

631. 3

L293E

v. 2

제 2 차 년 도  
최 종 보 고 서

# 다기능 정밀 직파기 개발

Development of a Multi-functional Precision Seeder

서울대학교 농업생명과학대학

야 림 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “다기능 정밀 직파기 개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1996. 12. 20.

주관연구기관명: 서울대학교 농업생명과학대학

총괄연구책임자: 김 경 욱

연 구 원: 김 대 호

연 구 원: 류 일 훈

연 구 원: 이 동 렬

연 구 원: 김 중 현

연 구 원: 최 현 준

연 구 원: 김 희 수

협동연구기관명: 영남농업시험장

연 구 책 임 자: 김 순 철

# 요 약 문

## I. 과제명

다기능 정밀 직파기 개발

## II. 연구 개발의 중요성 및 목적

### 1. 연구 개발의 중요성

농산물 시장이 개방됨에 따라 농업이 당면한 최대의 현안 과제는 국내 농산물에 대한 생산비 절감과 가격 경쟁력 제고에 있다. 벼 생산의 생력화를 위하여 추진되고 있는 직파 재배는 최근 그 확산 속도가 급증하고 있으며, 2000년대까지 직파 재배 면적은 총 논 면적의 약 50-70%를 차지할 것으로 예상되고 있다. 직파 재배를 효과적으로 추진하기 위해서는 파종뿐만 아니라 시비, 제초제 살포 등 파종 작업의 일관 기계화가 이루어져야 하며, 파종의 정밀화가 요구된다. 그러나 현재 보급되고 있는 직파기는 파종만 가능하기 때문에 생력화에 한계가 있으며, 또한 줄뿌림으로 인한 생육상의 손실을 피할 수 없다. 따라서, 보다 효과적인 벼 생산의 생력화를 위해서는 다양한 직파기의 개발과 직파기의 다기능화, 정밀화 등 현재 보급되고 있는 직파기에 대한 고성능화가 절대적으로 요구된다.

### 2. 연구 개발의 목적

본 연구개발 사업의 목표는 현재의 건담 직파기와 담수 직파기의 문제점과 성능을 개선하고, 시비 및 제초제 살포의 기능을 추가하여 다기능 정밀 직파기를 개발하는 데 있다. 구체적인 연구개발 사업의 목표는 다음과 같다.

- 1) 직파기의 정밀화 장치 개발
  - 표준 히치 개발
  - 점파용 배종 장치 개발
  - 배종 감시 장치 개발
  - 속도 비례형 배종 장치 개발

- 종자 유도 진압 장치 개발
- 파종 깊이 제어 장치 개발
- 2) 직파기 다기능화 장치 개발
  - 부착형 시비 장치
  - 부착형 볍형 제초제 살포기
- 3) 다기능 정밀 직파기 성능 평가 시험 및 보완
  - 성능 평가
  - 보완

### Ⅲ. 연구 개발 내용 및 범위

연차별 본 연구개발 사업의 내용과 범위는 다음과 같다.

수행 연도	연구 개발 내용	범위
1년차	1. 기존 직파기의 문제점 도출  2. 개념 설계  3. 정밀 직파 기능 개발	○ 예비 시험 결과 활용 ○ 시험장 보고서 ○ 현장 확인  ○ 동력원 ○ 표준 직파 작업 양식 ○ 설계 조건 ○ 설계 레이아웃  ○ 점파 실현 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 점파용 배종 롤러 설계</li> <li>- 속도 비례형 파종 장치</li> <li>- 파종 깊이 제어 장치</li> <li>- 파종 감시 장치</li> <li>- 종자관 개선</li> <li>- 진압 롤러 설계</li> </ul>

수행 년도	연구 개발 내용	범위
2년차	4. 다기능 직파 기능 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○봄형 제초제 살포 장치 개발</li> <li>○부착 측조 시비 장치 개발</li> </ul>
	5. 다기능 정밀 직파기 평가 시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>○기능 시험</li> <li>○포장 시험</li> <li>○작업 능률               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 봄형 제초제 살포 장치</li> <li>- 건담 정밀 직파 시비기</li> <li>- 담수 정밀 직파 시비기</li> </ul> </li> </ul>
	6. 시작기 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>○문제점 도출 및 분석</li> <li>○문제 부분 재설계</li> <li>○표준 히치 개발</li> <li>○수정 보완</li> </ul>

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 연구개발 결과

직파기의 정밀화를 위한 파종 감시 및 막힘 해소 장치, 주행 속도 비례형 파종 축 구동 장치, 점파용 롤러 등을 개발하였으며, 기능의 다양화를 위한 부착 측조 시비 장치와 제초제 살포를 위한 트랙터 부착형 봄 방제기를 개발하였다. 또한 기존 직파기의 파종 성능을 개선하기 위하여 배종관의 높이를 줄이고 직선화하였으며, 롤러를 부착하여 파종후 진압 상태를 개선토록 하였다.

개발된 장치를 부착하고, 기존 직파기의 구조와 형태를 개선하여 새로운 건담 직파기, 담수 직파기 및 봄 방제기의 시작기를 제작하여 영남농업시험장에서 성능 실험을 실시하였다. 성능 시험의 결과는 기존 직파기에 비하여 정밀 파종이

가능하였으며, 기능과 작업 성능이 기존 직파기에 비하여 우수한 것으로 평가되었다.

구체적으로 본 연구의 주요개발 결과는 다음과 같다.

### 1) 설계 조건 설정

정밀 직파기에 대한 기본 설계 조건을 확정하였다.

### 2) 개념 및 기본 설계

#### 가) 건담 직파기

현재의 건담 직파기와 같은 개념으로 설계하였으나 쇄토, 정지, 시비, 파종 작업이 동시에 이루어질 수 있도록 시비 기능을 추가하였다. 동시에 주행 속도 비례형 파종 장치, 미파종 경보 및 막힘 해소 장치, 진압 롤러 등을 추가하였다. 제초제 살포는 현재 파종과 동시에 사용할 수 있는 제초제가 개발되지 않았기 때문에 별도의 트랙터 부착용 붐 방제기를 개발하여 사용할 수 있도록 하였다. 전체적으로는 기존 구조를 단순화시켰다. 특히 파종기의 높이를 낮추고 배종관을 직선화시켰으며, 파종 장치를 유니트화하여 정비와 관리가 보다 편리하도록 설계하였다.

#### 나) 담수 직파기

현재의 담수 직파기에 파종 깊이 제어 장치, 미파종 경보 및 막힘 해소 장치, 종자 누름 장치, 시비 장치 등을 추가하였다. 담수 직파기에 대한 구조 변경은 최소화하였으며, 호환성을 위한 표준 히치를 개발하였다.

### 3) 파종축 속도 제어 장치 개발

트랙터의 주행 속도에 비례하여 파종축을 구동하기 위하여 5륜을 이용한 주행 속도 비례형 파종축 구동 장치를 개발하였다. 구동원은 직류 모터를 이용하였으며, 주행 속도에 따라 모터 속도를 제어하기 위한 제어 회로를 설계하였다. 진동과 먼지가 심한 포장 조건에서 구동 장치와 제어 회로의 안정성을 시험하여 그 성능을 평가하였다.

#### 4) 실제 속도 비례형 파종 장치 개발

파종축 속도 제어장치를 이용하여 트랙터의 실제 작업 속도에 관계없이 항상 일정한 주간 거리를 유지할 수 있도록 파종축 속도 제어 장치를 개발하였다.

#### 5) 파종 감시 및 막힘 해소 장치 개발

윈 칙 마이크로 컴퓨터를 이용하여 파종 상태를 감시하고, 가압 공기를 분사하여 배종관과 시비관의 막힘을 예방할 수 있는 파종 감시 및 막힘 해소 장치를 개발하였다. 주요부는 파종 상태를 감지하기 위한 감시 센서, 공기 압축기, 부저, 솔레노이드 밸브, 제어 컴퓨터 등으로 구성하였다. 실내에서 개발된 장치의 기능을 확인하고 실용화 가능성을 확인하였으며, 포장 실험을 실시하여 그 성능을 평가하였다.

#### 6) 파종 깊이 제어 장치 개발

유압을 이용하여 토양 상태에 따라 파종 깊이를 제어할 수 있는 장치를 개발하였다. 기본 원리는 LG 기계의 원리를 사용하였으며, 일부의 문제점을 보완하고 그 기능을 개선하였다.

#### 7) 시비 장치 개발

시비 장치는 현재의 파종 장치와 같은 원리를 이용하였으며, 시비통은 종자통과 같은 위치에 설치하였다. 시비축은 파종축과 같은 모터로써 제어하며, 실제 주행속도에 비례하여 시비할 수 있도록 설계하였다.

#### 8) 배종 롤러 개선

현재의 배종 롤러는 점파가 불가능한 상태로 설계되어 있기 때문에 배종 롤러를 완전히 재설계하였다. 점파가 될 수 있는 조건을 설정하고, 이 조건을 만족할 수 있는 롤러의 홈 형상을 결정하였다. 파종 롤러는 시비 롤러와 겸용으로 사용할 수 있도록 설계하였다.

#### 9) 트랙터 부착형 붐 방제기 개발

트랙터 부착형 붐 방제기는 살포폭을 8m로 하고, 12개의 노즐을 사용하였다. 살포량은 제초제 살포에 적합하도록 설계하였으나, PTO 속도로써 살포량을 조정할 수 있으며, 다른 용도의 방제기로도 사용할 수 있다.

#### 10) 시작기 제작

건답 정밀 직파 시비기, 담수 정밀 직파 시비기, 트랙터 부착형 붐 방제기의 시작기를 제작하여 영남농업시험장에서 성능 시험을 실시하였다.

## 2. 활용에 대한 건의

본 연구에서 개발된 다기능 정밀 직파기는 다음과 같은 방법으로 실용화될 수 있다.

#### 1) 보급형 직파기로 개선

본 연구에서는 개발된 다기능 정밀 직파기의 실용화를 위하여 1-2회의 포장 시험과 농가 실증 시험을 추가하고 그 결과에 따라 설계를 보완한 후 보급형 다기능 정밀 직파기로 개선한다.

#### 2) 보급형 다기능 정밀 직파기를 신기술 농업기계로 지정

보급형 다기능 정밀 직파기를 농림부에서 지정하는 신기술 농업기계로 추천한다.

#### 3) 보급형 다기능 정밀 직파기의 보급

보급형 다기능 직파기를 직파 재배 농가에 보급한다.

#### 4) 개발 기술의 활용

본 연구개발 사업에서 개발된 속도 비례형 파종 장치, 점파용 파종 물러, 파종 감시 및 막힘 해소 장치 등은 특허 출원을 추진하고, 타 파종기에도 응용될 수 있도록 관련 산업체에 기술을 이전한다. 또한, 담수 직파기의 표준 허치는 한국 산업규격으로 규격화를 추진한다.



## SUMMARY

In order to reduce cost for the rice production, direct seeding has been considered as an alternative to the machine transplanting. The direct seeding method eliminates the operations of growing seedlings and transplanting so that about 30-40% of the total labor required for the rice production by the machine transplanting can be saved. Such a large amount of labor reduction has promoted the determination of the direct seeding method and increased steadily the area of paddy field adapting the direct seeding cultivations.

In 1994 about 70,000ha of the paddy field were directly seeded. Farmer's preference to the direct seeding is likely to be more widely diffused. At present time no alternatives seem to reduce the costs and labor requirements as much as the direct seeding method in the rice production. According to the government projection, about 50-70% of the total paddy field will be cultivated by the direct seeding method by 2000.

The direct seeding machine is one of the most important mechanical device to perform the rice seeding operations. The seeding machine must have the functions of seeding as well as the functions of both herbicide and fertilizer applications simultaneously. The work performance of the machine also should be accurate and reliable.

This project is designed to develop a direct seeding machine which improves the shortcomings of the existing machines and provides with new features such as a seeder monitoring system, ground-speed proportional metering device, herbicide and fertilizer application equipments, etc. Followings are the works done in the project period. The details of the works conducted in this project are presented following;

- 1) Design conditions for the precision rice seeder were formulated.

- 2) A seeder monitoring and pneumatic tube cleaning system were developed.
- 3) Ground-speed proportional feed shaft driving system was developed.
- 5) Tractor mountable boom-type herbicide sprayer was developed.
- 6) Fertilizer application device was developed.
- 7) Planting depth control device was developed

These devices were developed and equipped with the prototype of the multi-functional precision rice seeder.

In the second year of the project, the prototype direct seeding machine and boom sprayer were tested at the Youngnam Agricultural Experimental Station in Milyang. The test was to estimate the accuracy of work and work capacity. Any mechanical problems experienced during the test were recorded and analyzed to find the ways to improve the prototype. The results of the test in general were estimated as satisfactory.

The final goal of the project is to commercialize the newly conceptualized direct seeding machine which is multi-functional and its performance is more accurate.

# CONTENTS

Chap. 1 Introduction .....	19
1.1 Background of project .....	19
1.2 Objective of project .....	20
1.3 Development of equipments .....	21
Chap. 2 Status of the art of direct seeding machinery technology .....	25
2.1 Direct seeding cultivation .....	25
2.2 Researches on direct seeding cultivation .....	27
2.3 Types of direct seeding .....	30
2.4 Advantages and disadvantages of direct seeding .....	31
2.5 Direct seeding machine .....	32
2.6 State of domestic technology .....	38
2.7 State of foreign technology .....	40
Chap. 3 Design of basic equipment .....	41
3.1 Design conditions .....	41
3.2 Layout design of frame and planting unit .....	44
3.3 Metering device for hill droppings .....	47
3.4 Planting depth control device .....	69
Chap. 4 Development of ground-speed proportional driving system for feed shaft .....	73
4.1 Design of control system .....	74
4.2 Design of control circuit .....	75
4.3 Circuit of motor control .....	78
4.4 Driving system for feed shaft .....	80

Chap. 5	Seed monitoring and pneumatic tube clean system .....	83
5.1	Background of development .....	83
5.2	State of current research .....	84
5.3	Development condition .....	85
5.4	System design .....	86
Chap. 6	Fertilizer application equipment .....	103
Chap. 7	Tractor mountable boom sprayer .....	105
7.1	Structure .....	105
7.2	Nozzle .....	106
7.3	Pump .....	109
7.4	Flow control system .....	115
7.5	Container .....	116
7.6	Hose .....	116
7.7	Boom .....	117
Chap. 8	Standard hitch .....	121
8.1	Background of development .....	121
8.2	Characteristic .....	121
8.3	Methods for improvement .....	122
8.4	Attachment position .....	122
8.5	Expected problem .....	124
8.6	Application .....	125
Chap. 9	Design and analysis of direct seeding machine for wet lands .....	129
9.1	Basic design conditions .....	129
9.2	Advanced design conditions .....	129

9.3 Design analysis .....	130
9.4 Design of each parts .....	137
9.5 Planting process .....	140
9.6 Dimensions of each part .....	143
Chap. 10 Design and manufacturer of prototype .....	151
10.1 Direct seeding machine for dry lands .....	151
10.2 Direct seeding machine for wet lands .....	152
10.3 Tractor mountable boom sprayer .....	153
Chap. 11 Performance tests .....	155
11.1 Performance test of metering device for hill dropping .....	155
11.2 Performance test of ground-speed proportional driving system for feed shaft .....	165
11.3 Performance test of seed monitoring and pneumatic tube clean system .....	169
11.4 Performance test of tractor mountable boom sprayer .....	176
11.5 Direct seeding machines for dry and wet lands .....	179
Chap. 12 Conclusions .....	187
12.1 Outcomes of project .....	187
12.2 Practicability .....	188
Reference .....	193
Appendix 1. Drawings of direct seeding machine for dry lands .....	195
Appendix 2. Drawings of direct seeding machine for wet lands .....	253
Appendix 3. Drawings of tractor mountable boom sprayer .....	287

여 백

# 목 차

제1장 서론 .....	19
1. 연구 개발 사업의 배경 .....	19
2. 연구 개발 사업의 목표 .....	20
3. 연구 개발 사업 내용 .....	21
제2장 직파기의 기술 현황 .....	25
1. 직파 재배의 현황 .....	25
2. 직파 재배에 관한 연구 현황 .....	27
3. 직파 재배의 유형 .....	30
4. 직파 재배의 장단점 .....	31
5. 직파기 .....	32
6. 국내 기술 현황 .....	38
7. 국외 기술 현황 .....	40
제3장 기본 장치의 설계 .....	41
1. 설계 조건 .....	41
2. 프레임과 파종 유니트의 기본 설계 .....	44
3. 점파용 배종 장치 .....	47
4. 파종 깊이 조절 장치 .....	69
제4장 주행 속도 비례형 파종축 구동 장치 개발 .....	73
1. 제어 시스템 설계 .....	74
2. 제어 회로 설계 .....	75
3. 모터 제어 회로 .....	78
4. 구동 장치 .....	80

제5장 배종 감시 및 막힘 해소 장치 .....	83
1. 개발 배경 및 필요성 .....	83
2. 연구 동향 .....	84
3. 개발 조건 .....	85
4. 시스템 설계 .....	86
제6장 시비 장치 .....	103
제7장 분형 제초제 살포 장치 .....	105
1. 구 조 .....	105
2. 노즐 .....	106
3. 펌프 .....	109
4. 유량 제어 시스템 .....	115
5. 약액통 .....	116
6. 호스 .....	116
6. 분 .....	117
제8장 표준 히치 .....	121
1. 개발 배경 .....	121
2. 특징 .....	121
3. 개선 방안 .....	122
4. 표준 히치의 취부점 .....	122
5. 표준 히치 적용시 예상되는 문제점 .....	124
6. 표준 히치의 적용 .....	125
제9장 답수 직파기의 분석과 설계 .....	129
1. 기본 설계 조건 .....	129
2. 설계 조건 .....	129



3. 설계 분석 .....	130
4. 각부 설계 .....	137
5. 파종 과정 .....	140
6. 설계 치수 .....	143
제10장 시작기 제작 .....	151
1. 건담 직파기 .....	151
2. 담수 직파기 .....	152
3. 트랙터 부착형 붐 방제기 .....	153
제11장 성능 시험 .....	155
1. 점파용 배종 장치 성능 시험 .....	155
2. 속도 비례형 파종축 구동 장치 .....	165
3. 배종 감시 및 막힘 해소 장치 .....	169
4. 붐형 제초제 살포 장치 .....	176
5. 다기능 정밀 건담 직파기와 담수 직파기 .....	179
제12장 결론 .....	187
1. 연구 개발의 중요성 및 목적 .....	187
2. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의 .....	188
참고문헌 .....	193
부록 1. 다기능 정밀 담수 직파기 설계 도면 .....	195
부록 2. 다기능 정밀 건담 직파기 설계 도면 .....	253
부록 3. 트랙터 부착형 붐 방제기 설계 도면 .....	287

여 백

# 제1장 서론

## 1. 연구 개발 사업의 배경

벼 생산의 생력화를 위하여 추진되고 있는 직파 재배는 최근 그 확산 속도가 급증하고 있다. 2000년대까지 직파 재배 면적은 벼 생산 면적의 약 50-70%를 차지할 것으로 예상되고 있다. 그러나 직파 재배에 필수적인 벼 직파기에는 아직 여러 가지 문제점이 있는 것으로 보고되고 있다. 현재 보급되고 있는 벼 직파기는 건답 직파기와 답수 직파기가 있으며 모두 3개사에서 생산되고 있다. 벼 직파기에 대한 현장 조사 결과에 의하면 3개사 제품은 모두 다음과 같은 문제점이 있는 것으로 조사되었다. 본 연구개발 사업은 이러한 직파기의 문제점을 해결하고 파종뿐만 아니라 시비 및 제초제 살포가 가능하도록 다기능화 시키기 위하여 추진하게 되었다.

현재 보급되고 있는 벼 직파기에는 다음과 같은 문제점이 있다.

### 가. 공통

- (1) 파종만을 수행하는 단일 기능이기 때문에 파종, 시비, 제초의 일관 기계화가 불가능하다.
- (2) 파종 상태를 운전자가 확인할 수 없기 때문에 미파종에 대한 불안감을 해소할 수 없다.
- (3) 생육이 우수한 것으로 인정되고 있는 점파보다는 골뿌림 형태로 파종되고 있다.
- (4) 각종 트랙터와 이앙기에 대한 직파기의 호환성이 요구된다.
- (5) 농작업의 고속화, 대형화 추세에 따라 작업 능률의 향상이 요구된다.

### 나. 건답 직파기

- (1) 포장의 균평도에 따라 파종한 후 관수 때 물에 잠기는 부분과 잠기지 않는 부분이 발생하여 입모가 불균일하다.
- (2) 휴립 파종시 중앙부의 고랑 너비가 지나치게 넓다. 현재의 40-50cm

정도에서 20-25cm 정도로 축소되어야 한다.

- (3) 관개수 손실을 줄이기 위하여 토양 진압 장치가 요구된다.
- (4) 파종축이 파종축 구동륜에 의하여 구동되기 때문에 구동륜의 슬립이 심한 경우에는 파종이 균일하지 않고 미파종 구간이 발생한다.
- (5) 구동륜과 구동 체인에 이물질이 감기면 파종 상태가 불안정하게 된다.

#### 다. 담수 직파기

- (1) 논을 수평으로 정지하는 장치가 요구된다.
- (2) 논 표면의 형상에 따라 일정한 파종 깊이를 유지하기 위한 장치가 요구된다.
- (3) 종자가 작조골 내에 균일하게 파종되지 않고 그 주위로 흩어지는 경향이 심하며, 파종 직후 관수할 때 종자가 이동하여 한 쪽으로 쏠리는 경향이 있다.
- (4) 논 상태에 따라 선택할 수 있도록, 골의 넓이와 깊이가 다른 다양한 작조날의 개발이 요구된다.
- (5) 최아된 볍씨의 수분 때문에 종자관이 막히거나 파종 상태가 균일하지 못하며, 미파종 구간이 발생한다.
- (6) 속도 비례형 PTO로써 파종축을 구동하지만 구동륜의 슬립이 심한 경우에는 파종 상태가 균일하지 못하고 미파종 구간이 발생한다.
- (7) 토양 상태와 굳힘 방법에 따라 논 상태가 다르므로 다양한 상태의 논 굳힘에서도 파종이 가능하여야 한다.

## 2. 연구 개발 사업의 목표

본 연구 개발사업의 목표는 현재의 건담 직파기와 담수 직파기의 문제점과 성능을 개선하고, 시비 및 제초제 살포의 기능을 추가하여 다기능 정밀 직파기를 개발하는 데 있다. 구체적인 연구개발 사업의 목표와 각 목표에서 수행될 내용은 다음과 같다.

#### 가. 직파기의 성능 개선

- (1) 표준 히치 개발
- (2) 점파용 배종 장치 개발
- (3) 배종 감시 장치 개발
- (4) 속도 비례형 배종 장치 개발
- (5) 종자 유도 진압 장치 개발
- (6) 파종 깊이 제어 장치 개발

#### 나. 직파기 다기능화 장치 개발

- (1) 부착형 시비 장치
- (2) 부착형 불형 제초제 살포기

#### 다. 다기능 정밀 직파기 성능 평가 시험 및 보완

- (1) 성능 평가
- (2) 보완

### 3. 연구 개발 사업 내용

#### 가. 개념 및 기본 설계

##### (1) 건담 직파기

현재의 건담 직파기와 동일한 개념으로서 설계하되 시비 기능, 주행속도 비례형 파종 장치, 미파종 경보 및 막힘 해소 장치, 진압 롤러 등을 추가하였다. 제초제 살포는 현재 파종과 동시에 사용할 수 있는 제초제가 개발되지 않았기 때문에 별도로 트랙터 부착용 붐 스프레이어를 개발하여 방제할 수 있도록 하였다. 전체적으로 구조를 단순화하였으며, 특히 배종관의 높이를 낮추고, 파종 장치를 유니트화하여 정비와 관리의 편의성을 높였다.

## (2) 담수 직파기

현재의 담수 직파기에 파종 깊이 제어 장치, 미파종 경보 및 막힘 해소 장치, 종자 누름 장치, 시비 장치 등을 추가하였다. 담수 직파기에 대한 구조 변경은 최소화하였으며, 호환성을 위한 표준 히치를 개발하였다.

### 나. 파종축 속도 제어 장치 개발

5륜의 속도에 비례하여 파종축을 구동할 수 있는 모터 제어 회로를 완성하였으며, 진동과 먼지가 심한 포장 조건에서 제어 회로의 성능과 안정성에 대한 평가를 실시하였다.

### 다. 실제 속도 비례형 파종 장치 개발

파종축 속도 제어 장치를 이용하여 트랙터의 실제 작업 속도에 따라 파종축의 속도를 조정할 수 있는 모터 제어 회로를 완성하였으며, 실내와 포장에서 각각 제어 성능과 안정성 시험을 실시하였다.

### 라. 파종 감시 및 막힘 해소 장치 개발

윈도우 마이크로 컴퓨터를 이용하여 미파종 상태를 확인하고 가압 공기를 분사하여 배종관과 시비관의 막힘을 사전에 예방할 수 있는 장치를 개발하였다. 주요부는 배종 상태를 감지하기 위한 감시 센서와 공기 압축기, 컨트롤러 등으로 구성하였다. 실내 및 포장에서 이 장치의 기능과 성능을 시험하고 실용화 가능성을 확인하였다.

### 마. 파종 깊이 제어 장치 개발

유압을 이용하여 토양 상태에 따라 파종 깊이를 제어할 수 있는 장치를 개발하였다. 기본 원리는 LG 이앙기에서 채택되고 있는 원리를 적용하였다.

### 바. 시비 장치 개발

시비 장치는 현재의 파종 장치와 같은 원리를 이용하였으며, 시비통은 종자

통과 같은 위치에 설치하였다. 시비축은 파종축과 같이 시비축을 구동하는 모터의 속도를 제어하여 실제 주행속도에 비례하여 시비할 수 있도록 설계하였다.

#### 사. 배종 롤러 개선

현재의 배종 롤러는 점파가 불가능한 상태로 설계되어 있기 때문에 배종 롤러는 완전히 재설계를 실시하였다. 점파가 될 수 있는 조건을 설정하고, 이 조건을 만족할 수 있도록 롤러의 홈 형상을 결정하였으며 성능 평가를 통하여 그 기능을 확인하였다.

#### 아. 트랙터 부착형 붐 스프레이어 개발

트랙터 부착형 붐 스프레이어는 살포폭을 10m로 하여 26개의 노즐을 사용하였으며, 살포량은 설계 조건에 따라 결정하였다. 개념 설계와 상세 설계에 따라 시작기를 제작하였으며, 영남농업시험장에서 시작기의 포장 성능 시험을 실시하였다.

#### 자. 시작기 제작

건담 정밀 직파 시비기, 담수 정밀 직파 시비기, 트랙터 부착형 붐 방제기의 시작기는 LG기계에서 제작하였다.

# 여 백



## 제2장 직파기의 기술 현황

### 1. 직파 재배의 현황

최근 농촌의 노동력 부족과 더불어 쌀 시장 개방이 불가피하게 됨에 따라 생산비를 절감하기 위한 생력 기계화와 영농 단위의 규모화는 벼농사에 있어서 가장 핵심적인 과제가 되고 있다. 생력 기계화의 대상이 되는 가장 대표적인 작업은 육묘와 이앙 작업이다. 직파 재배는 육묘와 이앙 2단계의 작업을 1단계로 축소하기 위한 재배 방식으로서, 재배적인 측면에서 안정된 기술로 인정되고 있으며, 직파 재배 면적도, 최근, 급속히 증가되고 있는 실정이다. 직파 재배가 요구되는 농업의 현실을 고찰하고, 직파 재배의 예상 면적을 추정한다.

#### 가. 농촌의 노동력 감소와 임금 상승

공업화가 시작된 1970년 우리 나라의 농업 인구는 1,442만 여명으로서 총인구의 약 45.9%를 차지하였으나 90년 이후에는 15.5% 이하로 격감되었으며, 1994년에는 517만 여명으로서 총인구의 약 11.6%를 차지하고 있다. 특히, 청장년 층이 이농함으로써 농촌에는 노동력 부족뿐만 아니라 표 2-1에서와 같이 노동력의 노령화와 부녀화 현상이 초래되었다. 이러한 노동력의 질적 저하는 첨단 영농 기술과 과학 영농을 추진하는 데 큰 장애가 되고 있다.

표 2-1. 연령별 농림어업 취업자 분포

연도	총 수(천명)	15-19세	20-29세	30-39세	40-49세	50세 이상
70	4,846	13.2	18.4	26.0	21.8	26.0
80	4,654	4.9	15.5	19.2	28.1	32.2
85	3,733	1.8	13.4	18.2	26.7	39.9
90	3,103	0.4	5.2	14.4	20.4	59.5
94	2,699	0.3	3.7	14.0	19.1	62.9

농촌의 노동력 부족을 해소하기 위하여 1963년부터 농업 기계화가 추진되어 왔으며, 1995년 말 현재 벼농사의 기계화 수준은 평균 96%에 이르고 있다. 그러나 밭작물에 있어서는 적절한 농업 기계의 개발 부진으로 아직 기계화가 극히 미흡한 실정이다

농촌의 노동력 부족 현상은 결국 농촌의 노임 상승을 촉진하게 되었으며 최근에는 표 2-2에서와 같이 타 산업의 임금 상승률을 상회하고 있다. 농촌 노임의 상승은 벼 생산비를 가중시키는 큰 요인이 되고 있다.

표 2-2. 농업 부문과 비농업 부문의 임금 상승 비교

연도	일당 노임 (원)		전년 대비 상승률 (%)	
	타산업	농업	타산업	농업
85	12,971	9,695	9.2	6.1
87	15,461	10,568	10.1	4.2
89	21,624	15,162	21.1	23.5
91	29,040	24,444	13.0	31.7
95	-	33,237	-	6.1

자료: '92 농협조사월보

#### 나. 직파 재배의 소요 노동 시간과 경비 및 수확량

벼를 이앙 재배하는 데 소요되는 노동 시간은 70년대에는 10a당 약 128.4시간이었다. 그러나 기계화가 추진됨에 따라 노동 시간은 점차 감소되었으며, '91년에는 약 40%의 노동 시간이 단축되어 10a당 77시간이 소요되었다. 농업기계화연구소의 조사 결과에 의하면 직파 재배는 기계 이앙에 비하여 약 50% 이상의 노동력을 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 또한, 소요 경비도 표 2-3에서와 같이 기계 이앙 재배보다 20-50% 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나, 기계 이앙 재배와 직파 재배의 수확량에는 차이는 없는 것으로 조사되었다.

표 2-3. 재배 양식별 노동 투하 시간, 소요 경비 및 수확량 비교

재배 양식 항목	중소형 기종(경운기)				대형 기종(트랙터)			
	중묘	어린모	담수	건담	중묘	어린모	담수	건담
	이앙	이앙	직파	직파	이앙	이앙	직파	직파
노동 투하 시간 (hr/10a) (지수)	60.8 (100)	52.8 (87.3)	44.94 (74.3)	38.86 (64.2)	35.87 (100)	29.24 (59.3)	24.36 (40.3)	22.45 (37.1)
소요 경비 (천원/10a) (지수)	268.9 (100)	240.5 (89.4)	215.9 (80.3)	175.3 (65.2)	258.3 (100)	222.6 (96.1)	139.2 (51.8)	133.3 (49.6)
수확량 (kg/10a)	598.6	590.9	571.8	567.5	583.3	581.6	569.0	570.3

## 2. 직파 재배에 관한 연구 현황

직파 재배에 대한 연구는 '85년부터 본격적으로 시작되었다. 표 2-4에서와 같이 '85년부터 직파 재배에 대한 연구를 수행한 기관이 증가되었으며 '90년부터는 3개 농업시험장과 전국 도농촌진흥원에서 모두 직파 재배에 대한 연구를 중점 연구 과제로 채택하게 되었다. 이 때 직파 재배에 대한 연구는 대부분 일본

표 2-4. 연도별 벼 직파 재배 연구 과제 수.

구분	작시	호시	영시	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	계
1985	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
1986	3	1	-	2	1	1	-	2	3	-	1	13
1987	3	-	1	1	1	1	-	2	1	-	1	10
1988	7	-	1	1	-	-	1	2	2	1	1	17
1989	5	1	4	2	-	-	-	3	1	1	2	19
1990	4	1	3	1	2	2	1	2	2	-	1	19
계	24	3	9	7	4	2	11	3	9	2	7	81

의 담수 직파를 대상으로 하였기 때문에, 담수 직파에 대한 연구가 많았다. 그러나 영남농업시험장에서는 직파 재배 방법의 장단점, 영남 지역의 토성, 기상, 관개수 등 농업의 입지 조건과 수도작의 사회 경제적인 여건 및 국제적 전망 등을 면밀히 검토하여 생력적인 면에서 담수 직파는 미국식 직파 재배에 대응하기 어렵다는 결론에 도달하였다. 영남농업시험장에서는 1987년 새로운 직파 재배 방법으로서 수량의 안정성과 생산비를 절감할 수 있는 휴림 건담 직파 재배법을 개발하였으며, 이에 대한 재배 기술 체계를 확립하고 관련 기술을 축적하여 왔다. 영남농업시험장의 연구 결과에 의하면 표 2-5에서와 같이 건담 직파가 담수 직파보다 도복 저항성, 출아율, 초기 모 생육 균일도 등에서 우수한 것으로 나타났다.

표 2-5. 직파 재배의 특성 비교

구분	휴림 건담 직파	담수 직파	기계 이앙
소요 경비(천원)	90	120	145
관개수량(mm)	630	1,040	940
출아율(%)	70-80	40-60	90-95
도복 지수	100-110	130-140	90-100
잡초 발생률	250-300	150-200	100
새의 피해	5-10	0-5	0

며 직파 재배에 대한 중점 연구 분야는 표 2-6에서와 같이 대부분 파종량, 파종 방법, 파종 시기, 잡초 방제, 품종 선정 등 재배 기술 분야이었다. 따라서 직파기 개발과 개선에 관한 연구는 최근까지 극히 미흡하였다.

직파 재배 면적은 표 2-7에서와 같이 90년 이후 매년 급격히 증가되고 있다. '91년도의 재배 면적은 915ha이었으나, '93년에는 7,573ha로서 2년 동안 8.3배나 확대되었으며, 94년도에는 93년도에 비하여 9.6배가 증가되었다. 담수 직파와 건담 직파의 비율도 초기에는 담수 직파가 72%로서 대부분 담수 직파가 시행되었

으나, 93년도에는 담수 직파가 53%로 감소하고 건담 직파가 47%로 증가되었다.

표 2-6. 벼 직파 재배 분야별 연구 과제 수

시험 내용	작시	호남	영시	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	계
품종 선정	6	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	9
종자 처리	3	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	7
작업 속도	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
파종기	1	-	1	-	-	-	1	-	1	1	6	11
파종량및방법	8	2	3	4	4	2	5	1	5	1	-	35
시비 방법	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
물 관리	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2
잡초 방제	3	-	1	2	-	-	1	1	2	-	-	10
도복 방지	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	4
계	24	3	9	7	4	2	11	3	9	2	7	81

표 2-7. 벼 직파 재배 면적

단위 : ha

연도	계	건담 직파				담수 직파		
		소계	줄뿌림 파종기		손 파종	소계	무논 골뿌림	손뿌림
			평면	휴림				
'93	7,573 (100)	3,551 (47) (100)	2,776 (78)	382 (11)	393 (11)	4,022 (53) (100)	472 (12)	3,550 (88)
'92	2,719 (100)	1,712 (63)				1,007 (37)		
'91	915 (100)	259 (28)				656 (72)		

( )는 지수, 자료: 농촌진흥청('93)

건담 직파와 담수 직파의 비율은 지역에 따라 선호도가 다르기 때문에 50:50 정도를 유지할 것으로 예상된다.

영남농업시험장의 추정에 의하면 직파 재배가 가능한 면적은 총 논 면적의 55.5%로서 약 703,800ha에 이르고 있다. 이 중 담수 직파가 가능한 면적과 건담 직파가 가능한 면적은 각각 165,000ha, 162,500ha 이고 담수와 건담 직파가 모두 가능한 면적은 372,400ha에 이르는 것으로 추정하고 있다. 정부의 추진 계획에 의하면 97년까지 직파 재배 면적은 총 논 면적의 45%에 이르는 500,000ha 규모로 확대될 것으로 예상되며, 2000년에는 72%에 해당되는 700,000ha까지 확대될 것으로 전망되고 있다. 표 2-8은 직파 재배가 가능한 면적을 나타낸 것이다.

표 2-8. 벼 직파 재배 가능 면적 ('92 영시)

총 논 면적	직파 재배 가능 면적 (천ha)			
	계	건담	담수	건담 + 담수
1,268.3 천ha (100%)	703.8 (55.5)	162.5 (12.8)	168.3 (13.3)	372.4 (29.4)

### 3. 직파 재배의 유형

#### 가. 건담 직파

재래식 건담 직파는 건담 상태에서 파종하여 건묘(乾苗)로 기른 후, 6~7월 강우기에 관수하여 담수 상태로 재배하는 방법으로서 주로 가뭄을 극복하기 위한 재배법으로 이용되어 왔다. 최근에는 건담 상태의 논을 트랙터 또는 경운기로써 경운 쇄토한 후 파종 복토한 다음 약 1개월 간 건담 상태에서 출아시켜 본엽 3~4엽기에 전면 담수 상태로 전환하여 재배하는 방식으로 발전되었다. 파종 방법에는 배수가 양호한 토양에서 파종하는 평면 세조파 방법과 배수가 불량한 토양에서 골을 내어 파종하는 휴립 세조파 방법이 있다.

#### 나. 담수 직파

담수 직파는 봄철에 논에 물을 댄 상태에서 쇠토하여 배수하고 적당히 굳힌 표토에 최아된 종자를 직접 파종하는 방법으로서 표면에 산파하는 경우를 담수 표면 산파라 하며, 흙 속에 얇게 파종하는 방식을 담수 토중 직파라고 한다.

### 4. 직파 재배의 장단점

건답 직파와 담수 직파는 각각 다음과 같은 장단점이 있다.

#### 가. 건답 직파의 장단점

##### (1) 장점

- (가) 이앙 재배에서 필수적인 육묘와 이앙 노력이 생략됨으로써 노동비를 절감할 수 있다.
- (나) 파종 후 입모될 때까지 관개수가 필요 없으므로 물 관리 비용이 담수 직파에서보다 절약된다.
- (다) 담수 상태에서보다 파종된 종자의 출아와 입모가 유리하기 때문에 종자를 절약할 수 있다.

##### (2) 단점

- (가) 건답에 파종된 볍씨는 토양 수분이 부족하거나 지온이 낮으면 출아기간이 길어지고 한발일 경우에는 30일까지 출아가 지연되는 일도 있다.
- (나) 새나 쥐에 의한 피해가 발생한다.

#### 나. 담수 직파의 장단점

##### (1) 장점

- (가) 이앙 재배에서 필수적인 육묘와 이앙 노력이 생략됨으로써 노동비

를 절감할 수 있다.

(나) 출아 기간이 건담 직파 재배에서보다 짧다.

(다) 출아시 물에 의한 보온 효과가 크다.

(라) 물에 의하여 잡초 발생이 다소 억제되고 약제 살포가 용이하다.

(마) 연작 피해가 적다.

## (2) 단점

(가) 괴불 발생으로 뜯 모가 발생하고 입묘가 불안정하다.

(나) 뿌리가 지면에 활착되어 도복되기 쉽다.

(다) 본답에서 재배되는 기간이 길어서 관개 용수량이 증가된다.

## 5. 직파기

재배적인 측면에서 직파 재배 기술은 1980년 중반 이후 제초 방제, 도복 방지, 품종 개량 연구 등 지속적인 연구에 의하여 다소 미흡한 점은 있으나 안정된 단계에 있다. 그러나 재배적인 기술만으로써는 직파 재배의 가장 큰 장점인 노동력 절감 효과를 얻을 수는 없다. 직파 재배 기술과 더불어 직파기에 대한 연구도 지속적으로 수행되어야 한다. 현재 보급되고 있는 직파기에는 기존의 맥류 세조파기를 개량한 트랙터용 건담 직파기와 이앙기에 부착되는 담수 직파기가 있다. 그러나 현재의 직파기에는 파종 여부의 확인이 어렵고, 구동륜의 작동 부실로 인한 미파종 등 여러 가지 문제점이 노출되고 있다.

### 가. 직파기의 보급

현재 보급되고 있는 건담 직파기는 맥류 세조파기를 변형하여 개발한 것이다. 맥류 세조파기는 한 등(1974)이 설계한 동력 경운기용 맥류 파종기를 개선하여 주 등이(1985) 개발한 것으로서, 이를 더욱 개선한 트랙터용 맥류 세조파기가 현재의 건담 직파기 원형이 되었다. 담수 직파기는 농업기계화연구소에서 1986년 인력 및 경운기 겸용으로 개발한 것이 처음이다. 이를 개선하여 김 등(1993)이 개발한 담수 직파기를 LG 기계에서 제작, 보급하고 있다.



표 2-9. 직파기 보급 현황

(’93 농진청)

도별	승용 무논 골뿌림기			건담 세조파기		
	소계	금성 제품	안대홍제품	소계	트랙터용	경운기용
계	125	30	95	1,428	1,028	400
전북	68	7	61	189	151	38
전남	37	6	31	396	313	83
경북	-	-	-	263	215	48
경남	5	5	-	240	146	94
기타	15	12	3	340	203	137

’93년 현재 직파기의 보급 대수는 표 2-9에서와 같이 승용 무논골뿌림기 125대, 건담 세조파기 1,428대로서 총 1,553대에 이르고 있다.

#### 나. 직파기의 구조

현재 보급되고 있는 직파기에는 건담 직파기와 담수 직파기가 있으며, 건담 직파기의 구조는 그림 2-1과 같다. 외형과 동력 전달 방식에 약간의 차이가 있으나 핵심 부분인 종자 배출 장치는 건담 직파기와 담수 직파기에서 모두 동일한 구조로 되어 있다.

##### (1) 건담직파기

건담 직파기의 주요 장치와 그 기능은 다음과 같다

##### (가) 로터리

정·역회전 겸용 중앙 구동식 로터리로서 평면 파종일 때는 정회전으로 작업하고, 휴립 파종일 때는 로터리 축 대신 오거를 부착하여 역회전시킨다. 이때 8개의 중앙날에 의해서 배수구가 형성되고 동시에 오거에 의해서 두둑이 형성된다. 파종 장치를 떼어내면 로터리 작업에 사용할 수 있으며 경운, 쇄토 작업일 때는 정회전시키고 쇄토 상태를 좋게 하고자 할 때는 역회전시킨다. 로터리를 정·역회전으로 변환하여야 하기 때문에 트랙터 PTO가 4회전할 때 로터리 축은 1회전 하도록 제작되어 있다.

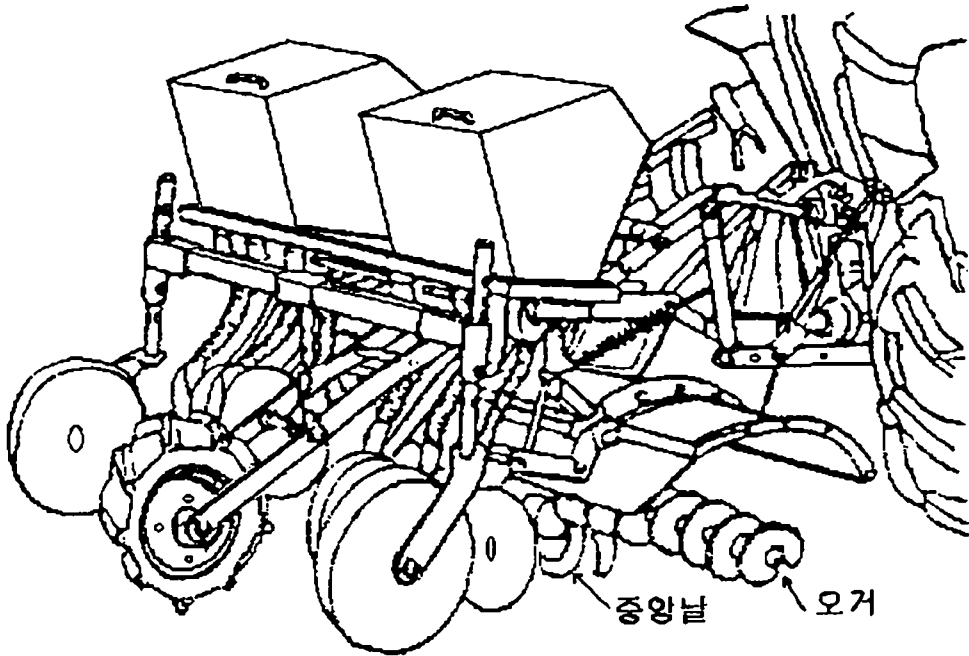


그림 2-1. 평면 건담 직파기.

(나) 종자함

종자함은 종자를 담는 통으로서 운전자가 파종 작업 중에도 종자의 잔유량을 확인할 수 있도록 투명 PVC 재질로 되어 있다. 또한, 종자함 뚜껑에는 열림 방지 장치가 설치되어 작업 중 종자가 쏟아지거나 뚜껑이 파손되는 않도록 되어 있다.

(다) 종자배출 롤러

가로홈을 4개 또는 8개로 조절할 수 있는 3중 롤러로서 종자함 밑면에 부착되어 있다. 구동륜이 체인으로 롤러 축을 회전시킨다. 파종량은 그림 2-2와 같이 롤러의 가로홈을 4개 또는 8개로 선택하여 조절하며, 가로홈의 열림 간격을 조정하여 미소량을 조절한다.

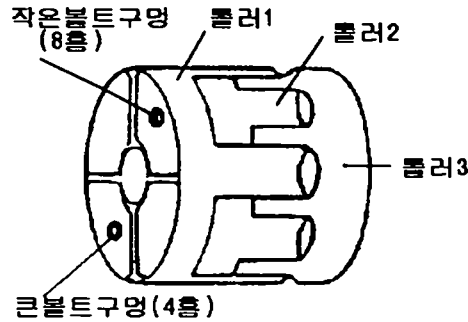


그림 2-2. 홈 롤러.

(라) 종자 도관

종자배출 롤러에서 배출된 종자를 심음 골까지 안내한다.

(마) 작조날

회전하는 2개의 원판으로 심음 골을 만든다.

(바) 복토 체인

골에 떨어진 종자를 덮어 주는 체인으로서 작조날 후방에 부착된다.

(사) 오거

로터리가 역회전할 때 8개의 중앙날이 파서 올려놓은 흙을 좌우로 균평하게 갈아서 두둑을 만든다. 건담 휴립 직파기를 사용할 때 로터리 축 대신 부착한다.

(아) 구동륜

작업 속도에 관계없이 일정량의 종자를 파종하기 위하여 체인으로 배종축을 구동하는 고무 바퀴로서 파종기에 고정되어 있다. 트랙터가 포장에서 선회할 때는 파종기와 함께 들어 올려지지 때문에 종자 배출이 중단된다. 토양

상태에 따라 구동륜의 회전이 원활하지 못할 경우에는 파종이 불균일하고 미파종 상태가 발생한다.

(자) 미륵

로터리를 지지하며, 미륵 부착 위치를 조절하여 경심을 조절한다.

(2)담수 직파기

담수 직파기의 구조는 그림 2-3에서와 같고, 배종 장치는 건담 직파기와 같은 홈 롤러가 사용된다. 배종축은 승용 이앙기의 속도 비례형 PTO에 의하여 구동되며, 작조날이 형성한 심음 끝에 종자를 파종한다. 무논에서 작업할 수 있도록 건담 직파기의 미륵 대신 플로트가 부착되어 있으며, 이를 제외하면 건담 직파기와 같은 원리로 파종한다. 종자 배출 장치와 종자통은 건담 직파기에서와 같고 담수 직파기의 주요 장치와 그 기능은 다음과 같다.

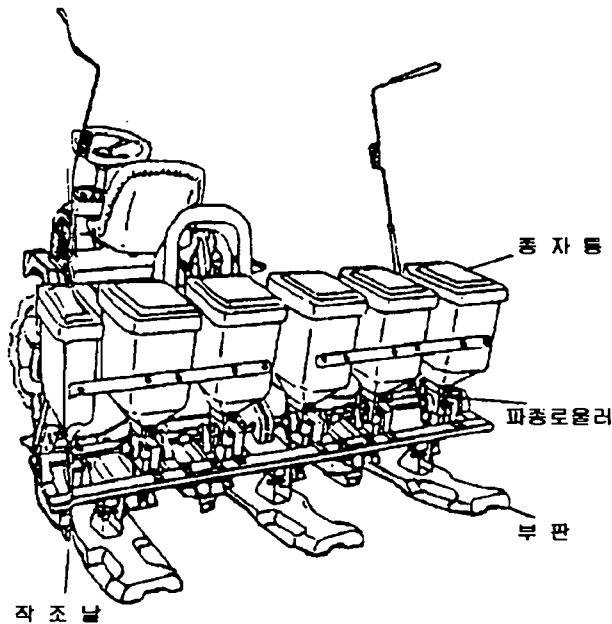


그림 2-3. 담수 직파기.

(가) 플로트

기체의 하중을 지지하고 평형을 유지하며 논 표면을 평탄하게 정지한다.

(나) 작조날

플로트 밑에 부착되며 너비 6~8cm 깊이 2.5, 4.5cm의 파종골을 만든다.

(다) 파종 롤러축 동력 차단 장치

마무리 작업시 4조로 파종할 수 있다.

(라) 킥 히치 장치

승용 이앙기에 직파기를 쉽게 장착할 수 있도록 만든 작업기 연결 장치이다.

다. 직파기의 문제점

현재 가장 많이 보급되어 있는 건담 직파기에는 구동륜의 슬립으로 인한 파종량 및 주간 거리의 불균일과 파종 상태를 확인할 수 없는 문제점이 있다. 구체적으로, 구동륜을 동력원으로 사용하기 때문에 토양 조건이 나쁠 때는 회전이 불균일하고 슬립이 심하여 실제 주행 속도에 비례하여 배종 장치를 구동하기가 어렵다. 구동륜이 회전하지 않는 경우나 배종 장치에서 이상이 발생하였을 때 이를 확인할 수 있는 감시 장치가 없다. 특히, 파종 후 바로 복토되는 현재의 건담 직파기에서는 발아하기 전까지는 파종 여부를 확인할 수 없기 때문에 불안감이 조성된다. 이러한 불안감은 작업 능력을 저하시키는 원인이 된다.

현재의 건담 직파기는 맥류 세조파기를 개선한 것이므로 실질적으로 점파가 불가능하다. 일본의 경우 건담 직파의 80%가 점파로 수행되고 있으며, 점파는 개체의 군집력으로 복토된 흙을 밀어 올리는 힘이 강하여 출아, 입모의 안정에 유리한 것으로 알려지고 있다.

담수 직파기는 동력원으로 이앙기의 속도 비례형 PTO를 이용하기 때문에

슬립이 적으나 건담 직파기에서와 마찬가지로 배종 장치의 이상 유무를 감시할 수 없다는 문제점이 있다.

이러한 문제점들은 직파 재배의 가장 큰 장점인 생력화에 부정적인 영향을 미치게 되므로 개선되어야 할 것이다.

#### 라. 직파기의 개선 방향

직파기는 크게 두 가지 관점에서 개선 방향을 찾을 수 있다. 첫째는 현재의 직파기가 보다 정밀하게 그 기능을 수행할 수 있도록 개선하는 방향이고, 다른 한 방향은 직파기의 기능을 다양화하는 방향이다.

직파기의 정밀화 방향은 기본적으로 점파를 실현할 수 있도록 배종 장치를 개선하고, 미파종에 대한 불안감을 해소하며, 파종 후 종자의 이동을 방지하고, 입모수를 확보하기 위한 토양 진압 장치를 개발하는 데 있다. 여기에는 배종 롤러의 개선, 속도 비례형 파종축 구동 장치, 미파종 경보 장치, 배종관 막힘 해소 장치 등의 개발이 포함될 수 있다.

직파기의 다기능화 방향에서는 파종과 동시에 시비가 가능하고, 제초제를 살포할 수 있는 장치를 개발하는 데 있다. 또한, 담수 직파기에서는 연결 장치를 표준화하여 다양한 작업기를 이양기에 부착할 수 있도록 하여야 한다. 이러한 방향에서는 완효성 비료, 완효성 제초제, 측조 시비 장치, 봄형 제초제 살포 장치 등의 개발이 포함될 수 있다.

## 6. 국내 기술 현황

건담 직파기는 트랙터용 맥류 세조파기를 개선하여 90년대 초 농업기계화연 구소에서 현재와 같은 형태로 개발되었으며 현재, 대동공업(주), 중앙공업(주), LG전선(주) 3개 업체에서 생산되고 있다. 대부분 6조식으로서 로터리 경운과 동시에 파종할 수 있으며 트랙터 부착형이다. 파종 장치는 홈 롤러식으로서 직파기에 부착된 파종축 구동륜에 의하여 구동되며 작업 능률은 30분/10a 정도이다.

기능적인 면에서 현재의 건담 직파기는 큰 결함 없이 사용되고 있다. 그러나, 토양 상태와 작업 속도에 따라 배종축 구동륜의 속도 변화가 크기 때문에 미파종 상태가 발생하거나 균일한 파종이 이루어지지 않는 경우가 많다. 또한, 운전자에게 미파종에 대한 불안감이 조성되어 작업 능률이 저하되는 경향도 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 트랙터에 속도 비례형 PTO를 설치하여 배종축을 구동하는 방법이 시도되고 있으나 국내에는 아직 속도 비례형 PTO를 설치한 트랙터가 없다.

담수 직파기는 승용 이앙기의 속도 비례형 PTO를 이용하여 파종축을 구동하는 6조식으로서 파종 장치는 건담 직파기와 큰 차이가 없다. 로타리는 없고 무논에서 파종하기 때문에 플로트가 부착되어 있다. 논 의 수평 정도와 균 힘 정도에 따라 작업 성능이 크게 변화된다. 건담 직파기에서와 같이 3개 업체에서 생산되고 있으며, 작업 능률은 25분/10a 정도이다.

직파기의 결함과 문제점을 해결하기 위한 기술 개발에서 취약한 부분은 첫째, 논을 수평으로 정지하기 위한 수평 감지 기술 둘째, 트랙터 또는 이앙기의 실제 작업 속도를 측정하기 위한 저속 감지 기술 셋째, 습기가 있는 벌씨 또는 비료, 제초제 등을 균일하게 살포하기 위한 파종 및 살포 기술이라고 할 수 있다. 이러한 기술이 개발되면 실제 작업 속도에 비례하여 파종축을 구동할 수 있기 때문에 어떠한 토양 조건에서도 슬립에 관계없이 일정한 주간으로 점파할 수 있으며, 미파종 문제도 해결할 수 있다.

직파기에 대한 연구는 주로 농업기계화연구소와 농업시험장에서 수행되어 왔다. 농업기계화연구소는 직파기 개발에 주력하였으며, 농업시험장은 포장 시험을 통한 포장 적응성과 문제점 구명에 주력하였다. 영남농업시험장의 연구 결과에 의하면 관개수 손실을 줄이기 위한 진압 롤러와 무논에서 종자 유도 진압 장치는 그 효과가 큰 것으로 구명되었다. 그러나, 포장 시험에서 구명된 문제점과 이러한 개선점을 해결하기 위한 직파기 개선에 대한 연구는 상대적으로 미흡하였다. 또한, 직파기의 기본 원리에 대한 검토나 새로운 개념의 직파기를 개발하기 위한 연구는 전무하였다.

## 7. 국외 기술 현황

벼 직파기는 주로 일본, 이태리, 미국에서 개발되었으며, 국내 적용이 가능한 직파기는 일본에서 개발된 직파기라고 할 수 있다. 일본의 직파기는, 국내 업체가 일본의 모델을 도입하여 생산하고 있기 때문에, 현재 국내에서 생산되고 있는 직파기와 그 구조나 성능에 있어서 매우 유사한 형태이다. 그러나, 최근 일본에서 시판되고 있는 직파기에는 시비 장치가 부착된 것과, 모터를 이용하여 배종축을 구동하는 형식, 배종 롤러 대신 회전 원판을 배종장치로 이용한 것 등 새로운 모델이 소개되고 있다.



### 제3장 기본 장치의 설계

#### 1. 설계 조건

본 연구에서 개발된 다기능 정밀 직파기의 기본 설계 조건은 다음과 같이 설정되었다.

##### 가. 토양 조건

설계 요인	건답 직파	담수 직파
로타리경 필요 여부	필요: 1-2회	필요: 1-2회
쇄토 상태	흙덩이 직경 2-3cm 60% 이상	이양답 썩래질 상태 정도
균평 상태	10cm 이내	5cm 이내
토양 수분 상태	포장 용수량 40-60%	포화 상태
표면 상태	가급적 균일화	담수 상태 균힘으로 표면이 매끄럽게

##### 나. 파종 방식

설계 요인	건답 직파	담수 직파
파종 양식	휴림 직파	무논 골뿌림
주간 거리	2.5cm	2.8cm
조간 거리	25cm	30cm
파종 깊이	2-3cm	0-0.5cm
종자 상태	건종자	-2mm 최아 종자
파종량(립)/주	40립/m	36립/m
파종량(kg)/10a	4	3

다. 시비 방식

설계 요인	건담 직파	담수 직파
시비 위치 (파종 위치 기준) 시비량(kg)/10a (질소-인산-칼리)	파종 위치와 동일  15-9-11	파종골 사이 측조 시비  11-7-8

라. 제초제 살포 방식

설계 요인	건담 직파	담수 직파
살포 위치 (파종 위치 기준) 살포 시기 살포량/10a	표면 산파  파종 복토후 100-150l (유제)	표면 산파  파종 후 8-10일 3-4kg (입제)

마. 작업 능력

설계 요인	건담 직파	담수 직파
작업 속도(m/s)	0.5-1m/s	0.5m/s 내외
작업 폭	3m	3m
작업 능력	20분/10a 내외	20분/10a 내외
작업 정도		
미파종 주(%)	5-10%	5% 이내

바. 직파기 본체

설계 요인	건담 직파	담수 직파
예상 슬립률(%)	10%	10-20%
작업 속도(m/s)	0.5-1m/s	0.5m/s
적재 종자량(kg)	45kg	35kg

사. 파종 감시 장치

설계 요인	건답 직파	담수 직파
미파종 인지 거리(m) 경보음 발생 형식 파종관 막힘 해소	50cm 이내에서 조정 부저음 간헐적 공기 분사	30cm 이내에서 조정 부저음 간헐적 공기 분사

아. 속도 비례 파종 장치

설계 요인	건답 직파	담수 직파
속도 감지 장치	5륜	주행 속도 비례형 PTO

자. 파종 깊이 제어 장치

설계 요인	건답 직파	담수 직파
파종 깊이(cm)	2-3cm	0-0.5cm (복토되지 않고, 종자가보이지 않을 정도의 진압)

차. 진압 롤러

설계 요인	건답 직파	담수 직파
진압력 롤러 직경(cm)	50kg 15-20cm	100-250g (4단계) 5-10cm

## 2. 프레임과 파종 유니트의 기본 설계

### 가. 전체 구성도

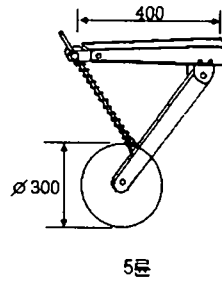
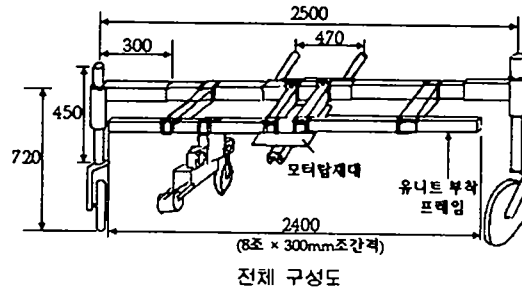


그림 3-1. 전담 직파기 전체 구성도.

### 나. 파종 유니트의 조립도

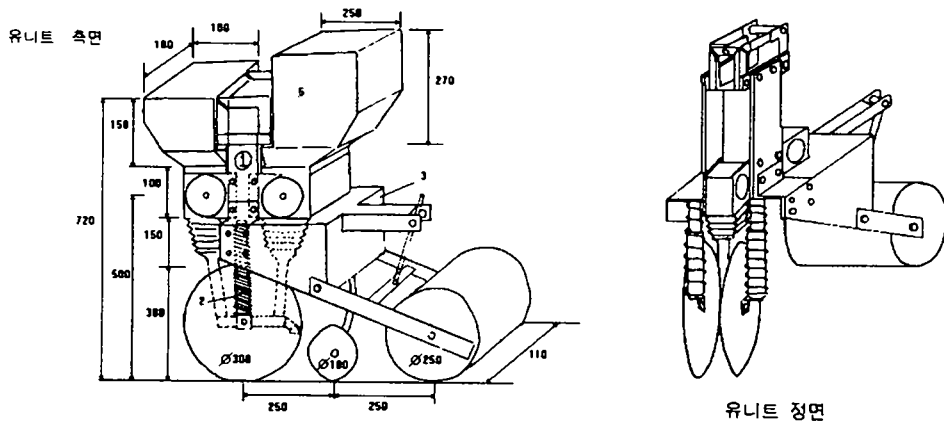


그림 3-2. 파종 유니트 정면 및 측면도.

다. H형 구조

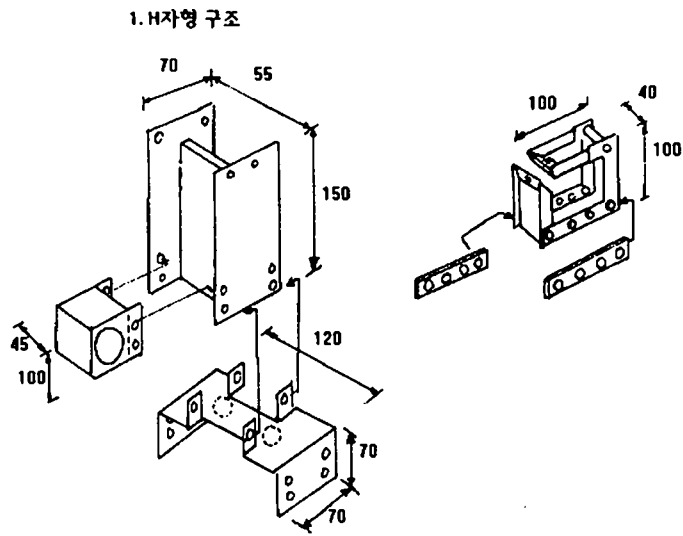


그림 3-3. H자형 결속 구조.

라. 작조날과 서스펜션

작조날 중심축과 Suspension

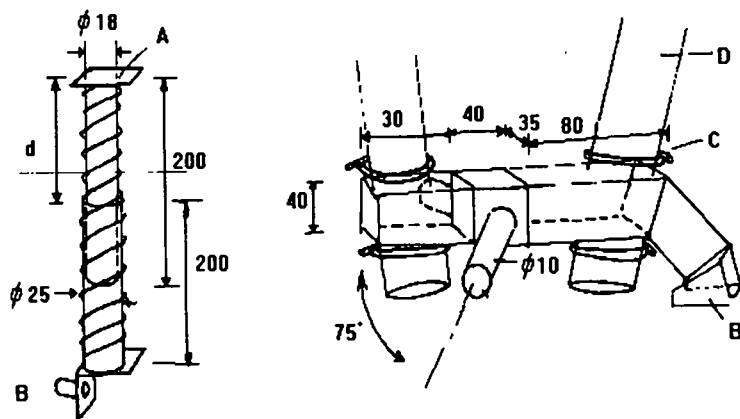


그림 3-4. 작조날 중심축과 서스펜션 구조.

마. 진압 롤러

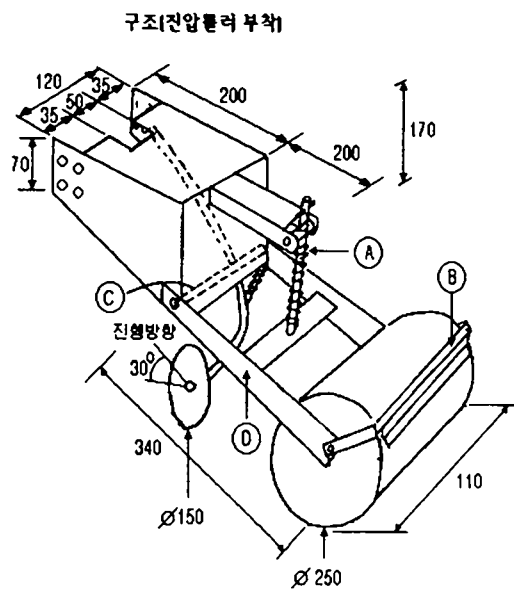


그림 3-5. 진압 롤러 전체 구조.

바. 롤러 케이스 및 연결부

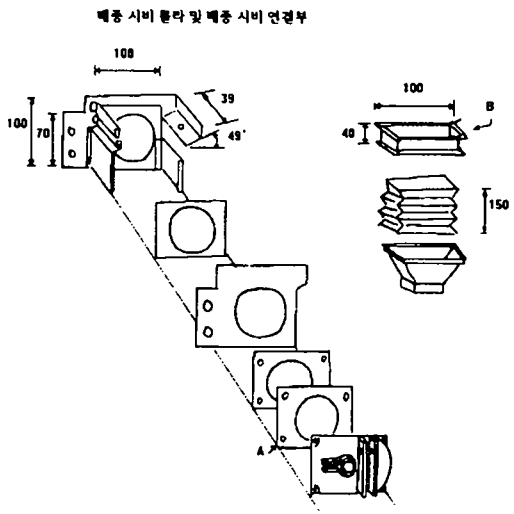


그림 3-6. 롤러 케이스 및 연결부 구조.

### 3. 점과용 배종 장치

#### 가. 기능 분석

배종 장치는 호퍼에 든 종자를 일정량 계량하여 종자 도관으로 배출한다. 현재 널리 쓰이는 롤러식 배종 장치는 그림 3-7에서와 같은 구조로 되어 있다. 배종 장치를 설계할 때는 하나의 홈에 든 종자를 한 주에 파종하여야 하므로 그림 3-7의 롤러는 한 바퀴 회전할 때 8개의 주가 파종된다. 롤러가 회전하면 홈의 내부는 종자로 채워지고, 롤러 표면이 솔을 지나면서 홈 주위의 종자가 제거되어 홈 안에 든 종자만이 파종된다. 통과된 종자는 롤러가 계속 회전함에 따라 종자도관으로 낙하된다.

