보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )

국토교통부 R&D사업최종보고서

발간등록번호	R11-1613000-002299-01

R&D /
17TLRP-B079186-04

적재효율 및 하역편의 향상을 위한 유리전용 모바일 랙 개발 최종보고서

2018.06.21

주관연구기관 / 한국해양수산개발원

협동연구기관 / 한국파렛트풀

국 토 교 통 부

국토교통과학기술진흥원

Development of efficient and convenient mobile rack for flat glass transportation and loading/unloading R&D Report

제 출 문

국토교통과학기술진흥원 귀하

‘노동의존 물류환경 개선을 위한 하역, 운반 보조장비 기술개발’(연구개발 기간 : 2014.06.30 ~ 2018.06.25) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2018 . 07 . 30 .

주관연구기관명 : 한국해양수산개발원 (대표자) 양창호 (인)
협동연구기관명 : 한국파렛트풀 (대표자) 서병륜 (인)

주관연구기관책임자: 최상희
협동연구기관책임자: 이용준

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>17TLRP-B079186-04</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td>2014-06-30 ~
2018-06-25
(총 47.9개월)</td><td>단계구분</td><td>1-1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">교통물류연구사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">노동의존 물류환경 개선을 위한 하역, 운반 보조장비 기술개발</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">적재효율 및 하역편의 향상을 위한 유리전용 모바일 랙 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">최상희</td><td>해당단계
참여
연구원 수</td><td>총: 10 명
내부: 4 명
외부: 6 명</td><td>해당단계
연구개발비</td><td>정부:180,000천원
기업:120,000천원
정부 외: -
계:300,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여
연구원 수</td><td>총: 27 명
내부: 12 명
외부: 15 명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:1,632,000천원
기업:1,088,000천원
정부 외: -
계:2,720,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="3">한국해양수산개발원 항만물류기술연구실</td><td colspan="2">참여기업명(공동): 한국파렛트풀</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명: -</td><td colspan="2">상대국 연구기관명: -</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명:
부산대학교 산학협력단
주식회사 메타로직컨설팅
한경대학교 산학협력단</td><td colspan="2">연구책임자:
김갑환
변종봉
이인석</td></tr>
<tr><td colspan="4">유리가공 제품을 안전, 편리, 효율적으로 취급하기 위해
20~40매까지 다양한 규격의 유리제품을 보관, 적재 및
(반)자동으로 입출고 할 수 있는 컨테이너형 용기</td><td colspan="2">보고서 면수:236</td></tr>
</table>

〈 요약서 〉

연구의 목적 및 내용	○ 연구의 목적 - 건설현장 및 유리가공 공장 등 유리 물류과정에서 사용되는 적재, 운반용 랙을 규격화, 안전화, 효율화, 자동함으로써 유리작업 노동 편의를 확보하고, 유리 물류비 절감 및 유리 물류용기의 표준화를 달성하여 유리 물류시스템의 효율성을 향상시키는 『신개념 유리운반용 모바일 랙』을 개발 ○ 연구의 내용 : - 유리운반용 모바일 랙 제작 - 유리운반용 모바일 랙 시범운용 - 유리전용 모바일 랙 설계·평가지원시스템 구현
연구개발성과	○ 유리운반용 모바일 랙 제작품 및 시범운용 - 유리운반용 모바일 랙 제작 : 15대 - 랙 층당적재중량 : 200kg이상의 유리제품 적재가 가능하도록 제작 - 적재능력 : 랙 내부 적재 가변방식 채택으로 랙당 20~40장 적재 가능하며, 최대 4종까지 서로 다른 규격의 유리 적재 가능 - 표준화 가능성 확보 : 규격화된 컨테이너 박스형 랙 - 노동편의/작업안전성 확보 : 유리자동반출입 - 시범운용 : 유리 물류 전과정에 걸친 시범운용 완료, 최종 상용화제품 반영 ○ 유리전용 모바일 랙 설계·평가지원시스템 구현 - 랙 설계지원시스템 개발:시뮬레이션 기반 최적표준설계 사이즈 자동산출 - 랙 운용 평가지원시스템:시뮬레이션시스템 기반 물류비/경제성 의사결정 도구
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 활용대상 확대 - 원판유리업체, 유리가동업체, 물류센터, 운송 및 건설현장 ○ 사업화 - 물류용기 제작 사업 추진 - 국내, 해외(중국, 베트남 등)물류용기 임대(풀링) 및 판매사업 추진 ○ 표준화 - 세계에서 유리 물류 전용용기의 독자적 개발로 단체, 국가 및 글로벌 표준화 추진 ○ 범용화 - 판재형 석판, 고가정밀 가공유리, 대형원판유리, LCD, 자동차 유리, 미술품 운반 등으로 이용제품 확대 ○ 첨단화 - 유리 물류 내 모바일 랙의 위치추적 및 회수물류 효율성 확대를 위한 RFID 탑재, 물류용기 정보 및 관리시스템 확산

핵심어 (5개 이내)	가공 유리	모바일 랙	적재율	하역편의	설계지원

〈 SUMMARY 〉

Purpose & Contents	○ Purpose of study - A new concept of glass labor cost reduction and glass logistics cost reduction through the standardization, safety, efficiency and movement of the glass handling rack used in glass logistics processes such as construction sites and glass processing plants ○ Contents of the study - Build mobile racks for glass transport - Test operation of mobile rack for glass transport - Implementing a system that supports the design and evaluation of glass mobile racks
Results	○ Manufacturing of mobile rack for glass transport and pilot operation - Build mobile racks for glass transportation : 15 EA - Dead weight per Rack : Manufactured to support loading of glass products larger than 200 kg - Load capacity : With the variable load inside the rack, you can load 20 to 40 sheets per rack and carry up to four different glass sizes - Gain standardization : a standardized container box rack - Securing labor / work safety - Pilot operation : Completed pilot operation throughout glass logistics, reflected final commercial product ○ Implementation of the mobile rack design and evaluation support system for glass only - Development of a system supporting rack design: Automatically calculate the optimal design size based in simulation - Support system for rack operation evaluation: Simulation system-based logistics cost decision tool
Expected Contribution	○ Expansion of utilization target - Original glass company, glass operator, logistics center, transportation and construction site ○ Commercialization - Implementation of logistics container production project - Implementation of domestic, overseas(China, Vietnam, etc.) logistics container rental(pooling) and sales ○ Standard - Driving organization, national and global standardization by developing containers for glass logistics in the world ○ Generalization - Expand the use of plate slabs, high-processing precision glass, large disc glass, LCD, automotive glass, and artwork transportation ○ Advanced - RFID equipped to increase the efficiency of recovery logistics and location of mobile racks in glass logistics and spread logistics container information and management system

Keywords	Flat Glass	Mobile Rack	Loading Capacity	Loading/Unloading Convenience	Design Support

〈 목차 〉

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 1

제1절 연구개발의 목적 ····· 3

제2절 연구개발의 필요성 ····· 5

제3절 연구개발 범위 ····· 10

제2장 국내외 기술개발 현황 및 수요조사 ····· 13

제1절 국내외 기술개발 현황 및 수요조사 ····· 15

제2절 운송장비용 모바일 랙 시장수요 조사 ····· 30

제3장 연구 수행내용 및 성과 ····· 51

제1절 기술개발 시스템 아키텍쳐 설계 ····· 53

제2절 유리운반용 모바일 랙 사용실태, 문제점 및 미래상 ····· 56

제3절 유리운반용 모바일 랙 기능정의 및 개념설계 ····· 75

제4절 유리운반용 모바일 랙 기본설계 ····· 91

제5절 유리운반용 모바일 랙 상세설계 ····· 108

제6절 시제품 제작 및 테스트 ····· 157

제7절 시범운영 및 보완 ····· 184

제8절 사업화 전략 ····· 197

제4장 목표 달성도 및 관련분야 기여도 ····· 225

제1절 목표 달성도 ····· 227

제2절 관련분야 기여도 ····· 228

제5장 연구개발성과 활용계획 ····· 231

제1절 요소기술 및 수요기업 정보 ····· 233

제2절 성과 정보 ····· 235

제3절 성과 활용계획 ····· 238

제6장 연구개발의 대표적 연구실적 ····· 243

제7장 연구개발의 보안등급 ····· 245

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황 ····· 245

제9장 참고문헌 ····· 246

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발 목적

제2절 연구개발의 필요성

제3절 연구개발 범위

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적

본 연구개발의 목적은 건설현장 및 유리가공 공장 등 유리 물류과정에서 사용되는 적재, 운반용 랙을 규격화, 안전화, 효율화, 자동함으로써 유리작업 노동 편의를 확보하고, 유리 물류비 절감 및 유리 물류용기의 표준화를 달성하여 유리 물류시스템의 효율성을 향상시키는 『신개념 유리운반용 모바일 랙』을 개발하는 것이다.

동 연구과제의 최종성과물은 ⅰ) 유리운반용 모바일 랙 제작품 및 시범운용과 이를 지원하기 위한 ⅱ)유리전용 모바일 랙 설계.평가지원시스템이다.

① 유리운반용 모바일 랙 제작품 및 시범운용

○ 유리전용 모바일 랙은 랙 내부의 체인형 피딩.고정 장치를 이용하여 유리가공품을 (반)자동 입출고, 제품을 고정.보호하며 다단적으로 적재할 수 있는 컨테이너형 유리전용 용기

○ 유리운반용 모바일 랙의 성능목표는 다음과 같음

- 모바일 랙의 총 적재능력은 기존 대비 10% 이상 향상되어야 하며, 층당 적재중량은 200㎏ 이상으로서 화물을 가변적으로 처리 가능한 가변형 타입

② 유리전용 모바일 랙 설계.평가지원시스템

○ 국가별, 기업별 유리제품공장에서 생산되는 유리보관.운반에 최적화 된 모바일 랙의 설계지원과 물류.경제적 평가시스템을 통한 구매의사결정을 지원

○ 유리전용 모바일 랙 설계.평가지원시스템의 성능목표는 다음과 같음

- 모바일 랙의 총 적재능력은 기존 대비 10% 이상 향상, 층당 적재중량은 200kg 이상, 가변형 타입으로 설계되어야 함

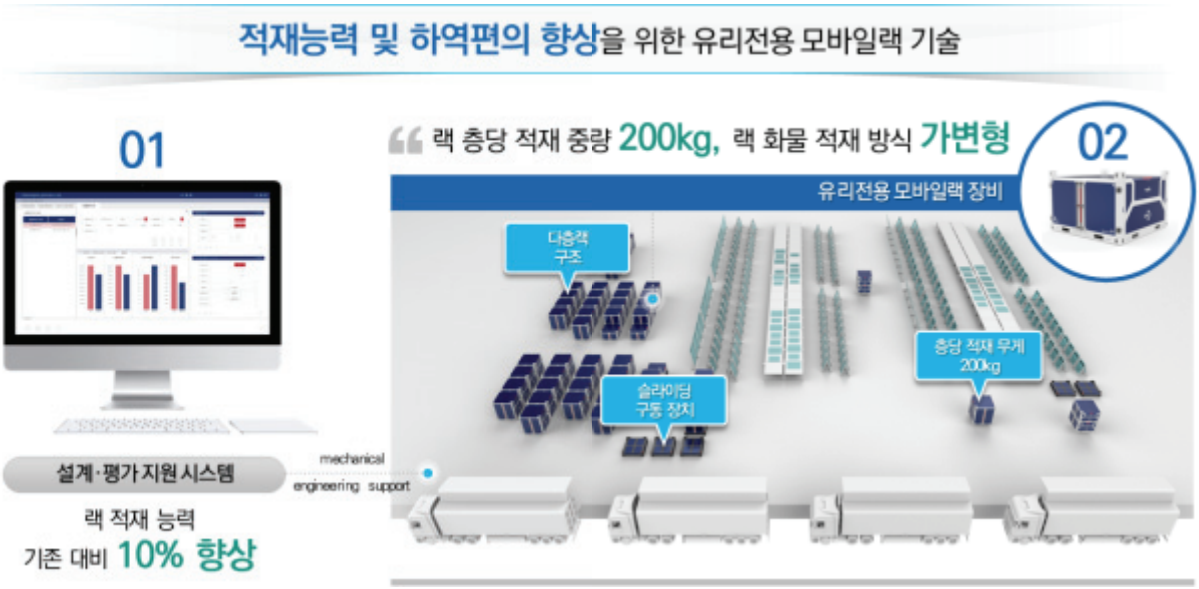


그림 1.1.1 연구개발 목표



그림 1.1.2 최종성과물

제2절 연구개발의 필요성

1. 모바일 랙 수요

모바일 랙의 개발 필요성에 대한 조사를 위해 국내 물류에서 유통되고 있는 화물 중 모바일 랙 가능 대상화물에 대한 시장수요조사를 실시하였다.

동 연구에서는 운송장비용 모바일 랙 시장수요조사는 2가지 측면에서 실시하였다.

첫째, 트럭 등 운송수단을 이용하는 다양한 화물 중 모바일 랙을 필요로 하는 대상화물 선정과 모바일 랙 개발형태를 설정하기 위한 수요조사이다.

둘째, 모바일 랙 개발형태의 범용성, 실 적용성 확보를 위해 유리제품을 포함하여 유리제품과 유사형태로 이용가능 한 화물 추가조사 및 최종 취급품목 결정을 위한 상세수요조사를 실시하였다.

가. 1차 수요조사

모바일 랙 대상화물 및 개발형태 선정에 대한 수요조사는 기획부터 수요조사까지 총 4단계에 걸쳐 수요조사를 실시하였으며, 이를 기반으로 유리 제품군과 차량 부품군을 최종 모바일 랙 수요대상 화물로 선정하였다.



그림 1.2.1 1차 수요조사

○ 수요조사 기획(1단계) : 수요조사 절차 작성

○ 문헌 및 인터넷 조사(2단계) : 사전조사, 수요조사서 작성, 수요 1차 대상화물 선정(10개)

○ 전문가 자문 및 검증(3단계) : 전문가 자문, 수요조사서 수정

○ 전문가 자문 및 검증(4단계) : 전문가, 현장실무자 인터뷰, 수요조사 실시(150건), 2차 대상화물 선정 (5개)

첫 번째 측면에서 수요조사 결과 모바일 랙 이용 가능한 화물은 유리 및 유리 제품군이 45%, 차량부품이 30%로서 각각 1, 2위로 조사되었다.

나. 2차 수요조사

2차 수요조사는 1차에서 선정된 2가지 품목 중 유리 제품군 및 유사형상의 화물군에 대하여 집중조사를 실시하였다. 1차 조사에서 선정된 자동차 부품군은 이미 자동차 제작사와 밴더 기업 간 특수주문제작형태의 랙을 사용하고 있어 최종 모바일 랙 개발제품에서 제외하였다.

2차 수요조사 또한 4단계에 걸쳐 집중 수요조사를 실시하였다.



그림 1.2.2 2차 수요조사

○ HS코드 조사, 대분류 (1단계) : 키워드 검색을 통한 유리 및 유사제품 추출

○ HS코드 조사, 세부분류 (2단계) : 관련 세부품목 도출

○ 품목별 제품 및 운송형태 분석(3단계) : 제품형태 및 운송형태 분석, 모바일 랙 필요성 분석

○ 적용품목 및 응용품목 도출(4단계) : 최종 적용품목 및 응용품목 도출

HS 코드 조사.분석을 통해 동 연구의 운송장비용 모바일 랙에서 취급해야 할 주요 대상 품목을 선정한 결과 취급제품은 다양한 판(plate)유리 형태의 제품으로 구성되어 있으며, 별도의 취급주의를 요하는 품목으로서 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 가장 적합한 품목으로 선정되었다.

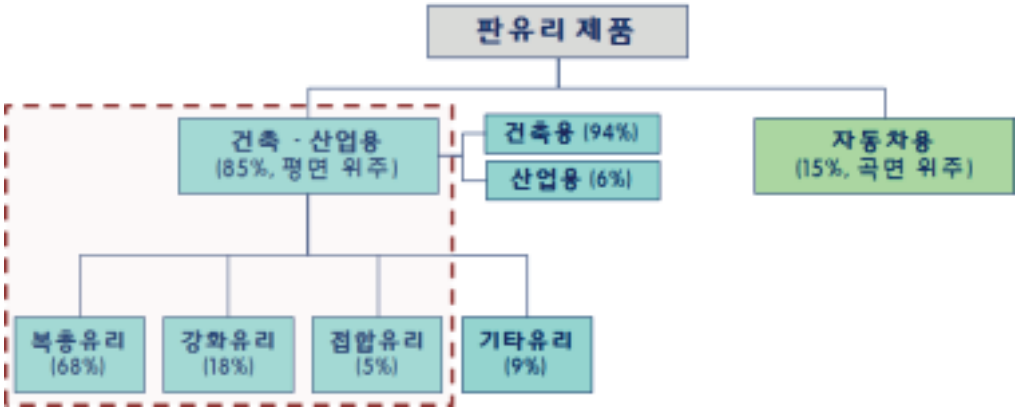


그림 1.2.3 최종 모바일 랙 취급제품

2. 유리운반용 모바일 랙 물류 효율성

현재 사용되고 있는 유리 보관 및 운송용 프레임은 A자와 L자 형태의 철재 랙으로 원판가공업체가 랙을 제작하여 유리가 운송되는 전 공정에 투입되고 있다. A자와 L자 프레임은 무게가 무거울 뿐만 아니라 형태는 같지만 제작 업체에 따라 규격이 상이하고, 운송 중 유리를 보호하거나 고정하는 장치가 없는 형태이다.

이로 인해 현재 사용되는 유리운반용 랙인 A자와 L자 프레임은 4가지 문제점을 가지고 있다.

첫째, 포장 물류비 문제이다. 유리는 깨지지 쉬운 제품이어서 유리와 유리사이에 코르크패드를 대지 않고 운송하면 서로 충격에 의해 파손이 발생한다. 또한 A자와 L자 프레임은 유리를 고정하는 장치가 없으므로 비닐 랩과 PP밴드를 이용하여 한명의 작업자가 여러 장으로 적재된 유리와 랙을 묶어줘야 한다. 이에 A자와 L자 랙을 이용한 유리 운송을 위해서는 코르크패트, PP밴드 등 부자재, 전담 포장인력이 필요할 뿐만 아니라 일정시간의 포장 시간이 소요되어 물류비뿐만 아니라 시간 측면에서 비효율이 발생하고 있다.

둘째, 유리 하역 작업자의 안전성 문제이다. 건설용 가공 유리는 복층유리로 깨지기 쉬울 뿐만 아니라 무게가 상당하다. A자 혹은 L자 랙에 기울어져 있는 유리를 작업자가 수작업으로 하나씩 빼내어 작업 위치로 이동시켜야 하므로 작업자의 근골격계 손상이 발생하고 있다. 또한 작업자가 유리 무게를 이기지 못하고 넘어지거나, 랙이 무게 축을 이기지 못하고 넘어지는 경우 대형사고로 이어질 수 있는 문제가 있다.

셋째, 표준화・규격화된 랙이 없어 필요 랙 수 산정이 어렵다는 것이다. A자 혹은 L자 랙은 제작자에 따라 사이즈가 상이하다. 그리고 랙에 유리 적재 방식이 정해져 있지 않기 때문에 작업자에 따라 랙 당 실리는 유리 량이 달라진다. 이로 인하여 가공업체뿐만 아니라 랙을 보유해야 하는 업체들은 주문 및 출하에 따른 정확한 랙 수를 산정하기가 어렵다.

넷째, A자와 L자 프레임은 사각형의 일정한 형태가 아니라 사이즈・무게가 다양하고 바닥면이 큰 형태이다. 이로 인하여 차량의 화물칸에 계획된 적재가 힘들고 칸 안에 꽉 채우기가 어렵기 때문에 운송차량 내 로스 공간이 많이 발생한다.

다섯째, 유리의 운송 중 파손 문제이다. A자와 L자 프레임은 유리를 보호하는 장치가 코르크 패트와 PP밴드 등의 부자재밖에 없기 때문에 노면 상태, 지게차 작업자의 취급 형태 등에 따라 유리 파손이 많이 발생한다. 유리가공업체 A사는 전체 출하량의 1%의 유리 파손이 발생하고 있어 깨어진 유리에 대한 손실비용이 발생할 뿐만 아니라 해당 유리를 공사일정에 맞추어 신속하게 배송하기 위해 차량을 다시 수배해서 보내야 하는 추가 운송비까지 부담해야 한다.

여섯째, 원판공장이 생산한 랙의 관리가 되지 않고 있다. A자와 L자 프레임은 철재 랙이기 때문에 랙 도난의 경우 최소 80만 원 이상의 제작비가 필요하다. 또한 원판가공업체 입장에서는 가공기업에 원판유리 운송을 위해 나간 A자 랙이 바로 돌아오면 원판공장 내 랙 안전재고를 최소로 가지고 갈 수 있다. 하지만 이 랙이 중간소비자인 공사장까지 사용되고 있어 회수시간이 길어져 안전재고를 필요이상 많이 보유해야 한다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 파손방지 기능, 유리 고정 기능, 작업자를 돕는 피딩 기능, 랙 추적 기능, 규격화되고 정형화된 형태 등을 포함한 새로운 유리전용 모바일 랙이 필요하다.

제3절 연구개발 범위

동 연구과제의 범위는 TRL 2단계로 시작하며, TRL 8단계까지를 기술개발 범위로 정의한다.

표 1.3.1 연구개발 단계

구분		표기	단계별 설명
기초연구 단계	TRL 1	☐	TRL 1 이론적 연구단계
	TRL 2	☐	TRL 2 기술적 개념정립 단계
실험 단계	TRL 3	☑	TRL 3 실험적 증명 단계
	TRL 4	☑	TRL 4 실험실 성능평가 단계
시작품 단계	TRL 5	☑	TRL 5 유사환경 시험단계
	TRL 6	☑	TRL 6 유사환경 기술시범 단계
실용화 단계	TRL 7	☑	TRL 7 실제환경 시작품 데모 단계
	TRL 8	☑	TRL 8 시제품 설치 및 성능시험 단계
사업화 단계	TRL 9	☐	TRL 9 현장적용/사업화 단계

기술개발 기획에 의거하여 최초 연구는 TRL 2단계로서 정의하여 기술개발 대상을 선정, 그 개념을 정립하였다.

2가지의 성과물 중 유리운반용 모바일 랙 장비는 최종 목표 TRL 8단계로서 장비와 장치 완제품의 제한된 실제현장 사용 가능성을 증명토록 하였다.

유리운반용 모바일 랙의 설계지원과 의사결정을 위한 평가지원시스템은 실 환경.조건하에서 통합 SW 프로토타입 모델의 사용 가능성을 증명하는 TRL 7단계를 최종 범위로 선정하였다.

각 연차별 연구목표에 따른 세부 연구개발 범위는 다음과 같다.

표 1.3.2 연구목표 및 주요 연구내용

연 차	연구목표	주요 연구내용
1차 년도	모바일 랙 수요조사 및 System Architecture 설계	■ 모바일 랙 장비 사업 특성 분석 ■ 1차 수요조사 및 모바일 랙 최종 개발 대안 선정 ■ 모바일 랙 장비 Architecture 설계 ■ 모바일 랙 장비 개발 개념 동영상 제작
	모바일 랙 구동장치 개념 설계	■ 모바일 랙 이동 구동장치 요구사항 분석 ■ 모바일 랙 이동 구동장치 기술요소 정의 ■ 모바일 랙 이동 구동장치 요소기술 개념 설계 ■ 모바일 랙 이동 구동장치 요소기술 구조해석 ■ 모바일 랙 이동 구동장치 요소기술 통합 개념 설계 ■ 모바일 랙(이동 구동장치) 및 운영시스템 개념 설계
	모바일 랙 설계·평가지원 시스템 개념 설계	■ 작업환경 및 운영 프로세스 분석 ■ 설계지원 시뮬레이터 개념 설계 ■ 운영지원 시뮬레이터 개념 설계 ■ 성능평가 시뮬레이터 개념 설계
2차 년도	유리운반용 모바일 랙 2차 수요분석	■ 모바일 랙 수요 및 경제성 분석
	유리운반용 모바일 랙 상세(제작) 설계	■ 모바일 랙 개념설계 보완 ■ 모바일 랙 하드웨어 상세(제작) 설계 ■ 모바일 랙 운영소프트웨어 상세 설계 ■ 모바일 랙 설계검증 및 설계 보완
	유리운반용 모바일 랙 설계·평가지원 시뮬레이션 설계(Ⅰ)	■ 모바일 랙 개념설계 보완 ■ 모바일 랙 시뮬레이션시스템 요구사항 분석 ■ 모바일 랙 시뮬레이션 알고리즘 설계 ■ 모바일 랙 설계지원시스템 개발(Ⅰ)
3차 년도	유리운반용 모바일 랙 시제품 제작(Ⅱ) 및 시험운영·보완	■ 모바일 랙 시제품 제작 ■ 모바일 랙 기능 시험 ■ 모바일 랙 테스트베드 구축 ■ 모바일 랙 시험 운영 ■ 운영시스템 시험운영 보완
	유리운반용 모바일 랙 설계·평가지원 시뮬레이션 개발(Ⅱ)	■ 모바일 랙 설계·운영 알고리즘 보완 및 연계 ■ 모바일 랙 경제성평가 모듈 개발 및 탑재 ■ 모바일 랙 시뮬레이션시스템 개발(Ⅱ) ■ 모바일 랙 시뮬레이션시스템 시험 운영
4차 년도	운송장비용 모바일 랙 시범사업 운영	■ 시범사업용 운송장비용 모바일 랙 제작 ■ 모바일 랙 공인인증업체 성능시험 ■ 모바일 랙 시범사업 운영 및 수정보완
	유리운반용 모바일 랙 사업화 전략 수립	■ 모바일 랙 사업화 계획 수립 ■ 모바일 랙 사업화 대상기업 시장 적용효과 분석

제2장 국내외 기술개발 현황 및 수요조사

제1절 국내외 모바일 랙 기술개발 현황

제2절 운송장비용 모바일 랙 시장수요 조사

제2장 국내외 기술개발 현황 및 수요조사

제1절 국내외 모바일 랙 기술개발 현황

1. 국외 모바일 랙 기술개발 현황

가. 유리 랙

(1) 글라스 운반

미국의 myglasstruck사는 유리 운반에 특화된 제품을 생산하는 업체로써, 다양한 유리 운반 솔루션을 제공한다.

○ Van Glass Racks : 벤 형태의 차량 중·후면 부에 랙을 장착하여 유리 운반을 지원하는 제품으로써, 기존 차량에 탈부착이 가능하여 적은 비용으로 유리 운반이 가능함

○ Pick-up Truck Glass Racks : Van Glass Racks와 유사한 개념으로 설계되었으며, 차량 후면의 빈 공간을 활용하여 더 많은 유리를 적재할 수 있는 장점을 가짐

○ Sidekick Glaziers Type : 컨테이너 트럭의 샤시와 같은 개념으로 설계되었고, 트레일러형 알루미늄 프레임을 기반한 트레일러 상단에 유리 전용 랙이 설치된 피견인 형태로써 견인 차량과 연결하여 유리를 운반가능

○ Glass Truck Bodies : Sidekick Type과는 달리 차량 일체형 유리 운반 랙으로써 차량 헤드를 제외한 모든 부분이 유리 랙으로 구성되어, 유리 전용 운반에 특화됨

그 외에도 앞서 언급한 4가지 종류의 유리 운반 솔루션을 적용시킨 다양한 크기와 종류의 제품을 제공한다. 다만, 유리 제품 그대로 외부에 노출되기 때문에 날씨나 충격에 취약하다는 단점이 있다.



그림 2.1.1 연구개발 목표 Van Glass Racks



그림 2.1.2 Pick-up Truck Glass Racks



그림 2.1.3 Sidekick Glaziers Type



그림 2.1.4 Glass Truck Bodies

자료: 마이글래스트럭, http://www.myglasstruck.com (2018.06.01. 검색)

판유리, 건축 공사장용 비계, 창문 프레임 등을 운반할 수 있는 솔루션을 지원하는 네덜란드의 Lansing사에서는 앞서 언급한 다양한 유리 운반용 랙을 생산하며 그 중 타 회사와 차별성을 띄는 Internal Glass Rack을 제공한다.

Internal Glass Rack은 벤 형태의 차 내부에 고정부와 레일부를 설치하여 유리를 손쉽고 안전하게 적재하여 운반할 수 있는 특징이 있다. 이는 외부로 직접 노출되지 않아 타 운반용 랙에 비해 안전성이 뛰어나며, 하나의 운반용 랙을 설치하면 판유리뿐만 아니라, 창문 프레임이나 문 등의 인테리어 제품을 운반하기에도 용이하다.

그러나 이러한 장점과 동시에, 견고한 적재를 위해 랙 프레임의 탈부착이 용이하지 않은 단점이 존재한다.



자료: 랜싱유니트라사 홈페이지, https://www.lansing-unitra.eu/en/(2018.06.01. 검색)

그림 2.1.5 Lansing Unitra사의 Internal glass rack

(2) 글라스 모바일 랙 및 보관용 케이스

Groves Incorporated사의 랙 제품은 유리, 거울을 운반하는 모바일 랙 및 보관용 케이스 등을 개발했다.

○ Buggy Buddy : 탈착식 목재 바닥으로 설계되어 있으며, 윗면/옆면에 고무재질로 마감 처리되어, 물품의 미끄러짐을 방지함. 공압 타이어 및 스위치/브레이크로 구성됨

○ On-site Delivery Trailer : 현장배달용 트레일러로써, 차량에 연결이 가능하며 트레일러와 차량이 분리될 경우 정지하도록 설계됨. 또한 고무 블록패드의 바닥지지대와 수평 수직기둥의 고무재질이 물품을 안정적으로 지지함

○ Harp Rack-HR-4860 : L자형 랙으로, 안정성을 위해 앞쪽의 두 개의 안전장치를 포함하고 있으며 회전바퀴 4개로 이동하는 방식

○ Truck Mounted Windshield Rack : 트럭 내에 장착할 수 있는 제품으로써, 랙 기둥의 회전패드로 개폐가 가능하며 유리를 넣고 제자리에 고정할 수 있는 장치

○ Glass Lifter And Transporter-GT1 : 유리를 들어 올린 후 360도 회전이 가능해 조작이 편리하며, 대형 흡착판이 유리를 안정적으로 운반하도록 보호하고 고정함으로써 리프팅 케이블이 유리의 손상을 방지한다는 장점을 가짐

이외에도 Groves Incorporated사는 화강암, 대리석 등 석판 등의 운반기기도 제공하고 있다. 또한 소개된 운반 랙은 고무재질로 지지면이 이루어져있어, 유리의 미끄러짐을 방지하며 운반 장치 외에도 리프팅 케이블 및 트럭 내 고정 장치로 유리운반 시 안정성

을 향상시킬 수 있도록 한다.

그러나 이러한 기존 유리 랙들은 한 번에 많은 양의 취급이 힘들 뿐만 아니라 앞선 myglasstruck사의 제품들과 같이 외부에 노출되어 운반되기 때문에 유리 보호의 한계가 있다.



그림 2.1.6 Buggy Buddy



그림 2.1.7 On-site Delivery Trailer



그림 2.1.8 Harp Rack-HR-4860



그림 2.1.9 Truck Mounted Windshield Rack



그림 2.1.10 Glass Lifter And Transporter-GT1

자료: 그로브글래스앤스톤사 홈페이지, https://www.grovesglassandstone.com/ (2018.06.01. 검색)

아이디어 제품들을 제작·판매하는 미국의 INNOVATIVE사는 유리 보관 및 운반과

관련된 두 가지 솔루션을 제공한다.

첫째, Wall Glass Rack은 최대 6개의 전면 유리 또는 후면 유리를 고정하여 보관할 수 있는 제품으로써 프레임을 벽에 손쉽게 설치할 수 있는 구성품을 함께 제공한다. 아울러 프레임과 이음새에 적용되는 부품들은 평생 보증이 될 만큼 높은 내구성을 가진다.

둘째, Mobile Glass Rack은 이동 가능한 유리 보관 랙으로써 최대 10개의 전면 유리 또는 후면 유리를 적재하여 이동 가능하다.

두 제품 모두 높은 내구성과 더불어 금속부와 유리의 접촉을 방지하기 위해, 파우더 마감과 고무 패딩을 장착하여 안정성을 확보하였다. 하지만 보관성이나 실내에서의 운반이 용이할 뿐, 장거리 운반에는 취약한 단점이 있다.

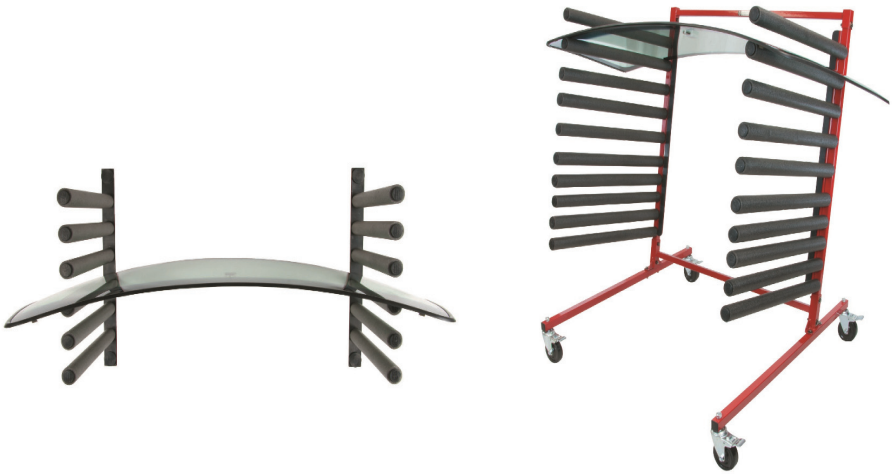


그림 2.1.11 INNOVATIVE사의 Wall Glass Rack과 Mobile Glass Rack
자료: 이노베이티브사 홈페이지, https://www.innovativetools.com/(2018.06.01. 검색)

나. 기타

(1) 글라스 등 유사물품 운반

독일의 Weha사에서는 유리와 운반 방식이 유사한 석판을 운반할 수 있는 Transport and storage trestle 5t를 생산한다. 이는 운반 및 보관 두 가지 용도로 사용할 수 있는 장점이 있으며, 석판운반 시는 지게차를 이용해 Transport and storage trestle 5t 하부에 지게차 포크가 삽입되어 운반랙 자체를 이동 시킬 수 있다.

그러나 다량의 랙을 보관 시 적재가 불가능해 많은 공간이 차지된다는 단점이 나타난다.



그림 2.1.12 Weha사의 Transport and storage trestle 5t
자료: 웨하사 홈페이지, https://www.weha.com(2018.06.01. 검색)

AARDWOLF사는 공장이나 건축현장에서 널리 사용되는 석판을 양면으로 운반할 수 있는 카트를 제공한다.

프레임을 최대로 보호하기 위해 고무로 덧대어져 있는 구조를 나타내며, 하단 패드 및 프레임 면에는 교체가 가능한 고무 스트립이 있어 짐이 움직이거나 긁히는 것을 방지한다. 또한 짐이 최대로 적재 시에도 손쉽게 움직일 수 있도록 브레이크가 달린 2개의 작은 휠과 뒤쪽의 큰 공압 휠 2개가 있어 취급의 편리성 및 비상시 제동이 가능하다는 장점을 가진다. 리프팅 용량은 약 750kg이며, 각 측면의 판재저장 베이스의 너비는 204.5 mm-kg, 8 inch-lbs를 나타낸다.

양면 사용으로 비교적 많은 양의 유리적재를 가능케 하나, 외부환경으로부터 유리를 보호하기에는 마찬가지로 한계를 가진다.



그림 2.1.13 AARDWOLF사의 석판운반카트(양면)
자료: 아디울프사 홈페이지, https://www.aardwolf.kr(2018.06.01. 검색)

AUSAVINA사의 AUSAVINA UNIVERSAL BUGGY는 석판 운반에 특화된 랙으로써, AUSAVINA UNIVERSAL BUGGY는 안정적으로 큰 석판 운반이 가능하다.

안정성을 위해 운반 시 양끝 모서리 부분 바퀴에 브레이크 기능이 설치되었고, 가운데 큰 축바퀴를 통해 이동의 편리성을 높였으며, 석판 고정 장치를 통해 작업자의 양손이 운반 시 석판 고정에 사용되지 않아 작업자의 노동 시 보다 편리한 장점이 있다. 또한 동시에 표준 크기의 문을 통과할 수 있는 크기로 제작되어, 이동의 제약이 낮다는 장점이 있으며 폴리우레탄 재질로 제작되었다.

그러나 이동의 제약이 없는 크기인 만큼 많은 양의 적재와 이동은 불가능하다는 단점이 나타난다.



자료: 아우사비나사 홈페이지, http://ausavina.stonecontact.com/(2018.06.01. 검색)

그림 2.1.14 AUSAVINA CO., LTD의 AUSAVINA UNIVERSAL BUGGY

(2) 자동화 랙

해외의 자동화 랙의 사례로 Amazon사의 KIVA를 나타낼 수 있다.

미국의 전자상거래 기반 IT기업들을 대표하는 Amazon사가 인수한 KIVA systems사는 Amazon Robotics라는 이름으로 사명을 변경한 후, 외부 판매를 중단한 체 전 세계 아마존 창고에 KIVA를 공급・운영・관리 중이다.

KIVA는 창고관리시스템인 WMS[1)]를 통해 제어 영역 내에서만 운영되며, 시스템의 통제에 따라 랙 전체를 움직일 수 있는 특징을 가지며 이를 통해, 작업자들이 주문에 따라 WMS를 이용하여 제품을 요청하면, KIVA 로봇들은 바닥에 있는 수많은 바코드 길을

1) WMS: Warehouse Management System의 약자로 창고관리시스템을 의미함

따라 포드를 찾고 작업자에게 해당 물건이 적재된 랙을 운반해주어 작업자들의 작업 동선을 최소화시켰다. 또한 KIVA는 일정한 유휴 시간마다 지정된 충전소로 이동하여 스스로 충전하기 때문에 상시 작업이 가능하다.

이처럼 KIVA는 물류창고 내에서 작업 시간을 줄이고, 정확한 재고관리 및 작업자와 협업을 통한 업무의 유연성을 제공하여 물류비 절감에 크게 기여할 수 있으며 실제로 Kiva도입 이후, Amazon사는 운영비용을 20%이상 절감, 물류 순환속도를 4배 이상 증가, 공간 활용도를 1.5배 이상 증가시켜 물류 효율을 향상시켰다.



그림 2.1.15 아마존 KIVA

자료: 아마존사 홈페이지, https://www.amazon.com/(2018.06.01. 검색)

2. 국내 모바일 랙 기술개발 현황

가. 유리 랙

(1) 글라스 패널 운송 팔레트

쇼트 디스플레이이 글라스 코리아 주식회사의 글라스패널 운송용 팔레트는 엘씨디(LCD[2])용 글라스 패널에 특화된 운송용 팔레트를 제공한다.

글라스 패널의 크기와 관계없이 적재를 이루며, 유동을 방지할 뿐만 아니라 고정이 이루어지는 수단을 구비하여 선박이나 화물차량, 비행기 등의 운송수단에 의한 운송이 가능한 글라스패널 운송용 팔레트이다.

이는 글라스 패널의 규격에 관계없이 간단한 조작으로 결속할 수 있을 뿐만 아니라 이송과정에서 글라스 패널의 유동에 의한 파손 및 변형을 최소화하는 장점을 가진다.

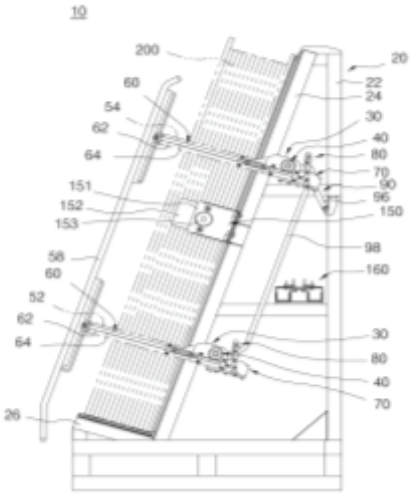


그림 2.1.16 쇼트 디스플레이 글라스 코리아 주식회사의 글라스패널 운송용 팔레트

자료: 특허청 홈페이지, https://patentimages.storage.googleapis.com/60/c9/7e/91e0255a5dfab0/KR200416150Y1.pdf(2018.06.01. 검색)

(2) 유리 적재용 카세트

주식회사 글라소닉은 유리 적재용 카세트를 특허로 출원했다. 이 특허는 이러한 세정

2) LCD: Liquid Crystal Digital

등의 공정뿐만 아니라 유리의 이송, 보관과 유리적재를 위해 사용되는 유리 적재용 카세트이다.

기존 강화유리는 원판유리가 제단된 후, 박판유리가공 장치 등에 측면 가공이 이루어져 고온의 강화로에 투입되어 강화가 이루어지며 이 때 오염된 표면을 세정해야 정밀공정이 가능하다. 그러나 초음파 세정 시 유리소재가 카세트 위치에서 이탈하여 제품의 손상 또는 세정조를 오염시켜 보다 정밀한 측면지지 카세트가 필요해지게 되었다.

주식회사 글라소닉의 유리 적재용 카세트는 지지부의 정밀한 위치 제어가 가능하며, 하부와 측부를 동시에 지지가 가능할 뿐만 아니라 지지부와 고정부가 결합된 상태로 위치이동 및 다양한 강화유리의 안정적인 적재가 가능하다는 장점이 있다.

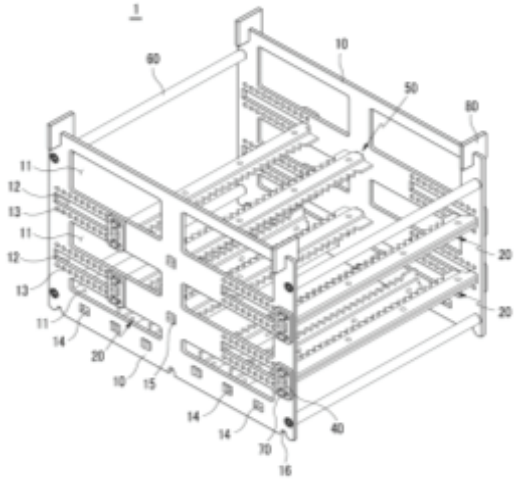


그림 2.1.17 주식회사 글라소닉의 유리
적재용 카세트

자 료:특허청 홈페이지, https://patentimages.storage.googleapis.com/e5/ef/85/e91f2aa39351de/KR20130130157A.pdf(2018.06.01. 검색)

(3) 유리판 적재용 파레트

한화테크엠 주식회사는 유리판 적재용 파레트를 특허로 출원했다.

지게차의 포크가 삽입될 수 있도록 포크삽입부가 형성되어 있는 바텀프레임(bottom frame)과, 상기 바텀프레임의 상부에 형성되어 있는 메인프레임과, 상기 바텀프레임과 메인프레임에 결합되어 일정 각도 경사져 형성되어 있는 경사프레임으로 이루어져 유리를 적재한다.

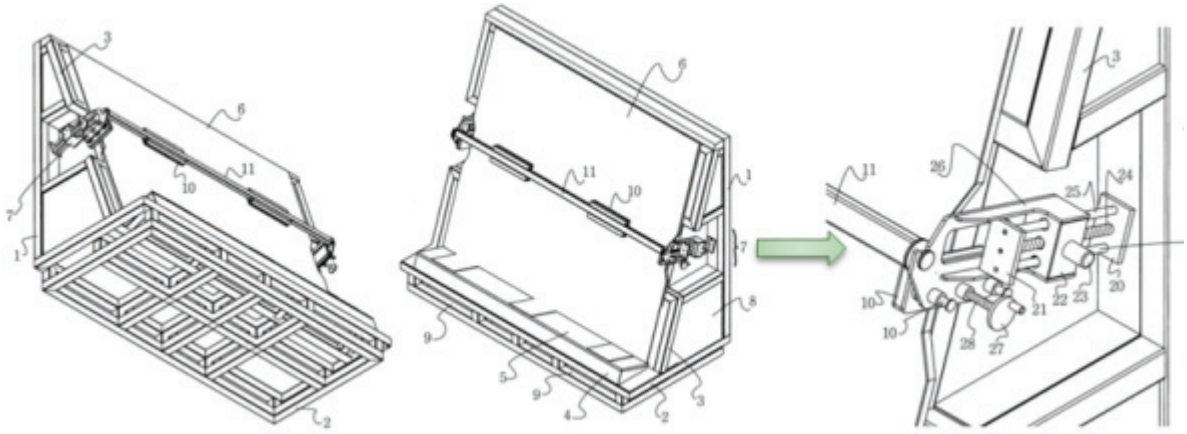


그림 2.1.18 한화테크엠 주식회사의 유리판 적재용 파레트

자 료: 특허청 홈페이지, https://patentimages.storage.googleapis.com/96/49/8a/aae7cbd440f2e6/KR101571010B1.pdf(2018.06.01. 검색)

(4) 유리적재장치

경부건업은 화물차 적재함에 설치되는 유리 적재 장치를 특허로 출원했다.

화물차 적재함 위로 장착되며, 적재함의 가로방향으로 설치되어 회전수단과 결합된 나사봉체(38)를 가지는 이송장치와(30) 체결되어 화물차 적재함의 양측으로 이동하며, 상부가 점차 협소하도록 소정의 경사면을 가지는 양측의 측판(16)이 있는 하우징(10)으로 구성된다.

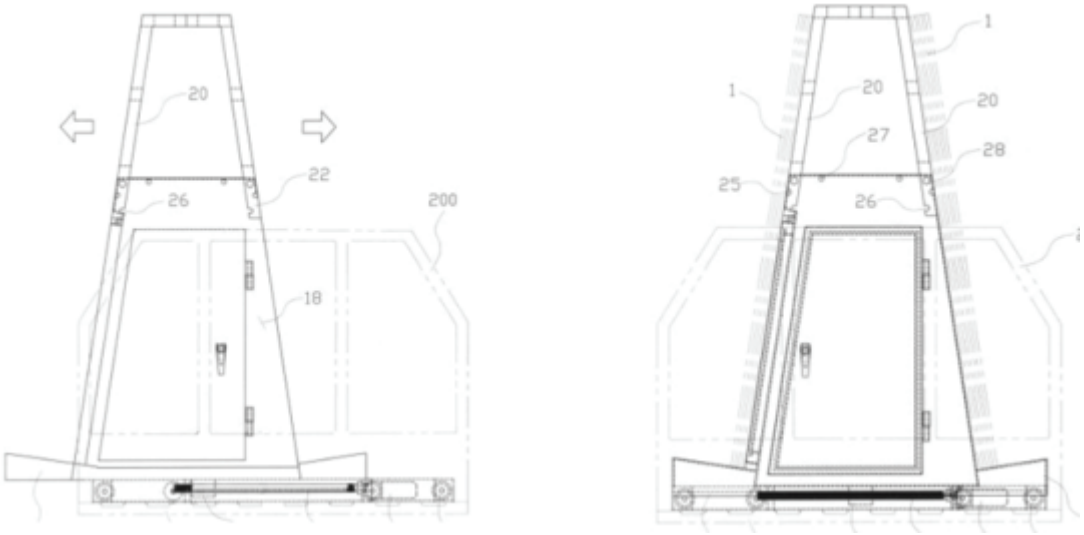


그림 2.1.19 경부건업의 화물차 적재함에 설치되는 유리 적재장치

자 료: 특허청 홈페이지, https://patentimages.storage.googleapis.com/38/29/ba/211d63afdc4f97/CN103569529B.pdf(2018.06.01. 검색)

(5) 판유리 조립박스

출원인 최두희의 판유리 양면 적재용 조립식 박스는 양면으로 판유리를 적재 시 사용하기에 용이한 제품이다.

제 1 및 제 2 경사 플레이트의 각 하단부 내측에 측면 보강 플레이트가 수평으로 삽입되는 삽입 장홈과 베이스 플레이트의 막대형의 삽입 돌기 플레이트의 단부가 밀착되어 관통되는 장홀을 형성하여, 판유리 지지 경사 플레이트를 베이스 플레이트에 견고히 밀착 고정한다.

판유리 적재 시 보다 안정적으로 지지하기에 특화된 제품이며, 조립식 박스라는 아이디어로 보관 시 부피를 적게 차지한다는 장점이 있다.

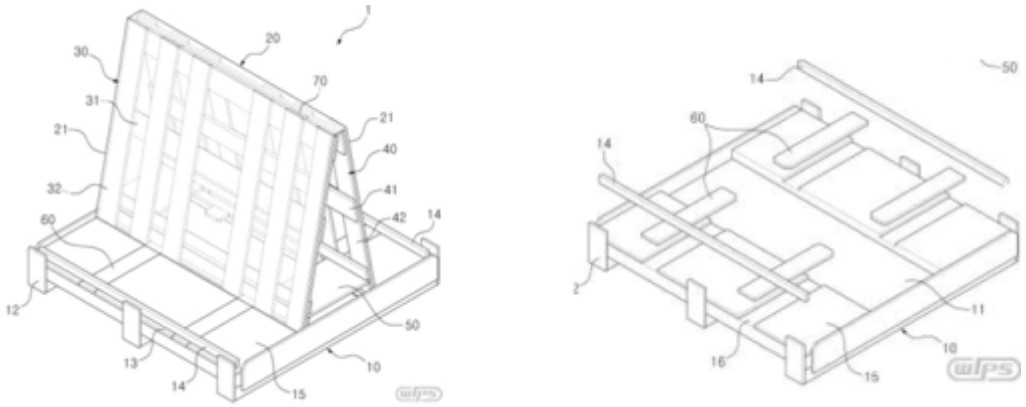


그림 2.1.20 판유리 양면 적재용 조립식 박스

자 료: 특허청 홈페이지, https://patentimages.storage.googleapis.com/1d/03/2e/2beb79f0bed9b8/KR100822320B1.pdf(2018.06.01. 검색)

(6) 글라스 카세트

글라스 판넬 적재용 글라스 카세트는 최두희 개인특허이다.

상세설계를 살펴보면, 육면체 구조의 프레임(11)의 세로부재(12)에는 내측면에 길이방향으로 형성된 슬로트(13)가 형성되고, 상기 글라스 지지부재(15)는 세로부재(12)의 슬로트(13) 속에 삽입 배치되는 내측 지지부(20)와, 연결부(21)에 의해 상기 내측 지지부(20)와 일체로 연결되며 세로부재(12)의 외 표면에 배치되는 외측 지지부(22) 및 상기 외측 지지부(22)로 부터 외측방향으로 수평으로 연장되어 그 위에 글라스의 단부가 얹혀 지지되게 하는 수평 지지부(23)로 구성된다.

합성고무재의 골무형태의 캡을 씌우고 그 위에 글라스 판넬을 적재하여 미끄러짐을 방지하여 안정적 적재한다. 또한 육면체 구조의 프레임에 보관함으로 외부환경에 대해 안

정적으로 대량의 유리를 적재하여 보관이 가능한 장점이 있다.

그러나 보관 외 이동 시 바퀴가 없어 이송장비가 별도로 필요하다는 단점이 존재한다.

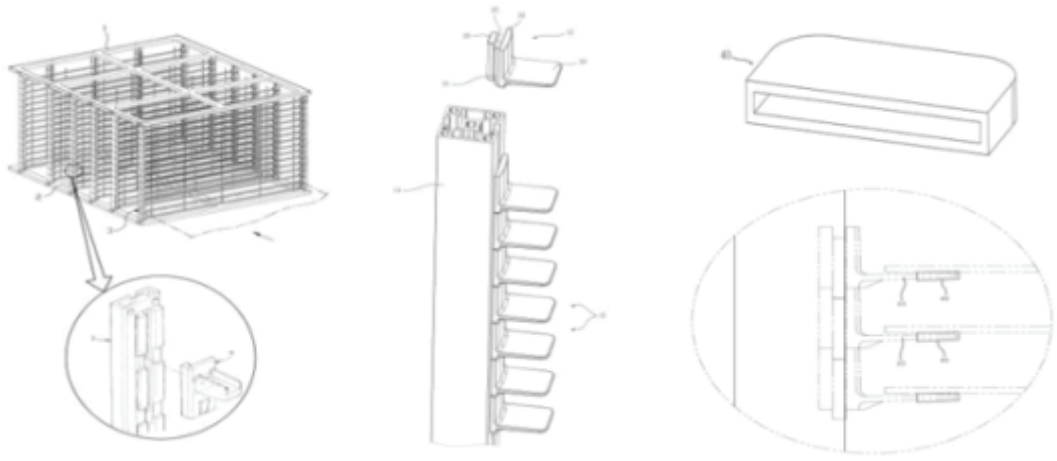


그림 2.1.21 글라스 판넬 적재용 글라스 카세트

자 료: 특허청 홈페이지, https://patentimages.storage.googleapis.com/21/09/01/bbaf414784057f/KR101539239B1.pdf(2018.06.01. 검색)

3. 종합

국내·외 모바일 랙 기술개발 현황을 살펴본 결과, 육면체 프레임 구조로 외부환경에 안정적으로 보관가능, 다량의 유리적재가 가능, 표준크기, 유리전용 운반에 특화, 유리패널 크기에 상관없이 적재가능, 보관 시 공간차지가 적음 등의 각 각의 장점을 확인할 수 있었다.

그러나 각각의 장점들을 집약한 형태의 모바일 랙이 존재하지 않았다.

이에 본 연구에서는 기존의 유리 운반 시 필요했던 고박, 유리크기의 제한, 보관과 이동 수단의 분리, 대량운반, 외부환경으로부터 유리보호, 자동으로 유리 랙 삽입으로부터 제약을 받지 않고 보다 경쟁력 있는 노 동의존형 물류환경 개선을 위한 운송장비용 모바일 랙을 개발하고자 하였다.

표 2.1.1 국내외 관련 기술개발 현황 종합

분		기업명	제품명	주요설명
국외	유리	myglasstruck	Van Glass Racks	· 밴 차량 중후면에 랙을 장착하여 유리운반이 가능해 적은비용으로 운반가능
			Pick-up Truck Glass Racks	· 차량후면의 빈공간활용하여 운반가능하며 보다 많은 유리적재가능
			Sidekick Glaziers Type	· 견인차량과 연결하여 유리 운반 가능한 트레일러
			Glass Truck Bodies	· 차량일체형 유리운반 랙으로, 유리전용 운반에 특화됨
		Groves Incorporated	Buggy Buddy	· 유리운반 L자 랙
			On-site Delivery Trailer	· 차량연결 가능한 현장배달용 트레일러
			Harp Rack-HR-4860	· 회전식 바퀴 및 안정장치가 있는 L자형 랙
			Truck Mounted Windshield Rack	· 트럭 내 유리를 세워 넣고 고정할 수 있는 장치
		Innovative	Wall Glass Rack	· 6개의 전면 또는 후면 유리를 고정해 보관하는 장치
			Mobile Glass Rack	· 이동가능한 유리보관 랙, 최대 10개의 유리적재 및 이동이 가능
		Lansing Unitra	Internal Glass Rack	· 차량 내부에 유리 고정부와 레일부를 설치에 손쉽고 안전히 적재 및 운반가능

분		기업명	제품명	주요설명
	기타	Weha	Transport and storage trestle 5t	· 석판의 운반 및 보관 두 가지 형태로 이용가능
		AARDWOLF	석판운반카트(양면)	· L자형 랙이 응용된 형태로, 양면이 사용가능
		AUSAVINA	Ausavina universal buggy	· L자형 랙에 바퀴의 고정 장치가 존재, 표준크기의 문을 자유롭게 이동 가능한 크기가 장점
		Amazon	KIVA	· 자동화 랙
국내	유리	글라스코리아주식회사	쇼트 디스플레이	· 유리패널 크기에 상관없이 적재가능, 고정이 가능해 운송수단에 의한 운송이 가능
		글라소닉	유리적재용 카세트	· 다양한 유리의 안정적 적재가 가능
		한화테크엠 주식회사	유리판 적재용 카세트	· 유리판 적재용 팔레트로, 지게차의 포크가 삽입되어, 별도의 장치마련 없이 이동가능
		경부건업	화물차 적재함에 설치되는 유리적재장치	· 유리판을 안전하게 적재가능
		최두희(개인)	판유리 양면 적재용 조립식 박스	· 판유리적재시 안정적 지지가능 및 조립식 박스로 보관 시 부피차지적음
		오용진(개인)	글라스 판넬 적재용 글라스 카세트	· 육면체 프레임 구조로 외부환경에 안정적으로 보관가능

제2절 운송장비용 모바일 랙 시장수요 조사

1. 개요

시장조사의 목적은 화물의 패키징 형태 및 트럭 적재 방법 등 취급하는 하역 현황을 조사하고 문제점과 요구사항을 도출하여 운송장비용 모바일 랙의 개발 방향 설정, 취급대상품목 선정을 위한 기초 자료로 활용하기 위한 것이다.

동 연구에서는 운송장비용 모바일 랙 시장수요조사는 크게 2가지 측면에서 실시하였다.

첫째, 트럭 등 운송수단을 이용하는 다양한 화물 중 모바일 랙을 필요로 하는 대상화물 선정과 모바일 랙 개발형태를 설정하기 위한 수요조사이다.

둘째, 모바일 랙 개발형태의 범용성, 실 적용성 확보를 위해 이용가능 한 화물의 추가조사 및 최종 취급품목 결정을 위한 수요조사를 실시하였다.

2. 모바일 랙 대상화물 및 개발형태 조사

가. 사전조사

우선 모바일 랙에 적합화물과 개발형태 설정을 위한 조사방법으로는 조사 준비, 조사서 전문가 자문 및 검증, 수요조사 실시, 결과 취합 및 최종확정 등 4단계로 나누어 진행하였다. 시장조사 대상으로는 화물 적재 효율 향상 및 상·하역장의 효율적인 화물 취급을 위해 물류컨설팅 전문가 및 물류센터 운영/관리 전문가를 대상으로 조사하였다.



그림 2.2.1 수요조사 절차

시장수요조사를 위해 수요조사 대상 화물 부문을 선정하고, 화물의 패키징 형태, 화물운송차량의 종류 등 수요조사서 작성을 위한 사전문헌 조사를 수행하였다.

첫째, 시장에 적합한 화물 종류를 선정하기 위해 한국표준산업 및 Cargo Type Code 분류(유엔유럽경제위원회)에 따라 화물 유형을 분석하였다.

둘째, 기간별 해운.항만 화물처리실적 및 품목별 화물 수송실적에 따른 화물 운송량을 종합하여 수요조사 대상 화물종류를 선정하였다.

셋째, 선정된 품목을 바탕으로 이를 운송하는 트럭의 유형과 화물 패키징 형태에 따른 기술적용 대상을 검토하였다.

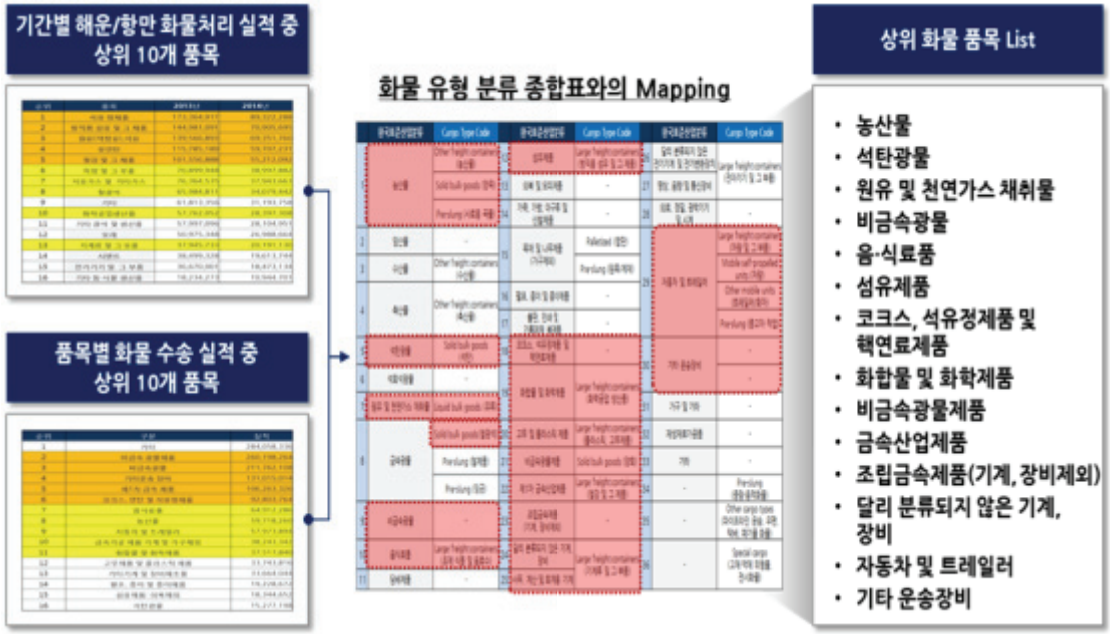


그림 2.2.2 화물유형분석과 화물상위 10개 품목과의 Mapping

나. 전문가 자문 및 검증

시장수요 조사를 위한 전문가 자문을 수행하였다.

첫째, 전문가 자문 결과 물동량이 많은 품목의 경우 이미 기존의 적재·하역 기술이나 장비가 개발 되어 있다는 의견이 제시되었다.

둘째, 현장 실무자들을 대상으로 수요여부를 문의한 결과 각 화물별로 이미 기존 장비를 보유하고 있고, 신개발 되는 제품의 경우 비용부담이 가중된다면 사용성이 떨어질 것이라는 의견을 제시하였다.

이와 같이 전문가 및 현장실무자들의 자문을 통해 사전 의견을 조사한 결과, 수요를 창출하기 위해서는 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

○ 기존의 기술·장비와 견주어 가격이나 효율성이 좀 더 뛰어난 제품을 개발

○ 실무자들에게 현재 하역·운송 시 취급하는 물품 중 가장 불편하거나 개선이 필요한 사항을 설문 조사하여 관련 기술을 개발

노동편의 향상을 위한 제품의 개발방향으로는 연구기준을 ① 초기 투자부담이 있더라도 장기적으로 투자여력이 있는 대기업 계열의 운송사로 정할 것인지, ② 비용부담을 낮춘 장비를 개발하여 장비를 보유하고 있지 않은 소기업을 대상으로 개발을 해야 할 것인지에 대한 방향을 검토하였다.

또한 모바일 랙을 사용 시, 모바일 랙 공간만큼 화물 적재 공간이 줄어들기 때문에 활용도가 떨어질 수 있는 점도 감안하였다. 따라서 화물의 취급상 문제점이 있거나, 1단으로 적재할 수밖에 없는 화물이 어떤 것이 있는지 조사한 후, 모바일 랙 개발제품을 선정하였다.

전문가 및 현장실무자 사전의견 조사결과 유리 등 취급주의가 필요한 물품, 또는 고령층도 하역/운반 업무를 수행할 수 있도록 부피대비 중량이 많이 나가는 물품에 적용할 수 있는 장비의 연구개발이 필요한 것으로 나타났다.

다. 수요조사 실시

시장수요조사는 1차적으로는 현장 인터뷰 조사, 2차로는 설문지 조사를 통해 실시하였다.

○ 조사기간 : 1차 현장 인터뷰는 2014년 10월 27일부터 10월 31일까지 5일간, 2차 온라인 설문 조사는 2014년 11월 4일부터 2014년 11월 13일까지 10일간 실시

○ 조사방법 : 전화인터뷰 및 온라인 설문조사

○ 조사대상 : 물류기술 산업편람 50개社 로지스올 회원 30개社, 외부 자문위원단 20명, 미래물류기술포럼 50명 등 물류 관련 전문가 150명을 대상으로 조사

2.2.1 운송장비용 모바일 랙 수요조사 대상

구 분	인 원
물류기술 산업편람	50 개사
로지스올 회원	30 개사
외부 자문위원단	20 명
미래물류기술포럼 회원	50 명
총 계	150 명

설문조사 주요 내용으로는 ①일반사항, ②상·하역 현황, ③모바일 랙 수요 파악 등 총 3가지 대분류 항목에 따른 총 12가지 문항으로 구성하여 수요조사를 실시하였다.

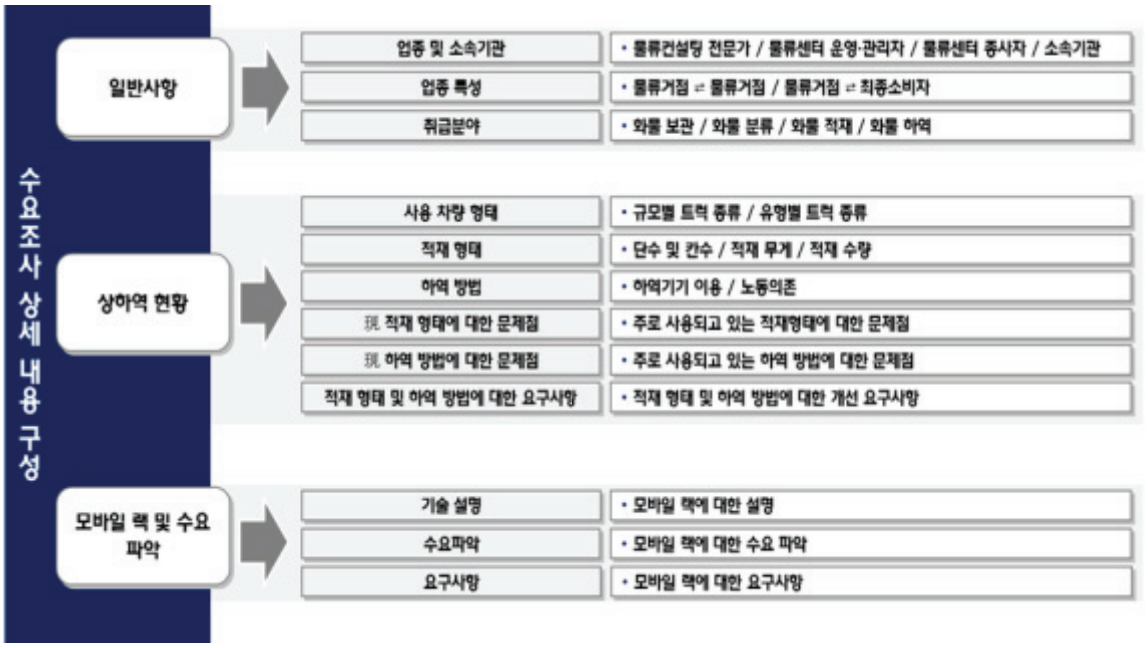


그림 2.2.3 운송장비용 모바일 랙 수요조사 항목

라. 결과 취합 및 선정

물류전문가 및 물류현장 실무자 150명을 대상으로 설문을 수행한 결과 설문 응답자는 총 40명으로 그 중 산업계가 23명(58%)으로 가장 높았고 학계가 9명(23%), 연구계가 4명(10%), 공공기관이 2명(5%) 순으로 조사되었다.

설문 응답자의 근무 재직 년 수는 10∽20년이 17명(43%)으로 가장 높았고, 5∽10년

이 9명(23%). 20년 이상이 8명(20%), 5년 미만이 6명(15%) 순으로 조사되었다.

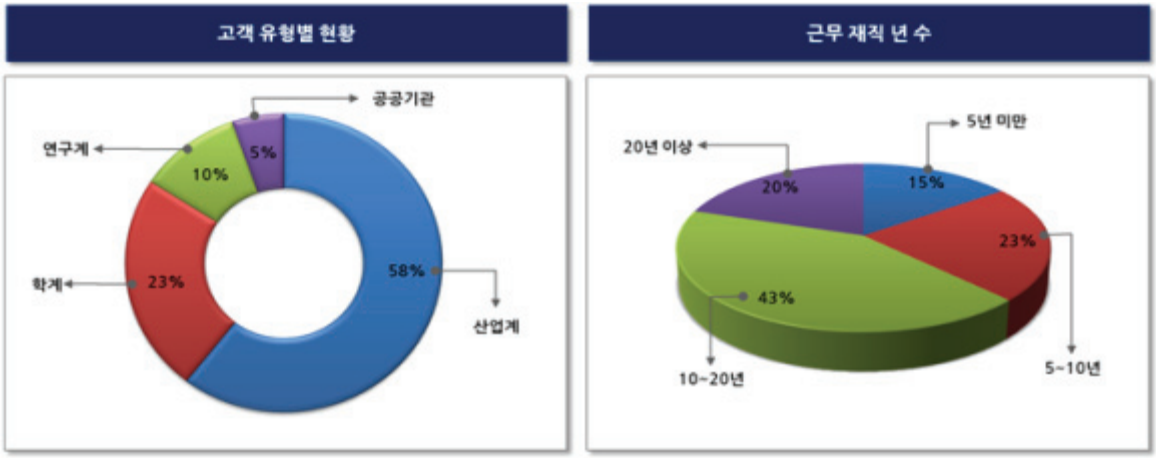


그림 2.2.3 고객 유형별 현황 및 근무 재직 년 수

첫째, 화물의 상하역과 관련하여 화물 상·하역관련 화물 적재 형태는 1단, 2단, 3단 등 매우 다양한 것으로 조사되었으나, 이중 4단 이상의 적재 비중이 28%로 가장 높았으며, 1단이 22%로 나타났다.

