

최 종
연구보고서

GOVP 12011379

세라믹형 무급유 동력분무기의 개발
Development of No-Grease type Ceramic
Power Sprayer

연구기관

중앙공업 주식회사
부설 기술 연구소

농 립 부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “세라믹형 무급유 동력분무기의 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10.

주관연구기관명 : 중앙공업주식회사
부설 기술연구소

총괄연구책임자 : 조 성 규

연 구 원 : 서 동 수

윤 석 철

임 재 구

김 찬 수

길 기 슬

조 우 창

조 국 현

김 영 택

여 백

요 약 문

I. 제 목

세라믹형 무급유 동력분무기의 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

가. 연구개발의 목적

모든 작물재배 체제에서의 병·해충으로 인한 피해는 불가피한 형태이며 효과적인 방제기술 및 이에 소요되는 효율적인 방제기의 출현은 필연적이다.

현재 사용되고 있는 동력분무기는 그리스를 정기적인 주입하지 않으면 플런저의 마모 및 소착현상이 발생하고, 패킹류의 마모 등이 발생하여 성능의 저하와 수명의 단축현상이 발생하게되어 경제적, 물질적 손실이 상당히 발생하고 있다. 이와 같은 현상에 대처하기 위하여 동력분무기의 내구성을 증대시키고, 그리스를 정기적으로 주입해야하는 불편을 해소하여 사용 및 취급상의 효율화를 기하고자 플런저를 세라믹화 하고, 그리스를 별도로 주입하지 않아도 되는 그리스 무 주입형 세라믹 동력분무기를 개발하게 되었다.

나. 중요성

농작물 재배에 있어서 어떤 이유에서든지 방제작업은 피할 수 없는 작업이다. 우리나라에서 농업기계화사업이 시작된 1960년대부터 방제작업용 기계의 수입 및 생산은 시작되었으며 오늘날에는 100% 국산화를 이루고 있다. 그러나 현재 공급되고 있는 방제기중 동력분무기는 외형적이나 성능적이나 초기의 형태에서 벗어나지 못하고 있다. 이는 동력분무기의 비중이 가

격적인 면이나 성능적인 측면에서 그다지 크지 않았던 것에 기인된다고 할 수도 있으나 그동안 동력분무기에 대한 근본적인 연구개발이 이루어지지 않았기 때문이라고도 할 수 있다.

그러나 오늘날 연간 약 100,000대 정도 공급되고 있으며 이중 정기적인 그리스 주입으로 인한 스테인레스로 제작된 플런저의 마모, 소착 또는 기타 패킹류등의 마모로 폐기되는 동력분무기가 연간 공급대수의 약 15% 정도인 15,000대 정도가 되는 것으로 추정된다. 이 폐기되는 수량은 플런저 및 패킹류의 내마모성을 향상시키고, 소착을 방지하기 위하여 그리스를 주입하지 않아도 되는 구조로 동력 분무기를 개발한다면 이와 같이 폐기되거나 수리해야 하는 동력분무기의 수량을 상당히 줄일 수가 있어 농민들의 경제적 부담을 덜어주고, 자원절약의 효과도 거둘 수가 있다고 판단되므로 본 연구과제는 농가의 시급한 현장 애로 사항을 해결할 수 있는 중요한 과제라 할 수 있겠다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구에서는 세라믹형 무급유형 동력분무기를 개발하기 위하여 외국의 유사모델을 조사 및 구입하여 참고하였고, 국내, 외 관련 문헌들을 조사하였으며, 기존 동력분무기의 형태 및 구조를 조사 분석하였고, 기존의 동력분무기를 사용하고 있는 농민들을 대상으로 사용상의 문제점, 성능 및 구조상의 개선점들을 조사 분석하였다. 이러한 제반사항들을 비교 분석한 결과 플런저의 마모를 방지할 필요가 있었으며 이를 위해서는 재질을 현재의 스테인레스에서 내마모성이 우수하여 반영구적으로 사용할 수 있는 세라믹으로의 변경이 필요하였고, 동력분무기의 관리상의 문제점인 정기적인 그리스 주입을 배제할 수 있는 구조의 필요성이 제기되어 약액자체로 윤택작용을 할 수 있는 구조로의 변경이 필요하였다. 또한 패킹류의 내 마모성을 증가하기 위하여 특수한 패킹의 개발이 필요하였다.

이러한 기본적인 연구개념을 설정한 후 동력분무기에 대한 기초이론, 기본 구조분석, 각 구성부의 이론적인 개념, 기존 동력분무기의 제원 분석 및 비교, 내구성시험, 세라믹 소재에 대한 이론적인 분석과 관련 업체의 제작공정 분석 등을 실시하였고, 본 연구목표에 참고 할 수 있는 유사기종인 외국 동력분무기의 구조분석 및 성능시험을 통하여 연구수행 시 필요한 각종정보 및 자료를 확보하였다.

이를 토대로 기본적인 설계 및 제작에 임하였으며 시작기 제작 각 공정마다 기 확보한 자료와 비교검토를 하여 최대한 시행착오를 줄였으며 1, 2, 3차 시작기를 제작하여 구조시험, 성능시험 및 내구성시험을 통하여 문제점을 수정 보완하였고, 모니터링 테스트를 실시하여 최종적으로 발생한 문제점 및 개선사항을 수정 보완 후 최종 시작기를 완성하고 성능 및 품질 평가를 거쳐서 최종 제원을 확정하였다.

다음 표는 본 연구과제의 연도별 연구개발 계획 및 내용을 나타낸 것이다.

연도별 연구개발 목표 및 내용

구 분	연구 개발 목표	연구개발내용 및 범위
1차년도 (1997)	○ 동력분무기 기초이론조사	○ 기초이론 및 문헌 조사 연구
	○ 동력분무기 메카니즘 분석 (기존 및 견본품)	○ 동력분무기의 메카니즘 분석 - 플런저 내구성 및 내마모성 분석 - V-패킹의 내마모성 분석 - 분무 및 관수작업 성능분석 - 문제점 분석
	○ 세라믹 소재 및 무급유 운활장치부 기초 이론 조사	○ 세라믹 소재관련 기초이론 및 문헌조사 연구 ○ 세라믹 성형 및 생산공정 연구 ○ 무급유식 윤활장치 관련 기초이론 및 문헌 조사연구 ○ 무급유식 윤활 장치 시스템에 대한 구조학적, 이론적 조사
	○ 시작기 설계제원설정	○ 수요자 요구제원 조사분석 ○ 주요부 제원 설정. ○ 작동부 메카니즘 및 운동특성 설정. ○ 세라믹 및 윤활장치부 설정.
	○ 시작기 설계 및 개발	○ 주요부 설계 및 개발. ○ 세라믹 플런저부 설계 및 개발. ○ 무급유 윤활장치부 설계 및 개발.
2차년도 (1998)	○ 플런저 및 윤활장치부 제작	○ 세라믹 플런저 및 무급유 윤활장치부 제작 ○ 시작기 제작 ○ 시작기 성능 시험 및 분석 - 작동부 작동 성능시험 및 분석 - 설계성능 및 제원검증 - 세라믹 플런저, 무급유식 윤활장치부의 내구성, 내마모성 시험 및 분석.
	○ 문제점보완 및 설계변경	○ 성능시험결과를 토대로 한 문제점 보완 및 설계변경
	○ 시작기의 수정 및 재 제작	○ 시작기 수정 및 재 제작
	○ 최종시작기의 제원결정	○ 최종 시작기의 성능시험 ○ 최종 제원 결정 및 완성.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

세라믹형 무급유 동력분무기의 개발을 위하여 수행한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 동력분무기에 대한 기초이론을 문헌과 자료를 통하여 정립하였다.
- 2) 기존에 공급되고 있는 동력분무기와 외국산 동력분무기에 대한 구조 분석 및 성능에 대한 비교평가를 하였고, 메카니즘의 분석을 통하여 각 구성부품의 특성과 운동역학을 분석하였다.
- 3) 세라믹 소재에 대한 구조, 특성, 종류 등을 분석하였고, 기계용 세라믹의 물성, 알루미늄 함량에 따른 세라믹소재의 특성 및 물성을 분석한 후 본 연구에서는 여러 가지 세라믹 소재중 경도가 높고 내마모성이 좋으며, 화학적으로 안정하여 산이나 약품에 우수한 내식성을 가지고 있고, 절연성도 우수하고, 높은 전기저항을 가지고 있는 알루미늄 세라믹스를 본 연구에서 개발 추진할 동력분무기의 플런저 소재로 사용하였다.
- 4) 세라믹의 성형, 제조공정, 가공법등을 파악하여 세라믹 소재에서 제조공정까지 세라믹 소재에 대한 연구를 실시하였다.
- 5) 무급유 윤활장치에 대한 외국의 사례를 분석하였고 기존에 개발된 외국의 모델을 분석하여 본 연구에서는 흡입실로 들어온 약액이 배출밸브를 통하여 약액실로 가고, 배출실과 통해있는 윤활수 공급수로를 통하여 세라믹 플런저 부분으로 전달되도록 하여 윤활작용을 하도록 하는 시스템으로 무급유 윤활 시스템을 채용하여 그리스 미 주입으로 인한 소착현상과 사용수명을 단축시킬 수 있는 요인을 제거토록 하였다.
- 6) 패킹의 내마모성을 높이기 위하여 기존의 NBR(아크릴로 니트릴 브타디엔 고무)에서 NBR+포입(NBR에 다이코드사를 입힌것)으로 변경하였다.

- 7) 기본 설계 전에 농민들에게 설문조사를 하여 기존 동력분무기의 문제점과 개선점을 파악한 결과 플런저 및 V패킹의 마모, 무 그리스 형, 소형 고용량의 분무기, 소요동력이 작은 타입을 요구하였고, 누유 및 누액 방지에 대한 요구가 있었고 이를 적극 반영하고자 하였다.
- 8) 최종적으로 본 연구를 통하여 세라믹형 무급유 동력분무기를 개발 완료하였고 기존 동력분무기와의 차별화를 위하여 기존의 70형보다는 약간 큰 용량인 흡액량을 기준하여 80형으로 모델을 결정하였다.

2. 연구결과 활용계획

- 1) 본 연구를 통하여 개발된 동력분무기는 기존의 동력분무기와는 성능, 구조, 외형적인 측면에서 차별화가 가능하고, 상품화까지 완료된 상태로 현재 양산준비를 완료하여 본 주관연구기관인 중앙공업(주)의 주력 동력 분무기로 선정하였고 금년도에 약 2,000대를 생산 할 계획이다..
- 2) 금번 개발된 동력분무기를 향후에도 계속 연구 개발을 추진하여 성능 향상과 제조원가의 절감으로 수출전략 기종으로 개발할 예정이다.

S U M M A R Y

We had developed the no-grease type ceramic power sprayer with this study. The developed no-grease type ceramic power sprayer was revolutionary and changed the structure and performance of existing power sprayer.

We had improved the lubricating system from grease lubricating system to no-grease lubricating system, and changed the material of plunger from stainless steel to ceramics and reinforced the material of V-packing.

Therefore, we had enhanced the performance and durability of power sprayer.

Our developed no-grease type ceramic power sprayer does not need the oiling of grease any more, because it had been adopted the agricultural chemical water lubricating system.

The plunger of our no-grease type ceramic power sprayer is not wear any more, because we changed the material from stainless steel to ceramics.

As improving the power sprayer, we make reduce the expense of repair, parts replacement for power sprayer.

Through this study, we had developed no grease type ceramic power sprayer, completed the commercialization of this power sprayer and we are going to produce 2,000 sets in this year

1. Investigated the basic theory and analyzed the mechanism for power sprayer
2. Executed the comparative test and structural analysis of power sprayer in inside and outside country.

3. Surveyed the basic theory about ceramic material, surveyed and analyzed of shaping, production process for ceramic material.
4. Changed the material of plunger from stainless to ceramics and applied to the power sprayer actually.
5. Developed the no grease type lubricating system for power sprayer and applied to the power sprayer actually and then the theory of this established.
6. Surveyed and analyzed of customers' requiring specification and established this as our developing criterion
7. Finally, we had developed new type power sprayer, no grease type ceramic power sprayer, and completed commercialization. we have established the mass production system.

CONTENTS

Chapter 1. Preface	1
Paragraph 1. Necessity of study	
1. Technical aspects	
2. Economical and industrial aspect	
3. Social and cultural aspect	
Paragraph 2. Current status and problem of concerned technic in the inside and outside of country	
1. Current concerned technical status in domestic	
2. Current concerned technical status in abroad	
3. weakness of current concerned technics	
Paragraph 3. Objective and contents of study & development	
1. Objective of study & development	
2. Contents of study & development	
Chapter 2. Basic theoretical survey of power sprayer	7
Paragraph 1. Basic theory of power sprayer	
Paragraph 2. Mechanism analysis of power sprayer	
1. Structure and components of power sprayer	
2. Performance analysis of domestic power sprayers	
Paragraph 3. Basic theoretical survey of ceramic material and no grease lubricating system	
1. Basic theory on ceramic material	
2. Basic theory and structural theoretical survey of no greas, -e lubricating system	
Chapter 3. Development of no grease type ceramic power sprayer	27

Paragraph 1. Survey and analysis of customers' requesting specification	
1. Decision of standard on power sprayer	
2. Analysis of customers' requesting specification	
3. Decision of design specification on prototype	
Paragraph 2. Design and manufacture of prototype	
1. Mechanism decision and decision of motion characteristic on functional parts	
2. Decision of design criterion	
3. Design criterion of no grease lubricating system	
4. Design criterion of ceramic plunger	
Chapter 4. Performance test and result analysis of prototype	39
Paragraph 1. Performance test and result analysis by motor driven	
1. Testing apparatus and method	
2. Testing results and analysis	
Paragraph 2. Performance test and result analysis by power tiller driven	
1. Testing apparatus and method	
2. Testing results and analysis	
Paragraph 3. Problems of performance testing result and improving items for prototype	
Chapter 5. Conclusion and abstract	44
Reference	
Appendix 1. Drawings of product	
Appendix 2. Operating manual and parts list of product	
Appendix 3. Catalogue of product	

차 례

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 필요성	3
1. 기술적인 측면	3
2. 경제, 산업적인 측면	3
3. 사회, 문화적 측면	3
제 2 절 국내의 관련 기술의 현황과 문제점	4
1. 국내 기술현황	4
2. 국외 기술현황	4
3. 현 기술의 취약성	4
제 3 절 연구개발 목표와 내용	5
1. 연구개발 목표	5
2. 연구개발 내용	5
제 2 장 동력분무기 관련 기초 이론조사	7
제 1 절 동력분무기 관련 기초이론	7
제 2 절 동력분무기의 메카니즘 분석	8
1. 동력분무기의 구조 및 주요 구성품	8
2. 국산 동력분무기의 성능분석	10
제 3 절 세라믹 소재 및 무급유 윤활장치부 기초이론 조사	15
1. 세라믹 소재관련 기초이론	15
2. 무급유 윤활장치부 기초이론 및 구조학적 이론 조사	25
제 3 장 세라믹형 무급유 동력분무기의 개발	27
제 1 절 수요자 요구제원 조사분석	27
1. 동력분무기 규격 설정	27
2. 동력분무기 수요자 주요 요구제원 조사분석	27

3. 시작기 설계제원 설정	28
제 2 절 시작기 설계기준	29
1. 작동부 메카니즘 및 운동특성 설정	29
2. 시작기 설계기준	29
3. 그리스 무급유 윤활장치부 설계기준	30
4. 세라믹 플런저 설계기준	30
제 3 절 시작기의 설계 및 제작	30
제 4 장 시작기의 성능시험 및 결과 분석	39
제 1 절 모터 부착 성능시험 및 결과분석	39
1. 시험장치 및 방법	39
2. 시험결과 및 분석	40
제 2 절 경운기 부착 성능시험 및 결과분석	41
1. 시험장치 및 방법	41
2. 시험결과 및 분석	42
제 3 절 시작기 성능시험 결과 문제점 및 개선점	43
제 5 장 결과 및 요약	44
참고문헌	46
부록 1. 개발시작품의 제작도면	47
부록 2. 개발시작품의 상품화용 취급설명서 및 부품명세서	59
부록 3. 개발시작품의 제품 카탈로그	64

제 1 장 서 론

현재 모든 농작물 재배에 있어서 병충해의 발생은 피할 수 없으며 이에 대한 방제작업 역시 불가피하게 진행될 수밖에 없다.