그림 3-7과 같은 롤러의 경우에는, 홈 안에 든 종자가 일시에 배출되지 않고 롤러가 회전하면서 조금씩 배출된다. 종자의 상태가 좋지 않는 경우에는 3번 홈

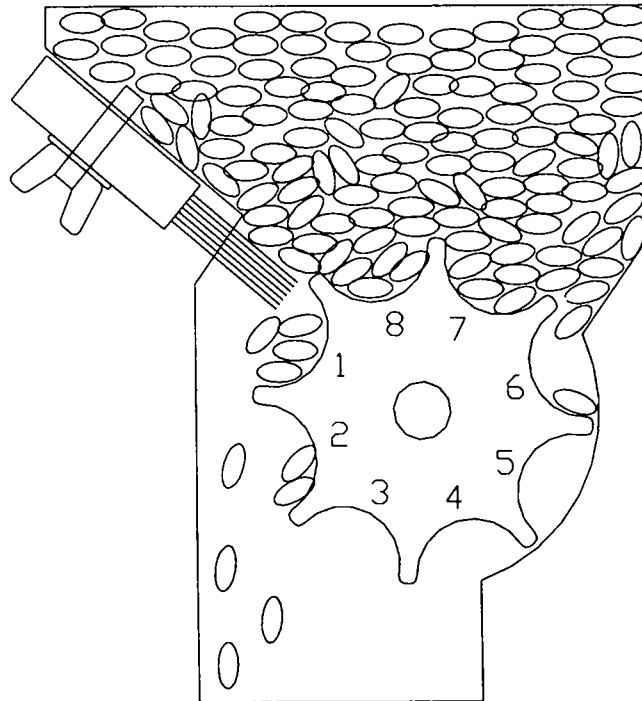


그림 3-7. 롤러형 배종 장치의 구조

에 이르도록 배출되지 못하고 남아 있는 경우도 있다. 한 흡에 든 종자가 낙하될 때 종자 간의 시간 차이는 종자의 흠어짐을 유발한다. 현재 사용되고 있는 대부분의 롤러식 배종 장치에서는 한 흡의 종자가 흠어져서 2-3주가 형성되어야 할 영역에 파종된다. 이러한 종자의 흠어짐이 불균일한 파종의 원인이 된다. 불균일한 종자의 파종 상태는 그림 3-8에서와 같은 형태로 분류할 수 있다. 그림 3-8에서 1에서 6까지의 숫자는 각각 한 주가 형성되어야 할 영역을 나타내며, 수평선은 토양 표면을 표시하고 타원체는 파종된 종자를 나타낸다. 한 주에는 4개의 종자가 파종되는 것으로 가정하였다.

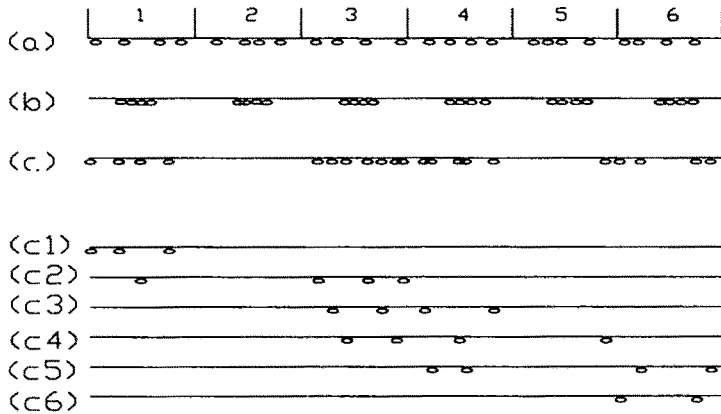


그림 3-8. 종자의 파종 형태.

그림 3-8(a)는 한 흡의 종자가 파종되어야 할 한 주의 영역을 벗어나지 않은 경우이다. 각 주의 영역 내에서 종자의 위치는 불규칙적이거나 전체적으로 파종 상태는 양호한 줄뿌림 상태를 나타내고 있다. 그림 3-8(b)는 3-8(a)에서보다 종자의 간격을 좁혀서, 한 흡의 종자가 한 지점에 모이도록 파종된 상태를 나타낸 것이다. 주간 거리에 약간의 차이가 있으나 전체적으로 양호한 점파 상태를 나타내고 있다. 그림 3-8(c)는 한 흡의 종자가 3주의 영역에 흠어져 파종된 상태를 나타낸 것이다. 그림 3-8(c1), (c2), (c3), (c4)는 각각 1번, 2번, 3번, 4번 흡의 종자가 파종된 상태이다. 4개의 흡에서 낙하된 종자가 그림 8-3(c)의 파종 상태를 이룬다. 그림 3-8(c)와 같은 형태로 종자가 파종될 경우, 각각의 파종 상태는 문제가 없으나 이들이 연속적으로 일어날 때는 과도하게 파종되거나 미파종



부분이 발생된다. 파종 상태가 불균일하고 미파종이 심한 작물에서는 생육 관리가 어렵고 생산량도 감소된다. 따라서 일정한 주간 거리를 유지할 수 있고, 적절한 양의 종자를 균일하게 파종할 수 있는 정밀 점파기가 요구된다. 종자의 흠어짐을 막고 정밀한 점파를 실현하기 위해서는 배종 장치의 롤러와 스푼을 종자에 따라 적절히 설계하여야 한다,

#### 나. 배종 장치

롤러식 배종 장치는 종자의 계량에는 성능이 우수하나 배출 과정에서 종자가 흠어지는 단점이 있다. 한 홈에 든 종자가 이웃 홈의 종자가 떨어져야 할 영역에 흠어지면 파종 상태가 불균일하게 된다. 따라서, 점파를 위해서는 배출 위치에서 한 홈의 종자가 모두 동시에 배출되어야 하며, 낙하하는 동안에도 배종관과 충돌하지 않도록 하여야 한다. 낙하 중 작은 충돌에 의해서도 종자의 낙하 경로와 속도가 크게 변화된다. 또한, 공기 저항, 지면과의 충돌 등에 의해서도 종자가 흠어지게 된다. 따라서, 정밀 점파를 위해서는 종자가 흠어지지 않도록 각종 종자의 산파 요인을 반드시 제거하여야 한다.

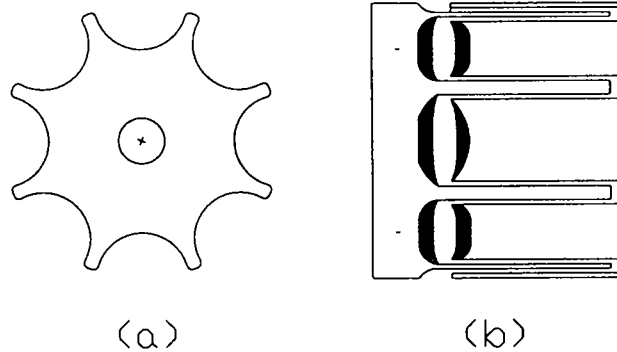


그림 3-9. 롤러형 배종 장치의 형상.

그림 3-9는 롤러형 배종 장치의 롤러 단면과 측면 형상을 도시한 것이다. 이 롤러의 형상은 점파에는 적합하지 않으며, 종자가 흠어질 가능성이 높다. 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 배종 롤러의 홈 수가 많다. 점파를 위해서는 서로 이웃한 홈에서 배출된 종자 사이에 명확한 분리가 이루어져야 한다. 그러나 그

림 3-9에서와 같이 현재의 배종 롤러는 홈의 개수가 8개로서 너무 많고, 홈 사이의 간격이 좁아 명확한 분리가 어렵다. 따라서 홈의 수를 줄여 홈과 홈 사이의 간격을 크게 하는 것이 바람직하다. 둘째, 배종 롤러의 홈의 형상이 점파에 적합하지 않다. 한 홈에 들어 있는 종자는 모두 일정한 시점에 동시에 낙하하는 것이 바람직하다. 그리고, 한 홈의 종자 중 처음 떨어지는 종자와 마지막에 떨어지는 종자간의 시간 차가 적을수록 분리가 향상된다. 현재의 직파기에 사용되고 있는 롤러는, 간단한 실험 결과에 의하면, 한 홈의 종자가 그림 3-10에서와 같이 두 차례에 걸쳐서 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 종자 배출 과정에서 각 홈간의 분리를 어렵게 하는 결정적인 요인이 된다.

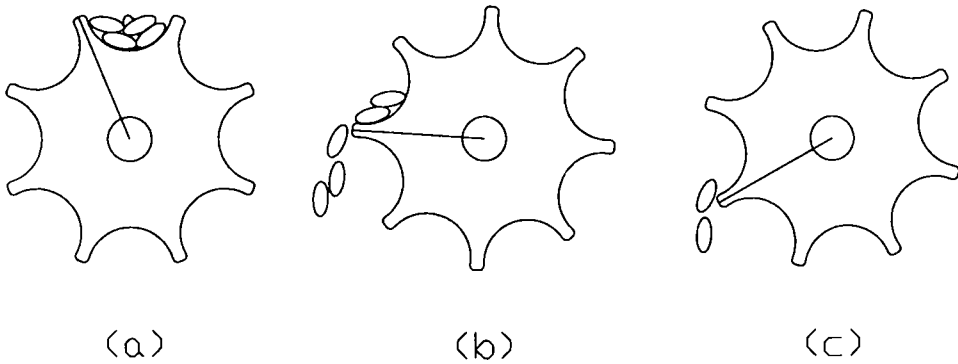


그림 3-10. 반원형 롤러의 종자 배출 과정.

그림 3-10(a)에서와 같이 한 홈에 담긴 종자는 그림 3-10(b)의 위치에서 홈의 경사가 종자의 안식각( $\phi_s$ )보다 클 때 미끄러져 낙하되며, 그림 3-10(c)의 위치가 되면 종자와 롤러 사이의 마찰각( $\phi_r$ )이 커서 떨어진다. 안식각은 종자를 다짐 없이 일정한 높이에서 부을 때 수평면과 종자의 경사면이 이루는 각을 말하며, 종자와 롤러 사이의 마찰각은 롤러의 재질과 같은 재질의 평판 위에 종자를 올려놓고 평판의 기울기를 변화시켰을 때 종자가 미끄러지기 시작하는 각도를 말한다.

기존 롤러를 측면에서 본 단면도와 위에서 본 평면도는 그림 3-9와 같다. 그림 3-9의 단면도에 나타난 반원형 홈의 형태와 평면도에 나타난 양끝이 모아지는 형태는 전체적으로 손가락과 유사한 형상이다. 손가락은 음식물이 밑으로

잘 떨어지지 않도록 고안된 기구이다. 따라서, 반원형 롤러의 홈 형상은 종자를 동시에 낙하시키는 데 적합하지 않다.

홈의 단면 형상은 여러 가지 형태로 만들 수 있으나 점파를 위해서는 종자의 흠어짐을 최대한으로 방지하고 정밀하게 파종할 수 있는 형태를 선정하는 것이 좋다. 다음 5가지 홈의 형상을 비교 분석해 보자. 각 홈의 형상은 그림 3-11과 같으며, 반시계 방향(CCW)으로 회전하는 것을 기준으로 하였다.

#### (1) 반원형

그림 3-11(a)와 같이 단면이 반원형인 것으로서 현재 가장 널리 사용되는 형태이다. 종자의 자중에 의하여 홈 속에 종자가 채워지므로 계량 기능에는 문제가 없으나, 앞서 제시한 바와 같이 한 홈에 든 종자가 두 번에 걸쳐 나누어 떨어지는 문제가 있다.

#### (2) 직사각형

그림 3-11(b)와 같이 홈의 안쪽과 입구의 크기를 같게 한 것이다. 입구가 좁아 종자가 홈 속에 차지 않으면, 일정량의 종자를 배출할 수 없다. 또한, 종자가 홈 속에 끼어 홈이 막히는 경우도 있다. 그러나 종자를 동시에 배출하는 기능은 우수하다.

#### (3) 이등변 삼각형

그림 3-11(c)와 같이 직사각형에서 깊이를 줄이고, 입구를 넓힌 것이다. 한 홈의 파종량이 감소되는 것 외에는 큰 문제가 없다. 입구의 크기와 깊이를 적절히 조정하면 종자도 일정한 시점에서 동시에 낙하시킬 수 있다. 그러나 종자의 안식각에 의한 미끄럼이 롤러와 종자의 마찰에 의한 미끄럼보다 먼저 발생하여 종자의 배출 시간에 시간 차가 생길 수 있다. 일반적으로 솔을 이용하여 배출 시점을 유도할 수 있으며, 배출될 때 롤러의 홈 면의 경사가 급할수록 일시적으로 원활한 배출이 가능하다. 그러나, 이 형상은 종자가 롤러에서 미끄러지기 시작하는 위치가 너무 아래쪽으로 치우쳐 있다. 즉, 홈이 솔 끝에 이르면 종자가

바로 배출되어야 하는데 이등변 삼각형 형상은 배출 시점이 늦어, 솔을 지난 후에야 배출이 시작될 수 있다.

(4) 직각 삼각형

그림 3-11(d)와 같이 배출을 용이하게 하기 위하여 이등변 삼각형에서 한 쪽 면의 경사를 크게 하고, 다른 면은 지름 방향과 수직되게 한 것이다. 계량 기능은 우수하나 고속 회전시 홈에 종자가 채워지지 않을 우려가 있다. 오른쪽 면의 경사를 더 크게 하면 솔의 끝단에서 동시에 종자의 배출이 시작된다.

(5) 기울어진 삼각형

그림 3-11(e)와 같이 직각 삼각형 모양의 홈에서 오른쪽 면을 지름 방향으로 경사지게 하여 계량 기능을 보강한 것이다. 오른 면이 경사지면 롤러가 회전할수록 종자는 안쪽으로 밀려들어간다. 배출 기능은 직각 삼각형의 경우와 같다. 그러나 왼쪽 면의 경사를 크게 하여 한 홈의 종자량이 증가되었다. 따라서 오른쪽 면의 경사를 직각 삼각형의 경우보다 더 크게 할 수 있다.

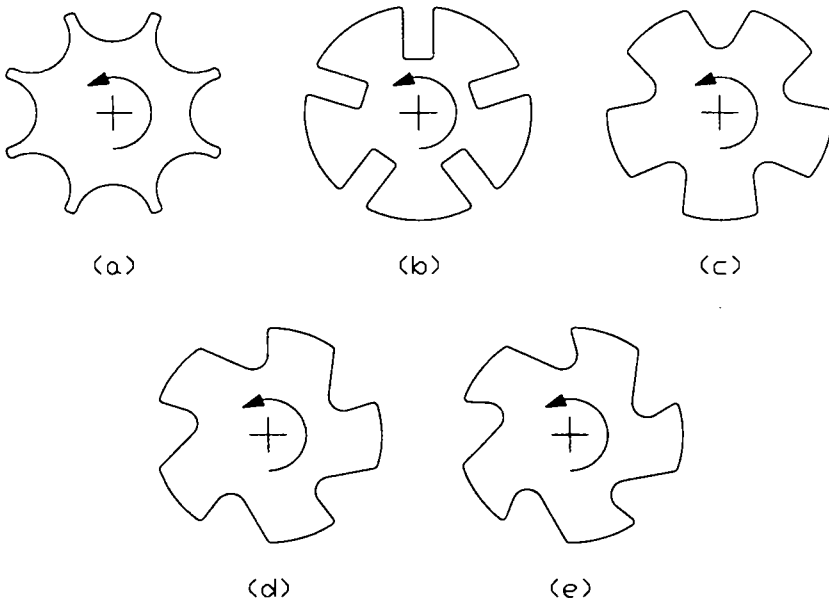


그림 3-11. 롤러 홈의 형상.

이 5가지의 롤러 홈의 형상을 비교, 분석한 결과 그림 3-11(e)의 기울어진 삼각형이 점파용 배종 장치의 롤러 형태로서 가장 적합할 것으로 판단되었다.

#### 다. 설계 조건

파종기는 종자량을 정확히 계량하여 파종할 수 있어야 한다. 따라서, 종자의 크기와 형상은 배종 장치의 설계에 있어서 대단히 중요하다. 각종 종자의 크기는 표 3-1에서와 같다. 롤러식 파종 장치는 표 3-1에서와 같은 종자의 파종에 적용될 수 있다. 벼, 보리, 밀 등의 형태는 타원형에 가깝고 콩, 팥, 옥수수 등은 원형에 가깝다. 이보다 크기가 작은 종자나 너무 두께가 얇고 납작한 종자는 롤러식 파종 장치에는 적합하지 않다.

표 3-1. 주요 종자의 크기

Crop	Length(mm)	Width(mm)	Thickness(mm)
Rice(short)	7.2 - 7.6	3.2 - 3.5	1.9 - 2.3
Rice(long)	9.2 - 10.0	2.5 - 3.2	1.9 - 2.2
Wheat	5.5 - 7.3	2.9 - 3.3	2.7 - 3.3
Barley	5.9 - 10.0	3.1 - 3.8	2.2 - 3.0
Corn	8.0 - 14.0	7.0 - 12.0	3.0 - 8.0
Soybean	5.5 - 10.0	6.4 - 8.7	5.0 - 8.8
Red bean	7.0 - 7.5	5.7 - 5.8	4.8 - 5.6

그림 3-12(a)는 종자의 안식각( $\phi_s$ )을 나타낸 것이다. 종자를 다짐 없이 수직 방향에서 부을 때 수평면과 종자의 경사면이 이루는 각으로서, 종자 사이의 마찰에 의하여 결정된다. 표면이 거친 종자일수록 안식각도 증가된다. 그림 3-12(b)는 롤러와 종자 사이의 마찰각( $\phi_r$ )을 나타낸 것으로서, 배종 롤러와 같은 재질의 플라스틱 평판 위에 종자를 얹어 놓고 평판의 기울기를 변화시키면서 종자가 미끄러지기 시작하는 각을 구한다. 이 각이 롤러와 종자 사이의 마찰각

이 된다. 그림 3-12(c)는 솔 표면과 종자 사이의 마찰각( $\phi_b$ )을 나타낸 것으로서 솔의 표면 위에 종자를 놓고 솔의 기울기를 변화시키면서 종자가 미끄러지기 시작하는 각을 구한다. 이 각이 솔 표면과 종자 사이의 마찰각이 된다.

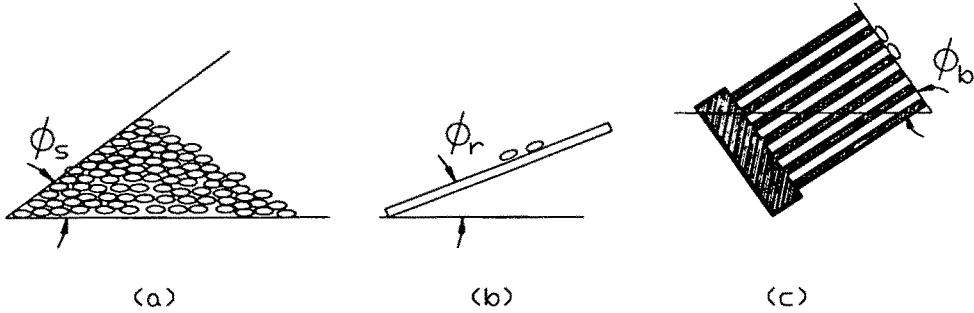


그림 3-12. 종자의 안식각과 마찰각.

#### 라. 롤러 설계

롤러의 경우 홈의 단면 형상과 홈의 개수가 주요 설계 변수이다. 홈의 단면 형상은 기울어진 삼각형으로 하였으며, 전체적인 형상과 크기는 사용될 종자의 크기를 고려하여 결정한다. 기울어진 삼각형 형태의 롤러 홈을 결정하는 데는 다음과 같은 변수가 사용된다.

$d_g$ : (깊이) 종자의 길이보다 조금 크게 설정한다. 그렇지 않을 경우 계량 과정에서 종자의 손상이 많고, 구동축에 과부하가 발생된다.

$\theta_g$ : (개구각) 홈의 열림 부분의 크기를 롤러의 회전각으로 표시한 것이다. 개구각이 작을수록 점파에는 유리하나 너무 작게 할 경우에는 홈으로 종자의 출입이 원활하지 못하기 때문에 계량과 배출이 어렵게 된다.

$\beta_b$ : (좌측 경사면 각도) 배출 시점에서 종자의 배출 성능을 결정하는 중요한 각도이다. 좌측 경사면 각이 클수록 배출 시점에서 종자의 낙하가 원활하다. 따라서 이 각을 크게 하여 한 홈의 모든 종자가 일시에 배출되도록 하여야 한다. 그러나 너무 크게 할 경우에는 홈의 단면적이 작아져서 과종량을 결정하는 데

어려움이 있다 따라서 상반되는 이 두 가지 설계 변수를 적절한 범위에서 조정하여 좌측 경사면 각도를 결정하여야 한다.

$\beta_{rs}$ : (우측 경사면 각도) 롤러가 회전하면서 종자를 자연스럽게 홈 내부로 유입하기 위하여 홈의 안쪽으로 준 경사각이다. 최소한  $\beta_{is}$  보다 작게 하여야 종자의 유입과 배출에 문제가 발생되지 않으며, 계량 과정에 문제가 없는 한 경사각을 크게 할 필요가 없다.

$R_e$ : (구석의 곡률) 종자나 이물질이 구석에 끼는 것을 방지하기 위하여 구석부분에 준 등금새의 곡률이다. 종자의 곡률보다 크게 설정하여야 종자가 끼는 현상을 방지할 수 있다.

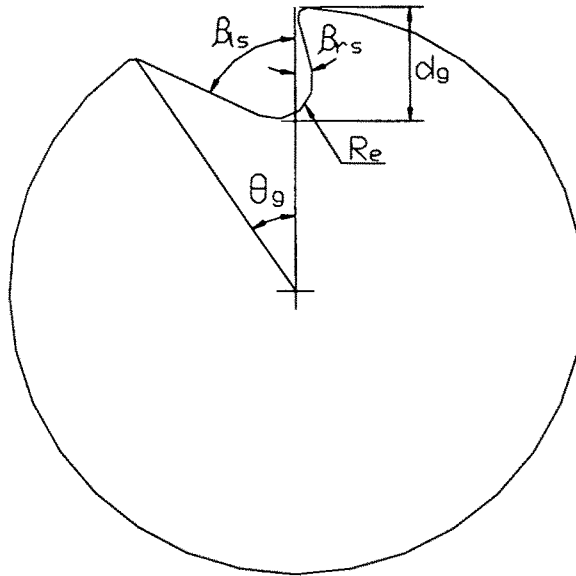


그림 3-13. 기울어진 삼각형 홈의 설계 변수.

홈의 단면을 설계하는 순서는 먼저 종자의 길이를 고려하여  $d_g$ 를 결정하고, 종자의 크기를 고려하여  $\beta_s$ 를 결정한 후, 적절한 값의  $\beta_{rs}$ 를 결정한다. 그 후 종자의 곡률을 고려하여  $R_e$ 를 결정한다. 이 과정에서  $\theta_g$ 는 자동적으로 결정된다. 타원체에 가까운 종자의 경우에는, 홈 안에 들어간 종자가 서로 비슷한 방향을 향할 수 있도록 단면의 형상을 결정하여야 배출 시점에서 종자가 일시에

배출된다.

흡의 개수는 종자의 흠어짐 정도에 큰 영향을 미친다. 그림 3-1에서와 같이 흡의 개수가 많은 경우에는 종자의 산파 정도가 크게 된다. 따라서 흡수 개수를 적절한 수준으로 줄여야 한다. 그러나 작업 속도가 일정할 경우, 흡의 개수를 줄이면 비례적으로 롤러의 회전 속도가 증가되어야 한다. 롤러의 속도가 너무 빠른 경우에는 흡으로 종자의 유입이 원활하게 이루어지지 않고 종자가 손상될 수 있다. 롤러의 1회전 즉,  $360^\circ$ 에 대한 전체 개구각( $\theta_g$ ) 합을 비는 한 주 내에서 종자들이 흠어지는 정도를 나타낼 수 있다. 따라서  $360^\circ$ 에 대한 전체 개구각의 비로써 흠어짐 정도를 표현하면 필요한 흡의 개수를 구할 수 있다. 흡의 갯수는 식 (3-1)을 이용하여 구한다.

$$\frac{n \theta_g}{360^\circ} \times 100 = D_{sc}$$

또는 
$$n = \frac{360 D_{sc}}{100 \theta_g} = \frac{3.6 D_{sc}}{\theta_g} \quad (3-1)$$

여기서  $n$  = 흡 수

$\theta_g$  = 개구각, 도

$D_{sc}$  = 흠어짐 정도, %

롤러식 배종 장치는 흡의 폭을 변화시켜 파종량을 조절한다. 따라서 최대 파종량에 맞추어 흡의 최대폭을 결정한다. 10a당 파종량을  $Q_{sr}$ 이라 하면, 한 주당 파종량,  $q_h$ ,는 다음과 같이 표현된다.

$$q_h = \frac{Q_{sr}}{1000/l m} = \frac{Q_{sr} l m}{1000} \quad (3-2)$$

여기서  $l$  = 주간 거리, mm

$m$  = 조간 거리, mm

$Q_{sr}$  = 10a당 파종량, kg/10a



$q_h$  = 주당 파종량, g

한 홈에 들어갈 종자의 양은 다음과 같이 결정된다.

$$q_g = \rho_f A_g W_h \quad (3-3)$$

여기서  $q_g$  = 홈 당 종자량, g

$\rho_f$  = 종자 밀도, kg/m<sup>3</sup>

$W_h$  = 홈 폭, m

$A_g$  = 홈 단면적, m<sup>2</sup>

각 주당 종자량( $q_h$ )은 한 홈에 든 종자량( $q_g$ )과 일치하여야 하므로 필요한 홈의 폭은 다음과 같이 결정된다.

$$W_h = \frac{Q_{sr} l m}{1000 \rho_f A_g} \quad (3-4)$$

그림 3-14(a)와 그림 3-14(b)는 배종 롤러가 조립된 상태에서 평면도와 단면도를 나타낸 것이다. 그림 3-14(c)는 롤러를 이루는 부품의 측면도이다.

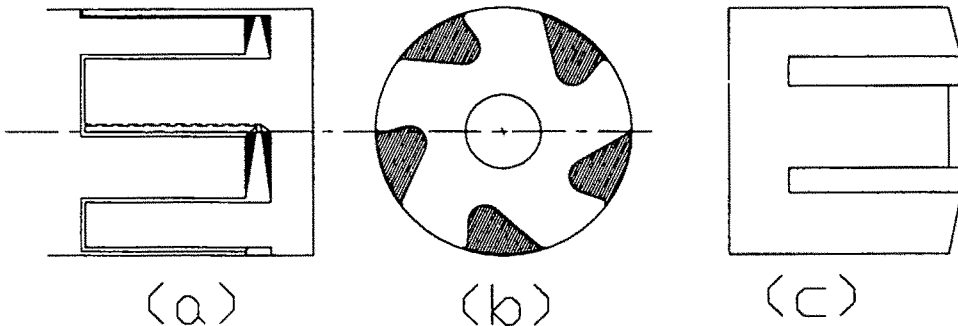


그림 3-14. 롤러 형상.

반원형의 단면을 가진 롤러는 종자의 낙하를 방해하여 한 홈에 든 종자를

홀어지게 한다. 따라서 반원형 롤러의 형상을 다음과 같이 개선하였다. 첫째, 그림 3-14(a)와 같이 종자가 낙하되는 경로의 흠 폭을 끝 부분으로 갈수록 넓혔다. 기존 롤러와 같이 끝 부분이 좁아지는 형태는 종자의 배출을 어렵게 한다. 앞으로 흠 폭을 직선적으로 넓힌다.

둘째, 측면은 그림 3-14(c)에서와 같이 안쪽으로 경사지게 하였다. 흠의 폭은 바깥쪽으로 갈수록 넓게 하였다. 이것은 흠 내부로 종자의 유입과 배출이 쉽게 이루어지도록 하기 위한 것이다. 따라서, 측면도 직선적으로 바깥 쪽 폭을 넓혔다.

설계된 롤러와 롤러에 부착될 솔의 기능을 분석하기 위하여 다음 3가지 설계 변수를 정의하였다. 각 변수는 그림 3-15에 도시되어 있다.

$\theta$ : (롤러 회전각) 롤러의 현재 위치를 나타내기 위한 기준 각으로서 그림 3-15(a)에서와 같이 흠의 좌측면 끝지점과 롤러의 중심을 연결한 직선이 연직선과 이루는 각이다.

$\alpha$ : (흠 경사각) 종자의 낙하 상태를 분석하기 위하여 정의한 각으로서, 흠의 좌측면이 수평면과 이루는 각이다. 롤러는 변형이 없는 강체 운동을 하기 때문에 흠 경사각과 롤러의 회전각,  $\theta$  사이에는 다음과 같은 관계가 성립된다.

$$\beta_k - \alpha^\circ = 90^\circ - \theta$$

또는 
$$\alpha = \theta + \beta_k - 90^\circ \quad (3-5)$$

$\theta_{sp}$ : (최초 미끄럼 위치) 흠에 하나의 종자를 넣은 후, 다른 부속 장치 없이 롤러가 단독으로 회전하는 경우를 가정하였다. 종자가 흠의 왼쪽 경사면을 따라 미끄러지기 시작하는 순간의 롤러 회전각을 최초 미끄럼 위치,  $\theta_{sp}$ 로 정의하였다. 이 각은 솔을 설계할 때 요구된다. 솔이 없는 경우, 종자의 최초 미끄럼 위치는 흠 경사각과 종자와 롤러 사이의 미끄럼 마찰각  $\phi_r$ 가 같을 때이다. 따라서 설계된 롤러에서 최초 미끄럼 위치는 다음과 같이 표현된다.

$$\theta_{sp} = \phi_r - \beta_k + 90^\circ \quad (3-6)$$

마. 솔의 설계

솔에는 다음과 같은 2가지 기능이 요구된다. 첫째, 종자의 과종량을 일정하게 한다. 즉, 홈에 들어간 종자 이외의 나머지 종자를 솔로써 제거한다. 솔의 위치는 다음에 언급될 솔의 제거각에 의하여 결정된다. 둘째, 종자가 배출되는 시점을 결정한다. 종자는 솔을 지난 후 배출이 시작되므로, 솔을 지나기 전까지

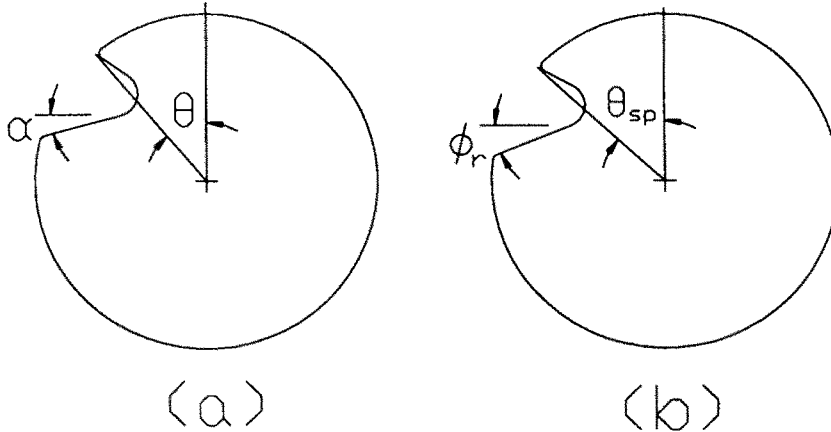


그림 3-15. 롤러 분석을 위한 변수의 정의.

홈과 솔 사이의 종자는 솔을 지나면서 배출 준비가 완료된다. 이 때부터 배출 성능은 전적으로 홈의 단면 형상에 따라 결정된다. 잘 설계된 롤러는 솔의 끝을 지나면서 모든 종자를 일시에 배출시킨다.

종자의 배출 과정을 분석하고, 솔을 설계하기 위하여 그림 3-16에서와 같이 솔의 설계 변수를 정의하였다.

$\theta_{cutoff}$  : (제거각) 솔이 시작되는 각도를 롤러의 회전각,  $\theta$ 를 기준으로 정의하였다. 제거각의 크기는 그림 3-16에서와 같다. 솔의 시작점을 지나는 연장선은 항상 롤러의 중심을 지나야 한다. 즉, 시작점에서 솔의 방향은 원주와 수직이어야 한다. 만약, 이 지점에서 솔의 연장선이 중심의 위쪽을 지나면 롤러가 회전할 때 솔이 휘게 되며, 과도한 마찰과 솔의 변형으로 인하여 정확한 종자량을 배출하기가 어렵다. 또한, 솔의 연장선이 중심의 아래쪽을 지나면 홈의 바깥쪽 종자를 원활하게 제거하지 못하며 솔의 마모를 촉진시킨다. 따라서 솔의 시

작 지점에서 솔의 방향은 항상 원주와 수직이 되도록 하여야 한다.

$\theta_{\text{release}}$ : (배출각) 롤러의 회전각,  $\theta$ 를 기준으로 솔이 끝나는 위치를 나타낸 각으로서 그림 3-16에서와 같다. 종자의 배출 시점을 결정하는 중요한 각이다.

$\Delta\theta_g$ : (틈새각) 솔과 롤러가 조합되어 작동하는 상태에서 종자가 최초로 떨

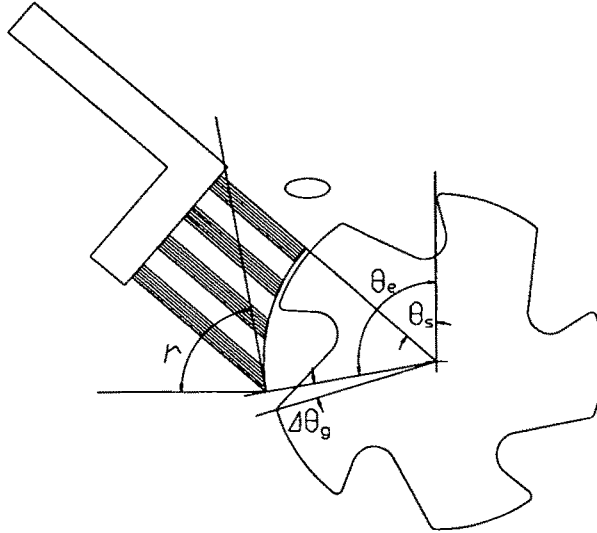


그림 3-16. 솔의 기능 해석을 위한 설계 변수.

어지기 시작할 때, 솔의 끝단과 홈의 끝단이 이루는 각이다.  $\Delta\theta_g$ 는 다음 식과 같이 종자의 두께( $t_s$ )와 롤러의 직경(D)의 함수로서 표현된다.

$$\Delta\theta_g = 2 \sin^{-1}\left(\frac{t_s}{D}\right) \quad (3-7)$$

$\gamma$ : (솔 면의 끝단 경사각) 수평면을 기준으로 솔 끝단이 이루는 각이다. 이 각은 솔이 종자의 배출을 방해하는 정도를 나타낸다. 솔의 배출각을 결정하는데 이용되며 다음 식으로 계산된다.

$$\gamma = 180^\circ - (\theta + \theta_h - \Delta\theta_g) \quad (3-8)$$

솔의 배출각,  $\theta_{\text{release}}$ 는 종자와 솔 사이 및 종자와 홈 사이의 마찰을 고려하여

결정한다. 경사각과 마찰각의 차이에 의하여 가속도가 발생되나, 각의 차이와 가속도가 비례하는 것은 아니다. 슬 면을 따라 미끄러져 내려 온 종자의 속도와 롤러의 흡 면에서 미끄러진 종자의 속도가 배출 시점에서 같게 되도록 슬의 위치를 결정하는 것이 좋다. 그러나 슬의 위치를 구하기 위한 완전한 해를 구하기가 어렵고, 완전한 해를 구한다고 하더라도 다른 요인 즉, 종자의 위치와 방향 등에 의하여 발생하는 오차 때문에 큰 의미가 없다. 따라서 이 경우에는 경사면의 기울기와 마찰각의 차이를 이용한 간단한 방법이 적절할 것으로 판단된다.

$\theta_{release}$  를 너무 크게 할 경우에는, 슬과 종자 사이의 마찰이 증가되어 종자의 낙하가 방해된다. 또한, 너무 작은 경우에는 흡 경사각,  $\alpha$ 가 작아진다. 이 때에도 롤러의 흡과 종자 사이의 마찰이 증가되어 종자의 낙하가 원활하게 이루어지지 않는다. 이러한 문제점을 해결하고 슬의 배출각,  $\theta_{release}$ 의 최적점을 결정하기 위하여, 슬 끝단에서 슬 면의 각도,  $\gamma$ 와 슬의 미끄럼 마찰각,  $\psi_b$ 의 차이를 최초의 종자 배출시 흡 경사각,  $\alpha$ 와 롤러의 미끄럼 마찰각,  $\psi_r$ 의 차이와 같도록 한다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\gamma - \psi_b = \alpha - \psi_r \quad (3-9)$$

식 (3-9)에 식 (3-4)와 (3-8)를 대입하여, 롤러의 회전각,  $\theta$ 에 대하여 정리하면

$$\theta = \frac{1}{2} \times (270 - \theta_h - \theta_{is} + \Delta\theta_g - \psi_b + \psi_r)$$

가 된다. 슬의 배출각  $\theta_{release}$ 를 롤러 회전각  $\theta$ 로 표현하면,

$$\begin{aligned} \theta_{release} &= \theta + \theta_h - \Delta\theta_g \\ &= \frac{1}{2} \times (270 + \theta_h - \theta_{is} - \Delta\theta_g - \psi_b + \psi_r) \end{aligned} \quad (3-10)$$

가 된다.

슬의 제거각,  $\theta_{cutoff}$ 는 종자가 흡에 들어간 후 나머지 종자를 제거하는 시점을 결정한다. 롤러의 초기 미끄럼 위치,  $\theta_{sp}$ 보다 슬의 제거각이 작아야 안정적으로 정확한 파종량을 배출할 수 있다. 슬의 제거각이 크면 흡 안의 일부 종자

가 먼저 배출되어 동시에 파종이 이루어지지 않는다. 또한, 솔의 크기는 흙의 개구 면적을 완전히 덮을 수 있어야 한다. 솔의 크기가 적합하지 않으면 흙에 든 종자의 계량과 배출 시점이 서로 중첩되어 불안정한 파종 상태가 된다. 따라서, 솔의 제거각에 대한 제한 조건은 첫째, 로라의 초기 미끄럼 위치에서 솔이 개구 면적의 반 이상을 덮을 수 있어야 한다. 즉,

$$\theta_s < \theta_h/2 + \theta_{sp} = \theta_h/2 + \phi_r - \beta_{ls} + 90^\circ \quad (3-11)$$

을 만족하여야 한다. 둘째, 솔의 크기는 흙의 개구 면적을 완전히 덮을 수 있어야 한다. 즉,

$$\theta_s < \theta_e - \theta_h \quad (3-12)$$

가 되어야 한다.

솔의 제거각이 그림 3-16과 같이 연직 방향의 좌측에 위치할 경우에는 솔에 의하여 제거된 종자가 자신의 중력 때문에 솔 표면에 쌓이게 된다. 종자가 솔 표면에 쌓이면 롤러와 솔 사이에 종자가 끼어 배출되는 경우가 있다. 이는 파종 상태를 교란하여 점파를 방해하는 요인이 되며 종자의 손상을 초래할 수도 있다. 제거각이 연직 방향의 우측에 위치하는 경우에는 제거된 종자가 중력에 의하여 아래쪽으로 낙하된다. 이 때에는 안정적인 제거 작업을 수행할 수 있는 반면 계량 구간이 짧아져 종자가 흙에 충전되지 않는 경우가 발생되어 기계의 구성이 어렵게 된다. 그러나, 연약한 종자를 파종할 경우에는 이를 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 롤러의 직경을 크게 하여 계량 구간을 넓힐 필요가 있다.

솔의 폭과 흙의 폭이 비슷하거나 같을 경우, 흙에 의하여 솔의 좌우측 심 끝이 안쪽으로 휘어질 우려가 있다. 따라서, 심의 배열 순서와 흙의 폭을 고려하여 솔의 폭을 롤러의 폭보다 2개의 심 크기만큼 넓게 한다. 즉, 흙의 양쪽을 1개의 심의 크기만큼 넓게 한 것이다. 어떤 경우에라도 심 하나 정도는 흙의 바깥쪽으로 설치하여 롤러가 회전할 때 심이 안쪽으로 휘어져 종자가 유실되지 않도록 하여야 한다.

심은 종자와 비료가 빠지지 않도록 설계되어야 한다. 특히, 크기가 작은 종

자의 경우에는 심 사이 또는 양쪽 끝으로 종자가 흘러내리지 않도록 하여야 한다. 심의 위치와 크기를 결정하는 데 종자에 따라 만족해야 할 조건은 다음과 같다. 심 사이의 거리는 심 위에 얹혀진 종자가 심 사이로 빠지지 않을 정도이어야 한다. 심의 길이는 최대 마모량과 범씨와 접촉하는 길이의 합으로 결정된다. 심의 최대 마모량을 10mm, 심이 범씨와 접촉하는 길이를 10 mm 정도로 하면 일반적으로 전체 심의 길이는 20 mm 정도가 된다.

#### 바. 벼 직파기용 배종 장치 설계

이상에서 제시된 설계 방법에 따라 벼 직파기에 사용될 수 있는 배종 장치를 설계하였다. 벼에 대한 제원으로서 길이(L), 폭(W), 두께(T)와 최아시킨 종자의 안식각  $\phi_s$ 은 문헌에서 구하였으며, 롤러와 종자 사이의 마찰각  $\phi_r$ 과 슬 표면과 종자 사이의 마찰각  $\phi_b$ 는 실험을 통하여 구하였다. 각 제원의 값은 표 3-2와 같다.

표 3-2. 벼의 제원.

symbol	value	symbol	value
L	7.2 - 7.6 mm	$\phi_s$	42°
W	3.2 - 3.6 mm	$\phi_r$	22°
T	1.9 - 2.3 mm	$\phi_b$	56°

롤러의 직경 R은 기존 장치와의 호환성을 고려하여 기존의 직경과 같은 60mm로 하였다. 홈의 깊이는 표 3-2에서 제시된 벼의 길이를 고려하여 8mm로 결정하였다. 홈의 좌측 경사면의 각  $\beta_b$ 는 65°, 우측 경사면의 각  $\beta_r$ 는 15°로 설정하였다. 이렇게 결정된 롤러 단면은 개구각  $\theta_h$ 는 23°, 단면적  $A_h$ 은  $49.9mm^2$ 이 되었다. 홈의 개수는 식 (3-1)에 의하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{open angle } , \theta_g = 23^\circ$$

desired degree of scattering,  $D_{sc} = 30 \%$

$$n = \frac{3.6 \times 30}{23} = 4.7$$

홈의 개수는 정수가 되어야 하므로 5개로 결정하였다. 홈의 최소폭은 식 (3-4)에 의하여 다음과 같이 계산하였다.

$$W_h = \frac{4 \times 0.14 \times 0.3}{1000 \times 600 \times 49.9 \times 10^{-6}} = 0.0056m = 5.6mm$$

롤러식 배종 장치는 홈의 폭을 조정할 수 있기 때문에 조정 폭의 범위를 30mm로 설정하였다. 표 3-3은 벼 직파기용으로 설계한 롤러의 설계 변수의 값을 나타낸 것이다.

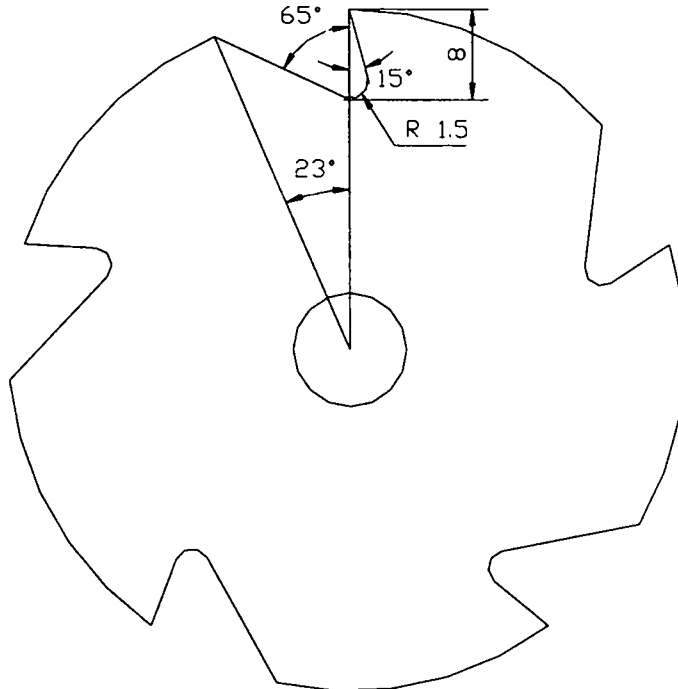


그림 3-17. 벼 직파기용 롤러의 형상 설계.



표 3-3. 롤러 설계 변수의 결정값.

symbol	value	symbol	value
R	60 mm	$\theta_r$	23°
$d_h$	8 mm	$A_h$	49.9 mm <sup>2</sup>
$\beta_{ls}$	65°	n	5
$\beta_{rs}$	15°	$W_h$	30 mm
$R_e$	1.5 mm		

솔은 다음과 같은 절차에 따라 설계하였다. 먼저 벌씨의 두께 T를 이용하여 최초 배출 시점에서 솔 끝단과 홈 끝단 각의 차이  $\Delta\theta_g$ 를 구한다. 종자의 두께는 여유를 두어 3mm로 한 후 식(3-7)에 따라 다음과 같이 계산하였다.

$$\Delta\theta_g = 2 \sin^{-1}\left(\frac{3}{60}\right) = 5.7^\circ$$

식 (3-10)에 의하여 솔의 배출각을 구하면 다음과 같다.

$$\theta_{release} = \frac{1}{2} \times (270 + 23 - 65 - 5.7 - 56 + 22) = 94.2^\circ$$

이제, 식 (3-11)과 (3-12)를 이용하여 솔의 제거각에 대한 제한 조건을 구하면

$$\theta_s < \frac{23^\circ}{2} + 22^\circ - 65^\circ + 90^\circ = 58.5^\circ$$

$$\theta_s < 94^\circ - 23^\circ = 71^\circ$$

가 된다. 따라서 솔의 크기를 홈 표면의 2배로 설정하면

$$\theta_s = 94^\circ - 2 \times 23^\circ = 48^\circ$$

가 되며, 이는 위의 제한 조건을 만족한다. 심을 편리하게 배치하기 위하여 솔의 제각각을  $47^\circ$ 로 설정하였다. 솔의 폭  $W_b$ 는 홈의 폭에 10mm를 더하여 40mm로 결정하였으며, 솔의 길이  $L_b$ 는 심의 최대 마모량과 종자와 접촉하는 길이를 고려하여 20mm로 결정하였다. 표 3-4는 솔의 설계 변수의 값을 나타낸 것이다.

표 3-4. 솔 설계 변수의 결정값.

symbol	value	symbol	value
$\Delta\theta_g$	$5.7^\circ$	$W_b$	40 mm
$\theta_{release}$	$94^\circ$	$L_b$	20 mm
$\theta_s$	$45^\circ$		

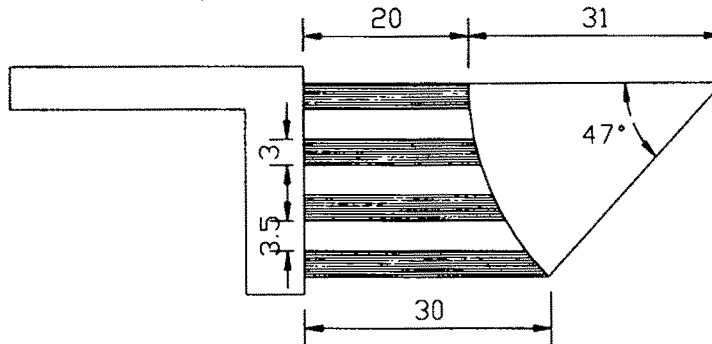


그림 3-18. 벼 직파기용 솔의 형상.

그림 3-19는 설계된 솔과 롤러의 조립 상태를 나타낸 것이다.

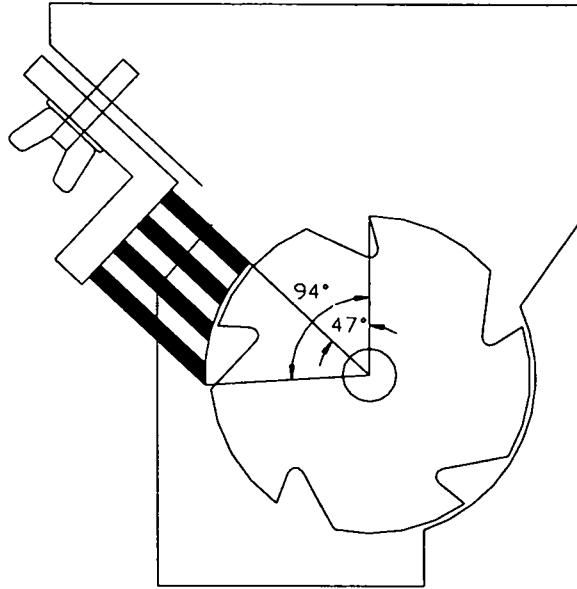


그림 3-19. 슬과 롤러의 조립 상태.

슬은 계산된 제거각  $\theta_s$  와 배출각  $\theta_{release}$  으로 롤러에 조립할 수 있도록 배종 장치를 설계하였다. 슬과 롤러 사이는 종자의 두께(T)를 고려하여 1mm 간격을 두고 조립되었다.

그림 3-20에서 설계된 배종 장치의 작동 과정을 분석하면 그림 3-20(a)는 홈에 든 종자가 배종관으로 낙하되기 직전 상태를 나타낸 것이다. 이 때 롤러의 회전각,  $\theta$ 는  $77^\circ$  이며, 홈 경사각,  $\alpha$ 는  $52^\circ$  가 된다. 그림 3-20(b)는 그림 3-20(a) 상태에서  $20^\circ$  회전한 상태를 나타낸 것이다. 따라서, 이 때의 롤러의 회전각,  $\theta$ 는  $92^\circ$  이며, 홈 경사각,  $\alpha$ 는  $67^\circ$  가 된다. 그림 3-20(b)에서와 같은 상태에 이르면 홈의 개구 표면은 전부 열리게 되며, 홈의 경사각이  $67^\circ$  에 이르게 되어 종자와 롤러 사이의 마찰각인  $22^\circ$  보다 3배 이상의 큰 각을 이루게 된다. 따라서, 종자는 이 상태에 이르기 전에 모두 배출되어야 한다. 설계된 배종 장치는 롤러가  $15^\circ$  회전하는 동안에 종자가 모두 배출된다. 홈의 개수가 5개이므로 각 홈 사이는  $72^\circ$  의 위상차를 가지며, 롤러의 회전 변위가 20% 정도일 때

배출이 완료된다는 것을 알 수 있다.

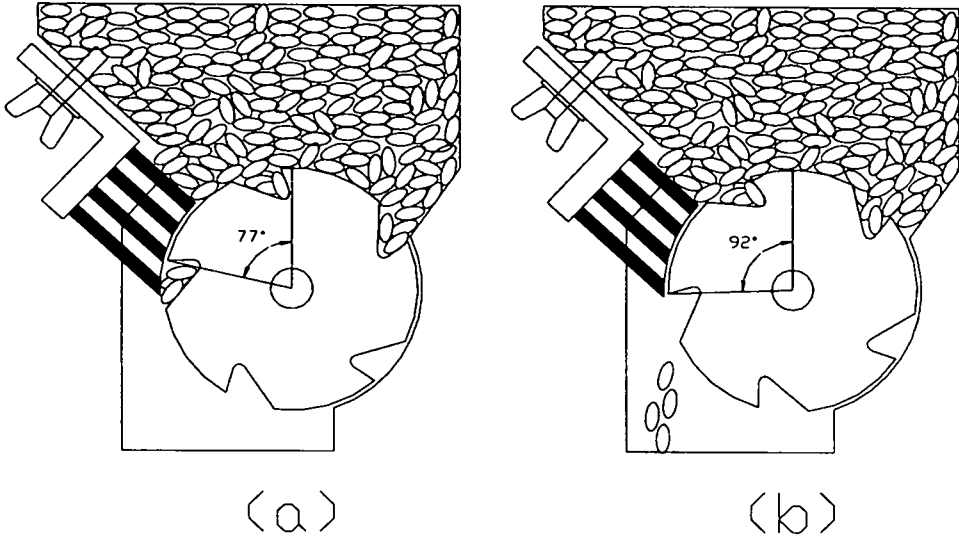


그림 3-20. 설계된 배종 장치의 작동 과정.

#### 4. 파종 깊이 조절 장치

파종 깊이 조절 장치는 유압 장치를 이용하여 일정한 깊이에 종자를 파종하는 장치이다. 본 연구에서는 LG전선 기계CU에서 담수 직파기에 적용할 수 있는 유압식 파종 깊이 조절 장치를 개발하였다. 개발된 유압식 파종 깊이 조절 장치는 이앙기의 유압 동력을 이용하여 작동하도록 되어 있으며, 주요 구성 장치와 작동 원리는 다음에서와 같다. 그림 3-21은 파종 깊이 조절 장치의 구성 상태를 나타낸 도면이다.

##### 가. 유압 장치 구성

###### (1) 유압 펌프

본체 변속기 아래에 위치하고 있는 유압 펌프는 각종 유압 장치로 유압을 공급한다. 펌프 내의 유체는 호스를 통하여 본체 프레임에 위치하는 유압 실린더로 보내진다. 유로 변경은 펌프 위에 있는 밸브 암의 각도를 조정하여 바꿀 수 있다.

###### (2) 유압 실린더

본체 프레임 아래에 위치하고 있는 유압 실린더는 호스를 통하여 펌프로부터 가압된 유체를 공급받는다. 유압에 의해서 실린더 내의 피스톤이 밀려나오게 되고 담수 직파기를 지지하고 있는 상·하부 링크 중 상부 링크를 상승 조작할 수 있게 된다.

###### (3) 유압 레버

유압 회로도에서 A72 20006으로 표시된 부분으로서, 운전자가 좌석에서 오른쪽에 위치한 레버를 이용하여 담수 직파기의 승·하강 또는 정지 위치를 조절한다.

###### (4) 감지 레버

유압 회로도에서 A72 20031로 표시된 부분으로서, 유압 펌프에서 밸브 암의

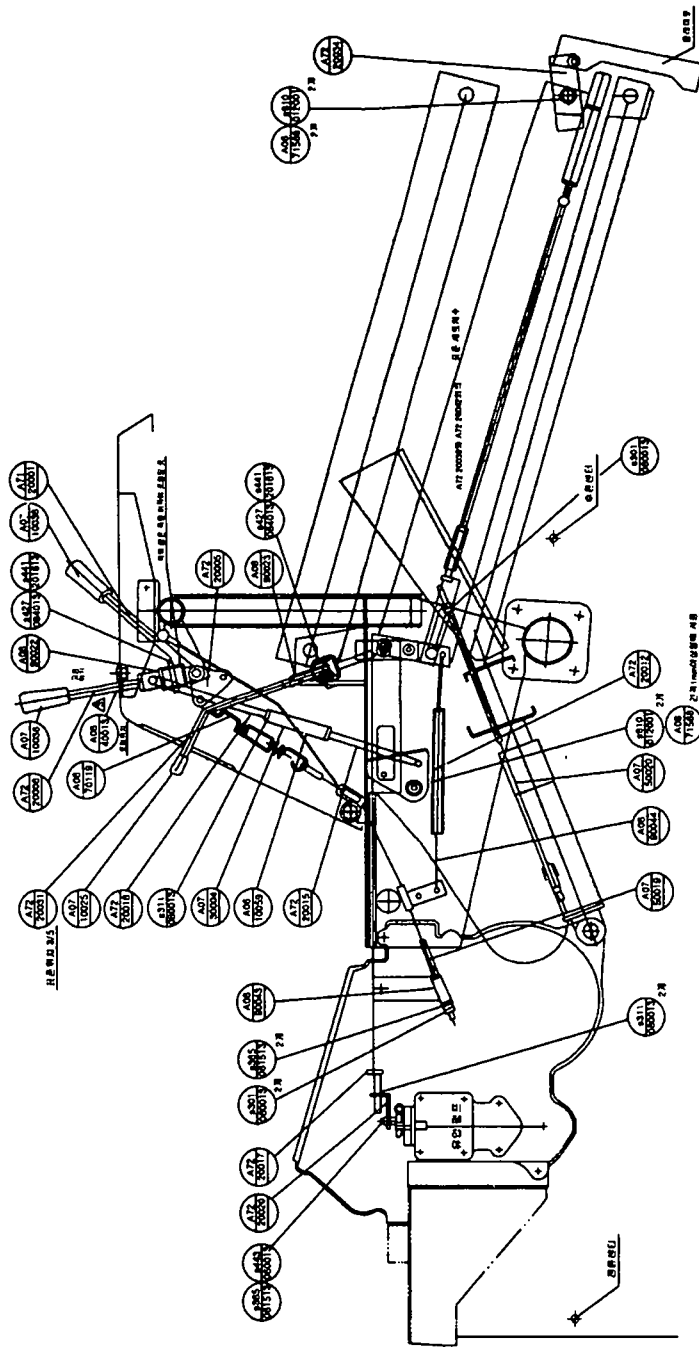


그림 3-21 파종 깊이 조절 장치

초기각을 논의 상태에 따라 조정함으로써 단단한 눈에서는 상대적으로 높은 압력에서, 무른 눈에서는 낮은 압력으로 작업 가능하게 한다.

#### (5) 유압 감지 로드

담수 직파기의 센터 플롯(A72 20039)와 암(A72 20026)에 연결된 유압 감지 로드는 A72 20039로서, 플롯의 높이를 감지하여 담수 직파기의 높이를 자동으로 조정하여 균일한 파종이 되도록 한다.

### 나. 유압 작동 방식

#### (1) 상승 작동 방식

좌석 오른쪽에 위치한 유압 레버(A72 20006)를 차체의 뒤쪽으로 완전히 당기게 되면, 레버는 그 위치에 고정되며, 담수 직파기가 상승하게 된다. 도면에서 레버를 오른쪽으로 움직이게 되면 로드(A07 30004)가 위쪽으로 움직인다. 로드의 운동에 의하여 부품 A72 20012가 피봇 중심에 대해 반시계 방향으로 회전 운동을 하게 되고, 그 회전 운동은 로드(A72 20017)가 도면에서 왼쪽으로 움직이게 된다. 로드의 끝 부분에 있는 플레이트(A72 20020)에 의해 밸브 암의 각도가 결정된다. 상승 조작시의 밸브 암의 각도는 유압 펌프 내의 유로가 실린더 쪽으로 유압을 가하는 유로가 형성될 수 있도록 조정되어 있어야 한다. 유압 실린더는 펌프로부터 압력에 의해 피스톤이 상부 링크를 들어 올리게 된다.

#### (2) 하강 작동 방식

유압 레버(A72 20006)를 완전히 뒤쪽으로 당기면 상승 조작이 되지만, 고정 위치와의 중간 위치에 이르게 되면 담수 직파기는 자체의 무게에 의하여 하강하게 된다. 하강 작동 방식은 전항의 상승 작동 방식과 동일하나 밸브 암과 고정된 플레이트(A72 20020)의 변위가 상승 동작 때보다 적음으로서 밸브 암의 회전 각도는 상대적으로 적다. 이 각도는 알맞게 설정되어 있어야 하며, 담수 직파기의 자중에 의해 유압 실린더 내의 유체가 흘러 나갈 수 있도록 유로가 형성되어야 한다.

### (3) 토양 상태에 따른 위치 결정

좌석 오른쪽 아래에 위치한 감지 레버(A72 20031)는 토양의 상태에 따라 담수 직파기의 위치를 조정한다. 도면에서 감지 레버를 단단한 논의 위치(5/5)로 이동시키면 암(A72 20026)은 전체적으로 뒤쪽으로 이동하게 된다. 암에 고정된 로드(A72 20017)는 암의 운동에 의해 도면에서 오른쪽으로 움직이게 되고 펌프의 밸브 암은 현재 위치 보다 낮게 작업기를 약간 하강시키는 작용을 한다. 감지 레버(A72 20031)를 연한 논의 위치(1/5)로 이동시키면 위의 작동 방식과 반대의 현상이 일어나 약간 상승하게 되고, 이 작동 방식은 담수 직파기의 상승 작동 방식과 동일하게 된다.

### (4) 유압 자동 감지의 작동 방식

센터 플로트의 위치가 상승하게 되면 담수 직파기가 상승 작동을 하게 됨으로써 균일한 파종이 이루어질 수 있도록 한다. 도면에서 센터 플로트가 상승하게 되면 플로트와 연결된 링크가 반시계 방향으로 회전하게 된다. 이 회전 운동으로 말미암아 로드(A72 20039)가 담수 직파기 쪽으로 당겨지게 되고, 이 로드와 연결된 암(A72 20026)은 도면에서 반시계 방향으로 회전 운동하게 되고 플레이트(A72 20020)를 차체의 전진 방향으로 움직이게 한다. 플레이트에 고정된 밸브 암의 회전 운동으로 펌프의 유로가 담수 직파기를 상승하도록 형성된다. 이 작동 방식은 상승 작동 방식과 동일하다.



## 제4장 주행 속도 비례형 파종축 구동 장치 개발

일반적으로 파종기의 파종축은 파종기에 부착된 구동륜에 의하여 구동된다. 이론적으로는 구동륜이 파종기의 주행 속도에 비례하여 회전하기 때문에 파종축도 주행 속도에 비례하여 회전하지만 실제로는 구동륜의 슬립으로 인하여 파종축의 회전 속도는 주행 속도에 비례하지 않는다. 파종시의 토양 상태가 나쁜 경우에는 이러한 경향이 더욱 심해져 미파종 구간이 발생한다. 점파기에 있어서 주행 속도와 파종축의 회전 속도의 비례 여부는 파종 성능에 더욱 큰 영향을 미친다. 파종축의 회전 속도가 주행 속도에 비례하지 않으면 파종 간격이 불균일해져 점파를 이룰 수 없다. 고속 점파의 경우에는 이러한 문제점이 더욱 현저할 것으로 판단된다. 주행 속도에 파종축의 회전 속도를 비례적으로 구동하기 위해서는 정확한 실제 주행 속도를 측정하는 것이 중요하다.

Stuchly 등(1978)과 Sokol(1983)은 도플러 레이더를 이용하였으며, Tompkins 등(1988)은 마이크로파 도플러 속도 센서를 이용하여 트랙터의 실제 주행 속도를 측정하였다. 대부분의 토양 조건에서 마이크로파 도플러 센서를 이용한 경우가 5륜이나 전륜(front wheel)을 이용한 경우보다 정확한 실제 주행 속도를 측정할 수 있었다고 보고하였다. 그러나 마이크로파 도플러 센서는 특수한 마이크로웨이브 모듈이 필요할 뿐만 아니라 신호 처리가 어렵고 보편화되지 않았기 때문에 비싸다는 단점이 있다. 또한 신(1994)은 초음파 도플러 센서를 이용하여 트랙터의 실제 주행 속도 측정 장치를 개발하였다. 실내 시험에서는 3m/s 이하에서 0.07~0.59 m/s의 측정 오차가 발생하였으며, 토양에서는 속도 측정 장치의 성능을 확신할 수 없다고 보고하였다.

본 연구에서는 구동륜을 이용한 파종축 구동 장치의 문제점을 해결하기 위하여 5륜을 이용하였다. 비록 5륜은 위에서 언급한 여러 센서를 이용한 경우보다 정확한 실제 주행 속도를 측정할 수는 없지만 경제적이며 구조가 간단하고 또한 안정적이라는 장점을 지닌다. 따라서 실용화에 기반을 둔 본 연구에서는 5륜을 이용한 주행 속도 비례형 파종축 구동 장치를 개발하고, 이를 실용화하는데 야기되는 문제점을 고찰하였다.

## 1. 제어 시스템 설계

파종기의 주행 속도와 비례하여 파종축을 구동하기 위한 장치로서, 파종기에 5륜을 장착하고 모터로써 5륜의 속도에 비례하게 파종축을 구동할 수 있는 시스템을 구성하였다. 이 때 5륜은 슬립이 없다고 가정하였으며, 5륜 속도에 비례하고 일정한 주간 거리를 유지할 수 있도록 모터 속도를 조정하기 위한 제어 시스템을 개발하였다.

그림 4-1은 개발된 제어 시스템의 블록 선도를 나타낸 것이다. 그림 4-1에서와 같이 5륜의 속도 신호와 파종축 속도의 피드백 신호를 이용한 파종축 속도 제어 회로를 구성하였다. 5륜의 속도 신호는 5륜에 부착된 로터리 엔코더와 F/V 컨버터를 통하여 출력되며, 파종축의 속도 신호는 파종축에 부착된 엔코더와 또 다른 F/V 컨버터를 통하여 출력된다. 각각의 컨버터를 통하여 출력된 5륜의 속도 신호  $V_1$ 과 파종축 속도 신호  $V_2$ 의 차이를 증폭하여  $V_3$ 를 구하고,  $V_3$ 에 다시  $V_1$ 을 더하여  $V_4$ 를 구한다. 파종축 구동 모터에는  $V_4$ 를 반전한  $V_5$ 가 입력되도록 하였다.

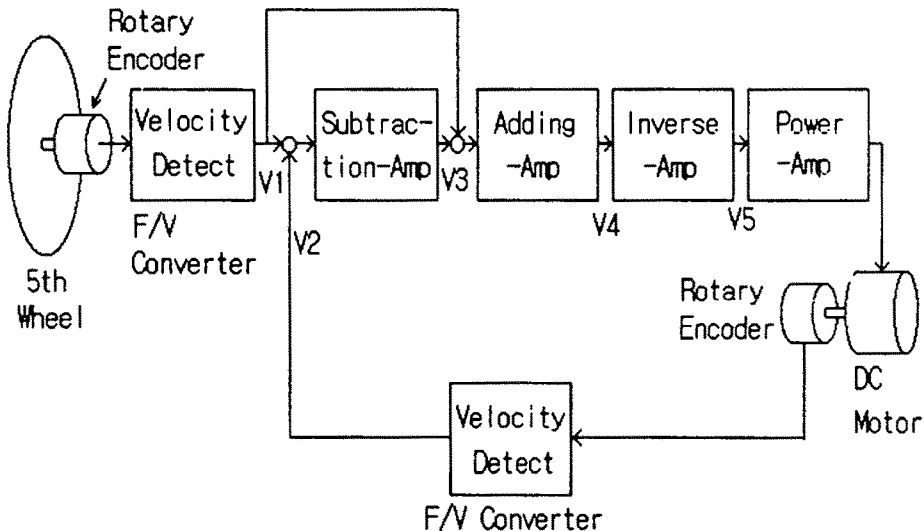


그림 4-1. 모터 제어 시스템의 블록 선도.

감산, 가산, 반전은 모두 각각의 기능을 가진 증폭기를 사용하여 수행하였다. 그림 4-2는 이 회로에 사용된 F/V 컨버터의 블록 선도를 나타낸 것이다.