또한 화물적재 형태의 문제점 조사에서는 화물 적재 시 작업 및 공간의 효율성 개선이 가장 중요한 사항으로 조사되었고, 화물 하역 시에서도 작업 및 공간의 효율성 개선과 작업 간 안정성 문제가 중요한 사항인 것으로 나타났다.

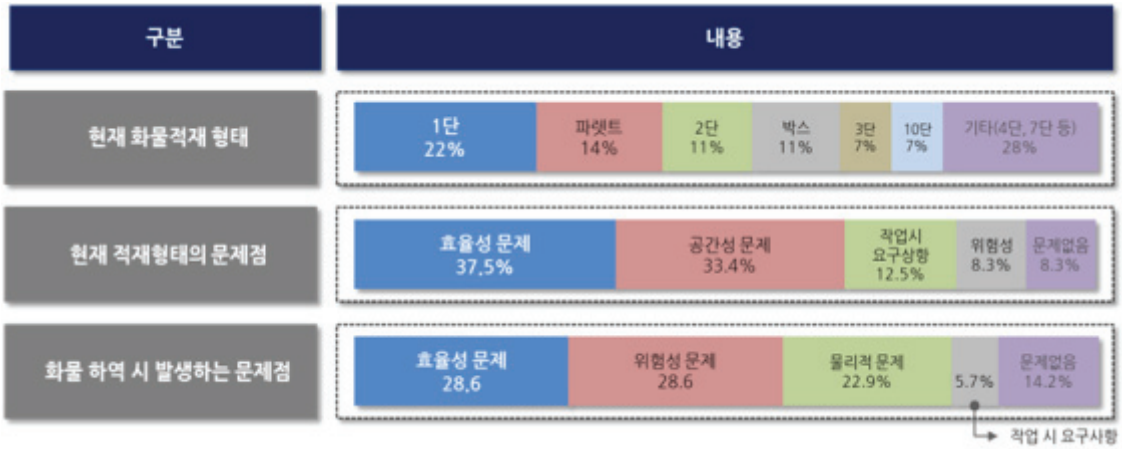


그림 2.2.4 현행 화물 상·하역 현황 및 문제점

둘째, 운송장비용 랙 사용 여부를 조사한 결과 현재 전용 랙을 '사용하지 않는다' 비율이 82.5%로 전용 랙을 '사용 한다' 는 비율 17.5%에 비해 월등히 높게 조사되었다.

그러나 운송장비용 모바일 랙(mobile-rack)의 사용 필요성에 대하여 조사한 결과 '사용 하겠다' 라는 응답이 45%인 것으로 나타나 모바일 랙에 대한 필요성과 적지 않은 수요성이 있다는 것을 알 수 있었다.

이와 반대로 운송장비용 모바일 랙을 사용하지 않겠다는 이유에는 지금도 효율적 인 적재를 수행하고 있다(36.3%)라는 의견이 가장 많았으며 현실적으로 2단 적재가 불가능(13.6%), 2단 적재 불필요(9%) 순으로 조사되었다.

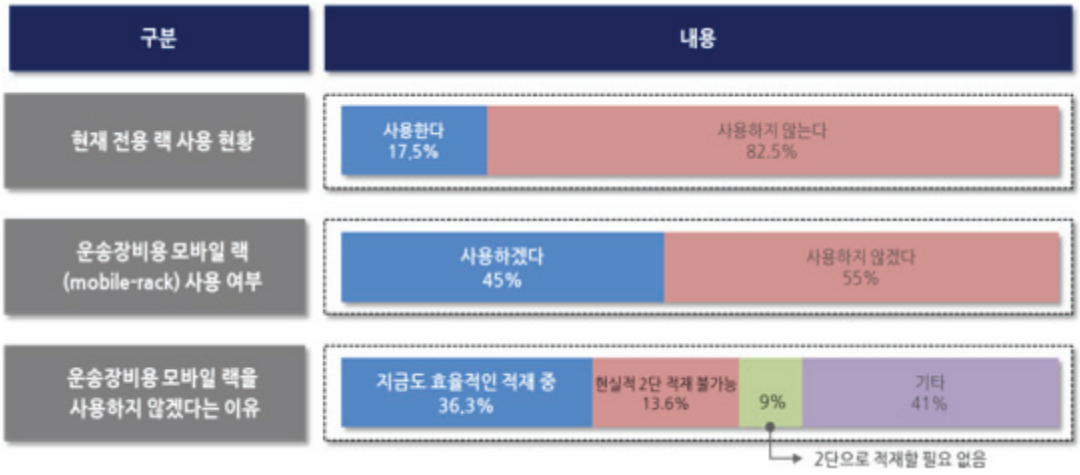


그림 2.2.5 운송장비용 모바일 랙 사용 여부

셋째, 운송장비용 모바일 랙을 이용하기 위한 품목들에 대해 조사를 수행하였다. 일반적인 물류전문가들 대상으로 조사한 결과 이중 가장 적합할 것 같은 품목 조사결과로는 자동차 부품 차량 및 그 부품이 42.5%, 금속산업 제품과 조립금속제품 중 베어링 화물이 45%로 가장 높게 나타나는 것으로 조사되었다.

또한 물류현장 실무자를 대상으로 한 운송장비용 모바일 랙에 가장 적합할 것 같은 품목 조사에서는 비금속 광물분야 중 '유리 및 유리제품' 이 45%, 운송 장비분야 중 차량부품이 30%로서 모바일 랙의 우선 개발이 필요한 것으로 나타났다.

최종 모바일 랙을 필요로 하는 제품군은 자동차 부품, 유리 및 유리제품 군에서 모바일 랙 필요한 것으로 나타났다.

그러나 자동차 부품군의 경우 요구되는 자동차 부품의 보관, 이동, 취급 용이를 위해

자동차 관련 1, 2, 3차 밴더별로 주문제작 방식의 부품 보관, 이동 랙을 초기 단계부터 별도 제작, 활용하고 있어, 최종 개발제품군에는 제외하기로 하였다. 단, 자동차 유리의 경우 기존 랙에 비해 동 연구의 개발제품이 안전성, 보관 및 이동성이 높은 경우 별도 활용 가능성은 추후 활용단계에서 고려해 보기로 하였다.

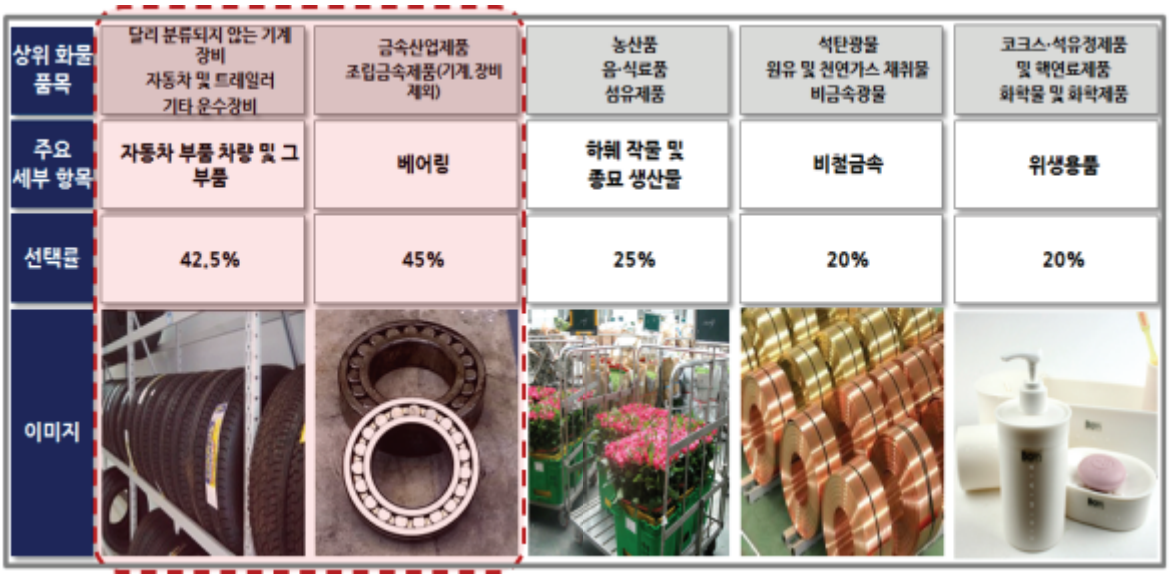


그림 2.2.6 운송장비용 모바일 랙 수요 품목 조사(물류전문가)



그림 2.2.7 운송장비용 모바일 랙 수요 품목 조사(물류현장 실무자)

3. 모바일 랙 최종 취급품목 결정

가. 대상품목 조사

(1) 품목 조사 및 선정 방법

HS코드 분류 중 1차 키워드 검색을 통해 제44류(목재와 제품) 및 68류(돌, 플라스터, 시멘트, 석면, 운모나 이와 유사한 재료의 제품), 69류(도자기제품), 70류(유리와 유리제품), 84류(원자로, 보일러, 기계류와 이들의 부분품), 85류(전기기기와 그 부분품) 도출, 품목별 '제품형태' 및 '운송형태' 두 가지 측면을 고려하여 기술 적용 가능성을 검토하였다.

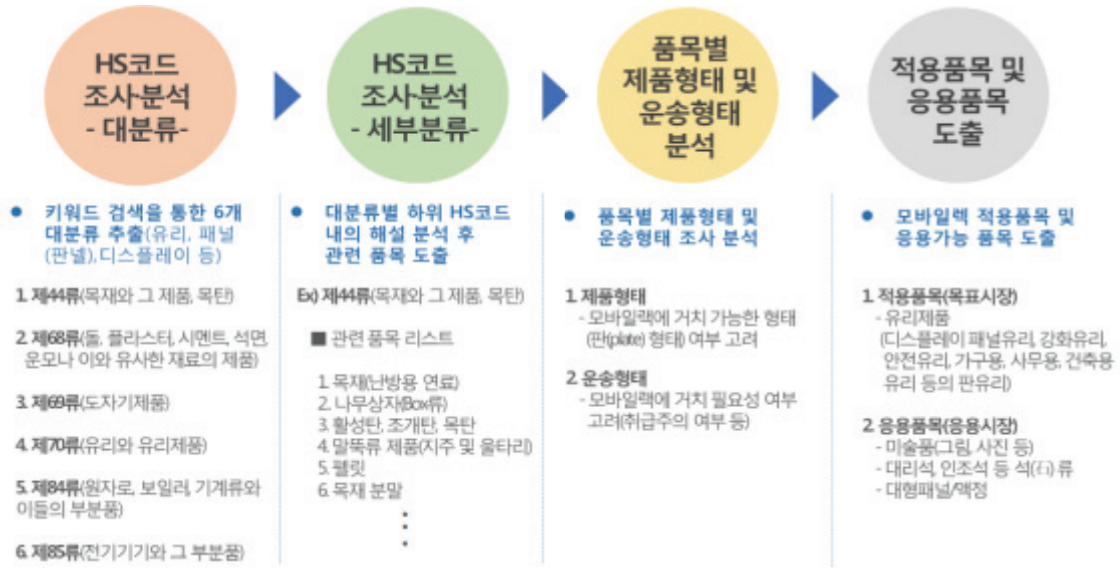


그림 2.2.8 품목발굴 프로세스

(2) 모바일 랙 적용대상 품목 조사 및 선정

① HS코드 제44류(목재와 그 제품, 목탄)

제44류(목재와 그 제품, 목탄) HS 코드 조사.분석 결과 합판, 보드(파티클 보드, 스트랜드 보드 등), 그림(사진)틀, 각종 패널 등 다양한 목재류 제품이 도출되었다.

○ 제품형태 : 상자(Box)류 제품, 목탄, 활성탄, 원통형 목재(기둥, 말뚝 등), 각종 원통형 통, 배럴 등의 품목은 제품형태상 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 적합하지 않은 형태로 응용품목에서 제외



그림 2.2.9 제44류 중 제품형태상 부적합 품목

○ 운송형태 : 제재목, 보드(파티클보드, 스트랜드 보드 등), 섬유판, 합판, 패널 등의 품목은 판(plate)형태로 대상기술인 모바일 랙에 적재 가능한 형태이나 운송형태를 보면, 특별한 취급주의를 필요로 하지 않고, 적층하여 운송하는 형태로서 모바일 랙에 적용할 필요성이 없다고 판단되어 응용품목에서 제외함





그림 2.2.10 제44류 중 운송형태상 부적합 품목

○ 적용가능 품목 : HS코드 분석 결과 제44류에 포함되는 품목 중 그림(사진) 액자 틀, 거울틀(틀에 뒷판·지지물 및 평유리를 부착시킨 것 포함) 등의 품목은 제품형태가 판(plate) 형태로 모바일 랙에 적용 가능한 형태이며, 운송형태에서도 적층형태가 아닌 별도포장 및 취급주의를 필요로 하기 때문에 대상기술은 모바일 랙에 적용 가능한 품목인 것으로 판단됨




그림 2.2.11 거울 운송형태

② HS코드 제68류(돌・플라스터(plaster)・시멘트・석면・운모나 이와 유사한 재료의 제품)

제68류(돌・플라스터(plaster).시멘트.석면.운모나 이와 유사한 재료의 제품) HS 코드 조사.분석 결과 천연석, 가공석, 대리석, 그라인드석, 방직용 섬유, 아스팔트, 플라스터, 시멘트, 석면, 운모 등 다양한 돌 · 플라스터(plaster)・시멘트・석면・운모류 제품이 도출되었다.

○ 제품형태 : 천연석, 비석, 석탑, 벽돌, 타일, 플라스터, 시멘트, 석면, 운모 등의 품목은 제품형태상 크기가 일정하지 않고 범위가 다양하여 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 적합하지 않은 형태로 응용품목에서 제외




그림 2.2.12 제68류 중 제품형태상 부적합 품목

○ 운송형태 : 소형 그라인드 스톤이나 방직용 섬유, 규산 알루미늄류 등의 제품은 별도의 취급주의 등을 필요로 하지 않아 대부분 적층하여 운송하는 형태로서 대상기술인 ‘모바일 랙’에 적용할 필요성이 없다고 판단되어 응용품목에서 제외




그림 2.2.13 제68류 중 운송형태상 부적합 품목

○ 적용가능 품목 : HS코드 분석 결과 제68류에 포함되는 품목 중 가구의 대리석 상판, 고도 가공석, 그라인드 스톤, 인조석 등의 품목은 제품형태가 판(plate) 형태로 모바일 랙에 적용 가능한 형태이며, 운송형태에서도 적층형태가 아닌 별도 포장 및 취급주의를 필요로 하기 때문에 대상기술은 모바일 랙에 적용 가능한 품목인 것으로 판단됨




그림 2.2.14 68류 중 적용가능 품목

③ HS코드 제69류(도자제품)

제69류(도자제품) HS 코드 조사.분석 결과 도자제품, 내화제품 등 다양한 도자제품이 도출되었다.

○ 제품형태 : 장식용.가정용 도자제품 등의 품목은 제품형태상 크기가 일정하지 않고 범위가 다양하여 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 적합하지 않은 형태로 응용품목에서 제외




그림 2.2.15 제69류 중 제품형태상 부적합 품목

○ 운송형태 : 내화제품 벽돌이나 도자제 타일 등의 품목은 판(plate) 형태로 모바일 랙에 적용은 가능하지만 운송형태를 보면, 종래 운송방식으로 모바일 랙과 같은 효과(적재 효율성 향상)를 기대할 수 있기 때문에 모바일 랙에 적용할 필요성이 없다고 판단하여 응용품목에서 제외함

○ 적용가능 품목 : HS코드 분석 결과 제69류(도자제품) 품목의 경우 제품형태 및 운송형태 모두를 고려한 결과 대상기술인 모바일 랙에 적용 가능한 응용품목은 도출되지 않음




그림 2.2.16 제69류 중 운송형태상 부적합 품목

④ HS코드 제70류(유리와 유리제품)

제70류(유리와 유리제품) HS 코드 조사·분석 결과 디스플레이 패널용 유리, 안전유리, 강화유리, 유리패널 등 각종 판유리와 유리세공품, 장식용 유리, 유리구(관) 등의 다양한 유리제품이 도출되었다.

○ 제품형태 ; 조명용 유리, 유리세공품(모조진주, 비드 등), 유리섬유, 유리구 또는 관(장식용, 온도계, 전구 등) 등의 품목은 제품형태상 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 적합하지 않은 형태로 응용품목에서 제외

○ 이러한 제품(유리세공품, 유리전구 등) 들은 대부분 각각의 케이스에 개별 포장되어 운송되는 형태임

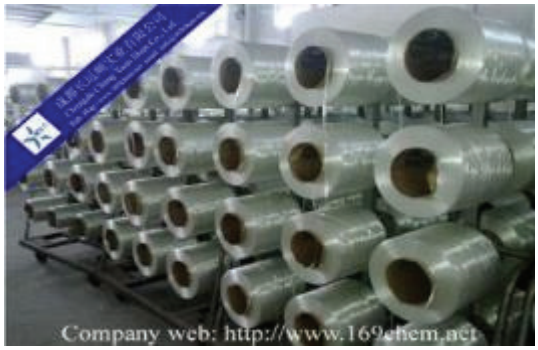



그림 2.2.17 제70류 중 제품형태상 부적합 품목

○ 운송형태 : 유리제품들은 제품 특성상 취급주의를 필요로 하기 때문에 제품형태상 모바일 랙에 적용 가능한 품목들은 모두 운송형태 측면에서도 모바일 랙에 적용할 필요성이 있음

○ 적용가능 품목 : HS코드 분석 결과 디스플레이 패널 유리, 안전유리, 강화유리, 유리패널 등의 품목의 경우 모두 제품형태가 판(plate) 형태로 판유리로 분류될 수 있으며, 이러한 판유리는 특성상 취급주의를 필요로 하고, 적재하여 운송하기 어렵기 때문에 대상기술인 모바일 랙에 적용할 경우 운송 효율성이 높을 것으로 판단됨




그림 2.2.18 제70류 중 판유리 운송 및 포장형태

⑤ HS코드 제84류(원자로, 보일러, 기계류와 이들의 부분품)

제84류(원자로, 보일러, 기계류와 이들의 부분품) HS 코드 조사.분석 결과 산업용 기

계부품 및 장비 관련 제품이 도출되었다.

○ 제품형태 : 제84류 HS코드 분석 결과 대부분 산업용 기계부품 및 장비 관련 제품으로, 세척기, 건조기, 밸브, 샤프트, 블레이드 등의 품목이 도출되었으며, 이러한 품목들은 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 적합하지 않은 형태로 응용품목에서 제외함




그림 2.2.19 제84류 제품형태상 부적합 품목

○ 운송형태 : 제84류 품목 중 완성가공용 공작기계로써 연마석 및 연마재로 금속이나 서메트를 가공하는 구성품의 폴리싱 디스크 품목은 판(plate)형태로 대상기술인 모바일 랙에 적재 가능한 형태이나, 종래 운송형태를 보면, 특별한 취급주의를 필요로 하지 않고, 적층하여 운송하는 형태로서 모바일 랙에 적용할 필요성이 없다고 판단되어 응용품목에서 제외함

○ 적용가능 품목 : HS코드 분석 결과 제69류(도자제품) 품목의 경우 제품형태 및 운송형태 모두를 고려한 결과 대상기술인 모바일 랙에 적용 가능한 응용품목은 도출되지 않음

⑥ HS코드 제85류(전자기기와 그 부분품)적용가능 품목 검토

제85류(전자기기와 그 부분품) HS 코드 조사·분석 결과 전자기기 및 절연체, 수신기 액정화면, 스크린, 텔레비전 가정용 생활용품 등의 다양한 전자기기 제품이 도출되었다.

○ 제품형태 : 전자기기는 특성상 크기가 작은 것부터 부피가 큰 거까지 여러 형태로 존재하나, HS코드 제85류(전자기기와 그 부분품)에 포함되는 품목은 제품형태상 대부분 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 적합하지 않은 형태임




그림 2.2.20 제84류 제품형태상 부적합 품목

○ 운송형태 : 전자기기는 특성상 다양한 크기의 제품이 존재하며, 취급주의가 필요한 제품들이 많아 대체적으로 완제품의 경우 완충제가 포함된 상자(Box)류에 포장된 상태로 파렛트 단위로 운반됨(ex_텔레비전, 스크린, 프로젝터 등)

○ 이에 관련 품목은 운송형태상 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 적합하지 않은 형태로 응용품목에서 제외함

○ 적용가능 품목 : HS코드 분석 결과 제85류에 포함되는 품목 중 대형 패널, 대형 액정 등의 품목은 제품형태가 판(plate) 형태로 모바일 랙에 적용 가능한 형태이며, 운송형태에서도 적층형태가 아닌 별도포장(완료제품) 및 랙에 끼워 포장하는 형태로 취급주의가 필요한 것으로 조사되어 대상기술인 모바일 랙에 적용 가능할 것으로 판단됨




그림 2.2.21 제84류 운송형태상 부적합 품목

나. 운송장비용 모바일 랙 대상 품목

(1) 조사결과 및 취급품목 선정

HS 코드 조사.분석을 통해 동 연구의 운송장비용 모바일 랙에서 취급해야 할 주요

대상 품목을 선정한 결과 취급제품은 다양한 판(plate)유리 형태의 제품으로 구성되어 있으며, 별도의 취급주의를 요하는 품목으로서 대상기술인 모바일 랙에 적용하기에 가장 적합한 품목인 것으로 분석되었다.

판유리 관련 품목을 제외한 품목의 경우 미술품, 대리석, 대형패널 및 액정제품을 포함한 산업가정용 제품 적용 가능하여 물량 및 무게측면에서 불리하여 적용을 제외하였다.

판유리 제품은 아래의 그림과 같이 구분해 볼 수 있다.

본 연구에서는 1차적으로 모바일 랙의 적용 대상 제품으로 건축·산업용 복층유리를 선정하였다. 복층유리는 전체 판유리 제품 시장의 54.3%를 차지하여 대표성을 가지고, 모바일 랙 사양과 개발 목적에 부합하는 평면 위주, 건축용에 주로 사용되므로 대상 제품 선정의 타당성을 가지고 있다.

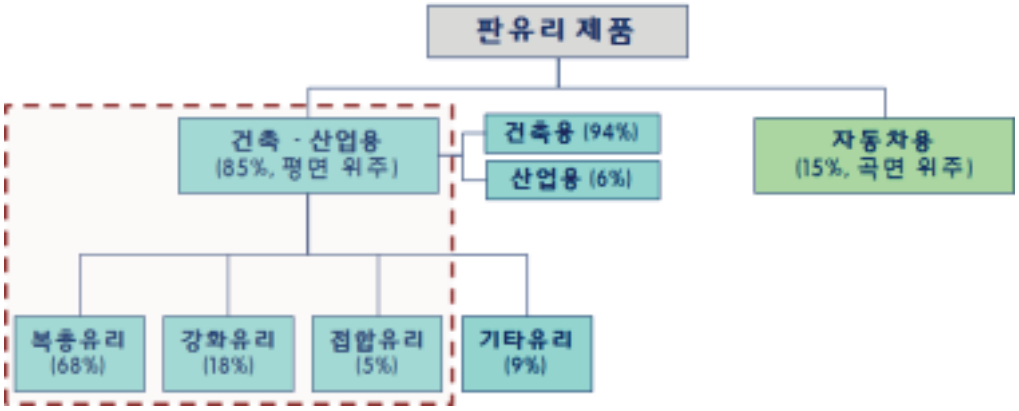


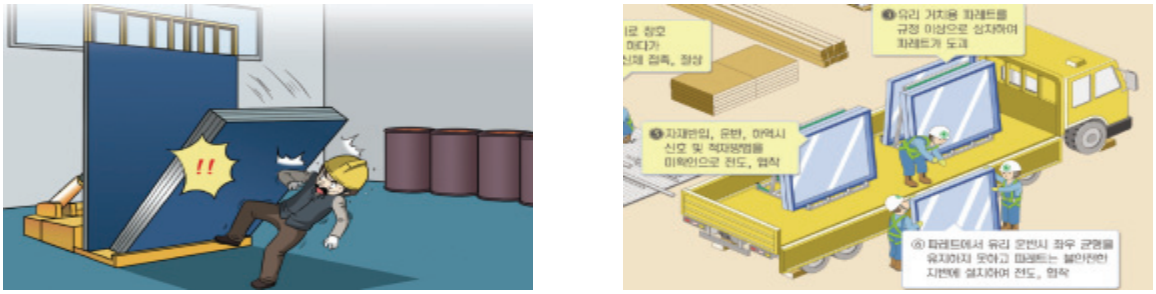
그림 2.2.22 판유리 제품의 구분

표 2.2.2 판유리 제품의 모바일 랙 적용 가능성 검토

구분	특징	모바일 랙 적용 가능성
원판유리	- 모두 평면이고 표준 규격(2,134×3,048) - 모바일 랙 사양에 부합되지 않음 (대형 규격)	불가능
건축·산업용 복층유리 강화유리 접합유리	- 평면 위주 - 건축용에 주로 사용됨 - 모바일 랙 사양에 부합됨	높음
건축·산업용 기타유리	- 평면 위주 - 전자산업에 주로 사용됨 - 모바일 랙 사양에 부합되지 않음 (소형 규격)	낮음
자동차용 유리	- 곡면 위주 - 폐쇄형보다는 개방형 용기의 사용이 적절함 - 곡면, 평면을 포함하여 2개의 기업이 대부분을 생산하므로 해당 기업을 모바일 랙의 적용 대상에서 제외하는 것이 타당함	매우 낮음

(2) 판유리 산업 특성

플로트 판유리는 1960년 개발된 결점의 거의 없는 수평식 공법으로 현재까지 대부분이 공업으로 품질 좋은 판유리를 생산하고 있다. 판유리의 특징을 살펴보면 아주 딱딱하고 넓게 하중을 받으면 잘 깨어지지 않으나, 좁은 부분에 집중도와 압력을 받으면 잘 깨어지는 특성이 있다. 이런 특징으로 판유리의 깨짐 현상은 인체에 피해를 줄 수 있고, 상.하역에 조그만 부주의로 불량 제품이 발생할 수 있어 주의가 필요하다.



자료 : 유리운반작업, 안전보건공단, 2012.

그림 2.2.23 판유리 제품 안전사고

국내 판유리 산업은 원판유리를 통해 2차 가공하여 제품을 생산하기 때문에 원판유리 이동에 따른 운송비, 이동 및 상하차에 파손 발생률이 높은 문제로 전형적인 내수 산업으로 발전해 왔다.

(3) 유리제품의 형태 및 종류

판유리는 일반판유리, 가공 유리, 코팅유리, 특수유리, 자동차용 안전유리 등으로 분류할 수 있으며, 국내 판유리제품 특징은 원판유리 생산 기술을 바탕으로 가공.코팅.안전.특수유리에 중점을 두고 육성하고 있다.

표 2.2.3 유리 가공 종류별 제품용도

구분	유리가공 종류	용도
건축・산업용	플로트 판유리	- 일반건축물의 내외장재, 각종 가공 유리의 원판
	저철분 유리	- 고급인테리어 내부장식, 쇼윈도우 및 진열장
	무늬유리	- 인테리어 및 사무실, 주거용 칸막이, 일반건축물의 창
	복층유리	- 아파트 및 건축물의 창
	강화유리	- 주택, 건축물의 창
	접합유리	- 건축물 실내외천장, 대중이용시설의 창, 귀금속상점 등 도난방지가 요구되는 곳
	저방사유리 (로이유리)	- 주택 및 아파트 외창, 주상복합건물의 외창
	반사유리	- 상업용 건축물 외관
	컬러유리	- 건축물의 내외장 인테리어용
자동차용	강화유리	- 자동차 유리
	접합유리	
특수산업용	저철분 유리	- 태양전지용 기판 유리
	강화유리	- 산업, 가전제품
	접합유리	

건축·산업용 판유리제품은 유리 용융로에서 생산하는 원판 1차 제품과 이를 가공하여 타산업(건설업, 자동차 산업 등) 목적에 맞는 기능을 부여하여 2차 제품으로 실질 변형 없이 생산된다는 장점이 있다.

통상 두께를 기준으로 4mm 초과 13mm 미만의 제품들이 건축용으로 사용(4mm이하: 주로 자동차용, 13mm 이상: 주로 특수용)되고 있다.

(4) 시장 현황

판유리 시장은 국내 시장과 해외시장으로 나누어 볼 수 있다.

국내시장으로는 국내 생산업체 2개사(KCC, 한국유리공업)는 대리점 중심형 유통구조 형태를 지니고 있으며, 대리점은 다시 중.소 가공 및 시공업체, 관련 도소매상에게 공급하는 구조를 가지고 있다.

국내 판유리산업은 원판 생산업체를 중심으로 생산, 판매 및 원판 가공업체에서 복층유리, 강화유리, 접합유리, 거울 등 2차 제품 생산하는 형태를 띠고 있다. 판유리 국내 생산은 건축・산업용(85%)과 자동차용(15%)으로 구분[3]하며, 자동차용은 코리아오토글라스(KCC), 한국세큐리트(한국유리공업)이 전담하고 있다.

현재 원판 판유리는 화물차 규격에 맞도록 가로가 2m 세로가 3m(운송 사이즈), 2,134x3,048(7자, 열자-기본사이즈)이다. 최근 국내 판유리 생산의 점유율 1.6% 감소, 수입 판유리 점유율 1.9% 증가하고 있다.

수입 판유리의 경우 전체 약 60%는 중국 제품이며, 2011년부터 실시된 제12차 5개년 중국 정부의 판유리산업 경쟁력 강화 방침에 따라 매년 20∽30개씩 플로트 생산라인을 증설하고 있는 형태이다.

해외시장을 살펴보면 2010년 기준 대륙별 판유리 수요 규모는 아시아권이 약 62.5%를 차지하며, 유럽(러시아 포함), 약 19.5%, 북.남미 대륙 11.8%. 기타 6.2%로 나타나고 있다.

아시아권에서 중국이 50.2%로 가장 높은 수요비중을 차지하며, 일본 5.2%, 한국 3.9%를 점유하고 있다.

3) 공정거래위원회(2013)

표 2.2.4 세계 판유리 수요 현황

구분		수요 물량(천 톤)	비율(%)
아시아	중국	25,100	50.2
	일본	2,500	5.2
	한국	1,900	3.9
	동남아	1,500	3.1
	소계(A)	31,000	62.5
유럽	독일, 프랑스	5,000	10.1
	러시아	2,000	3.8
	기타 국가	3,000	5.6
	소계(B)	10,000	19.5
북.남미(C)		6,000	11.8
기타(D)		3,000	6.2
합계(A+B+C+D)		50,000	100

제 3 장 연구 수행내용 및 성과

제1절 기술개발 시스템 아키텍쳐 설계

제2절 유리운반용 모바일 랙 사용실태, 문제점 및 미래상

제3절 유리운반용 모바일 랙 기능정의 및 개념설계

제4절 유리운반용 모바일 랙 기본설계

제5절 유리운반용 모바일 랙 상세설계

제6절 시제품 제작 및 테스트

제7절 시범운영 및 보완

제8절 사업화 전략

제3장 연구 수행내용 및 성과

제1절 기술개발 시스템 아키텍쳐 설계

동 유리운반용 모바일 랙을 개발하기 위해서는 초기 취급 대상화물 선정, 요구사항 조사, 기능정의, 설계, 제작 및 테스트에 이르기까지 전반적 기술개발을 위한 시스템 아키텍쳐가 사전 수립되어야 한다.

이에 시스템 아키텍쳐를 수립하면 다음과 같다

① 운송장비용 모바일 랙 장비 사업 특징 분석

○ 국내외 운송장비용 모바일 랙 사용현황 및 특허 분석

○ 물류전문가 및 제조업체 대상 설문조사 및 면담조사를 통하여 운송장비용 모바일 랙에 적합한 품목 대안들을 추출

② 운송장비용 모바일 랙 장비 최종 개발 대안 선정

○ 품목대안들을 취급하는 잠재고객들과 면담조사를 실시하여 운송장비용 모바일 랙에 적합한 품목으로 유리가공품을 선정

○ 유리가공품을 현재 사용하고 있는 운송 랙 형태, 소재와 특징을 분석

○ 유리가공품의 잠재고객을 대상으로 운송장비용 모바일 랙에 대한 요구사항을 파악

○ 유리제품을 운송하는 랙에 대한 국내외 출원·등록된 특허를 조사

③ 운송장비용 모바일 랙 장비 Architecture 설계

○ 유리가공품 운송에 적합한 가변형 모바일 랙에 대한 고객 요구사항을 현장 면담조사를 통하여 파악

- 다양한 유리를 혼적할 수 있는 랙
- 랙에 유리 보호·고정을 위해 필요한 포장 소모품(코르크패드, 랩, PP밴드 등을 없애는 방법
- 랙 분실을 최소화하는 방법

○ 요구사항 분석, 개발 목표 성능과 개발 비용 등을 비교한 결과를 기반으로 유리가공품에 대한 가변형 모바일 랙 개발대상 범위 및 기능을 개략적으로 설정

○ 단계별, 순차적 개발 프레임워크(Framework) 구축

- 취급화물 선정, 개발제품 형태 및 성과물 예측
- 개발성과물은 유리운반용 모바일 랙의 ⅰ)설계.평가를 지원하는 시스템, 이를

기반으로 한 ii)모바일 랙 시제품, 상용화 제품 제작과 시범운용

- 개발 프레임워크는 요구사항 분석 → 기능정의 → 개념/기본설계 → 구조해석 → 상세설계 → 시제품 제작 → 시제품 테스트 및 보완 → 시범운용제품 제작 → 시범운용 → 최종보완 및 개선 등 단계적으로 진행

표 3.1.1 시스템 개발 프레임워크

구분	세부내용	비고
1. 동향조사	• 모바일 랙의 개발형태 및 제품 확정을 위해 전반적인 화물취급용 모바일 랙의 동향을 조사	
2. 요구사항 분석	• 모바일 랙의 수요조사를 통해 모바일 랙에 최적화된 취급화물선정, 그에 따른 요구사항을 도출	
3. 기능정의	• 선정된 화물에 적합한 모바일 랙의 문제점 해결 및 요구사항에 적합한 랙의 세부기능을 정의	
4. 개념/기본설계	• 정의된 세부기능을 구현하기 위해 장치, 사양 등 각 구성요소별 개념설계, 개념설계를 보완한 기본설계를 수행	기본설계도
5. 구조해석	• 개념 설계 및 기본설계를 기반으로 구조해석을 수행하여 상세설계를 위한 구조적 안전성 확보	구조해석서
6. 상세(제작)설계	• 전체 랙 프레임, 각 세부장치, 장치간 조립 등 시제품 제작을 위한 상세설계를 진행	상세설계도
7. 시제품 제작	• 상세설계를 기반으로 시제품 제작을 수행하고 각 장치별 기능구현을 위한 시제품 제작, 조립	
8. 시제품 테스트/보완	• 완성된 시제품에 따라 각 장치별 기능구현, 이상작동 검토, 하중시험, 충격시험 등 테스트	
9. 시범운용 제품 제작	• 시제품 테스트 결과를 보완하여 최종 시범운용을 위한 제품 제작	
10. 시범운용	• 유리운반 전체 물류과정에 투입하여 시나리오별 시범운용을 실시 • 별도의 인증기관을 통해 기후, 진동 등 현실상황을 반영한 시범운용	시나리오 인증
11. 최종보완/개선	• 시범운용 결과를 반영하여 제품 상용화를 위한 최종 보완	

○ 사업총괄 및 관리

- 정기적으로 과업 추진 현황을 체크하고, 수요조사팀, 개념설계팀, 구조해석・기술개발팀이 작업순서・일정을 설정하고 협력연구를 수행

- 대상제품의 현장을 직접 방문하여 1차 년도에 개발한 개념설계안 및 동영상을 설명하고 개발성능 향상과 현실 부합성을 고려한 요구사항을 반영하여 지속적으로 개념설계안 업데이트 실시

④ 연구과제 동영상 제작

- 효과적인 홍보 및 설명 자료로 활용하기 위해 연구과제 시연용 동영상 제작하여 활용

제2절 유리운반용 모바일 랙 사용실태, 문제점 및 미래상

1. 유리운반용 랙의 사용 실태

가. 유리운반용 랙 물류프로세스

(1) 판유리 제품 공급사슬

판유리 공급사슬은 판유리 제조기업, 판유리 가공기업, 중간 소비자, 최종 소비자 등 총 4단계로 구성된다. 판유리 제품은 KCC사, 한글라스(HANGLAS)사 등의 판유리 제조기업이 생산한 원판유리를 판유리 가공기업에게 판매하고, 가공기업은 원판유리를 복층유리, 강화유리 등으로 가공·생산하여 건설업체 등의 중간 소비자에게 제공한다.

판유리 제품은 독립적으로 안전하게 보관되는 것이 거의 불가능하기 때문에 제품의 이동 및 보관에는 프레임이 항상 수반된다. 판유리 제조 기업으로부터 소비자의 방향으로 유리를 거치할 수 있는 프레임이 유리와 함께 공급되고, 반대 방향으로는 빈 프레임의 회수가 이루어진다.



그림 3.2.1 유리제품의 공급망

판유리 제조 기업은 원판유리를 생산하여 판유리 가공기업에게 공급하는 역할을 수행한다. 판유리 제조 기업이 생산한 원판유리의 표준 규격은 2,134㎜×3,048㎜으로 A자 랙에 실어서 판유리 가공기업에게 전달된다.

판유리 가공기업은 KCC사, 한글라스사 등으로 부터 공급받은 원판유리를 소비자가 주문한 사이즈, 형태의 유리로 가공·생산하여 중간 소비자에게 판매한다. 판유리 가공기

업이 생산하는 유리 형태는 복층유리, 강화유리, 거울유리, 자동차 안전유리, 접합유리 등이다. 중간 소비자에는 소매업체, 1차 소비자(건설, 창호, 인테리어), 건설기업(공사현장) 등이 있으며, 가공 유리 시장에서 차지하는 비중은 건설기업이 60% 이상, 소매업체와 1차 소비자가 30% 이상, 기타가 10% 내외이다. 한편 고층건물에 들어가는 유리의 경우에는 판유리 가공기업이 유리 가공뿐만 아니라 유통, 시공(유리를 틀에 끼우는 일)까지 담당하기도 한다.

중간 소비자는 판유리 가공기업으로부터 공급받은 가공 유리 제품을 최종 소비자에게 판매하는데, 건설기업으로 공급되는 제품은 바로 건설현장에 투입되므로 최종 소비자로의 운송이 더 이상 발생하지 않는다.

(2) 판유리 제품 물류 프로세스

판유리 제조 기업에서 생산된 원판유리는 프레임에 거치된 채로 포장을 한 후 보관되었다가 지게차를 이용하여 트럭에 상차된다. 완성된 원판유리는 프레임에 거치된 상태로 판유리 제조 기업에서 판유리 가공기업으로 오픈탑 형태의 트럭으로 운송된다.

판유리 가공기업으로 운송이 완료된 가공 유리는 하차된 후, 프레임에 거치된 상태로 보관되었다가 지게차와 호이스트를 이용하여 가공에 투입된다. 가공공장의 가공 물류프로세스는 재단, 면취, 강화, 접합, 복층, 포장 등 총 6가지 공정이 있다. 가공 공장 내 재공품의 이송 중에 사용된 프레임이 완제품 출고에 그대로 사용되는데, 가공 공장 내 이송은 지게차 혹은 핸드리프트가 사용된다.



그림 3.2.2 가공기업 내 물류 프로세스

판유리 가공기업에서 완성된 가공 유리는 A자 혹은 L자 프레임에 거치된 채로 포장을 한 후 보관되었다가 지게차를 이용하여 트럭에 상차된다. 완성된 가공 유리는 프레임에 거치된 상태로 판유리 가공기업에서 중간 소비지로 오픈탑 형태의 트럭에 실려 운송된다. 소비지로 운송이 완료된 가공 유리는 지게차로 하차된 후, 프레임에 거치된 상태로 보관되었다가 작업자에 의해 현장에 투입된다.

표 3.2.1 물류 프로세스 개요

거점/이동		판유리 제조기업	⇨	판유리 가공기업	⇨	중간 소비자
활동 구분	운송		◎		◎	
	하역	◎		◎		◎
	보관	◎		◎		◎
	포장	◎		◎		
	이송			◎		
활동 설명		원판유리 포장 ⇩ 원판유리 보관 ⇩ 원판유리 상차	원판유리 운송	원판유리 하차 ⇩ 원판유리 보관 ⇩ 원판유리 가공 투입 ⇩ 원판유리 가공 공정 ⇩ 가공 유리 포장 ⇩ 가공 유리 보관 ⇩ 가공 유리 상차	가공 유리 운송	가공 유리 하차 ⇩ 가공 유리 보관 ⇩ 가공 유리 투입
사용 장비		지게차	트럭	지게차 호이스트 핸드리프트	트럭	지게차

나. 물류기능별 유리운반용 랙·장비 및 사용 형태

(1) 운송단계

판유리 가공기업 A사의 2014년 11월 복층유리 출하 데이터를 분석한 결과, 정기적인 대량 주문에 가장 많이 사용되는 트럭은 18톤과 25톤이고, 비정기적인 주문 대응을 위해서는 2.5톤, 5톤, 1톤 트럭이 가장 많이 사용되었다. 전체 88건의 출하에 대해서 6종류(1톤, 2.5톤, 5톤, 11톤, 18톤, 25톤)의 트럭 적재용량이 전체의 90.9%를 점유하였다.

표 3.2.2 복층유리 제품 운송 트럭의 적재용량 조사

적재용량	1톤	2톤	2.5톤	3.5톤	5톤	8톤	11톤	18톤	25톤	기타	합계
빈도	16회	2회	18회	1회	12회	4회	8회	17회	9회	1회	88회
비율	18.2%	2.3%	20.5%	1.1%	13.6%	4.5%	9.1%	19.3%	10.2%	1.1%	100%




그림 3.2.3 판유리 제품 운송을 위한 트럭

(2) 하역 단계

판유리가 적재된 프레임(A자, L자 랙)을 트럭에 상차 및 하차할 때, 원판유리를 가공공정에 투입하기 위해 이동할 때 지게차가 사용된다. 판유리 가공공장에서는 판유리의 트럭 상하역을 위하여 7톤 용량의 지게차 2대를 사용하고 있다. 한편 건설공사 현장에서의 유리가 적재된 프레임 하역을 위해서 7톤 이상 용량의 지게차 1대가 운영되고 있다.



그림 3.2.4 판유리 제품 하역을 위한 지게차

(3) 보관단계

판유리 제품은 독립적으로 안전하게 보관되는 것이 거의 불가능하기 때문에, 제품의 보관에는 프레임이 항상 수반된다. 조사한 판유리 가공기업의 경우, 15~20종류의 프레임이 사용되고 있으며, 프레임의 유형은 형태에 따라서는 A-프레임과 L-프레임으로 구분된다.

원판유리는 규격이 표준화되어 있고 가공 유리에 비해 대형이기 때문에 규격이 가장 큰 A-프레임에만 거치되고 있다. 이에 반해 가공 유리는 원판유리에 비해 크기가 소형이기 때문에 A-프레임 혹은 L-프레임에 주로 거치되고, 가공 유리의 규격에 따라서 적절한 규격의 프레임이 선정된다. 조사한 판유리 가공기업의 2014년 11월에 출하된 복층유리가 거치된 프레임은 A-프레임 비중이 7.6%, L-프레임의 비중이 92.4%였다. 프레임 가운데 일부는 판유리 가공기업이 자체 제작하여 소유한 것이지만 나머지 대부분은 제조기업이 제작하여 소유한 것이다.

현재 국내에서 사용 중인 프레임의 개수는 A-프레임 30,000개, L-프레임 65,000개로 추산된다. 조사 기업을 대상으로 한 복층유리 제품이 완성된 후 판유리 가공기업에 보관되는 평균 체류일(포장일자와 출하일자 사이의 경과일수)은 약 11일로 추정된다.

표 3.2.3 판유리 제품 보관을 위한 프레임 - 1

코드	외형	규격			유형/소유자
		가로	세로	폭	
G11	 	1,100	660	670	L-프레임/판유리 제조기업
G12	 	1,330	820	720	L-프레임/판유리 제조기업
G13	 	1,580	970	710	L-프레임/판유리 제조기업
G14	 	1,910	1,280	470	L-프레임/판유리 제조기업
G15	 	2,190	1,500	430	L-프레임/판유리 제조기업
G16	 	2,190	1,620	450	L-프레임/판유리 제조기업

표 3.2.4 판유리 제품 보관을 위한 프레임 - 2

코드	외형		규격			유형/소유자
			가로	세로	폭	
G17			1,900	1,070	690	L-프레임/판유리 제조기업
K2			1,310	790	500	L-프레임/판유리 제조기업
K3			1,570	940	440	L-프레임/판유리 제조기업
K4			1,890	1,230	400	L-프레임/판유리 제조기업
자철			1,970	1,160	630	L-프레임/판유리 가공기업
A			2,700	2,160	500 (2면)	A-프레임/판유리 제조기업

(4) 포장 단계

판유리 가공기업에서 사용되는 프레임의 개수는 15~20개이지만, L-프레임(G13) 등 6가지 유형이 전체의 대부분을 차지하고 있다. 한 판유리 가공기업의 2014년 11월 복층유리 출하 데이터를 분석한 결과, A-프레임 1종, L-프레임 5종이 전체의 89.2%를 점유하였다. 한 판유리 가공기업의 2014년 11월 복층유리 출하 데이터를 분석하여, 가장 빈번히 사용되는 프레임에 거치되는 복층유리의 평균적인 규격과 포장수량을 추정한 결과는 다음 표와 같다.

표 3.2.5 프레임별 표준 복층유리 규격 및 포장수량

구분	프레임 규격			유리 규격 평균			포장수량	
	가로	세로	폭	가로	세로	두께	평균	최대
L-프레임 (G13)	1,580	970	710	976	988	24	22	94
L-프레임 (G12)	1,330	820	720	973	884	25	22	45
L-프레임 (G14)	1,910	1,280	470	1,169	1,177	24	17	26
A-프레임	2,700	2,160	500 (2면)	1,462	1,776	27	13	28
L-프레임 (G16)	2,190	1,620	450	1,178	1,271	24	17	44
L-프레임 (G11)	1,100	660	670	733	742	27	22	44

(5) 이송 단계

판유리 가공기업 내에서 가공 공정 간의 재공품은 프레임에 거치된 상태에서 핸드리프트 혹은 지게차로 이송된다.



그림 3.2.5 가공 중 이송을 위한 핸드리프트

2. 기존 유리운반용 랙의 문제점 및 개선방향

가. 기존 유리운반용 프레임(A자 랙, L자 랙)의 문제점[4)]

유리가공 공장에 입고된 원판유리를 가공 공장 내부로 지게차가 입고시키고 공장 내 크레인으로 이동 시킬 때 유리 특성 상 파손 위험이 존재할 수 있으나, 원판유리의 물류에서는 크게 사고가 발생하지 않는 편이다. 또한 유리가공 공정에서 흡착판 기계를 사용하지 않고 사람이 직접 가공 유리 한 장씩을 랙에 이동 시킬 때 유리의 날카로움에 의해 작업자가 다칠 수 있는 위험성은 존재하지만, 가공공장 내 물류상에서도 유리 파손 혹은 인명사고가 거의 발생하지 않는다.

그러나 가공된 유리를 중간소비자에게 전달되는 운송과정에서는 유리 간 충돌에 의해 파손이 많이 발생하고 있다. 이를 방지하기 위해 코르크패드 등 부수적인 포장재가 많이 사용되어 포장물류비가 상승하고 있다. 또한 유리 사이즈, 형태에 대한 표준화되고 규격화된 랙이 없어 유리를 랙에 적재 시 담당자의 노하우에 따라 선정하는 랙 종류와 적재량이 상이하다. 추가적으로 비정형화된 프레임(A자 랙, L자 랙)의 차량 적재로 차량 내 로스 공간이 발생하여 운송물류비의 낭비가 발생하고 있으며, 건설현장 등에서는 랙에 적재된 무거운 유리를 수작업으로 하나씩 빼내어 이송하기 때문에 근골격계 손상이 발생할 뿐만 아니라 날카로운 유리에 베이는 등의 다치는 사고도 일어나고 있다.

가공 유리의 물류 프로세스 상의 문제점을 공정별로 나열하면 원판입고와 가공공정 단계에서는 유리의 파손 및 안전사고가 거의 발생하지 않는다. 유리 가공 후 전용 랙에 가공된 유리를 적재할 때 유리 간 충돌에 의해 파손되거나 스크래치 나는 것을 방지하기 위하여 코르크패드를 부착한다. 코르크패드를 부착하기 위해서는 가공공장 내 약 4천만원 상당의 추가 설비를 공장 내에 설치하거나, 작업자 1명이 유리 단면에 9개의 코르크패드를 부착하는 작업을 전담하고 있다. 그리고 트럭 운송 시 가공된 유리의 파손을 방지하기 위하여 비닐 랩과 PP밴드를 이용하여 유리를 랙에 고정하는 래핑작업을 약 10분 정도 시행하는 과정을 거치게 된다. 동 유리 취급 물류과정을 포장 물류비가 상승하는 원인이 되고 있다.

유리 전용 랙 포장 후 출고를 위하여 대기 장소인 외부 야적장에 보관하는데 가공유리와 프레임(A자 랙, L자 랙)이 외부 환경에 포장된 유리 전용 랙이 노출되어 전용 랙이 녹이 스는 등 손상되고 뒤틀려 새로운 랙을 제작하여 투입시켜야 하므로 물류비용이 상승한다. 또한 유리가 외부 환경에 강하기는 하나, 향후 고부가가치 기능성 유리가 생산

4) 이언경 외, 유리운반용 가변형 모바일 랙 활용이 물류에 미치는 영향, 물류학회지, 제25권 제1호

된 뒤에도 야적을 하면 유리자체에도 손상이 발생할 수 있을 것이라 판단된다.

표 3.2.6 유리가공업체의 불듀특성 및 문제점

프로세스	특성	문제점	
원판 입고	• 원판 생산 공장에서 여러 장을 한꺼번에 묶어서 트럭으로 가공공장에 배송 된 후, 가공공장 내 입고	• 지게차(7톤)로 가공공장 내로 이동 시 파손 위험 존재	-
유리 가공 공정	• 강화・접합・복층유리 형태에 따라 가공프로세스 라인을 다르게 이동	-	-
전용 랙 적재 공정	• 절단 등 가공 후 전용 랙에 보관하고, 유리사이 충격을 흡수하기 위해 코르크패드 등을 접착 • 전용 랙을 핸드리프트, 지게차가 다음 공정으로 랙을 이동	• 코르크패드 접착 설비(4천만 원)를 설치하는 비용 소요 혹은 작업자가 유리단면 9군데에 코르크패드를 부착하는 시간 소요 • 협소한 공장 내에 7톤 지게차가 들어와 전용 랙을 작업 하므로 작업자 안전 문제 발생 가능성	물류비용 상승 (장비, 인건비 (작업시간) 안전사고 문제
포장 공정	• 전용 랙에 적재된 여러 장의 유리를 고정하기 위하여 비닐 랩을 래핑하고, PP밴드로 묶는 공정	• 작업자가 여러 장의 유리가 적재된 하나의 전용 랙을 포장하는데 5분에서 10분 정도 소요 • 포장을 위해 추가적으로 비닐 랩과 PP밴드 비용 소요	물류비용 상승 (인건비(작업시간), 재료비))
야적장 보관 공정	• 포장된 전용 랙을 지게차가 외부 야적장으로 이동	• 눈・비 등에 노출되어 전용 랙 손상(전용 랙 제작비용 80~150만 원)	물류비용 상승 (랙 제작 비용)
트럭 수송 공정	• 오픈 탑 트럭으로 유리 전용 랙 배송 • 발주단위가 다품종・소량화	• 오픈 탑 트럭으로 운송되므로 외부환경에 의해 전용 랙 및 유리 등이 손상될 위험 존재 • 발주단위가 다품종・소량화되면서 랙 적재율이 하락	물류비용 상승 (랙 제작 비용, 랙 적재율 하락)
공사장 배송 공정	• 공사장 불균형 노면에 유리를 적재한 전용 랙 하역	• 공사장 랙 수평 유지가 어려워 작업자 사고 발생 위험 • 작업자가 유리를 한 장씩 들어낼 때 잡기 불편하고 위험	안전사고 문제
전용 랙 회수 공정	• 공사장 등에서 유리를 모두 하역 한 후 빈 전용 랙을 현장에 방치	• 공사장 등에서 전용 랙을 관리하는 사람이 없기 때문에 랙 분실 문제 발생 • 가공공장이 전용 빈 랙을 회수하는 비용 발생	물류비용 상승 (랙 제작 비용, 회수비용)

자료 : A 유리가공업체 인터뷰결과 및 내부자료 기반으로 정리

오픈 탑 트럭으로 포장된 유리 전용 랙이 배송되므로 외부환경에 그대로 노출되어 전용 랙과 유리가 손상될 위험이 있다. 그리고 랙 손상에 의한 랙 제작비용이 추가로 발

생할 수 있다. 또한 최근 발주단위가 아파트 전체 단위의 물량 주문이 아닌, 층 단위로 바뀜으로써 다양한 사이즈(베란다 창문, 화장실 창문 등)의 유리가 소량으로 주문되고 있다. 이로 인하여 차량 적재 시 일부 품목은 혼적이 어려워 다른 랙을 사용함으로써 차량 적재율이 떨어지는 문제가 발생하고 있다. 트럭 수송 과정에서는 랙 제작비용과 차량 당 랙 적재율 하락에 따라 물류비가 상승하고 있다.

공사장 배송공정에서는 진흙바닥인 공사장 바닥에 유리 적재 전용 랙을 하역하기 때문에 바닥면 수평유지가 어려워 랙 혹은 유리가 쓰러지는 등의 안전사고가 발생하고 있다. 공사장에서 지게차로 하차된 랙에서 작업자가 수작업으로 유리를 하나씩 빼내어 공정에 투입시키기

공사장에 배송된 전용 랙에서 유리를 모두 하역 하고 난 뒤 남은 전용 랙을 관리하는 사람이 없어 분실 등의 사고로 새로 랙을 제작해야 하는 비용이 발생하고 있다. 또한 각 공사장에 배송된 전용 랙을 회수하기 위하여 차량을 보내야 하는 회수비용도 발생하고 있다.

나. 유리가공품 물류의 개선방향[5)]

유리가공품 물류에서 발견된 문제점을 근본적으로 해결하기 위하여 유리전용 모바일 랙 개념이 필요하다. 운송장비용 가변형 모바일 랙이란 일반적으로 창고에서 쓰이는 모바일 랙 개념과 같이 움직일 수 있는 랙을 뜻한다. 하지만 일반적인 모바일 랙의 개념과 더불어 부가적인 특징을 가지고 있다.

새로운 개념의 운송장비용 가변형 모바일 랙의 구조적 특징은 모듈형태(Modular), 가변구조(Reconfigurable), 제품보호를 위한 컨테이너박스(Container Box) 형태라는 것이다. 물류적으로는 다목적 사용(Multi-use), 스마트(Smart), 회수 물류의 물류공동화(Logistics Cooperation) 등의 특징을 가지고 있다. 내부 기능적 특징은 파손방지, 유리 고정, 역진방지 및 바닥 수평유지, 자동 피딩 기능 등을 포함한다.

모듈형태(Modular)의 특징은 랙의 구성단위에 대해서 모듈의 디자인 원칙을 확보하여 물류활동에서 기본적인 단위에 따라 확장, 가변이 가능한 표준화·규격화되어 있다. 그리고 가변구조(Reconfigurable)의 특징은 앞서 언급된 모듈형태의 기본구조를 바탕으로 주변 환경에 따라 가변적이고 유연하게 재구성이 가능하다. 즉, 차량적재 공간의 크기와 제품형

5) 이언경 외, 유리운반용 가변형 모바일 랙 활용이 물류에 미치는 영향, 물류학회지, 제25권 제1호

태・크기에 따라서 다양하게 활용할 수 있는 랙을 구성할 수 있다.

컨테이너박스(Container Box)의 특징은 외부환경으로부터 내부의 제품과 랙을 보호하는 것이다. 다목적 사용(Multi-use)의 특징은 모바일 랙의 가용성에 따라서 운송용 모바일 랙과 관련해서 물류센터 내 저장용 모바일 랙으로도 활용 가능한 특성을 가지고 있다.

스마트(Smart) 특성은 운영시스템과 연계하여 제품의 저장・운송과정에서 발생할 수 있는 각종 제품정보뿐만 아니라 랙에 대한 자동감지 및 관리가 가능한 특성을 가지고 있다. 물류공동화(Logistics Cooperation)는 랙의 회수물류에서 물류전문업체가 가공업체들의 빈 랙을 공동으로 회수하도록 해서 랙 분실을 없애고, 물류비를 최소화하는 방식이다. 또한 개발되는 가변형 모바일 랙은 유리제품을 보호하기 위한 파손방지, 유리 고정 기능, 작업자 안전 및 편의를 위한 슬라이딩, 역진방지 및 바닥 수평유지, 자동 피딩 기능 등을 포함한다.

표 3.2.7 랙 개발방향 및 물류 개선방향

물류 문제		랙 및 물류 개선기능	설명
포장 물류비 상승	코르크패드 부착	파손방지 기능	• 랙 내부에 코르크패드를 대신하고 지속적으로 사용가능한 파손 방지 장치 설치
	비닐 랩 및 PP밴드 포장	유리 고정 기능	• 랙 내부에 유리를 상부, 중간, 하부 등에 고정할 수 있는 장치 설치
안전사고 발생	공사장 랙 수평 유지	역진 방지 기능 및 바닥 수평 유지 기능	• 공사장에서 미끄러지는 것과 수평을 맞추기 위하여 역진방지 및 높이 조절을 위한 장치를 설치
	사람이 유리 하역 시 문제	자동 피딩 기능	• 랙 내부에 유리를 한 장씩 동일한 위치에서 하역할 수 있도록 유리가 랙에서 자동으로 피딩되는 장치 설치
추가 물류장비 제작비 발생	야적 보관 및 오픈탑 배송에 따른 랙 손상 및 제품 손상 위험	컨테이너형의 랙 및 제품 보호 기능	• 랙과 유리를 외부환경으로부터 보호하기 위하여 컨테이너형의 외부 박스를 구성
물류 효율성 저하(적재율 하락, 표준화・규격화 미비)	다품종 소량 주문에 따라 차량 적재 시 적재율 하락	표준화・규격화 된 랙(자동규격 조정기능)	• 유리크기 및 출하 특징을 고려하여 모듈별 확장, 가변이 가능한 표준화・규격화 랙 제작 • 랙 내 유리고정 장치가 가변형이라 다양한 유리 사이즈 적재 가능
랙 손실에 따른 물류비	공사장 등에 나간 랙 관리 어려움 존재	스마트 랙 기능	• 운영시스템과 연계하여 제품의 저장・운송과정에서 발생할 수 있는 각종 제품정보뿐만 아니라 랙에 대한 자동감지 및 관리가 가능한 기능
랙 회수 비용	공사장 등에 나간 랙을 회수하기 위한 비용	물류 전문업체 활용	• 물류전문업체가 여러 공사장에 보관되어 있는 비어있는 랙을 공동으로 회수하도록 해서 랙 분실을 없애고, 물류비를 최소화하는 방안 마련

3. 유리운반용 모바일 랙 미래상 (AS Is - To Be)

앞에서 유리운반용 모바일 랙의 사용실태와 그에 따른 문제점을 분석해 보았다. 이와 같은 문제점은 장래 유리운반용 모바일 랙으로 개발하기 위한 개선항목에 포함되는 사안들로서 매우 중요한 기능적 요인이 될 수 있다.

현재 판유리에 사용되고 있는 A자, L자형 랙의 주요 운용실태는 크게 6가지로 나누어 볼 수 있다.

표 3.2.8 현재 A자, L자형 랙 운용현황 (As Is)

구분	개선항목	비고
1. **유리(제품) 보호**	• 랙이 개방형으로서 **제품(유리)이 외부환경에 노출** • 유리제품 간 파손방지를 위한 **코르크패드 부착 작업** 발생 • 유리번들 단위당 고정을 위한 **밴딩(Banding)작업** 발생 • 유리제품 혼적 시 사이즈별 고정을 위한 **밴딩작업** 발생	
2. **유리적재**	• 동일사이즈 유리 **번들링 비중**이 높음	
3. **유리 상하역작업**	• 상·하역 작업 시 작업자 **근골격계 영향** • 상·하역 작업 시 유리 **파손 가능성 상존** • 상·하역 작업 시 유리 **분리 및 정렬작업 필요** • 상·하역 작업 시 작업자 **안전사고 발생 우려**	
4. **랙 보관.적재**	• **비정형적 형태**를 가져 공간손실 발생 • **다단적재 불가능**함	
5. **랙 이동**	• 랙 이동 시 지게차 등 거대 **장비 사용**	
6. **트럭-랙 상하역작업**	• 랙의 **전도 가능성** 상존 • 현장 지게차 **장비작업자 불편**	

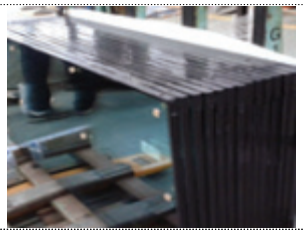
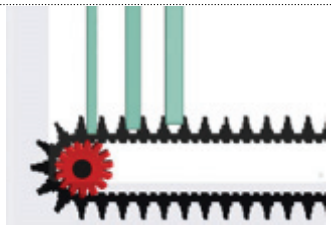
가. 유리보호

현재 유리 가공품은 물류과정에서 ⅰ)랙 자체의 외부환경 노출, ⅱ)유리 간 파손방지를 위한 코르크패드 작업 ⅲ)유리번들 고정을 위한 밴딩 작업 등 제품손상과 별도의 물류작업과정이 발생하고 있다.

동 연구에서는 이와 같이 유리제품의 보호를 위해 제품의 외부환경 노출을 방지하기 위한 폐쇄형 랙, 유리제품별 개별적재, 보관을 위한 랙 내부 장치 기능을 반영하는 모바

일 랙이 개발된다.

표 3.2.9 유리보호 (AS Is - To Be)

As Is → → → → → →			To Be
제품(유리) 외부 노출		폐쇄형 랙 제작	
코르크패드 부착 작업		유리 적재 이격 장치	
밴딩 (Banding) 작업		유리 고정 장치	

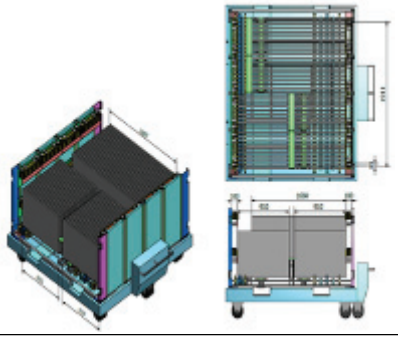
나. 유리적재방식

A, L자형 랙에 유리적재 측면에서 동일사이즈 유리들의 적재비중이 높아서 랙의 활용률이 떨어지게 된다.

기존의 랙들은 랙의 적재율을 높이기 위해 가급적 동일사이즈의 유리적재 비중을 높이려 하고 있다. 그러나 아파트 등 건설현장에 공급되는 적재 랙에는 다양한 사이즈의 유리가 동시 적재되어 활용되므로, 랙의 활용률이 저하될 수밖에 없으며 안전한 유리보관도 매우 어려운 실정이다.

이에 동 연구에서 개발되는 제품은 최대 4종까지 서로 다른 규격의 유리가 적재될 수 있도록 랙 내부의 유리적재를 위한 가변장치를 설치하여 범용성, 표준성 등을 확보할 것이다.

표 3.2.10 유리 적재방식 (AS Is - To Be)

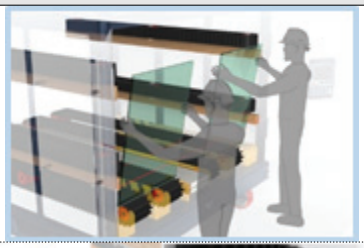
As Is → → → → → → To Be			
동일 사이즈 유리 적재		**다양한 사이즈 유리 적재**	

다. 유리 상하역작업

현재 유리 상·하역작업 시 모든 작업이 유리를 입고, 출하는 작업이 수작업으로 이루어져 작업자의 ⅰ)근골격 손상, ⅱ)추가물류작업 발생, ⅲ)작업자 안전사고 발생, ⅳ)유리의 파손가능성이 상존한다.

이를 방지하기 위해 미래의 유리 모바일 랙은 (반)자동 유리제품 입출고 장치, 유리제품 보호장치, 작업자 인식센서 등의 기능을 가지게 될 것이다.

표 3.2.11 유리 상하역 작업 (AS Is - To Be)

As Is → → → → → → To Be			
작업자 근골격 손상		**(반)자동 유리피딩 장치**	
유리 파손 가능성		**유리 고정 장치**	
작업자 안전사고		**작업자 인식센서**	

라. 랙 보관 및 적재

현재 A, L 자형의 전통적 랙은 비정형적 형태를 가지기 때문에 다단 적재가 불가능한 실정이며, 이에 따른 공간손실이 많이 발생한다. 특히 유리 가공 공장 내, 또는 작업현장에서 랙을 보관하거나 적재할 경우 1단적만이 가능하기 때문에 넓은 야드 공간을 필요로 한다. 또한 차량 적재 시에도 1단 적재로 인하여 상대적으로 운송차량 소요대수가 많이 필요하다.

이에 대응하여 장래의 유리 모바일 랙은 공간 활용을 극대화하는 다단적 기능이 가지는 형태가 될 것이다.

표 3.2.12 유리 상·하역 작업 (AS Is - To Be)

As Is → → → → → →			To Be
1단 적재 및 적재 공간 손실		컨테이너형 랙 제작/ 다단적재	

마. 랙 이동 및 트럭-랙 상하역 작업

현재 랙을 이동하기 위해서는 유리 가공공장에서는 지게차 등 거대 장비 사용이 필요하다. 이와 같이 공장 내부에 거대한 지게차 장비 등이 운영됨으로써 이와 관련한 사고, 작업제약 등을 많이 받을 수 있다.

또한 트럭과 랙의 상.하역 작업 시 랙의 전도 가능성이 상존하고 있으며, 랙의 적재형태, 규격이 달라 현장 지게차 작업자의 불편 및 안전사고가 예상된다.

이에 따라 표준화된 랙을 개발함으로써 지게차 작업 안정성을 확보할 수 있다. 또한 차후 옵션기능으로서 유리 모바일 랙을 자동으로 이동, 또는 간단한 수작업으로 이동할 수 있는 간편 이동기능을 개발할 수 있다.

표 3.2.13 유리 상하역 작업 (AS Is - To Be)

As Is → → → → → →			To Be
거대 이동장비 사용		**공장용 AGV 사용 (옵션)**	
비정형 랙 전도 가능성		**컨테이너 형 규격 랙**	

바. 최종 개발제품

현재 운용되고 있는 유리운반용 모바일 랙의 단점을 보완한 유리 전용 모바일 랙은 크게 4가지 개발방향을 설정하여 추진하였다.

첫째, 유리를 취급하는 가공공장, 건설작업현장의 작업자 노동편의 확보, 작업안전을 확보하기 위한 '유리작업 노동편의 안전화' 이다

둘째, 현재 유리제품의 운반, 적재, 이송과정에 발생할 수 있는 코르킹, 밴딩 등 포장과 비효율적 적재를 개선할 수 있는 '유리 물류비 절감을 위한 물류효율화' 이다.



그림 3.2.6 유리운반용 모바일 랙 (AS Is - To Be)

셋째, 생활 및 작업환경의 수준향상과 발맞추어 유리 물류용기의 표준과 규격을 선도하기 위한 '유리 물류용기 표준화' 이다.

넷째, 4차 산업혁명에 발맞추어 RFID를 이용, 유리 물류용기의 추적, 도난방지, 회수

등 물류공급망의 관리용이를 위한 ‘유리 물류 4차산업 디지털화’이다.

이와 같은 개발방향을 설정하고 미래에는 유리제품 운반용기의 표준화를 선도할 수 있는 첨단 컨테이너 형 ‘유리운반용 모바일 랙’이 개발되었다.