물론 가장 이상적인 것은 병충해의 발생요인을 사전에 제거하여 가능한 방제작업을 하지 않도록 하는 것이나, 병충해의 발생이라는 것이 자연적인 기상조건, 재배형태, 재배방법 등에 따라 다양하게 나타나는 것이므로 수확량의 감소와 품질의 저하를 감수하지 않고는 방제작업을 하지 않을 수 없다. 방제작업이 피할 수 없는 것이라면 성능이 좋은 방제기와 약효가 좋고 인체에 비교적 덜 유해한 농약을 사용하여 방제작업을 하는 것이 가장 이상적이라 할 수 있다.

오늘날 공급되어 사용하고 있는 방제기는 그 종류도 다양하고, 형태도 다양하다. 이 중에서 가장 보편적이고 일반적으로 많이 공급되고 있는 방제기는 모우터나 경운기를 동력원으로 하는 동력분무기와 작업자가 등에 짊어지고 방제작업을 하는 동력 살 분무기라 할 수 있다. 그밖에 트랙터 견인 및 탑재형 분무기, 과수원에 쓰이는 스피드 스프레이어, 정원이나 소규모 포장에서 사용하는 인력식 배부형 분무기, 또한 요즈음에 개발되어 공급되어 있는 트랙터 및 승용관리기용 분 스프레이어등의 방제기가 공급되고 있으나 전반적인 공급수량과 사용빈도로 볼 때 동력분무기 및 동력 살 분무기가 절대적인 우위를 차지하고 있다. 특히 동력분무기는 우리나라가 농업기계화 되기 전인 1960년대부터 수입 공급된 방제기로서 오늘날까지 우리나라 농업기계화 전과정에 걸쳐서 생산 공급되고 있는 기종으로서 초기에는 매우 각광을 받던 핵심 농업기계였다. 기종 자체가 비교적 단순하고, 소형이며, 개발하기가 용이했던 기종으로 농업기계중 인력분무기와 더불어 가장 먼저 국산화가 이루어진 기종이다. 그러나 이와 같이 가장 먼저 도입되고, 국산화를 이룬 기종이지만 전체 농업기계류에서 차지하는 경제적 비중이 크지 않음에 따라 중소기업형 농업기계로

분류되어 중소기업에서 주로 생산되는 기종으로 현재까지 외관상의 변화나 규격 및 용량상의 변화는 종종 있어왔지만 혁신적인 구조적 변화, 기본 메카니즘의 변화, 획기적인 성능상의 변화는 초기 도입 및 개발기에 비교하여 그다지 개선되지 않은 기종이라 할 수 있다.

현재 국내에는 1996년을 기준 할 때 약 600,000여대의 동력분무기가 공급되어 있으며 연간 약 10,000여대의 동력분무기가 공급되고 있다고 추정된다. 향후에도 농업의 역사와 더불어 계속될 수밖에 없는 방제작업을 고려할 때 보다 더 품질이 우수하고 성능이 좋은 동력분무기 개발의 필요성은 계속 제기될 것이다. 따라서 동력분무기의 품질과 성능 향상을 이루고, 내구성을 증진시켜 농업 노동력의 질적, 양적 저하, 농산물 가격의 불안정, 외국산 농산물과의 가격 경쟁이라는 3중고를 겪고있는 우리나라 농업과 농민들에게 경제적 부담을 조금이나마 덜어 주고자 한다.

본 연구를 통하여 동력분무기의 구조적, 메카니즘적 변화를 이루고, 주요 구성품의 재질변경으로 보다 더 내구성 있고, 상용상의 용이성을 확보할 수 있는 새로운 형태의 동력분무기를 연구개발 하고자 한다.

제 1 절 연구의 필요성

1. 기술적인 측면

- 가. 모든 작물재배 체계에서의 병·해충으로 인한 피해는 불가피한 형태이며 효과적인 방제기술 및 이에 소요되는 효율적인 방제기의 출현은 필연적이다.
- 나. 1996년 현재까지 약 600,000여대가 공식적으로 공급된 형태로 나타나고 있으나 전체적인 공급된 물량은 약 700,000만 여대가 되리라고 판단된다.
- 다. 현재 공급되고 있는 동력분무기는 거의 그리스 주입방식의 운할형태로서 열악한 사용환경 및 사용상의 부주의(그리스 미주입)로 인한 소착현상이 빈번히 발생하고 있는 것으로 조사되었다.
- 라. 이에 대처하기 위하여 플런저의 재질을 내마모성이 강하고 정기적으로 그리스를 주입하지 않는 방식의 동력 분무기 개발이 필요하다.

2. 경제·산업적 측면

- 가. 농작업중 방제작업은 가장 위험하고 많은 수고가 요구되는 작업이며 농민들이 가장 기피하는 작업의 형태이다.
- 나. 현재 공식적으로 연간 약 10,000여대(약 10억)의 동력분무기가 공급되고 있으나 공급되고 있는 동력분무기의 미급유로 인한 고장 및 소착 발생이 약 1,500여대(약 15%)가 발생하고 있는 것으로 추정된다.
- 다. 무급유형 및 세라믹형 동력분무기의 개발공급으로 연간 전체 분무기 공급수량의 약 15%의 고장을 방지한다면 연간 약 1.5억원에 상당하는 비용을 절감할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 사회·문화적 측면

- 가. 가장 위험하고 기피하는 농작업에 소요되는 동력분무기의 고장 발생요인을 최대한 배제하여 경제적 손실 최소화 및 사용상의 편리성을 추구하여 안정적인 작업을 기대할 수 있다.

- 나. 세라믹 플런저 및 무급유식 동력분무기화로 동력분무기에 대한 신뢰성 제고 및 편리성을 도모하여 방제작업의 안정화를 유도할 수 있다.

제 2 절 국내외 관련기술의 현황과 문제점

1. 국내 기술현황

- 가. 국내에 많은 방제기가 공급되고 있고 많은 종류의 동력분무기가 생산 공급되고 있으나 현재까지 무급유 방식의 동력분무기는 개발된 사례가 없음.
- 나. 현재 국내에는 플런저를 세라믹으로 채용하고 있는 동력분무기는 개발 보급되지 않고 있으며 국내의 세라믹분무기라 함은 플런저가 아닌 레귤레이터의 볼을 세라믹화 한 것으로 플런저의 세라믹화와는 상당한 차이가 있음.

2. 국외 기술현황

- 현재 우리나라와 유사한 일본의 경우에는 제반 동력분무기 제조업체에서 여러 가지 형태의 세라믹형 무급유 방식의 동력분무기가 개발되어 공급되고 있는 상태에 있다.

3. 현 기술의 취약성

- 가. 현재 연간 약 10,000여대 이상(공식적, 비공식적 포함시 약 15,000대)이 공급되고 있으나 현 공급기종들은 약 30여년 전에 개발된 모델로서 현재까지 일부 외관만 변경되어 생산 보급되고 있는 실정이다.
- 나. 향후 플런저를 현재의 스테인레스 재질에서 세라믹화하여 플런저의 마모를 배제하여 반 영구화하고, V-패킹의 마모를 최소화하며, 적용 압력을 상승(50kg/cm^2)시킬 수 있고, 토출량을 증가시킬 수 있는 새로운 모델의 동력분무기를 개발하여 기존의 동력분무기 모델을 일신할 수 있는 계기를 마련하고자 한다.

제 3 절 연구개발 목표와 내용

1. 연구개발 목표

가. 플런저 재질 변경

기존 동력분무기에서 사용하고 있는 플런저의 재질을 스테인레스에서 세라믹으로 변경하므로써 반영구적으로 사용할 수 있도록 하여 내구성을 향상시키고 V-패킹의 재질을 보강하여 내마모성을 높이고자 한다.

나. 무 그리스형 윤활장치부 개발

현재 그리스 주입형의 구조를 그리스를 주입하지 않는 그리스 무 주입형으로 전환하여 그리스의 미 주입으로 인하여 발생하는 플런저의 소착 현상을 방지하고 사용상의 편리성을 확보하고자 한다.

다. 적용회전수 및 상용압력의 향상

회전수는 기존동력분무기의 회전수인 분무시 700~800rpm을 1200~1500rpm 범위까지 확대하고 상용압력은 최고 50kg/cm² 까지 가능하게 하여 사용할 수 있는 압력의 범위를 넓히고자 한다.

2. 연구개발 내용

기존 동력분무기의 플런저 재질을 스테인레스에서 세라믹으로 전환하고, 기존의 정기적인 그리스 주입이 필요한 그리스 주입형에서 약액유회방식의 그리스 무 주입형으로 전환하여 실수요자의 관리사항을 단순화시킴으로써 사용상의 편리성을 기하고, V-패킹의 재질을 보강하여 패킹의 내구성을 향상시키고자 하였으며 전체적인 연차별 연구목표 및 내용은 다음 표 1과 같다.

표 1. 년차별 연구개발목표 및 범위

구 분	연구개발 목표	연구개발내용 및 범위
1차년도 (1997)	○ 동력분무기 기초 이론 조사	○ 기초이론 및 문헌 조사 연구
	○ 동력분무기 메카니즘 분석 (기존 및 견본품)	○ 동력분무기의 메카니즘 분석 - 플런저 내구성 및 내마모성 분석 - V-패킹의 내마모성 분석 - 분무 및 관수 작업성능 분석 - 문제점 분석
	○ 세라믹 소재 및 무급유 윤활 장치부 기초 이론 조사	○ 세라믹 소재관련 기초이론 및 문헌조사 연구 ○ 세라믹 성형 및 생산공정 연구 ○ 무급유식 윤활 장치관련 기초이론 및 문헌 조사연구 ○ 무급유식 윤활 장치 시스템에 대한 구조학적, 이론적 조사
	○ 시작기 설계제원 설정	○ 수요자 요구제원 조사분석 ○ 주요부 제원 설정. ○ 작동부 메카니즘 및 운동특성 설정. ○ 세라믹 및 윤활장치부 설정.
	○ 시작기 설계 및 개발	○ 주요부 설계 및 개발. ○ 세라믹 플런저부 설계 및 개발. ○ 무급유 윤활장치부 설계 및 개발.
2차년도 (1998)	○ 플런저 및 윤활장치부 제작	○ 세라믹 플런저 및 무급유 윤활장치부 제작 ○ 시작기 제작 ○ 시작기 성능 시험 및 분석 - 작동부, 작동 성능시험 및 분석 - 설계성능 및 제원검증 - 세라믹 플런저, 무급유식 윤활장치부의 내구성, 내마모성 시험 및 분석.
	○ 문제점보완 및 설계변경	○ 성능시험결과를 토대로 한 문제점 보완 및 설계변경
	○ 시작기의 수정 및 재 제작	○ 시작기 수정 및 재 제작
	○ 최종시작기의 제원결정	○ 수정 재 제작 시작기의 성능시험 ○ 최종 제원 결정 및 완성.

제 2 장 동력분무기 관련 기초이론 조사.

제 1 절 동력분무기 관련 기초이론

현재 우리나라에서 가장 많이 쓰이는 왕복펌프식인 플런저형을 기준으로 하면 실린더 수에 따라 2련, 3련식으로 나누며, 실린더 고정위치에 따라서 수평식, 수직식이 있으나 오늘날에는 거의 모든 농용 동력분무기가 수평식을 채택하고 있다. 왕복 펌프식의 작동은 플런저가 동작을 하면 약액은 여과망을 지나서 흡입밸브를 밀고 실린더 내로 들어온다. 다음에 플런저가 동작을 하면 누르는 압력에 의하여 토출밸브를 열고 배출관으로 나간다. 이때 약액의 일부는 공기실로 들어가고 노즐을 통하여 토출되지 못한 잔여분은 조절밸브를 밀고 여수관을 따라 약액탱크로 되돌아간다. 이로써 배출관의 약액의 압력은 일정하게 유지되고 탱크로 되돌아온 약액은 탱크내의 약액을 교반하는 작용을 겸한다. 아래 그림 1은 동력분무기 작동원리를 나타낸 것이다.

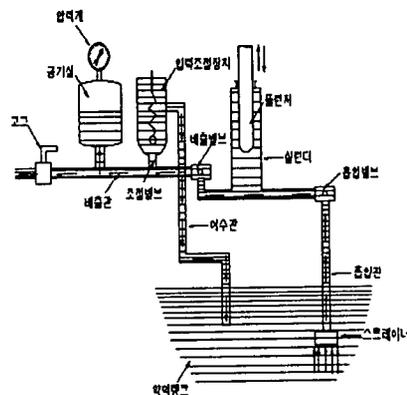


그림 1. 동력분무기의 작동원리

제 2 절 동력분무기의 메카니즘 분석

1. 동력분무기 구조 및 주요 구성품

가. 동력분무기의 구조

동력분무기는 아래 그림 2에서처럼 크랭크실, 컨넥팅로드, 플런저, 흡입 및 배출실, 흡입 및 배출밸브, 압력밸브, 공기실등으로 구성되어 있다.

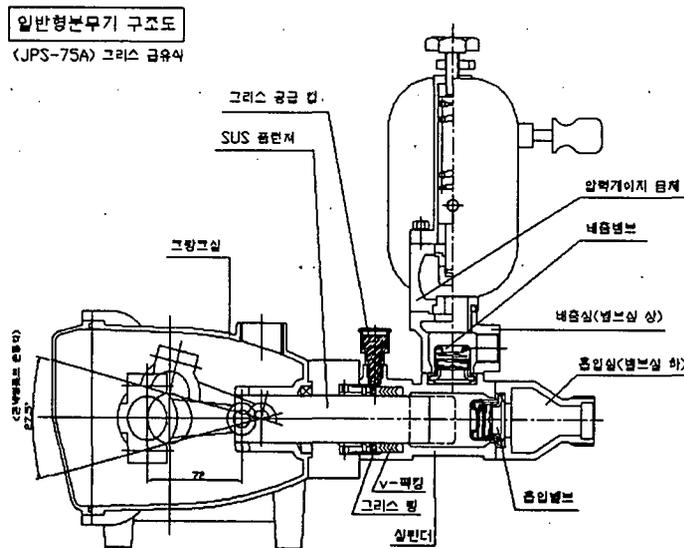


그림 2. 동력분무기의 구조

나. 동력분무기의 주요 구성품

1) 펌프

크랭크 케이스(실린더)에는 황동주물, ALDC 등이 쓰이고, 플런저는 황동주물, 스테인레스 강관등을 재료로 사용하고 있으며 밸브, 스프링 및 밸브시트와 같이 약액과 접촉하는 부에는 내식성이 우수한 스테인레스 스틸 혹은 황동으로 제작되어 있고, 플런저는 약액의 흐름저항을 적게 하기 위하여 표면에 경질크롬을 도금한다.

약액의 배출상태를 고르게 하기 위하여 2개의 플린저에는 180°, 3개의 플린저를 120°씩 어긋나게 하여 배열하므로 배출량을 일정하게 유지한다.

2) 압력조절장치(Regulator)

분무압력을 조절하고 과도한 압력으로부터 펌프와 호스를 보호하며 펌프에서 송출된 필요량 이상의 약액을 회수하게 하는 장치로서 이 장치는 압력조절핸들을 이용하여 스프링을 압축시킴으로서 호스 내부의 압력이 스프링을 밀어 올릴 정도로 높아지면 스프링에 의하여 눌러진 구형밸브를 밀어 올려 약액이 여수관으로 배출되도록 되어있다. 동력분무기를 무리없이 사용하기 위하여 여수량은 송출량의 20%정도로 유지하는 것이 좋다.

3) 공기실(Air Chamber)

왕복펌프는 간헐적으로 약액을 송출하므로 그대로 살포하면 송출량의 변화가 심하여 균일한 살포가 될 수 없다. 송출량의 불균일을 보완하기 위하여 공기실을 사용한다. 즉 공기는 액체에 비하여 압축되기 쉬우므로 평균보다 많은 송출량을 공기실에 비축하고, 펌프에서 송출량이 평균이하로 될 때에는 압축된 공기의 힘으로 비축된 약액을 밀어내어 송출량을 보충해 준다. 공기실의 크기는 펌프 행정용적의 6~7배가 적당하다.

4) 노즐

가압 약액을 대기 중에 뿜어 안개와 같이 만드는 장치로서 원추형(와류형) 노즐이 주로 쓰이며 캡형과 디스크형이 있다.

캡형 - 캡형 너트의 중앙에 노즐구멍이 있고, 가운데 코어가 있으며, 가압된 약액이 코어의 나선 길을 따라 지날 때 회전운동이 되고 무화가 촉진된다. 이 노즐에 의한 약액은 중공 원추상으로 비산된다.