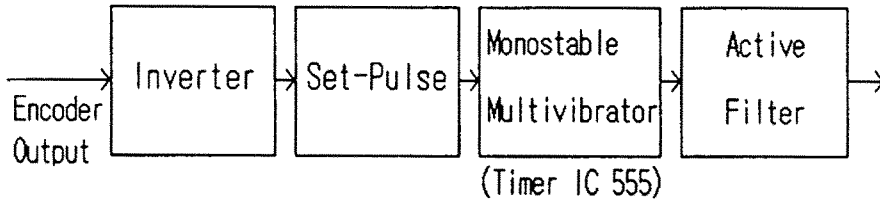


그림 4-2. F/V 컨버터의 블록 선도.

로터리 엔코더를 통하여 출력된 펄스 신호는 전압 변환 회로와 파형 정형 회로를 통하여 노이즈를 제거한 0/12V의 펄스 신호로 변환된다. 이 신호는 단안정 멀티 바이브레이터 회로와 2차형 액티브 필터를 통하여 주파수에 비례한 전압으로 출력된다.

## 2. 제어 회로 설계

### 가. 전압 변환 및 파형 정형

그림 4-3은 전압 변환 회로 각 부분의 시그널 파형을 나타낸 것이다. 제5륜과 모터축에 연결된 엔코더 출력은 트랜지스터를 이용한 인버터 회로를 통하여 전압 변환을 실시하였으며, 저주파수 대역 필터를 이용하여 0/12V로 변환된 신호의 노이즈를 제거하였다. 전압으로 변환된 신호는 슈미트 트리거 회로(CMOS 4584)를 이용하여 파형 정형한 후 단안정 멀티바이브레이터의 입력 신호로 사용하였다.

### 나. 단안정 멀티 바이브레이터

이 회로는 엔코더 신호의 주파수에 비례하여 출력을 발생하는 부분으로서 단안정 멀티 바이브레이터라고 하는 펄스 발생 회로로써 구성되어 있다. 이 회로에서 사용하는 타이머 IC555의 입력 신호와 출력 신호의 관계는 그림 4-4에서와 같다.

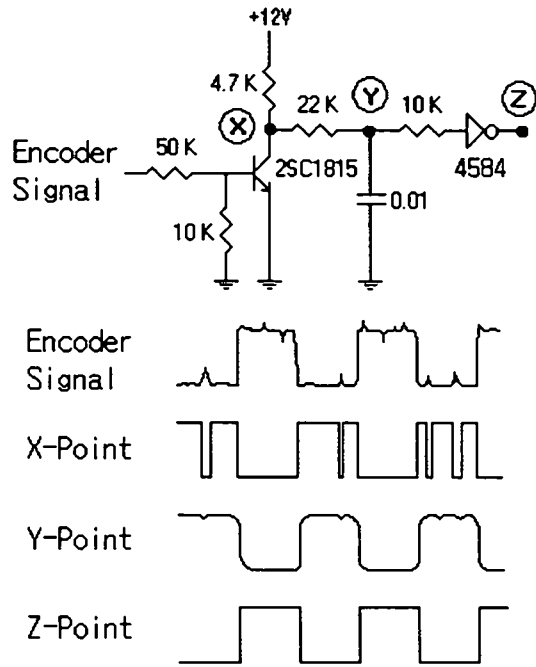


그림 4-3. 입력과 출력 신호의 비교.

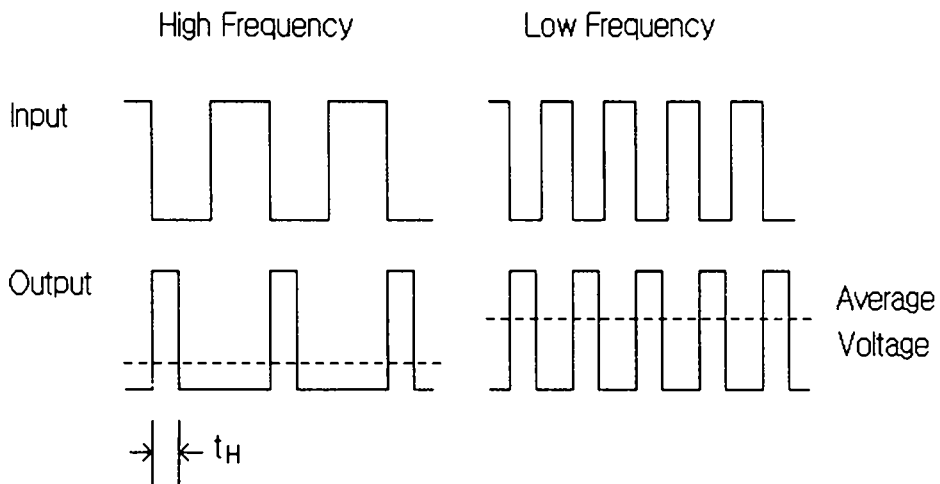


그림 4-4. 단안정 멀티 바이브레이터의 입력과 출력 관계.

입력신호는 상승 부분에서 트리거되며, 출력 신호는  $t_H$ 의 기간만 H레벨이 나타난다. 입력 신호의 주파수가 증가함에 따라 평균 전압이 높아지고, 파선으로 표시된 평균 전압은 회로에서 2차형 액티브 필터의 출력값으로 나타난다. 출력 신호의 H레벨 기간( $t_H$ )은 출력 주파수와 관계 없이 항상 일정하며,  $t_H$ 는 다음 식으로 주어진다.

$$t_H = 1.1 C_o (R_a + R_c) \quad (4-1)$$

$t_H$ 값을 조정하기 위하여 회로에서는  $R_a$ 를 가변저항으로 하였으며,  $C_a$ ,  $R_a$ ,  $R_c$ 의 값은 전체 회로도에 명시하였다.

#### 다. 필터

단안정 멀티 바이브레이터에서 출력된 펄스 신호의 시간 평균을 구하기 위하여 2차형 능동 필터를 사용한 저주파수 대역 필터 회로를 구성하였다. 능동 필터는 증폭 소자를 사용한 형식으로서 이 회로에서는 op-amp를 이용하였다.

#### 라. 전압 follower

2차형 능동 필터로부터 나온 값의 임피던스를 무한대로 하여 지령 전압이 주변 소자의 영향을 받지 않도록 한다.

#### 마. 감산, 가산, 반전 회로

각각의 기능을 가진 증폭기(TL084)를 사용하여 회로를 구성하였다.

#### 바. 서보 증폭기

서보 증폭기에는 여러 가지 형식이 있으나 본 설계에서는 가장 기본적인 선형 전압 증폭기를 사용하였다. 과전류에 의한 주 트랜지스터(2SD768)의 손상을 방지하기 위하여, 보조 트랜지스터(2SC1815)와 다이오드(1S1588)를 이용한 과전류 보호 장치가 추가된 회로를 그림 4-5와 같이 구성하였다. a에서 들어온 전류의 일부는 b에서 다이오드를 지나 2SC1815로, 일부는 2SD768의 베이스로 가게

된다. 2SC1815는 베이스로 들어오는 전류가 없으므로 구동하지 않고, 2SD768의 베이스로 가는 전류에 의하여 TR이 구동된다. 따라서, 베이스로 들어온 전류의 양에 따라 배터리로부터 들어오는 전류의 양을 조절하여 모터를 구동하는 것이 기본 원리이다.

에미터를 지나는 전류의 일부는 c점에서 모터를 구동하는 데 사용되고, 일부는 2SC1815를 구동하게 된다. 만약 과전류가 흐르게 되면 2SC1815의 베이스로 흐르는 전류가 증가되어 b를 통하여 2SC1815 쪽으로 흐르는 전류가 많아지고, 2SD768로 흐르는 전류가 제한된다. 따라서 2SD768을 지나는 과전류로부터 모터를 보호할 수 있게 된다.

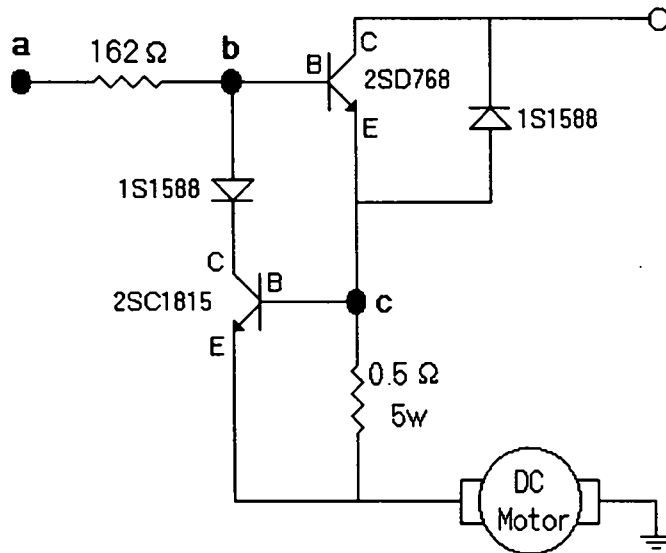
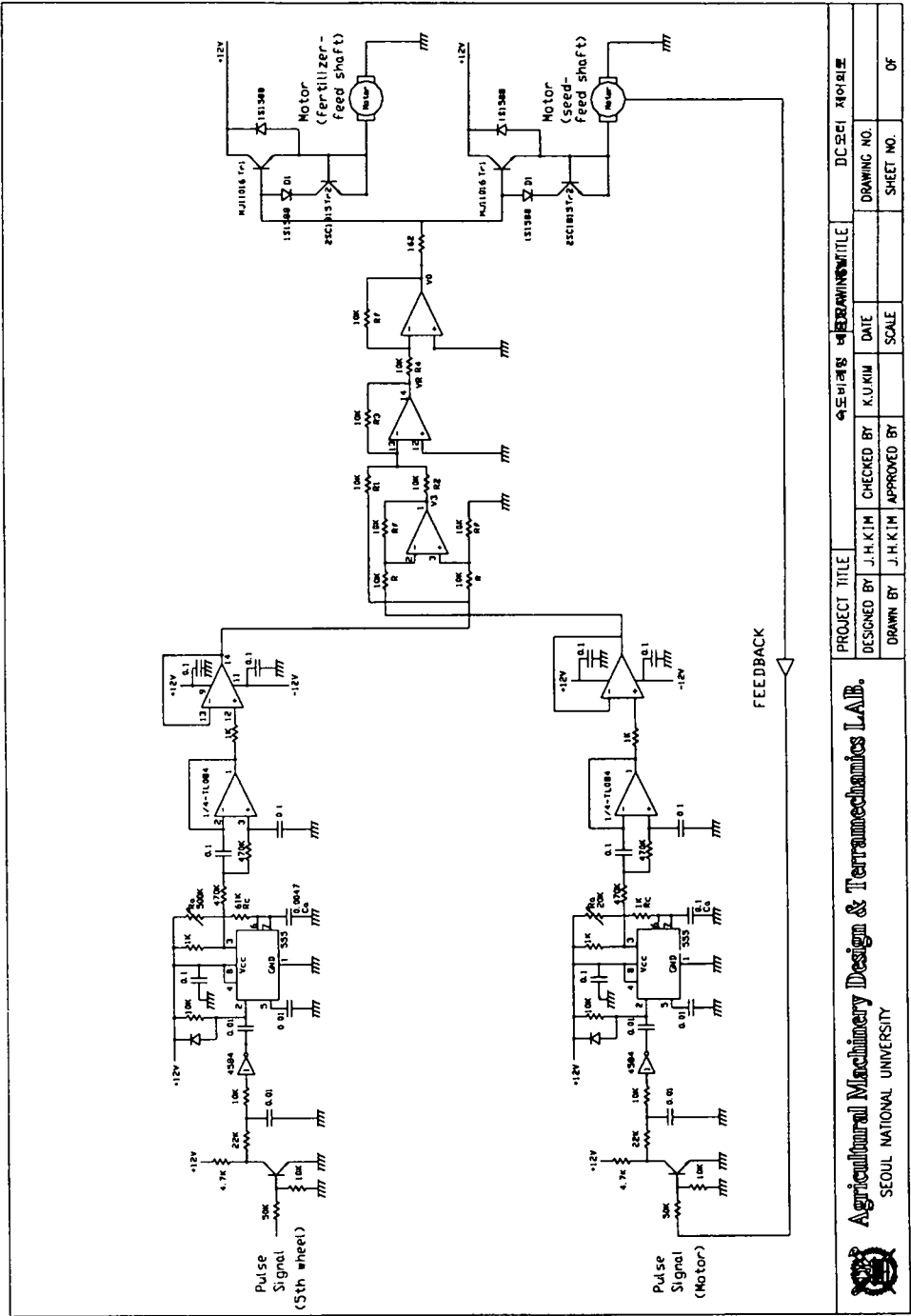


그림 4-5. 과전류 보호 회로.

### 3. 모터 제어 회로

제어 회로는 그림 4-6에서와 같다.



PROJECT TITLE		DC 모터 제어회로	
DESIGNED BY	J.H.K.I.M	CHECKED BY	K.U.K.M
DRAWN BY	J.H.K.I.M	APPROVED BY	
DRAWING NO.		DRAWING NO.	
SHEET NO.		SHEET NO.	
OF		OF	


  
**Agricultural Machinery Design & Terramechanics Lab.**  
 SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

그림 4-6. 모터 제어 회로.

#### 4. 구동 장치

개발된 모터 제어 회로를 이용하여 그림 4-7과 같은 파종축 구동 장치를 구성하였다. 구동 장치의 로타리 엔코더는 축의 회전 수를 펄스 수로 변환하여 출력하는 센서로서 ENB-600 시리즈를 사용하였다. 포장 작업시 로타리 엔코더에 전달되는 진동을 차단하기 위하여 솜을 채운 캡으로써 엔코더를 고정하였다. 또한, 차량의 엔진 진동이 회전축이나 로타리 엔코더에 전달되어 펄스를 발생시킬 수 있기 때문에 이를 방지하기 위하여 펄스의 문턱값을 설정하여 5륜의 회전 속도가 15rpm 이하에서는 파종축 구동 모터가 작동되지 않도록 하였다.

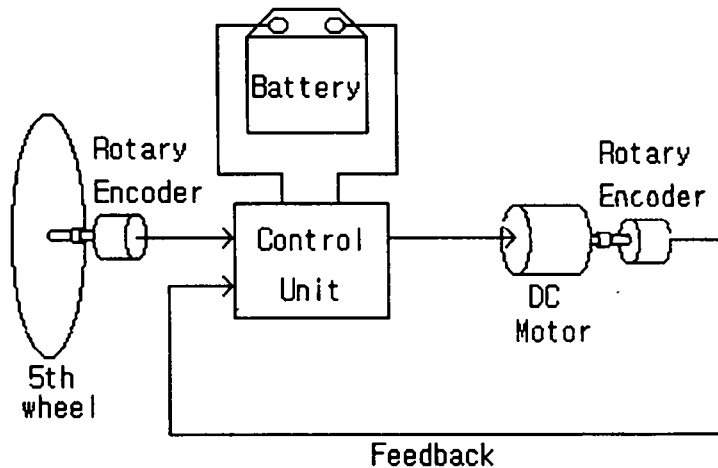


그림 4-7. 파종축 구동 시스템의 구성도.

구동 모터는 12V DC Motor로서 자동차의 와이퍼 구동용 모터를 이용하였다. 일반 산업용 DC Motor와 비교하여 가격이 싸고 신뢰성이 높다는 장점이 있다. 또한, 이 모터에는 감속기가 부착되어 있고 출력축의 속도가 파종축 구동용으로 적합하였기 때문에 별도의 장치 없이 모터와 파종축을 연결하였다.

모터를 구동하기 위한 전원은 충분한 전류를 장시간 공급할 수 있는 12V 배



터리를 사용하였다. 배터리 선정에서 고려한 주요 사항은 사용 시간이었다. 부하를 고려한 모터의 소비 전류가 3.5A이고 1일 작업 가능 시간을 8시간이라고 할 때, 28 A.hr 용량의 배터리가 요구된다. 보통 트랙터의 배터리 용량이 50A.hr 이상이므로 모터와 회로에서 소비되는 전류는 충분히 공급될 수 있다.

제어 회로 내의 IC chip의 구동 전원은 DC/DC converter chip을 사용하였다. 이 chip은, TL084(op-amp)의 입력 전압이  $\pm 12V$ 이므로, 배터리에서 나오는 12V를  $\pm 12V$ 로 증폭하여, 분주시키고 배터리보다 안정적인 출력 값을 IC chip에 제공할 수 있다.

# 여 백

## 제5장 배종 감시 및 막힘 해소 장치

### 1. 개발 배경 및 필요성

국내의 벼 재배 기술은 중모 기계 이앙 재배, 어린모 기계 이앙 재배 등과 같이 높은 수준으로 발전하였으나, 생산비를 절감하기 위한 생력 재배에 대한 연구는 전반적으로 미흡하였다. 생력 재배 기술 개발은 주로 직파 재배에 집중되었으며, 직파 재배는 생력 재배 기술로서 가장 안정된 기술 수준에 이르고 있다.

이 등(1992)이 수행한 연구에 의하면 직파 재배의 소요 노동력은 손이앙의 30%, 기계 이앙의 50% 수준으로서 직파 재배는 노동력과 비용 절감의 효과가 크고 수확량은 이앙 재배와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 직파 재배의 장점으로 인하여 직파 재배 면적은 '92년에는 2,100 여 ha(건답 63%, 답수 37%), '93년에는 7,500 여 ha(건답 47%, 답수 53%), '94년에는 73,000 여 ha로서 해마다 증가되는 추세에 있다. 따라서, 직파기의 수요도 급속히 증가될 것으로 예상된다.

현재, 사용되고 있는 직파기에는 건답 직파를 위한 건답 직파기와 답수 직파를 위한 답수 직파기가 있으며 각 직파기에는 기술적인 측면에서 아직 여러 가지 문제점이 노출되고 있다. 문제점 중의 하나는 미파종으로 인한 작업 능률의 저하이다. 실제 농민을 대상으로 조사한 바에 의하면 까락과 소지경으로 인하여 배종관이 막히는 현상이 자주 발생하고 있으며, 종자 소독 후 제대로 건조되지 않은 종자를 파종할 경우 범씨가 흙 롤러에 달라붙어 파종이 제대로 되지 않는 경우가 많은 것으로 나타났다. 또한, 파종 기간 중 토양 상태가 불량하여 건답 직파기의 구동륜이 원활하게 작동하지 않거나, 답수 직파기의 종자 배종관이 흙과 물기 등으로 막히는 경우가 많아 미파종이 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 작업자는 작업 중에도 항상 파종 상태를 확인할 필요가 있으며 또한, 미파종에 대한 불안감 때문에 작업 속도를 높일 수가 없다. 작업 속도가 0.1m/s 감소될 경우, 정상 작업에서 보다 시간 당 약 600m<sup>2</sup>의 미작업 면적이 발생하게 되므로 작업 능률이 저하된다. 더구나, 건답 직파기의 경우 파종 후 바로 복토됨으

로써 파종 상태를 확인할 수 없기 때문에 불안감은 더욱 증가된다. 현재 사용되고 있는 직파기의 작업 속도를 고려할 때 5-10초 정도의 미파종은 최소한 1-2m 정도의 결주가 발생하는 원인이 되어 수확량에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.

직파 재배는 다른 재배 방법에 비하여 생력의 큰 장점이 있기 때문에 지속적으로 확산될 전망이다. 따라서, 미파종 방지와 이에 대한 불안감 해소는 직파기의 보급과 작업 능력을 제고하기 위하여 반드시 해결되어야 할 과제의 하나이다.

## 2. 연구 동향

파종 장치의 성능은 배종 장치(metering device)가 일정량의 종자를 계량하여 정확히 파종하느냐에 따라 결정된다. 그러나 동력 전달 장치에서 이상이 발생하거나, 종자의 상태, 계량 장치의 형상 등에 따라서 종자 배출에 이상이 발생할 수도 있다. 대부분의 파종 장치 개발과 개선에 관한 연구는 먼저 종자 배출 상태를 확인할 수 있는 장치를 고안하고 종자의 배출 상태를 기준으로 하여 파종 장치를 개선·개발하였다.

Kim and Roherbarch(1972)는 종자를 검출하고 배출 상태를 확인하기 위하여 파이프에 부착된 유체 장치(fluidic device)를 이용하였다. 그러나 이 장치에 사용된 유체 논리 회로(fluidic logic)는 더 간단한 방법으로 대체가 가능하였기 때문에 실제 파종 장치에 유체 장치가 사용되지는 않았다.

Reid and Buckley(1974)는 종자의 수를 계측하는 데 레이저 광원을 이용하였으며, 각종 종자에 대한 검출 정도는 약 5% 이내로 일정한 간격으로 파종할 수 있는 정밀 파종기 개발의 가능성을 제시하였다.

Carlow(1968)는 종자가 감시 장치를 통과할 때 종자를 검출하고 계수하기 위하여 포토 트랜지스터와 계수기를 이용하였으나 작동 조건이 진공 상태를 필요로 하였기 때문에 파종 장치에 대한 실용화는 부적합하였다.

並河 清(1990)은 적외선 다이오드와 포토 트랜지스터를 이용한 종자 배출 장치의 정확도 평가와 종자 배출 검사의 가능성을 시험한 후, 이를 기초로 공기압을 이용한

정밀 파종기를 개발하였다. 여기에 사용된 광센서의 응답 속도는  $4\mu s$ 이었으며, 콩 300개에 대한 시험을 수행한 결과, 오차는 1% 내외이었다. 또한, 적외선 센서를 이용하였기 때문에 빛에 의한 외란은 없었으며, 사용된 적외선 센서의 안정성과 검출 성능은 우수한 것으로 보고되었다.

### 3. 개발 조건

파종 감시 장치는 배종관으로 낙하되는 볍씨를 감지하여 일정 시간 볍씨가 낙하되지 않을 때 이를 미파종으로 보고 미파종 사실을 운전자에게 경고할 수 있는 장치로 정의하였다. 이러한 기능을 수행할 수 있는 파종 감시 장치를 개발하기 위하여 현재 국내에서 사용되고 있는 직파기의 작업 조건을 고려하여 다음과 같은 개발 조건을 설정하였다.

#### 가. 종자 배출 방식과 배종축 속도

현재 보급되고 있는 건담 직파기와 담수 직파기의 종자 배출 방식은 각각 4개 또는 8개의 홈을 가진 종자 배출 롤러를 회전시켜 롤러의 홈 안에 든 종자를 연속적으로 배출하는 방식이다. 롤러를 구동하는 배종축의 회전 속도는 직파기의 작업 속도에 비례하며 보통  $30\text{--}40rpm$  이다. 파종 감시 장치는 이러한 파종 장치에 적용할 수 있도록 종자 배출 방식을 홈 롤러 회전식으로 하고, 파종 속도는 최대  $50rpm$  정도로 하였다.

#### 나. 판단해야 할 미파종 상황

미파종 감시 장치가 감지해야 할 미파종 상태는 다음과 같은 4개의 경우로 설정하였다.

- (1) 배종축이 회전되지 않는 경우
- (2) 종자가 모두 소모된 경우
- (3) 종자 배출 롤러 홈에 종자가 붙거나 이물질이 끼어 종자가 배출되지 않는 경우

#### (4) 배종관의 아래 부분이 막힌 경우

#### 다. 미파종 상황의 처리

미파종 상태가 발생되면 그 원인에 따라 다음과 같은 처리를 수행할 수 있도록 하였다.

(1) 종자 배출 롤러에서 종자가 배출되지 않는 경우에는 부저와 LED를 이용하여 작업자가 인식할 수 있도록 경고한다

(2) 막혀서 파종이 이루어지지 않는 경우에는 고압의 공기를 배종관에 분사하여 막힌 곳을 뚫는다.

(3) 공기 분사 후에도 막힘이 계속될 경우에는 부저와 LED를 이용하여 다시 경고한다.

#### 라. 미파종 판단 거리

미파종 판단 거리는 미파종 판단의 기준이 되는 거리로서 파종되지 않고 작업기가 주행한 거리를 의미한다. 따라서, 미파종 판단 거리는 최소화되어야 한다. 그러나 너무 짧은 경우에는 파종기에 이상이 없는 경우에도 경보가 울리는 등 오동작이 발생할 수 있으므로 파종 감시 장치의 오동작을 막고 미파종 판단 거리를 최소화할 수 있도록 포장 시험을 통하여 적합한 미파종 판단 시간을 구한다.

### 4. 시스템 설계

파종 감시 장치는 앞에서 설정한 개발 조건을 만족할 수 있도록 구성하였다. 개발된 파종 감시 장치는 파종 상태를 감시하기 위한 광센서, 광센서의 입력 신호를 처리하여 미파종 상태를 표시하고 처리하는 콘트롤러, 막힘을 해소하기 위한 노즐과 공기 압축기 막힘 해소 장치, 콘트롤러와 공기 압축기에 안정적인 전원을 공급하는 전원 공급 장치로 구성되어 있으며, 시스템의 블록 선도는 그림 5-1에서와 같다.

이 파종 감시 장치는 담수 직파기에 적용하며, 건담 직파기에 적용할 시스템은 막힘 해소 장치를 제외하였다. 파종 감시 장치를 구성하는 주요 부분의 기능은 다음과 같다.

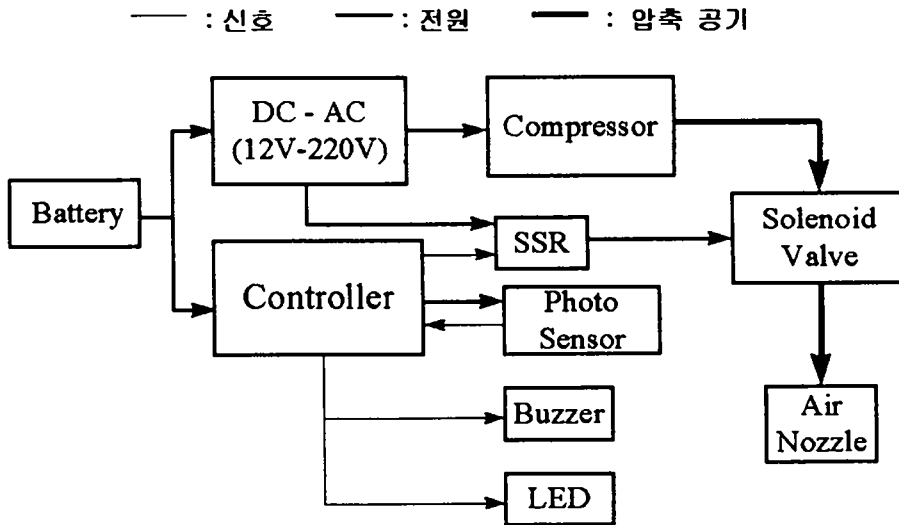


그림 5-1. 파종 감시 장치의 구성도.

#### 가. 광센서

광센서는 파종 감시 장치의 핵심 부분으로서 배종 롤러의 배종 상태와 종자 배종관의 막힘 여부를 확인하여 이를 콘트롤러에 알려주는 역할을 한다. 광센서는 작업 조건, 설치 조건, 유지 보수의 용이성, 응답 속도 등을 고려하여 선정하였다.

##### (1) 센서의 선택

센서는 국내에서 구입이 가능한 것 중에서 다음과 같은 조건을 만족할 수 있는 것으로 선택하였다.

- (가) 종자의 배종 여부를 신속히 감지할 수 있을 것.
- (나) 진동이 심한 포장 작업에서도 원활히 작동할 수 있을 것.
- (다) 먼지를 용이하게 제거할 수 있을 것.

(라) 배종관에 용이하게 설치할 수 있을 것.

이러한 조건을 만족할 수 있고 발광부와 수광부가 일체형인 광센서로서 Autronics社의 BU30S를 선정하였다. 광센서의 주요 명세는 표 5-1에서와 같다. 그림 5-2와 그림 5-3은 각각 광센서의 주요 치수와 출력 제어 회로를 나타낸 것이다.

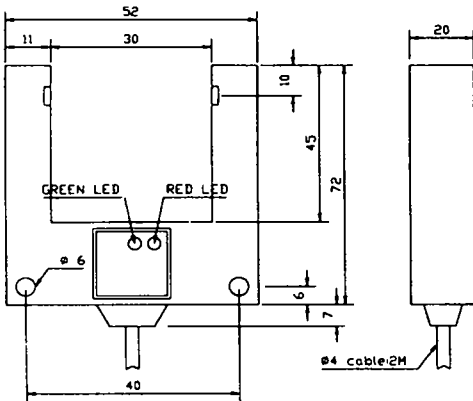


그림 5-2. 광센서의 규격.

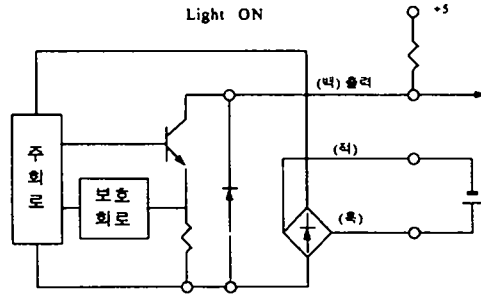


그림 5-3. 광센서의 제어 출력 회로.

## (2) 센서의 응답 속도 결정

배종축의 회전 속도가 30~40 rpm일 때 콩과 같이 비교적 큰 종자는 한 홈에 하나씩 들어가기 때문에 거의 일정한 간격으로 파종되나, 볍씨나 보리 등은 한 홈에 3~4알씩 들어가기 때문에 그림 5-4와 같이 균을 이루며 낙하된다. 먼저 종자가 홈에 하나씩 들어갈 경우, 종자와 종자 사이의 시간 간격,  $t_s$ 를 구하면 다음과 같다.

$$t_s = \frac{60}{N_m \times n} = 250 \sim 187.5 \text{ ms}$$

여기서,  $N_m$  = 배종축 회전 속도 (30 ~ 40rpm)

$n$  = 홈의 갯수(8개)

볍씨는 한 홈에 3~4알 정도 들어가기 때문에 전체 홈이 24~32개 있는 것으로



표 5-1. 광센서의 주요 제원.

Manufacturer	Autonics Co.
Model	BU-30S
Detecting Target	Opaque materials of min. $\varnothing 0.6mm$
Operating mode	Selectable light ON/Dark ON by cable wire
Detecting distance	30mm
Response time	Max. 1ms
Power supply	DC12 to 30V $\pm 10\%$ (Ripple P-P: Max.10%)
Current consumption	Max. 30mA
Light source	Infrared LED
Sensitivity	Adjustable
Control output	NPN open collector output Load voltage: Max. 30V, Load current: Max. 200mA Residual voltage: Max. 2V
Protection circuit	Reverse polarity protection, Short-circuit protection
Noise strength	Power line $\pm 240V$ at pulse band $1\mu s$ of noise simulation
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz in each of X,Y,Z directions for 2 hours
Shock	500% (50G) in X,Y,Z directions for 3 times
Ambient operating illumination	Sunlight: Max. 11,000Lux, Incandescent: Max. 3,000Lux
Ambient temperature	Operating: -10 to 60°C (non-freezing condition), Storage: -25 to 70°C
Weight	2.51N

생각하면 실제 별씨의 낙하 형태와 유사하다. 이 때 시간차는 62.5~46.88 ms가 된다. 따라서, 본 연구에서 선정된 응답 속도 1ms의 광센서는 본 연구의 목적에 적합한 것으로 판단되었다.

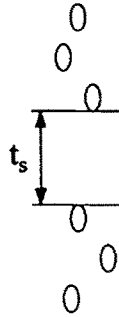


그림 5-4. 낙하되는 종자군 사이의 시간차.

### (3) 센서의 개수

각 배종 장치에 설치되는 센서는 발광부와 수광부를 한 쌍으로 하였다. 배종축의 회전 속도가 저속이므로 원심력은 거의 무시될 수 있다. 따라서 종자의 낙하 경로는 별씨의 자중에 의하여 그림 5-5와 같이 종자 배종관의 벽면을 따라

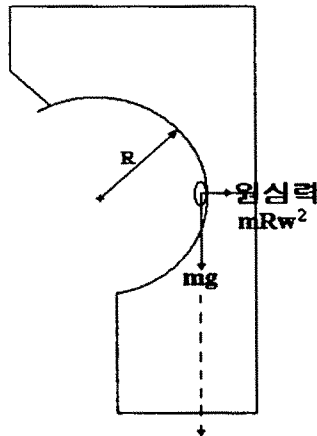


그림 5-5. 종자의 낙하 경로.

연직선으로 나타난다. 법씨의 낙하 경로가 거의 연직선의 상태를 유지하고 있기 때문에 법씨의 낙하를 감지하기 위한 광센서는 발광부의 감지 광선이 법씨의 낙하 경로와 수직이 되도록 설치하였다. 광센서는 배종 장치마다 위쪽과 아래에 각각 1개씩 설치하였으며, 시험을 통하여 센서 하나로써도 각 배종 장치에서 낙하되는 법씨를 충분히 감시할 수 있음을 확인하였다.

#### (4) 센서의 설치 방법

현재 사용되고 있는 직파기의 배종관은 광센서를 설치하는 데 부적합하였기 때문에 종자 배종관의 구조를 변경하여 센서를 설치하였다.

담수 직파기의 종자 배출구는 그림 5-6과 그림 5-7에서와 같이 롤러 가이드와 플라스틱 받이, 철제 가이드로 구성되어 있으며, 배출된 법씨가 그림 5-7과 같이 플라스틱 받이와 철제 가이드에 충돌하여 매우 불규칙하게 낙하된다. 따라서, 플라스틱 받이와 철제 가이드를 제거하고 롤러 가이드를 연장하여 센서와 막힘을 해소하기 위한 노즐을 쉽게 착탈할 수 있도록 개선하였다.

센서는 위쪽과 아래쪽 두 곳에 설치하였으며, 위쪽의 센서는 배종 롤러에서 종자가 정상적으로 배출되는가를 감지하고 아래쪽의 센서는 종자 배종관의 막힘을 감지한다. 그림 5-8은 개선된 배종관을 나타낸 것이다.

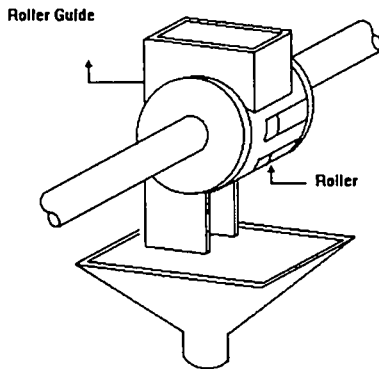


그림 5-6. 종자 배출구와 배종관 입구.

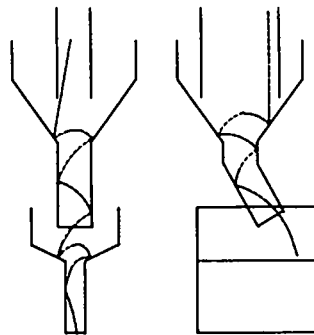


그림 5-7. 배종관 내부의 종자 경로.

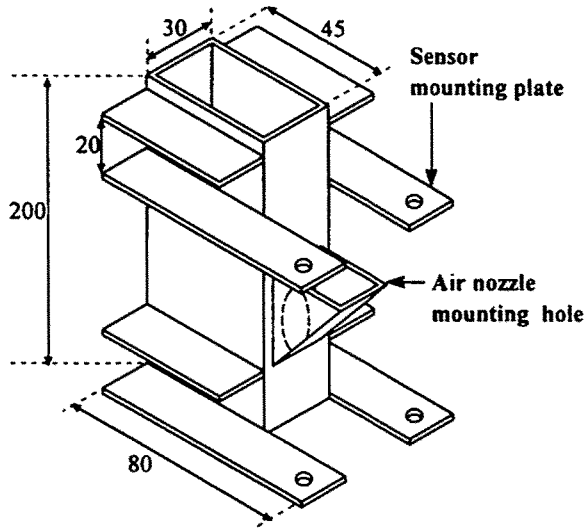


그림 5-8. 센서 설치를 위하여 개발된 배종관.

건담 직파기의 경우에는 호스로 이루어진 배종관을 제거하고 그림 5-9와 같이 범씨가 낙하하면서 충돌하는 것을 방지할 수 있도록 개선하였다.

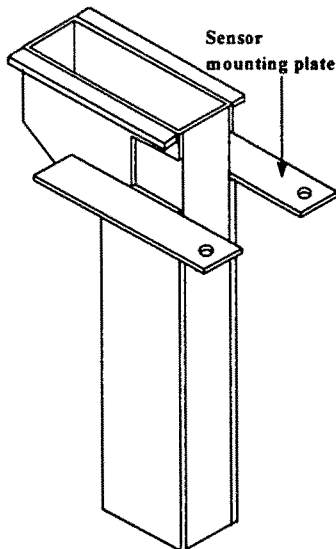


그림 5-9. 건담 직파기용 배종관.

나. 파종 감시 장치의 컨트롤러

컨트롤러는 광센서로부터 전달되는 배종 장치의 이상 유무를 판단하여 미파종 상태를 처리한다.

(1) 미파종 감시 및 경보 알고리즘 개발

종자 배출 롤러에서 종자가 배출되지 않거나 종자 배종관이 막혔을 때 이를 감지하고, 그 결과를 알려주는 소프트웨어를 개발하였다. 그림 5-10과 5-11은 각각 개발된 소프트웨어의 흐름도를 나타낸 것이다.

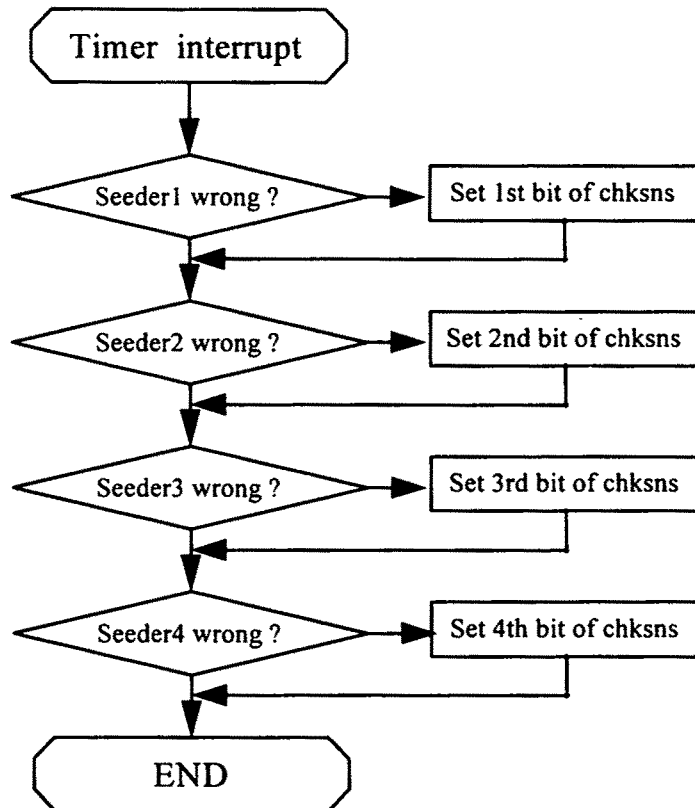


그림 5-10. 미파종을 감시하기 위한 부 프로그램의 흐름도.

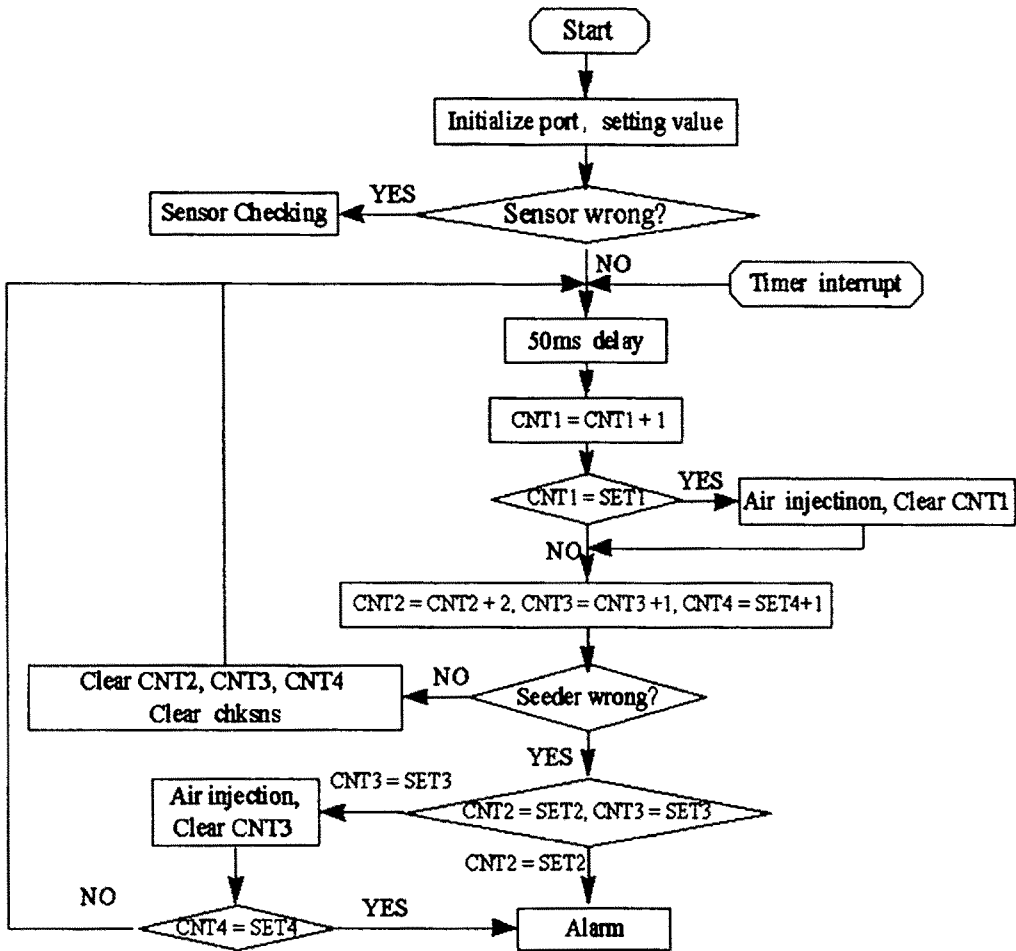


그림 5-11. 파종 감시 알고리즘의 흐름도.

담수 직파기에 적용된 알고리즘의 기본 원리는 광센서가 종자 배출 상태를 타임 인터럽트로써 수시로 확인하여 이상이 발생하였을 경우에는 특정 변수의 값을 증가시켜 이 변수가 설정값과 같아지면 경보를 울리거나, 압축 공기가 분사 되도록 하는 것이다. 기본적으로 센서를 위쪽과 아래쪽 두 곳에 설치한 시스템을 대상으로 하여 알고리즘을 개발하였으나, 아래쪽 센서만으로도 동일한 기능을 수행할 수 있도록 알고리즘을 보완하였다.

이러한 기본적인 기능 외에 센서의 작동 여부를 확인하여 이상이 있을 때

경보를 올려주는 기능, 공기를 분사한 후에도 막힘이 해소되지 않고 지속될 경우 일정 시간이 지난 후 경보해 주는 기능, 막힘을 예방하고 센서를 먼지로부터 보호하기 위하여 일정한 간격으로 압축 공기를 분사하는 기능 등을 포함시켰다. 건담 직파기의 경우에는 담수 직파기처럼 무논에서 작업하는 것이 아니라 건담에서 작업하기 때문에 막힘이 적고, 구조상 공기 분사 장치의 설치가 용이하지 않아 위쪽에만 센서를 설치하는 것으로 하였다. 건담 직파기에 적용된 알고리즘은 담수 직파기에 적용된 알고리즘에서 막힘 해소 부분만 제외한 것이다.

(2) 원 칩 마이크로 컴퓨터를 이용한 콘트롤러 개발

본 연구에서는 원 칩 마이크로 컴퓨터를 이용하여 파종 감시 장치의 콘트롤러를 개발하였다. 콘트롤러에 사용된 원 칩 마이크로 컴퓨터는 미국 MOTOROLA의 MC68705으로서 구체적인 제원은 표 5-2에서와 같다.

표 5-2. 원 칩 마이크로컴퓨터의 주요 제원.

Manufacturer	MOTOROLA
Model	MC68705R3
RAM	112byte
ROM	3968byte
I/O port	Port A, B, C(bidirectional), Port D(input only)
Analog input	4channels in Port D, 8bit A/D conversion
External clock	4MHz

그림 5-12와 5-13은 담수 직파기의 콘트롤러 외형과 회로도를 나타낸 것이며, 그림 5-14와 5-15는 건담 직파기의 콘트롤러 외형과 회로도를 나타낸 것이다.

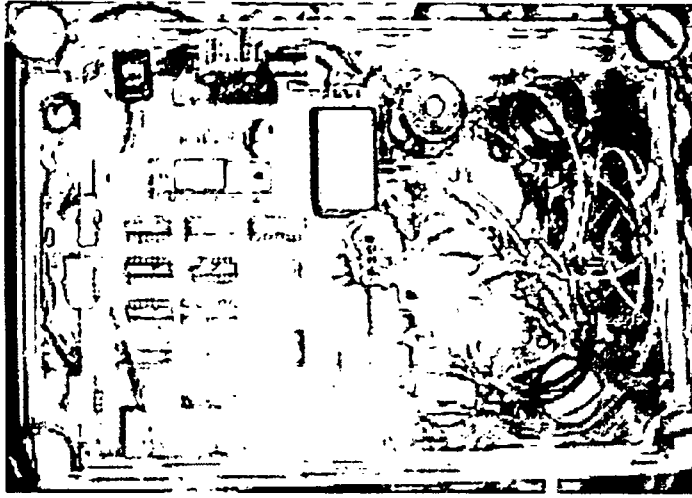


그림 5-12. 담수 직파기의 컨트롤러 외형.

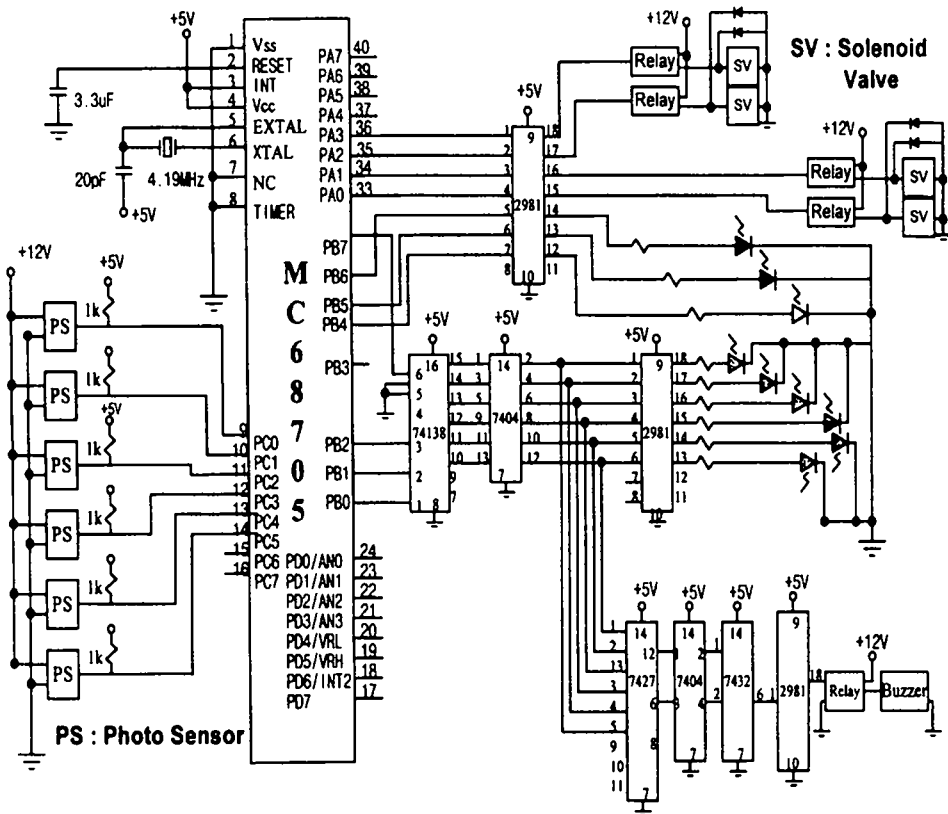


그림 5-13. 담수 직파기의 컨트롤러 회로도.



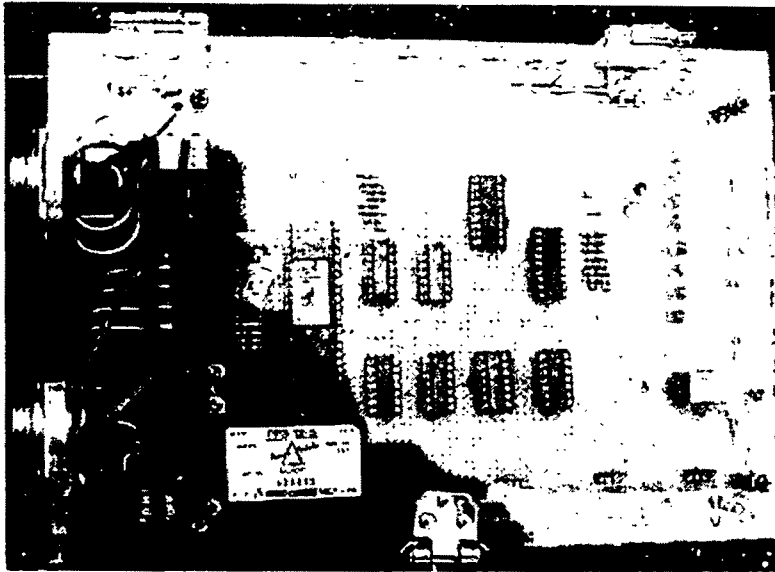


그림 5-14. 건담 직파기의 컨트롤러 외형.

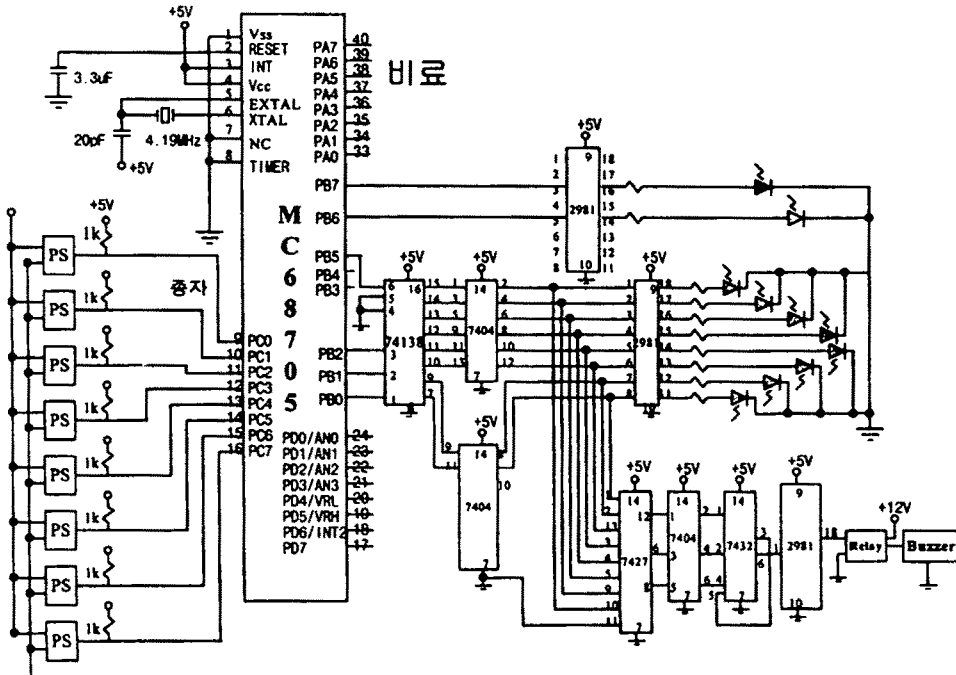


그림 5-15. 건담 직파기의 컨트롤러 회로도.

#### 다. 막힘 해소 장치

막힘 해소 장치는 노즐, 공기 압축기, 솔레노이드 밸브로써 구성하였으며 종자 배종관이 막혔을 때 콘트롤러가 솔레노이드 밸브를 작동시켜 공기 압축기의 압축 공기를 노즐을 통해 분사하여 막힘을 해소한다.

##### (1) 노즐

노즐은 적은 유량으로써 상대적으로 큰 충격 효과를 발휘할 수 있기 때문에 종자 배종관의 막힘을 해소하는 데 적합하다고 판단하여 노즐을 사용하였다. 노즐의 분사 형태는 충격 효율이 높고 노즐의 분사 범위가 종자 배종관의 단면 전체를 덮을 수 있는 원형 분사형으로 하였다. 사용한 노즐의 주요 제원은 표 5-3에서와 같다.

표 5-3. 노즐의 제원.

Manufacturer	NO. of nozzle	Diameter of orifice (mm)	quantity( ℓ /min)			Spray angle	
			98 kPa	196 kPa	294 kPa	98 kPa	294 kPa
Spraying system co.	1/8GG3004	1.2	0.56	1.3	1.6	26°	30°

##### (2) 공기 압축기

공기 압축기는 고압의 공기를 생산하여 막힘을 해소할 수 있도록 압축 공기를 제공해 준다.

###### (가) 작동 압력과 토출량 결정

건담 직파기와 담수 직파기에서 발생할 수 있는 막힘의 형태는 건담 직파기의 경우는 까락이 종자 배종관의 끝 부분에 걸려 벼가 점차 쌓이게 되며, 담수 직파기의 경우에는 무논에서 작업하기 때문에 흙이 튀어 종자 배종관의 일부분을 막아 종자가 점차 달라붙어 막히게 된다. 두 경우 모두 예비 실험 결과 압력으로 세계 붙어 해소되는 정도의 막힘이며 사람의 입으로 붙어낼 수 있는 압력은 1.96 ~ 7.84 kPa이다. 따라서, 공기 압축기의 사용 압력은 7.84 kPa 이상의

압력이어야 한다. 또한, 위의 노즐을 사용할 때 최대 공기 소비량은 건담 직파기가 8조이므로  $1.6 \times 8 = 12.8 \text{ } \ell/\text{min}$ 이며 공기 압축기의 토출 유량은  $12.8 \text{ } \ell/\text{min}$  이상 이어야한다. 따라서, 본 연구에서 사용한 공기 압축기는 이 조건을 만족할 수 있는 것으로 선정하였다. 공기 압축기의 사용 압력은 196~294 kPa이고 토출 유량은  $15 \text{ } \ell/\text{min}$ 이었다. 공기 압축기의 주요 제원은 표 5-4와 같다.

표 5-4. 공기 압축기의 주요 제원.

Manufacturer	Ohkong Comp
Model	TA72
Electric source (V, A)	220, 0.4
Pressure (kPa) (CON/INT)	196/274.24
Quantity( $\ell/\text{min}$ )	15
Max. pressure (kPa)	313.6
Tank size ( $\ell$ )	1.5
Size(mm)	340×145×285
Weight (N)	49

#### (나) 공기 저장 탱크

공기 저장 탱크는 압축 공기의 공급을 안정화시키고, 압력 변화를 최소화시키며, 공기 압력의 맥동 현상을 감소시키는 역할을 한다. 또한, 탱크의 넓은 표면적에 의해 압축 공기를 냉각시켜 압축 공기 중의 수분을 배수구로 유출시킨다. 본 연구에서 사용한 공기 압축기는 공기 탱크 일체형으로 되어 있다.

#### (다) 공기 압축기의 압력 제어

공기 압축기의 압력을 적정 범위로 제어하지 않으면 저압이 될 때는 기기의 작동 상태가 불량하고, 고압이 될 때는 공기 압축기에 무리한 부하가 작용

하여 작동이 어렵게 된다.

공기 압축기의 압력 제어 방법은 공기의 압력이 설정된 압력에 도달하면 안전 밸브가 열려 압축 공기를 대기 중으로 방출하거나, 공기 압축기의 흡입구를 차단하여 압력을 낮추는 무부하 조절 방법과 압축기의 구동 모터가 최대 설정 압력에 도달하면 압력 스위치에 의하여 정지되고 최소 설정 압력까지 떨어지면 다시 작동되는 ON-OFF 방식이 있다. 후자의 방식은 간헐적 작업에 적합하다. 따라서 본 연구에서는 압축 공기를 간헐적으로 분사하기 때문에 공기 압축기의 내구성을 고려하여 ON-OFF 방식의 압력 제어 방식을 채택하였다.

### (3) 솔레노이드 밸브

DC 12V를 사용하는 솔레노이드 밸브의 경우 역전류에 의한 컨트롤 보드가 손상될 우려가 있다. 이를 방지하기 위하여 콘트롤러에 설치되어 있는 SSR(Solid State Relay)를 통해 솔레노이드 밸브를 구동시키도록 하였다. 표 5-5는 솔레노이드 밸브의 주요 제원을 나타낸 것이다.

표 5-5. 솔레노이드 밸브의 주요 제원.

Manufacturer	Hoy Sin Electric INC.
Model	HSE032
Pressure range(kPa)	0 ~ 686
Orifice size(mm)	2.5
Voltage(V)	AC200V $\pm$ 10%

### 라. 전원 공급 장치

전원 공급 장치는 원 칩 마이크로컴퓨터와 공기 압축기에 안정적인 전원을 공급한다. 개발된 파종 감시 장치의 사용 전압은 원 칩 마이크로컴퓨터가 5V, 광센서가 12V, 공기 압축기와 솔레노이드 밸브가 각각 220V이다. 3종류의 전원을 공급하기 위하여 축전지와 전압 변환기를 사용하였다.

5V의 전원은 DC-DC(12V-5V) 변환기를 콘트롤러에 설치하여 사용하였으며,

공기 압축기와 솔레노이드 밸브의 전원은 DC 12V를 AC 220V로 변환하여 사용하였다. DC 12V는 직파기의 축전지를 이용하였다. 사용된 전압 변환기의 주요 제원은 표 5-6과 표 5-7에서와 같다.

표 5-6. DC-DC 컨버터의 제원.

Manufacturer	NEMIC-LAMBDA
Model	AS3-5-12
Input voltage(V)	DC 12
Output voltage(V)	DC 5
Output current(A)	DC 0.6

표 5-7. DC-AC 컨버터의 제원.

Manufacturer	SAM SUNG INVERTER
Model	SH302
Input voltage(V)	12
Output voltage(V)	AC 220

# 여 백

## 제6장 시비 장치

비료를 살포하기 위한 시비용 배출 장치의 경우 대부분의 부품품은 종자용 배출 장치와 동일한 것을 사용한다. 하지만, 시비량이 파종량에 비해 월등히 많기 때문에 홈의 크기가 작은 종자용 롤러를 그대로 이용할 수는 없다. 따라서 롤러 홈의 크기를 변경하여 시비용 롤러를 다음과 같이 설계하였다.

롤러의 직경(R)은 60mm로 하며, 홈의 좌우측면 경사각  $\beta_b$ 와  $\beta_{rs}$ 는 각기  $65^\circ$  와  $15^\circ$  로 하여 종자용 롤러와 같은 크기를 사용한다. 홈의 개수 또한 같은 주간거리를 유지하기 위하여 5개로 한다. 다만, 홈의 깊이  $d_h$ 는 12mm로 크게 한다.

설계된 롤러의 단면 형상은 그림 6-1과 같다.

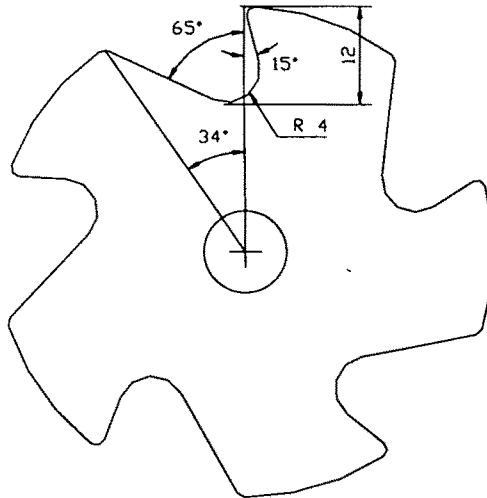


그림 6-1 시비용 롤러의 단면도

홈의 폭은 다음과 같은 순서에 따라 결정한다. 우선, 필요한 시비량은 다음과 같다.

비료 = 35 kg/10a (질소: 15 kg/10a, 인산: 9 kg/10a, 칼리: 11 kg/10a)

☞ 이는 표준 작업 기준이며, 홈의 폭을 결정하는 데 사용할 기준은 여러

상황을 고려하여 결정한다. 즉, 다른 종류의 비료도 사용할 수 있도록 비료를 기준으로 100 kg/10a 를 시비할 수 있어야 함을 기준으로 한다. 따라서, 최대 시비량은

$$Q_{mf} = 100 \text{ kg/10a}$$

와 같이 결정한다.

위에서 설계된 홈 하나의 단면적은 다음과 같다.

$$\text{홈 하나의 단면적 ( } A_h \text{ )} = 138 \text{ mm}^2$$

각 주당 시비량이 홈 하나의 부피와 일치한다고 놓고 다음과 같이 홈의 폭을 결정한다.

$$\begin{aligned} W_h &= \frac{Q_{mf} \text{ l m}}{1000 \rho_f A_h} \text{ (m)} \\ &= \frac{100 \times 0.14 \times 0.3}{1000 \times 1180 \times 138 \times 10^{-6}} = 0.0258 \text{ (m)} = 25.8 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

시비용 롤러의 최소 필요폭은 이와 같다. 하지만, 종자용 롤러의 홈의 폭이 30mm이므로 이에 맞추어 최대 폭을 30 mm 로 결정한다.

$$\therefore W_h = 30 \text{ (mm)}$$

설계된 시비용 롤러의 설계변수는 표 6-1과 같다.

표 6-1 시비용 롤러의 설계변수

기호	값	기호	값
R	60 mm	$\theta_r$	34°
$d_h$	12 mm	$A_h$	138 mm <sup>2</sup>
$\beta_{ls}$	65°	n	5
$\beta_{rs}$	15°	$W_h$	30 mm
$R_e$	4 mm		



## 제7장 불형 제초제 살포 장치

### 1. 구 조

#### 가. 설계 조건

봄 방제기의 기본 구조는 기관 출력 40~50 PS급 트랙터에 장착할 수 있도록 하였고, 봄의 길이는 10m, 봄의 형식은 습자식으로 하였으며, 동력 전달은 트랙터의 PTO를 이용하는 것으로 하였다.

#### 나. 설계 내용

##### (1) 3점 지지 장치 마스트

봄 스프레이어 마스트는 트랙터의 3점 지지 장치 형식을 결정하고, 이에 장착될 수 있는 표준 치수로 설계하였다. 3점 지지 장치의 형식은 ASAE S217.11의 기준에 따라 1차 결정하고, 현재 국내에서 시판되고 있는 기관 출력 40~50PS급 트랙터의 3점 지지 장치 형식을 확인하여 최종 결정하였다. ASAE S217.11의 기준은 표 7-1에서와 같다.

표 7-1. ASAE S217.11의 표준 3점 지지 장치 형식

형식(category)	최대 견인 출력(kw)	최대 견인 출력(PS)
I	15-35	20.4-47.6
II	30-75	40.8-101.9
III, III-N	60-168	81.6-228.3
IV, IV-N	135-300	183.5-407.8

1994년도 농업기계검사연보에 의하면 국내에서 시판되고 있는 기관 출력 40~50 PS급 트랙터의 최대 견인 출력 범위는 30~40 PS 정도이므로, 이 범위에 해당되는 Category I을 1차 결정하였다. 또한, 국내에서 시판되고 있는 기관 출력 40~50 PS급 트랙터의 실제 3점 지지 장치의 형식도 모두 Category I임을 확

인하였다. 따라서, 붐 스프레이어 마스트는 Category I의 3점 지지 장치에 장착될 수 있는 표준 치수로 설계하였다.

### (2) PTO 전동 라인

PTO 전동 라인은 기관 출력 40~50 PS급 트랙터에서 채택되고 있는  $\phi 35$  mm, 6각 스플라인과 접속될 수 있는 2점 유니버설 조인트 전동 라인으로 하였다.

### (3) 프레임

3점 지지 마스트, 약액통 받침대, 펌프 설치대, 붐 설치대를 일체로 한 프레임의 기본 구조는 그림 7-1에서와 같이 설계하였다. 프레임의 재료는 철재로 하였다. 약액을 만재하고 붐을 정상적으로 설치하였을 때, 프레임의 최대 중량은 안전 계수를 2.0으로 하여 다음과 같이 결정하였다. 기관 출력 40~50 PS급 트랙터의 연속 운전시 최대 유압 지지력은 1,000~1,400 kgf이므로, 프레임의 최대 중량은

$$\text{프레임 최대 중량} = \frac{1,400}{2} = 700 \text{ kgf}$$

으로 결정하였다.

## 2. 노즐

### 가. 설계 조건

- (1) 살포량: 1,000 - 1,500 L/ha
- (2) 붐 길이: 10 m
- (3) 살포 속도: 3.6 km/h (1 m/s)

### 나. 노즐 분무량

이상의 설계 조건을 기준으로 하고, 노즐 간격(W)을 50cm로 설정하여 분무

량 계산식 (7-1)로부터 노즐의 분무량 4.5 L/min을 구하였다.

$$LPM = \frac{LPH \times V \times W}{60,000} \quad (7-1)$$

여기서 LPM = 노즐 한 개당 분무량, L/min

LPH = 살포량, L/Ha

V = 살포 속도, km/s

W = 노즐 간격, cm

#### 다. 노즐 형식

위에서 구한 노즐 분무량을 만족시키고 제초제 살포에 적합하고 저압에서 균등한 살포 성능을 발휘할 수 있는 것으로서 Teejet사의 XR Teejet 노즐을 선정하였다.

##### (1) 특징

1.02~4.08 kg/cm<sup>2</sup>의 압력 범위에서 우수한 균등 살포 성능을 발휘하며 저압에서도 drift가 감소하는 특징을 지니고 있어서 1.02~1.53 kg/cm<sup>2</sup>의 저압용에 적합하다.

##### (2) 노즐 크기 결정

Teejet사에서 제시한 노즐 크기 결정표에 분무량 4.5 L/min에 적합한 크기의 표 7-2. 노즐 XR8008의 주요 성능

Tip color	Tip No. (Strainer Screen Size)		Liquid Pressure in kg/cm <sup>2</sup>	Capacity 1 Nozzle in L/min	Liters Per Hectare(L/ha) - 50 cm Nozzle				
	80°	110°			Spacing				
					3 km/h	4 km/h	5 km/h	6 km/h	7 km/h
WHITE	XR8008 (50mesh)	XR11008 (50mesh)	1.02	1.82	728	546	437	364	312
			1.53	2.23	892	669	535	446	382
			2.04	2.58	1032	774	619	516	442
			3.06	3.16	1264	948	758	632	542
			4.08	3.65	1460	1095	876	730	626

노즐이 없으므로 최대의 크기를 선정하고 노즐 간격을 조정하였다. 노즐은 분무 각 80°인 XR8008을 결정하였다.

