3.8	3.9	4.0
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,224	1,248	1,273	1,299	1,325	1,351
	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)	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,378,423	1,405,991	1,434,111	1,462,793	1,492,049	1,521,890	1,552,328
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	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,378	1,406	1,434	1,463	1,492	1,522	1,552
	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)	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000	1,224,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,583,375	1,615,042	1,647,343	1,680,290	1,713,895	1,748,173	1,783,137
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	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224	1,224
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,583	1,615	1,647	1,680	1,714	1,748	1,783

<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)	-	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,360,000	1,387,200	1,414,944	1,443,243	1,472,108	1,501,550
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	4.0
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,224	1,248	1,273	1,299	1,325	1,351

	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)	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,531,581	1,562,213	1,593,457	1,625,326	1,657,832	1,690,989	1,724,809
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.1	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,378	1,406	1,434	1,463	1,492	1,522	1,552

	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)	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000	1,360,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,759,305	1,794,491	1,830,381	1,866,989	1,904,328	1,942,415	1,981,263
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	4.7	4.8	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360	1,360
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,583	1,615	1,647	1,680	1,714	1,748	1,783

<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)	-	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,496,000	1,525,920	1,556,438	1,587,567	1,619,319	1,651,705
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,496	1,526	1,556	1,588	1,619	1,652
	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)	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,684,739	1,718,434	1,752,802	1,787,858	1,823,616	1,860,088	1,897,290
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,685	1,718	1,753	1,788	1,824	1,860	1,897
	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)	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000	1,496,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,935,236	1,973,940	2,013,419	2,053,687	2,094,761	2,136,656	2,179,390
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.7	5.8	5.9	6.0	6.2	6.3	6.4
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496	1,496
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,935	1,974	2,013	2,054	2,095	2,137	2,179

<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)	-	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,632,000	1,664,640	1,697,933	1,731,891	1,766,529	1,801,860
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	-	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	-	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	-	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,632	1,665	1,698	1,732	1,767	1,802
	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)	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,837,897	1,874,655	1,912,148	1,950,391	1,989,399	2,029,187	2,069,771
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	5.4	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,838	1,875	1,912	1,950	1,989	2,029	2,070
	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)	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	2,111,166	2,153,389	2,196,457	2,240,386	2,285,194	2,330,898	2,377,516
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(불변)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Ton당 상하역 및 셔틀수익(일)(경상)	6.2	6.3	6.5	6.6	6.7	6.9	7.0
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(불변)	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632	1,632
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	2,111	2,153	2,196	2,240	2,285	2,331	2,378

<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)	-	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	-	1,768,000	1,803,360	1,839,427	1,876,216	1,913,740	1,952,015
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)	-	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	-	1,768	1,803	1,839	1,876	1,914	1,952
	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)	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	1,991,055	2,030,876	2,071,494	2,112,924	2,155,182	2,198,286	2,242,251
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)	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	1,952	1,991	2,031	2,071	2,113	2,155	2,198
	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)	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000	1,768,000
상하역 및 셔틀 수익(년)(경상)	2,287,097	2,332,838	2,379,495	2,427,085	2,475,627	2,525,139	2,575,642
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)	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768	1,768
Ton당 상하역 및 셔틀수익(년)(경상)	2,242	2,287	2,333	2,379	2,427	2,476	2,525

(4) 무동력 회전장치 환적시스템 수익 현금흐름 산정

o 무동력 회전장치 환적시스템 적용 사업에 따른 수익과 투자비, 소요비용, 법인세 등을 포함하여 사업 현금흐름 산정

o 감가상각비는 정액법으로 산정하였으며, 암롤트럭, 적재용기, 무동력 회전장치를 대상으로 산정하며, 암롤트럭의 내용 연수는 10년이며, 잔존가치는 60,000천원이며, 적재용기의 내용 연수는 20년이며, 잔존가치는 1,000천원, 회전장치의 내용연수는 10년이나, 잔존가치는 없는 것으로 적용(2028년, 2038년은 매출액에 장비 잔존가치를 포함)

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

<현금흐름(상하역&셔틀 8만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,088,000	1,109,760	1,131,955	1,154,594	1,177,686	1,201,240
비용							
초기투자비	3,328,000						
인건비	-	425,000	433,500	442,170	451,013	460,034	469,234
유류비	-	65,300	66,606	67,938	69,297	70,683	72,096
유지보수비	-	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
일반관리비		560,000	571,200	582,624	594,276	606,162	618,285
재 투자비							
감가상각비	-	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900
법인세	-	-8,040	-8,129	-8,220	-8,313	-8,408	-8,504
세전수익	-3,328,000	-40,200	-40,646	-41,101	-41,565	-42,038	-42,521
세후수익	-	-32,160	-32,517	-32,881	-33,252	-33,631	-34,017
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
수익							
매출액	1,225,265	1,249,770	1,274,765	1,710,261	1,326,266	1,352,791	1,379,847
비용							
초기투자비							
인건비	478,619	488,191	497,955	507,914	518,073	528,434	539,003
유류비	73,538	75,009	76,509	78,040	79,600	81,192	82,816
유지보수비	67,570	68,921	70,300	71,706	73,140	74,602	76,095
일반관리비	630,651	643,264	656,129	669,252	682,637	696,290	710,215
재 투자비					2,486,749		
감가상각비	17,900	17,900	17,900	17,900	21,002	21,002	21,002
법인세	-8,603	-8,703	-8,806	73,090	0	-9,746	-9,857
세전수익	-43,013	-43,516	-44,028	365,449	-2,534,934	-48,729	-49,284
세후수익	-34,411	-34,813	-35,222	292,360	-2,534,934	-38,983	-39,427
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
수익							
매출액	1,407,444	1,435,593	1,464,305	1,493,591	1,523,463	1,553,932	2,074,999
비용							
장비투자							
인건비	549,783	560,778	571,994	583,434	595,103	607,005	619,145
유류비	84,473	86,162	87,885	89,643	91,436	93,264	95,130
유지보수비	77,616	79,169	80,752	82,367	84,014	85,695	87,409
일반관리비	724,420	738,908	753,686	768,760	784,135	799,818	815,814
재 투자비							
감가상각비	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002
법인세	-9,970	-10,085	-10,203	-10,323	-10,445	-10,570	87,300
세전수익	-49,849	-50,426	-51,015	-51,615	-52,227	-52,852	436,499
세후수익	-39,880	-40,341	-40,812	-41,292	-41,782	-42,281	349,199

<현금흐름(상하역&셔틀 9만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,224,000	1,248,480	1,273,450	1,298,919	1,324,897	1,351,395
비용							
초기투자비	3,328,000						
인건비	-	425,000	433,500	442,170	451,013	460,034	469,234
유류비	-	65,300	66,606	67,938	69,297	70,683	72,096
유지보수비	-	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
일반관리비		560,000	571,200	582,624	594,276	606,162	618,285
재 투자비							
감가상각비	-	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900
법인세	-	19,160	19,615	20,079	20,552	21,035	21,527
세전수익	-3,328,000	95,800	98,074	100,393	102,759	105,173	107,634
세후수익	-	76,640	78,459	80,315	82,207	84,138	86,107
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
수익							
매출액	1,378,423	1,405,991	1,434,111	1,872,793	1,492,049	1,521,890	1,552,328
비용							
초기투자비							
인건비	478,619	488,191	497,955	507,914	518,073	528,434	539,003
유류비	73,538	75,009	76,509	78,040	79,600	81,192	82,816
유지보수비	67,570	68,921	70,300	71,706	73,140	74,602	76,095
일반관리비	630,651	643,264	656,129	669,252	682,637	696,290	710,215
재 투자비					2,486,749		
감가상각비	17,900	17,900	17,900	17,900	21,002	21,002	21,002
법인세	22,029	22,541	23,064	105,596	0	24,074	24,639
세전수익	110,145	112,706	115,318	527,982	-2,369,151	120,370	123,197
세후수익	88,116	90,164	92,254	422,386	-2,369,151	96,296	98,558
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
수익							
매출액	1,583,375	1,615,042	1,647,343	1,680,290	1,713,895	1,748,173	2,273,125
비용							
초기투자비							
인건비	549,783	560,778	571,994	583,434	595,103	607,005	619,145
유류비	84,473	86,162	87,885	89,643	91,436	93,264	95,130
유지보수비	77,616	79,169	80,752	82,367	84,014	85,695	87,409
일반관리비	724,420	738,908	753,686	768,760	784,135	799,818	815,814
재 투자비							
감가상각비	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002
법인세	25,216	25,805	26,405	27,017	27,641	28,278	126,925
세전수익	126,081	129,023	132,023	135,084	138,205	141,390	634,625
세후수익	100,865	103,218	105,619	108,067	110,564	113,112	507,700

<현금흐름(상하역&셔틀 10만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,360,000	1,387,200	1,414,944	1,443,243	1,472,108	1,501,550
비용							
초기투자비	3,328,000						
인건비	-	425,000	433,500	442,170	451,013	460,034	469,234
유류비	-	65,300	66,606	67,938	69,297	70,683	72,096
유지보수비	-	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
일반관리비		560,000	571,200	582,624	594,276	606,162	618,285
재 투자비							
감가상각비	-	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900
법인세	-	46,360	47,359	48,378	49,417	50,477	51,558
세전수익	-3,328,000	231,800	236,794	241,888	247,084	252,383	257,789
세후수익	-	185,440	189,435	193,510	197,667	201,907	206,231
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
수익							
매출액	1,531,581	1,562,213	1,593,457	2,035,326	1,657,832	1,690,989	1,724,809
비용							
초기투자비							
인건비	478,619	488,191	497,955	507,914	518,073	528,434	539,003
유류비	73,538	75,009	76,509	78,040	79,600	81,192	82,816
유지보수비	67,570	68,921	70,300	71,706	73,140	74,602	76,095
일반관리비	630,651	643,264	656,129	669,252	682,637	696,290	710,215
재 투자비					2,486,749		
감가상각비	17,900	17,900	17,900	17,900	21,002	21,002	21,002
법인세	52,661	53,785	54,933	138,103	0	57,894	59,136
세전수익	263,303	268,927	274,663	690,515	-2,203,368	289,469	295,678
세후수익	210,642	215,141	219,731	552,412	-2,203,368	231,575	236,542
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
수익							
매출액	1,759,305	1,794,491	1,830,381	1,866,989	1,904,328	1,942,415	2,471,251
비용							
초기투자비							
인건비	549,783	560,778	571,994	583,434	595,103	607,005	619,145
유류비	84,473	86,162	87,885	89,643	91,436	93,264	95,130
유지보수비	77,616	79,169	80,752	82,367	84,014	85,695	87,409
일반관리비	724,420	738,908	753,686	768,760	784,135	799,818	815,814
재 투자비							
감가상각비	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002
법인세	60,402	61,694	63,012	64,357	65,728	67,126	166,550
세전수익	302,012	308,472	315,061	321,783	328,638	335,631	832,752
세후수익	241,609	246,778	252,049	257,426	262,911	268,505	666,201

<현금흐름(상하역&셔틀 11만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,496,000	1,525,920	1,556,438	1,587,567	1,619,319	1,651,705
비용							
초기투자비	3,328,000						
인건비	-	425,000	433,500	442,170	451,013	460,034	469,234
유류비	-	65,300	66,606	67,938	69,297	70,683	72,096
유지보수비	-	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
일반관리비		560,000	571,200	582,624	594,276	606,162	618,285
재 투자비							
감가상각비	-	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900
법인세	-	73,560	75,103	76,676	78,282	79,919	81,589
세전수익	-3,328,000	367,800	375,514	383,382	391,408	399,594	407,944
세후수익	-	294,240	300,411	306,706	313,126	319,675	326,355
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
수익							
매출액	1,684,739	1,718,434	1,752,802	2,197,858	1,823,616	1,860,088	1,897,290
비용							
장비투자							
인건비	478,619	488,191	497,955	507,914	518,073	528,434	539,003
유류비	73,538	75,009	76,509	78,040	79,600	81,192	82,816
유지보수비	67,570	68,921	70,300	71,706	73,140	74,602	76,095
일반관리비	630,651	643,264	656,129	669,252	682,637	696,290	710,215
재 투자비					2,486,749		
감가상각비	17,900	17,900	17,900	17,900	21,002	21,002	21,002
법인세	83,292	85,030	86,802	170,609	0	91,713	93,632
세전수익	416,461	425,148	434,009	853,047	-2,037,584	458,567	468,159
세후수익	333,169	340,118	347,207	682,438	-2,037,584	366,854	374,527
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
수익							
매출액	1,935,236	1,973,940	2,013,419	2,053,687	2,094,761	2,136,656	2,669,377
비용							
장비투자							
인건비	549,783	560,778	571,994	583,434	595,103	607,005	619,145
유류비	84,473	86,162	87,885	89,643	91,436	93,264	95,130
유지보수비	77,616	79,169	80,752	82,367	84,014	85,695	87,409
일반관리비	724,420	738,908	753,686	768,760	784,135	799,818	815,814
재 투자비							
감가상각비	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002
법인세	95,588	97,584	99,620	101,696	103,814	105,975	206,176
세전수익	477,942	487,921	498,099	508,481	519,071	529,873	1,030,878
세후수익	382,354	390,337	398,480	406,785	415,257	423,898	824,702

<현금흐름(상하역&셔틀 12만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,632,000	1,664,640	1,697,933	1,731,891	1,766,529	1,801,860
비용							
초기투자비	3,328,000						
인건비	-	425,000	433,500	442,170	451,013	460,034	469,234
유류비	-	65,300	66,606	67,938	69,297	70,683	72,096
유지보수비	-	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
일반관리비		560,000	571,200	582,624	594,276	606,162	618,285
재 투자비							
감가상각비	-	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900
법인세	-	100,760	102,847	104,975	107,146	109,361	111,620
세전수익	-3,328,000	503,800	514,234	524,877	535,732	546,805	558,099
세후수익	-	403,040	411,387	419,901	428,586	437,444	446,479
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
수익							
매출액	1,837,897	1,874,655	1,912,148	2,360,391	1,989,399	2,029,187	2,069,771
비용							
장비투자							
인건비	478,619	488,191	497,955	507,914	518,073	528,434	539,003
유류비	73,538	75,009	76,509	78,040	79,600	81,192	82,816
유지보수비	67,570	68,921	70,300	71,706	73,140	74,602	76,095
일반관리비	630,651	643,264	656,129	669,252	682,637	696,290	710,215
재 투자비					2,486,749		
감가상각비	17,900	17,900	17,900	17,900	21,002	21,002	21,002
법인세	113,924	116,274	118,671	203,116	0	125,533	128,128
세전수익	569,619	581,369	593,355	1,015,580	-1,871,801	627,666	640,640
세후수익	455,695	465,095	474,684	812,464	-1,871,801	502,133	512,512
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
수익							
매출액	2,111,166	2,153,389	2,196,457	2,240,386	2,285,194	2,330,898	2,867,504
비용							
장비투자							
인건비	549,783	560,778	571,994	583,434	595,103	607,005	619,145
유류비	84,473	86,162	87,885	89,643	91,436	93,264	95,130
유지보수비	77,616	79,169	80,752	82,367	84,014	85,695	87,409
일반관리비	724,420	738,908	753,686	768,760	784,135	799,818	815,814
재 투자비							
감가상각비	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002
법인세	130,775	133,474	136,228	139,036	141,901	144,823	245,801
세전수익	653,873	667,370	681,138	695,180	709,504	724,114	1,229,004
세후수익	523,098	533,896	544,910	556,144	567,603	579,291	983,203

