

최 종 보 고 서

<p>(뒷면)</p> <div data-bbox="183 1438 392 1554" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">주 의 (편집순서 8)</div> <p>(15 포인트 고딕체열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 6cm ↓</p>	<p>111049-1</p> <p>천일염 채취자동화 이송장치 개발</p> <p style="text-align: center;">농림수산식품부</p> <p style="text-align: center;">↑ 3cm ↓</p>	<p style="text-align: right;">(앞면)</p> <p>보안과제(), 일반과제(*) 과제번호 111049-1</p> <div data-bbox="598 586 935 669" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto; width: fit-content;">발 간 등 록 번 호 11-1541000-001597-01</div> <p style="text-align: center;">천일염 채취 자동화 이송장치 개발 (Development of Automated Conveying System for Sun-dried Salt)</p> <p style="text-align: center;">(주) 비금나루</p> <p style="text-align: center; margin-top: 100px;">농림수산식품부</p>
---	--	--

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “천일염 채취 자동화 이송장치 개발에 관한 연구” 과제(세부과제 “천일염 자동이송시스템 설계 및 시험평가에 관한 연구”)의 보고서로 제출합니다.

2012 년 9 월 22 일

주관연구기관명 : 주식회사 비금나루

주관연구책임자 : 박 규 열

세부연구책임자 : 박 규 열

연 구 원 : 문 홍 일

연 구 원 : 최 신 일

연 구 원 : 이 미 려

협동연구기관명 : 울산대학교 산학협력단

협동연구책임자 : 임 옥 택

요 약 문

I. 제 목

- 천일염 채취 자동화 이송장치 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 연구개발의 목적
 - 수작업에 전면 의존하고 있는 천일염 채취 시의 이송 및 적재 작업 대체를 위한 천일염 자동 이송시스템을 설계하고 이송성능에 대한 시험 수행 및 성능 평가
- 연구개발의 필요성
 - 농기계 산업의 발전에도 불구하고, 염전 결정지에서의 천일염 채취 시 열악한 환경과 작업 강도로 인하여 인력난이 심화됨과 동시에 작업인력이 고령화 되는 실정임
 - 천일염의 세계화 및 산업 육성을 위해서 자동화기술을 적용한 생산체계 개선이 절실함
 - 천일염 자동화 이송적재 장치 개발로 인하여 인력난 및 고령화 문제 해결에 이바지 할 것으로 사료됨

III. 연구개발 내용 및 범위(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 연구개발 내용
 - 천일염 자동화 이송장치 적정사양 도출 및 상세 설계(이송장치 및 적재장치)
 - 구동장치부 사양 도출 및 상세 설계(구동 특성 시험, 동력원 시험, 내식방안 등)
 - 시제품 제작 및 시험 평가(이송 및 적재 시험, 설계 보완 및 성능향상 등)

IV. 연구개발결과(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 천일염 자동 이송시스템 설계 및 시험평가



V. 연구성과 및 성과활용 계획(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

본 연구개발의 성과물인 천일염 채취 자동화 장치(채염기)는 세계 최초로 개발되는 장치로써, 이를 성공적으로 수행하여 상품화 시 국내외 염전의 소득 기여 등 파급효과가 클 것으로 기대됨

- 기대성과
 - 생산시간 및 인력 감축 : 단위 염전면적에서 천일염 생산시 이송 및 적재를 위한 소요시간 및 생산인력 투입 현저한 감축 예상
 - 생산비용 절감 : 자동화 이송장치 사용시 염전면적 2ha당 1명 감축에 따라 연간 2천만원 절감
 - 천일염 채취 이송적재 자동화로 인한 국산 천일염 생산량 증대 및 소득증대 기여
 - 고령화 및 인력난 해소
 - 업계의 유희인력 발생 시 인력소요가 있는 유사업종 및 타업종 전환
 - 인력난으로 인한 폐염전의 활성화 기대 및 폐염전에 대한 정부 보조금 감소
 - 수출에 기여 가능

- 활용방안
 - 시제품 성능평가를 통해 현장 적용형 완성장치를 개발하여 상품화 및 사업화 예정
 - 농기계 정부보조금 지급 및 보급과 같은 혜택과 연계하여 신안군 지역 先보급 후 전국 보급 가속화
 - 해외 동종업계 진출 모색

SUMMARY

(영문요약문)

I. Title

- Development of Automated Conveying System for Sun-dried Salt

II. Objective and necessities of research development

- Objective
 - To conduct the test and to evaluate the performance after designing the automated conveying system for sun-dried salt to substitute load transfer operations depended on entirely handwork for harvesting sea salt.
- Necessaries
 - Despite the advanced agriculture industry, harvesting sun-dried salt on the salt pan is difficult due to poor working environment and aging of the workforce.
 - The improvement of production system utilizing automation technology is necessary to the globalization and development for sun-dried salt industry.
 - It is expected that these kind of problems could be solved by develop automated conveying system for sun-dried salt.

III. Contents of research development

- Development Contents
 - Derive and detailed design of proper specification of automated transfer machine for sun-dried salt (Transfer and carrying system)
 - Derive and detailed design of drive devices specification (derive devices characteristics test, power source test, corrosion-resistant measuring etc)
 - Proto-type manufacture and test evaluation (transport and loading test, design complement and improve performance etc)

IV. Results of development

- Design and evaluation of automated conveying system for sun-dried salt



V. Research achievements and its utilization plan

- Outcome of this research development is the world's first of automated conveying system for sun-dried salt. Hence, by successfully conducting the research development, it is expected that distributional effects will be large such as income contribution of domestic and international saltern, etc. when sun-dried salt machine is commercialized.
- Expected results
 - reduction of production time and manpower : reduction of production time of sun-dried salt transfer and load per unit salt pan area and manpower input
 - reduction of production cost : reduction 20 million won per 2ha of salt pan area by 1-manpower reduction
 - Production volume of domestic sun-dried salt could be increased and income could be increased
 - Solution of elderly and poor manpower
 - Extra manpower can be switched to others similar business
 - Reduction of government grant to the ruined salt pan
 - Contribution export is expected
- Utilization plan
 - Commercialization and industrialization to develop a scene-adaptive product by prototype performance evaluation
 - supply to the Sinan-gun first and to the whole country in connection with government subsidy
 - advance to the similar overseas industry

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

제 2 절 연구개발의 필요성

제 3 절 연구개발의 내용 및 범위

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 관련분야에 대한 기술개발현황

제 2 절 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 천일염 자동이송시스템 간이 모형 개념설계 및 모형시험평가

제 2 절 천일염 자동이송시스템 시제품 설계 및 제작

제 3 절 천일염 자동이송시스템 시험평가

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발목표의 달성도

제 2 절 관련분야의 기술발전예의 기여도

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 실용화·산업화 계획

제 2 절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

제 3 절 특허, 논문 등 지식재산권 확보계획

제 4 절 추가연구, 타연구에 활용 계획 등

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 연구시설·장비 현황

* 도입·개발한 연구시설·장비 현황 및 국가과학기술종합정보시스템 장비 등록번호를 기술

제 8 장 참고문헌

* 보고서 작성 시 인용된 모든 참고문헌을 열거

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 배경

1. 천일염 정의

- 염전 : 소금을 만들기 위하여 바닷물을 끌어 들여 논처럼 만든 곳
- 천일염 : 바닷물을 염전으로 끌어 들여 바람과 햇빛으로 수분만 증발시켜 만든 소금

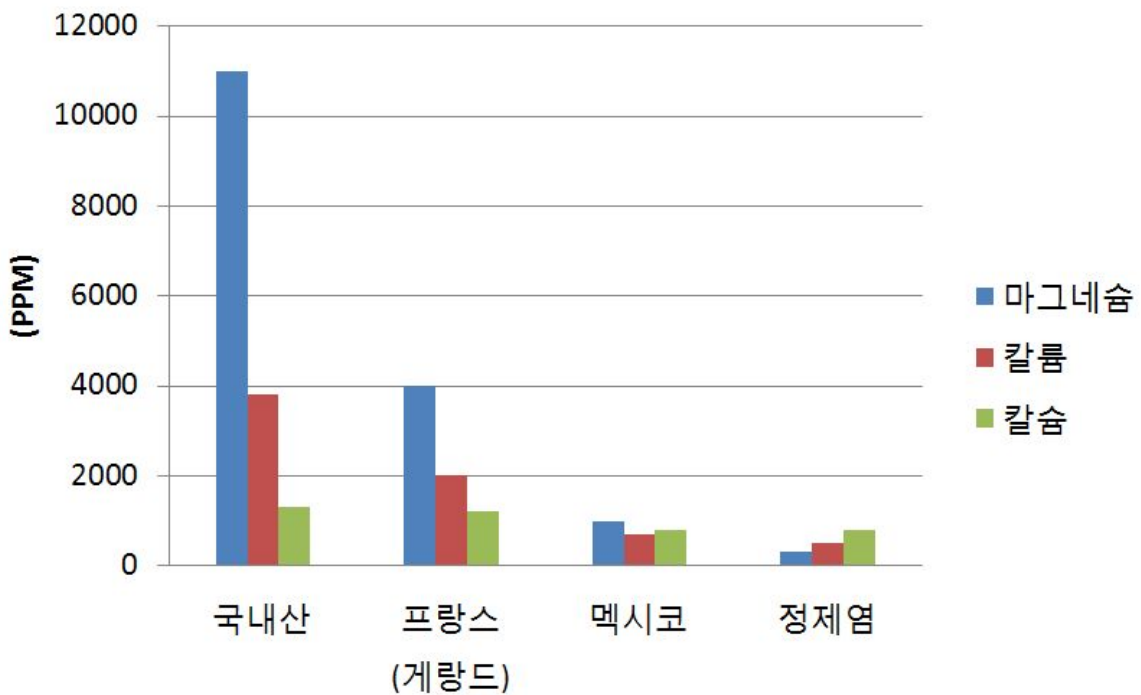


그림 1 해외 천일염과의 성분 비교

- 천일염에는 칼슘, 마그네슘, 아연, 칼륨, 철 등의 무기질과 수분이 많이 함유돼 있다. 특히 2007년 이탈리아 나폴리에서 열린 제 1회 세계소금박람회 품평자료에 따르면 우리나라 서해안에서 생산되는 천일염은 염화나트륨 성분이 81.75 % 로 프랑스 게랑드 소금 89.57 % 보다 우수했다. 또 우리 몸에 이로운 칼륨, 마그네슘 등 미네랄 성분은 3~4배 높다.

2. 천일염 생산 국가 및 지역

- 국내 : 한국(전라남도 신안군, 백령도 등)
- 국외 : 인도양, 지중해 연안, 미국, 오스트레일리아 등



그림 2 세계 5대 갯벌

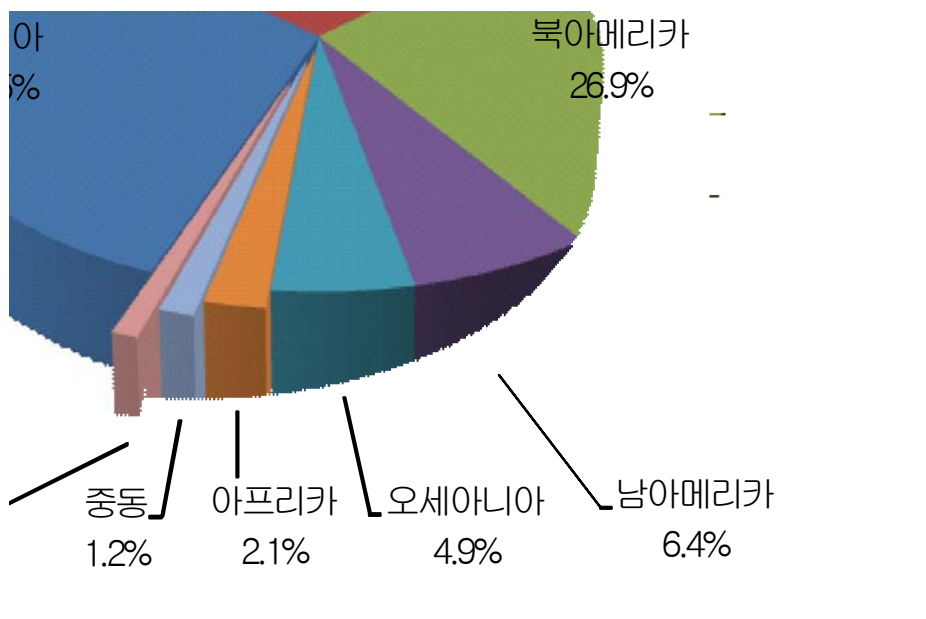


그림 3 지역별 소금 생산 비중

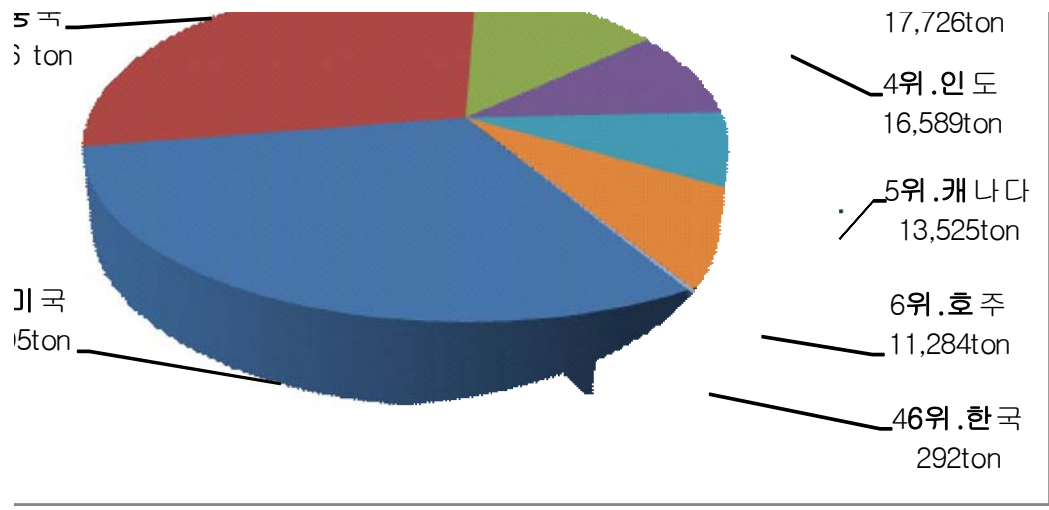


그림 4 국가별 평균 소금생산량 (2002~2006년)

※출처 : 천일염의 고부가가치 식품산업화를 위한 정책방향 연구

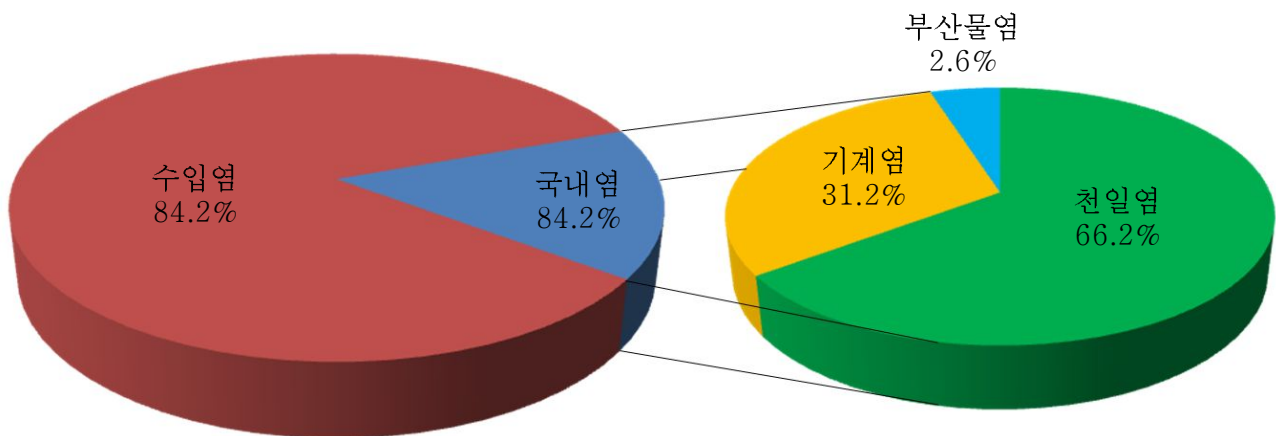


그림 5 우리나라 소금시장의 평균 수급 현황 (2004~2008년)

3. 생산 방식

- 초창기의 천일염전은 주로 경기만 일대의 주안, 군자, 남동, 진남포 부근과 평안남도 광양만의 덕동, 기성 및 평양북도의 남자 등에 분포하였다. 이 지역들은 조수간만의 차가 커서 천일염전 구축에 적합한 갯벌지대가 폭넓게 분포하였고 비교적 적은 강수량과 건조한 바람과 함께 일조량이 풍부하여 수분 증발에 좋은 환경 여건이 갖춰져 있다.
- 해방 후 남한지역에 처음으로 천일염전이 시작된 곳은 전라남도 신안군 도서 지역인 비금도였다. 비금도의 신기술은 현자 서남해안 갯벌 천일염을 단일지역 세계 최대 규모의 염전산업으로 발전시켰다.
- 천일염전은 저수조, 증발지, 결정지로 구분되어진다. 저수조는 바닷물을 저장하여 조금 때 등 바닷물 유입이 어려울 때를 대비한 바닷물 저장 공간이다. 증발지는 햇빛과 바람을 이용하여 바닷물의 염도를 높이는 공간으로 비교적 낮은 염도의 함수가 만들어진다. 마지막

으로 결정지는 소금 결정이 석출되는 공간으로 날씨가 좋을 때를 택해 해수에 보관중인 진한 함수를 투입시켜 소금을 산출하게 된다. 함수가 결정지에 공급되고 얼마간의 시간이 지나면, 결정지 함수 표면에 “소금꽃”이 피기 시작한다.

- 위의 방식에 따라 소금이 생산되나 계절별로, 바람의 세기, 햇볕의 세기 등에 따라 고급 천일염 또는 저급 천일염이 만들어지기도 한다. 또한 천일염은 염전의 바닥에 어떤 것이 깔려 있는가에 따라 소금의 질이 달라지고, 또 이름도 달라진다. 바닥이 그냥 흙인 염전의 것은 토판염, 옹기 조각을 깔아놓은 것은 옹패염 또는 옹판염, 타일이 깔리면 타일염, PVC장판이 깔리면 장판염이라 부른다. 토판 천일염은 갯벌을 롤러로 편평하게 다져서 만든 결정지에서 전통적인 천일제염법으로 생산되는 소금. 도판이란 증발지에서 만들어진 함수를 이용하여 최종적으로 소금을 결정시키는 지면을 말하며, 흔히 ‘염판(鹽板)’이라고 한다, 우리나라는 전통적으로 갯벌을 롤러로 편평하게 다져서 소금을 생산하는 토판염 제염법으로 사용하였다. 1955년경부터는 결정지의 지면에 옹기조각을 붙여 소금을 생산하는 옹패판이 널리 이용되었다가 1970년대부터 타일과 PVC 장판이 도입되었다. 이후 점차 소금의 결정지는 대부분의 염전에서 PVC장판을 사용하는 것이 보편화되었으며, 기존의 토판에 비해 노동력은 감소하고 생산량은 증가되었다.



그림 6 토판염



그림 7 장판염

제 2 절 연구개발의 목적

- 본 연구개발은 기존 수작업에 전면 의존하고 있는 천일염 채취시의 이송 및 적재 작업 대체를 위한 천일염 자동 이송시스템을 설계하고 이송성능에 대한 시험 수행 및 성능 평가하는 것이다.

제 3 절 연구개발의 필요성

- 오늘날 농기계 산업의 발전은 생산증대 뿐만 아니라 인력난 해소 및 작업시간을 획기적으로 감축시켜왔다. 하지만 염전 결정지에서 이루어지는 천일염 채취 시 이송적재 작업은 사람이 직접 수작업으로 레일카 또는 일륜차에 삽으로 옮겨 담고 있는 실정이다.
- 375 m² (25 m×15 m)의 단위염전 결정지 면적에서 1,200 kg의 천일염을 생산하는데 필요한 Man Hour는 10 Man Hour (2 인×5 시간)이 소요된다. 우리나라 염전의 특성상 도서지역에서 모든 작업이 이뤄지고 있어 열악한 환경과 작업강도 또한 과중하여 젊은층의 관심을 받지 못하고 있어 인력난이 심화되고 있으며, 작업인력의 고령화(대부분 60대 이상)로 인하여 능률이 저하되고 있는 실정이다. 농업생산이 기계화로 발전을 거듭해 왔듯이 천일염 자동화 이송적재 장치 개발로 인하여 염전산업의 지대한 발전에 이바지 할 것으로 사료된다.



그림 8 인력에 의한 채염

- 그림 8과 같이 대파(고무래) 밀기는 염부들의 고된 노동뿐 아니라 위생적인 측면에서도 문제가 될 수 있다. 현재의 방식에서 염부들이 가장 힘들어 하는 염전 작업은 소금물을 다른 구역으로 이동시킬 때 사용하는 수차돌리기와 결정지의 소금 수확과 청소 때 하는

대과(고무래)밀기 일 것이다. 수차 돌리기는 요즘 들어서는 전동식 펌프 사용으로 거의 자취를 감추었고, 대과(고무래) 밀기는 지금도 사용되는 고된 육체노동이다. 천일염전을 상징하는 그림이나 사진 등이 모두 이 두 가지 작업 광경을 묘사하는 것은 그만큼 이 작업들이 힘든 것임을 상징적으로 보여준다.

- 따라서 천일염의 세계화 및 산업 육성을 위해서는 식품안정성과 생산체계 개선이 필요하며, 그중에서도 생산체계의 개선이 가장 중시되고 있다. 위생적인 친환경적 생산 기반을 구축하고 천일염 관련 산업체 지원시스템이 마련되는 것이 중요하다. 산지 집하장, 종합물류센터 설립 및 운영, 노동력 수요를 줄이는 기술 개발(채염로봇 개발, 채염된 소금의 자동운반장치 등)이 필요하다.

제 4 절 연구개발의 내용 및 범위

- 본 연구와 관련된 연구개발의 내용 및 범위는 주관기관과 협동연구기관이 역할분담을 하였으며, 이에 대한 기관별 목표 및 범위는 다음과 같다.
 - 주관기관((주)비금나루)
 - 목표 : 연구개발 주관, 시제품제작 및 천일염 이송 성능 평가, 시제품 도면 및 사양 확정, 사업화 방안 도출
 - 내용 및 범위
 - 장치의 구동특성(조향 편의성, 안전성, 방부식성, 경제성)
 - 시제품 제작(장치별 외주업체 발굴 및 제작, 장치별 성능 테스트, 완제품 조립 및 테스트)
 - 이송 성능 및 내구성 평가(시험대상 염전(결정지) 선정, 이송능력(흡입, 토출)실험 및 평가, 작업결과 피드백(사양 및 성능반영) 내구성 평가)
 - 사업화 방안 도출(상용화를 위한 사양, 성능 도출 및 시장조사 등)
 - 협동연구기관(울산대학교)
 - 목표 : 천일염 자동화 이송시스템 설계, 적정사양 도출 및 요소기술 개발, 구동부 및 이송장치부 상세설계
 - 내용 및 범위
 - 천일염 자동화 이송시스템 설계(장치 구동부 설계, 이송장치부 기능 설계, 장치 layout 및 조립도 작성)
 - 요소기술 개발(이송배관 및 송풍기 사양 도출, 방부식설계, 구동부사양 도출 및 설계, 연소 및 배기 특성, 요소(구동)부품 방식 성능)

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내외 관련분야에 대한 기술개발현황

표 2 국내외 채염 및 이송 기술개발현황

구분	특허이름 (특허번호)	특징	예상되는 문제점
채염	채염 흡입 장치 (100753260)	- 회전식 펌프의 흡입력으로 채염하기 때문에 소금결정 및 형태유지 가능 - 일정량의 수분제거 기능	- 소금에 의한 펌프고장 시 수리의 어려움
	염전용 소금채집 장치 (100612075)	- 단시간에 대량의 채염이 가능한 자동 화기계 - 엔진에서 나오는 동력을 사용	- 엔진의 배기가스로 인해 청정지역 오염 유발
이송	소금 이송 장치 (101047149)	- 흡입펌프를 사용하여 채염 - 탈수기능에 의한 소금의 건조시간 단축	- 소금에 의한 펌프고장 시 수리의 어려움
	염전용 소금 살포식 적재 장치 (100968508)	- 소금 적재창고에 소금을 분산적재하기 위한 장치	
	컨베이어시스템의 휴대용 전원장치 (1020090089999)	- 배터리로 작동하는 모터의 힘으로 컨베이어벨트를 가동 - 채염장소에서 저장창고까지 소금 이송	- 컨베이어벨트 가동을 위한 전기값에 의한 소금가격 인상
	소금 채취기 (1020110055949)	- 소금이송을 위한 레일을 설치 - 소금이송기 양옆의 문을 통해 효율적으로 소금운반이 가능	
	염전의 채염이송방법 및 그 이송장치 (100578687)	- 염퇴장도로부터 소금창고까지 이송 컨베이어 벨트를 설치하여 소금 이송	- 컨베이어벨트 가동을 위한 많은 전기요금에 의한 소금가격 인상
채염 + 이송	동력을 이용한 염전의 소금생산 자동화 기계 장치 (1020100037676)	- 동력장치를 사용하여 1인이 모든 공정을 관리 가능하도록 자동화기술 도입	- 전체 자동화시스템 도입을 위한 고비용
	소금 수집 및 적재 장치 (2020080005319)	- 채염용 버킷이 달린 벨트의 작동에 의해 채염 가능 - 레일 위의 적재수레에 소금을 옮김으로써 소금적재가 용이함	

1. 채염 흡입 장치 (100753260 - 2007.08.22)

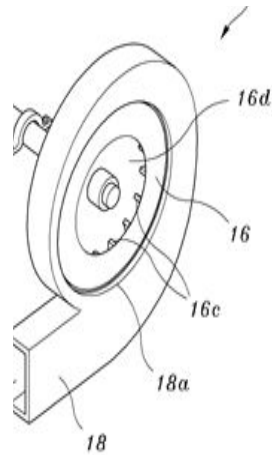


그림 9 채염 흡입 장치

- 본 발명은 채염 흡입 장치에 관한 것임.
- 염전의 결정지에서 수거된 채염을 소금 저장 창고로 하역 시 그 내부에 회전체를 갖는 채염 흡입기가 설치되는 채염 흡입 장치를 통하여 채염을 흡입한 후 소금 저장 창고로 이송 시킴으로써 채염에 소량 존재하는 수분의 제거가 가능함.
- 채염에 존재하는 먼지 또는 불순물의 제거가 용이하고, 진공 및 회전에 의하여 채염의 이송 작업이 진행됨으로써 이송 시 발생하는 채염 알갱이의 부서짐을 방지하여 양질의 채염 확보가 가능함.
- 작업량을 증대시킬 뿐만 아니라, 작업을 효율성을 향상시킬 수 있으며, 채염 흡입기만을 단독으로 사용하여 벼, 보리, 콩 등 가을철 추수 작물들에서 이물질의 제거가 용이할 뿐만 아니라, 운송용 차량, 선박 또는 비행기 등에 적용되어 적재된 알갱이 형태의 적재물을 흡입 및 이송이 가능하여 다양한 용도로 사용할 수 채염 흡입 장치를 제공하기 위한 것임.
- 그 기술적 구성은 원통형상체로서, 그 내부에 채염을 저장하기 위한 저장 공간을 갖고, 하부가 호퍼 형상으로 형성되며, 내주연 일측 적소에 수직방향으로 외부의 채염을 흡입하기 위한 흡입관이 연설되는 채염 저장부; 및 상기 채염 저장부의 상부에 배출관으로 일측이 연결되고, 그 타측은 채염 저장부의 하부에 토출관으로 연결되되, 진공 및 흡입에 의하여 채염 저장부의 채염을 소금 저장 창고로 이송하는 채염 흡입기를 포함하는 구성으로 이루어지는 것이 특징임

2. 소금 이송 장치 (101047149 - 2011.06.30)

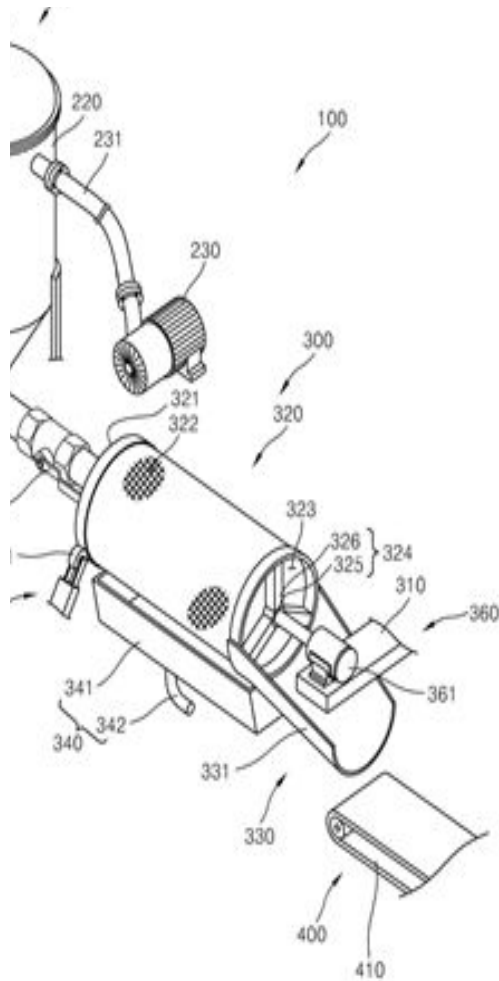


그림 10 소금 이송 장치

- 본 발명은 소금 이송 장치에 관한 것임.
- 소금을 흡입하는 흡입관과, 흡입관에 연결되어 흡입된 소금을 수용하는 수용부재와, 수용부재에 연결되어 흡입력을 제공하는 흡입펌프와, 수용부재 하부에 설치되어 흡입된 소금을 배출하는 배출관을 구비한 흡입부와, 배출관을 통해 배출된 소금을 탈수하여 배출할 수 있도록 형성된 탈수 드럼을 구비한 탈수부와, 탈수부에 의해 탈수된 소금을 이송시킬 수 있도록 형성된 이송부를 구비함.
- 본 발명에 따른 소금 이송 장치는 간수가 함유된 소금을 탈수작업을 통해서 간수를 제거한 후 소금 저장창고로 이송하므로 소금의 건조 시간을 단축시킬 수 있는 장점을 제공함.