(3) 노즐 간격 결정

표 7-2에서 기준 노즐 간격 50 cm, 살포 속도 4 km/h, 압력 4 bar일 때, XR8008의 살포량은 1,095 L/ha이므로, 설계 살포량 1,500 L/ha을 얻기 위하여 노즐 간격을 조정하였다. 노즐 간격 조정 계수는 다음과 같이 구하였다.

$$CF = \frac{1,500}{1,095} = 1.37$$

설계 살포 속도는 3.6 km/h이므로 아래 노즐 간격 조정표에서 이를 고려하여 조정 계수는 CF=1.37과 가장 가까운 1.25로 결정하고, 이에 해당되는 40 cm를 노즐 간격으로 결정하였다. 따라서, W = 40 cm로 하였다.

표 7-3. 노즐 간격 50 cm를 기준으로 한 노즐 간격 조정 계수

노즐 간격(cm)	20	25	30	35	40	45	55	60	75
조정 계수(CF)	2.5	2	1.67	1.43	1.25	1.11	0.91	0.83	0.66

노즐 간격을 40 cm로 하였을 때, 설계 요구 조건인 살포량 1,000~1,500 L/ha의

표 7-4. 노즐 간격이 40cm일 때 속도별, 압력별 살포량

Tip No.	압력 kg/cm <sup>2</sup>	노즐 분무량 L/min	살포량 L/ha			
			3 km/h	4 km/h	5 km/h	6 km/h
XR8008	1.02	1.82	910	682.5	546.25	455
	1.53	2.23	1115	836.25	668.75	557.5
	2.04	2.58	1290	967.5	773.75	645
	3.06	3.16	1580	1185	947.5	790
	4.08	3.65	1825	1368.75	1095	912.5

범위를 만족하는 XR8008의 속도별, 압력별 살포량 수준은 표 7-4와 같다. 음영진 부분은 설계 조건을 만족할 수 있는 경우이다.

(4) 노즐 높이

살포 높이는 기준 압력이  $3.06 \text{ kg/cm}^2$  일 때, 살포 면의 가장자리가 30 % 이상 중첩되도록 결정하였다. 그림 7-1에서 노즐 높이에 따른 살포 면의 중첩 정도를 고려하여 노즐 높이를 40 cm로 결정하였다.

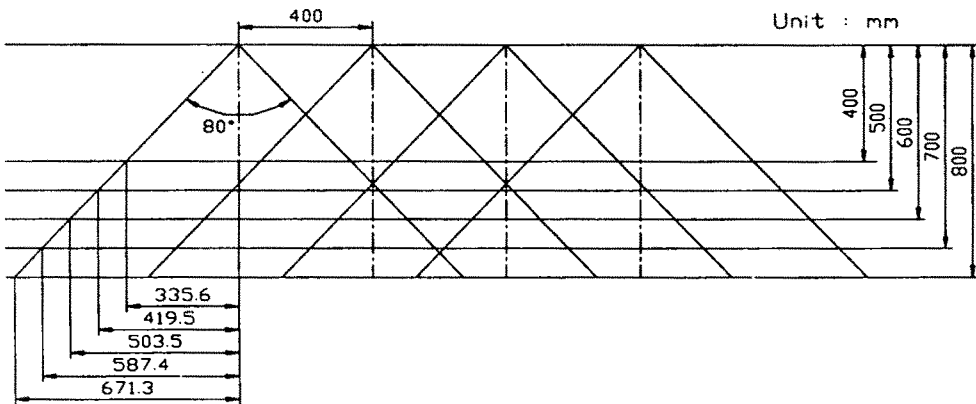


그림 7-1. 노즐 간격 40 cm일 때 살포 면의 중첩도.

이상의 설계 조건을 만족할 수 있도록 선택한 노즐의 규격은 표 7-5에서와 같다.

표 7-5. 설계 조건에 따라 선정된 노즐의 규격

노즐형식	노즐 거름망	분무각	봄 길이	노즐 간격	노즐 수	봄 높이
XR8008	50mesh	80°	10000mm	400mm	26개	400mm

### 3. 펌프

#### 가. 토출 유량

펌프의 토출 유량은 노즐의 총 분무량과 손실을 고려하여 결정하였다. 노즐

XR8008을 사용하였을 때 노즐 1개당 최대 분무량은 3.65 L/min이므로 노즐의 총 수를 26개로 하면 총 분무량은 80.3 L/min이 된다. 펌프의 토출 유량은 총분무량에서 10~15%의 유량 손실을 고려하여 93 L/min로 결정하였다.

## 나. 토출 압력

### (1) 유속

압력 손실을 산출하기 위하여 다음은 데이터를 이용하여 펌프 토출구와 고무 호스 내의 유속을 계산하였다.

펌프 유량(Q) = 110 L/min

펌프의 토출구 직경(D) = 20 mm

호스 내경(d) = 19 mm

호스 길이(L) = 16 m

유체는 물로 가정 ( $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ ,  $\mu = 10.1 \times 10^{-4} \text{ kg/m} \cdot \text{sec}$ )

### (가) 펌프 토출구 유속

펌프 토출구의 유속  $V_D$ 와 레이놀드 수  $R_e$ 는 다음과 같이 구하였다.

$$V_D = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2} = \frac{110 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (20 \times 10^{-3})^2} = 5.83 \text{ m/s} \quad (7-2)$$

$$R_e = \frac{\rho V_D D}{\mu} = \frac{1.000 \times 5.83 \times (20 \times 10^{-3})}{10.1 \times 10^{-4}} \quad (7-3)$$

$$= 11.5 \times 10^4 < 3 \times 10^5 (\text{층류})$$

### (나) 고무 호스 내의 유속

고무 호스 내의 유속  $V_d$ 와 레이놀드 수  $R_e$ 는 다음과 같이 구하였다.

$$V_d = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{110 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} (19 \times 10^{-3})^2} = 2.16 \text{ m/s} \quad (7-4)$$

$$R_e = \frac{\rho V_d d}{\mu} = \frac{1,000 \times 2.16 \times (19 \times 10^{-3})}{10.1 \times 10^{-4}} \quad (7-5)$$

$$= 4.1 \times 10^4 < 3 \times 10^5 (\text{층류})$$

## (2) 압력 손실

### (가) 호스 내벽의 마찰에 의한 압력 손실( $\Delta p_1$ )

액체가 호스를 따라 흘러갈 때는 호스 내벽과의 마찰로 인하여 에너지 손실이 일어난다. 이를 마찰 손실이라고 하며, 마찰 손실이 일어나면 압력 강하가 발생된다. 압력 강하는 베르누이식에 의하여 손실 수두로써 나타낼 수 있다. 층류의 경우, 관 마찰에 의한 손실 수두  $h_1$ 은 식 (7-6)에서와 같이 구하였다. 여기서  $f$ 는 마찰 계수로서 0.019로 하였으며, 위에서 구한 레이놀드 수  $R_e$ 를 이용하여 Moody chart에서 구하였다. 단, 호스는 아주 매끄러운 관으로 가정하였다.

$$h_1 = f \frac{L}{d} \frac{V_d^2}{2g} \quad (7-6)$$

$$= 0.019 \times \frac{16}{19 \times 10^{-3}} \times \frac{2.16^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 3.80 \text{ m}$$

호스 내벽의 마찰에 의한 압력 손실  $\Delta p_1$ 은 손실 수두  $h_1$ 을 이용하여 식 (7-7)에서와 같이 구하였다.

$$\Delta p_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 \quad (7-7)$$

$$= 1000 \times 9.81 \times 3.80$$

$$= 37278 \text{ Pa}$$

$$= 0.38 \text{ kgf/cm}^2$$

호스에 의한 손실 외에도 각종 관 부속품이나 연결 장치에 의한 손실이 발생한다. 이러한 부분에서 액체의 운동은 매우 복잡하므로 실험에 의하여 손실 계수를 구하는 것이 일반적이다. 손실 계수는 수두 손실,  $h_m = \Delta p / \rho g$ 과 속도 수두,  $V^2/2g$ 의 비로 주어지며, 다음 식으로 표현된다.

$$K = \frac{h_m}{V^2/2g} \quad (7-8)$$

표준 부품에 대해서는 손실 계수가 제시되어 있으므로 이를 이용하였다.

#### (나) 입구 축소 손실

펌프 토출구와 호스의 내경 차이로 인하여 발생하는 손실이다. 관이 축소될 때 손실 계수  $k_f$ 는 0.45로 하였다.

$$\begin{aligned} h_2 &= k_f \frac{V_d^2}{2g} \\ &= 0.45 \times \frac{2.16^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.107\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta p_2 &= \rho \cdot g \cdot h_2 \\ &= 1000 \times 9.81 \times 0.107 \\ &= 1049.67 \text{ Pa} \\ &= 0.0107 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 \end{aligned}$$

#### (다) Tee에서의 손실

Tee에서의 손실은 유체의 흐름에 따라 두 가지로 주어진다. 유체가 90°로 꺾일 때에는  $k_f$ 를 1.8로 하였으며, 직진할 때에는 0.5로 하였다.



$$\begin{aligned}
 h_{3a} &= k_f \frac{V_d^2}{2g} \\
 &= 1.8 \times \frac{2.16^2}{2 \times 9.81} \\
 &= 0.428 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_{3b} &= k_f \frac{V_d^2}{2g} \\
 &= 0.5 \times \frac{2.16^2}{2 \times 9.81} \\
 &= 0.119 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta p_3 &= \rho \cdot g \cdot (h_{3a} + h_{3b}) \\
 &= 1000 \times 9.81 \times (0.428 + 0.119) \\
 &= 5366.07 \text{ Pa} \\
 &= 0.0547 \text{ kg}_f/\text{cm}^2
 \end{aligned}$$

(라) Valve에서의 손실

Angle Valve 가 완전히 개방되었을 때의 손실 계수는 2.0으로 하였다

$$\begin{aligned}
 h_4 &= k_f \frac{V_d^2}{2g} \\
 &= 2.0 \times \frac{2.16^2}{2 \times 9.81} \\
 &= 0.476 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta p_4 &= \rho \cdot g \cdot h_4 \\
 &= 1000 \times 9.81 \times 0.476 \\
 &= 4669.56 \text{ Pa} \\
 &= 0.0476 \text{ kg}_f/\text{cm}^2
 \end{aligned}$$

(마) 총 압력 손실

이론 총 압력 손실,  $\Delta p$ 는 다음과 같이 구하였다.

$$\begin{aligned}\Delta p &= \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 \\ &= 0.38 + 0.0107 + 0.0547 + 0.0476 \\ &= 0.493 \text{ kg}_f/\text{cm}^2\end{aligned}$$

이상의 손실 계산에서는 호스를 직선으로 가정하였기 때문에 호스가 굽은 것을 고려하여 안전 계수를  $n=2.0$ 으로 하였다. 이 때의 총 압력 손실은 다음과 같이 구하였다.

$$\begin{aligned}\Delta P &= \Delta p \times n \\ &= 0.493 \times 2.0 = 0.986 \text{ kg}_f/\text{cm}^2\end{aligned}$$

펌프 토출 압력,  $P$ 는 노즐 선정표에서 최대 노즐 소요 압력,  $p$ 와 압력 손실,  $\Delta P$ 의 합으로 다음과 같이 구하였다.

$$\begin{aligned}P &= \Delta P + p \\ &= 0.986 + 4.08 = 5.066 \text{ kg}_f/\text{cm}^2\end{aligned}$$

#### 다. 펌프 선정

이상에서 계산된 펌프의 토출 유량과 압력을 기준으로 펌프는 원대기제공업사의 WPS-100A를 선정하였다. 선정된 펌프의 주요 제원은 표 7-6과 같다.

표 7-6. 펌프 주요 제원

형 식	펌프형식	중량 (kg)	플런저 직경×행정	회전수 (rpm)		흡수량 (L/min)		압 력 (kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup> )		소요마력 (ps)
				상용	관수	상용	관수	상용	관수	
WPS-100A	횡형 3련 플런저식	53.5	38×38	750	1200	92	150	25	35	8.0

#### 4. 유량 제어 시스템

기본적으로 노즐의 배출 유량은 트랙터의 PTO 속도로서 조절할 수 있도록 하였다. PTO 속도가 빠를수록 배출 유량이 증가된다. 설계 유량을 배출하기 위한 PTO 속도는 500rpm을 기준으로 하였다. 그림 7-2는 봄 방제기의 배관 회로를 나타낸 것이다. 관내의 압력을 조절하기 위한 압력 조절 밸브는 1개를 설치하였다.

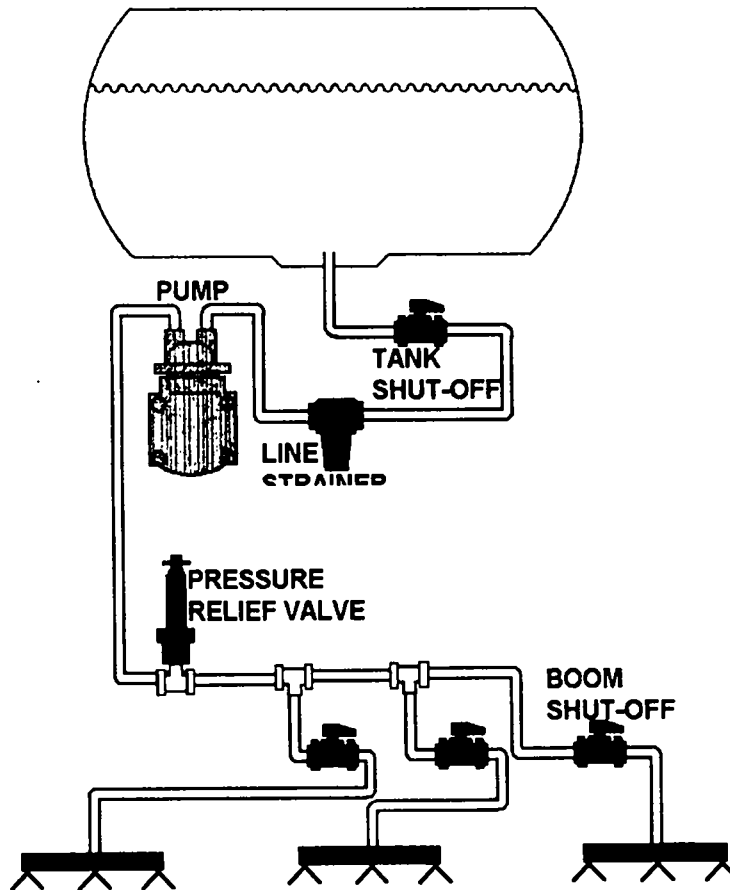


그림 7-2. 약액 배관 회로도.

## 5. 약액통

약액통의 부피는 한 번 만재한 후 가능한 한 넓은 면적을 살포할 수 있도록 크게 하는 것이 좋으나, 약액통을 지지하는 3점 허치의 유압 지지력이 제한되기 때문에 유압 지지력의 범위 내에서 만재되었을 때의 약액통의 무게를 고려하여 부피를 결정하여야 한다. 1회 적재하여 살포해야 할 면적을 30~50a로 결정하고 이를 기준으로 약액통의 부피를 500L로 결정하였다. 그림 7-3은 약액통의 구조와 외형 치수를 나타낸 것이다. 약액통의 재질은 플라스틱으로 하였다.

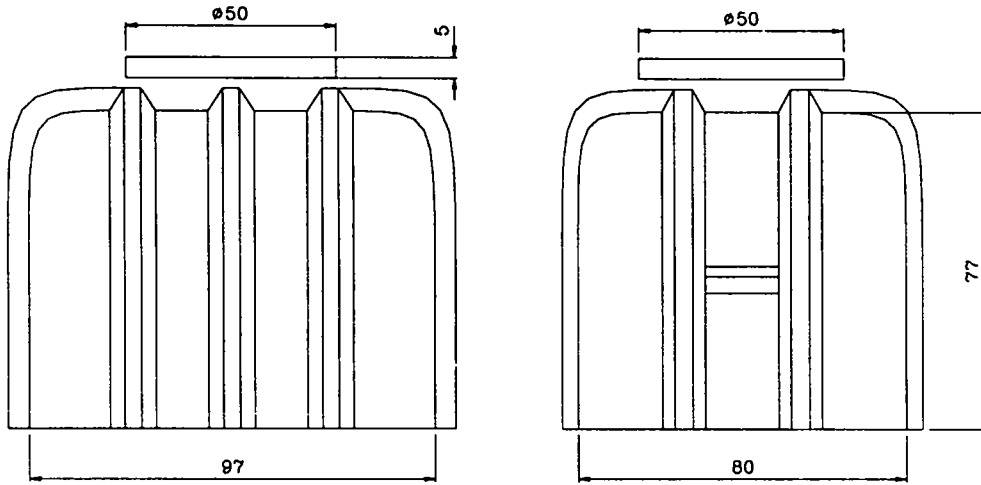


그림 7-3. 약액통 구조와 치수.

## 6. 호스

### 가. 호스 선정

노즐의 호스 연결부 직경이 약 20 mm이므로 호스의 신축성을 고려하여 내경을 19 mm로 결정하였다. 선정된 펌프의 상용 압력이 25 kg/cm<sup>2</sup>이므로 안전계수를 2.0으로 하여 내압은 10.12 kg/cm<sup>2</sup>이상인 것으로 결정하였다. 설계 조건을 만족하면서 현재 농용 분무기에 사용되고 있는 제품 중에서 야성(주)의 제품을 선정하였으며, 주요 제원은 표 7-7에서와 같다.

표 7-7. 호스의 주요 제원

규격 (mm)	내경 (mm)	외경 (mm)	상용 압력 (kg/cm <sup>2</sup> )	파열 압력 (kg/cm <sup>2</sup> )
19	19±0.7	26.6±0.5	50	150

나. 노즐 결속 방법

노즐 결속 방법은 그림 7-4와 같이 호스를 노즐에 직접 연결하여 노즐을 붐에 고정하는 방법과, 노즐을 파이프에 연결한 후 호스를 파이프에 연결하는 방법이 있다. 본 설계에서는 호스를 노즐에 직접 연결하는 방법을 채택하였다.

7. 붐

가. 형상

붐은 포장에서 작업시 모서리에서 한 쪽을 접고 작업할 수 있도록 일곱 부분으로 나누었으며, 좌우 대칭을 이루도록 하였다. 붐의 재질은 강재이며 허용 처짐은 끝단에서 10mm이하로 하였다.

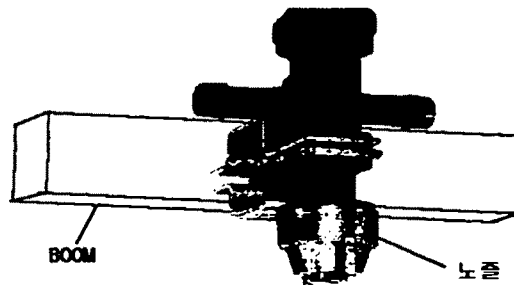


그림 7-4. 노즐의 결속 방법.

나. 접는 방법

첫 번째와 두 번째 관절은 그림 7-5와 같이 책을 바닥에 펴 놓고 접는 것과 같은 방식으로 접도록 하였으며, 세 번째 관절은 그림 7-6에서와 같이 책을 세워

놓고 접는 것과 같은 방식으로 접도록 하였다. 봄이 저절로 접히거나 퍼지지 않도록 잠금 장치를 설치하여 봄을 고정할 수 있도록 설계하였다.



그림 7-5. 봄의 첫 번째 관절과 두 번째 관절을 접었을 때 형상.

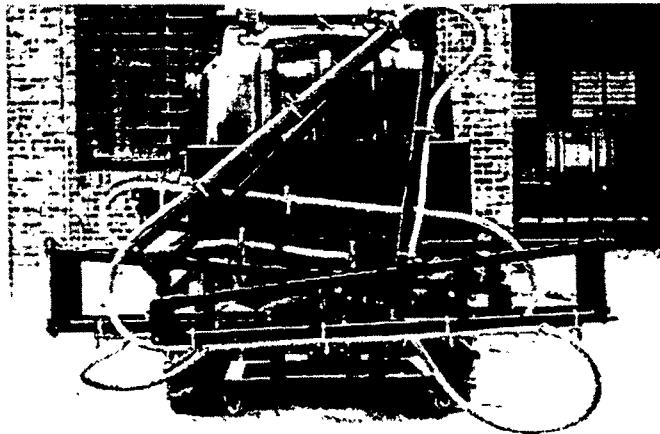


그림 7-6. 세 관절을 모두 접었을 때의 모습 .

다. 포장 작업 모습

그림 7-7은 설계 제작된 붐 방제기를 트랙터에 부착하고 건담에 제초제를 살포하는 시험 광경을 나타낸 것이다.

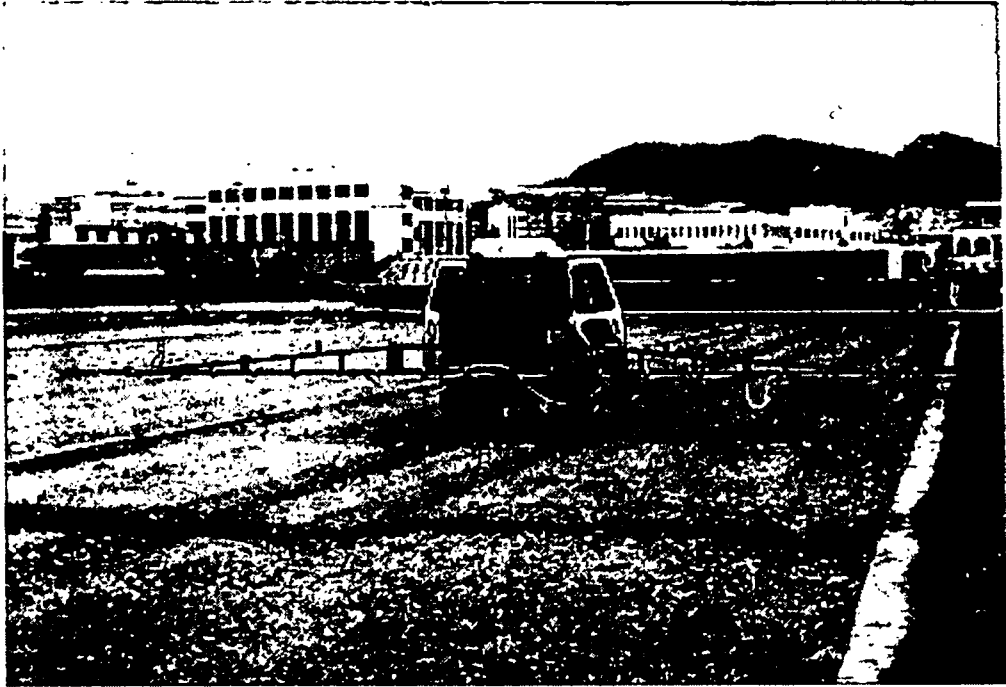


그림 7-7. 포장 작업 모습.

# 여 백



## 제8장 표준 히치

### 1. 개발 배경

담수 직파기는 승용 이앙기의 본체에 직파기를 부착하는 형식으로 되어 있다. 필요에 따라 승용 이앙기 본체에 이앙 작업기 또는 직파 작업기를 부착하여 이앙 작업 또는 직파 작업을 수행할 수 있도록 되어 있다.

현재 담수 직파기는 LG전선(주), 대동공업(주), 중앙공업(주) 3개사에서 생산되고 있으며, 승용 이앙기는 LG전선(주), 국제종합기계(주), 동양물산기업(주), 대동공업(주) 4개사에서 생산되고 있다. 그러나, 이앙기 본체의 히치가 각 제작사마다 다르기 때문에 담수 직파기는 특정 제작사의 이앙기에만 부착할 수 있도록 되어 있다. 이러한 문제점은 대 농민 조사에서도 지적된 바 있다. 동력원으로 사용되는 본체와 부속 작업기의 연결 장치는 일반적으로 표준화되어야 한다. 즉, 승용 이앙기의 히치를 표준화할 필요가 있는 것이다. 표준 히치를 사용함으로써 제작사간 이앙 작업기와 직파 작업기의 호환성은 물론 다양한 승용 이앙기용 작업기를 개발하는 데에도 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

### 2. 특징

현재 사용되고 있는 승용 이앙기 히치의 주요 특징은 다음과 같다.

#### 가. 상·하부 링크

본체와 작업기의 연결 링크는 상부와 하부 링크로 구분할 수 있다. 상부 링크는 이에 연결된 유압 장치를 통하여 작업기의 모든 중량을 지지하므로 굵은 한 개의 링크로 되어 있거나, 하부 링크와 같은 굵기의 두 개의 링크로 구성되어 있다. 제작사에 따른 상부 링크의 차이는 표준화에 큰 장애 요인으로 작용한다. 하부 링크는 상부 링크 취부점을 회전축으로 하는 모멘트 하중을 지지하며 두 개의 링크로 구성되어 있다. 하부 링크는 제작사가 모두 동일한 형식을 취하고 있다.

#### 나. 취부점의 위치

본체와 작업기를 결합하는 상·하부 링크 취부점은 상부 링크의 구조 및 상·하부 링크 길이의 차이에 의하여 각 회사마다 그 위치가 다르다. 같은 회사의 제품이라도 직파기의 취부점과 이앙기의 취부점 위치가 서로 다르다. 일반적으로 하부 링크 취부점 사이의 간격은 작업기의 폭이 상대적으로 넓은 직파기에서 더 넓다.

#### 다. 결합 방식

일반적으로 직파기에서는 작업기와 본체 사이에 각 회사마다 다른 결합 장치를 사용하고 있으며, 이앙기의 경우에는 직접 연결하는 방식을 취한다. 결합 장치는 상·하부 링크에서와 마찬가지로 작업기의 중량 및 모멘트 하중을 지지하며, 작업기의 착탈을 용이하게 한다.

### 3. 개선 방안

이상에서 살펴 본 바와 같이 상·하부 링크 구조, 취부점의 위치 및 결합 방식은 각 제작사와 작업기의 종류에 따라서 다르다. 따라서, 상·하부 링크의 구조, 결합 방식, 부착 작업기 종류 등에 따른 제작사의 고유한 특징을 유지하기 위해서는 작업기의 착탈과 관련된 상·하부 링크의 취부점만을 표준화하여야 한다. 이를 위한 표준화의 기본 방향은 다음과 같다.

첫째, 상부 링크의 구조는 각 제작사의 고유한 특징이므로 기존의 방식 모두를 지원할 수 있도록 상부 링크 취부점을 결정한다.

둘째, 하부 링크의 취부점은 작업기 장착시 안정성을 위하여 하부 링크 취부점 사이의 간격이 상대적으로 큰 직파기를 기준으로 각 제작사가 채택하고 있는 치수의 평균을 취한다.

### 4. 표준 히치의 취부점

이상에서 제시한 개선 방안을 기본으로 하여 설계한 표준 히치의 취부점과

치수는 각각 그림 8-1과 표 8-1에서와 같다.

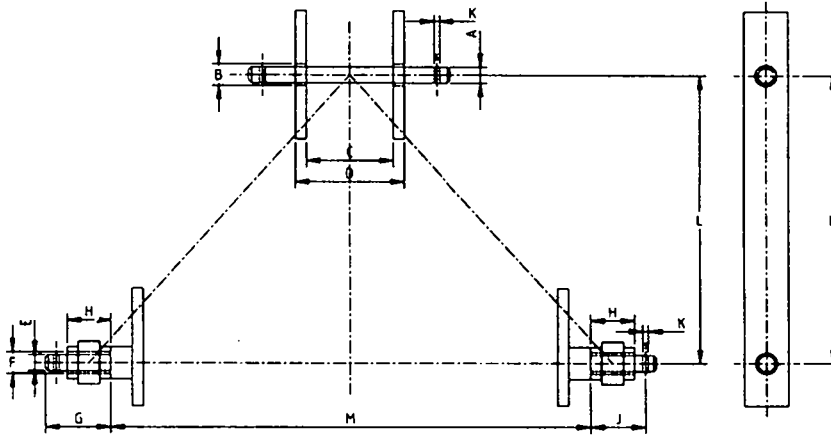


그림 8-1. 표준 히치의 취부점.

표 8-1. 규격 치수

부위	규격	규격 치수(mm)	부위	규격	규격 치수(mm)
상부 링크 취부점	히치핀 직경, A	$\varnothing 16_{-0.2}^0$	링크 취부점	히치핀 길이, G	50
	히치핀 구멍 직경, B	$\varnothing 16.5 \pm 0.2$		꺾쇠 폭, H	30
	마스트 내면 폭, C	70	린치핀	린치핀 구멍 길이, J	40
	마스트 외면 폭, D	80		린치핀 구멍 지름, K	$\varnothing 5.5$
하부	히치핀 직경, E	$\varnothing 16_{-0.2}^0$	마스트	마스트 높이, L	180
	히치핀 구멍 직경, F	$\varnothing 16.5 \pm 0.2$		하부 히치점 간격, M	300

\*린치핀 직경 =  $\varnothing 5.0$

## 5. 표준 히치 적용시 예상되는 문제점

이상의 표준 히치를 채택할 때 예상되는 문제점을 검토하고 그 해결 방안을 모색하였다. 표준화를 위해서 현재의 히치에 대한 최소한의 수정을 한다고 하더라도 제작사에 따라서는 수정의 정도가 다르기 때문에 표준화 안을 수용하는 데는 각 제작사의 이해가 상반될 수 있다. 또한, 히치 표준화의 필요성에 대한 기본 인식도 다를 수 있다. 본 연구에서는 이러한 문제는 차치하고 기술적으로 제기될 수 있는 문제점만을 검토하였다.

### (1) 작업기 최대 중량에 대한 최소 유압 상승력

각 제작사의 이앙 작업기와 직파 작업기의 최대 중량을 고려하여 작업기의 상승 조작에 필요한 최소의 유압 상승력 결정하고, 이에 따라 유압 장치의 성능을 높여야 한다.

### (2) 작업기의 중량 차이에 의한 링크 및 히치부의 강도 문제

이앙 및 직파 작업기의 최대 중량을 고려하여 필요에 따라 히치부의 강도를 보강하여야 한다.

### (3) 히치부의 구조와 치수 변경에 의한 각종 레버 및 부착 장치의 간섭 문제

히치부의 치수를 변경함으로써 기존 장치간의 간섭이 일어나거나, 취부 자체가 불가능한 경우에는 부착 장치를 재설계하고 그 위치도 변경하여야 한다. 예를 들면, 심음 깊이를 조정하는 레버가 이러한 장치에 해당될 수 있다.

### (4) 작업기의 상승·하강 조작시 링크 길이의 차이에 의한 승하강 높이의 차이 및 본체와의 간섭 문제

시뮬레이션 또는 실제 취부 시험을 통하여 승하강 조작시 본체와의 간섭 여부를 검토하고 간섭이 발생할 경우, 관련 부분의 구조를 변경하여야 한다.

#### (5) 유압 감지 장치

히치부의 치수가 변경됨으로써 유압 감지 플로우트의 설정각과 유압 감지 전달 방식을 변경해야 할 경우가 발생할 수 있다. 현재 대동공업에서는 유압 감지 전달 방식으로서 로드 타입을 사용하고 있으며, LG기계에서는 와이어 타입을 사용하고 있다. 유압 감지 전달 방식을 표준화를 시도함으로써 이러한 문제 해결할 수도 있을 것이다.

#### (6) PTO 전동 라인 문제

본체 바퀴의 회전수당 PTO축 회전수를 고려하여, 본체의 PTO축 스플라인을 표준화하여야 한다.

#### (7) 이앙 작업시 배드의 이송 운동으로 인한 히치부의 진동 문제

불균일한 조건 간격을 초래할 수 있으므로 진동 방지를 위한 대책을 강구하여야 한다.

표준 히치의 목적은 승용 이앙기 본체의 히치부를 표준화함으로써 타 제작사의 작업기를 장착할 수 있도록 하는 데 있다. 그러나, 이상의 문제점을 살펴보면 표준 히치를 적용하기 위한 구조 변경의 문제보다는 작업기의 작동과 구동을 위한 유압 계통이나 PTO 전동 라인에 대한 문제점을 해결하는 데 어려움이 있음을 알 수 있다.

## 6. 표준 히치의 적용

본 연구에서 설계한 표준 히치를 각 제작사의 제품에 적용할 경우 히치부의 기본 모양과 주요 치수는 각각 그림 8-3, 그림 8-5, 그림 8-7과 같이 제시될 수 있다.

가. 대동공업 DS-600R

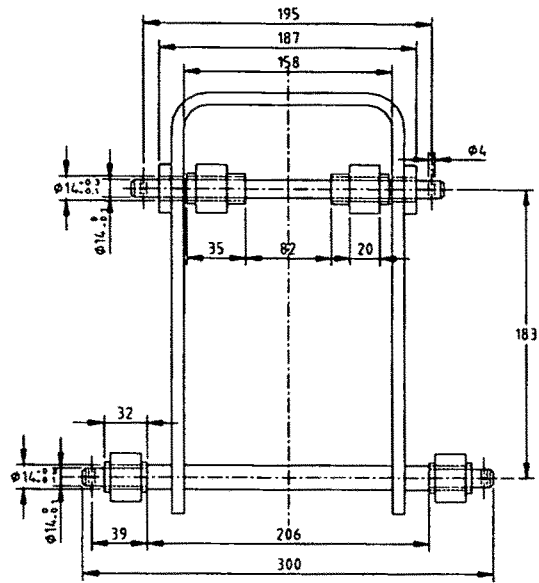


그림 8-2. 대동공업의 DS-600R.

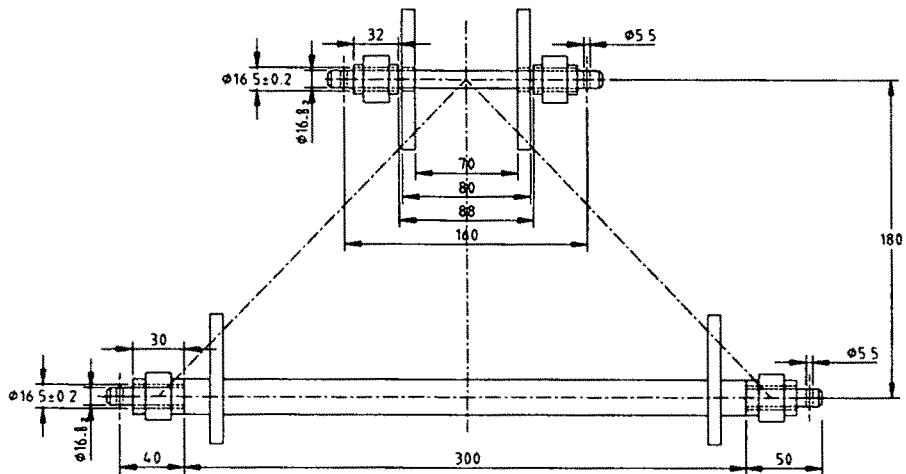


그림 8-3. 표준 히치를 적용한 대동공업 DS 600-R.

나. LG전선 기계CU GDS60

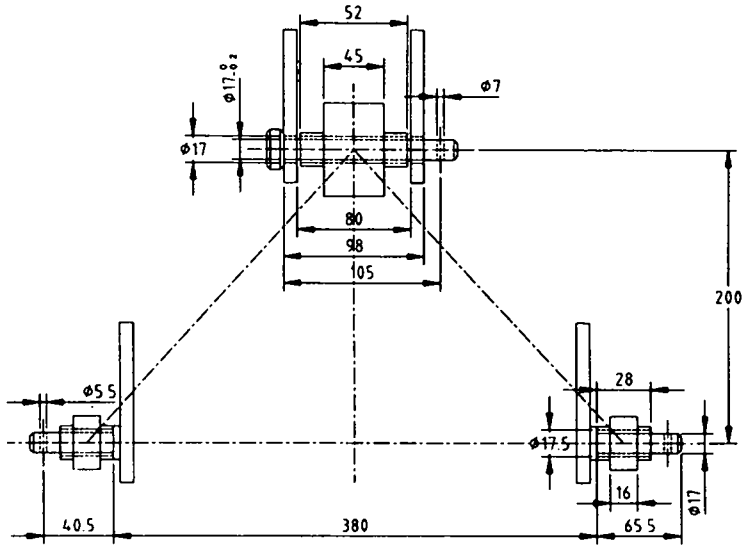


그림 8-4. LG전선 기계CU GDS60.

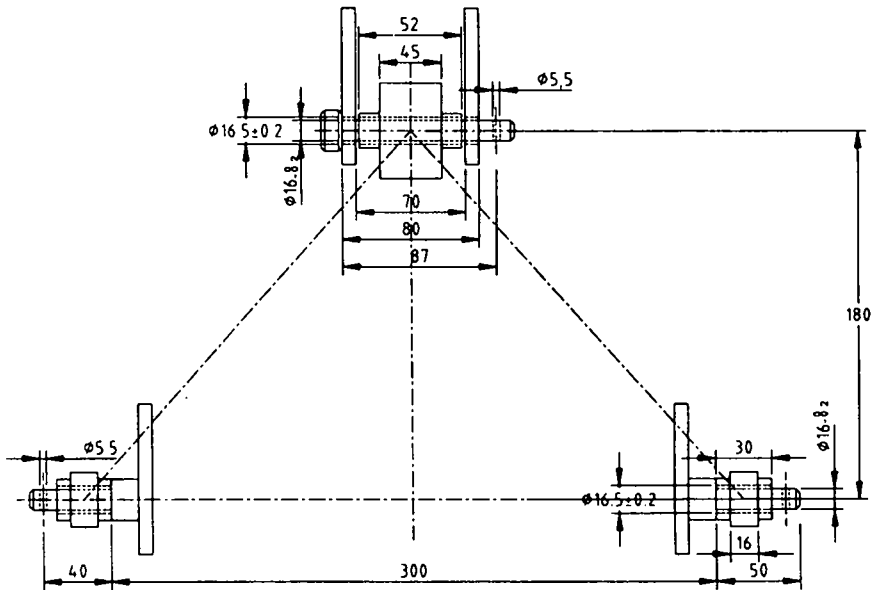


그림 8-5. 표준 히치를 적용한 LG전선 기계CU GDS60.

다. 중앙공업 JSW-6000T

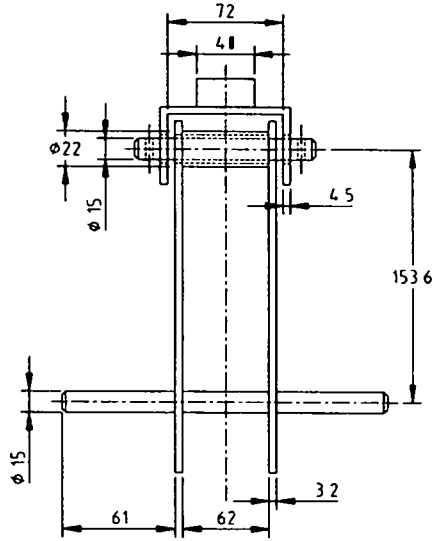


그림 8-6. 중앙공업 JSW-6000T.

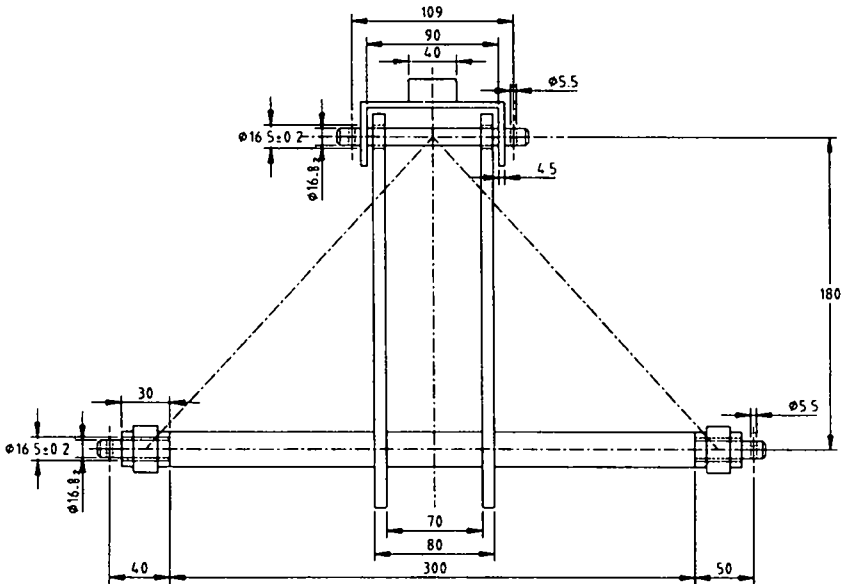


그림 8-7. 표준 히치를 적용한 중앙공업 JSW-600T



## 제9장 담수 직파기의 분석과 설계

### 1. 기본 설계 조건

담수 직파기

- 주간 거리 : 12, 14, 16 cm (조정가능)
- 조간 거리 : 30 cm ( 고정 )
- 파종량 : 3-8 립/주 , 4 kg/10a
- 작업 속도 : 0.5 - 0.8 m/s
- 적재 종자량: 20 kg
- 파종 깊이 : 종자 0 - 5 mm  
비료 50 mm

### 2. 설계 조건

#### 가. 점파

벼를 점파할 경우, 조파에 비하여 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 줄뿌림보다 수확량이 증가된다. 둘째, 단위 면적당 파종량이 감소된다. 셋째, 이앙 재배에서와 같은 생육 환경을 조성할 수 있다. 현재의 벼 재배 기술은 대부분 이앙 재배를 기준으로 한 것이기 때문에, 점파에 의한 생육은 기존 작업 체계를 바로 적용할 수 있고, 농민에게도 심리적인 안정감을 줄 수 있다. 넷째, 생산비 절감을 위한 무경운 재배에서도 점파가 유리한 것으로 알려지고 있다.

#### 나. 측조 시비

측조 시비란 비료를 종자의 옆쪽에 간격을 두고 뿌리는 것을 말한다. 작물 재배 전문가에 의하면 측조시비를 하지 않고 비료와 종자를 같은 위치에 파종할 경우 모의 초기 생육이 왕성하여 줄기가 과성장하게 된다. 이런 초기 과성장이 이루어지면 뿌리가 줄기에 비해 빈약해져 도복(쓰러짐)의 피해가 심하다. 또한, 병충해가 많아지고, 이삭 수가 적어지게 된다. 측조 시비를 하기 위해서는 비

료가 5cm 정도 땅속에 묻혀야 한다. 비료가 땅속에 묻히면, 유실이 방지되어 그냥 뿌릴 때보다 30% 정도 시비량을 줄일 수 있다. 비료를 조간의 중앙 정도에 시비하면 종자에서 너무 멀리 떨어져 시비의 효과가 반감한다. 결론적으로 비료는 종자와 근접한 위치에 땅속에 5cm 가량 묻히는 것이 좋다.

### 3. 설계 분석

#### 가. 점파에 영향을 미치는 부분

배종장치와 종자도관은 종자의 운동과 직접적인 관련이 있는 장치이므로 점파를 위해서는 이 두 장치를 적절하게 설계하는 것이 중요하다.

첫째, 배종 장치는 종자의 흐름을 조성해 주는 장치이므로 각각의 종자 공급 구간이 명확히 구분되어야 한다. 예를 들어 0.5 m/s 로 일정하게 이동하면서 주간 거리 0.16 cm 로 작업하여야 한다면, 0.32 초마다 한 번씩 3 - 8 량의 종자를 공급하여야 한다. 즉, 0.08 초 동안 종자를 공급하고 0.24 초 동안 쉬다가 또다시, 0.08 초 동안 종자를 공급하는 일을 반복하여야 한다. 이 부분은 건담 직파기에서 설계된 롤러 시스템을 그대로 적용할 수 있다.

둘째, 배종관은 배종 롤러에서 지면까지 종자의 흐름을 유도하는 부분이다. 배종 롤러에서 떨어진 종자가 바로 지면에 닿도록 하는 것이 가장 좋은 방법이다. 그러나 여러 장치를 부착하여야 하고, 지면의 굴곡으로 인해 지면까지의 거리가 바뀌므로 지면에서 좀 떨어진 위치에 배종 롤러를 설치해야 한다. 이럴 경우 종자의 흐름을 통제해 줄 배종관이 필요하다. 이런 목적으로 도입되었기 때문에 배종관은 있으면서도 없는 것처럼 작용해 주어야 한다. 즉 바람에 의해 종자가 날리는 경우 등을 막기 위해 필요하지만, 종자가 롤러에서 지면까지 가는 동안 어떠한 영향도 주어서는 안 된다. 결론적으로 이상적인 배종관은 외부의 영향을 배제하고, 종자의 흐름을 방해하지 않는 두 가지 조건을 충족시켜야 한다.

#### 나. 배종관 분석

θ 만큼 기울어진 판에 자유낙하하던 물체가 충돌하면, 초기 진행 방향(수직

방향) 보다 2θ 만큼 기울어진 방향으로 튀겨 나간다.

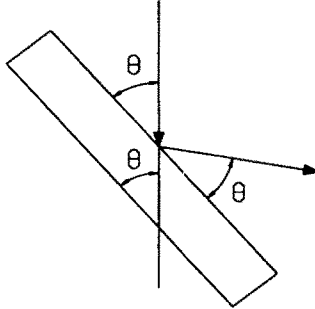


그림 9-1. 자유낙하 하는 물체의 경사면과 충돌 전, 후 속도의 방향

충돌 후에는 수직 방향의 속도 성분이  $V \cdot \cos(2\theta)$  로 줄어든다.  $45^\circ$  이상으로 충돌하면 밑으로 가던 종자가 위로 튀어 오르게 된다. 부딪히지 않고 곧바로 떨어진 종자는 지면의 정해진 위치(그림의 A)에 닿지만, 벽에 부딪힌 종자는 다른 종자들보다 늦게 떨어져 같이 떨어진 종자와 다음에 떨어질 종자의 사이(그림의 B)에 위치하게 된다.

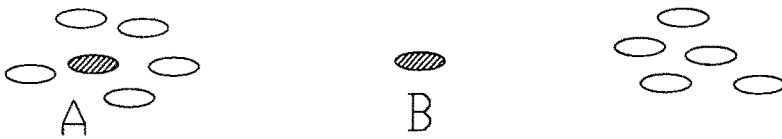


그림 9-2. 벽에 부딪힌 종자(B)와 그대로 떨어진 종자(A)가 지면에 도달하였을 때의 위치

이러한 종자가 많아질 수록 파종은 즐뿌림에 가까워지는 것이다. 또한, 종자의 형태가 불규칙적이므로 충돌 이후에 종자가 어디로 어떤 속도로 움직일 지는 전혀 예측할 수가 없다. 따라서 종자 배출관은 곧아야한다. 현 담수 직파기의 배종관은 세 부분으로 나누어 볼 수 있다. 롤러 케이스와 플라스틱 받이,

철제 가이드가 그것이다. 그림 9-3 은 현재의 배종관을 앞에서 보았을 때와 옆에서 보았을 때를 그린 것이다. 실 선은 종자의 낙하 경로이다.

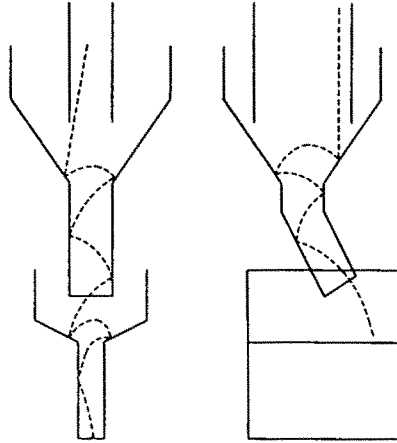


그림 9-3. 현 배종관에서 종자가 떨어지는 일반적인 경로

관을 여러 부분으로 나눌 때, 그 사이의 연결에 주의해야 한다. 그렇지 않으면 종자가 곧바로 내려가지 않고 방해를 받게 된다. 즉 그림 9-4와 같이 연결 부위에서 튀어 오르게 된다.

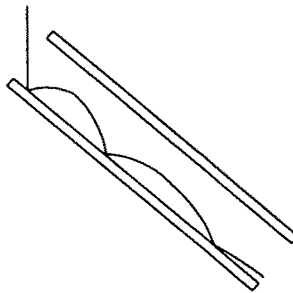


그림 9-4. 경사진 배종관에서 종자가 낙하하는 경로

또한, 좁은 관에서 넓어지는 것은 크게 문제가 되지 않지만 넓은 관에서 좁아지면 흐름을 방해한다. 현재 담수직파기의 배종관에서의 종자 흐름은 거의 대부분 불규칙적이다. 좁아지는 부품 연결부에서 튀어 오르며, 배종관 내벽과는 불규칙적으로 충돌한다. 이렇게 되면 배종 물러에서 규칙적이고, 분리적(discrete, separated)인 종자의 흐름을 만들어 주더라도 배종관을 지난 후에는 불규칙적이고, 연속적인 흐름이 된다.

따라서 배종관은 수직하고, 크기가 일정해야 한다. 일정하더라도 경사진 관 내에서 그림 9-4와 같이 종자가 튀어 오르거나, 미끄러지게 된다.

#### 다. 진압 장치 분석

진압 목적은 종자가 토양과 밀착하게 되어 토양에서 종자로의 수분 공급을 원활하게 하며 새들에 의해 파헤쳐지는 것을 방지하는 것이다. 수분 공급의 관점에서 볼 때, 건담 직파에서는 일정 압력 이상의 진압이 꼭 필요하지만, 담수 직파에서는 수분 공급이 충분하기 때문에 진압을 그렇게 크게 할 필요는 없으리라 판단된다.

진압륜 방식은 견인시 저항력이 작으며, 구름저항을 무시하면 지면에 수직 방향의 힘만을 토양에 미치기 때문에 진압이라는 원래의 목적에 알맞은 장치이다. 따라서, 건담 직파에는 진압륜 방식이 선호된다. 하지만 담수 직파시 물은

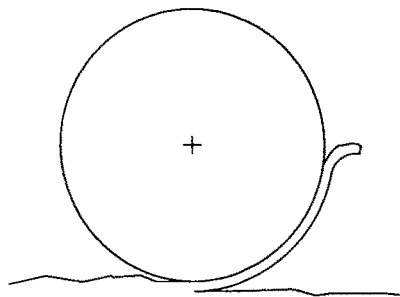


그림 9-5. 물논에서 진압륜을 사용하였을 때의 문제점

에서 진압륜을 사용한다면 그림 9-5와 같이 점성이 있는 논흙이 진압륜에 달라붙게 된다. 흙이 달라붙는 것은 제거 칼날을 이용해서 제거하면 되지만 파종된 종자가 흙과 함께 붙어 올라와서 파종 상태가 교란될 수도 있다.

진압추방식을 이용할 경우 종자와 토양 사이의 마찰계수( $\mu_{sl}$ )는 종자와 진압추 사이의 마찰계수( $\mu_{sw}$ ) 보다 크다.

$$\mu_{sw} < \mu_{sl}$$

따라서, 그림 9-6과 같이 진압추가 위에서 누를 경우(혹은 누르면서 끌고 갈 때), 종자는 땅속으로 밀려들어간다. 추를 끌고 가는 힘이 작용하기 때문에, 수직력 이외에도 전단력이 발생한다. 따라서, 진압륜 방식에 비해 흙이 적게 달라붙는다.

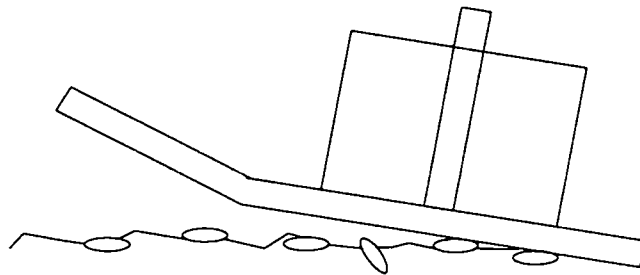


그림 9-6. 진압추의 적절한 진압 위치

진압추의 앞부분에 종자가 걸리지만 않는다면 파종 상태가 진압 이후에 교란되지 않는다. 그러므로, 정상적인 작동 상태일 때, 진압추가 앞쪽이 약간 들리고 뒤쪽이 내려간 경사진 상태가 되도록 해 주는 것이 좋다. 너무 경사져서 땅을 파고 지나가도 안 되는 것은 물론이다. 앞쪽이 약 20° 가량 들리는 것이 좋을 것이다.

#### 라. 조간 거리 조정

담수 직파기의 조간 거리 조정은 다음과 같은 몇 가지의 복합적인 이유에서 적용하지 않는 것이 바람직하다고 판단된다. 현재의 이앙기도 조간 거리를 조절하지 않는다.

플로트(float)는 파종 깊이 조절하고 바퀴 자국을 제거하는 두 가지 역할을 한다. 바퀴 자국 제거 기능은 플로트의 좌우 이동을 제약한다. 플로트를 움직이지 않고 조간 거리를 조절하려면, 작조날이 플로트에서 분리되어야 하므로 작조날이 플로트 뒤쪽으로 가야 하는데, 이렇게 하면 기체의 길이가 과다하게 길어지게 되며, 각 장치들을 위치시키기 어렵게 된다. 또 이렇게 만들더라도 과다한 무게 증가로 이앙기의 유압에 의한 상승력의 한계를 넘을 수 있다.

#### 마. 기어 박스 기어비

이앙기의 이동 속도와 PTO 축의 회전 속도를 감안하여 결정한다. 기어 박스는 PTO 축의 속도에 따른 배종 및 시비 롤러 축의 속도를 결정하게 된다.

이앙기의 가속 레버를 최저 위치에 두었을 때와 최고 위치에 두었을 때의 두 가지 경우로 실험하였다. 이앙기의 속도와 PTO 축의 회전속도를 비교하였다.

롤러 축의 회전속도는 다음과 같이 구해진다.

$$\omega_{rs} = \frac{60 \times V}{n \times l}$$

$\omega_{rs}$  : 롤러 축(roller shaft)의 회전속도 (rpm)

V : 이앙기의 전진 속도 (m/s)

n : 배종 롤러 홈의 개수 (개)

l : 주간거리 (m)

기어비는 다음과 같이 구해진다.

$$R = \frac{\omega_{PTO}}{\omega_{rs}} = \frac{\omega_{PTO} \times n \times l}{60 \times V}$$

- R : 기어 박스의 기어비
- $\omega_{PTO}$  : PTO 축의 회전속도 (rpm)
- $\omega_{rs}$  : 롤러 축의 회전속도 (rpm)

이앙기의 이동 속도와 그 때의 PTO 축의 회전 속도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 단단한 지면에서 실시하였으므로, 슬립이 전혀 없었다고 가정할 수 있다. 롤러의 홈수는 5개로 하였다.

• 각 상황별 PTO 축의 회전속도 (rpm)

부변속	가속페달	주간 12 cm	주간 14 cm	주간 16 cm
저속	저속	103	93	78
	고속	277	245	210
고속	저속	141	126	107
	고속	373	331	282

• 각 상황별 이앙기 이동 속도(m/s) : 단단한 지면(슬립=0)의 경우

부변속	가속페달	10m 이동시 걸린 시간(sec)	이앙기 이동 속도(m/s)
저속	저속	42.34	0.236
	고속	15.94	0.627
고속	저속	31.47	0.318
	고속	11.85	0.844



이 결과들을 위에서 제시된 두 식에 대입하여 필요한 기어비를 계산할 수 있다.

• 각 상황별 필요한 기어비

부변속	가속페달	주간 12 cm	주간 14 cm	주간 16 cm
저속	저속	4.36	4.59	4.40
	고속	4.42	4.56	4.46
고속	저속	4.44	4.63	4.49
	고속	4.42	4.58	4.46

필요한 기어비의 평균은 4.48 로 계산되었다. 물논에서 슬립이 10 % 정도로 발생한다고 가정하면, 기어 박스의 기어비는 5 가 적당하다. 현재의 기어비는 8 이다. 이는 흡수가 8개에서 5개로 줄어든 데 원인이 있다. 따라서, 기어 박스의 기어비는 5 : 1 로 한다.

#### 4. 각부 설계

기본적으로 현재의 직파기 시스템을 최대한 이용하면서, 필요한 부분품을 추가하고, 개선이 필요한 부분을 바꾼다.

##### 가. 비료통 및 종자통

- 용량 : 20 l 를 기준
- 필요 부분 : 커터 - 종자통, 비료통에서 롤러로의 공급을 단속한다.  
종자통과 시비통이 서로 일체형으로 연결되게 한다.
- 위치 : 비료통을 앞쪽에 위치시키도록 한다. 비료를 시비하여 묻은 후, 종자가 뿌려지고 진압추가 종자를 눌러 준다
- 지지 : 종자통 및 시비통은 롤러 위에 얹혀서 클립을 이용하여 간단하게 착탈할 수 있도록 한다.

#### 나. 롤러 및 롤러 케이스

롤러는 건담 직파기에서 사용된 것을 사용한다. 6개의 배종 롤러와 시비 롤러는 축으로 연결한다. 배종축과 시비 축은 같은 방향으로 회전하여야 하기 때문에 체인으로 연결한다. 기어 박스와 두 축을 또한 체인으로 연결한다.

롤러 케이스의 하단 면에 배종관을 부착할 수 있는 클립을 만든다. 배종관을 착탈할 수 있는 것이 배종관에 부착될 노즐과 센서를 관리하기에 편하다.

#### 다. 배종관

기본적으로 배종관의 길이는 짧게 하고, 모양은 일정한 모양으로 하여 종자가 관 벽에 부딪히는 일이 없도록 한다. 단면이 직사각형인 끝은 관으로 만든다. 그 형태는 도면 형식으로 뒷부분에 추가되어 있다. 롤러 케이스의 하단 부에 배종관을 클립으로 연결할 수 있게 한다. 공기를 분사할 노즐과 감시 센서를 부착한다. 현재 실험용으로 사용되는 노즐과 센서를 부착하려면 약 80 mm 정도의 길이가 필요하다. 감시 센서 때문에 25mm, 노즐 때문에 55mm 정도의 길이가 필요하다. 노즐과 센서의 규격 및 치수는 뒷부분의 그림에 나와 있다. 배종관의 길이는 짧게 할수록 좋다. 만약, 더 짧은 노즐이나 다른 형태의 센서를 사용할 수 있다면 배종관의 길이를 최대한으로 줄이는 것이 좋을 것이다.

플로트가 가장 높이 올라왔을 때를 기준으로 배종관의 끝이 플로트의 표면에서 20-50 mm(가변) 떨어지게 한다. 지면은 플로트 표면보다 10-20mm 낮다. 토양의 상태가 그리 나쁘지 않고, 지면의 굴곡에 대한 유압 시스템의 반응이 빠르다면 더 낮출 수도 있다. 즉, 플로트가 심하게 아래, 위로 움직이지 않는다면 배종관을 더 낮게 할 수 있다.

#### 라. 공기압 노즐 및 감시 센서

별씨의 정상적인 투하를 위해 감시하기 위한 감시 센서를 배종관의 하부에 부착한다. 별씨, 흙덩이에 의해 배종관의 하부가 막혔을 때, 공기를 불어넣어 이를 해소할 노즐을 부착한다. 공기 호스 끝에 노즐을 사용하는 것은 사용되는 공기량을 줄이기 위함이다. 현재 배종관의 길이의 70%는 노즐의 형태에 기인한다.

만약, 짧은 노즐이나 노즐을 대신할 장치를 사용한다면, 배종관의 길이를 대폭 줄일 수 있다.

#### 마. 지지대

세 개의 지지축을 만들어 배종 롤러 축과 시비 롤러 축을 각 두 개의 지지축에 부착한다. 진압추는 지지대에 부착한다.

#### 바. 플로트

지면의 높이는 플로트를 기준으로 설정된다. 플로트와 지지대 사이의 거리는 배종관과 지면 사이의 높이를 결정하므로 이 거리에 준하여 설정한다. 현재와 같이 플로트의 삼각 연결부를 이용하여 간단히 거리를 조정할 수 있게 한다. 두 개의 작조날과 복토 장치를 부착할 수 있게 형태를 만든다.

#### 사. 작조날

시비 장치를 위한 작조날과 파종 장치를 위한 작조날이 필요하다.

• 시비 장치를 위한 작조날 : 50 mm 깊이의 골을 만들어야 한다. 작조된 이후 바로 비료가 떨어지게 배종관의 위치를 정한다.

• 파종 장치를 위한 작조날 : 시비 장치를 위한 작조날과 30mm 정도 옆쪽으로 설정한다.

#### 아. 동력 전달

기어 박스에 전달된 동력을 체인을 통해서 배종 롤러를 구동한다. 두 롤러의 위치가 변하고, 종자통과 시비통 두 개가 들어가기 때문에, 체인 및 기어 박스와 다른 부분품 사이의 간섭이 문제가 될 수 있다. 따라서 체인 및 기어 박스가 종자함이나 지지대에 걸리지 않게 한다.

#### 자. 기어 박스 및 체인

체인 및 기어 박스의 기어비 5:1이 되도록 구성한다. 기어 박스의 기어비

는 10:1이다. 이를 바꾸기가 어려우면 체인의 전동비를 1:2로 한다.

#### 차. 진압 장치

진압추 방식을 채택하며, 현재 평판인 것을 앞부분에 20° 경사진 판 부분이 들어가도록 한다.

### 5. 파종 과정

파종은 6가지 단계를 거쳐 이루어진다.

- ① 시비 작조날이 5mm 깊이의 골을 만든다.
- ② 시비 장치에서 시비관을 통해 비료를 시비한다.
- ③ 복토 장치로 시비된 비료를 덮어 준다.
- ④ 시비 작조날과 30mm 간격으로 설정된 파종 작조날이 새로운 골을 낸다.
- ⑤ 파종 장치에서 배종관을 통해 파종한다.
- ⑥ 진압 장치로 파종된 종자를 살짝 눌러 준다.

그림 6-9.는 각 작업이 끝난 직후의 토양 상태와 파종 상태를 나타낸 것이다. 위쪽의 평행 사변형은 시비 작조날이고, 그 밑의 평행사변형은 파종 작조날이다.

두 수직선은 왼쪽부터 각각 파종 라인과 시비 라인이다. (a)-(d) 각각의 작업 및 시점은 다음과 같다.

(a) 시비 작조날이 지나간 이후, 바로 비료가 떨어진다. 그 이후의 상태이다. 작조날이 지난 바로 직후 비료를 바로 떨어뜨리는 것이 좋다. 논흙은 굳은 상태가 아니므로 변형이 심하다. 따라서, 작조 직후 토양 상태가 바뀌기 전에 비료를 떨어뜨려야 한다.

(b) 복토 장치가 지난 이후의 상태이다. 복토 장치의 폭은 120mm이다. 옆쪽의 토양을 모아서 비료를 덮어 준다.

(c) 파종 작조날이 지나간 이후, 바로 종자가 떨어진다. 그 이후의 상태이

다. 파종 라인이 시비 라인과 30mm 떨어져 있다. 따라서 종자는 비료가 떨어진 위치에서 조금 옆에 위치하게 된다. 파종 작조날의 깊이가 시비 작조날보다 얇으므로 묻혀진 비료의 위치에 큰 영향을 미치지 않는다

(d) 진압 장치가 지나간 이후의 상태이다. 종자가 땅속으로 조금 밀려들어 간다.

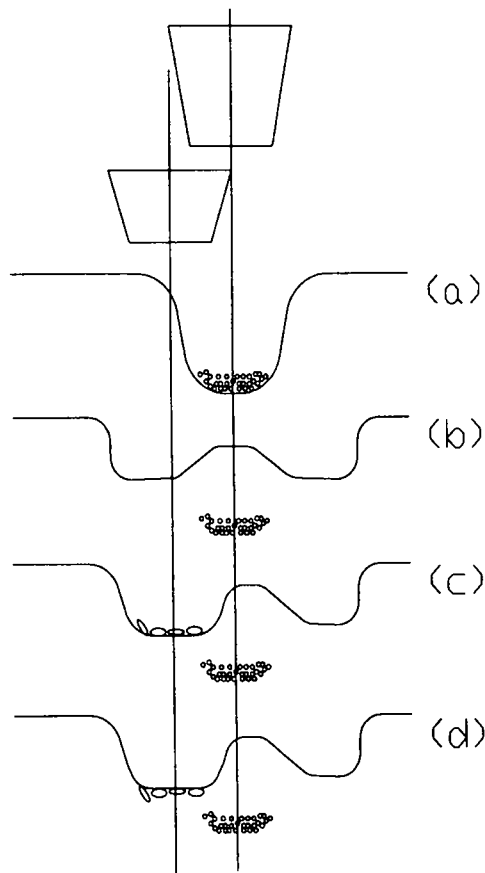


그림 9-7. 각각의 작업이 끝난 이후 토양 및 파종 상태

그림 9-7은 이앙기의 뒷면에서 본 파종 상태이고, 그림 9-8은 이앙기의 측면에서 본 파종 상태이다. 비료가 완전히 묻혔을 때, 점뿌림과 줄뿌림의 두 상태를 보여 준다.

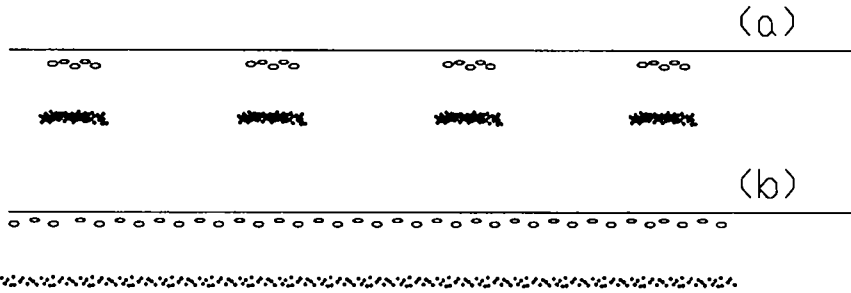


그림 9-8. 비료가 묻혔을 때, 점뿌림(a)과 줄뿌림(b)의 파종 상태

(a)는 점뿌림이 될 때이고, (b)는 줄뿌림이 되는 경우이다. 토양 바로 밑의 타원형이 뺀씨이고, 그 밑의 작은 원형체들은 비료를 나타낸다. 점뿌림을 하고, 비료를 5 cm 가량 묻는다면 비료는 종자가 파종된 위치에 근접하는 것이 좋다. 종자롤러와 시비롤러는 진행방향으로 일정한 거리만큼 떨어져 있기 때문에 두 롤러의 위상이 같을 경우 파종 위치와 시비 위치가 일치하지는 않게 된다. 따라서 그림 (a)에서 처럼 파종 위치와 시비 위치가 일치하려면 두 롤러의 위상에 롤러 사이의 거리에 해당하는 만큼의 차이를 두어야한다. 이 차이는 다음 식으로 계산된다.

$$m = \frac{la - lb}{lb \cdot n} \cdot k = \frac{(250 - 140)}{140 \cdot 5} \cdot 16 = 2.5$$

여기서 la : 롤러사이의 거리 (250 mm)

lb : 주간 거리(140mm)

n : 롤러 홈수(5개)

k : 전동 스프로킷 잇수(16개)

$m$  : 위상차에 해당하는 스프로켓 잇수

스프로켓은 결합하면서 0.5만큼의 차이가 생기므로 홈의 위상이 같을 때를 기준으로 시비롤러를 2칸 앞으로 위치시켜야 한다.