디스크형 - 두꺼운 원판, 코어, 그리고 디스크 캡으로 구성되어 있고 분사거리와 약액입자의 크기를 조절할 수 있는 나사가 있다.

노즐은 그 수에 따라서 단공형, 3공형 등으로 나누고 모양에 따라 단두형, 2두형, 다두형으로, 그리고 배치상태에 따라 보통형, Y형, 원형, 직선형으로 나눌 수 있다.

다. 방제기의 형태별 성능비교

방제기의 성능은 작업능률 이외에도 작업자의 안전성과 환경오염의 위험성을 함께 고려하여야 한다. 각종 방제기의 작업능률만을 비교해 보면 아래 표 2와 같다.

표 2. 각종 방제기의 작업효율

구 분	분무압력 (kgf/cm ²)	분당 살포량 (ℓ/min)	작업인원수 (명)	시간당 살포량 (a/h)
○어깨걸이 분무기	3~4	0.9	1	2.5
○축압식 분무기	4~5	2.0	1	3.3
○지렛대 분무기	5~10	3.0	3	9.0
○동력 분무기	15~40	20.2	5	40.0
○봄 방제기	10~60	10~30	1	>100
○인력 살분기	--	1.0*	1	20.0
○동력 살분기	--	3.0*	1	50.0
○헬리콥터 분무기	5~10	45.0	15	>2,000.0
○헬리콥터 살분기	--	20~50*	10	>2,000.0

주) * : 단위는 kgf/m

2. 국산 동력분무기의 성능분석

플런저의 내구성 및 내마모성 시험, V-패킹등 전체 구성품의 성능분석을 국내에 공급되어 사용중인 국산제품의 내구성 및 내마모성 시험을 통하여 국산 동력분무기의 성능 및 품질을 평가하였다.

가. 시험조건

1) 시험시간별 사용용액

물과 농약액을 모두 시험시 시험 용액으로 사용하여 실제 방제시를 기준으로 성능 및 내구성 시험을 실시하여 동력분무기의 실질적인 성능시험을 실시하였다.

- 맑은 물 - 30시간,
- 살충제(DDVP) - 35시간,
- 살균제(다이센 엠) - 35시간

2) 목표 시험시간 : 100시간을 기준하여 시험을 실시하였으나 시험도중 부품 파손으로 인하여 시험이 불가능하게 되는 시간까지 시험한 결과로서 일부기종은 미리 설정한 100시간까지 부품의 파손으로 시험을 할 수 없었다.

표 3. 동력분무기의 시험 비교표

번호	기종		MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	비 고
	항목						
1	시험시간		100시간	87시간	57시간	64시간	
2	체적효율(%)		95.8	95.5	95.2	95.1	
3	압력변동률(%)		1.8	2	5	5	
4	상용압력(kgf/cm ²)		25~40	28	30	25~35	
5	최고압력(kgf/cm ²)		50	40	40	40	
6	윤활유 온도(°C)		60	61	80	65	
7	오일누유 개소		축 오일셀	←	뒤카바	축오일셀	
8	누수개소		공기실(파손) (1개)	공기실(파손) (4개)	공기실(파손) (1개)	-	
9	벨브패킹 마모		없음	←	변형	마모, 변형	
10	V패킹 마모		마 모	←	←	←	
11	플런저 O링 마모		마모(절단)	←	없음	←	
12	플런저 마모		편 마모	←	←	없음	
13	압력계이지 내구성		고 장	←	←	←	

3) 시험결과 분석

당사에서 실시한 시험결과를 토대로 하여 동력분무기 각 구성품의 내구성, 내마모성 및 성능분석 결과는 다음과 같다.

가) 체적 효율

$$E_v = Q/Q_0 \times 100$$

$$Q_0 = A * S * n * N / 100$$

E_v : 체적효율(%), Q_0 : 이론 배출량 (ℓ/min), Q : 실제 배출량,
 A : 가압부 단면적(cm^2) S : 가압부 행정(cm), n : 가압부 개수,
 N : 상용 회전수

비교 시험한 결과 각 사별 각각 95%이상의 결과를 나타내고 있어 체적효율은 모두 비슷한 성능을 나타내고 있다.

나) 압력변동을

$$P \pm \Delta P / P * 100$$

P : 상용압력(kgf/cm^2), ΔP : 압력변동(kgf/cm^2)

1.8~5%정도의 변동율로서 시험한 시험기대 및 제작회사별로 약간의 차이를 나타내고 있으나 모두 10%이내로서 검사규정에 적합한 것으로 확인되었다.

다) 상용압력

시험한 기종별로 25~40 kgf/cm^2 의 변동율을 보였다. 이는 각 시험용 동력 분무기별로 실린더와 플런저의 진직도, V패킹의 내마모성, 크랭크케이스의 플런저 접촉

부 진직도 차등으로 인하여 발생하는 것으로 시험기대중 MODEL 1이 가장 우수한 성능을 보였다.

라) 윤활유 온도

성능시험시 매 4시간 단위로 측정한 평균온도로서 각 시험 기종별로 60~80 °C 의 심한 온도차를 나타내었다. 이는 크랭크 케이스내의 윤활유 온도로서 플런저의 왕복운동을 위한 크랭크축과 컨넥팅 로드의 운동으로 인한 것과 플런저의 접촉부인 크랭크케이스의 플런저 가이드 부, 실린더 및 플런저 등의 설계 및 제작기술의 차에서 발생하는 것으로 MODEL 1이 가장 우수한 성능을 나타내었다.

마) 윤활유의 누유

시험한 4대의 시험기 중에서 MODEL 4를 제외한 3개 기종 모두에서 누유 현상이 발생했으며 MODEL 1은 시험 80시간만에 축 오일실에서, MODEL 2는 시험 70시간만에 역시 축 오일실에서, MODEL 3는 시험 50시간만에 크랭크케이스 뒷 카버에서 누유가 발생했다.

바) 약액의 누수

시험시간 3~4시간을 단위로 그랜드 부에서 누수가 발생하였다. 이는 그랜드의 조임 조절과 그리스의 주기적 정량주입이 매우 중요한 것으로 나타났으며 그리스 무급유 시스템의 채용시 누수현상은 현저히 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

사) 밸브패킹의 마모

시험기종 중 MODEL 1, 2는 밸브패킹의 마모 및 변형이 없었으나 MODEL 3, 4는 밸브패킹의 마모 및 변형이 발생하여 압력조절이 원활히 되지 않는 현상이 발생했다. 이는 플런저의 왕복운동으로 발생하는 반복 압력에 의한 피로현상에 의한 것으로 가이드 링과 하우징의 결합치수에 대한 정밀 재검토 및 분석이 필요한

것으로 판단된다.

아) V패킹 및 플런저 오링 마모

시험기종 모두가 V패킹 마모현상이 발생했으며 또한 플런저 오링은 MODEL 3을 제외하고 모두 마모 및 절단되는 현상이 발생했다. 이는 실린더의 가공정도, 그랜드의 설계품질, 플런저의 표면조도, 컨넥팅 로드와 운동각 등에 의한 것으로 향후 이를 개선, 마모주기를 최대한 연장시키기 위하여 관련 부품에 대한 정밀검토 후 재질, 형상, 가공정도의 개선이 필요한 것으로 판단된다.

자) 플런저 마모

시험기대중 MODEL 4를 제외한 3개 기종 모두에서 플런저의 편 마모 현상이 발생하였는데 이는 크랭크 축, 컨넥팅 로드와 동작에 의한 플런저의 왕복 운전시 회전운동이 직선운동으로 변화하는 시점인 컨넥팅 로드 소단부와 플런저 연결부 상, 하면, 플런저의 실린더 접촉부 상, 하면에서 집중적인 편 마모 현상이 발생하였다. 이는 컨넥팅 로드와 운동각도가 클 때 발생하는 현상으로 판단되었다. 이를 방지하기 위해서는 컨넥팅 로드와 운동각도를 줄여야 함으로 컨넥팅 로드와 길이를 증가시키고, 플런저의 재질을 내마모성이 강한 것으로 변경시킬 필요가 있는 것으로 판단되었다.

표 4는 주요 국내의 동력분무기의 제원을 비교 한 것이다.

표 4. 주요 동력분무기의 제원 비교표

Maker 항 목	단위	중앙공업(주)	아세아산업	형제금속산업	KAAZ (일본국)	KORITZ (일본국)
형식명	-	JPS-70A	HS-70A	HJDS-70K	SX 550	HP 653
길이*폭*높이	mm	460*320*405	460*285*405	505*330*410	450*330*345	445*310*410
중 량	kg	22	25.5	22	19	19.5
플런저 직경*행정	mm	φ32*34	φ32*35	φ32*32	φ28*27	φ32*20
프런저 수	개	3	3	3	3	3
공기실 용량	cc	870	870	870	(750)	(750)
윤활유 용량	cc	1,150	1,200	1,200	1,100	1,100
V플리 직경	mm	250	270	304	180	180
상용 회전수	rpm	800	750	800	600~1,200	600~1,000
상용 압력	kg/cm ²	28	30	25	20~50	30~50
최고 압력	kg/cm ²	40	40	40	50	50
소요 동력	ps	5.8	5	4.5	1.8~6.3	2.4~6.7
흡 수 량	ℓ/분	65	63	62	30~60	29~48

주) 상기표의 제원 비교 기종 중 일본 제품은 이미 플런저가 세라믹으로 제작되었
고 윤활장치도 구리스 무 주입형인 약액 냉각방식을 채용하고 있는 기종임.

제 3 절 세라믹소재 및 무급유 윤활장치부 기초이론 조사

1. 세라믹 소재관련 기초이론

가. 세라믹 이란

세라믹은 도자기, 유리, 시멘트 등과 같이 주로 비금속성 무기질 원료를 고온에
서 처리하여 얻어진 제품을 뜻하는 것으로 이들의 제조에는 주로 천연의 광물원료
가 사용되었다. 최근에는 이들 천연원료를 정제하고 또는 천연으로 존재하지 않는

물질을 인공적으로 합성하여 얻어진 원료를 사용하여 뛰어난 특성을 가진 새로운 세라믹(New Ceramics 혹은 Engineering Ceramics)이 개발되었으며 이들 세라믹은 기계공업, 전자공업, 우주개발용 재료, 생체 재료 등으로 널리 쓰이고 있다.

나. 세라믹의 구조 및 특징

세라믹은 산소원자 사이에 금속원자가 들어 있는 구조를 가지고 있으며 이들 양자의 결합은 이온결합과 공유결합의 혼합으로 대단히 강한 결합력을 가진다. 이 결합양식은 세라믹의 특성에 커다란 영향을 미치고, 일반적으로 금속재료에 비하여 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

- 단단하고 취성이 풍부하다.
- 내열, 내 산화성이 양호하다
- 화학적으로 안정하다
- 전기 절연성이 크다
- 내 충격성, 내열 충격성이 낮다
- 융점이 높다.
- 고온강도가 높다
- 열 전도율이 낮다
- 유전성, 자성이 뛰어나다
- 성형성, 기계 가공성이 나쁘다

표 5. 금속과 세라믹의 특성 비교

평가항목	금속	세라믹스	
내열성	1,100	1,300 ↑	
내식성	×	○	
강도특성	인성(MN · m ^{-3/2})	210 (탄소강) 93 (Maraging강) 34 (알루미늄합금)	5.3 (Si ₃ N ₄) 4.5 (SiC) 5.0 (H.P. Al ₂ O ₃)
	파단시 변형	5 이상	0.2
	와이블 계수	20 이상	5~20
	경도(kg/mm ²)	백수	2,000
	피로기구	소성변형	균열성장
	내충격성	10	10 ⁻²
	파괴에너지(J/cm ²)	10	10 ⁻²
	내열 충격성	좋다	나쁘다
	측정법 규격화	많다	적다
	품질보증	비 파괴 시험	보증시험
설계	실적 많음	실적 적음	

다. 세라믹의 분류

세라믹은 성분적으로 어느 것이나 산화물이 주제이고, 그밖의 탄화물, 질화물등으로 되어있다. 보통 세라믹은 거의 다 이산화규소(SiO_2)를 주성분으로 한 가격이 싸고 양이 풍부한 천연원료를 사용한 것으로 불순물이 많고 불균일한 조직, 성질을 가진 경우가 많은데 비하여 뉴 세라믹은 알루미나(Al_2O_3), 산화마그네슘(MgO), 산화규소(SiO) 등을 고순도로 조제한 인공원료로 엄격히 제어된 제조공정에 의하여 여러 가지 기능이 부여된 것으로 다음과 같이 일반세라믹스(도자기), 뉴 세라믹스 및 기계재료로서 세라믹스등으로 분류 할 수 있다.

1) 도자기

이화학용, 전기 자기용, 의료용, 식기용, 토목 건축용, 위생 도기용, 장식용등으로 쓰이며 일본에서는 자기(Porcelain), 도기(Earthen Ware), 석기(Stone Ware) 및 토기(Clay Ware)등으로 분류한다.

- 자기 : 경질 자기, 연질 자기, 공업용 자기, 전기용 자기, 치과용 자기.
- 도기 : 가정용 도기, 미술 도기, 공업용 도기, 건축용 도기.
- 석기 : 도자기 중에서 1,200~1,300 °C의 온도에서 흡수율 1~2%이하가 될 때까지 소성 된 것으로 가정용, 장식용으로 쓰임

2) 뉴 세라믹스(화인 세라믹스, 엔지니어링 세라믹스)

다소간의 분류적인 차이는 있을 수 있어도 뉴 세라믹스와 화인 세라믹스, 엔지니어링 세라믹스는 동일한 개념으로 사용되는 경우가 많고, 종래의 도자기와는 달리 인공의 원료, 정선된 원료를 사용하여 정밀히 조정된 화학조성을 고도로 조절할 수 있는 성형법과 소성법을 이용하여 만들어 낸 세라믹스를 의미한다. 기능으로는 기계적, 열적, 전기적, 화학적, 광학적, 생화학적 및 핵적 기능 등이 있다. 이들을 기능적으로 세분하여 보면 다음과 같다.

가) 전기, 전자용 세라믹스

전기절연성 세라믹스, 유전성 세라믹스, 압전성 세라믹스, 비 오음성 세라믹스, 도전성 세라믹스

나) 자성체 세라믹스

고 투자율 세라믹스, 하드 페라이트, 자성을 이용한 페라이트

다) 전자 방사특성을 갖는 세라믹스

라) 생체용 세라믹스

탄소재료, 알루미나, 인산 칼륨계 재료

마) 핵 적 성질을 이용하는 세라믹스

3) 기계 재료로서의 세라믹스

뉴 세라믹스에 속하는 것이지만 기계재료에 쓰이는 세라믹스를 별도로 분류해 보면 화학조성에 따라 산화물 세라믹스와 비 산화물 세라믹스로 나누어진다.

○ 산화물 세라믹스 - 알루미나(Al_2O_3), 부분안정화 지르코니아(PSZ), 티타니아

○ 비 산화물 세라믹스 - 탄화물 세라믹스(SiC , 탄화규소), 질화물 세라믹스

(Si_3N_4 , 사이알론), 붕화물 세라믹스, 탄소계 세라믹스

표 6. 기계재료로서 세라믹의 종류

원 소	산화물	탄화물	질화물	붕화물	규화물
Be, Mg, Ca	BeO MgO				
Y, La	Y ₂ O ₃ La ₂ O ₃	LaC		LaB ₆	LaSi ₂
Ti, Zr, Hf	TiO ₂ , ZrO ₂ HfO ₂	TiC, ZrC Ti ₃ SiC	TiN, ZrN	TiB ₂ ZrB ₂	
V, Nb, Ta		Vc, TaC NbC	TaN, VN NbN		
Cr, Mo, W	Cr ₂ O ₃	Cr ₃ C ₂ , Mo ₂ C WC	CrN		CrSi ₂ , MoSi ₂ WSi ₂
B, Al	Al ₂ O ₃	B ₄ C	AlN, BN	(BN, B ₄ C)	
Si	SiO ₂	SiC	Si ₃ N ₄		
기 타	Eu ₂ O ₃ , UO ₂ ThO ₂ , Gd ₂ O ₃	C	Si-Al-O-N	EUB ₆	EuSi ₂

표 7. 세라믹의 물리적 특성

재료 \ 물성	밀도(g/cm ³)	경도(kgf/mm ²)	열팽창계수(*10 ⁻⁶ /C)	최고 사용온도
Si ₃ N ₄	3.2	1,400~1,550	3.2~3.6	1,900
SiC	3.21	2,550	4.4	3,400
Al ₂ O ₃	3.8~3.98	2,300	7.8~8.1	2,050
ZrO ₂ (안정화)	5.8~6.05	1,500	11.0	2,700
코디라이트	1.94~2.53		1.4~2.1	1,400
몰라이트	3.16	700	4.5~5.5	1,830
티탄산 알루미늄	2.73~3.26		1.4	1,650
C (Carbon Graphite)	2.23		1.0~3.5	3,650
TiO ₂	4.24	1,000	7.0~9.0	1,840

라. 알루미나 세라믹스(Alumina Ceramics, Al₂O₃)

알루미나 세라믹스는 본 연구에서 개발할 예정인 세라믹 플러그의 재질로서 뉴 세라믹스중에서 산화물 세라믹스에 속하는 것으로, 산화물 중에서도 가장 경도가 큰 α-알루미나를 80%이상 함유하고, 주성분인 Al₂O₃에 부성분으로 SiO₂, CaO, MgO, BaO 등이 첨가된 것이다.