3. 소금 채취기 (1020110055949 - 2011.05.26)

- 본 발명은 소금 채취기를 개시함.
- 상기 소금 채취기는 제방에 부설된 레일을 따라 이동되면서 제방의 일측에서 염전 바닥에 수집된 소금을 수직방향으로 회전하는 수거장치를 통해 수거하도록 구성함은 물론, 소금

수거장치의 좌우 이동이 가능하도록 구성한 것으로, 이를 통해 소금 수거 시 입자가 훼손되는 것을 방지하여 상품 가치가 하락하는 문제를 개선하고, 제방 일측의 근처에 수집된 소금 수거 후 제방 일측의 근처보다 먼 거리에 위치하는 소금도 보다 쉽게 수거할 수 있도록 하면서 작업자가 일일이 도구를 이용하여 제방 일측의 근처로 소금을 모아야 하는 작업 불편함을 개선한 것임.

4. 염전의 채염이송방법 및 그 이송장치 (100578687 - 2006.05.04)

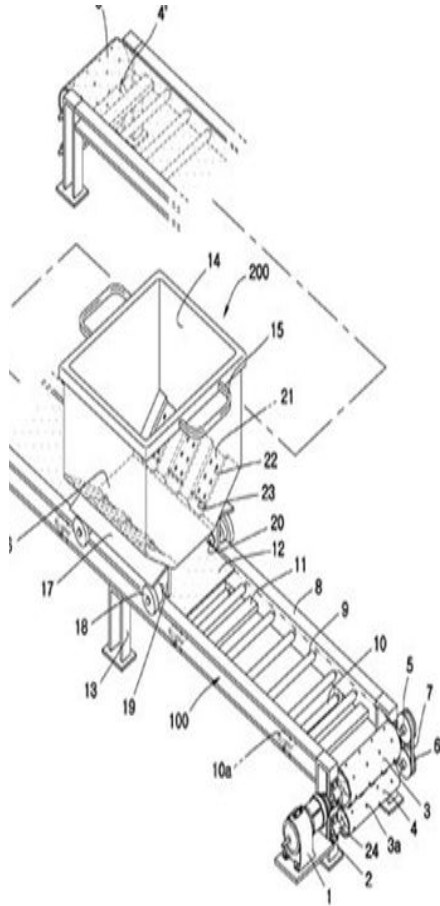


그림 11 염전의 채염이송방법 및 그 이송장치

- 본 발명은 천일염전에 사용되는 장치임.
- 저수지, 증발지(蒸發池), 결정지(結晶池), 염퇴장(鹽堆場)도로 등이 부설되어 있고, 방조제방과 육수침입 방지용 내제방(內堤防)에 의하여 외수(外水)와 단절된 염전에 있어서, 종래 상기와 같은 결정지로부터 채염된 소금을 매일 채염하여 소금창고로 하역 보관하여 물기가 빠진상태에서 포장 출고되는데, 통상 결정지로부터 소금저장고까지는 직선거리는 최하 100m이상으로, 결정지 사이에 형성된 좁은 농로를 통해 도보에 의한 외발 손수레나 바지개를 맨체 소금을 운반하는 작업이 중노동에 해당됨
- 이에 본 발명은 결정지 주변에 설치된 염퇴장도로부터 소금창고까지 설치된 이송 콘베이

어(100)와 결정지 구간의 이송 콘베이어(100)상에 설치된 대차(200)는 단지 자리를 옮기면서, 채염된 소금을 콘베이어 벨트(12)상에 옮겨 용이하게 옮겨 싣는 수단으로, 상기 이송 콘베이어 (100)의 대차호퍼(14)상에 퍼담은 소금(25)은 콘베이어 벨트(12)을 타고 소금창고로 이송시킴을 특징으로 하는 염전(salt field)의 채염 이송방법과 그 장치에 관한 발명인 것임.

5. 동력을 이용한 염전의 소금생산 자동화 기계 장치 (1020100037676 - 2010.04.12)

- 본 발명은 동력 장치를 이용하여 염전의 소금 생산에 있어 인력을 획기적으로 줄일 수 있는 자동 설비에 관한 것임.
- 현재의 소금생산은 모든 공정이 수작업으로 하여 많은 인원이 필요하나, 본 발명은 관리인 1인이 모든 공정의 동력 자동화 설비를 운전 및 관리하여 품질 좋은 천일염 생산량을 현저히 증가 시킬 수가 있음.

6. 염전용 소금채집 장치 (100612075 - 2006.08.07)

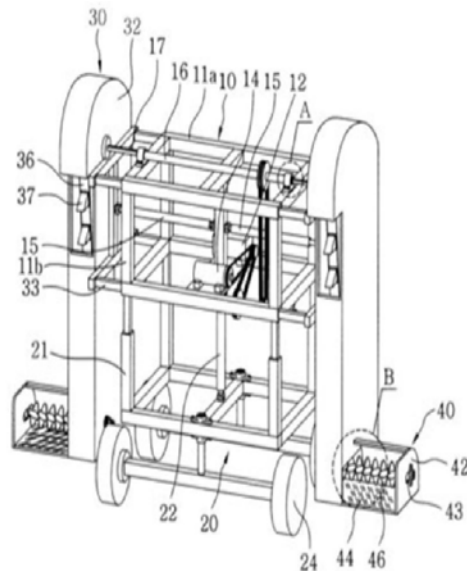


그림 12 염전용 소금채집장치

- 본 발명은 염전용 소금채집장치에 관한 것임.
- 보다 상세하게는 단시간에 대량의 소금을 보다 용이하게 거둬들일 수 있어 작업효율성을 향상시킬 수 있는 염전용 소금채집장치에 관한 것임.
- 본 발명은 구동력을 발생시키는 엔진(12)과, 상기 엔진(12)의 구동력을 전달받아 좌, 우 한 쌍의 제1유압실린더(15) 및 저부에 구비된 제2유압실린더(22)를 동작시키도록 유압펌프(14)가 장착된 사각틀체의 본체부(10)와; 상기 본체부(10)의 저부에 상기 제2유압실린더(22)에 의해 상하 유동되게 결합되고, 염전의 구획로(70) 위에서 용이하게 이동되도록 저부에 이동바퀴(24)가 베어링에 의해 회전가능하게 결합된 지지부(20)와; 상기 본체부(10)의 양측에

상기 제1유압실린더(15)에 의해 좌, 우 유동되게 결합되고, 상기 엔진(12)의 구동력을 본체부(10)의 상측에 구비된 회전축(16)으로 전달받아 회전되면서 염전의 구획로(70) 주위에 쌓여진 소금을 채집하여 승강시키는 소금 승강부(30)와; 상기 소금 승강부(30)의 저부 양측에 구비되어 인입되는 소금을 이송스크류(46)를 이용하여 상기 소금 승강부(30)로 이동시키는 소금 이송부(40)로 구성된 것을 특징으로 함.

7. 염전용 소금 살포식 적재 장치 (100968508 - 2010.06.30)

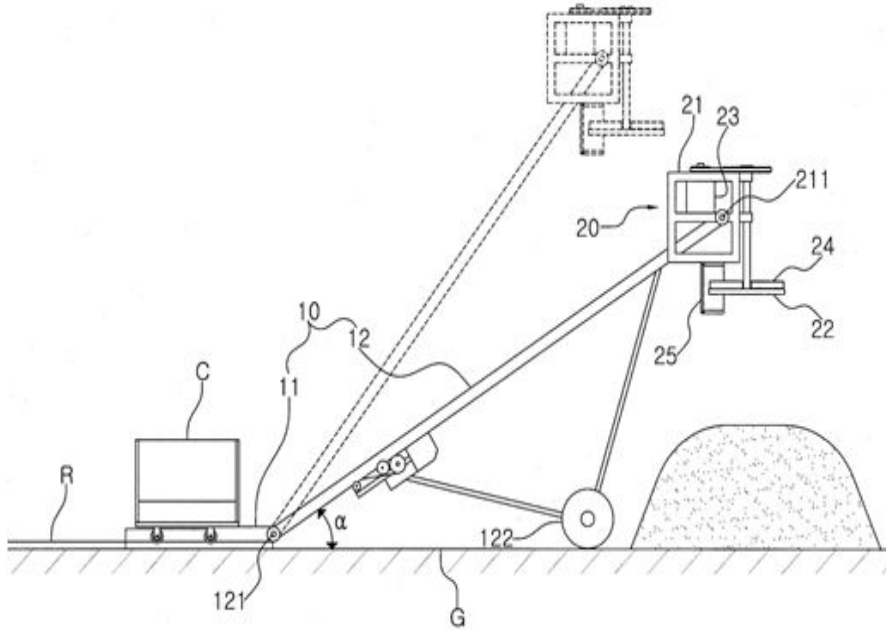


그림 13 염전용 소금 살포식 적재 장치

- 본 발명은 염전용 소금 살포식 적재 장치에 관한 것임.
- 보다 상세하게는 대차에 실려 운반된 소금을 이송시켜 소정의 높은 위치에서 낙하시키는 소금이송부와, 상기 소금이송부에서 낙하된 소금을 회전되는 원판스캐터 및 블레이드에 의해 살포하는 소금 살포부를 구비함으로써 소금 적재창고에 고르게 소금을 적재할 수 있도록 한 염전용 소금 살포식 적재 장치에 관한 것임.
- 본 발명에 따른 염전용 소금 살포식 적재 장치는, 염전에 설치된 염전레일을 따라 이동되는 대차에 실려 운반되어 대차의 하방으로 배출되는 소금을 받아 일방으로 이송시키기 위한 하역컨베이어와, 상기 하역컨베이어로부터 이송되는 소금을 상방으로 이송시켜 소정의 높은 위치에서 소금을 낙하시키도록 상기 하역컨베이어에 전방 상부방향으로 경사지게 연결되는 경사컨베이어가 구비된 소금이송부와; 상기 경사컨베이어의 상단부에 연결되는 지지프레임과, 상기 경사컨베이어의 상단부로부터 낙하되는 소금을 받을 수 있도록 지면과 수평한 상태로 상기 지지프레임에 회전가능하게 지지되는 원판 스캐터와, 상기 원판 스캐터를 회전시키는 스캐터 회전수단과, 상기 원판 스캐터로 낙하되는 소금이 사방으로 비산되며 살포되도록 상기 원판 스캐터의 상면에 돌출된 블레이드와, 상기 블레이드에 의해

살포되는 소금이 후방으로 비산되지 않도록 상기 원판 스캐터의 후방에 후방차단막이 구비된 소금 살포부를 포함하는 것을 특징으로 함.

8. 소금 수집 및 적재 장치 (2020080005319 - 2009.01.22)

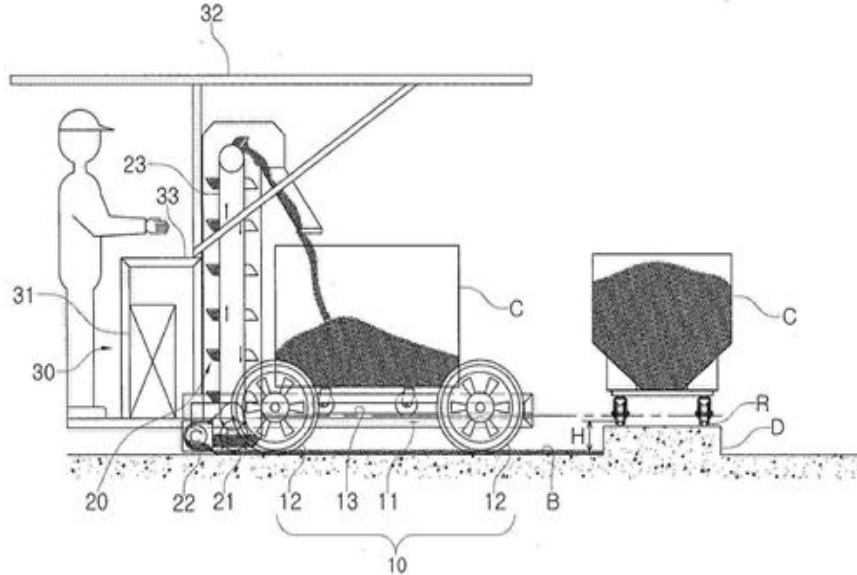


그림 14 소금 수집 및 적재 장치

- 본 고안은 염전의 소금 수집 및 적재 장치에 관한 것임.
- 보다 상세하게는 염전 바닥에 산재된 소금을 수집하여 곧바로 대차에 적재시킬 수 있는 소금 수집 및 적재 장치에 관한 것임.
- 본 고안에 따른 염전의 소금 수집 및 적재 장치는, 염전 바닥에서 생성되어 산재된 소금을 수집하고, 제방에 구비된 레일을 따라 이동되는 소금운반용 대차에 수집된 소금을 적재하기 위한 소금 수집 및 적재 장치에 있어서, 상기 베이스가 지지되고 상기 염전 바닥을 구르는 바퀴와, 상기 베이스의 상면에 상기 소금운반용 대차의 바퀴가 타고 구를 수 있도록 설치된 레일이 구비된 대차부와, 염전 바닥에 산재된 소금을 수집하여 상기 대차부에 구비된 레일에 소금운반용 대차의 바퀴가 지지되어 상기 대차부에 실린 소금운반용 대차에 쏟아 부어 소금을 적재시키도록 상기 대차부에 장착된 수집적재수단과, 전력이 충전되는 충전지가 구비되어 상기 충전지로부터 방전된 전력을 공급받아 대차부의 바퀴와 상기 수집적재수단을 구동시키고 제어하기 위한 구동수단을 포함하여 구성된 것을 특징으로 함.

9. 컨베이어시스템의 휴대용 전원장치 (1020090089999 - 2009.08.25)

- 본 발명은 배터리를 이용한 DC/AC 겸용 휴대용 컨베이어시스템에 관한 것임.
- 더욱 상세하게는 컨베이어부의 해당 감속모터를 구동시키기 위해 배터리 또는 상용전원을 이용할 수 있는 컨베이어시스템의 휴대용 전원장치에 관한 것임.
- 이를 위한 본 발명은, 개활지에 장착된 레일을 타고 이동되면서 저면이 개방되는 대차와,

이 대차내 적재된 소금을 컨베이어부를 이용하여 이송하는 염전용 컨베이어시스템에 있어서, 컨베이어부에 장착되는 감속모터는 차량 배터리로부터 직류 전원이 공급되거나 상용 전원이 공급되도록 구성하여; 상기 차량 배터리(10)에는 600 W 교류변환장치(20)가 연결 설치되고, 이 교류변환장치(20)의 출력 단에는 단상 220 V의 입력과 삼상 220 V의 출력, 속도조절이 가능한 400 W 인버터(30)가 연결 설치되며, 이 인버터(30)에는 0.4 kW 삼상 감속모터(40)가 연결 설치된 것을 그 특징으로 함.

제 2 절 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치

- 특히 내용의 경우 채염, 이송, 채염과 이송을 동시에 고려한 내용들로 나뉘는데, 염전에서 작업자들의 편의성과 전체적인 일의 효율을 고려한다면 채염과 이송을 동시에 고려하는 특허가 실효성이 높을 것으로 예상된다.
- 채염기술의 경우 내연기관(엔진), 흡입펌프, 모터 등을 사용한다. 내연기관 사용의 경우 연소과정에서 발생하는 배기가스로 인해 천일염을 생산하는 염전의 대기오염을 유발할 가능성이 있다. 흡입펌프의 경우 이러한 오염의 문제는 없으나, 펌프의 임펠러 등에 잔존 가능한 염분에 의한 부식 및 고장에 쉽게 대처하기 힘들다는 문제가 예상된다. 수명이 다 된 배터리의 처리문제가 남아있지만, 천일염을 생산하는 장소에서 요구되는 친환경성을 고려한다면 배터리를 동력으로 모터에 의한 채염을 하는 것이 가장 적합할 것으로 간주된다.
- 이송기술에는 이송용 컨베이어 벨트를 사용하여 저장창고까지 직접 천일염을 이송하는 기술, 염전 주변에 레일을 설치하고 천일염 적재용 수레를 사용하여 소금을 운반하는 기술이 대다수이다. 저장창고 내부에 소금을 적재하는 기술에는 역시 컨베이어 벨트를 사용하는 경우 및 살포방식을 채택하여 효과적으로 천일염을 저장하는 기술 또한 특허로 제시되어있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발 목표 및 내용

1. 연구개발의 최종목표

- 최종 목표 : 천일염 자동 이송시스템 설계 및 시험평가 기술 확보

표 3 정량적·정성적 목표 및 평가항목

평가항목 (주요성능 Spec)	단위	전체항목 에서 차지하는 비중 (%)	세계최고 수준 보유국/ 보유기업	연구개발 전 국내수준	개발 목표치			평가방법
			성능수준	성능수준	1차 년도	2차 년도	3차 년도	
천일염 이송(적재) 능력(중량)	kg/hr	20			700			성능시험
자동이송 시스템 무게	kg	20			300			중량측정
1회 연속운전 내구성	hr	20			8			성능시험
대차견인 능력	kg	20			700			성능시험
내식성	-	20			인증 시험			성능시험
논문	건	-			1 (KCI급)			등재건수
설계도면	건	-			4			도면건수

- 시제작 부품 : 채염장치, 이송장치
- 부품 설계도면 : 채염장치(조립도면, 구동부, 버킷부, 조향장치 등) / 이송장치(조립도면, 구동부, 흡입부 등)
- 성능평가 프로세스 : 공인인증기관 통한 평가항목 평가실시

2. 주요내용

- 천일염 자동화 이송장치 적정사양 도출 및 상세 설계
 - 이송장치부 사양 도출 및 상세 설계
 - 천일염 이송 물리적 성질 측정 및 데이터분석

- 천일염 이송장치부 구조 및 적정사양 설계
- 송풍기, 혼입기 및 분리기 상세 설계
- 내식성 향상 방안 도출 및 적용
- 구동장치부 사양 도출 및 상세 설계
 - 구동 특성 관련 제반 실험 및 해석
 - 엔진성능 및 연소 특성
 - 내식방안 등
- 시제품 제작 및 시험 평가
 - 이송 성능시험 평가 및 분석
 - 설계 보완 및 성능 향상 연구

제 2 절 천일염 자동이송시스템 간이모형 설계 및 모형시험평가

1. 링블로워 적용 천일염 자동이송 시스템 설계 및 모형시험

1) 시스템 제원 및 구성 부품 설계

- 링블로워를 적용한 흡입 또는 압력 방식의 분체이송 시스템은 산업체 현장에서 공장 내에서의 근거리 및 원거리의 분체이송을 위하여 널리 적용되고 있으며, 이를 위하여 일반적으로 여러 가지 경험식에 의존한 설계가 수행되어지고 있다.
- 본 천일염 자동 이송시스템 설계는 기존 분체이송 시스템 설계를 위하여 알려진 다양한 계산식 및 특성 파라미터들을 적용하여 흡입 요구 압력 및 링블로워 출력 등 시스템 제원 변수를 예측하였으며, 천일염 재료에 대한 이송 특성 파라미터(걸보기 점도 및 입자 크기 등)은 자체 실험 및 여러 문헌을 조사하여 적용하였다.[1,2]
- 주요 구성 부품은 흡입 이송 기체 생성을 위한 모터 구동 링블로워, 이송 후 소금과 기체의 분리를 위한 사이클론, 흡입 입구부 노즐 및 이송 배관, 그리고 이송 성능 변수 계측을 위한 계측 센서 등으로 구성된다.

가. 요구 설계 성능

- 천일염 자동이송시스템의 설계 성능 목표는 분당 이송량을 15kg/min으로 하고, 이송관의 막힘없이 안정적이고 균일한 이송을 목표로 한다.
- 시스템 중량 및 소요 전력 최소화가 제한 조건이 된다.

나. 링블로워 요구 압력 및 출력 계산

- 링블로워 요구 압력은 이송관에서의 고체 및 이송기체의 주손실, 즉 공기 및 천일염 가속에 의한 압력 손실을 비롯하여 소금 입자와 소금 입자사이의 충돌에 의한 운동량 손실에

기인한 압력손실 및 여러 구성요소 부품에서 발생하는 부손실을 더함으로써 계산할 수 있다.

- 이 때 가장 큰 압력 손실은 공기 이송 자체에 의한 압력 손실 보다는 천일염 이동시 상호간의 고체 마찰에 의한 압력 손실과 각 구성요소 부품을 통과할 때 발생하는 부손실이 대부분을 차지하게 되며, 이러한 모든 손실 구성 요소의 총합을 계산함으로써 구할 수 있다.
- 기본적으로 여러 참고문헌을 바탕으로 아래와 같은 압력손실 계산식을 사용하였다.
- dp_T : 전압력 손실(total pressure drop)

$$dp_T = dp_I + dp_L + dp_A + dp_Z + dp_B + dp_C + dp_F$$

- dp_I : 입구부 압력 손실(inlet pressure drop)

$$dp_I = 0.5 \xi \rho_a U_a^2$$

- 여기서, U_a 는 이송기체인 공기 속도, ρ_a 는 공기 밀도, $\xi = 0.5$ 는 실험값에 의한 보정 파라미터이다.
- dp_L : 공기 단독 압력 손실(air alone pressure drop)

$$dp_L = 0.5 \lambda \rho_a U_a^2 L / D_i$$

- 여기서, $L = L_h + L_v$ 로서 수평관 및 수직관 길이를 합한 총 이송배관 길이, D_i 는 이송 배관의 내경을 가리키며, 보정 파라미터 $\lambda = 0.05$ 을 적용하였다.
- dp_A : 입자 가속 압력 손실(acceleration pressure drop)

$$dp_A = (C + \Gamma) 0.5 \rho_a U_a^2$$

- 여기서, Γ 는 천일염과 이송기체의 질량 혼합비이며, 파라미터 C 는 5 ~ 10 으로 가정하였다.
- dp_Z : 고체 압력 손실 (solid pressure drop)

$$dp_Z = (1 + \beta \Gamma) \times 0.5 \xi \rho_a U_a^2$$

- 고체의 충돌 및 마찰에 의한 압력 손실로써, $\beta = 0.5$ 로 가정하였다.
- dp_B : 곡률부 압력 손실 (bend pressure drop)

$$dp_B = 90 \text{ deg bend}$$

- 곡률부의 압력 손실을 나타내며, 본 계산에서는 90도 곡률부만 고려하였다.
- dp_C : 사이클론 압력 손실 (cyclone pressure drop)

$$dp_C = 0.5 \zeta_{cy} \rho_a U_{cy}^2$$

- 사이클론 내부에서의 압력손실을 가리키며, ζ_{cy} 는 기본적 실험치를 적용하여 15로 가정하였다.
- dp_F : 필터부 압력 손실 (filter pressure drop)

$$dp_F = 0.5 \zeta_{bg} \rho_a U_f^2$$

- 필터에서의 압력 손실이 상대적으로 크게 발생하며, $\zeta_{bg} = 1.5 \times 10^5$ 을 적용하였다. 이 때, 링블로워 요구 모터 출력은 $HP = (\text{Pressure}) \times (\text{Air flow rate})$ 로 계산된다.
- 설계 시, 이송 거리는 염전 작업 현장을 기준으로 수평길이 3 m, 수직길이 2 m 로 가정하였으며, 천일염 분체는 이송시 상호 마찰 및 충돌에 의한 운동량 교환으로 인한 압력 손실을 가져올 뿐 작은 입자로 파괴되지 않는다고 가정하였다. 즉 천일염 입자의 크기는 변화 없이 초기 이송 전 상태의 크기를 그대로 유지한다고 가정하였다.