## 6. 설계 치수

### 가. 전체 조립도

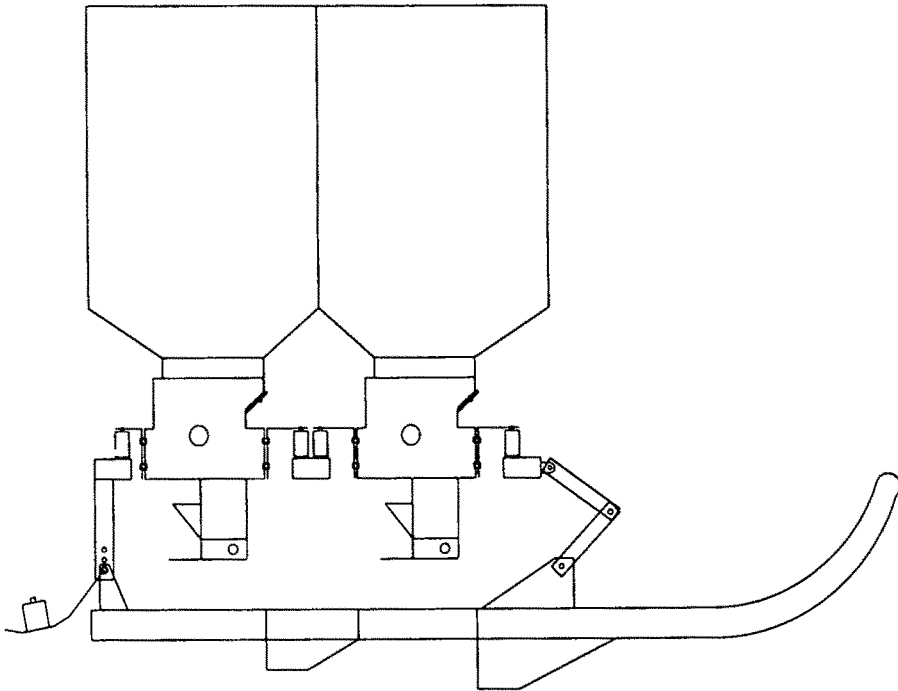


그림 9-9. 담수 직파기 전체 조립도

나. 배종관

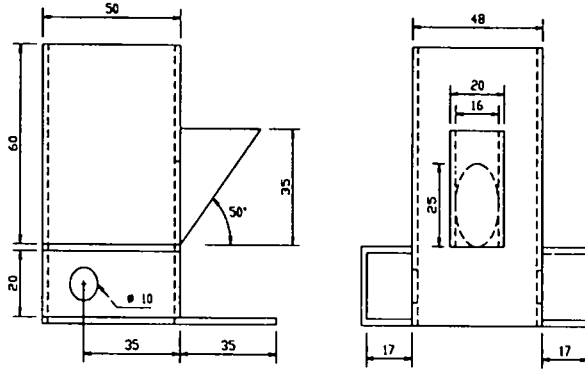


그림 9-10. 배종관의 치수

다음은 이 배종관을 투영하여 본 그림이다.

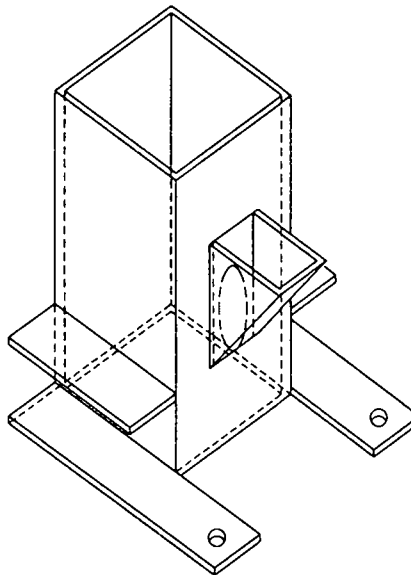


그림 9-11. 감지 센서와 공압 노즐 설치  
치를 고려한 배종관



단면이 직사각형인 곧은 관을 기준으로 하였다. 노즐을 설치할 장소와 감지 센서를 설치할 장소를 마련하기 위해 판들을 배치하였다. 그림에는 나타나지 않았지만 롤러 케이스와 연결할 클립을 옆쪽에 부착하여야 한다.

다. 종자통 및 시비통

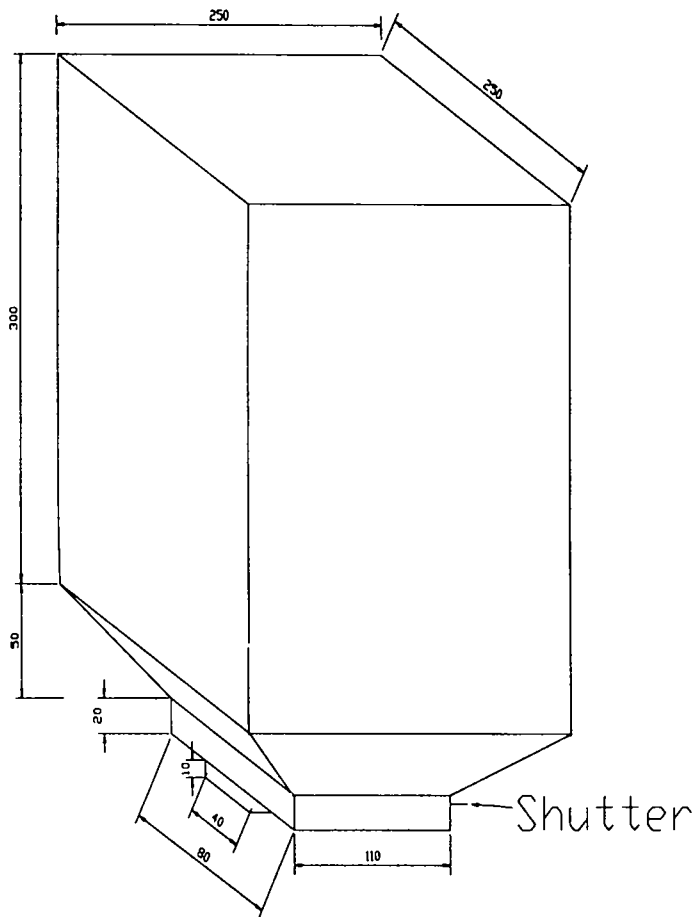


그림 9-12. 종자통 및 시비통 규격

라. 롤러의 조립 위치

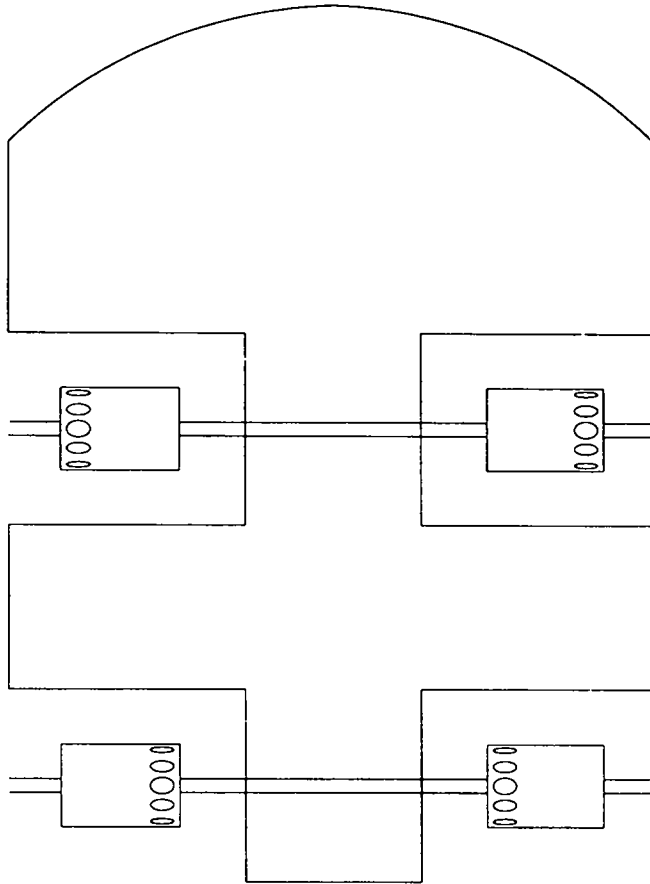


그림 9-13. 롤러의 조립 위치

한 플로트에 위치하는 네 개의 롤러는 그림과 같이 조립되어야 한다. 시비 라인과 파종 라인이 간격을 두고 위치시킬 수 있게 롤러의 방향을 설정하였다. 시비 롤러는 홈의 시작이 플로트의 바깥쪽으로 가도록 조립하고, 파종 롤러는 홈의 시작이 플로트의 안쪽으로 가도록 조립한다.

마. 기타 장치

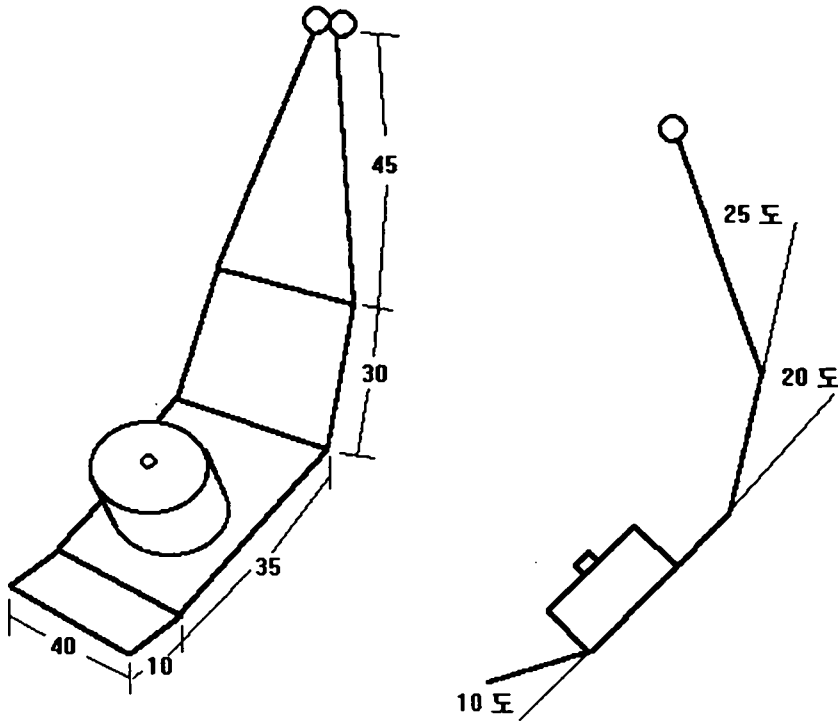


그림 9-14. 진압추

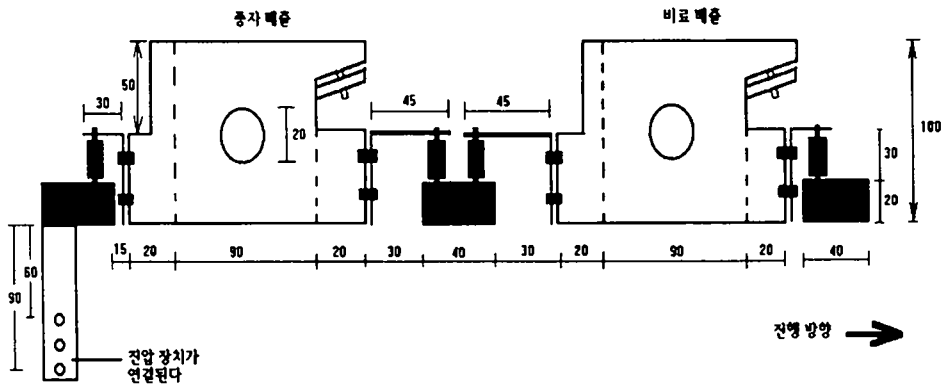


그림 9-15. 배종 장치 측면도

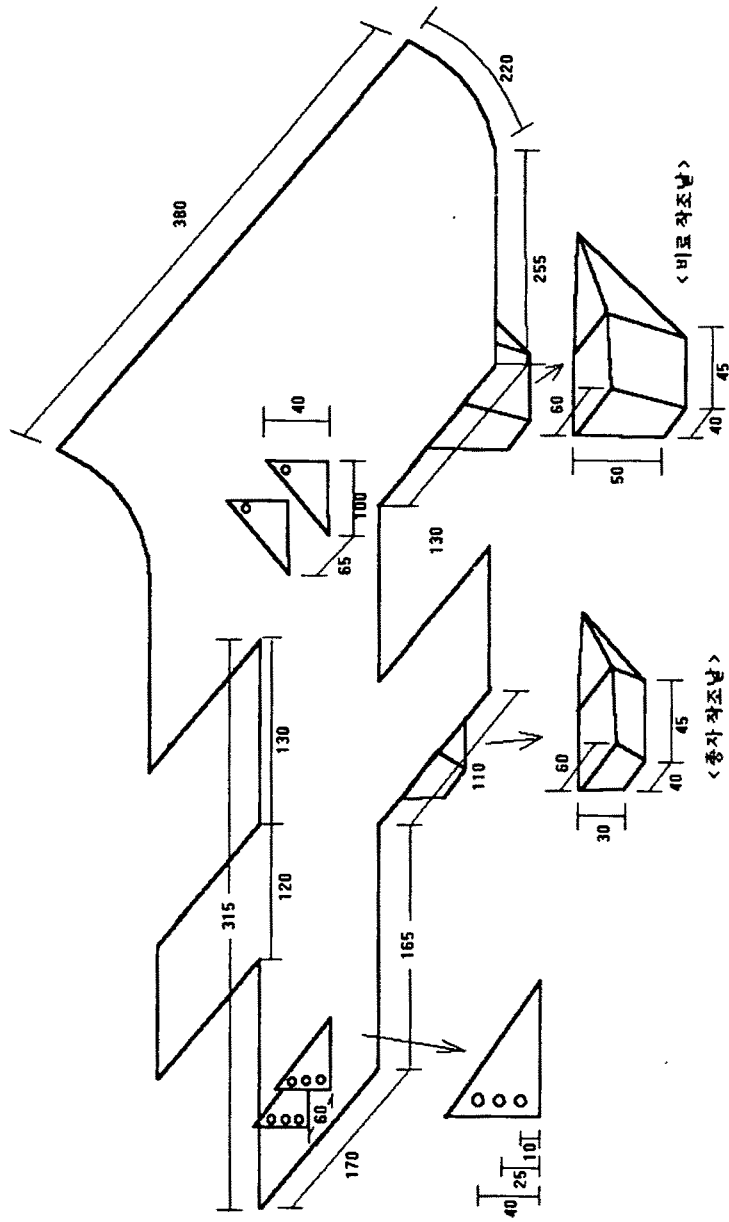


그림 9-16. 해피 노트

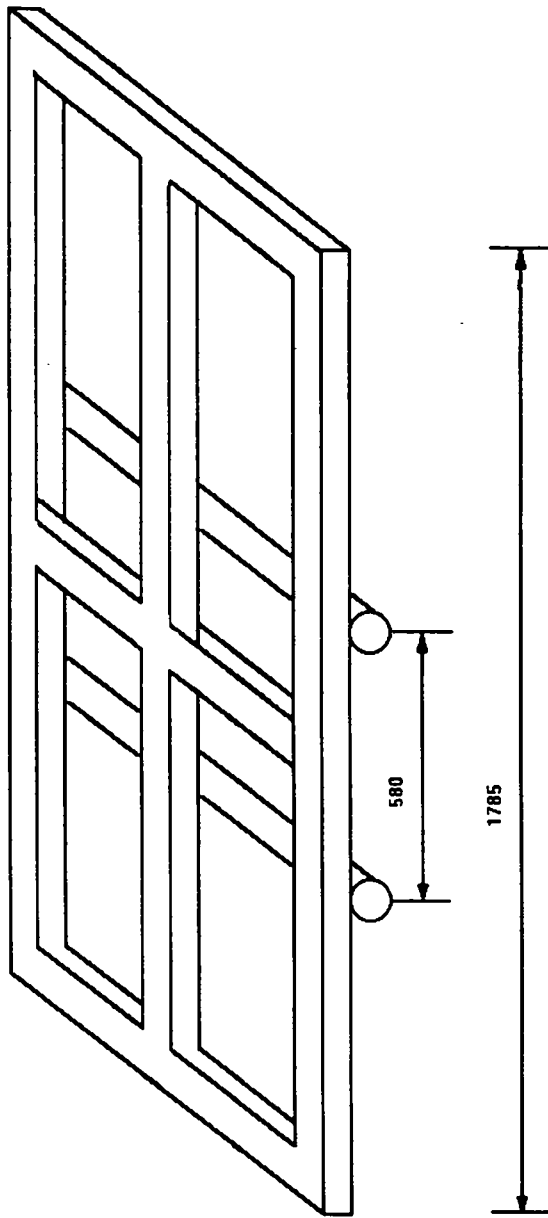


그림 9-17. 배종 장치 지지대

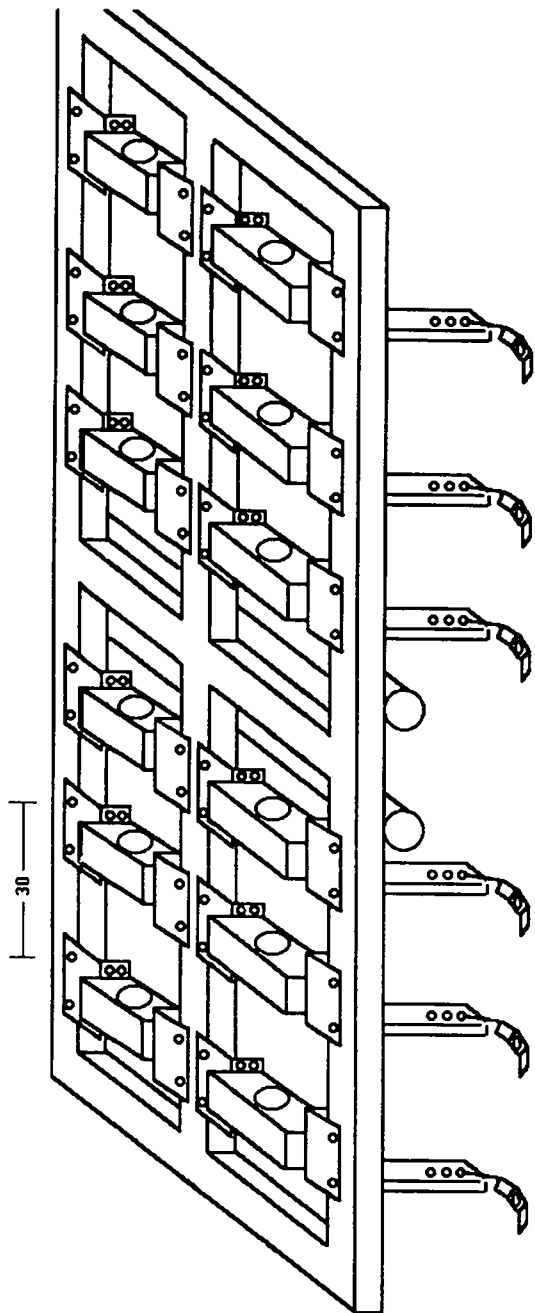


그림 9-18. 지지대 및 배종 롤러 조립도

## 제10장 시작기 제작

본 연구에서 설계한 건담 직파기와 담수 직파기의 제작 도면은 LG전선 기계CU와 서울대학교 농업기계설계연구실에서 작성하였으며, 트랙터 부착형 봄 방제기의 제작 도면은 서울대학교 농업기계설계연구실에서 제작하였다. 제작 도면은 부록 1, 부록 2, 부록 3으로 첨부하였다. 모든 시작기의 제작은 LG전선 기계CU에서 수행하였다.

### 1. 건담 직파기

건담 직파기의 시작기 형상은 그림 10-1과 그림 10-2에서와 같다. 그림 10-1은 측면을 나타낸 것이며, 그림 10-2는 뒷면을 나타낸 것이다.



그림 10-1. 건담 직파기의 측면.

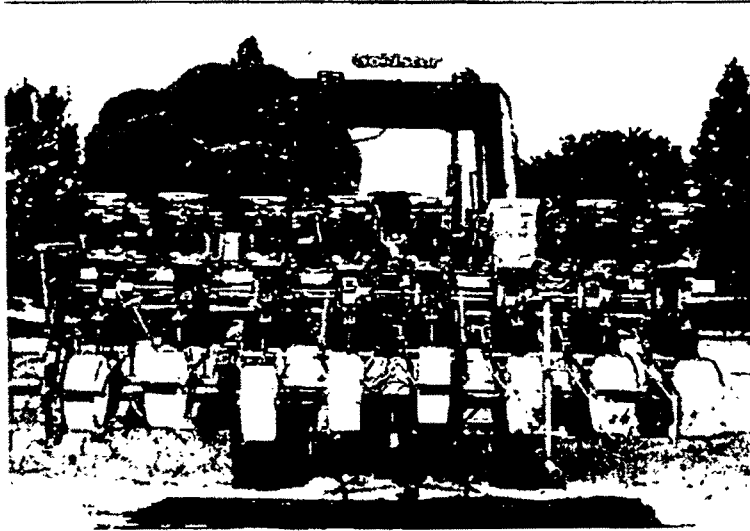


그림 10-2. 건담 직파기의 뒷면.

## 2. 담수 직파기

담수 직파기의 시작기 형상은 그림 10-3에서와 같다.

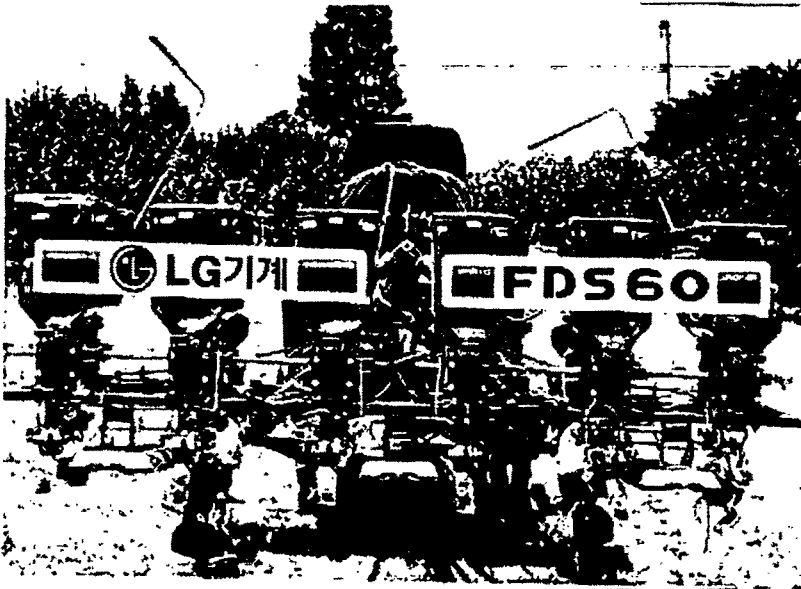


그림 10-3. 담수 직파기의 뒷면.



### 3. 트랙터 부착형 봄 방제기

트랙터 부착형 봄 방제기의 시작기 형상은 그림 10-4에서와 같다.



그림 10-4. 트랙터 부착형 봄 방제기.

여 백

## 제11장 성능 시험

### 1. 점파용 배종 장치 성능 시험

#### 가. 실험방법

기존의 롤러식 배종 장치와 설계된 배종 장치의 파종 상태를 비교 분석하기 위하여 다음과 같은 방법으로 포장 시험을 실시하였다. 우선, 배종 장치를 파종 작업기에 부착하여 파종한 후, 줄자로써 파종된 종자 사이의 거리를 측정하였다. 각 종자의 위치는 주를 나타내는  $i$ 와 주 내에서 종자의 위치를 나타내는  $j$ 를 이용하여 다음과 같이 표현하였다.

$$X_{i,j}, \quad i = \text{index of hill}, \quad j = \text{index of seed in a hill}$$

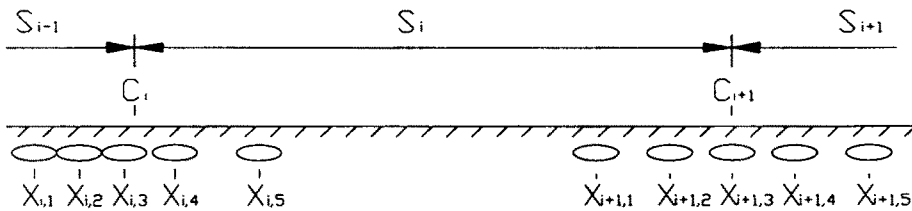


그림 11-1. 파종 상태를 분석하기 위한 데이터 형태.

그림 11-1은  $i$  번째와  $i+1$  번째 주에서 얻어야 할 데이터를 나타낸 것이다. 포장에서는 측정상의 편이를 위하여 다음과 같이 한 주 내에서 종자 사이의 거리와 주와 주 사이의 거리를 측정하였다.

$i$  번째 주 내에서 종자 사이 거리:  $\overline{X_{i,1} X_{i,2}}, \overline{X_{i,2} X_{i,3}}, \dots$

$i$  와  $i+1$  번째 주에서 각각 첫 번째 종자 사이의 거리:  $\overline{X_{i,1}, X_{i+1,1}}$

이 데이터를 이용하여  $i$  번째 주의 분포 중심점  $C_i$ 와 주간 거리  $S_i$ 를 다음과 같이 계산하였다.

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} X_{i,j}}{n_i} \quad (11-1)$$

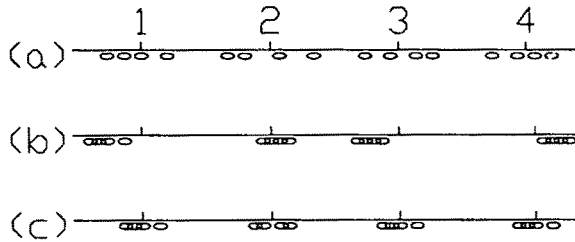
$$S_i = X_{c,i+1} - X_{c,i}$$

여기서,  $n_i = i$  번째 주의 종자 수

주간 거리는 종자의 종류에 따라 다양하다. 종자가 흩어진 정도를 표현하는 데는 설정된 주간 거리에 영향을 받는다. 따라서, 한 주 내에서 개별 종자의 위치는 주간 거리와 분포 중심점을 이용하여 표준화할 필요가 있다.  $i$  번째 주의  $j$  번째 종자의 표준화된 파종 위치,  $SP_{i,j}$ 는 다음과 같이 정의하였다.

$$SP_{i,j} = \frac{X_{i,j} - C_i}{S_i} \quad (11-2)$$

식 (11-2)에서  $\sum_{j=1}^{n_i} SP_{i,j} = 0$ 이 된다. 점파 상태에 대한 평가는 정밀도와 정확도를 이용하여 실시하였다. 그림 11-2는 정밀한 파종과 정확한 파종의 예를 제시한 것이다.



(a) 정확한 파종 (b) 정밀 파종

(c) 정확하고 정밀한 파종.

그림 11-2. 파종 상태의 형식.

그림 11-2(a)는 정확한 파종을 나타낸다. 각 주 내에서 종자는 흩어져 있으나 주간 거리는 거의 일정하다. 그림 11-2(b)는 정밀한 파종을 나타낸다. 주간

거리는 불규칙하나 한 주 내에서 종자가 모여 있음을 나타낸다. 그림 11-2(c)는 정확하고 정밀한 파종을 나타낸 것이다. 주간 거리가 일정하고, 한 주 내에서 종자도 흩어져 있지 않다. 정밀 파종 장치의 최종적인 목표는 그림 11-2(c)에서와 같은 파종 상태를 실현하는 것이다. 롤러식 배종 장치의 경우, 정확한 파종을 실현하기 위해서는 종자의 배출 시점이 항상 일정하여야 하며, 정밀한 파종을 위해서는 한 홈의 모든 종자가 일시에 배출되어야 한다.

파종 정확도는 일정한 주간 거리가 유지되는 정도를 나타낸다. 이를 수치로 표현하기 위하여 평균 주간 거리에 대한 표준 편차 즉, 변이 계수(coefficient of variation)를 이용하였다. 따라서 파종 정확도, PA(planting accuracy)는 다음 식과 같이 표현된다.

$$PA = \frac{\sigma S_i}{S_i} \times 100 \quad (11-3)$$

$$\text{여기서, } \sigma S_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (S_i - \bar{S}_i)^2}{n}}$$

$$\bar{S}_i = \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{n}$$

m = 종자 수

파종 정밀도는 한 주를 이루도록 한 홈에서 낙하된 종자의 밀집도를 나타낸다. 파종 방식이나 종자에 따라 주간 거리가 다르기 때문에 식 (11-2)에서 정의된 파종 위치인  $SP_{i,j}$ 를 이용하였다.  $SP_{i,j}$ 의 90% 대역폭을 백분율로 나타낸 것을 파종 정밀도, PP(planting precision)로 정의하여 다음 식과 같이 표현하였다.

$$PP = 3.3 \times \sigma(SP) \times 100 \quad (11-4)$$

$$\text{여기서, } \sigma(SP) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} (SP_{i,j})^2}{\sum_{i=1}^m n_i}}$$

$n_i$  =  $i$  번째 주에 포함된 종자 수.

$m$  = 주 수

파종 정밀도는 주간 거리에 대한 한 주에 낙하된 종자의 분포를 나타낸 것으로서, 실제적인 의미는 주간 거리에 대한 90%의 종자가 흩어진 폭을 백분율로써 나타낸 것이다. 예를 들면, 파종 정밀도가 50%라는 것은 주간 거리의 50% 영역에 한 주에 파종될 종자의 90%가 실제 파종되었다는 것을 의미한다.

#### 나. 실험 결과

##### (1) 배종 장치 성능 시험

본 연구에서 설계, 제작된 배종 장치의 점파 성능을 시험하기 위하여 포장 시험을 실시하였다. 파종기의 주행 속도는 현재의 파종 작업 속도와 같은 수준인 0.58m/s로 하였다. 설계된 배종 롤러와 솔을 사용하여 배종 장치를 구성하였으며, 배종관은 단면이 30×30mm인 직사각형으로서, 길이를 150mm로 한 좁고 곧은 관으로 하였다. 그림 11-3은 포장 시험의 결과를 나타낸 것이다.

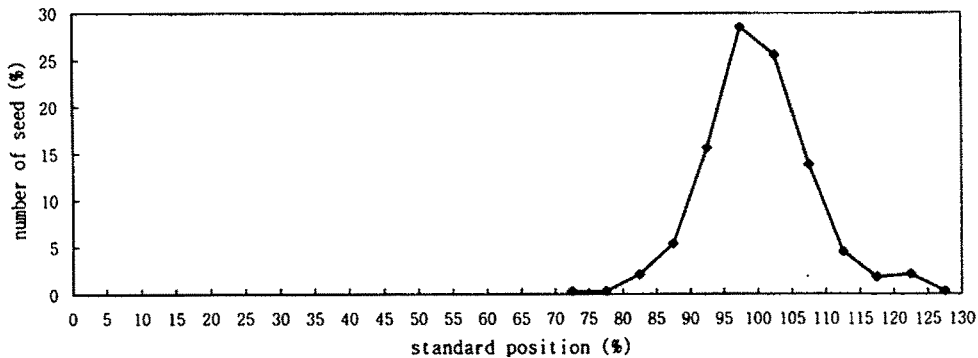


그림 11-3. 새로운 배종 장치에 의한 종자의 분포 형태.

그림 11-3은 주간 거리를 100으로 하여 각 종자의 파종 위치를 상대적으로 나타낸 것이다. 그림에서 표시된 바와 같이 대부분의 종자는 주의 중심 위치에

서 전후로 주간 거리의 15% 범위 내에 분포하는 것으로 나타났다. 이 결과를 파종 정밀도로써 표현하면 30.3% 이다. 주간 거리의 경우 10%의 변이 계수가 나타났다.

## (2) 배종 롤러의 비교 시험

현재 사용되고 있는 반원형의 단면의 배종 롤러와 경사진 삼각형 단면의 배종 롤러의 성능을 비교하기 위하여 각각 이를 장착한 종자 배출 장치의 파종 성능 시험을 실시하였다. 시험은 파종 속도를 4수준으로 하여 각 속도 수준별로 실시하였다.

실험 결과를 이용하여 분석한 반원형 단면과 경사진 삼각형 단면의 배종 롤러에 대한 파종 정밀도는 표 11-1에서와 같다. 그림 11-4는 표 11-1의 결과를 그림으로 나타낸 것이다.

표 11-1. 반원형과 경사진 삼각형 단면의 배종 롤러에 대한 파종 정밀도

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
velocity (m/s)	0.22	0.30	0.58	0.83
slant-triangle	38.8%	32.7%	35.3%	39.5%
semi-circular	76.0%	81.5%	114.9%	115.4%

표 11-1에서와 같이 적정 파종 작업 속도가 0.6-0.7 m/s 범위에서, 현재 사용되고 있는 반원형 배종 롤러의 파종 정밀도는 100% 이상이다. 그러나 새로 설계된 경사진 삼각형 배종 롤러의 파종 정밀도는 30-40%이다. 이는 현재 사용되고 있는 배종 롤러에 비하여 파종 정밀도가 3-4배 높은 수준이다. 파종 정밀도는 종자가 주간 거리의 영역에 분포되는 비를 나타내는 것이므로 파종 정밀도가 100%인 경우, 파종된 종자가 전 주간 거리의 영역에 분포되어 있음을 나타낸 것이다. 즉, 줄뿌림의 형태를 나타낸다.

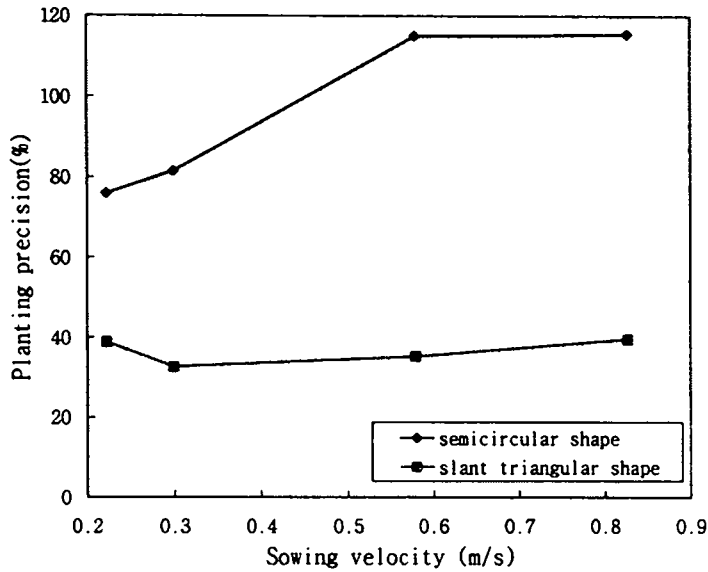


그림 11-4. 설계된 배종 롤러의 파종 정밀도 비교.

그림 11-4에서 보는 바와 같이 현재의 종자 배출 장치는 파종 속도가 증가함에 따라 파종 정밀도가 급격히 낮아진다. 반면 새로 설계된 종자 배출 장치의 파종 정밀도는 파종 속도의 영향을 크게 받지 않으며, 파종 속도에 관계없이 일정한 파종 정밀도를 유지하는 것으로 나타났다. 이는 한 흠에 든 종자가 모두 동시에 배출되기 때문인 것으로 판단된다. 현재 사용되는 있는 반원형 롤러를 이용한 종자 배출 장치의 경우, 한 흠의 종자가 몇 번에 걸쳐 배출되기 때문에 처음 낙하되는 종자와 마지막에 낙하되는 종자 사이에 큰 시간차가 발생하게 된다. 파종기는 일정한 속도로 작업하고 있기 때문에 처음 떨어진 종자와 마지막에 떨어진 종자의 지면상 위치는 일정한 시간차로 인하여 파종 속도에 비례하여 거리가 벌어지게 되는 것으로 판단된다.

현재 사용되는 종자 배출 장치의 경우 파종 정밀도가 크게 나타나서 줄뿌림 형태가 되고 한 주의 위치가 명확하게 나타나지 않기 때문에 파종 정확도를 측정하는 것은 거의 불가능하다. 따라서, 새로 설계된 배종 롤러를 이용한 종자 배출 장치에 대해서만 파종 정확도를 분석하였으며, 그 결과는 표 11-2에서와 같



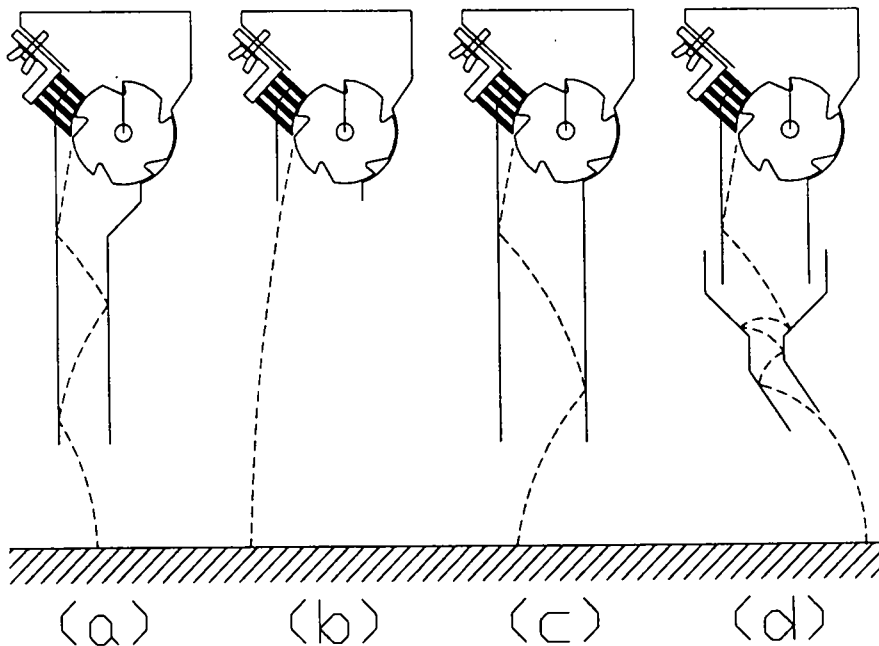
표 11-2. 새로 설계된 배종 롤러에 의한 주간 거리의 변이 계수

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
velocity (m/s)	0.22	0.30	0.58	0.83
slant-triangular	13.7	11.8	13.5	13.5

다. 변위 계수가 13% 정도로서 주간 거리에는 큰 변화가 없는 것으로 판단된다. 또한, 주간 거리는 배종 롤러 자체에 보다는 토양 상태나 파종 속도의 변화에 더 민감하게 변화되는 것으로 보인다.

(3) 배종관의 형태에 따른 비교

종자 배출 장치뿐 아니라 배종관도 파종 상태에 큰 영향을 미친다. 배종관이 파종 상태에 미치는 영향을 분석하기 위하여 4종류의 배종관에 대한 시험을 실시하였다. 시험의 사용된 배종관의 형태는 그림 11-5에서와 같이 현재 사용되



(a) narrow (b) no tube (c) wide (d) bent

그림 11-5. 비교 시험에 사용된 배종관 형태.

고 있는 것으로서 그림 11-5(a)의 뒤쪽이 굽은 형태, 그림 11-5(b)의 폭이 30mm, 너비가 50mm이고 단면이 직사각형인 형태, 그림 11-5(c)의 배종관이 없는 형태, 그림 11-5(d)의 폭과 너비가 같은 30mm인 형태이다.

표 11-3은 설계된 종자 배출 장치에 각각의 배종관을 설치하고 실시한 파종 시험의 결과를 파종 정밀도로써 나타낸 것이다.

표 11-3. 배종관 형태에 따른 파종 정밀도

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
velocity (m/s)	0.22	0.30	0.58	0.83
narrow	28.1	25.9	30.3	28.8
no	31.3	33.0	34.7	33.7
wide	38.8	32.7	35.3	39.5
bented	61.5	85.4	114.9	116.0

표 11-3의 결과를 그림으로 표현하면 그림 11-6에서와 같다.

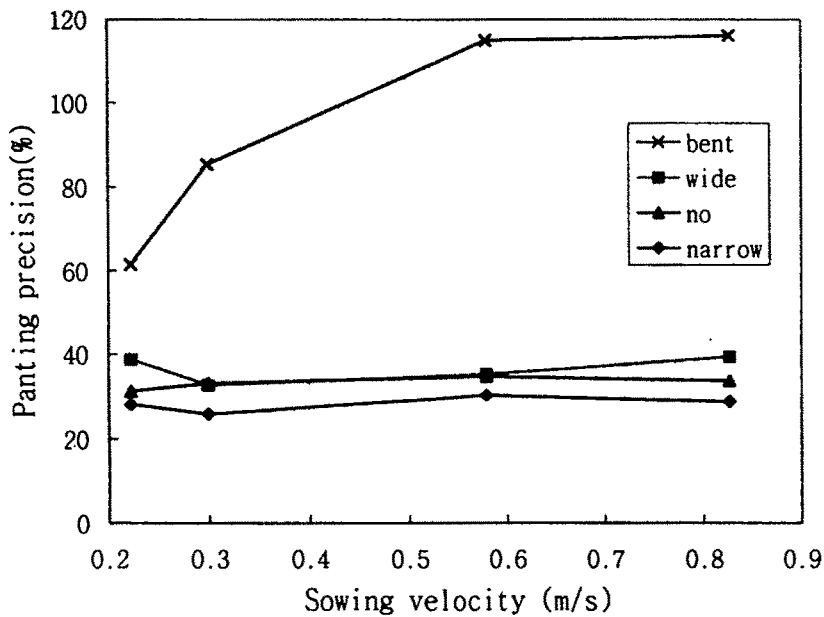


그림 11-6. 배종관의 형태에 따른 파종 상태의 정밀도.

굽어진 관의 경우 파종 정밀도는 크게 나타났으나 전진 속도의 변화에 따라 정밀도가 민감하게 변화되는 것으로 나타났다. 관이 굽어진 경우에는 종자가 배종관의 내벽과 충돌을 일으킨다. 별씨는 형상이 타원체이고, 그 크기와 모양이 불규칙하기 때문에 충돌 후 종자의 운동도 불규칙으로 변한다. 또한, 경사진 벽면에 충돌할 경우, 종자의 수직 방향 속도 성분이 변화된다. 이로 인해 각각의 종자가 지면까지 도달하는 데 걸리는 시간에서 차이가 발생되며, 이 시간차에 의하여 지면에 낙하된 종자의 위치는 그 사이가 벌어지게 된다. 그 정도는 파종 속도에 비례하여 커지게 된다. 따라서, 배종관은 곧은 형태의 관을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

그림 11-6에서 볼 때 넓은 형태의 배종관을 사용하는 것은 배종관을 사용하지 않는 경우보다 더 파종 상태가 나쁜 것으로 나타났으며, 좁은 형태의 배종관을 사용하는 것이 가장 좋은 파종 상태를 나타낸 것으로 나타났다. 곧은 형태의 관에서도 종자와 배종관의 충돌은 어느 정도 발생되며, 종자의 수평 방향 속도 성분이 변화되어 종자가 흩어진다. 그러나, 관이 좁은 경우에는 흩어지는 종자를 다시 모아주는 역할도 한다. 시험에서 사용된 넓은 관의 경우에는 1-2회의 충돌만이 발생한 것으로 관찰되었다. 이 정도 충돌만으로는 종자를 모아주지 못할 것으로 판단된다. 좁은 형태의 관에서는 3-4회 벽면과 충돌하는 것이 관찰되었으며, 종자를 모아주는 기능은 어느 정도 수행되는 것으로 판단된다. 따라서, 관은 막히지 않을 정도 내에서 가능하면 좁게 설계하는 것이 좋다. 그러나 너무 좁게 할 경우, 많은 벽면 충돌을 유발하여 파종상태를 교란시킬 수 있으므로 이 두 가지 경우를 적절히 절충하여 관의 폭을 결정한다.

각 배종관에 대하여 주간 거리를 분석하여 파종 정확도를 구하면 표 11-4에 서와 같다.

표 11-4. 배종관의 형태에 따라 주간 거리의 변이 계수.

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
velocity (m/s)	0.22	0.30	0.59	0.83
wide	13.75	11.77	13.49	13.50
no	10.49	10.62	11.91	11.80
narrow	7.98	7.18	10.33	11.09

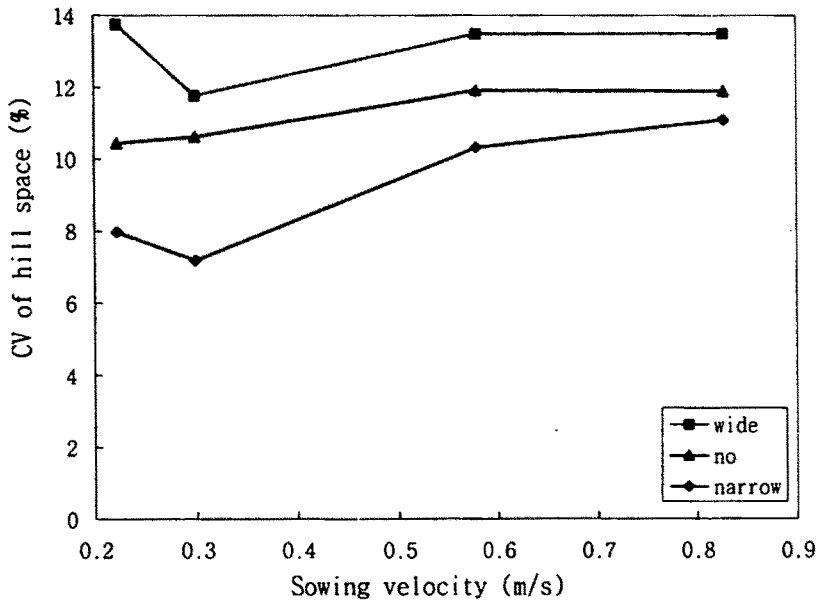


그림 11-7. 배종관의 형태에 따른 주간 거리의 변이 계수.

파종 정확도도 파종 정밀도와 비슷한 결과를 나타냈다. 좁은 관, 관이 없는 경우, 넓은 관의 순서로 파종 정확도가 증가되었다. 좁은 관을 쓸 경우에는 적정 파종 속도에서 변이 계수가 10%로 나타났다.

## 2. 속도 비례형 파종축 구동 장치

### 가. 성능 평가 방법

제어 회로와 구동 장치의 성능을 평가하기 위하여 실내 시험과 포장 시험을 실시하였다. 실내 시험은 회로의 정상적인 작동 유무를 확인하기 위한 것이었으며, 포장 시험은 실제 포장에서 성능을 평가하기 위한 것이었다.

#### (1) 실내 시험

파종 속도를  $V(m/s)$ , 5륜의 지름을  $d(m)$ 라고 하면 5륜의 회전 속도  $n_1(rpm)$ 은 다음과 같이 표현된다.

$$n_1 = \frac{60V}{\pi d} \quad (11-5)$$

또한, 주간 거리를  $x(m)$ , 파종 롤러의 홈 수를  $n$ 개라고 하면, 파종축의 회전 속도  $n_2(rpm)$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$n_2 = \frac{60V}{nx} \quad (11-6)$$

식 (11-5)와 식(11-6)을 이용하여 파종 속도에 따라 5륜과 파종축의 회전 속도를 구할 수 있다. 시험 방법은 먼저 신호 입력 부분에서 5륜에 모터를 장착하고 전압 조정 장치를 이용하여 일정한 속도로 회전시킨다. 이 때 회전 속도는 5륜에 반사지를 붙여 타코미터로써 측정하였다. 일정한 회전 신호는 제어 회로를 통하여 파종축 구동 모터를 구동하게 된다. 파종축의 회전 속도도 5륜과 같이 축에 반사지를 붙여 타코미터로써 측정하였다. 이 때 실내 온도는  $18^{\circ}C$ 이었으며, 바람은 없는 상태이었다.

본 실험에서 사용한 5륜은 지름  $d=0.39m$ , 롤러의 홈 수  $n=5$ 개이었으며 주간 거리는  $x=0.15 m$ 로 고정하였다. 파종 속도를  $0.5\sim 0.8 m/s$ 까지  $0.1m/s$ 씩 4단계로 변화시키면서 각각의 속도에서 파종축의 회전 속도를 10회 측정한 평균값을 구하고 식 (11-6)으로 구한 이론 속도와의 차이를 조사하였다.

(2) 포장 시험

포장 시험에서는 주간 거리를 각각 0.13m, 0.14m, 0.15m로 설정하고, 파종 속도를 변화시키면서 실제 파종한 후, 주간 거리를 측정하여 설정한 주간 거리와의 차이를 조사하였다. 파종축이 주행 속도에 비례하여 회전하면, 주간 거리는 파종 속도에 와 항상 일정한 값을 유지하여야 하므로 이를 시험으로 증명하고자 하였다.

포장에서 5륜은 슬립을 유발한다. 따라서 이 슬립의 영향을 줄이기 위하여, 식 (4-1)에서 가변 저항의 값을 조정함으로써 이득값을 더 높게 하여 입력에 대한 출력비를 높였다.

파종된 종자의 주간 거리( $H_{i-1}$ ,  $H_i$ ,  $H_{i+1}$ )는 한 주에 파종된 종자의 수와 흩어진 정도가 다르기 때문에 그림 11-8에서와 같이, 한 주 내에 파종된 종자 사이의 거리,  $X_i$ ,  $X_{i+1}$ ,  $X_{i+2}$ ,  $X_{i+3}$ 을 모두 측정하여 중심  $C_i$ 를 구하고, 다음 주에 파종된 종자군의 중심  $C_{i+1}$ 을 구하여 그 사이의 길이로써 나타내었다. 6조식 파종기를 사용하였으며 그 중 2개 조의 파종 상태를 측정하여 주간 거리를 결정하였다.

시험 토양은 표면은 굴곡이 심하지 않고 평탄하였으나 토입자의 크기, 밀도 등은 균일하지 않은 상태이었다.

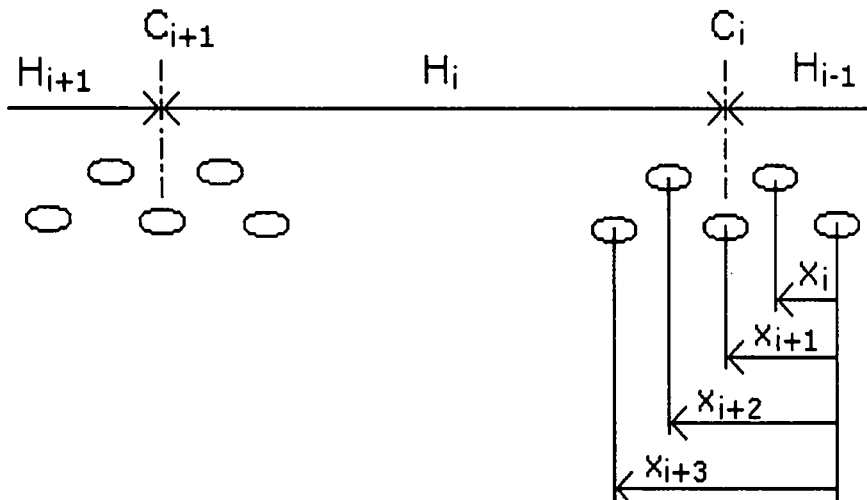


그림 11-8. 주간 거리의 측정.

나. 결과 및 고찰

(1) 실내 실험

표 11-5는 실내 시험의 결과를 나타낸 것이다. 파종 속도가 0.5-0.8m/s의 범위에서 변화될 때 이론치에 대한 실제 파종축 회전 속도의 오차 범위는 0.31~1.61% 이었다. 오차의 변화에 대한 일정한 경향을 구명하기는 어려웠으나, 오차 변화의 원인은 파종시에 범씨가 배종 롤러에 걸려서 파종축에 불규칙한 부하 변동이 일어나기 때문인 것으로 판단되었다.

표 11-5. 5륜과 파종축 속도의 오차.

Planting velocity(m/s)	Velocity of 5th wheel(rpm)	Velocity of feed shaft(rpm)		Error (%)
		Theoretical value	Experimental value	
0.5	23.9	40	39.5	1.25
0.6	28.6	48	48.4	0.83
0.7	33.4	56	56.9	1.61
0.8	38.2	64	63.8	0.31

그림 11-9는 회귀 분석을 통하여 5륜과 파종축의 속도 사이의 상관 관계를 나타낸 것이다. 두 속도 사이의 결정 계수는 0.9963으로서 두 속도의 비례 관계를 입증하는 데는 충분한 것으로 판단되었다. 즉, 파종축의 속도가 5륜의 회전 속도에 비례함을 확인하였다.

(2) 포장 시험

표 11-6은 파종 속도를 각각 0.57~1.01m/s의 범위에서 4단계로 변화시켰을 때 설정된 주간 거리에 대한 실제 측정된 주간 거리의 오차를 나타낸 것이다. 주간 거리를 13cm로 설정하였을 때 주간 거리의 오차는 0.4~4.7% 이었으며, 15, 17cm로 하였을 때는 각각 1.1~9.7%, 2.1~8.3% 이었다. 주간 거리가 증가될수록 오차가 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 설정된 주간 거리가 같을 때 파

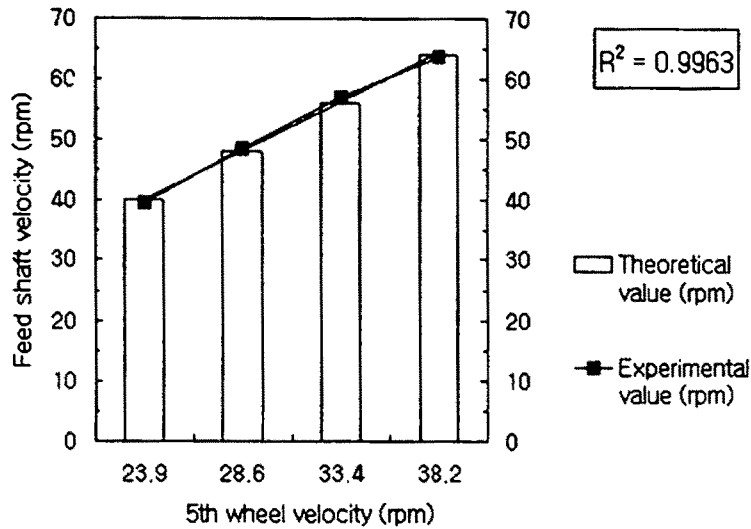


그림 11-9. 5륜과 파종축 속도의 비례 관계.

표 11-6. 측정 주간 거리의 오차.

Hill Distance Set (cm)		13				15			
Planting speed (m/s)		0.57	0.63	0.85	1.01	0.55	0.77	0.86	1.04
Measured hill distance	Average (cm)	12.42	13.05	13.32	13.61	14.60	14.83	15.40	16.45
	Standard Deviation (cm)	1.23	1.32	1.46	1.79	1.76	1.85	1.93	2.48
Error (%)		4.5	0.4	2.5	4.7	2.7	1.1	2.7	9.7
Hill Distance Set (cm)		17							
Planting speed (m/s)		0.48	0.67	0.80	1.04				
Measured hill distance	Average (cm)	16.24	16.64	17.23	18.44				
	Standard Deviation (cm)	2.06	2.16	2.39	2.58				
Error (%)		4.5	2.1	1.4	8.3				



종 속도의 변화에 따른 오차는 0.5m/s 이하와 1.0m/s 이상의 속도에서 크게 나타났으나 일정한 경향을 나타내지는 않았다. 이러한 오차는 파종시 종자가 흠어지는 범위를 줄임으로써 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

주간 거리를 일정한 값으로 설정하였을 때 파종 속도와 실제 측정한 주간 거리와의 관계는 그림 11-10에서와 같다. 그림 11-10(a)에서와 같이 주간 거리를 13cm로 설정하였을 때, 파종 속도의 범위에서 실제 주간 거리의 평균값은 13.1cm이었으며, 파종 속도에 대한 주간 거리의 변화율은 0.023이었다. 그림 11-10(b), 그림 11-10(c)에서와 같이 주간 거리를 15cm, 17cm로 설정하였을 때, 주간 거리의 평균값은 각각 15.3cm, 17.1cm이었으며, 변화율은 각각 0.038, 0.040 정도이었다. 이상의 실험 결과는 설정 주간 거리와 파종 속도가 증가될수록 파종 속도에 대한 주간 거리의 변화율이 증가되는 것으로 나타났다. 그러나 변화율의 크기는 파종 속도의 범위에서 0.023~0.040 정도이었으며, 5륜과 파종축 속도간의 비례 관계를 증명하는 데에는 충분한 것으로 판단되었다. 이상적인 경우 파종 속도에 비례하여 파종축이 회전한다면 파종 속도에 대한 주간 거리의 변화율은 0이 되어야 한다. 변화율의 원인은 파종시 종자가 흠어지는 범위가 3~10cm로서 일정하지 않기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 주행 속도 비례형 파종축 구동 장치의 효과를 더욱 높이기 위해서는 종자의 낙하 높이를 줄여야 하며, 이를 위해서는 배종관의 형상과 길이에 대한 개선이 필요한 것으로 판단된다. 실제로 배종관의 높이를 45cm에서 25cm로 줄였을 경우 종자가 흠어지는 범위는 5cm이하로 개선되었다.

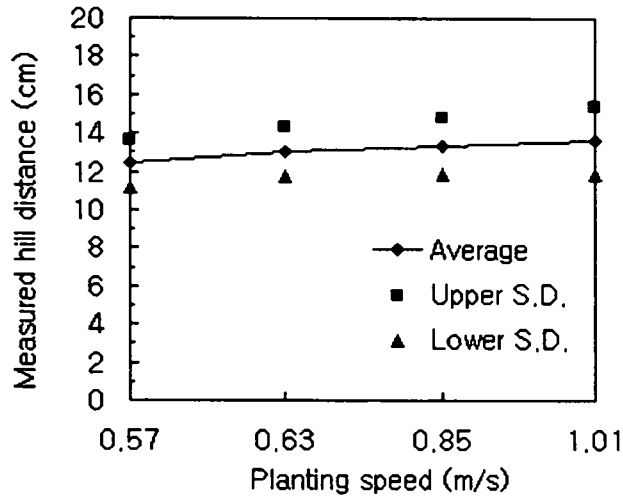
### 3. 배종 감시 및 막힘 해소 장치

#### 가. 시작기 설치

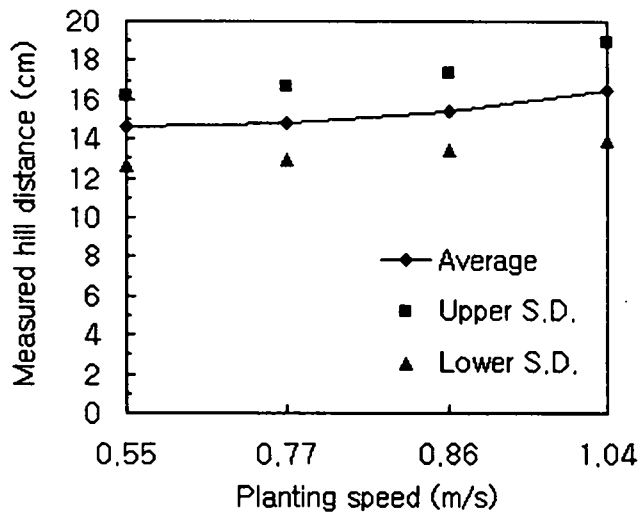
파종 감시 장치의 시작기는 정지 상태에서도 배종축을 구동할 수 있고, 실내 시험과 포장 시험을 모두 수행할 수 있는 담수 직파기에 설치하였다. 그림 11-11은 담수 직파기에 설치한 파종 감시 및 막힘 해소 장치를 나타낸 것이다.

건담 직파기에 대한 적용 시험은 건담 직파기와 담수 직파기의 배종 방식이

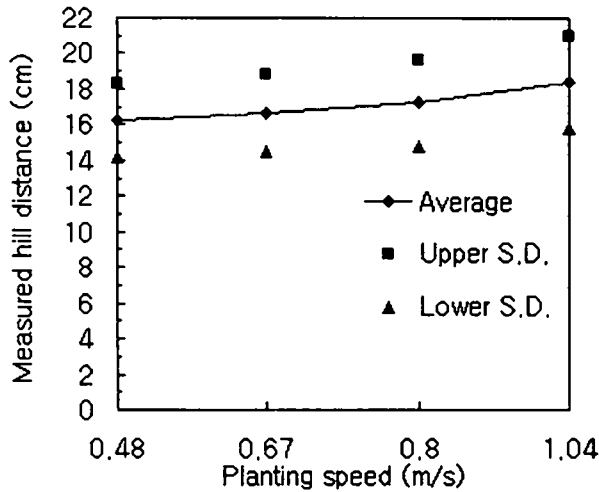
같기 때문에 담수 직파기를 이용하여 건담 상태에서 실시하였다. 시험에 이용한 담수 직파기의 사용자 설명서에 제시된 주요 제원은 표 11-7에서와 같다.



(a) 설정 주간 거리 13cm.



(b) 설정 주간 거리 15cm.



(c) 설정 주간 거리 17cm.

그림 11-10. 측정 주간 거리와 파종 속도의 관계.

#### 나. 성능 시험

성능 시험은 실내 시험과 포장 시험으로 구분하여 실시하였으며, 실내 시험은 두 개의 센서를 모두 사용하는 경우와 한 개의 센서를 사용하는 경우로 나누어 실시하였다. 두 개의 센서를 사용하는 경우는 배종관의 위쪽과 아래쪽에 센서를 설치하여 위쪽은 종자의 미배출을, 아래쪽은 배종관의 막힘을 감시하였으며, 한 개의 센서를 사용하는 경우는 배종관 아래쪽에 센서를 설치하여 미파종과 막힘을 동시에 감시하였다.

두 가지 방법에 대하여 먼저 프로그램의 설정값을 변화시키면서 오동작이 발생되지 않는 미파종 감지 소요 시간과 일정한 공기압을 유지하기 위한 공기 분사간격 시간을 결정하였다. 결정된 감지 소요 시간과 공기 분사 간격 시간을 프로그램의 설정값으로 고정하고 다음과 같은 상태의 볍씨를 대상으로 시험을 실시하였다. 시험 방법은 인위적으로 미파종 상황을 발생시켜 미파종 감지 소요

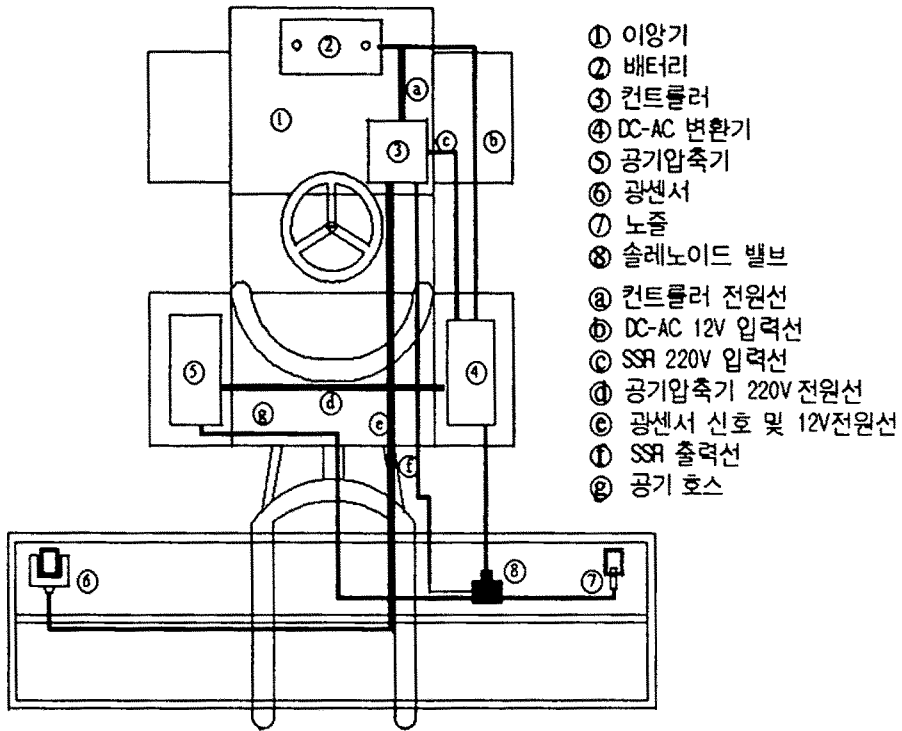


그림 11-11. 담수 직파기에 설치된 파종 감시 및 막힘 해소 장치.

표 11-7. 시험용 담수 직파기의 제원

Body				No. of rows	Furrow depth (cm)	Seed hopper size(ℓ)
Length (cm)	Width (cm)	Height (cm)	Weight (g)			
85	178	112	72,000	6	4.5, 2.5	14ℓ × 6

시간과 오동작 횟수를 측정하여 설정된 값의 타당성을 검토하였다.

① 소독 후 그늘에 적당히 건조하여 정선한 볍씨

- ② 손으로 쥐었을 때 손바닥에 붙을 정도로 정상적인 종자보다 습기가 많은  
범씨
- ③ 까락을 제거하지 않은 범씨
- ④ 콩
- ⑤ 비료

포장 시험은 정선된 범씨를 파종하면서 실내 시험에서와 같이 미파종 감지  
소요 시간과 오동작 횟수를 측정하였다.

(1) 2개의 센서를 사용한 경우

(가) 미파종 감지 소요 시간

미파종 감지 소요 시간을 0.5초에서 1초 간격으로 증가시켰을 때 오동작  
이 발생하지 않는 시간은 0.9초이었다. 따라서 프로그램의 설정값을 0.9초로 입  
력하고 실제 미파종을 감지하는 데 소요되는 시간을 측정하였다. 시험에서 미파  
종을 감지하는 데 소요된 시간은 평균 1.27초, 표준 편차 0.07초이었다. 종자는  
정선된 범씨를 사용하였으며, 측정은 초시계를 사용하여 30분 동안 100회 반복하  
여 실시하였다. 설정값과 측정값 사이의 상대 오차는 30%이었으나 이는 측정시  
의 측정 오차인 것으로 판단되었다. 이 시험 결과로부터 파종 감시 장치에 적당  
한 미파종 감지 소요 시간은 0.9초 이상인 것으로 나타났다.

(나) 공기 분사 간격 시간

공기 압축기의 작동 범위를 공기압 196-294 kPa로 설정한 후 프로그램의  
공기 분사 간격 설정값을 변화시키면서 분사된 공기의 세기를 관찰하였다. 분사  
공기의 세기는 배종관 끝에 테이프를 붙여 테이프가 휘어지는 정도를 육안으로 관  
찰하여 상대적으로 결정하였다. 이 시험에서 공기의 세기가 크게 변화되지 않는  
분사 간격 시간은 40초 이상인 것으로 나타났다. 따라서 프로그램의 공기 분사  
간격 시간을 40초로 설정하고 1시간 동안 공기의 세기를 시험하였다. 시험 결과  
분사 간격 시간은 평균 40.97초, 표준 편차 0.06초이었다. 이 때 상대 오차는  
2.4% 이었다.