알루미나는 알루미늄과 산소의 강한 결합(생성열= 403Kcal/mol)을 가지기 때문에 산화물 중에서 가장 경도가 높으며 화학적으로 안정하여 산이나 약품에 대하여 우수한 내식성을 나타내고, 절연성도 우수하며, 소오다 함유량이 적은 소결체는 10¹⁵Ω·cm이상의 높은 전기저항을 갖는다.

기계적 강도, 내마모성, 내식성을 이용한 기계적용 이외에 전기절연성을 이용한 IC기판 등의 전자 공업용과 특수한 제법에 의한 투광성을 이용한 광학적인 용도로

도 널리 사용되고 있다. 1930년대 독일의 Siemens사에서 자동차용 점화플러그를 개발한 것이 최초의 이용이며 표 7은 알루미늄이나 세라믹의 기능 및 응용제품의 예를 나타낸 것이고 표 8은 알루미늄이나 세라믹스의 특성을 나타낸 것이다.

표 8. 알루미늄의 기능과 적용제품

기 능		응 용 제 품 의 예
전기·전자적 기 능	전기 절연성	IC패키지, 점화플러그, IC기판, 세라믹 필터, 진공 스위치 용기, 마그네트론 스템, SOS사파이어 기판
	이온 전도성	Na-S 전지용, β -알루미늄 튜브
광학적 기능	레이저 발진성	루비
	투광성	Na 램프용 튜브
	광굴곡성	루비, 사파이어, 인조보석
생물·화학적 기 능	내식성	내산 펌프부품
	생체적합성	인공 뼈, 인공치근
기계적 기능	내마모성	기계적 봉합부품
	연마성	연마제(분말)
	절삭성	절삭공구, 가위
열적 기능	단열성	화이버
	내열성	도가니, 보호판

표 9. 알루미늄 세라믹스의 특징

특 성	알루미늄 함유량				
	85%	92%	95%	99% (조립)	99% (미립)
겉보기 비중	3.60	3.65	3.75	3.94	3.93
격임강도(kg/mm ²)	33	37	40	40	52
파괴인성(kg/mm ^{3/2})	17	19	21	-	26
충격강도(kg)	1.3	2.2	1.7	-	2.9
경도(록크웰 15N)	94.6	95.5	95.7	96.1	96.9
내알카리성(mg/cm ²)	-	0.42	0.30	0.00	0.09
내산성(mg/cm ²)	-	0.29	0.28	0.02	0.5
내마모성(cm ³)	0.33	0.31	0.19	0.53	0.16

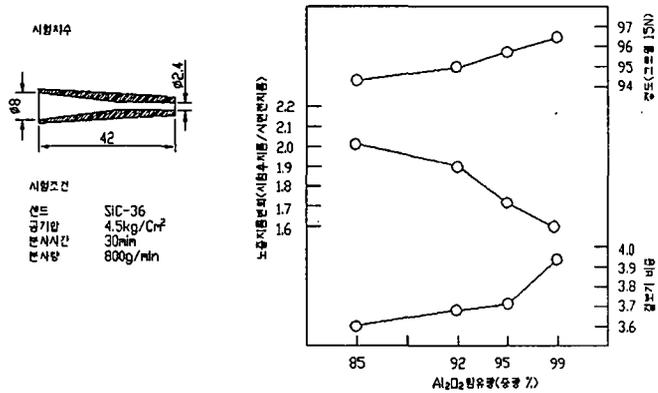
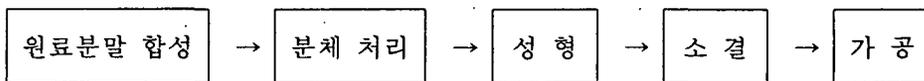


그림 3. 알루미나 함유량에 따른 내식성의 비교

마. 세라믹스 성형 및 생산공정

1) 세라믹스 제조방법

세라믹스의 재료형태는 분말, 다 결정체, 단결정체, 박막, 섬유, 비 결정체등이 있다. 이 중에서 가장 일반적인 것이 다결정체 세라믹스의 제조방법인데 이들의 제조공정은 아래와 같다.



가) 원료분말 합성

질화규소(Si₃N₄) 분말 합성법 - 금속규소의 직접 질화법, 실리카의 환원 질화법, 기상 반응법

탄화규소(SiC) 합성법 - Achenson법, 금속규소, 산화규소의 탄화법, 기상 반응법

나) 분쇄처리

분쇄 : 보울 밀, 매체 교반식 분쇄기

조립(粗立) : 교반조립, 전동조립, 유동조립, 분무조립, 압출조립, 파쇄조립

분산 : 분체를 액체중에 분산시키는 과정으로 분체의 젖음, 기계적 분산, 안정화의 3단계이다.

다) 성형

가압성형 : 단축압축, 정수압 프레스, 고온프레스, 열간 정수압 프레스

주입성형 : 슬립주입, 고히주입, Lost Wax 주입

가소성형 : 압출성형, 사출성형, Transfer 성형, 압축성형

라) 소결

분말 성형체가 융점이하의 온도로 가열되어 분말입자가 상호 응착하여 다결정체로 변화시키는 공정이다

고온 프레스법, 열간 정수압 프레스법, 초고압 소결법, 상압 소결법, 분위기 가압 소결법, 반응 소결법, 반응 소결체의 재소결, 재결정, 화학기상 석출.

마) 가공

세라믹스의 공정 중에서 가공은 매우 중요한 의미를 가지며 3가지의 규칙이 있다.

제 1. 가공공정은 생략할 수 있으면 되도록 생략한다

제 2. 가공이 필요시는 소결하기 전(다이아몬드 가공을 필요할 만큼 재료가 딱딱 해지기 전에)에 실시한다.

제 3. 가공은 세라믹스의 중요한 성질인 강도에 영향을 주기 때문에 가공효율과 최종제품의 성질과의 밸런스에 유의한다.

표 10. 세라믹스의 가공방법

가 공 법		채 용 빈 도
기계가공법	절삭가공	◎
	연삭가공	◎
	호닝가공	○
	초사상가공	○
	연마포지가공	
	분사가공	
	래핑가공	◎
	폴리싱가공	◎
	초음파가공	○
	바렐가공	
	기타가공법	레이저가공
전자비임가공		
플라즈마가공		
에칭가공		
방전가공		○

2) 세라믹 성형 및 생산공정 연구

순 위	작업 일수	공정명	공정도	공정개요	중점관리사항
1	1	조합	▽	원,부재료 평량조합	원료검사:적용규격 KSE 3807에 의거 Al ₂ O ₃ , TiO ₂ , ZrO ₂ 등의 원재료에 SiO ₂ Na ₂ O, MgO등 부재료 첨가
2	2~5	분쇄 및 혼합	▼	조합된원료의 분쇄 및 적정혼합	입자크기 : 3~5 μ m Slip 비중 : 1.7g/cm ³ 점 도 : PPM 3~240cps이상
3	1~2	Spray Dryer	◎	혼합된 원료의 고압 분무분사	분말의 화학성분검사 : 적용규격 KSE 3807에 의거 겔보기 비중:0.9g/cm ³ 이상 수 분 량 : 0.3%이하
4	15	성형	◎	Granule된 원료를 가압성형	성형밀도 : 2.2g/cm ³
5	1~3	정형	●	성형된 제품의 금형자국 제거	
6	1~3	적재	▣	성형품의 일정한 적층	정확한 적층으로 뒤틀림등 기타 소성시의 불량률 감소효과
7	1	소성	☒	성형품을고온소결시켜제품의 치밀화로 원하는 물성을 발현	비 중 : 3.4g/cm ³ 흡수율 : 0%
8	1~4	1차 연마,연삭	●	소성품의 1차연마로 원하는 제품제작	
9	1~7	외,내경 가공	□	소성품의내,외경등의 정 치수 가공	주문 및 계약 규격으로 가공
10	1~4	2차 연마,연삭	●	1차 연마, 연삭물의 조도상승(면치)	
11	1~3	광택연마	◆	면치된 제품의 광택	
12	1~2	검사	◇	규격에 적합 여부 검사	전수 검사 허용 공차 범위를 기준으로 검사
13	1~2	포장 및 출하	△	포장 및 출하	

※ 총 소요일 : 28 ~ 52일

※ 범 례 : ▽ 원, 부재료 투입 ▼ 조합, 분쇄 ◎ Sprayer Dryer

 ◎ 성형 ● 정형 ▣ 적재

 ☒ 소성 ● 1차 연마 □ 2차 연마

 ● 광택연마 ◆ 가공 ◇ 검사

 △ 출하

2. 무급유 윤활장치부 기초이론 및 구조학적 이론조사

동력분무기(크랭크축)가 700~1,200rpm으로 회전을 하게되면 플런저는 실린더 내를 분당 1,400~2,400회의 왕복운동을 하게된다. 이때 플런저의 표면이 실린더내의 플런저 U패킹과 V패킹 구간에서 왕복운동으로 인한 열이 발생하게되며 적절한 윤활작용이 되도록 그리스와 같은 윤활물질을 공급하지 않으면 플런저, 패킹류에 과도한 마모가 오거나 심할 경우에는 플런저와 실린더가 녹아붙는 소착현상이 발생할 수 있다. 즉 그리스의 정량 적기 주유가 절대적으로 요구되는 것이다.

종종 그리스의 미주유로 인한 동력분무기의 소착현상이 발생하고 있다. 그리스의 주기적 정량주유의 불편을 해소하여 동력분무기의 소착현상을 방지하고, 적절한 윤활작용의 지속적이고 안정적인 유지로 패킹류의 사용시간을 연장 할 수 있도록 그리스 윤활대신에 약액 자체를 윤활제로 사용할 수 있도록 배출실의 약액이 실린더에 들어갈 수 있는 윤활수 공급도관을 별도로 가공하여 플런저의 왕복운동시 윤활작용을 하도록 하였다.

그림 4는 그리스 윤활방식이고, 그림 5는 그리스 무급유식 즉 약액 윤활방식을 나타낸 것이다.

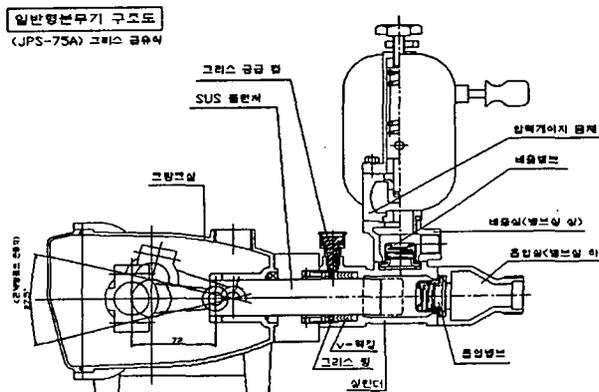


그림 4. 그리스 윤활방식의 구조

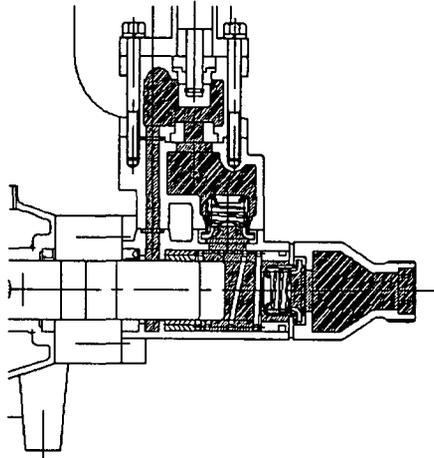


그림 5. 그리스 무급유형 운할장치의 구조

제 3 장 세라믹형 무급유 동력분무기의 개발

제 1 절 수요자 요구제원 조사분석

1. 동력분무기 규격 설정

기존 동력분무기는 20형, 40형, 60형, 70형, 100형, 150형 등의 기종으로 공급중에 있으며 이 기종들 중에서 가장 많이 공급되는 기종은 40형 ~70형의 기종들이다. 따라서 본 연구에서는 40~70형의 기종 중에서도 가장 많이 공급되는 기종인 70형보다 용량을 크게 한 80형을 개발 모델로 설정하였다.

2. 동력분무기 수요자 주요 요구제원

- 플런저 : 재질변경, 내마모성이 강한 재질로 변경요청
- 운활방식 : 그리스 주유가 필요 없는 구조로 그리스 미 주유로 인한 동력분무기 소착 예방요청(그리스 무 주입형 요청)
- 분무상용압력 : 20 ~ 50kg/cm² 범위에서 사용할 수 있도록 개선요청
- V 패킹 : 재질변경으로 내마모성을 배가시켜 V 패킹의 사용수명 연장요청
- 흡액량 : 기종에 따라 다르지만 동급중 최대 흡액량이 가능토록 하여 개선요청(동급중 최대용량 요청)
- 소요동력 : 경운기 및 소형 모우터에 사용할 수 있는 소형 고용량의 동력분무기 요청
- 외관 : 큰 문제는 없지만 가능하면 소형 경량이면서 용량은 대형 요구
- 공기실 : 여유있는 용량 및 파손되지 않는 견고한 구조요청
- 기타 : 가장 큰 요구사항으로 누유, 누액이 없는 구조이면서 소형 대용량의 동력분무기를 요청하였고 잔고장 없이 오래 사용할 수 있는 분무기 요청

3. 시작기 설계제원 설정

아래와 같은 제원으로 설계를 추진하여 시작기를 제작하고 성능시험, 내구성 시험등 실증시험을 통하여 수정 보완한 후 최종 시작기를 제작하고 제원을 확정하고자 하였다.

표 11. 시작기의 설계제원

항 목		단 위	제 원	비 고
잠정 모델명		-	JPS - 80N	
크기(길이×폭×높이)		mm	530×318×425	
중 량		kg	21	
플런저 수		개	3	
플런저 경×행정거리		mm	φ32×34	
분무	회전수(rpm)	rpm	700~1,200	
	압력(kg/cm ²)	kg/cm ²	20~40	
	흡액량(ℓ/min)	ℓ/min	57~98	
관수	회전수(rpm)	rpm	1,500	
	압력(kg/cm ²)	kg/cm ²	4 미만	
	흡액량(ℓ/min)	ℓ/min	122	
최고압력(kg/cm ²)		kg/cm ²	50	
소요동력		마력	5~9	
V-패킹 수량		개	4개×3개소=12개	
V-폴리 직경		mm	250	
공기실 용량		cc	920	
윤활유 용량		cc	1,400	

제 2 절 시작기 설계기준

1. 작동부 메카니즘 및 운동특성 설정

가. 작동부 메카니즘

동력원과 연결된 V벨트로부터 동력분무기의 V풀리가 동력을 전달받고 V풀리 축으로 연결된 크랭크축이 V풀리가 회전함에 따라 회전을 하면 크랭크축에 연결된 컨넥팅 로드와 왕복운동을 하며 이 왕복운동에 의하여 컨넥팅 로드 소단부에 연결된 플런저가 동시에 왕복운동을 한다. 플런저가 왕복운동을 할 때 플런저가 상사점에서 하사점으로 이동하면 배출밸브가 닫힌 상태에서 흡입밸브가 열리면서 흡입실 내의 약액이 실린더내로 들어오고 플런저가 하사점에서 상사점으로 이동하면 흡입밸브는 닫히고 배출밸브는 열리게되어 약액은 배출밸브를 통하여 배출실로 배출되게 된다. 이와 같은 동작이 플런저의 수에 따라 일정주기로 반복되게 되고 약액은 흡입, 배출의 순환을 반복하므로써 약액은 동력분무기를 통하여 호스로 전달되고 호스 끝의 노즐에서 미립자로 무화되어 방제작업을 수행하게 되는 것이다.