제3절 유리운반용 모바일 랙 기능정의 및 개념설계

1. 유리전용 모바일 랙

가. 기능정의

동 연구에서는 현 유리제품의 물류과정에서 사용되는 A, L자형 보관, 운반 랙에 대하여 사용실태, 문제점을 살펴보았으며, 이에 따른 유리운반용 모바일 랙의 미래상(To Be)을 제시하였다.

따라서 수요조사 및 요구상항, 사용실태, 문제점, 미래상 등 이를 기초로 개발하여야 할 유리운반용 모바일 랙의 기능을 정의하고 그에 따른 개념설계를 진행하였다.

유리제품보호, 유리적재 효율화, 유리상하역작업 편의향상, 랙 보관 및 적재효율화, 랙 이동 편의확보, 트럭-랙 간 상·하역 작업편의 확보 등 6가지 측면에서 구현이 가능하도록 모바일 랙 기능을 정의하였다.

표 3.3.1 유리전용 모바일 랙 기능정의

부문	기능	세부내용	구성장치
1. 유리(제품) 보호	• 랙 외관 박스 기능 • 랙 내 유리 고정 기능	• 유리제품 외부노출 방지 • 유리 간 파손 방지 • 유리 번들링 움직임 방지	• 박스형 • 체인장치 • 고정 장치
2. 유리적재	• 랙 내 적재가변 기능	• 다양한 유리사이즈 적재 • 랙 적재율 확대	• 가변(적재 폭 조절)장치
3. 유리 상하역작업	• 랙 내 유리(자동)피딩 기능	• 작업자 보호 • 작업자 노동편의	• 피딩 장치
4. 랙 보관.적재	• 다단적재 기능	• 공간 활용률 극대화	• 코너캐스팅 장치
5. 랙 이동	• 랙 이동 편의 기능	• 손쉬운 이동	• 자동이송장치
6. 트럭-랙 상하역작업	• 랙 표준화 기능	• 랙 상·하역 장비작업 편의	• 박스형

나. 유리운반용 모바일 랙 개념설계

유리운반용 모바일 랙은 크게 그 기능을 구현하기 위해 6가지 부문으로 나누어 장치 구성 및 개념설계를 수행하였다.

첫째, 유리운반용 모바일 랙을 이동할 경우 수직과 수평방향으로 슬라이딩 구동이 가능토록 하는 부분과 랙의 보관 및 적재 시 역진방지를 위한 랙 이동제어장치 부문이다.

둘째, 랙의 공간 활용률 확대를 위해 랙을 박스형태로 제작하고 다단적이 가능하도록 하는 적재장치 부문이다.

셋째, 랙 내부로 유리제품을 보관할 경우 유리제품 상호간의 간섭 방지, 제품의 흔들림 방지, 충격방지 등 기능수행이 가능한 고정 장치(하부, 측면부, 중앙부) 부문이다.

넷째, 랙 내부에 다양한 사이즈의 유리적재가 가능하도록 하는 사이즈조절 가변장치 부문이 있다.

다섯째, 작업자의 안전과 편의성 확보를 위해 랙 내부 유리제품의 입·출고 시 자동 또는 반자동으로 유리제품의 손쉬운 입출고가 가능하도록 하는 피딩장치 부문이다.

여섯째, 작업자가 랙 내부 유리를 입고, 출할 때 위험이 발생되면 유리제품의 이동이 제어되도록 하는 안전장치(센서) 부문이다.

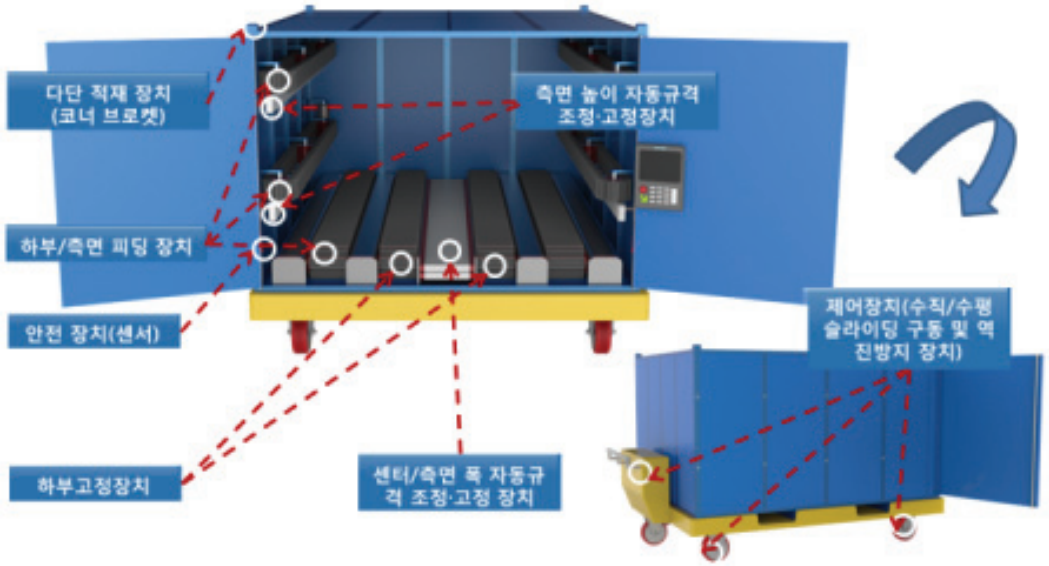


그림 3.3.1 유리가공품 운송용 가변형 모바일 랙 구성도

(1) 랙 이동.제어장치

대차에 탑재된 제어장치는 가공 유리 운송용 가변형 모바일 랙을 저 동력으로 수직/수평방향으로 슬라이딩 이동하게 하고, 이동 시 사고를 방지하기 위하여 역진방지 및 멈춤이 되도록 설계한다.

표 3.3.2 제어장치 사양

구분	기본 사양	비고
수직/수평 슬라이딩 구동	BLDC Motor 300W	DC 24V
역진 방지장치	On-Off 전원 차단 S/W	토글 스위치

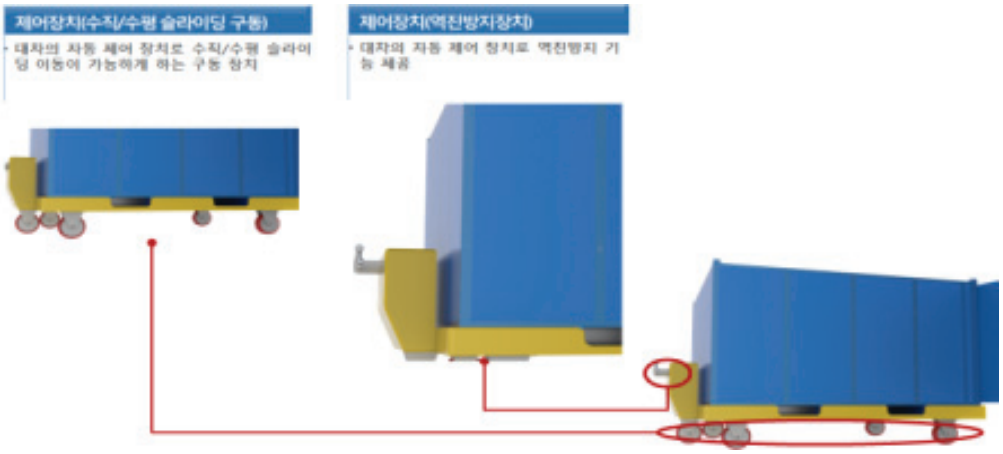


그림 3.3.2 제어장치 개념

(2) 랙 다단 적재 장치(코너 브로켓)

랙은 제품의 외부노출을 방지하도록 박스 형태로 설계하고, 오픈탑 트럭 및 물류창고에서 가공 유리 운송용 가변형 모바일 랙을 다단 적재할 수 있도록 설계한다. 특히 다단 적재는 무게에 의해 제품이 손상되지 않도록 코너 브로켓을 설계하였다.

표 3.3.3 다단 적재 장치 사양

구분	기본 사양	비고
코너 브로켓	Stacking 하중 강도 : 5,000kg 견딜 것	컨테이너 코너 캐스팅 타입
트위스트 락	Lever 회전형 Type	상하 양나사 타입

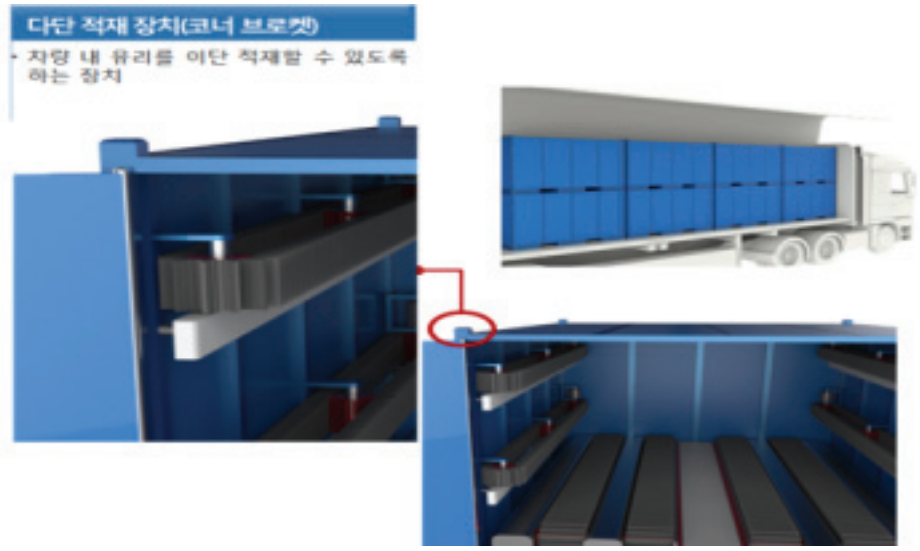


그림 3.3.3 다단 적재 장치(코너 브로켓)

(3) 유리제품 고정 장치

(가) 하부 고정 장치

하부 고정 장치는 유리가공품이 차량 이송 시 상하 흔들림에 의해 파손되는 것을 방지하기 위한 목적으로 두께가 다른 다양한 유리를 하부에서 고정하도록 설계하였다.

표 3.3.4 하부고정 장치 사양

구분	기본 사양	비고
하부 고정 장치	합성수지 Sub Plate 부착 타입	M/C 또는 PE Nylon
	가스 스프링 장착 분리형 타입	-

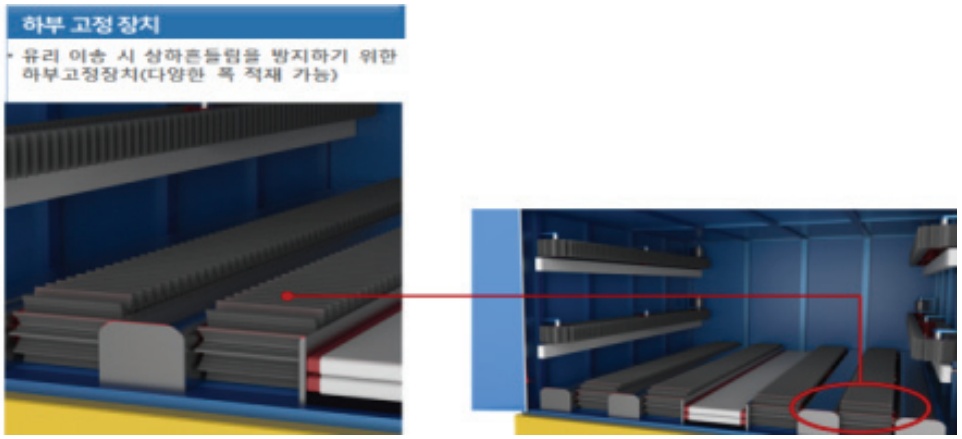


그림 3.3.4 유리제품 고정 장치(하부)

측면 높이 자동규격조정·고정 장치는 높이·두께가 다른 다양한 유리가공품을 혼적

하고, 이동 시 유리의 좌우 흔들림에 의해 파손되는 것을 방지하기 위해 고정하도록 설계하였다.

(나) 측면부

기존 랙에서는 일정한 각도와 코르크패드, 래핑 등을 이용하여 유리 간 이격 유지 및 고정을 했지만, 본 개발 제품은 측면의 고정 장치를 이용하여 유리가공품의 이격을 유지하고 제품을 하부 및 측면에서 고정토록 하였다.

특히 높이가 다른 여러 종류의 유리가공품이 적재되어도 규격을 자동으로 조정해 줌으로써 적재의 효율성을 높일 수 있도록 개념을 정립하였다.

표 3.3.5 측면 높이 자동규격조정・고정 장치 사양

구분	기본 사양	비고
측면 높이 자동규격 조정	측면 피딩 장치와 일체형 동작(상・하)	정역회전 구동모터
측면 고정 장치	가스 스프링 장착 분리형 타입	탄성체 합성수지



그림 3.3.5 유리제품 고정 장치(측면부)

(4) 유리사이즈조절 가변장치

센터/측면 폭 자동규격 조정・고정 장치는 다양한 폭 사이즈의 유리를 하나의 랙에 적재하고 고정하기 위해 한쪽 벽면에 고정된 유리를 밀어줘서 이동 시 움직임을 최소화

시켜 제품 파손을 방지하기 위한 목적으로 설계하였다.

기존에 소모품인 코르크패드, 래핑을 통하여 모바일 랙에 적재되는 유리를 좌우/상하 흔들림을 방지하고, 이동 시 유리 간 충돌에 의한 파손을 최소화시켰는데, 본 개발에서는 센터/측면 폭 자동규격 조정 및 고정 장치로 이 기능을 대체하였다.

폭이 다른 여러 종류의 유리가공품이 적재되어도 규격을 자동으로 조정해 줌으로써 적재의 효율성을 높일 수 있다.

표 3.3.6 유리 사이즈조절 가변장치 사양

구분	기본 사양	비고
센터/측면 폭 자동규격 조정 고정 장치	테이블 리프트 타입 분리형 가스 스프링 유닛	-
	합성수지 탄성체 Sub Plate 부착 타입	-



그림 3.3.6 유리 사이즈 조절 가변장치

(5) 유리제품 (반)자동피딩장치

하부/측면 피딩 장치는 모바일 랙에 적재되어 있는 유리가공품을 한 장씩 자동으로 피딩되어 작업자의 유리제품 입출고가 용이하도록 설계하였다.

표 3.3.7 유리제품 (반)자동 피딩 장치 사양

구분	기본 사양	비고
하부/측면 피딩 장치	BLDC 모터 하부/측면 일체형 구동	정역 회전형 300W
	오목 구조 Attatch 타입 벨트	제품 폭 대응

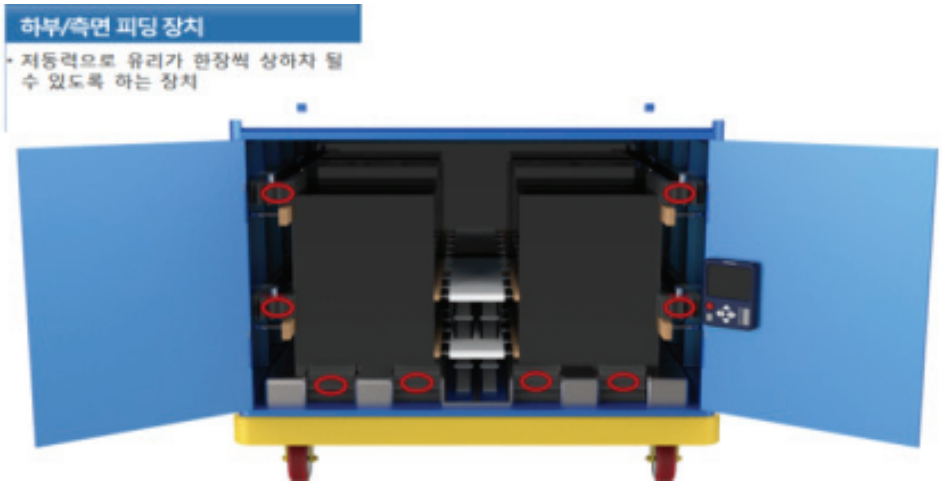


그림 3.3.7 유리제품 하부/측면 자동 피딩장치

(6) 유리작업 안전장치(센서)

안전장치(센서)는 모바일 랙 전면부에 센서를 부착하여 작업자가 없는 경우 혹은 비상상황 시 유리가 자동으로 피딩되지 않고 멈추도록 하여 유리 파손에 의한 산업재해를 미연에 방지할 수 있도록 설계하였다.

표 3.3.8 안전장치 사양

구분	기본 사양	비고
안전장치 (센서)	화이바 광 센서 (Ø1mm)	좌우 각각 설치
	색상(흑색 등) 검지 타입	

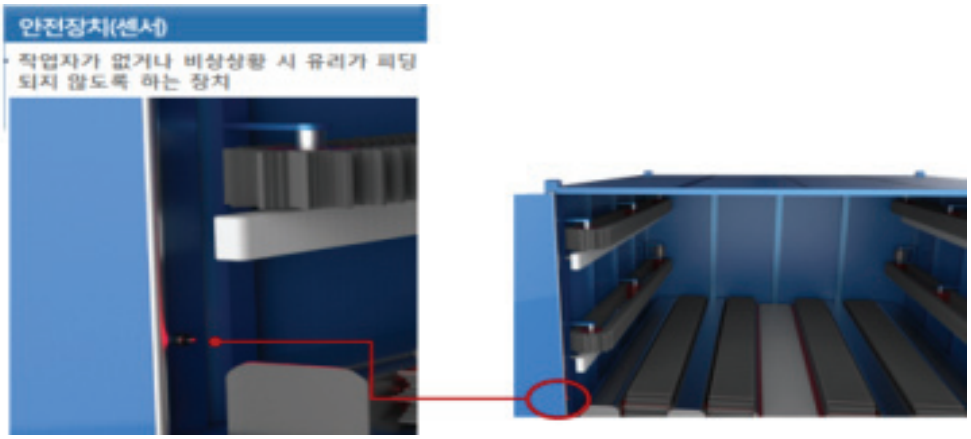


그림 3.3.8 안전장치(센서)

(7) 개념설계도

유리전용 모바일 랙의 개발대상 기술 및 기능의 개념도는 다음과 같다.

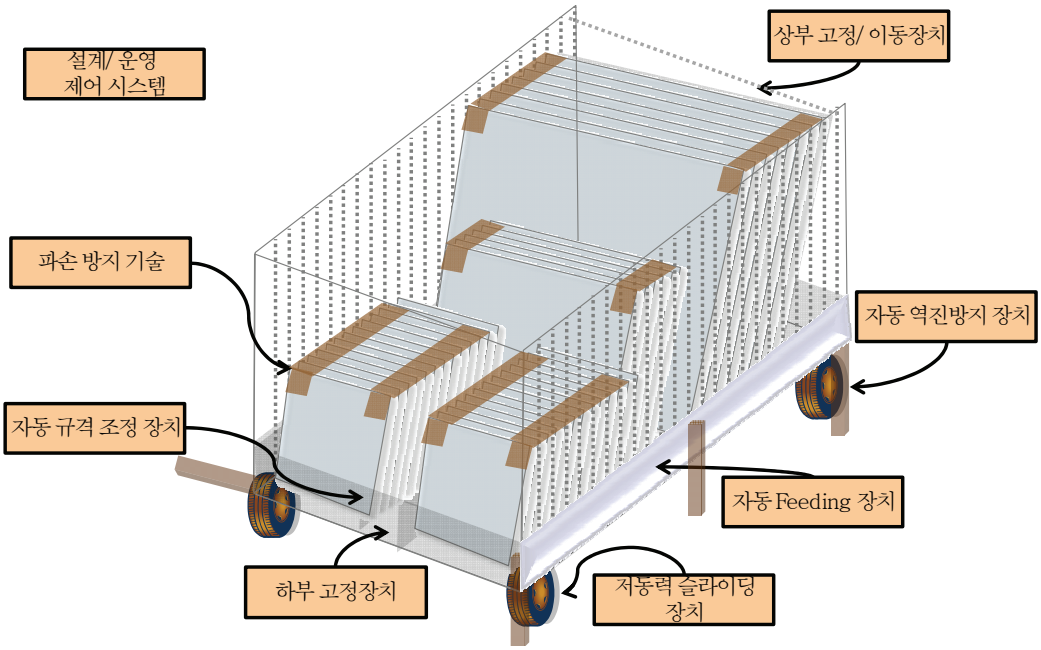


그림 3.3.9 유리 모바일 랙 개념설계도

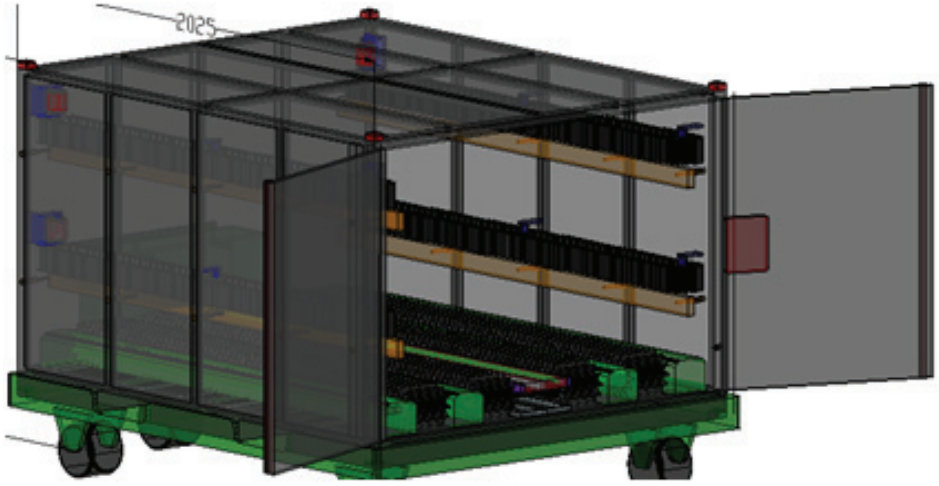


그림 3.3.10 모바일 랙 개념설계도

주요 사양을 각 기능별로 정리한 사항은 다음과 같다.

표 3.3.9 유리 모바일 랙 개념 설계도의 기술 및 기능

구분	기본 사양	비고
설계/운영 제어 시스템	- 출하단위별 랙 종류 선정 - 상부 고정 장치 상하 조정 - 규격 조정장치 좌우 조정 - 파손방지 장치 상하 조정	
파손방지기술	- 유리를 상부에서 좌우/상하 흔들림 고정 - 유리간 충돌 방지(코르크 재질 등 압착방식)	
자동규격 조정장치	- 유리 사이즈에 맞게 좌우 폭 조정	
하부고정 장치	- 유리를 하부에 고정하는 장치	
저동력 슬라이딩 장치	- 랙을 차량으로 이동하는 장치	
자동 Feeding 장치	- 하역 시 유리 한 장씩 피딩하는 장치	
자동 역진방지 장치	- 이동 후 바닥에 고정하는 장치	
상부 고정/ 이동장치	- 파손방지장치를 고정하고 이동하는 장치	

2. 유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템

가. 개요

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템은 유리전용 모바일 랙 사업화 시 수요업체(유리가공업체)가 모바일 랙 도입 여부의 의사결정을 내리는 것을 지원하기 위한 컨설팅 기능을 수행하기 위해 개발되었다. 이 시스템이 제공하는 주요 기능은 표준 랙 설계사이즈 및 임대/구매 대수 결정 지원, 경제적 타당성 분석 기능 지원(투자대비 물류비 절감 내역 확인), 실제 운영 시 모바일 랙 투입대수와 차량투입대수를 설정하는 것이다. 유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템은 설계지원시스템, 운영지원시스템, 성능평가시스템 3가지 모듈로 구성된다.

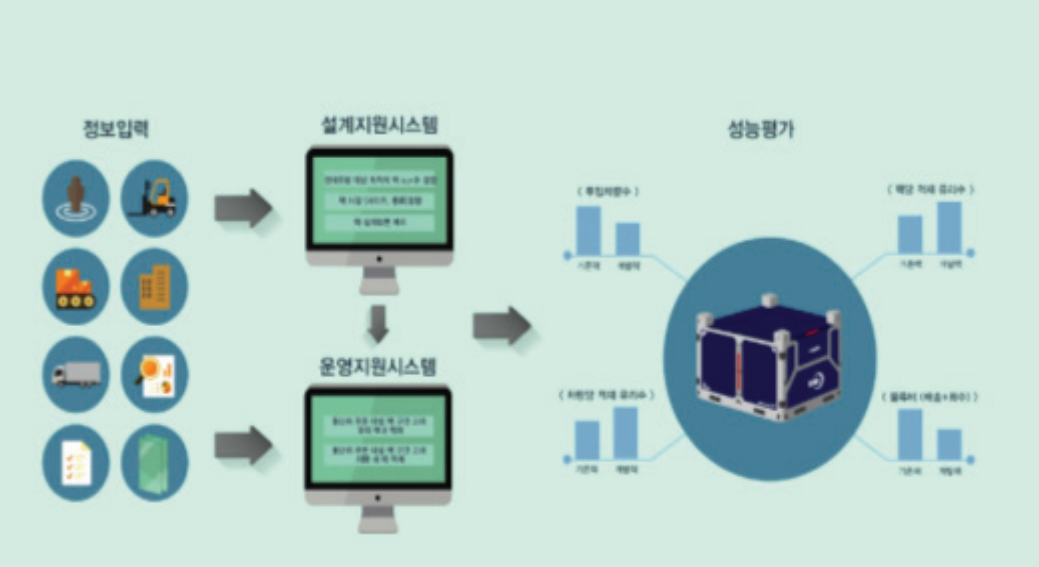


그림 3.3.11 유리전용 모바일 랙 설계지원 시뮬레이션 시스템 개념도

(1) 설계지원시스템

건설업에 사용되는 유리사이즈는 매우 다양(업체당 17,000개 이상)하고, 1년 동안 수십만~수백만 개의 다양한 유리 사이즈의 주문 정보를 사람이 직관적으로 판단하고 엑셀 등 매뉴얼 분석만으로 모바일 랙의 최적 사이즈 산출이 어렵다. 업체별로 취급하는 다양한 유리 사이즈를 포함한 방대한 주문(출하) 데이터를 고려하여 적재율은 향상시키고 물류비는 절감시킬 수 있는 모바일 랙을 설계·실험하기 위해서는 모바일 랙 외관 및 내관 사이즈 등의 결과 값 추출이 신속·정확하게 이뤄져야 한다.

한편 모바일 랙 설계 시 유리 규격별로 다양한 종류의 모바일 랙을 설계·제작할 경우, 보유 랙 수가 증가하여 기업 물류비가 상승하므로, 다양한 규격의 유리를 포괄할 수 있는 표준 랙 설계가 필요하다. 또한 본 연구에서 개발하는 유리전용 모바일 랙은 국내뿐만 아니라 중국, 일본, 유럽, 미국 등 해외 수출을 고려하기 때문에 국가별로 취급하는 유리 규격 및 종류가 다른 경우 해당 수출국 등을 고려한 표준 랙 설계 사양을 산출해야 한다.

이에 유리전용 모바일 랙 설계지원시스템은 다양한 유리사이즈를 고려하여 최적의 표준 랙 사이즈를 산출하는 기능을 수행한다.

(2) 운영지원시스템

기존 랙(A자, L자)과 모바일 랙은 형상부터 운영방식이 상이하고, 아파트마다 비표준화된 다양한 유리 사이즈가 존재하며 아파트 작업 공정상 동·층, 유리 규격 및 무게를 고려해야 하는 등 최적의 랙 적재계획 및 출하계획 수립이 어려운 작업이다. 또한 모바일 랙내 유리 적재 및 차량 내 모바일 랙 적재 시 적재율과 물류비를 고려해야 하므로 운영지원시스템의 도움 없이 사람이 직관적·수작업으로 최적 값을 도출하기는 어렵다.

이에 유리전용 모바일 랙 운영지원시스템은 유리취급업체들이 모바일 랙 도입 후 실제 현장에서 활용할 수 있도록 적재율 및 물류비를 고려하여 실제 주문 시 필요한 모바일 랙 수, 차량 수뿐만 아니라 모바일 랙 내 유리 적재 방법·순서, 차량 내 모바일 랙 적재 방법·순서를 알려주는 기능을 수행한다.

(3) 성능평가시스템

모바일 랙 도입을 고려하는 유리취급업체는 기존 랙을 모바일 랙으로 변경했을 경우 경제적 타당성이 존재하는지 여부, 적재율·물류비 등의 개선정도에 대한 정보를 획득하기를 원한다. 또한 고객이 모바일 랙 도입 여부를 의사결정하기 위해서는 취급하는 유리 종류 및 출하정보를 입력 혹은 연계시켰을 때 설계지원시스템과 운영지원시스템에서 계산된 성능평가 결과, 투자대비 효과가 신속하게 산출되어야 한다.

이에 유리전용 모바일 랙 성능평가시스템은 국내외에서 유리전용 모바일 랙의 판매 및 임대를 고려하는 기업을 대상으로 도입 의사결정을 신속하게 내릴 수 있도록 기존 랙 대비 모바일 랙의 물류비 절감 등의 성능비교뿐만 아니라 투자대비 효과를 산출해준다.

나. 기능 정의

유리전용 모바일 랙 설계지원시스템 기능은 첫째 방대한 국내외 유리 데이터를 기반으로 국가별·기업별 표준 모바일 랙 사양을 결정한다. 즉 기업들의 방대하고 다양한 유리 사이즈, 주문단위, 보유 차량·지게차 사양 정보, 배송단위 등 설계에 필요한 여러 가지 정보를 입력 한 후 표준 모바일 랙의 최적 랙 Slot수(랙 외관 및 내부 크기) 및 사양을 결정한다. 두 번째 기능은 운영지원시스템 개발단계에 필요한 표준화된 모바일 랙의 설계제원을 알려주는 것이다. 세 번째 기능은 산출된 랙 사이즈를 기반으로 개략적인 표준 설계

도면을 제시하는 것이다.

유리전용 모바일 랙 운영지원시스템 기능은 첫째 실제 유리모바일 랙을 운영할 경우 사용되는 시스템으로 출하되는 유리데이터(유리 규격, 유리 수량, 이용 지게차, 이용차량, 보관/장치일, 목적지 등)를 기반으로 최소투입비용의 소요되는 랙 수 및 차량 수를 결정한다. 두 번째 기능은 출하 스케줄에 따라 보유한 모바일 랙에 유리를 아파트 공사장 작업 순서에 맞게 적재하는 순서를 제시하는 것이다. 세 번째 기능은 출하 스케줄에 따라 유리가 적재된 모바일 랙을 배송 차량을 지정하고 차량에 적재하는 방법을 제시하는 것이다.

유리전용 모바일 랙 성능평가시스템의 기능은 첫째 설계지원시스템 및 운영지원시스템이 제시한 모바일 랙의 사이즈가 적정한 지 검증한다. 두 번째 기능은 실제 데이터를 기반으로 기존 랙과 모바일 랙의 적재율, 물류비 등 운영 성능을 비교한다. 세 번째 기능은 모바일 랙 임대 혹은 구매 의사결정을 지원하기 위한 경제적 효과를 분석하여 제시하는 것이다.

표 3.3.10 유리전용 모바일 랙 설계지원 시뮬레이션 시스템 기능

구분	기능
설계지원시스템	• 방대한 국내외 유리 데이터를 기반으로 국가별.기업별 표준 모바일 랙 사양 결정 • 운영지원시스템 개발단계에 필요한 표준화된 모바일 랙 설계제원 제시 • 산출된 랙 사이즈를 기반으로 개략적인 표준 설계 도면 작성
운영지원시스템	• 기업별 최적의 보유 랙 수 및 차량 수 결정 • 모바일 랙 내 유리 적재 순서 결정 • 차량 내 모바일 랙 적재 순서 결정
성능평가시스템	• 설계 및 운영 알고리즘 검증 기능 • 기존 랙과 모바일 랙의 적재율, 물류비 등 운영 성능 비교 • 모바일 랙 임대 혹은 구매 결정을 위한 경제적 효과 분석

다. 개념 설계

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템은 입력모듈, 알고리즘, 출력모듈 세가지 모듈로 구성된다. 입력 모듈은 가공 유리 현장의 출하, 차량 정도 등 기본 데이터를 저장한다. 알고리즘 모듈은 최적의 설계 사이즈, 투입 적재 랙 수 및 차량 수 등을 결정하는 설계 및 운영알고리즘으로 구성된다. 마지막으로 출력 모듈은 적재율, 물류비 비교, 설계 도

면 제시, 경제성 분석 결과 제시 등을 제시한다.

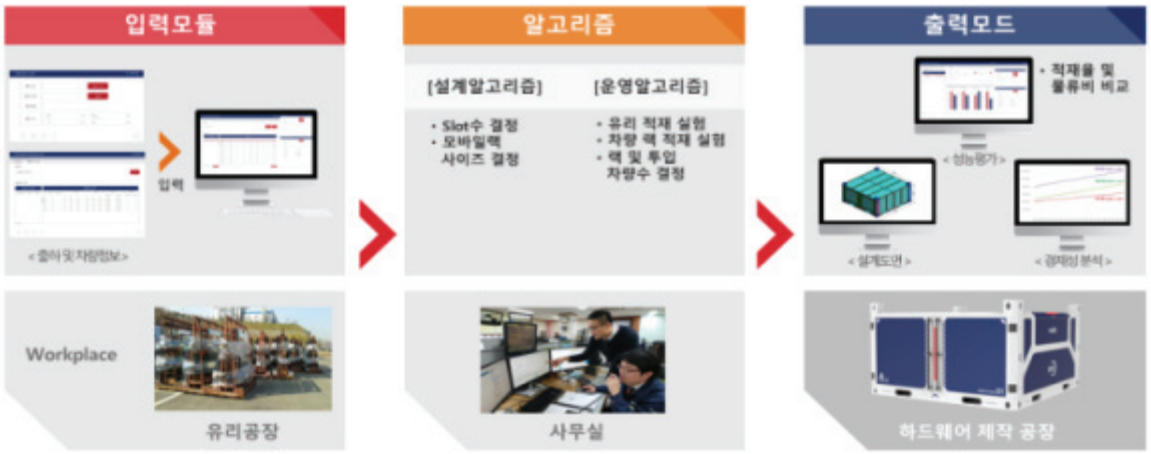


그림 3.3.12 유리전용 모바일 랙 설계지원 시뮬레이션 시스템 화면 구성도

(1) Input 화면 개념 설계

가공 유리 업체에서 유리를 주문 받아 생산·출하하고 아파트 공사장으로 배송하는 유리규격 정보, 랙 정보, 지게차 정보, 운송트럭 정보 등의 엑셀파일을 설계지원시스템 입력화면에 입력한다.



그림 3.3.163 Input 화면 설계

(2) 설계 및 운영 알고리즘 개념 설계

설계 및 운영 알고리즘 단계에서는 설계알고리즘 모델링을 수립하여 전체 주문단위 기준 최적 랙 Slot을 결정하는 것을 목적으로 한다. 현장 운영 현황을 반영하여 운영알고리즘 모델링한 후 최적 랙 Slot이 적정한 지 검증한다. 그 결과를 바탕으로 산출된 랙 사

이즈를 기반을 설계 도면을 작성한다.

설계알고리즘 단계에서는 입력된 기초정보를 기반으로 랙 사이즈를 결정하기 위한 설계알고리즘을 실행시키면 주문단위인 유리 규격, 배송형태, 배송단위 등을 고려한 최적의 유리 슬롯(Slot) 수를 제시한다. 제시된 유리 Slot수를 기반으로 모바일 랙 외관 사이즈 및 도면을 계산하여 제시한다. 본 연구에서 제시된 MIP 수학 모델링은 Greedy Algorithm을 이용하여 모바일 랙의 최적 슬롯수를 결정했다.



그림 3.3.164 설계 및 운영알고리즘 화면 설계

Slot은 모바일 랙에 유리가 적재되는 공간을 지칭하며, 유리 사이즈에 따라 1 Slot이 유리 1장, 2장, 4장이 될 수 있다.

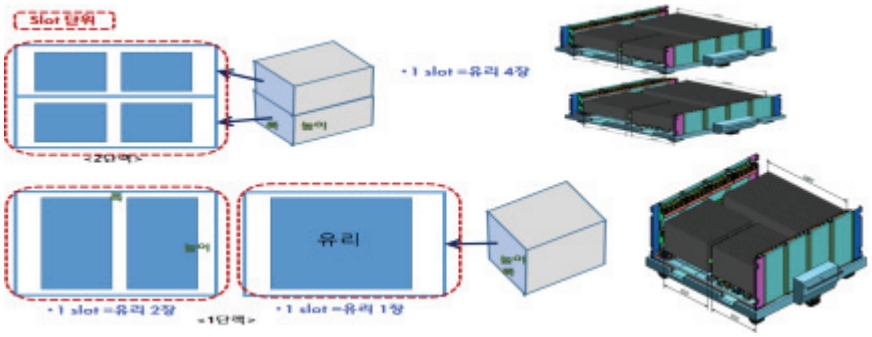


그림 3.3.165 Slot 개념

(3) 성능평가 화면 개념 설계

성능평가 화면 개념 설계 단계에서는 기존 랙과 개발 랙의 차량 당 적재율, 랙 당 적재율, 물류비(배송비+회수비용)를 비교하는 것을 설계한다. 출력화면은 기존 랙과 모바일 랙의 성능을 비교하는 것이다. 기존 랙(A자, L자)을 이용하여 아파트 공사장에 유리 납품 시 실제 투입한 차량 수와 모바일 랙을 이용했을 경우 투입되는 차량 수를 비교한다. 또한 랙 당 적재율뿐만 아니라 차량 당 적재율 차이도 비교한다. 마지막으로 아파트공사장까지의 배송비뿐만 아니라 빈 랙의 회수비용을 고려한 물류비를 비교한다.

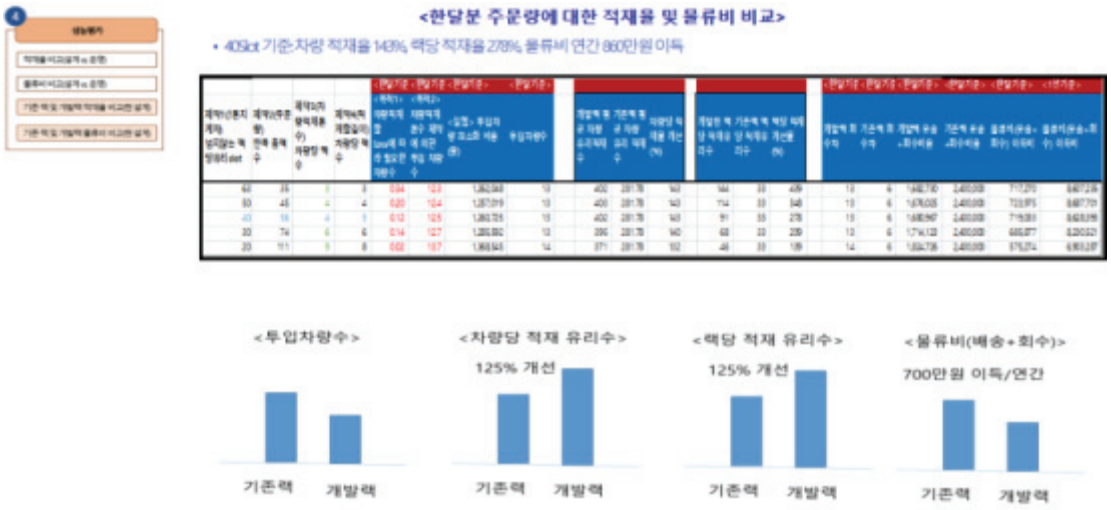


그림 3.3.166 성능평가 화면 설계

제4절 유리운반용 모바일 랙 기본설계

1. 유리 모바일 랙

유리운반용 모바일 랙은 이동제어장치(수직/수평 슬라이딩 구동장치 및 역진방지장치), 다단 적재장치(코너 브로켓), 유리제품 고정 장치(하부 고정 장치, 측면 높이 자동규격 조정 및 고정 장치, 중앙부 폭 규격 조정 및 고정 장치), 하부/측면 피딩 장치, 안전장치(센서) 등으로 구성된다.

각 장치의 기능 및 기본사양, SIZE 선정을 위해 구조상 취약한 지점 판단 및 기능적 실현불가능 부분 등을 공학적으로 해석·평가한다. 이후 결정된 기능부 사양을 적용해 기본도면을 작성한다.

가. 랙 이동제어장치

기존 유리 랙은 별도의 구동장치가 없으며, 랙 운반 시 좁은 통로에서의 7톤 지게차 사용으로 안전사고 위험이 발생하여 수직/수평 슬라이딩 이동 제어 기능이 있는 대차를 설계하였다. 공장 내 가공 유리에 대하여 운송용 모바일 랙을 이용한 이동 시 저 동력으로 수직/수평방향 슬라이딩 이동이 가능하도록 구성 하였으며, 이동 중 안전사고를 방지하기 위해 역진방지 기능 및 위험발생 상황에서는 멈춤 제어가 가능하도록 설계하여 안정성을 확보하였다.

표 3.4.1 제어장치 사양

구분	기본 사양	비고
수직/수평 슬라이딩 구동	BLDC Motor 300W	전원 DC 24V
역진 방지장치	On-Off 전원 차단 S/W	토글 스위치



그림 3.4.1 모바일 랙 슬라이딩 이동 및 역진방지 기능 제어장치

나. 랙 다단 적재장치

기존 A자, L자형 랙은 유리가 외부 환경에 노출되며, 랙 2단 적재 불가로 차량 적재 시 로스 공간이 발생되어 적재 효율성이 떨어지므로 오픈 탑 트럭 및 물류창고에서 모바일 랙 다단 적재가 가능한 코너 브로켓을 설계하였다. 이로 인해 랙 적재 시 화물차의 로스공간이 최소화되어 적재율 향상 및 물류비용 절감이 가능하다. 또한 다단 적재 무게로 인한 제품손상을 방지하며, 차량 운송 시 안전성을 강화할 수 있다.

표 3.4.2 다단 적재장치 사양

구분	기본 사양	비고
코너 브로켓	적재 하중 강도 : 경량소재(5,000kg 이상)	컨테이너 코너 캐스팅 타입
트위스트 락	Lever 회전 고정 타입	상하 양나사 타입



그림 3.4.2 모바일 랙 다단 적재장치(코너 브로켓)

다. 유리제품 고정 장치

(1) 하부 고정 장치

기존 A자, L자형 랙에 유리 적재 시 유리 간 충돌 방지를 위해 코르크 패드 부착기계를 활용하여 작업자 1인 수작업 코르크 패드 부착이 필요하며, 유리 운반 시 파손 방지를 위해 작업자 1인 래핑 및 밴딩 포장이 필요한데 랙 당 10분이 소요된다.

이러한 포장 소모품인 코르크 패드, PP밴드, 랩 등을 사용하지 않으며 래핑 및 밴딩 작업을 없애기 위해 모바일 랙 하부 고정 장치를 설계하여 차량 운송 시 상하 흔들림에 의한 유리파손 방지 및 다양한 두께의 유리를 하부에서 고정 가능하도록 설계하였다.

표 3.4.3 하부 고정 장치 사양

구분	기본 사양	비고
하부 고정 장치	합성수지 Sub Plate 부착 타입	M/C 또는 PE Nylon
	Sub Plate 부착타입 가스 스프링 장착 분리형 타입	

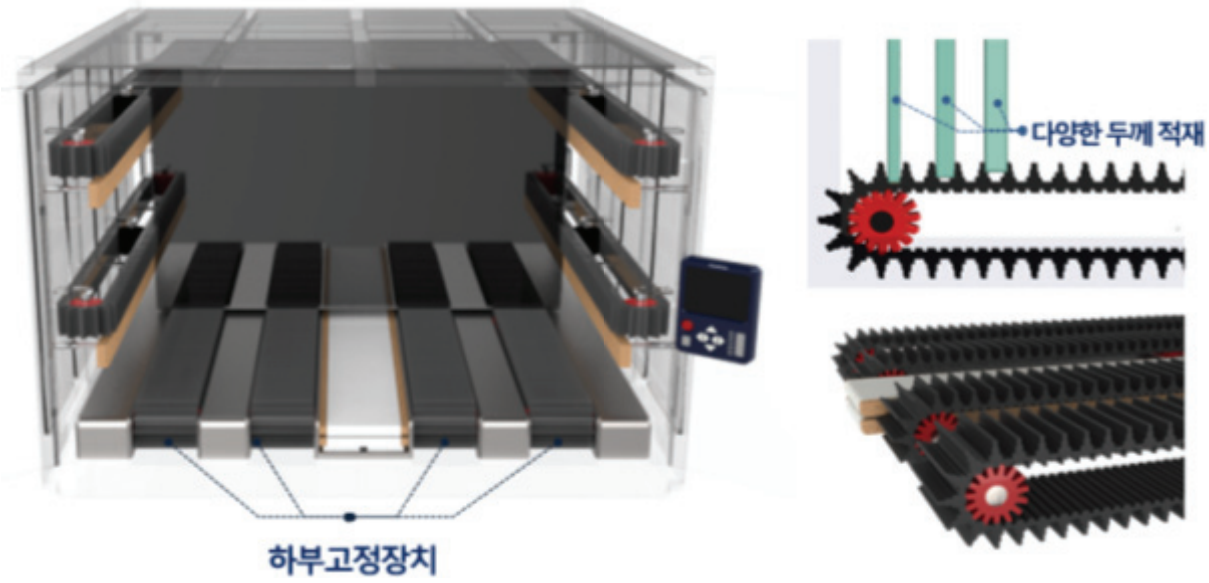


그림 3.4.3 모바일 랙 하부 고정 장치

(2) 측면부 고정 장치

기존 A자, L자형 랙에서는 대부분 동일한 사이즈의 유리를 적재하며, 유리를 혼적 할 경우 사이즈별로 래핑 및 밴딩 포장이 필요하다.

이러한 별도의 포장작업 없이 사이즈가 다른 유리 혼적을 위해 측면 높이 자동규격 조정 및 고정 기능을 도입하여 높이와 폭이 다양한 사이즈의 유리를 한 랙에 적재하고, 측면 고정 장치로 유리를 압착하여 차량 운송 중 제품파손 방지 및 적재 효율성이 향상되도록 설계하였다.

표 3.4.4 측면 높이 자동규격조정 · 고정 장치 사양

구분	기본 사양	비고
측면 높이 자동규격 조정	측면 피딩장치와 일체형 동작(상・하)	정역회전 구동모터
측면 고정 장치	가스 스프링 장착 분리형 타입	탄성체 합성수지

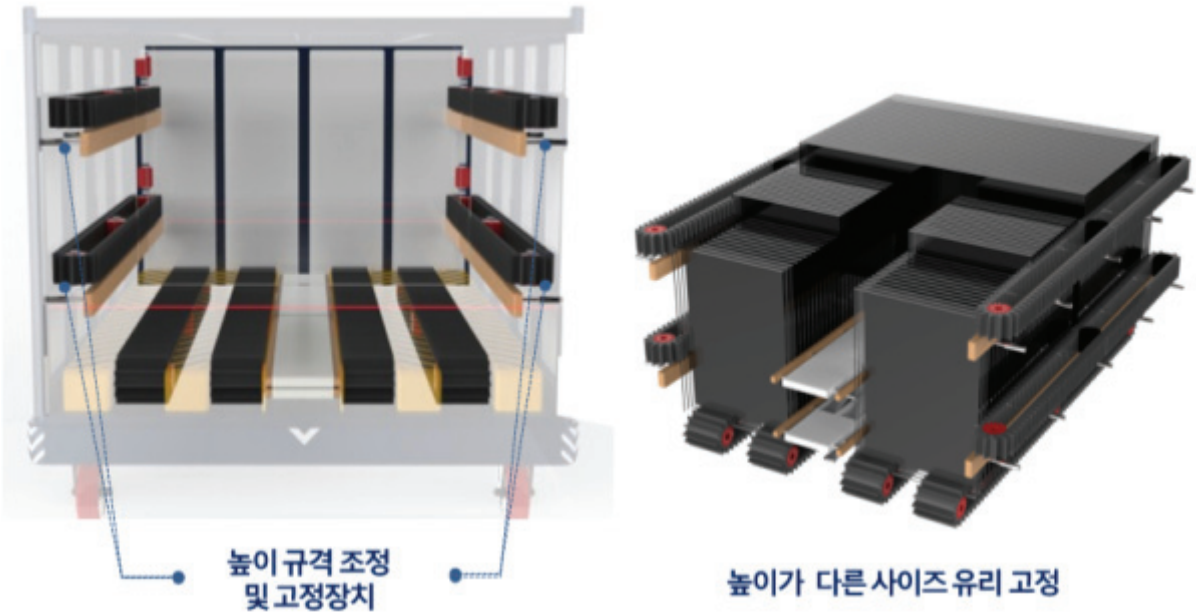


그림 3.4.4 모바일 랙 측면 높이 규격 조정 및 고정 장치

(3) 중앙부 고정 및 폭 조절장치

기존 A자, L자형 랙에서는 대부분 동일한 사이즈의 유리를 적재하며, 유리를 혼적 할 경우 사이즈별로 래핑 및 밴딩 포장이 필요하다.

이러한 별도의 포장작업 없이 사이즈가 다른 유리 혼적을 위해 중앙부 폭 규격 조정 및 고정 기능을 도입하여 높이와 폭이 다양한 사이즈의 유리를 한 랙에 적재하고 중앙 고정 장치로 유리를 압착하여 차량 운송 중 제품파손 방지 및 적재 효율성이 향상되도록 설계하였다.

표 3.4.5 중앙부/측면 폭 자동규격 조정 및 고정 장치 사양

구분	기본 사양	비고
중앙부/측면 폭 자동규격 조정 고정 장치	테이블 리프트 타입 분리형 가스 스프링 유닛	
	합성수지 탄성체 Sub Plate 부착 타입	

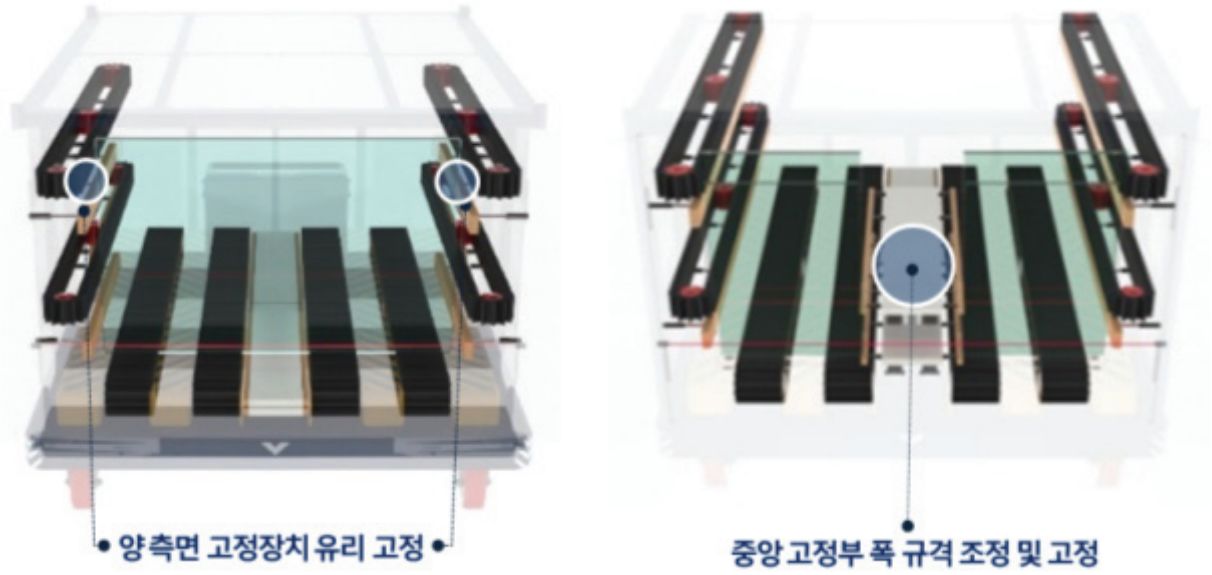


그림 3.4.5 모바일 랙 중앙부 폭 규격 조정 및 고정 장치

라. 유리제품 자동 피딩(Auto Feeding)장치

기존 A자, L자형 랙에서는 작업자가 랙 안쪽에 있는 유리를 꺼내기 위해 몸을 구부리고 랙에 올라가 가까이 접근해야 되므로 작업자의 편의성 제고를 위해 유리가 자동으로 피딩되는 기능을 설계하였다.

하부/측면 피딩 구동장치는 BLDC 모터, Attach 타입의 컨베이어 벨트를 적용하여 모바일 랙에 적재되어 있는 유리가공품이 한 장씩 자동으로 피딩되어 상·하역 용이 및 작업 편의성이 향상 되도록 설계하였다.

표 3.4.6 하부/측면 피딩 장치 사양

구분	기본 사양	비고
하부/측면 피딩 장치	BLDC 모터 하부/측면 일체형 구동	정역 회전형 500W
	오목 구조 Attach 타입 벨트	제품 폭 대응

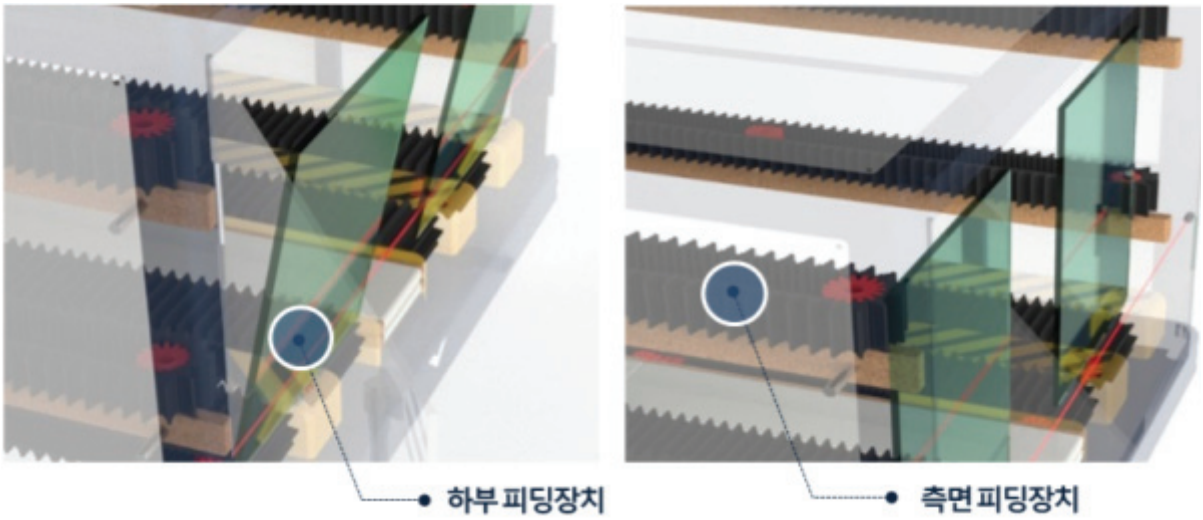


그림 3.4.6 모바일 랙 하부/측면 피딩 장치

마. 유리작업 안전(센서) 장치

안전장치(센서)는 모바일 랙 전면부에 센서를 부착하여 작업자가 자리를 비우거나 비상상황 발생 시 유리가 자동으로 피딩되지 않고 작동을 멈추도록 하여 유리 파손에 의한 산업재해를 미연에 방지할 수 있도록 설계하였다.

표 3.4.7 안전장치(센서) 사양

구분	기본 사양	비고
센서	화이바 광 센서 (Φ1mm)	좌우 각각 설치
	색상(흑색 등) 검지 타입	



그림 3.4.7 모바일 랙 안전장치(센서)

바. 기본설계 도면

개념설계를 기반으로 각 기능부의 사양을 결정하여 작성한 기본설계 도면은 골조 프레임부 32매 각 기능부 41매로 총 73매의 기본 설계도면을 산출하였다.

◯ 프레임 : 32매

◯ 구동부 : 3매

◯ 측면 고정부 : 16매

◯ 중간 가이드부 : 12매

◯ 컨베이어부 : 10매

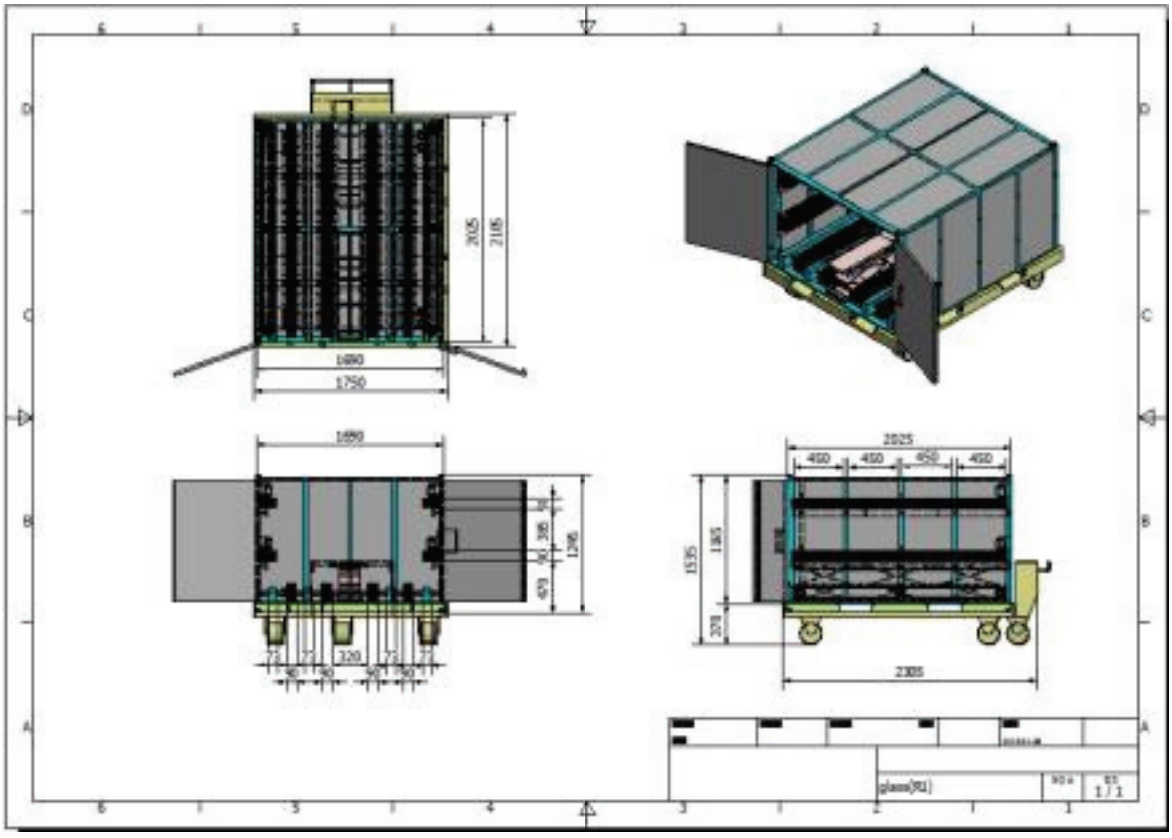


그림 3.4.8 모바일 랙 기본설계 도면

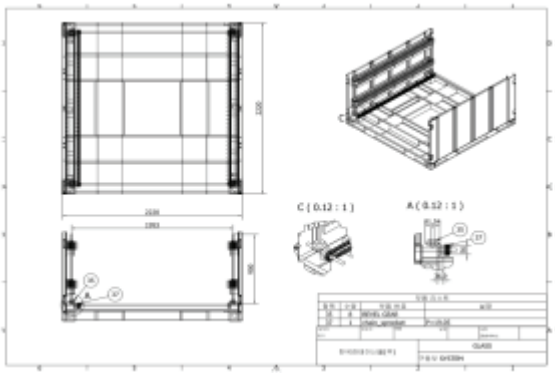


그림 3.4.9 구동부 기본도면 설계

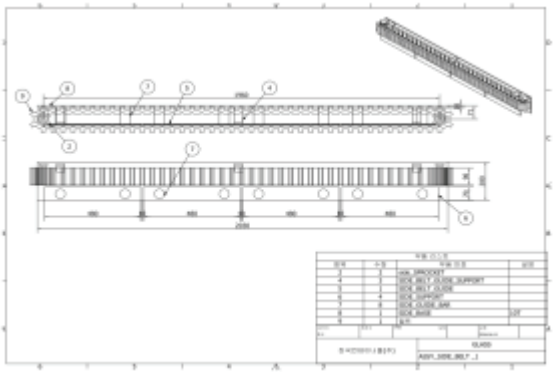


그림 3.4.10 측면 고정부 기본도면 설계

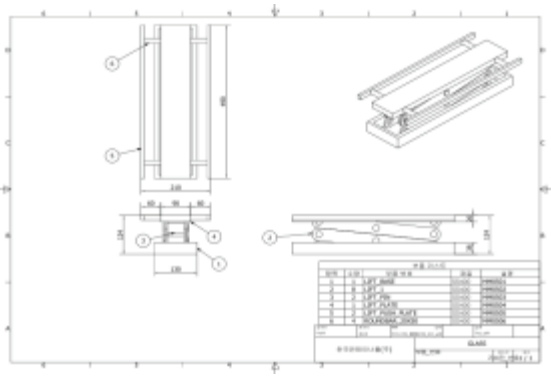


그림 3.4.11 중간 가이드 기본도면 설계

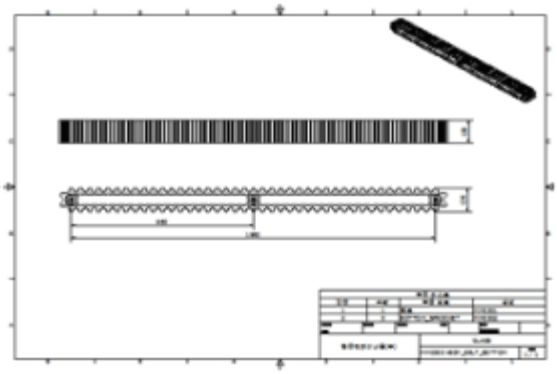


그림 3.4.12 컨베이어부 기본도면 설계

2. 유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템

가. 설계 알고리즘 모델링

(1) 문제 정의

유리전용 모바일 랙 설계지원시스템의 개발 목적은 유리가공업체가 주문받아 생산하는 모든 유리 규격을 적재·운송하는데 있어 기존 랙보다 적재율은 향상시키고 물류비를 절감시킬 수 있는 유리전용 모바일 랙 설계사이즈를 결정하는 것이다.

이를 위해서는 주어진 유리주문량을 기준으로 회사의 주어진 제원인 트럭과 지게차 용량을 고려하여 트럭에 모바일 랙 적재 시 빈 공간을 최소화하고, 투입 트럭수를 최소화하는 랙 사이즈를 추출하는 것이 필요하다. 또한 모바일 랙의 사이즈는 랙 내부의 유리가 적재될 수 있는 슬롯(Slot)수에 의해 결정된다.

이에 트럭 적재 로스비용과 투입 트럭 수송비용을 최소화하는 모바일 랙의 설계 사이즈는 최적 슬롯 수를 결정하는 문제와 동일하다. 좋은 해를 찾기 위해 휴리스틱 알고리즘을 제시한다.

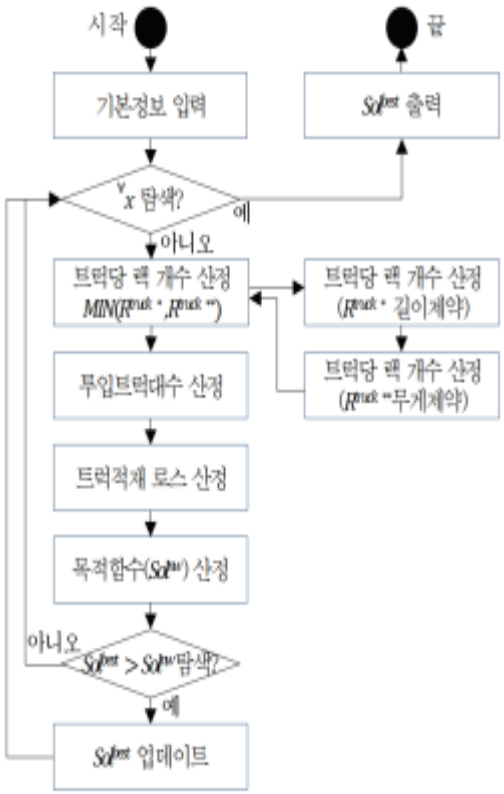


그림 3.4.13 설계알고리즘 흐름도

(2) 설계 알고리즘 모델링

○ 집합

Sol^{nw} : 새로운 해의 집합{x}
Sol^{best} : 근사최적해의 해집합{x}

○ Parameters

t^{cycle} : 평균 회수 사이클 단위
n^{year} : 연간 유리처리 슬롯 수
n^{cycle} : 회수 사이클당 유리처리 슬롯 수
w^{avg} : 평균 유리 슬롯 무게
w^{rack} : 랙의 외관 무게
w^{truck} : 트럭 적재허용무게
w^{lift} : 지게차 취급허용무게
l^{slot} : 유리 슬롯 길이
l^{rack} : 랙 외관 두께
l^{truck} : 트럭 길이
c^{t} : 트럭 t의 운영비

○ Decision variables

x : 모바일 랙 유리 슬롯 수
L^{rack} : 랙의 길이
R^{truck} : 트럭 당 적재 랙 수
R^{total} : 모든 유리 적재를 위한 총 랙 수
N^{truck} : 투입트럭 대수
N^{loss} : 트럭 적재 로스

○ Objective function

- 트럭 적재 로스비용과 트럭 수송비용을 최소화하는 표준 랙 Slot수 결정

$$TC = c^{t}N^{loss} + c^{t}N^{truck}$$

○ 제약조건

- 회수 사이클 당 유리처리 슬롯 수를 정의하고 이를 모두 만족시키기 위해 필요한 총 랙 수를 표현

$$n^{cycle} = \frac{n^{year}}{t^{cycle}}$$

$$R^{total} = \frac{n^{cycle}}{x}$$

- 트럭 당 적재 랙 수는 무게 및 길이 제약조건

$$R^{truck} = MIN(R^{truck'}, R^{truck''})$$

- 트럭의 적재허용무게를 고려한 트럭 당 최대 적재 랙 수를 산정

$$R^{truck'} = \frac{w^{truck}}{x \times w^{slot} + w^{rack}}$$

- 트럭의 길이를 고려한 트럭 당 최대 적재 랙 수를 산정하고 랙 길이를 정의함

$$R^{truck''} = \frac{l^{truck}}{L^{rack}}$$

$$L^{rack} = x \times l^{slot} + l^{rack}$$

- 총 트럭 투입대수와 트럭 적재로스를 산정

$$N^{truck} = \frac{R^{total}}{R^{truck}}$$

$$N^{loss} = (l^{truck} - L^{rack} \times R^{truck}) \times N^{truck}$$

- x는 지게차 취급허용무게를 만족하는 범위 내에서 해를 탐색

$$x \times w^{slot} + w^{rack} \leq w^{lift}$$

나. 운영 알고리즘 모델링

(1) 문제 정의

기존 랙(A자, L자)과 모바일 랙은 형상부터 운영방식이 상이하고, 아파트마다 비표준화된 다양한 유리 사이즈가 존재하며 아파트 작업 공정상 동·층, 유리 규격 및 무게를 고려해야 하는 등 최적의 랙 적재계획 및 출하계획 수립이 어려운 작업이다. 또한 모바일 랙내 유리 적재 및 차량 내 모바일 랙 적재 시 적재율과 물류비를 고려해야 하므로 운영지원시스템의 도움 없이 사람이 직관적·수작업으로 최적 값을 도출하기는 어렵다.

유리취급업체들이 모바일 랙 도입 후 실제 현장에서 활용할 수 있도록 적재율 및 물류비를 고려하여 실제 주문에 대한 필요 모바일 랙 수, 차량 수뿐만 아니라 모바일 랙 내 유리 적재 방법·순서, 차량 내 모바일 랙 적재 방법·순서를 알려주기 위한 운영 알고리즘을 제시한다.

운영 알고리즘은 판유리 제품을 적재할 랙을 선정하는 랙 할당 알고리즘(Glass-to-Rack algorithm)과 선정된 랙을 할당하여 목적지까지 운반할 차량을 선정하는 차량 할당 알고리즘(Rack-to-Truck algorithm)으로 구성된다. 두 모델 모두 MIP(Mixed Integer Programming, 혼합정수계획) model을 이용하였다. 전체 알고리즘이 두 부분으로 구성되므로 처음 랙 할당 알고리즘의 결과 데이터가 다음 차량 할당 알고리즘의 입력 데이터로 사용된다. 운영 알고리즘의 절차는 다음과 같다.