<현금흐름(상하역&셔틀 13만원)>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
수익							
매출액	-	1,768,000	1,803,360	1,839,427	1,876,216	1,913,740	1,952,015
비용							
초기투자비	3,328,000						
인건비	-	425,000	433,500	442,170	451,013	460,034	469,234
유류비	-	65,300	66,606	67,938	69,297	70,683	72,096
유지보수비	-	60,000	61,200	62,424	63,672	64,946	66,245
일반관리비		560,000	571,200	582,624	594,276	606,162	618,285
재 투자비							
감가상각비	-	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900	17,900
법인세	-	127,960	130,591	133,274	136,011	138,803	141,651
세전수익	-3,328,000	639,800	652,954	666,371	680,057	694,016	708,254
세후수익	-	511,840	522,363	533,097	544,045	555,213	566,603
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
수익							
매출액	1,991,055	2,030,876	2,071,494	2,522,924	2,155,182	2,198,286	2,242,251
비용							
장비투자							
인건비	478,619	488,191	497,955	507,914	518,073	528,434	539,003
유류비	73,538	75,009	76,509	78,040	79,600	81,192	82,816
유지보수비	67,570	68,921	70,300	71,706	73,140	74,602	76,095
일반관리비	630,651	643,264	656,129	669,252	682,637	696,290	710,215
재 투자비					2,486,749		
감가상각비	17,900	17,900	17,900	17,900	21,002	21,002	21,002
법인세	144,555	147,518	150,540	235,622	0	159,353	162,624
세전수익	722,777	737,591	752,700	1,178,112	-1,706,018	796,765	813,121
세후수익	578,222	590,072	602,160	942,490	-1,706,018	637,412	650,497
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
수익							
매출액	2,287,097	2,332,838	2,379,495	2,427,085	2,475,627	2,525,139	3,065,630
비용							
장비투자							
인건비	549,783	560,778	571,994	583,434	595,103	607,005	619,145
유류비	84,473	86,162	87,885	89,643	91,436	93,264	95,130
유지보수비	77,616	79,169	80,752	82,367	84,014	85,695	87,409
일반관리비	724,420	738,908	753,686	768,760	784,135	799,818	815,814
재 투자비							
감가상각비	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002	21,002
법인세	165,961	169,364	172,835	176,376	179,987	183,671	285,426
세전수익	829,803	846,819	864,176	881,879	899,937	918,356	1,427,131
세후수익	663,842	677,455	691,341	705,503	719,949	734,684	1,141,705

o NPV(순현재가치) 분석

<연도별 수익의 현재가치>

(단위 : 천원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
8만원	-	-32,160	-32,517	-32,881	-33,252	-33,631	-34,017
9만원	-	76,640	78,459	80,315	82,207	84,138	86,107
10만원	-	185,440	189,435	193,510	197,667	201,907	206,231
11만원	-	294,240	300,411	306,706	313,126	319,675	326,355
12만원	-	403,040	411,387	419,901	428,586	437,444	446,479
13만원	-	511,840	522,363	533,097	544,045	555,213	566,603
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
8만원	-34,411	-34,813	-35,222	292,360	-2,534,934	-38,983	-39,427
9만원	88,116	90,164	92,254	422,386	-2,369,151	96,296	98,558
10만원	210,642	215,141	219,731	552,412	-2,203,368	231,575	236,542
11만원	333,169	340,118	347,207	682,438	-2,037,584	366,854	374,527
12만원	455,695	465,095	474,684	812,464	-1,871,801	502,133	512,512
13만원	578,222	590,072	602,160	942,490	-1,706,018	637,412	650,497
	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
8만원	-39,880	-40,341	-40,812	-41,292	-41,782	-42,281	349,199
9만원	100,865	103,218	105,619	108,067	110,564	113,112	507,700
10만원	241,609	246,778	252,049	257,426	262,911	268,505	666,201
11만원	382,354	390,337	398,480	406,785	415,257	423,898	824,702
12만원	523,098	533,896	544,910	556,144	567,603	579,291	983,203
13만원	663,842	677,455	691,341	705,503	719,949	734,684	1,141,705

<상하역 및 셔틀비용 별 NPV값 산출>

(단위 : 천원)

8만원	9만원	10만원
-264,007	-143,190	-22,372
11만원	**12만원**	**13만원**
98,445	219,263	340,080

o NPV 분석을 위하여 1회당 상하역 및 셔틀운송비를 8만원 ~13만원으로 책정하여 매출액과 수익을 산정함

o 할인율은 5.5%로 가정함

o 상하역 및 셔틀비용별 NPV값 산출 결과 11만원 이상 경우 수익이 나는 것으로 나타남

o 무동력 회전장치 환적시스템을 적용한 사업은 상하역 및 셔틀운송 1cycle 당 11만원 이상 13만원 이하의 비용을 선택한다면 사업성이 있을 것으로 예상되며, 사업시행 전 수요처와 협의 후 결정

마. 무동력 회전장치 환적시스템 적용 사업 민감도 분석

o 무동력 회전장치가 도입되어 운송비가 절감되고, 정부의 철도운송육성정책으로 화주의 철송 선호율이 높아져 화물의 육송에서 철송으로의 전환 효과가 있을 수 있음

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

(1) 코레일 운영수입, CO2 절감 효과

- 화물운송수입 → 무동력 회전장치 환적시스템 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)	2,685	2,738	2,794	2,850	2,906	2,965	3,024	3,084	3,146	3,209
전환 운송 대체효과 CO2 절감효과(톤)	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568

	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
코레일의 재무적 효과 코레일운송수입(천원)	3,273	3,338	3,405	3,473	3,542	3,614	3,686	3,760	3,834	3,912
전환 운송 대체효과 CO2 절감효과(톤)	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568	8,568

(2) 수요처 화물 운송비 절감 효과

o 현재 수요처는 2010년 이후 매년 100억 이상의 화물 운송비용을 지출하고 있음

<수요처 운송비 지출 내역>

(단위 : 원)

구분	2010	2011	2012	2013
운송비	10,832,276,574	13,287,928,398	13,137,007,246	10,869,823,300

주 : 수요처 감사보고서 참고(2010~2013)

<수요처 운송비 절감 효과>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
도로-철도운송 비교										
도로운송비	5,100	5,202	5,306	5,412	5,520	5,631	5,743	5,858	5,975	6,095
철도운송비	2,389	2,437	2,486	2,535	2,586	2,638	2,691	2,744	2,799	2,855
도로-철도 운송비	2,711	2,765	2,820	2,877	2,934	2,993	3,053	3,114	3,176	3,240
상하역 및 셔틀비										
8만원	1,088	1,110	1,132	1,155	1,178	1,201	1,225	1,250	1,275	1,300
9만원	1,224	1,248	1,273	1,299	1,325	1,351	1,378	1,406	1,434	1,463
10만원	1,360	1,387	1,415	1,443	1,472	1,502	1,532	1,562	1,593	1,625
11만원	1,496	1,526	1,556	1,588	1,619	1,652	1,685	1,718	1,753	1,788
12만원	1,632	1,665	1,698	1,732	1,767	1,802	1,838	1,875	1,912	1,950
13만원	1,768	1,803	1,839	1,876	1,914	1,952	1,991	2,031	2,071	2,113
수요처 운송비 절감 효과										
8만원	1,623	1,655	1,688	1,722	1,757	1,792	1,828	1,864	1,901	1,939
9만원	1,487	1,517	1,547	1,578	1,609	1,642	1,674	1,708	1,742	1,777
10만원	1,351	1,378	1,405	1,433	1,462	1,491	1,521	1,552	1,583	1,614
11만원	1,215	1,239	1,264	1,289	1,315	1,341	1,368	1,395	1,423	1,452
12만원	1,079	1,100	1,122	1,145	1,168	1,191	1,215	1,239	1,264	1,289
13만원	943	962	981	1,001	1,021	1,041	1,062	1,083	1,105	1,127

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
도로-철도운송 비교										
도로운송비	6,217	6,341	6,468	6,597	6,729	6,864	7,001	7,141	7,284	7,430
철도운송비	2,912	2,971	3,030	3,091	3,152	3,216	3,280	3,345	3,412	3,481
도로-철도 운송비	3,304	3,370	3,438	3,506	3,577	3,648	3,721	3,796	3,872	3,949
상하역 및 셔틀비										
8만원	1,326	1,353	1,380	1,407	1,436	1,464	1,494	1,523	1,554	1,585
9만원	1,492	1,522	1,552	1,583	1,615	1,647	1,680	1,714	1,748	1,783
10만원	1,658	1,691	1,725	1,759	1,794	1,830	1,867	1,904	1,942	1,981
11만원	1,824	1,860	1,897	1,935	1,974	2,013	2,054	2,095	2,137	2,179
12만원	1,989	2,029	2,070	2,111	2,153	2,196	2,240	2,285	2,331	2,378
13만원	2,155	2,198	2,242	2,287	2,333	2,379	2,427	2,476	2,525	2,576
수요처 운송비 절감 효과										
8만원	1,978	2,018	2,058	2,099	2,141	2,184	2,228	2,272	2,318	2,364
9만원	1,812	1,848	1,886	1,923	1,961	2,001	2,041	2,082	2,123	2,166
10만원	1,647	1,679	1,713	1,747	1,782	1,818	1,854	1,891	1,929	1,968
11만원	1,481	1,510	1,541	1,571	1,603	1,635	1,667	1,701	1,735	1,770
12만원	1,315	1,341	1,368	1,395	1,423	1,452	1,481	1,510	1,541	1,572
13만원	1,149	1,172	1,196	1,219	1,244	1,269	1,294	1,320	1,347	1,374

4. 2차 목표시장 경제성 분석

가. 경제성 분석의 개요와 주요 전제

o 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

o 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

o 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

o 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 무동력 회전장치 환적시스템이 도입되는 경우 기존의 운영방식과 비교하여 발생되는 비용과 편익을 고려하여 순현재가치법, 내부수익율법, B/C 비율 분석을 실시함

o 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

o 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

o 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

o 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

o 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

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

(3) 유지보수비(운영비)

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

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

o 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

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

o 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

o 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

o 경제성분석에서는 투입물의 종류별 세금부과 내역을 산정하기 어렵기 때문에 『도로 철도부문 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

o 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 총사업비를 계상함

<초기 투자내역>

(단위:백만원)

구분	합계	2017	2018	2019
암롤트럭 구매	800	-	-	800
회전장치 제작	400	-	-	400
적재용기 제작	320	-	-	320
구축물_역 시설투자비	270	-	-	270
개업비	133	-	-	133
총투자비	1,923	-	-	1,923

o 무동력 회전장치 환적시스템 장비는 내용연수 경과 후 이를 대체해야 하며, 장비별 내용연수는 다음과 같이 가정함

<각 장비의 내용연수>

구분	내용연수
암롤트럭	10년
적재용기	10년
회전장치	20년
구축물_시설투자비*	Na

* : 최초 시설투자 이후 유지보수만 가정

<연도별 장비구입비>

(단위:백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
암롤트럭	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800
적재용기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
무동력 회전장치	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400
합계(불변)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,200
합계(경상)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,594

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
암롤트럭	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800
적재용기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320
무동력 회전장치	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400
합계(불변)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,520
합계(경상)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,128

o 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	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
유지보수비	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
유류비	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
일반관리비	658	658	658	658	658	658	658	658	658	658
재 투자비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,200
합계(경상)	1,396	1,424	1,452	1,481	1,511	1,541	1,572	1,604	1,636	1,668

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
인건비	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
유지보수비	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
유류비	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283
일반관리비	658	658	658	658	658	658	658	658	658	658
재 투자비	2,300									
합계(경상)	4,102	1,736	1,770	1,806	1,842	1,879	1,916	1,955	1,994	2,034

<연도별 비용 및 현재가치>

(단위: 백만원)

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
초기 투자비	3,328	-	-	-	-	-	-	-	-	-
운영비	-	1,396	1,424	1,452	1,481	1,511	1,541	1,572	1,604	1,636
합계	3,328	1,396	1,424	1,452	1,481	1,511	1,541	1,572	1,604	1,636
현재가치										

	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
초기 투자비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
운영비	1,668	4,102	1,736	1,770	1,806	1,842	1,879	1,916	1,955	1,994	2,034
합계	1,668	4,102	1,736	1,770	1,806	1,842	1,879	1,916	1,955	1,994	2,034
현재가치											

(2) 편익 분석

(가) 개요

o 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.

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

o 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

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

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

o 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

o 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

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

o 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

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

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

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

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

① 유류비

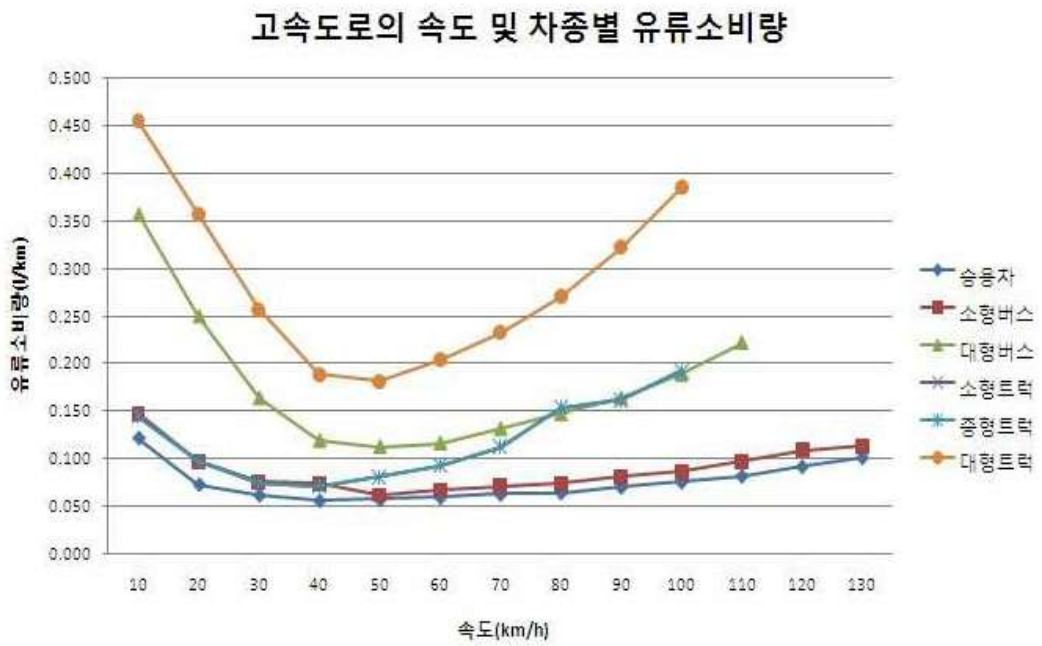
o 『투자심사편람』(경제기획원, 1982)에 의하면, 승용차는 56km/h, 버스는 72km/h에서 유류소모량이 가장 적은 것으로 제시되고 있으며, 『고속도로사업효과 조사』(국토연구원, 1995)에 의하면, 승용차는 80km/h, 대형버스는 70km/h에서 유류소모량이 가장 적은 것으로 제시되고 있음

o 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

o 『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

o 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>

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

o 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.petronet.co.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

o 『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

o 유지관리비 또한 속도가 높아질수록 계속 증가하는 것으로 분석됨

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

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

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

o 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

o 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

o 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

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

o 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

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

o 즉, 분석 도로망에 부하된 각 링크의 차종별 교통량과 길이를 곱한 결과를 링크 평균속도에 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

o 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

o 한편, 강원도 채광회사에서 충청도의 제철회사 간의 공로운송 거리는 고속도로를 경유하여 약 268.85km로 산정되며 제철회사의 공장위치 등을 감안하여 269km로 산정함
- 선평역에서 제철회사로 철송이 가능하므로 채광회사에서 선평역까지의 2km만을 제외한 267km를 철도로 전환되는 구간으로 산정함
- km당 운행절감편익은 차량 평균 249.19원으로 분석함
- 채광회사에서 제철회사 간의 톨게이트 비는 약 15,000원 징수함을 가산하여 이를 부(-) 절감 효과로 분석
- 적재용기 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	875	892	910	928	947	966	985	1005	1025	1045
현재가치	829	802	775	749	617	739	714	691	668	646