(다) 정선된 법씨

미파종 감지 소요 시간을 1초, 공기 분사 간격 시간을 40초로 설정하여 시험하였다. 시험 결과, 파종 감시 장치의 미파종 감지 소요 시간은 평균 1.27초이었으며 공기 분사 간격 시간은 평균 42초이었다. 오동작은 없었으며 까락을 제거하지 않은 벼에 대해서도 같은 결과를 얻었다.

(라) 습기가 많은 법씨

배종 롤러에 벼가 달라붙어 배종이 잘 이루어지지 않았으며 미배종으로 인한 경보가 계속 발생하였다. 종자 소득 후 법씨의 건조가 적절치 못한 경우에는 미파종 가능성이 높을 것으로 판단된다.

(마) 콩

미파종 감지 소요 시간을 1초로 설정하였을 때 많은 오동작이 발생되었으나, 1.8초 이상에서는 오동작이 발생되지 않았다. 이는 콩이 한 알씩 낙하되기 때문에 낙하 경로가 일정치 않아 하나의 센서로써는 콩을 일일이 감지하지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 콩과 같이 비교적 큰 종자는 센서의 수를 증가시켜 감지 능력을 높여야 할 것으로 판단된다.

(바) 비료

비료의 경우에는, 시비 감지 소요 시간을 0.5초로 짧게 설정하였으나 오동작은 발생되지 않았다. 이는 법씨에 비하여 비료는 살포량이 많고 살포 폭이 넓기 때문에 센서 하나로써도 비료의 통과 여부를 충분히 감지할 수 있었기 때문인 것으로 판단된다. 실제 측정된 감지 소요 시간은 평균 0.63초이었고 공기 분사 간격도 일정하였다.

이상의 시험 결과에서 법씨의 미파종 감지 소요 시간은 1초 이상 되어야 할 것으로 판단된다. 미파종 감지 소요 시간은 센서의 수를 증가시키면 단축시킬 수 있다.

## (2) 1개의 센서를 사용한 경우

### (가) 파종 감지 소요 시간

아래쪽 센서 하나만 설치하였을 때는 미파종 감지 소요 시간을 0.4초에서 0.1초 간격으로 증가시키면서 시험하였다. 설정값이 0.94초이었을 때 오동작이 발생되지 않았으며, 실제 측정된 시간의 평균은 1.32초, 표준 편차는 0.05초이었다.

이 시험 결과로부터 1개의 센서를 사용하는 경우에는 미파종 감지 소요 시간을 0.94초 이상 설정해야 할 것으로 판단된다. 공기 분사 시간 간격의 설정값은 2개의 센서를 이용한 경우와 같이 40초 이상이 적절한 것으로 판단되었다.

### (나) 정선된 볍씨, 비료, 콩

미파종 감지 소요 시간을 0.94초로 설정하였을 때 실제 감지 소요 시간은 평균 1.32초이었고 오동작은 없었다. 까락을 제거하지 않은 벼에 대한 시험 결과는 정선된 벼에 대한 시험 결과와 같았다. 또한, 비료도 2개의 센서를 사용한 경우와 같은 설정값이 필요하였다. 그러나 콩의 경우에는 미파종 감지 소요 시간을 정선된 볍씨의 경우보다 1초 이상 크게 설정하여야 오동작 없이 작동하였다.

2개의 센서를 사용한 경우와 1개의 센서를 사용한 경우의 시험 결과를 고찰하면 미파종 감지 소요 시간을 단축시키기 위해서는 센서의 수를 증가시켜야 한다. 그러나 배종관 아래쪽에 1개의 센서만 설치하여도 파종 감시 장치의 기능은 충분히 수행될 수 있을 것으로 판단되었다.

## (3) 포장 시험

2개의 센서를 사용하는 경우를 대상으로 하여 이상의 시험에서 결정된 미파종 감지 소요 시간 및 공기 분사 시간 간격을 각각 1초, 40초로 설정하고 건담 포장에서 0.6m/s의 작업 속도로서 시험을 수행하였다. 총 시험 시간은 1시간 20분으로 하였다. 시험 중 오동작은 없었으며 실제 측정된 미파종 감지 소요 평균 시간은 1.37초이었다. 측정된 공기 분사 간격 시간도 평균 41초로 일정하였다.

#### 4. 봄형 제초제 살포 장치

성능 평가는 트랙터 PTO의 회전 속도에 따라 노즐의 분무량이 비례적으로 증가하는가를 조사하고 적정 PTO 속도를 제시하였다. 포장 시험에서는 봄 지상 고의 조절, 살포의 균일성, 살포 폭, 봄 조작의 용이성, 방제기 부착의 용이성 등을 조사하였으며 또한, 실제 건담 직파 포장에서 개발된 봄 방제기와 기존 제초 방식을 사용하여 제초하였을 때 수확량을 비교 조사하였다.

##### 가. 노즐 1개당 분무량

노즐 1개당 분무량은 PTO 회전수를 변화시키면서 분무량을 5회씩 반복 측정하여 평균을 구하였다. 측정 결과는 표 11-8에서와 같다.

표 11-8. PTO 회전 속도에 따른 노즐 1개당 분무량

PTO 회전 속도(rpm)	302	357	381	464	492	505	582	610	665	693	862
노즐 1개당 분무량(L/min)	1.61	1.84	2.03	2.5	2.58	2.74	2.99	3.28	3.47	3.64	4.37

측정 분무량과 PTO 회전 속도 사이의 관계를 회귀 분석한 결과는 그림 11-12에서와 같다.

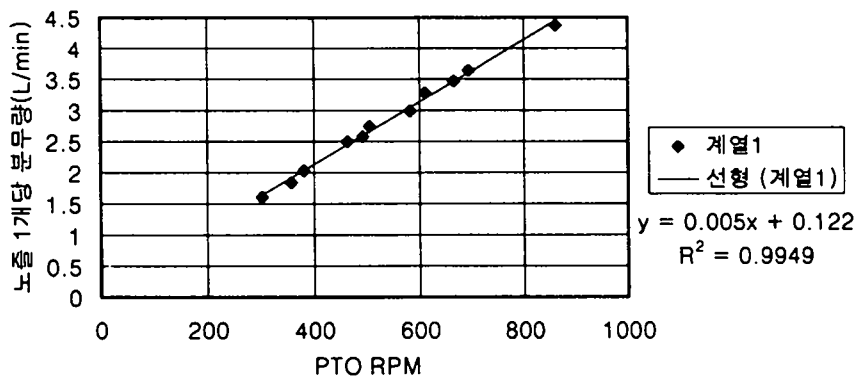


그림 11-12. 노즐의 분무량과 PTO 속도.



설계에서는 노즐의 개수가 26개이었으나, 제작사의 착오로 시작기에는 22개의 노즐만 부착되었다. 그림 11-22의 분무량-PTO 속도 회귀식에 임의의 PTO 회전 속도를 대입하여 노즐 1개의 분무량을 계산한 후, 이 값에 보정 계수 22/26을 곱하여 표 11-9에서와 같은 노즐 1개당 분무량과 예상 살포량을 구하였다. 표 11-9에서 운영된 부분은 설계 조건 1,000 L/ha - 1,500 L/ha을 만족하는 부분을 나타낸 것이다.

표 11-9. PTO 회전 속도와 살포량

PTO 회전 속도(rpm)	노즐 1개당 분무량(L/min)	살포량 (L/ha)				
		3km/hr	3.5km/hr	4km/hr	4.5km/hr	5km/hr
300	1.37	686	588	515	457	412
400	1.80	898	770	673	599	539
450	2.01	1004	860	753	669	602
500	2.22	1109	951	832	740	666
550	2.43	1215	1041	911	810	729
600	2.64	1321	1132	991	881	793
650	2.85	1427	1223	1070	951	856
700	3.06	1532	1313	1149	1022	919

#### 나. 포장 시험

포장 시험은 협동 연구 기관인 영남농업시험장에서 실시하였으며 봄 지상고의 조절, 살포의 균일성, 살포폭, 봄 조작의 용이성, 방제기 부착의 용이성 등은 모두 양호한 것으로 평가되었으며, 작업 능률은 27분/10a로 측정되었다.

봄형 방제기를 부착한 트랙터는 45마력으로서 방제기를 부착한 총 중량은 2006kg이었다. 트랙터의 바퀴에 의한 토양 다짐의 영향을 조사하기 위하여 봄 방제기를 이용한 제초제 살포 시기에 따라 입모 상태, 초장, 벼의 생육 특성, 수량 등을 관행시와 비교하여 분석하였다. 파종일은 1996년 5월 21일이었으며, 시험은 상주벼 5kg을 10a에 줄뿌림 파종한 포장에서 실시하였다.

(1) 입모수

표 11-10은 입모수를 비교한 결과이다. 파종후 25일경  $m^2$ 당 입모수는 관행보다 파종 후 5일과 10일 제초제 살포에서 많았으며, 잡초 발생량은 제초제 살포 시기가 늦을수록 많았다.  $m^2$ 당 입모수의 균일도는 제초제 살포 일수가 늦을수록 낮았으며, 파종 후 5일과 10일 처리에서 관행과 비슷한 수준이었다. 모든 처리에서 출아기는 파종 후 12일이었다.

표 11-10. 입모수 비교

제초제 살포시기	파종 후 5일	파종 후 10일	파종 후 15일		파종 후 20일		관행 25일
	조사 시기 15일	15일	15일	25일	15일	25일	
입모수 (개/ $m^3$ )	122	106	111	87	120	95	114
변이 계수 (%)	6.1	7.0	8.2	28.4	9.7	19.4	6.2

(2) 파종 후 25일 초장

파종 후 25일까지 초장의 길이를 조사한 결과는 표 11-11에서와 같다. 파종 후 5일 제초제를 살포한 경우를 제외하고는 모든 처리에서 초장이 짧았으며, 초장의 균일도도 관행 처리에 비하여 5일 제초제 살포에서 가장 높았다

표 11-11. 파종 후 25일 초장

제초제 살포 시기	파종 후 5일	파종 후 10일	파종 후 15일	파종 후 20일	관행 25일
초장(cm)	15.8	13.8	13.2	13.1	14.0
잡초 발생 (0-9)	3	6	8	9	9
변이 계수 %	16.6	18.8	21.6	22.5	17.6

### (3) 생육 특성과 수량

봄 방제기에 의한 제초제 살포 시기별 벼의 생육 상태와 수량을 관행 방식과 비교한 결과는 표 11-12에서와 같다. 생육 상태에서는 출수기, 간장, 수장, 수수, 등숙 비율을 조사하였으며, 수량에서는 천립중과 단보당 쌀 생산량을 조사하였다. 표 11-12에서 보는 바와 같이 출수기는 관행보다 봄형 방제기에 의한 제초제 살포 처리가 1-2일 빨랐으며, 간장과 수장도 제초제 살포 시기가 빠를수록 짧았다. 수수와 등숙율에 있어서도 같은 경향이 나타났다. 10a당 쌀 생산량은 파종 후 5일과 10일 제초제를 살포한 처리에서 관행보다 1-3% 증수되었다.

이상과 같은 분석 결과에 의하면, 트랙터 부착형 봄 방제기를 이용한 잡초 방제는 파종 후 5-10일경, 즉, 출아 직전에 살포하는 것이 가장 효율적이며, 트랙터에 의한 토양 다짐의 영향을 최소화할 수 있는 시기로 판단된다.

표 11-12. 벼의 생육 특성과 수량

제초제 살포 시기 (파종후 일)	출수기 (월/일)	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/m <sup>2</sup> )	등숙율 (%)	현미 천립중 (g)	쌀 수량 (kg/10a)
5	8/20	74	20.7	424	91.4	20.4	528
10	8/20	73	20.8	418	90.8	20.6	516
15	8/19	72	21.2	346	89.8	20.8	468
20	8/19	70	21.4	331	88.6	21.1	446
25(관행)	8/21	75	21.0	411	91.2	20.5	511

## 5. 다기능 정밀 건담 직파기와 담수 직파기

건담 직파기와 담수 직파기의 포장 성능 시험은 영남농업시험장에서 실시하였다. 화남벼를 건담에서는 5kg/10a, 무논에서는 4.5kg/10a 파종하였으며, 파종일은 1996년 5월 17일이었다. 포장 상태는 양호, 불량으로 2조건으로 구분하였으며, 무논의 논균힘 일수는 6일로 하였다. 시험 내용은 다기능 정밀 직파기에

의한 파종 상태, 초기 생육 상태, 생육 특성, 수량 등의 성적을 관행 직파기에 의한 성적과 비교 분석하기 위한 것이다.

가. 다기능 건담 직파기

(1) 파종 상태

다기능 정밀 건담 직파기에 의한 파종 상태는 표 11-13에서와 같다. 파종 당시 파종 심도는 평균 3.3cm이었으며 변이 계수는 17.4%로서 비교적 고르게 파종되었고 파종 후 30일경 줄기 매몰심은 평균 2.5cm이었다. 점파의 파종립수는 3-6개의 범위로서 평균 4.3개이었고, 변이 계수는 21%로 약간 높은 변이를 보였다. 주당 평균 입모수는 3.8개로서 관행 건담 직파기에 비하여 양호하였다.

전체적으로 파종은 점파가 고르게 이루어지면서 양호하였으나, 파종 후 비가 올 경우 평면 골뿌림의 단점인 배수 불량에 의한 입모 불량이 예상되므로 파종 위치를 골 득으로 옮겨 파종할 수 있도록 개선하는 것이 바람직하다. 진압 롤러의 무게를 조정하거나 또는 진압 롤러 뒷부분의 이랑득 흙을 고르게 퍼일수 있도록 하는 장치가 요구된다.

표 11-13. 다기능 정밀 건담 직파기에 의한 파종 상태

파종 심도( cm )				파종 당시		점파	
파종 당시	C.V(%)	파종후30일 매몰심	C.V(%)	점파립수 (개)	C.V(%)	평균 입모수	C.V(%)
3.3 (2.5-4.1)	17.4	2.5 (1.8-3.1)	24.4	4.3 (3-6)	21.0	3.8 (3-5)	15.8

(2) 초기 생육 상태

표 11-14는 직파 후 초기 생육 상태를 나타낸 것이다. m<sup>2</sup>당 입모수는 토양 조건이 양호한 상태에서는 평균 111개로서 적당하였으나, 토양 조건이 불량한 상태에서는 평균 80개로 다소 부족한 편이었다. 변이 계수는 두 토양간에 비슷하

여 입모수 차이는 토양 상태에 기인한 것으로 판단된다. 파종후 30일경의 생육 상태는 비교적 균일하고 양호하였다.

표 11-14. 다기능 정밀 건담 직파의 초기 생육 상태

입 모 수(개/m <sup>2</sup> )				파종 후 30일 생육					
토양 조건 양호	C.V (%)	토양 조건 불양	C.V (%)	초 장		엽 수		경 수	
				(cm)	C.V (%)	(엽)	C.V (%)	(개/m <sup>2</sup> )	C.V (%)
111 (96-132)	11.6	80 (76-96)	11.9	22.5 (18.2- 27.1)	10.2	5.0 (4.2- 5.9)	8.4	144 (120- 160)	8.5

(3) 생육 특성

다기능 정밀 건담 직파기를 이용하여 파종한 벼의 생육 특성 및 수량 요소는 표 11-15에서와 같다. 출수기는 관행 체재에서와 같이 8월 18일 이었고, 토양 조건이 양호한 처리구에서 간장은 71cm, 수장은 20.9cm이었다. m당 수수는 412개로 관행 재배와 유사하였다.

표 11-15. 다기능 정밀 건담 직파의 벼 생육 특성 및 수량 요소

구분	토양 조건	출수일 월/일	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/m <sup>2</sup> )	등숙율 (%)	현미 천립중 (g)
다기능 정밀 직파기 (평균 8조)	양호	8/18	71	20.9	412	90.2	20.6
	불양	8/18	71	21.2	344	88.5	20.8
관행 직파기 (평균 6조)	양호	8/18	74	20.5	406	86.2	20.4

(4) 수확 지수 및 수량

다기능 정밀 건담 직파기를 이용한 직파 재배에서 건물중은 1,433kg/10a로서 관행 재배보다 높았고, 수확 지수는 49.6%로서 관행보다 낮았다. 그러나 수량은 532kg/10a로서 관행 재배보다 2% 증수되었다.

표 11-16. 다기능 정밀 건담 직파의 수확 지수 및 수량

구분	토양 조건	건물중 (kg/10a)	수확 지수 (%)	쌀수량 (kg/10a)	지수(%)
다기능 정밀 직파기 (평균 8조)	양호	1,433	49.6	532	102
	불량	1,350	47.2	476	91
관행 직파기 (평균 6조)	양호	1,358	51.4	524	100

나. 다기능 정밀 담수 직파기

(1) 파종 상태

점파의 파종립수는 평균 4.1립이었으나 변이 계수가 높아 파종립수의 정밀도가 다소 떨어졌다. 그리고 종자가 다소 흩어져 점파 상태는 불량한 편이었다. m<sup>2</sup>당 입모수는 논 균힘 상태가 양호한 상태에서는 평균 83개, 불량한 상태에서는 평균 65개로서 부족하였으며, 변이 계수가 균힘 불량 상태에서 다소 높게 나타나 균힘이 불량하면 입모수와 입모 균일도가 떨어지는 직접적인 원인이 되는 것으로 판단된다. 표 11-17은 다기능 정밀 담수 직파기에 의한 파종 상태를 나타낸 것이다.

표 11-17. 다기능 정밀 담수 직파기의 파종 상태

파종당시 점파립수		입모수 (개/m <sup>2</sup> )			
(립)	C.V(%)	균힘 양호	C.V(%)	균힘 불량	C.V(%)
4.1(2-8)	39.4	83(73-100)	10.6	65(60-90)	17.9

파종시 종자의 주간 간격과 점파량은 적정하였다. 그러나 포장 시험 중 다 음과 같은 부분에서 개선이 필요한 것으로 평가되었다.

(가) 측조 시비 작조구의 위치를 변경할 필요가 있다.

(나) 작조날과 비료 공급 장치 사이의 공간이 너무 넓고 또한 작조날이 플로트 밖으로 나와 있기 때문에 쪼이나 이물질에 의하여 파종 상태가 나빠질 수 있다.

(다) 파종 감시 장치의 센서 위치가 너무 낮아 흙이나 물에 접촉될 가능성이 있기 때문에 약간 위로 올려서 부착하는 것이 바람직하다.

(라) 파종 감시 장치의 경보는 결주시 파종 골 6조 중 어느 골에서 결주가 발생하는 지 나타나지 않기 때문에 운전자가 눈으로 확인할 수 있는 위치에 파종 골별로 6개 장치를 설치하는 것이 바람직하다.

(마) 진압 장치의 연결 부분은 유동이 가능하고 진압 무게를 조정할 수 있도록 하여야 한다.

## (2) 생육 상황

점파에 의한 평균 입모수는 굳힘이 양호한 상태에서는 평균 2.6개, 굳힘이 불량한 상태에서는 평균 1.7개로서 주당 입모수가 약간 부족하였으며 굳힘 불량 상태에서 변이 계수는 73.8%로서 대단히 불균일하였다. 파종 후 30일경의 생육 상태는 건답보다 초장은 길었으나 경수는 약간 적었으며, 전반적인 생육의 균일도는 건답보다 양호하였다.

굳힘이 양호한 상태에서도 입모가 적었던 원인은 진압 장치의 작동 불량과 진압추의 무게 부족으로 종자 진압이 불량하여 조류의 피해가 심했던 것으로 판단된다. 굳힘이 불량한 상태에서는 측조 시비 작조구의 흙이 이동되어 종자가 너무 깊게 매몰되거나, 이동된 흙 위에 종자가 파종되어 조류의 피해가 있었고,

종자의 유동으로 인하여 출아와 입모가 저하된 것으로 판단된다. 표 11-18은 다기능 정밀 담수 직파기를 사용한 직파 재배의 초기 생육 상태를 나타낸 것이다.

표 11-18. 다기능 정밀 담수 직파에 의한 초기 생육 상태

점파에 의한 평균 입모수 (개/주)				파종 후 30일 생육					
군집 양호	C.V. (%)	군집 불량	C.V. (%)	초장		엽수		경수	
				(cm)	C.V. (%)	(엽)	C.V. (%)	(개/m <sup>2</sup> )	C.V. (%)
2.6 (1-5)	39.2	1.7 (0-4)	73.8	24.0 (22.8- 25.4)	4.1	5.1 (4.6- 5.6)	6.2	123 (118- 131)	3.6

### (3) 생육 특성

표 11-19과 표 11-20은 각각 다기능 정밀 담수 직파기를 이용한 직파 재배의 벼 생육 특성 및 수량 요소와 수확 지수 및 수량을 나타낸 것이다. 출수기는 관행 체재에서와 같이 8월 16일 이었고 수량 구성 요소도 비슷하였다. 건물중은 군집이 양호한 상태에서 1,350/10a로서 관행 재배보다 높았고, 수확 지수는 48.6%로서 관행보다 낮았다. 쌀 수량은 486kg/10a로서 관행보다 5% 감소하였다.

표 11-19. 다기능 정밀 담수 직파의 벼 생육 특성 및 수량 요소

구분	토양 조건	출수일 월/일	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/m <sup>2</sup> )	등숙율 (%)	현미 천립중 (g)
다기능 정밀 직파기	양호	8/16	77	19.5	365	89.3	20.5
	불량	8/16	77	20.1	335	88.1	20.4
관행 직파기	양호	8/16	79	19.4	396	85.1	20.6



표 11-20. 다기능 정밀 담수 직파의 수확 지수 및 수량

구분	토양 조건	건물중 (kg/10a)	수확 지수 (%)	쌀수량 (kg/10a)	지수(%)
다기능 정밀 직파기	양호	1,350	48.4	486	95
	불량	1,346	46.3	466	91
관행 직파기	양호	1,338	50.5	511	100

# 여 백

## 제12장 결론

### 1. 연구 개발의 중요성 및 목적

#### 가. 연구 개발의 중요성

농산물 시장이 개방됨에 따라 농업이 당면한 최대의 현안 과제는 국내 농산물에 대한 생산비 절감과 가격 경쟁력 제고에 있다. 벼 생산의 생력화를 위하여 추진되고 있는 직파 재배는 최근 그 확산 속도가 급증하고 있으며, 2000년대까지 직파 재배 면적은 총 논 면적의 약 50-70%를 차지할 것으로 예상되고 있다. 직파 재배를 효과적으로 추진하기 위해서는 파종뿐만 아니라 시비, 제초제 살포 등 파종 작업의 일관 기계화가 이루어져야 하며, 파종의 정밀화가 요구된다. 그러나 현재 보급되고 있는 직파기는 파종만 가능하기 때문에 생력화에 한계가 있으며, 또한 줄뿌림으로 인한 생육상의 손실을 피할 수 없다. 따라서, 보다 효과적인 벼 생산의 생력화를 위해서는 다양한 직파기의 개발과 직파기의 다기능화, 정밀화 등 현재 보급되고 있는 직파기에 대한 고성능화가 절대적으로 요구되고 있다.

#### 나. 연구 개발의 목적

본 연구개발 사업의 목표는 현재의 건답 직파기와 담수 직파기의 문제점과 성능을 개선하고, 시비 및 제초제 살포의 기능을 추가하여 다기능 정밀 직파기를 개발하는 데 있다. 구체적인 연구개발 사업의 목표는 다음과 같다.

##### (1) 직파기의 정밀화 장치 개발

표준 히치 개발

점파용 배종 장치 개발

배종 감시 장치 개발

속도 비례형 배종 장치 개발

종자 유도 진압 장치 개발

파종 깊이 제어 장치 개발

(2) 직파기 다기능화 장치 개발

부착형 시비 장치

부착형 볍형 제초제 살포기

(3) 다기능 정밀 직파기 성능 평가 시험 및 보완

성능 평가

보완

## 2. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 가. 연구개발 결과

직파기의 정밀화를 위한 파종 감시 및 막힘 해소 장치, 주행 속도 비례형 파종축 구동 장치, 점파용 롤러 등을 개발하였으며, 기능의 다양화를 위한 부착 측조 시비 장치와 제초제 살포를 위한 트랙터 부착형 볍 방제기를 개발하였다. 또한 기존 직파기의 파종 성능을 개선하기 위하여 배종관의 높이를 줄이고 직선화하였으며, 롤러를 부착하여 파종 후 진압 상태를 개선토록 하였다.

개발된 장치를 부착하고, 기존 직파기의 구조와 형태를 개선하여 새로운 건담 직파기, 담수 직파기 및 볍 방제기의 시작기를 제작하여 영남농업시험장에서 성능 실험을 실시하였다. 성능 시험의 결과는 기존 직파기에 비하여 정밀 파종이 가능하였으며, 기능과 작업 성능이 기존 직파기에 비하여 우수한 것으로 평가되었다.

구체적으로 본 연구의 주요개발 결과는 다음과 같다.

(1) 설계 조건 설정

정밀 직파기에 대한 기본 설계 조건을 확정하였다.

(2) 개념 및 기본 설계

#### (가) 다기능 정밀 건담 직파기

현재의 건담 직파기와 같은 개념으로 설계하였으나 쇄토, 정지, 시비, 파종 작업이 동시에 이루어질 수 있도록 시비 기능을 추가하였다. 동시에 주행 속도 비례형 파종 장치, 미파종 경보 및 막힘 해소 장치, 진압 롤러 등을 추가하였다. 제초제 살포는 현재 파종과 동시에 사용할 수 있는 제초제가 개발되지 않았기 때문에 별도의 트랙터 부착용 붐 방제기를 개발하여 사용할 수 있도록 하였다. 전체적으로는 기존 구조를 단순화시켰다. 특히 파종기의 높이를 낮추고 배종관을 직선화시켰으며, 파종 장치를 유니트화하여 정비와 관리가 보다 편리하도록 설계하였다.

#### (나) 다기능 정밀 답수 직파기

현재의 답수 직파기에 파종 깊이 제어 장치, 미파종 경보 및 막힘 해소 장치, 종자 누름 장치, 시비 장치 등을 추가하였다. 답수 직파기에 대한 구조 변경은 최소화하였으며, 호환성을 위한 표준 히치를 개발하였다.

#### (3) 파종축 속도 제어 장치 개발

트랙터의 주행 속도에 비례하여 파종축을 구동하기 위하여 5륜을 이용한 주행 속도 비례형 파종축 구동 장치를 개발하였다. 구동원은 직류 모터를 이용하였으며, 주행 속도에 따라 모터 속도를 제어하기 위한 제어 회로를 설계하였다. 진동과 먼지가 심한 포장 조건에서 구동 장치와 제어 회로의 안정성을 시험하여 그 성능을 평가하였다.

#### (4) 실제 속도 비례형 파종 장치 개발

파종축 속도 제어장치를 이용하여 트랙터의 실제 작업 속도에 관계 없이 항상 일정한 주간 거리를 유지할 수 있도록 파종축 속도 제어 장치를 개발하였다.

#### (5) 파종 감시 및 막힘 해소 장치 개발

원 칩 마이크로 컴퓨터를 이용하여 파종 상태를 감시하고, 가압 공기를 분사

하여 배종관과 시비관의 막힘을 예방할 수 있는 파종 감시 및 막힘 해소 장치를 개발하였다. 주요부는 파종 상태를 감지하기 위한 감시 센서, 공기 압축기, 부저, 솔레노이드 밸브, 제어 컴퓨터 등으로 구성하였다. 실내에서 개발된 장치의 기능을 확인하고 실용화 가능성을 확인하였으며, 포장 실험을 실시하여 그 성능을 평가하였다.

#### (6) 파종 깊이 제어 장치 개발

유압을 이용하여 토양 상태에 따라 파종 깊이를 제어할 수 있는 장치를 개발하였다. 기본 원리는 LG 기계의 원리를 사용하였으며, 일부의 문제점을 보완하고 그 기능을 개선하였다.

#### (7) 시비 장치 개발

시비 장치는 현재의 파종 장치와 같은 원리를 이용하였으며, 시비통은 종자통과 같은 위치에 설치하였다. 시비축은 파종축과 같은 모터로써 제어하며, 실제 주행속도에 비례하여 시비할 수 있도록 설계하였다.

#### (8) 배종 롤러 개선

현재의 배종 롤러는 점파가 불가능한 상태로 설계되어 있기 때문에 배종 롤러를 완전히 재설계하였다. 점파가 될 수 있는 조건을 설정하고, 이 조건을 만족할 수 있는 롤러의 홈 형상을 결정하였다. 파종 롤러와 시비 롤러를 각각 설계하였다.

#### (9) 트랙터 부착형 붐 방제기 개발

트랙터 부착형 붐 방제기는 살포폭을 8m로 하고, 12개의 노즐을 사용하였다. 살포량은 제초제 살포에 적합하도록 설계하였으나, PTO 속도로써 살포량을 조절할 수 있으며, 다른 용도의 방제기로도 사용할 수 있다.

#### (10) 시작기 제작

다기능 정밀 건담 직파 시비기, 담수 정밀 직파 시비기, 트랙터 부착형 분방제기의 시작기를 제작하여 영남농업시험장에서 성능 시험을 실시하였다.

#### 나. 활용에 대한 건의

본 연구에서 개발된 다기능 정밀 직파기는 다음과 같은 방법으로 실용화될 수 있다.

##### (1) 보급형 직파기로 개선

본 연구에서는 개발된 다기능 정밀 직파기의 실용화를 위하여 1-2회의 포장 시험과 농가 실증 시험을 추가하고 그 결과에 따라 설계를 보완한 후 보급형 다기능 정밀 직파기로 개선한다.

##### (2) 보급형 다기능 정밀 직파기를 신기술 농업기계로 지정

보급형 다기능 정밀 직파기를 농림부에서 지정하는 신기술 농업기계로 추천한다.

##### (3) 보급형 다기능 정밀 직파기의 보급

보급형 다기능 직파기를 직파 재배 농가에 보급한다.

##### (4) 개발 기술의 활용

본 연구개발 사업에서 개발된 속도 비례형 파종 장치, 점파용 파종 롤러, 파종 감시 및 막힘 해소 장치 등은 특허 출원을 추진하고, 타 파종기에도 응용될 수 있도록 관련 산업체에 기술을 이전한다. 또한, 담수 직파기의 표준 히치는 한국 산업규격으로 규격화를 추진한다.

# 여 백

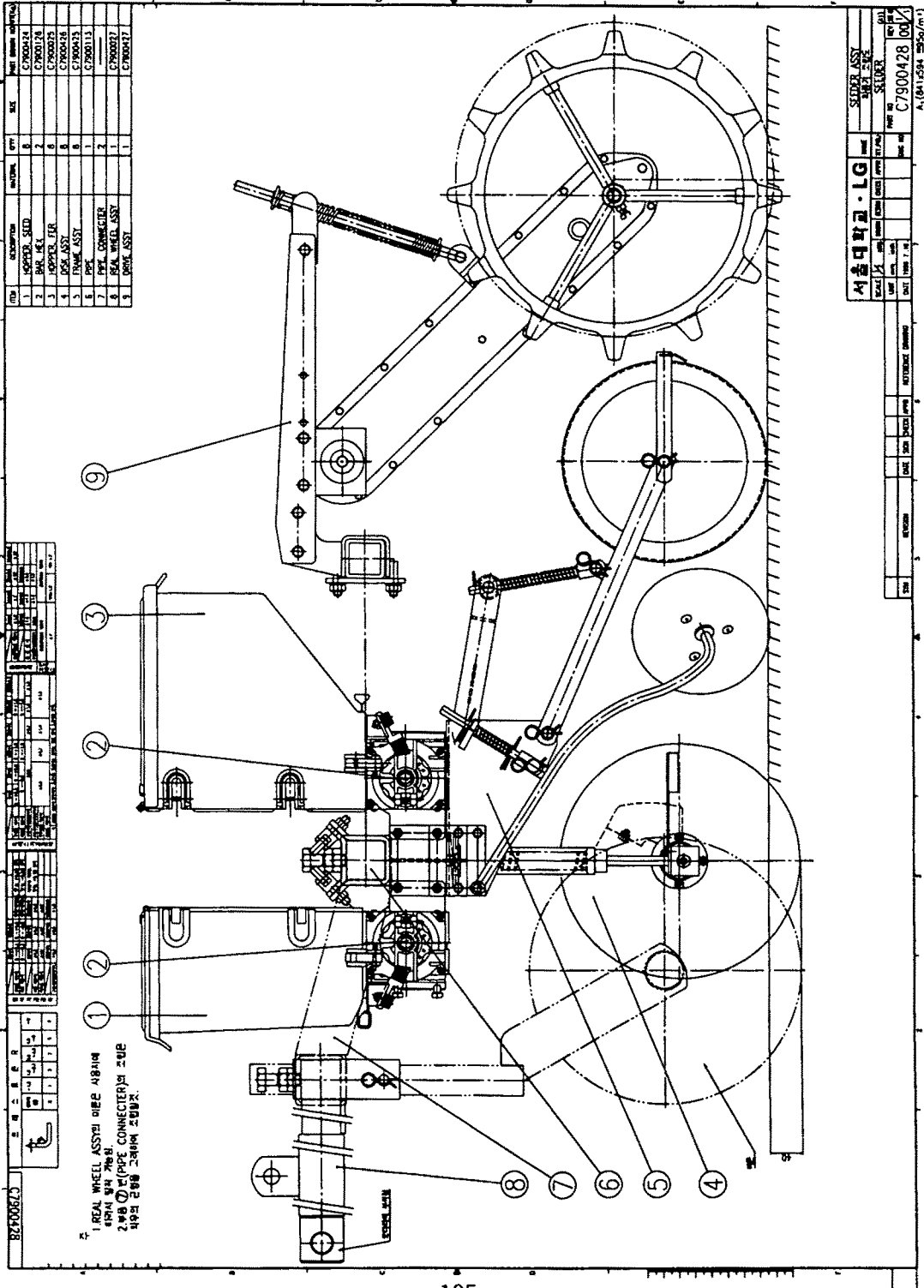


## 참고 문헌

1. 경남농촌진흥원. 1990. 벼 생력 직파 재배의 연구 동향과 발전. P6-P35.
2. 김순철, 박성래 등. 1992. 영남지역 벼 휴림 건답 직파 재배의 장단점 분석. 농시논문집 34(1):49-55.
3. 김순철, 노병태 등. 1993. 벼 직파 재배 양식간 생육 특성 비교. 농업논문집 35(2):12-17.
4. 김진영, 정두호, 이채식. 1993. 벼 답수 직파기 개발. 농업논문집 35(2):688-693.
5. 농림수산부. 1995. 농림수산 통계연보.
6. 농촌진흥청. 1991. 벼 생력 재배 기술. P118-P181, P260-P278.
7. 농촌진흥청. 1991. 벼 생력 재배 기술. P118-P181, P260-P278.
8. 농촌진흥청. 1992. 벼 생력 기계화 재배의 이론과 실제. P5-P21, P256-P309.
9. 농촌진흥청. 1993. 쌀 생산비 절감을 위한 벼 직파 재배 기술. P92-P145.
10. 농촌진흥청 호남작물시험장. 1993. 벼 직파 재배의 현황과 문제점 및 발전 방향. P2-P27, P37-P63.
11. 박석홍. 1992. 벼 직파 재배의 기술적 발전 방향, 韓雜草誌. 12(3): 292 - 303.
12. 박석홍. 1992. 벼 직파 재배의 기술적 발전방향, 韓雜草誌. 12(3): 292-303.
13. 박봉진. 1994. 공기압의 실제. 일진사. P1-P32.
14. 이동현, 정성근 등. 1992. 벼 생력 기계화 작업 체계 확립 연구. 농업기계 화연구소 농시연보 11-19.
15. 주경노, 홍종태 등. 1985. 맥류 세조파기 개발. 농시논문집, 30(3):76 -82.
16. 주경노, 김진영 등. 1988. 맥류 세조파기 개발. 농시논문집 30(3):76-82.
17. 주경노, 이영열 등. 1990. 트랙터용 맥류 세조파기 개발. 농시논문집 32(3):1-10.
18. 한성금, 김성래 등. 1974. 동력경운기를 이용한 맥류 재배의 생력화 시험

- 농시보고, 16:21-26.
19. 호남작물시험장. 1993. 벼 직파 재배의 현황과 문제점 및 발전 방향. P2-P27, P37-P63.
  20. 태성길, 김원희. 1993. 공압 제어 기술. 성안당. P1-P46
  21. 並河 清 and Inoti, I. K. 1990. 空氣式精密播種機の研究. 日本農業機械學會誌 52(6): 35-43.
  22. Carlow, C. A. 1968. An electronic seed counter. Journal of Agricultural Engineering Research 13: 187-189.
  23. Kim, K. H. and R. P. Roherbarch. 1972. Fluidic detection of large particles embedded in a confined turbulent flow field. Journal of Agricultural Engineering Research 17: 246-251.
  24. Reid, W. S. and D. J. Buckley. 1974. A laser source seed counter. Journal of Agricultural Engineering Research 19: 265-269.
  25. Wilson J. M. 1980. The effect of release errors and release point on the design of precision seed drills. Journal of Agricultural Engineering Research 17: 407-419.

# 부록 1. 다기능 정밀 건담 직파기 설계 도면



NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	NOTE
1	ROCKER SHED		8	
2	ROCK PIN		8	
3	ROCK PIN		8	
4	ROCK ASST		8	
5	FRANK ASST		8	
6	PIPE		1	
7	PIPE CONNECTOR		2	
8	REAL WHEEL ASST		1	
9	DRIVE ASST		1	

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	NOTE
1	ROCKER SHED		8	
2	ROCK PIN		8	
3	ROCK PIN		8	
4	ROCK ASST		8	
5	FRANK ASST		8	
6	PIPE		1	
7	PIPE CONNECTOR		2	
8	REAL WHEEL ASST		1	
9	DRIVE ASST		1	

\* REAL WHEEL ASST에 대해 설명이  
 하기에 생략함.  
 2\*8의 PIPE CONNECTOR의 경우  
 4개의 관통 구멍이 있음.

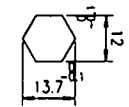
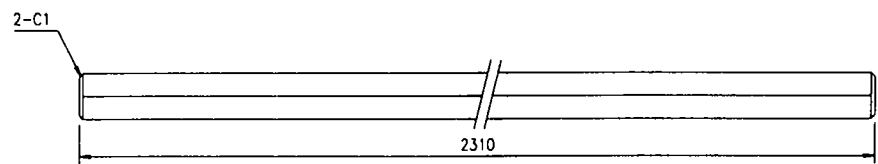
서울대학교 · LG		SEIPOS ASSY	
NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY
1	ROCKER SHED		8
2	ROCK PIN		8
3	ROCK PIN		8
4	ROCK ASST		8
5	FRANK ASST		8
6	PIPE		1
7	PIPE CONNECTOR		2
8	REAL WHEEL ASST		1
9	DRIVE ASST		1

NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	NOTE
1	ROCKER SHED		8	
2	ROCK PIN		8	
3	ROCK PIN		8	
4	ROCK ASST		8	
5	FRANK ASST		8	
6	PIPE		1	
7	PIPE CONNECTOR		2	
8	REAL WHEEL ASST		1	
9	DRIVE ASST		1	

9210006ZC

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	BAR	SUS 304		12		

주  
1.기스려임을 제거할것.



서울대학교 · LG						NAME		SHAFT, DRIVE	
								구동축	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER	
UNIT	mm	inch					DWG NO	PART NO	REV SHI NO
DATE	1996. 7. 10.							C7900126	00 1/1

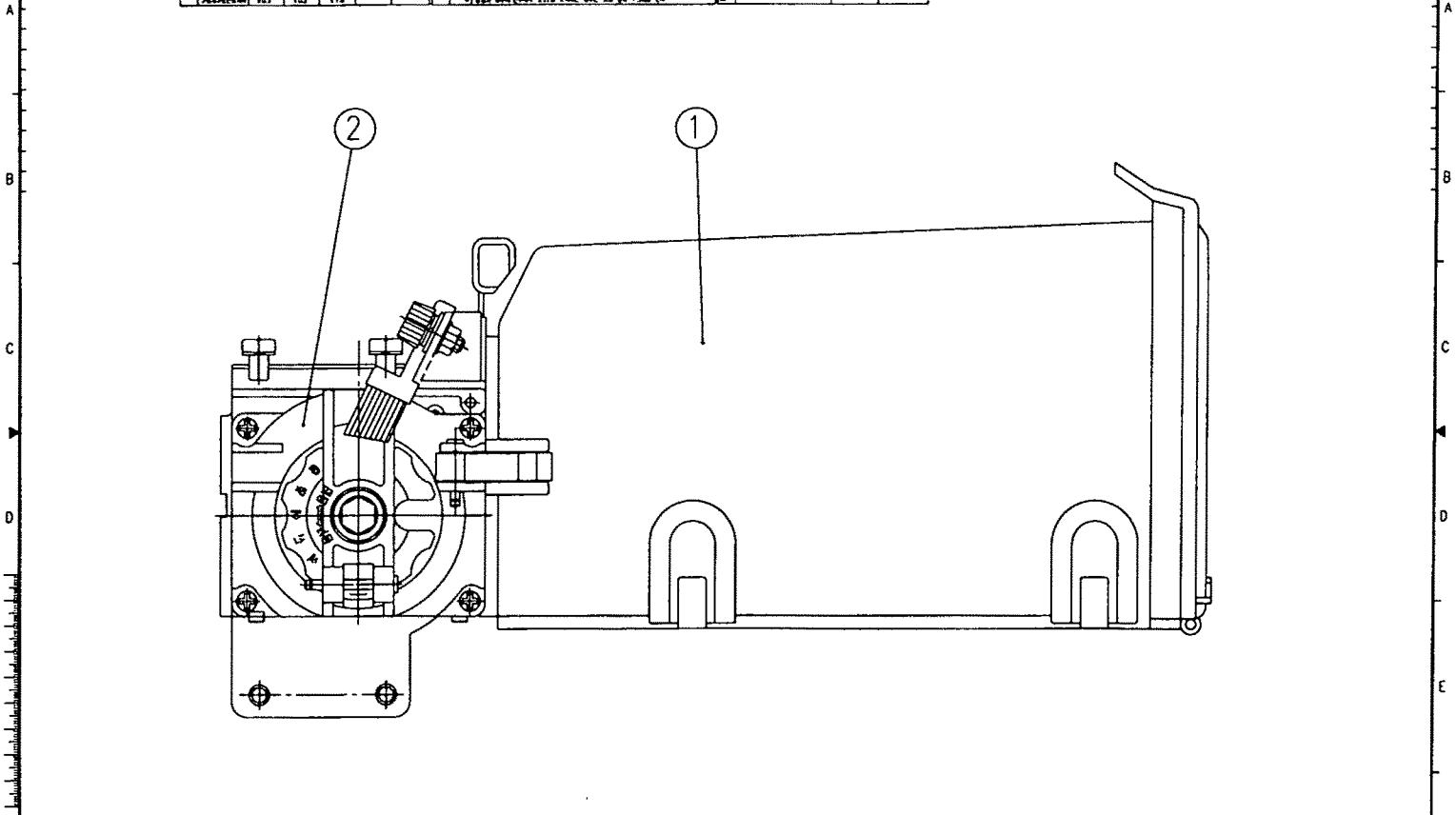
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

C7900424

구분	구분명	수량	단위	비고	구분명	수량	단위	비고
1	호퍼	1	개		롤러	1	개	
2	호퍼	1	개		롤러	1	개	

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	HOPPER ASSY	PC	1			
2	ROLLER ASSY		1		C7900002	



번호	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0
1	2	3	4	5	6	8

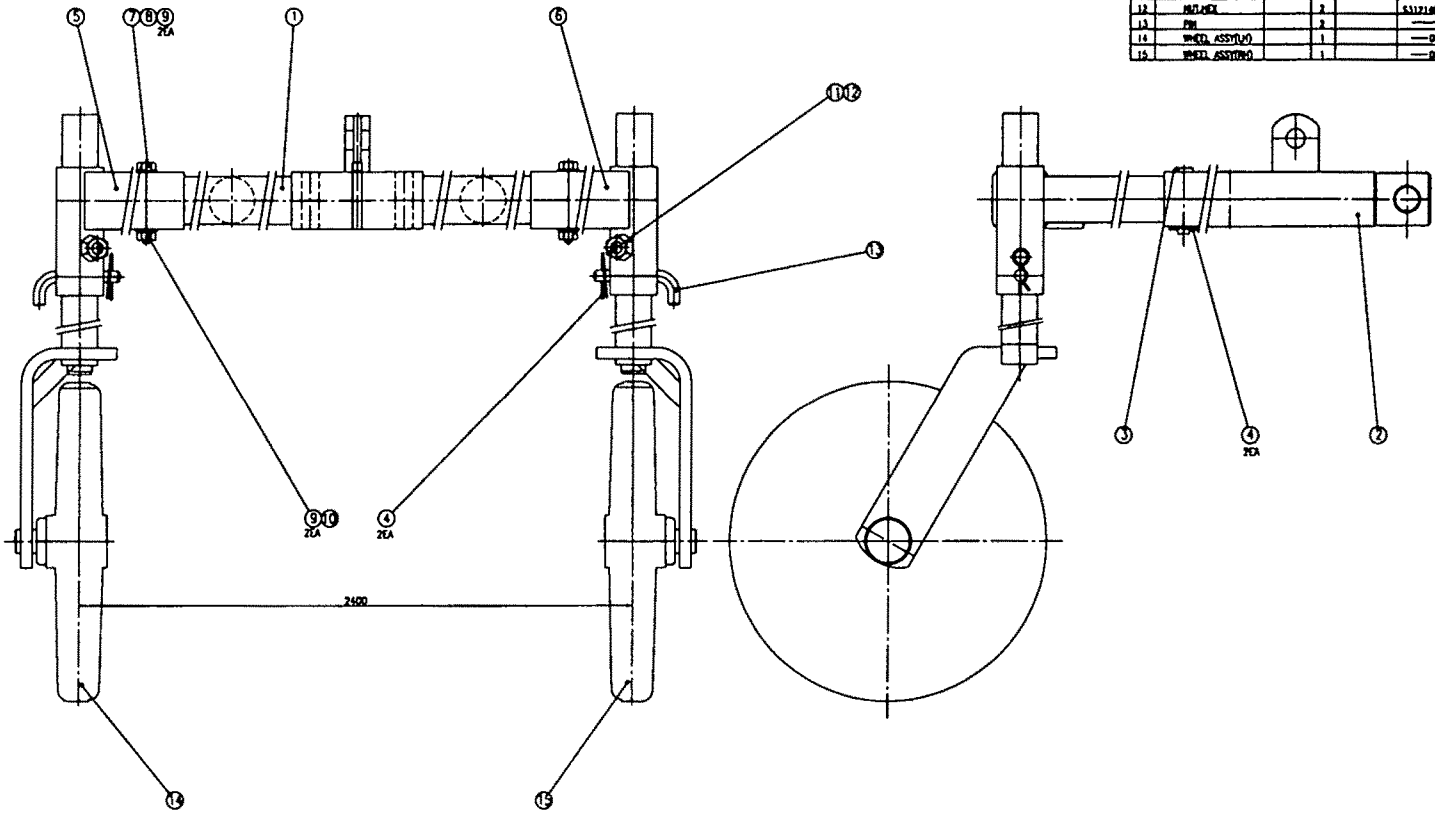
서울대학교 · LG		NAME	HOPPER ASSY	
		호퍼 조립도(SEED)		
		SEEDER		
SCALE	1/1	DRAWN	DESIGN	CHECK
UNIT	mm inch	DATE	1996. 7. 8	
REV		PRT NO	C7900424	REV 00

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>1</sub>(594x420 1/50g/m<sup>2</sup>)

C7900027

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	UNIT	PART NUMBER	REV
1	SUPPORT A		1			
2	SUPPORT A		1			
3	PHI. PLATES		2			
4	PHI. SHIP		4			
5	BRACKET(L)		1			
6	BRACKET(R)		1			
7	BOLT HEX		2		S107187511	
8	WASHER SPRING		2		S1061180011	
9	WASHER PL R		4		S1061180011	
10	BOLT HEX		2		S112180011	
11	BOLT		2			
12	BOLT HEX		2		S112180011	
13	PHI		2			
14	WHEEL ASSY(L)		1		0072	
15	WHEEL ASSY(R)		1		0073	



-198-

서울대학교 · LG

SCALE: 1:1

DATE: 1984. 10

REV: 001

REV. NO. C7900027

REV. DATE

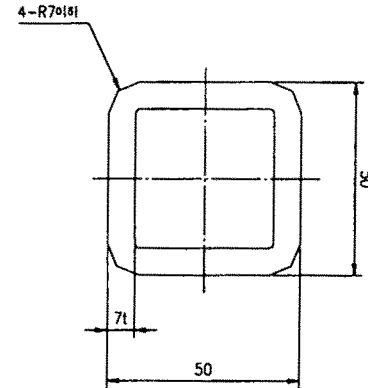
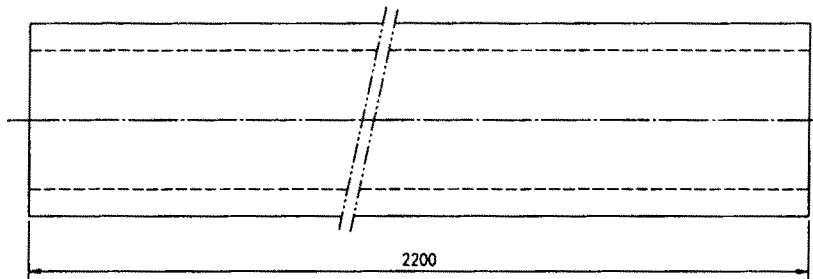
A. (841-594 285g/m<sup>2</sup>)

DATE	REVISION	DATE	BY	CHECK	APPV	REFERENCE DRAWING

C7900113

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PIPE	STKR41		50X50X7T		

주  
1. 커스리미틀 제거일것.

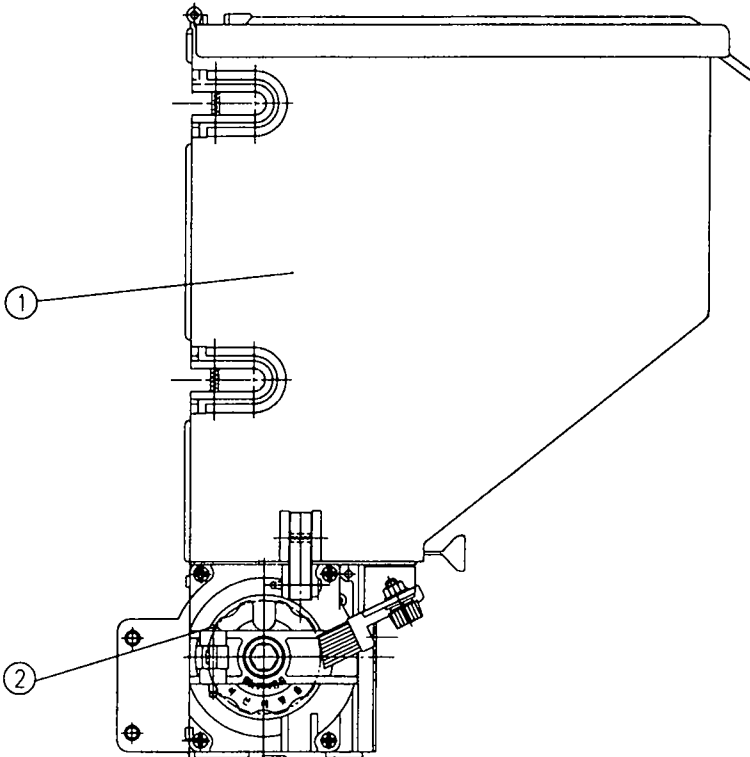


<b>서울대학교 · LG</b>						NAME		PIPE	
						DRAWN		DESIGN	
SCALE 1/1		NTS		DRAWN		DESIGN		CHECK	
UNIT mm inch		DATE 1996. 7. 10.		DWG NO		PART NO		REV SH NO	
SYM		REVISION		DATE		SIGN		CHECK	
APPR		REFERENCE DRAWING		DATE		DWG NO		PART NO	
						C7900113		00 1/1	

A<sub>3</sub> (420x297 95g/m<sup>2</sup>)

SZ0006/C

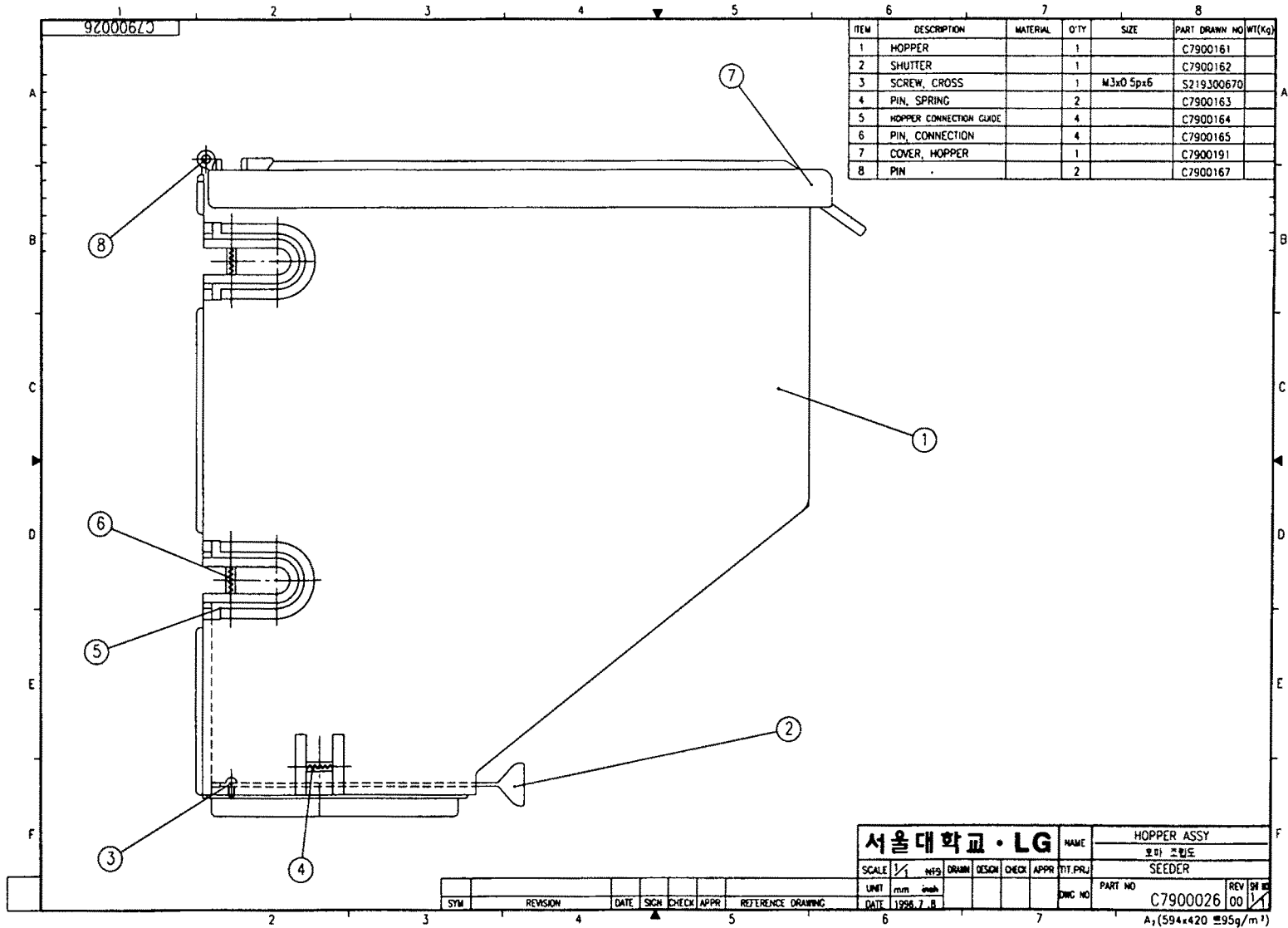
REV	DESCRIPTION	DATE	QTY	BY	Part Name (REV)
1	HOPPER ASSY		1		C7900021
2	ROLLER ASSY		1		C7900022



-200-

서울대학교 · LG										FERTILIZER PARTS ASSY	
DATE	REV	CHK	APP	DES	APP	DES	APP	DES	APP	DATE	REV
										1994.7.8.	00
SYN										PART NO. C7900025	
										REV. NO. 00	
										A. (841x594 235g/m <sup>2</sup> )	





ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	HOPPER		1		C7900161	
2	SHUTTER		1		C7900162	
3	SCREW, CROSS		1	M3x0.5px6	S219300670	
4	PIN, SPRING		2		C7900163	
5	HOPPER CONNECTION GUIDE		4		C7900164	
6	PIN, CONNECTION		4		C7900165	
7	COVER, HOPPER		1		C7900191	
8	PIN		2		C7900167	

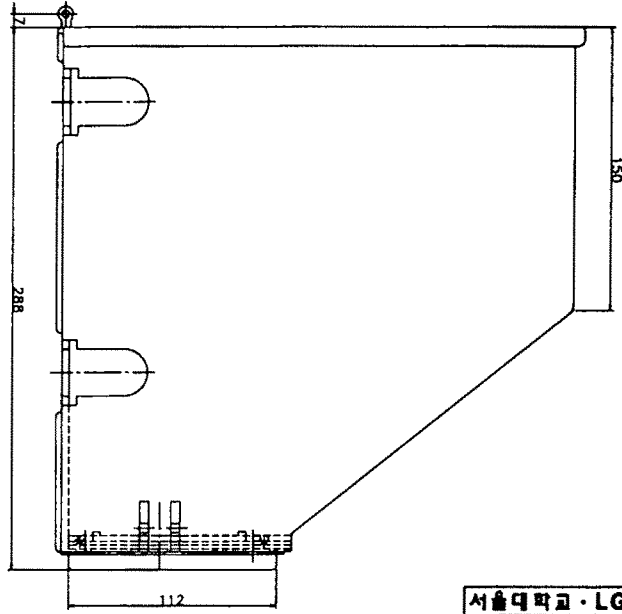
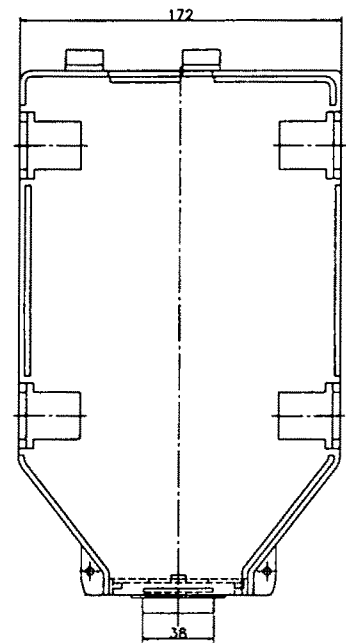
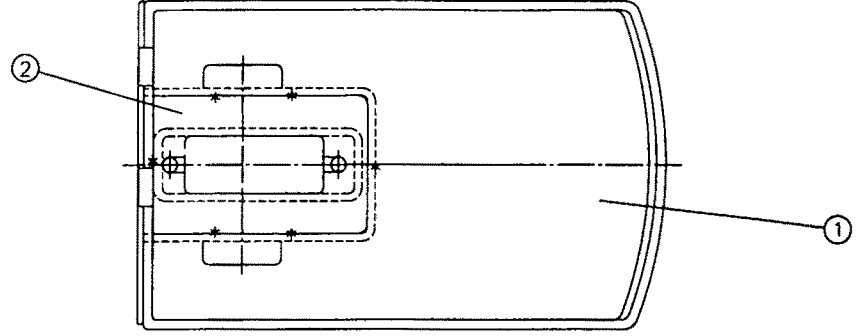
서울대학교 · LG		NAME	HOPPER ASSY	
SCALE 1/1		DESIGN	호미 크립도	
UNIT mm		DATE	SEEDER	
DATE 1998.7.8		DWG NO	PART NO	REV 00
		C7900026		00
A <sub>1</sub> (594×420 ≧95g/m <sup>2</sup> )				

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

19100523

#	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REV	PART NUMBER	REV
1	BODY, HOPPER	PC	1			
2	PLATE, HOPPER	PC	1			

주  
 1. 부품 ① ②는 침식저항 도모하여(4위치)  
 떨어지지 않도록 할것.



서울대학교 · LG		NAME	HOPPER
SCALE	1/1	S.R.	
UNIT	mm	SENDER	(일)
DATE	1996. 1. 8.	PART NO	C7900161
REV	1	REV	001

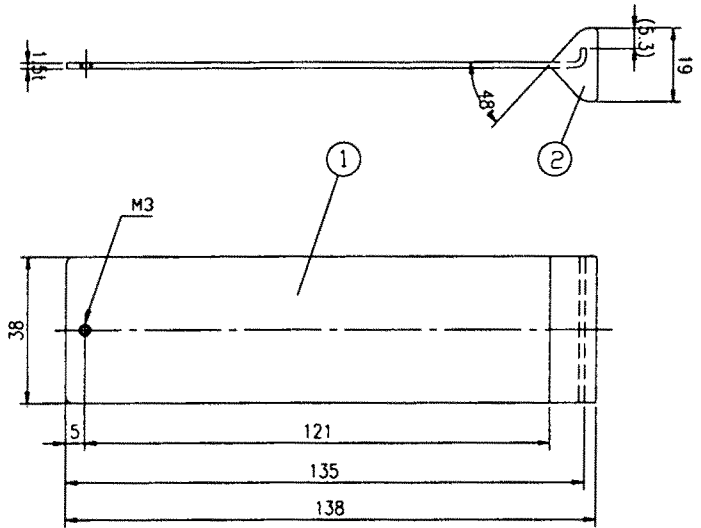
SYN	REVISION	DATE	BY	CHKD	APPD	REFERENCE DRAWING

A. (841x584 295g/m<sup>2</sup>)

C7900162

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SUS	1	1.5t		
2	RUBBER	CR	1			

1. 부품 ① 은 부품 ② 에 INSERT하여 성형할것.  
 2. 경도: HS60~70  
 3. 사용시간 5년동안 노화되지 않을것.  
 (직사광선에 상시 노출됨)  
 4. 거스러미 제거할것.



—203—

서울대학교 · LG					NAME		SHUTTER		
							서터		
SCALE 1/1		DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER		
UNIT mm	DATE 1996. 7. 8.					DWC NO	PART NO C7900162	REV 00	SHT NO 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

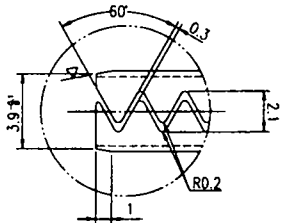
A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

C7900163

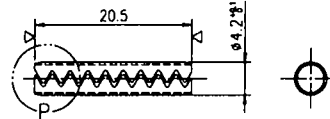
ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SUS		0.3t		

- 주  
 1. SPRING PIN 조합 HOLE 치수:  $\phi 4$ 형  
 2. 거스러미 제거할것

~ (▽)



상세 P  
S=5/1



서울대학교 · LG						NAME		PIN, SPRING	
								핀, 스프링	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER	
UNIT	mm	inch					DWC NO	PART NO	REV SHI NO
DATE	1996 7 . 8 .							C7900163	00 1/1

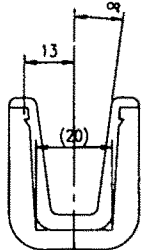
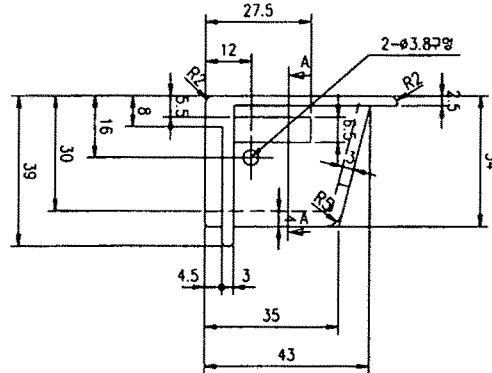
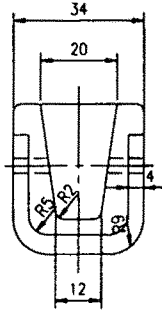
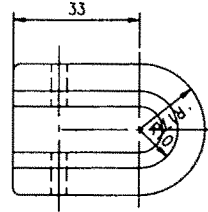
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 mm 95g/m<sup>2</sup>)

C7900164

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	플라스틱	ABS	1			

- 주
1. 지시없는 모서리 R은 표준R로 할것.
  2. 색상은 IVORY
  3. 배기 구멍은 1'로 할것.
  4. 승인도장을 제출하고 한층승인 득할것.



SECTION A-A

<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	GUIDE, HOPPER CONNECTION	
								호퍼 연결 가이드	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER	
UNIT	mm						DWG NO	PART NO	REV SHI NO
DATE	1996. 7. 8.							C7900164	00 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

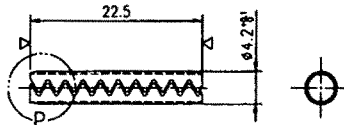
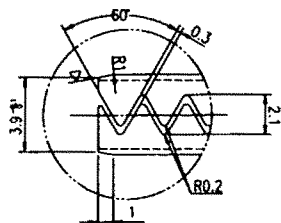
A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

C7900670

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SUS		0.3t		

- 주  
 1. SPRING PIN 스프링 HOLE 치수:  $\phi 4$ 형  
 2. 커스러미 제거할것

~(▽)



상세 P  
 S=5/1

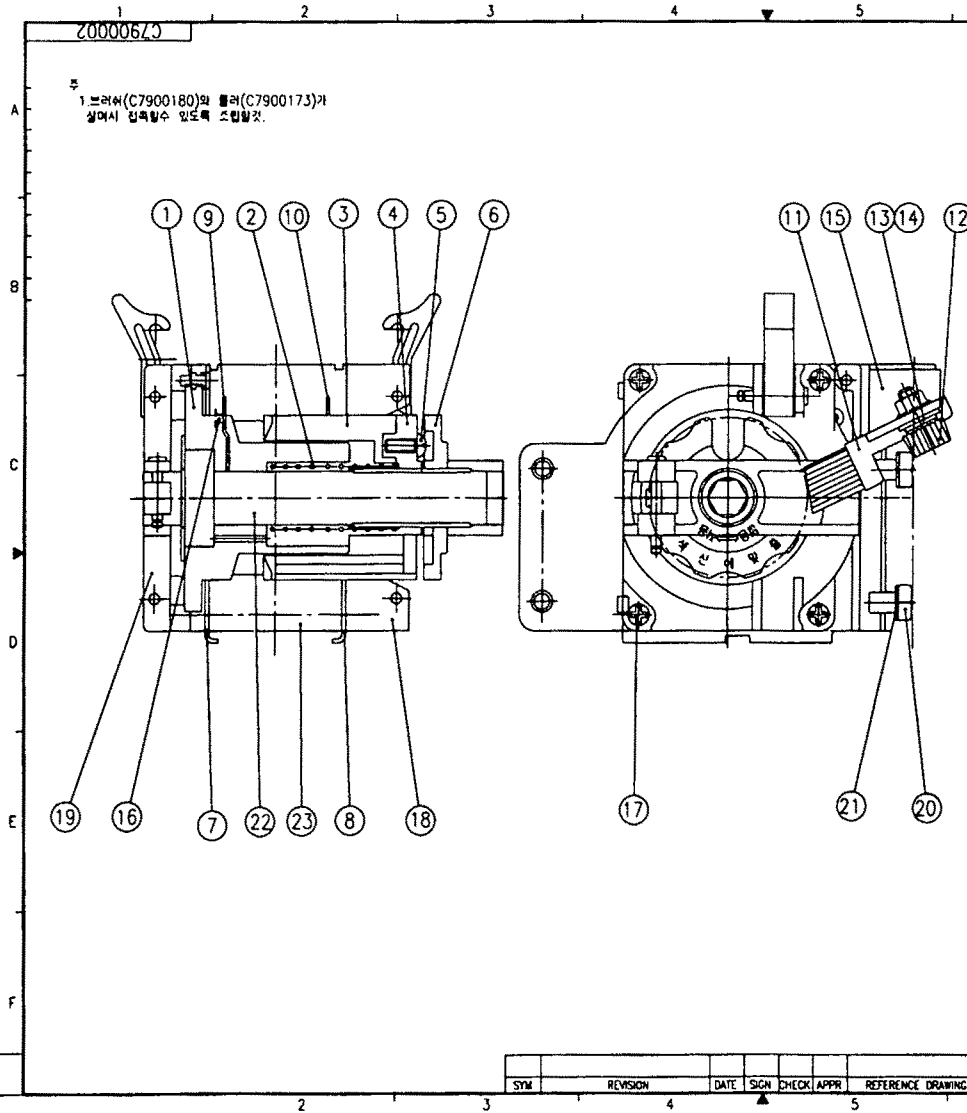
서울대학교 · LG						NAME		PIN, SPRING		
								핀, 스프링		
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER		
UNIT	mm						DWG NO	PART NO	REV	SHT NO
DATE	1996. 7. 8.							C7900165	00	1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

20000623

주  
1.브러쉬(C7900180)와 롤러(C7900173)가  
상에서 입력할수 있도록 조립할것.