표 4 천일염 이송을 위한 분체이송 계산 Sheet

Mechanical Property				
Product				
Conveying Capacity	M_s	kg/min		20
Bulk Density	ρ_{sb}	kg/m ³		2,000
True Density	ρ_{st}	kg/m ³		2,500
Particle Size	h	m		0.001
Air Density	ρ_a	kg/m ³		1.230
Pipe Design				
Diameter	D_i	m		0.10
Horizontal Length	L_h	m		3.0
Vertical Length	L_v	m		2.0
No. of Bend	n			2
Conveying Characteristics				
Air Velocity	U_a	m/s		20.0
Solid Loading (Solid to Gas Ratio)	Γ			1.7
Air Flowrate	Q_a	m ³ /min		9.42
Reynolds number	Re	$\times 10^5$		1.37
Pressure Drop				
i) Inlet pressure drop	$dp_I = 0.5 \xi \rho_a U_a^2$	$\xi=0.5$	Pa	123
ii) Air alone pressure drop	$dp_L = 0.5 \lambda \rho_a U_a^2 L/D_i$	$\lambda=0.05$	Pa	615
iii) Acceleration pressure drop	$dp_A = (C+\Gamma)0.5 \rho_a U_a^2$	$C=5\sim 10$	Pa	2,146
iv) Solid pressure drop	$dp_Z = (1+\beta\Gamma) * 0.5 \xi \rho_a U_a^2$	$\beta=0.5$	Pa	1,146
v) Bend pressure loss	dp_B 90 deg bend		Pa	4,800
vi) Cyclone pressure loss	$dp_C = 0.5 \zeta_{cy} \rho_a U_{cy}^2$	$\zeta_{cy}=15$	Pa	3,690
vii) Bag filter loss	$dp_F = 0.5 \zeta_{bg} \rho_a U_f$	$\zeta_{bg}=1.5 \times 10^5$	Pa	4,920
viii) Discharge pipe pressure loss	dp_D		Pa	
Total pressure drop	$dp_T = dp_I + dp_L + dp_A + dp_Z + dp_B + dp_C + dp_F$		Pa	17,440
Motor Power				
Required Air Flowrate	$Q' = (1.05\sim 1.15) * Q_a$	m ³ /min		10.37
Required Pressure	$p' = (1.02\sim 1.08) * dp_T$	Pa		18,835
Efficiency	η			0.60
Designed Motor Power		kW		5.42

다. 모형실험을 위한 링블로워 제원 선정 및 시스템 설계

- 위의 계산 결과를 바탕으로 이송시스템 모형제작을 위하여 적절한 용량의 구성 부품 용량을 결정하였다.
- 링블로워 출력은 기본적 모형실험을 위하여 출력 6HP, 정격흡입압 3300 mmH₂O, 최대풍량 6.1 m³/min 으로 선정하여 상용제품을 구입하였다.
- 이송분체와 이송기체의 질량비(천일염:공기)를 2:1 이하로 설계하였다.
- 흡입관 호스의 수평부와 수직부의 연결에서 발생하는 곡률반경에 의한 압력손실이 상대적으로 매우 크기 때문에 이러한 곡률이 최소화될 수 있도록 설계하였다.
- 흡입 입구부 노즐에서의 공기유량과 천일염 비율의 균일 정도가 시스템 성능에 미치는 영향이 매우 크므로 노즐부에 공기 흡입 조절구를 두어 각 실험에서 혼합비를 조절하여 최적 조건을 선정할 수 있도록 하였다.
- 이송호스의 직경은 50φ, 80φ, 100φ로 변경하여, 이송 중 압력손실 변화를 볼 수 있도록 설계하였다.
- 링블로워 바로 앞에 Y자관을 두고 밸브, 압력계, 유량계 설치 후 공기유량 조절하는 방법을 사용하였다.



제품번호		HRB-500	HRB-600	HRB-700
모터형태		전폐형	전폐형	전폐형
출력(KW/HP)	50Hz	2,2/3	3,0/5	4,0/6
	60Hz	2,55/3	3,7/5	4,6/6
정격토출압 (mmH ₂ O)	50Hz	2,200	2,800	3,300
	60Hz	2,000	3,000	3,400
정격흡입압 (mmH ₂ O)	50Hz	2,300	2,600	3,200
	60Hz	2,200	2,800	3,300
정격최대풍량 (m ³ /분)	50Hz	5	5	5
	60Hz	6,1	6,1	6,1
전압(volt)	50Hz	200~220/380~415		
	60Hz	220~240/380~440		
정격전류 (Ampere)	50Hz	9,8	12	17
	60Hz	9,5	14	17
절연계급		IP 54/ IP 55	IP 54/ IP 55	IP 54/ IP 55
보호등급		B/F	B/F	B/F
중량(Kg)		37	40	43

그림 15 흡입이송을 위한 링블로워 제원

라. 사이클론 설계

- 사이클론은 분체이송 후 분체와 이송기체와의 분리를 위한 장치로써, 장치 내부에서의 분체/기체 혼합물의 회전력을 발생시켜 원심력에 의한 분리 원리를 이용한다.
- 본 시스템의 설계 이송용량을 처리하기 위하여 사이클론 직경은 설계 계산상으로 약 D = 300 의 크기 시스템으로 충분히 가능할 것으로 여겨지나, 실험에 있어 실험 조건 변경 및 다른 조건 변화에 따른 여유를 위하여 D = 450로 선정하였으며, 사이클론 효율을 높이기 위하여 Cone 부분의 길이를 상대적으로 길게 하여 1.5D로 설계하였다.

- 이송 후 분리된 천일염 출구부는 간단한 밸브를 설치하여 실험 시 필요할 때 개폐가 편리하도록 설계하였으며, 일정한 기밀을 유지하도록 하였으며, 링블로워 쪽으로 연결되는 관에는 필터를 두어 미처 분리되지 못한 소금이 링블로워 쪽으로 가지 못하도록 하였다.

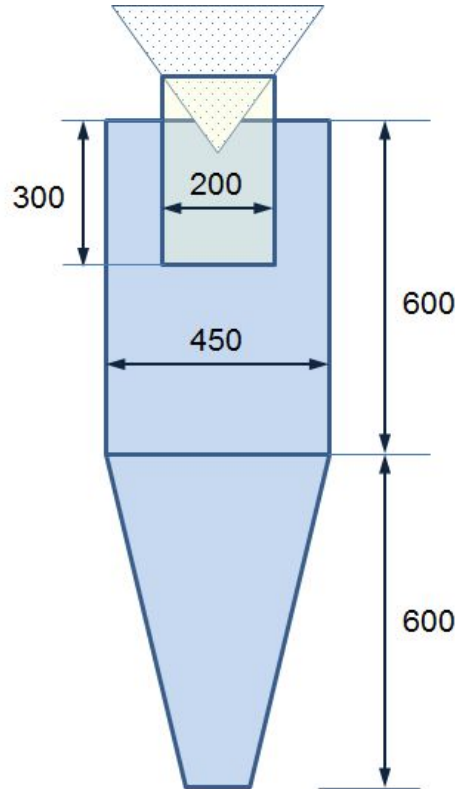


그림 16 사이클론 기본 설계 제원

마. 볼 형상의 분체 이송 장치

- 분체의 이송을 보다 원활하게 이루어질 수 있도록 다음과 같은 분체 이송 장치를 개발하였다. 몸체의 일측에 구비되는 입구관의 둘레면에 외부의 공기를 유입하는 외부공기 유입홀이 형성됨으로써, 외부공기 유입홀을 통해 유입되는 외부공기를 이용하여 분체가 이송배관의 바닥면에 가라앉는 것을 방지할 수 있고, 그로 인하여 이송배관이 분체에 의해 막히는 것을 방지할 수 있으며, 이송배관의 바닥면에 쌓인 분체를 제거하기 위한 분체 제거수단을 설치하지 않음으로 인하여 비용을 절감할 수 있다. 또한, 몸체의 내부에 구(球)형상의 걸림부재가 구비되어 걸림부재와 몸체의 내측면 사이에 분체가 이동하는 유로를 형성하며, 분체가 유로를 통과하면서 불균일한 입자가 균일해져 분체의 이송을 향상시킬 수 있다. 그림 17과 같은 분체 이송 장치를 통해 다음과 같은 효과를 예상할 수 있다.
- 몸체의 일측에 구비되는 입구관의 둘레면에 외부의 공기를 유입하는 외부공기 유입홀이 형성됨으로써, 외부공기 유입홀을 통해 유입되는 외부공기를 이용하여 분체가 이송배관의 바닥면에 가라앉는 것을 방지할 수 있고, 그로 인하여 이송배관이 분체에 의해 막히는 것을 방지할 수 있으며, 이송배관의 바닥면에 쌓인 분체를 제거하기 위한 분체 제거수단을 설치하지 않음으로 인하여 비용을 절감할 수 있다.

- 몸체의 내부에 구(球) 형상의 걸림부재가 구비되어 걸림부재와 몸체의 내측면 사이에 분체가 이동하는 유로를 형성하며, 분체가 유로를 통과하면서 불균 일한 입자가 균일해져 분체의 이송을 향상시킬 수 있다.

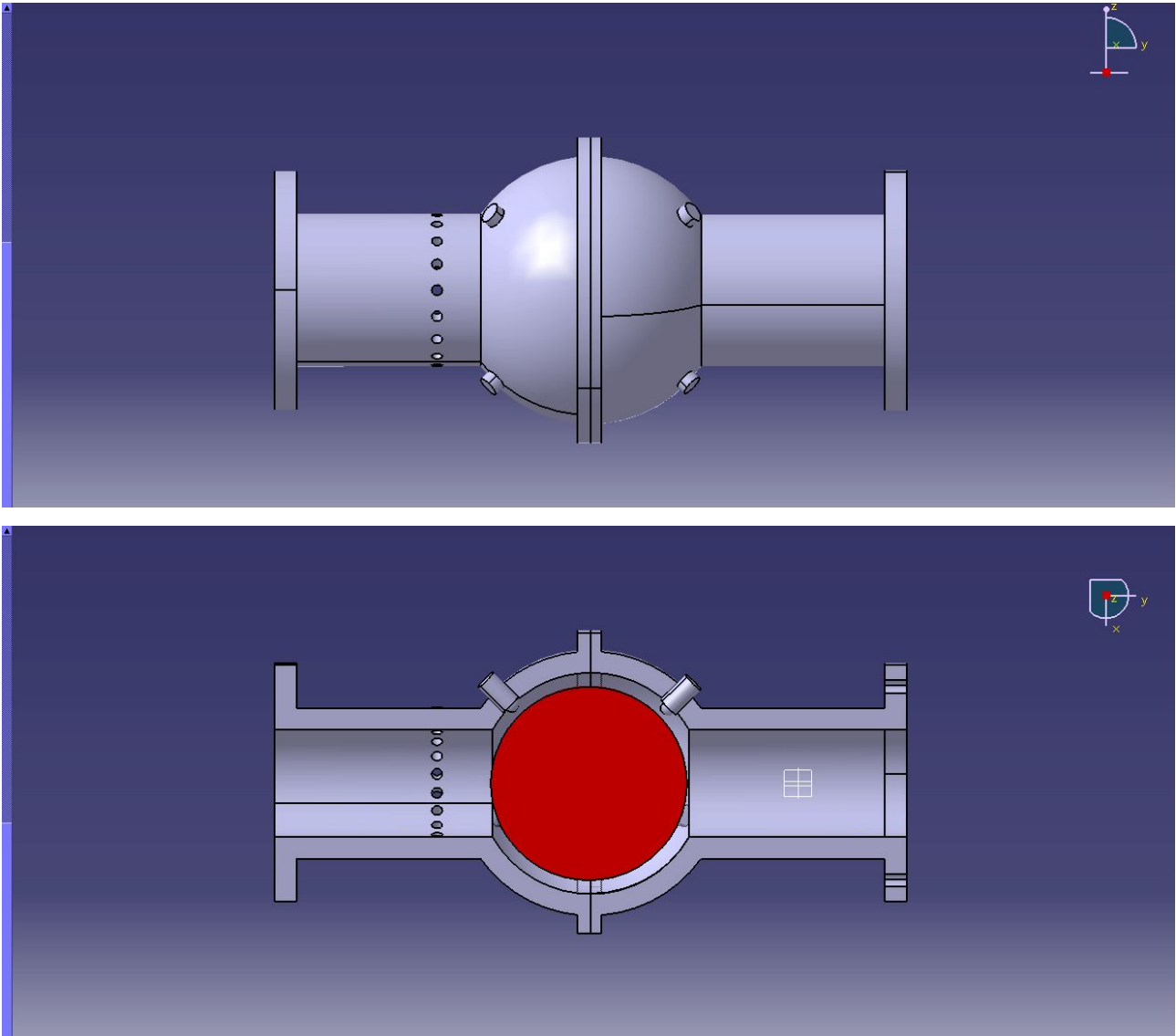


그림 17 볼 내장형 흡입장치 조립도

바. 시험 방법

- 사이클론 입구부, 출구부에 압력계와 유량계를 이용하여 각 실험 조건에 따른 실시간 압력 및 공기 유량 변화를 측정하고 동시에 링블로워의 전류를 측정하였다.
- 1차적으로 공압력(천일염 이송없이 순수 공기만) 측정하여 확인하였다.
- 인버터를 사용하여 링블로워 유량 및 압력 변화를 주고, 천일염 이송량도 조절하여 실험 수행하였다.
- 천일염 이송 시 수분 함량에 따라 흡입 압력 변화가 큼을 알 수 있었으며, 이에 대한 변화를 보기 위하여 수분량을 바꿔가며 실험하였다.



그림 18 링블로워를 적용한 흡입 분체이송 실험 모습

- 일반적인 단일 원통형 입구 노즐을 사용한 경우 천일염이 동시에 입구로 들어오게 되어 바로 이송관이 막히게 되므로, 그림 19와 같은 입구 흡입을 조절할 수 있는 이중관 형태의 노즐을 적용하였다.
- 이중관의 옆쪽에 공기구멍이 있어 개폐를 조절함으로써, 이송 공기와 천일염의 혼합비가 적절하도록 조절할 수 있으며, 이를 통하여 천일염이 갑자기 쏟아져 들어오는 현상을 완화시켜 주게 된다.



그림 19 이중관 형태의 입구부 이송 노즐

2) 모형시험 결과분석

표 5 압력 및 이송량 변화 실험 결과 비교

구분	이송배관 호스 길이			
	3m		5m	
실험	압력 (kPa)	이송량 (kg/min)	압력 (kPa)	이송량 (kg/min)
1	19.5	15	18	8.5
2	18	14.5	21	10
3	15	14	27	12.5
4	18.5	13.5	23	7.5
5	17	13	15	6
6	15.5	14	18	5
7	20	14.5	22	6.5
8	19	14	19	5.5
9	20	13.5	22.5	11
10	18	14	20.5	9

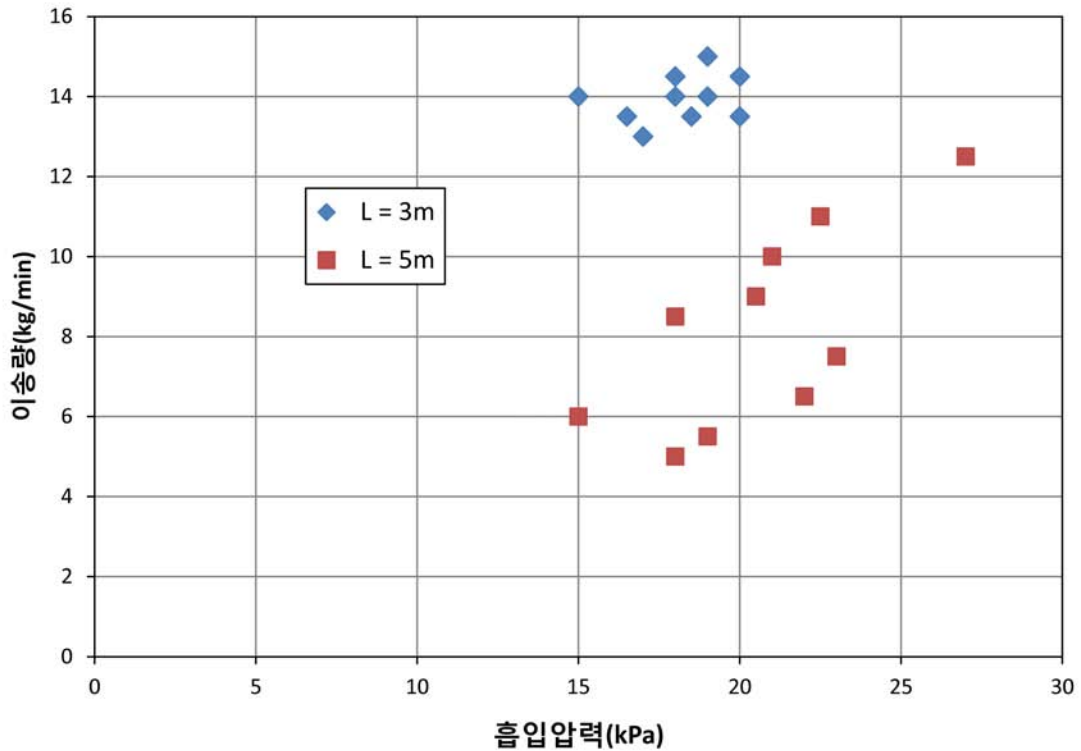


그림 20 압력 및 이송량 변화 실험 결과 비교

- 실험 결과, 3m 이송관 길이의 경우, 균일한 흡입압력 및 천일염 이송량을 보였으나, 5m

이송관 길이의 경우, 불균일한 결과를 보였으며, 특히 어떤 경우에는 이송관 중간에서 막혀서 이송이 중단되는 현상도 자주 발생하였다.

가. 시스템 성능상의 문제점

- 이송 시 입구부에서 천일염이 불균일하게 흡입됨으로 인하여, 흡입 - 압력 부하가 증가하고, 이로 인하여 이송관 중간에서 막혀버리는 현상이 발생하게 된다.
- 가장 큰 문제점으로는 일정한 크기를 가진 결정 형태의 천일염이 이송 중 서로간의 충돌 및 마찰에 의하여 작은 알갱이로 파괴가 됨으로 인하여 마찰력이 크게 증가하고, 수분과 혼합되어 수직관 바로 앞의 수평관 부분에서 그림 21과 같이 마치 죽상 형태의 침전이 발생함으로써 천천히 이송관 내부를 막게 되는 현상이다.
- 또한 이러한 천일염 결정이 이송 중 상호 충돌에 의해 파손됨으로 인하여 천일염의 상품성이 저하되는 문제점을 가지고 있다.
- 이러한 이송 분체의 파괴 및 수분 고착 현상은 일반적인 건조 분체 이송에서 심각하게 고려되지 않는 사항으로, 천일염 결정의 파손을 감소하기 위하여, 여러 압력 및 유량 조건을 변화시켜 보았으나, 큰 감소 효과를 갖지 못하였다.
- 또한 사이클론 내부 표면에 빠르게 소금 점착함으로 염분에 의한 부식 문제가 발생할 수 있으며, 정기적인 청소를 통한 점착된 소금 제거가 이루어 져야 하나 사이클론 구조적 형상 때문에 유지 보수 어려움이 있다.



그림 21 수직관 부분에서의 천일염 침전에 따른 막힘 현상이 시작되는 모습



그림 22 천일염이 이송과정에서 분쇄되어 수분과 혼합됨으로써 이송관 아래쪽에 침전되어 있는 모습 . 이러한 형태로 천천히 침전되면서 궁극적으로 이송관을 막게 됨



그림 23 이송 중 소금이 잘게 분쇄되며 겉보기 점도 (bulk viscosity) 급격히 증가되며 ,또한 이송 후 상품성이 떨어지는 손실을 가져옴



그림 24 사이클론 내부 표면에 빠르게 소금 점착되어 사이클론 구조적 형상 때문에 유지 보수 어려움

3) 시스템 보완 후 2차 모형시험

- 이송관 길이가 5m 의 경우에 발생하는 성능 불균일성과 이송관 중간에서 막히는 현상을 해결 방법을 도출하고 보다 광범위한 시험조건 변경을 위하여 최대 RPM = 3600, 최대 출력(22HP)의 링블로워를 적용하여 시험을 반복 수행하였다.



그림 25 링블로워 자동이송장치 2차 모형 제작

- Encoder를 이용 RPM을 조정하였을 경우, 3000 RPM 조건하에서도 전반적으로 만족할 만한 천일염 이송성능을 보였다.
- 그러나, 반복 실험 수행시 어느 경우에는 이송관 중간 부위에서 소금이 막히는 현상이 발생하였으며, 이러한 막힘 현상은 잠시 후에 풀렸다가 다시 막히는 현상이 반복되는 경우도 관찰할 수 있었다.
- 1차 실험과 같이 소금 입자가 이송과정에서 부서짐 현상은 동일하였으며, 이로 인한 미세 소금 입자의 생성과 마찰저항 증가 등의 현상을 동일하게 가져왔다.
- 결론적으로 천일염 자동 이송을 위하여 링블로워 시스템을 적용할 경우, 이송과정 중 소금 입자의 부서짐 현상은 불가피하였으며, 이로 인한 현저한 마찰 계수 및 운동량 손실 증가로 인하여 최초 설계 성능 예측시 압력 손실 계산보다 훨씬 높은 흡입 압력이 요구되었다.
- 또한 입구부 흡입노즐의 이중관 타입을 적용하였음에도 불구하고, 입구부 소금 인입의 균일함을 유지하기가 매우 어려우며, 이 때문에 이송관 중간 부위에서 막힘 현상이 발생되었다 풀어졌다 하는 현상이 반복되었다.
- 위의 실험 결과들을 바탕으로 할 때, 이송 성능의 불안정성, 이송 시스템의 고중량, 높은 점성 계수로 인하여 요구되는 고출력, 상품성 저하를 가져오는 이송과정에서의 천일염 부서짐 등으로 인하여 링블로워 시스템을 적용한 천일염 자동 이송 장치는 적절하지 못한 것으로 판단됨.

2. 스크류 호스 방식의 자동 이송시스템 설계 및 모형시험

가. 시스템 설계 및 제작

- 링블로워 방식을 적용한 천일염 이송에 있어서 실험을 통하여 들어난 문제점 때문에 이와 다른 방식인 스크류 호스를 이용한 이송시스템을 설계, 제작하여 테스트를 수행하였다.
- 설계 제작된 시스템 간이 모형은 그림 26에 보였으며, 기본 설계 제원 및 구성 부품 용량은 다음과 같다.
 - 이송관 및 스크류 설계 직경 $D = 100 \text{ mm}$
 - 스크류 피치비 $P/D = 1.0$
 - 스크류 회전수 $\text{RPM} = 100 - 360$ 조절 가능
 - 모터 출력 = 100W
 - 이송관 수직 각도 조절 가능
- 이송 시 내부 상태를 확인을 위하여 투명 아크릴로 이송 배관을 제작하였으며, 스크류는 부식 최소화를 위하여 SUS316L로 제작하였다.
- 특히 스크류 날개 끝에는 고무로 마무리 처리를 하여 이송배관과의 접촉 마찰에 의한 배관 손상 및 간극 불균일성을 최소화하였다.



그림 26 스크류 호스 방식의 자동 이송 시스템
실험 모형

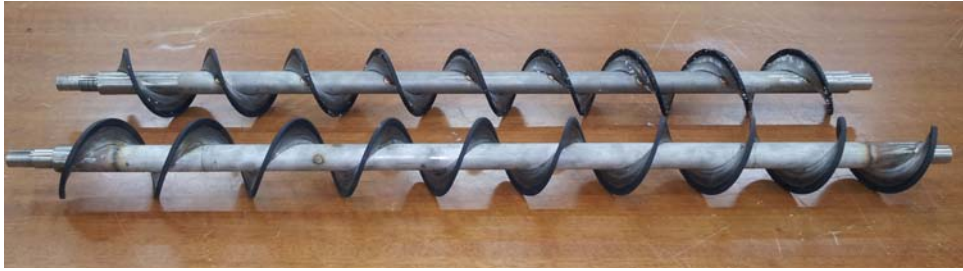


그림 27 모형시험용 스크류 형상



그림 28 스크류 호스 방식에 의한 천일염 자동 이송 모형 시험

나. 모형실험 결과

- 이송배관의 각도에 따라서 천일염 이송량의 변화는 크지 않았으며, 예상한 대로 스크류 회전 RPM에 비례하여 이송량이 결정되었다.
- 그러나, RPM이 일정값 (100 RPM) 보다 낮은 경우 천일염이 스크류에 의해 윗쪽으로 이송되지 못하고 계속 이송배관 안에서 정체되는 현상을 보였다.
- 최종 시제 설계를 위하여 피치비에 대한 최적 파라메트릭 실험이 필요할 것으로 보이며, RPM을 높이고, 피치비를 일정값 이하로 낮추는 설계가 요구된다.
- 입구부에서 천일염 투입량이 스크류 회전속도에 비해 상대적으로 클 경우, 이송배관 내에서 정체되는 현상이 발생하였으며, 이런 문제를 해결하기 위하여 천일염 투입량을 조절할 수 있는 제어 밸브 등이 필요할 것으로 보이며, 또한 천일염 이송량과 스크류 회전수 또는 피치와의 최적비를 선정해야 할 것으로 보인다.

표 6 시험 조건 변화에 따른 천일염 이송량 비교

실험	이송배관 각도	회전수 (RPM)	이송량 (kg/min)
1	45	100	0
2	45	100	0.1
3	60	100	0
4	60	100	0
5	45	180	2.3
6	45	180	2.2
7	60	180	2.0
8	60	180	2.1
9	45	240	3.9
10	45	240	3.7
11	60	240	3.8
12	60	240	3.7
13	45	300	4.8
14	45	300	4.9
15	60	300	4.8
16	60	300	4.8

- 그림 29에서와 같이 이송과정에서 스크류 날개와 이송배관의 안쪽 벽사이의 간극에 천일염이 끼이는 현상이 발생하였으며, 이를 감소하기 위하여 제작 시 탄성이 높은 고무 등을 적용하여 간극을 최소화하는 방안이 필요한 것으로 보인다.
- 본 실험에서 소금 인입량을 낮추어 실험하였으며, 시제품 설계시 스크류 호스 크기와 스크류회전 RPM의 선정을 통하여 요구 이송 성능을 충분히 만족시킬 수 있음.



그림 29 이송 중 이송배관과
스크류 사이의 간극에 소금이
끼이는 현상

3. 단기통 엔진을 이용한 자동채염장치 개발을 위한 엔진시험 수행

가. 시험장치



그림 30 엔진 성능평가 시스템

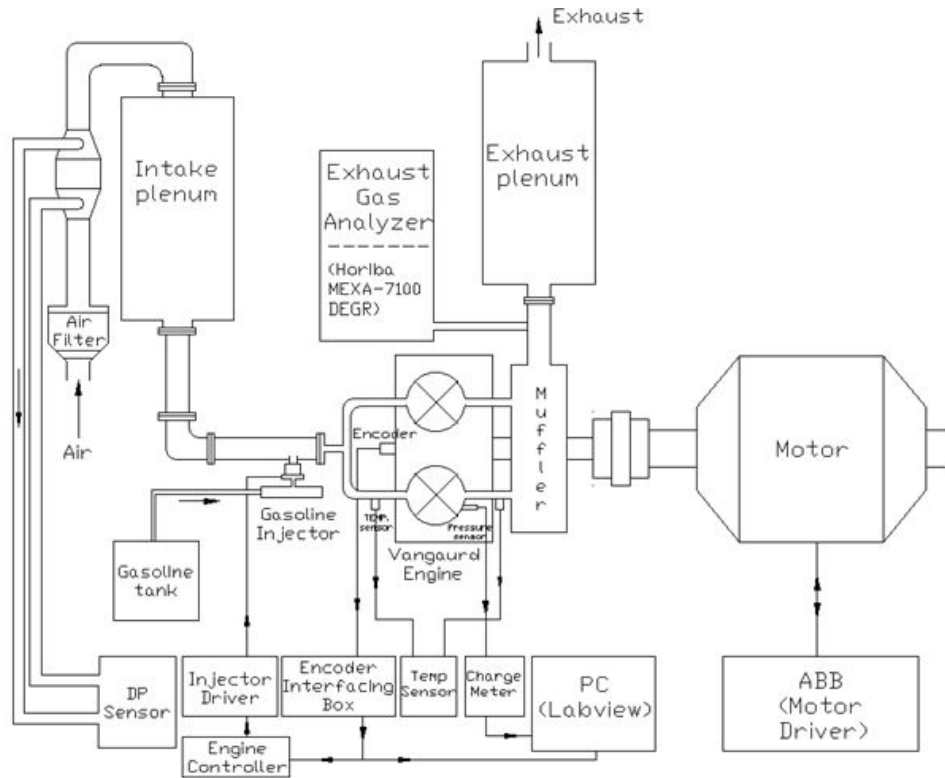


그림 31 엔진 성능평가 구성도

- 벵가드 (23마력 쌍기통 공냉식 OHV) 엔진의 성능평가를 위하여 실린더내부의 압력을 측정하여 IMEP 와 HRR 을 계산하였다. 일정한 RPM 조건에서의 실험을 위해 모터(효성 60마력 Inverter Duty Three Phase Induction Motor) 와 Inverter(ABB 60마력 AC Dynamometer) 를 이용하였으며, 흡입되는 공기유량을 측정하기위해 증류유량계 (Z50MC2-4) 와 차압센서(YOKOGAWA EJA110A-DLS4B-22DC)를 이용하였다.
- DATA의 측정을 위해 압력센서(Kistler; 6056A), 차지앰플리파이어, 로터리 엔코더 (Autonics; E40S), 인젝터 드라이버(TEMS; TDA-3300), 엔진컨트롤러(Zenobalti Co.; ZB-8035)를 사용하여 연료를 분사하였으며 연소데이터는 Labview를 통해 정리하였다.