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
차량운행 절감편익	1066	1088	1110	1132	1154	1177	1201	1225	1249	1274
현재가치	624	604	584	564	545	527	510	493	477	461

- 차량운행 절감편익의 합은 약 21,254백만원으로 분석되고 현재가치는 약 12,618백만원으로 분석됨

(다) 통행시간 절감편익

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

o 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

o 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

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

o 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

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

o 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

o 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

o 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

o 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(OWS)는 2007년 원자료 샘플자료에서 산정함.

o 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 비업무통행 시간을 절감한다 하더라도 노동공급을 늘려 더 높은 근로소득을 얻을 수 있는 기회가 주어지지 않는 경우가 대부분임
- 비업무통행의 경우 업무통행과는 별도의 시간가치를 적용하여 통행시간 절감편익을 산정함

o 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 무동력 회전장치 환적시스템 도입에 따른 시간가치 절감 편익

o 무동력 회전장치 환적시스템의 도입으로 시간가치의 절감 편익을 가짐
- 환적시스템의 도입으로 인하여 전체운송구간의 공로운송 시 평균 4시간 소요되었으나 도로-철도를 연계한 무동력 회전장치 환적시스템을 도입할 경우 3시간 30분이 소요될 것으로 추정되어 트럭당 평균 30분의 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(강원도)-제철회사(충청도) 공로운송	25톤 덤프트럭	4시간
무동력 회전장치 환적시스템 적용 방식	수요처(작업장)→선평역(장치장) 공로운송	25톤 Arm-Roll트럭	5분
	선평역→제철회사 철도운송		3시간 25분
	총 작업시간 (1 적재용기)		3시간 30분

o 전국평균 통행시간가치에서 철도의 시간당 통행시간가치는 1시간당 약 16,571원으로 책정된바 30분의 가치는 8,285.5원으로 산정되며, 이를 근거로 하여 시간가치 절감편익을 도출함

o 통행시간 절감편익

<통행시간 절감편익>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
절감편익	113	115	117	120	122	124	127	130	132	135
현재가치	107	103	100	97	79	95	92	89	86	83

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
절감편익	137	140	143	146	149	152	155	158	161	164
현재가치	80	78	75	73	70	68	66	63	61	59

- 통행시간 절감편익의 합은 약 2,738백만원으로 분석되고 현재가치는 약 1,625백만원으로 분석됨

(라) 교통사고 절감편익

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

o 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

o 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

o 교통사고비용은 '교통사고로 발생된 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐가치로 환산한 것'을 의미
- 교통사고비용에는 의료비용, 교통사고 피해자의 생산손실비용, 물질적 피해비용, 정신적 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

o 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

o 본 연구에서도 기존 지침과 동일하게 교통사고비용 절감편익을 산정하며, 도로부문 사업의 경우 교통사고 건수 및 사상자 수와 교통사고비용의 원단위를 2007년도 기준으로 갱신하여 제시함

o 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

o 2007년을 기준으로 1억대-km당 사망자 수와 부상자 수를 살펴보면, 일반국도, 지방도, 고속국도 순으로 사고가 자주 발생하는 것으로 나타남

o 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

o 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.

o 본 연구에서는 통계자료의 제약으로 인해 사고의 유형을 사망자와 부상자로 구분하며, 2012년 기준으로 도로유형별 교통사고 사상자 1명당 비용은 『12 도로교통사고비용의 추계와 평가』(도로교통안전관리공단, 2013)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.

o 한편, 강원도 수요처에서 충청도의 제철회사 간의 도로운송 거리는 고속도로를 경유하여 약 268.85km로 산정되며 제철회사의 공장위치 등을 감안하여 269km로 산정함

- 채광회사에서 선평역까지의 2km만을 제외한 267km를 철도로 전환되는 구간으로 산정함

o 교통사고 절감 편익

<교통사고 절감 편익>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
사망절감편익	33	34	35	35	36	37	38	38	39	40
사고절감편익	83	85	86	88	90	91	93	95	97	99
합계	116	119	121	123	126	128	131	133	136	139
현재가치	110	107	103	100	82	98	95	92	89	86

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
사망절감편익	41	42	42	43	44	45	46	47	48	49
사고절감편익	101	103	105	107	109	112	114	116	118	120
합계	142	145	147	150	153	157	160	163	166	169
현재가치	83	80	78	75	72	70	68	66	63	61

- 교통사건 사망사고 절감에 따른 편익의 소계는 약 813백만원이며, 교통사건 부상사고절감에 따른 편익의 소계는 약 2,012백만원으로 분석되며, 교통사건 절감에 따른 편익의 합계는 약 2,825백만원으로 나타나며, 현재가치는 약 1,677백만원으로 분석됨

(마) 환경비용 절감편익

o 교통부문 사업의 시행에 따른 환경영향으로는 대기오염, 수질오염, 소음, 진동, 지반침하, 식물 및 동물 등 생태계 영향, 경관 변화, 지구온난화 등이 있음

o 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

o 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

o 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

o 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

o 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.

o 앞서 살펴본 차종별·속도별 대기오염배출계수와 대기오염비용 원단위를 적용하여 차종별·속도별 대기오염비용을 추정하면 다음과 같음

<대형트럭 속도별 대기오염비용>

(단위 : 원/km)

차종	속도	CO	NOx	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

o 한편, 강원도 수요처에서 충청도의 제철회사 간의 공로운송 거리는 고속도로를 경유하여 약 268.85km로 산정되며 제철회사의 공장위치 등을 감안하여 267km로 산정함

- 1km당 대기오염 절감편익은 252.57원으로 계상
- 암롤트럭 적재량을 25톤으로 가정하여 산정함

o 대기오염 절감 편익

<대기오염 절감 편익>

(단위 : 백만원)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
대기오염 절감편익	763	778	793	809	825	842	859	876	894	911
현재가치	723	699	676	653	538	644	623	602	582	563

구분	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
대기오염 절감편익	930	948	967	987	1006	1026	1047	1068	1090	1111
현재가치	544	526	509	492	475	460	444	430	415	402

- 대기오염 절감편익의 합계는 약 18,528백만원으로 나타나며, 현재가치는 약 11,000백만원으로 분석됨

(바) 편익 합계

<연도별 편익 분석>

(단위 : 백만원)

구분	차량절감	시간절감	사고절감	오염절감	합계	현재가치
2020	875	113	116	763	1,866	1,769
2021	892	115	119	778	1,904	1,710
2022	910	117	121	793	1,942	1,654
2023	928	120	123	809	1,980	1,599
2024	947	122	126	825	2,020	1,316
2025	966	124	128	842	2,060	1,577
2026	985	127	131	859	2,102	1,524
2027	1,005	129	134	876	2,144	1,474
2028	1,025	132	136	893	2,187	1,425
2029	1,045	135	139	911	2,230	1,378
2030	1,066	137	142	930	2,275	1,332
2031	1,088	140	145	948	2,320	1,288
2032	1,109	143	147	967	2,367	1,245
2033	1,132	146	150	986	2,414	1,204
2034	1,154	149	153	1,006	2,462	1,164
2035	1,177	152	156	1,026	2,512	1,125
2036	1,201	155	160	1,047	2,562	1,088
2037	1,225	158	163	1,068	2,613	1,052
2038	1,249	161	166	1,089	2,665	1,017
2039	1,274	164	169	1,111	2,719	983

라. 무동력 회전장치 환적시스템 경제성 분석 결과

(1) 본 사업의 경제성 분석 결과

<연도별 비용 분석>

(단위: 백만원)

구분	건설비	운영비	합계	현재가치
2020	3,328		3,328	
2021		1,110	1,110	1,052
2022		1,133	1,133	1,018
2023		1,155	1,155	984
2024		1,178	1,178	951
2025		1,202	1,202	783
2026		1,226	1,226	938
2027		1,250	1,250	907
2028		1,275	1,275	877
2029		1,301	1,301	848
2030		1,327	1,327	820
2031		3,840	3,840	2,248
2032		1,381	1,381	766
2033		1,408	1,408	741
2034		1,436	1,436	716
2035		1,465	1,465	692
2036		1,494	1,494	669
2037		1,524	1,524	647
2038		1,555	1,555	626
2039		1,586	1,586	605

o 건설비는 무동력 회전장치 환적시스템 사업이 개장하는 2019년도에 발생하나 분석 편리를 위해 2020년으로 포함

o 장비 재 투자비는 2029년, 2039년 투자되는 것으로 산정

<연도별 편익 분석>

(단위 : 백만원)

구분	차량절감	시간절감	사고절감	오염절감	합계	현재가치
2020	875	113	116	763	1,866	1,769
2021	892	115	119	778	1,904	1,710
2022	910	117	121	793	1,942	1,654
2023	928	120	123	809	1,980	1,599
2024	947	122	126	825	2,020	1,316
2025	966	124	128	842	2,060	1,577
2026	985	127	131	859	2,102	1,524
2027	1,005	129	134	876	2,144	1,474
2028	1,025	132	136	893	2,187	1,425
2029	1,045	135	139	911	2,230	1,378
2030	1,066	137	142	930	2,275	1,332
2031	1,088	140	145	948	2,320	1,288
2032	1,109	143	147	967	2,367	1,245
2033	1,132	146	150	986	2,414	1,204
2034	1,154	149	153	1,006	2,462	1,164
2035	1,177	152	156	1,026	2,512	1,125
2036	1,201	155	160	1,047	2,562	1,088
2037	1,225	158	163	1,068	2,613	1,052
2038	1,249	161	166	1,089	2,665	1,017
2039	1,274	164	169	1,111	2,719	983

(2) NPV

<NPV 분석>

(단위: 백만원)

구분	비용합계	비용현재가치	편익합계	편익현재가치	(편익) - (비용)
2020	1110	1,052	1866	1,769	717
2021	1133	1,018	1904	1,710	693
2022	1155	984	1942	1,654	670
2023	1178	951	1980	1,599	648
2024	1202	783	2020	1,316	533
2025	1226	938	2060	1,577	639
2026	1250	907	2102	1,524	617
2027	1275	877	2144	1,474	597
2028	1301	848	2187	1,425	577
2029	1327	820	2230	1,378	558
2030	3840	2,248	2275	1,332	-916
2031	1381	766	2320	1,288	522
2032	1408	741	2367	1,245	504
2033	1436	716	2414	1,204	488
2034	1465	692	2462	1,164	471
2035	1494	669	2512	1,125	456
2036	1524	647	2562	1,088	441
2037	1555	626	2613	1,052	426
2038	1586	605	2665	1,017	412
2039	1617	585	2719	983	398
합계	32,792	20,800	45,345	26,921	6,121

5. 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용 가능 해외시장 조사

○ 본 연구의 무동력 회전장치 환적시스템은 철도운송 인프라가 갖추어져 있는 지역에서 시스템에 맞는 산화물을 운송하는데 획기적인 시스템임

○ 국내 적용 뿐만아니라 해외에 철도인프라를 갖추고 그에 맞는 화물을 처리하고 있는 국가들을 대상으로 무동력 회전장치 환적시스템 수출을 통한 부가적인 이익은 가져올 수 있음

○ 잠재적 시장에 대한 분석을 위해 무동력 회전장치 환적시스템이 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

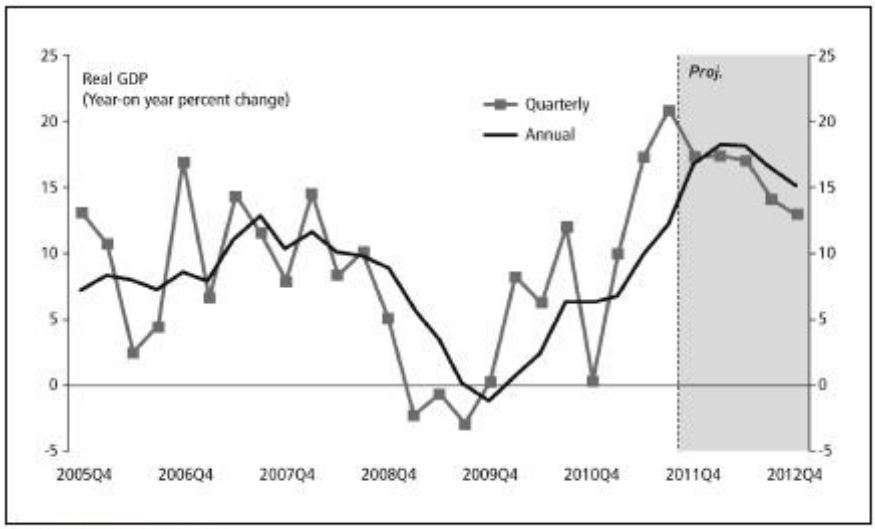
○ 이것은 중국을 제외하면 다른 신흥 성장국가 평균을 훨씬 상회할 것이며 이러한 높은 성장은 광업부문의 성장에 주로 힘입은 것임

○ 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)