나. 운동특성 설정

기존의 동력분무기와 구조 및 운동특성이 유사하며 플런저의 편마모를 최소화하기 위하여 컨넥팅 로드와 플런저의 길이를 약 17mm를 늘려 컨넥팅 로드와 플런저의 운동각을 약 8° 줄일 예정이며 V패킹의 재질을 NBR(아크릴로 니트릴 브타디엔 고무)에서 NBR+포입(NBR에 다이코트絲을 입힌 것)으로 변경하여 내마모성을 강화시킬 예정이다.

2. 시작기 설계 기준

시작기 형식	: 80형
플런저 형식	: 3련 왕복형 수평식
분무압력	: 최고 50kg/cm ² , 상용 20~40kg/cm ²
소요동력	: 5~9 마력
플런저 크기	: Ø32 × 34mm(경 × 행정거리)

플런저 재질 : 스테인레스 스틸 → 세라믹(알루미나 세라믹스, AL_2O_3 ,)
 ※ 알루미나 함유량 96%

급유방식 : 그리스 급유방식 → 그리스 무급유방식(약액 순환방식)

그랜드 조절방식 : 수동조절방식 → 자동조절 V패킹 누름방식

순환유 용량 : 1,400cc

기타 사항 : 시작기 제작 설계제원을 기준으로 설계함.

3. 그리스 무급유 순환장치부 설계 기준

플런저와 패킹 마찰부에 그리스 주입 대신 흡입실을 통하여 흡입된 약액이 흡입밸브와 배출밸브를 통하여 배출실로 이송되고 배출실과 연결되게 별도로 설치된 순환수(약액) 공급도관을 통하여 세라믹 플런저부에 도달되게 하여 순환작용을 할 수 있도록 설계하였다.

4. 세라믹 플런저 설계기준

알루미나 함유량 96%인 알루미나 세라믹스를 재질로 하여 V패킹의 마모를 최소화하고 펌프 및 체적효율의 저하를 방지하기 위하여 표면조도는 2s이하로 함.

제 3 절 시작기 설계 및 제작

시작기의 설계기준과 수요자 요구제원을 기준으로 설계하고 제작을 추진하였고 연구 후 즉시 상품화를 위하여 소요 금형 및 지그는 가능한 모두 제작하였고 초기에 시행착오를 최소화하기 위하여 그동안의 동력분무기 개발 및 생산 경험과 보유한 기술을 최대한 활용하고 가능한 한 실증시험, 내구성 시험 및 모든 악조건 시험을 시행하였다.

아래 그림 6은 전체 조합도와 시작기의 사진을 나타낸 것이다.

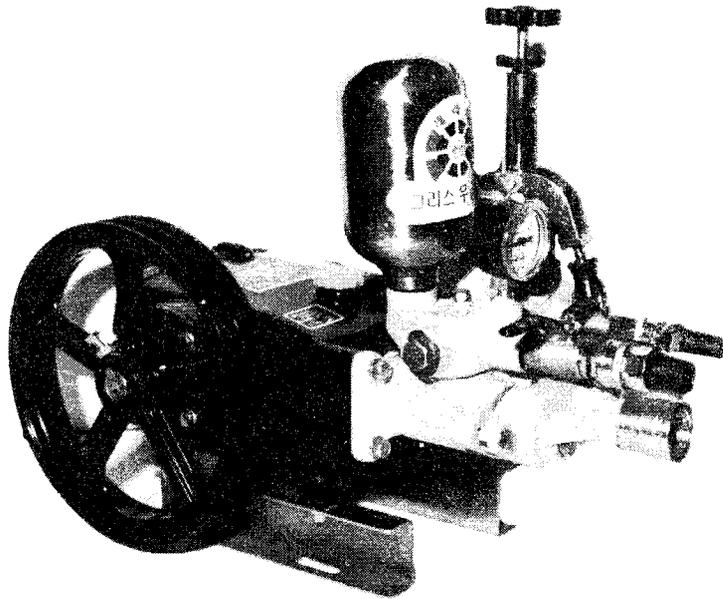
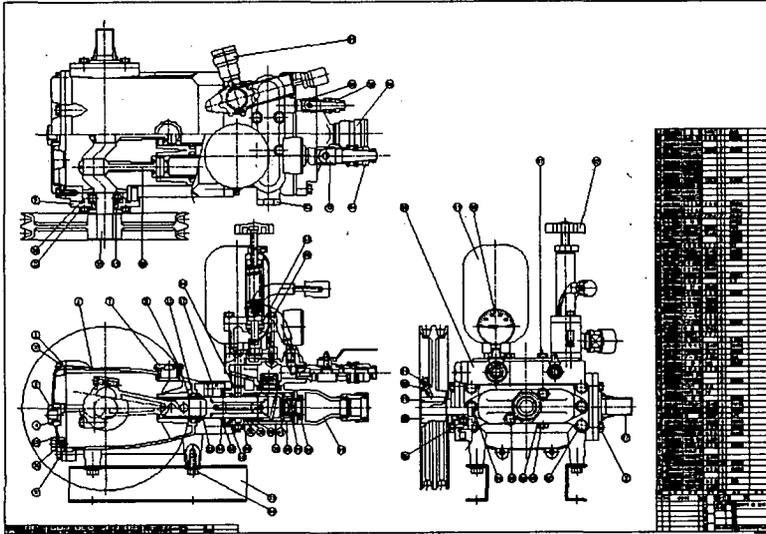


그림 6. 시작기의 총 조합도와 사진

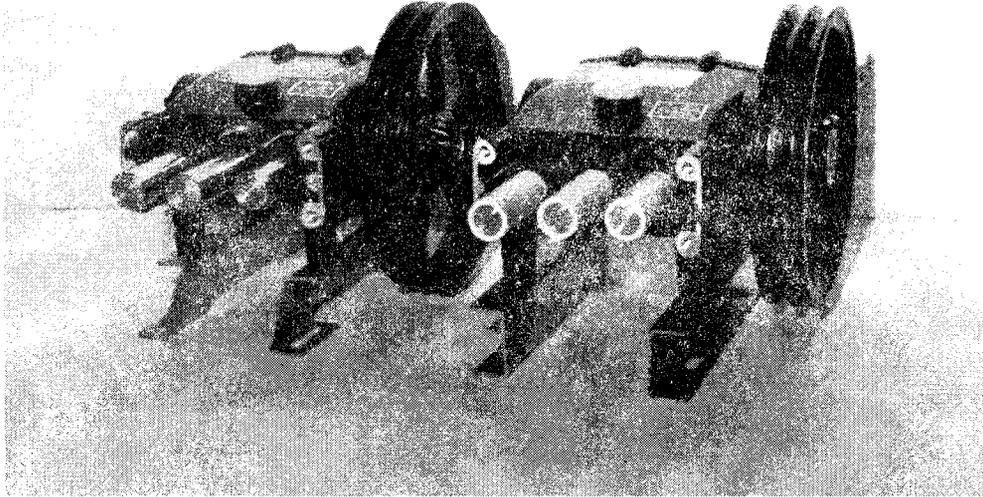


그림 7. 세라믹 플런저의 개략도와 조립사진

세라믹 플런저는 세라믹 플런저 부분과 커넥팅로드와 연결되는 스테인레스 플런저 부분으로 구분되면 두 부분의 연결은 스테인레스 플런저의 한쪽 끝을 원형 직각 돌출시켜 세라믹 플런저가 끼워 들어가게 하였고, 스테인레스 플런저에 그림 2의 2번과 같은 센터축 나사를 밀봉용착제 #1104로 조립하고 칼라 3번을 끼운 후 4의 플런저 조임나사로 체결하도록 하였다. 그리고 동력분무기 작동시 약액이 세라믹 플런저 안으로 흘러 들어가 동절기에 동파 되는 것을 방지하기 위하여 플런저 조임나사에 O-링 및 나이론 팩킹을 끼우고 조립하였으며, 모든 조립공정은 조립용 지그(Jig)에서 작업하여 세라믹 플런저 부분과 스테인레스 플런저 부분의 직진도를 0.1 이하가 유지되도록 하였다.

나. 그리스 무 주입형 윤활장치부

세라믹 플런저의 왕복운동 중 흡입행정시 흡입실로 흡입밸브를 통하여 들어온 약액이 플런저의 압축행정으로 배출밸브를 통하여 배출실로 배출된다. 배출실에 윤활수 공급통로($\phi 8$)를 따라서 약액이 플런저와 U, V 패킹의 접촉부에 도달하게 되고, 이때 도달된 약액이 접촉부에서 냉각과 윤활작용을 하여 플런저와 실린저의 소착과 각종 팩킹류의 응착을 방지하게 된다. 배출실에는 직경 $\phi 8$, 길이 50mm로 가공한 윤활수 공급통로는 그리스 대신 약액순환을 할 수 있는 약액통로서 단순화하였다.

그림 8은 그리스 무 주입형 윤활장치부의 구조도를 나타낸 것이다.

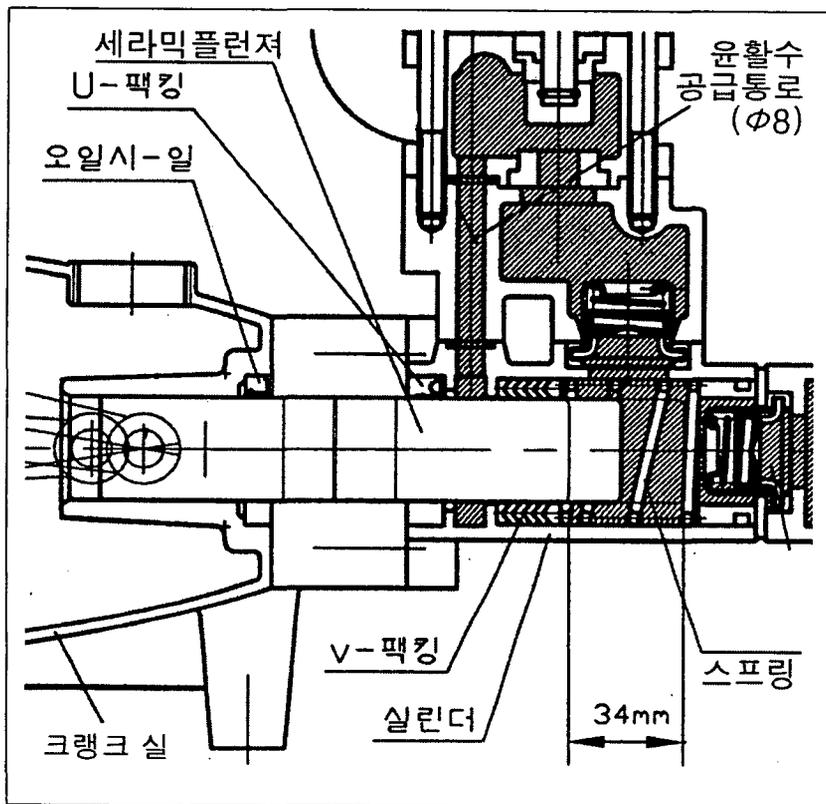
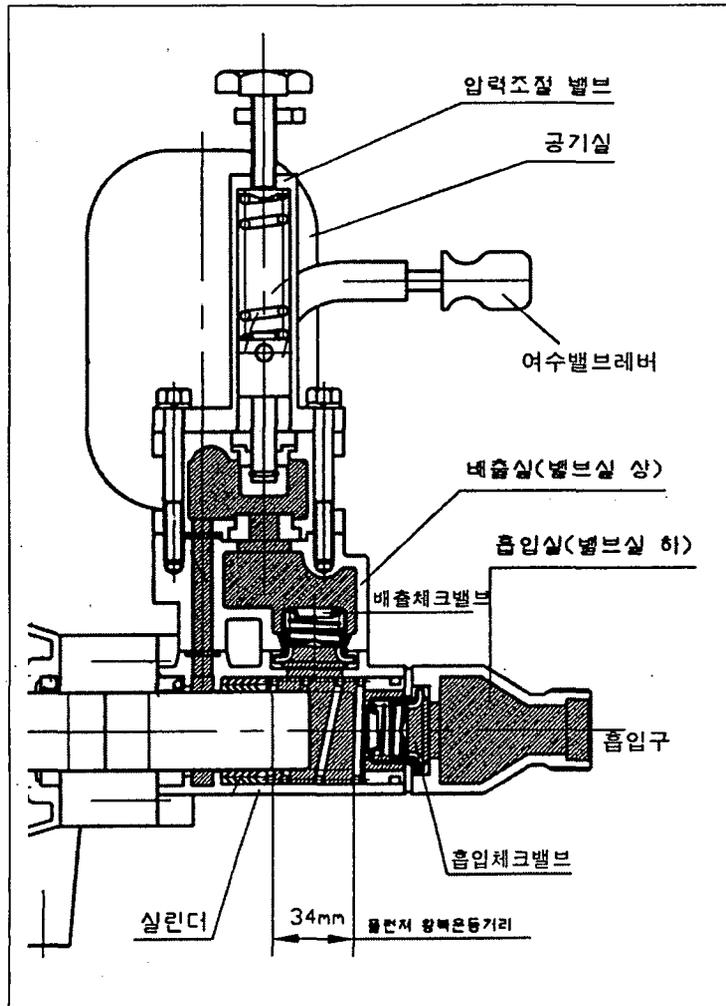


그림 8. 그리스 무급유 윤활장치부의 구조도

다. 흡입부 및 배출부

흡입실과 배출실은 상하구조로 되어 있으며 흡입실은 하부에 위치하여 흡입용 약액호스와 연결되어 있으며, 배출실은 상부에 위치하여 약액 배출밸브, 공기실 및 압력조절밸브로 구성되어 있다.

그림 9는 흡입부와 배출부의 구조 및 실물사진을 나타낸 것이다.



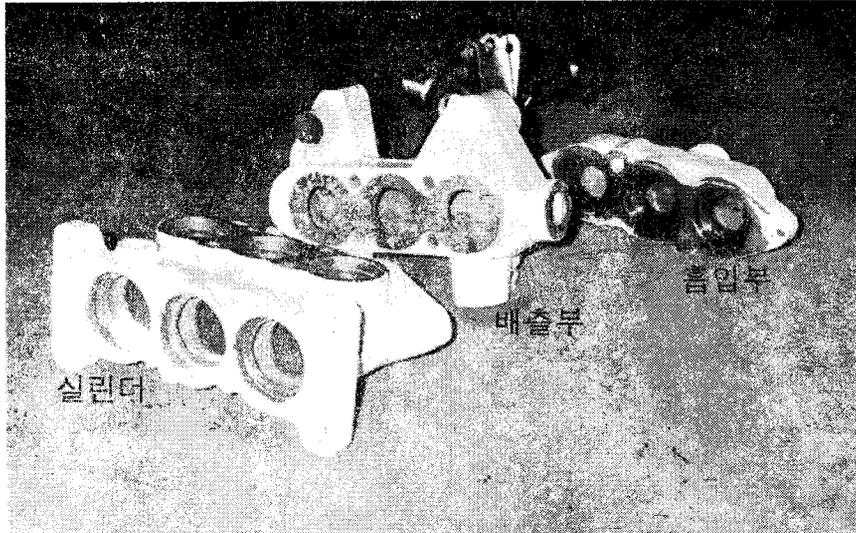


그림 9. 흡입부 및 배출부의 구조 및 실물사진

1) 흡입부

흡입부는 흡입관, 흡입실 및 흡입체크밸브로 구성되어 있으며, 흡입부는 흡입실에 약액을 공급하기 위한 부분으로 직경 25mm 플렉시블 호스를 연결할 수 있도록 하였고 연결방법은 볼트 체결식을 채용하였다. 흡입실과 실린더 사이에는 체크밸브를 실린더 방향으로 각각의 실린더에 3개 설치하였으며, 흡입행정에서는 밸브가 자동으로 열려 약액이 실린더로 들어오게 되고 압축행정에서는 닫히게 되어 약액이 다시 흡입실로 유출되는 것을 방지하였다. 밸브의 재질은 스테인레스 강을 사용하였으며 흡입실 재질은 주철강으로 하였다.

2) 배출부

배출부는 배출실, 공기실, 압력조절밸브, 압력계, 배출밸브 및 배출체크밸브로 구성되어 있으며 각 부분은 배출실에 부착되어 있다. 공기실은 피스톤의 행정 중 약액 이송 멈춤이 발생하는 시기가 발생하므로 이로 인한 맥동현상을 줄이기 위하여 공기실을 설치하였고, 공기실의 용량은 940cc로 하였다.