그림 32 테스트용 벵가드 엔진

표 7 엔진 제원

엔진 사양/모델	벵가드 23마력 V-TWIN 쌍기통 수평형엔진
엔진외부치수(L x W x H)	400mm x 406mm x 438 mm
무게	35kg
엔진오일량	1.7L
엔진회전수	3600RPM
엔진마력	23HP
엔진배기량	627cc
실린더구성	V-TWIN 2 실린더
엔진구성	수직 혹은 수평샤프트
실린더내경	75.5mm
실린더스트로크	70mm
압축비	8.2:1
점화시스템	마그네트론 전기점화방식
윤활시스템	Full Pressure w/ Spin On Oil Filter
냉각방식	공랭식
사용연료	가솔린
시동방식	Recoil/Electric(수동/자동겸용)

표 8 작동 조건

Fuel	Gasoline	
Displacement volume	626 cc	
Compression ratio	8.25	
Engine speed	1200 rpm	
Injection duration	6500 us	
Injection timing (Multi Injection)	1번 실린더	ATDC 144 CA
	2번 실린더	ATDC 54 CA
Injection quantity	0.0186 g/cycle	
Intake air temperature	25 ± 2 °C	

나. 시험방법

- 1200rpm 에서의 공기 유량은 $0.00585218 \text{ m}^3/\text{s}$ 이다.
- 인젝터의 위치에서 실린더 흡기 밸브까지의 체적이 0.000947 m^3 이므로 도달 시간은 0.16182004 s 이다. 따라서 분당 1200 회의 회전을 하고 있으므로 0.16182004s 동안 약 $504.10428592 \text{ degree}$ 만큼 TDC 이후 분사를 해주어야 한다.
- 따라서 인젝터 컨트롤러에서 ATDC 504 degree 만큼 설정하여 분사하였다.
- 표 8은 시험 시 적용하는 연료의 분사시기에 대해서 보여준다.

표 9 분사시기 결정

공기유량 (m ³ /s)	인젝터-실린더 체적 (m ³)	인젝터-실린더 도달 시간 (s)	인젝터-실린더 도달 시간 (degree)
0.00585	0.000947	19.78	504.10

- 표 9는 이론 당량비에서의 필요 분사량을 나타낸다.

표 10 당량비에서의 필요 분사량

rpm	cycle → sec	당량비 $\Phi = 1$ 일때 연료량 (kg/cycle)	당량비 $\Phi = 1$ 일때 연료량 (g/cycle)
1200	0.1	4.76E-05	0.0476

- 각 Duration별 분사되는 가솔린의 양을 1회 분사량으로 계산하면 다음과 같다.

표 10 측정 분사량

Duration	가솔린 분사량 (g/cycle)
2500	0.00501
3000	0.00655
6500	0.0186

- IMEP(Indicated Mean Effective Pressure)는 도시(지시)평균유효압력으로, 엔진의 실제 P-V 선도의 면적은 가스가 피스톤에 행한 지시일이다. 이 일로부터 행정부피로 나뉘어서 나온 압력값이 도시평균유효압력이다.
- 펌핑손실은 흡입과 배기행정 동안 일어나는 음의 일을 나타내며 다음과 같이 계산하며 이를 도표에 표시하면 다음과 같다.

$$\text{총 도시평균유효압력} = \text{순 도시평균유효압력} + \text{펌핑평균유효압력}$$

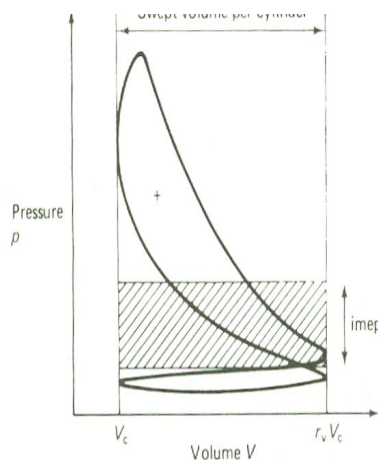


그림 33 실제 P-V 선도

- HRR(Heat Release Rate)는 다음과 같이 측정된다.

$$\frac{dQ}{d\theta} = \frac{\gamma}{\gamma-1} P \frac{dV}{d\theta} + \frac{1}{\gamma-1} V \frac{dP}{d\theta}$$

$$-V = V_c + \frac{\pi B^2}{4} (l+a-S)$$

$$-S = a \cos\theta + \sqrt{l^2 - a^2 (\sin\theta)^2}$$

- γ : 비열비

- 열발생률 식

$$\frac{dQ}{d\theta} = \left[\frac{1.35}{0.35} \left(\frac{P_3 + P_4}{2} \right) \left(\frac{V_4 - V_3}{CA_4 - CA_3} \right) + \frac{1}{0.35} \left(\frac{V_3 + V_4}{2} \right) \left(\frac{P_4 - P_3}{CA_4 - CA_3} \right) \right] / 10000$$

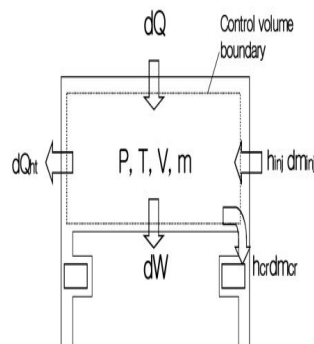


그림 34 열발생률 도식화

다. 시험결과

- 연소실내 압력특성
 - 크랭크각도의 변화에 따른 실린더 내부의 압력변화는 다음과 같다.

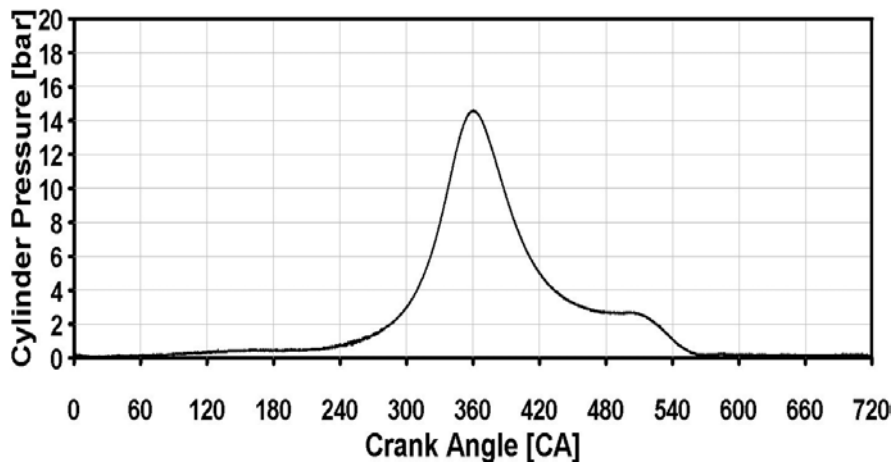


그림 35 크랭크각도 변화에 따른 실린더 내부의 압력변화

- 크랭크각도의 변화에 따라 발생하는 HRR은 다음과 같다.

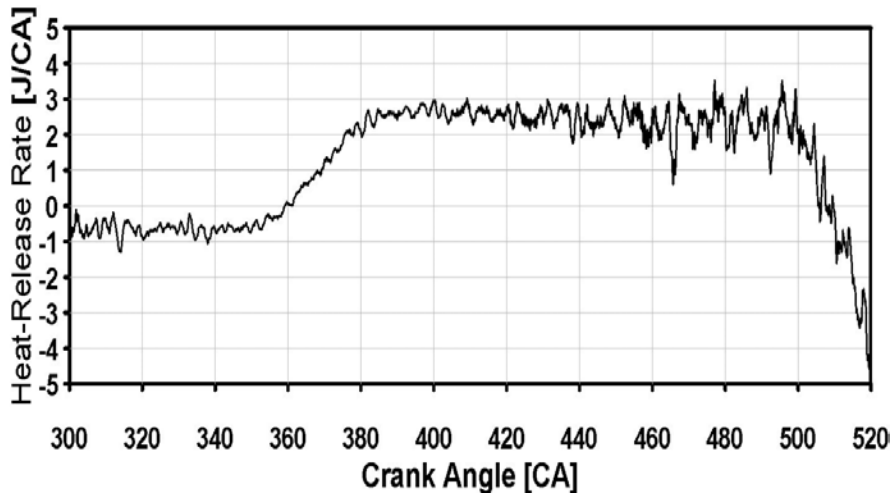


그림 36 크랭크각도 변화에 따른 열발생률

- 엔진 성능평가 곡선

- 엔진시험을 통해 엔진에서 발생하는 토크와 마력에 대한 값을 다음과 같이 나타낸다.

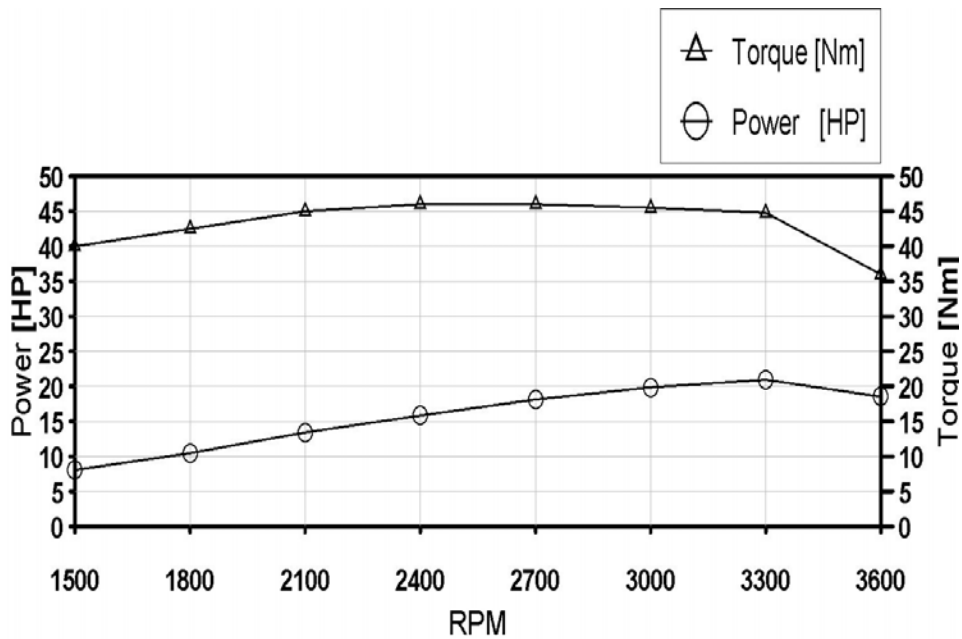


그림 37 엔진회전속도에 따른 출력과 토크

- 엔진의 안전성을 평가하기 위해 일정 RPM이 아닌 각각의 RPM 영역대에서 적절한 출력이 나오는지에 대하여 평가 하였다. 30분간 엔진정격출력의 전부하로 30분간 시험한 결과 안정적인 연소를 보였으며, 최고출력인 23 hp 에 근접한 20,94 hp를 보였다. 따라서 배가드 23 hp 엔진을 이용함에 있어 안정성 및 출력을 보장할 수 있다.
- 하지만, 과업수행 중 업체와의 협의 하에 동력전달장치를 전기 및 모터로 변경하였다.

4. 버켓 타입의 자동채염장치 개발을 위한 모형시험 수행

가. 버켓 모형 제작 및 간이 염전 설치

- 버켓 방식의 자동채염장치 개발을 위하여 버켓 기본형상을 설계하고 이를 이용하여 채염 성능 모형 시험을 수행하였다.
- 기본 성능 테스트를 위하여 가로 1 m, 깊이 60 cm의 버켓 간이 모형을 플라스틱 재질로 제작하였다.
- 모형시험 조건 변화를 위하여 버켓 입구 형상의 변화를 줄 수 있도록 설계 제작하고, 채염 이동 속도의 변화를 주어가며 실험을 수행하였다.
- 실제 염전 사용의 부담을 줄이고 보다 쉽게 반복 실험을 수행하기 위하여 그림 38에서 보는 것과 같이 길이 15 m, 폭 3 m, 높이 0.25 m의 간이염전을 제작하였으며, 모형 시험은 제작된 간이 염전에서 수행되었다.

나. 모형시험 결과

- 약 2m/s 이상의 일정한 속도 이상으로 이동하는 경우, 버켓에 의한 채염 성능이 우수하게 나타났으며, 이보다 낮은 속도에서는 소금이 버켓 안으로 들어오지 못하고 앞으로 밀려서 쌓이는 현상이 나타났다.
- 또한, 버켓 입구 앞쪽에 소금이 천천히 침전되면서 더 이상의 채염을 방해하는 현상이 나타났으며, 이송속도가 낮을 경우, 침전되는 정도가 더 심해지는 것을 확인하였다.
- 이러한 버켓 앞쪽에 소금이 침전되는 문제를 해결하기 위하여 그림 41과 같은 롤러 스크류 형태의 부가 장치를 추가하였으며, 이 경우, 침전된 소금을 버켓 안쪽으로 밀어 넣음으로써 채염 성능이 훨씬 좋아지는 것을 알 수 있었다.

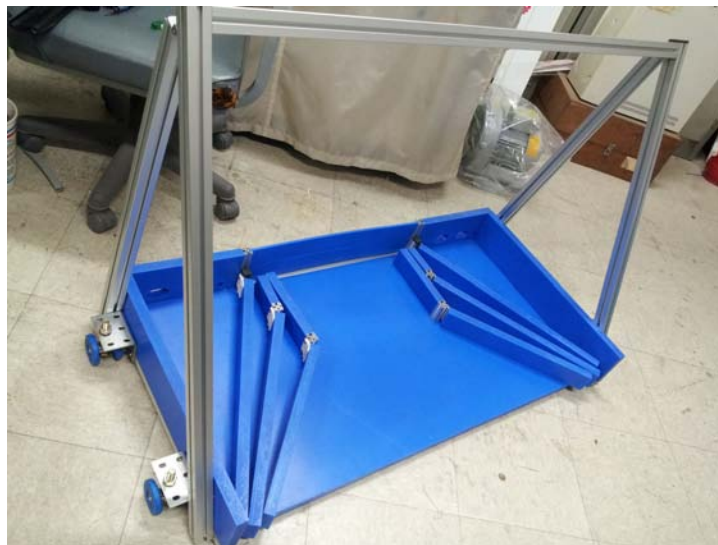


그림 38 버켓 타입 채염장치 개발을 위한 버켓 모형 제작

- 롤러 스크류의 회전속도를 최적으로 조절할 수도 있으나, 구동바퀴의 회전축과 연결함으로써 추가 동력 없이 적용할 수 있을 것으로 보인다.
- 채염장치에 대한 모형 시험을 위해 그림 38과 같은 버킷 모형을 제작하였다. 전방으로의 이동과 동시에 소금이 담길 수 있도록 앞부분이 경사지고 날카롭게 제작되었다. 버킷의 좌우측 벽면 형상에 따른 채염상태를 확인하기 위해 3 종류의 틀을 제작하였다.

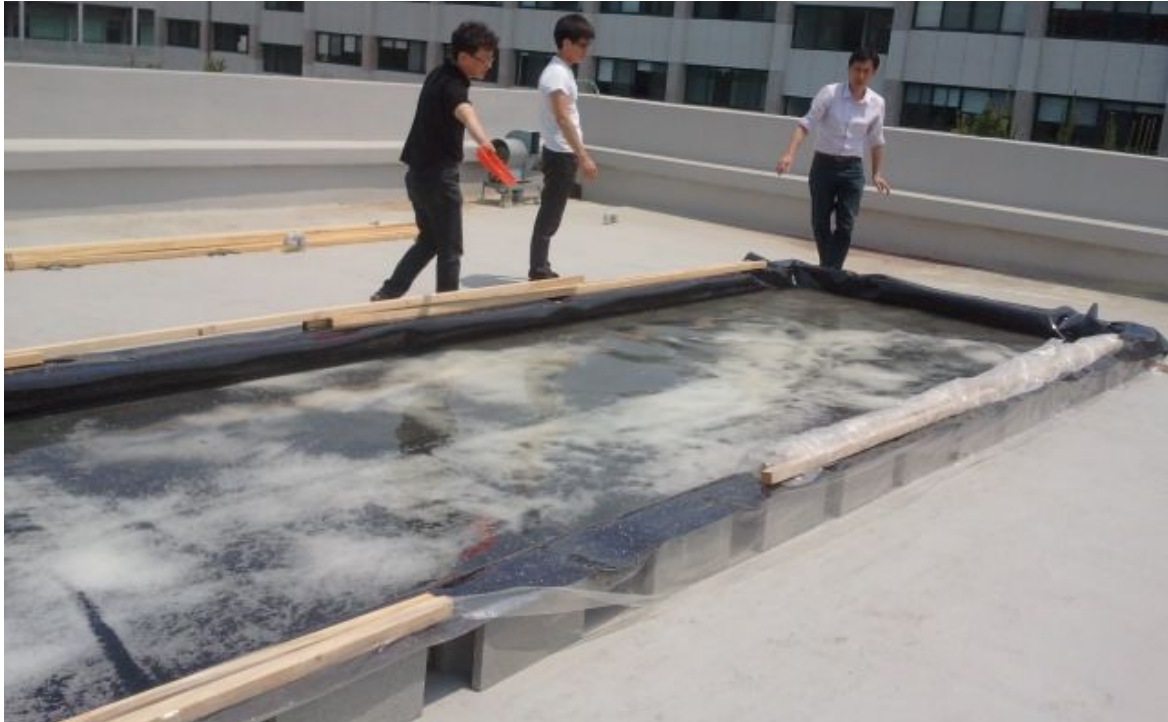


그림 39 채염장치 모형시험을 위한 제작된 간이 염전(3×15×0.25 m)

- 모형을 사용한 채염 시험을 위해 천일염이 생산되는 염전과 유사한 조건으로 간이 염전을 설치하였다.
- 폭 3 m, 길이 15 m로, 높이 0.25 m로 설치되었고 장판형 염전의 특징을 살리기 위해 이와 유사한 재질의 비닐장판을 사용하여 염전을 구성하였다.
- 소금의 분포가 실제 염전의 경우와 최대한 동일한 조건으로 구성하기 위해 천일염 2포대를 골고루 살포한 후, 수위가 약 0.15 m 정도로 물을 채워 넣어서 천일염을 완전히 용해시켰다.
- 화창한 날씨에는 소금물이 증발되도록 간이 염전을 개방하고, 흐리고 비가 오는 경우 덮개비닐을 설치하여 간이 염전 내부로 빗물 또는 이슬이 유입되는 것을 방지하였다.



그림 40 버킷 타입 채염장치 설계를 위한 모형 시험

- 버킷 모형을 사용한 시험 시, 버킷 입구의 양 옆에 가이드를 부착하여 채염에 도움이 되도록 구조변경을 실시하였다. 가이드를 사용하여 간이 시험을 한 결과, 없는 경우에 비해 약 10% 정도 채염량이 향상되었다. 또한, 염전의 바닥에 버킷을 밀착시키기 위한 가이드를 추가로 설치하여 깔끔하게 채염할 수 있도록 디자인을 고안하였다. 하지만, 버킷의 이동속도가 느린 경우, 소금이 버킷 내부로 들어오지 않고 계속 밀려나가는 현상이 발생하였다.



그림 41 버킷 앞쪽의 침전된 소금 이송을 위한 롤러 스크류 형태의 부가장치



그림 42 롤러 스크류 부가장치 적용 수동식
버킷타입 채염장치 간이 모형

- 이러한 문제를 해결하기 위해 버킷 앞쪽에 침전된 소금을 이송시키기 위한 롤러 스크류 형태의 부가장치가 고안되었으며 모형은 그림 41과 같다. 이를 통해 느린 속도로 채염장치가 움직이더라도 효과적으로 소금이 버킷 내부로 이송되게끔 설치하였다.
- 적절한 이동속도와 채염능력을 고려하여 채염지 특성에 맞는 시험이 필요하다.

실험 일정		
날짜	실험내용	비고
2011.09.28	실험장비 구입 벵가드 23마력 V-TWIN 2기통 수평형엔진 Dynamometer	
2011.10.11	실험장치 구성 설계 흡기시스템, 엔진시스템, 배기시스템, 연료공급시스템, 컨트롤시스템, Dynamometer	
2011.10.28	정반 제작 의뢰 커플링 가공 설계 및 가공 의뢰 흡·배기 탱크 및 흡기히터 제작 의뢰 엔진분해 실린더 헤드가공, 흡기필터모듈제거, 카뷰레이터, 가버너— 스톱, 쇼크밸브 제거	
2011.11.15	로터리엔코더 설치 설계	
2011.11.28	엔진 및 모터 고정대 설치	
2011.12.07	흡·배기관 설계 배관 가공 의뢰	
2011.12.26	모터와 인버터 배선 작업	
2012.01.17	흡·배기 탱크 및 흡·배기 배관 설치 모터, 인버터 배선작업 완료 가솔린 인젝터 설치 가공물 설계 인젝터 설치 가공물 제작 의뢰 (일성 ENG)	
2012.02.02	컨트롤 룸 설치 및 구조물 설치	
2012.02.20	가솔린 인젝터 분사량 설치 엔진컨트롤러와 인젝터 드라이버를 이용한 분사기간 정의 비커에 1000 cycle 동안 가솔린 분사 저울을 이용하여 가솔린 분사량 측정	
2012.03.05	배선 및 센서라인구성 컨트롤러 및 데이터 취득 장치 구성	
2012.03.16	엔진 성능평가	
2012.04.11	성능평가 결과 정리	
2012.04.23	버켓 모형 제작	
2012.05.22	간이 염전 설치	
2012.06.18	간이염전에서 모형 버켓을 이용한 실험	
2012.07.10	간이 염전에서 모형버켓의 문제점 대안책	

5. 부식 성능 시험 및 결과 분석

- SUS316은 해수 및 염분에 대한 내공식성 향상을 위해 2~3% Mo를 첨가한 강종으로, 고온에서 우수한 Creep강도를 가지고 비자성을 띤다. 이러한 SUS316에 내입계성을 부여한 강종이 SUS31L이다.

표 13 강종의 조성별 특징

KS(STS) JIS(SUS) 기호	C	Si	Mn	P	화학적분(%)					기타	특 성	용 도
					S	Ni	Cr	Mo				
316	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	10.00 ~14.0 0	16.00 ~18.00	2.00~3.0 0	-	Mo를 첨가하여 내식성, 내산성이 양호하고 고온강도가 크다. SUS 316L은 극저탄소강이므로 용접한 상태에서 내입계내식성을 필요하는 곳에 사용된다.	석유화학공업, 염색공업, 섬유공업, 식품공업에 사용된다.	
316L	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	12.00 ~15.0 0	16.00 ~18.00	2.00~3.0 0	-			

- 시편의 성능테스트를 위해 ASTM G48 Method-A 기준을 적용하였다.

시 험 성 적 서

제 1233-0562-2 호 1페이지 중 1페이지

주 소 : 울산광역시 남구 대학로 93, (울산대학교 산학협동관 608호)

의뢰업체명 : 비 금 나 루

성 명 : 문 홍 일

품 명 : 조립품(SUS316L)

용 도 :

비 고 : 이 시험 성적서는 용도 이외의 사용을 금하며 선전, 소송 및 기타법적
 요건으로는 사용할 수 없습니다.

성 적 :

○ 부식시험(Ferric Chloride Pitting Test)

시 편 구 분	시 험 전 무 게 (g)	시 험 후 무 게 (g)	무 게 감 량 (g)
2	436.0378	420.3305	15.7073

관 련 규 격 : ASTM G48 Method-A 에 의함

시 험 (침적) 시간 : 72시간

시 험 온 도 : 50±1℃

위 내용은 의뢰자가 본원에 제공한 시료에 대하여 시행한 시험결과임.

2 0 1 2 . 0 9 . 1 7 .

한국기계연구원 부설 재료 연구 소



그림 43 부식시험 시험성적표(시험온도 25±1℃)

시 험 성 적 서

제 1233-0562-1 호 1 페이지 중 1 페이지
 주 소 : 울산광역시 남구 대학로 93, (울산대학교 산학협동관 608호)
 의뢰업체명 : 비 금 나 루
 성 명 : 문 홍 일
 품 명 : 조립품(SUS316L)
 용 도 :
 비 고 : 이 시험 성적서는 용도 이외의 사용을 금하며 선전, 소송 및 기타법적
 요건으로는 사용할 수 없습니다.
 성 적 :

○ 부식시험(Ferric Chloride Pitting Test)

시 편 구 분	시 험 전 무 게 (g)	시 험 후 무 게 (g)	무 게 감 량 (g)
1	433.3978	426.7185	6.6793

관 련 규 격 : ASTM G48 Method-A 에 의함
 시 험 (침 적) 시 간 : 72시간
 시 험 온 도 : 25±1℃

위 내용은 의뢰자가 본원에 제공한 시료에 대하여 시행한 시험결과임.

2 0 1 2 . 0 9 . 1 7 .

한국기계연구원 부설 재료 연구 소 장



그림 44 부식시험 시험성적표(시험온도 50±1℃)



그림 45 시험온도 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서의 시편(좌상 : 결합체 / 우상 : 분해 / 하 : 볼트, 너트)

- 그림 45은 시험 온도가 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 일 때 부식시험에 대한 시험성적표이며, 시험 전 무게는 433.3978g 이고 시험 후 무게는 426.7185g 으로 6.6793g(시험 전 대비 약 1.54%)의 무게 감소를 보였다.
- 실험 후 시편의 상태를 보면 테스트면의 표면에 염분이 다소 묻어나있는 것 이외에 외향적인 손상은 거의 없었다.
- 체결부와 체결면에서도 부식에 대한 특이점을 발견할 수 없었고 염분에 의해 하얗게 착색된 것을 확인할 수 있었다.
- 볼트와 너트의 경우 체결면에서 염분에 의한 부식 및 염분이 다소 묻어나있는 것을 확인할 수 있었다. 너트의 경우 시편과 닿는 체결면에서 상대적으로 부식이 심하게 일어난 것을 볼 수 있는데, 좁은 틈새에 보강재 등을 첨가하여 이러한 피해를 최소화할 방안을 찾을 필요가 있다.



그림 46 시험온도 $50\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서의 시편(좌상 : 결합체 / 우상 : 분해 / 하 : 볼트, 너트)

- 그림 46은 시험 온도가 $50\pm 1^{\circ}\text{C}$ 일 때 부식시험에 대한 시험성적표이다. 시험 전 무게는 436.0037g 이고 시험 후 무게는 420.3305g 으로 15.7073g(시험 전 대비 약 3.6%)이 감량되었다. 이를 통해, 염분에 의한 시편의 손상이 온도와 밀접한 관계를 가진다는 것을 확인할 수 있었다.
- 이번 시험에서는 시편의 한 면 전체가 부식에 의한 다수의 흠이 파인 것을 확인할 수 있었다. 시편이 맞닿는 면의 경우 염분에 의한 침착은 있었으나 시편의 손상은 찾아볼 수 없었다.
- 시편을 결합시키는 볼트와 너트의 경우 염분의 침착 및 부식상태가 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 시험결과에 비해 심한 편이었다. 볼트의 나사산 사이에 염분의 침착이 심하게 보였으나 체결기능에는 이상이 없었다.

제 2 절 천일염 자동이송시스템 시제품 설계 및 제작

1. 천일염 자동채염시스템 설계

- 본 과제에서 설계한 천일염 자동채염시스템의 구조의 렌더링은 다음과 같다.