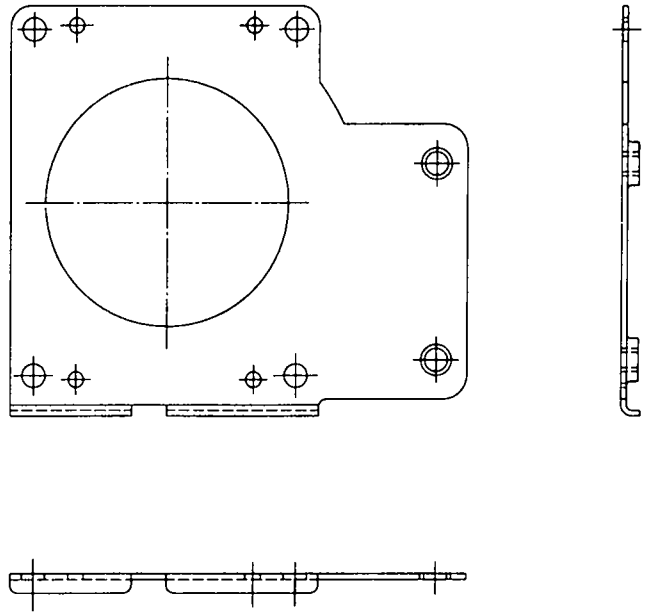
ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(KG)
1	BODY, ROLLER		1		A7900409	
2	SPRING		1		C7900172	
3	ROLLER		1		A7900410	
4	ROLLER		1			
5	SCREW, CROSS		1	M5x0.8px12	S224501270	
6	DIAL, ADJUST		1		C7900175	
7	PLATE(LH)		1		A7900416	
8	PLATE(RR)		1		A7900423	
9	PLATE(LH)		1		C7900178	
10	PLATE(RH)		1		C7900179	
11	BRUSH		1		C7900180	
12	BOLT, KNOB		1		C7900181	
13	WASHER, SPR		1		S361060010	
14	WASHER, PLN		1		S363060010	
15	BRUSH, HINGE		1		C7900182	
16	BOLT, CROSS		4	M3x0.5px5	S219300570	
17	BOLT, CROSS		8	M5x0.8px12	S219501270	
18	ROLLER COVER(LH)		1		C7900183	
19	ROLLER COVER(RH)		1		C7900188	
20	BOLT, CROSS		4	M8x1.25px12	S219801270	
21	WASHER, SPR		4		S361080013	
22	SHAFT		1		A7900411	
23	CAPSUL		1		C7900204	

-207-

서울대학교 · LG		NAME	ROLLER ASSY	
			롤러 조립도	
SCALE	1/1	HTS	DESIGN	CHK
UNIT	mm inch	DATE	1998. 7. 8	
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK
			APPR	REFERENCE DRAWING
		DATE	1998. 7. 8	
		REV	00	
		PART NO	C7900002	
		REV	00	
A <sub>2</sub> (594x420 1/95g/m <sup>2</sup> )				

1	2	3	4	5	6	7	8
ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)	
	PLATE	SUS304	1	1.5t			

- 주
1. 예리한 모서리 및 이바리 제거할 것.
  2. 본도는 좌도이며 우도는 이와 대칭임.



<b>서울대학교 · LG</b>						NAME	플레이트	
							PLATE	
SCALE	1/1	NFS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	DIRECT SEEDER
UNIT	mm	inch		김희수			DWG NO	PART NO
DATE	1996. 6. 27.							A7900 416 423
								REV 00 SHT NO 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

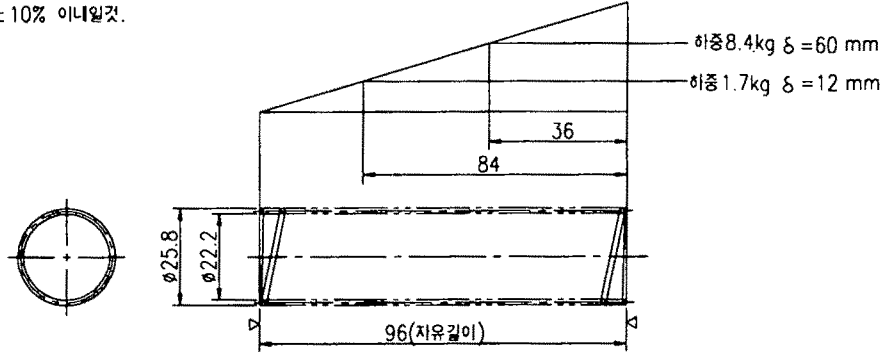
A<sub>3</sub> (420x297 mm 95g/m<sup>2</sup>)



ZL1006LC

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	강선	SWPA		Ø 1.8		

- 주
1. 파중 물리의 텐션및 양조질 스프링으로 사용.
  2. 부하조건  
작동범위: 30~60mm 사이에서 반복 작동  
하중범위: 1.7~8.4kg
  3. 사용시간  
10시간 x 30일 x 5년
  4. 상기 사용조건에 따라 사용중 피손및 변형이 없을것.
  5. 유해한 흠이나 거스러미등이 없을것.
  6. 하중 허용차는 ± 10% 이내일것.



스프링 요목표

재 료	SWPA
재료의 직경	Ø 1.8
코일의 안지름	Ø22.2
코일의 평균지름	Ø24.0
코일의 바깥지름	Ø25.8
총 감김수	8
유효 감김수	6
감김 방향	좌
자유 높이 (mm)	96
스프링 상수 (kg/mm)	0.1392
성형후 표면가공	
녹 방지처리	ZPC3 (BAKING)

서울대학교 · LG							NAME		SPRING											
									스프링											
SCALE 1/1 NTS							DRAWN		DESIGN		CHECK		APPR		TIT. PRJ		SEEDER			
UNIT mm inch							DATE		1996. 7 . 8 .		DWC NO		PART NO		REV		SHT NO			
SYM							REVISION		DATE		SIGN		CHECK		APPR		REFERENCE DRAWING		C7900172 00 1/1	

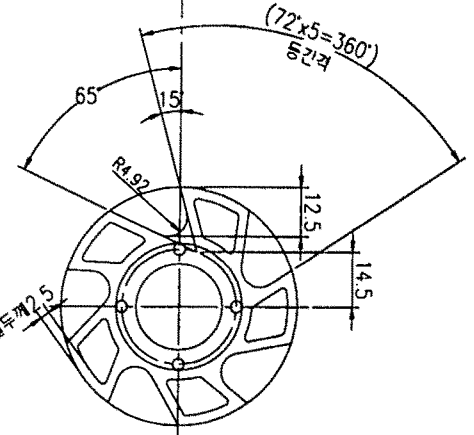
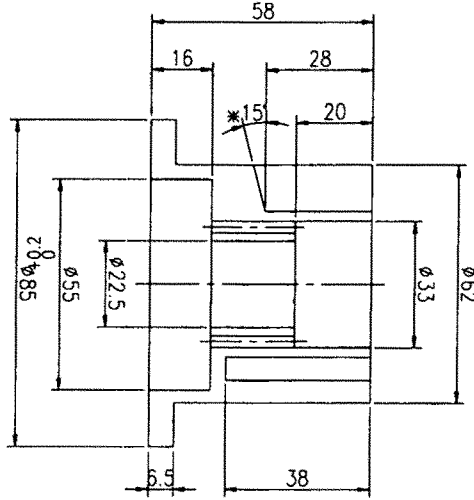
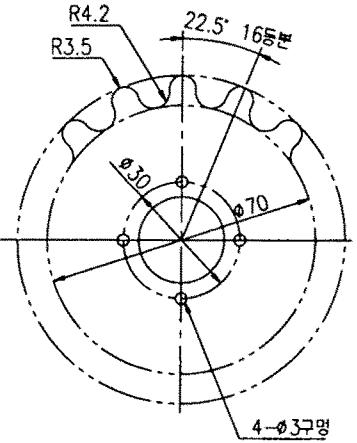
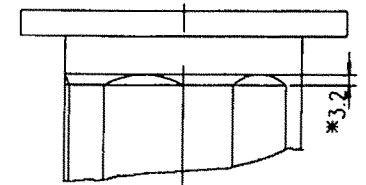
A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

C7800078

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	플라스틱	이세탈	1			

6(LH)  
6(RH)

1. 지시없는 R은 R1~R1.5로 할것.
2. 배기구에는 1°이내일것
3. 근접 수직면형상 외관에 이상이 없을것.
4. 색상상 색차0.1이하 할것.
5. \*부위인 제작시 원만하게 재차처에서 가공요
6. 부도인 좌도이며 우도는 이와 대칭임.(용부위)



서울대학교 · LG							NAME		롤러 A	
							ROLLER A			
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	FDS 60		
UNIT	mm	inch					DWG NO	PART NO	REV	SIT NO
DATE	1996. 7. 11.							C7800078	00	1/1

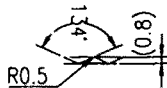
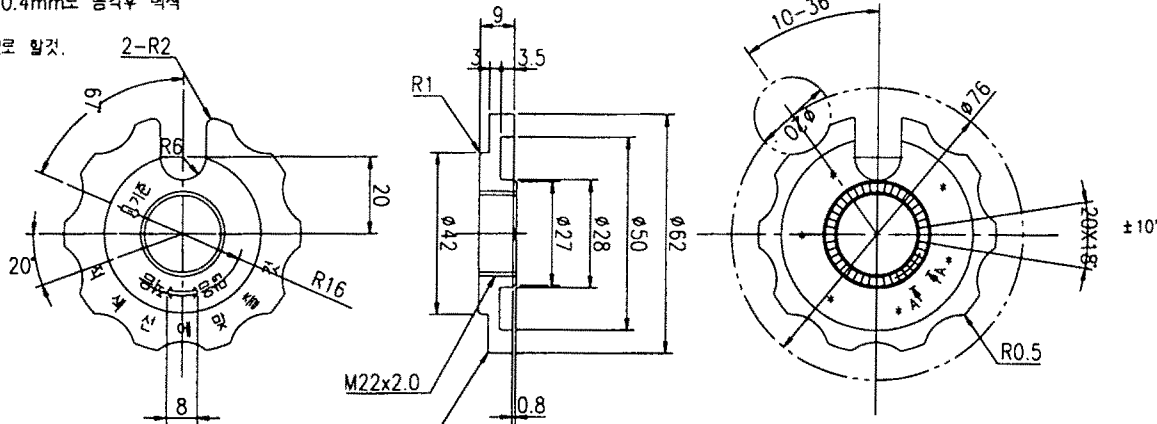
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

SZ10067C

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	플라스틱(사출품)	ABS	1			

주

1. 거스러미가 없을것
2. \*부위는 GATE 위치임(6개소 돌출한계:0.1mm)
3. 색상은 흑색으로 할것.
4. 문지 크기는 태고의 16급으로 할것.  
\* 굵기는 0.3 길이 0.4mm로 음각후 백색 페인팅할것.
5. 지시없는 R은 표준R로 할것.



단면 A - A

<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	DIAL, ADJUST	
								조청 다이얼	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	SEEDER	
UNIT	mm	inch						PART NO	REV SHI NO
DATE	1996. 7. 8.							C7900175	00/1

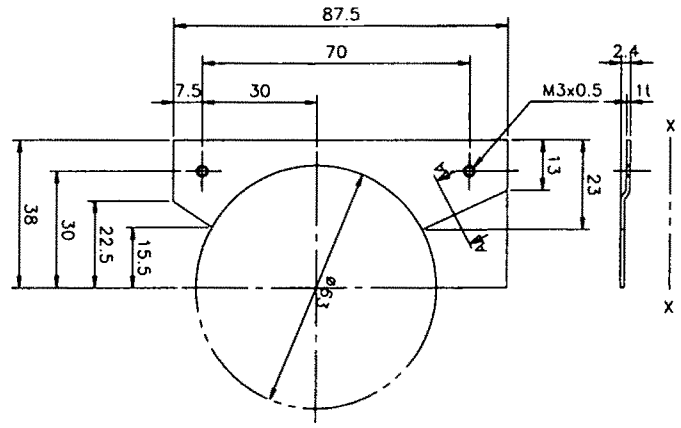
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ㄹ 95g/m<sup>2</sup>)

871006C  
871006C

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SUS304	41EA	11		

주  
 1.본도는 LH이며 RH는 X-X'에 기준으로 대칭임.  
 2.지시없는 R은 표준R에 함것.  
 3.거스러미는 확실하게 제거할것.



SECTION A-A

-212-

서울대학교 · LG							NAME		PLATE LH(RH)											
									8레이프 좌(우)											
SCALE 1/1 NTS							DRAWN		DESIGN		CHECK		APPR		TIT.PRJ		SEEDER			
UNIT mm inch							DATE		1996.7.8.		PART NO		C7900178		REV		SHT NO		00/1	

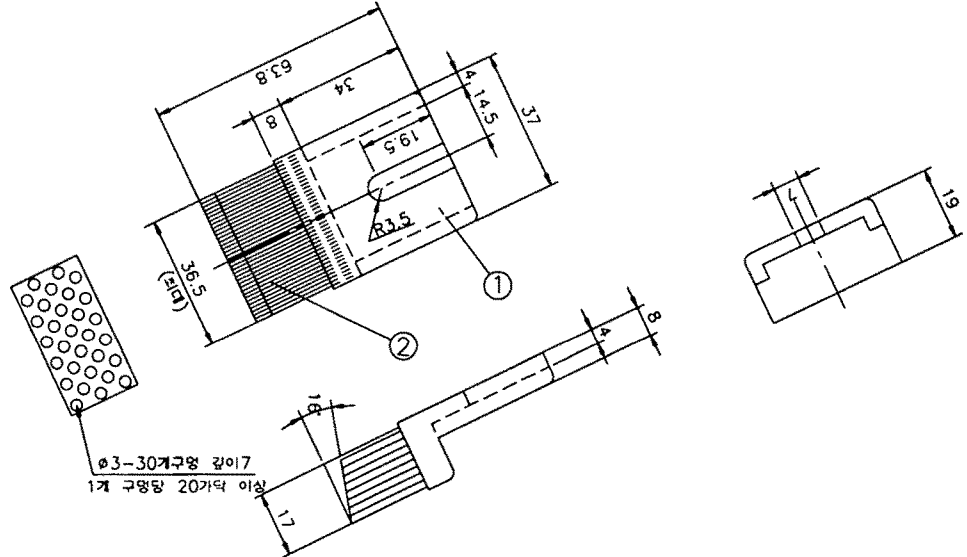
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297) ≙ 95g/m<sup>2</sup>

C7900180

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	BODY	ABS	1			
2	BRUSH	P,P	1	0.4		

- 주
1. 지시없는 모서리 R은 표준R로 할것.
  2. BODY의 색상은 IVORY
  3. BRUSH색상은 무색
  4. 네기구내는 1"로 할것
  5. 용인도를 제출하고 인공승인 득할것.



<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	BRUSH
								브러쉬
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER
UNIT	mm	inch					DWC NO	PART NO
DATE	1996. 7. 8.							C7900180
								REV SHT NO
								00 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

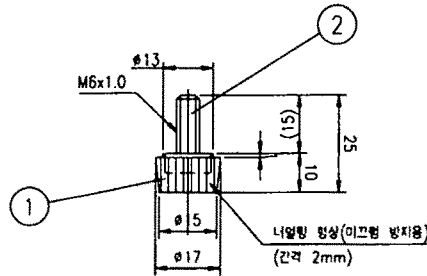
A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

181006LC

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLASTIC	ABS	1			
2	BOLT,HEX		1	M6 x 1.0	S163061570	

주

1. 물리의 BRUSH 고정용으로 사용됨.
2. ① 번 부품의 색상은 흰색임.
3. ② 부품을 삽입후 시늬할것.
4. 지시없는 라운딩부위는 R1으로 할것.



서울대학교 · LG

NAME	BOLT, KNOB	
	손잡이 볼트	
SCALE	1/1 NTS	
UNIT	mm -inch	
DATE	1996.7.8	
DWG NO	PART NO	REV
	C7900181	00/1

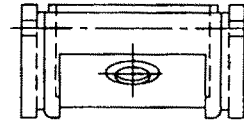
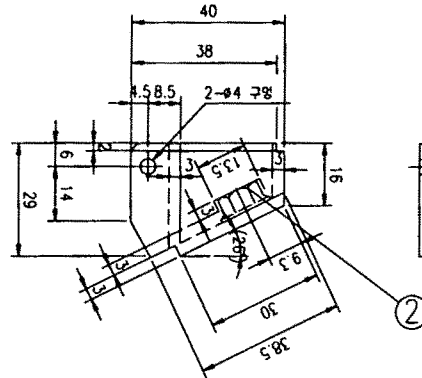
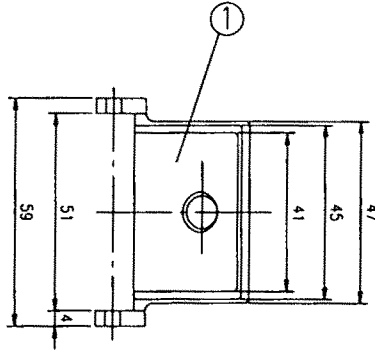
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A3 (420x297 mm 95g/m<sup>2</sup>)

C7900182

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	플라스틱	ABS	1			
2	NUT	SUS	1	M6x1.0		

- 주
1. 지시없는 모서리 R은 표준R로 할것.
  2. 부품  $\varnothing$ (S345060043과 제일만 상이)은 사출 작업시 INSERT할것.
  3. 지시없는 배기 구멍은 1'로 할것.
  4. 색상은 IVORY로 할것.
  5. 승인도를 제출하고 현품승인 득할것.



서울대학교 · LG

NAME	HINGE, BRUSH	
	브러쉬 힌지	
TIT.PRJ	SEEDER	
DWG NO	PART NO	REV SH NO
	C7900182	00 1/1

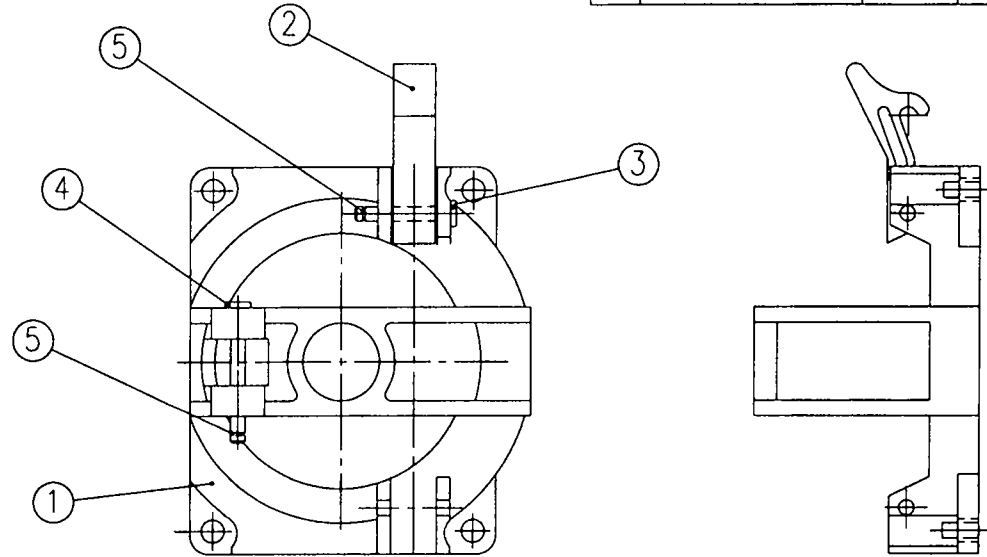
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ
UNIT	mm	inch					
DATE	1996. 7. 8.						

A<sub>3</sub> (420x297 mm 95g/m<sup>2</sup>)

C7900183

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	COVER	ABS	1			
2	LOCKING PLATE	ABS	1			
3	PIN	ABS	1			
4	PIN	ABS	1			
5	RING, SNAP	ABS	2	d3	S814003003	



서울대학교 · LG							NAME		COVER(LH), ROLLER	
									롤러 커버(좌)	
SCALE	1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	SEEDER		
UNIT	mm	inch					DWG NO	PART NO	REV	SIT NO
DATE	1996. 7. 8							C7900183	00	1/1

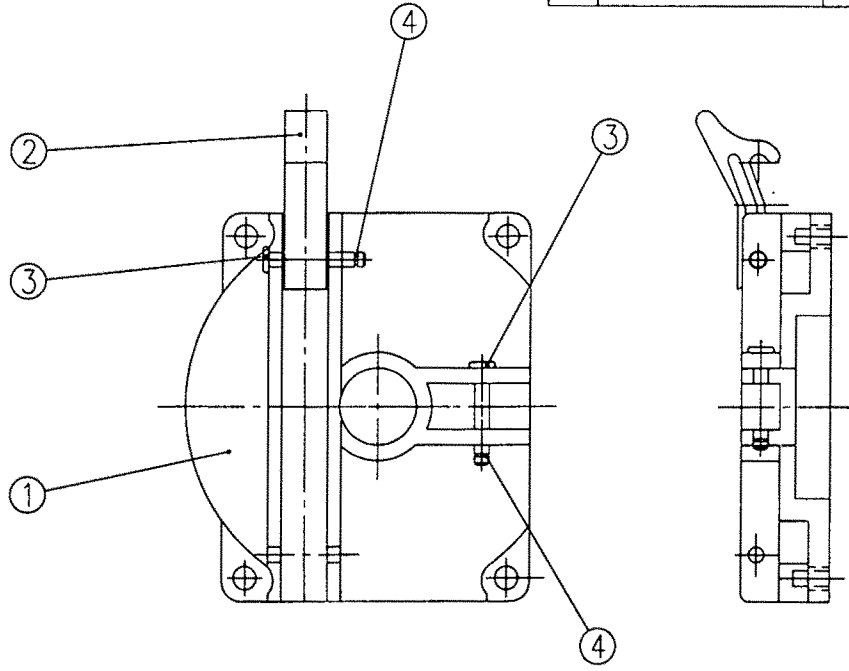
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 mm) 95g/m<sup>2</sup>



8810067C

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	COVER	ABS	1		-----	
2	LOCKING PLATE	ABS	1		-----	
3	PIN	SUS	2		-----	
4	RING, SNAP		2	d3	S814003003	



<b>서울대학교 · LG</b>							NAME		COVER(RH), ROLLER	
									롤러 카바(우)	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	SEEDER		
UNIT	mm	inch					DWG NO	PART NO	REV	SHT NO
DATE	1996. 7. 8							C7900188	00	1/1

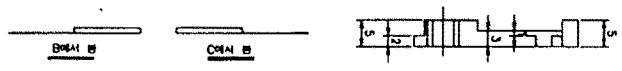
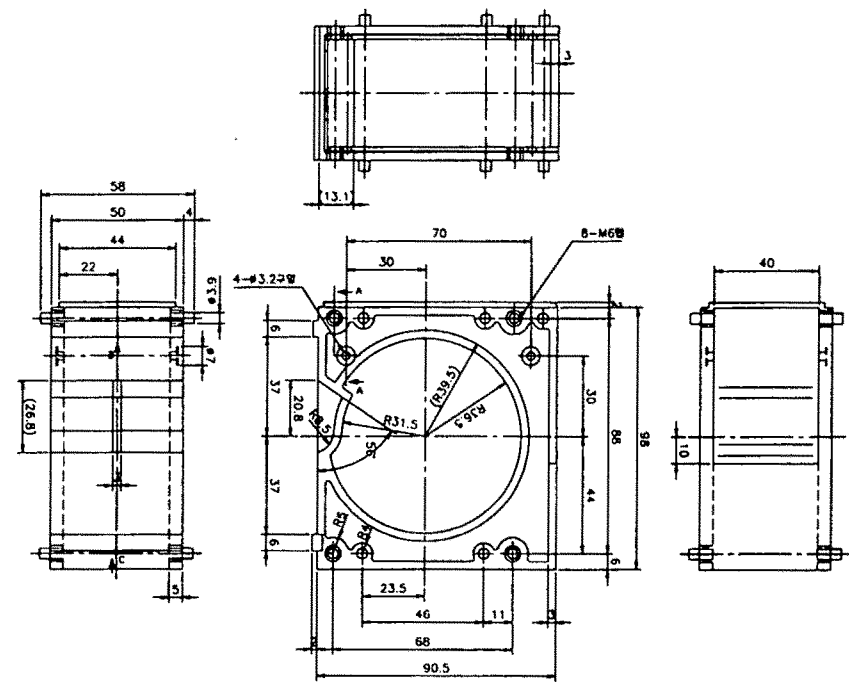
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>5</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

C7900204

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLASTIC	ABS	1			

1. 표시된 외치 RE 요란로 칠것.  
 2. 내성인 IVORY  
 3. 배기구는 1호 칠것  
 4. 순안도를 적용하고 단점순인 특칠것.



<b>서울대학교 · LG</b>		NAME 캡슐 롤러	CAPSUL ROLLER
SCALE 1/1 NTS		DESIGNER	SEEDER
LIMIT mm inch	DATE 1996.7.8	PART NO. C7900204	REV. 00

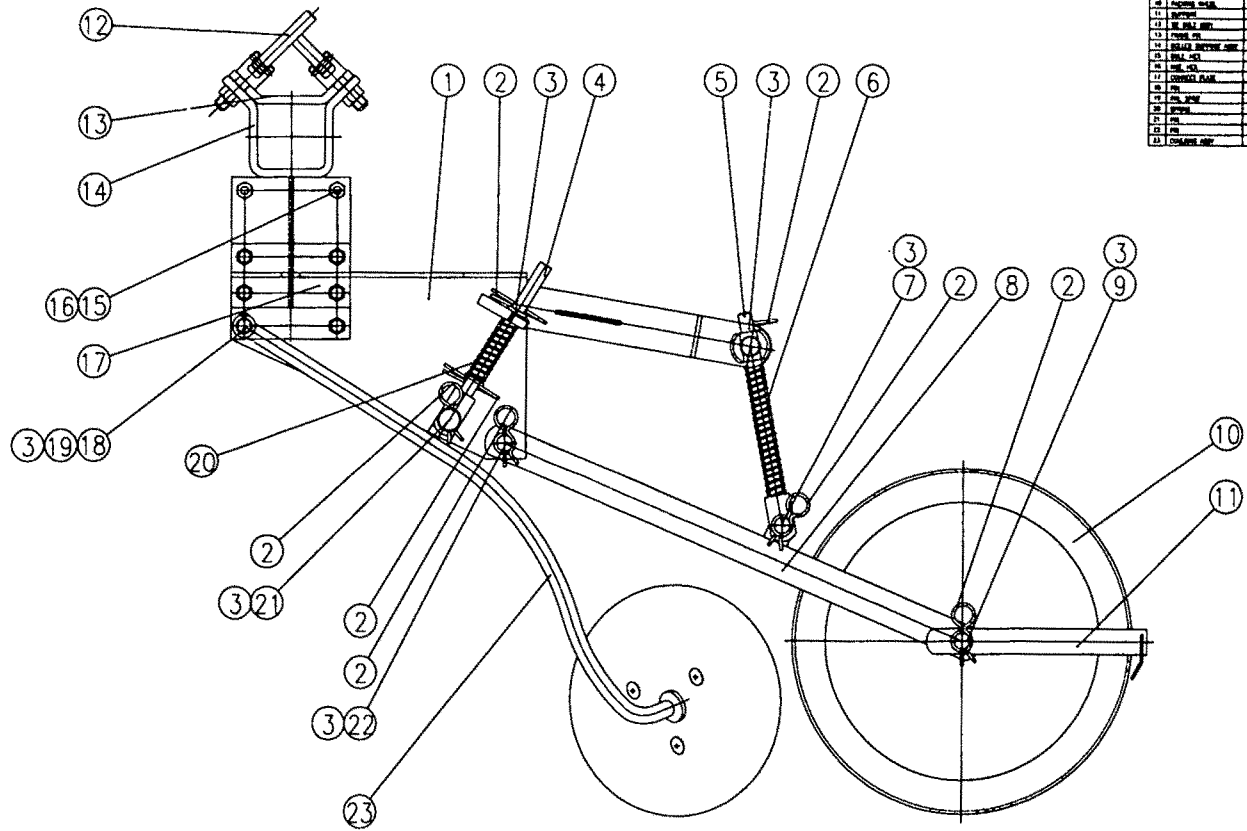
SYN	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>1</sub>(594x420 95g/m<sup>2</sup>)

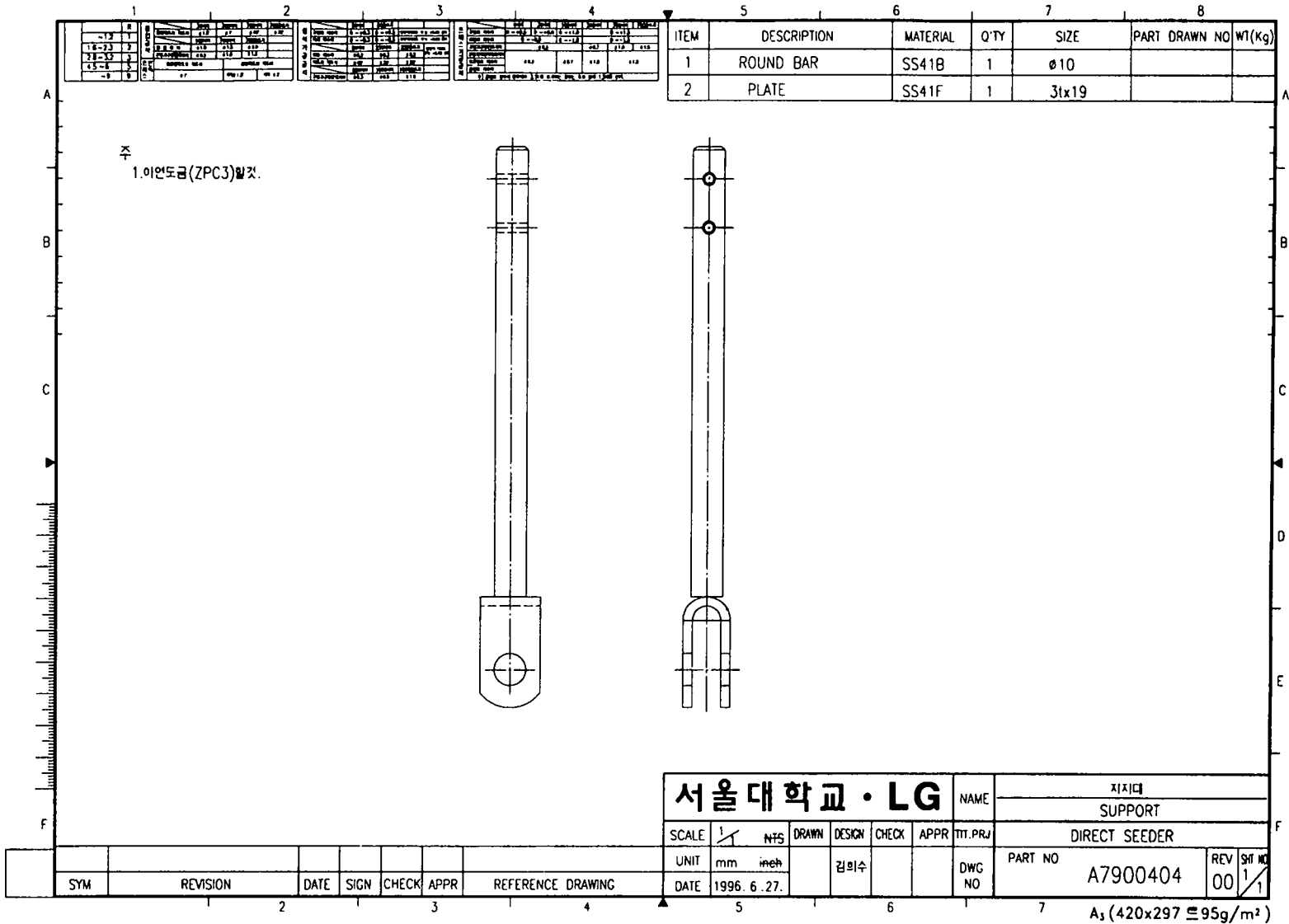
52700070



NO	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REV	DATE	BY	CHK
1	FRAME BODY	1	PC	1	2000-11		
2	PIPE	2	PC	1	2000-11		
3	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
4	PIVOT	2	PC	1	2000-11		
5	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
6	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
7	PIVOT	2	PC	1	2000-11		
8	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
9	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
10	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
11	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
12	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
13	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
14	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
15	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
16	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
17	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
18	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
19	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
20	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
21	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
22	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		
23	ROCKER ARM	2	PC	1	2000-11		

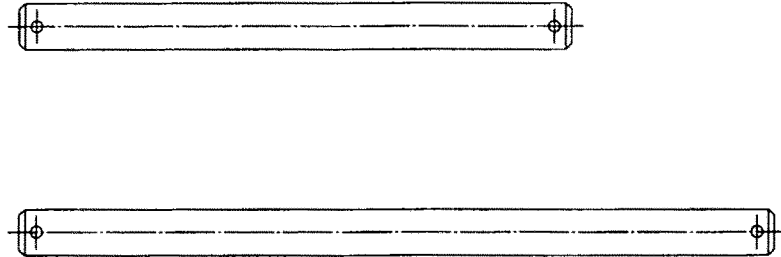


서울대학교 · LG  
 2000. 11. 20  
 C7900425  
 A4(1189)B41 2/95G/MS



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	ROUND BAR	SS41B	1	Ø12		

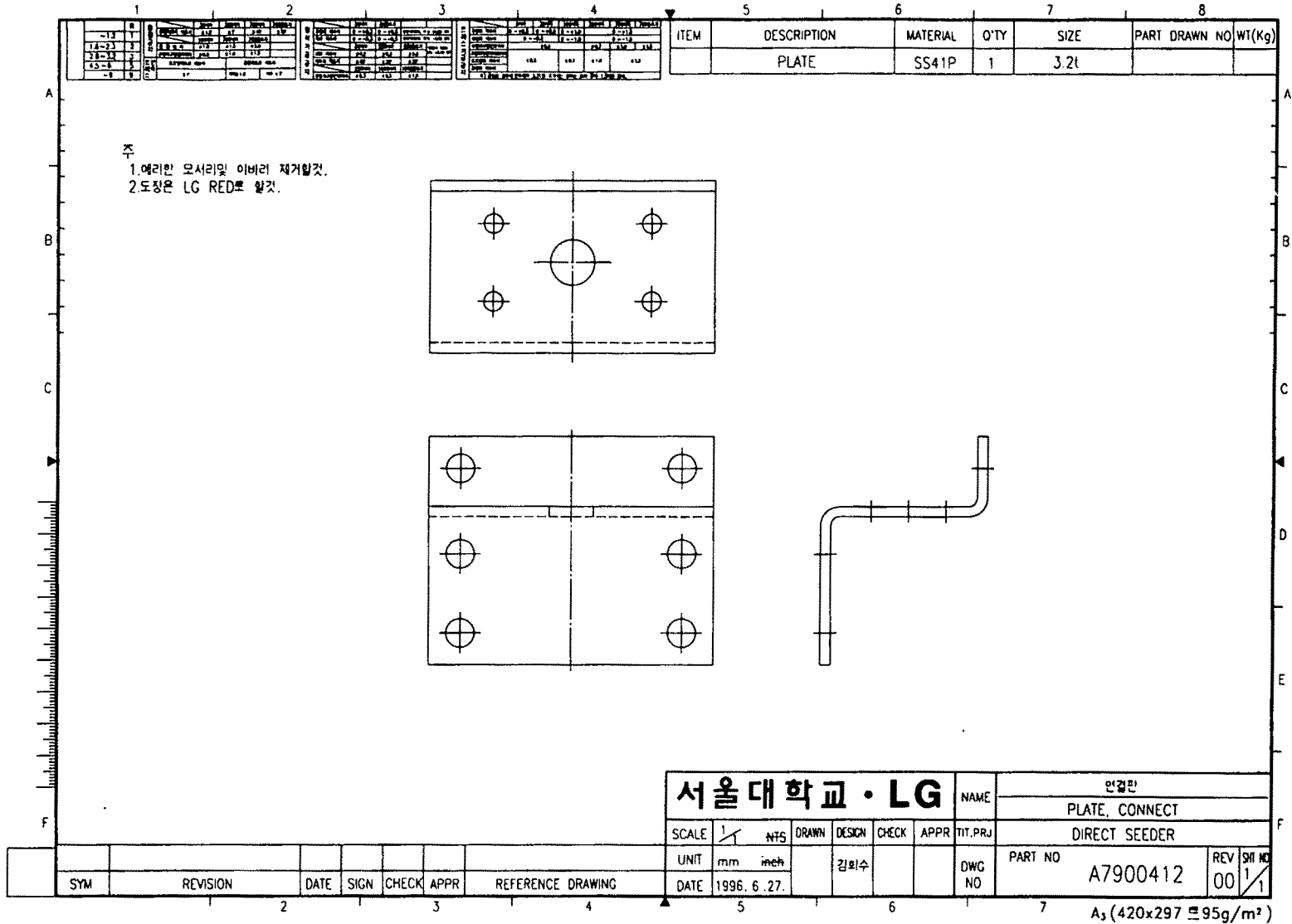
주  
1.지시없는 모따기는 CO.5로 할것.  
2.이연도금(ZPC3)할것.



<b>서울대학교 · LG</b>						NAME		연결바	
						DRAWN		DESIGN	
SCALE		1/1		NHS		TIT.PRJ		DIRECT SEEDER	
UNIT		mm		inch		DATE		1996. 6. 27.	
DATE		1996. 6. 27.		김희수		DWG NO		A7900405	
PART NO		A7900405		REV		SHT NO		00 / 1	

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

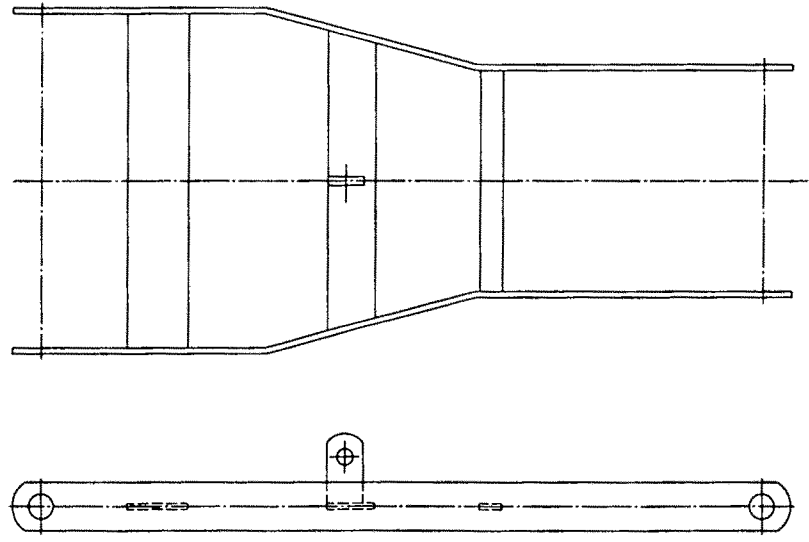
A<sub>3</sub> (420x297 95g/m<sup>2</sup>)



1	2	3	4
1.1	1.2	1.3	1.4
1.5	1.6	1.7	1.8
1.9	1.10	1.11	1.12
1.13	1.14	1.15	1.16
1.17	1.18	1.19	1.20
1.21	1.22	1.23	1.24
1.25	1.26	1.27	1.28
1.29	1.30	1.31	1.32
1.33	1.34	1.35	1.36
1.37	1.38	1.39	1.40
1.41	1.42	1.43	1.44
1.45	1.46	1.47	1.48
1.49	1.50	1.51	1.52
1.53	1.54	1.55	1.56
1.57	1.58	1.59	1.60
1.61	1.62	1.63	1.64
1.65	1.66	1.67	1.68
1.69	1.70	1.71	1.72
1.73	1.74	1.75	1.76
1.77	1.78	1.79	1.80
1.81	1.82	1.83	1.84
1.85	1.86	1.87	1.88
1.89	1.90	1.91	1.92
1.93	1.94	1.95	1.96
1.97	1.98	1.99	2.00

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41F	1	3t×25		
2	PLATE	SS41F	1	3t×25		
3	PLATE	SS41F	1	3t×32		
4	PLATE	SS41F	1	3t×25		
5	PLATE	SS41F	1	3t×12		
6	PLATE	SS41F	1	4.5t×19		

1. 예리한 모서리 및 이바리 제거할것.  
 2. 도장은 LG RED로 할것.

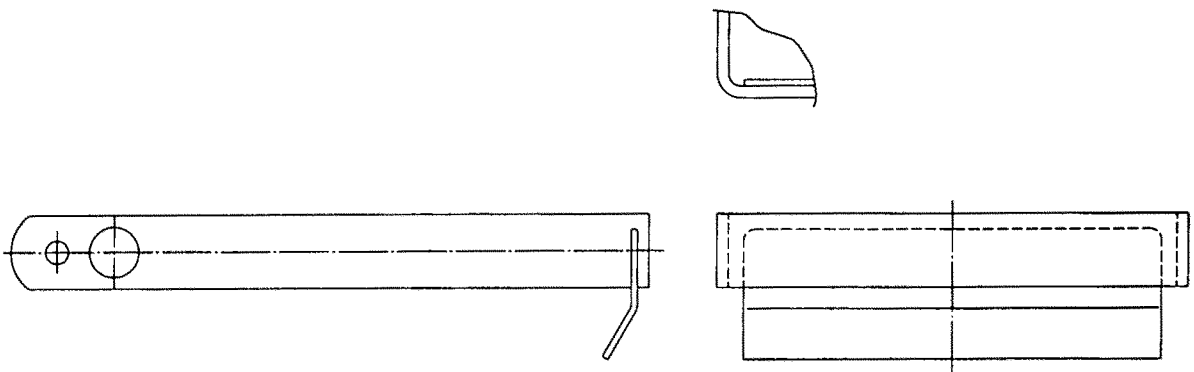


<b>서울대학교 · LG</b>										NAME		진입 플레이트	
										NAME		PLATE, PACKING	
										TIT. PRJ		DIRECT SEEDER	
										PART NO		A7900414	
										REV		00	
										SHEET NO		1/1	
										DATE		1996. 6. 27.	
										DWC NO			
										SCALE		1/2 NTS	
										UNIT		mm inch	
										DRAWN		김희수	
										DESIGN			
										CHECK			
										APPR			
										SYMBOL			
										REVISION			
										DATE			
										SIGN			
										CHECK			
										APPR			
										REFERENCE DRAWING			

A<sub>3</sub> (420x297 mm) 95g/m<sup>2</sup>

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41F	1	3t x 19		
2	PLATE	SS41P	1	1.6t		

주  
 1.여리한 모서리 및 이바리 제거할것.  
 2.도장은 LG RED로 할것.

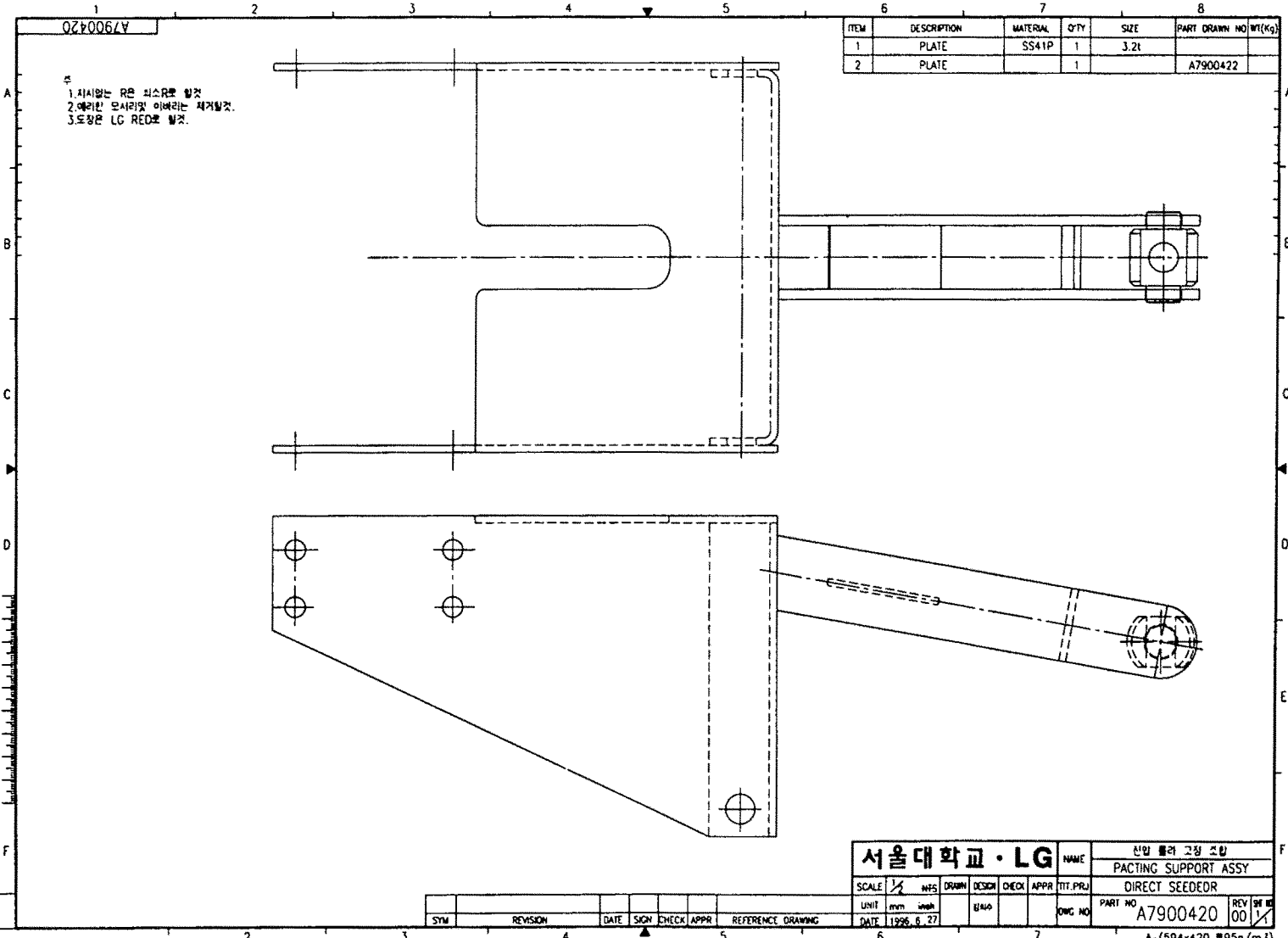


<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	지치대	
								SUPPORT	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	DIRECT SEEDER	
UNIT	mm	inch		김희수			DWG NO	PART NO	REV SHI NO
DATE	1996. 6. 27.							A7900415	00 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 mm) 95g/m<sup>2</sup>





A7900420

- 5
1. 치사없는 R은 최소R을 함것
  2. 에러한 모사리 및 이베리는 제거할것.
  3. 도장은 LG RED로 함것.

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41P	1	3.2t		
2	PLATE		1		A7900422	

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

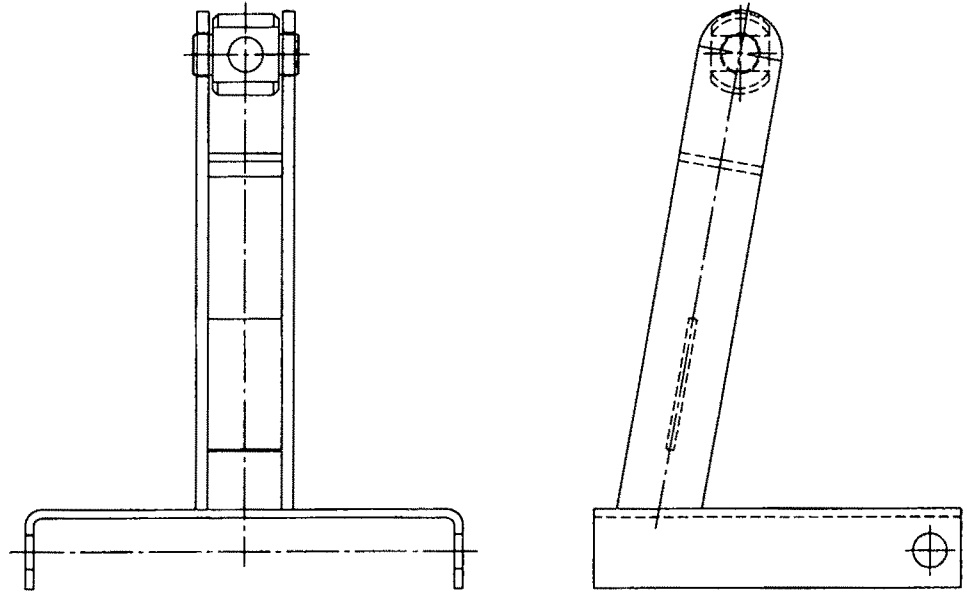
<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	신일 불러 고정 조립	
							SCALE	1/4	
							UNIT	mm inch	
							DATE	1996. 6. 27	
							DESIGN	B&B	
							CHECK		
							APPR		
							TIT. PRJ	DIRECT SEEDOR	
							PART NO	A7900420	
							REV	00	
							DATE	1996. 6. 27	

A<sub>2</sub>(594x420 ≒95g/m<sup>2</sup>)

A7900422

주  
 1. 에러인 문서리필 아래라는 제거할것.  
 2. 도장은 LG RED로 할것.

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41P	1	3.21		
2	PLATE	SS41F	2	4.51x32		
3	PLATE	SS41F	1	31x50		
4	PLATE	SS41F	1	31x50		
5	ROUND BAR	SS00	1		A7900294	



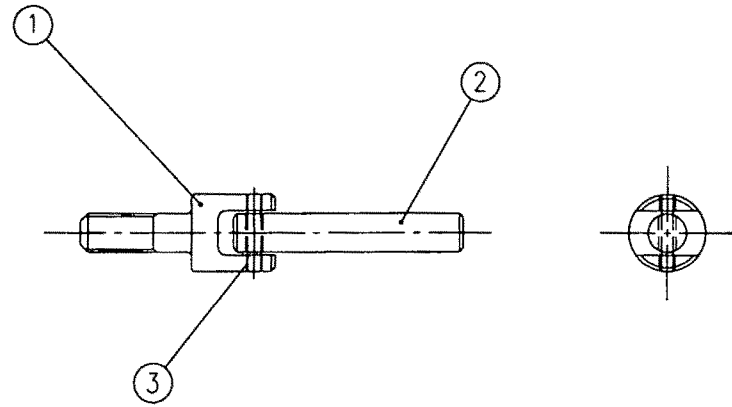
<b>서울대학교 · LG</b>		NAME	물리학부
			PLATE
SCALE 1/1		DIRECT SEEDED	
UNIT mm	DATE 1996. 6. 27	PART NO	A7900422
REV 00		REV 00	

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>1</sub>(594x420 1/95g/m<sup>2</sup>)

C7900042		ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	BOLT				1			
2	PIN				1			
3	PIN, SPRING				1		S445042012	

주기  
 1. ②부분이 원활히 돌아갈 것.



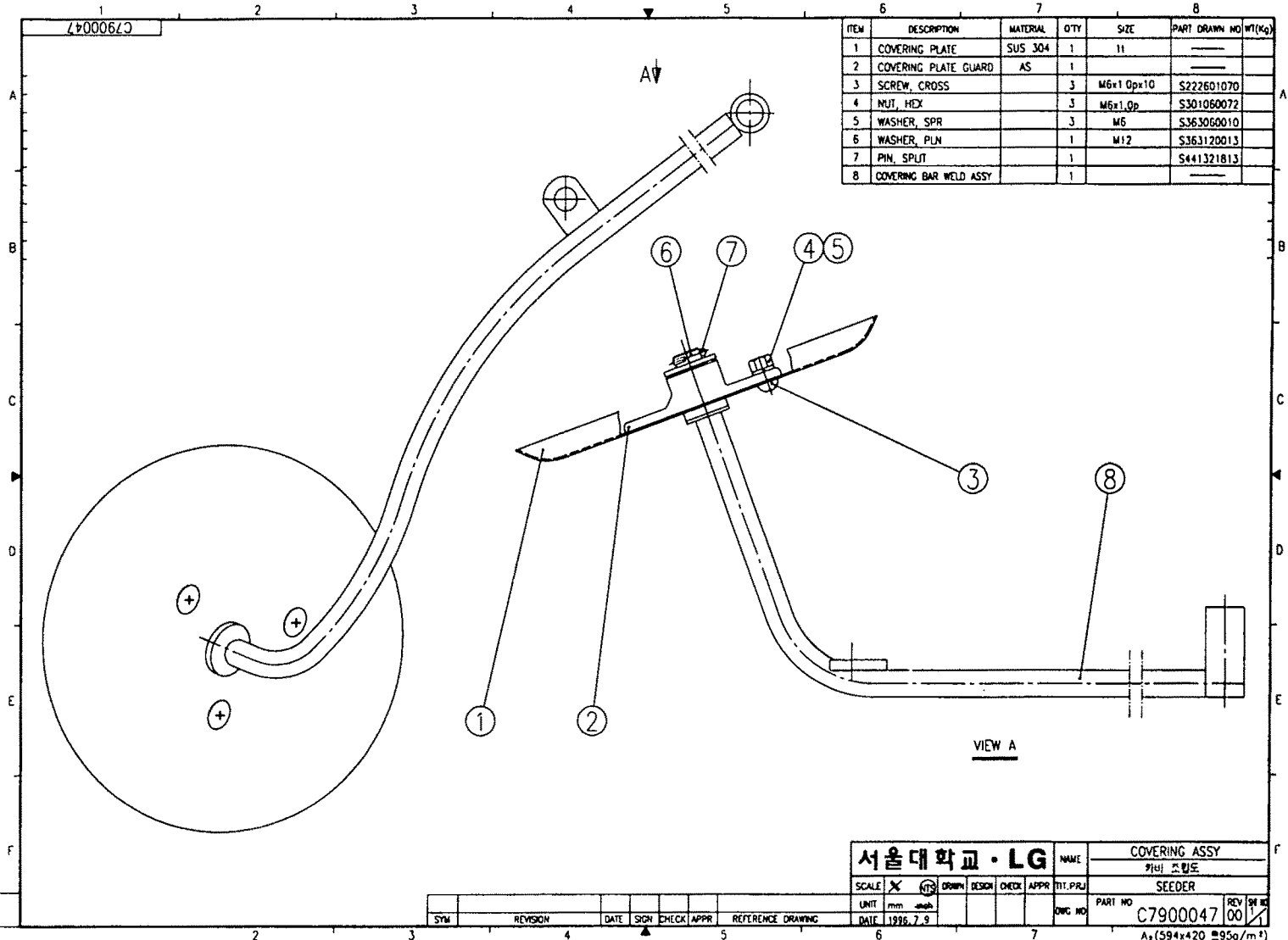
<b>서울대학교 · LG</b>						NAME	TIE BOLT ASSY	
							제갈밭트 조립도	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER
UNIT	mm	<del>inch</del>					DWC NO	PART NO
DATE	1996. 7. 8.							C790004200
								REV 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING
-----	----------	------	------	-------	------	-------------------

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

7900047

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	COVERING PLATE	SUS 304	1	11	---	---
2	COVERING PLATE GUARD	AS	1	---	---	---
3	SCREW, CROSS		3	M6x1.0p x 10	S222601070	
4	NUT, HEX		3	M6x1.0p	S301060072	
5	WASHER, SPR		3	M6	S363060010	
6	WASHER, PLN		1	M12	S363120013	
7	PIN, SPLIT		1		S441321813	
8	COVERING BAR WELD ASSY		1		---	---



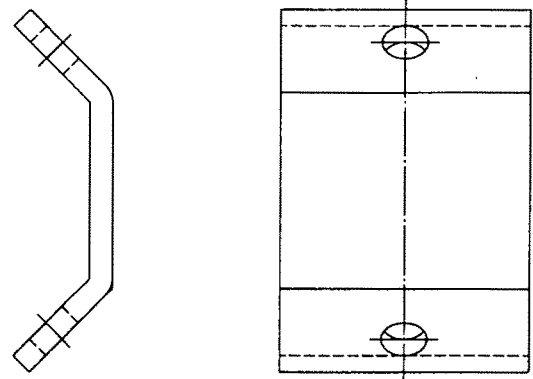
VIEW A

서울대학교 · LG							COVERING ASSY	
							카비 조형도	
							SEEDER	
SCALE	X	1/2	DRWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	
UNIT	mm	inch					QWG NO	PART NO
DATE	1998. 7. 3							C7900047
REV	00							REV 01
							A <sub>3</sub> (594x420 □95g/m <sup>2</sup> )	

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SS41F	1	65x6t		

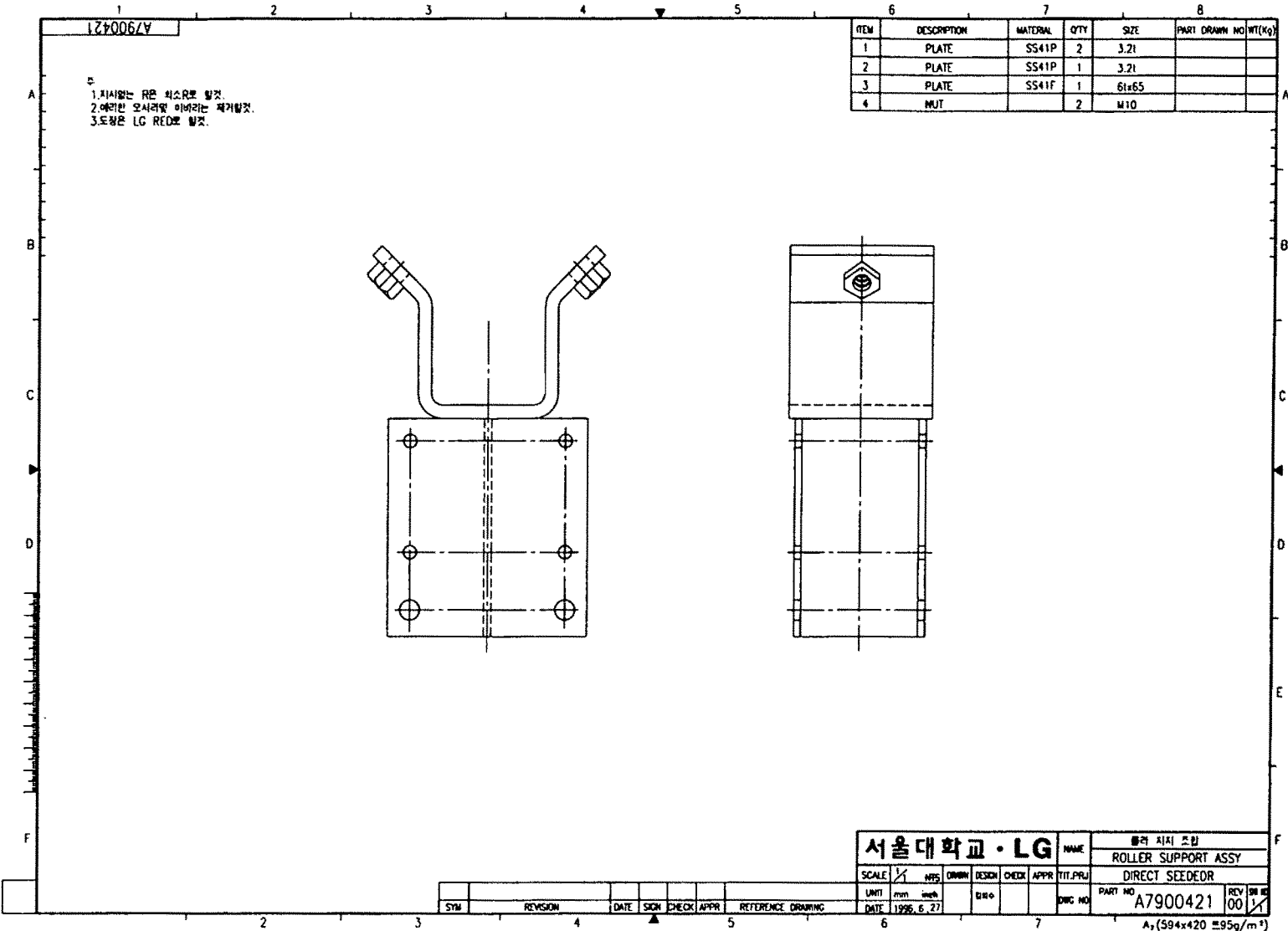
주  
 1. 예리한 모서리 및 이바리 제거할것.  
 2. 도장은 LG RED로 할것.



<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	후려임 고정판	
							TIT.PRJ	FIX, FRAME	
							TIT.PRJ	DIRECT SEEDER	
SCALE	1/	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	DWG NO	PART NO	REV
UNIT	mm	inch						A7900406	00
DATE	1996. 6. 27.			김희수					1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)



A7900421

1. 치사림은 R/R 직소로 넣것.  
 2. 예리한 모서리엔 이머리는 제거할것.  
 3. 도장은 LG RED로 할것.

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41P	2	3.21		
2	PLATE	SS41P	1	3.21		
3	PLATE	SS41F	1	6t*65		
4	NUT		2	M10		

<b>서울대학교 · LG</b>								NAME 롤러 지지 조립	
SCALE <input checked="" type="checkbox"/> 1/100 <input type="checkbox"/> 1/50 <input type="checkbox"/> 1/20 <input type="checkbox"/> 1/10 <input type="checkbox"/> 1/5								ROLLER SUPPORT ASSY	
UNIT mm inch								DIRECT SEEDER	
DATE 1996. 6. 27								PART NO. A7900421	
DATE 1996. 6. 27								REV 00	

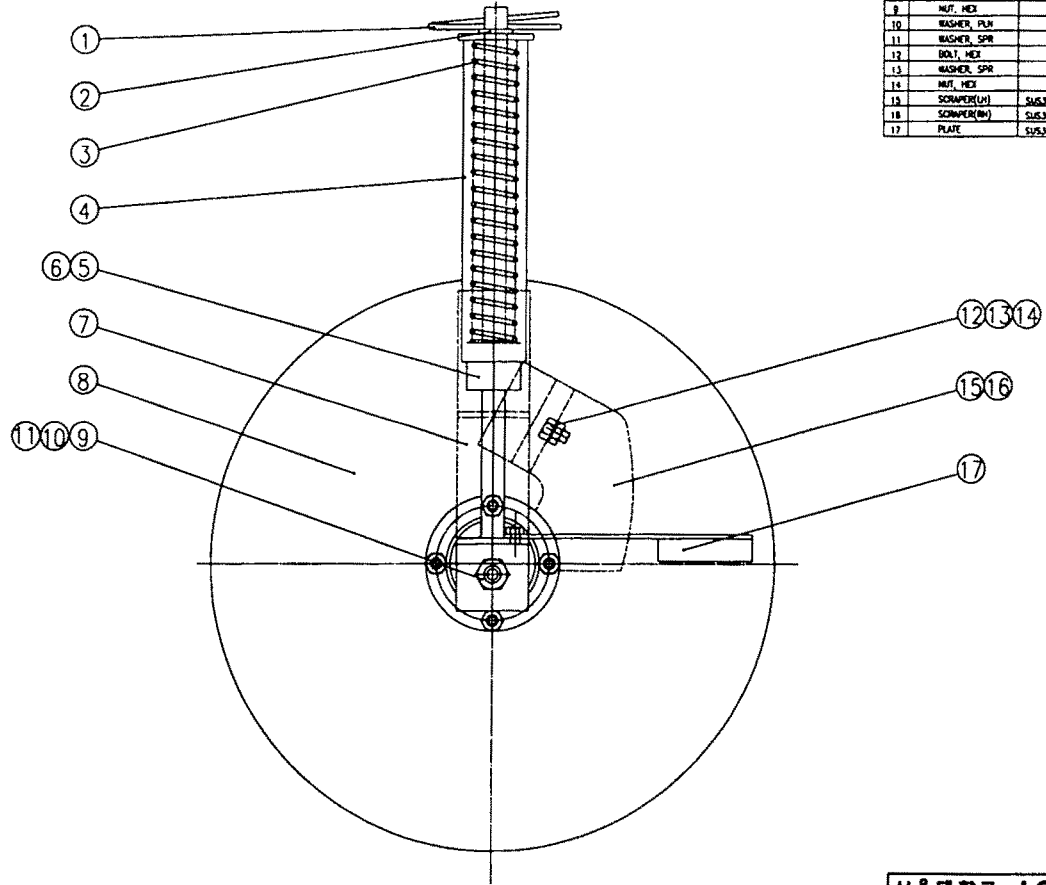
A<sub>1</sub>(594x420 1:95g/m<sup>2</sup>)

C7900426

二重二重標記	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18

DATE	REV	BY	CHK	APP	REVISION

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	UNIT	PART NUMBER	REVISION
1	PIN, SNAP		1		S443100013	
2	WASHER, PLN		1		S363120013	
3	SPRING	SPR	1	#2		
4	CUSHION CORNER		1		A79000413	
5	BRACKET(LH)		1		A79000401	
6	BRACKET(RH)		1		A79000402	
7	SUPPORT		1		A79000418	
8	DISK SUB ASSY		1		C7900009	
9	NUT, HEX		2		S303120053	
10	WASHER, PLN		2	M12X1.25P	S304120053	
11	WASHER, SPR		2	#12.5	S363120063	
12	BOLT, HEX		1	M8	S155080043	
13	WASHER, SPR		1		S361080013	
14	NUT, HEX		1	M8	S301080034	
15	SCAMPER(LH)	SUS304	1	0.8T	C79000048	
16	SCAMPER(RH)	SUS304	1	0.8T	C79000049	
17	PLATE	SUS304	1	1.6T	A79000417	



- 231 -

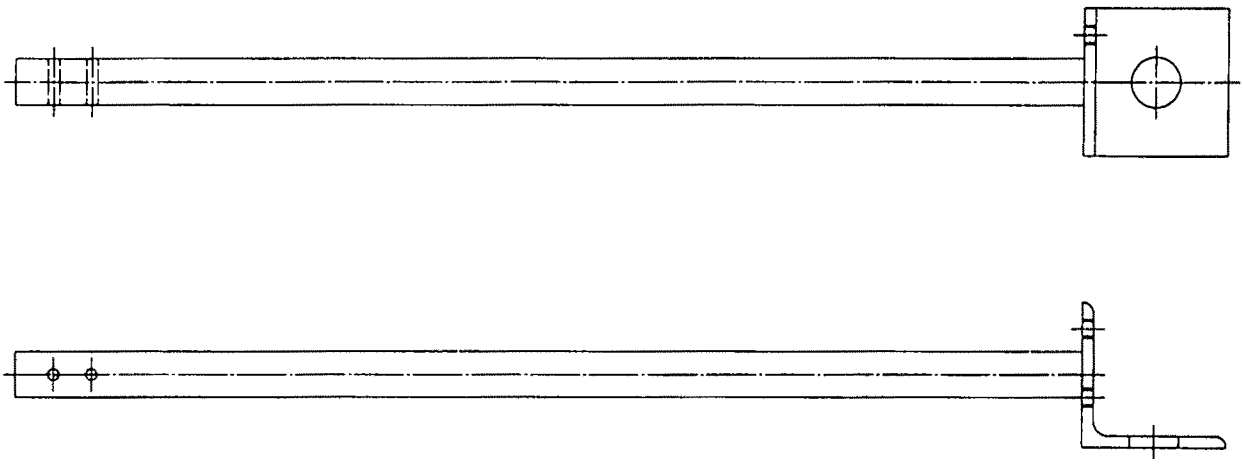
서울대학교 · LG		DISK ASSY	
SCALE 1/1	DATE 1998. 7. 8	REV 00	REV 00
DESIGNER	CHECKER	APPR	DATE

DATE	REV	BY	CHK	APP	REFERENCE DRAWING

A.(841)594 295g/m<sup>2</sup>

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	ROUND BAR	SS41B	1	Ø12		
2	ㄱ형류	SPHC-D	1	38x38x3t		

- 주
1. 치사없는 모따기는 C0.5로 할것.
  2. 이연도금(ZPC3)할것.
  3. 표면 ②번은 좌도이며, 우도는 이와 대칭임.