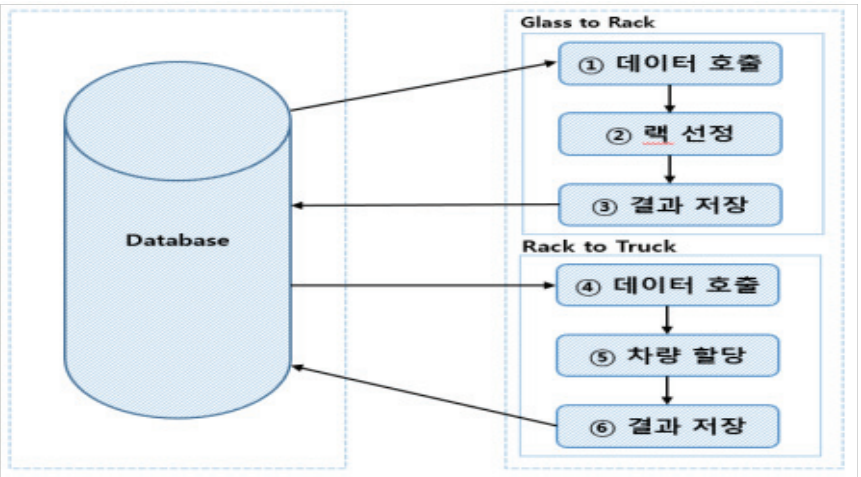


그림 3.4.10 운영알고리즘 흐름도

(2) 운영 알고리즘 모델링

(가) 랙 할당 알고리즘(Glass-to-Rack algorithm)

○ 집합과 인덱스

nR	랙의 집합	
GS	주문된 유리의 집합	
nT	특정한 너비를 가진 유리 Packet의 집합	
nP	섹션의 집합	
r	랙 타입을 나타내는 인덱스,	$r \in nR$
t	특정한 너비를 가진 유리를 나타내는 인덱스, 특정한 너비의 유리로 묶인 Packet을 나타내는 인덱스	$t \in GS,\ t \in nT$
p	섹션을 나타내는 인덱스	$p \in nP$

○ 입력 변수

SR	rack 당 section의 최대 개수	
SC_r	사용된 r타입 섹션의 비용	
RC_r	사용된 r타입 랙의 비용	
RW_r	r타입 랙의 너비	
$SlackL$	센터가이드의 너비	

○ 의사 결정 변수

$PtS_{p,t}$	1, t타입의 packet이 section p에 할당된 경우 0, 그렇지 않은 경우	$p \in P, t \in T$
SU_r	사용된 r타입 랙의 섹션 수	$r \in R$
RU_r	사용된 r타입 랙의 수	$r \in R$
$SU_{r,p}$	1, packet p가 r타입의 rack에 할당된 경우 0, 그렇지 않은 경우	$r \in R, p \in P$

○ 목적함수 : 사용된 랙의 수와 사용된 섹션의 수를 최소화

$$\min \sum_{r}^{nR} (RU_r \cdot RC_r) + (SU_r + SC_r)$$

○ 제약조건

Eq1 : 모든 packet은 각 섹션에 할당

$$\sum_{p=1}^{nP} PtS_{p,t} = Packet_t, \quad \forall\, t \in nT$$

Eq2 : 각 섹션에는 최대 2 packet까지 포함

$$\sum_{t=1}^{nT} PtS_{p,t} \leq 2, \quad \forall p \in nP$$

Eq3 : 할당되는 packet의 수는 사용되는 섹션의 수를 넘어서는 안 됨

$$\sum_{t=1}^{nT} PtS_{p,t} \leq \sum_{r=1}^{nR} SU_{r,p}, \quad \forall p \in nP$$

Eq4 : 사용되는 섹션의 타입은 중복되어서는 안 됨

$$\sum_{r=1}^{nR} SU_{r,p} \leq 1, \quad \forall p \in nP$$

Eq5 : 각 섹션의 packet 총 너비는 섹션의 크기를 초과해서는 안 됨
두 packet이 있는 경우에는 여유 길이를 뺌

$$\sum_{t=1}^{nT} (PtS_{p,t} \cdot GS_t) + \sum_{t=1}^{nT} ((PtS_{p,t} - 1) \cdot SlackL) \leq \sum_{r}^{nR} (SU_r \cdot RW_r), \quad \forall p \in nP$$

Eq6 : 섹션 정보를 기반으로 사용되는 r타입 랙의 수를 셈

$$\sum_{p=1}^{nP} SU_{r,p} \leq RU_r \cdot SR, \quad \forall r \in nR$$

Eq7 : 사용된 모든 섹션은 사용될 랙 안에 정의되어야 함

$$\sum_{p=1}^{nP} SU_{r,p} = SU_r, \quad \forall r \in nR$$

○ 랙 할당 알고리즘 결과 예시

- Java를 통해서 구현하기 위해, 상용 소프트웨어(IBM CPLEX)에서 제공하는 Library를 이용한다.
- 하나의 출하 건에 대하여 랙 할당 알고리즘을 수행하고, 각 행은 하나의 랙을 의미하며 랙의 상세 구분 및 해당 랙에 적재된 유리의 포장수량과 적재 중량을 알 수 있다.

시뮬레이션 출하 No	시뮬레이션 운영결과 No	생산자 출하번호	출하일	모바일력 상세 구분	포장수량	적재중량
1	3117923	1	20170402	좁고낮은력	40	160
2	3117923	1	20170402	좁고낮은력	30	110
3	3117923	1	20170402	좁고낮은력	40	140
4	3117923	1	20170402	좁고낮은력	40	230
5	3117923	1	20170402	좁고낮은력	40	200
6	3117923	1	20170402	좁고낮은력	40	200
			⋮			
34	3117923	1	20170402	넓고높은력	40	1040
35	3117923	1	20170402	넓고높은력	20	1960
36	3117923	1	20170402	넓고높은력	29	1292
37	3117923	1	20170402	좁고높은력	12	228
38	3117923	1	20170402	넓고높은력	20	1960

그림 3.4.11 랙 할당 알고리즘 예시

(나) 차량 할당 알고리즘(Rack-to-truck algorithm)

○ 집합과 인덱스

nT	차량의 집합	
nY	차량 타입의 집합	
nR	랙의 집합	
t	차량을 나타내는 인덱스	$t \in nT$
y	차량 타입을 나타내는 인덱스	$y \in nY$
r	랙을 지칭하는 인덱스	$r \in nR$

○ 입력 변수

RL_r	랙 r의 길이
RW_r	랙 r의 무게
CV_y	타입 y인 차량의 길이 용량
CW_y	타입 y인 차량의 무게 용량
TC_y	타입 y인 차량의 비용
CT_t	차량 t의 비용

○ 의사 결정 변수

$RtT_{t,r}$	1, 랙 r이 차량 t에 할당된 경우 0, 그렇지 않은 경우	$t \in nT,\ r \in nR$
$TT_{t,y}$	1, y타입의 차량 t가 사용되는 경우 0, 그렇지 않은 경우	$t \in nT,\ y \in nY$

○ 목적함수 : 사용되는 차량의 타입과 수에 따른 비용을 최소화

$$\min \sum_{t}^{nT} CT_t$$

○ 제약조건

Eq1 : 각각의 랙은 모두 차량에 할당되어야 함

$$\sum_{t=1}^{nT} RtT_{t,r} = 1, \quad \forall r \in nR$$

Eq2 : 모든 랙의 길이는 차량의 용량을 초과해서는 안 됨

$$\sum_{r=1}^{nR} (RtT_{t,r} \cdot RL_r) \leq \sum_{y=1}^{nY} (CV_y \cdot TT_{t,y}), \quad \forall t \in nT$$

Eq3 : 총 랙의 무게의 합은 차량의 적재 용량을 초과해서는 안 됨

$$\sum_{r=1}^{nR} (RtT_{t,r} \cdot RW_r) \leq \sum_{y=1}^{nY} (CW_y \cdot TT_{t,y}), \quad \forall t \in nT$$

Eq4 : 사용되는 차량의 타입이 중복되어서는 안 됨

$$\sum_{y=1}^{nY} TT_{t,y} \leq 1, \quad \forall t \in nT$$

Eq5 : 차량의 타입과 사용되는 차량의 수에 기초하여 차량의 비용을 계산

$$\sum_{y=1}^{nY} (TT_{t,y} \cdot TC_y) = CT_t, \quad \forall t \in nT$$

○ 차량 할당 알고리즘 결과 예시

- 랙 할당 알고리즘이 수행된 후 유리가 할당된 랙을 차량에 할당한다.
- 다양한 크기의 운반 차량 중 물류비용을 최소화할 수 있는 차량의 조합을 선택한다.
- 각 행은 하나의 차량을 의미하며 차량의 톤(ton)과 해당 차량에 적재된 유리 수량, 총 적재중량 및 랙의 상세 구분에 따른 적재된 유리의 수량을 알 수 있다.

시뮬레이션 출하 No	시뮬레이션 운영결과 No	생산자 출하번호	출하일	차량톤수	총 적재 유리수량	총 적재중량	좁고낮은랙	넓고낮은랙	좁고높은랙	넓고높은랙
3117923	1	1	20170402	11	420	5990	350	0	0	70
3117923	2	1	20170402	11	300	10910	350	0	0	70
3117923	3	1	20170402	11	289	10078	127	0	12	150
3117923	4	1	20170402	11	300	10522	0	0	0	279

그림 3.4.12 차량 할당 알고리즘 예시

제5절 유리운반용 모바일 랙 상세설계

1. 개요

상세 설계는 유리운반용 모바일 랙의 개념 설계와 기본 설계에서 조사되고 검토되어 선정 된 이동제어장치(수직/수평 슬라이딩 구동장치 및 역진방지장치), 다단 적재장치(코너 브로켓), 유리제품 고정 장치(하부 고정 장치, 측면 높이 자동 조정 및 고정 장치, 중앙부 폭 조정 및 고정 장치), 하부/측면 피딩장치, 안전장치(센서) 등의 부분 부품들에 대해서 제조업체와 실시한 성능 평가와 기술데이터를 기준으로 하여, 실제로 제작될 유리운반용 모바일 랙 제작도면을 완성하는 설계이다.

각 부품의 형상과 사용할 재료, 자재, 가공방법 등이 모두 상세 설계에서 결정되며, 기계요소(베어링, 볼트, 기어, 구동부 연결부품 등)와의 조립상태, 형상, 치수, 작동상태 및 오작 등 제작 시에 발생할 수 있는 공정상의 문제점 등에 대해서 CAD 도면 작성을 통한 제작 검증을 위해 상세 설계를 한다.

표 3.5.1 각 단계별 설계 구분

개념설계	기본설계	상세설계	생산	운영유지
운영/장비 요구도	기능분석	구성품/부품설계	모바일 랙 제작	모바일 랙 운영
수요/시장분석	기능배분/할당	대안분석 비교		개선/보완
개발가능성 분석	대안분석/최적화	시제품		

2. 유리전용 모바일 랙 제원 및 명칭

가. 유리 모바일 랙 제원

외관 사이즈	:	W 2.2m × L 2.2m × H 1.2m	(경량패널 프레임, 소형 사이즈)
유리 적재수량	:	40 매	
중량	:	200 kg	
구동방식	:	자동형, 반자동형	

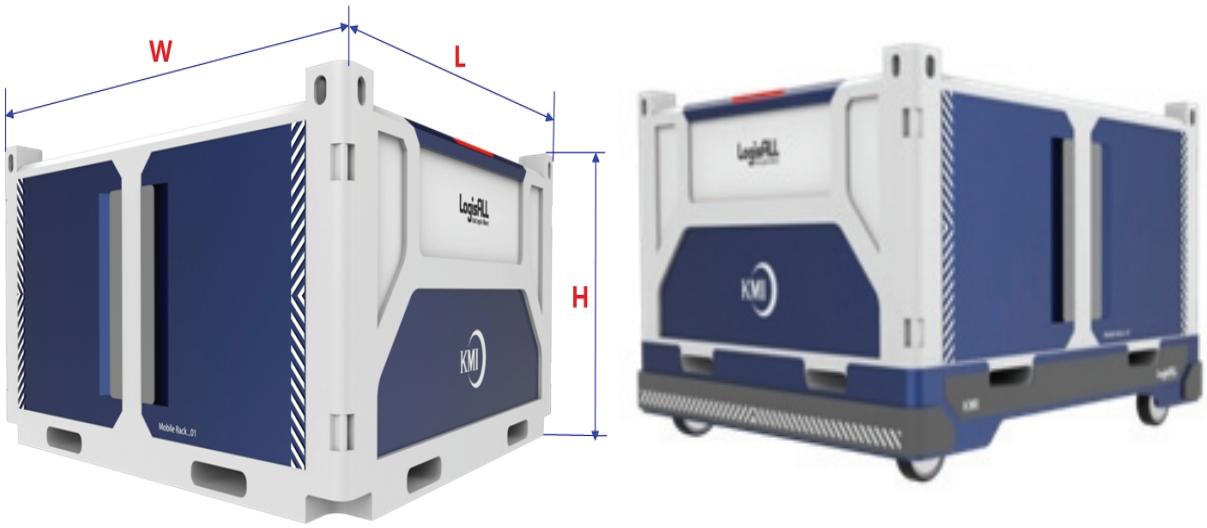


그림 3.5.1 모바일 랙 제원

나. 유리 모바일 랙 명칭 및 설명

유리전용 모바일 랙 구성도는 아래와 같다.

○ 구동부

- 모터와 베벨기어 조립으로 하부/측면 컨베이어가 일체형 동작이 가능하며, 측면 구동부와 역회전 구동부로 구성

○ 컨베이어부

- 적재 및 하역 시 유리를 이송하는 장치로 측면 컨베이어와 하부 컨베이어로 구성

○ 고정부

- 적재 및 운송 중 유리가 파손되는 것을 방지하기 위해 유리 측면을 고정하는 역할로 중간 가이드, 하부가이드, 측면가이드로 구성

○ 센서부·동작모션 제어부

- 제품 및 작업자 감지 후 가동하는 구동부 동작제어로 레이저 센서, 제어반으로 구성

○ 소재경량화 및 도어부

- 철 제작품 대비 20~30% 경량화 패널을 적용한 경량패널, 프레임으로 구성

○ 파손 방지부

- 다단적재 보관이 가능하며 모바일 랙 운반 및 차량운송 중 랙 붕괴를 방지하는 역할로 코너캐스팅, 락킹장치로 구성

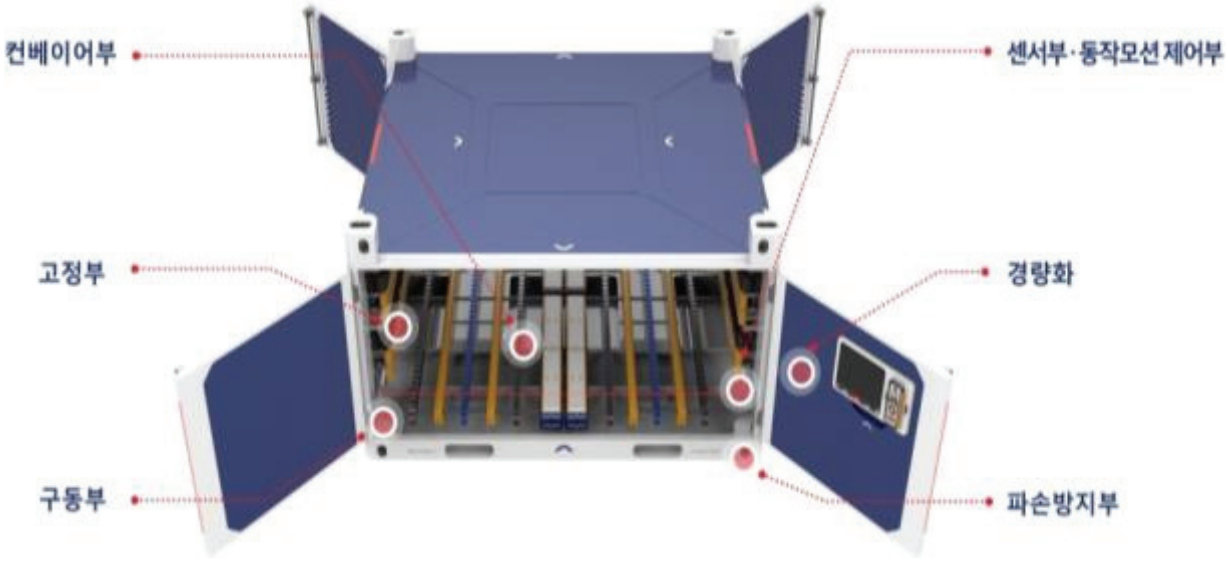


그림 3.5.2 유리전용 모바일 랙 장비 구성도

2. 유리 모바일 랙 구조부 상세설계

가. 랙 프레임부

프레임부는 유리전용 모바일 랙의 뼈대가 되는 부분으로 충분한 강성과 강도가 유지되어야 하며, 경량화 될 수 있도록 PLATE를 절곡하여 CHANNEL형상으로 제작하여 경량화 대비 강성 효율을 높였고, 구조를 단순화 용접부위를 줄여서 설계하여 가공공수 및 용접변형이 최소화 될 수 있도록 설계 하였다.

(1) 프레임

○ 기능 : 유리전용 모바일 랙 Frame으로 Base부, Side부, Roof부, Door부로 구성됨

○ 규격 : W 2,200mm x L 2,200mm x H 1,200mm

○ 도면 : 152매

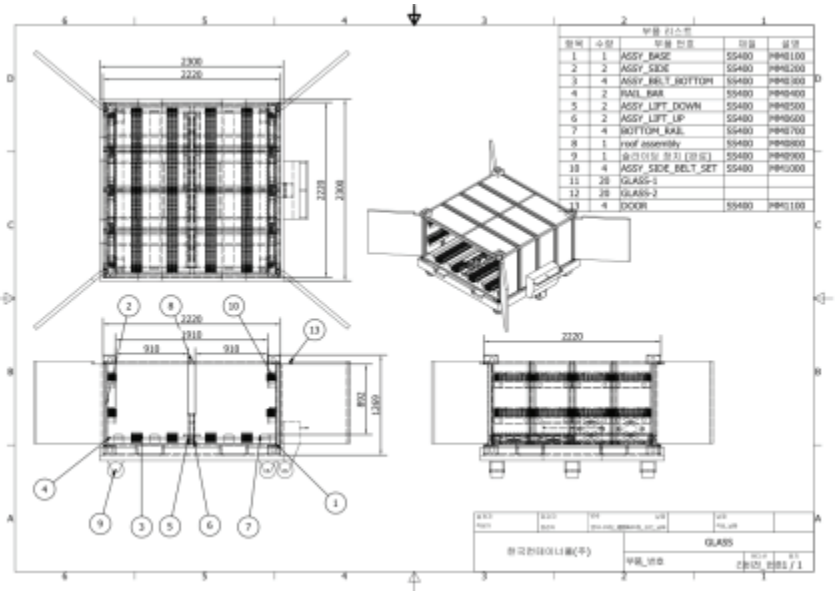


그림 3.5.3 Frame부 상세도면 설계

(2) Base 프레임부

○ 규격 : W 2,200mm x L 2,200mm x H 150mm

○ 설계도면 : 68매

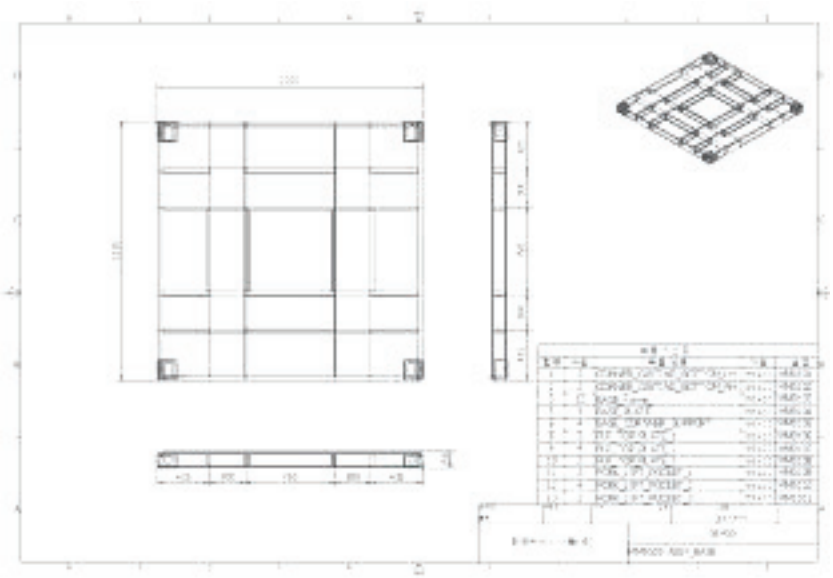


그림 3.5.4 Base부 상세도면 설계

(3) Side 프레임부

○ 규격 : W 2,200mm x L 1,200mm x H 50mm

○ 설계도면 : 32매

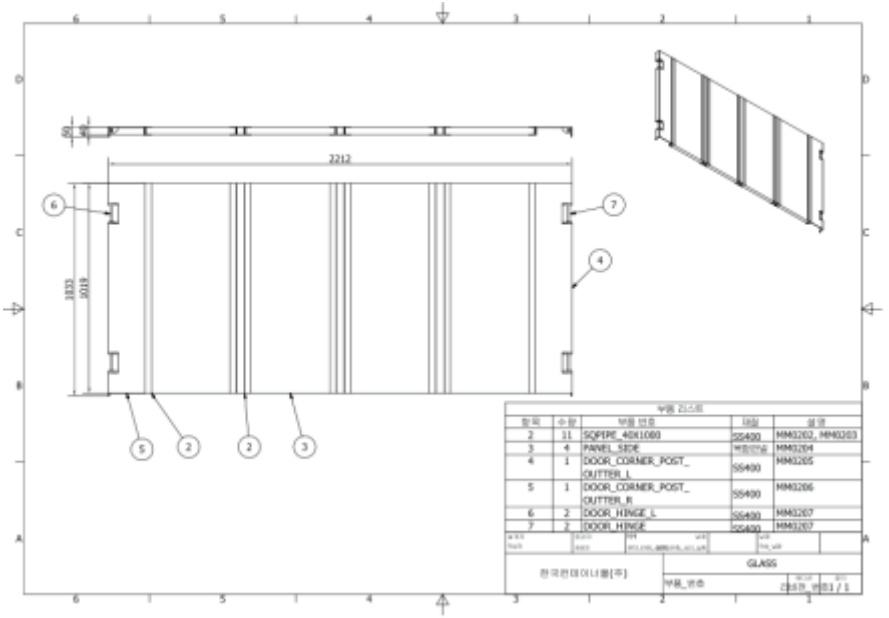


그림 3.5.5 Side부 상세도면 설계

(4) Roof 프레임부

○ 규격 : W 2,200mm x L 2,200mm x H 150mm

○ 설계도면 : 52매

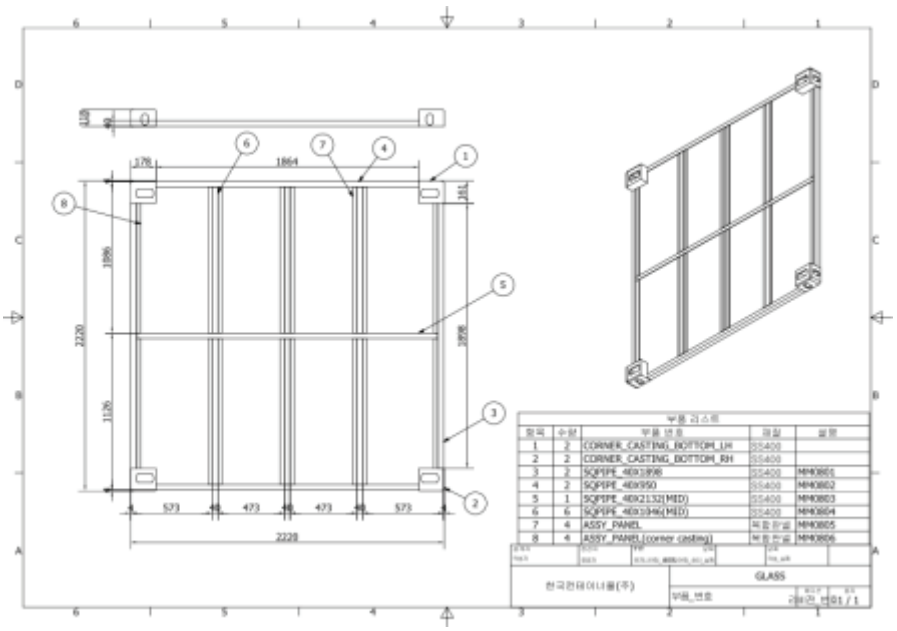


그림 3.5.6 Roof부 상세도면 설계

나. 랙 도어(Door)부

기본 설계에서는 Rear Door부 1개소의 Open 구조로 설계하였으나, 상세 설계에서는 작

업 현장에서의 사용성 편의를 제공하기 위하여 Front부의 Open도 가능한 구조로 설계를 변경하여 양방향 Open 기능성을 부가하였다. 이는 열악한 환경조건인 작업 현장에서 작업자의 이동거리를 최소화 하여 노동부하 절감과 작업시간 단축을 목적으로 설계 변경하였다.

○ 기능 : 유리제품 적재작업 및 하역작업 반출・입

○ 규격 : W 1,040mm x L 990mm

○ 재질 : GMT Panel + SS 400

○ 도면 : 30매

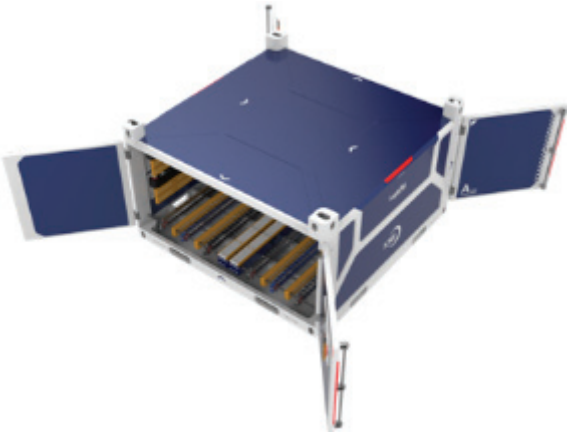


그림 3.5.7 후면 Door부 상세설계

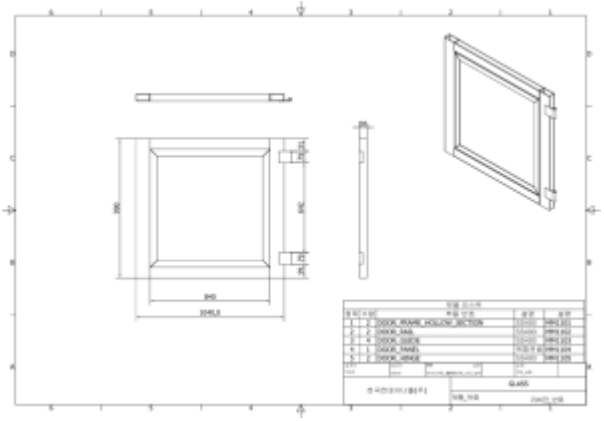


그림 3.5.7 Door부 상세도면 설계

다. 랙 다단적재 및 파손 방지부

랙 다단 적재부는 Corner Casting과 Rocking 장치로 구성되어 있다. 모바일 랙 프레임의 포스트 4곳에 수송용 컨테이너에서 사용하는 Corner Casting 형상의 브로켓을 장착하여 다단적재가 가능하도록 설계하였으며, 다단 적재된 모바일 랙 상, 하, 좌, 우 모두가 고정되도록 Rocking 장치를 부착하여 운송 중 진동 및 흔들림에 의해 랙이 붕괴되지 않도록 고정하여 운송 안전성을 확보되도록 설계하였다.



그림 3.5.8 운송 중 랙 붕괴 방지부 상세 설계

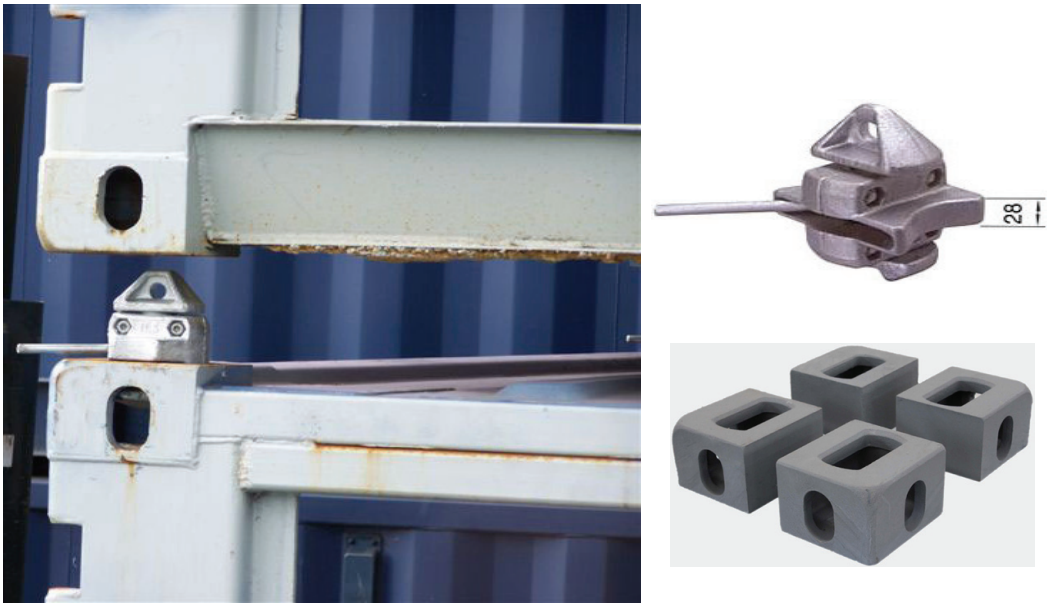


그림 3.5.9 랙 붕괴 방지용 트위스트 락킹장치 설계

(1) Corner Casting

○ 기능 : 모바일 랙은 다단적재가 가능하도록 Main Frame 4곳에 수송용 컨테이너에서 사용하는 Corner Casting 장착

○ 규격 : W178mm x L161mm x H118mm

○ 도면 : 8매

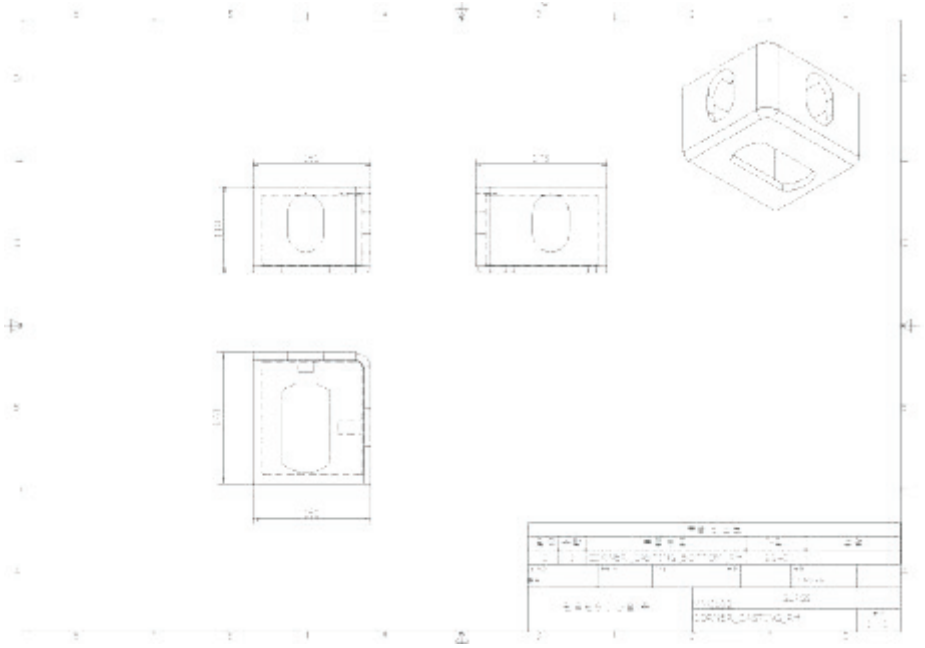


그림 3.5.10 Corner Casting 상세도면 설계

(2) 락킹 장치

○ 기능 : 다단 적재된 모바일 랙은 상, 하, 좌, 우 모두가 고정되도록 Rocking 장치를 부착하여 운송 안전성이 강화되도록 설계

○ 규격 : Ø146 x 130mm

○ 도면 : 3매

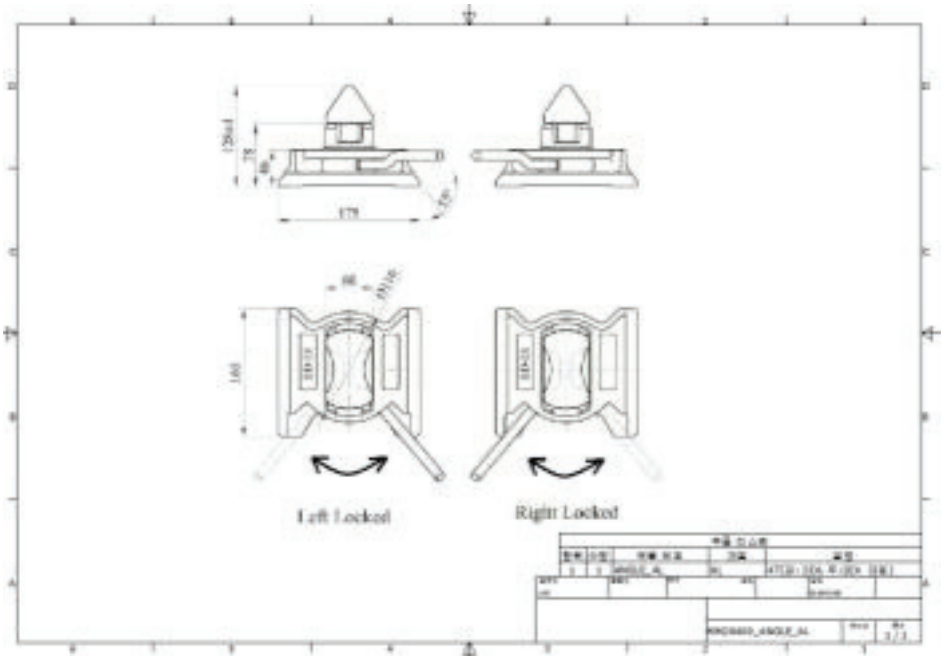


그림 3.5.11 랙 붕괴 방지용 락킹장치 상세도면 설계

라. 랙 소재부(경량화)

Matrix resin(예: 열가소성 수지, CBT)에 Glass Fiber를 함침시켜 직조한 Impregnation 법으로 시트 성형품을 적용하여 Steel 대비 15~20% 경량화가 가능한 Composite 소재를 적용하여 모바일 랙 외관도를 설계하였으며, 인장 및 굴곡강도는 Sandwich Panel의 강성 부여하였다.



그림 3.5.12 당사 개발 경량 Panel 적용

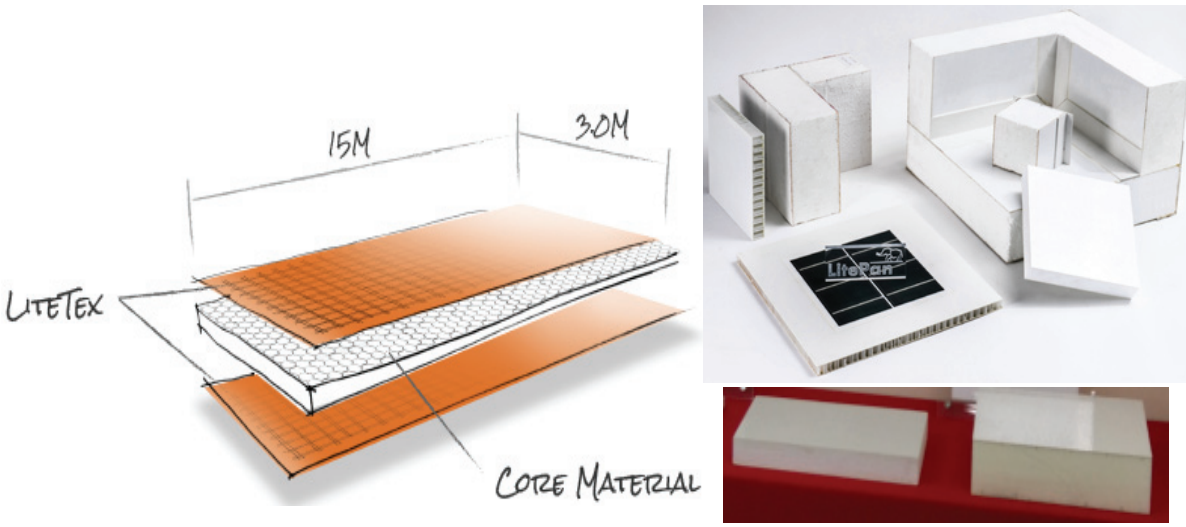


그림 3.5.13 경량화 패널 소재 Layer 구성 및 시제품 제작

○ 기능 : 유리전용 모바일 랙 벽체로 Steel 대비 15~20% 경량화

○ 규격 : W1,046mm x L946mm x H30mm

○ 도면 : 20매

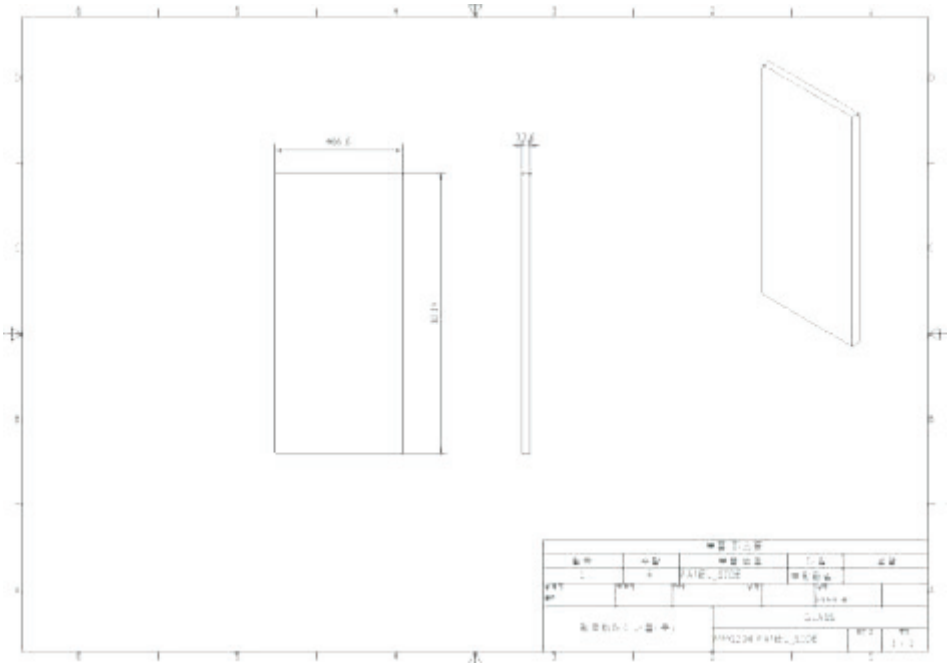


그림 3.5.14 Panel 상세도면 설계

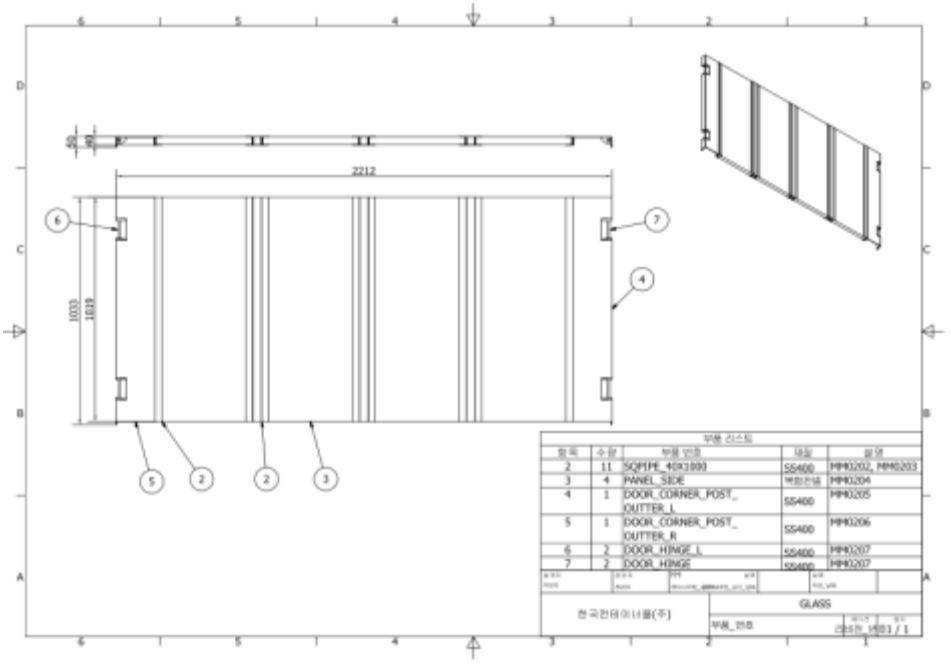


그림 3.5.15 Side Panel 상세도면 설계

마. 유리제품 고정 장치

유리제품 적재 운송 시 파손되는 것을 방지하기 위한 고정 장치로 하부 고정부, 측면 고정부, 중앙부 고정 및 폭 조절부로 구성되어 있으며, 높이와 폭이 다른 유리의 혼합 적재에 대응한 폭/높이 가변형 구조로 설계하였다.

1열 배열이던 중앙부 고정 장치를 2열 배열로 변경하여 적재 유리 사이즈에 대응한 가변 형으로 운영이 가능하도록 하였으며, 기존 일체형 동작 측면 고정부를 4등분으로 분할하여 다양한 사이즈에 대응이 가능하도록 설계를 변경하였다. 또한 하부의 중앙부 고정 장치는 전동 Table Lifter Type 2단 작동 구조로 설계하여 적재하는 유리의 높이에 따라 가변되도록 하는 기능을 부가하였다.

측면 고정부와 하부 고정부에서 유리제품과 접촉하는 Plate 표면은 우레탄 또는 실리콘 등의 탄성 소재를 적용하여 제품 손상을 방지하도록 설계하였다.



그림 3.5.16 하부, 측면 고정부 설계

(1) 하부 고정부

○ 기능 : 하부 4곳에 설치되어 있는 유리의 무게로부터 체인을 보호하고, GUR 소재 적용으로 유리와 마찰 및 실리콘 제거력이 우수

○ 규격 : W50mm x H700mm x L2,000mm

○ 도면 : 4매

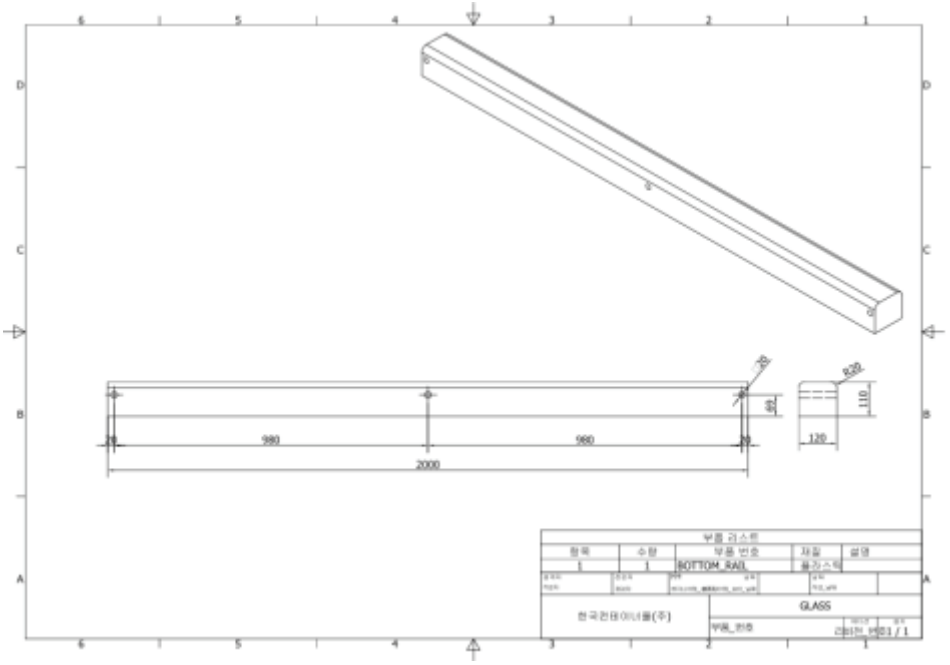


그림 3.5.17 하부 가이드 상세도면 설계

(2) 측면 고정부

○ 기능 : Side부 양쪽에 4등분 분할 설치되어, 적재 및 이동시 이탈 방지기능 및 고정

○ 규격 : W70mm x L480mm

○ 도면 : 24매

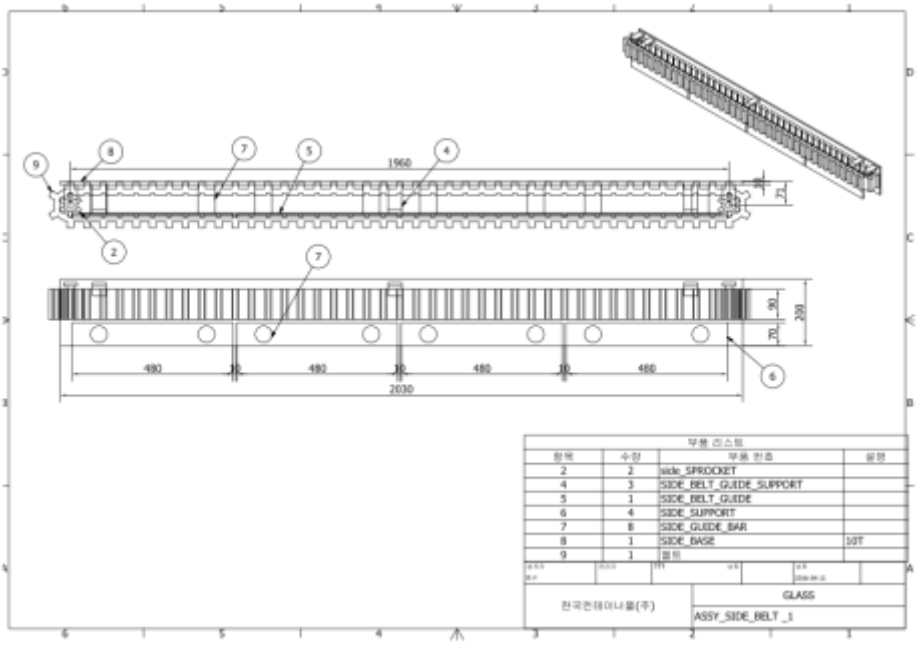


그림 3.5.18 측면 고정부 상세도면 설계

(3) 중앙부 고정 및 폭 조절부

○ 기능 : Bottom 중앙부 고정 장치로 작은 사이즈 유리 적재 시 2단 작동으로 상승하여 유리 측면고정

○ 규격 : W90mm x L490mm x Max750

○ 도면 : 15매

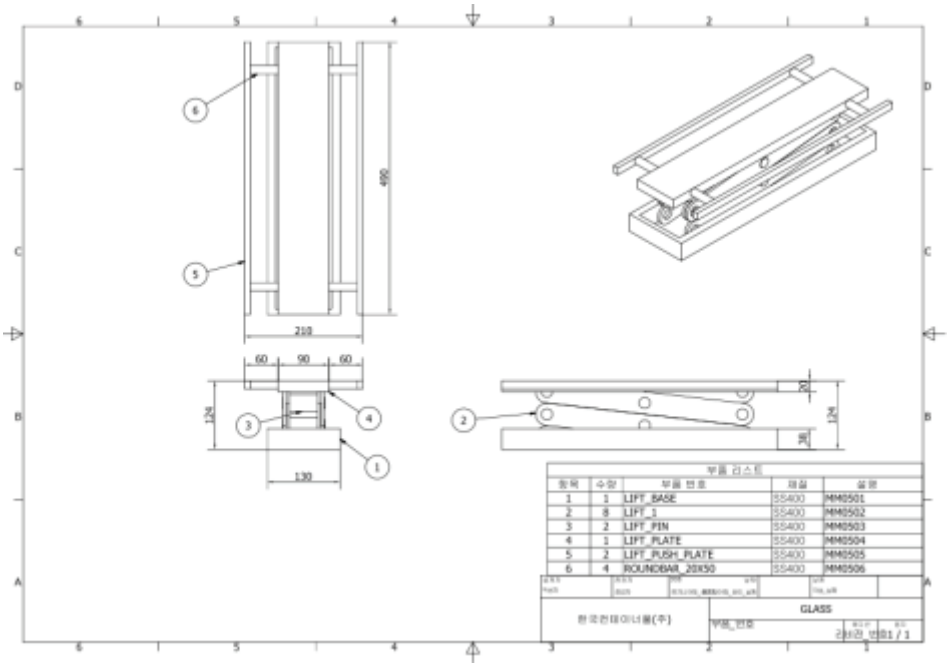


그림 3.5.19 중간 가이드 상세도면 설계

바. 유리제품 자동 피딩(Auto Feeding)장치

유리제품 자동 피딩 장치는 피딩 구동부(측면 구동부, 역회전 구동부)와 컨베이어부(측면 컨베이어부, 하부 컨베이어부)로 구성되어 있으며, 모바일 랙에 적재되어 있는 유리가 한 장씩 자동 피딩되어 상하역 용이 및 작업 편의성이 향상 되도록 설계하였다.

(1) 피딩 구동부

기본 설계에 적용한 D.C Motor의 경우 배터리 무게 및 가용시간의 문제점이 발견되어 A.C Motor(단상) 구동부로 변경하여 랙 경량화 및 운영 안정성을 확보하였다. 또한 좌우 개별구동에서 발생할 수 있는 동작 불균형 해소를 위해 일체형 구동이 가능하도록 Motor와 Bevel Gear가 조립되도록 설계하여 속도차이에 의한 제품변형 방지(실리콘 미

경화 제품) 및 상·하역 작업 시 제품 이송 안정성을 확보하였다.

모바일 랙에 적재된 유리는 어떠한 환경에서도 90도의 각도가 유지되도록 피딩 컨베이어의 체인은 Attachment 타입을 적용하여 유리 적재작업, 운송, 하역 작업 시 90도 각도를 유지하여 제품보호가 가능하도록 하였으며, Attachment 체인 표면에는 Teflon 코팅을 적용하여 슬립성을 확보하고 부착되는 실리콘 제거가 용이하도록 하였다.



그림 3.5.20 베벨기어, A.C 기어드 모터(정 · 역회전) 적용



그림 3.5.21 구동 Attachment 체인 적용

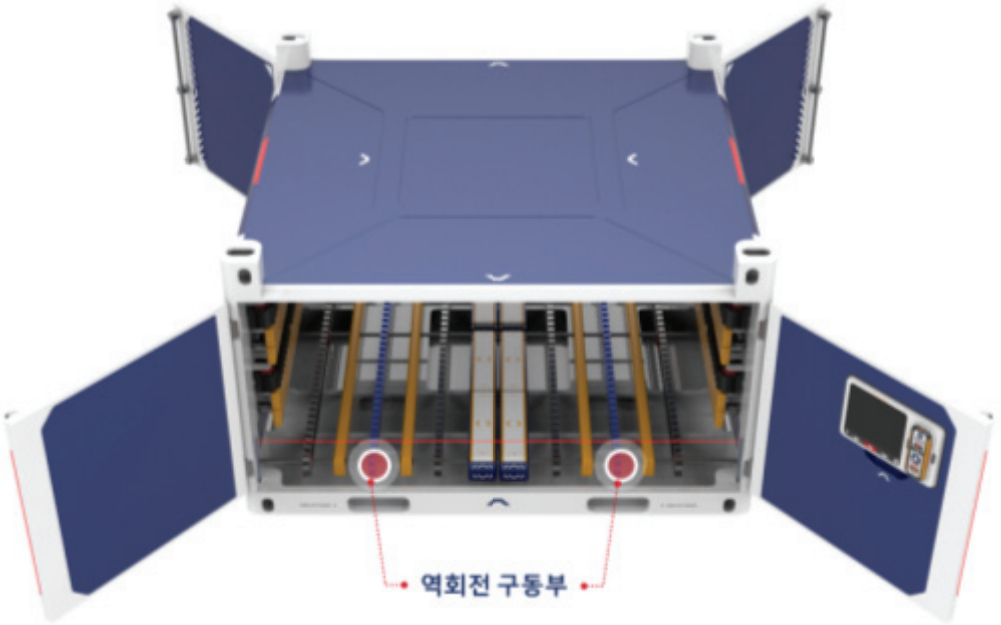


그림 3.5.22 역회전 구동부 2열 구성

① Side 구동부

○ 기능 : 피딩 구동부와 Bevel Gear로 조립되어 일체형으로 동작하는 기능

○ 규격 : 베벨기어 M 2.5 x Z 25

○ 재질 : SS400

○ 도면 : 18매

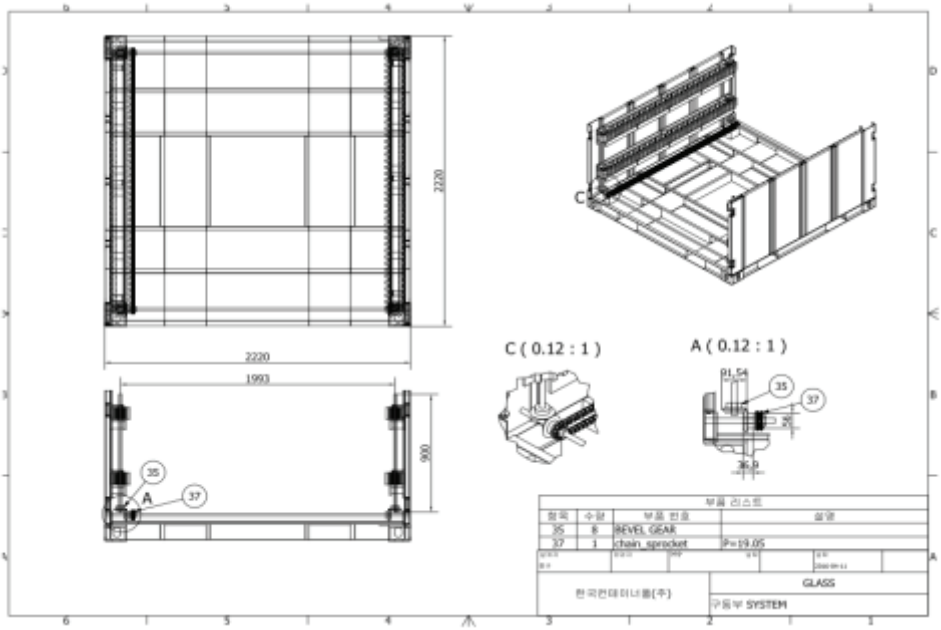


그림 3.5.23 구동부 상세도면 설계

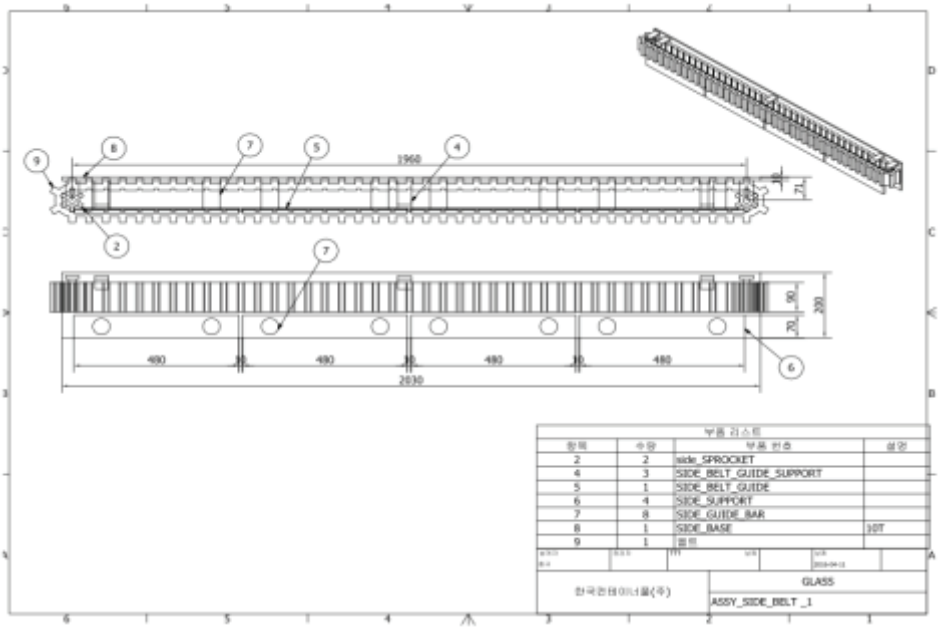


그림 3.5.24 Side 구동부 상세도면 설계

② 역회전 구동부

○ 기능 : 유리를 적재한 후 움직임을 고정하기 위해 하부 컨베이어의 좌우 중앙에 설치된 2열의 체인이 역회전 하여 유리를 고정

○ 규격 : SPROCKET #80 x 10NT , CHAIN RF#80

○ 재질 : SS400

○ 도면 : 15매

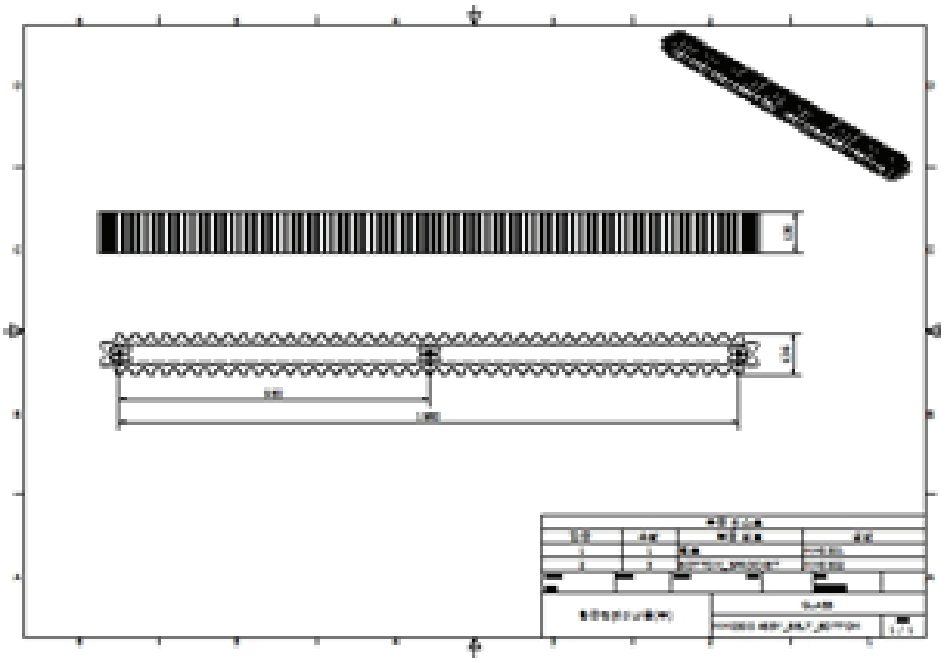


그림 3.5.25 역회전 구동부 상세도면 설계

(2) 컨베이어부

유리 적재 시 90도의 각도를 유지하며 수직으로 적재되도록 하부 컨베이어와 측면 컨베이어를 설계하여 적재작업 편의성을 향상시켰으며, 컨베이어 및 Attachment 표면은 슬립성이 좋은 Teflon 또는 GUR 소재를 적용하여 제품 복층유리 생산 공정에서 부착된 실리콘 제거가 용이하다. 또한 내 충격, 내마모성 등 기계적 성질이 강한 소재를 선정하여 내구성이 향상되도록 설계하였다.

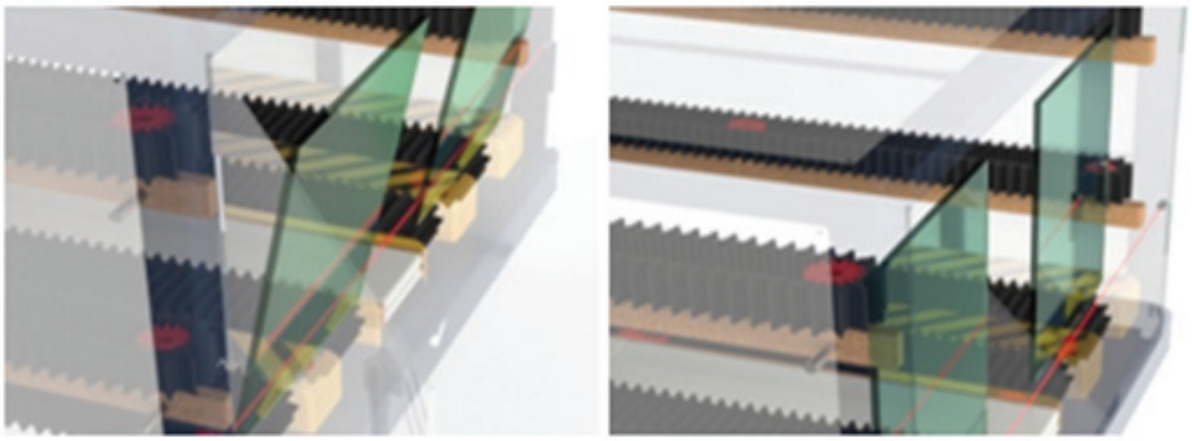


그림 3.5.26 유리 90도 수직 적재



그림 3.5.27 컨베이어 및 Attachment 표면 실리콘 경화 후 분리 테스트 검증

컨베이어는 좌우측 각 2열로 구성하여 상·하역 작업 및 이동 시 작업 안전성이 강화된 구조이며, 다양한 유리 사이즈 적재 대응을 위하여 RF형 어태치먼트 체인으로 설계에 반영하였다. 또한 컨베이어 구동 Drive는 Servo Motor를 적용하여 속도조정, 정·역회전, 위치 제어가 정확하도록 시스템을 구성하였다.

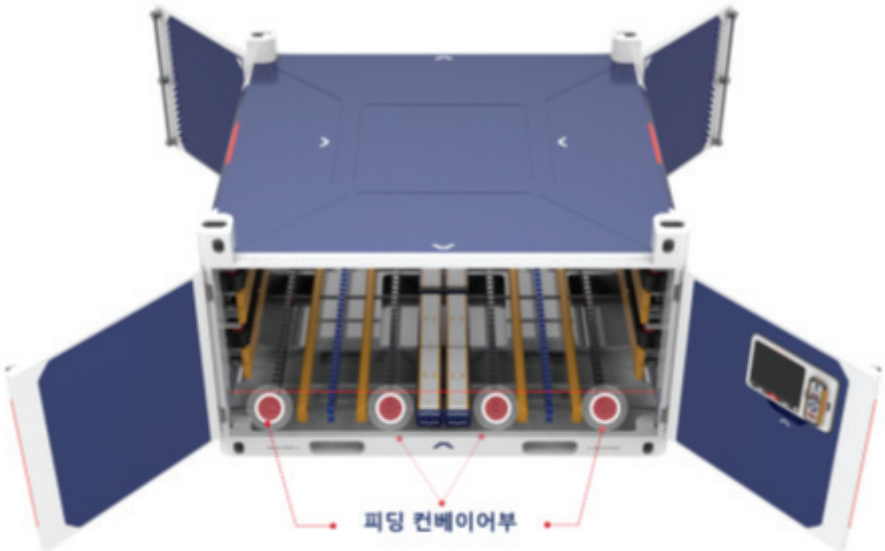


그림 3.5.28 제품 적재 컨베이어부

① 측면 컨베이어부

○ 기능 : 모바일 랙에 유리를 적재하여 유리를 측면부 에서 이송하는 장치

○ 규격 : Belt Conveyor P=50.8

○ 도면 : 20매

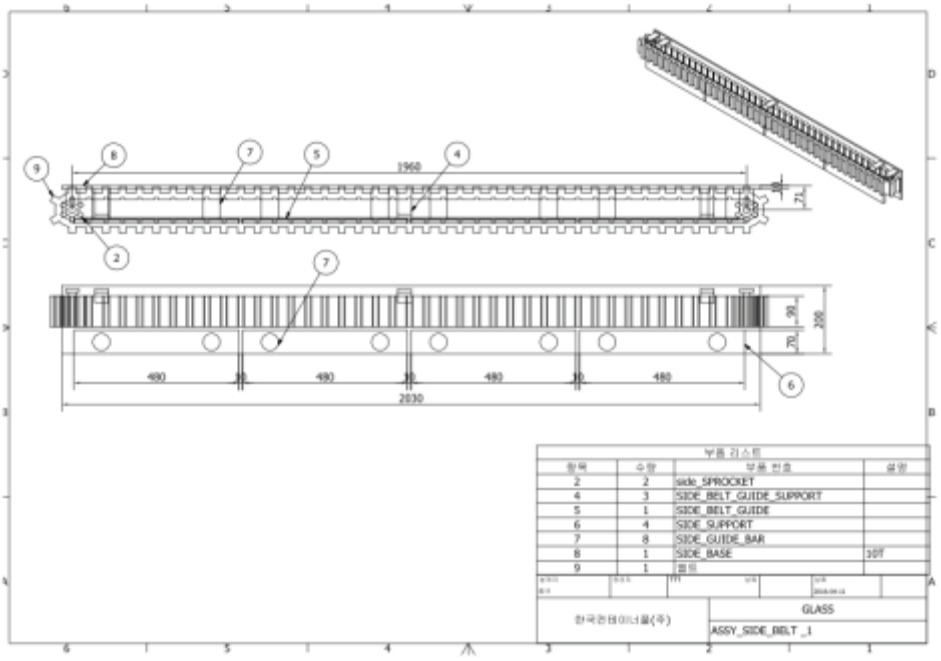


그림 3.5.29 측면 컨베이어부 상세도면 설계

② 하부 컨베이어부

○ 기능 : 모바일 랙에 유리를 적재하여 유리를 Bottom부 에서 이송하는 장치

○ 규격 : SPROCKET #80 x 10NT , CHAIN RF#80

○ 재질 : SS400

○ 도면 : 16매

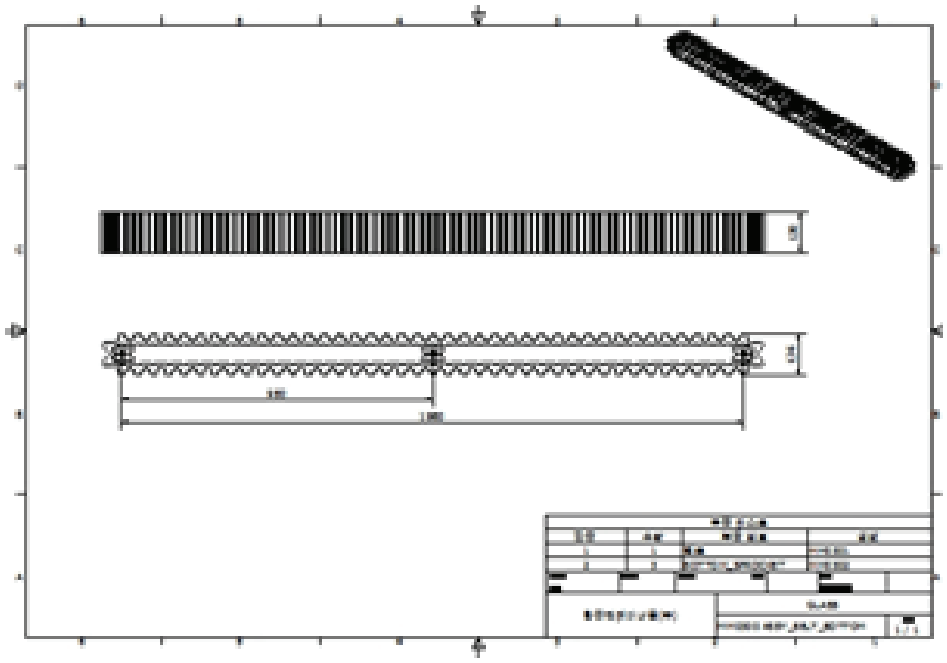


그림 3.5.30 하부 컨베이어부 상세도면 설계

사. 유리작업 안전(센서)장치

(1) 센서부

센서부는 제품과 작업자를 감지하여 컨베이어가 구동되는 시스템으로 오작동에 의한 안전사고를 미연에 방지하도록 설계하였다. 적재된 제품의 크기와 작업인원에 따라 1인 및 2인 작업을 선택하여 운영할 수 있는 기능을 제작설계에 반영하였으며, Door부/Front부 양방향 Open Type 구조 변경으로 Front부 센서 추가 장착하였다.