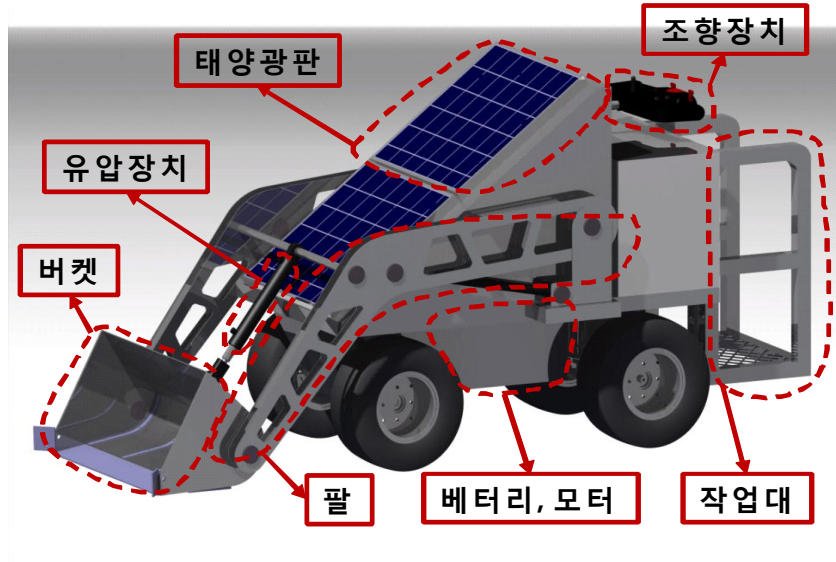


그림 47 천일염 자동채염장치 렌더링

표 14 천일염 자동채염장치 재원

전장	버킷 바닥위치	2600 mm
	버킷 중간높이	2710 mm
전고	버킷 바닥위치	1200 mm
	버킷 최대상승	1720 mm
전폭		1000 mm
축거		930 mm
타이어 지름		430 mm
공차중량		약 300 kg
최대속도		약 10km/hour
버킷 작동각도		122 °
버킷 압 작동각도		59 °
버킷 최대용량		11300 cc
모터출력		800 W
배터리		차량용 12 V × 2 개
태양광판	솔라셀 종류	다결정
	치수	593 × 668 × 35 mm
	최대전압	17.5 V
	최대전류	3.10 A
	개방전압	21.5 V
	단락전류	3.60 A
	무게	5.6 kg

가. 구동부 차체

- 구동부 차체에는 바퀴에 동력을 공급하는 모터, 모터에 전력을 공급하는 배터리, 버킷을 움직이는 유압장치로 구성되어 있다. 모터는 800 W를 사용하고 배터리는 차량용과 같은 12V 배터리를 2개 사용하여 총 24V의 전압으로 사용한다.

나. 조향 장치

- 본 시스템에서는 전륜 구동, 후륜 조향 방식을 채택하였다. 전륜 구동을 채택한 이유는 채염작업 시 장치의 무게배분을 균등하게 하기위해서이다. 후륜 조향방식은 회전반경이 작은 이점이 있기 때문에 염전과 같이 제한된 공간에서 채염장치의 기동성을 확보해줄 수 있다.

다. 버킷 구동부

- 본 채염장치에서는 최대 용량 11300 cc의 버킷 내부에 구멍지름 3Φ, 두께 1T의 그물망을 설치하여 채염 과정에서 불필요한 물기를 빼내는 거름망 역할을 할 수 있도록 설계되었다. 버킷 구동부에는 버킷과 버킷암 사이에 연결하여 버킷을 움직이는 용도의 유압장치와 버킷 암 작동 시 사용되는 유압장치로 구성되어있다. 버킷의 양 끝단에는 소금을 모을 수 있는 기능의 가이드가 설치되어 채염량이 많은 경우 도움이 된다. 버킷 구동부에서 버킷 작동 각도는 122°이고 버킷 암은 59°이다.

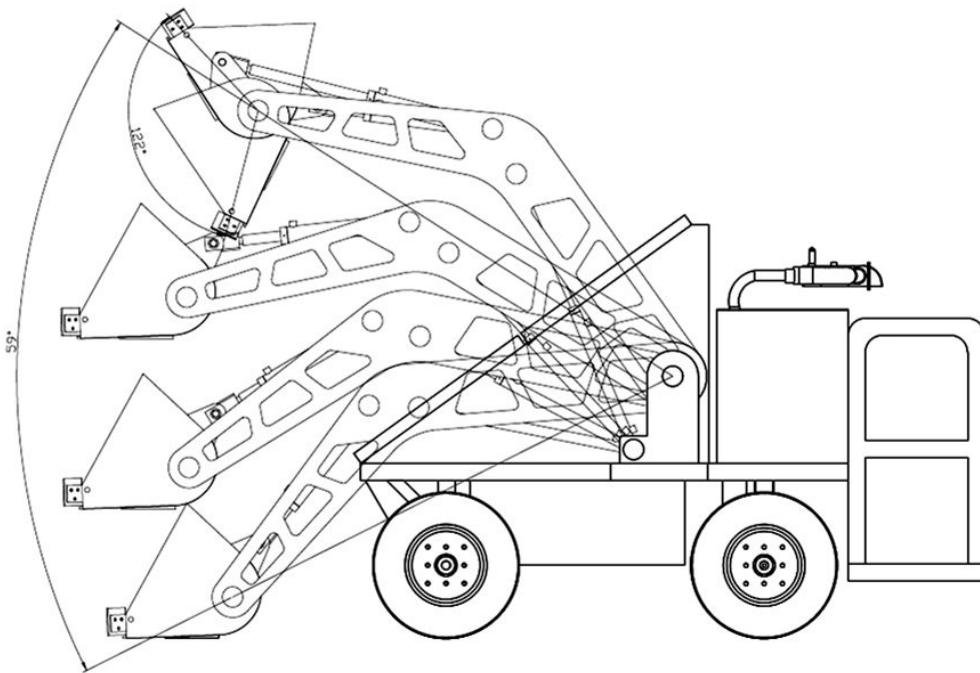


그림 48 버킷 및 버킷 암 작동 범위

라. 태양광판

- 본 채염 장치의 정면부에는 다결정 솔라셀 타입의 태양광판이 설치되어 있다. 이를 통해

채염 작업 중에 장치의 작동시간을 연장하기 위한 배터리의 보조 충전장치로서의 역할을 한다.

마. 작업대 커버

- 본 채염장치의 조향장치 핸들은 3층 구조의 작업대에 고정 설치되어있다. 각 층의 수납공간은 $110 \times 800 \times 375$ mm이고 단순한 수납 장소의 제공 외에 조향장치 핸들을 고정시키는 역할을 수행한다.

2. 시스템 구조강도해석

가. 구조해석 모델링

- 설계된 자동채염시스템의 구조강도해석을 위하여 유한요소해석을 적용하였으며, 다음과 같이 모델링을 수행하였다.
- 구조해석 시 시스템의 구조 강도에 영향을 미치는 프레임 등 구조 부재만을 고려하였으며, 그 외의 부가물 등은 구조적 강도에 기여하지 못하므로 전산해석의 단순화 및 효율성을 위하여 모델링에서 제외하였다.
- 이러한 부가물의 영향은 구조 해석 시 자중에 의한 외부 하중을 적용하는 방법으로 고려하였다.
- 그림 49는 구조 해석 시 고려된 시스템 구조 부재 및 버켓 암등의 형상을 보여주고 있으며, 전체 시스템이 좌우 대칭성을 가지므로 전산해석의 효율성을 위하여 우측 1/2의 형상만 모델링하여 적용하였다.
- 전 프레임의 재질은 SUS-316L이므로 그에 따른 재료 특성값을 적용하였다.
- 채염 작업 시 버켓의 상하운동이 발생하므로, 이에 의한 동적 하중 증가가 있을 수 있으나, 버켓 상하운동 속도가 매우 낮아 가속도가 매우 작기 때문에 이에 따른 동적 하중이 크지 않을 것으로 추정된다.
- 이를 바탕으로 복잡한 동적해석이 아닌 정역학적 구조해석을 수행하였다.
- 또한 최대응력 및 변형이 버켓이 회전중심으로부터 가장 멀리 떨어져 있는 경우에 발생할 것으로 예상되므로, 이러한 조건을 적용하여 모델링을 수행하였다.

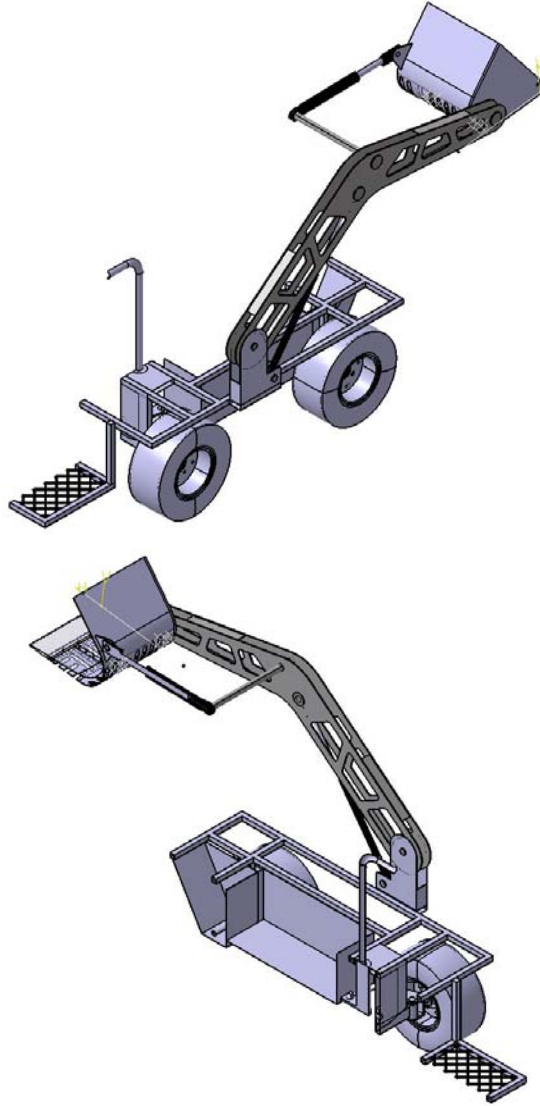


그림 49 자동채염시스템 모델

- 전산해석의 효율성을 위하여 구동 바퀴는 생략하고 전후 차축에 올린 구조만 남긴다.
- 버킷에 뚫은 나사 체결용 구멍에 의하여 해석결과에 오류를 가져올 수 있기 때문에 이러한 해석에 불필요한 구멍은 CAD 작업을 통하여 메웠다.

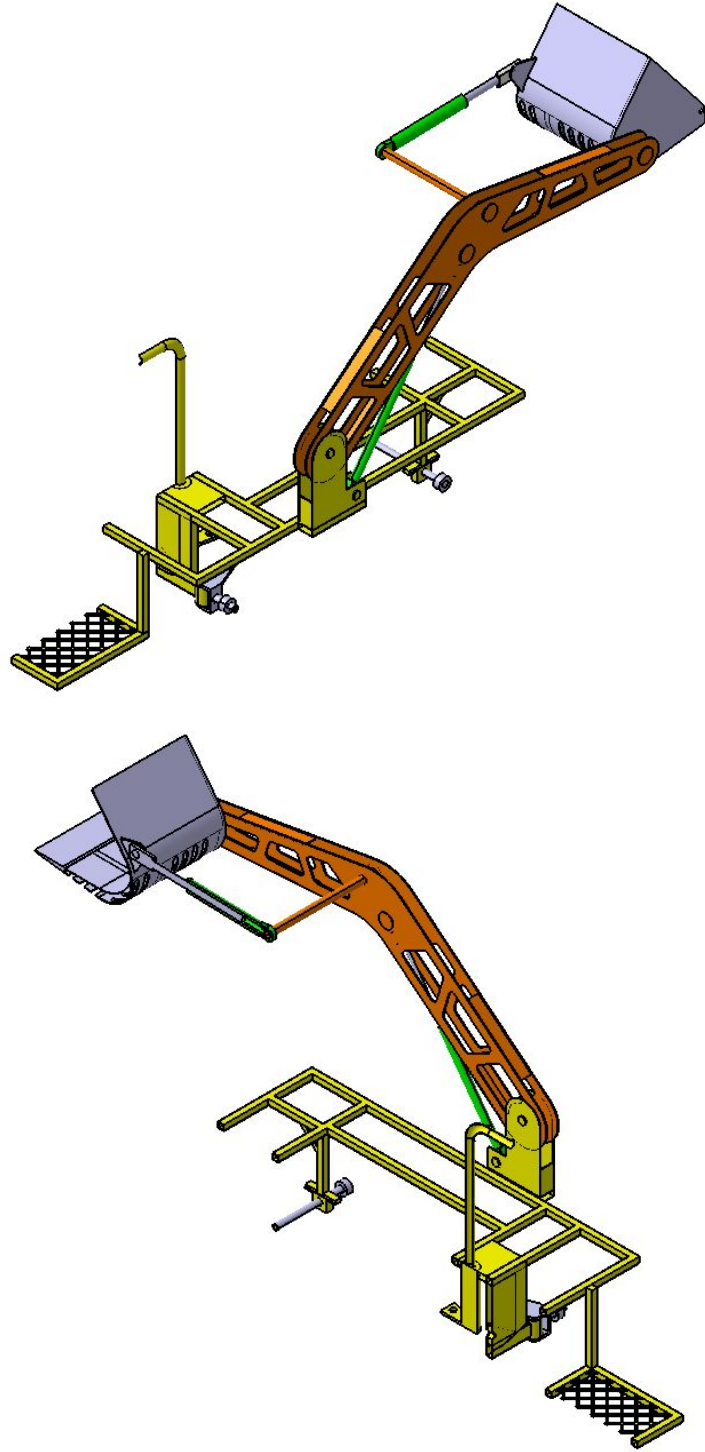


그림 50 유한요소해석용 자동채염시스템 모델

- 유한요소해석용 자동채염장비 모델의 3각투상도는 그림 51과 같다.

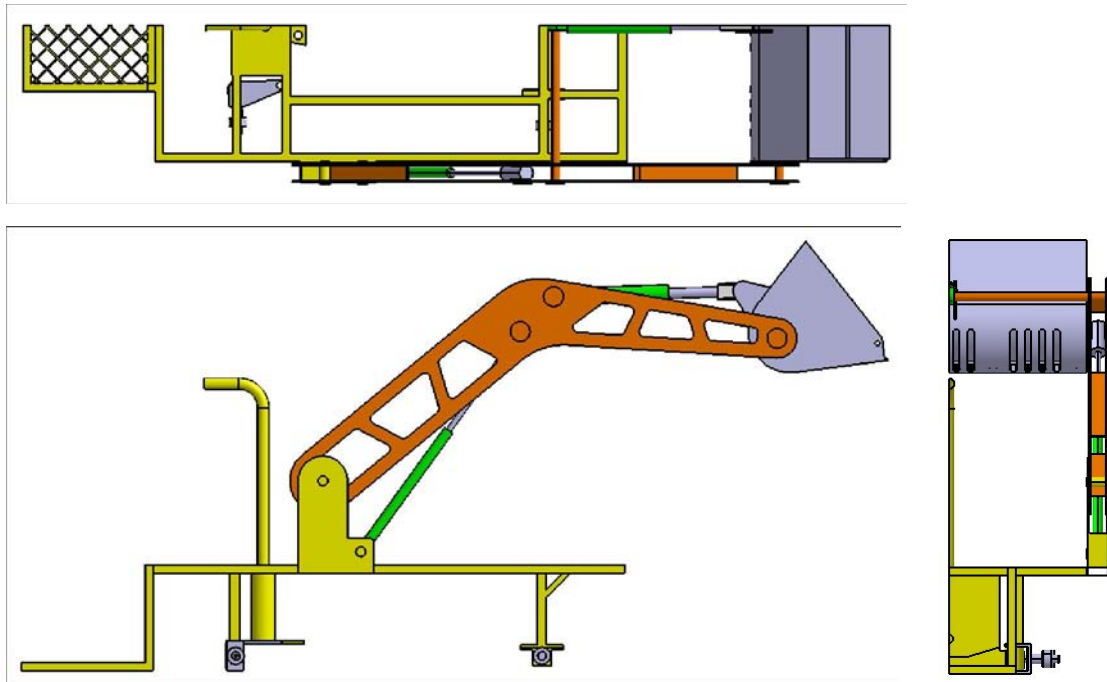


그림 51 면도, 평면도, 측면도

- 모델링에서 그림 52에 ×로 표시된 것과 같은 관절 부위는 실제와 동일하게 힌지조인트로 모델링하였다.

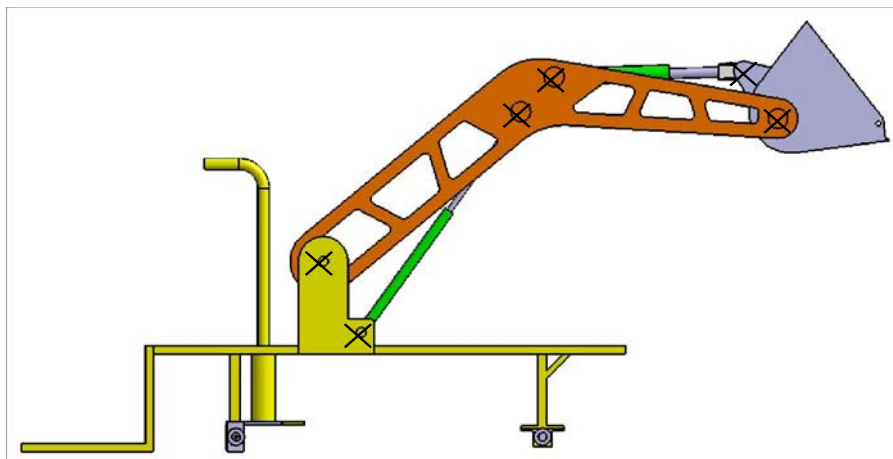


그림 52 힌지조인트

- 설계 시 시스템 탑승 운전자의 몸무게를 60-70kg으로 고려하였으며, 버킷에 담기는 1회 소금 채염량을 약70~80kg 기준으로 설계하였다.
- 이를 바탕으로 그림 53과 같이 자체 무게에 의한 하중 외에 사람의 몸무게에 수직 하중 70 kg과 버킷에 담은 소금의 무게 80 kg의 수직 하중을 외부 하중으로 적용하였으며, 실

제 해석 시 1/2 좌우 대칭 모델을 고려하였으므로 하중도 1/2로 나눠 각각 적용하였다.

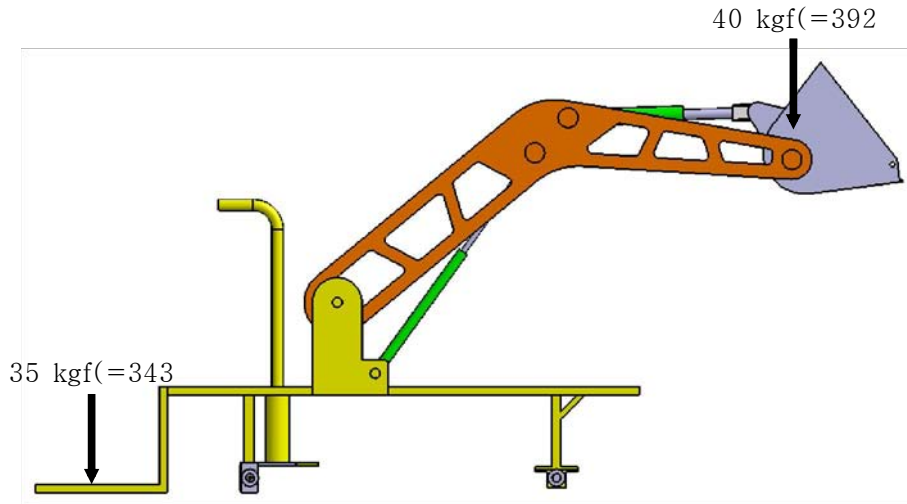


그림 53 작용 외부 하중

- 유한요소해석을 위한 수치격자의 크기는 약 5 mm의 균일한 크기의 사면체 격자를 생성하였으며, 이 때 생성된 수치격자는 그림 54과 같으며, 수치해가 결정되는 격자 절점은 모두 약 31만개이다.

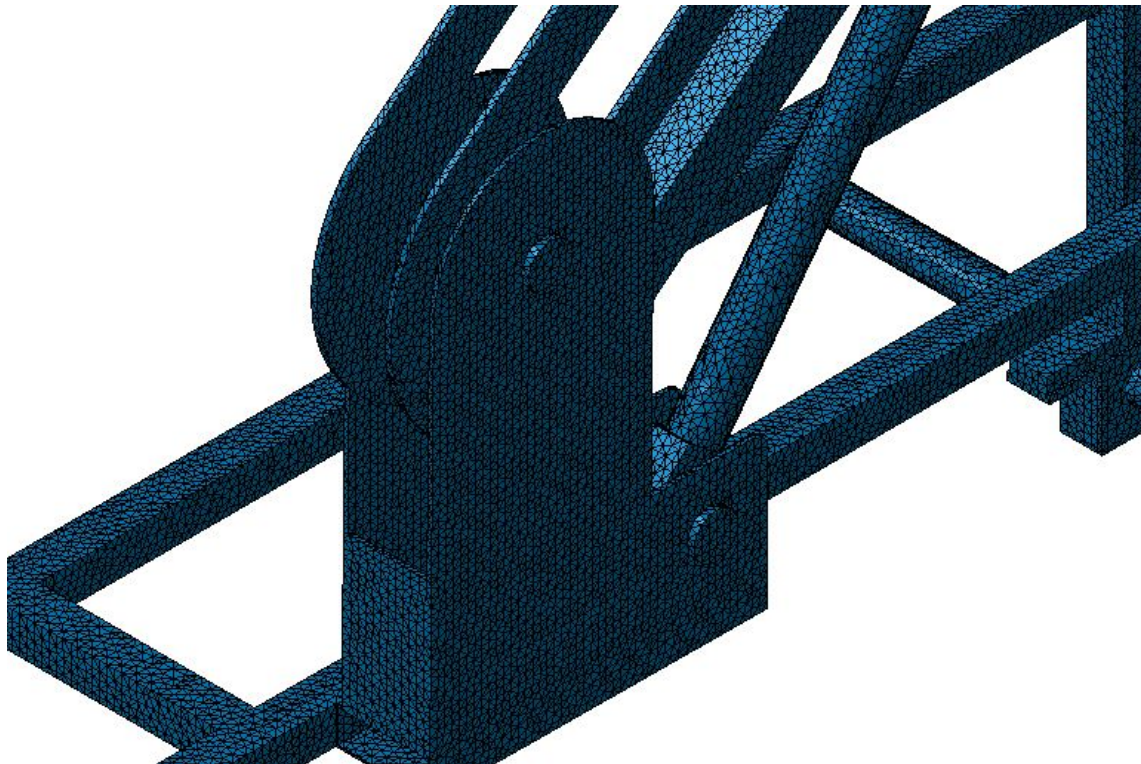


그림 54 유한요소 수치격자

- 구조해석 결과의 항복 또는 파괴조건 판단을 위하여 가장 일반적으로 널리 사용되는 von Mises 응력을 고려하였으며, 응력 분포는 그림 55과 같다.
- 최대 von Mises 응력은 버킷암의 회전축 주위의 종축 방향 구조 부재에 걸리며, 그 밖의 구조 프레임에서는 상대적으로 이에 비해 응력이 낮은 것으로 계산되었다.
- 초기 기본 설계에 의한 버킷암의 회전축 주위의 종축 방향 구조 프레임에 걸리는 최대 von Mises 응력은 296 MPa으로 예측되었다.
- SUS 316의 항복강도 290 MPa 이므로 초기 설계에 의한 구조 프레임에 걸리는 응력이 위험수준 이상인 것을 알 수 있음. 그러므로 버킷암의 회전축이 연결된 종축 방향 구조 프레임의 구조적 강도 보강이 필요한 것으로 판단되었다.

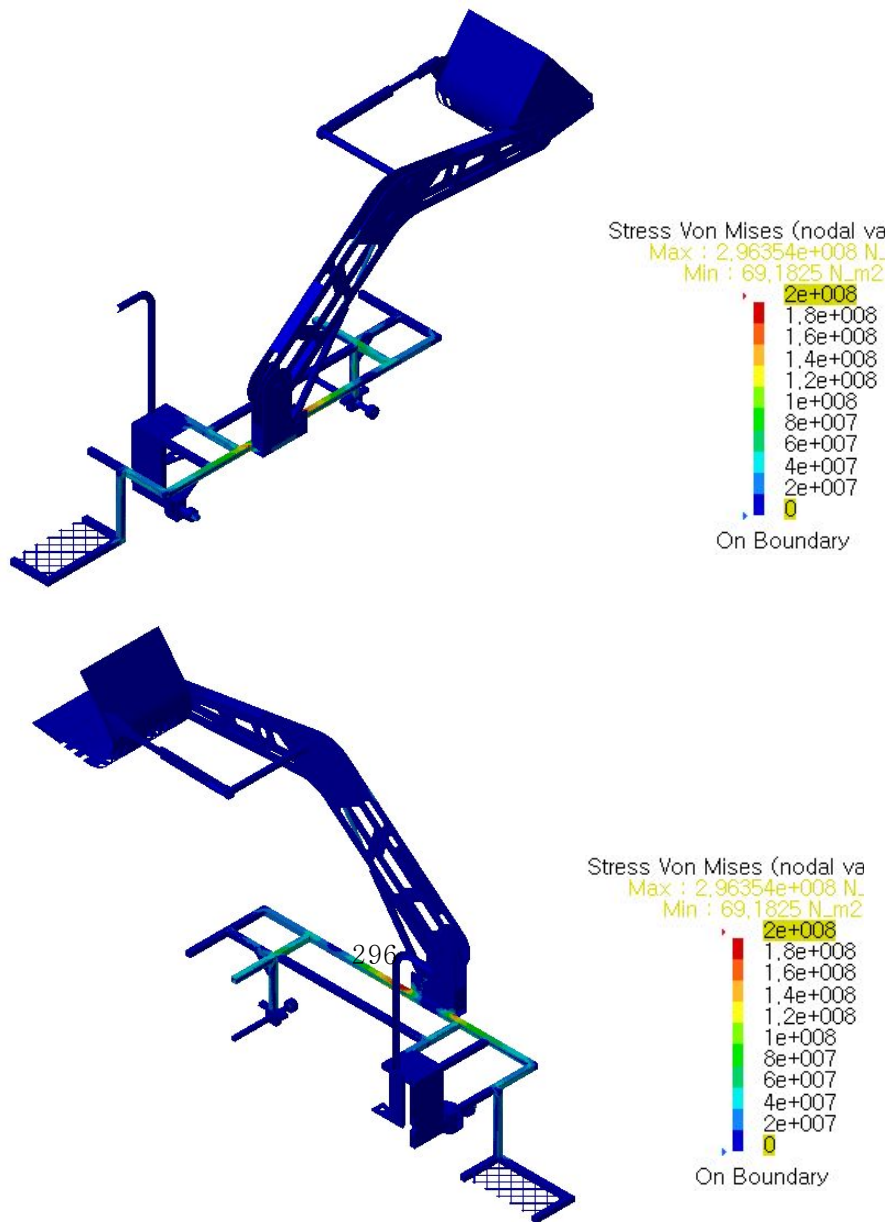


그림 55 von Mises 응력분포

- 아래 그림 56은 수직방향 변위분포를 보여준다.
- 이 때 버켓암의 처짐에 따라 버켓 끝단에서 최대 수직방향 변위(처짐)이 발생하며 변위크기는 22 mm로 예측된다.
- 이러한 22 mm 의 버켓 끝단 변위는 시스템의 요구 정밀도에 비해 큰 문제점이 되지 않을 것으로 예상되며, 버켓암 연결 종축방향 프레임에 걸리는 최대응력이 해결해야 할 가장 중요한 문제점으로 판단된다.