압력조절밸브는 스프링 압력조절방식을 채용하여 수동으로 손잡이를 회전시켜 압력을 조절하도록 하였고, 압력을 초과하는 약액은 여수호스로 배출되도록 하였다. 또한 압력조절밸브에 여수밸브레버를 부착하여 사용자의 조작으로 강제적으로 약액이 여수호스로 배출될 수도 있도록 하였다.

압력계는 배출부의 압력을 지시하는 장치로 압력조절밸브의 조절로 변화한 압력 및 현재의 압력을 표시해 주므로 작업시 과도한 압력으로 인한 제품의 파손을 사전에 알 수 있고 작업 적정압력을 알 수 있도록 하였다. 압력계에는 작업가능 압력영역은 초록색으로, 위험작업 압력영역은 적색으로도 표시하였다.

배출밸브는 액약호스와 연결되는 부분으로 1/4인치 및 3/4인치 액약호스를 연결할 수 있도록 밸브를 각각 1개씩 부착하였고 1/2인치 밸브 1개를 추가로 부착할 수 있도록 하였다.

체크밸브는 실린더와 배출실 사이에 배출실 방향으로 부착된 장치로 흡입행정에서는 배출실의 압력이 실린더의 압력보다 높아 닫히게 되고 배출행정에서는 실린더의 압력이 더 높아 배출실로 약액이 배출되게 되며, 이때 흡입실의 체크밸브는 닫히게 된다.

라 크랭크실

크랭크실은 외부의 동력을 받아 커넥팅로드를 통하여 피스톤에 동력을 전달하는 부분으로서 크랭크케이스, 크랭크 축 및 커넥팅 로드로 구성되어 있다.

크랭크케이스 재질은 알루미늄합금인 ALDC 8을 사용하였고 다이캐스팅으로 제작하였으며 오일 주유구, 배유구 및 오일 확인창을 부착하였다. 크랭크축은 회전경이 34mm가 되도록 120도 각도로 3개의 커넥팅로드를 부착할 수 있도록 제작하였고, 커넥팅로드는 크랭크축에 부착 동작시 동작각도를 일반 펌프의 동작각도 25°보다 작은 19.5°가 되도록 길이를 100mm로 하였으며 이로 인하여 피스톤과 커넥팅로드 연결부 주위의 고무팩킹 및 오일 씨일 등의 마모를 최소화하였다. 그림 10는 크랭크 실의 구조 및 제작된 크랭크 실 사진을 나타낸 것이다.

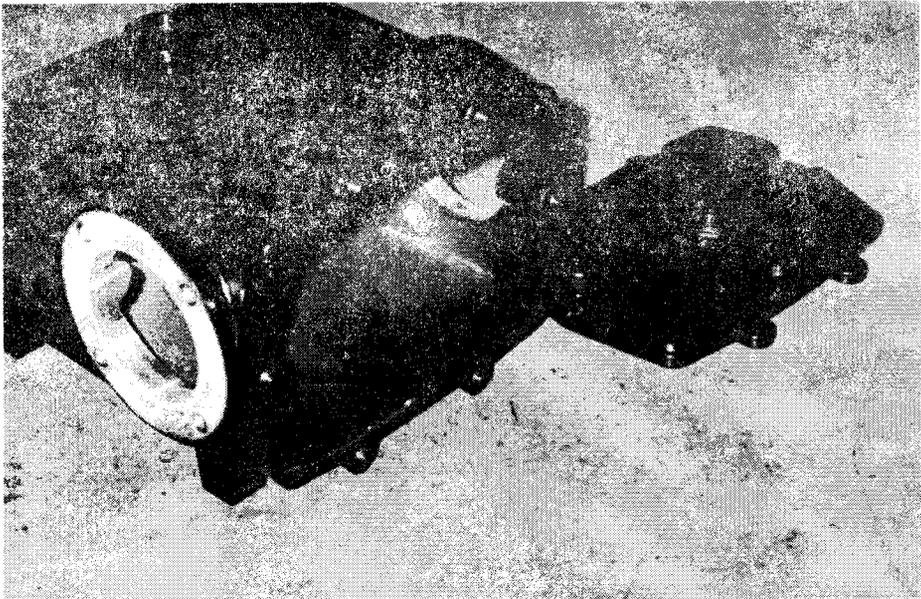
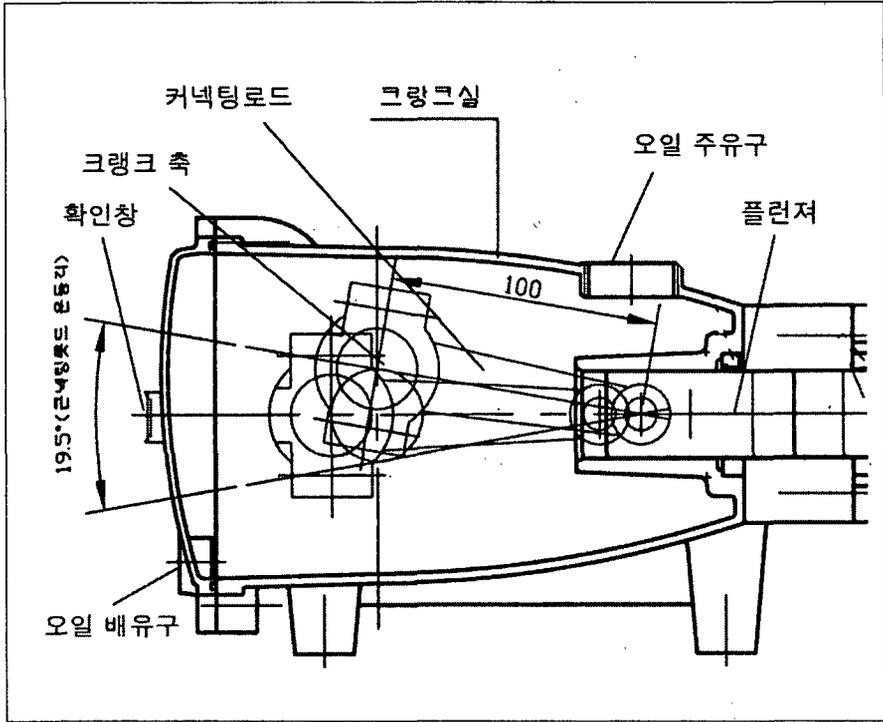


그림 10. 크랭크 실의 제작도면 및 시제품 사진

제 4 장 시작기의 성능시험 및 결과분석

제 1 절 모터부착 성능시험 및 결과분석

1. 시험장치 및 방법

3상 전기모터를 이용하여 외부진동 발생이 적은 상태에서 세라믹 동력분무기의 동작상태 및 성능을 시험하기 위하여 그림 11와 같이 시험장치를 준비하여 1차 모터 부착시험을 실시하였다.

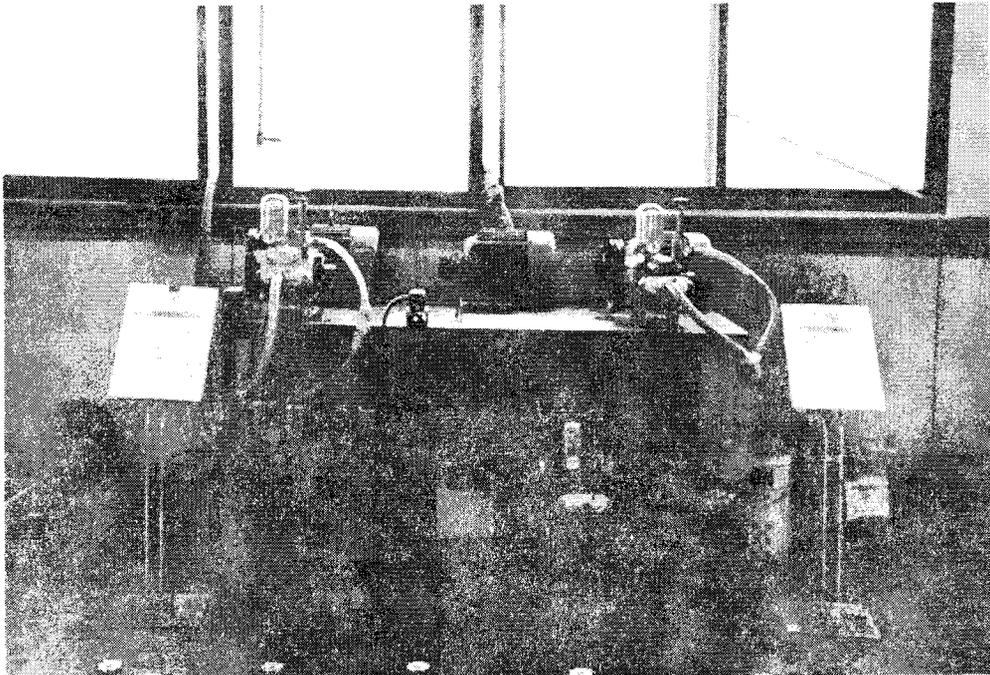


그림 11. 모터를 이용한 세라믹 동력분무기 시작기의 시험장면

즉 시작기의 작동 메카니즘을 분석하고, 각 구성부품의 내구성, 내 마모성등을 시험하고자 하였다.

시험조건으로는 분무기 회전속도가 350rpm, 분무기 압력은 30kg/cm^2 , 시험시간은 340시간 동안 시험하였다. 플런저 조립의 평행도는 그림의 왼쪽 시험장치(1번기대)가 각각 0.04, 0.25, 0.09이었으며, 오른쪽 시험장치(2번기대)는 각각 0.05, 0.09, 0.08

이었다. 시험시 적용 액체는 살충/살균 약액을 사용하였고, 온도는 40℃이하로 관리 하였으며, 노즐분사가 아닌 여수상태로 시험하였다.

2. 시험결과 및 분석

전기모터에 세라믹 동력분무기 시작기를 부착하여 시험한 결과 표 12와 같은 시험결과를 타내었다.

표 12. 모터구동 그리스 무급유 세라믹 동력분무기 시작기의 시험 결과

항목		결과		
		검사방법	시험결과	
이상 소음		청각	없음	
누유	뒷 커버	육안	없음	
	베어링 커버(내륜)	육안	좌,우측 미량 누유(150시간 후 누유 시작)	
	프런저 오일 시일	육안	양측 프런저 누유(250시간 후 누유 시작)	
누수	각부 콕크, 게이지, O링	육안	없음	
	윤활수 시일(3개소)	육안	누수(200시간 후 20-30초당 1방울)	
마모	V-팩킹(마직포입형)	육안	마모(내립손실)	
	V-팩킹(NBR경질)	육안	마모(내립손실)	
	윤활수 시일(324508)	육안	마모(내립손실)	
체적효율증감		저울, 초시계, 회전계	운전초기	97%/63 ℓ /min
			340시간 후	95.3%/61.75 ℓ /min
크랭크실 오일 온도		온도계	운전초기	17℃
			340시간 후	44℃

시험결과 베어링 커버의 좌, 우측에서 150시간 운전 후 미량의 오일 누유가 시작 되었으며, 프런저의 오일 씨일 부분에서도 250시간 운전 후 미량의 누유를 확인 할

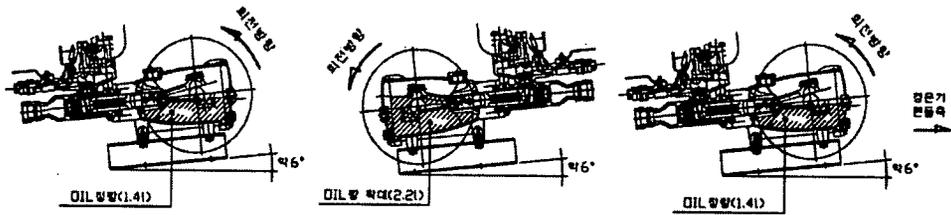
수 있었다. 누수확인에서도 3개소 실린더 모두 윤활수 시일부분에서 200시간 운전 후 20-30초당 1방울 정도의 누수가 있었으며, V팩킹 및 윤활수 시일의 마모상태는 내립손실이 모두 발생하였고, 동력분무기의 펌프량은 이론식을 100%로 할 때 초기 1분 동안 분무한 양이 63ℓ로 약 97% 이었으며, 340시간 시험 후에는 61.75ℓ로 95.3%가 되었다. 크랭크실의 오일온도는 약 44℃까지 상승하였지만 오일의 특성을 잃는 온도까지는 상승하지 않았다.

제 2 절 경운기 부착 성능시험 및 결과분석

1. 시험장치 및 방법

동력분무기는 진동의 영향이 많은 경운기에 장착하여 사용하는 경우가 많으므로 본 시험을 통하여 경운기 장착 사용시 문제점을 찾아 개선하기 위하여 본 시험을 실시하였다. 시험방법은 그림 12에서처럼 3가지 형태로 경운기에 트레일러를 장착하지 않고 몸체에 직접 개발된 시작기를 장착하여 경운기가 앞쪽으로 약 6도 기울어진 상태로 시험하였으며, 시험은 43시간 동안 연속 실시하였다. 시험압력과 회전수는 1번 시작기가 35kg/cm², 650rpm이었으며 2번과 3번 시작기는 50kg/cm², 500rpm으로 동일하게 하였고, 향후 양산을 대비하여 가공정밀도 요구 정도를 비교분석하기 위하여 실린더를 전용기 가공(1호), M.C.T가공(2, 3호기)으로 하여 장착시험에 임하였다.

또한 시작기 모두 공히 NBR소재의 V 팩킹을 사용하였고 오일량을 1, 3번 시작기에는 1.1리터, 2번 시작기에는 2.2리터를 주유하여 오일의 양과 기울기 및 마모상태에 대해서도 함께 시험하였다. 시험시 외기온도를 10 - 15℃로 유지하였고 각부의 누유, 누수 및 마모상태에 대하여 실험 및 분석을 실시하였다.



(a) 시작기 1

(b) 시작기 2

(c) 시작기 3

그림 12. 경운기 구동 그리스 무 급유 세라믹 동력분무기의 실험방법

그림 13은 세라믹형 무급유 동력분무기의 경운기 장착 시험장면이다. 공시기는 국제 10마력 경운기의 PTO에 V-벨트로 연결하여 시험하였다.

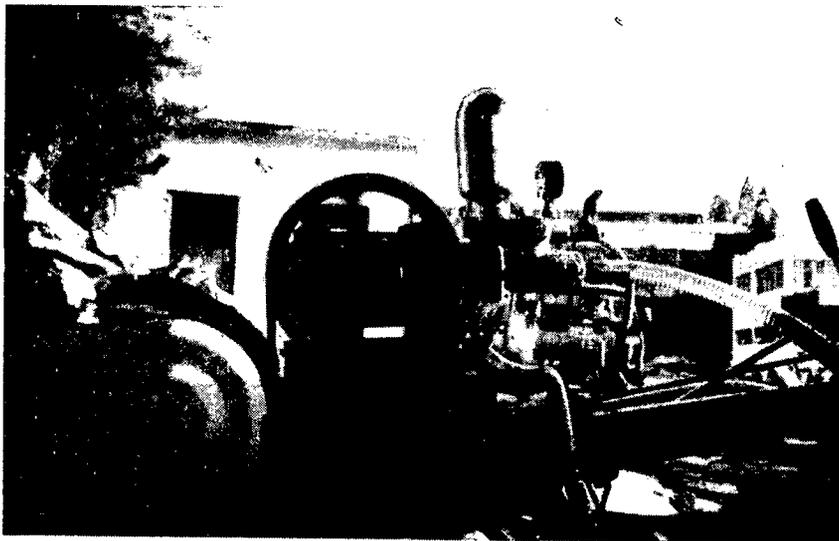


그림 13. 세라믹 동력분무기의 경운기 탑재 시험장면

2. 시험결과 및 분석

시험결과 1번 시작기에서는 약 20시간 후에 누수현상이 발생하였고 2, 3번 시작기에서는 모두 40시간이 지난 후에 누수현상이 이후 발생하였으며 윤활수 썰과 V팩킹 상태는 내측마모가 나타났다. 1, 2, 3번 시작기에서 모두 크랭크 축 좌

우의 오일 씬에서 약간의 누유현상이 발생하였고, 2번 시작기에서 만 플런저 오일 씬 누유 현상이 발생하였다. 또한 시험완료 후 플런저 마모상태를 검사한 결과 1번 과 3번 시작기에서 하부면에 약간의 마찰 흔적이 발생한 것으로 조사되었으며 2번 시작기에서는 극히 양호한 것으로 조사되었다.