제품 감지용 레이저 센서의 감지거리는 2~3m이며, 작업자를 감지하는 적외선 센서의 감지거리 또한 2~3m이다.

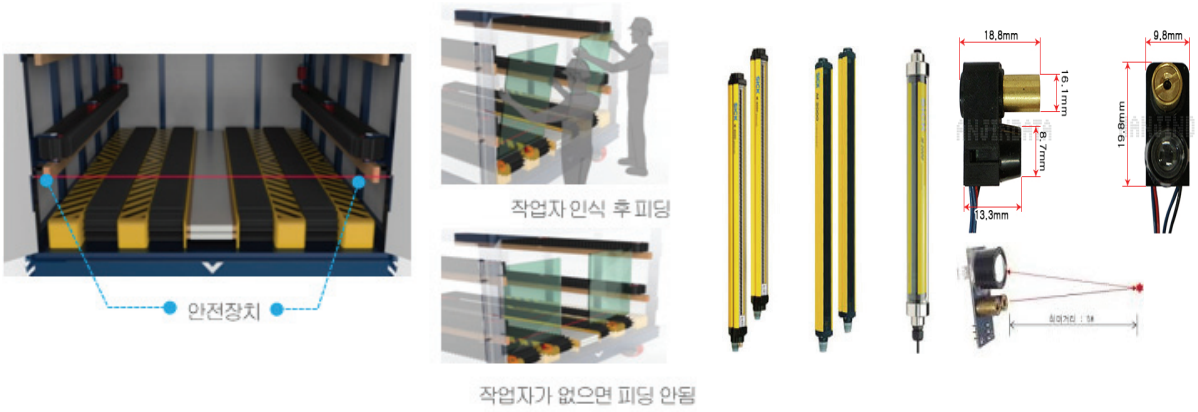


그림 3.5.31 작업자 감지 및 제품위치 감지 레이저 센서 선정

① 레이저 Sensor

○ 기능 : 제품위치 및 작업자 유무 감지 기능

○ 규격 : LDM41

○ 도면 : 5매

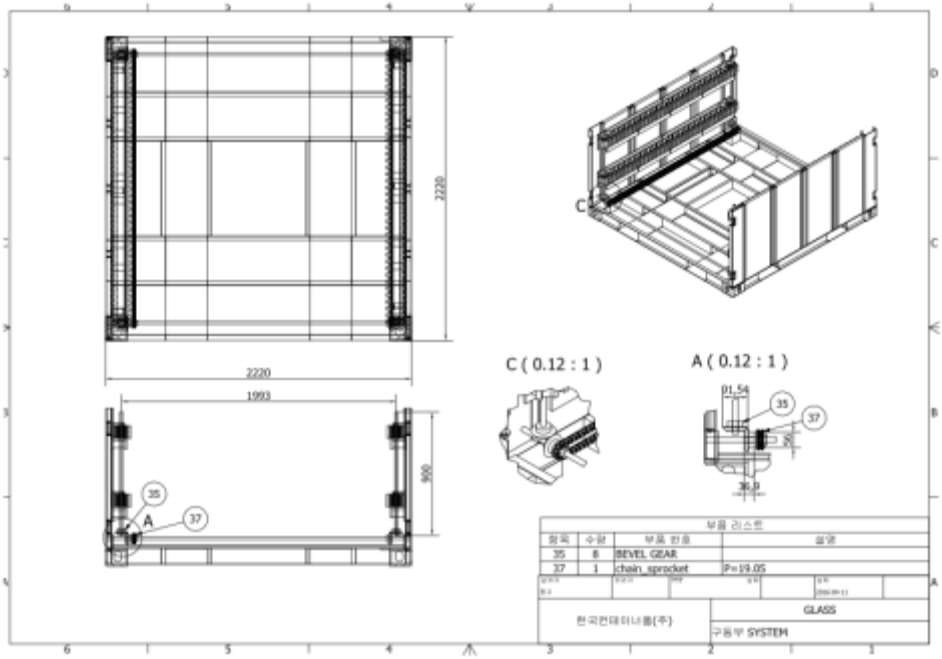


그림 3.5.32 레이저 Sensor 상세도면 설계

(2) 동작 모션 제어부

동작 모션 제어부는 컨베이어 구동부, 하부 폭 조절 및 Side 높낮이 조절, 센서부 제어 등 모바일 랙에서 구동되는 모든 동작을 포함한다. 제품 적재를 위한 랙의 모든 작동

을 포함하며, 하부 폭 조절, 측면 높낮이 조절, 컨베이어 동작제어 등이 가능한 PLC 내장 동작모션 제어부를 설계하였다.



그림 3.5.33 PLC 내장 동작모션제어부

○ 기능 : Bottom부 폭 조절 및 Side 높낮이 조절, 컨베이어 동작, 센서부 제어 등 구동되는 모든 동작을 포함

○ 규격 : W400mm x H400mm

○ 도면 : 2매

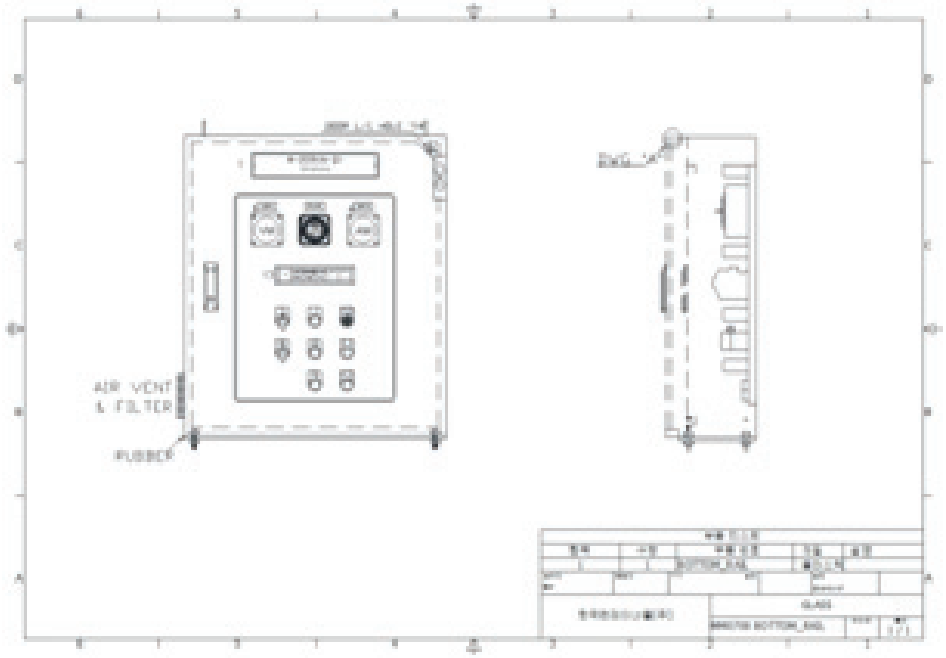


그림 3.5.34 제어반 상세도면 설계

아. 랙 구동소프트웨어

(1) 랙 구동 소프트웨어 설계 목적

자동형 유리전용 모바일 랙에서 제품의 상·하역 작업을 진행하기 위해서는 작업인원 선택(1인 또는 2인), 제품 및 작업자의 위치검출 센서동작, 컨베이어 구동, 측면 피딩장치 구동, 하부 중앙 고정 장치 동작, 측면 고정 장치 등의 자동 동작이 발생하게 된다.이러한 동작들에 대한 작동순서와 작동 범위를 정해주고 상호 동작 신호를 연결해 주기 위해 소프트웨어 설계를 수행한다.

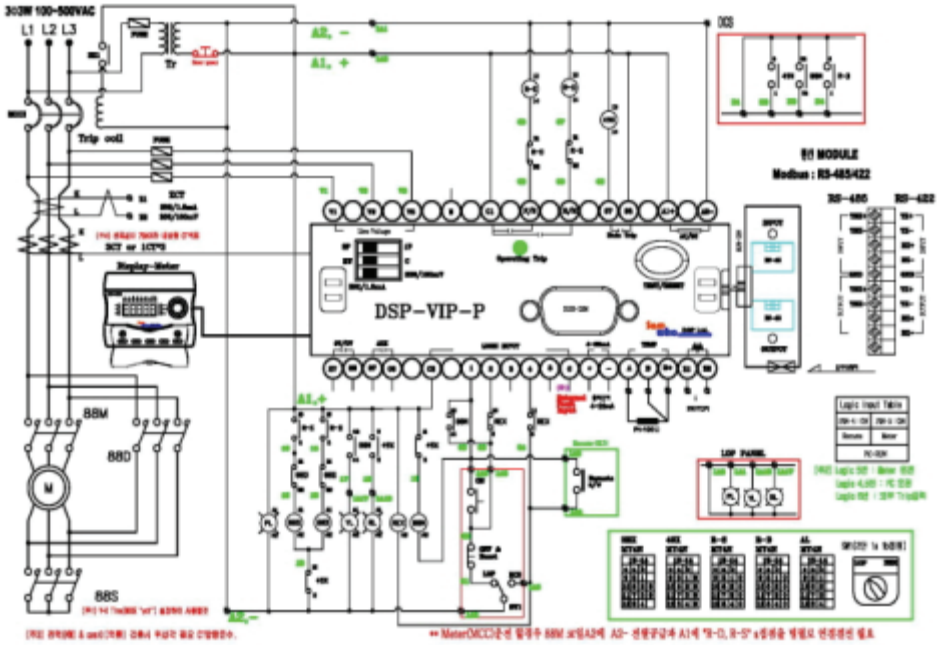


그림 3.5.35 구동제어 소프트웨어 상세 설계

(2) 상태관리/구동제어 소프트웨어

① 상태관리 소프트웨어

○ 상태관리 소프트웨어는 작업 중 동작 Error 및 고장부 발생 시 이상 발생위치 및 내용을 제어패널 모니터에서 확인이 가능하며, 조치방법 및 조치내용도 표기되어 이상부분 해제가 즉시 가능하도록 설계하였다. (도면 : 3장)

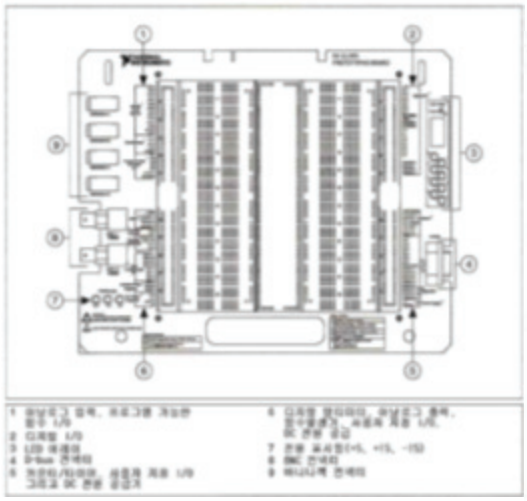


그림 3.5.36 상태관리 소프트웨어 상세설계

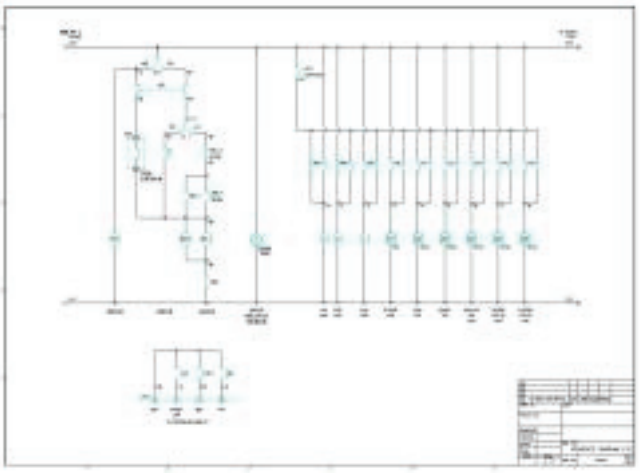


그림 3.5.37 상태관리 소프트웨어 상세도면 설계

② 구동제어 소프트웨어

○ 구동제어 소프트웨어는 PLC 프로그램에 연계된 제어 기능의 소프트웨어로 모든 구동부와 센서 감지까지 포함한 제어 소프트웨어를 설계하여 현장 작업자가 편하게 운영할 수 있도록 설계하였다. (도면 : 3장)

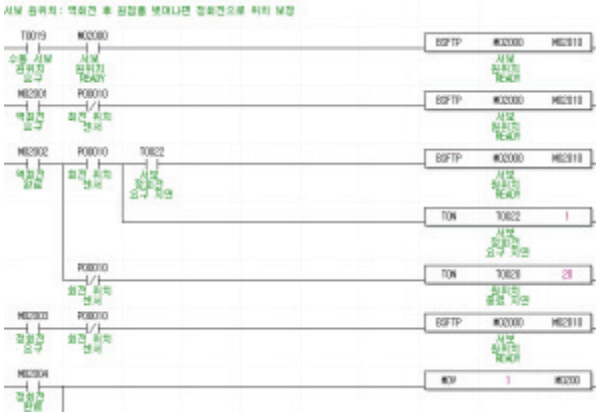


그림 3.5.38 구동제어 소프트웨어 설계

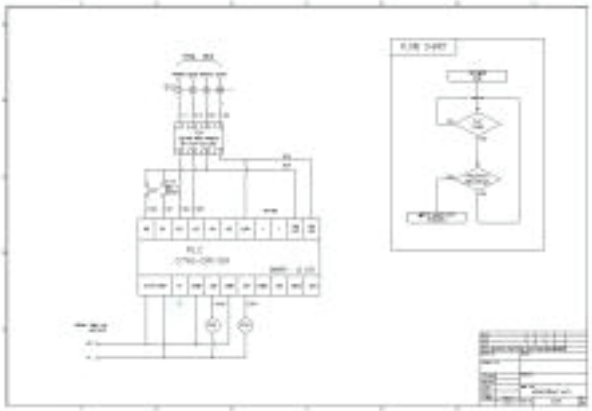


그림 3.5.39 구동제어 소프트웨어 상세도면 설계

3. 유리 모바일 랙 구조해석 및 검증・보완

국내・외에서 처음으로 개발되어 제작되는 장비의 경우는 구조해석에 대한 특정 적용 규격이 없기 때문에, 본 연구에서는 보편적으로 적용되는 장비 구조의 하중 조건을 기준으로 제품적재 다단보관 및 화물차량 다단적재 운송에 대한 하중을 예상하여 구조해석을 실시하였다. 구조 및 동역학해석, 센서 제어기술, 동작 모션제어, 진동 제어 해석기술의 4개 분야의 전문가를 선정하여 상세 설계에 대한 안정성을 평가하고. 공인기관 한국기술센터(KOTEC)에서 최종 안전성 검증을 실시하였다.

가. 전문가 검증

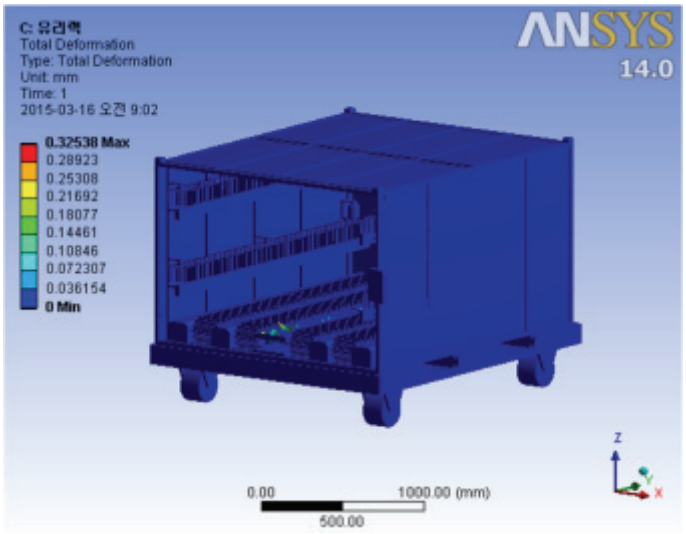
상세도면 설계 후 제작되는 시제품의 안전성 검증을 위해 구조 및 동역학해석, 센서 제어기술, 동작 모션제어, 진동제어 해석기술의 4개 분야의 전문가를 선정하여 안전성을 검증하였다. 구조 및 동역학 해석은 충북대학교 조해용 교수, 센서 제어기술은 한경대학교 김용태 교수, 동작 모션제어부는 한경대학교 조재훈 교수, 진동 제어 해석기술은 경북과학대학교 정현모 교수 등의 전문가 검증을 실시하였다.

(1) 구조 및 동역학 해석-1 (적재하중 2,000kg 조건)

① 변형량 : 적재하중 2,000kg에서 프레임 전체 변형량에 대해 구조해석을 진행하였으며, 해석결과 전체 변형량이 0.32mm로 수송용 컨테이너의 ISO 표준 4~5mm 이내로 해석되어 하부가이드, 중간가이드, 프레임 등은 안전하다고 판정되었다.

표 3.5.2 모바일 랙 변형량 구조해석(적재하중 2,000kg)

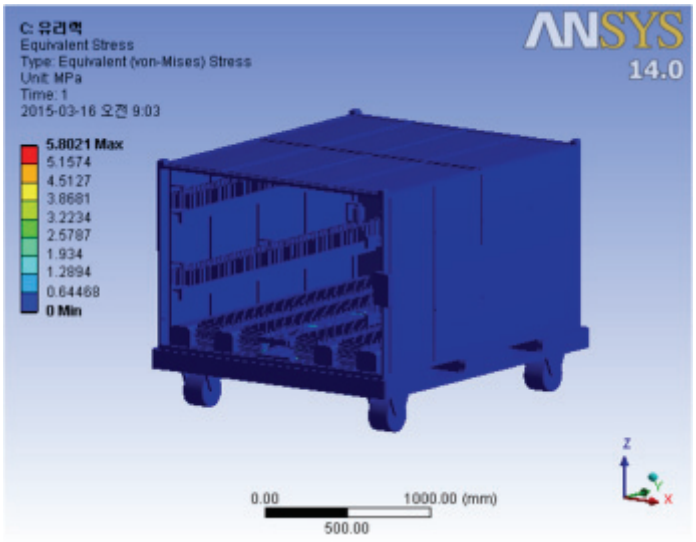
하중 조건	하중 적용부위	최대 변형량	재질	비 고
2,000kg	모바일 랙 전체	0.32mm	SS400	안 전 ※ 컨테이너 표준 ISO : 4~5mm



② 등분포하중 : 적재하중 2,000kg에서의 등분포 하중 해석결과 5.8 MPa로 SS400 자재의 항복강도 235MPa의 70% 이내이므로 해석되어 하부가이드, 중간가이드, 프레임 등의 응력이 적으며 힘이 골고루 분산되는 것으로 해석되었다.

표 3.5.3 모바일 랙 등분포하중 구조해석(적재하중 2,000kg)

하중 조건	하중 적용부위	최대 발생응력	재질	비 고
등분포하중	모바일 랙 전체	5.8MPa	SS400	안 전 ※ SS400 항복강도 235MPa 70% 이내



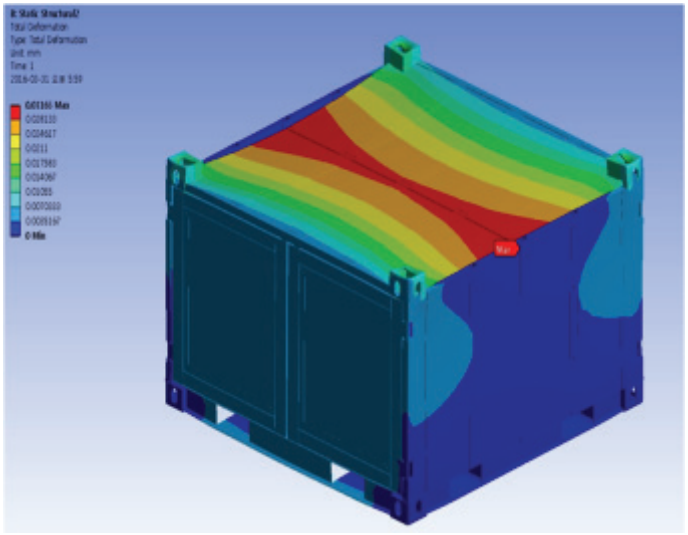
(2) 구조 및 동역학 해석-2 (적재하중 3,000kg 조건)

① 적재하중 3,000kg에서의 변형량 해석 결과 4곳의 코너 캐스팅 연결부 및 상부에서의 변형은 없었으나, 경량화 판넬부 중앙 부분에서 집중적인 변형이 발생하여 보강이 필요한 것으로 해석되었다.

- 상부 경량화 패널 중앙부에 철재 프레임을 추가하는 보강을 완료함

표 3.5.4 모바일 랙 변형량 구조해석(적재하중 3,000kg)

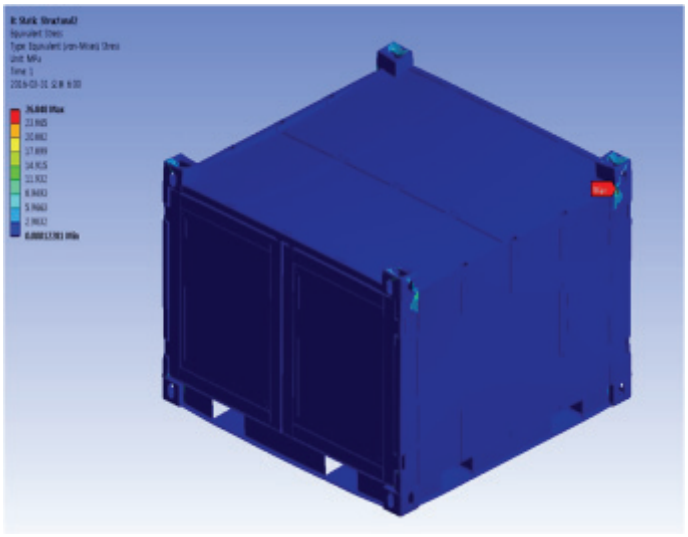
하중 조건	하중 적용부위	최대 변형량	재질	비 고
변형량	모바일 랙 상부	0.031mm	GMT+SS400	상부 보강 필요 ※ 컨테이너 표준 ISO : 4~5mm



② 등분포하중 : 적재하중 3,000kg에서 좌굴하중을 적용, 등분포하중 해석 결과 4곳의 코너캐스팅에서 받는 최대 항복강도는 26.8MPa로 SS400 자재의 항복강도 235MPa의 70% 이내이므로 다단 적재 시에도 응력이 고르게 분포되어 안전하다고 해석되었다.

표 3.5.5 모바일 랙 등가응력 구조해석(적재하중 3,000kg)

하중 조건	하중 적용부위	최대 발생응력	재질	비 고
등가응력	Corner Casting	26.8MPa	SS400	안정 ※ SS400 항복강도 235MPa 70% 이내



(3) 센서 제어기술

모바일 랙 센서부의 상태관리 소프트웨어 상세설계 해석 결과 동작, Error 고장 발생 시 발생위치 및 확인이 용이하도록 필수 요소를 도출한 것으로 해석된다.

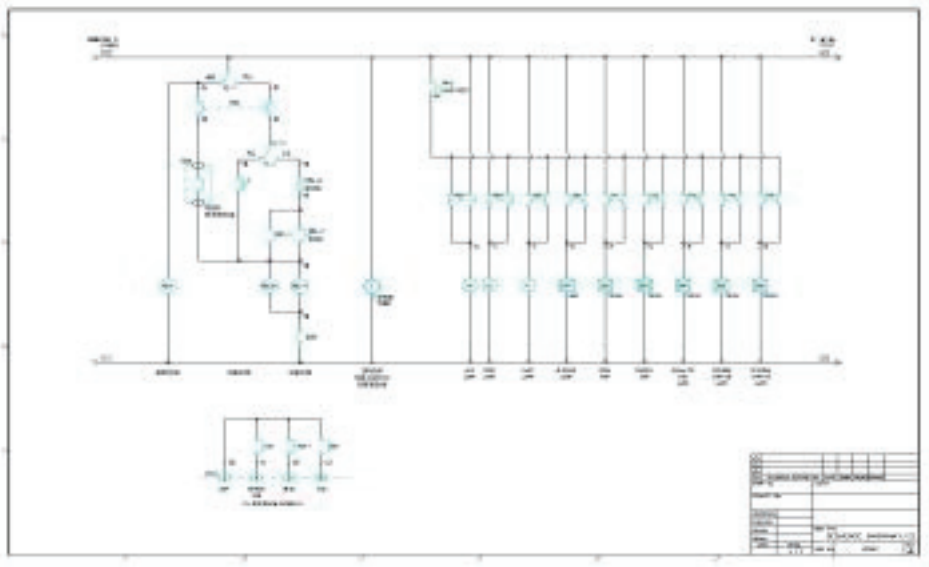


그림 3.5.40 상태관리 소프트웨어 상세 설계

(4) 동작 모션제어

구동제어 소프트웨어 상세설계 해석 결과 PLC 프로그램에 연계된 구동부와 센서 감지 및 제어 소프트웨어 분석결과 기능상 요소를 충족한 것으로 분석된다.

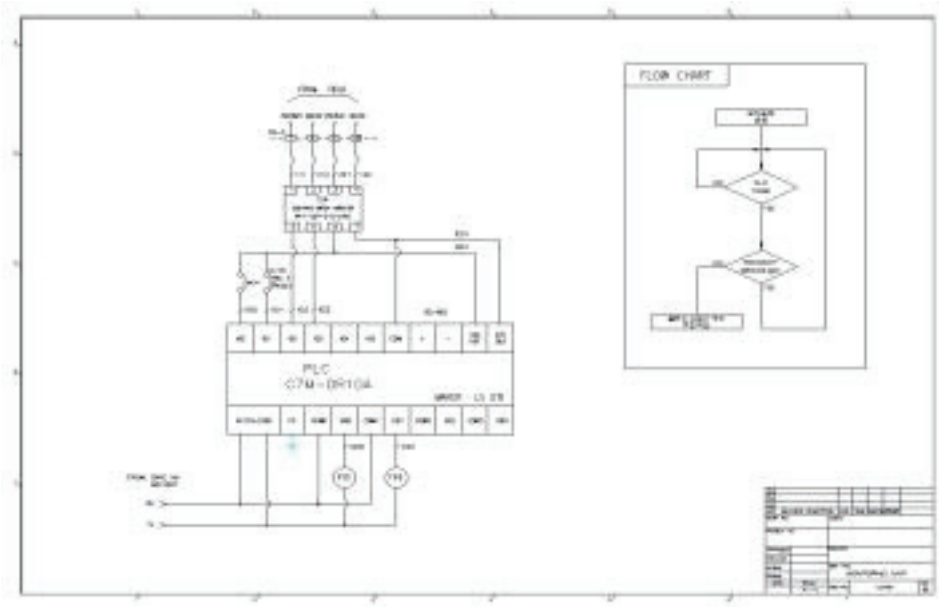


그림 3.5.41 소프트웨어 전기도면

(5) 진동 제어 해석 기술

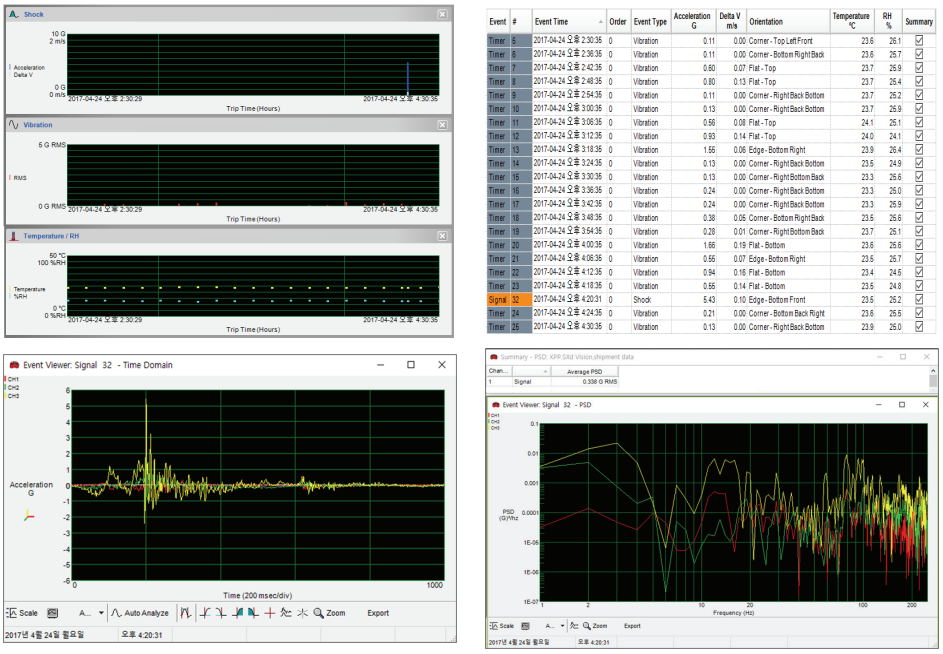
유리를 적재한 모바일 랙의 차량 운송조건에 대한 내부 충격실험을 진행하였다. 실험장비는 세이버 진동측정센서로 차량운송 시 모바일 랙 내부의 충격/온습도 값 측정 및 안정성을 검증하고자 한다. 모바일 랙에 유리 적재한 후 랙 내부에 세이버 진동측정센서를 설치하는데, 센서 위치는 차량의 진동 값이 가장 큰 후미에 부착하여 검증하였다.



그림 3.5.42 모바일 랙 내부 진동센서 부착

차량적재 운송 중 모바일 랙 내부에 전달된 충격 및 온습도 측정결과 전체적인 평균 PSD는 0.338Grms로 일반트럭 평균 수송환경인 0.5Grms에 비해 68% 수준으로 측정되었

다. 최대 충격 받은 수치는 5.43Grms로 하역 작업에서 지게차 충격에 의해 발생하였으며, 온도분포는 23.3~24.1℃, 습도분포는 24.1~26.4%로 나타났다. 운송 시 유리의 변형이나 파손은 발생하지 않았다.



Event	#	Event Time	Order	Event Type	Acceleration G	Delta V m/s	Orientation	Temperature °C	RH %	Summary
Timer	5	2017-04-24 오후 2:30:35	0	Vibration	0.11	0.00	Corner - Top Left Front	23.6	26.1	☑
Timer	6	2017-04-24 오후 2:36:35	0	Vibration	0.11	0.00	Corner - Bottom Right Back	23.6	25.7	☑
Timer	7	2017-04-24 오후 2:42:35	0	Vibration	0.60	0.07	Flat - Top	23.7	25.9	☑
Timer	8	2017-04-24 오후 2:48:35	0	Vibration	0.80	0.13	Flat - Top	23.7	26.4	☑
Timer	9	2017-04-24 오후 2:54:35	0	Vibration	0.11	0.00	Corner - Right Back Bottom	23.7	26.2	☑
Timer	10	2017-04-24 오후 3:00:35	0	Vibration	0.13	0.00	Corner - Right Back Bottom	23.7	25.9	☑
Timer	11	2017-04-24 오후 3:06:35	0	Vibration	0.56	0.08	Flat - Top	24.1	25.1	☑
Timer	12	2017-04-24 오후 3:12:35	0	Vibration	0.93	0.14	Flat - Top	24.0	24.1	☑
Timer	13	2017-04-24 오후 3:18:35	0	Vibration	1.55	0.06	Edge - Bottom Right	23.9	26.4	☑
Timer	14	2017-04-24 오후 3:24:35	0	Vibration	0.13	0.00	Corner - Right Back Bottom	23.5	24.9	☑
Timer	15	2017-04-24 오후 3:30:35	0	Vibration	0.13	0.00	Corner - Right Bottom Back	23.3	25.6	☑
Timer	16	2017-04-24 오후 3:36:35	0	Vibration	0.24	0.00	Corner - Right Back Bottom	23.3	25.0	☑
Timer	17	2017-04-24 오후 3:42:35	0	Vibration	0.24	0.00	Corner - Right Back Bottom	23.3	25.9	☑
Timer	18	2017-04-24 오후 3:48:35	0	Vibration	0.38	0.05	Corner - Bottom Right Back	23.5	25.6	☑
Timer	19	2017-04-24 오후 3:54:35	0	Vibration	0.28	0.01	Corner - Right Bottom Back	23.7	25.1	☑
Timer	20	2017-04-24 오후 4:00:35	0	Vibration	1.66	0.19	Flat - Bottom	23.6	25.6	☑
Timer	21	2017-04-24 오후 4:06:35	0	Vibration	0.55	0.07	Edge - Bottom Right	23.5	25.7	☑
Timer	22	2017-04-24 오후 4:12:35	0	Vibration	0.94	0.16	Flat - Bottom	23.4	24.5	☑
Timer	23	2017-04-24 오후 4:18:35	0	Vibration	0.55	0.14	Flat - Bottom	23.5	24.8	☑
Signal	32	2017-04-24 오후 4:20:31	0	Shock	5.43	0.10	Edge - Bottom Front	23.5	26.2	☑
Timer	24	2017-04-24 오후 4:24:35	0	Vibration	0.21	0.00	Corner - Bottom Back Right	23.6	25.5	☑
Timer	25	2017-04-24 오후 4:30:35	0	Vibration	0.13	0.00	Corner - Right Back Bottom	23.9	26.0	☑

그림 3.5.43 모바일 랙 내부 충격실험 측정

나. 검증(전문가 및 인증전문기관)

분야별 전문가 및 한국산업기술시험원(KTL), 한국화학융합시험연구원(KTR) 등 인증전문기관의 검증결과를 반영한 구성품, 모바일 랙 구조, 주요부품 보완 및 설계 변경을 진행하였다. 구동용 Motor 및 컨베이어 체인, 센서, 수직 수평 이동장치 등 주요 부품의 경우 전문가 입회 성능 Test를 실시하여 보완 및 개선사항 도출하고 보완 작업을 실시하였다.

(1) KOTEC 인증기관(기계장치) 검증

① Modeling 검토

설계 Modeling 검토 결과 무게를 지탱해주는 Base Frame의 구름표시(빨간 선) 부분에서 단면의 단절로 인하여 하중을 전달하기 어려운 구조이므로 보강이 필요하며, 구조계산을 위해 아래 상황을 정확히 반영한 Modeling을 통해 강도 검토가 필요하다는 의견이 제시되었다.

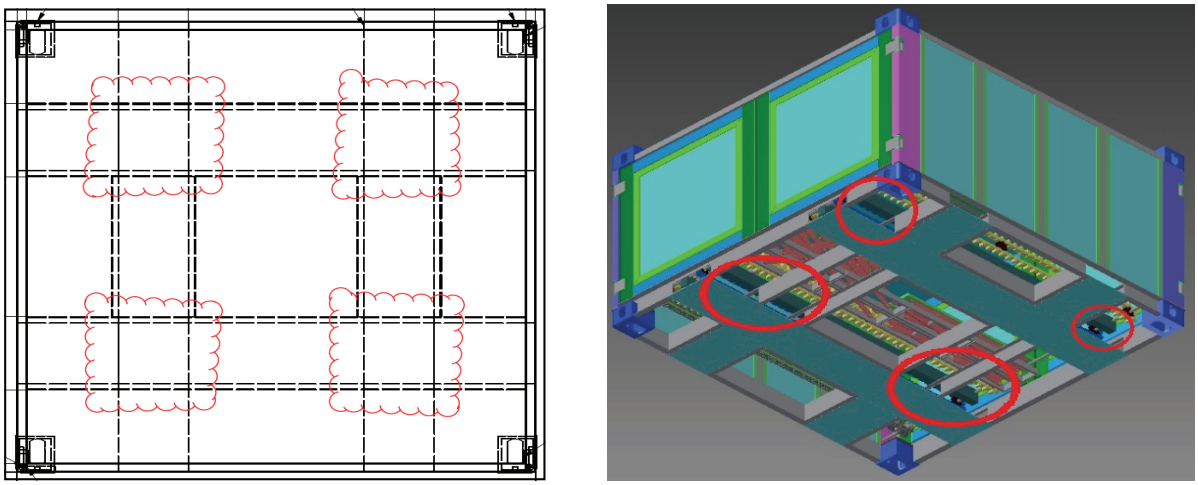


그림 3.5.44 모바일 랙 Base Modeling 검토

② 적용하중 검토

모바일 랙 적용하중 검토 결과 Base Frame에 가장 큰 하중을 발생시킬 수 있는 Bottom Rail(아래 파란선)이 위치할 때의 조건 검토가 필요하다. 또한 하중조건은 슬라이딩 장치 위 적재 및 지게차 이동, 2단 적재를 고려해야 한다는 의견이 제시 되었다.

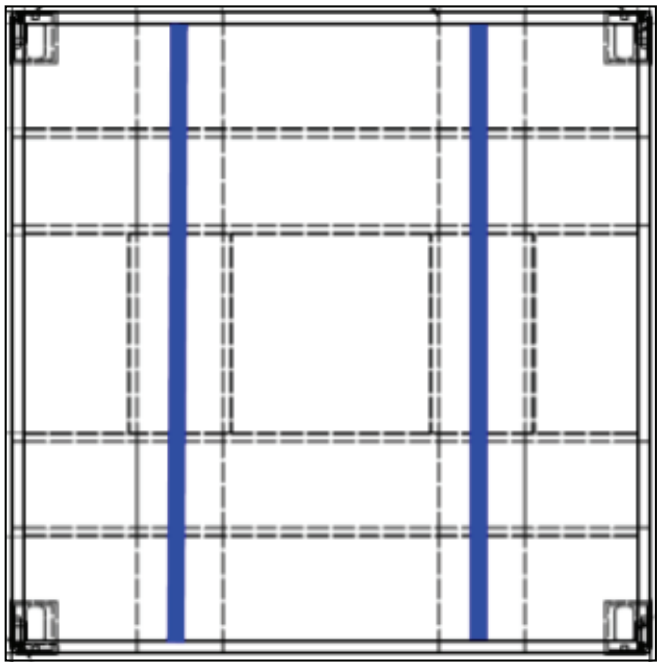


그림 3.5.45 모바일 랙 BASE 하중 검토 위치

③ Base Frame 응력 검토

모바일 랙에 적용 하중 및 경계조건(자중 500kgf, 유리무게 2000kgf)을 적용 시 BASE Frame의 단면 단절부분에서 항복응력(영구변형)을 초과하는 응력이 발생하여 적절한 보강 및 design 변경을 통해 재해석이 요구된다는 의견이 제시되었다.

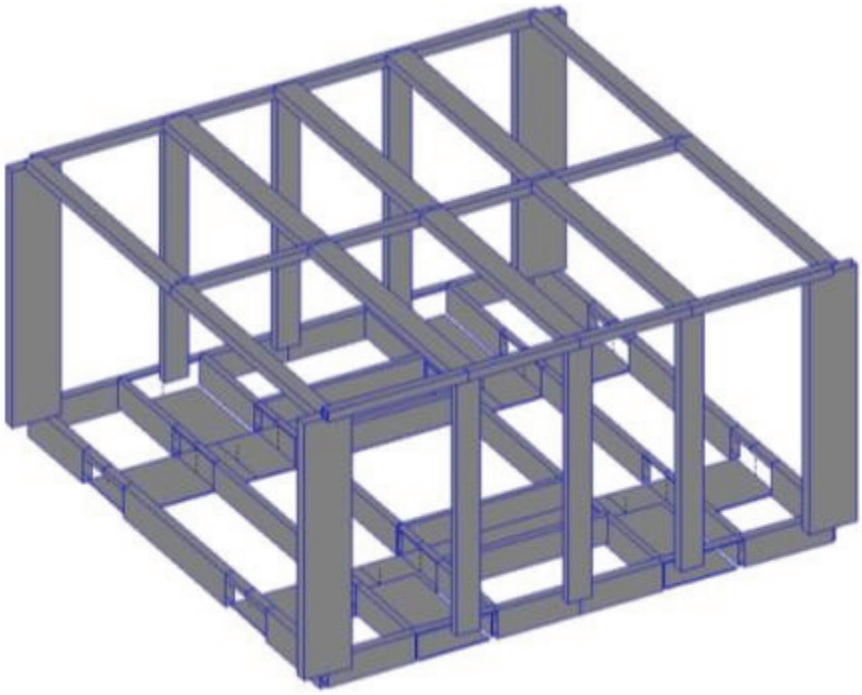


그림 3.5.46 Modeling by STAAD Pro

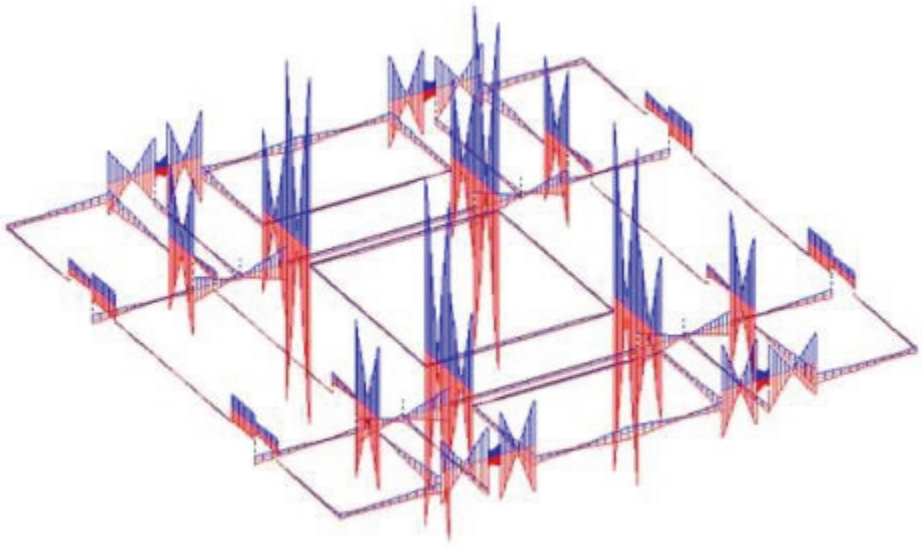


그림 3.5.47 Beam Stress Contour

(2) KOTEC 기계장치 보완

작성한 설계 계산서를 토대로 KOTEC에서 검토 후 기계장치 보완 진행하였다.

표 3.5.6 기계장치 검증결과

번호	항목	LogisALL	KOTEC	비고 (검증 의견)	해결방안
1	모터 용량	0.20kw	0.20kw	선정된 모터 용량(0.4kw)은 충분하나 필요 이상으로 크므로 다른 부작용 발생 → 재조정 필요	모터 정격출력 0.4Kw→0.2Kw로 변경 가능
2	체인	RS80 안전율 31.7	안전율 34.5	만족	문제없음
3	감속기 토르크	25 kg-m 이상	23kg-m	감속기 용량 증대 필요 모터 용량 0.4kw에 대한 감속기의 강성 확보 필요	감속기 토르크 값은 조절 가능함 (계산상 오류로 출력 토르크 값은 25kg-m 임)
4	구동축	직경 30mm	30mm	만족	문제없음

다. 설계보완

표 3.5.7 인증기관 해석 결과

해석 내용	해석 결과	보완/개선 내용
Modeling	지게차 차입구 단절로 하중전달 곤란	프레임 형상 ㄷ자 변경 및 보강 프레임 추가설치
적용하중(적재 시)	하부 Sub Plate에 집중하중 예상 (지게차 차입구 길이 방향)	Sub Plate에 집중하중 분산위해 좌우 2열 추가
Base Frame 응력	적용하중(2,500kgf) 및 경계조건 적용 시 Base 프레임 단절부 항복응력(영구변형) 초과 응력이 발생	차입구 사이 단절부 보강 프레임 설치 강도 보강
변형량 (2톤 하중)	최대 변형량 11mm 처짐	프레임 형상 ㄷ자 변경 및 보강 프레임 추가설치
변형량 (5톤 하중)	최대 변형량 26mm 처짐	
변형량 (10톤 하중)	최대 변형량 55mm 처짐	

모바일 랙 BASE부 변형량을 파악하기 위해 하중 2ton, 5ton, 10ton의 조건을 부여하여 구조해석을 실시하였다. 경계조건으로는 9.81m/s^2 자중 전용(A), 컨테이너의 바닥 면(하부 Casting) 고정(B), 컨테이너 안쪽 하부에 10, 5, 2ton의 분포하중(C)으로 설정하여

모바일 랙의 위 · 옆의 모든 Panel에 GMT 소재를 적용하였다. 하중 크기와 상관없이 바닥 아래 부분에서 비슷한 경향으로 최대 변형이 나타났다.

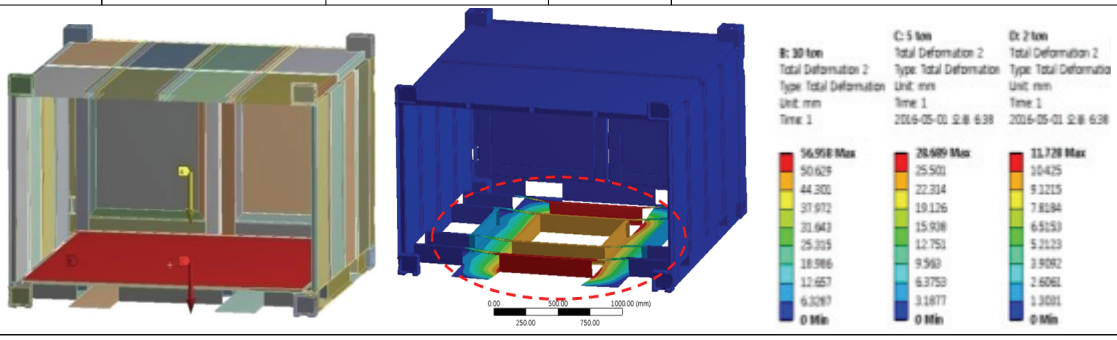
○ 하중 10ton인 경우 최대 변형량 : 55mm 처짐 발생

○ 하중 5 ton인 경우 최대 변형량 : 26mm 처짐 발생

○ 하중 2 ton인 경우 최대 변형량 : 11mm 처짐 발생

표 3.5.8 모바일 랙 BASE부 변형량 구조해석

하중 조건	하중 적용부위	최대 변형량	재질	비 고
변형량	BASE	2ton:11mm 5ton:26mm 10ton:55mm	GMT+ SS400	보강 필요 ※ 컨테이너 표준 ISO : 4~5mm



BASE부 구조해석 결과를 반영한 상세설계도 수정 보완으로 바닥 프레임을 ㄷ형 형강구조로 변경하고, 보강 플레이트를 설치하여 강도를 보강하였다. 적재중량에 대한 처짐 방지를 위해 지게차 포크 삽입구 사이에 보강 프레임을 설치하여 적재하중에 대한 구조해석 안정성 검증 후 샘플제작을 진행하였다.

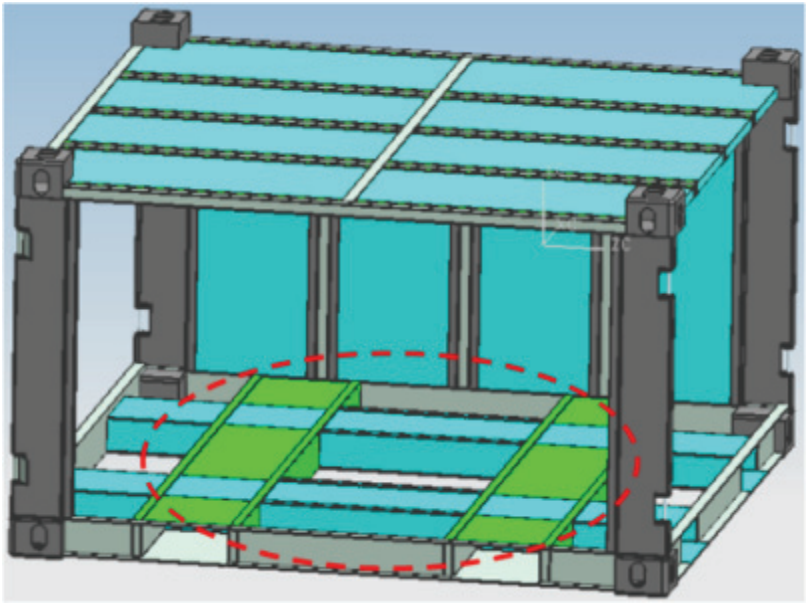


그림 3.5.48 구조해석 결과 반영 및 설계보완

4. 유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템

가. 개발 환경 구축

전자정부 표준 프레임워크와 R&D 연구기반 성과물을 시스템의 데이터 생명주기를 통한 유기적인 인터페이스 체계 구축으로 유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 시스템을 구축한다. 전자정부 표준 프레임워크를 표준기반으로 한 안정적이고 신뢰성 있는 설계 지원 및 운영지원 시뮬레이션 시스템 운영환경을 확보하여 시스템의 표준화, 유연성, 확장성을 가능하도록 구현한다.



그림 3.5.49 System Architecture 구성

유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 시스템 구축은 전자정부 표준 프레임워크를 기반으로 개발언어는 JAVA, DBMS는 Oracle 11g 기반으로 구축하며, 시뮬레이션 알고리즘과의 연계 호출방식을 정의한다. 프로그램 호출에 의한 연계는 설계 시뮬레이션 방식을 적용하고, DB To DB에 의한 연계는 운영 시뮬레이션 방식을 적용한다.

표 3.5.9 시뮬레이션 시스템 개발 환경

구분	내용	비고
개발언어	JAVA (jdk1.7)	-
개발툴	eclipse (STS-V4.6)	-
형상관리	SVN	-
WAS	Tomcat 7	-
DBMS	Oracle 11g	-

나. 요구사항 분석

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템 구축을 위한 기능 요구사항을 다음과 같이 상세히 정의한다.

표 3.5.10 시뮬레이션 시스템 요구사항 정의서

ID	구분	항목	요구사항
FUR-001	유리전용모바일 랙 시뮬레이션 시스템 연계	유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 프로그램과 연계	1. 유리전용 모바일 랙 구매/임대 결정을 위한 의사결정 시스템을 제공함
			2. 시뮬레이션 수행을 위한 입력 기능과 결과

ID	구분	항목	요구사항
		시스템 설계 및 기능 개발	조회기능을 구현하고 이에 따른 원활한 인터페이스를 표현함 (운영지원시스템 개발)
			3. 기존 시뮬레이션 알고리즘 기반의 원활한 인터페이스를 표현함
			4. 시뮬레이션의 결과 데이터에 대한 성능 비교 및 분석을 할 수 있는 인터페이스를 표현함
FUR-002	설계지원 시뮬레이션 시스템 기준정보 입력 기능	유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 시스템 내 출하 및 차량정보 입력	1. 출하 및 차량정보 등에 대한 기본정보를 사용자가 입력 또는 일괄 입력할 수 있어야 함
			2. 사용자 권한별 메뉴에 대한 접근을 제어하여 관리할 수 있어야 함
			3. 기초정보에 대한 이력을 관리하며, 생산자와 생산 품목에 대한 기준정보를 관리할 수 있어야 함
			4. 사용자 정보별 차량정보를 관리할 수 있어야 함
			5. 기존 랙과 모바일 랙 사양정보를 관리 할 수 있어야 함
FUR-003	설계지원 시뮬레이션을 위한 주문정보 입력 기능	유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 시스템에서의 주문 상세정보 입력	1. 사용자별 권한에 맞는 주문정보를 등록 및 관리할 수 있어야 함
			2. 사용자별 권한에 맞는 주문 상세정보를 주문 정보에 맞게 등록 및 관리할 수 있어야 함
FUR-004	설계지원 시뮬레이션 시스템 알고리즘 수행 결과 분석 지원	기개발된 유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 시스템에서의 알고리즘 분석 지원	1. 기존 알고리즘을 운영시뮬레이션에 제공하여 결과를 확인할 수 있어야 함
			2. 운영지원시스템 개발단계에서 필요한 표준화정보를 제공할 수 있어야 함
			3. 산출된 랙 사이즈 기반 표준 정보를 제공할 수 있는 인터페이스를 제공함
FUR-005	설계지원 시뮬레이션 시스템 결과 조회 기능	유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 시스템에서의 시뮬레이션 결과	1. 입력한 주문정보에 대한 시뮬레이션 결과를 설계된 알고리즘에 따라 차트 및 데이터로 조회하게 함
			2. 시뮬레이션 주문 상세 결과를 조회하고 조회결과를 파일 다운로드 할 수 있게 함.
FUR-006	설계지원 시뮬레이션 시스템 성능평가 기능	유리전용 모바일 랙 시뮬레이션 시스템에서의 시뮬레이션 결과 평가 및 비교 분석 기능 구현	1. 시스템 시뮬레이션 결과에 따른 성능 비교평가 모듈을 구현 및 인터페이스를 제공함
			2. 시스템 시뮬레이션 결과에 따른 경제성평가 및 분석 모듈을 구현 및 인터페이스를 제공함
			3. 시스템 시뮬레이션 결과 정보를 저장처리하고 비교분석할 수 있는 인터페이스를 제공함
FUR-007	시스템 관리	유리전용 모바일 랙 설계지원 시뮬레이션 연계 시스템 관리	1. 시스템을 사용하는 사용자정보를 등록함
			2. 시스템 사용자별 권한 관리할 수 있도록 함

다. 프로세스 분석 및 시스템 기능 정의

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템 프로세스는 시스템부문과 알고리즘 부분으로 구분한다. 시스템 부문에서는 크게 입력모듈, 출력모듈, 인터페이스모듈로 나눠진다. 입력모듈은 입력 정보를 표준화하고 데이터베이스 입력 처리를 수행한다. 출력모듈은 출력 정보를 내어지고 결과를 시각화하여 표현한다. 인터페이스모듈은 시뮬레이션 알고리즘과의 입출력 항목 표준화 및 처리를 수행한다.

설계 및 운영 알고리즘은 필요한 정보를 시스템 데이터베이스와 연계하여 입출력을 받는다. 예를 들어, 시스템은 사용자로부터 모바일 랙 분석을 위해 데이터를 입력받고, 해당 데이터를 시뮬레이션 알고리즘을 통한 결과값을 기반으로 사용자에게 분석데이터를 제공한다.

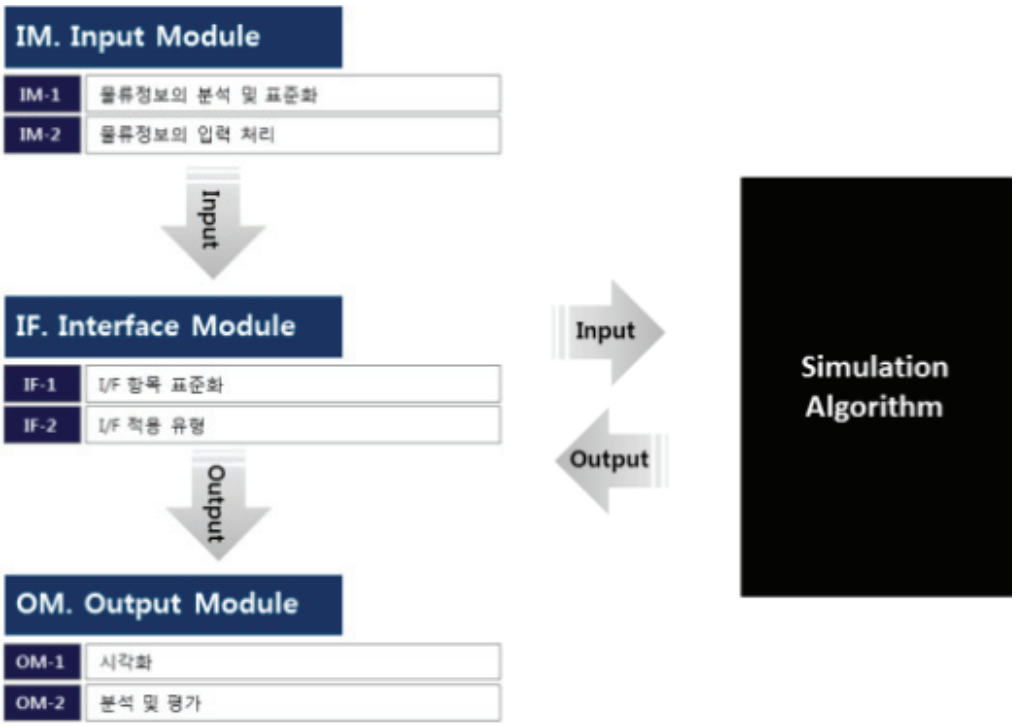


그림 3.5.50 시뮬레이션 기반 분석을 위한 데이터 흐름

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 데이터 흐름에 따른 주요 기능은 시뮬레이션 기능과 기본기능으로 구성된다.

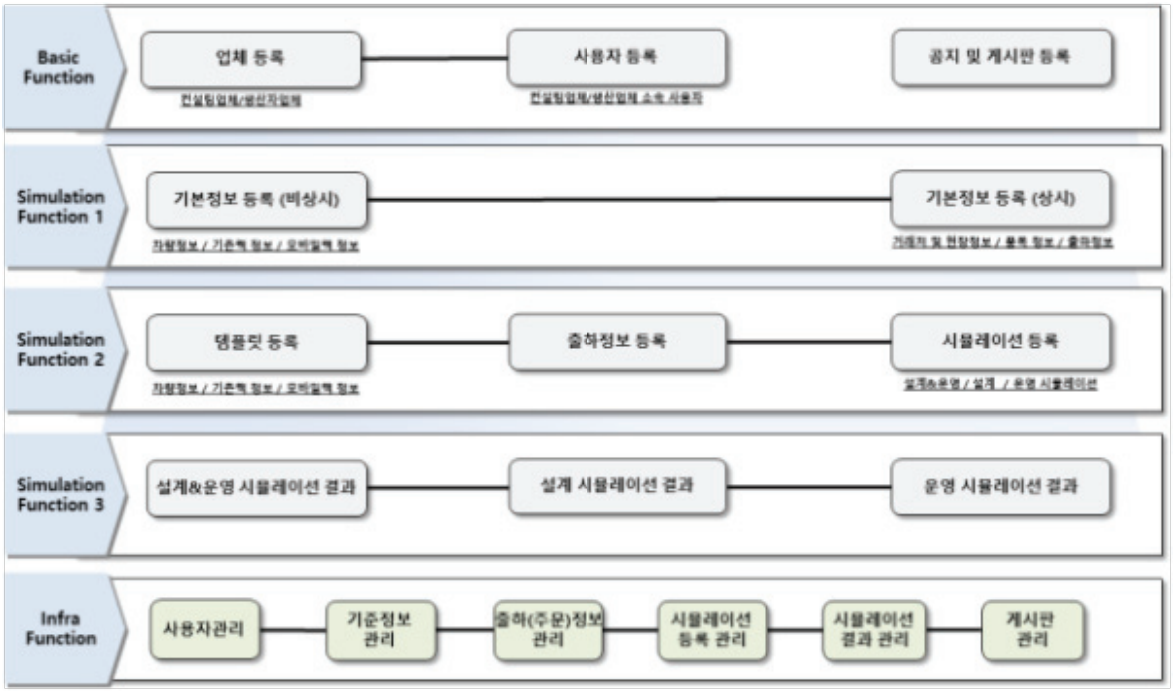


그림 3.5.51 시뮬레이션 시스템의 프로세스 기반의 주요 기능

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 사용자는 관리자, 컨설팅업체, 생산업체 등의 사용자 권한으로 구성된다. 관리자는 시뮬레이션 시스템 총괄 관리자로 모든 권한을 부여 및 관리할 수 있도록 하며, 사용자 및 업체관리, 차량정보, 기존 랙정보, 모바일 랙 정보 등록 및 관리 권한을 가지고 있다. 컨설팅업체는 고객들에게 기존 유리랙과 개발된 유리전용 모바일 랙의 성능평가 및 경제성을 비교 분석 할 수 있도록 시뮬레이션 시스템 관리자로 권한을 부여한다. 생산업체는 생산자 유형은 유리를 생산 및 제작하는 원판업체와 생산된 유리를 납품장소에 따라 알맞게 가공하는 가공업체 2가지로 구분하며, 거래처 정보, 현장정보, 품명정보, 출하정보를 등록 및 관리 권한을 가진다.

라. 시스템 설계

(1) 시스템 기능 설계

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 상세 시스템 기능별로 사용자 권한을 설계한다.

표 3.5.11 시스템 기능 설계

1Depth	2Depth	3Depth	기능	관리자	컨설팅	생산자
로그인			로그인 기능	O	O	O
내정보			내정보 조회, 수정 기능	O	O	O
기본정보 관리	거래처관리	거래처관리	거래처목록조회기능	O	O	O
			거래처 수정, 삭제 기능	O	O	O
			거래처엑셀파일템플릿다운로드기능	O	O	O
			거래처 엑셀파일 업로드 기능	O	O	O
		현장정보관리	현장정보목록조회기능	O	O	O
			현장정보 수정, 삭제 기능	O	O	O
			현장정보엑셀파일템플릿다운로드기능	O	O	O
			현장정보 엑셀파일 업로드 기능	O	O	O
	품명관리		품명정보목록조회기능	O	O	O
			품명정보 수정, 삭제 기능	O	O	O
			품명정보 엑셀파일 다운로드/업로드 기능	O	O	O
	출하정보 관리		출하정보목록조회기능	O	O	O
			출하정보등록기능	O	O	O
			출하정보엑셀파일템플릿다운로드기능	O	O	O
			출하정보엑셀파일업로드기능	O	O	O
			출하정보수정,삭제기능	O	O	O
	품명관리		품명정보목록조회기능	O	O	O
			품명정보 수정, 삭제 기능	O	O	O
			품명정보 엑셀파일 다운로드/업로드 기능	O	O	O
시뮬레이션 관리	템플릿관리		템플릿목록조회기능	O	O	
			템플릿등록,수정,삭제기능	O	O	
			차량정보 검색 기능	O	O	
			기존 랙정보검색기능	O	O	
			모바일 랙정보 검색 기능	O	O	
	시뮬레이션 등록		설계및운영시뮬레이션등록기능	O	O	
			템플릿 목록 검색 기능	O	O	
			설계시뮬레이션 결과 검색 기능	O	O	
			차량정보 검색 기능	O	O	
			기존 랙정보검색기능	O	O	
			모바일 랙정보 검색 기능	O	O	
			출하정보검색기능	O	O	
시뮬레이션 분석	시뮬레이션 결과	설계 시뮬레이션	설계및운영시뮬레이션결과목록조회기능	O	O	O
			설계시뮬레이션기본결과조회기능	O	O	O
			설계시뮬레이션결과값차트및데이터조회기능	O	O	O
			설계시뮬레이션경제성분석차트및데이터조회기능	O	O	O
		운영 시뮬레이션	운영시뮬레이션기본결과조회기능	O	O	O
			운영시뮬레이션결과값차트및데이터조회기능	O	O	O
			운영시뮬레이션경제성분석차트및데이터조회기능	O	O	O
공지&게시판	공지사항		공지사항목록조회기능	O	O	
			공지사항등록,수정,삭제기능	O	O	
			첨부파일 등록 기능	O	O	
	게시판		게시판목록조회기능	O	O	O
			게시판등록기능	O	O	O
			게시판 수정, 삭제 기능	O	O	O
			첨부파일 등록 기능	O	O	O
시스템관리	사용자관리		사용자 목록 조회 기능	O	O	
			사용자 등록 기능	O	O	
			사용자 수정, 삭제 기능	O	O	
			사용자별 시스템 사용 권한 설정 기능	O	O	
			임시 비밀번호 메일 발송 기능	O	O	
	업체관리		업체목록조회기능	O	O	

1Depth	2Depth	3Depth	기능	관리자	컨설팅	생산자
			업체 등록 기능	O	O	
			업체 수정, 삭제 기능	O	O	
	차량정보관리		차량정보목록조회기능	O	O	
			차량정보 등록 기능	O	O	
			차량정보 수정, 삭제 기능	O	O	
	기존 랙정보관리		기존 랙정보목록조회기능	O	O	
			기존 랙정보등록기능	O	O	
			기존 랙정보수정,삭제기능	O	O	
	모바일 랙정보관리		모바일 랙정보목록조회기능	O	O	
			모바일 랙 등록 기능	O	O	
			모바일 랙수정,삭제기능	O	O	

(2) 시스템 화면 구조도

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 시스템 화면은 기본정보 관리, 시뮬레이션 관리, 시뮬레이션 분석, 공지&게시판, 시스템관리, 로그인 관리로 크게 구분된다.

기본정보관리는 거래처관리, 공통된 유리품명 관리, 입력 기능을 가진 출하관리 기능으로 구분된다. 시뮬레이션 관리는 시뮬레이션 입력정보(차량정보, 모바일 랙/기존 랙 정보 등)인 템플릿 관리와 시뮬레이션 각 실험별 등록관리 기능으로 구분한다. 시뮬레이션 분석은 시뮬레이션 결과를 시각화하는 기능으로 설계/운영알고리즘 결과와 경제성 분석 결과를 시각화하는 기능을 수행한다. 시스템관리 기능은 유리가공업체가 자주 이용하는 업체, 차량정보, 랙정보를 미리 저장하여 데이터베이스를 정규화하는데 필요한 기능을 수행한다. 공지&게시판, 로그인 기능은 기본 시스템 기능으로 구현한다.

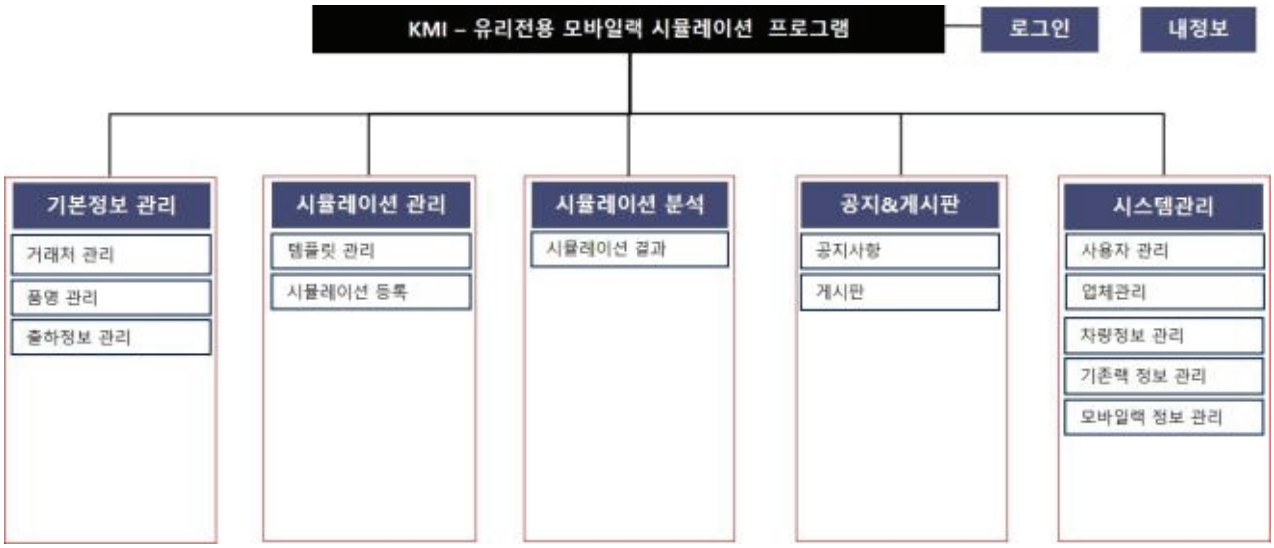


그림 3.5.52 시뮬레이션 시스템 메뉴구조도

(3) 데이터베이스 설계

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 데이터베이스는 크게 3개의 도메인으로 구성된다. 공통 DB는 사용자, 업체, 권한, 게시판 등의 기능이 포함된다. Simulation Input DB는 시뮬레이션 입력 값을 관리한다. Simulation System Interface DB는 시뮬레이션 알고리즘과의 입력 값과 결과 값에 대한 인터페이스, 결과분석 기능을 담당한다.