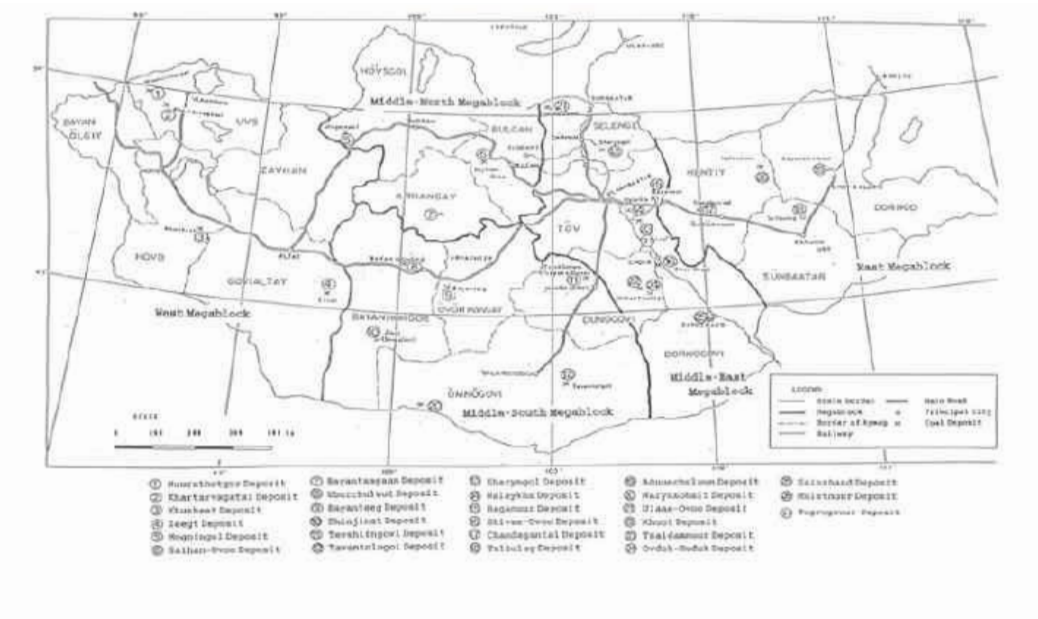
구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
생산량	5,309	5,400	7,511	8,296	9,383	10,215	14,539	25,282	31,958	33,610
소비량	5,240	5,284	5,472	5,920	6,061	5,999	6,522	7,029	6,931	9,847
수출량	0	0	2,110	2,450	3,259	4,157	7,114	16,723	23,687	22,063

출처: IEA Coal INFORMATION 2013

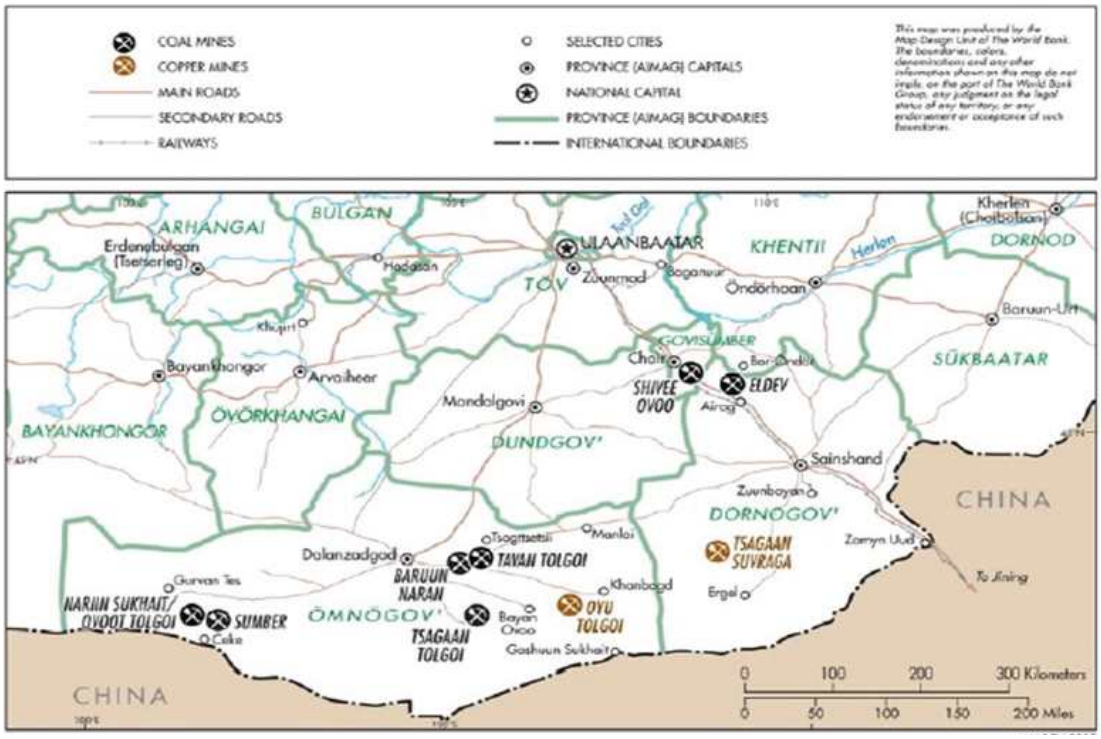
(4) 몽골 남부지역 주요 석탄광 개발 프로젝트

○ 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

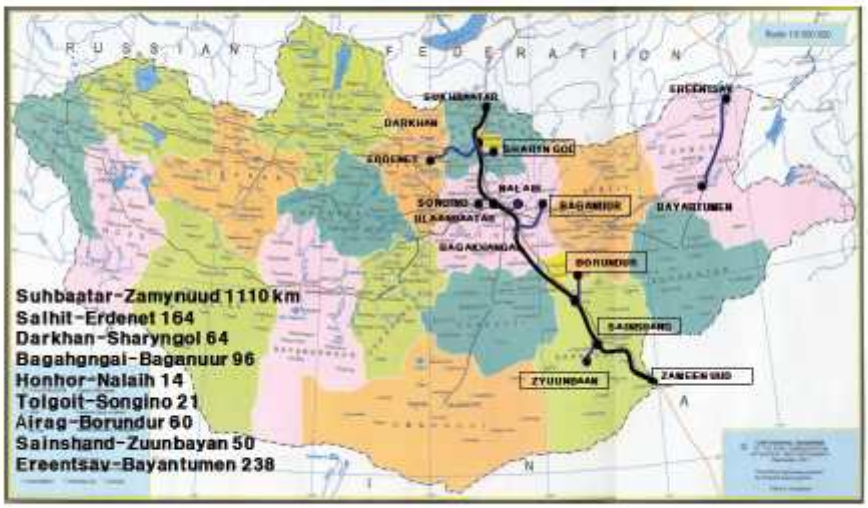
○ 몽골철도의 중앙선은 러시아의 이르쿠츠크, 노보시비르스크, 예카테린부르크는 물론, 러시아의 수도 모스크바, 중국의 수도 베이징과 연결되는 장점을 가지고 있으며, 몽골의 대외 무역에서 큰 역할을 하고 있음

○ 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 시베리아 횡단철도와 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>

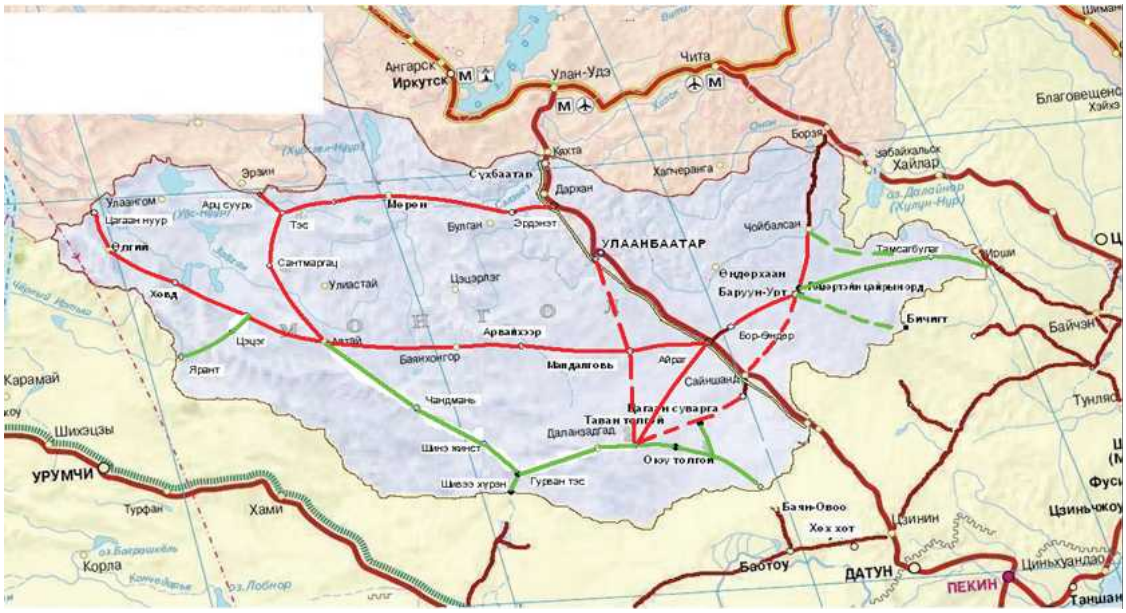
구분	단위	2008년	2009년	2010년	2011년
화물운송	천톤	14,646.9	14,171.5 (−3.2)	16,804.0 (18.6)	18,447.7 (9.8)
국내		8,016.2	7,656.3	8,304.4	8,574.2
국제		6,630.7	6,515.3	8,499.6	9,873.6
승객수송	천명	4,358.8	3,118.3 (−28.5)	3,516.3 (12.8)	3,832.1 (9.0)
국제		185.2	127.3	144.2	165.3
국내		4,173.7	2,991.0	3,372.1	3,666.8

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



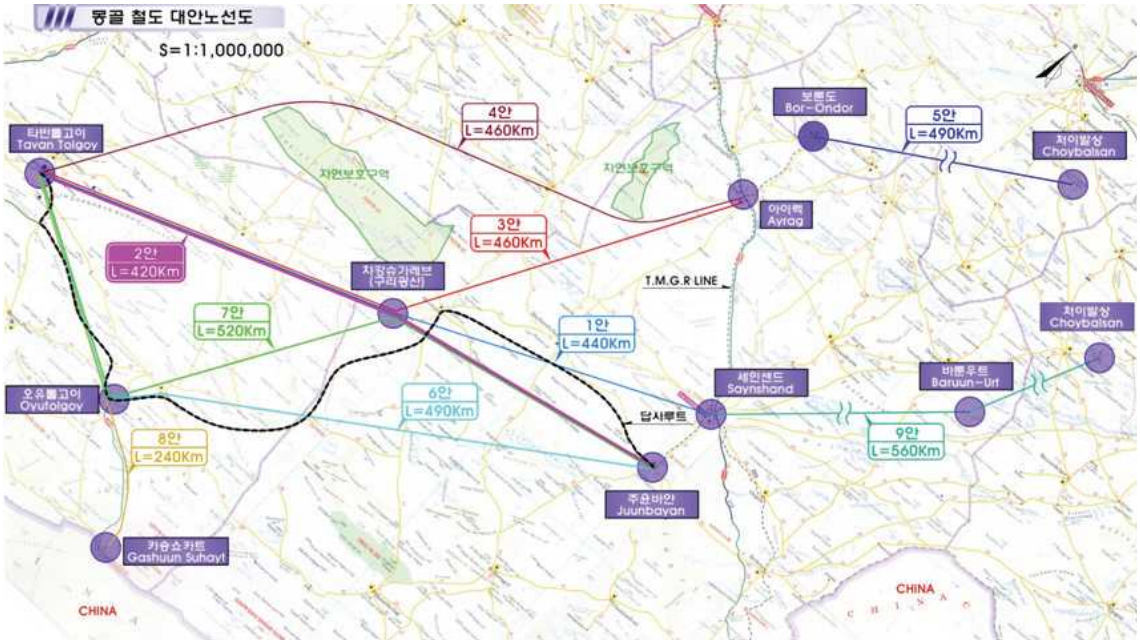
<몽골 정부 철도 계획>

(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

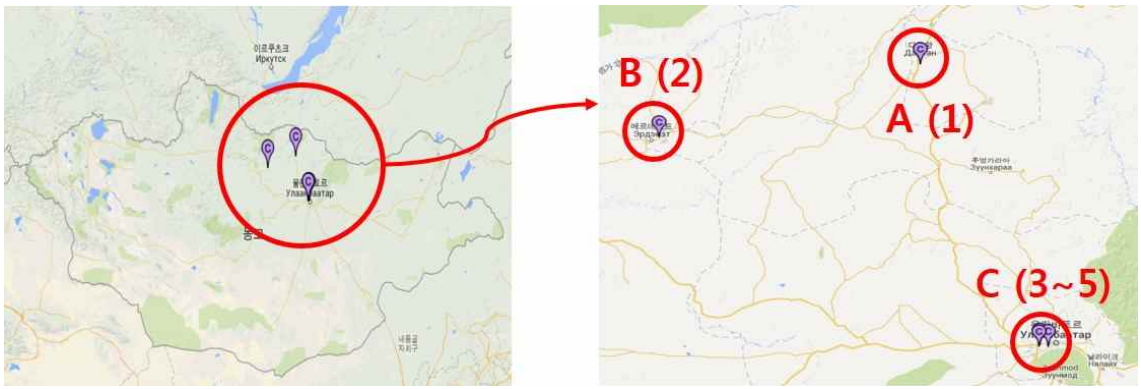
○ 몽골에는 총 5개의 화력발전소가 있으며 현황은 아래표와 같음

○ 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 무동력 회전장치 환적시스템은 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 초부터 폭등하는 물가와 기록적인 무역 적자가 이어지는 경기과열 국면에 진입하였음

- 2008년 상반기에 베트남 물가는 18.44% 상승하였음. 특히 일반 생필품 가격이 전년 대비 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 기대감이 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)