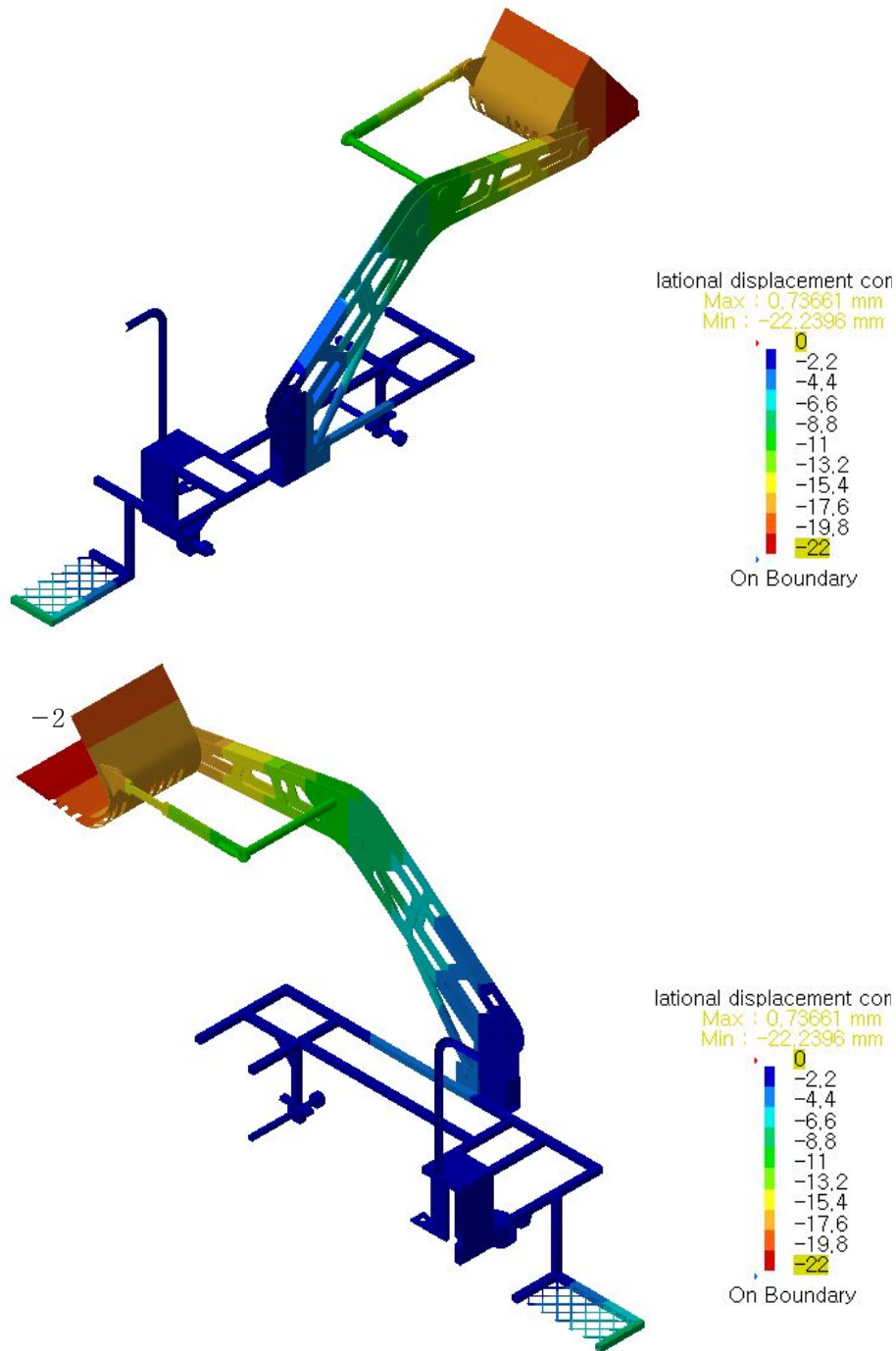


그림 56 수직방향 변위분포

- 구조 보강을 위하여 일반적으로 구조 프레임 사이즈를 키우는 방법, 구조 프레임의 두께를 증가시키는 방법, 또는 최대응력이 걸리는 부분에 보강재를 부착하여 구조적 강도를 보강하는 방법이 있다.
- 본 시스템의 경우, 예상되는 하중에 견딜 수 있는 충분한 구조적 강도를 가져야 함은 물론, 중요 설계 조건으로서 염전에 주는 부하를 최소화하기 위하여 시스템 자체 무게를 최소화해야 하는 제한 조건이 있다.
- 이러한 조건을 바탕으로 차체 무게 증가를 최소화할 수 있는 보강재 부착에 의한 구조 보강방법을 선택한다.
- 다음과 같이 프레임 밑면에 동일한 단면 프레임(단면 외부 25 mm x 25 mm, 두께 1.5 mm, 길이 808 mm)을 붙여 보강하였다.

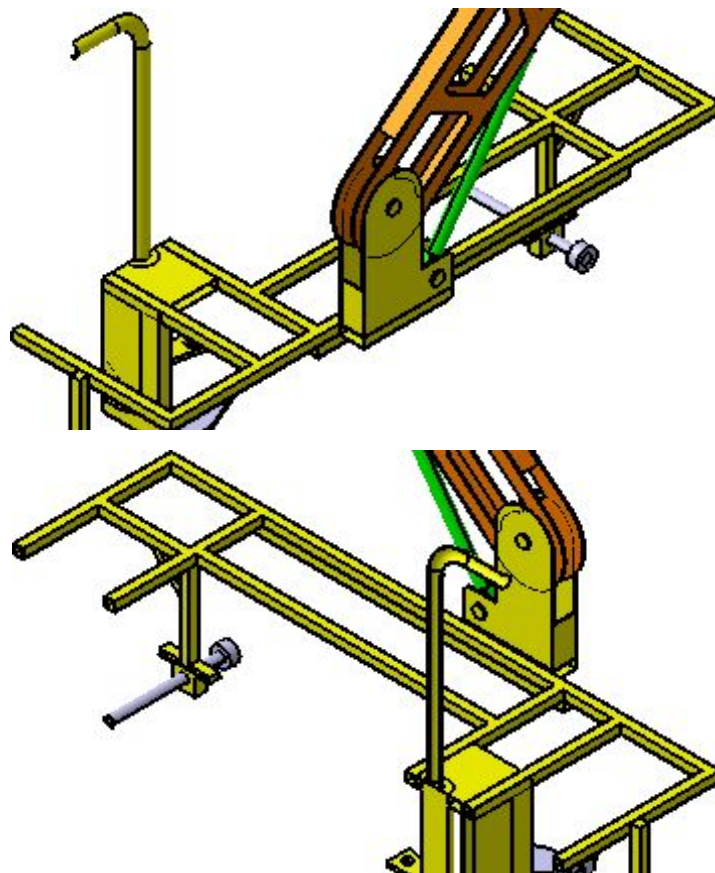


그림 57 보강재 부착을 통한 구조 프레임 보강

- 보강 설계 변경된 시스템에 대하여 유한요소 구조해석을 반복 수행하였다.
- 구조 강도 보강된 시스템의 von Mises 응력분포는 그림 58과 같으며, 이 때 최대 von Mises 응력은 160 MPa로 낮아졌음. 즉, SUS 316의 항복강도 290 MPa의 55% 이하로 감소하였다.

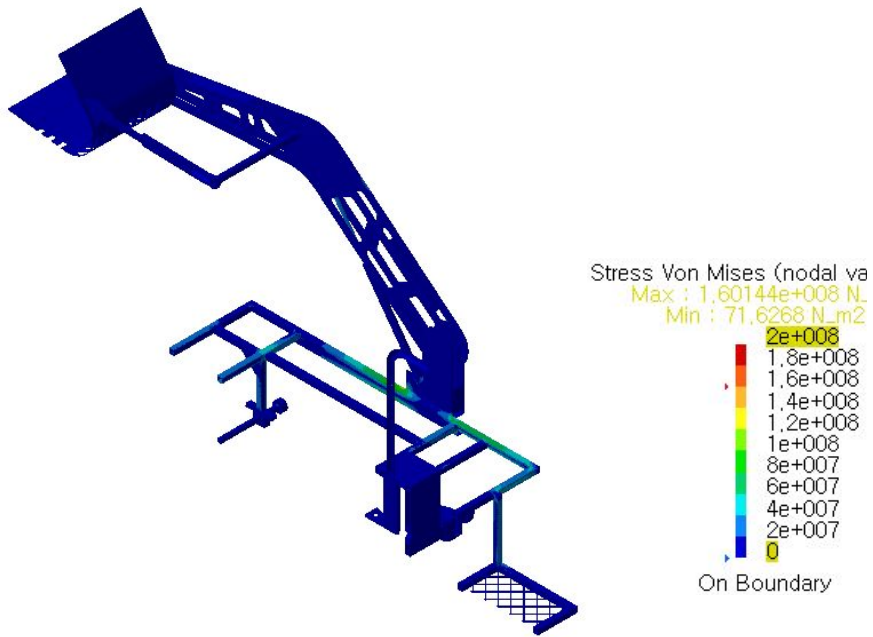
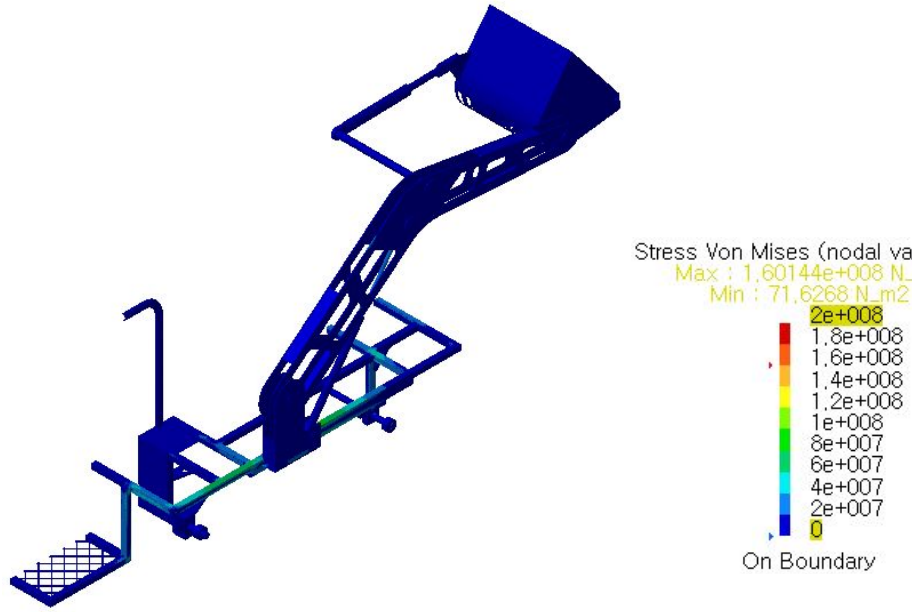


그림 58 von Mises 응력분포

- 이 때 수직방향 변위분포는 그림 59와 같으며, 최대 수직방향 변위는 10 mm이다.

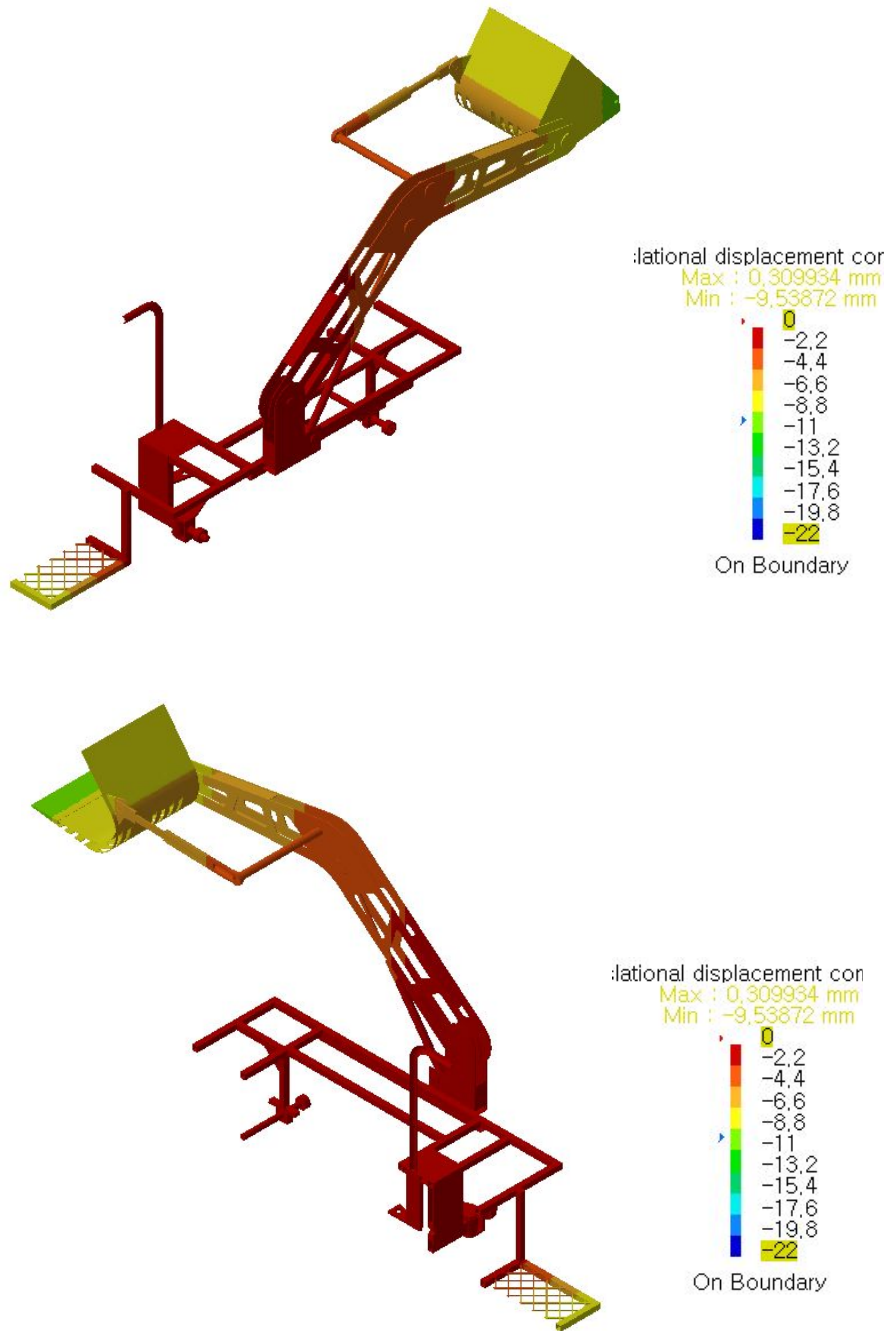


그림 59 수직방향 변위분포

2. 천일염 자동 채염시스템 시제품 제작

- 설계된 시스템 도면을 바탕으로 천일염 자동 채염시스템 시제품을 제작하였다.
- 염분에 의한 급속한 부식 방지를 위하여 프레임 등 모든 부재의 기본 재질은 SUS-316L을 사용하였다.
- 연결 부위 볼트 및 나사 등을 일반 steel 재질을 사용할 경우 염분 부식이 심하고, 특히 이중재질 접촉에 의한 부식 가속이 예상되므로 볼트 및 나사도 SUS-316L 재질로 제작하여 사용하였다.



그림 60 자동 채염시스템 시제품 프레임 제작

- 차체를 구동시킬 때 사용하는 모터는 배터리에 의해 가동한다. 배터리는 일반 차량용으로 사용되는 12 V 배터리 2개를 사용하여 전체 24 V 전력을 공급하도록 설치하였다.



그림 61 자동 채염시스템 버켓부 구동 유압시스템 설치 제작



그림 62 자동 채염시스템 구동부 유압시스템
설치

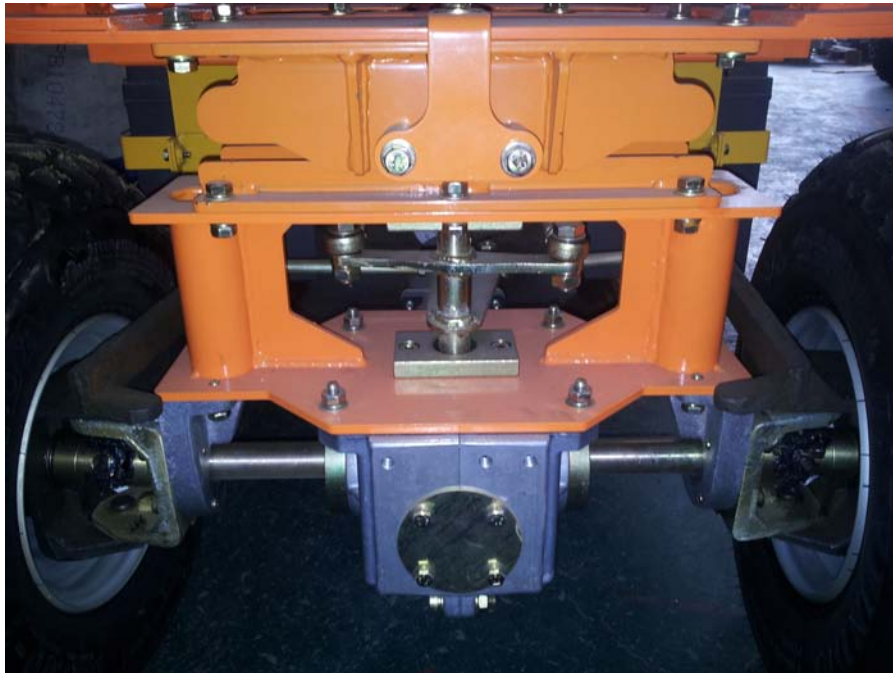


그림 63 자동 채염시스템 조향 장치

- 염전의 특성상, 작업환경이 넓지 않기 때문에 원활한 장치의 사용을 위해서 조향반경이 작아야 할 필요가 있다.
- 이를 위해 그림 63과 같이 후륜조향 방식을 채택하였다.
- 일반적으로 차량의 방향전환을 위해서 사용되는 기술에는 전륜조향과 후륜조향이 있다. 전륜조향의 경우 앞바퀴로 방향전환을 하면서 뒷바퀴의 구동축 중심이 앞바퀴의 궤적을 따라 움직이는 형식이다. 반면, 후륜조향의 경우 뒷바퀴로 방향전환을 하면서 앞바퀴의 구동축 중심을 기점으로 회전하는 형식이다. 이러한 차이에 의해, 후륜조향의 경우 상대적으로 전륜조향에 비해 회전반경이 작다.
- 이와 같은 이점에 의해 좁은 장소에서 구동해야하는 중장비들은 대부분 후륜조향방식을 채택하여 작업효율의 향상을 도모한다.



그림 64 자동 채염시스템 구동 동력부(모터, 차동장치)

- 사람이 탑승한 채염장치로 채염을 실시할 때의 무게배분을 고려하여 전륜구동형식을 채택하여 바퀴와 바닥의 접지력을 향상시켰다. 방향 전환 시, 양쪽 바퀴의 회전수가 달라지기 때문에 방향전환의 용의를 위해 모터에 차동장치를 설치하였다. 이를 통해 채염장치의 방향전환 시 양쪽 바퀴가 독립적으로 회전할 수 있으므로 정확한 방향전환이 가능하다.



그림 65 자동 채염시스템 시제품 프레임부 및 버킷 구동부 제작 완성

3. 천일염 자동이송시스템 설계

- 본 과제에서 설계한 천일염 자동채염시스템의 구조의 렌더링은 다음과 같다.

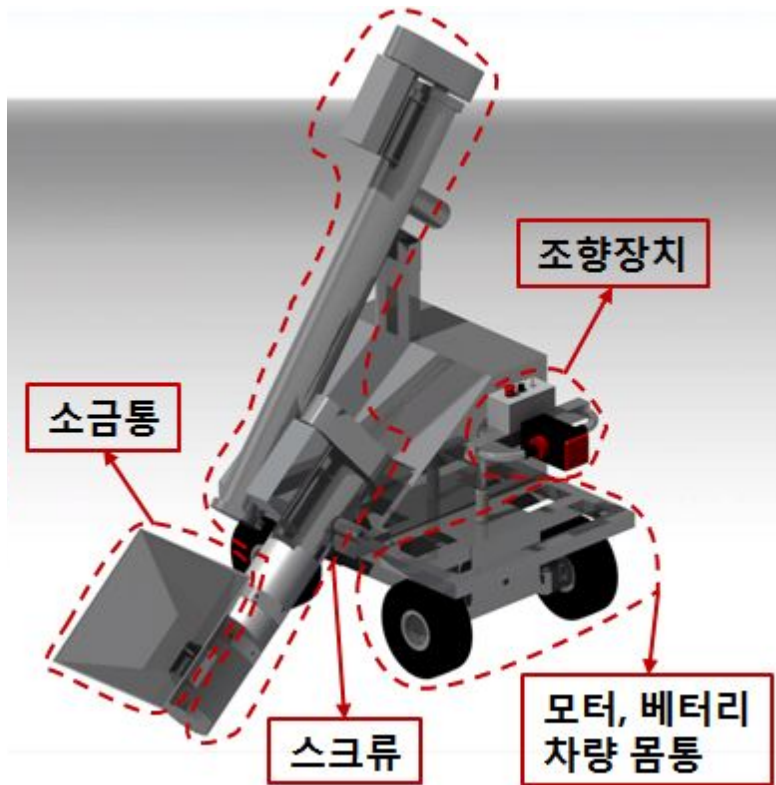


그림 66 천일염 자동이송시스템 렌더링

표 15 천일염 자동이송장치 재원

전장	1080 mm
전고	1800 mm
전폭	780 mm
축거	687 mm
타이어 지름	355.5 mm
공차중량	약 230 kg
최대속도	약 10 km/hour
최대 이송량	약 40 kg/min
모터출력	800 W
배터리	차량용 12 V × 2 개

가. 구동부 차체

- 구동부 차체에는 바퀴에 동력을 공급하는 모터, 모터에 전력을 공급하는 배터리, 버킷을 움직이는 유압장치로 구성되어 있다. 모터는 800 W를 사용하고 배터리는 차량용과 같은 12V 배터리를 2개 사용하여 총 24V의 전압으로 사용한다.

나. 조향 장치

- 본 시스템에서는 전륜 구동, 후륜 조향 방식을 채택하였다. 전륜 구동을 채택한 이유는 채염작업 시 장치의 무게배분을 균등하게 하기위해서이다. 후륜 조향방식은 회전반경이 작은 이점이 있기 때문에 염전과 같이 제한된 공간에서 채염장치의 기동성을 확보해줄 수 있다.

다. 스크류

- 스크류 모터의 속도는 2400~2500 rpm 이고, 출력은 300W 이다. 모터에는 감속기와 풀리 이벤프가 달려있으며, 감속기와 모터의 감속비는 3:1, 풀리에 의한 감속비는 2:1이다. 따라서 스크류에 전달되는 감속비는 6:1이 되며, 소금의 이송 속도는 약 400 rpm 이다.

라. 소금통

- 소금통은 이송되는 소금을 적재하여 스크류로 조금씩 보내 주는 역할을 한다. 소금통의 입구 크기는 506 × 506 mm 이며 스크류로 나가는 출구의 크기는 100 × 120 mm 이다.

마. 작업대 커버

- 본 채염장치의 커버는 바닷바람과 직사광선으로 인한 내구성 저하 문제를 해결하기 위해서이며, 구동부에 대한 작업자의 안전성을 위해 설치되었다. 크기는 781 × 400 mm 이다.

제 3 절 천일염 자동이송시스템 염전현장 시험평가

1. 채염장치 시험 평가

가. 1차 시험 평가



그림 67 자동 채염장치 시제품 시험평가

- 실질적으로 소금을 채염할 버킷과 이동수단이 될 채염 로커를 제작하여 시험 운전을 실시 하였다. 로더의 무게로 인한 염전의 손상을 방지하기 위해 동력원을 엔진에서 배터리로 변경한 결과 염전의 안정성은 확인 하였다. 추가적으로 로더의 구동 속도, 로더 압, 버킷 조향장치의 운전 또한 문제없이 작동함을 확인 하였다. 다음테스트를 위해 추가적으로

구동장치들을 소금기로 인한 부식을 방지하기 위해 커버를 씌우고 천연동력원을 공급할 태양광 판을 설치할 것이다.

나. 2차 시험 평가



그림 68 자동 채염장치 시제품 측면 및 정면

- 1차 시험 평가 후 추가적으로 커버 및 태양광판을 설치하였다. 이번 시험평가의 목적은 태양광판에 의한 배터리 충전, 커버에 의한 부식방지, 추가적인 장치 구성에 따른 간섭 및 문제가 없는지에 대해서 확인하는 것이다.

- 시험 평가 방법은 그림 69와 같이 22 × 18 m 인 결정지내를 제시된 진행방향을 따라 이동속도에 따른 채염량을 측정하였다.