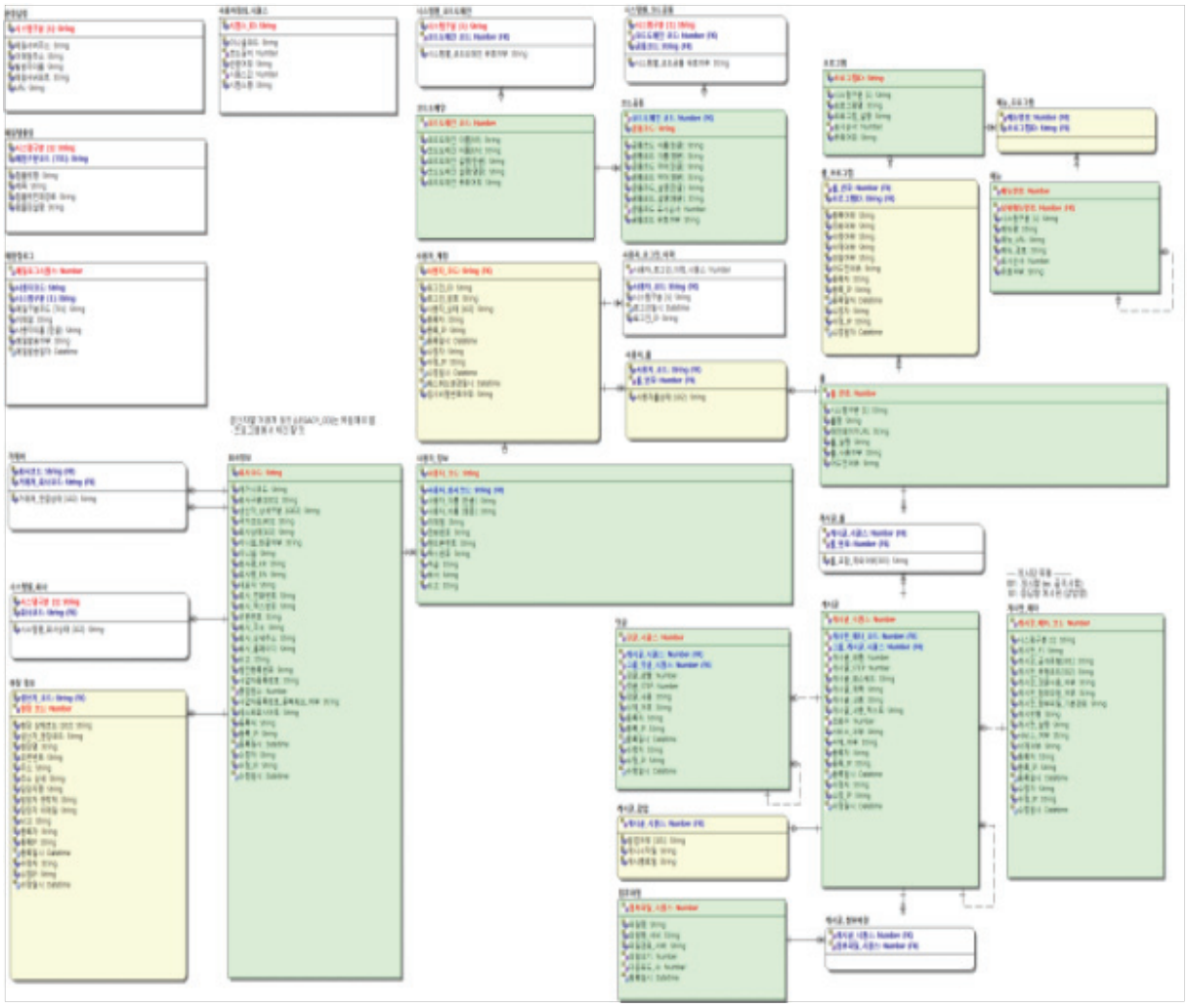


그림 3.5.53 공통 - Logical Model

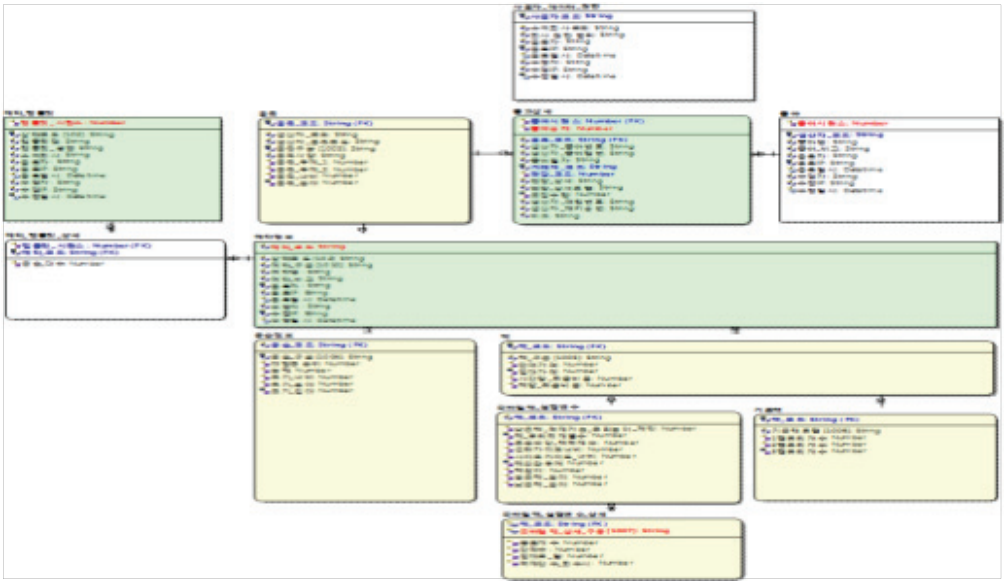


그림 3.5.54 Simulation Input - Logical Model

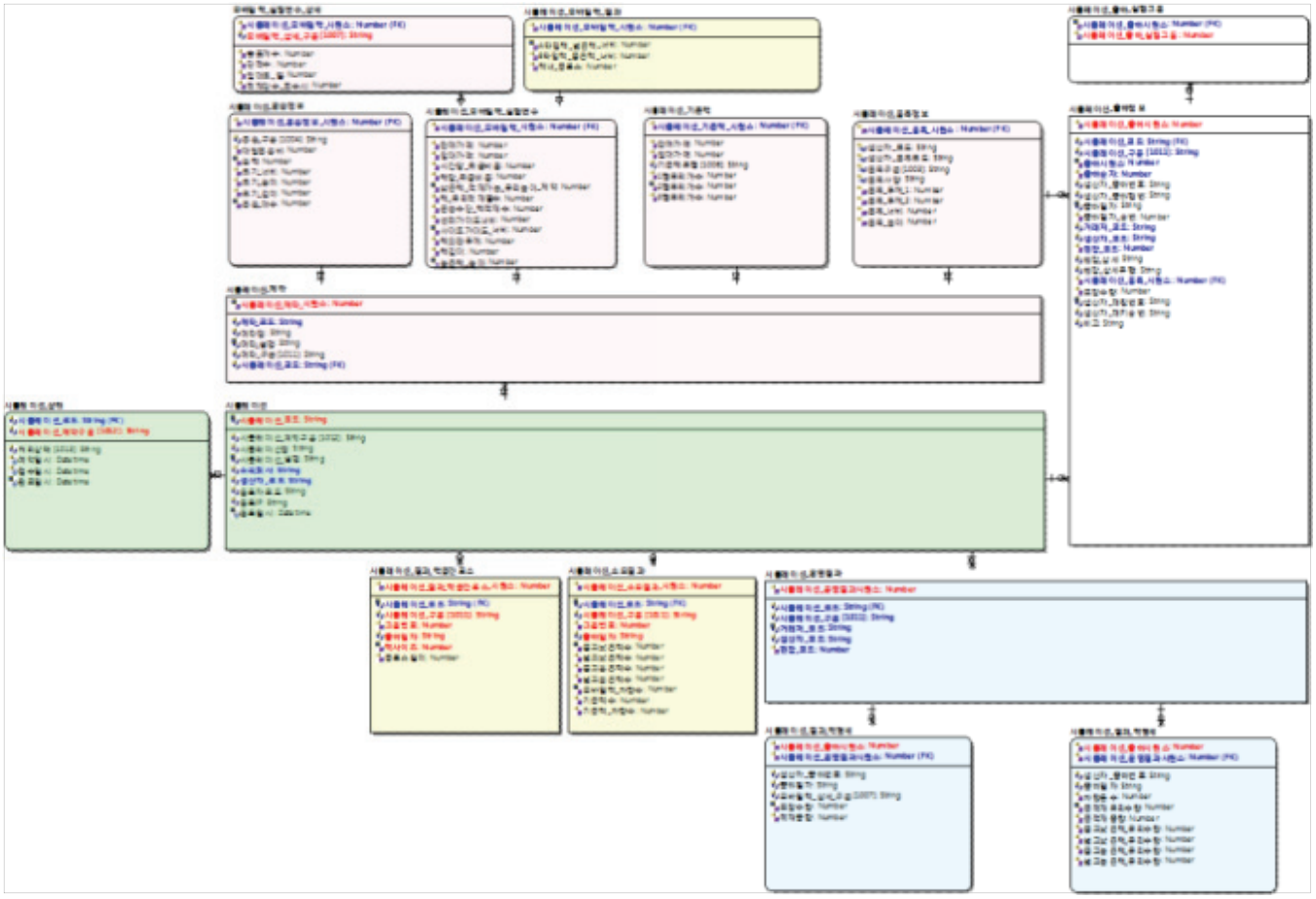


그림 3.5.55 Simulation System Interface - Logical Model

(4) 화면 설계

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 로그인 화면은 사용자 권한별 로그인 디자인을 설계 한다.



그림 3.5.56 로그인 화면

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 입력화면은 유리출하정보, 모바일 랙 정보, 기 존랙 정보, 유리품목 정보, 시뮬레이션 등록정보, 시뮬레이션 템플릿 정보 등을 입력할 수 있도록 구성한다.



그림 3.5.57 시뮬레이션 입력화면

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 결과 화면은 설계 시뮬레이션 결과인 최적 랙 사이즈 제시 화면, 출하기간별 랙타입별 소요투입 수, 차량투입대수 산정결과를 시각화하여 나타낸다.

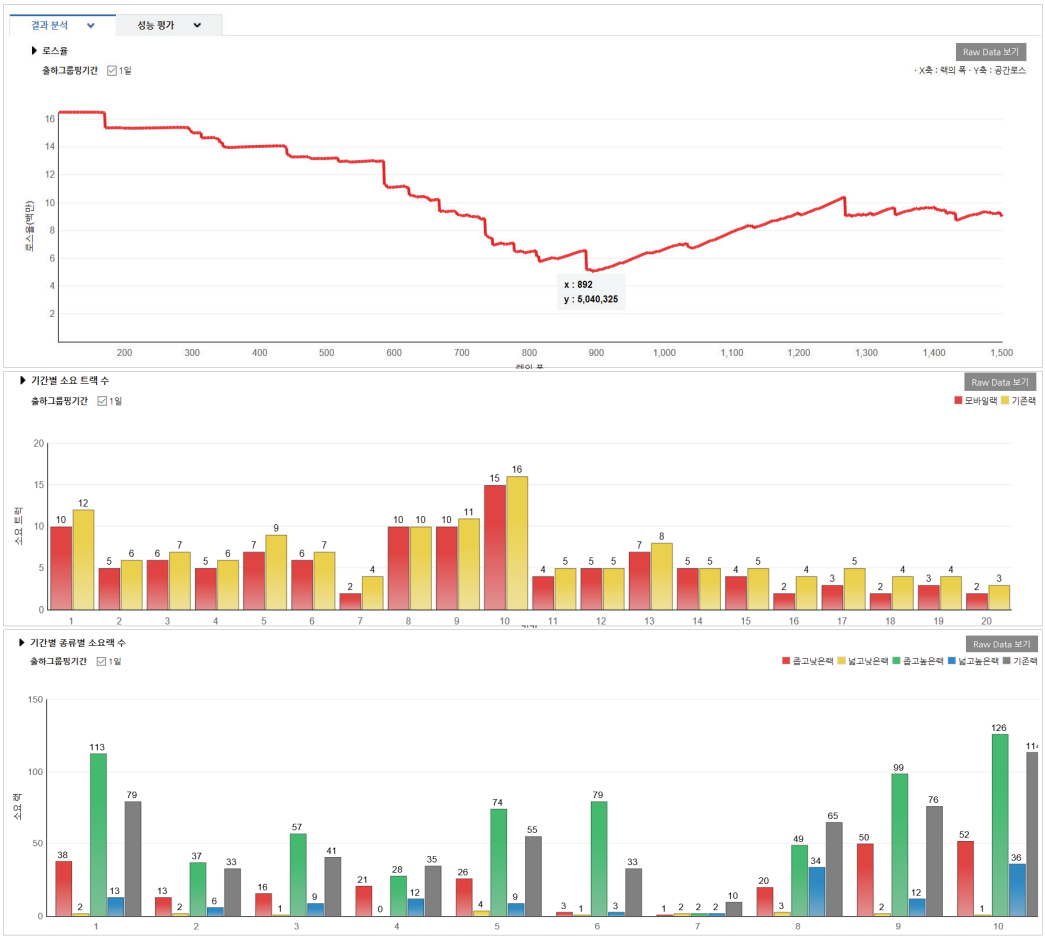


그림 3.5.58 시뮬레이션 결과화면 1 : 결과분석 차트

마. 시스템 운영 결과

가공 유리업체 A사의 2014년도 1월~10월의 A자 복층유리 출하정보를 바탕으로 유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템을 이용하여 모바일 랙 표준설계 사이즈를 결정했다. 그결과 랙 사이즈는 좁은 랙 길이는 “892mm + 외관(200mm) = 1,092mm” 이고, 넓은 랙 길이는 “2,741mm + 외관(200mm) = 2,941mm” 로 계산되었다. 넓은 랙 1가지 타입만 운용 시 총 로스공간은 15,148,988mm인데 반해, 두 가지 타입(좁은 랙, 넓은 랙) 운용 시 총 로스공간은 5,205,979mm로 두 가지 타입 운용 시, 약 66%의 로스공간을 절약할 수 있다.

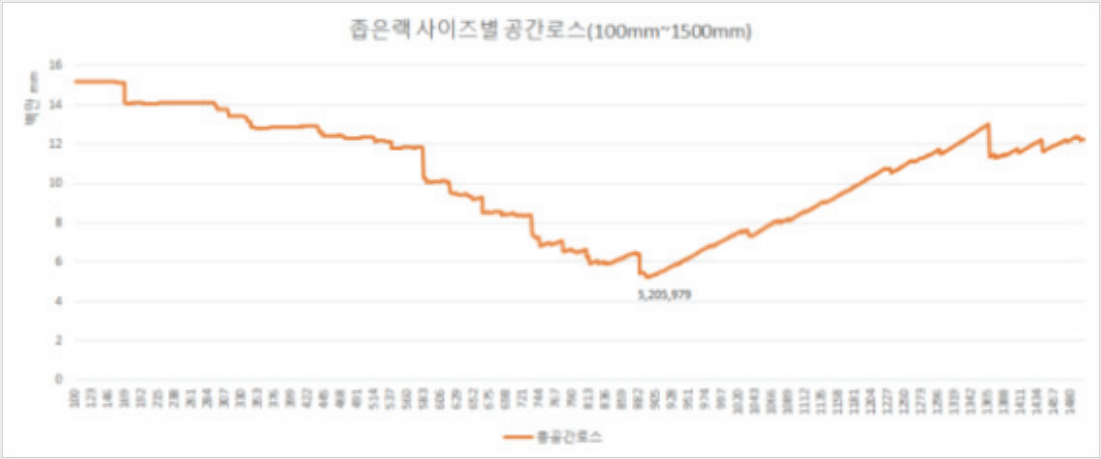


그림 3.5.59 설계사이즈 결정 알고리즘 결과 예시

결정된 표준 모바일 랙 사이즈를 바탕으로 출하기간별 모바일 랙 투입대수 산정한다. 유리사이즈가 다양해 로스공간을 최소화하기 위해서 좁은 랙의 비중이 높은 편으로 분석되었다. 시뮬레이션 결과 결정된 유리전용 모바일 랙 최적 랙 사이즈 결과를 기반으로 설계 도면을 제시하는 결과는 다음과 같다.

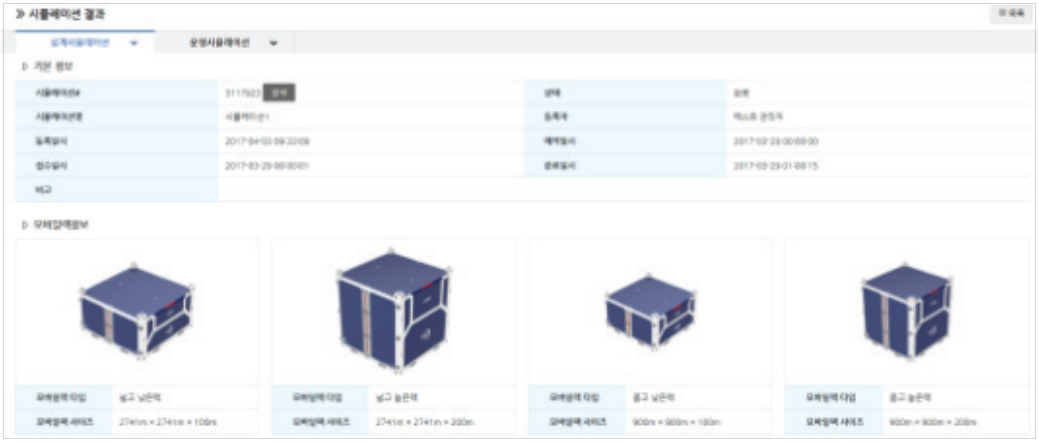


그림 3.5.60 결정된 설계사이즈에 대한 모바일 랙 도면 예시

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템을 이용하여 선정된 유리전용 모바일 랙을 가지고 운영한 경우와 기존 프레임(A자 랙과 L자 랙)을 가지고 운영된 결과를 비교분석한다. 예를 들면 가공기업 A사의 10개월간의 출하데이터를 기반으로 유리전용 모바일 랙과 기존 랙의 사용 랙 수 및 트럭 수를 비교 분석한 결과 다음 표와 같은 결과를 얻었다.

표 3.5.12 모바일 랙과 기존 랙의 소요 랙 수와 소요 트럭 수 결과 예시

출하 기간	소요랙 수					소요트럭 수	
	좁고낮은 랙	넓고낮은 랙	좁고높은 랙	넓고높은 랙	기존 랙	모바일 랙	기존 랙
1	38	2	113	13	79	10	12
2	13	2	37	6	33	5	6
3	16	1	57	9	41	6	7
4	21	-	28	12	35	5	6
5	26	4	74	9	55	7	9
6	3	1	79	3	33	6	7
7	1	2	2	2	10	2	4
8	20	3	49	34	65	10	10
9	50	2	99	12	76	10	11
10	52	1	126	36	114	15	16
11	7	1	15	11	24	4	5
12	8	1	18	13	27	5	5
13	3	18	35	19	55	7	8
14	2	-	31	14	28	5	5
15	3	1	23	8	23	4	5
16	2	-	2	1	7	2	4
17	2	1	18	6	17	3	5
18	5	-	3	3	11	2	4
19	16	1	6	3	16	3	4
20	4	1	3	2	10	2	3
총계	**292**	**42**	**818**	**216**	**759**	**113**	**136**

그 다음 기존 랙과 모바일 랙의 물류비를 비교하기 위하여 소요 트럭 수를 비교했다. 10개월 간 처리해야 하는 유리를 1일 단위로 출하했을 경우 소요 트럭 수는 모바일 랙의 경우에는 304대, 기존 랙은 343대가 필요하다. 하지만 회수 시 모바일 랙은 174대, 기존 랙은 114대가 요구된다. 그 이유는 기존 랙은 파손위험이 적기 때문에 트럭 3대분이 출하되고 난 뒤 회수는 1대로 랙을 담아올 수 있어 회수 트럭은 출하 소요수의 1/3만 필요하다. 그러나 1단의 높이가 높은 모바일 랙은 회수시 단적 수가 접어서 1/2만 줄고, 2단적재가 가능한 낮은 모바일 랙은 회수 시 단적수가 접어서 1/3로 줄게 된다. 이에 1일 출하주기의 경우에는 모바일 랙이 기존 랙보다 물류비 측면에서는 불리하다. 주문단위가 5일 주기인 경우에는 모바일 랙은 출하 트럭 195대, 회수트럭 111대로 총 306대가 필요하다.

이에 반해 기존 랙은 출하 트럭 266대, 회수트럭 89대로 총 355대의 트럭이 필요하다. 시뮬레이션 실험결과 알 수 있듯이 모바일 랙은 주문 묶음단위가 클수록 랙 및 차량 내 로스 공간 없이 적재가 가능해 물류비 측면에서 이득이 발생한다.

표 3.5.13 모바일 랙과 기존 랙의 소요트럭 수 비교

출하 주기 (일)	소요트럭 수(출하)		소요트럭 수(회수)		총 트럭 수	
	모바일 랙	기존 랙	모바일 랙	기존 랙	모바일 랙	기존 랙
1	304	343	174	114	478	458
2	253	306	145	102	398	408
3	227	291	130	97	357	388
4	207	273	118	91	326	364
5	195	266	111	89	307	355

기존 랙과 모바일 랙의 물류비는 트럭 당 유리 적재효율 향상 정도를 비교하기 위해 실험하였다. 물류비 비교 대상 구간은 가공공장에서 지게차를 이용하여 트럭에 랙을 상차하고 공사장에서의 랙 하역까지이다. 이 때 사용된 비교대상 물류비는 기존 랙과 모바일 랙 각각에 대하여 유리 적재율 차이에 따른 차량 투입 수와 지게차 랙 취급시간 등을 고려하여 운송비(출하 및 회수 트럭 수)와 취급비(가공공장과 공사장 지게차 사용비)의 합으로 계산했다.

출하주기(주문단위)는 공사현장의 타입(아파트, 오피스텔 등)에 따른 유리 주문 물량에 따라 달라진다. 출하주기가 5일 일 경우 한 번에 집하되어 출하될 수 있는 유리량이 많아짐으로써 차량 당 유리 적재량이 향상된다.

유리전용 모바일 랙은 차량 당 유리 및 적재효율이 기존 랙보다 높아져 필요한 트럭 수가 줄어들어 트럭 운송비뿐만 아니라 출하장 및 공사장에서의 지게차 취급비가 감소한다. 출하주기별 물류비를 비교해보면 1일 주기일 경우에는 물류비가 기존 랙보다 모바일 랙이 연간 2.9%인 5백만원 비싸다. 그러나 2일 주기부터 모바일 랙의 물류비는 기존 랙보다 연간 3.8%, 8.9%, 11.4%, 14.1% 절감된다. 즉 5일 주기의 경우 모바일 랙은 기존 랙보다 연간 2천만 원 물류비 감소효과가 있다.

표 3.5.14 모바일 랙과 기존 랙의 물류비 비교

단위: 백만 원/연간

출하 주기 (일)	운송비		취급비		총물류비	
	모바일 랙	기존 랙	모바일 랙	기존 랙	모바일 랙	기존 랙
1	177	169	9	11	186	181
2	147	151	9	11	156	162
3	132	144	8	11	140	154
4	120	135	8	10	129	145
5	113	131	8	10	121	141

유리전용 모바일 랙 설계평가지원시스템의 성능평가는 물류비, 차량적재율 비교, 투자대비 효과 등 3가지 항목에 대해 시행 가능하다. 예를 들어 출하주기별 기존 랙과 모바일 랙의 물류비, 차량적재율, 투자대비 효과를 비교한 결과는 다음 그림과 같다.

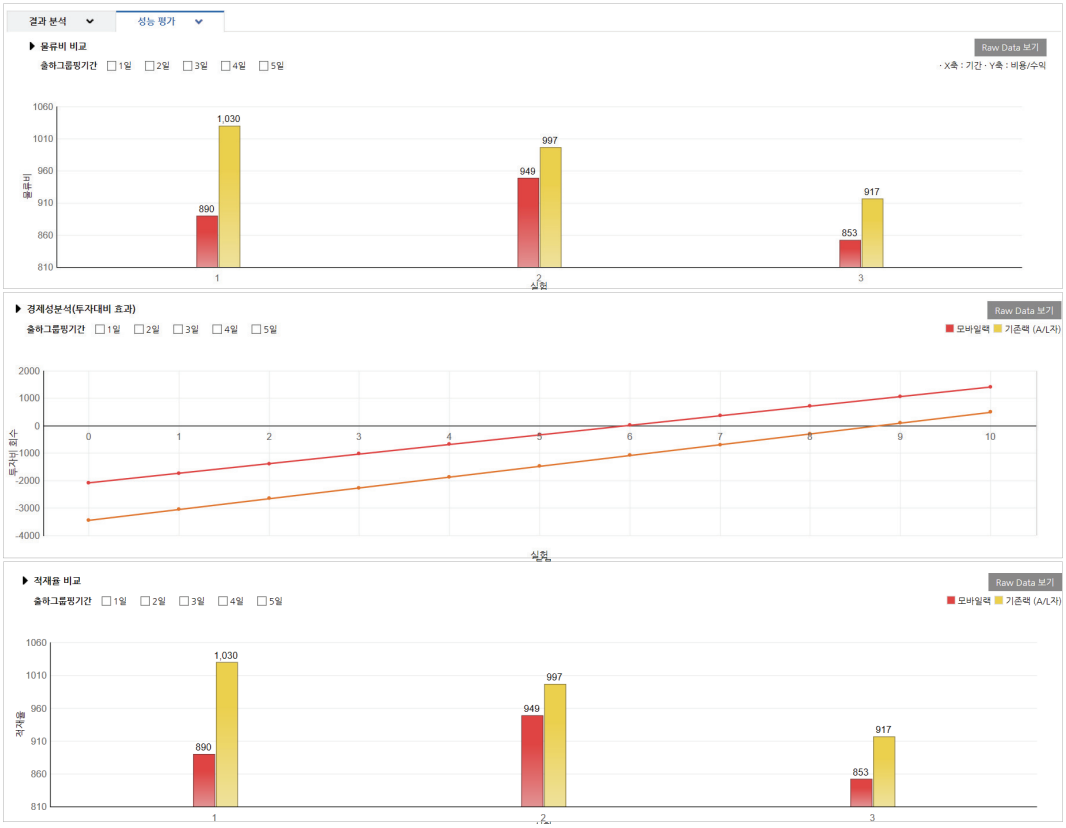


그림 3.5.61 성능평가 차트

제6절 시제품 제작 및 테스트

1. 시제품 일반

가. 모바일 랙 설계변경

(1) 40Slot 적재 → 20Slot 적재 변경

○ 공사 현장에서의 유리전용 랙 운영현황 및 알고리즘 분석에서 20Slot 제품 개발이 경제성이 높은 것으로 확인됨

○ 20Slot 적재 변경으로 화물차량 운송에서 수직·수평 적재가 가능해짐에 따라 1회 운송 적재수량 증가로 운송비 절감에 따른 물류비용의 감소효과가 기대됨

(2) 접이기능 부가로 랙 회수 시 적재율 증대

○ 회수 시 랙 높이 1,269mm → 906mm로 30% 축소하여 2단 적재운송에서 3단 적재운송이 가능한 구조 변경으로 회수 효율성 증대

○ 대형 랙 높이 2,400mm → 1,347mm로 40% 축소하여 1단 적재운송에서 2단 적재운송이 가능한 구조 변경으로 회수비용 감소

(3) 자동형 제작 → 반자동형 추가 제작으로 변경

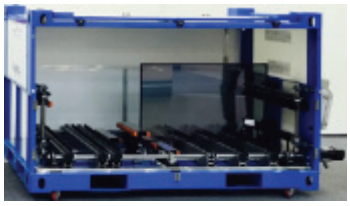
○ 작업 현장에서의 취급 용이성과 가격 경쟁력을 고려하여 반자동형 시제품 추가 제작

○ 기존 자동형 4대 제작 → 자동형(소형 1대), 반자동형(소형 2대, 대형 1대) 시제품 제작

나. 시제품 종류

유리전용 모바일 랙은 적재되는 유리 사이즈에 따라 소형/대형으로 구분된다. 모바일 랙 소형의 경우 작업자를 감지하여 자동으로 피딩되는 자동형과 작업자가 수동으로 유리를 적재 및 하역하는 반자동형으로 나눠지며, 대형 모바일 랙의 경우 소형 모바일 랙의 반자동형과 같은 방식으로 유리를 적재한다. 따라서 총 3종류의 모바일 랙 시제품을 제작했다,

표 3.6.1 시제품 종류

구분	시제품1	시제품2	시제품3
명칭	모바일 랙 소형(자동형)	모바일 랙 소형(반자동형)	모바일 랙 대형(반자동형)
사진			
내용	작업자 감지 후 자동으로 유리 피딩	작업자가 수동으로 유리 적재 및 하역	

다. 시제품 종류별 제원 및 수량

유리전용 모바일 랙 소형의 경우 외관 사이즈는 W2,240mm×L1,165mm×H1,269mm 이며 Folding 높이는 906mm이다. 랙 당 유리 적재수량은 20매로 최대 적재 가능한 높이는 910mm, 유리 폭은 1,910mm~200mm까지 적재할 수 있다. 적재 가능한 유리 두께는 역방향 구동부로 인해 28mm 이하의 모든 유리가 적재 가능하다.

표 3.6.2 시제품 제원/수량

구분		소형 모바일 랙	대형 모바일 랙
제작수량		자동형 1대, 반자동형 2대	반자동형 1대
외관		W2,240mm×L1,165mm×H1,269 mm	W2,240mm×L1,165mm×H2,400 mm
Folding 높이		906mm	1,347mm
유리 최대 적재사이즈	높이	910mm	1,810mm
	폭	200mm~1,910mm	
랙 당 유리 적재 수량		20장	

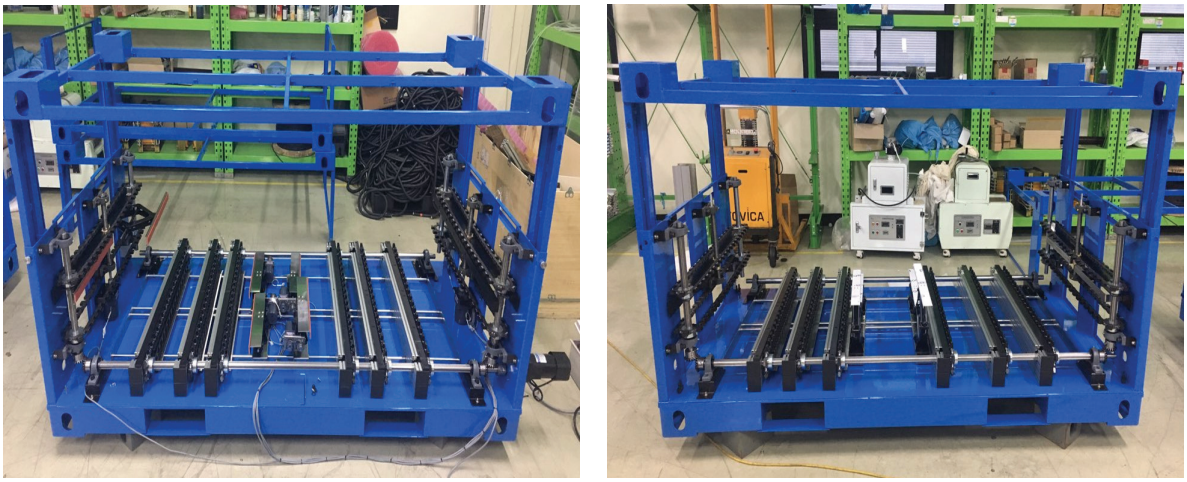


그림 3.6.1 모바일 랙(자동형/반자동형 소형)

유리전용 모바일 랙 대형의 경우 외관 사이즈는 W2,240mm×L1,165mm×H2,400mm 이며 Folding 높이는 1,347mm이다. 랙 당 유리 적재수량은 20매로 최대 적재 가능한 높이는 1,810mm, 유리 폭은 1,910mm~200mm까지 적재할 수 있다. 적재 가능한 유리 두께는 역방향 구동부로 인해 28mm 이하의 모든 유리가 적재 가능하다.

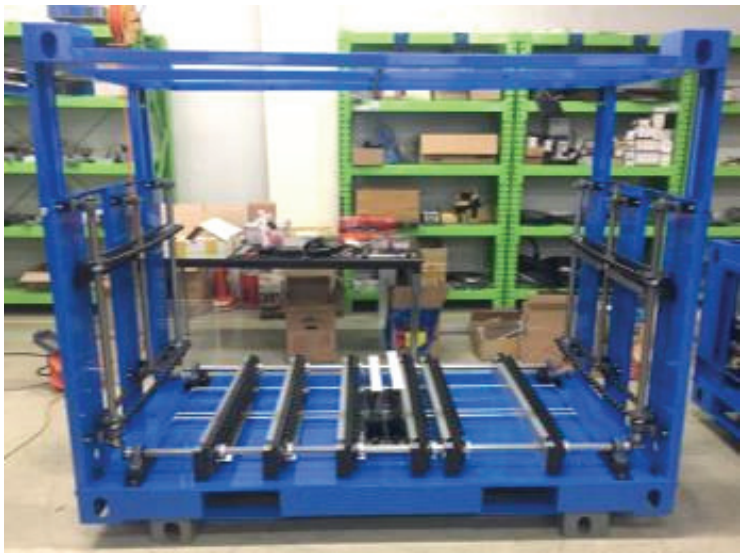


그림 3.6.2 모바일 랙(반자동형 대형)

2. 시제품 제작

가. 랙 프레임부

모바일 랙의 뼈대를 구성하고 있는 랙 Frame부는 Base부, Side부, Roof부, Door부로 구성된다. 장비의 주요 골조로써 작동 및 유리의 안전한 적재 · 하역을 위해 충분한 강성과 강도가 유지되도록 설계하였다. 가변형으로 높이 조절이 가능한 슬라이드 방식의 Frame 제작으로 빈 랙 수거 시 화물차량에 많은 대수의 모바일 랙이 적재될 수 있도록 제작하여 물류비용을 절감하고자 하였다.

○ 제작 규격 및 수량

- 모바일 랙 소형 : W2,240mm×L1,165mm×H1,269mm (3대 제작)
- 모바일 랙 대형 : W2,240mm×L1,165mm×H2,400mm (1대 제작)



그림 3.6.3 모바일 랙 Frame 제작

나. 랙 도어(Door)부

○ 모바일 랙 Door부는 양면 개폐형으로 Front부와 Rear부 양쪽에서 열리는 구조이다. 공간 확보를 위해 전면개방 및 탈부착 가능하도록 설계하여 유리적재 및 하역 시 간섭이나 작업자의 작업 동선에 영향을 주지 않는다. 차량 운송 및 작업 현장에서 운영이 편리하고 작업시간 단축효과가 있다. 구조는 1면 3개방형으로 하부 180도 힌지, 상부 270도 힌지를 적용하였다. Door부는 판넬(GMT)과 알루미늄 프

레임 적용으로 Steel 대비 20% 경량화 제작 하였다.

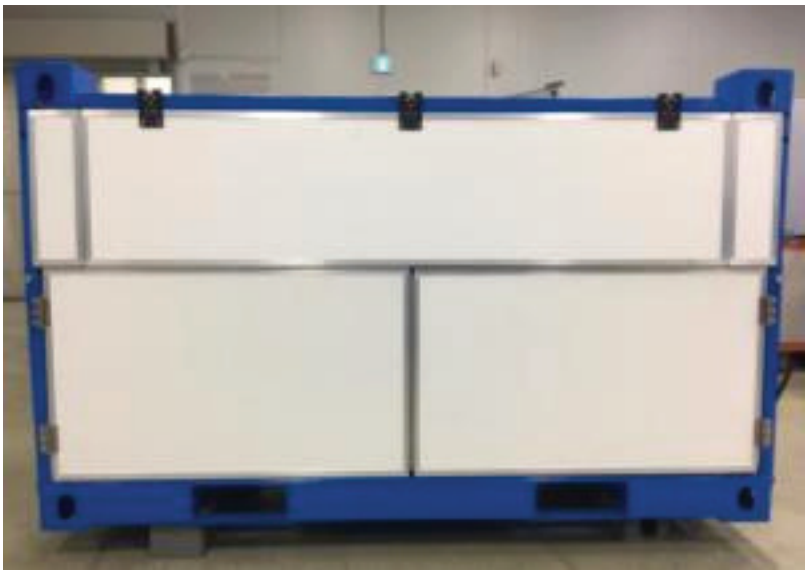


그림 3.6.4 모바일 랙 Door부 제작

Main Frame 4곳에 다단적재 가능한 Corner Casting을 적용하여, 화물 적재율 향상 및 물류비용을 절감하고자 하였다. 기존 수송용 컨테이너에 적용되는 Corner Casting을 착안하여 주물제작이 아닌 철판 절곡 용접으로 자체 제작하여 중량을 감소하고자 하였다. 다단 적재 후 상·하·좌·우 모두 고정 가능한 Rocking 장치 부착으로 차량에서의 운송 안전성 강화 및 다단적재 이동에 따른 랙 붕괴 방지 기능을 적용하였다.



그림 3.6.5 Corner Casting 제작

다. 역진 방지부

Base 하단부 4곳에 브레이크형 캐스터를 장착하여 유리 가공공장 및 물류센터 내에서 원활할 수직·수평 이동이 가능하도록 적용하였다. 유리 가공공장 내에서 지게차 사용

또는 별도의 장비 없이도 신속히 이동하기 위해 역진 방지부 기능을 적용함으로써 미끄러짐에 의한 안전사고를 방지할 수 있으며, 모바일 랙 간 간섭요소를 제거하여 다단적재 및 지게차 작업에 영향을 주지 않도록 제작하였다.



그림 3.6.6 역진방지부 시제품 제작

라. 랙 소재부(경량화)

자체무게의 감소를 위해 Door부, Side 판넬부, Roof부에는 Matrix 강성구조의 복합패널 경량소재를 적용하여 Steel Plate 대비 20% 경량화를 달성하였고, 단열재 Core 층과의 접착 적용으로 단열 및 보온기능의 효과를 주었다.



그림 3.6.7 경량 Panel 제작

마. 유리제품 고정 장치

(1) 하부 고정부

유리 적재 시 모바일 랙 하부에서 유리를 고정해주는 장치로 Bottom Guide에 GUR 소재를 적용하여 유리와 접촉하는 마찰력을 최소화 하였다. 유리와의 적은 마찰력으로 적재작업 시 복층유리 접착층의 변형을 방지하고, 복층유리 접착 실리콘의 경화 전 적재에 의한 가이드 레일 표면에 부착된 실리콘 제거 작업이 용이하다. 6개의 Bottom Guide

Rail 설치로 유리의 하중으로부터 체인 보호 및 제품이송 시 흔들림을 최소화할 수 있다.

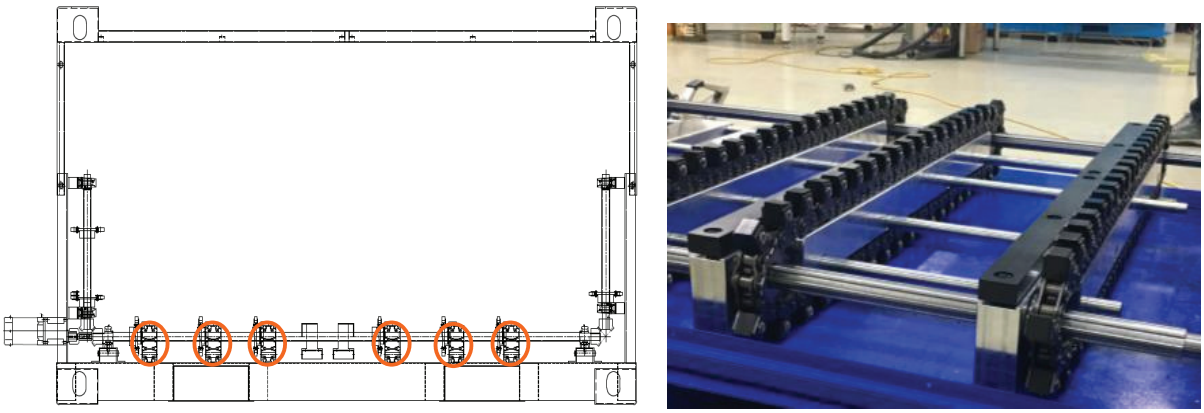


그림 3.6.8 Bottom Guide 제작

(2) 측면 고정부

적재작업 및 하역작업 시 제품의 이탈방지로 안정적인 이송작업이 가능하며, 화물차량 운송 시에도 측면 고정력 확보로 안전성을 증대하였다. 또한 제품 접촉면에는 탄성체 소재를 적용하여 Size 변화에 대응이 가능하고, 제품 손상을 방지한다.

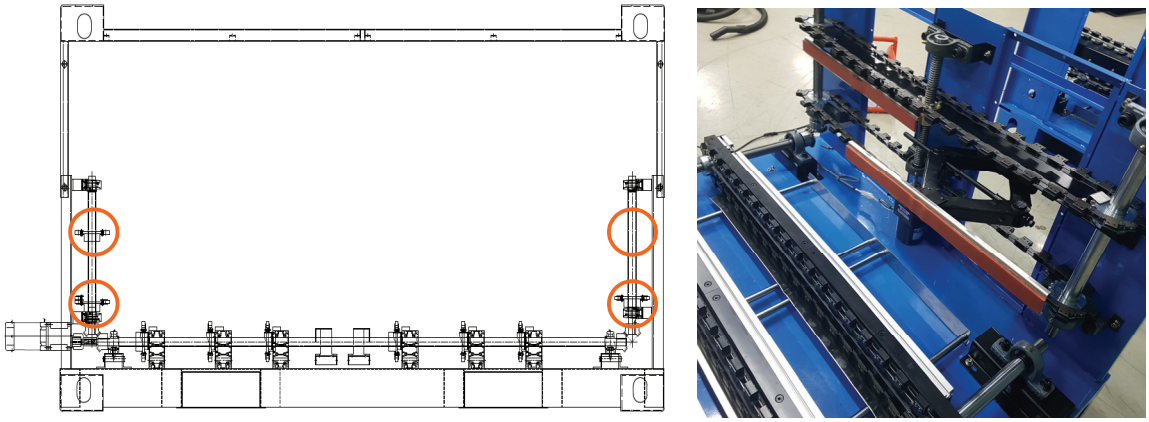


그림 3.6.9 Side Guide 제작

(3) 중앙부 고정 및 폭 조절부

Center Guide 개별 분리구조의 2열 제작 적용으로, 작은 사이즈 유리 적재 시 측면에서 고정이 가능하고, 제품 접촉면의 탄성체 소재 적용은 제품 손상을 방지한다. 유리 사이즈에 맞게 간격 조절이 용이한 Center Guide 추가 장착으로 운영 효율성이 증대하였다.

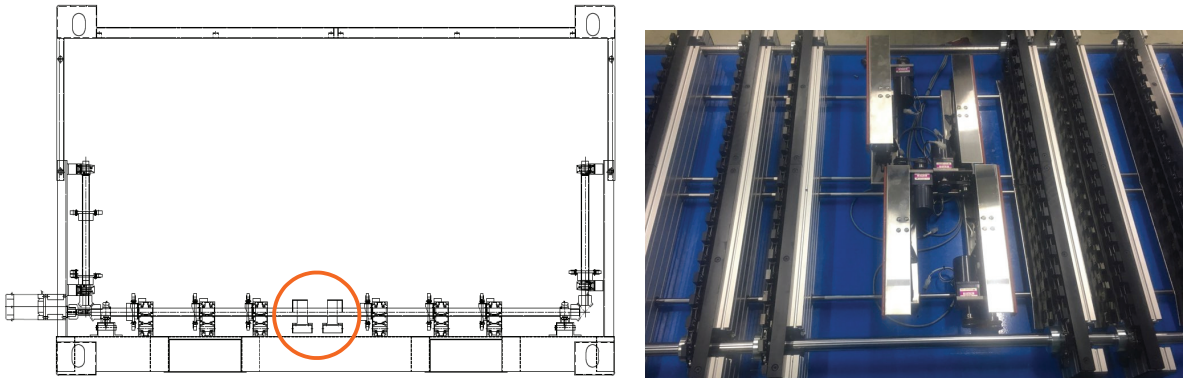


그림 3.6.10 Center Guide 제작

바. 유리제품 자동 피딩(Auto Feeding)장치

(1) 피딩 구동부

① Main 구동부 제작

Main 구동부에 Spline Type의 구동축 적용으로 Bottom 및 Side 구동이 동일한 회전력을 전달하도록 구성하였으며, Bevel Gear 조립 적용으로 Bottom 및 양쪽 Side의 일체형 동작이 가능하도록 구현하였다. Motor는 탈부착 가능한 A.C 110V 단상 타입을 적용하여 현장에서의 활용성을 증대시켰다. 또한 Bottom부의 Chain 지지 Support는 알루미늄 소재 적용으로 자체중량을 감소하였고, 이송체인은 RF#2040 Attachment Type을 적용하여 제품이송 중 흔들림을 최소화 하였다.

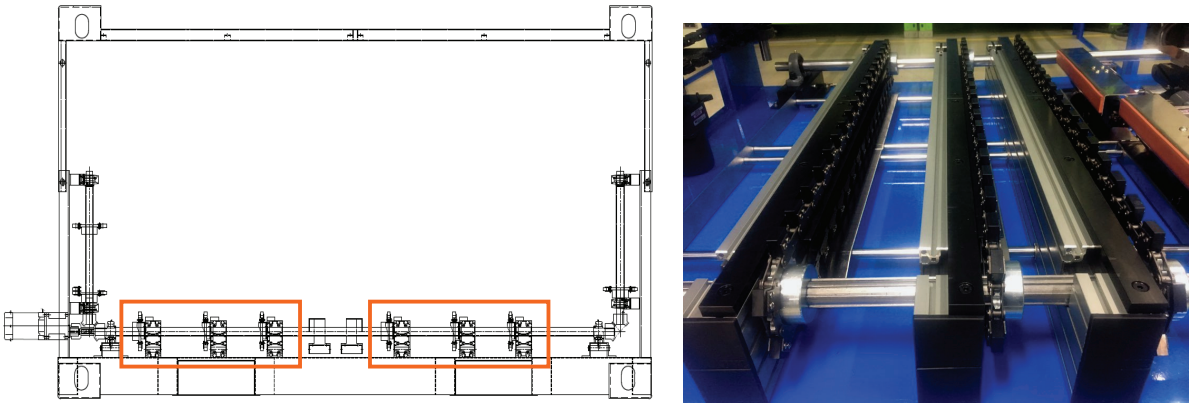


그림 3.6.11 일체형 동작 Base 구동부 제작

② Side 구동부

Bottom 구동부와 Bevel Gear로 조립되어 일체형 동작으로 제품손상을 방지하고, 탈

부착 가능한 Motor 적용으로 자동화 Type 운영에 대한 효율성을 높였다. 또한 브레이크 Type Motor 적용은 체인의 슬립 방지와 이송 안정성이 확보되었다.

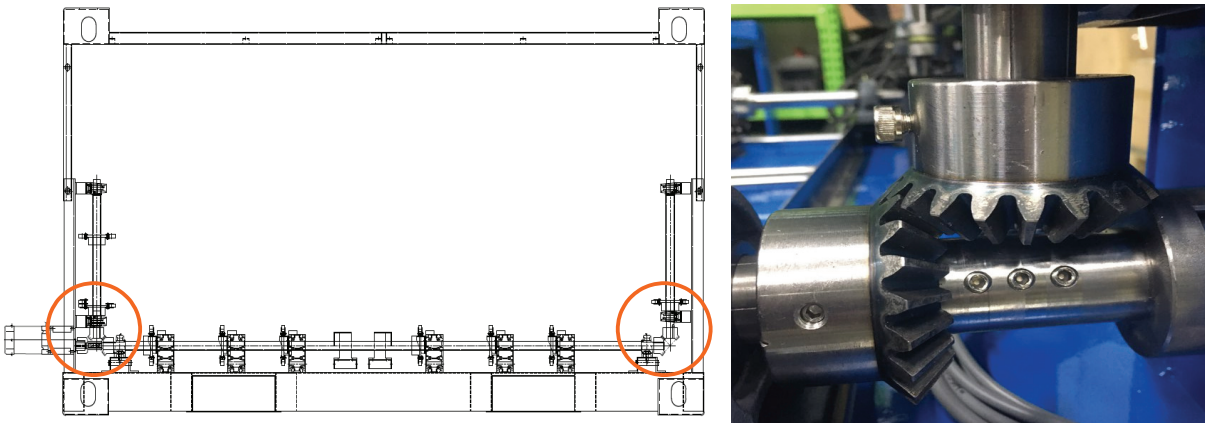


그림 3.6.12 일체형 동작 Side 구동부 제작

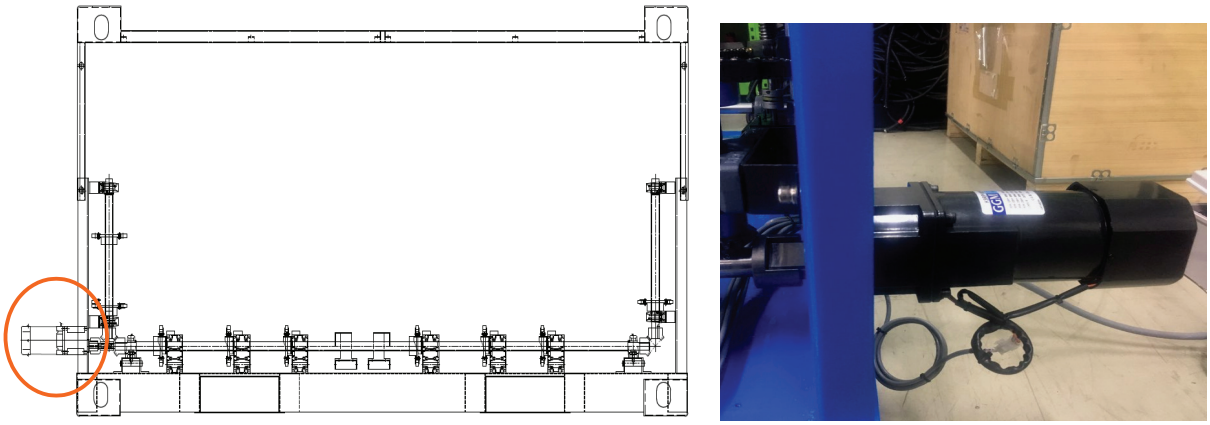


그림 3.6.13 탈부착 가능 Motor 제작

③ 역회전 구동부

RF #2040 Chain 적용은 제품운송 중 흔들림 최소화 및 큰 동력 전달에 효과적이다. 역회전 구동부 Chain 제작으로 유리 적재 및 하역작업 안정성과 제품고정 안전성이 확보되었고, 개별 구동이 가능하도록 제작되어 다양한 두께의 유리 적용이 가능하며 파손 위험이 감소하였다.

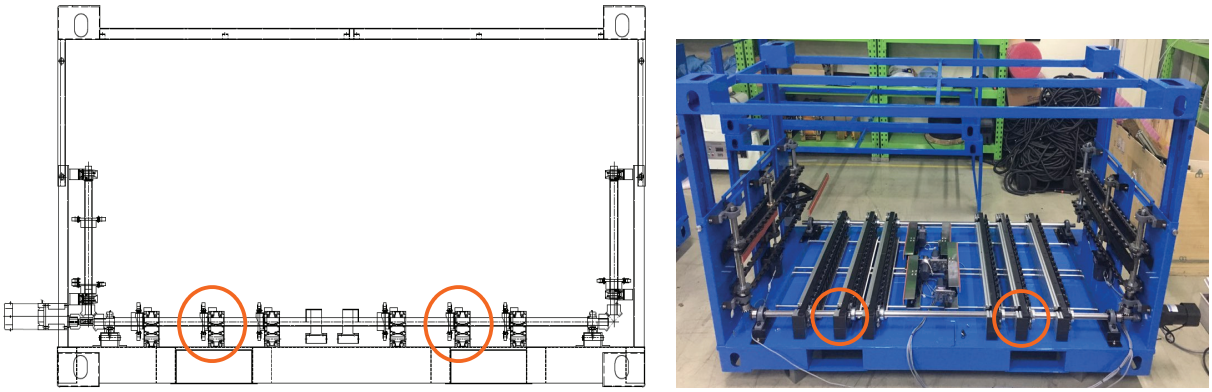


그림 3.6.14 역회전 구동부 제작

(2) 컨베이어부

○ Bottom/Side 컨베이어의 스플라인 축 적용으로 제품 적재 및 하역 작업 시 정확한 회전력 전달로 운영 안정성이 확대되었다. Side 컨베이어의 재질은 기존 Belt Type에서 Attachment Chain Type 적용으로 유리 중량 및 모서리 접촉에 의한 체인 내구성 문제 해소 하였으며, Bottom Guide를 적용하여 제품 적재 및 하역 시 이송 안정성을 증대하였다.

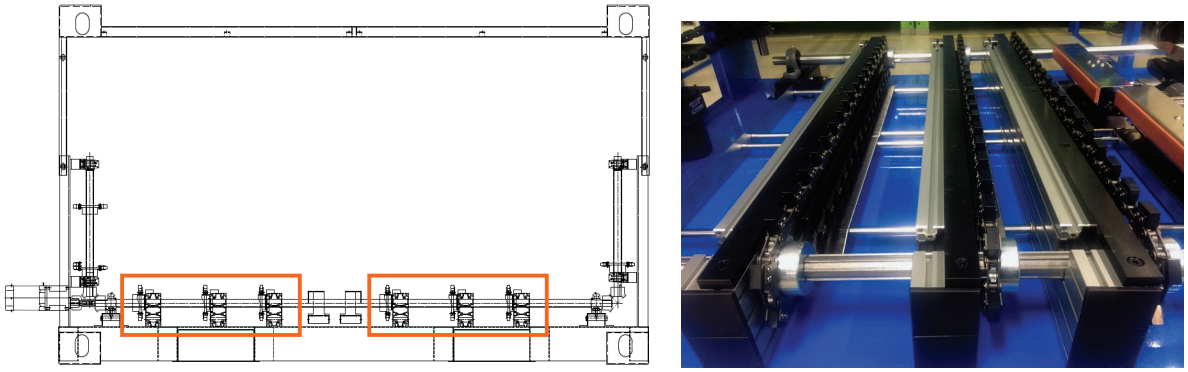


그림 3.6.15 Bottom 컨베이어 제작

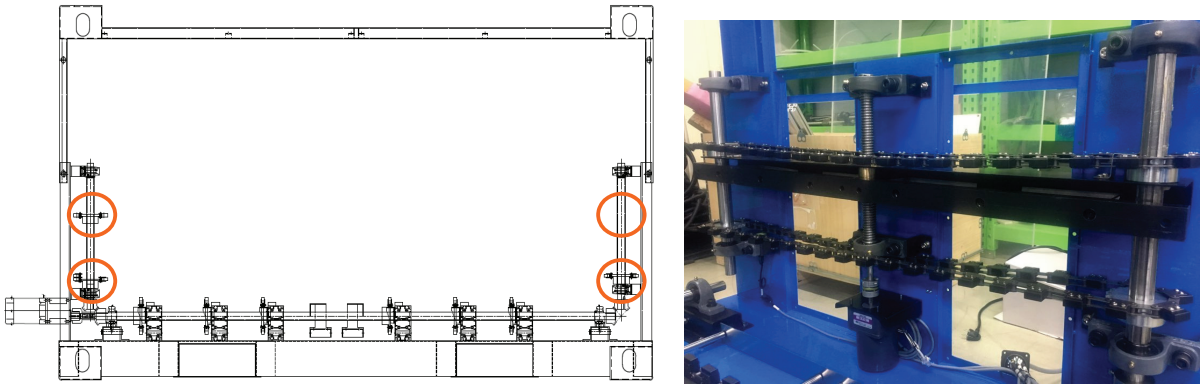


그림 3.6.16 Side 컨베이어 제작

사. 유리작업 안전(센서)장치

○ 레이저 Sensor 적용으로 제품 및 작업자 감지 후 이송되므로 작업 안정성을 확보할 수 있다. 레이저 Sensor는 근접센서로 모바일 랙 양쪽에서 작업자가 감지되어야 이송되며, 한쪽에서만 감지 될 경우 작동되지 않는다.(한번에 1slot 씩 이동)

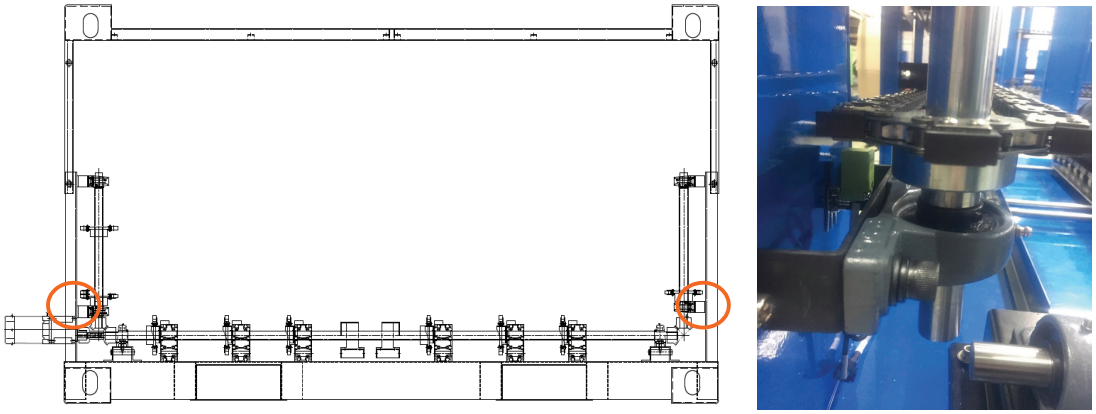


그림 3.6.17 레이저 Sensor 제작

아. 제어반 및 랙 소프트웨어

(1) 동작 모션 제어부

○ 제어반은 Center 및 Side Guide 높낮이 조절, 센서부 제어 등 구동되는 모든 동작 제어가 가능하다. 역회전 컨베이어 동작으로 유리 파손을 최소화하며, 모바일 랙을 처음 접하는 작업자도 편리하게 사용할 수 있는 터치스크린 제어기능을 구성하였다, 또한 카운팅 기능 부가로 상·하역 작업 시 모니터 확인으로 적재된 유리의 수량 파악이 용이하다.

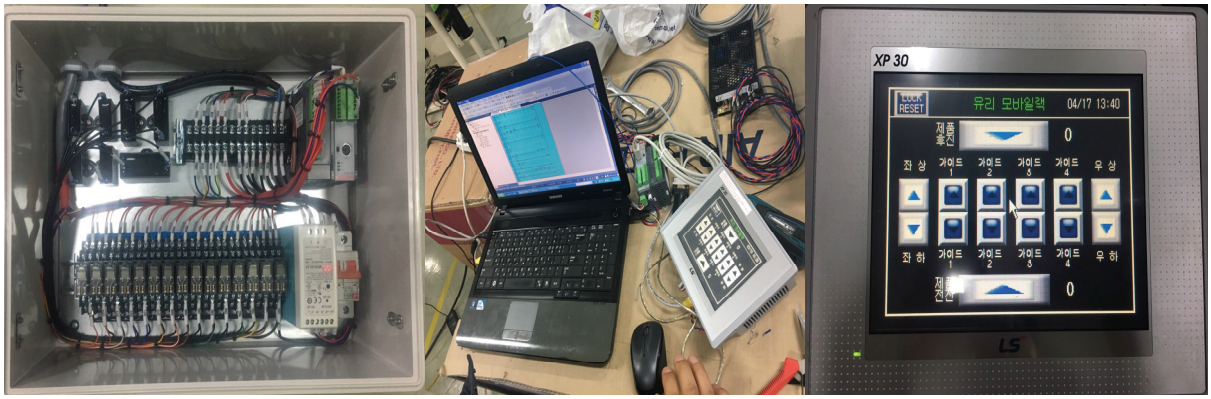


그림 3.6.18 상태관리/구동제어 하드웨어 제작

(2) 소프트웨어

○ 상태관리/구동제어 소프트웨어는 작업 중 동작 Error 및 고장 발생 시 이상 발생 위치 및 내용이 모니터에 표시 되도록 제작하였다. 조치방법 및 조치내용 표기로 이상부분에 대한 신속한 조치가 가능하며, PLC 프로그램과 연계 제어 기능으로 현장 작업자의 편의성 증대에 중점을 두고 제작하였다.

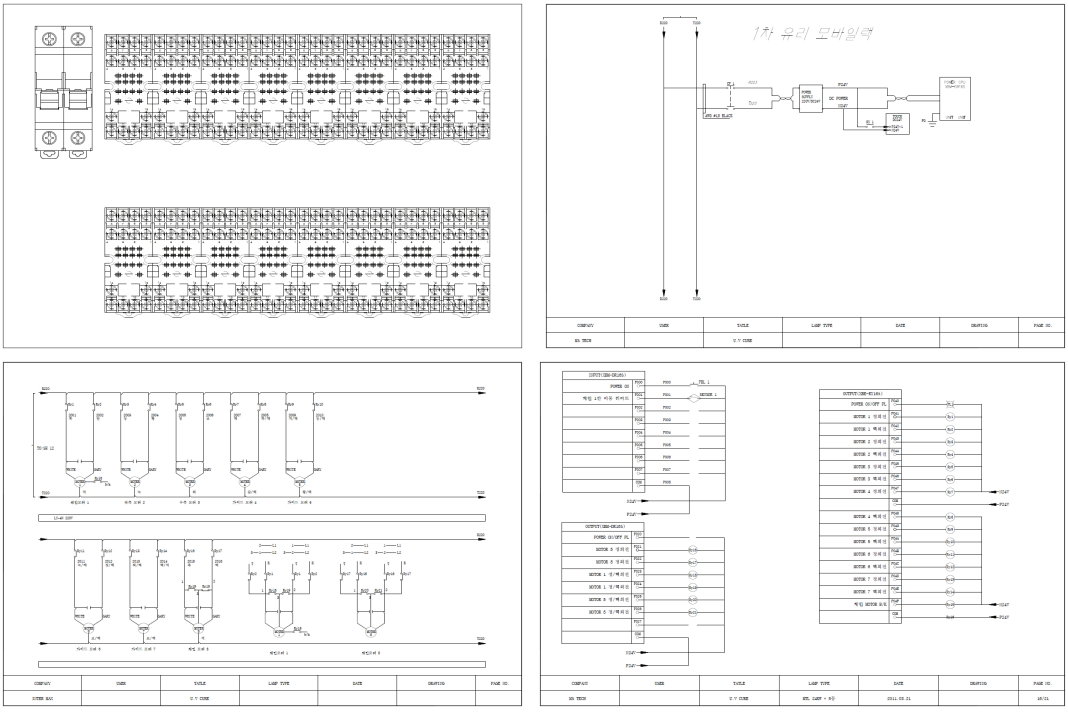


그림 3.6.19 소프트웨어 전기도면

3. 시제품 테스트

가. 구조테스트

(1) 랙 프레임부

○ 랙 붕괴 방지부 시험을 진행하기 위해 모바일 랙 내부에 유리 적재 후 지게차로 Fork Lifter 들어올리기 시험을 진행하였다. 테스트 결과 Base부 처짐이 발생하지 않는 것으로 나타났다.



그림 3.6.20 Fork Lifter 들어올리기 시험

(2) 랙 도어(Door)부

○ 랙 도어부 개폐시험 결과 정상적으로 Door부와 Front부 모두 Open 되므로 이상이 없는 것으로 확인하였다.

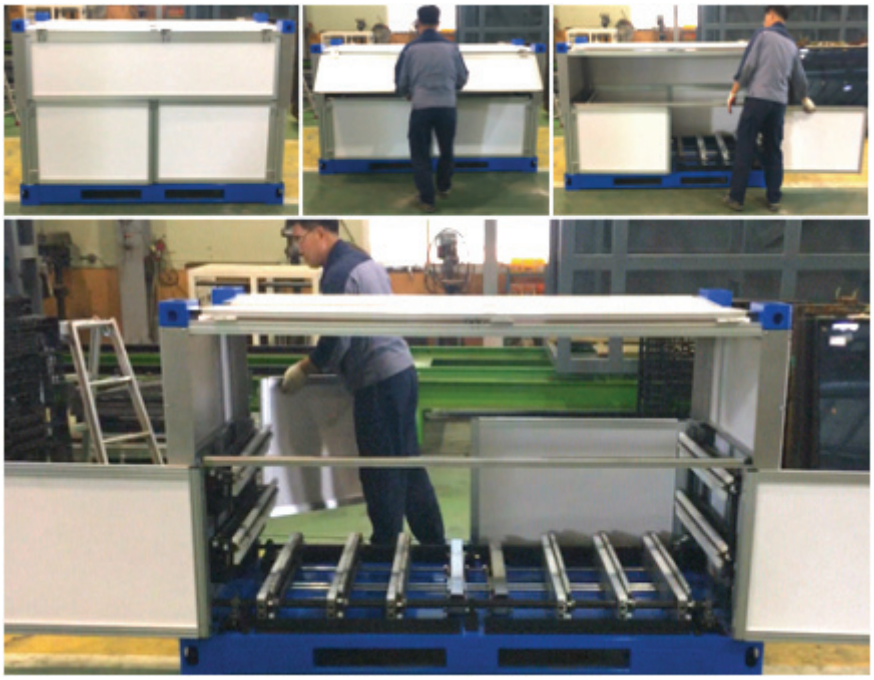


그림 3.6.21 Door부 개폐 시험

(3) 랙 다단적재부

○ 다단 적재 시 붕괴 및 파손여부를 확인하고자 시험하였다. 테스트 결과 다단 적재한 모바일 랙엔 아무 이상이 없었으며, 높이 조절한 모바일 랙을 다단적재 하여도 이상이 없는 것으로 나타났다.



그림 3.6.22 모바일 랙 다단 적재 테스트

나. 기능테스트

(1) 역진방지부

○ 모바일 랙 수직·수평 이동 및 역진방지 기능시험을 진행하였다. 물류센터 내 모바일 랙을 수직·수평 방향으로 이동한 결과 문제없이 잘 움직였으며, Caster 고정 후 측면과 후면에서 밀었을 때 역진방지 기능이 제대로 되는 것을 확인하였다. 또한 다단적재 시 역진방지부와 모바일 랙 간 간섭여부를 확인한 결과 간섭이 발생하지 않는 것으로 확인하였다.