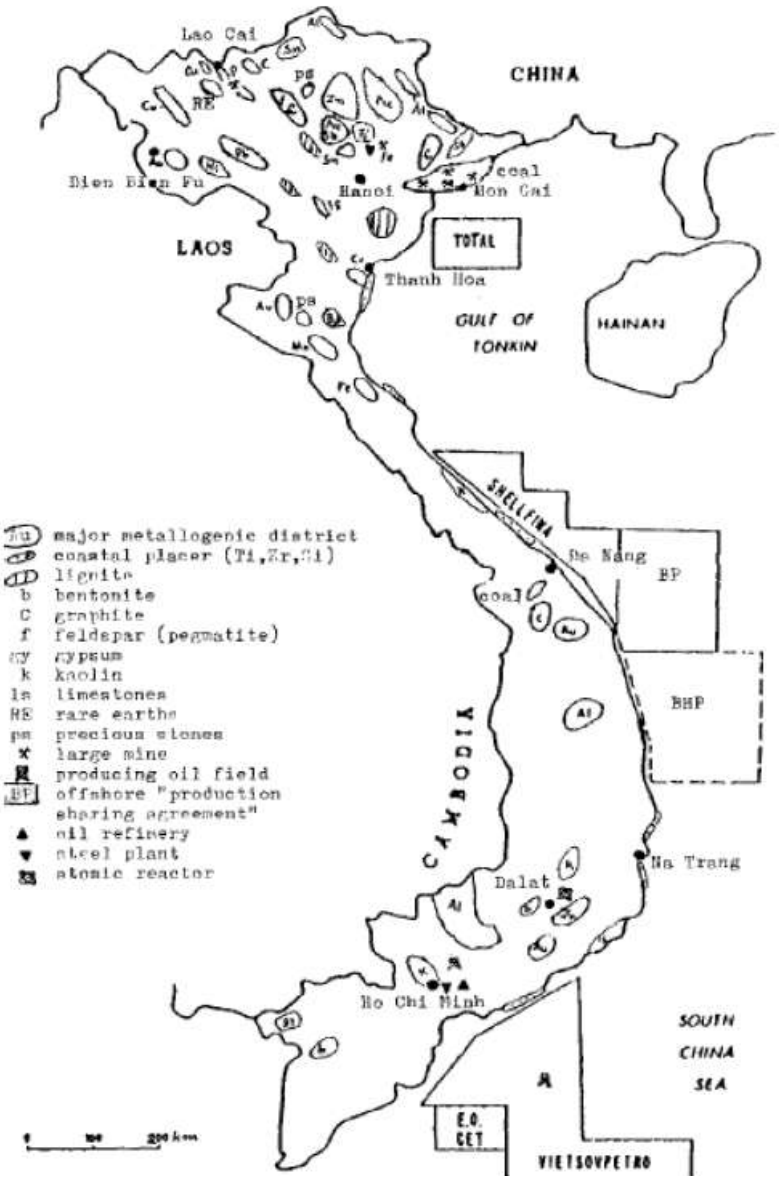
(라) 아연

○ 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

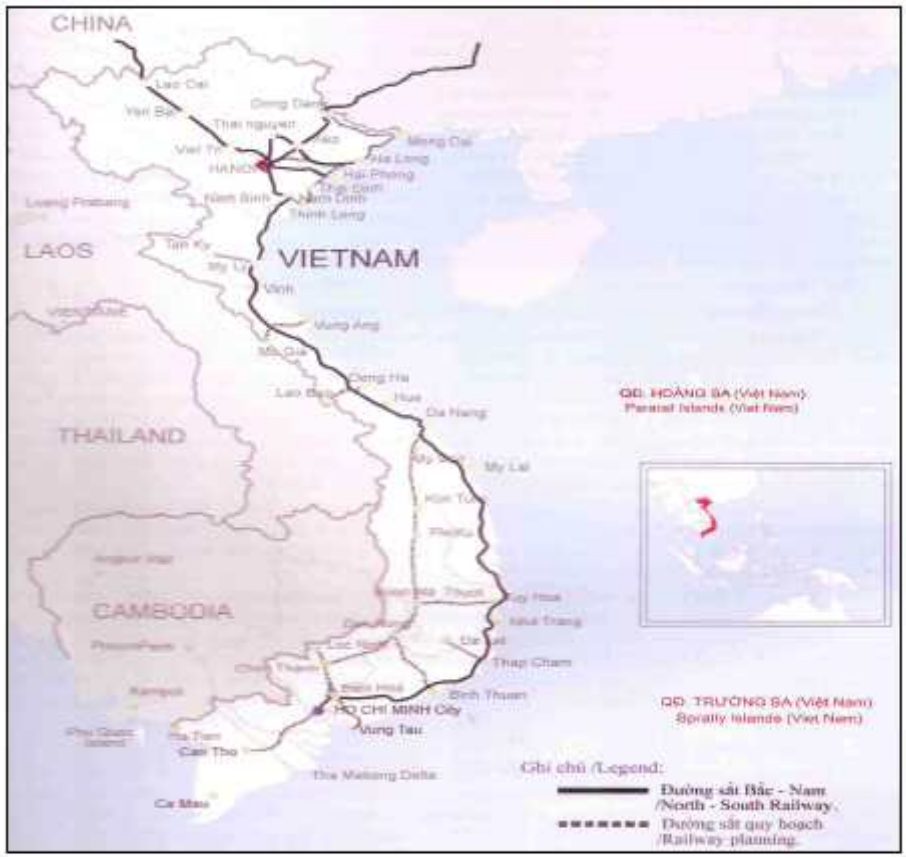
○ 그 외 남아 있는 남북철도구간, 하노이와 호찌민 시의 도시철도, Nam Dinh-Thai Binh-Hai Phong-Quang Ninh 구간과 Ha Long-Mong Cai 구간의 해안철도, Lang Son-QuangNinh(Mui Chua) 구간과 Nam Dinh-Thinh Long 구간, My Ly-TanKy 구간 등도 연결할 예정임

○ 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



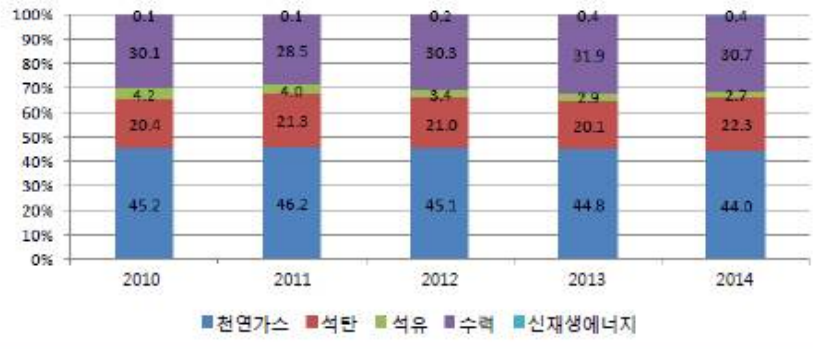
<연도별 베트남 전력 생산 · 소비량 현황 (단위: TWh)>

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

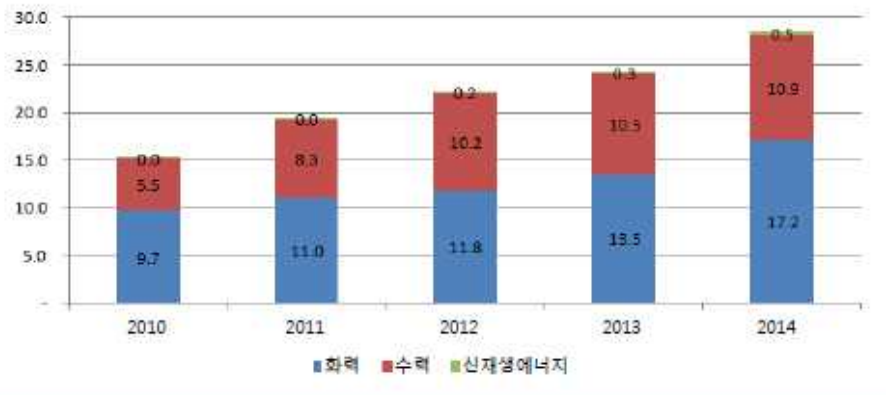
○ BMI에 따르면 2014년 베트남의 발전설비용량은 28,592MW로 확대되어 2010년 15,208MW의 약 1.9배 수준에 달할 것으로 추정되고 있음

○ 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		신재생에너지	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 무동동력 회전장치 환적 시스템을 적용하기에 매우 유리한 상황에 있음

○ 베트남의 화력발전소는 5개 지역에 총8개가 있음

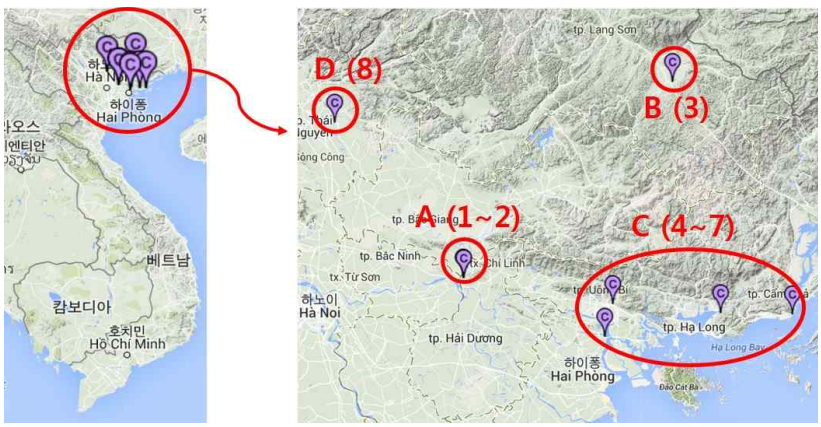
○ 가장 많은 석탄을 소비하는 화력발전소는 Quang Ninh 지역에 위치한 Quang Ninh Coal Power Plant Vietnam 화력발전소임

○ 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 무동력 회전장치 환적시스템의 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)

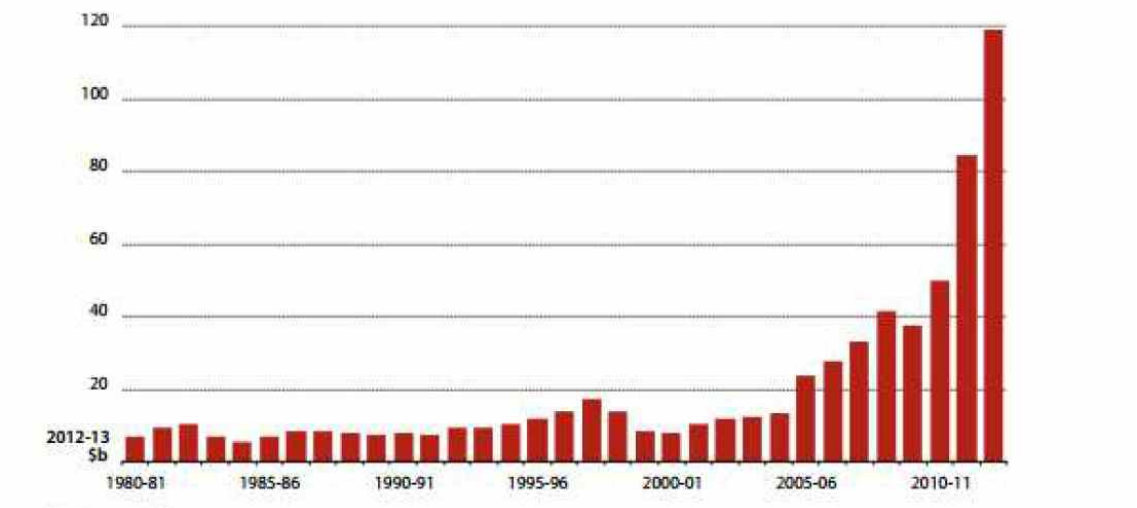
다. 호주

(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)

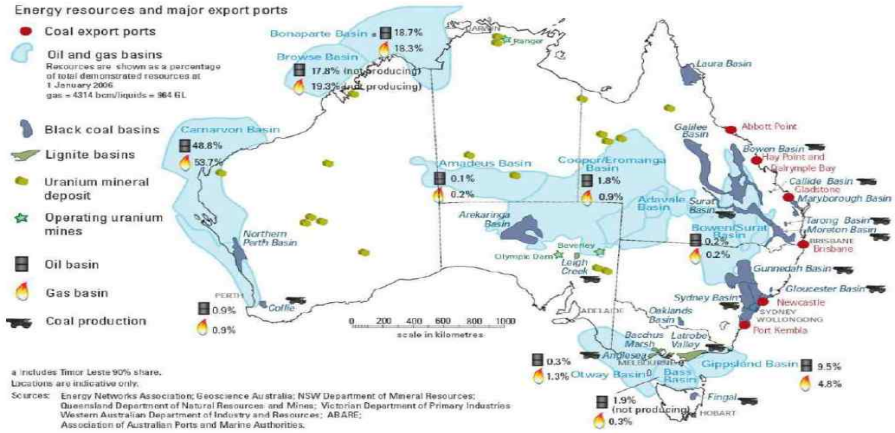
주: * 티타늄: Ilmenite 기준

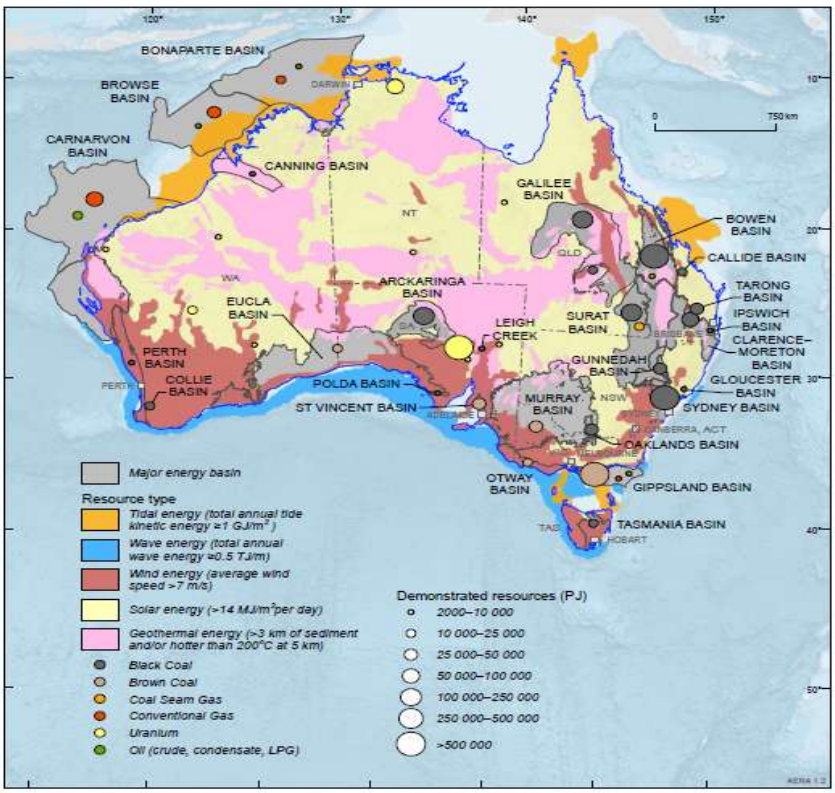
(나) 지역별 주요 광물자원 현황

○ 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

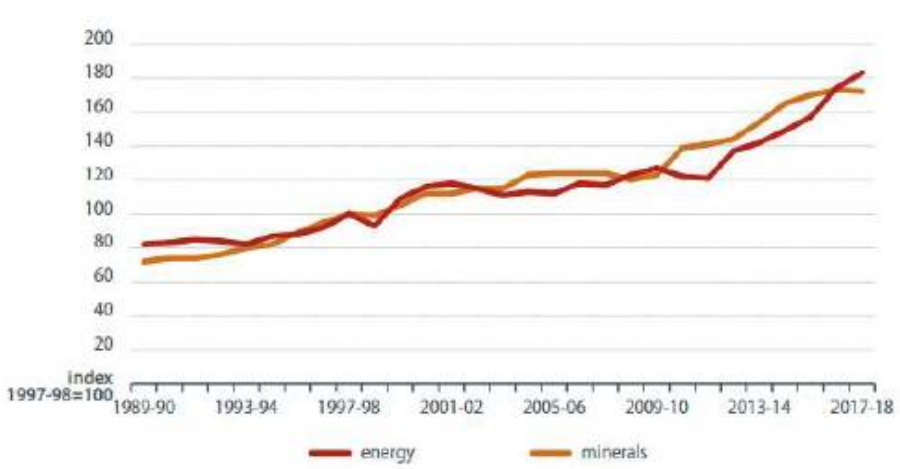
⑨ 셰일가스(Shale Gas)