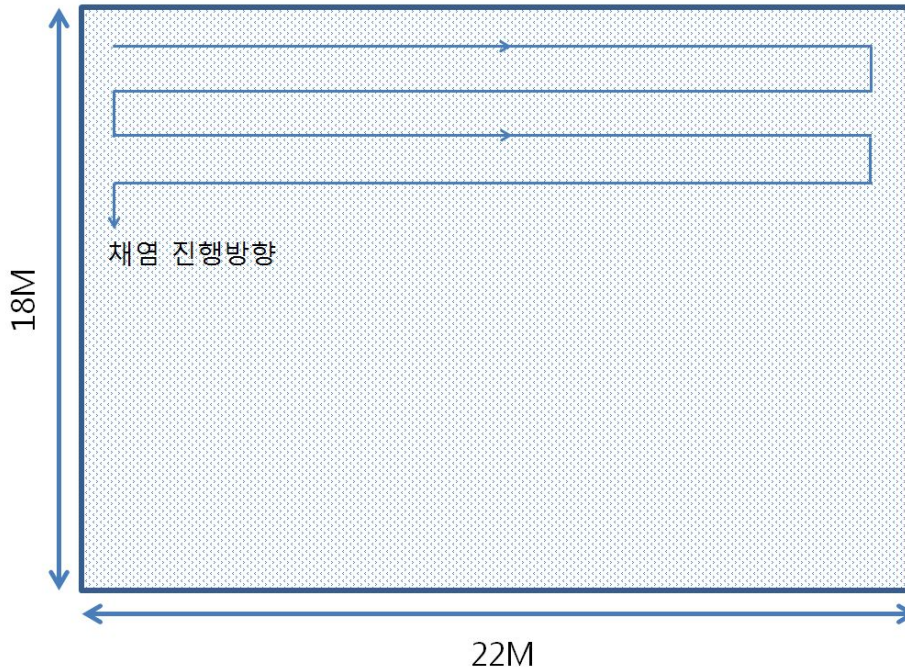


그림 69 결정지에서의 채염 진행 방향 및 방법

표 16 채염장치 시험평가 테스트 결과

실험	이동속도 (m/s)	소요시간 (분)	채염량 (kg)
1	1.5	19	~700
2	2.0	16	~700
3	2.5	13	~700
4	2.0	14	~700

- 채염시스템 이동속도를 1.5m/s로 작동한 경우, 채염버킷부로 소금이 들어오면서 앞쪽으로 밀리는 현상이 지속적으로 있었고, 이 때문에 채염 효율성은 상대적으로 떨어졌다.
- 이동속도가 2.0m/s 인 경우, 가장 안정적인 운전이 가능한 것으로 나타났으며, 채염된 소금을 이송 대차에 적재하는 시간의 비중이 높기 때문에 2.5m/s 이상으로 운행한 경우에 비해 채염 시간이 상대적으로 크게 높지 않았다.
- 모든 경우에 한 결정지의 채염을 완전히 끝내기 위해서는 마지막 단계에서 버킷부에 실리지 못한 채 대차 앞까지 밀고 온 소금을 수작업에 의해 마무리해야 하는 단계가 요구되었다. 그러나, 이러한 소금의 양은 크지 않아 1인의 작업자가 수월하게 남은 소금을 대차에 적재 가능하였다.
- 또한 기존의 하나의 결정지에서 걸리던 채염 및 대차 적재를 위한 투입 작업인력 및 시

간(2인, 평균 30분) 보다 높은 효율(1인, 평균 15분)을 확인하였으며, 시스템의 운영 기술이 익숙해지면 채염 소요시간을 보다 더 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

2. 이송장치 시험 평가

가. 1차 테스트



그림 70 이송장치 시험 평가

표 17 이송장치 시험 평가 결과

실험	회전수 (RPM)	분당 이송량 (kg/min)
1	250	95
2	250	97
3	250	96
4	250	95
5	250	96
6	300	118
7	300	117
8	300	120
9	300	118
10	300	121
11	400	156
12	400	160
13	400	155
14	400	158
15	400	156

- 이송장치의 시험 평가 결과는 위의 그래프와 같으며, 시험 조건은 5분간 연속 작동 후 평균 분당 이송량을 계산하였다.
- RPM에 따라 비례적으로 이송량이 증가함을 알 수 있으며, 400 RPM으로 작동시 시간당 약 9 ton 정도의 천일염 이송 적재가 가능한 것으로 확인되어 목표 이송성능은 무난히 달성할 수 있음을 알 수 있다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발목표의 달성도

제 2 절 관련분야의 기술발전예의 기여도

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 실용화·산업화 계획

- 본 연구개발의 성과물인 천일염 채취 자동화 장치(채염기)는 세계 최초로 개발되는 장치로써, 이를 성공적으로 수행하여 상품화 시 국내의 염전의 소득 기여 등 파급효과가 클 것으로 기대됨
- 제품의 특징
 - 천일염의 채취, 흡입, 토출 및 적재가 가능한 장치
 - 외부동력의 공급 없이 자체 동력원을 통한 전체 시스템 구동이 가능한 장치
- 적용대상
 - 전국 염전 허가면적 중 가동면적 : 3,865ha
 - 염전면적 분포 : 1.5ha~2ha (70%), 2ha 이상 (30%)
 - 채염기 소요예상 대수 : 1,930대 = 3,865ha/2ha (2ha당 1대 소요 예상)
※ 참조 : 대한염업조합 2007년 자료(2007.12월 현재 전국 염전현황)
- 활용방안
 - 시제품 성능평가를 통해 현장 적용형 완성장치를 개발하여 상품화 및 사업화 예정
 - 농기계 정부보조금 지급 및 보급과 같은 혜택과 연계하여 신안군 지역 先보급 후 전국 보급 가속화
 - 해외 동종업계 진출 모색
- 기대성과
 - 생산시간 및 인력 감축 : 단위 염전면적에서 천일염 생산시 이송 및 적재를 위한 소요 시간 및 생산인력 투입 현저한 감축 예상
 - 375m²(25mx15m)의 단위염전 결정지 면적에서 700kg의 천일염 이송 적재를 위해 필요한 Man Hour는 2 Man Hour(2인x1시간)임.
 - 천일염 수송수레(1대당 350kg)을 창고로 운반하는 노동력과 시간 대폭 절감
 - 천일염 포장 시 11인 1조로 1일 20kg 소금포대를 11시간동안 3,500포 정도(121 Man Hours) 작업할 수 있으나 자동화 이송장치 이용시 1일 5인1조로 66 Man-Hours 절감할 수 있음 (1인 일당비: 120,000원 하루 720,000원 절감 예상)
 - 생산비용 절감 : 자동화 이송장치 사용시 염전면적 2ha당 1명 감축에 따라 연간 2천만원 절감
 - 천일염 채취 이송적재 자동화로 인한 국산 천일염 생산량 증대 및 소득증대 기여
 - 고령화 및 인력난 해소
 - 업계의 유희인력 발생 시 인력소요가 있는 유사업종 및 타업종 전환

- 인력난으로 인한 폐염전의 활성화 기대 및 폐염전에 대한 정부 보조금 감소
- 수출에 기여 가능

제 2 절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

제 3 절 특허, 논문 등 지식재산권 확보계획

1. 특허출원 내역

표 18 특허출원 내역

번호	특허 제목	출원 번호	발명자	날짜
1	분체 이송 장치 (Granular-Materials transfer apparatus)	10-2012-0084063	박규열 이상욱	2012.07.31
2	채염용 버킷 (Bucket for accumulating salt)	10-2012-0102135	문홍일 박규열	2012.09.14
3	채염용 로더 (Loader for accumulating salt)	10-2012-0103999	문홍일 박규열	2012.09.19

가. 분체 이송 장치(Granular-Materials transfer apparatus) _ 10-2012-0084063

- 특허목적

- 본 발명은 분체 이송 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 분체의 이송을 보다 원활하게 이루어질 수 있도록 하는 분체 이송 장치에 관한 것이다.
- 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 관 부재를 통한 분체의 이송 중에 분체가 관 부재의 아래로 가라앉아 쌓이고, 이로 인해 관부재가 막히는 것을 방지하며, 불균일한 분체의 입자를 균일하게 하도록 하여 분체의 이송을 향상시킬 수 있는 분체 이송 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

- 구동원리

- 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 분체를 이송시키는 제1이송배관과 제2이송배관의 사이에 장착되어 분체 이송을 향상시키기 위한 분체 이송 장치에 있어서, 구(球) 형상의 걸림부재; 상기 걸림부재가 내부에 구비되는 원형의 몸체; 상기 몸체의 일단에 구비되고, 일단이 상기 제1이송배관의 제1플랜지에 장착되며, 상기 몸체의 내부로 분체를 공급하는 입구관; 상기 몸체의 타단에 구비되고, 일단이 상기 제2이송배관의 제2플랜지에 장착되며, 상기 몸체 내부의 분체를 상기 제2이송배관으로 배출하는 출구관; 및 상기 몸체의 내부에 구비되는 상기 걸림부재를 고정하며, 상기 걸림부재와 상기 몸체의 내측면과의 이격거리를 조절하는 이격거리조절수단을 포함하는 분체 이송

장치를 제공한다.

• 발생효과

- 본 발명에 따른 분체 이송 장치는 다음과 같은 효과를 가진다.
- 첫째, 몸체의 일측에 구비되는 입구관의 둘레면에 외부의 공기를 유입하는 외부공기 유입홀이 형성됨으로써, 외부공기 유입홀을 통해 유입되는 외부공기를 이용하여 분체가 이송배관의 바닥면에 가라앉는 것을 방지할 수 있고, 그로 인하여 이송배관이 분체에 의해 막히는 것을 방지할 수 있으며, 이송배관의 바닥면에 쌓인 분체를 제거하기 위한 분체 제거수단을 설치하지 않음으로 인하여 비용을 절감할 수 있다.
- 둘째, 몸체의 내부에 구(球)형상의 걸림부재가 구비되어 걸림부재와 몸체의 내측면 사이에 분체가 이동하는 유로를 형성하며, 분체가 유로를 통과하면서 불균일한 입자가 균일해져 분체의 이송을 향상시킬 수 있다.

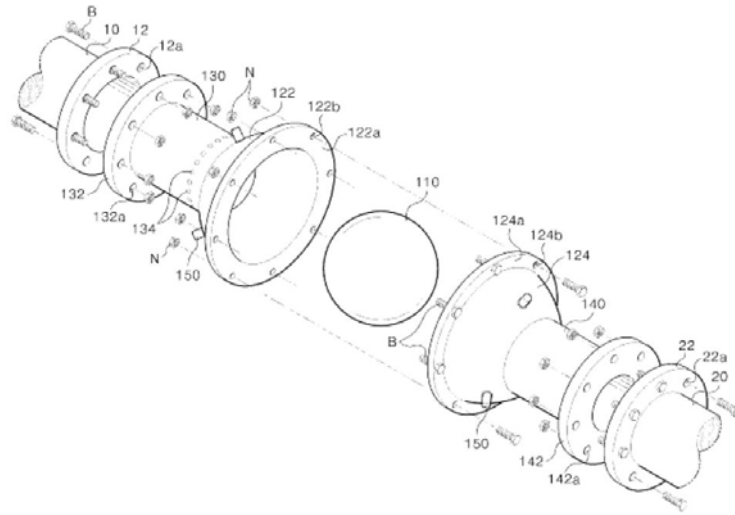


그림 71 분체이송장치 결합 전

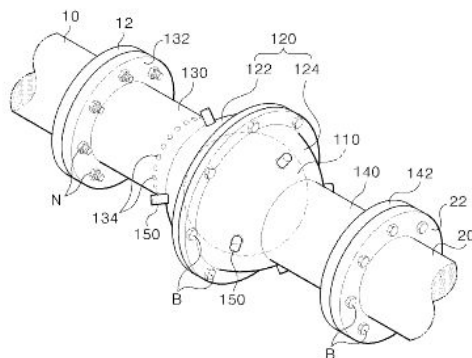


그림 72 분체이송장치 결합 후

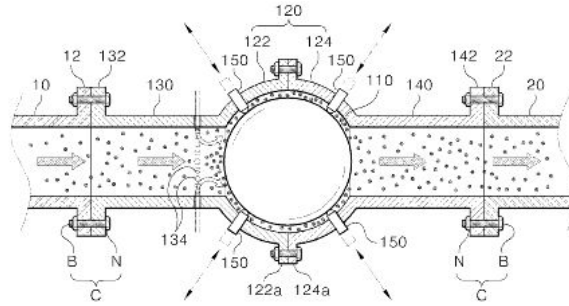


그림 73 분체이송장치 구동 형상

나. 채염용 버킷(Bucket for accumulating salt) _ 10-2010-006639-8

• 특허목적

- 본 발명은 천일염의 채염 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 천일염전의 결정지에서 적은 인력으로 소금을 보다 쉽고 빠르게 간수와 분리하여 수집할 수 있어 염전지의 작업과정을 단축하고, 최소한의 장비로 대규모의 염전에서 작업 가능하여 작업 효율을 증가시키는 채염용 버킷에 관한 것이다.
- 본 발명은 상기 문제점을 해결하고자 창출한 것으로서, 인력으로 전부 작업할 수 없는 대규모의 염전에서 작업자가 채염 버킷에 로더나 엔진이 구비된 동력원을 장착하고 채염작업을 수행하게 함으로써, 신속하게 채염을 할 수 있고, 간수와 소금의 일차적인 분리를 할 수 있어 창고에서의 자연건조 기간을 단축할 수 있으며, 더불어 작업자의 피로도를 감소시켜 작업의 효율을 높여서 채염지 근로 환경을 개선하는데 그 목적이 있다.

• 구동원리 및 효과

- 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 천일염전 결정지의 소금을 모아 채집하는 채염(採鹽)용 버킷에 있어서, 전면이 개방되며 하측면과 후측면에 간수의 배출홀이 형성되고, 내부에 결정지의 소금을 저장하는 내부공간이 형성되는 버킷 몸체; 상기 내부공간의 하측면에 서로 이격배치된 복수의 고정부; 상기 고정부에 안착하여 소금과 간수를 분리시키는 선별망(Mesh)을 포함하는 채염용 버킷(Bucket)이 제공된다.
- 여기서 상기 버킷 몸체의 배출홀은 하측면에 횡방향의 하부배출홀이 형성되고, 후측면에 종방향의 후방배출홀이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- 또한 상기 고정부는 상기 선별망을 교체가능하도록 볼트로 체결하여 고정시킬 수 있다.
- 한편 상기 채염 버킷은 상기 버킷 몸체의 하부 좌,우단에서 연장되고, 외측으로 굴곡된 받침편을 더 포함할 수 있다.

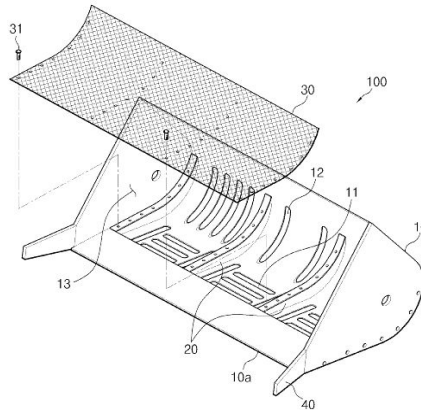


그림 74 그물망 버킷 결합 전

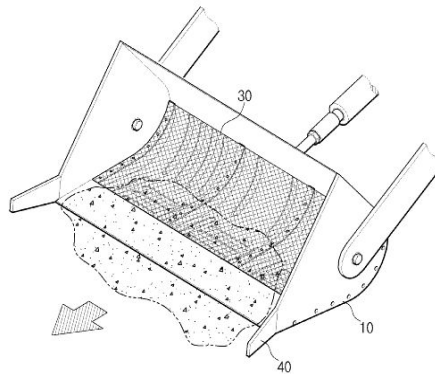


그림 75 그물망 버킷 결합 후

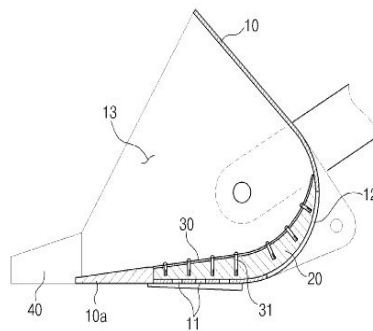


그림 76 그물망 버킷 결합 후
측면

다. 채염용 로더(Loader for accumulating salt) _ 10-2012-0103999

• 특허목적

- 본 발명은 천일염의 채염(採鹽) 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 천일염전의 결정지에서 적은 인력으로 소금을 보다 쉽고 빠르게 간수와 분리하여 수집할 수 있어 염전의 작업과정을 단축하고, 최소한의 장비로 대규모의 염전에서 작업 가능하여 작업

효율을 증가시키는 채염용 로더에 관한 것이다.

- 본 발명은 상기 문제점을 해결하고자 창출한 것으로서, 인력으로 전부 작업할 수 없는 대규모의 염전에서 신속하게 채염작업을 수행함과 동시에 간수와 소금의 일차적인 분리를 할 수 있어 창고에서의 자연 건조 시간을 단축할 수 있는 채염장치를 제공하고, 더불어 작업자의 피로도를 감소시켜 작업의 효율을 높여서 채염지 근로 환경을 개선하는데 그 목적이 있다.
- 구동원리 및 효과
 - 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 천일염전 결정지의 소금을 모아 채집하는 채염(採鹽)용 로더(Loader)에 있어서, 저면에 바퀴가 구비되어 전후진과 방향전환이 가능한 구동부 상기 구동부의 상면에 위치되며, 전방에 운전실을 구비하는 하부 프레임 상기 하부 프레임에서 연결되어 전방으로 연장되는 복수의 로더몸 상기 로더몸의 전방 끝단에 회동가능하게 부착되고, 전면이 개방되며 하측면과 후측면에 간수의 배출홀이 형성되고, 내부에 결정지의 소금을 저장하는 내부공간이 형성되는 버킷 몸체 상기 버킷 몸체의 후측면에서 연장되어 형성된 고정 브라켓 상기 고정 브라켓에 일단이 연결되고 타단이 상기 하부 프레임에 지지고정된 유압장치부를 포함하는 채염용 로더가 제공된다.
 - 상기 버킷 몸체의 내부 공간 하측면에는 서로 이격배치된 복수의 고정부와 상기 고정부에 안착하여 소금과 간수를 분리시키는 선별망(Mesh)을 더 포함할 수 있다.

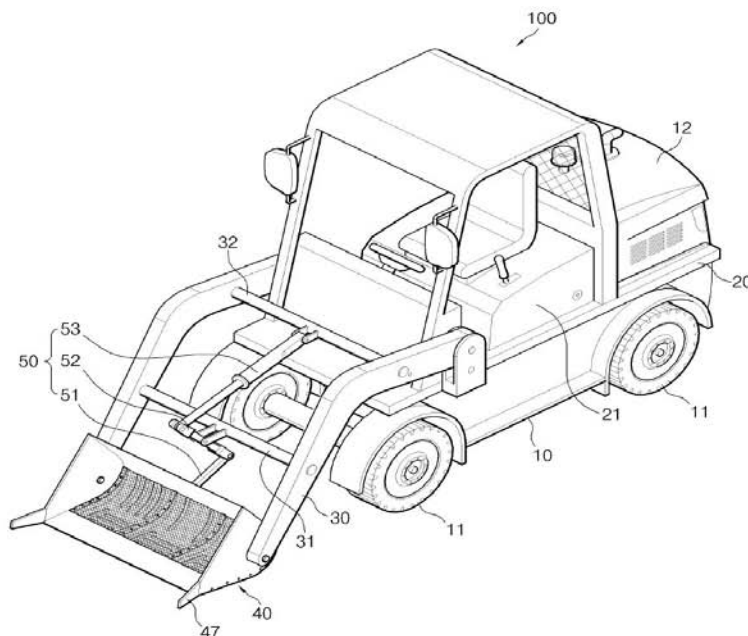


그림 77 채염용 로더의 정면 뷰 및 측면부

2. 논문투고 내역

표 19 논문투고 내역

번호	저자	논문제목	저널이름
1	정재훈, 임옥택, 전중엽, 이상욱, 표영덕, 이영재, 서호철, 박영진	직접분사식 압축착화엔진에서 Diesel-DME 혼합연료의 연소 및 배기특성에 관한 연구	KSAE
2	정재훈, 임옥택, 표영덕, 이영재	엔진회전속도에 따른 DME PCCI 엔진의 연소 및 배기특성에 관한 연구	한국 수소 및 신에너지 학회

가. 직접분사식 압축착화엔진에서 Diesel-DME 혼합연료의 연소 및 배기특성에 관한 연구

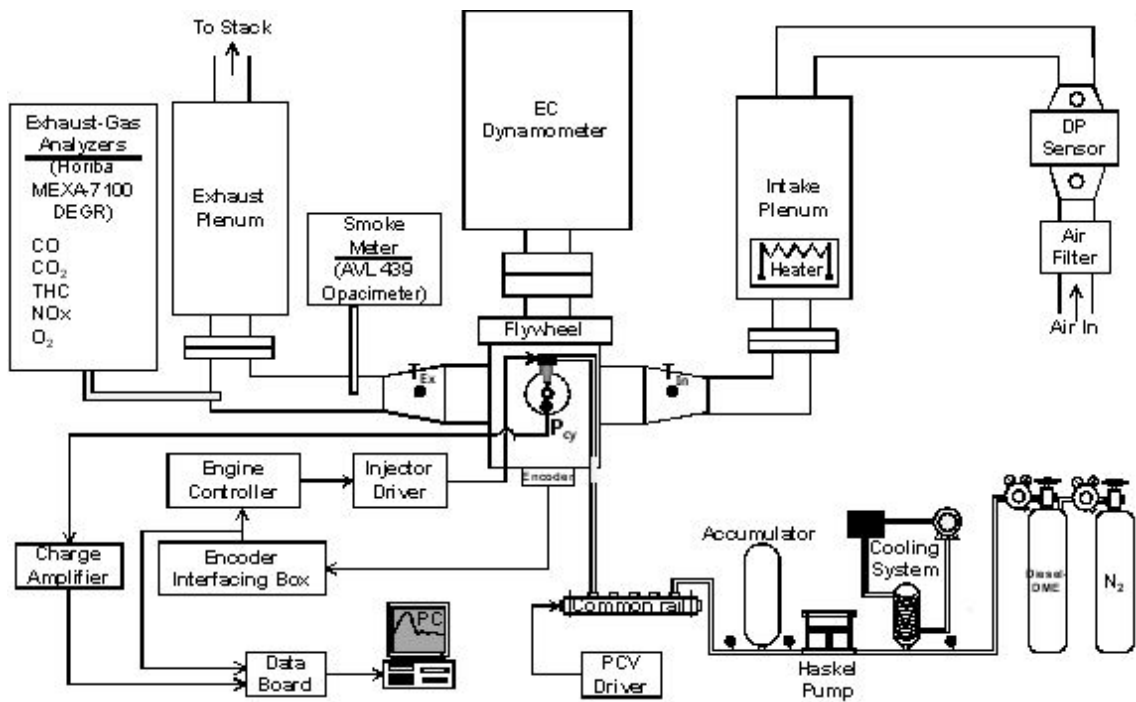


그림 78 엔진 성능평가 구성도

• 요약문

- 본 연구에 사용된 엔진은 커먼레일 분사시스템을 장착한 단기통 직접분사식 압축착화엔진이다. 배기량은 498 cc, 기본 압축비는 19.5:1 이며, 자세한 엔진의 제원은 Table 1에 나타내었다. 실험용 단기통 엔진은 ECU가 없기 때문에 엔진의 제어를 위해서 제어장치를 구성해야 한다. 크랭크축에 장착된 로터리 엔코더(Autonics; E40S)로부터 나온 크랭크 각도 신호는 엔코더 인터페이스박스(Zenobalti Co.; ZB-100)와 엔진 컨트롤러 (Zenobalti Co.; ZB-8035)를 통해 인젝터 드라이버(TEMS; TDA-3300)로 전달되어 분사기간 및 횟수

를 조절한다. 커먼레일압력은 PCV 드라이버(Zenobalti Co.; ZB-1100)를 사용해 압력을 제어한다.

표 20 엔진 사양

Engine type	Water-cooled 4 cycle diesel	
Number of cylinder	1	
Bore×Stroke	83×92 mm	
Displacement	498 cc	
Number of valves	2 intake, 2 exhaust	
Compression ratio	19.5	
Valve timing	Intake	8 °CA bTDC / 44 °CA aBDC
	Exhaust	54.6 °CA bTDC / 7.4 °CA aTDC
Fuel system	Common rail	
Injection type	Direct injection	
Nozzle holes	7 holes	
Nozzle hole diameter	0.141 mm	

• 연소 성능 평가 방법

표 21 운전 조건

Engine speed	1200 rpm
Injection pressure	700 bar
Injection timing	340~365 °CA
Input calories	972.2 J/cycle
Intake pressure	N/A
Intake temperature	25 ± 2 °C
Coolant temperature	80 ± 1 °C

- 본 연구에서 사용한 실험연료는 표 과 같이 4종류의 연료(Diesel, DME, DiDm 95, DiDm 90)를 실험하였다. 혼합연료인 DiDm은 다음과 같이 정의하였다.

표 22 연료 혼합 비율

Neat fuels	DiDm 100	Diesel
	DiDm 0	DME
Blended fuels	DiDm 95	Diesel(95%) - DME(05%)
	DiDm 90	Diesel(90%) - DME(10%)

$$DiDm(\%) = \frac{Diesel(kg)}{Diesel(kg) + DME(kg)} \times 100$$

- DME와 디젤연료의 혼합은 질량비를 적용하여 혼합하였다. DME 및 디젤연료의 혼합방

법은 가압용 LPG 봄베를 이용하였다. 우선, 디젤을 봄베에 넣어준 뒤 봄베를 6 bar 이상 가압한다. 그리고 가압된 봄베에 액화된 DME 연료를 넣어준다. DME와 디젤 연료는 서로 다른 연료 특성으로 인해 디젤 연료는 아래에 깔리고 액화된 DME 연료가 그 위에 위치하여 층 분리가 일어난다. 그러나 5~6시간 후면 일어난 층 분리가 특별한 휘저음 없이도 서서히 균질하게 혼합되어지는 것을 확인 할 수 있다. 연료를 봄베에 투입하기 전, quartz가 장착된 가압용 챔버를 이용하여 위와 같은 현상을 확인하였다.

- 엔진 실험은 자연흡기 조건에서 냉각수와 흡기온도를 각각 25 ± 2 , 80 ± 1 °C로 일정하게 유지시켜 실험하였으며 운전조건은 Table 4와 같다. 엔진속도는 1200 rpm으로 설정하였고, 분사압력은 커먼레일 연료분사시스템을 사용하여 700 bar에서 실험하였다. 연료량은 각 연료마다 발열량이 다르기 때문에 동일한 투입열량을 맞추어 972.2 J/cycle만큼 실린더 내 분사였다. 분사시점은 5°CA씩 지각시켜 340~365°CA 범위에서 실험하였다.
- 특히, DME의 분사된 연료량을 측정하기 위해 가압챔버에 1000 cycle를 분사하여 분사량을 확인하였다. 앞서 설명하였듯이 DME 연료의 낮은 기화점 때문에 액화상태로 측정하기 힘들다. 이를 위해서는 가압챔버에 N₂를 motoring시, 본 엔진의 실린더 내 최고압인 40 bar로 가압하여 분사된 연료를 액상으로 유지시켰다.

• 연소 성능 평가 결과

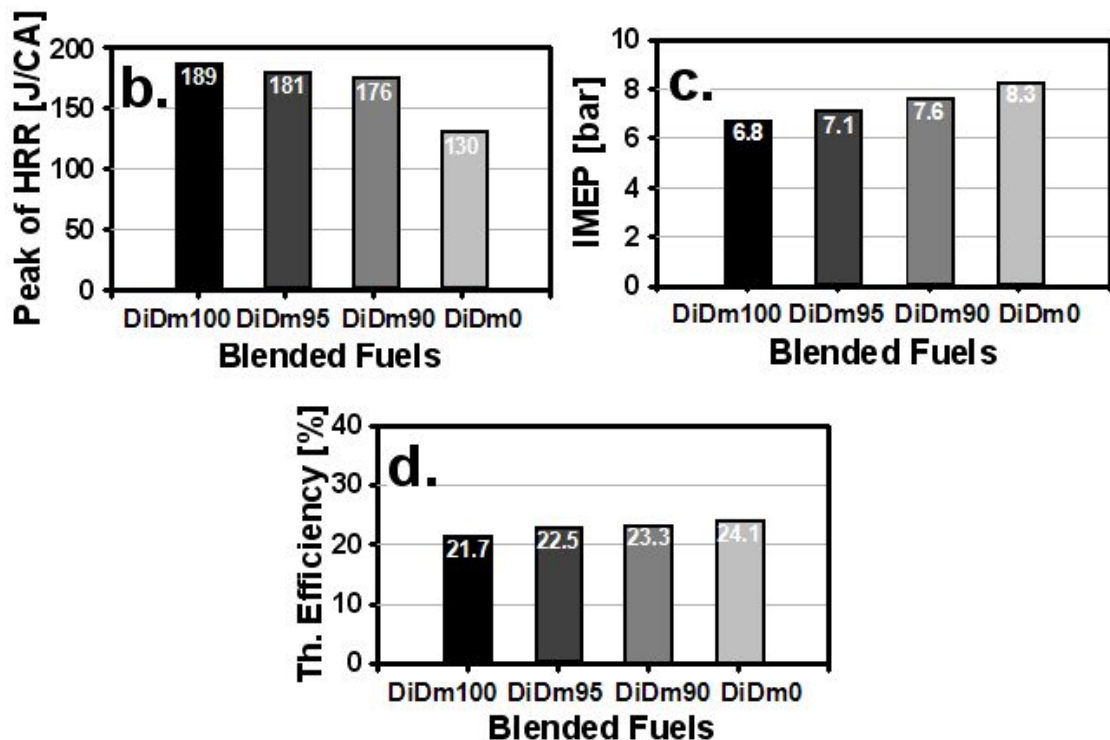


그림 79 연소 특성(위에서부터, HRR(열발생률) / IMEP / 열효율)

- 디젤 연료에 DME 연료가 증가할수록 착화지연은 디젤 연료보다 길어지며, 최고 열 발생률

은 감소한다.