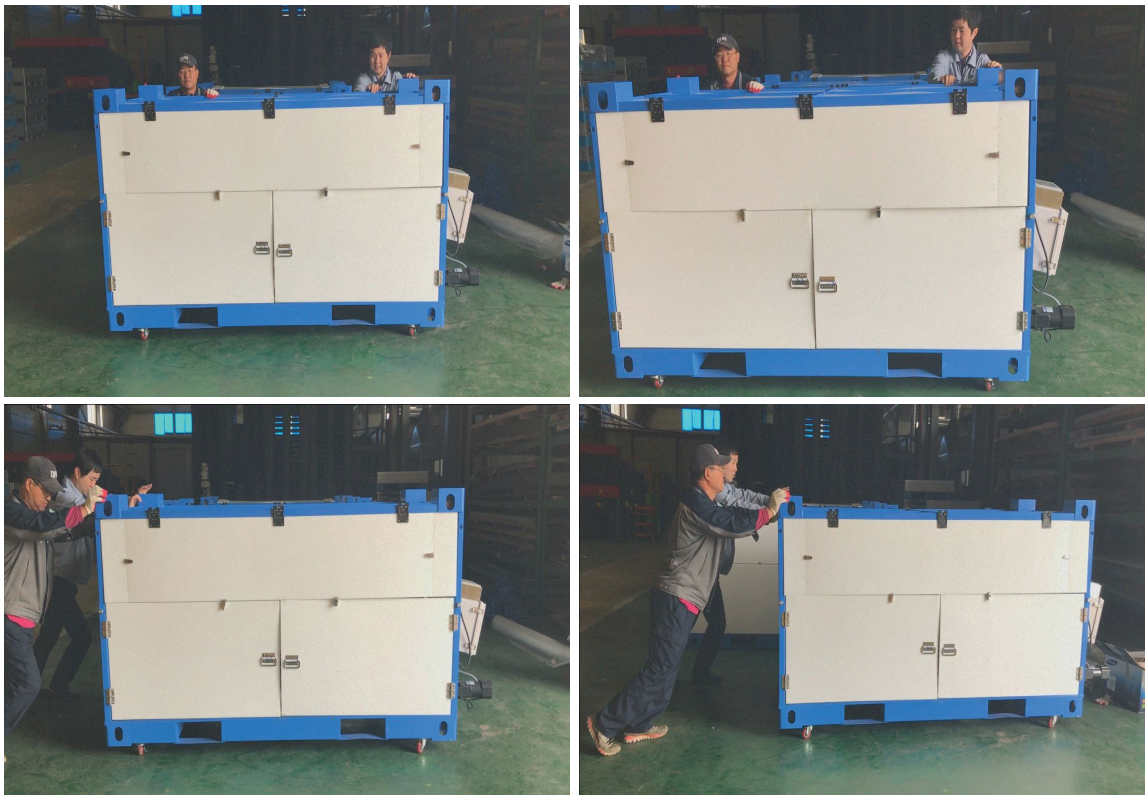


그림 3.6.23 모바일 랙 수직수평 이동시험(전면/측면)

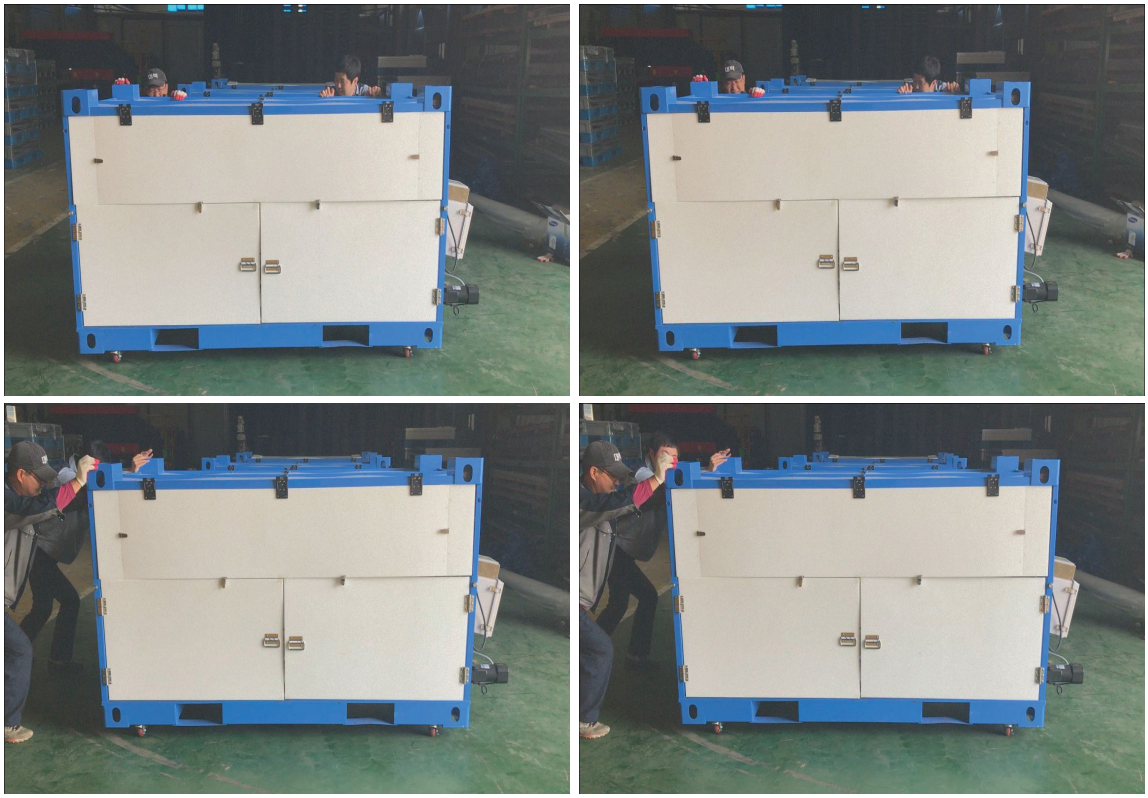


그림 3.6.24 모바일 랙 역진방지 기능시험(전면/측면)

(2) 유리제품 고정 장치

① 하부/측면 고정부

○ Bottom Guide Rail 표면에 부착된 실리콘 제거 및 유리 고정 후 고정력과 제품 손상여부를 확인하는 시험을 진행하였다. 테스트 결과 Bottom Guide Rail 표면에 슬립성 좋은 GUR 소재 적용으로 실리콘 제거가 용이 하였으며, Bottom 및 Side Guide에 탄성소재 적용으로 제품손상 없이 고정력이 강한 것으로 확인하였다.

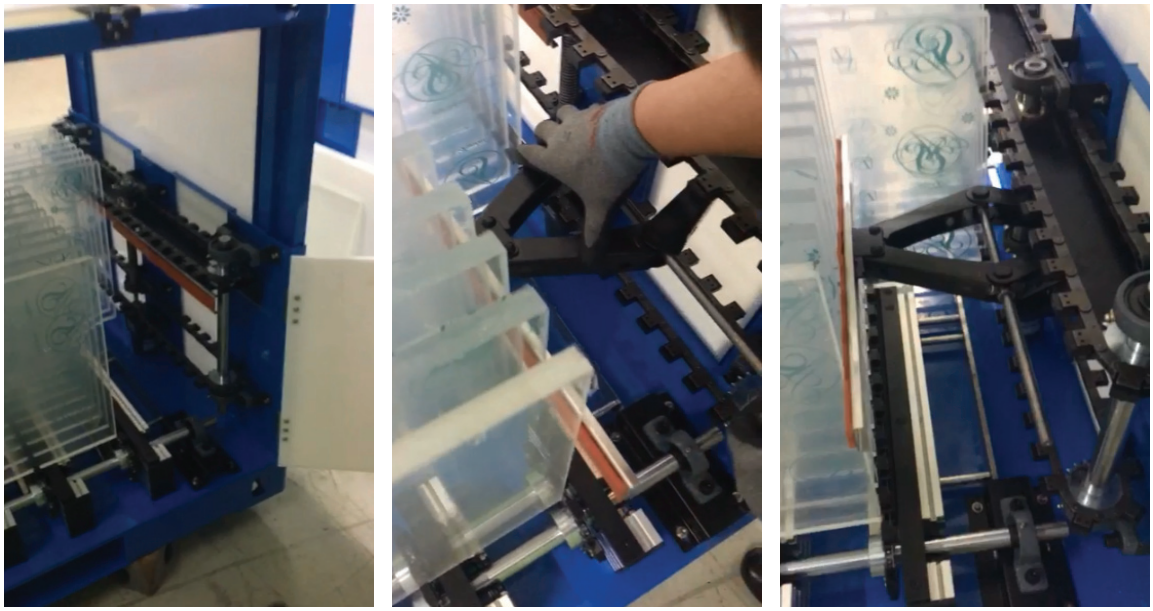


그림 3.6.25 Side Guide 제품 고정 시험

② 중앙부 고정 및 폭 조절부

○ Center Guide 기능 테스트를 위해 작은 사이즈의 유리를 적재하였다. 그 결과 Center Guide의 개별동작으로 작은 사이즈의 유리 적재가 가능하며, 제품 고정력이 강화된 것을 확인하였다.

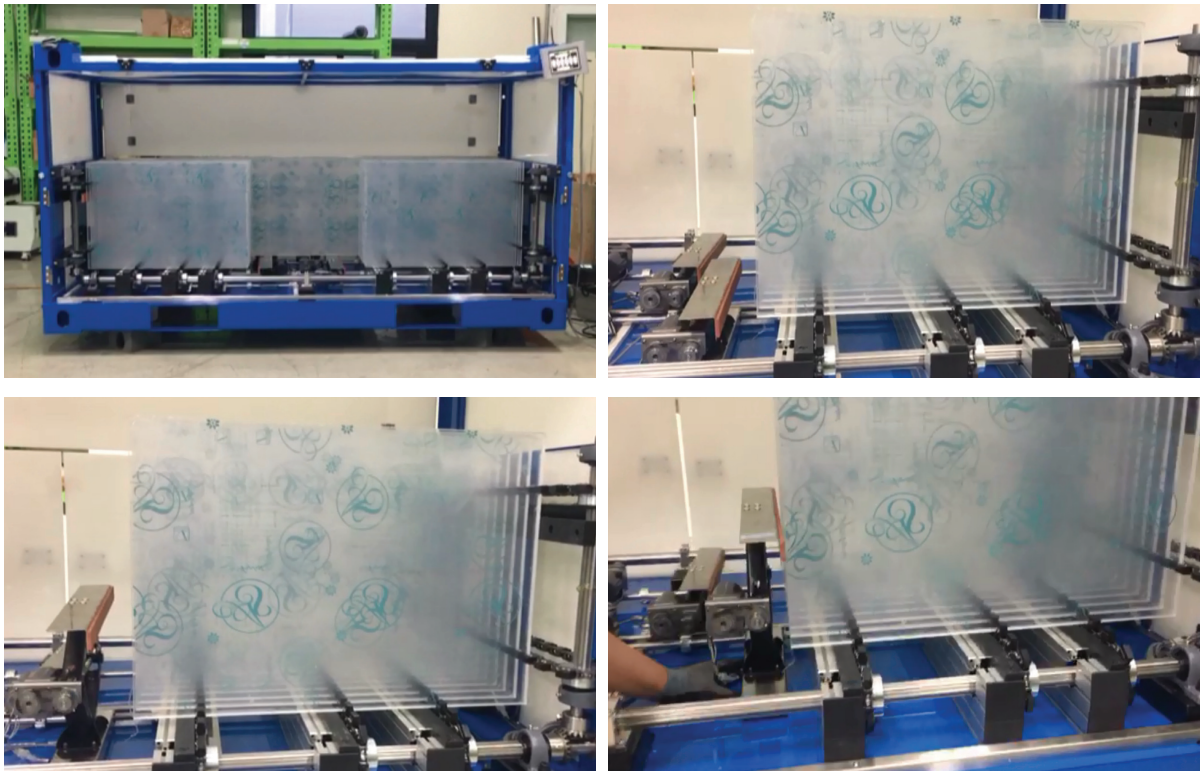


그림 3.6.26 Center Guide 제품 고정 시험

(3) 유리제품 자동 피딩(Auto Feeding) 장치

① 피딩 구동부

○ 스프라켓 동작의 슬립성 개선을 위한 스플라인축 적용으로 Bottom 및 Side 컨베이어가 일체형 동작되는데 유리 파손유무 및 모터의 과부하 여부를 확인하기 위한 시험을 진행하였다. 테스트 결과 역회전 구동부는 개별 동작에 의한 Clamping 기능으로 유리 적재 시 흔들림이 최소화 되었고, 브레이크 타입 모터 적용으로 제품 적재 시 체인의 슬립 방지로 안정성을 확인하였다. 또한 모바일 랙 최대 적재 수량인 20매 적재 후 이송작업 결과 현재 장착한 모터의 사양으로 충분히 구동되는 것을 확인하였다.

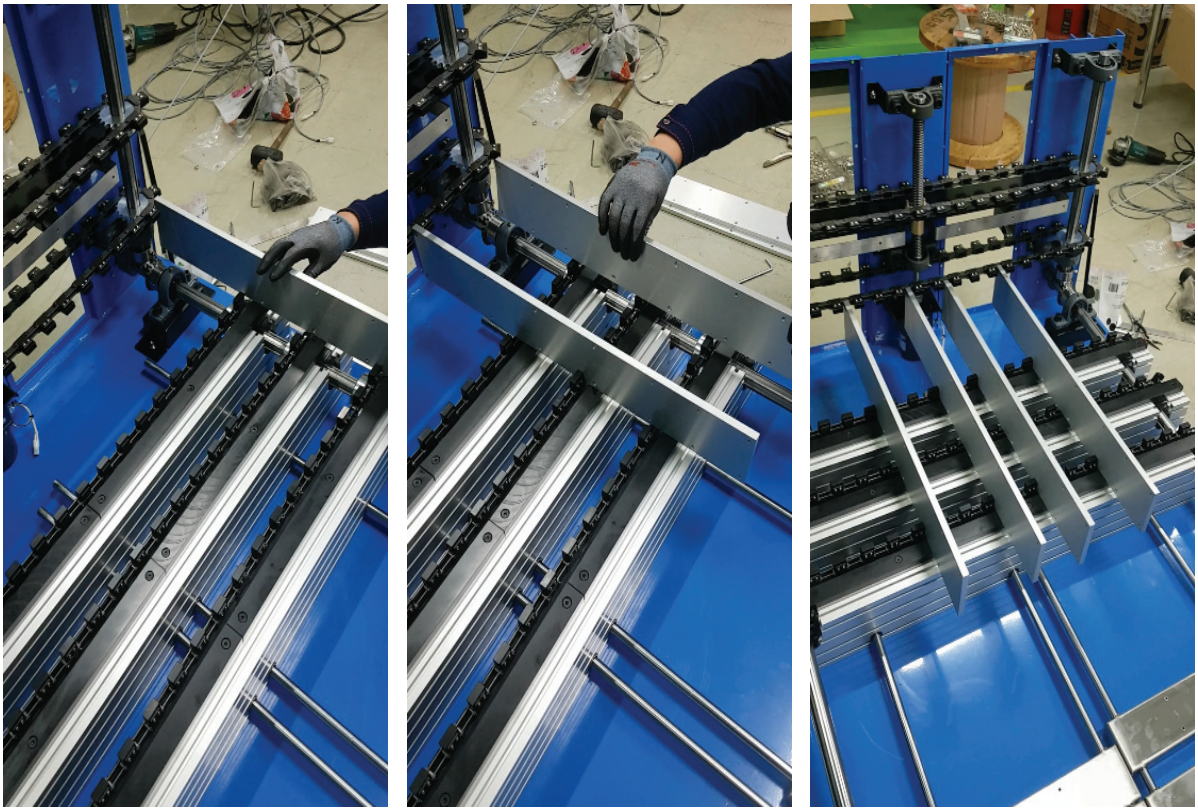


그림 3.6.27 구동부 기능시험

② 컨베이어부

○ 하부 컨베이어 이송 하중 시험을 진행하기 위해 유리 20매를 적재한 결과 이상 없이 적재되었다. 측면 컨베이어 제품 이송 및 유리 지지능력 시험 결과 쓰러짐 없이 이송되었고, 하부 가이드 슬립성 향상으로 인한 중량감소 효과로 체인의 인장력은 감소하였다. 컨베이어부 동작 시 유리 파손 여부를 확인한 결과 이상 없음으로 확인하였다.



그림 3.6.28 측면/하부 컨베이어부 기능시험

(4) 제어반 및 랙 소프트웨어

① 제어반

구동되는 모든 동작 제어가 가능하고 현장 작업자가 편하게 운영 및 관리할 수 있는 제어반 기능이 정상 동작하는지 확인하는 시험을 진행하였다. 첫 번째로 유리 상·하역 작업 시 제어반 모니터에 적재된 유리 수량이 맞게 표시되는지 확인하는 카운팅 시험을 진행하였다. 테스트 결과 유리 적재수량이 정상적으로 표시되어 수량 파악이 용이하였으며, 최대 적재수량인 20매가 적재된 상태에서 '제품상차' 버튼을 누르면 구동컨베이어가 움직이지 않고 더 이상 카운팅 되지 않음을 확인하였다.

또한 구동되는 모든 동작의 제어능력 시험 결과 모바일 랙 주요 기능부(구동부, 컨베이어부, 고정부, 센서 동작부 등)의 제어가 가능한 것을 확인하였다.

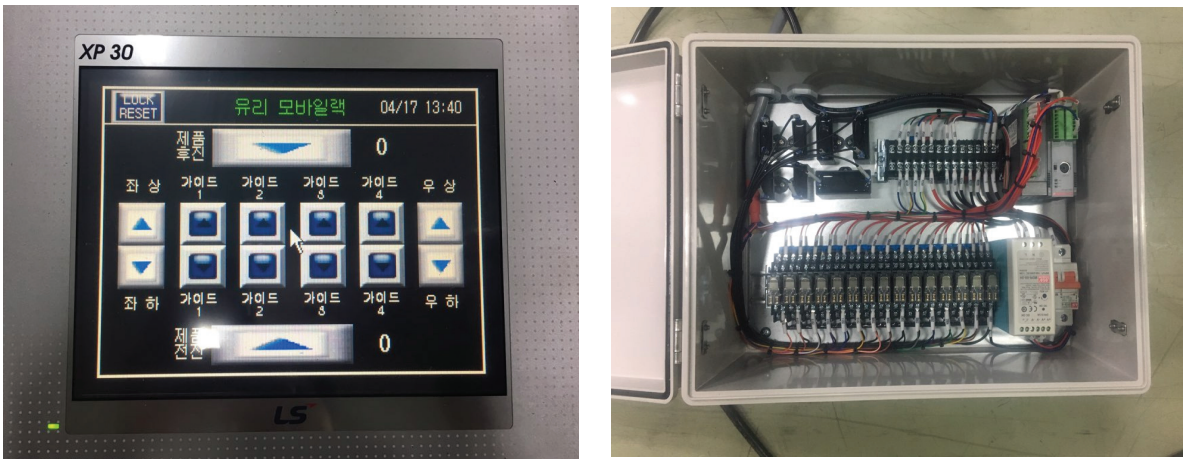


그림 3.6.29 동작모션 제어부 기능시험

② 소프트웨어

PLC 프로그램에 연계되어 작업자가 원하는 대로 작동할 수 있는 소프트웨어의 기능 시험을 진행하였다. 다양한 두께의 유리 적재 및 파손여부를 확인하기 위해 컨베이어부가 Step By Step으로 이동되는지 확인하였다. 그 결과 정해진 이동거리(P=50.8mm)로 이동하여 다양한 두께의 유리 적재 시 파손되지 않았으며, 안정적으로 제품이 실리는 것을 확인하였다.

또한 피딩장치(하부/측면 구동부)와 고정 장치(하부/측면/중앙 고정부)의 동작 제어가 가능하여 다양한 사이즈의 유리를 한 모바일 랙에 혼적할 수 있음을 확인하였다.

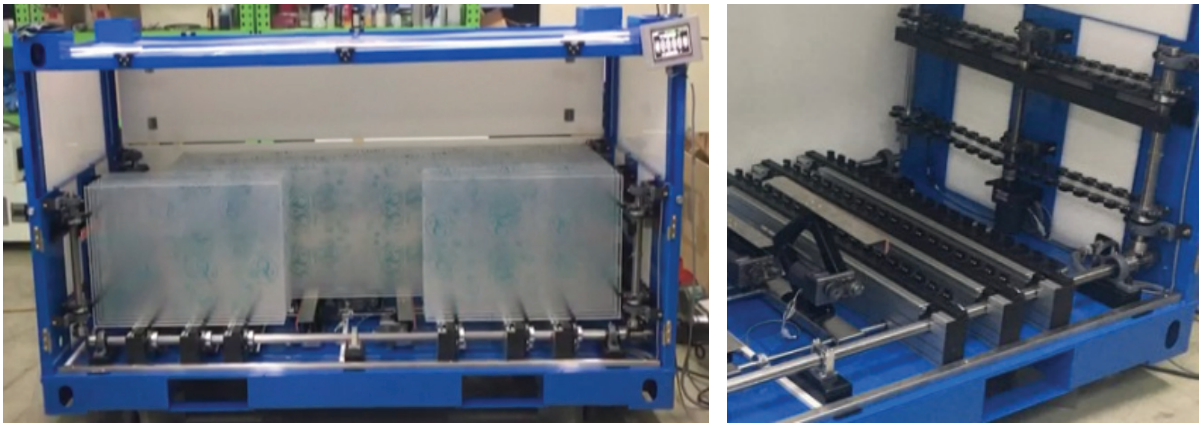


그림 3.6.30 소프트웨어 기능 시험

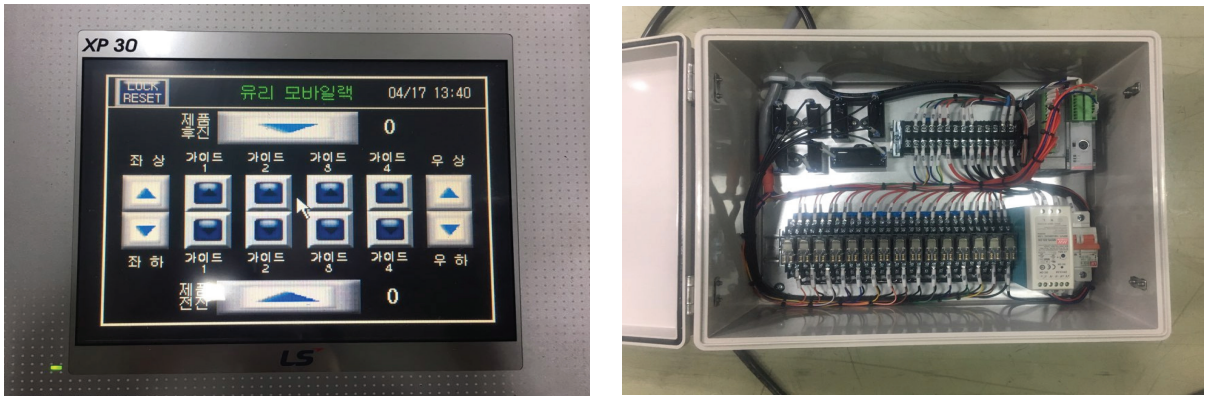


그림 3.6.31 기능시험용 소프트웨어

다. 인증기관(KCL)테스트

(1) 기후환경 테스트

모바일 랙 현장 적용 및 시범운영에 앞서 제작된 유리전용 모바일 랙 시제품에 대하여 공인인증기관(한국건설생활환경시험연구원)을 통한 성능 검증을 실시하였다. 시험에 사용된 모바일 랙은 소형 랙(2.25m×1.05m×1.32m)으로 22mm 두께의 건축용 복층유리 5장을 적재 후 테스트를 진행하였다. 각 시험에 해당하는 시험절차는 다음과 같다.

(가) 온도시험

온도시험은 기후환경실증센터 내 기후환경 실험실 소형 사이즈(5m×5m×3.5m)에서 진행하였다. 고온과 저온 조건에서의 모바일 랙 내부온도 변화와 그에 따른 유리의 변형 유무 및 단열성을 확인하고자 하였다.

① 시험 절차

모바일 랙 내·외부에 K타입 열전대를 부착 후 기후환경 실험실 공기온도를 50℃, -20℃로 각 1시간씩 모사한다. 이때 시험시간은 외부 온도 조건 도달시간을 제외하고 설정 온도에 도달하고부터 1시간으로 하며, 5분 동안 설정 온도 변화가 0.5℃ 이내일 때 외부 온도 조건에 도달하였다고 판단한다.

K타입 열전대를 이용하여 시험시간동안 모바일 랙 내·외부 온도를 측정하여 최대 온도차를 측정한다. 시험 종료 후 모바일 랙과 건축용 복층유리의 변형 유무를 육안으로 확인한다.



그림 3.6.32 온도시험 사진(고온/저온 조건)

② 시험 결과

외부 온도 조건(50℃, -20℃)에 따른 내·외부 온도차가 비슷하므로 단열효과가 있는 것으로 확인되며, 모바일 랙과 건축용 복층유리의 변형은 없는 것으로 나타났다.

표 3.6.3 온도차에 따른 모바일 랙/복층유리 변형 유무 결과

외부 온도 조건(℃)	내·외부 최대 온도차(℃)	변형유무	
		유리전용 모바일 랙	건축용 복층유리
50	18.0	변형 없음	변형 없음
-20	21.7	변형 없음	변형 없음

(나) 강우시험

강우시험은 기후환경실증센터 내 기후환경 실험실 대형 사이즈(20m×25m×20m)에서 진행하였다. 강우와 풍속 조건에서의 모바일 랙 변형 확인 및 누수여부를 확인하고자 하였다.

① 시험 절차

유리전용 모바일 랙 4면(Front부, Rear부, Side부, Roof부)에 대하여 최소 30mm/h 이상의 강우 조건과 최소 10m/s이상의 풍속조건을 5분간 유지한 후 외부 물기를 제거하여 모바일 랙 내부의 누수 여부를 확인한다.



그림 3.6.33 강우시험 사진(강우/풍속 조건)

② 시험 결과

외부 온도 조건(50℃, -20℃)에 따른 내·외부 온도차가 비슷하므로 단열효과가 있는 것으로 확인되며, 모바일 랙과 건축용 복층유리의 변형은 없는 것으로 나타났다.

표 3.6.3 온도차에 따른 모바일 랙/복층유리 변형 유무 결과

외부 온도 조건(℃)	내·외부 최대 온도차(℃)	변형유무	
		유리전용 모바일 랙	건축용 복층유리
50	18.0	변형 없음	변형 없음
-20	21.7	변형 없음	변형 없음

(나) 강우시험

강우시험은 기후환경실증센터 내 기후환경 실험실 대형 사이즈(20m×25m×20m)에서 진행하였다. 강우와 풍속 조건에서의 모바일 랙 변형 확인 및 누수여부를 확인하고자 하였다.

① 시험 절차

유리전용 모바일 랙 4면(Front부, Rear부, Side부, Roof부)에 대하여 최소 30mm/h 이상의 강우 조건과 최소 10m/s이상의 풍속조건을 5분간 유지한 후 외부 물기를 제거하여 모바일 랙 내부의 누수 여부를 확인한다.



그림 3.6.33 강우시험 사진(강우/풍속 조건)

② 시험 결과

모바일 랙 내부 표면에서 누수가 확인되어 Frame과 경량판넬 마감 부분의 보완이 필요하다고 판단된다.

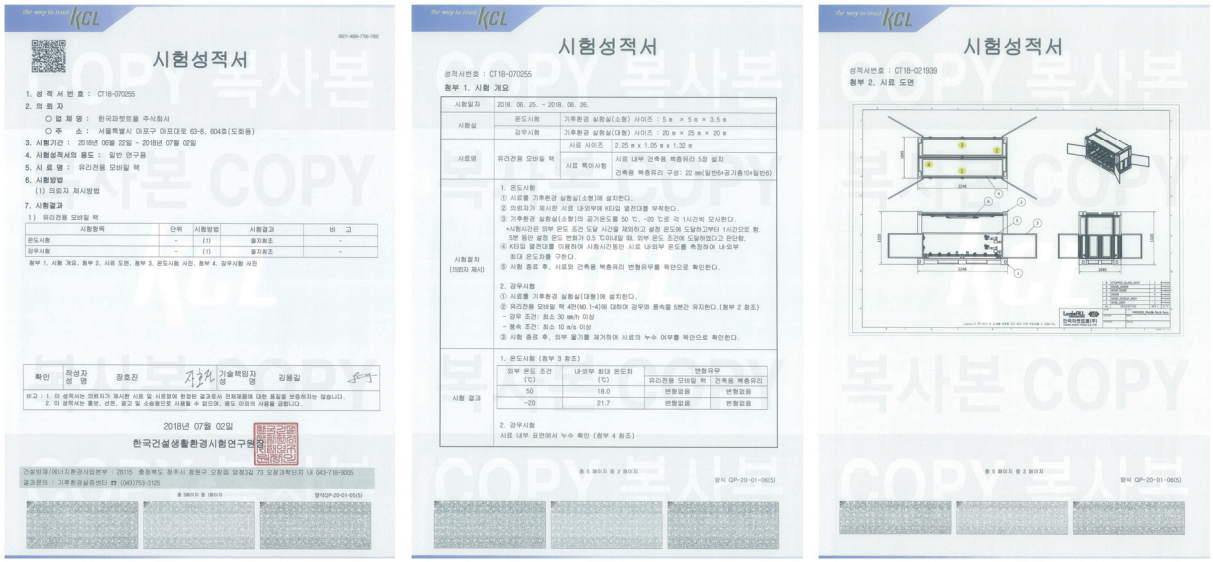


그림 3.6.34 기후환경 테스트 시험성적서

(2) 인증기관 Test 결과(종합)

온도시험 결과 온도변화에 따른 랙 및 제품의 변형이 없는 것으로 판명되었다. 또한 강우시험에서는 모바일 랙 내부 표면에서 누수가 발생하여 프레임과 경량판넬 실리콘 마감처리로 누수 방지를 할 수 있도록 보완 및 개선을 실시하였다.

표 3.6.4 인증기관 Test 결과

구분	결과	보완/개선
온도시험	온도변화에 따른 모바일 랙 및 복층유리 변형 없음	없음
강우시험	모바일 랙 내부 표면에서 누수 발생	Frame과 경량판넬 실리콘 마감처리로 누수 방지

4. 시제품 제작/Test 결과(종합)

표 3.6.5 시제품 제작 및 Test 결과

구분		설명	결과	보완/개선점
구조 테스트	랙 프레임부	유리적재 후 지게차로 Fork Lifter를 들어 올려 변형 확인	Base부 처짐 없음	없음
	랙 도어부	Door부, Front부 개폐시험을 통한 구조적인 문제점 확인	양방향 Open 가능	없음
	랙 다단적재부	모바일 랙 다단적재를 통한 붕괴 및 파손여부 확인	붕괴·파손 미발생	없음
기능 테스트	역진방지부	물류센터 내 수직·수평방향 이동 및 역진방지 기능 확인	정상동작	없음
	하부/측면 고정부	하부/측면 고정부 유리 고정력 및 제품 손상여부 확인	제품손상 없이 고정 가능	없음
	중앙 고정부 및 폭 조절부	중앙 고정부 폭 조절로 작은 사이즈 유리 적재 가능여부 확인	개별동작으로 적재 가능 확인	없음
	피딩 구동부	최대 적재수량인 20매 적재 후 파손여부 및 모터 과부하 확인	유리 파손 및 모터 과부하 미발생	없음
	컨베이어부	제품 이송 시 컨베이어부 문제 발생여부 및 유리 지지능력 확인	정상동작	없음
	제어반	유리 상·하역 작업 시 적재된 유리 수량 카운팅 및 주요기능부 제어기능 확인	정상동작	없음
	소프트웨어	하부 컨베이어 이동거리(50.8mm) 및 하부/측면 동작제어 기능 확인	정상동작	없음

제7절 시범운영 및 보완

1. 시범운영 개요

가. 시범운영 모바일 랙 최종제품

(1) 최종제품 사진



그림 3.7.1 모바일 랙 소형(반자동형)



그림 3.7.2 모바일 랙 대형(반자동형)

(2) 최종제품 제원

시범운영용 모바일 랙 제작 시 기능 테스트를 통해 도출한 보완사항과 실제 사용 환경에서의 시험운영을 고려하여 안전성 강화를 위한 현장의 요구사항을 반영하였다.

유리 적재 운반 시 안정성 확보를 위하여 기존 1단 고정가이드를 2단으로 동작되도록 변경하여 큰 사이즈 유리 적재 시 고정력과 안정성이 향상될 수 있도록 수정하였으며, 벽체를 Steel에서 Aluminum Profile로 변경하여 경량화 목표를 달성하였다.

현재 유리가공 공장 내 기존 유리 랙 운반 시 E.P.T와 수동 핸드 파렛트 카를 사용하여 운반하고 있으며, 안전상의 문제로 지게차 출입이 금지되어있다. 따라서 모바일 랙 Fork Lift부를 개선하여 운반 시 지게차/E.P.T/수동 핸드 파렛트 카 혼용 사용이 가능하도록 모바일 랙 베이스 전면부를 개선하였다. 완성된 모바일 랙 최종 사양은 다음과 같다.

표 3.7.1 최종제품 제원

구분		소형 모바일 랙	대형 모바일 랙
중량		250kg	280kg
외관		W2,248mm x L1,045mm x H1,320mm	W2,248mm x L1,045mm x H2,220mm
Folding 높이		910mm	1,320mm
유리 최대 적재사이즈	높이	910mm	1,800mm
	폭	200mm~1,910mm	
랙 당 유리 적재 수량		20장	

(3) 최종제품 수량

최종 모바일 랙 제작 수량은 소형(W2,248mm x L1,045mm x H1,320mm) 반자동 10대, 대형(W2,248mm x L1,045mm x H2,200mm) 반자동 5대로 총 제작수량은 15대이다.



그림 3.7.3 모바일 랙 15대 제작

나. 시범운영 테스트베드

유리전용 모바일 랙 통합 시범운영에 앞서 테스트베드 구축을 통한 보완/개선사항을 도출하고자 대상 및 구간을 선정하였다. 대상 구간은 로지스올 현장, 국내 판유리 가공 선도기업인 (주)국영지엔엠, 아파트 공사현장으로 선정하여 각 구간별 운영검증 및 개선사항을 도출하여 보완하였다.

(1) 로지스올 현장 적용 테스트베드

시범운영에 앞서 로지스올 현장 적용성 검증을 통해 보완사항을 도출하였다. 적용 구간은 모바일 랙 주요 기능부(구동부, 컨베이어부, 고정부, 센서 동작부 등) 성능시험과 다단적재 붕괴·파손방지 기능시험 검증을 통해 발생할 수 있는 사고를 사전에 감지하여 안전사고를 예방할 수 있었다. 또한 수직·수평 이동 및 역진방지 기능시험을 통해 유리 가공 공장과 공사현장에서의 안정성 검증을 확인하였다.



그림 3.7.4 로지스올 현장 적용성 검증

(2) 국내 판유리 가공 선도기업인 국영지엔엠 선정

생산 공정 적용성 검증을 위해 유리 가공공장인 (주)국영지엔엠에서 테스트베드를 진행하였다. 모바일 랙 수직·수평 이동장치 결합 후 공정 내 운영 검증을 진행하고, 생산공정에 투입하여 유리 적재작업 시연 및 작업 안정성을 검증하였다.

기존 L자 랙에 적재하던 유리를 모바일 랙에 적재 후 지게차 운반 및 야외 보관장으로 이동하여 다단 적재 및 보관 적용 가능성을 검증하였다.



그림 3.7.5 국영지엔엠 생산공정 투입



그림 3.7.6 국영지엔엠 야적장 다단적재 및 보관

(3) 공사현장 적용 운영 검증

아파트 건설현장 내 운영 검증을 위해 유리가공 공장인 국영지엔엠에서 아파트 건설현장으로 유리가 적재된 모바일 랙 운송 중 발생하는 진동에 의한 제품 파손여부 확인 등 안정성을 검증하였다. 또한 아파트 공사 현장에서의 운영현황 확인 및 개선사항 도출, 보완을 진행하였다.

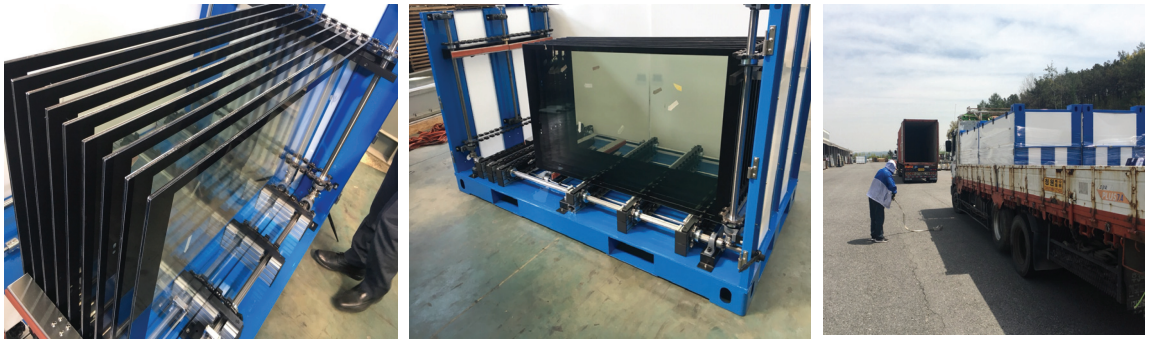


그림 3.7.7 모바일 랙 차량운송 테스트

2. 시범운영 시나리오

최초 개발된 유리전용 모바일 랙에 적재된 건축용 유리의 수송 안정성을 검증하기 위해 시험운영을 실시하였다. 한국파렛트풀(주) 물류센터에 보관중인 모바일 랙을 유리가공공장인 (주)국영지엔엠으로 공급하여 가공 유리를 적재한 후 아파트 공사현장으로 운송한다. 아파트 공사현장에서 유리 하역작업을 완료한 빈 모바일 랙은 한국파렛트풀(주) 물류센터로 다시 회수되어 보관된다.

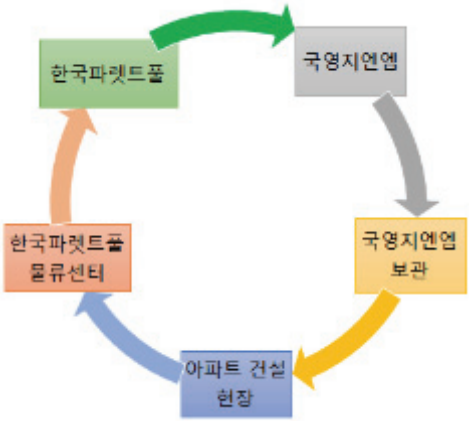


그림 3.7.8 시범운영 Flow

유리전용 모바일 랙 시험운영 장소 및 세부 내용은 다음과 같이 수립하였다.

○ 시험운영 장소

- 한국파렛트풀(주) 물류센터 (경기도 화성 소재)
- (주)국영지엔엠 (충청남도 천안 소재)
- 아파트 공사현장 (경기도 화성 소재)

○ 시험운영 대상 및 내용

- 유리전용 모바일 랙 반자동형 10대 투입(소형 8대, 대형 2대)
- 유리 가공업체 및 아파트 공사현장의 모바일 랙 공정 적용 시험운영

가. 물류센터 상차 시범운영

한국파렛트풀(주) 물류센터에 보관중인 공 모바일 랙을 유리 가공공장인 (주)국영지엔엠에 공급하기 위해 기능부 검사 진행 후 운송차량(5ton 장축)에 상차하였다. 모바일 랙 대형 2대는 1단 적재, 모바일 랙 소형 8대는 2단으로 적재하여 운송하였으며, 차량 운송 중 모바일 랙 붕괴 및 자리 이탈을 방지하기 위해 트위스트 락킹 장치를 사용하여 고정시킨 후 고속도로 통행을 위하여 천막으로 덮어주었다.



그림 3.7.9 유리전용 모바일 랙 기능부 검사



그림 3.7.10 모바일 랙 5ton 화물차량(장축) 상차

나. 물류센터↔가공공장 운송 시범운영

한국파렛트풀(주) 물류센터에서 유리가공 공장인 국영지엔엠(주)로 공 모바일 랙을 이동거리 100km 운반한 결과 공 모바일 랙 운송 중 진동에 의한 내부 구동부 및 구조물의 변형과 공 모바일 랙 의 이탈 등의 문제가 없었으며, 운송 안정성을 확인할 수 있었다.



그림 3.7.11 국영지엔엠(주) 입고 모바일 랙 하역

다. 작업 시범운영(공장)

(주)국영지엔엠에 입고된 모바일 랙을 작업공정에 투입하여 기존 랙 대비 공정 적용성 및 작업자 적재작업 편의성, 작업자 노동부하 등을 확인하였다.

기존 A자, L자형 랙은 유리 적재 작업자 2인과 포장 작업자 1인 등 총 3명으로 공정이 운영되었으나, 유리전용 모바일 랙은 유리 적재 작업자 2인만 필요하였다.

기존 랙의 경우 유리적재 시 적재유리 간 손상 방지를 위해 부착되는 코르크패드의 누락 유무를 확인한 후 누락 부위는 수작업으로 코르크 패드를 부착한다. 모두 적재된 유리는 공장내부에서 야외 보관장으로의 이동보관을 위해 포장 작업을 하는데, 3단계의 포장작업이 실시되어 랙 당 10분의 포장 작업 시간이 소요된다.

○ 기존 랙 유리 포장작업 작업단계

- 1차 : 랩핑
- 2차 : 모서리 보호대 부착 및 PP 밴딩
- 3차 : 랩핑의 3단계 포장작업을 실시

○ 기존 랙 유리 포장작업 소요시간 : 랙 당 10분 소요



그림 3.7.12 기존 랙 유리 적재 및 포장작업 진행

반면에 유리전용 모바일 랙은 포장작업 없이 20장 유리를 적재하는데 7분이 소요되어 기존보다 작업시간이 10분 단축되는 것으로 확인되었다.

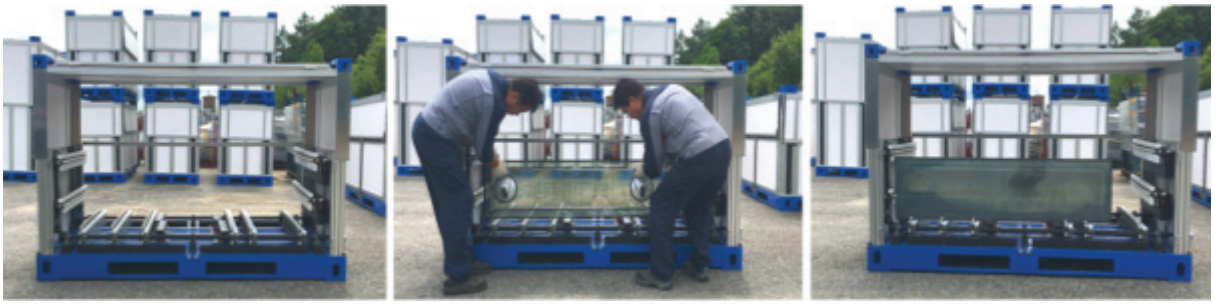


그림 3.7.13 모바일 랙 유리 적재작업 진행

○ 모바일 랙 유리 포장작업 작업단계 단축

○ 기존 랙 유리 포장작업 소요시간 : 유리 20장 적재 기준, 7분 소요

라. 보관 및 출하(공장)

유리 적재된 모바일 랙을 아파트 공사현장으로 출하하기 전까지 야외 보관장에서 출하를 대기하는데, 유리전용 모바일 랙의 경우 2~3단 적재 보관으로 기존 랙 대비 공간 활용 효율성과 출하작업 편의성 등을 확인하였다.

기존 유리 랙은 다단적재가 불가하여 야외에서 1단 보관으로 넓은 공간을 필요로 하지만, 유리전용 모바일 랙은 2~3단 적재를 통해 보관 면적을 줄일 수 있고, 넓어진 공간으로 인해 출하작업 시 지게차나 화물차량 간 동선 간섭이 최소화됨을 확인할 수 있었다.



그림 3.7.14 기존 랙 야적장 보관



그림 3.7.15 모바일 랙 야적장 보관

마. 운송 시범운영(공장↔현장)

유리가 적재된 모바일 랙을(주)국영지엔엠에서 K 아파트 공사현장으로 이동거리

100km를 운반하면서 차량의 진동전달로 인한 유리의 손상 및 모바일 랙의 변형 유무를 확인한 결과 파손된 유리는 없었으며, 모바일 랙 변형 또한 발생하지 않았다.



그림 3.7.16 모바일 랙 운반(유리 가공공장 → 아파트 공사현장)

바. 작업 시범운영(공사현장)

모바일 랙을 차량에서 하차하여 작업 전·후의 야외 작업공간 운영의 효율성을 확인하였다. (주)국영지엔엠 에서의 작업과 동일하게 보관 시에는 다단으로 적재하여 야외 공사현장의 공간 활용성도 높아졌다.



그림 3.7.17 기존 랙 아파트 공사현장 유리보관/운반

공사현장 야적공간에 보관되어 있는 모바일 랙을 작업공간으로 이동하여 모바일 랙의 Door부를 열어 유리를 한 장씩 피딩하여 하역 후 현장에 바로 투입되어 설치된다.

기존 랙의 경우는 포장이 되어있어 포장재인 랩, PP밴드, 모서리 보호대 제거 후 유리 하역작업을 진행한 후 현장에 투입되어 설치된다. 이후에 유리에 부착되어 있는 코르크 패드 제거 작업이 추가로 들어간다. 기존 랙 대비 유리전용 모바일 랙이 공사 현장에서도 작업효율성 및 작업자의 노동부하가 절감되는 효과를 확인 하였다.



그림 3.7.18 기존 랙 아파트 공사현장 적재유리 하역



그림 3.7.19 모바일 랙 아파트 공사현장 적재유리 하역

사. 회수 시범운영

공사현장에서 작업이 완료되어 현장에 보관된 모바일 랙은 한국파렛트풀(주)에서 자체 물류센터로 회수하여 보관한다. 기존 L자 랙의 경우는 유리가공 업체에서 자가 보유차량 또는 별도의 회수차량을 이용하기 때문에 회수가 원활하지 않으며, 이로 인해 분실, 파손 등이 빈번하게 발생하고 있는 현실이다. 한국파렛트풀(주) 물류센터로 회수된 유리전용 모바일 랙은 외형의 손상유무 및 내부 기능검사, 오염부위 세척 작업 실시 후 보관하고, 다시 유리 가공업체 요청 시 공급한다.



그림 3.7.20 기존 랙 아파트 공사현장 보관/회수



그림 3.7.21 모바일 랙 로지스올 물류현장 보관/회수

아. 시범운영 결과 및 개선 · 보완사항

유리전용 모바일 랙 테스트베드를 구축하여 한국파렛트풀(주), (주)국영지엔엠, 아파트 공사현장에서 진행하였던 안정성, 작업부하 절감, 공간 효율성 등의 시험운영의 문제점을 바탕으로 수정보완 후 통합 시범운영을 진행하였다.

유리라는 파손되기 쉽고 안전사고 발생의 우려가 높은 제품을 적재 할 수 있는 물류용기를 개발함에 있어 안전성을 최우선의 목표로 하여 다양한 변수를 반영하면서 많은 안전시험을 진행하면서 수정 보완하였다.

시범운영을 하면서 특이한 문제점 발생은 없었지만, 대형의 중량유리 적재를 위해서는 프레임부의 강성 보강이 필요하다는 것을 확인하였다. 시범운영 결과 회수효율을 높이기 위해 슬라이딩 구조로 제작된 측면 프레임의 강도를 보강한 모바일 랙을 재설계 하였다. 측면 프레임 구조와 Door부 구조를 분리형에서 일체형으로 변경하면서 강성보강에 주안점을 두었다.

개선결과는 다음의 표와 같다.

표 3.7.2 시범운영 결과/개선 보완

순서	구분	시범운영 결과	개선/보완 결과
1	물류센터 상차 시범운영	- 물류센터 내 모바일 랙 지게차 운반 및 다단적재 시 문제없음	특별한 문제점은 없었으나, 대형 중량유리 적재를 위해 프레임부 강성 보강 (벽체 및 Door부 일체형 변경)
2	물류센터 ↔ 가공공장 운송 시범운영	- 차량운송 중 진동에 의한 모바일 랙 파손 및 구조물 변형 없음	
3	작업 시범운영(공장)	- 기존 랙 대비 작업시간 10분 단축 (포장작업 불필요, 작업자 3인 → 2인)	
4	보관 및 출하(공장)	- 기존 랙 대비 다단적재 보관 가능으로 공간 활용 효율성 및 출하작업 편의성 향상	
5	운송 시범운영 (공장↔현장)	- 차량운송 중 진동에 의한 모바일 랙 적재 유리 파손 없음	
6	작업 시범운영 (공사현장)	- 공사현장 내 다단적재 관으로 공간활용성 향상 - 포장재 제거작업 없이 바로 현장 투입 가능으로 작업효율성 향상	
7	회수 시범운영	- KPP Pool System 적용으로 분실 및 파손 발생 없음	

재설계한 최종 모바일 랙의 제품은 아래와 같다.

표 3.7.3 통합시험보완 모바일 랙 최종제품

형태	
규격	가변형모바일랙 ▪ 소형 : W2248mm × L1045mm × H1320mm(910mm) ▪ 대형 : W2248mm × L1045mm × H2220mm (1320mm)
종류 · 가격	대형 ▪ 중량: 280kg ▪ 가격: 300만원 소형 ▪ 중량: 250kg ▪ 가격: 240만원
적재능력	 차량당 최대 적재량 : 320장 대형8대 적재(1단 적재) =160 (20장x8대) 소형16대 적재(2단 적재) =320 (20장x16대) *11톤 적재함 : W 2.34M x L9.1M *최대적재중량 : 13TON

제8절 사업화 전략

1. 사업화 전략 도출 개요

가. 시장 환경 분석

(1) 시장규모 추정

시장규모 추정을 위해서 관련 시장보고서 및 동향자료 등을 취합, 기술사업화 목표시장의 규모를 파악하고 연평균 성장률 등을 활용하여 향후 시장을 추정하는 작업을 실시하였다.

완제품 및 서비스 시장 규모가 아니라 부품·부분품 또는 중간투입물에 대한 시장규모를 파악하고 추정할 경우에는 관련 자료를 확보하여 해당 요소가 차지하는 비중 또는 기여도 등에 대한 조사를 통해 시장규모를 추정할 수 있다. 또한 국내외 시장조사 규모에 대한 자료가 불충분한 경우, 확보된 자료를 바탕으로 전체 시장규모 비율, 시장성장률 등을 활용하여 필요한 시장규모를 추정하였다.

(2) 시장특성 분석

제품의 시장수요 시나리오를 분석하기 위해서 제품수명주기와 일반 소비자, 기업, 공공부문, 특수 수요처 등 주요 수요대상자에 대한 시장특성 분석을 수행하였다. 기존고객, 유사제품 고객, 서비스 고객의 전환 가능성과 고객 보수성, 해당 기술의 시장영향력[6]을 검토하였으며, 제품의 기능, 성능, 특징 등에 따른 소비자의 니즈, 해당 기술이 제공 또는 해결할 수 있는 니즈 충족요인 등에 대한 검토를 수행하였다.

(3) 시장경쟁현황 분석

기술사업화 추진 과정에서 동 기술의 시장 수요수준을 파악하기 위해 다음과 같은 사항을 분석 및 검토하여 시장진출 가능성을 점검하였다.

○ 시장의 경쟁강도(경쟁사수 및 활동수준)

○ 시장점유율(독점, 과점, 경쟁시장 등)

○ 시장진입에 따른 기술적/사업적 장벽

6) 와해성 기술로 인한 기존 시장구조의 변화 창출

나. 기술사업화 전략 도출

(1) 핵심 Value 설정

연구개발 단계에 연구진들이 설정한 핵심 value와 기술개발 결과물, 그리고 기술의 주요 이해관계자들에 대한 분석을 통해서 기술의 핵심 value를 설정하고 이를 기반으로 사업화 전략을 수립하였다.

(2) Business Model 설계

해당 기술의 사업화 비즈니스 모델을 설계하여, 기술사업화를 통한 수익창출 체계를 구체화하였다. 또한 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있는 핵심역량을 어떠한 방식으로 활용하여 고객에게 가치를 제공하고 주요 경쟁자와 차별화할 수 있는가에 대한 분석을 Osterwalder씨가 제시한 Business model generation의 9 building block요소 등을 참고하여하여 수행하였다.

(3) 사업화 전략 도출

BM 설계안을 기초로 제품의 시장 진입·창출 전략을 위한 사업화 전략을 도출하였다. 이를 통해 수요기업의 관점에서 시장진입전략에 기반한 사업화 추진 전략을 수립할 수 있었으며, 향후 동 기술의 기술이전 및 사업화 성공률을 제고할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 단계별 시장 진입 전략을 구축하고 대상기업의 사업방향과 비전에 적합한 전략로드맵을 구축하여 회사의 실질적인 사업화 능력을 강화할 수 있도록 하였다.

2. 사업 환경 및 목표시장 분석

가. 대상기술(제품) 개요

(1) 기술구현형태 상세

(가) 적재능력 및 하역편의 향상을 위한 유리전용 적재 시스템

유리제품들은 제품 특성상 취급주의를 필요로 하기 때문에 기존의 A자 및 L자형 랙을 운용하는데 있어서, 제품의 운송·취급에 제약이 있다. 이에 유리제품 운반·취급 편의성·운영성 등을 보완하고, A/L자형 랙을 대체할 수 있도록 동 연구를 통해서 다음과 같은 특성을 지닌 제품을 개발하였다.

○ 차량 적재함 내 다층 랙 구조를 통해 기존대비 적재능력 10% 향상

○ 슬라이딩 구동장치를 이용한 가변형 구조

○ 경량화 소재를 적용한 물류·관리 비용 절감



그림 3.8.1 유리전용 모바일 랙 개념도

(나) 유리전용 모바일 랙 세부사양

유리전용 모바일 랙은 가변형 구조를 통해 적재 유리의 크기에 따라 슬롯 당 여러 개의 유리를 적재할 수 있으며, 접이기능을 통해서 랙 회수비용 감소, 기존 랙과 유사한 중량 등 물류비 증가요소 최소화를 목적으로 개발되었다. 이를 통해 차량 당 최대적재량

17% 향상[7]을 통한 물류비를 절감할 수 있다.

표 3.8.1 유리전용 모바일 랙 소형/대형 세부사양

구분	외관	Folding 높이	중량	슬롯	최대 적재 유리 크기	
					높이	폭
소형	W2240㎜ × L1165㎜ × H1269㎜	H906㎜	280kg	20	910㎜	1910~200㎜
대형	W2240㎜ × L1165㎜ × H2400㎜	H1347㎜	320kg	20	1810㎜	1910~200㎜

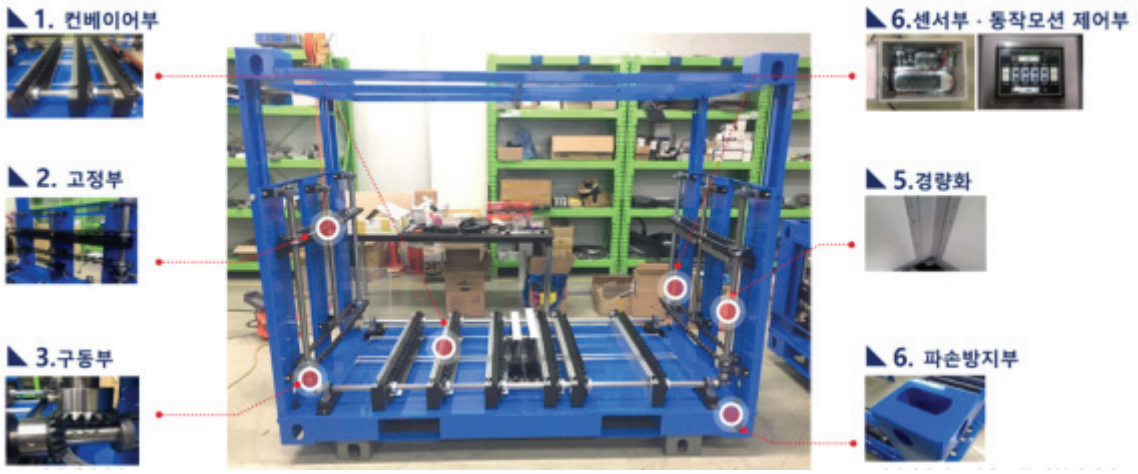


그림 3.8.2 유리전용 모바일 랙 시제품 개요

(2) 대상기술(제품) 주요 특징

(가) 기존 유리운반용 랙의 문제점

이단적재 불가한 비규격으로 '차량 로스 공간 발생' 하고, 적재효율 하락, 운송 시 유리파손 방지를 위해 'PP밴딩, 래핑 등 포장작업 필수' 로 포장 인건비 소요, 랙 작업 시 수작업으로 인한 작업 편의성 하락과 유리 상·하역 작업 시 안전사고 발생의 위험 상존하는 등 물류비용의 비효율성이 높다.

○ (적재 공간 로스 발생) A자 랙은 형상 및 높이 문제로 이단전재 불가하고, A/L자 랙은 비규격 형상으로 차량 적재 시 로스 공간 발생

○ (파손방지 작업 소요) A자 랙과 L자 랙은 랙 자체에 고정 장치 없기 때문에 파

7) 11톤 트럭 기준 차량당 최대적재량 204장에서 240장으로 향상

손방지용 코르크 패드 부착 및 PP밴딩, 래핑작업 필수

○ (안전사고) 적재, 밴딩, 래핑 시 높은 노동 강도 및 안전사고 위험 존재

(나) 유리운반용 모바일 랙 특·장점

유리운반용 모바일 랙의 특·장점은 크게 세 가지로, 첫째, 인건비 및 포장재료 비용 절감이 가능해진다. 세부적으로 모바일 랙 내 측면·중감 가이드 및 역회전 구동부 클램핑을 통해 기존에 수행해왔던 유리파손 방지를 위한 포장작업 및 현장포장제거 절차를 없애 작업 편의성 향상 및 인력 투입 최소화가 가능해졌으며, 코르크 패드, PP밴딩, 래핑 등의 포장 재료도 소요되지 않기 때문에 통상 유리 운송 물류비에서 10%이상 차지하는 포장 재료비 및 포장인건비를 최소화하고 약 22%의 물류비가 절감 가능해질 것으로 분석되었다.

표 3.8.2 A/L자형 랙과 모바일 랙 물류비 비교

(단위: 백만 원)

구분	운송비	취급비	포장비	포장인건비	총 물류비
모바일 랙	138	8	-	-	146.2
A/L자형 랙	146	11	13	19	188.0

* 출하주기 1일부터 5일까지 기간별 물류비용 시뮬레이션 분석결과의 평균값 활용

둘째, 유리 운송과정에서 발생하는 파손율을 최소화할 수 있다. 통상 유리 출하 이동 시 1% 파손(률)이 발생하고 있으나, 모바일 랙의 경우 차량 운송 및 이동 중 전달되는 진동 및 충격 최소화를 통해 파손율 최소화가 가능해진다.

셋째, 현장에서 유리의 보관 및 회수 용이성 등 관리 편의성이 증대된다. 유리전용 모바일 랙을 활용할 경우, 밀봉하는 형태로 보관 및 운송이 용이하고 접이기능을 통해 회수 비용을 낮출 수 있다. 유리운반용 모바일 랙의 특성상 외관으로 덮여있기 때문에 보관이 용이하여, 출하 시 대량으로 묶어 운송하고 적재·보관할 수 있는 장점을 가지므로 유리가공업체와 현장 공사업체와의 계약 시 출하기간에 대한 전략을 다양하게 고려해볼 수 있을 것으로 판단된다. 또한 접이기능을 통해서 회수 시, 다단 적재 운송이 가능하기 때문에 랙 회수비용이 감소하여 회수비용 절감이 기대된다.

나. 시장 환경 분석

(1) 대상시장 정의 및 범위

(가) 유리산업 물류 프로세스 현황

유리 제조업체는 원판유리와 가공 유리 부문으로 구분되며, 국내 원판유리 시장은 과점형태로 KCC와 한글라스가 독점하고 있으며, 가공 유리 제조사의 경우 많은 중소기업들로 구성되어있다. 최근 고부가 가공 유리의 개발 추세로 인해 다양한 유형의 가공 유리 제조사가 증가하고 있다.

유리의 물류는 크게 원판유리 제조사→가공 유리 제조사→건축 현장(건설업체)의 흐름으로 나타낼 수 있으며, 세부적으로는 원판유리 제조사 상차→운송→하차→가공 유리 제조사 상차→운송→하차의 과정을 거친다. 원판유리 제조 기업에서 완성된 원판유리는 프레임에 거치된 채로 포장을 한 후 보관되었다가 지게차를 이용해 트럭에 상차된다. 운송과정에서는 통상 일반 트럭이 사용되며, 원판유리 및 가공 유리 모두 A/L자 프레임에 거치된 상태로 보관·이송된다. 보관·이송 시 원판유리 제조사 및 가공 유리 제조사 모두 프레임에 거치하기 전에 포장작업을 수행한다.

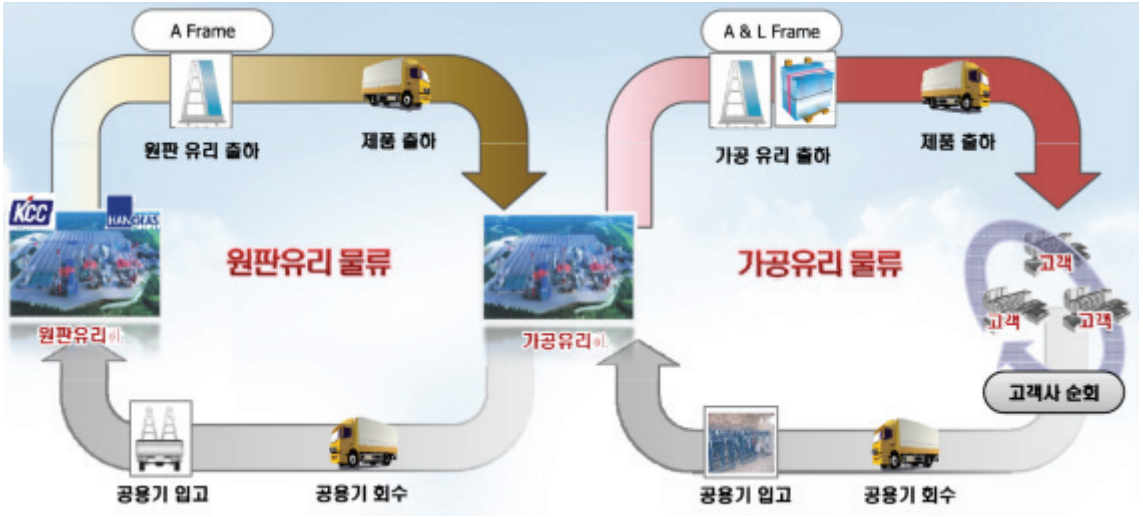


그림 3.8.3 원판유리 및 가공 유리 물류 프로세스

(나) 유리운반용 모바일 랙 적용 대상시장 설정

동 기술은 가공 유리 제품 중 '건축·산업용'의 '복층유리, 강화유리, 접합유리'를 운반하기 위한 적재 시스템으로, 유리의 크기와 형태를 고려해 설정하였다.

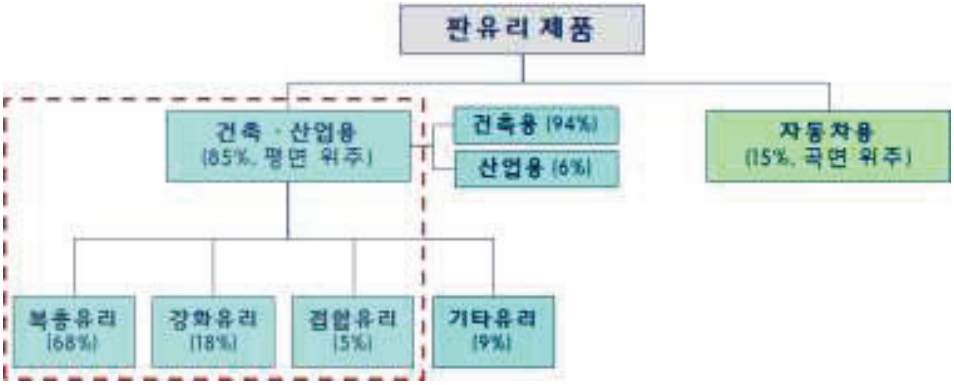


그림 3.8.4 판유리 제품의 구분

(2) 대상시장 수요특징 및 경쟁현황

(가) 대상시장 수요특징

현재 유리 물류기기는 원판유리 제조사에서 구매하여, 원판유리 출고시 적재하면 '원판유리→가공 유리→현장' 과정에서 가공 유리 제조사도 사용하고 있다. 즉 원판유리 출하 시 이용된 물류기기를 가공 유리 제조사에서 곧바로 원판유리 제조사로 반납하지 않고, 가공 유리 출하 시 재활용하고 있다. 가공 유리 제조사에서 건축현장으로 출고된 물류기기는 가공 유리 제조사가 직접 회수하여 원판유리 제조사로 반납한다.

○ 원판유리 제조사 → 가공 유리 제조사 → 현장 → 가공 유리제조사 → 원판유리제조사

○ 원판유리 제조사 → 가공 유리 제조사 '로 원판유리 출하 시 물류기기 1:1 반납

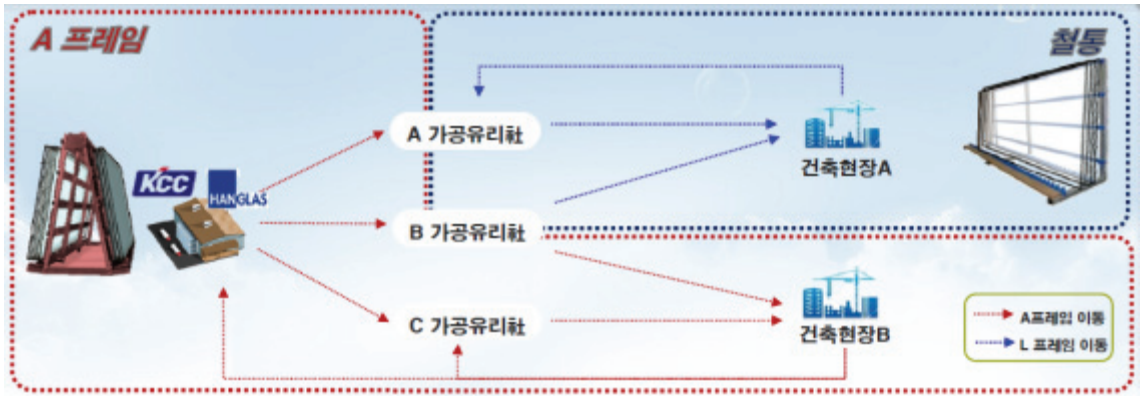


그림 3.8.5 원판유리 및 가공 유리 물류 프로세스상의 A자·L자형 랙 이용현황

운송비 및 용기 회전기간 증가요인은 다음과 같다.

○ 타 가공 유리 제조사 물류기기를 납품차량으로 회수

○ 가공 유리 제조사간 부족한 물류기기를 교환

○ 장거리 출하처 물류기기 직접 회수

○ 물류기기 분실/파손

○ 물류기기 배출 시점 차이로 별도 회수차량 배차

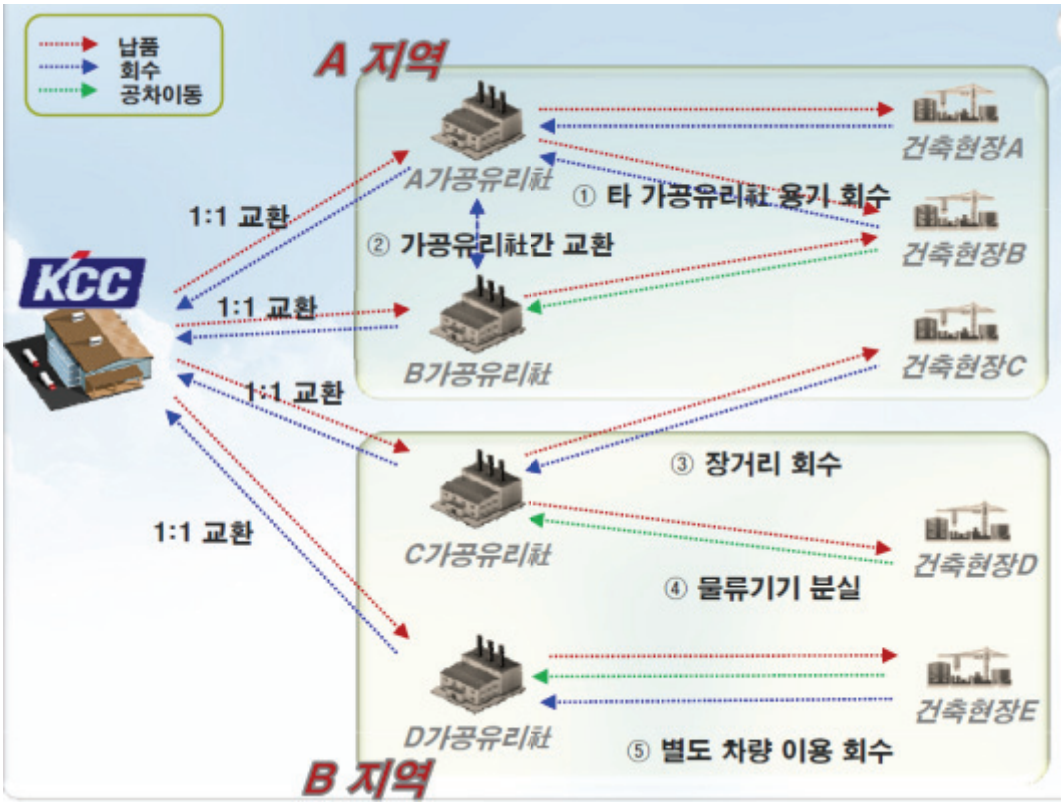


그림 3.8.6 원판유리 및 가공 유리 물류기기 운영 프로세스

동 기술이 적용될 건축·산업용 가공 유리의 물류 상세 프로세스는 다음과 같다. 가공 유리 제조사에서 원판유리 가공 후 A자·L자형 랙으로 건설 현장 및 2차 제조사로 출고한다.