○ 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

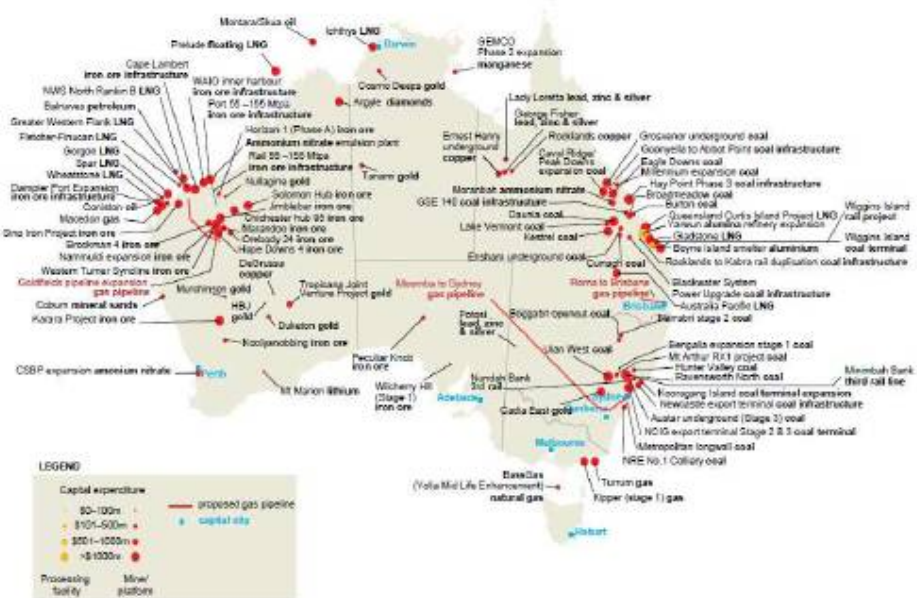
- 에너지자원 및 광물 개발단계(Advanced) 프로젝트는 호주 전역에 걸쳐 진행되며 에너지자원은 Queensland주와 Northern Territory주, 광물개발은 Western Australia주에서 주로 추진되고 있음
- 2012년 4월 기준 지출금액은 A$2,608억이며 이는 2011년 10월보다 12%, 2011년 4월에 비해서는 34% 증가한 수치임
- 광물 및 에너지자원 개발단계 프로젝트 금액 증가는 LNG 개발 계획과 철광석 광산 확장에 주로 기인함
- 2011년 기준 광산업 개발을 위한 탐사비용은 석유, 철광석, 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>

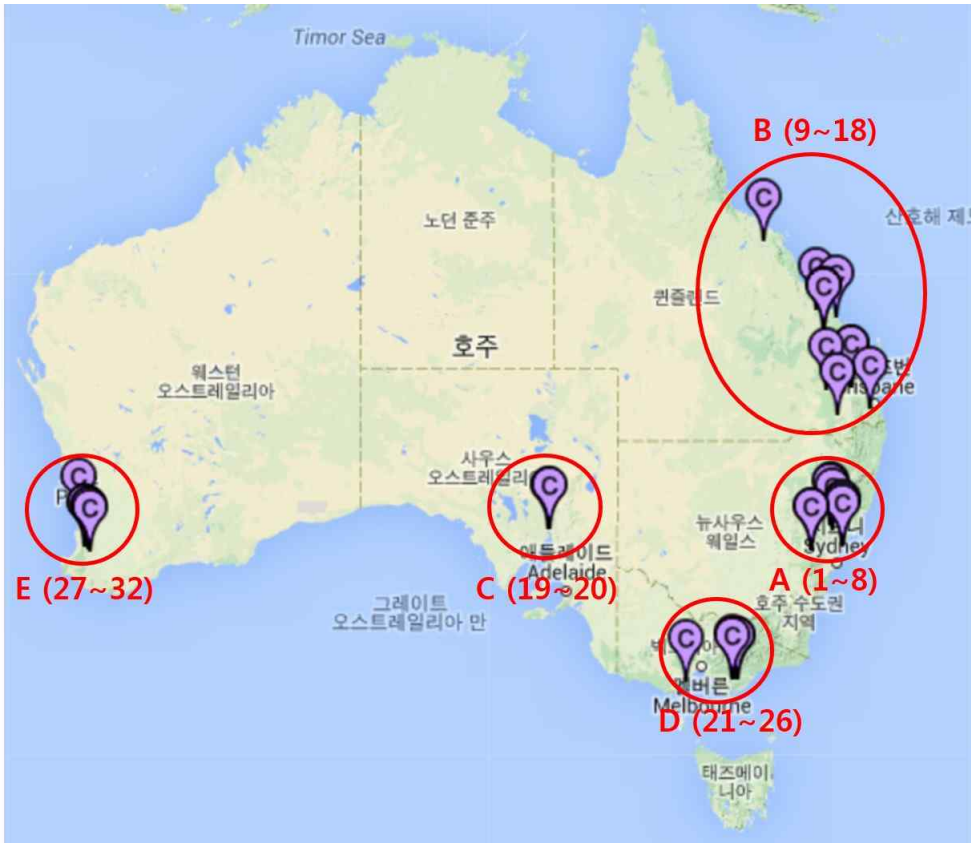
○ 호주의 화력발전소는 5개 지역에서 총 32개가 운영되고 있음

○ 가장 많은 석탄을 소비하는 화력발전소는 New South Wales 에 위치한 Eraring Coal Power Plant Australia임

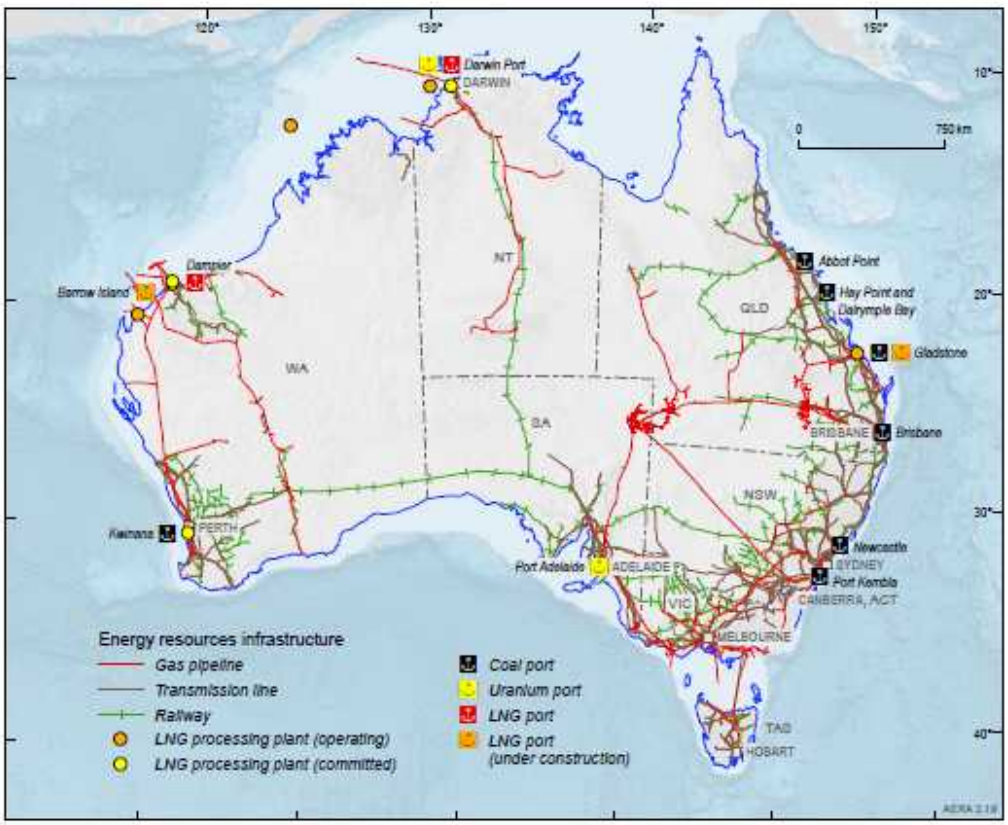
<호주 화력발전소>

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

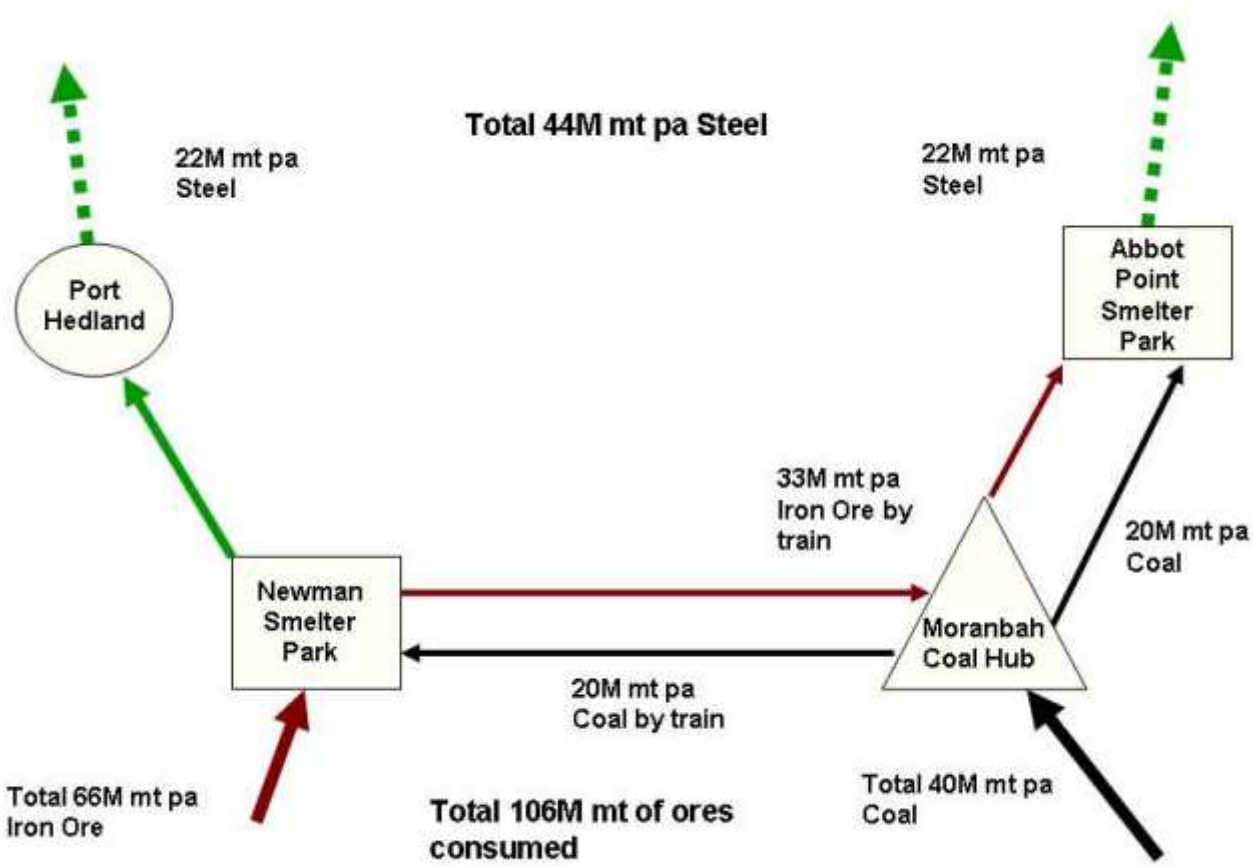
○ 철광과 석탄광 그리고 항구에 인접한 위치에 제철단지 건설

○ 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 무동력 회전장치 환적시스템으로 전환하는데 강점이 있을 것으로 판단됨

○ 호주의 경우에는 광물자원의 수출량이 많기 때문에 이미 철도를 이용하여 수출항까지의 수송을 하고 있으며, 그 수송량 또한 매우 많기 때문에 무동력 회전장치 환적시스템이 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

○ 무동력 회전장치 환적시스템은 시스템의 특성상 상기 프로젝트에 매우 부합하는 형태이며, 적용 가능성도 매우 높은 것으로 판단됨

○ 기존 Adelaide지역과 Darwin지역을 연결하는 남북횡단철도와 무동력 회전장치 환적시스템을 통해 동서횡단 프로젝트와 연계가 가능함으로 더 큰 시너지효과를 나타낼 수 있을 것으로 판단됨

제 3 절 실용화 추진을 위한 사업홍보 활동

1. 수요처 현장조사

가. 무동력 회전장치 환적시스템 수요처 및 업계관계자 의견 조사

(1) 무동력 회전장치 환적시스템 수요처 현장조사

(가) 수요처 현장조사 목적

o 과제 특성상 광물, 석탄 등의 벌크화물을 대상으로 철도화물을 취급하는 업체를 개별 방문하여 무동력 회전장치 환적시스템 수요 조사

(나) 주요 수요처 현장조사

o 강원연탄

조사항목	자문 내용
주 취급품목	• 석탄
조사목적	• 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용성 검토
조사내용	• 벌크형 컨테이너 운송이 필요하다고 생각을 하고 있으나 벌크형 컨테이너 시범 운송 결과 여러 문제점 발견하여 타 운송수단을 검토 중 • 각 연탄 회사마다 적탄장이 틀림 • 5가지 종류의 무연탄이 각각의 적탄장에 하화 • 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 적용하였을 경우 여러 가지 탄 종류의 운송은 힘들 것으로 예상 • 탈부착식 수송용기 시범운송 때 탄 더미 위에는 하역 불가능(적탄장 여건상 탄 더미 위에 하역은 필수) • 현재는 15톤 덤프트럭으로 셔틀운송 • 여러 지역의 연탄 회사를 방문하여 소개 및 적용성 검토 필요 • 회전장치를 이용한 환적시스템이 경제성이 우수하다면 이용 가능
관련사진	 <강원연탄 적탄장>

o 영주연탄

조사항목	자문 내용
주 취급품목	• 석탄
조사목적	• 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용성 검토
조사내용	• 석탄화물 운송은 육로와 철도운송 비중이 6:4 • 무개화차 1량당 덤프트럭 3대 정도 운송이 가능하며, 1시간에 덤프트럭 2대 정도 처리 가능 • 여름에 저탄을 많이 하기 때문에 저탄장의 장소가 협소하여 철도운송의 특성상 회전장치를 이용한 환적시스템 적용은 어려울 것으로 사료 (저탄장의 시스템을 바꿔야 하는 문제)
관련사진	 <영주연탄 적탄장>

o 예천연탄

조사항목	자문 내용
주 취급품목	• 석탄
조사목적	• 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용성 검토
조사내용	• 현재 100% 철도운송(점촌역) • 이전에는 공장과 가까운 예천역에서 하화를 하였으나, 물동량 감소 등으로 예천역을 폐쇄하였음 • 철도운송의 특성상 점촌역은 일일 무개화차 15량만 배정이 되어있어 하역하는 데 문제는 없으나, 물량을 더 받고 싶어도 못 받고 있음 • 회전장치를 이용한 환적시스템이 경제성이 우수하다면 이용 가능
관련사진	 <예천연탄 적탄장>

o 영진연탄

조사항목	자문 내용
주 취급품목	• 석탄
조사목적	• 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용성 검토
조사내용	• 석탄화물 운송은 육로와 철도운송 비중이 6:4 • 1일 10~12량을 덤프트럭 1대로 셔틀운송이 가능 • 경제성이 나와야 실용화 가능성이 있음 • 회전장치를 이용한 환적시스템을 사용하였을 경우 무개화차 파손이 없고, 민원 문제도 해결 가능할 것으로 판단됨
관련사진	 <점촌역 무개화차>  <영진연탄 적탄장>