경운기 부착 구동 시험 시에 20, 40시간 경과 후에 누수현상이 발생하였으며, 이 는 모터 부착 후 200시간 경과 후에 누수현상이 발생한 것에 비하면 약 5배정도 누 수현상이 빨리 발생한 것으로 이것은 경운기의 진동이 동력분무기에 직접 전달되어 발생된 것으로 판단된다.

따라서 가공정밀도가 매우 좋은 M.C.T 가공 실린더를 이용한 2, 3번 시작기의 누 수가 약 2배 이상의 누수 내구성을 보였기 때문에 향후 최종 시작기는 M.C.T 가공 을 하되, 양산시에는 전용기를 더욱 개선, M.C.T가공시의 품질 수준을 이루어 원가 상승요인을 최대한 배제할 예정이다.

제 3 절 시작기 성능시험 결과 문제점 및 개선점

모터를 부착하여 시험시 발생한 문제점인 베어링 커버의 누유현상은 크랭크 축 오일 시일 조립부의 가공도를 높여 누유를 제거하는 것이 좋을 것으로 판단되며, 윤활수 시일 3개소의 누수 및 마모현상 또한 NBR 고무경도를 현 78 에서 85 이상 으로 강화하고, 스프링 재질을 현 강선에서 Sus 스프링 강선으로 교체할 필요가 있 는 것으로 사료된다. 또한 체적효율 약 1.7% 감소는 V-팩킹을 누르고 있는 압축하 중을 현 6.1kg/8.4mm에서 10kg/8.4mm로 증가시키면 체적효율 감소가 적을 것으로 판단된다. 경운기 부착 시험시 발생한 문제점 중 플런저 부분의 미세한 마모 현상 은 분무기의 크랭크실에 주입한 오일의 기준량이 너무 적고, 경운기에 부착시 경사 지게 부착하여 오일이 플런저 부분에 원활히 공급이 이루어지지 않아 발생한 것으 로 사료되며, 이를 해결하기 위하여 현 오일 주입기준량을 현재의 1.1리터 보다 많 은 약 1.5리터 이상을 주입하고, 오일 씬의 누유현상은 오일 씬의 폭을 약 2mm정 도 크게 변경하는 것이 좋을 것으로 판단되다.

제 5 장 결과 및 요약

본 연구를 통하여 개발된 세라믹형 무급유 동력분무기는 기존의 동력분무기와 비교하여 볼 때 기존의 그리스 주입형을 그리스 무 주입형으로 구조를 변경하므로써 정기적인 그리스 주입의 번거로움을 제거하여 사용상의 편리성을 기하였으며, 정기적으로 그리스를 주입하지 않으므로써 유발되는 동력분무기의 소착현상을 방지하게 하여 동력분무기의 내구성을 향상시켰다. 또한 플런저를 세라믹화 함으로서 기존의 동력분무기에서 나타났던 플런저의 마모로 인한 압력저하 및 토출량 부족의 현상을 제거함과 동시에 플런저의 교체로 인한 인적, 물적 낭비적 요소를 제거하였다.

연구과제의 종료와 동시에 상품화를 시작하였으므로 성능시험 상에서 나타난 문제점들인 베어링 커버부위의 누유는 오일 씨일 조립부의 가공정도 개선을 통하여 해결하였고, 윤활수 오일 쉘의 마모현상은 소재의 경도를 강화함으로서 해결하였다. 경운기부착 시험 시 나타난 문제점인 플런저부의 미세한 마모현상은 오일 주입량의 증가로 개선하였고, 오일 쉘의 누유현상은 오일 쉘의 폭을 개선하므로써 해결하였다. 이로서 발생한 문제점을 모두 개선하여 실질적인 상품화를 완성하였고 향후 양산을 추진할 예정이다.

그러나 아무리 완벽을 기한 제품이라도 실 수요자중심의 성능과 품질이 이루어져야 하므로 향후에도 지속적인 품질 및 성능관리를 통해서 보다 더 수요자인 농민들이 만족할 만한 동력분무기를 만들고자 끊임없이 노력하고 정성을 다할 예정이다.

따라서 본 연구를 통하여 세라믹형 무급유 동력분무기의 개발을 완료하고 상품화까지 완료하였으며 그 최종 결과는 다음과 같다.

1. 동력분무기관련 기초이론조사와 메카니즘에 대한 분석을 실시하였다.
2. 국내, 외에 공급되고 있는 동력분무기의 비교시험과 구조분석을 실시하

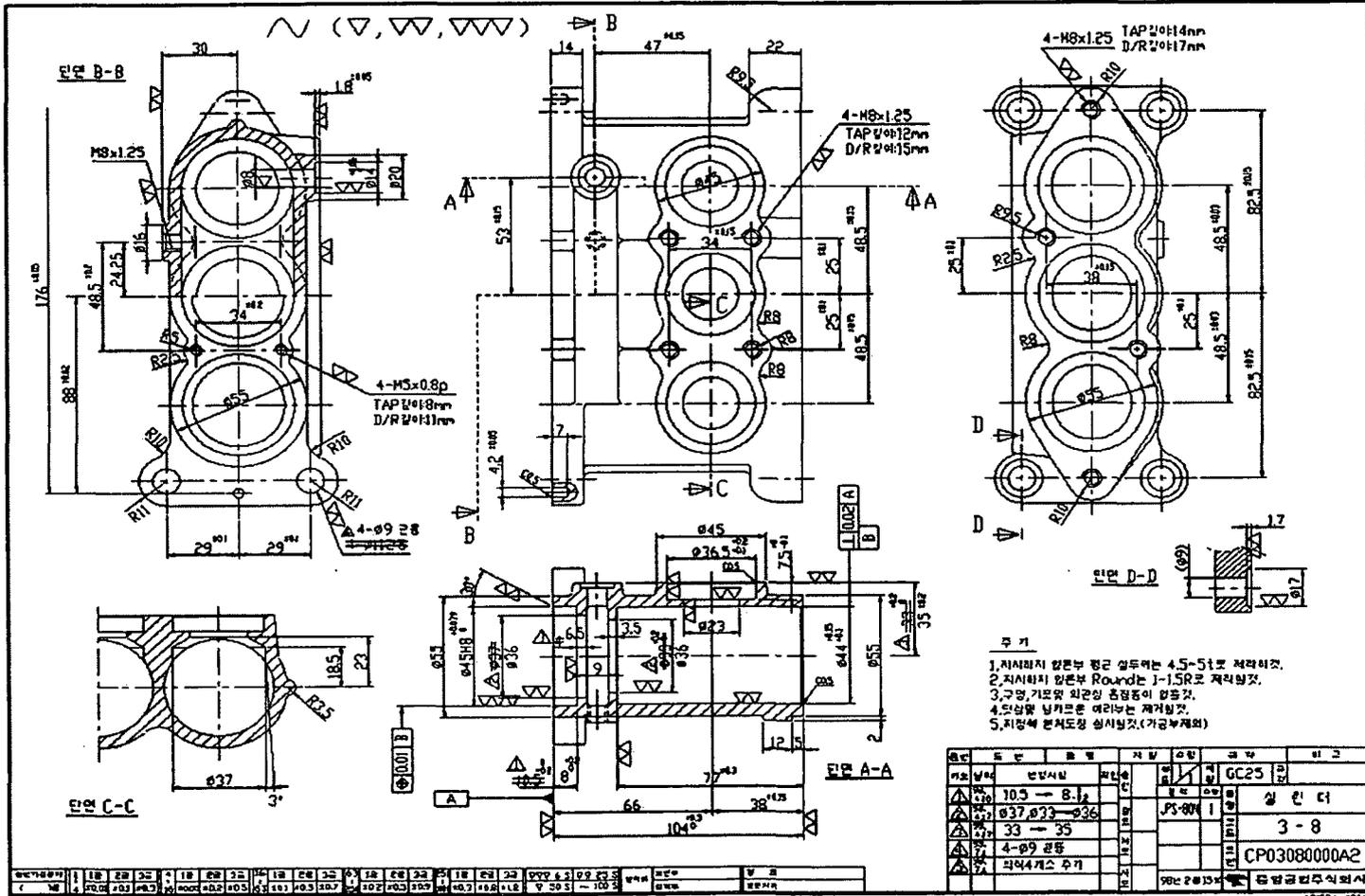
였다.

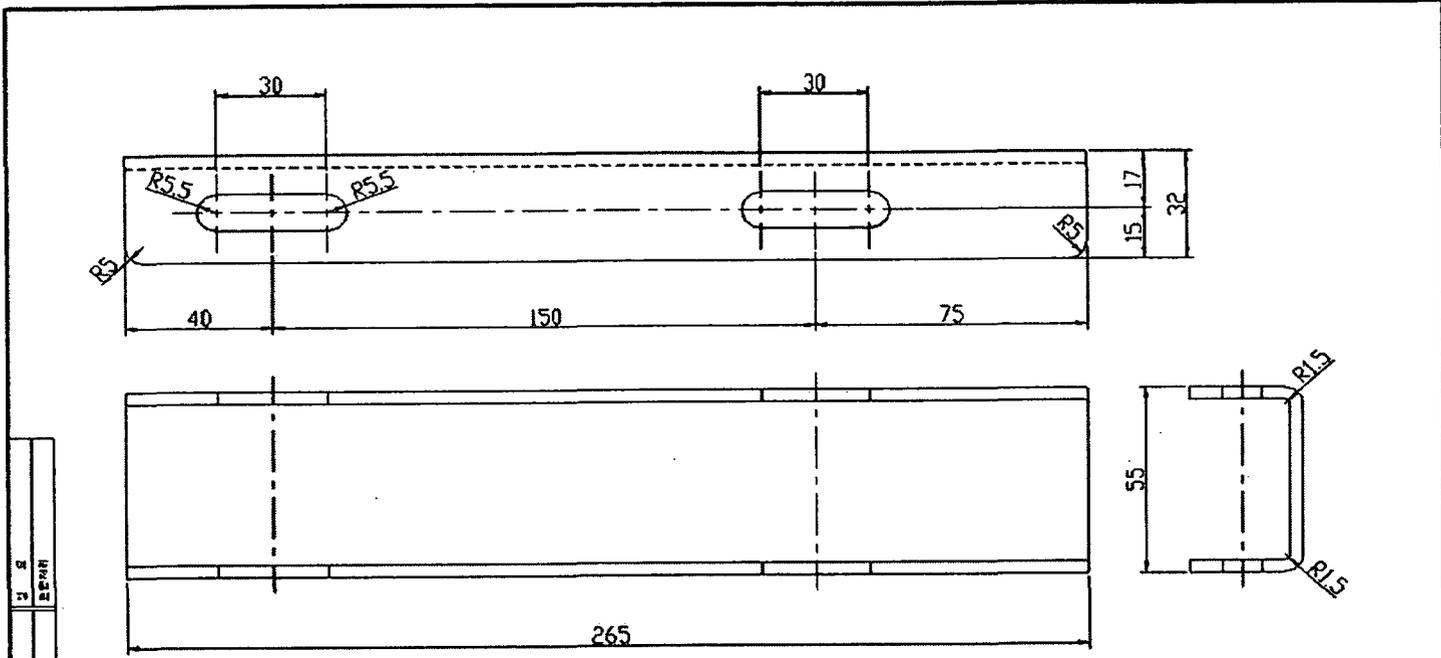
3. 세라믹 소재에 대한 기초이론 조사와 성형 및 생산공정에 대한 조사 및 분석을 실시하였다.
4. 기존의 동력분무기에 주로 사용하던 스테인레스 재질의 플런저를 세라믹을 소재로한 플런저로 개발하여 실제 동력분무기에 적용하였다.
5. 동력분무기에 관련된 무급유 윤활장치에 대한 기초이론 및 구조학적 분석을 실시하였고 실제 동력분무기에 적용하였다.
6. 실수요자 요구제원을 조사 분석하여 시작기 개발시 개발 기준으로 설정하였다.
7. 최종적으로 세라믹 플런저형 무급유 윤활장치를 채용한 새로운 동력분무기를 개발완료 하였고, 개발완료와 동시에 상품화까지 완료하여 양산 시스템을 구축하였다.

참고문헌

1. 김창은외 3인. 1994. 세라믹 분체 재료학. 반도출판사.
2. 권순홍외 1인. 1982. 토출압력 및 호오스 길이가 도달성에 미치는 영향에 관한 연구. 한국농업기계학회지 7(2) : 30~35.
3. 박정현. 1990. 뉴 세라믹스. 반도출판사.
4. 이상우외 2인. 1988. 와권노즐의 이론분석(I) -노즐의 구조에 관하여-. 한국농업기계학회지 13(3) : 1~10.
5. 이상우외 1인. 1988. 와권노즐의 이론분석(II) -분무각 및 유량계수에 관하여-. 한국농업기계학회지 13(3) : 11~13.
6. 이상우외 1인. 1989. 와권노즐의 이론분석(III) -힘이 입자형성에 미치는 영향-. 한국농업기계학회지 14(3) : 196~206.
7. 이영배. 1995. 재료학. 문운당.
8. 이원목. 1994. 기계설계 편람. 대광서림.
9. 이정일. 1990. 도해 기계용어 사전. 일진사.
10. 오일환. 1995. 세라믹스 과학. 학문사.
11. 정창주. 1985. 신고 농업기계학. 향문사.
12. 정창주외 1인. 1985. 수도 기부 방제용 봄형 주간 살포장치 개발에 관한 연구. 한국농업기계학회지 10(1) : 13~23.
13. 정창주. 1988. 농작업기계학. 서울대학교 출판부.
14. 정창주. 1995. 삼고 농업기계학. 향문사.
15. 최상인의 6인. 대학 농업기계학. 선진문화사.
16. Tadatoshi, S외 3인. 1991. Actual Spraying Height Investigation of Boom Sprayers in Field Operation. Res, Bull. Obihiro Univ., I.
17. Tadatoshi, S외 2인. 1992. Control of Spraying Height with Ultrasonic Sensor for Boom Sprayer(Part I). 일본농업기계학회지 54(2). : 31~39.
18. Tadatoshi, S외 2인. 1993. Influence of Droplet Size of Spray on Drift Characteristics. Res, Bull. Obihiro Univ., 18(1993).

부 록 1. 개발 시작품의 제작도면





100.6.5100	SR	SC	△
100.6.5100	SR	SC	△
100.6.5100	SR	SC	△

주 기
 1. 날카로운 이리부는 제거할것.
 2. 전기 이연도금 (ZPC-3) 실시할것.

1급	2급	3급	4급	1급	2급	3급	16급	1급	2급	3급	63급	1급	2급	3급	50급	1급	2급	3급
±0.01	±0.1	±0.3	±0.5	±0.03	±0.2	±0.5	±0.1	±0.3	±0.7	±0.2	±0.5	±0.9	±0.3	±0.8	±1.2			

구분	도면	용어	제형	수량	규격	비고
기호	날짜	변경사항	작성명	1	SB41P	3.2t
				2	기	비
					1-13	
					CP01130000A3	
				98년 2월 15일	중앙공업주식회사	

부록 2. 개발시작품의 상품화용 취급설명서 및 부품명세서

5. 제품 사양

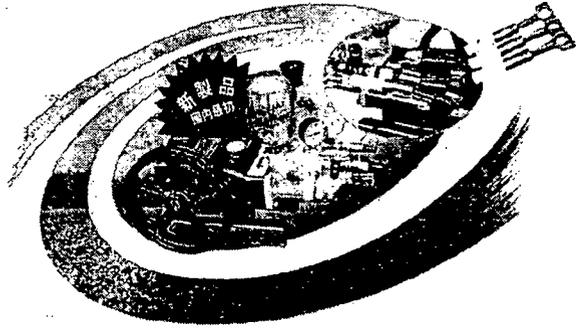
항목		제원						비고	
크기(mm) 폭×길이×높이		318×530×425							
중량(kg)		20.5						건조중량	
롤러저수(개)		3							
롤러저검×운동거리(mm)		φ32×34							
상용압력(kg/cm)		20~40							
최고압력(kg/cm)		50							
공기실용량(cc)		920							
크랭크케이스오일용량(cc)		1400							
분무상자	회전수rpm	700	800	900	1000	1100	1200	소요동력 P.S	
	흡수량(리터/분)	57.4	65.6	73.8	82.0	90.2	98.4		
	압력(kg/cm)	20	3.28	3.75	4.22	4.69	5.16		공수
		30	4.92	5.63	6.33	7.03			
	40	6.56	7.50	(압력4kg/cm이하)					

연 비 선	회전수rpm 700 800 900 1000 1100	
	소요동력 P.S	
		55.4 63.3 71.2 79.1 87.0 3.28 4.22 4.69 5.16 4.92 5.63 6.33 7.03 6.56 7.50
		실용역률 L/min

중앙세라믹동력분무기

취급설명서 · 부품명세서

JPS-80N



중앙공업 (주)
JUNG ANG INDUSTRIAL CO., LTD.