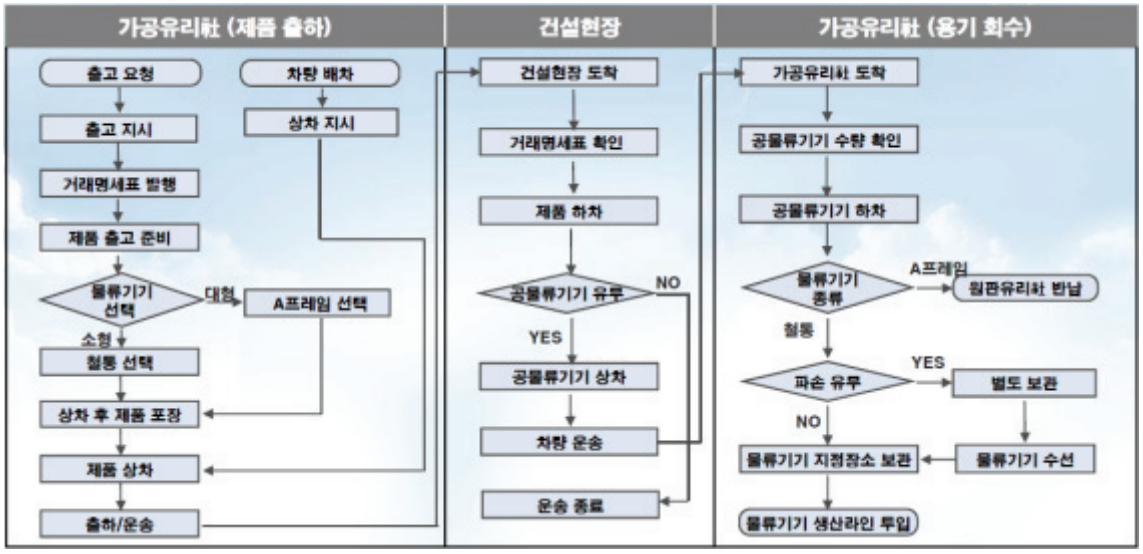


그림 3.8.7 가공 유리 물류 상세 프로세스

(나) 경쟁기업 현황

국내에서는 경량유리 운송을 위한 수평 적재용 전용 랙이 일부 적용되고 있으나, 본 과제에서 개발하는 경량 및 중량유리 호환 수직 적재 가변형 모바일 랙의 개발 사례는 없으며, 해외의 경우도 유리 운송용 가변형 모바일 랙의 개발 사례가 없는 것으로 확인되었다. 따라서 본 제품의 개발을 통해 국내 기술의 경쟁력 향상 및 원천기술 확보가 기대된다.

향후에도 본 과업에서 연구·개발된 유리전용 가변형 모바일 랙이 시장 진출 및 지속적인 시장 경쟁력을 확보할 수 있도록 특허 등록을 위한 노력 및 유사제품에 대한 특허 회피를 통해 사업화에 문제가 없도록 상용화 제품을 개발할 예정이다.

한국해양수산개발원 및 한국파렛트풀(주)은 본 과업 중 모바일 랙 내부구조 및 이송방법, 주요구성 부품 등에 대한 특허등록 3건과 특허출원 1건을 수행했다. 이 특허들은 1차년도 사업진행 시 특허청의 회피특허지원사업을 통해 국내·외 특허 분석을 통해 타 경쟁업체들이 특허회피가 어렵도록 내용을 구성하였다. 또한 상용화 중에도 중요 기술사항 도출 시에는 지속적인 특허출원을 통해 고유 원천기술을 확보하여 기술의 경쟁력 향상을 추진할 계획이다.

(다) 시장진입 장벽

동 제품의 잠재 수요대상인 가공 유리 제조사는 그동안 원판유리 제조사가 제공하는 A자형/L자형 랙을 무료로 사용해왔기 때문에, 동 제품 수요시 추가적인 비용이 소요되며, 가공 유리 적재 및 건축현장 근로자의 작업 방식의 변화가 필요해, 추가적인 교육이 필요하다는 점들이 동 제품의 시장진입 장벽으로 작용할 것으로 예상된다. 그러나 동 제품의 경우, 수요 업계의 요구에 의해 개발 되는 제품으로 상기의 시장 진입장벽은 비교적 낮을 것으로 판단된다.

(3) 대상시장 현황

국내 원판유리 제조사는 KCC와 한국유리공업이 있으며 두 업체의 1995부터 2015년까지 연평균 원판유리 생산량은 약 1.2%의 성장률을 보여 안정적 생산량을 유지하고 있는 것으로 조사되었다. 유리 생산량의 증가량이 매우 적어 추가적으로 수요될 것으로 예상되는 유리운송용 물류기기는 훼손·분실 제품에 대한 대체수요량을 제외하고는 매우 적을 것으로 판단된다.

표 3.8.3 국내 원판유리 생산현황

구분	1995	2000	2005	2007	2010	2012	2013	2015	CAGR
KCC	357	418	630	747	723	657	706	889	4.9%
한국유리공업	678	427	650	611	638	445	466	400	-2.7%
합계	1,035	845	1,280	1,358	1,361	1,102	1,172	1,289	1.2%

* 자료: 한국판유리산업협회

현재 유리 물류 프로세스상의 운영되는 A/L자형 랙은 총 7만대로, 원판유리용(가공유리 겸용) 물류기기(A자형 랙)는 업계 내 약 30,000대를 보유·사용 중이며, 가공 유리용 물류기기(L자형 랙)는 업계 내 약 40,000대를 보유·사용하고 있는 것으로 조사되었다.

국내 가공 유리 제조사에서 출고되는 제품 유형별 시장규모는 복층유리가 68%, 강화유리가 18%, 접합유리가 5%, 기타 9%로 동제품의 대상인 복층유리, 강화유리, 접합유리의 비중은 총 91%로 조사되었으며, 이는 동 제품이 적용 가능한 유형인 복층·강화·접합유리의 비중이 가공 유리 생산량 전체의 91%를 의미한다.

표 3.8.4 국내 가공 유리 제품별 시장규모

천 톤	1995	2000	2005	2007	2009	2011	2013	2015	CAGR
복층유리	673	592	725	793	721	656	665	659	-0.10%
(비중)	65%	70%	69%	66%	66%	67%	67%	68%	0.20%
강화유리	145	135	199	252	240	196	198	174	0.60%
(비중)	14%	16%	19%	21%	22%	20%	20%	18%	0.80%
접합유리	-	-	-	12	22	29	30	48	18.90%
(비중)				1%	2%	3%	3%	5%	22.30%
기타유리	217	118	126	144	109	99	99	88	-3.00%
(비중)	21%	14%	12%	12%	10%	10%	10%	9%	-2.80%
합계	1,035	845	1,050	1,201	1,092	980	982	969	-0.20%

* 자료 : 한국판유리산업협회 자료, 수입유리 제외

또한 가공 유리의 사용 용도별 시장규모는 주거용이 41%, 상업용이 24%, 인테리어용이 29%, 산업가전용이 6%로 조사되었다.

표 3.8.5 국내 가공 유리 용도별 시장규모

(천 톤)	1995	2000	2005	2007	2009	2011	2013	2015	CAGR
주거용	600	423	483	505	448	372	396	398	-2.10%
(비중)	58%	50%	46%	42%	41%	38%	40%	41%	-1.8%
상업용	218	169	241	288	273	235	257	233	0.40%
(비중)	21%	20%	23%	24%	25%	24%	26%	24%	0.70%
인테리어용	186	237	263	324	251	274	278	281	2.20%
(비중)	18%	28%	25%	27%	23%	28%	28%	29%	2.50%
산업가전용	31	16	63	84	120	99	61	57	3.30%
(비중)	3%	2%	6%	7%	11%	10%	6%	6%	3.70%
합계	1,035	845	1,050	1,201	1,092	980	992	969	-0.30%

* 자료 : 한국판유리산업협회 자료, 수입유리 제외

세계 지역별 원판유리 생산 현황을 보면 연간 약 5백만 톤의 원판유리가 생산 및 소비되고 있으며, 그 중 건축용도로 수요되는 원판유리의 비중은 86%로 대다수를 차지하는 것으로 조사되었다.

표 3.8.6 세계 판유리 지역별 수요현황

구분	수요물량(천 톤)	비율(%)
아시아(A)	3,100	62.5
유럽(B)	1,000	19.5
북.남미(C)	600	11.8
기타(D)	300	6.2
합계(A+B+C+D)	5,000	100

* 자료 : 한국산업개발연구원(2011)

표 3.8.7 세계 판유리 용도별 수요현황

구분	세부 용도	수요물량(만 톤)
건축산업용	신규건설	1,800(34.4%)
	재건설	1,800(34.4%)
	인테리어	900(17.2%)
자동차용	신규제작용	410(7.8%)
	보수용	90(1.7%)
특수산업용	기타 산업	2074.0%)
	태양광	23(0.4%)
합계		5,230(100%)

* 자료 : 한국산업개발연구원(2011)

3. 사업화 추진 전략

가. 사업화 추진 전략 도출

(1) 대상기술(제품)의 핵심가치



그림 3.8.8 유리전용 모바일 랙 핵심가치

① 물류기기 운영 효율화

물류기기 Outsourcing을 통해 관리 부담 경감과 물류기기 개선을 통한 구매비용 절감이 가능하며, 물류기기 회전율 증대를 통한 생산성 향상이 가능하다.

② 운송 효율화

차량 회전율 향상 및 물류기기 회수 증대 등 물류기기 회수운송 통합을 통해 물류비 절감이 가능하며, 가공 유리 공장내 혼잡 개선을 통해 관리 부담 경감이 가능하다.

③ 건축현장 관리 안정화

관리 사각지대인 건축현장에서의 유리제품에 대한 관리 강화가 가능하며, 배송기사의 프레임 회수 기피 문제를 해결해 관리 인프라 지원 등 관리 안정화가 가능하다.

④ 물류정보 시스템 운영을 통한 통합 물류관리체계 구축

전문적인 재고관리 및 운영을 통해 안정적인 공급망 구축으로 생산 안정화에 기여할 수 있으며, 수배송관리시스템(TMS, transportation management system)에 의한 운영체계 구축을 통해 실시간 물류기기 정보 확인 및 실물과 정보의 일치 등 물류관리체계 구축이 가능하다.

(2) BM 도출

(가) 이해관계자 제공가치

제품/기술의 핵심가치를 기반으로 가용한 목표 시장군을 특정하고 관련 이해관계자별 제공가치 분석하였다.

○ (원판유리 제조사) 물류기기 관리비용 감소, 물류기기 구매비용 감소

○ (가공 유리 제조사) 유리 상하 인건비 감소, 포장 재료비용 감소, 포장작업인건비 불필요, 배송파손비용 감소, 물류기기 회수비용 감소

○ (건축현장) 유리 하차 인건비 감소, 유리 관리비용 감소, 유리 보관용이성 향상

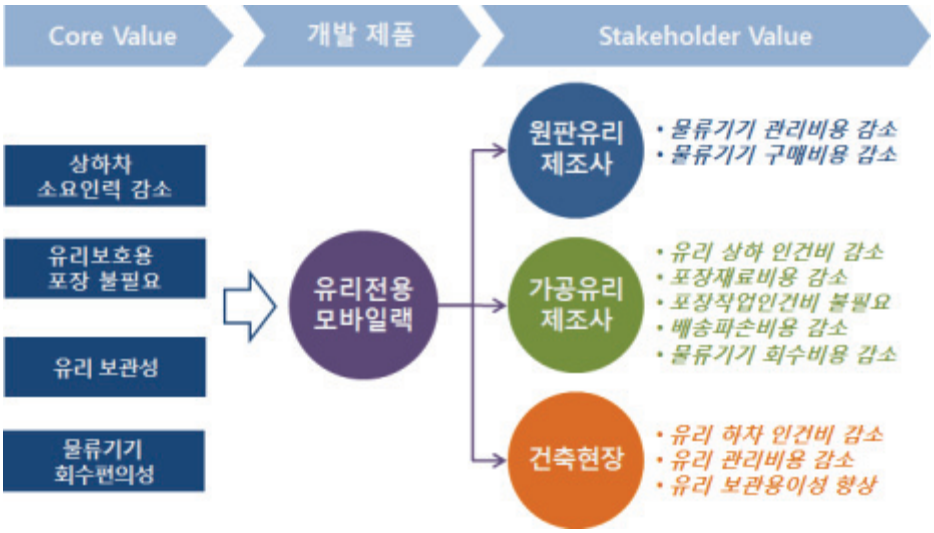


그림 3.8.9 제품의 핵심가치와 이해관계자(잠재고객) 제공가치

(나) 사업화 추진방향 설계

목표시장은 동 제품/기술이 단기적으로 적용가능한 시장인 가공 유리 물류기기 시장을 우선으로 타켓하고, 해당 목표 고객군들에게 제공 가능한 사업화 영역을 도출하였다.

○ (Pool System 적용) 물류기기의 장거리 회송 불필요하며, 물류기기 이용의 계절적·일시적 수요 대처 가능하여 판매시장보다 시장 진입장벽이 낮아 시장수요 가능성 높은 편

○ (해외시장 진출) 중국, 베트남 등 아시아권 가공 유리 수출기업 대상으로 적용분야 확대

○ (고객맞춤형 제품 설계 및 납품) 고객의 요구조건에 맞게 제품 다변화

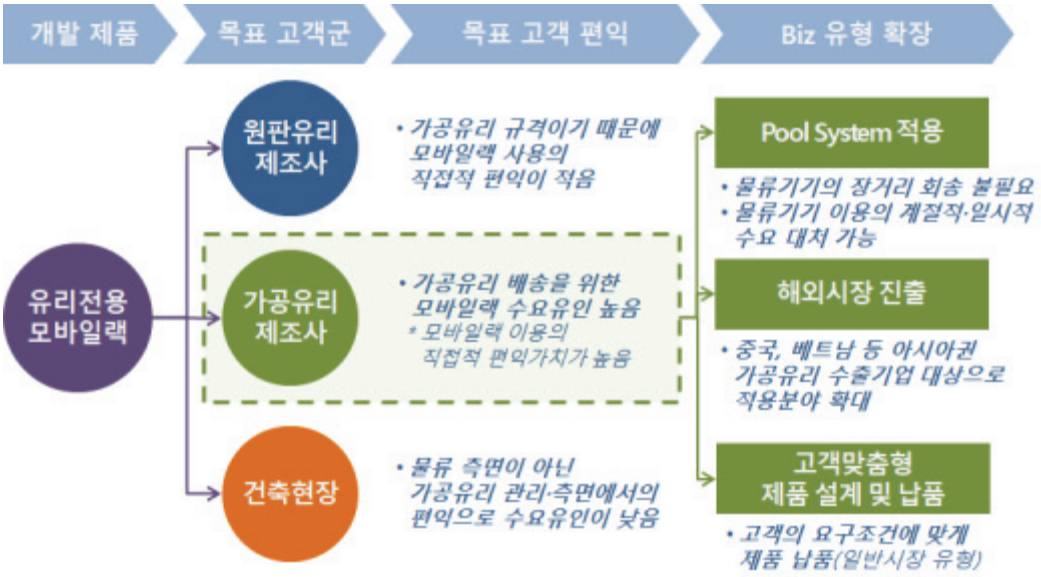


그림 3.8.10 고객 Segmentation & Biz 방향 설계

(다) 사업화 전략 도출

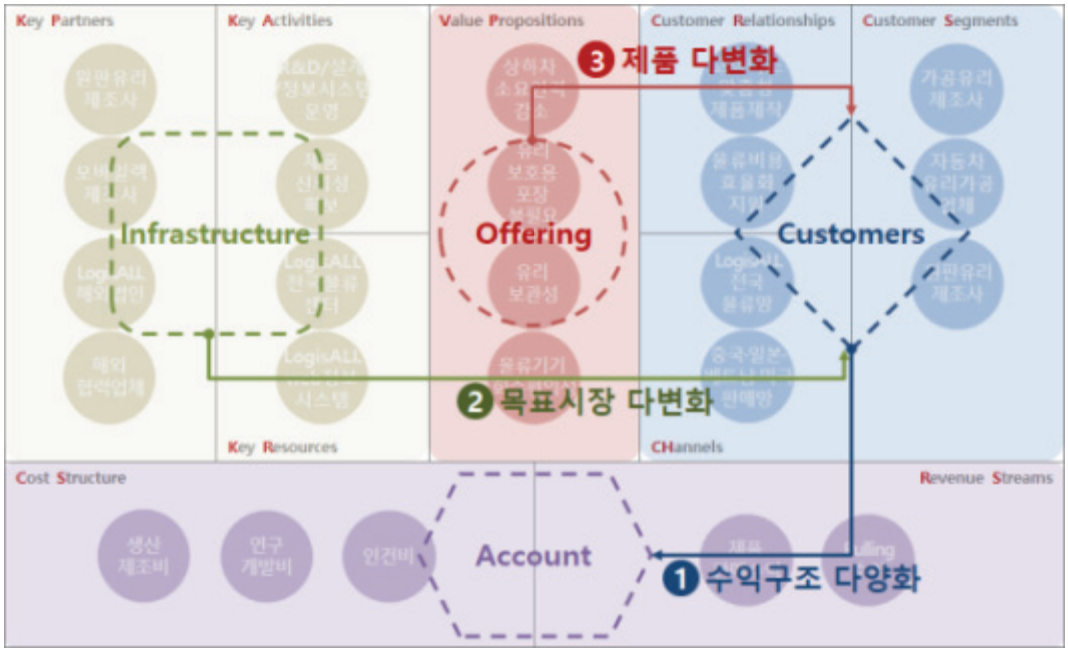


그림 3.8.11 Business Canvas model (9 blocks)

① 1단계 : 목표시장 진입 및 풀링 서비스 제공을 통한 수익구조 다양화

원판유리 제조사(KCC와 한국유리공업)와의 파트너쉽을 구축해, 가공 유리 제조사→

건축현장에서 사용되는 A/L자형 랙의 회수 유인이 필요하다. 기술의 현장 적용성 및 유용성 확인을 통해 제품을 홍보하고, 풀링(임대)서비스를 통해 가공 유리 제조사의 물류기기 구매부담 경감 유인과 물류기기 관리비용 저감 요소를 홍보하여 시장진입을 촉진할 필요가 있다.

② 2단계 : 목표시장 다변화를 통한 사업화 영역 확장

1단계를 통해 검증된 기술과 제품을 이용하여 해외로 시장을 확대해, 기술개발 결과물의 수익성을 극대화할 수 있다.

③ 3단계 : 제품 다변화를 통한 수익성 확대

공정의 변경에 따른 원가절감 및 생산성 향상을 목표 하여 수익성 확대가 가능하며, 고가유리 운반용 등 등 적재 가능한 신규 아이템 개발 및 사업 확대가 필요하다.

나. 사업화 추진 세부전략

(1) 수익구조 다양화

유리 물류기기 분야 풀링 서비스 제공을 통해, 가공 유리 제조사의 물류기기 구매 부담을 줄여 시장진입 장벽을 낮출 수 있을 것으로 예상된다. 또한 풀링 서비스는 물류기기 관리인력·비용 등에 대한 강점이 있어, 제품 판매시장보다 시장 점유율 확보가 용이할 것으로 판단된다.



그림 3.8.12 유리전용 모바일 랙 풀링(임대)서비스 제공시장 특정

(가) 풀링 서비스 운영 프로세스

풀링 서비스 제공업체의 주요 업무는 물류기기별 Unit 관리, 물류기기 추적관리, 건축현장에 대한 직접 회수, 지역별 물류센터 운영 등이 있다. 서비스 제공업체는 물류기기 관련 전체 업무를 관할·수행·관리하여 가공 유리 제조사는 배송관련 업무 부담 및 비용 경감이 가능하다. 또한 풀링 서비스를 통해 가공 유리 제조사의 물류기기 비효율적 장기사용을 억제하고 물류기기 회전율을 향상시켜 물류기기 운영 효율성도 증대된다. 따라서 물류기기 관리의 외주화·비용 효율화 측면에서 가공 유리 제조사를 대상으로 풀링 서비스를 홍보하는 시장진입 전략이 필요하다.

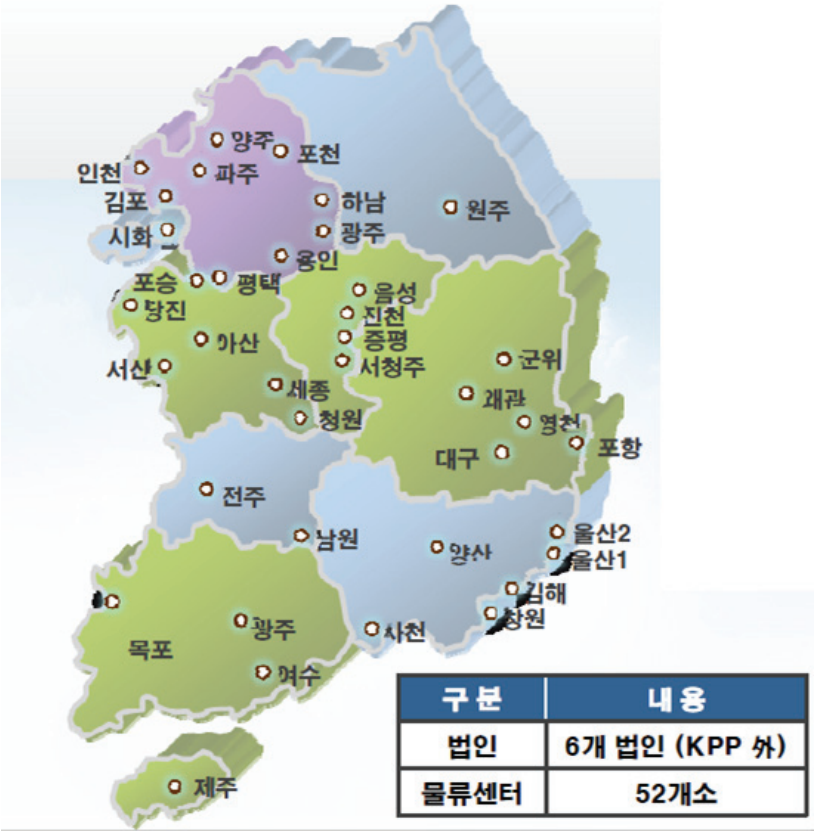
(나) 풀링 서비스 추진 핵심요소

풀링 서비스 추진의 핵심요소는 물류기기 회수를 위한 전국망 확보와, 현재 사용되고 있는 물류기기의 소유기업인 원판유리 제조사와의 협업체계 구축이다.

물류기기 회전율과 물류기기 관리 효율성 향상을 위해 각각의 건축현장에서 소량의 물류기기를 회수하여 보관 후 가공 유리 제조사로 이동하기 위한 책임 회수체계 구축이 필요하다. 이를 위해서 전국 물류센터를 중심으로 회수 네트워크 구축이 매우 중요하며,

동 연구의 참여기업인 로지스올은 전국 물류센터가 旣확보되어있어, 타 업체 대비 회수 네트워크 구축기간 및 소요비용에 대해 강점을 지니고 있다.

또한 현재 유리운송용 물류기기의 대다수를 소유하고 있는 원판유리 제조사와의 파트너쉽 구축 및 협업체계 구축을 위해서 건축자재 종합기업인 KCC와 공동으로 건축자재 물류시스템 구축이 필요하다. 이를 통해 건축현장으로 투입되는 물류기기 통합운영 및 소모성 자재 공동보관, 장비 공동이용이 가능할 것으로 예상된다.



구분	내용
법인	6개 법인 (KPP 外)
물류센터	52개소

그림 3.8.13 로지스올의 물류센터 전국망

(다) 제품 전주기 수명 및 유지보수를 고려한 구체적인 사업화 계획

시범사업 보완사항인 가공유리 제조사 및 공사 현장에서의 3단~4단 다단적재 야외 보관을 위한 기둥 프레임을 보강한 후 현장에 제품을 투입 시켜 내부 부품 등의 전주기 수명 재분석을 실시할 예정이다. 그 결과를 기반으로 모바일 랙 제품의 전주기 수명이 연장될 수 있는 방안을 고안한 후 제품 상용화를 진행시킬 계획이다.

그리고 유리전용 모바일 랙 유지보수와 관련해서는 한국파렛트풀(주)를 포함한 로지

스올 물류센터 내 상주하고 있는 엔지니어가 담당할 예정이다. 유리전용 모바일 랙 유지보수를 담당할 전문가를 대상으로 제품 특징 및 유지보수 교육을 실시하여 회수제품의 외관 및 기능검사를 실시하고 경미한 손상은 자체 보수작업을 실시하여 상시 운영이 가능한 제품의 상태를 유지하도록 할 계획이다.

(라) 개발제품에 대한 진동/충격 내구성 시험 전후의 성능 유지 공인시험

향후 성공적인 사업화를 위해 개발 제품에 대한 진동·충격뿐만 아니라 시험 전후의 성능여주 여부 등의 공인시험을 할 예정이다. 진동·충격 내구성 검증은 시범사업에서 도출된 보완사항을 반영한 사업화용 시제품제작 후 진동·충격 내구성에 대한 ISTA 시험을 공인인증기관으로부터 실시한 후 충분한 필드 테스트를 거친 후 사업화할 예정이다.

그리고 온도·강우시험은 시범사업용 제품의 1차 시험결과 및 시범사업에서 도출된 보완사항을 반영한 사업화용 시제품에 대해 공인인증기관으로부터 2차 시험을 실시한 후 충분한 필드 테스트를 진행하여 1차 시범사업용 제품과의 성능을 비교할 예정이다. 그 다음 필드 테스트 결과 및 성능 비교 결과를 바탕으로 제품의 완성도를 높힌 후 사업화 투입계획을 수립하고 진행할 계획이다.

(2) 목표시장 다변화

중국, 베트남 등 아시아권 가공 유리 수출기업 대상으로 적용분야 확대하여, 현지 영업망 활용한 잠재수요자 대상으로 개발기술 홍보 및 시범사업을 추진하여, 목표시장 다변화를 꾀할 필요가 있다.



그림 3.8.14 해외시장 진출을 통한 시장 다변화

① 중국시장 진출 단기(2020년 이전 추진)

최근 중국 상무부는 물류기기의 표준화・일관화・단위화를 통해 물류 품질 향상 및 효율화를 추진하고 있다. 이러한 중국의 물류 자동화 정책 강화 흐름에 따라, 유통효율 개선, 물류비용 절감 등의 강점을 지니는 '유리전용 모바일 랙' 의 시장진입 용이할 것으로 예상된다. 현재 로지스올은 중국 현지법인을 통해서 중국 최대 물류업체인 시노트렌스와 동 제품에 대한 협의를 진행 중이다.

② 베트남시장 진출 중기(2020년 이후 추진)

베트남 정부는 2020 경제・사회 개발 계획을 통해서 베트남의 동북아 물류 중심국가 위상 확보 및 국가 경쟁력 향상을 도모하고 있다. 이러한 흐름의 연장선상에서 로지스올의 베트남 현지법인을 활용해 동 제품을 수요할 베트남 물류업체에 대한 조사와 제품 홍보가 필요할 것으로 판단된다.

③ 일본시장 진출

상대적으로 국내 제품의 접근성이 낮은 일본의 경우 중국과 베트남 시장 선점 이후 고려할 수 있는 시장으로 판단된다. 현재 로지스올은 일본의 JPR과 협력관계에 있기 때문에 추후 로지스올 일본 현지법인을 활용하여 동 제품의 일본 시장진출을 고려해 볼 수 있다.

(3) 제품 다변화

건축 산업용 가공 유리 운송에서 원판유리 운송, 자동차유리 운송 등으로 제품을 다변화하여 목표시장을 확장해야 한다. 이를 통해서 동 제품(건축・산업용 가공 유리 전용 모바일 랙)의 시장 수요량을 확대할 수 있다. 이를 위해서는 각각의 목표시장을 위한 추가적인 연구개발이 필요하며, 모바일 랙 생산 공정의 유연성 확보 및 수요업체에 대한 사전수요조사가 시장진출 이전에 선행되어야 한다.

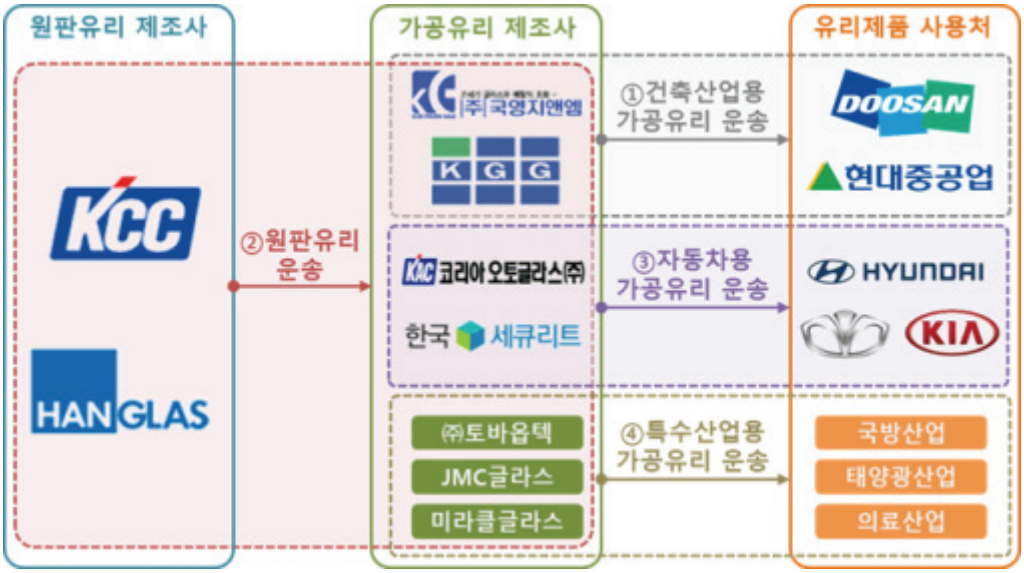


그림 3.8.15 제품 다변화를 통한 목표시장 확장

제품 다변화를 위한 ① 원판유리 운송용 모바일 랙 개발, ② 자동차유리 운송용 모바일 랙 개발에 대한 주요 추진전략은 다음 표와 같다.

표 3.8.8 제품 다변화 주요 추진전략

제품 다변화 전략	제품 변화 특징	제품 개발 용이성	사업화 예상 시점
○ 자동차유리 운송용 모바일 랙 개발	대형유리 전용 적재형	유리전용 모바일 랙 Scale up 연구개발 필요	단기 개발 및 제품적용 가능
○ 원판유리 운송용 모바일 랙 개발	곡면형 유리 최적・적재형	곡면형 유리 고정적재 위한 슬라이딩 구동장치 개발 필요	중장기 개발 및 제품적용 가능



그림 3.8.16 제품 다변화를 위한 예시

4. 사업성 분석

가. 목표시장 설정

(1) 대체시장 개요

동 제품은 가공 유리용 모바일 랙으로 가공 유리 제조사에서 제품 출하 시 사용되는 A/L자형 랙의 규모 및 대체 수준을 파악하기 위해서 복층유리 제품 운송 트럭 및 적재 용량을 분석했다.

(2) 대체시장 규모 추정

국내 원판유리 제조업체 2개사는 대리점 중심형 유통구조 형태를 지니고 있으며, 대리점은 다시 중·소 가공 및 시공업체, 관련 도소매상에게 공급하는 구조를 보이고 있다.

표 3.8.9 국내 판유리 시장 구조

제조기업	가공기업	수요기업(업체)
KCC 한국유리공업	국영 등 약 1,000여개 (대리점 487개 포함, 2012년 기준)	중대형건설사 70여 개사, 소매점 약 3,000개

* 자료 : 공정거래위원회(2013), 한국산업개발연구원(2011), 한국판유리산업협회(2015)

원판유리 가공업체에서 사용되는 유리운반용 프레임의 유형은 형태에 따라서 A-프레임과 L-프레임으로 구분되며, 프레임의 유형은 15~20개이지만 아래의 6가지 유형이 전체의 대부분을 차지하고 있다. 한 원판유리 가공업체의 2014년 11월 복층유리 출하 데이터를 분석한 결과, A-프레임 1종, L-프레임 5종이 전체의 89.2%를 점유하는 것으로 나타났다. 또한 한 원판유리 가공업체의 2014년 11월 복층유리 출하 데이터를 분석하여, 가장 빈번히 사용되는 프레임에 거치되는 복층유리의 평균적인 규격과 포장수량을 추정한 결과는 다음 표와 같다.

표 3.8.10 프레임별 표준 복층유리 규격 및 포장수량

구분	프레임규격			유리규격평균			포장수량	
	가로	세로	폭	가로	세로	두께	평균	최대
L-프레임(G13)	1,580	970	710	976	988	24	22	94
L-프레임(G12)	1,330	820	720	973	884	25	22	45
L-프레임(G14)	1,910	1,280	470	1,169	1,177	24	17	26
A-프레임	2,700	2,160	500	1,462	1,776	27	13	28
L-프레임(G16)	2,190	1,620	450	1,178	1,271	24	17	44
L-프레임(G11)	1,100	660	670	733	742	27	22	44
전체							18.8	46.8

각 프레임 유형별 표준 규격 유리를 모바일 랙에 거치할 경우, 최대 160장까지 거치가 가능한 것으로 조사되었다.

표 3.8.11 표준 규격 복층유리의 모바일 랙 거치 수량 산정

유리규격			거치수량	유리배치
가로	세로	폭		
976	988	24	40	1단1열
973	884	25	80	2단1열
1,169	1,177	24	40	1단1열
1,462	1,776	27	40	1단1열
1,178	1,271	24	40	1단1열
733	742	27	160	2단2열
전체			66.7	

현재 사용 중인 A/L자 프레임의 평균 포장수량(최대)과 유리전용 모바일 랙 거치수량(최대 기준)을 비교하면, 유리전용 모바일 랙의 적재용량이 약 42.5% 많으며, 국내 가공 유리(복층유리) 운반용으로 사용되는 프레임 총 40,650개를 유리전용 모바일 랙으로 대체할 경우 최대 28,522개가 수요될 수 있을 것으로 예상된다.

○ 42.5% = 66.7(모바일 랙 거치수량) / 46.8(A/L자 프레임별 최대 거치수량 평균)

○ 유리전용 모바일 랙 수요량 = 복층유리용 프레임 40,650개 / 적재용량 비율 142.5%[8)]

표 3.8.12 국내 판유리 시장에서 복층유리에 사용되는 프레임

구분	원판유리	복층유리	계
A-프레임	14,260	3,080	17,340
L-프레임	-	37,570	37,570
합계	14,260	40,650	54,910
모바일 랙 대체수량	(가공 유리 전용)	28,522	-

또한 복층유리 외에도 강화유리, 접합유리도 고려하면, 가공 유리 제품별 시장규모는 복층유리가 약 68%, 강화유리 및 접합유리는 각각 18%, 5%를 차지하고 있으며, 추정된 가공 유리 대체시장 28,522개의 약 1.33배인 38,130개가 동제품의 최대 수요량으로 추정되었다.

나. 사업성 분석

(1) 사업성 분석 기본 가정

(가) 분석 대상시장

사업성 분석을 위한 대상시장은 제품 판매시장과 풀링(임대)시장에 한정하여 분석 수행하였다. 또한 현재 시점에서 구체적인 시장자료가 미비한 해외시장의 경우 분석 결과에 대한 신뢰성 확보가 어려워 동 분석에서 제외하였다.



그림 3.8.17 분석 대상시장

8) A/L자 랙 대비 유리전용 모바일 랙의 적재용량을 고려해 수요량 추정

(나) 분석 주요 항목

사업성 분석을 위해서 고려해야할 주요 분석요소는 기존의 A/L자형 랙을 대체해 동 제품을 판매할 때 시장에서 수용 가능한 최대 교체수요량, 판매 단가와 풀링 서비스 단가(풀링・임대 연 사용일수), 동 제품의 기술사업화 주체의 영업이익률이며, 각 분석요소에 대한 설정은 다음과 같다.

○ 교체수요량 최대 38,130대(건축 산업용 가공 유리 운송용 A/L자 랙 최대 대체수량)

○ 판매가: 3백만 원/대

○ 풀링: 2.9천 원/대/일(풀링 연 200일 사용)

○ 영업이익률: 10.31%(파렛트풀 재무제표 기준)

(다) 시장수요 시나리오 설정

제품의 시장수요 시나리오는 제품 도입기-성장기-성숙기-쇠퇴기를 고려한 대체수요 형태로 설정하였다. 이는 연도별 제품 수요량은 성장기까지 지속 증가하다가 이후 지속 감소하는 정규분포 형태의 시장수요량을 가정한다. 풀링 서비스의 경우 매해 신규서비스 이용자 증가량이 정규분포 형태를 보일 경우, 각 연도별 서비스 이용량은 지난 연도별 신규서비스 이용자의 누적이기 때문에 누적정규분포의 형태를 나타낸다.

○ 제품 도입기 : 제품 비용효율성 홍보-판매 중심 시장 창출 시기

○ 제품 성장・성숙기 : 원판제조업체(A/L랙 보유) 협업 강화를 통한 제조비용 절감 및 판매수익 극대화 시기

○ 제품 쇠퇴기 : 제품 다변화 및 신시장 창출 필요시기

(2) 판매시장 시나리오

현재 사용 중인 A/L자형 랙을 모두 교체 수요(현재 가공 유리사가 사용하고 있는 모든 물류기기를 교체)할 경우, 제품수명주기 10년간 최대 약 118억 원의 순이익을 창출 할 수 있을 것으로 기대된다.

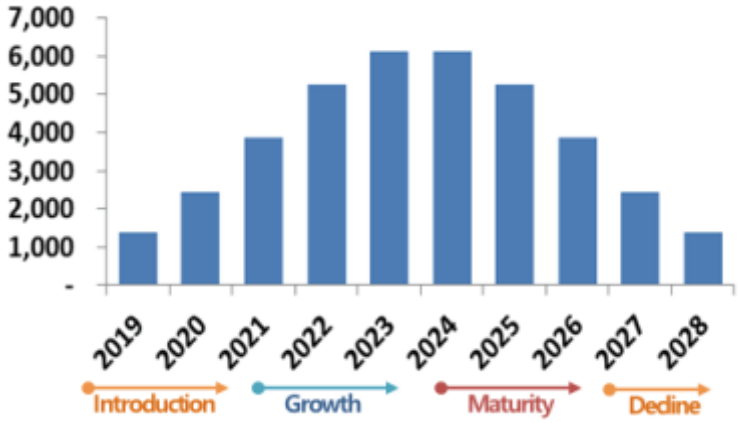


그림 3.8.231 판매시장 수요 시나리오

표 3.8.13 판매시장의 연도별 판매량 및 영업 이익액

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	합계
연도별 판매율(%)	3.6%	6.4%	10.1%	13.8%	16.1%	16.1%	13.8%	10.1%	6.4%	3.6%	100%
연도별 판매량(개)	1,372	2,452	3,859	5,250	6,132	6,132	5,250	3,859	2,452	1,372	38,130
연도별 판매액(백만 원)	4,117	7,355	11,576	15,751	18,397	18,397	15,751	11,576	7,355	4,117	114,390
연도별 영업이익액 (백만 원)	425	759	1,194	1,624	1,897	1,897	1,624	1,194	759	425	11,797

(3) 풀링 서비스시장 시나리오

현재 사용 중인 A/L자형 랙을 모두 교체 수요(현재 가공 유리사가 사용하고 있는 모든 물류기기를 교체)할 경우, 제품수명주기 10년간 최대 약 125억 원의 순이익을 창출 할 수 있을 것으로 기대된다. 풀링 서비스의 경우 서비스의 누적 사용자 측면에서 수요량을 파악해야하기 때문에 10년간 점진적으로 시장점유가 확대되는 형태를 보일 것으로 예상된다.

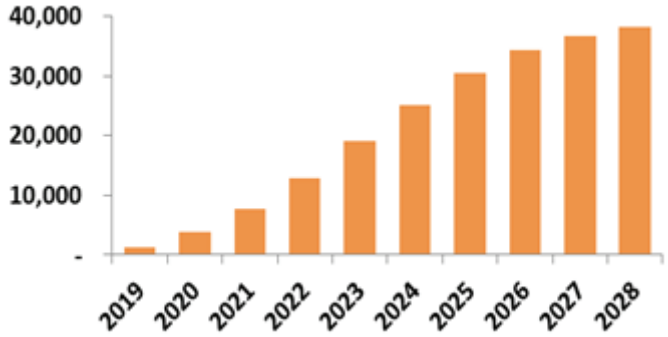


그림 3.8.232 풀링시장 수요 시나리오

표 3.8.14 풀링 시장의 연도별 영업 이익액

구분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	합계
시장점유율	3.6%	10.0%	20.1%	33.9%	50.0%	66.1%	79.9%	90.0%	96.4%	100.0%	
연도별수요량	1,372	3,824	7,682	12,933	19,065	25,197	30,448	34,306	36,758	38,130	209,715
연도별 풀링 매출액 (백만 원)	796	2,218	4,456	7,501	11,058	14,614	17,660	19,898	21,320	22,115	121,635
연도별 풀링시장 영업이익액(백만 원)	82	229	460	774	1,140	1,507	1,821	2,052	2,199	2,281	12,544

제 4 장 목표 달성도 및 관련분야 기여도

제1절 목표 달성도

제2절 관련분야 기여도

제4장 목표 달성도 및 관련분야 기여도

제1절 목표 달성도

표 4.1.1 목표 달성도

세부 연구목표 (연구계획서 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
. 유리전용 모바일 랙 제품제작, 시험운영 - 유리모바일 랙 제작 - 시험운영	65	100	■ 랙 층당적재중량 : 최대 200kg 이상 적재 가능 구조해석 수행 ■ 랙 적재 능력 : 유리보호, 랙당 20~40장 적재 가능토록 제작 ■ 가변형 방식 : 4종 유리 동시적재 가능 ■ 노동편의 : 유리자동 피딩 ■ 시범운영 : 유리 물류 전 과정에 걸쳐 시험운영 수행 - 수밀성, 진동 및 충격, 작업편의 등 현장에서 반복 실험, 보완, 최종제품 완료 (랙 물류센터→운송→유리가공공장→유리적재 →랙 이동→랙 보관·적재 야드→상차→운송→ 공사현장→하차→유리반출작업)
.유리전용 모바일 랙 설계.평가지원시스템 - 랙 운용 설계지원시스템 - 랙 운용 평가지원시스템	35	100	■ 랙 개발 및 설계 - 개념개발 및 설계 : 유리작업 안전성·편의성, 적재효율 고려 설계 - 랙 범용성/가변성 확대 : 취급 중인 다양한 건축 유리 수용한 설계(4종 유리 동시적재) - 랙 당 적재량 최대화 : 랙 당 20~40장 적재 설계 ■ 랙 운용 설계지원시스템 - 자동화된 설계 : 시뮬레이션 기반 유리취급 DB를 기반으로 한 최적표준설계 사이즈 자동 산출 ■ 랙 운용 평가지원(의사결정)시스템 - 시뮬레이션시스템 기반 의사결정지원시스템 구현 - 물류비 산정(출하 패턴에 따른 소요 랙 수, 차량 수 기반 계산), 경제성 분석(기존VS모바일 랙 취급비, 차량운송비, 포장비 등) 자동 비교
합계	100	100	

제2절 관련분야 기여도

유리 물류는 원 유리의 가공 및 생산, 랙 적재 및 보관, 이동 등 다양한 유리 물류가 발생하는 공장, 현장 등에서 오랫동안 A, L자형 적재 랙을 이용해 왔다. 이와 같은 랙의 형태는 유리 물류의 포장비 증가, 유리하역작업자의 안전성 문제, 랙의 비규격화, 운송 및 적재 공간 손실 등이 발생하게 된다. 이와 더불어 가장 중요한 문제는 기존 랙들은 오픈된 랙 형태를 가지고 있어, 유리제품의 파손 등으로 제품의 완전한 보호가 어렵다는 점이다.

이와 같은 다양한 관점에서 유리운반용 모바일 랙은 표준화분야, 유통분야, 안전 분야 등에 기여를 하게 될 것이다.

1. 유리 물류 표준화 분야

동 유리운반용 모바일 랙은 규격화, 표준화 가능성이 높은 물류용기이다. 기존 A자, L자형 랙은 각 국가별, 생산 공장별 취급유리 사이즈와 규격에 따라 랙의 크기도 다르게 제작된다. 반면 유리운반용 모바일 랙은 규격화된 박스 형태로 개발되어 유리 물류용기의 표준화에 더욱 유리하다.

시범적용, 제조 및 생산, 임대, 판매 등을 통해 국내 시장과 해외(중국 등)시장에 적용함으로써 유리부문 물류용기 표준화를 선도할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 유리 물류 유통분야

유리 물류비는 국내 유리가공공장, 운송에서 가장 많은 물류비가 발생이 된다. 동 연구개발제품인 유리운반용 모바일 랙은 유리 가공공장에서 기존에 제품손상 방지를 위해 사용되던 코르크패드 부착, 랩핑 등의 부가적 작업이 불필요하며, 재료비, 인건비, 작업시간 측면에서 물류비를 절감시킬 수 있다.

이와 더불어 운송부문에서는 유리 모바일 랙이 규격화된 박스 형태를 가지고 있어 약 20% 이상의 적재율 향상을 통해 운송비 절감을 꾀할 수 있게 된다.

3 유리 물류 안전/편의분야

건설용 가공유리 적재, 이동, 하역작업 등은 작업자의 안전, 편의성에 매우 불리한 형태를 가지고 있다. 기존에 겹쳐서 적재되어 있는 유리가공품을 작업자가 개별제품으로 분리, 이동, 적재 시켜야 하는 경우가 다반사이다. 유리 가공품은 깨지기 매우 쉬우며, 대형제품의 경우 혼자 취급하기에는 불가능한 무게를 가진 제품도 다량 취급되고 있다. 이 과정에서 상해, 근골격계 손상 등 작업자의 안전과 건강을 위협하는 경우가 발생한다.

동 연구에서 개발된 유리 모바일 랙은 자동 피딩 기능을 가지고 있어 취급이 매우 용이하며, 작업자의 안전을 보호할 수 있도록 개발되어, 유리 물류의 작업안전 분야에 기여를 할 것으로 판단된다.

4. 4차 산업혁명 기술 분야

현장 담당자의 인터뷰 결과 일반적으로 기존 랙의 경우 소실 및 파손비율이 연 10% 정도에 이르는 것으로 나타나고 있다.

동 연구개발제품인 유리 모바일 랙에는 위치 및 상태파악을 위해 RFID 칩을 장착하고, 모바일 랙의 효율적 관리를 수행할 수 있게 개발되었다. 즉 유리 모바일 랙을 활용계획에는 임대사업, 판매사업 등이 있는데, 특히 임대 및 풀링사업의 경우 유리 모바일 랙의 회수는 매우 중요한 사안이다. 따라서 유리모바일 랙의 실시간 위치파악을 통해 모바일 랙이 손상되었을 경우 책임소재 및 보상에 대한 근거파악으로 활용 가능하다. 더불어 대상 유리제품이 이동하고 있는 상황, 적재 및 보관위치 등의 실시간 파악도 가능하다.

현재 많은 분야에서 화물, 용기, 장비 등에 대한 위치정보는 화주, 운송업자, 물류장비 임대업자 등 다양한 물류사업에 매우 중요한 디지털 정보로 부상하고 있다. 특히 과거의 아날로그 공급망 정보는 4차 산업혁명 기술의 발전에 따라 디지털정보 체계로 속속 전환되고 있다.

이와 같이 동 유리 모바일 랙은 4차 산업혁명 기술 중 RFID 기반 위치 및 추적시스템을 유리 물류분야에 적용 가능하며, 추후 실시간 제품 상태 관리 및 제어 부문으로 확장 가능하게 될 것이다.

제 5 장 연구개발성과 활용계획

제1절 요소기술 및 수요기업 정보

제2절 성과 정보

제3절 성과 활용계획

제5장 연구개발성과 활용계획

제1절 요소기술 및 수요기업 정보

1. 요소기술

과제명	해당기관명	핵심연구성과	요소기술	정부출연금 (천 원)	기술실시 계약 대상 여부
노동의존 물류환경 개선을 위한 하역, 운반 보조장비 기술개발	한국팔렛트풀(주)	유리전용 모바일 랙	유리전용 모바일 랙 장비	1,896,000	대상
	한국해양수산개발원		유리전용 모바일 랙 설계지원 시스템	824,000	비대상
합계				2,720,000	

가. 유리전용 모바일 랙 장비

구분	내용
기술개요	아파트 복층유리 상·하역 작업 및 운송이 가능한 물류장비
관련 키워드	물류센터, 화물차, 상하역, 일괄, 범용
기술 분류	건설/교통 - 물류기술 - 하역기술
성과물 유형	☐공법/기법 ☐장비/장치 ☐재료/자재 ☐소프트웨어 ☑ 시스템 ☐기준/지침 ☐기타
기술수명주기	☑기술도입기 ☐기술성장기 ☐기술성숙기 ☐기술쇠퇴기

나. 유리전용 모바일 랙 설계지원 시스템 기술

구분	내용
기술개요	유리전용 모바일 표준 랙 제작을 위한 최적설계사이즈 결정 및 수요자 랙 도입 의사결정 지원 기술(랙 사이즈, 소요랙 수, 차량 수, 효과 등)
관련 키워드	유리전용 모바일 랙, 최적 소요 랙 수 및 소요 차량 수 산정 시스템, 설계지원시스템, 구매 의사결정 시스템
기술 분류	건설/교통 - 물류기술 - 하역기술
성과물 유형	□공법/기법 □장비/장치 □재료/자재 ☑소프트웨어 □ 시스템 □기준/지침 □기타
기술수명주기	☑기술도입기 □기술성장기 □기술성숙기 □기술쇠퇴기

2. 수요기업 정보

가. 유리전용 모바일 랙 장비

구분	주체명
연구개발성과 기업 시험・검증기관	한국해양수산개발원, 한국파렛트풀
연구개발성과 현장적용 기관・업체	국영지엔엠, 건설현장
연구개발성과 수요기업	- 모바일 랙 제조기업: ㈜선영스지텍 - 모바일 랙 임대/구매기업: (국내)로지스올, (해외)중리물류장비임대 상해법인
연구개발성과 추가 R&D(사업비) 투자・자문기관	-

나. 유리전용 모바일 랙 설계지원 시스템 기술

구분	주체명
연구개발성과 기업 시험・검증기관	한국해양수산개발원, 부산대학교
연구개발성과 현장적용 기관・업체	유리가공업체(국영G&M 등)
연구개발성과 수요기업	- (국내) 유리가공업체(국영G&M 등), 한국팔렛트풀 - (해외) 중국 유리가공업체, 임대업체 등
연구개발성과 추가 R&D(사업비) 투자・자문기관	-

제2절 성과 정보

1. 특허등록

가. 특허등록

No.	요소기술 구분	특허명칭	등록번호	등록일	출원인
1	1-나	판유리 운송용 모바일 랙	10-1631917	20160614	한국해양수산 개발원
2	1-가	측면지지 수단을 구비하는 판유리 운송용 모바일 랙	10-1842909	20180322	한국파렛트풀

나. 특허출원

No.	요소기술 구분	특허명칭	출원번호	출원일	출원인
1	1-가	진공흡착부와 고자유도 관절을 구비한 하역장비	10-2015-0042206	20150326	한국파렛트풀
2	1-나	판유리 운송용 모바일 랙	10-2015-0045242	20150331	한국해양수산 개발원
3	1-가	측면지지 수단을 구비하는 판유리 운송용 모바일 랙	10-2016-0032933	20160318	한국파렛트풀
4	1-가	판유리 이송 수단을 구비하는 판유리 운송용 모바일 랙 및 이를 이용한 판유리 고정 방법	10-2016-0032931	20160318	한국파렛트풀
5	1-가	유리판 운반용 컨테이너	10-2017-0062127	20170519	한국파렛트풀
6	1-가	유리판 운반용 컨테이너 (PCT)	PCT/KR2018/007151	20180625	한국파렛트풀

2. 학술지 게재

No.	요소기술 구분	SCI/일반	논문명	학술지명	ISBN ISSN	주저자명	VoL (No.)	시작페이지	끝페이지	게재일자
1	1-가	일반	국제물류비용 절감을 위한 운송장비용 모바일 랙 시장성 분석	Journal of International Trade&Commerce	1738 8112	이언경	11 (1)	561	581	201502
2	1-가	일반	유리운반용 가변형 모바일 랙 활용이 물류에 미치는 영향	한국물류학회지	1598 0111	이언경	25 (1)	81	96	201503
3	1-가	일반	작업편의 향상을 위한 하역시스템 대안 선정에 관한 연구	한국로지스틱스학회지	1229 3539	강무홍	23 (1)	87	99	201503
4	1-가	일반	유리전용 모바일 랙 설계지원시스템 개발	한국로지스틱스학회지	1229 3539	이언경	24 (2)	63	72	201606
5	1-가	일반	건설 산업용 판유리 운반을 위한 랙 설계	대한산업공학회지	1225 0988	권경진	42 (4)	270	279	201608
6	1-가	일반	유리운반용 모바일 랙 개선 및 활용효과	한국로지스틱스학회지	1229 3539	최상희	26 (2)	-	-	201806
7	1-가	일반	판유리 운반랙을 위한 랙 할당 및 구획 설정 모델	한국SCM학회지	1598 382X	이정만	-	-	-	201810 게재 예정

3. 소프트웨어 등록

No.	요소기술 구분	SW명칭	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
-	-	-	-	-	-	-	-

4. 시제품 제작

No.	요소기술 구분	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
1	1-가	유리전용 모바일 랙	20170128	한국파렛트풀(주)	한국파렛트풀(주)	현장적용실험 및 테스트 베드 구축
2	1-가	유리전용 모바일 랙	20180105	한국파렛트풀(주)	한국파렛트풀(주)	현장적용 및 과제목표 성능검증을 위한 시범운영

5. 현장시험

No.	요소기술 구분	현장 시험명	시험일	시험장소	주요내용
1	1-가	유리전용모바일 랙 시제품 기능시험	20170215	한국파렛트풀(주) (경기도화성)	- 시제품 각 기능별 구동 시험
2	1-가	유리전용모바일 랙 시제품 운송시험	20170223	한국파렛트풀(주) → (주)국영지엔엠	- 유리전용 모바일 랙 운송시험
3	1-가	유리전용모바일 랙 시제품 테스트베드 구축시험	20170223	주)국영지엔엠 (충남천안)	- 유리적재 시험 - 가동시험 - 공장내부 및 외부 야적장 운송 적재 시험
4	1-가	유리전용 모바일 랙 시범운영용 기능시험	20180124	한국파렛트풀(주) (경기도화성)	- 각 기능부 구동시험 진행
5	1-가	유리전용 모바일 랙 시범운영용 운송시험	20180206	한국파렛트풀(주) → (주)국영지엔엠	- 유리전용 모바일 랙 운송시험
6	1-가	유리전용 모바일 랙 시범운영용 유리가공공장 시험	20180206	주)국영지엔엠 (충남천안)	- 유리적재 시험 - 각 기능부 가동시험 - 공장내부 및 외부 야적장 운송 적재 시험
7	1-가	유리전용 모바일 랙 시범운영용 운송시험	20180207	주)국영지엔엠 (충남천안) → 아파트공사현장 (화성)	- 유리전용 모바일 랙 운송시험
8	1-가	유리전용 모바일 랙 시범운영용 아파트현장 시험	20180207	아파트공사현장 (화성)	- 유리하역시험 - 지게차 하역 시험 - 야적장 2단 적재

제3절 성과 활용계획

1. 사업화 계획(국내, 해외)

유리운송을 위한 전용 모바일 랙의 수요대상을 건축·산업용 가공유리 운송용으로 특정하여 시제품 개발을 하고, 기존에 활용 중인 A/L자형 랙 임대주체인 KCC·한국유리공업과 업무협의를 완료하였다. 제품 수요주체인 가공유리 제조사들을 대상으로 제품 홍보를 진행할 예정이며, 고객들의 편의에 따라 유리전용 모바일 랙 임대·풀링 서비스도 제공하기 위해 지역별 물류기기 회수센터 등의 제반 시스템을 구축을 준비하고 있다. 로지스올 사는 旣사업영역인 파레트 풀링 서비스를 위해 구축된 전국의 물류센터를, 동 제품의 회수거점으로 확대 적용하여 활용할 계획으로 풀링 서비스를 구체화할 예정이다.

최근 중국의 물류 자동화 정책 기조에 따라 신기술의 제품 수요가 확대될 것으로 기대되어, 로지스올 중국 현지법인과 중국내 협력업체인 시노트렌스에 시제품을 제공하고 시장수요를 파악하는 등 중국시장을 개척하기 위한 사전작업이 진행 중에 있다. 중국내 가공유리 제조사에 대한 물류기기 운영현황 등 면밀한 시장조사와 사전 파일럿 테스트 등을 거쳐 중국 시장진출을 가시화할 예정이다. 또한 현재 가공유리 전용으로 개발된 동 제품에 대한 추가적인 연구개발(scale up, 적재 구동장치 등)을 통해 원판유리 운송용 모바일 랙, 자동차유리 운송용 모바일 랙을 개발할 예정이다. 이를 통해서 동 연구의 결과물인 유리전용 모바일 랙 기술의 활용성을 극대화할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 모바일 랙(물류기기) 전 SCM 공동관리

개발된 유리전용 모바일 랙을 가공 유리업체에서 공사 현장까지만 투입하여 관리하는 것이 아니라 원판 유리사에서 물류업체 지역센터까지 관리영역을 확대할 예정이다. 이를 위해서는 제품 적용 단계에서 전 SCM과 관련된 원판유리업체, 가공 유리업체, 물류업체, 건설업체 등을 포함시켜 표준화·효율화 측면에서 사업을 추진하는 것이 필요하다.

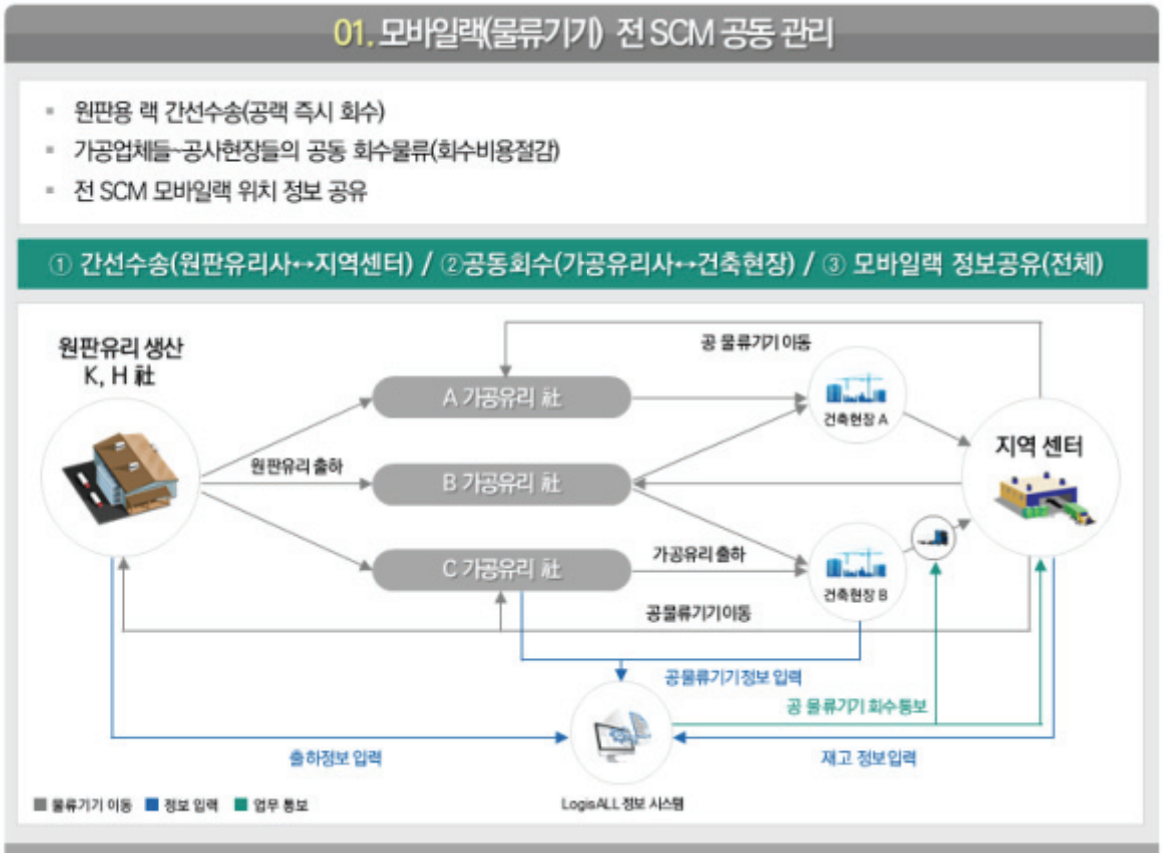


그림 5.3.1 물류기기 공동관리 프로세스

전 SCM에서 모바일 랙을 공동 관리함으로써 나타나는 효과는 크게 3가지로 예상된다. 첫째 원판용 유리가 실린 랙이 물류가공업체로 배송되었다가 공 랙을 바로 원판업체로 즉시 회수가 되도록 해서 원판유리 업체 입장에서는 보유해야 하는 랙 수를 줄일 수 있게 된다.

둘째 유리가공업체에서 생산된 가공 유리를 랙에 담아 공사현장에 배송 한 후 빈 랙은 물류업체가 공동으로 회수함으로써 회수 트럭의 빈 공간을 줄이고, 공동 회수로 회수 물류비를 감축시킬 수 있다.

셋째 모바일 랙에 탑재된 위치정보 태그(RFID 등)으로 인한 정보관리로 전체 SCM에서 모바일 랙의 정보를 관리하게 된다. 이로 인하여 운송 및 보관 중 사라지거나 훼손되는 모바일 랙이 없어져서 새로 모바일 랙을 제작해야 하는 비용이 줄게 된다.

3. 대상제품 확대

건축용 유리제품 적용 후 판재형 석판, 고가의 정밀 가공유리, 미술품 운반 등 파손이 쉬운 다양한 대상화물 및 적용 분야를 발굴하여 현재 개발된 모바일 랙을 수정·개발하여 다양한 물류현장에 대한 적용성을 제고할 수 있다.

또한 현재 개발된 모바일 랙의 윗부분을 오픈하여 원판유리를 탑재할 수 있도록 제품을 수정·개발하고, 해외 유리 수출에 사용할 수 있도록 모바일 랙을 수정하는 것도 가능하다. 이로 인하여 판재형 석판, 고가 미술품, LCD 등 고가 정밀유리, 자동차 유리, 원판유리, 수출용 유리 등 다양한 유리 취급이 가능할 것으로 판단된다.

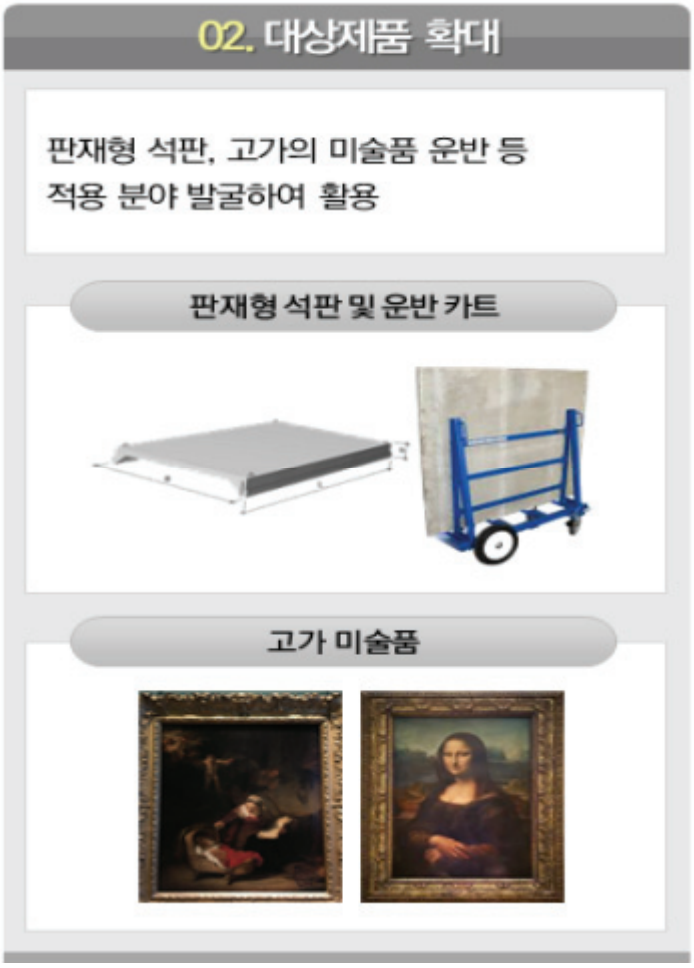


그림 5.3.2 모바일 랙 적용 제품군 확대

제6장 연구개발의 대표적 연구실적

제7장 연구개발성과의 보안등급

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황

제9장 참고문헌

제6장 연구개발의 대표적 연구실적

No.	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 또는 중복)	특기 사항 (SCI 여부/ 인용 횟수 등)
1	특허	판유리 운송용 모바일 랙	KMI	-	대한민국	-	20160614	단독	등록
2	특허	측면지지 수단을 구비하는 판유리 운송용 모바일 랙	KPP	-	대한민국	-	20180322	단독	등록
3	특허	진공흡착부와 고자유도 관절을 구비한 하역장비	KPP	-	대한민국	-	20150326	단독	출원
4	특허	판유리 운송용 모바일 랙	KMI	-	대한민국	-	20150331	단독	출원
5	특허	측면지지 수단을 구비하는 판유리 운송용 모바일 랙	KPP	-	대한민국	-	20160318	단독	출원
6	특허	판유리 이송 수단을 구비하는 판유리 운송용 모바일 랙 및 이를 이용한 판유리 고정 방법	KPP	-	대한민국	-	20160318	단독	출원
7	특허	유리판 운반용 컨테이너	KPP	-	대한민국	-	20170519	단독	출원
8	특허	유리판 운반용 컨테이너 (PCT)	KPP	-	모든 지정국	-	20180625	단독	출원
9	논문	국제물류비용 절감을 위한 운송장비용 모바일 랙 시장성 분석	KMI	-	Journal of International Trade&Commerce	-	201502	단독	-
10	논문	유리운반용 가변형 모바일 랙 활용이 물류에 미치는 영향	KMI	-	한국물류학회지	-	201503	단독	-
11	논문	작업편의 향상을 위한 하역시스템 대안 선정에 관한 연구	KMI	-	한국 로지스틱스 학회지	-	201503	단독	-
12	논문	유리전용 모바일 랙 설계지원시스템 개발	KMI	-	한국 로지스틱스 학회지	-	201606	단독	-

13	논문	건설 산업용 판유리 운반을 위한 랙 설계	PNU	-	대한산업공학회지	-	201608	단독	-
14	논문	유리운반용 모바일 랙 개선 및 활용효과	KMI	-	한국로지스틱스학회지학회지	-	201806	단독	-
15	논문	판유리 운반랙을 위한 랙 할당 및 구획 설정 모델	PNU	-	한국 SCM 학회지	-	201810 게재 예정	단독	-

제7장 연구개발성과의 보안등급

보안등급 분류	보안	일반
		○
결정사유	-	

제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천 원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치장소)	NTIS장비 등록 번호
-	-	-	-	-	-	-	-	-

제9장 참고문헌

○ 교통시설 투자 평가지침(5판) p.263, http://www.molit.go.kr

○ 공정거래위원회(2013), http://www.ftc.go.kr/

○ 유리운반작업,안전보건공단 (2012), http://www.kosha.or.kr/main.do?chk=1

○ 한국가공유리협회, 중국산 플로트 판유리에 대한 덤핑방지관세부과 및 가격약속 종료재심사 최종보고서 (2014), http://www.kogpa.org/2016/bbs/board.php?bo_table=notice&wr_id=68&sst=wr_datetime&sod=desc&sop=and&page=1

○ 한국산업개발연구원(2011), http://www.kid.re.kr/

○ 한국판유리산업협회 자료(2015), http://flatglass.or.kr/index.php?tpf=main/index

○ 한국교통연구원, 화물운송 표준운임제 도입방안 (2009), https://www.koti.re.kr/index.do

○ 한국은행 기업경영분석자료, http://www.bok.or.kr/broadcast.action?menuNaviId=599

○ ㈜국영지엔엠 공사자료(2015), www.kukyounggnm.com

○ http://ausavina.stonecontact.com/

○ https://patentimages.storage.googleapis.com/60/c9/7e/91e0255a5dfab0/KR200416150Y1.pdf

○ https://patentimages.storage.googleapis.com/96/49/8a/aae7cbd440f2e6/KR101571010B1.pdf

○ https://patentimages.storage.googleapis.com/38/29/ba/211d63afdc4f97/CN103569529B.pdf

○ https://patentimages.storage.googleapis.com/1d/03/2e/2beb79f0bed9b8/KR100822320B1.pdf

○ https://patentimages.storage.googleapis.com/21/09/01/bbaf414784057f/KR101539239B1.pdf

○ https://www.aardwolf.kr

○ https://www.amazon.com/

○ https://www.grovesglassandstone.com/

○ https://www.innovativetools.com/

○ https://www.lansing-unitra.eu/en/

○ https://www.myglasstruck.com

○ https://www.weha.com

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통과학기술진흥원에서 시행한 교통물류사업의 연구보고서입니다.

2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

비매품/무료
93300
9 791189 226411
ISBN 979-11-89226-41-1