(다) 주요 수요처 현장조사 결과

o 현재 벌크화물(석회석, 석탄, 골재) 취급 업체는 도로운송과 철도운송을 하고 있음. 특히 연탄의 경우 철도운송을 실시하는 경우가 많음

o 화물 전량을 도로운송에 의존하는 업체들도 있었으며, 철도운송을 실시하는 업체들도 있음

o 철도운송을 하는 업체는 셔틀운송을 실시하여 근처 역으로 화물을 운송하여 철도운송을 실시하는 경우도 있음

o 철도운송을 하는 경우 비산먼지 발생으로 인한 민원 문제, 화물의 상하역 및 제품의 손실률 등의 문제가 발생하였음

o 석탄 취급 업체의 경우 운송비는 광해관리공단에서 지원하고 있어서 운송비에 대한 부담감이 적음(최대 90% 정도 지원)

o 인근 역에서 업체까지 운송시간이 역에서의 화물 상하역으로 인해 많이 소요되는 문제가 있음. 또한, 굴착기 작업으로 인해 무개화차의 파손이 심함

o 석탄 취급 업체의 경우 도로운송보다는 철도운송이 물량을 더 받을 수 있어서 철도운송을 선호하며, 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템이 경제성이 우수하고, 민원문제를 해결할 수 있다면 이용하겠다는 다수의 의견임

(2) 무동력 회전장치 환적시스템 업계관계자 의견 조사

(가) 업계관계자 의견 조사 목적

o 철도화물을 영업 및 운영하는 업계관계자를 개별 방문하여 회전장치를 이용한 환적시스템에 대한 소개 및 과제에 대한 의견 접수

(나) 업계 관계자 의견 조사

o 한국 철도공사 영동권 물류사업단

조사항목	자문 내용
조사목적	• 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용성 검토 및 과제의견 자문
조사내용	• 대규모 철송장 등에서는 기존 환적장비가 있어 적용하기는 힘들 것으로 사료 • 기존 환적장비가 운영하기 힘든 거점을 대상으로 실용화 준비 • 기술개발은 좋은 것으로 판단되나 운영자의 측면에서 경제성이 없다면 사용이 어려움 • 기술개발이 중요하나 여러 수요처의 의견을 반영하는 것이 중요

o 한국 철도공사 영남권 물류사업단

조사항목	자문 내용
조사목적	• 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 적용성 검토 및 과제의견 자문
조사내용	• 김천 열병합 발전소 관련 회전장치를 이용한 환적시스템 적용성 검토 회의 – 김천 열병합 발전소 운송은 비산먼지 차단형 벌크 컨테이너로 진행 – 운송 프로세스는 괴동(포항) → 아포(김천) 운송 후 발전소로 셔틀운송 – 운송량은 1일 1번으로 23량(46개 벌크형 컨테이너) B/T로 운송 – 셔틀운송은 16km – 셔틀비용 및 하화문제 등의 비교를 했을 때 회전장치 환적시스템이 우월하다면 적용 시킬 필요 있음 – 지역별 철도공사 물류사업단 방문해서 회전장치 환적시스템 소개 필요 – 석포 CY에 전차선 문제로 인해 화차를 낮은 것만 골라서 보내야 하는 문제가 있어 당 시스템을 적용하면 좋을 것으로 사료

2. 컨테이너 물류거점 운영 조사

가. 목 적

(1) 목적

o 무동력 회전장치 환적시스템 과제의 실용화 추진을 국내 컨테이너 취급 물류거점에 대한 운영현황 및 실태조사를 통해 얻어진 자료를 바탕으로, 벌크화물 이외에도 일반컨테이너 화물의 실용화 가능 여부를 판단하기 위함

(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

나. 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, 무동력 회전장치 환적시스템을 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 >

(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 분류작업위주, 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



< 군포IFT 위성사진 >

(마) 컨테이너 이용률 및 보관/처리능력

o 컨테이너 작업시설(철도화물취급장: 800평) 및 작업공간(CY:3,000평)

(바) 현장 사진



< 천일택배화물 Cross-Dock >



< 경동택배화물 Cross-Dock >



< 대한통운택배 물류센타 >



< 한진택배 물류센타 >



< 군포IFT 철도인입선 >



< 군포IFT 컨테이너 편성화차 >

다. 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 >

(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

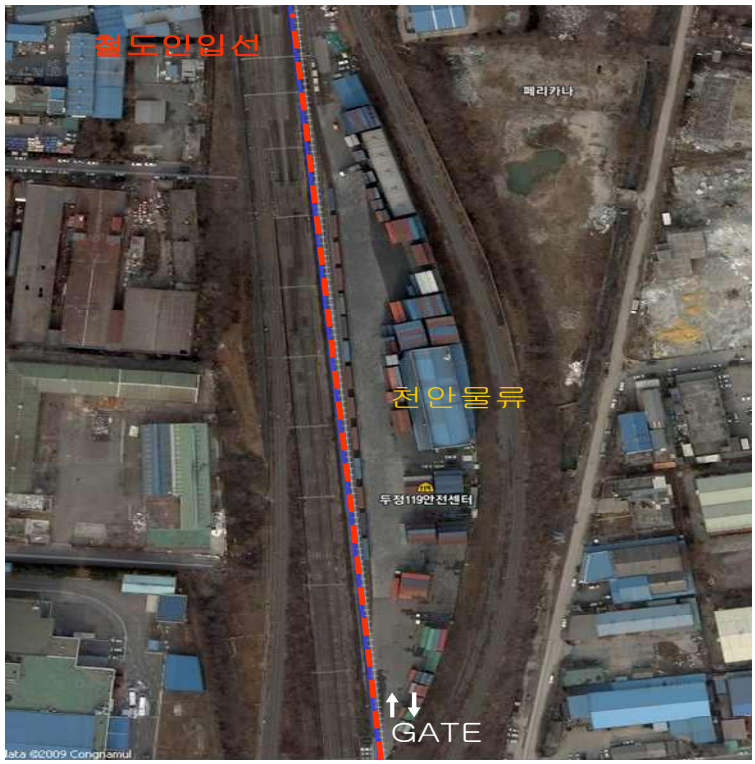
o 현재 (주)천안물류에서 CY전체를 운영중에 있으며, 환적장비는 Reach Stacker 2대를 자가로 보유중임

(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 >

(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 >

(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 >

(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)



< 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 >

(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)



< 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 >

라. 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 >

마. 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.

(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 >

(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 >

3. 지적재산권 확보

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 과제는 총 3차년도의 개발 과정에서 많은 지적재산권 확보를 위해 노력 하였음. 그 중 특허는 등록 2건, 출원 6건을 달성하였음

<무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 특허 현황표>

No.	출원/등록 구분	출원일 (등록일)	출원번호 (등록번호)	출원인	국문명칭
1	특허등록	2012.07.30 (2014.05.29)	10-2012-0083125 (10-1404049)	(주)범창종합기술	화차용 무동력 회전장치
2	특허등록	2012.07.30 (2014.05.29)	10-2012-0083127 (10-1404050)	(주)범창종합기술	무동력 회전장치를 이용한 환적 시스템
3	특허 출원	2012.07.30	10-2012-0083250	(주)범창종합기술	화차용 착탈식 회전장치
4	특허 출원	2012.07.30	10-2012-0083252	(주)범창종합기술	화차 겸용 암롤박스
5	특허 출원	2013.05.10	10-2013-0053321	(주)범창종합기술	회전방지 구조가 구비된 화차용 무동력 회전장치
6	특허 출원	2013.05.10	10-2013-0053322	(주)범창종합기술	커버가 구비된 화차 겸용 암롤박스

o 등록/출원 특허 정보는 별첨 참조

4. 연구개발 논문

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발 과제와 관련하여 연구기간 내 여러 번의 학회 논문 발표 및 게재를 실시하였으며, 총 1번의 학회 발표와 1번의 논문 게재 성과를 올렸음. 학회 등에서 무동력 회전장치 내용과 관련된 논문을 발표함으로써 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템에 과제에 대해 알릴 기회가 되었으며, 사람들의 관심을 끌 기회가 되었음

<무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 게재 및 발표 논문 현황표>

No.	게재/발표 구분	게재/발표 년도	제목	학술지/발행처
1	게재	2012	무동력 회전장치를 이용한 철도 환적시스템 적재용기의 강도 평가	신흥대학교 부설 정보산업연구소
2	발표	2013	무동력 회전장치를 이용한 철도 환적시스템 설계	한국산학기술학회 춘계 학술발표논문집

o 발표/게재 논문은 별첨 참조

5. 국내외 전시회 세미나 참가 홍보활동

가. 2012 제 2회 국제 물류기기전(KOREA MET)

(1) 전시회 세미나 일시 및 장소

o 일　　시 : 2012년 5월 22일(화) ~ 5월 25일(금) (총 4일간)

o 장　　소 : 경기도 고양시 킨텍스 제1전시장

o 전시품목
- 보관시스템 및 기기/분류시스템 및 기기/피킹시스템
- 운송시스템 : 컨베이어, 파렛타이저, 테이블 리프트, 크레인
- 지게차, 트럭, 특장차/ 운송용 팔레트, 컨테이너
- 물류정보시스템 및 소프트웨어
- 물류창고 시설 및 시스템

(2) 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제 세미나 발표내역

o 발표 일시 : 2012.05.23(수), 14:00 ~ 16:40

o 발표 장소 : 일산 킨텍스(KINTEX) 2층 세미나룸

(3) 세미나 발표 일정

구분	시간	발표제목	발표자		
			소속	성명	직위
물류분야 R&D 국가지원 현황소개	14:00~14:10	교통/항공분야 국가R&D 현황 및 물류분야 자원현황	한국건설교통 기술평가원	백승훈	실장
수행과제 현황 및 성과소개	14:10~14:30	국가물류 표준 종합시스템 개발	한국철도기술 연구원	권용장	책임연구원
	14:30~14:50	물류비 절감형 포장용기 및 운영시스템 개발	연세대학교	이강대	교수
	14:50~15:10	**무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발**	**㈜범창종합기술**	**황지훈**	**차장**
	15:10~15:30	지능형 물류센터 상하역 및 이송시스템 기술개발	㈜덕평물류	손병석	연구소장
	15:30~15:40	Coffee Break			
기획연구현황소개	15:40~16:55	경량화물용 스마트 물류장비 기술개발 기획	한국항공대학교	장윤석	교수
	15:55~16:10	에너지 절감형 물류시설 기술개발 기획	한국철도기술 연구원	유재균	책임연구원
	16:10~16:25	화물차 네비게이션용 표준맵 기술개발 기획	한국철도기술 연구원	김동희	선임연구원
	16:25~16:40	감마선 투과 영상기반의 내륙화물검색 기술개발 기획	한국산업기술 시험원	문종수	팀장

나. 2013 국제 물류기기전(KOREA MET)

(1) 목적

o 국제물류전시회 세미나 참여를 통해 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제에 대한 개용 및 성과물 소개, 기술적·경제적 특장점 홍보를 통해 향후 실용화 사업을 위함

(2) 일시 및 장소

o 일　　시 : 2013년 5월 28일(화) ~ 5월 31일(금) (총 4일간)

o 장　　소 : 경기도 고양시 킨텍스 제1전시장

o 전시품목
- 보관시스템 및 기기
- 분류시스템 및 기기
- 지게차
- 피킹 및 운송시스템

- 물류정보시스템 및 소프트웨어
- 운송용 포장박스 및 용기
- 물류창고 시설 및 시스템

(3) 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제 세미나 발표내역

o 발표 일시 : 2013.05.30(목), 10:00 ~ 16:00

o 발표 장소 : 킨텍스(KINTEX) 제 1 전시관 세미나룸

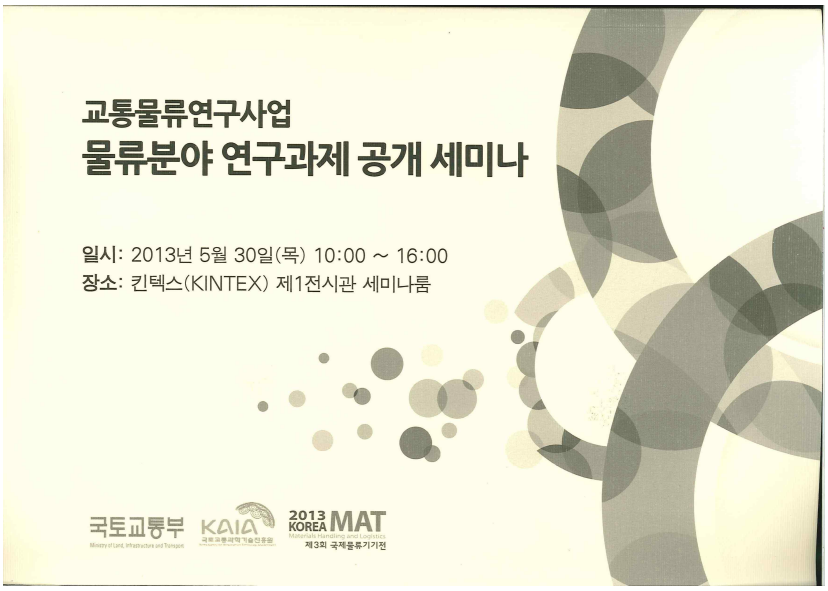
o 참석기관
- ㈜범창종합기술 외 8개 유관기관

o 발표내용
- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제 연구개발 개요 및 연구성과 소개
- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 기술적·경제적 특장점 소개
- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 Business Model 소개

(4) 세미나 발표 일정 및 내용

내 용	주관기관	연구책임자	시간
물류분야 R&D 총괄 현황 보고	국토교통과학기술 진흥원	이강준 선임	10:00~10:30
국가물류 표준 종합시스템 개발	한국철도기술 연구원	권용장 책임	10:30~11:00
물류비 절감형 포장용기 및 운영시스템개발	연세대학교	이강대 교수	11:00~11:30
지능형 물류센터 상하역 및 이송시스템개발	(주)덕평물류	손병석 소장	11:30~12:00
점심식사			12:00~13:30
고속 자동 적재반출장비(Mini-LoadAS/RS) 개발	(주)신흥기계	나강식 부장	13:30~13:50
물류작업 효율개선을 위한 경량화물 취급장비 개발	한국항공대학교	장윤석 교수	13:50~14:10
화물차량 상하역 시간 단축을 위한 일괄 하역장비 기술개발	한국철도기술 연구원	이석 선임	14:10~14:30
에너지 절감형 물류시설 기술개발	한국철도기술 연구원	유재균 선임	14:30~14:50
물류비용 최소화 및 효율증대를 위한 단절없는 물류교통 로드맵 수립	한국교통연구원	노홍승 센터장	14:50~15:10
무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발	(주)범창종합기술	김두호 부사장	15:10~15:25
화물 컨테이너의 상태정보 실시간 모니터링 기술개발	동아대학교	최형림 교수	15:25~15:40
질의응답			15:40~16:00