- IMEP 및 열 효율은 디젤연료에 DME연료 비율이 많아질수록 증가한다. 이는 길어진 착화지연으로 인해 TDC이전에 일어났었던 압축행정에서의 음의 일이 TDC에 가까워짐으로써 양의 일로 전환되면서 IMEP 및 열효율이 증가하였다.
- 디젤연료와 비교하였을 때, 혼합연료의 THC와 CO는 DME연료 비율이 증가할수록 DME연료특성으로 인해 THC 및 CO의 배출량은 감소된다.
- 디젤연료에 DME연료가 증가할수록 혼합연료의 smoke는 디젤연료보다 최대 20 % 감소하였다. 반면에 NOx는 디젤연료보다 증가하였다. 이는 DME연료가 디젤연료보다 상대적으로 출력 및 IMEP가 높기 때문에 연소온도가 상승하여 더 많은 NOx가 배출되었다.

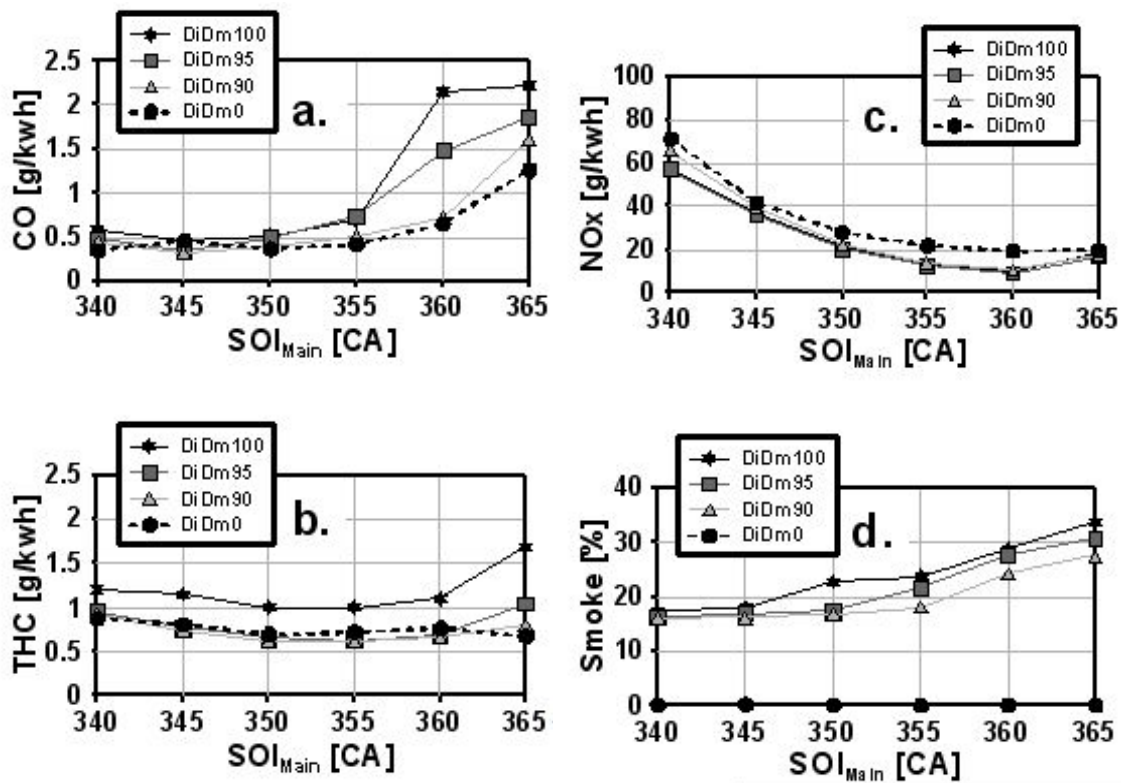


그림 80 배기 특성 (위에서부터 CO / THC / NOx / Smoke)

나. 엔진회전속도에 따른 DME PCCI 엔진의 연소 및 배기특성에 관한 연구

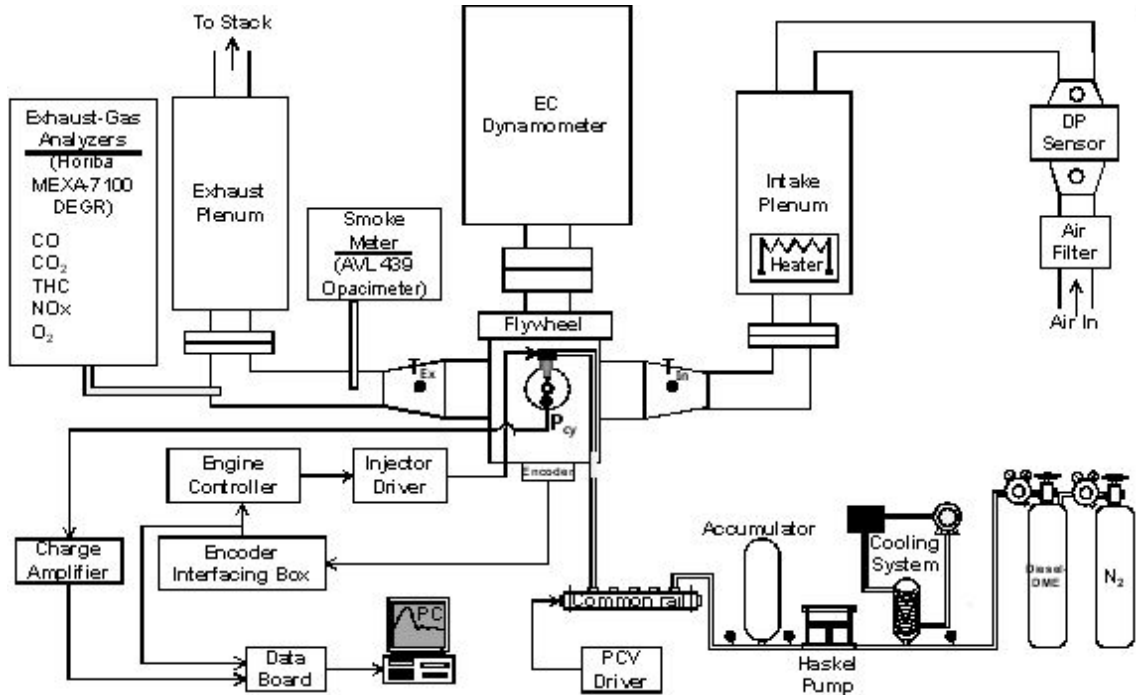


그림 81 엔진 성능평가 구성도

• 실험장치

- 본 연구에 사용된 엔진은 커먼레일 분사시스템을 장착한 단기통 직접분사식 압축착화엔진이다. 배기량은 498 cc, 기본 압축비는 19.5:1 이며, 자세한 엔진의 제원은 Table 1에 나타내었다. 실험용 단기통 엔진은 ECU가 없기 때문에 엔진의 제어를 위해서 제어장치를 구성해야 한다. 크랭크축에 장착된 로터리 엔코더(Autonics; E40S)로부터 나온 크랭크 각도 신호는 엔코더 인터페이스박스 (Zenobalti Co.; ZB-100)와 엔진 컨트롤러(Zenobalti Co.; ZB-8035)를 통해 인젝터 드라이버(TEMS; TDA-3300)로 전달되어 분사기간 및 횟수를 조절한다. 커먼레일압력은 PCV 드라이버(Zenobalti Co.; ZB-1100)를 사용해 압력을 제어한다. 엔진의 운전 속도는 150 kW급 와전류형 동력계를 엔진 크랭크축과 연결하여 제어하였다.
- 배기가스 분석장치(HORIBA; MEXA-7100 DEGR)를 이용하여 CO, THC, NOx를 측정하였으며 Smoke는 Smoke meter(AVL; 415)를 사용하여 분석하였다. 배기데이터의 모든 값은 각 조건에서의 정상 상태일 때 1분 동안 측정하여 평균한 값이다.
- 연소실 내 압력측정을 위해서 실린더헤드를 가공하였으며 Piezo electric형의 압력센서(Kistler; 6056A)를 장착해서 0.1 CA 간격으로 데이터를 취득하였다. 압력데이터 또한 엔진이 정상 상태일 때 50 cycle을 취득하여 1 cycle로 평균하였다.

표 23 엔진 제원

Engine type	Water-cooled 4 cycle diesel	
Number of cylinder	1	
Bore×Stroke	83 × 92 mm	
Displacement	498 cc	
Number of valves	2 intake, 2 exhaust	
Compression ratio	19.5	
Valve timing	Intake	8 CA bTDC / 44 CA aBDC
	Exhaust	54.6 CA bTDC / 7.4 CA aTDC
Fuel system	Common rail	
Injection type	Direct injection	
Nozzle holes	7 holes	
Nozzle hole diameter	0.141 mm	

- 연구에 사용된 연료는 DME이며, 연료가 가지는 물리·화학적 특성이 디젤과 다르기 때문에 DME 연료에 적절한 분사시스템을 구성하였다. DME는 점도가 낮고 윤활성이 좋지 않아 플런저 등의 극간에서 연료가 누설되기 쉬우므로 공압펌프(Haskel; ASF-100)를 이용하여 연료를 공급하였다. 그리고 DME의 기화점은 디젤에 비해 상당히 낮기 때문에 안정적으로 연료를 액화상태로 공급하기 위해서는 DME 연료탱크에 N2를 약 15 bar 정도 가압하여 연료탱크에서 토출되는 압력을 약 10~15 bar로 유지시켰다. 또한, 디젤에 비해 점도와 윤활성이 낮으므로, 이를 향상하고자 바이오디젤을 1 % 첨가하였다. Fig. 1은 실험장치의 개략도이다.

표 24 운전 조건

Fuel	DME (with Bio-diesel 1%) / Diesel	
Engine speed	900 / 1200 / 1500 rpm	
Injection pressure	700 bar	
Injection timing	Main	356, 358, 360, 362, 364 CA
	Pilot	dSOI 10, 16, 22 CA
Injection quantity	Main	56.4 mm ³ /cycle
	Pilot	8.1 mm ³ /cycle
Intake air temperature	25 ± 2 oC	
Coolant temperature	80 ± 1 oC	

- 연소 성능 평가 결과
 - 이단분사가 적용된 경우, 단일분사보다 파일럿 분사의 연소압력 및 열 발생률이 먼저 증가하였다. 그리고 이단분사의 최고 압력은 단일분사조건에서 나타나는 최고 압력보

다 대략 5~10 bar 더 높게 나타났다. 반면에 이단분사 시 주분사의 최고 열 발생률은 단일분사보다 낮았다.

- 동일한 엔진회전속도(1200 rpm)에서 파일럿분사의 최고 열 발생률은 주분사 시점이 지각 될수록 증가하고, 반면에 점화지연은 감소되는 경향을 보인다. 그리고 단일, 이단분사 시 주분사의 최고 열 발생률은 분사시점이 지각 될수록 각각 증가하고 감소하는 경향을 보였으며, 점화지연은 분사시점 지각 시 증가하였다.
- 동일한 엔진회전속도(1200 rpm)에서 분사시점 지각 시 IMEP는 증가하였으며, NO_x와 THC+CO는 각각 감소하고, 증가하였다. 그리고 주분사 시점이 제일 늦은 364 CA와 주분사 및 파일럿 분사시점간의 거리가 짧은 dSOI 10 CA에서 NO_x발생이 작았다.
- 동일한 주분사시점(364 CA)에서 엔진회전속도 증가 시 IMEP는 증가하였고, NO_x와 THC+CO는 각각 증가, 감소하였다. 그리고 본 실험 조건에서는 엔진회전속도 900 rpm와 주분사 시점 364 CA, dSOI 10 CA조건에서 최저 NO_x 값을 보였다.

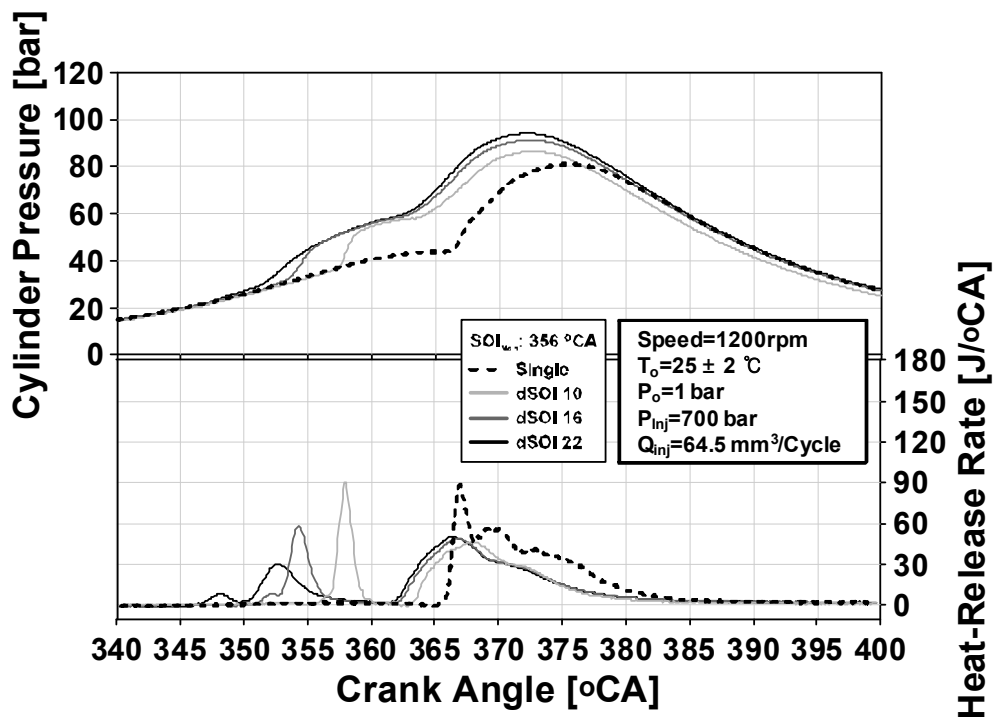


그림 82 연소실내 압력 및 HRR

- 분사시점에 따른 연소 및 배기특성

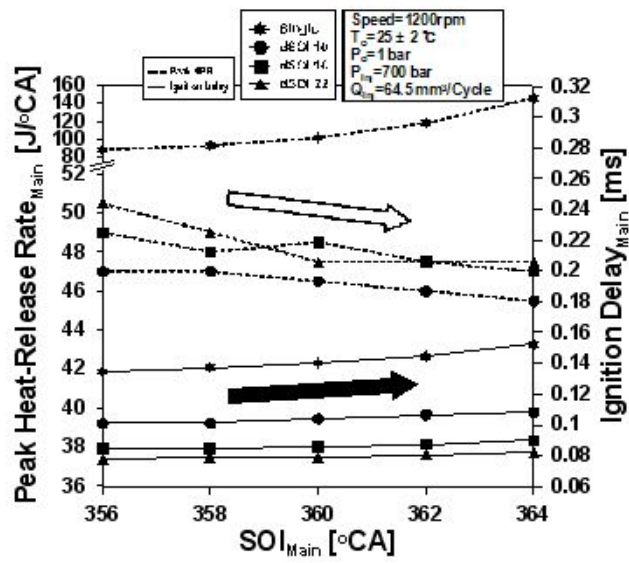
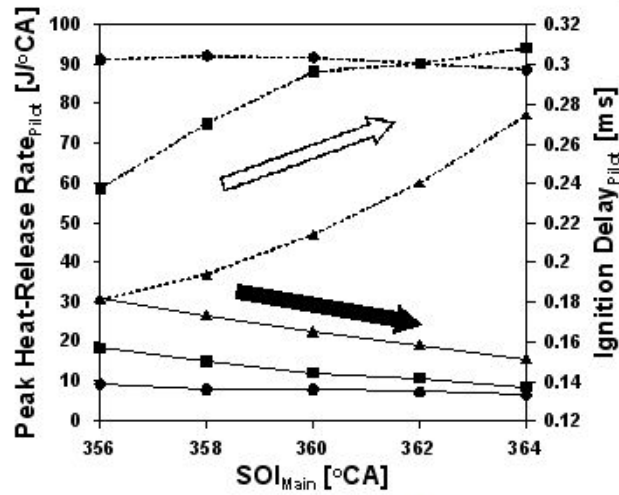


그림 83 엔진회전속도 1200 rpm에서 주분사 시기에 따른 최고 열 발생률 및 점화지연

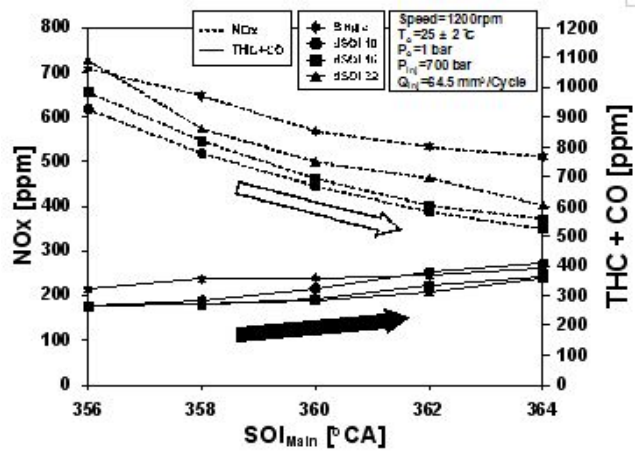
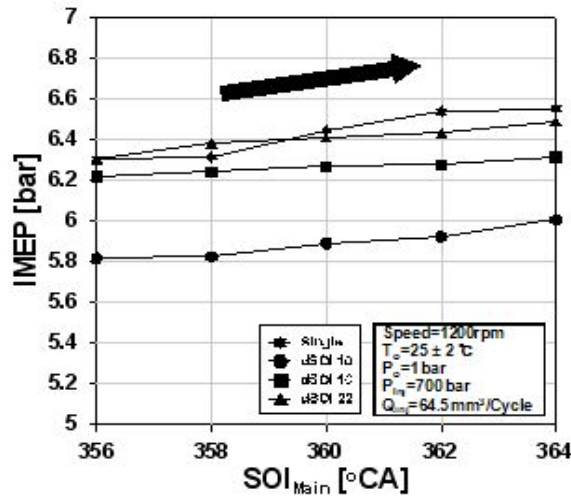


그림 84 엔진회전속도 1200 rpm에서 주분사 시기에 따른 NOx 및 THC+CO

- 엔진회전속도에 따른 연소 및 배기특성

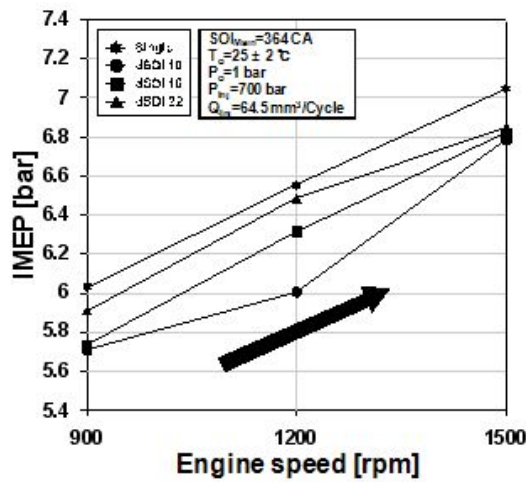


그림 85 주분사 시점 364 CA에서 엔진회전속도에 따른 IMEP

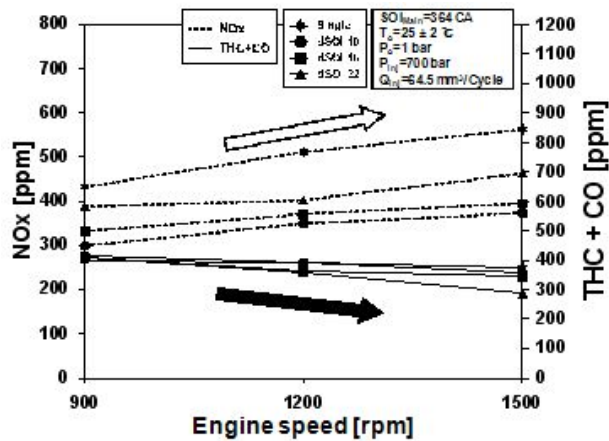


그림 86 주분사 시점 364 CA에서 엔진회전속도에 따른 NO_x 및 THC+CO

• 연구결론

- 이단분사가 적용된 경우, 단일분사보다 파일럿 분사의 연소압력 및 열 발생률이 먼저 증가하였다. 그리고 이단분사의 최고 압력은 단일분사조건에서 나타나는 최고 압력보다 대략 5~10 bar 더 높게 나타났다. 반면에 이단분사 시 주분사의 최고 열 발생률은 단일분사보다 낮았다.
- 동일한 엔진회전속도(1200 rpm)에서 파일럿분사의 최고 열 발생률은 주분사 시점이 지각 될수록 증가하고, 반면에 점화지연은 감소되는 경향을 보인다. 그리고 단일, 이단분사 시 주분사의 최고 열 발생률은 분사시점이 지각 될수록 각각 증가하고 감소하는 경향을 보였으며, 점화지연은 분사시점 지각 시 증가하였다.
- 동일한 엔진회전속도(1200 rpm)에서 분사시점 지각 시 IMEP는 증가하였으며, NO_x와 THC+CO는 각각 감소하고, 증가하였다. 그리고 주분사 시점이 제일 늦은 364 CA와 주분사 및 파일럿 분사시점간의 거리가 짧은 dSOI 10 CA에서 NO_x발생이 작았다.
- 동일한 주분사시점(364 CA)에서 엔진회전속도 증가 시 IMEP는 증가하였고, NO_x와 THC+CO는 각각 증가, 감소하였다. 그리고 본 실험 조건에서는 엔진회전속도 900 rpm와 주분사 시점 364 CA, dSOI 10 CA조건에서 최저 NO_x 값을 보였다.

제 4절 추가연구, 타연구에 활용 계획 등

- 지금까지 2차 테스트에 걸쳐 천일염 자동채염 및 이송장치 개발을 실시하였으며 이 과정에서 나타난 추가연구가 필요한 사항은 다음과 같다.

- 염분에 의한 내부식성이 우수한 소재 개발
 - 해안가에서 내부식성이 요구될 때 사용되는 SUS-136L을 이용한 시편 시험 결과, 소금물과 접하는 면에서 소금에 의한 착색이 일어나는 것을 확인하였다.
 - 특히, 고온($50\pm 1^{\circ}\text{C}$)의 경우 시편의 모든 부분에서 소금물에 의한 부식이 있음을 확인하였다.
 - 내부식성은 제품의 수명과 직접적인 연관이 있고 부품의 교체시기를 결정하는 중요한 요소로 작용하므로, 제품의 수명연장 및 원활한 작동을 위해서 소금물에 의한 내부식성에 강하면서 친환경적인 소재의 개발이 필요하다.

- 채염의 효율을 높이기 위한 버켓 개발
 - 채염에 있어서 중요한 요소 중 하나는 채염장치의 이동속도이다.
 - 채염장치의 이동속도가 낮으면 소금이 버켓에 의해 쓸려나가는 양이 많아진다.
 - 저속조건에서도 버켓 내부로 소금이 잘 유입될 수 있도록 이에 관련된 버켓 개발이 필요하다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 프랑스 게랑드 천일염 염전 방문
 - 세계 최고급 명품 천일염을 생산하는 프랑스 게랑드 지역을 방문하여 천일염 생산 염전 시설 현황과 천일염 상품 판매 조합, 소금박물관 등을 견학함.
 - 게랑드는 프랑스 서부 브루타뉴 지방에 위치한 대서양과 맞닿은 해안 마을로서 천혜의 생태 자연과 일조량 및 바람 등의 기후 조건 덕분에 미네랄이 풍부한 고영양분 명품 천일염 생산지로 유명함.
 - 특히 게랑드 천일염은 일반 소금에 비해 나트륨이 적은 반면 마그네슘과 칼륨, 칼슘 등의 천연 미네랄이 풍부한 것으로 알려짐.
 - 게랑드 천일염전은 친환경 생태 조건을 중요시하고 있으며, 생태보호지역으로 지정하여 전통적 생산 방식인 토판염 방식을 바탕으로 한 수작업을 고수하고 있음.
 - 이러한 현재의 게랑드 천일염 생산방식은 이미 9세기 이전의 전통적 생산방식을 그대로 유지하고 있는 것임.
 - 그러나 20세기 들어 산업화의 발달과 더불어 대량생산 방식의 소금 생산이 가능해 지면서 천일염 산업이 급속히 위축되었으나, 조합을 구성, 기존의 전통 천일염 방식을 계승 유지 발전시킴으로써 현재의 천일염 브랜드 명품화에 성공함.
 - 갯벌에서 직접 채취하는 토판염은 현재 국내 천일염 생산 방식의 대부분을 차지하는 PVC 장판염에 비해 비록 생산량은 3분의 1정도로 낮은 것으로 평가되나, 판매 가격면에서 10배 이상 높아 천일염의 고급화, 고부가 가치화를 꾀하고 있음



그림 87 천일염을 활용한 다양한 종류의 가공 상품들

- 특히 ‘플뢰르 드 셀’, 즉 “소금의 꽃”이라 불리는 소금은 작은 결정크기를 가지며, 염도가 낮고, 맛이 순해 최고급 소금으로 꼽히고 있다.
- 게랑드 천일염 생산 조합에서는 생산된 천일염 생산을 활용한 다양한 종류의 가공 상품이 있었으며, 또한 천일염 생산 방식 및 우수성을 홍보하기 위한 염전 모형, 채염 장비 전시 및 채염 방식을 포함한 염전 사진 등 여러 전시품들이 있었음.



그림 88 상품 용기 및 포장재의 디자인 및 재질을 고급화함



그림 89 최고급 게랑드 천일염 “소금의 꽃(Fleur de Sel)”



그림 90 연중 천일염 채염 방식을 설명하는 전시자료

- 이러한 천일염을 이용한 가공 상품으로는 여러 등급의 천일염 상품, 다양한 조미료 종류, 비누, 캐러멜, 화장품 등을 생산하고 있음.
- 또한 계랑드 염전을 관광자원화하여 방문객들에게 가이드 투어 등 여러 체험 프로그램을 제공함으로써 천일염 및 생태 염전과 소금의 생산 과정에 대한 보다 상세한 이해 및 관심을 높임과 함께 친환경 생태 마케팅에 총력을 기울이고 있음.



그림 91 친환경 생태보존지역의 계랑드 토판 염전



그림 92 수작업에 의한 천일염 채취 작업 후 소금을 모아놓은 모습

- 이외에도 상품 고급화를 위한 포장 디자인 및 포장 방식의 최신 기술 접목으로 유리 및 종이를 사용한 포장용기를 비롯하여 목재 및 자기 용기 등 다양한 포장재를 개발하고 있음.
- 또한 게랑드 천일염이 명품으로 인정받는 가장 중요한 이유로는 천일염 생산자의 철저한 장인정신, 우수한 식품 안정성, 상품 고급화를 통한 마케팅 능력 등을 그 근간으로 볼 수 있음.
- 국내 천일염 생산도 이러한 외국의 예를 참고로 하여, 우수한 천일염 품질을 바탕으로 친환경 고급화를 추구함으로써, 천일염 상품의 고부가가치화를 꾀할 필요가 있음.
- 이러한 방안의 일환으로 천일염의 철저한 안전성 인증 검사 및 생태 마케팅, 과학적 근거를 바탕으로 한 국내 천일염의 우수함에 대한 적극적인 홍보, 건강 웰빙 연계 상품의 개발은 가장 중요하고 시급한 사항으로 판단됨.

제 7 장 연구시설·장비 현황

－ 해당사항 없음

제 8 장 참고문헌

[1] Pneumatic Conveying of Solids: A theoretical and practical approach, G.E. Klinzing, F. Rizk, R. Marcus, L.S. Leung, Chapman & Hall; The 2nd edition, 1997

[2] Handbook of Pneumatic Conveying Engineering (Dekker Mechanical Engineering), David Mills, Mark G. Jones, Vijay K. Agarwal, CRC Press; The 1st edition, 2004

[3] <http://www.seldeguerande.com>

[4] <http://salt.invil.org/>