본사-공장 : 대전광역시 대덕구 대저동 230-7142(중앙인사지 1940)
 TEL : (042)2825-3131-5 FAX : (042)2824-0610
 제 2 공장 : 충남 논산시 노성면 부사리 47-19
 TEL : (046)1730-3131-5 FAX : (046)1730-0611

1. 특 징

1. 그리스 "부" 급유식 : 플런저와 펌핑마찰부에 그리스 주입대신, 흡액순환으로 윤활유를 공급하도록 설계하여 별도의 그리스를 공급하지 않아도 내부 주요부품들이 이상없도록 제작된 그리스 무급유식 분무기임.
2. 세라믹 플런저 : 플런저의 재질을 세라믹으로 제작하여 분무기의 수명이 다할때까지 반영구적으로 사용할수 있도록 제작하였음.
3. 자동조절 V-팩킹 누름방식 : 팩킹의 마모에 따른 누수및 효율의 감소 등을 방지하는 구조가 스프링에 의한 자동조절식이므로 별도로 클렌드날 조절해야 하는 번거로움을 해소하였음.
4. V-팩킹 : 특수제작 V-팩킹을 사용하여 내 마모성을 연장시킴.

2. 사용 방법

1. 운전준비 및 점검
 - 사용하시기 전에 작 크랭크케이스 상부 노란색 주유구 캡을 열고 기어 오일(#30)을 크랭크케이스 키비 오일게이지의 중앙부까지 오도록 주유해 주십시오.
 - 동력기와 연결은 분무기 풀리가 인적선상에 놓이도록 고정합니다.
 - 동력기의 풀리는 분무기의 필요한 회전수를 얻기 위하여 알맞은 직경의 것을 사용해야 합니다.
 - 위와 같은 방법으로 원동기와 펌프가 알맞게 고정되었으면 시동하기전에 각부의 조임 등을 다시 한번 점검해 주십시오.
2. 운전준비 작업
 - 흡입구에 원터치 흡입호스를 끼우고 스트레이너를 고정시킵니다.
 - 여수구에 여수호스를 끼웁니다.
 - 흡입호스와 여수호스를 약액봉에 충분히 삼기도록 하고 고정합니다.
 - 분무호스08.5 또는 013을 선택하여 연결하고 분무노즐은 작업에 적합한 노즐을 사용합니다.

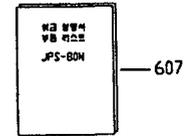
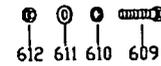
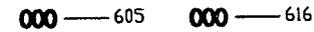
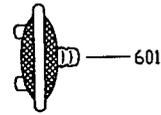
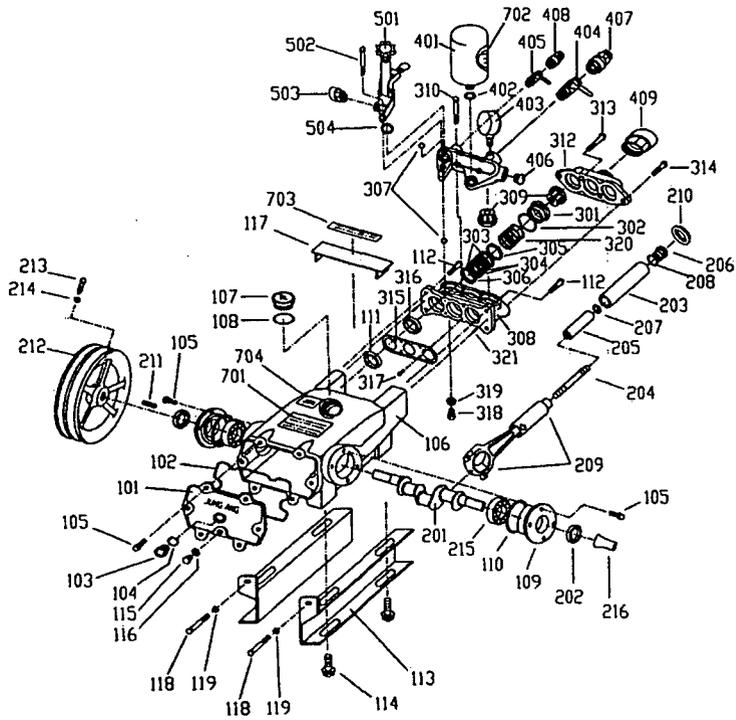
3. 주의 사항

- △ 1. 윤활유의 교환
 - 크랭크케이스 오일교환 시간은 처음 1회는 50시간 이내에 하고 2회부터는 100시간 마다 새 윤활유와 교환해 주십시오.
- △ 2. 공회전 금지
 - 어떠한 경우라도 1분 이상 액체의 흡입이 없는 공회전을 시켜서는 안됩니다.
 - (플런저 및 팩킹 등 주요 부품이 손상됨)

4. 기체보관 요령

1. 기체내의 약액 제거
 - 작업이 끝나면 분무기 내부는 물론 분무호스까지 깨끗이 청소해야 합니다. 맑은 물에 흡입호스를 담고 5분 가량 분무해 주십시오.
 - (농약성분이 내부 부품에 묻어 있으면 부식이 빨라짐.)
 2. 호스 및 분무기 내(內)의 수분제거
 - 맑은 물로 분무가 끝나면 흡입호스를 액체와 분리시켜 1분 정도 공회전하여 호스 및 분무기 내의 수분을 제거합니다.
 3. 장기 보관 대책
 - 해동 두어 장기간 보관시에는 기체내부의 수분을 확실히 제거하여 겨울철의 동파를 예방하고 이상마모 부품들은 미리 교환하여 다음해의 분무기 활용에 준비하여 주십시오.
- △ 특히 부품번호 318번 보울트를 풀어서 실린더 내부의 약물은 꼭 제거 해 주십시오.

부품명세서

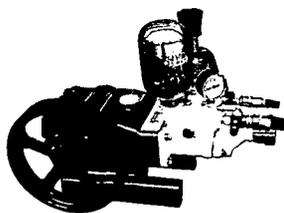
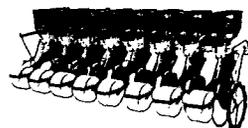
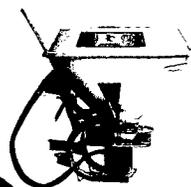
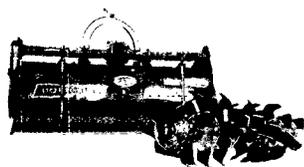


번호	품명	대입수입	규격	비고
101	크랄크케이스 커버	1		
102	크랄크케이스 커버 오-링	1		
103	유연 게이지	1		
104	유연 게이지 오-링	1	P20 (#2.4×19.8)	
105	육각세스 보울트 (S/W)	14	M8×18	
106	크랄크 케이스	1		
107	주유구 캡	1		
108	주유구 캡 오-링	1	P32 (#31.7×3.5)	
109	베어링 커버	2		
110	베어링커버 오-링	2		
111	플런저 오일시일	3	TC 324508	
112	육각세스 보울트 (S/W)	4	M8×35	
113	깃 볼	2		
114	육각세스 보울트 (P/W.S/W)	4	M10×1.25×20	
115	베유 보울트	1	PF 1/8×28인	
116	공짜지	1	#10.5×16×1.0t	
117	플런저 커버	1		
118	육각 보울트	2	M8×50	
119	육각 너트	2	M8	
201	크랄크 축	1		
202	크랄크축 오일시일	2	TC 254008	
203	플런저 (B)	3		
204	센터축 나사	3		
205	조일축 활라	3		
206	플런저 조일축	3		
207	나일론 패킹	3		
208	오-링	3	P12.5(#12.3×2.4)	
209	플런저(A) 조합	3		
210	수정고무	3		
211	평행기	1	7×8×27	
212	V-롤러	1	B형 (#250)	
213	육각인출 보울트	1	M8×30	
214	육각너트	1	M8×1.25P	
215	볼 웨어링	2	#6205	
216	크랄크축 캡	1		
301	글렌드	3		
302	오-링(글렌드)	3	P38 (#37.7×3.5)	
303	V-패킹 (포인팅)	6		
304	V-패킹 (고무)	6		
305	어댑터(숫)	3		
306	어댑터(알)	3		
307	오-링(유합수)	2	P10A (#9.8×2.4)	
308	실린더	1		
309	벨브조합	6	#3	
310	육각세스 보울트 (S/W)	4	M8×55	

번호	품명	대입수입	규격	비고
311	벨브인 (상)	1		
312	벨브인 (하)	1		
313	육각세스 보울트 (S/W)	2	M8×50	
314	육각세스 보울트 (S/W)	2	M8×35	
315	시일링환	1		
316	윤활수 시일	3	#32×45×8	
317	육각세스 보울트 (S/W)	4	M5×10	
318	베유구 보울트	1	M8×10	
319	동해지	1	#8	
320	V-패킹 누출스프링	3		
321	평행판	2	#4×12	
401	공기실 조합	1		
402	공기실 오-링	1	V24 (#23.5×4.0)	
403	압력개이지 조합	1		
404	1/2" 볼 볼크	1		
405	1/4" 볼 볼크	1		
406	육각머리볼이 볼링크	1		
501	압력조절밸브 조합	1		
502	육각세스 보울트 (S/W)	2	M8×65	
504	벨브커-브 패킹	1	#13.5×22×1.5t	
601	스트레이크니 조합	1		
602	출입호스 조합	1		
603	여수호스 조합	1		
605	고무V-패킹	3		
606	13mm 볼크	1		
607	허합현명서, 부용리스프	1		
609	육각보울트	4	M8×30	
610	스트링와셔	4	#8	
611	평파서	4	#8	
612	육각너트	4	M8	
613	#8.5연결넛틀 조합	1		
614	#13연결넛틀 조합	1		
615	안출스커너	1		
616	포입고무V-패킹	3		
701	형식명판	1		
702	공기실 부착명판	1		
703	플런저커버 부착명판	1		
704	주요명판	1		
선 택 품				
407	1/2" 원뿔치커틀링 조합	1		
408	1/4" 원뿔치커틀링 조합	1		
409	1" 원뿔치커틀링 조합	1		
503	3/4" 원뿔치커틀링 조합	1		

부록 3. 개발시작품의 제품 카탈로그

JUNG ANG



中央工業株式會社
JUNG ANG INDUSTRIAL CO., LTD.

JUNGGAH



국내 최초 그리스 無 급유식 세라믹 분무기 탄생!

Technical innovation! The first product in domestic.
Non grease type ceramic power sprayer.
國內首創非潤滑油方式之陶瓷噴霧機誕生了

■ 특성

- 성능 : 본 세라믹 분무기는 이상적인 구조로 설계되어 있어 매우 경제적이며 성능이 우수함.
- 세라믹플런저 : 플런저 재질을 세라믹으로 하여 분무기의 수명이 다할때까지 반영구적으로 사용할 수 있도록 제작함.
- 그리스 무급유식 : 플런저와 패킹 마찰부에 그리스 주입 대신, 흡액순환으로 윤활수를 공급하도록 설계하여 별도의 그리스를 공급하지 않아도 내부 주요 부품들이 이상없도록 제작 설계된 그리스 무급유식
- 자동조절 V패킹 누름방식 : 패킹의 마모에 따른 누수 및 효율의 감소 등을 방지하는 구조가 스프링에 의한 자동조절식이므로 별도의 그랜드를 조절해야 하는 번거로움을 해소함.
- V패킹 : 특수제작 V패킹을 사용하여 내마모성을 연장시킴.

■ Characteristics

- Performance : Very economical, excellent performance with the design of good structure.
- Ceramics plunger : The material of plunger is the ceramics, therefore plunger can use semipermanently.
- Non grease type : The lubricant is not the grease but the using liquid chemical, therefore there is no need the regular supply of grease because our power sprayer is the grease type.
- Automatic control push method of V-packing : Adopt the automatic control method by the spring as the pushing method of V-packing, accordingly prevented(minimized) the leak of water due abrasion of V-packing and reduction of volumetric efficiency.
- V-packing : extend the durability by using the special packing.

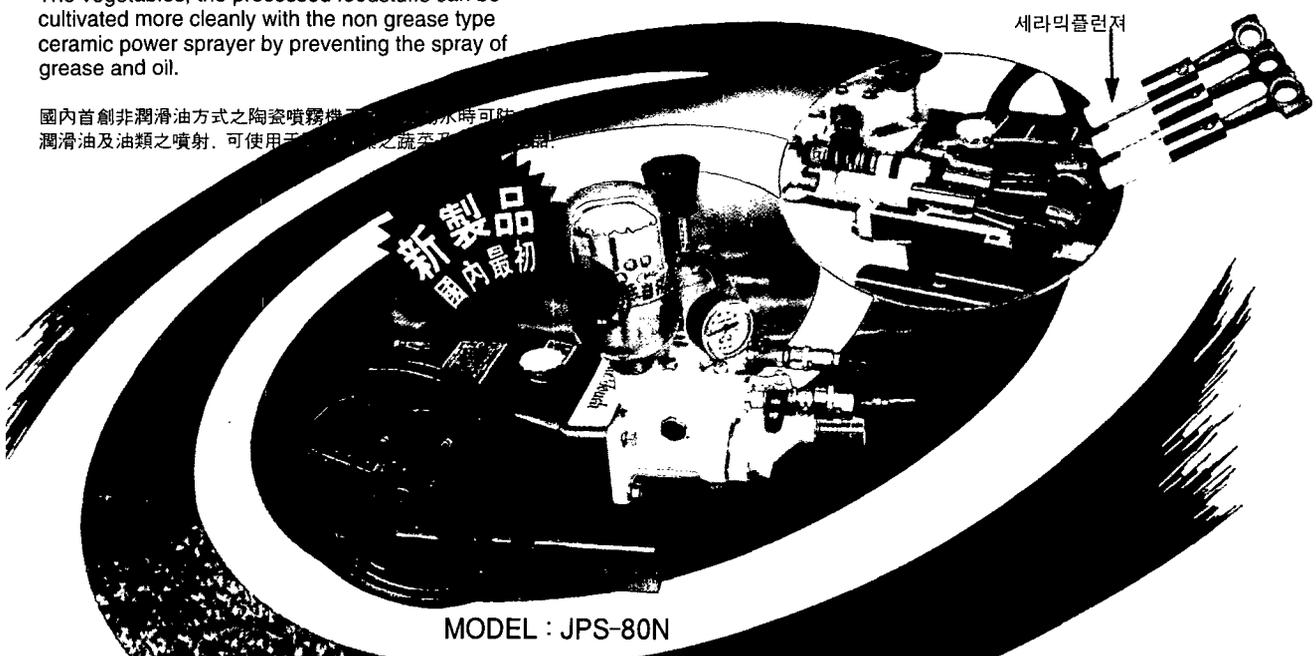
■ 特點

- 性能 : 本陶瓷噴霧機在設計上較為理想, 具優秀性能.
- 陶瓷活塞 : 採用陶瓷材質活塞, 所以可至噴霧機壽命完了為止半永久使用.
- 無需潤滑油之供給 : 活塞部不使用潤滑油而使用 循環液提供潤滑作用, 所以不使用潤滑油內部主要部件也可正常工作.
- 按壓自動調節式V型密封件 : 採用彈簧作用 方式之自動調節方式 因可防止由於密封之磨損而可引致之漏水及效率降低等結果, 亦提供便利之操作.
- V-密封 : 採用特殊製作V型密封因可提高耐磨性并延長其使用壽命.

국내최초 그리스무급유식 세라믹분무기는 그리스 및 오일의 분사를 방지하여, 채소류, 가공식품 등을 더욱 더 깨끗하게 재배할 수 있습니다.

The vegetables, the processed foodstuffs can be cultivated more cleanly with the non grease type ceramic power sprayer by preventing the spray of grease and oil.

國內首創非潤滑油方式之陶瓷噴霧機, 噴霧時可防潤滑油及油類之噴射, 可使用于蔬菜之疏菜及...



MODEL : JPS-80N

※ 본 제품은 농림부 농림기술관리센터의 연구비지원에 의하여 개발된 기종임.