(5) 세미나 발표 자료(표지)



다. 국토교통 물류 R&D 공개 세미나 참가

(1) 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제 일시 및 세미나 발표내역

o 발표 일시 : 2013.06.10(화), 15:10 ~ 17:20

o 발표 장소 : 킨텍스(KINTEX) 제 1 전시관 소회의실(205A)

o 참석기관
- ㈜범창종합기술 외 8개 유관기관

o 발표내용
- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발과제 연구성과 소개
- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 특장점 소개

(2) 세미나 발표 표지 자료(표지)



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
■ 회전장치 제작(2set) – 회전장치 1차 시제품 제작 – 회전장치 2차 시제품 제작	100	■ 회전장치 1차 시제품 제작 및 시운전 ■ 회전장치 1차 시제품 문제점을 보완한 2차 시제품 제작 시운전 ■ 시제품 제작 보고서
■ 회전장치 자체중량(검증기관 검증) – 2,200kg 이하	100	■ 회전장치 자체중량 : 2,090kg ■ 검증기관 시험성적서
■ 회전장치 적재하중(검증기관 검증) – 30Ton 이상	100	■ 설계부하하중 : 30Ton 이상 – 설계 구조해석보고서 ■ 시운전 최대부하하중 약 26Ton – 실제 도로운송이 가능한 최대 무게 ■ 검증기관 시험성적서
■ 회전장치 회전수평각도(검증기관 검증) – 45°~ 45°이하	100	■ 회전장치 환적 가능한 회전수평각도 – 40.7° 에서 환적 가능 ■ 검증기관 시험성적서
■ 회전장치 작동 토크(검증기관 검증) – 최대 180kg·m 이하	100	■ 설계 작동 토크 – 최대 180kg·m 이하 – 작동 토크 검토보고서 – 설정 기준 : 작업자 1인 회전 작동 – 회전보조장치 개발 보고서 ■ 검증기관 시험성적서
■ 적재용기 제작 – 적제용기 1set 제작	100	■ 적재용기 1set 제작 – 시제품 제작보고서 및 시제품
■ 적재용기 자체중량(검증기관 검증) – 4.3Ton 이하	100	■ 적재용기 자체중량 : 4Ton ■ 검증기관 시험성적서
■ 적재용기 적재하중(검증기관 검증) – 25Ton 이상	100	■ 적재총중량 : 약 26Ton – 도로운송이 가능한 적재총중량은 25Ton ■ 국내법에 의한 화물자동차 적재중량 – 화물자동차 적재총중량 40Ton 미만 또는 축하중 10Ton 미만 – 차량중량(15Ton) – 적재총중량 - 차량중량 = 25Ton ■ 검증기관 시험성적서

연 구 목 표	달 성 도 (%)	내 용
■ 적재용기 적재 용적(검증기관 검증) – 22㎥ 이하	100	■ 적재용기 적재용적 : 23.2㎥ ■ 검증기관 시험성적서
■ 적재용기 견인부(Hook Bar) 강도(검증기관 검증) – 30Ton 이상에서 변형이 없을 것	100	■ 적재용기 견인부(Hook Bar) 강도 검증 – 30Ton 이상에서 변형 없음 – 설계 구조해석보고서 ■ 검증기관 시험성적서 – 최대 적재하중으로 성능평가(약 26Ton)
■ 적재용기 하부롤러 강도(검증기관 검증) – 30Ton 이상에서 변형이 없을 것	100	■ 적재용기 하부롤러 강도 검증 – 30Ton 이상에서 변형 없음 – 설계 구조해석보고서 ■ 검증기관 시험성적서 – 최대 적재하중으로 성능평가(약 26Ton)
■ 시연사업 – 2회 이상	50	■ 시연사업 – 실수요처 공동 시연사업 1회 – 시연사업보고서
■ 전체 환적 시간(작업속도 측정) – 10분 이내	100	■ 환적 시간 : 10분 이내
■ 사업계획 수립	100	■ 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 실용화를 위한 사업계획 수립 완료 – 사업모델에 대한 재무성 분석, 경제성 분석 보고서
■ 사업홍보 및 지적재산권 확보	100%	■ 논문 발표1/게재1 총2건 완료 ■ 특허 – 특허출원 : 6건, 등록 : 2건, 총 8건 완료

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 기존 운송시스템과의 접목을 통해 운송시스템 기능 개선
- 기존의 화차에 탈부착이 가능한 형태로 개발되어 간단한 개조작업만으로도 기존의 화차를 사용할 수 있음
- 특별한 추가 장비 없이 기존의 화차를 사용하고 환경차로 많이 쓰이는 암롤트럭을 견인장치로 사용하는 등 기존 운송시스템의 접목을 통한 철도 벌크화물 운송시스템의 기능을 개선함

o 향후 기술도입 억제 및 독자기술 확보의 교두보 마련
- 회전장치를 이용한 철도 환적시스템은 유럽 등 철도운송 선진국에서 활발히 개발되고 있음
- 철도물류 활성화의 일환으로 선진국의 기술을 도입할 경우 기술이전 비용 등 기술도입에 따른 비용이 발생함
- 국내 물류현장의 특성을 반영한 환적시스템을 개발하고 발전시킨다면 선진국으로부터의 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 벌크화물 철도운송 시장뿐만 아니라, 지하자원이 풍부하지만, 운송체계가 발달하지 못한 개발도상국으로의 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 수출을 기대할 수 있음

2. 경제적 효과 분석

o 철도물류의 새로운 Business Model을 창출

- 벌크화물의 철도운송에 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 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 벌크화물 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
- 직상하차 시스템으로 기존의 철도 벌크화물 프로세스에서는 필수적으로 필요했던 적치장을 유휴자원으로 활용이 가능함

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
- 벌크화물 철도운송에 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 성공적인 적용과 시운전 등을 통한 홍보로 기존의 벌크화물 철도운송 물량뿐만 아니라, 신규 물량을 창출할 수 있는 경제적 효과가 기대됨

3. 사회 · 환경적 효과 분석

o 도로와 철도간 환적저항 완화

- 셔틀운송과 철도운송 간의 환적저항(굴착기를 이용한 환적, 대기시간 등)을 완화하여 도로운송으로 이탈한 벌크화물을 철도운송으로 전환할 수 있을 것으로 기대됨

o 인입철도 부설효과 발생

- 벌크화물의 철도운송이 증가함에 따라 철도물류가 활성화되면, 화물 수요지에 인입철도 부설이 늘어나고, 그에 따른 물동량 증가가 기대됨

o 대량 Bulk 화물 철도직송시스템 구축 가능

- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 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 환경오염뿐만 아니라, 민원이 끊이지 않음
- 또한 도로운송 시에도 덮개 작업을 해도 비산먼지로 인한 환경오염이 심함
- 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 적용한 벌크화물 철도운송에서는 적재용기에 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 2011. 12월 기준 “무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발” 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 녹색성장 기본법 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 사업화를 실현할 예정임

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템을 사용하게 될 화주/운송사 측에서는 지속가능 교통물류 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템은 무동력 회전장치 개발, 벌크화물 운송에 맞는 적재용기 개발, 견인장치를 이용한 환적시스템 개발의 3개의 과제로 나뉘어 있음

o 무동력 회전장치와 적재용기는 제작이 완료되어 성능시험평가를 받고, 시운전 및 시연사업 중에 있음

o 이와 같은 연구성과를 바탕으로 실용화 및 사업화를 추진하기 위한 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 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 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 도입이 용이하도록 초기 투자비용은 최소로 하고, 환적프로세스는 신속하면서 간단하여 최소의 인원으로 조작이 가능하도록 제작하여 운영비용이 줄어들고, 전체적인 물류비용이 절감되도록 재무성 분석과 경제성 분석을 통해 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 실용화에 대한 방향을 제시하였음

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템의 개선·보완을 해 나간다면 기존 운송시스템과 차별화된 신규 운송시스템으로 도로운송으로 이탈하는 벌크화물의 철도운송으로의 전환이 기대됨

o 또한 국내·외 및 물류 선진국의 표준 운송시스템으로 Benchmarking 대상으로 활용될 것이며, 향후 도로환경이 열악한 광물자원이 집중된 지역에서 저비용·고효율의 물류운송시스템으로 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 2011년 12월부터 2014년 9월까지 약 2년 9개월간 건설교통기술촉진연구사업으로 추진된 '무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발' 과제의 사업화를 위해서는 시제품에 대한 기능개선 및 제품 안정화와 향후 1년 이상의 시운전 및 시범사업을 통한 운영실적 등의 추가연구 개발이 필요함

o 최대 25톤의 벌크화물이 적재된 적재용기를 화차와 암롤트럭 간 무동력 회전장치를 이용하여 환적 하는 환적시스템의 핵심기술인 무동력 회전장치는 개발되어 현재까지 수행되어온 시운전 기간만으로 철도물류 특성상 현장에 바로 적용하기에는 어려움이 있어 추가연구를 통하여 전시성 시연사업이 아닌 약 1년 이상의 안정적이고 검증된 운영 실적 확보가 필요함

o 무동력 회전장치를 이용한 환적시스템 개발의 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] 김경태, 김영주, 이석, 권용장, 백돈기, “강원권 철광석 철도물류 프로세스 개선 방안”, 물류학회지 Vol.22. No.2. pp.5~26, 2012.
[2] 윤동희, 조지현, “강원권역 석탄수송 감소요인과 철도수송 활성화 방안”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.255-262, 2011.
[3] 한국도로공사, “고속도로 타당성 조사 및 기본설계 실무편람”, 1998.
[4] 김현웅, 문대섭, “고속철도 시대의 철도 화물 수송 정책-고속 철도 복합운송을 중심으로,” 춘계 철도학술대회, 2003.
[5] 김경태, 권용장, 이석, “광재의 철도물류 프로세스와 개선 방안”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 2012.
[6] 한국교통연구원, “2010년 교통사고비용 추정”, 2012.
[7] 한국교통연구원, “교통혼잡비용 예측”, 2014.
[8] 한국교통연구원, “국가경쟁력 강화를 위한 신 교통정책 구상”, 2007.
[9] 국토해양부, “국가물류기본계획 수정계획(2011~2020)”, 2011.
[10] 이재학, “국내 철도물류 이용실태 및 개선방안 연구”, 한국물류학회지 16권 4호 pp. 87-112, 2011.
[11] 국토해양부, “2012 국토해양통계연보”, 2012
[12] 장승호외 1인, “궤간가변화차의 동특성 수치해석,” 한국철도학회논문집, 제9권, 제4호, pp.461～466, 2006.
[13] 한국교통연구원, “기후변화협약 대비 교통부문 온실가스 저감정책의 효과분석”, 2005.
[14] 엄범규외 3인, “다물체 동역학해석을 이용한 DMT 화차의 주행특성 연구,” 한국철도학회 2008년도 추계학술대회논문집, pp. 1607～1613, 2008.
[15] 김강수, 우지원, 이승헌, 김재영, “도로 철도부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정보완 연구 일반지침(제5판)”, 2008.
[16] 국토해양부, “2011년 도로교통량 통계연보”, 2012.
[17] 국토연구원, “도로사업 투자분석기법 정립”, 1999.
[18] 민연주, 박민철, 장혜진, “도로와 철도화물수송 경쟁력 분석을 통한 전환교통 대응방안”, 한국교통연구원, 2013.
[19] 교통개발연구원, “물류경쟁력강화를 위한 철도화물운송 활성화 전략”, 2004
[20] 김경태, 김학성, 원종운, 방연근, “벌크시멘트 철도물류 프로세스 개선 방안”, 한국물류학회지 제23권 제1호 pp.147-169, 2013.
[21] 이석, 김영주, 김경태, 권용장, 김승모, “벌크화물 수송실태 분석”, 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp.3278-3288, 2011.
[22] 김경태, 김영주, 이석, 권용장, 백돈기, “벌크화물의 복합 일관수송체계 구축에 관한 연구-석탄사례를 중심으로-”, 한국경영과학회 추계학술대회, 2012.
[23] 김경태, 권용장, 김영주, 이석, “석탄류의 물류 프로세스 분석”, 한국철도학회, 추

계학술대회발표논문집, 2011.
[24] 한국 환경 정책평가 연구원, “육상교통수단의 환경성 비교분석”, 2002.
[25] 교통안전공단, “2012년도 자동차 주행거리 실태분석 연구”, 2013.
[26] 고철진, 이석, 김경태, “제철산업의 부재료 물류프로세스 분석(광석을 중심으로)”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.954-959, 2012.
[27] 함영삼외 3인, “주강대차 컨테이너화차의 주행안전성 평가,” 한국철도학회 추계학술대회 논문집, pp.133～138, 2004.
[28] 교통개발연구원, “차량운행비의 산정”, 1998.
[29] 김정훈, 남호기, “철강 산업에서 린을 적용한 항만물류 프로세스 개선에 대한 연구”, 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회, 2007.
[30] 김경태, 김영주, 이석, 권용장, 백돈기, “철광석 물류 프로세스 분석과 개선 방안”, 한국경영과학회 추계학술대회, pp.345-367, 2012.
[31] 최창호, 신승진, 박동주, 김한수, 진장원, “철도 화물 수송수단 선택 특성 연구”, 한국철도학회논문집, 제11권 제6호, pp.588-595, 2008.
[32] 한국철도공사, “철도경영현황”, 2011.
[33] 이권순외 5인, “철도물류 활성화를 위한 차세대 물류운송시스템의 새로운 구동방식에 관한 연구,” 한국동력기계공학회지 제12권 제6호, pp. 56～63, 2008.
[34] 신승권, 김석원, 서승일 “철도물류 효율화를 위한 DMT 수송시스템 현황분석,” 한국철도학회 2007년도 추계학술대회논문집, pp.1662～1667, 2007.
[35] 한국건설교통기술평가원, “철도물류활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발 4차년도 보고서”, 2011.
[36] 김종만, 이용상, “철도물류활성화를 위한 DMT 수송시스템 개발에 관한 연구,” 한국철도학회 학술발표대회논문집 한국철도학회 2009년도 춘계학술대회논문집, pp.1691～1707, 2009.
[37] 이태현, “철도의 복합운송역량 강화 방안에 관한 연구” 인하대학교 석사학위 논문, 2008.
[38] 김학성, 김경태, 방연근, “철도의 크링카 물류 프로세스와 개선 방안”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.942-947, 2012.
[39] 백남욱, 장경수, “철도차량 핸드북”, 기전연구사, pp.295-302, 1999.
[40] 철도청, “철도투자 평가편람”, 2003
[41] 한국철도공사, “철도화물 중장기 수송수요 예측(2013)”, 2013.
[42] 구격모, 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] 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.
[51] 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.
[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] ABAQUS V6.9, Dassault systems, 2009.
[54] T.G. Crainic and K.H. Kim, "Intermodal transportation" in Transportation, Eds. C. Barnhart, G. Laporte: North-Holland, 2006.
[55] 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.
[56] 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.
[57] Sarathy, R. (2006) Security and the Global Supply Chain, Transportation Journal, 45 (4), 28-51.
[58] Mechanical Dynamics, "VI-RAIL User's Guide," 2008.

□ 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/