서울대학교 · LG							NAME		브라켓은 좌, 우	
							DRAWN		BRACKET L(H), R(H)	
							DESIGN		DIRECT SEEDER	
							CHECK		PART NO	
							APPR		A79004 01	
							TIT. PRJ		REV	
							DWG NO		00	
							DATE		1/1	
							1996. 6. 27.			

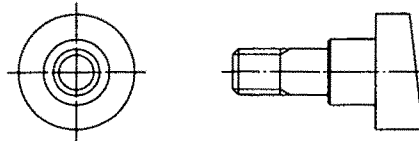
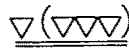
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	ROUND BAR	S45C	1	Ø30		

주  
1.이연도금(ZPC3)발것.



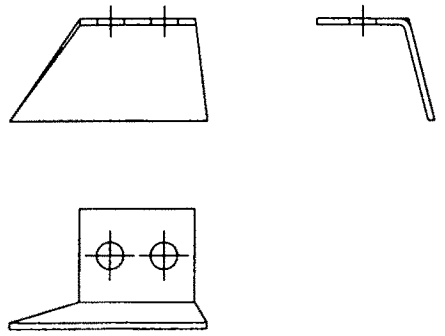
<b>서울대학교 · LG</b>						NAME		핀	
						PIN		DIRECT SEEDER	
SCALE	1/1	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	PART NO		
UNIT	mm inch	김희수				DWG NO	A7900403		
DATE	1996. 6. 27.					DWG NO	REV	SHEET NO	
							00	1/1	

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 95g/m<sup>2</sup>)

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SUS304	1	1.6t		

주  
 1. 예리한 모서리 및 이바리 제거할것.  
 2. 도장은 LG RED로 할것.  
 3. 볼트는 좌도이며 우도는 이와 대칭임.



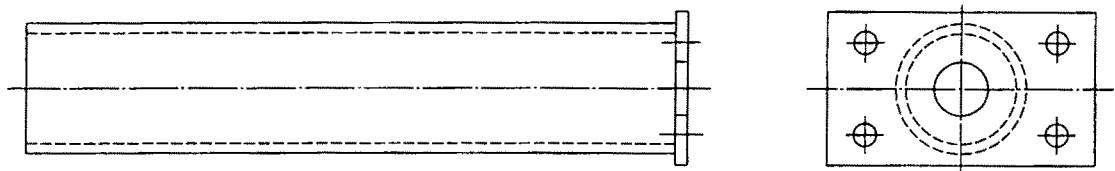
<b>서울대학교 · LG</b>						NAME	플래임트 좌, 우	
						TIT. PRJ	PLATE L(H), R(H)	
SCALE	1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	DIRECT SEEDER	
UNIT	mm	inh		김학수			PART NO	A7900 407
DATE	1996. 6. 27.						DWG NO	408 00
							REV	1
							SH	1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>1</sub> (420x297 mm) 95g/m<sup>2</sup>

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41P	1	3.2t		
2	PIPE	STKM11A	1	ø34x2.57t		

주  
 1. 예리한 모서리 및 이바리 제거할 것.  
 2. 도장은 LG RED로 할 것.



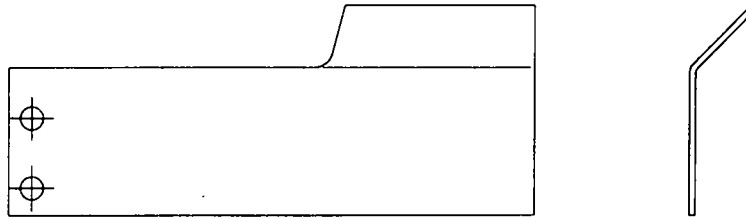
<b>서울대학교 · LG</b>							NAME		완중 장치 커버 조립		
							DRAWN		DESIGN		CHECK
SCALE		UNIT		DATE		DWC NO		PART NO		REV SHF NO	
1/1		mm inch		1996. 6. 27.		김희수		A7900413		00 1/1	

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 mm 95g/m<sup>2</sup>)

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SUS304	1	1.6t		

- 주
1. 예리한 모서리 및 이바리 제거할 것.
  2. 본도는 좌도이며 우도는 이의 대칭임.
  3. 도장은 LG RED로 할 것.



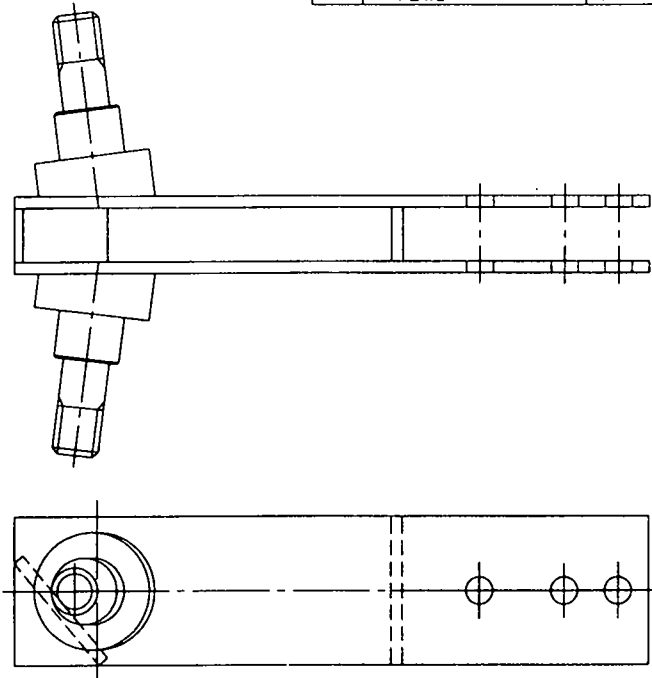
<b>서울대학교 · LG</b>										NAME		플레이트	
										DRWN		PLATE	
										DESIGN		DIRECT SEEDER	
										CHECK		PART NO	
										APPR		A7900417	
										TIT. PRJ		REV 00	
										DWG NO		1/1	
										DATE		1996. 6. 27.	
										SIGN			
										CHECK			
										APPR			
										REFERENCE DRAWING			
										DATE		1996. 6. 27.	
										SCALE		1/1 NTS	
										UNIT		mm meh	
										SYM			
										REVISION			
										DATE			

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

1	2	3	4
18-25	25-32	32-40	40-50
25-32	32-40	40-50	50-60
40-50	50-60	60-70	70-80

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41F	2	3tx38		
2	ROUND BAR		2			
3	PLATE	SS41F	2	3tx13		
4	PLATE	SS41F	2	3tx13		

주  
 1. 예리한 모서리 및 이버리 제거할것.  
 2. 도장은 LG RED로 할것.



<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	지지대	
								SUPPORT	
								DIRECT SEEDER	
SCALE	1	NFS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	PART NO	REV
UNIT	mm	inch		김희수				A7900418	00
DATE	1996. 6. 27.								SHT NO
									1/1

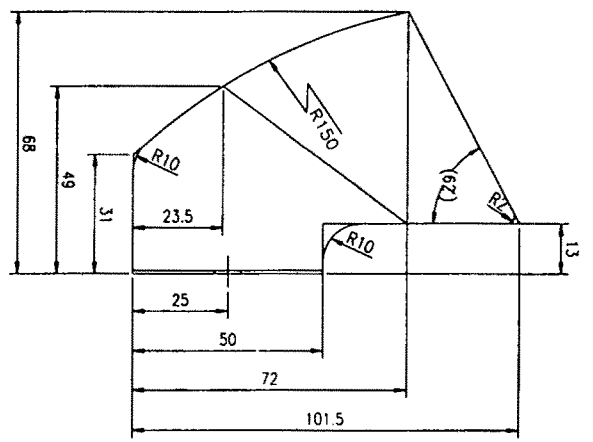
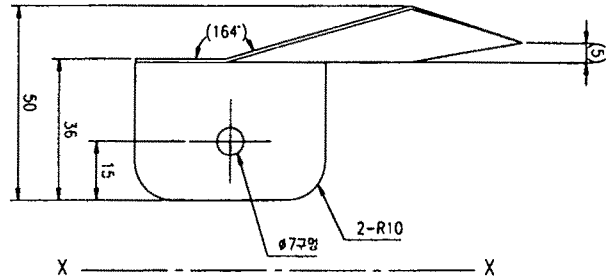
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING
-----	----------	------	------	-------	------	-------------------

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

000067C

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE(MIRROR)	SUS 304		0.8t		

- 주
- 1 거스레미 제거할것.
  - 2 구부림R은 표준R로 할것.
  - 3 외관(공역)을 위하여 MIRROR판을 사용할것.
  - 4 본도는 LH(C7900068)이며 RH(C7900069)는 X-X축 기준으로 대칭임.



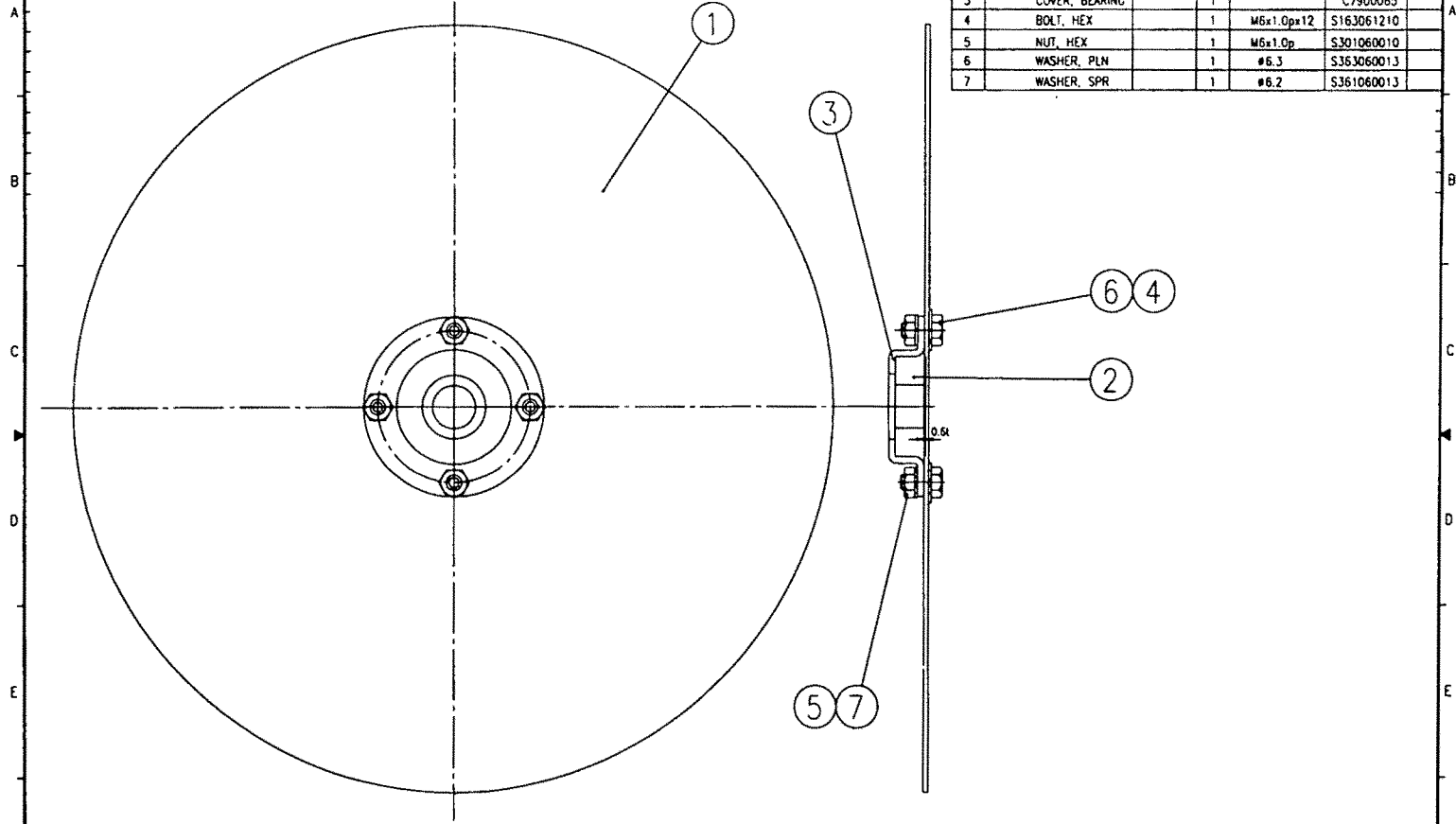
<b>서울대학교 · LG</b>							NAME		SCRAPER LH(RH)				
									스크레이퍼 좌(우)				
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	SEEDER					
UNIT	mm							PART NO	C7900068	REV	00	SHEET NO	1/1
DATE	1996. 7. 9							DWG NO	C7900069				

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297) 95g/m<sup>2</sup>

290006ZJ

중  
1. 유해한 거스러미제거장치



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(kg)
1	DISK	SUS304	1	1 Bl	C7900063	
2	BEARING, BALL (#6203)		1		S709620302	
3	COVER, BEARING		1		C7900065	
4	BOLT, HEX		1	M6x1.0px12	S163061210	
5	NUT, HEX		1	M6x1.0p	S301060010	
6	WASHER, PLN		1	#6.3	S363060013	
7	WASHER, SPR		1	#6.2	S361060013	

— 239 —

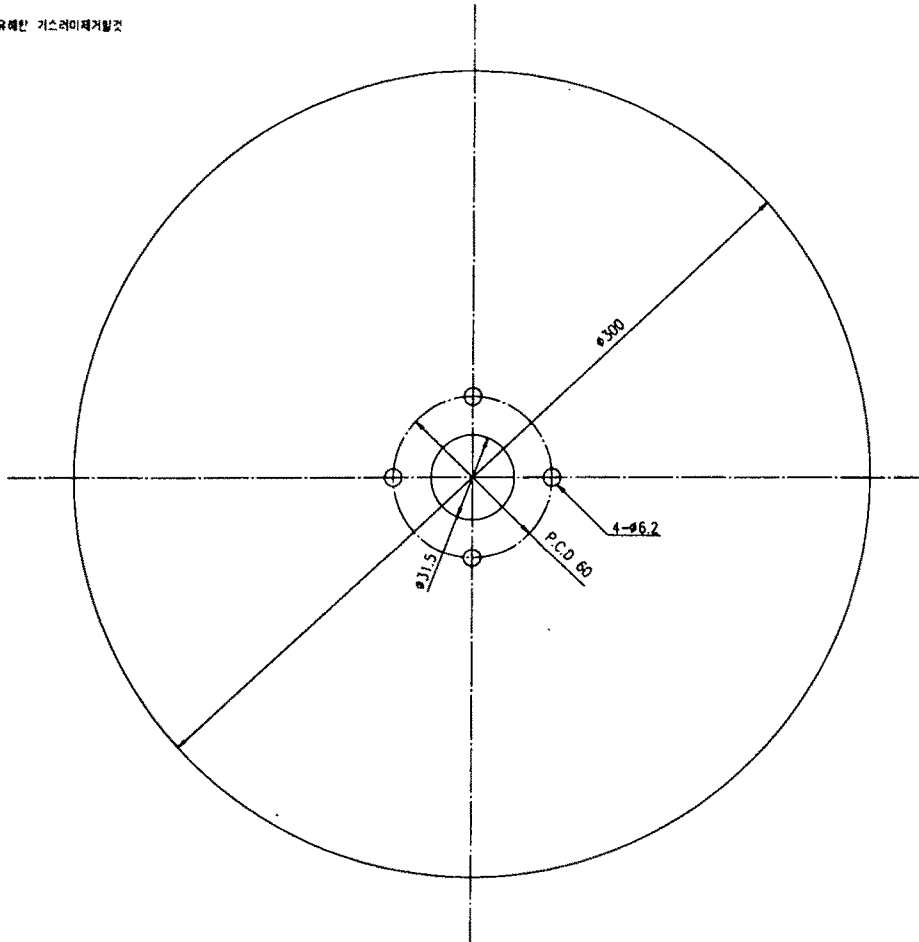
<b>서울대학교 · LG</b>						NAME	DISK SUB ASSY	
							디스크 서브 어셈블리	
							SEEDER	
SCALE	1/1	PTS	DRWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	
UNIT	mm	inch					PART NO	REV
DATE	1996. 7. 9						C7900062	DO
						DWG NO	A <sub>1</sub> (594x420 #95g/m <sup>2</sup> )	

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

C7900063

1. 유해한 가스 제거장치

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
		SUS304	1	1.8t		



- 240 -

서울대학교 · LG

SCALE	1/1	HTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TTT	PRJ	NAME	CLASS
UNIT	mm									DISK
DATE	1986.7.8									SEEDER
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING	DWG NO	PART NO	C7900063	REV OF 00

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING
-----	----------	------	------	-------	------	-------------------

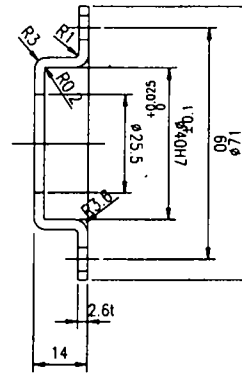
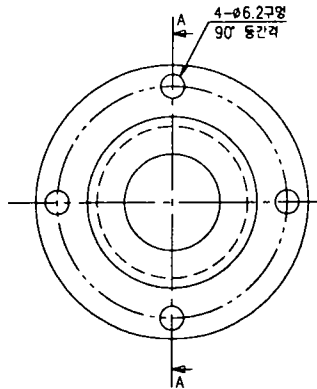
A<sub>1</sub>(594x420 ≒95g/m<sup>2</sup>)



C7900065

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SPHC		2.6t		

- 주
- 1 거스러미 제거할것.
  - 2  $\phi 40$ 부위에 BEARING이 조립됨.
  - 3 이연도금(ZPC3) 할것.



SECTION A-A

- 241 -

서울대학교 · LG							COVER, BEARING	
							베어링 카비	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	SEEDER
UNIT	mm	inch					DWG NO	PART NO
DATE	1996. 7. 9							C7900065
							REV	SHT NO
							00	1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 mm) 95g/m<sup>2</sup>



C7900127

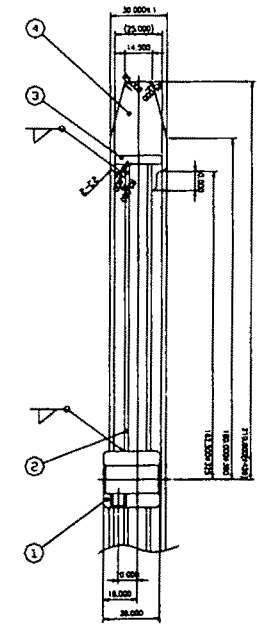
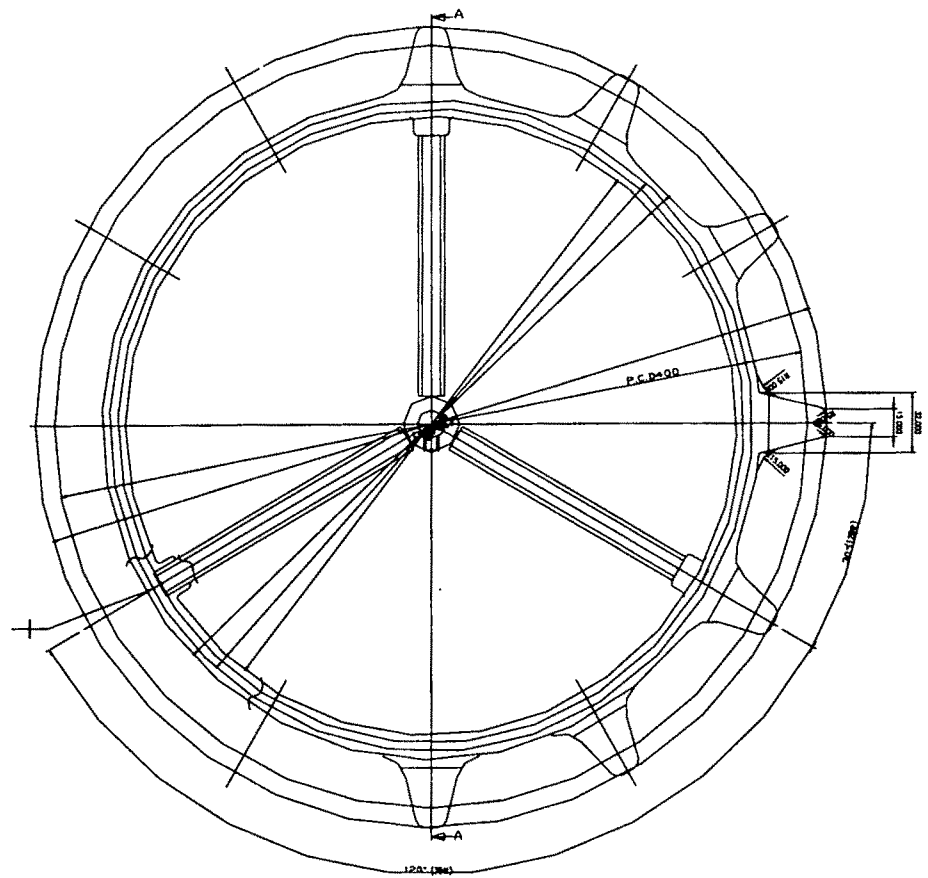
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NO.	DATE	BY	CHK	APP	REVISION
1	1996. 7. 1				

NO.	DATE	BY	CHK	APP	REVISION
1	1996. 7. 1				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	REMARKS
1	WHEEL HOUSING	1		
2	WHEEL PLATE	1		
3	FLAT BAR	24		
4	BUSHES	1		



SECTION A-A

서울대학교 · LG		NAME		CIRCLE WHEEL ASSY	
SCALE		DATE		2000. 5. 10	
UNIT		DATE		1996. 7. 1	
DWG NO.		PART NO.		C7900127	
REV		REV		00	

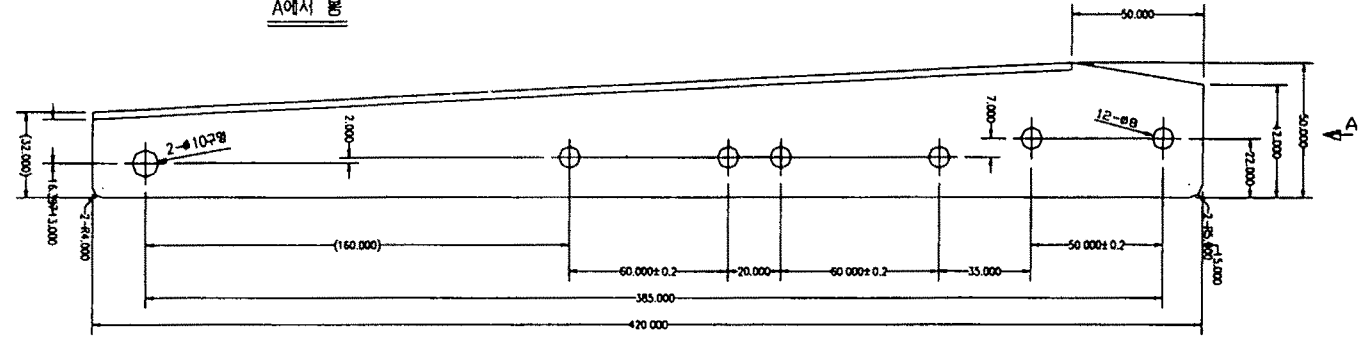
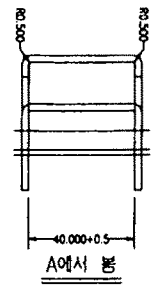
DATE	1996. 7. 1	BY		CHK		APP		REVISION	
------	------------	----	--	-----	--	-----	--	----------	--

A: (841:594 295g/m<sup>2</sup>)

C7900128

구분	종류	수량	단위	비고	구분	종류	수량	단위	비고
1	소재	1	장	SPHC	1	소재	1	장	SPHC
2	소재	1	장	SPHC	2	소재	2	장	SPHC
3	소재	1	장	SPHC	3	소재	3	장	SPHC
4	소재	1	장	SPHC	4	소재	4	장	SPHC
5	소재	1	장	SPHC	5	소재	5	장	SPHC

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SPHC	(1)	2.81		



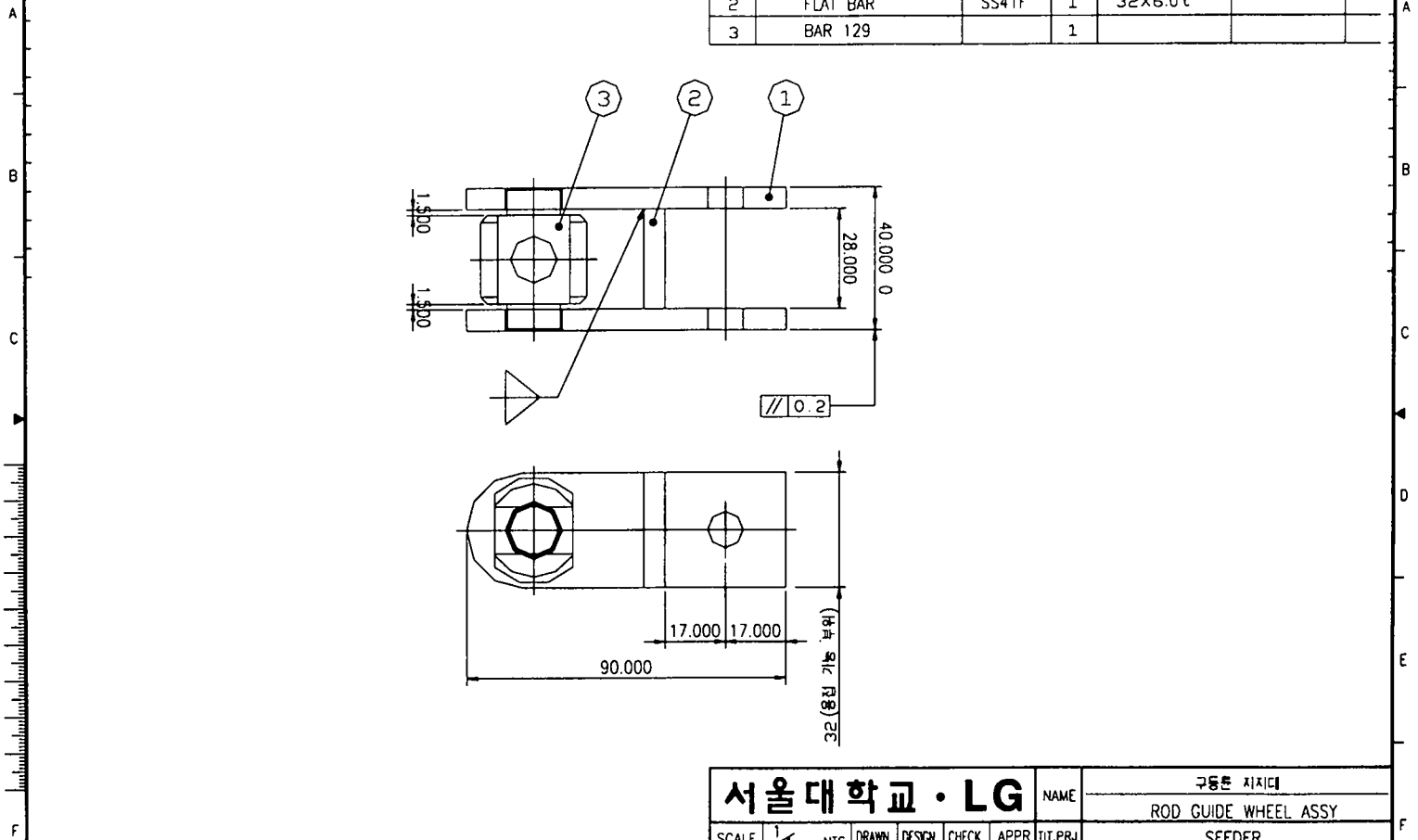
구분	표	표	표	표	표
1	1	2	3	4	5

서울대학교 · LG		NAME	구동부 부재원
SCALE		DRIVE WHEEL FRAME	
UNIT		SEEDER	
DATE		PART NO	REV
1998. 7. 8		C7900128	00

SYN	REVISION	DATE	SKN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>1</sub>(594x420 □95g/m<sup>2</sup>)

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE 129		2			
2	FLAT BAR	SS41F	1	32x6.0t		
3	BAR 129		1			

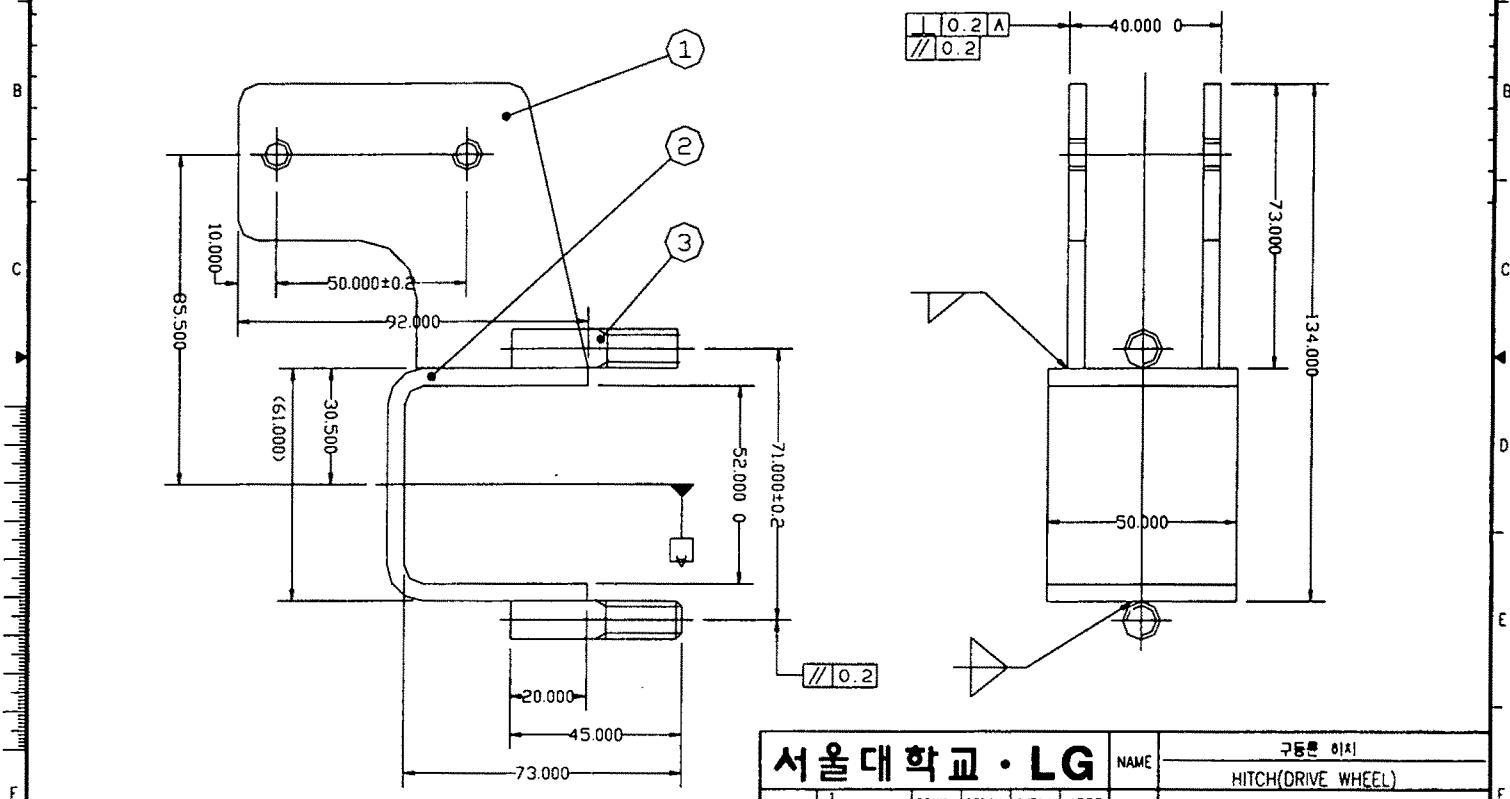


<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	구동본 지지대	
							TIT.PRJ	ROD GUIDE WHEEL ASSY	
SCALE	1	NES	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	SEEDER		
UNIT	mm	inch					DWG NO	PART NO	REV SHI NO
DATE	1996. 7. 9.							C7900129	00 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 95g/m<sup>2</sup>)

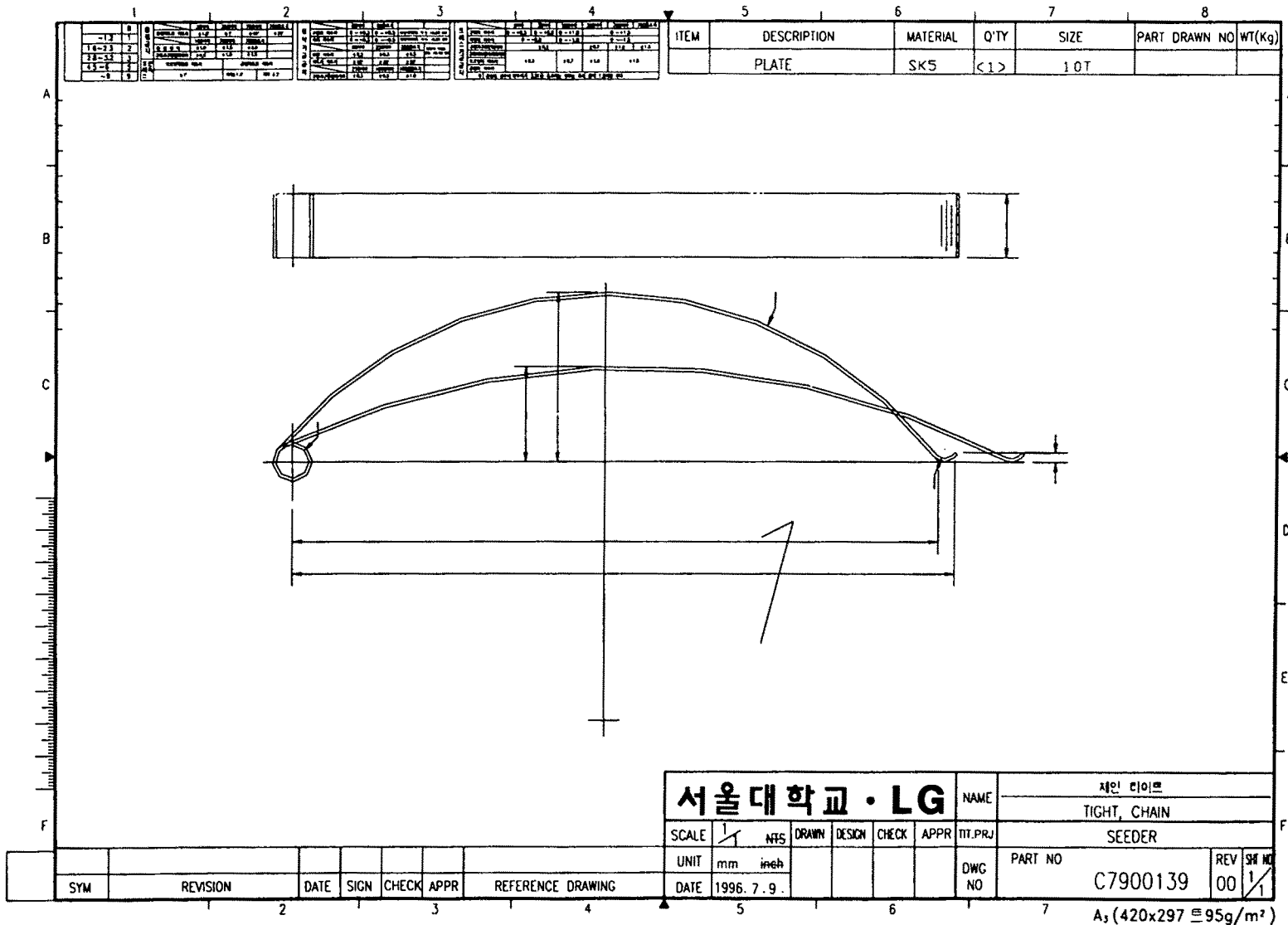
ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE 131		2			
2	FLAT BAR 131	SS41F	1			
3	BOLT		2	M10X1.5		



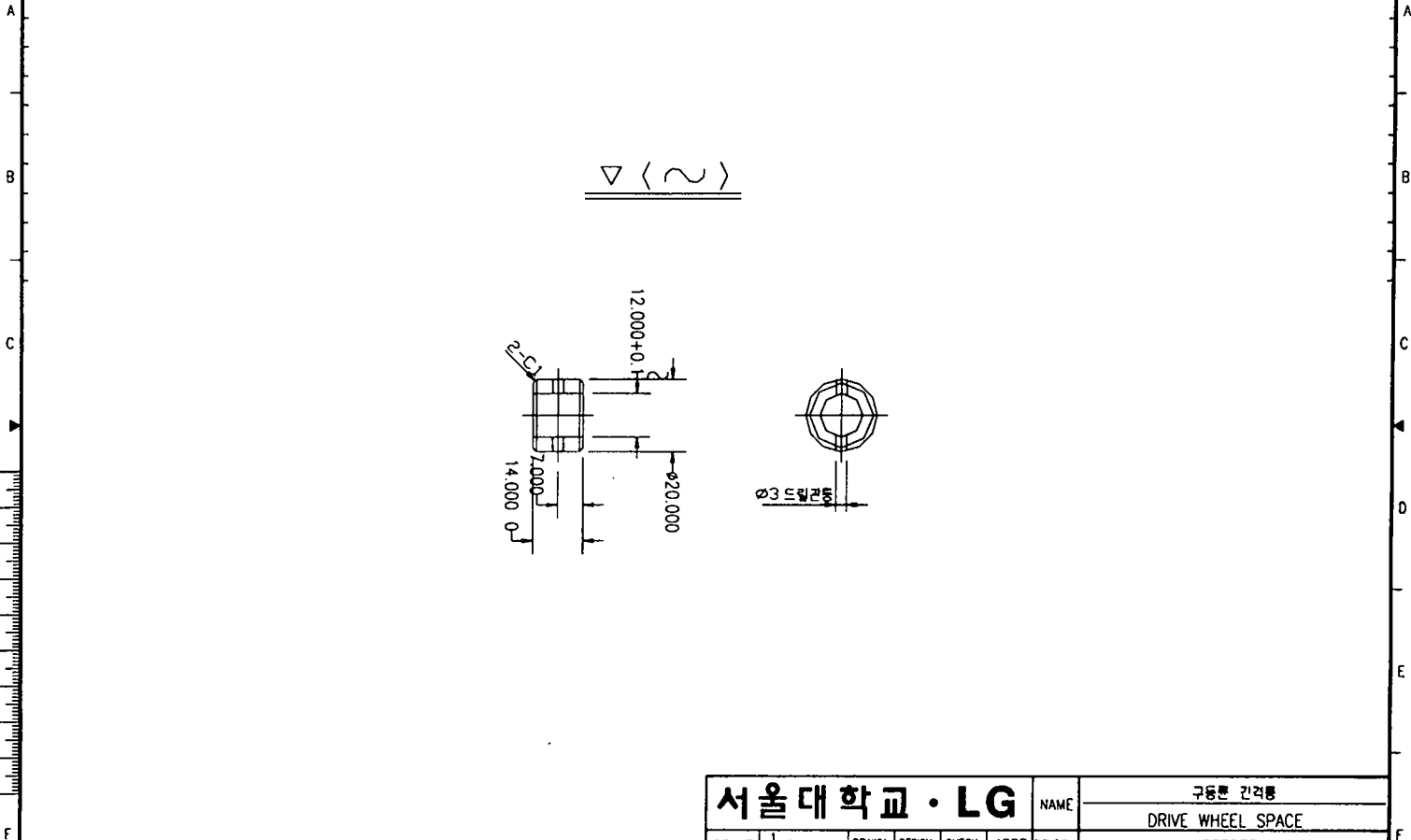
SYMBOL	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	구동륜 이치	
								HITCH(DRIVE WHEEL)	
								SEEDER	
SCALE	1	NFS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	PART NO	REV
UNIT	mm	inch						C7900131	00
DATE	1996. 7. 9.							DWG NO	SHEET NO
									1/1

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	ROUND BAR	S45C	(1)	φ20		



<b>서울대학교 · LG</b>										구동륜 간격용	
										DRIVE WHEEL SPACE	
										SEEDER	
SCALE	1	N/S	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	ITT. PRJ	PART NO		REV	SHEET NO
UNIT	mm	inch						C7900140		00	1/1
DATE	1996. 7. 9						DWG NO				

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≙ 95g/m<sup>2</sup>)



C7900143

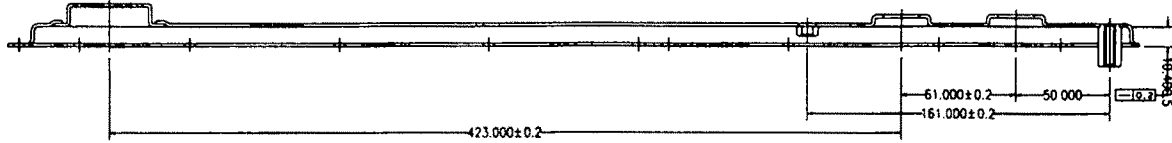
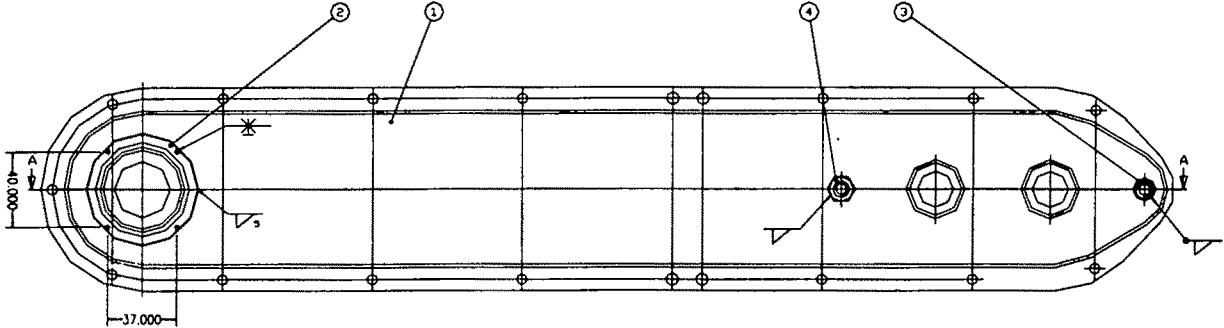
製	檢	入	出	出	出
1	1	1	1	1	1

NO	DATE	REVISION	BY	CHECK	APP
1					

材料	規格	標準	備註
403	403	403	403

製	檢	入	出	出	出
1	1	1	1	1	1

REV	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	NOTE	PART DRAWING NO (ITEM)
1	CHAIN CASE LH		1		
2	CHAIN CASE HOLE		1		
3	BAR 143		1		
4	NUT, HEX		1	UNIT Q	5251080013



단면 A-A

서울대학교 · LG		NAME	이승우
SCALE		1:1	UNIT
DATE		1998. 7. 9.	REV
DESIGNER		SETTER	CHK
PART NO		C7900143	00

STA	REVISION	DATE	CHK	APP	AUTHORITY

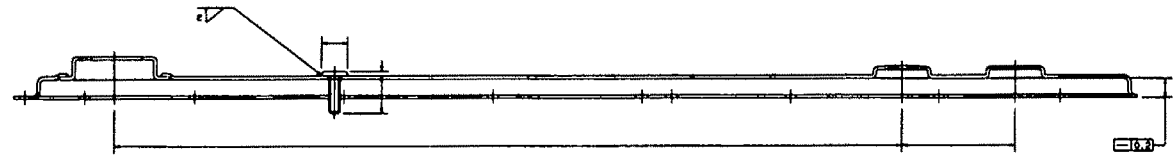
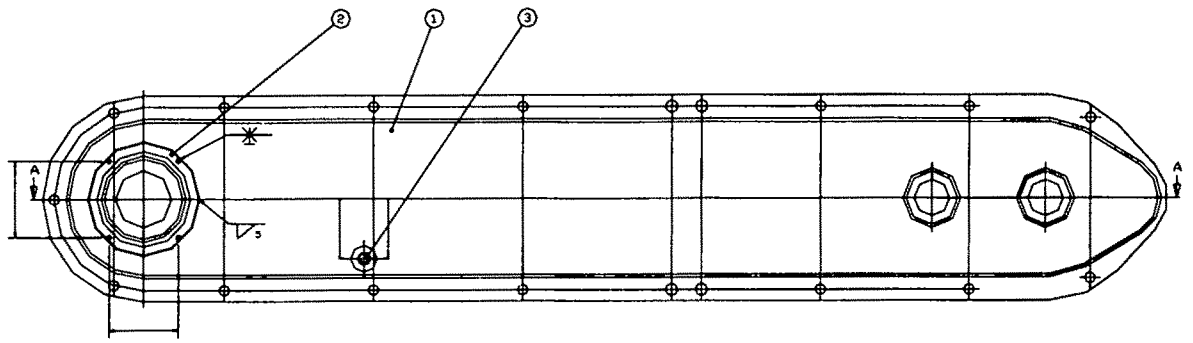
A. (B41:594 ±95g/m<sup>3</sup>)

C7900144

三項合算表			
NO.	REV.	DATE	BY
1			
2			
3			

NO.	REV.	DATE	BY	CHKD.	APPV.
1					
2					
3					

NO.	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REMARKS
1	CHAIN CASE RH	1		
2	CHAIN CASE HOLE	1		
3	P-BUTTON	41	SET	



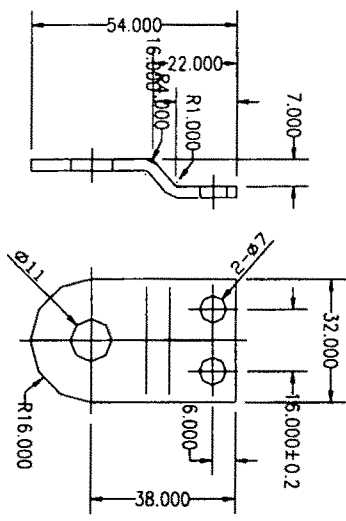
P.P.A-A

서울대학교 · LG				제2공학부			
SCALE				DOUBLE CHAIN CASE RH			
DATE				SETTER			
PART NO.				REV. NO.			
C7900144				00			
A, (841-594 295g/m <sup>2</sup> )							

DATE	CHKD.	APPV.	REFERENCE DRAWING

1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9
10-11	10-12	10-13	10-14	10-15	10-16	10-17	10-18
19-20	19-21	19-22	19-23	19-24	19-25	19-26	19-27
28-29	28-30	28-31	28-32	28-33	28-34	28-35	28-36
38-39	38-40	38-41	38-42	38-43	38-44	38-45	38-46
47	47	47	47	47	47	47	47

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	FLAT BAR	SS41F	2	32X3.0T		



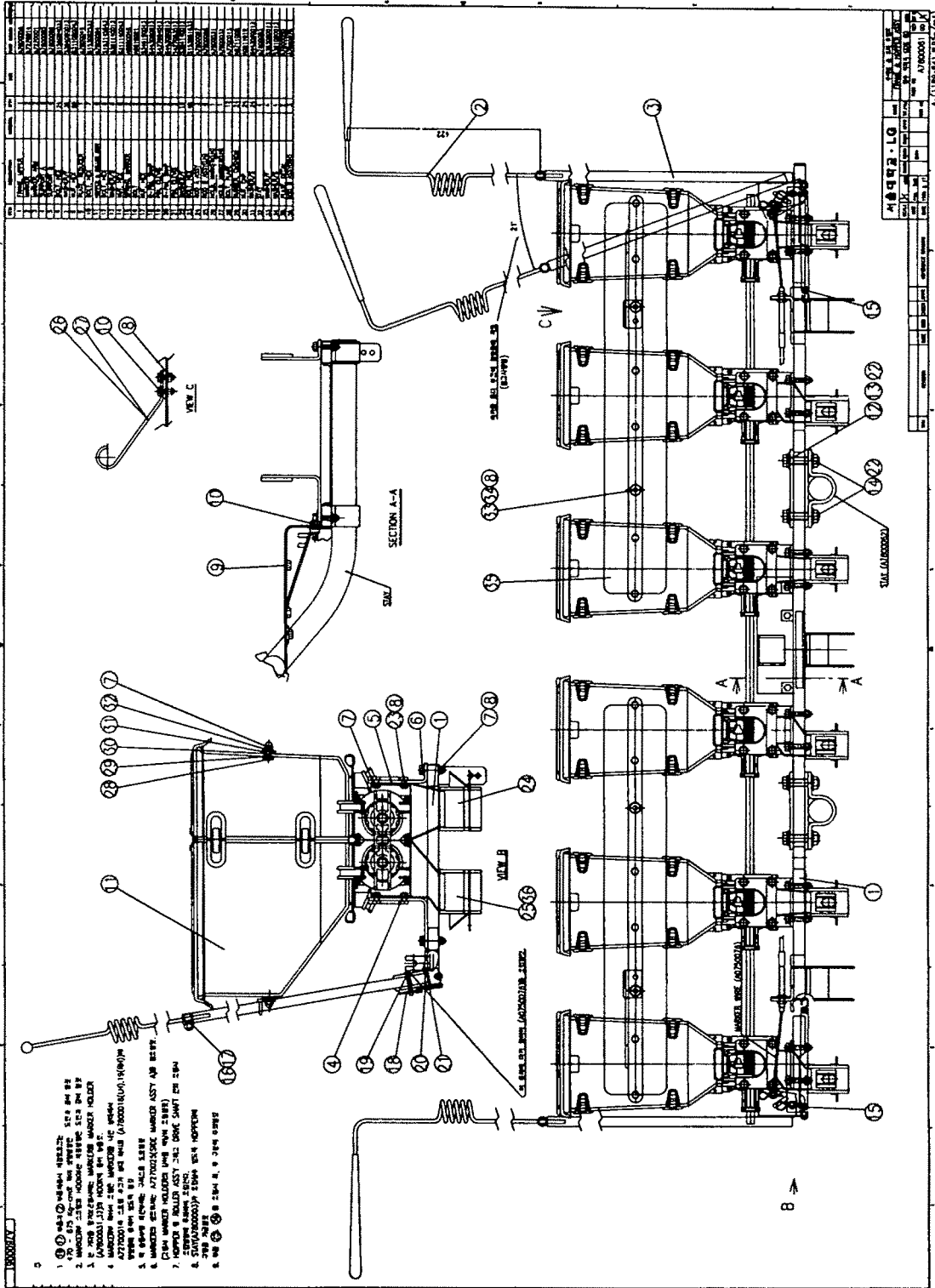
<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	포드 지지대	
							TIT. PRJ	ROD HOLDER	
							TIT. PRJ	SEEDER	
SCALE	<input checked="" type="checkbox"/> NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	PART NO	REV	SHT NO
UNIT	mm	inch				DWG NO	C7900145	00	1/1
DATE	1996. 7. 9.								

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

# 여 백

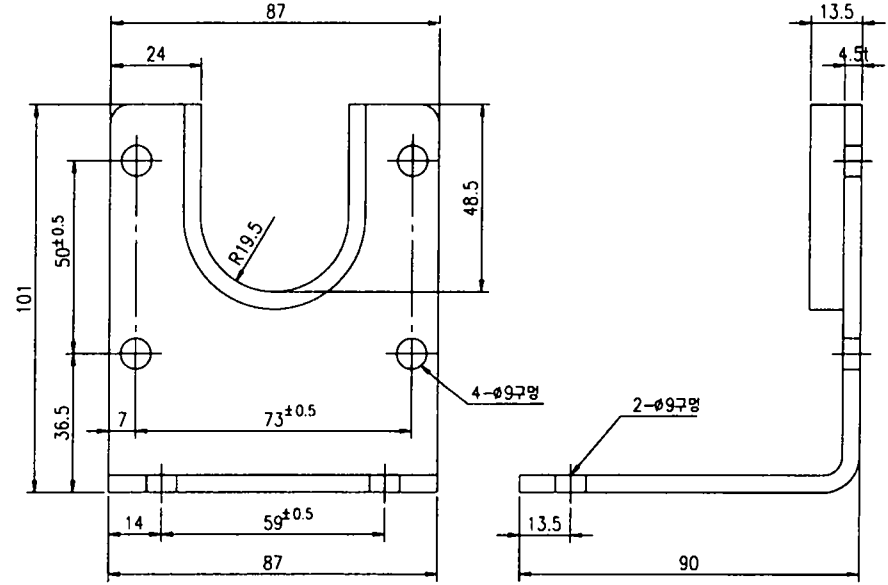
## 부록 2. 다기능 정밀 담수 직파기 설계 도면



A7800065

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(KG)
	PLATE	SPHC	(6)	4.5t		

- 주
1. 가스리미틀을 확실하게 제거할것.
  2. 지시없는 R은 표준R로 할것.
  3. 도장색은 LG BLACK으로 할것.



<b>서울대학교 · LG</b>						NAME	지지대 A
						TIT.PRJ	SUPPORT A
						DWG NO	담수 직피기
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	PART NO
UNIT	mm	inch		김희수			A7800065
DATE	1996. 2. 27.						REV SHI NO
							00 1/1

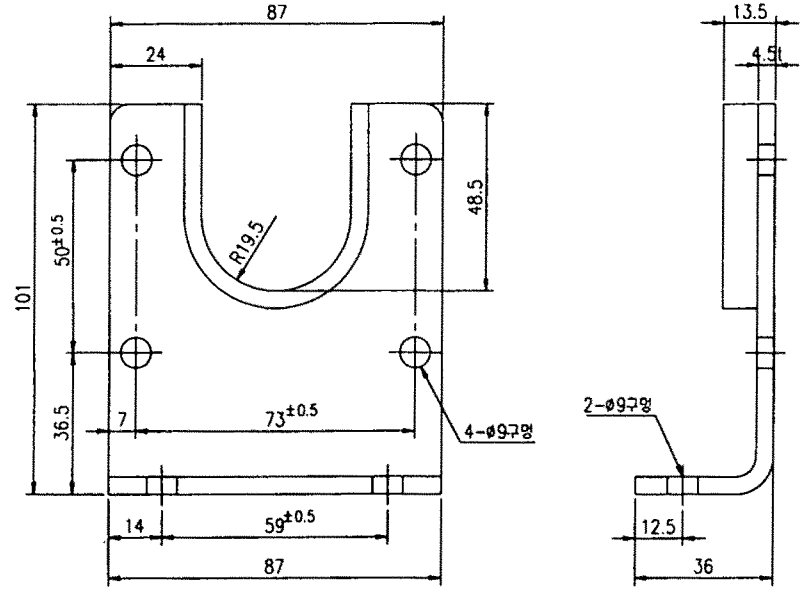
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>1</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

9900087A

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SPHC	(6)	4.5t		

- 주
- 거스리미를 확실하게 제거할것.
  - 지시없는 R은 표준R로 할것.
  - 도장색은 LG BLACK으로 할것.



서울대학교 · LG

NAME	지지대 B
	SUPPORT B
TTT.PRJ	담수 직파기
PART NO	A7800066
REV	00
SHT NO	1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DCSIGN	CHECK	APPR	TTT.PRJ
UNIT	mm	inch		김희수			
DATE	1996. 2. 27.						

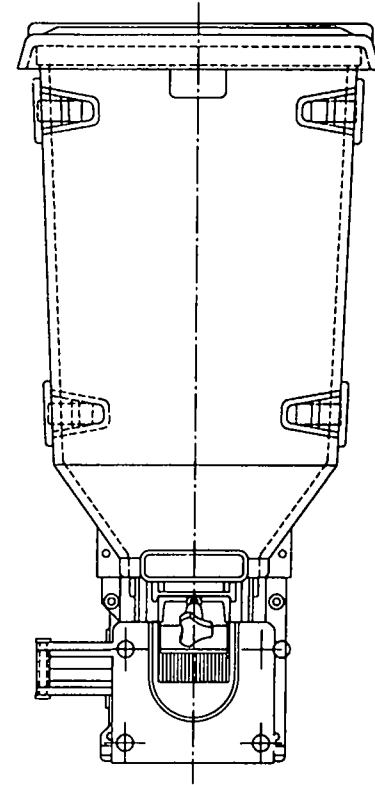
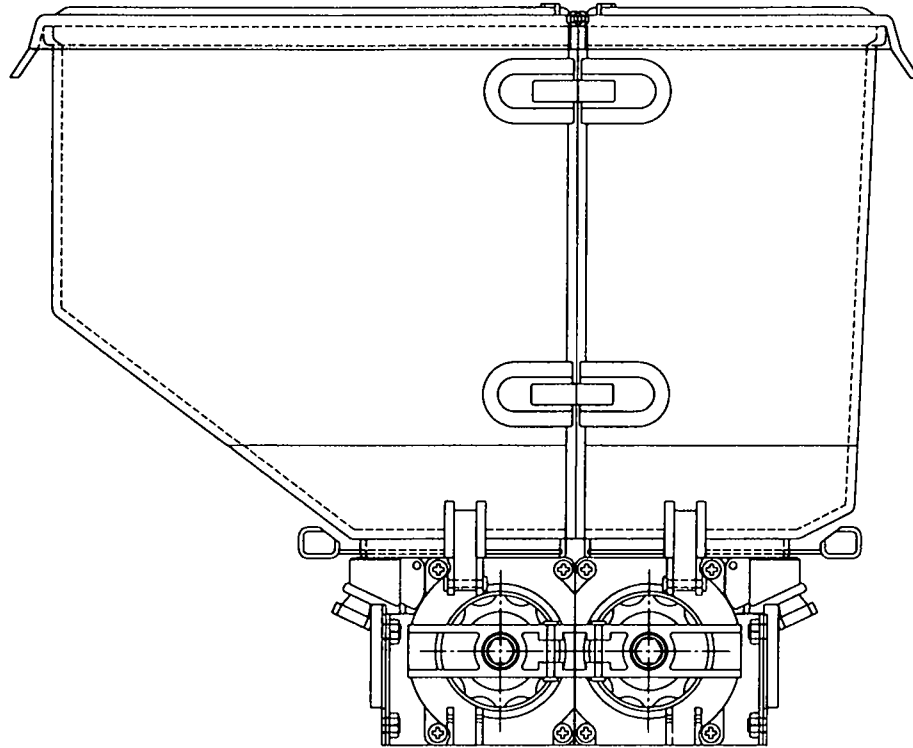
A<sub>3</sub> (420x297) ≒ 95g/m<sup>2</sup>

A7800064

1. 이 도면은 설계도면과 일치함을 증명합니다.  
 2. 이 도면은 설계도면과 일치함을 증명합니다.

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	UNIT	PART ORIGIN NO.
1	ROLLER A	강판	1		A7800078
2	ROLLER B	강판	1		A7800079
3	ROLLER SHAFT	강판	1		A7800080

(12)



SCALE		DATE	BY	CHECK	APPV	DATE	BY	CHECK	APPV	DATE	BY	CHECK	APPV
1:1													

REV	DESCRIPTION	DATE	BY	CHECK	APPV
1	INITIAL DRAWING				

서원대학교 · LG  
 호미교량부 2095  
 HOPPER & ROLLER ASSY  
 C0250 (AU)  
 PART NO. A7800064  
 REV. NO. 00

A1 (841x594 25kg/m<sup>2</sup>)

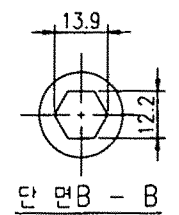
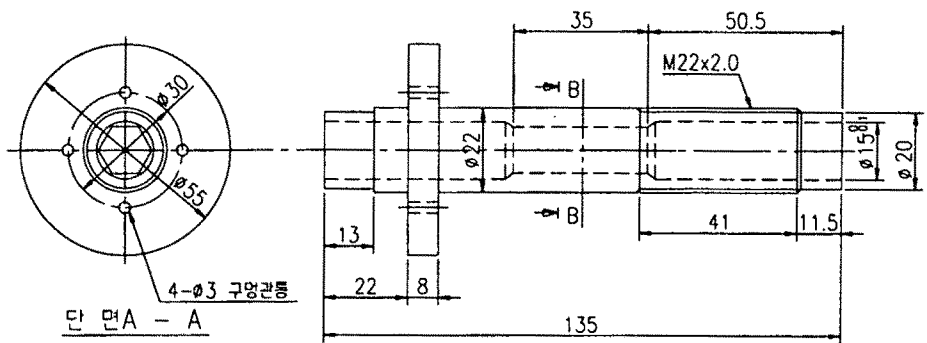


A7800080

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	플라스틱	이세탈	1			

(12)

- 주
1. 지시없는 R은 R1~R1.5로 할것.
  2. 배기구내는 1°이내일것
  3. 곡률, 수축, 변형등 외관에 이상이 없을것.
  4. 색상은 녹색으로 할것.



서울대학교 · LG							플러 샤프트	
							SHAFT, ROLLER	
							담수 칩파기	
SCALE	1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	PART NO
UNIT	mm	inch						A7800080
DATE	1996. 2. 28.		김희수					REV 00

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

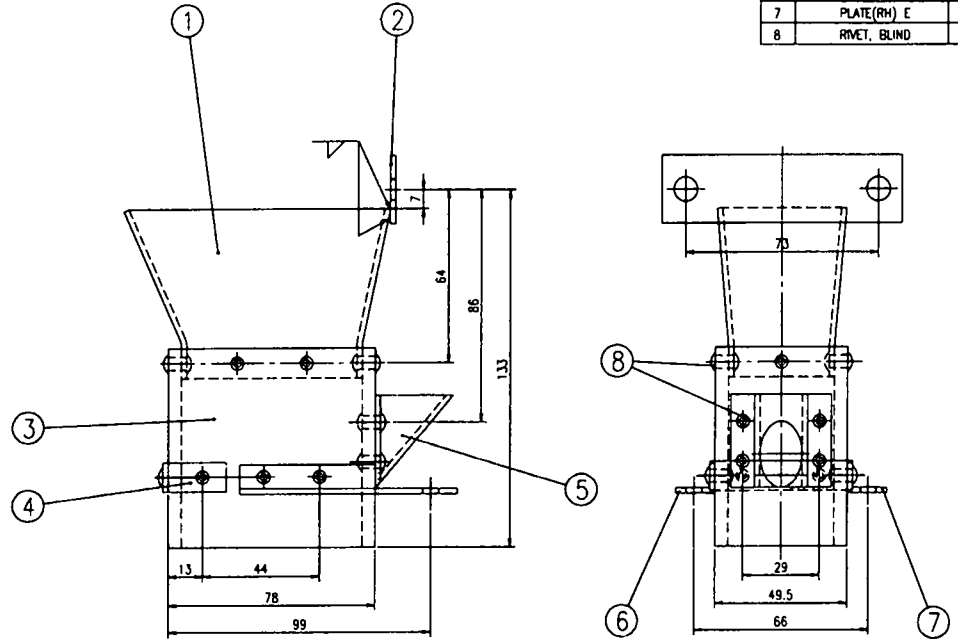
A<sub>3</sub> (420x297 mm 95g/m<sup>2</sup>)

79000873

1. 가스리미틀 확실히 제거할것.  
 2. 필만의 도발색은 LG BLACK으로 할것.  
 3. 부품 ① 은 가능한 시공 구애물(부양)을  
 사용하되, 불가능 한 경우 입각제 사용할것.  
 4. 부품 ④ 는 부품 ③ 에 따라서 식각 가능.

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE A	SPHC	1	2t	---	---
2	PLATE B	SPHC	1	2t	---	---
3	TUBE, SQUARE	PC	1	5t	---	---
4	PLATE C	SPHC	1	2t	---	---
5	PLATE D	SPHC	1	2t	---	---
6	PLATE(LH) E	SPHC	1	2t	---	---
7	PLATE(RH) E	SPHC	1	2t	---	---
8	RIVET, BLIND		18	#4.8	S466481914	

(6)



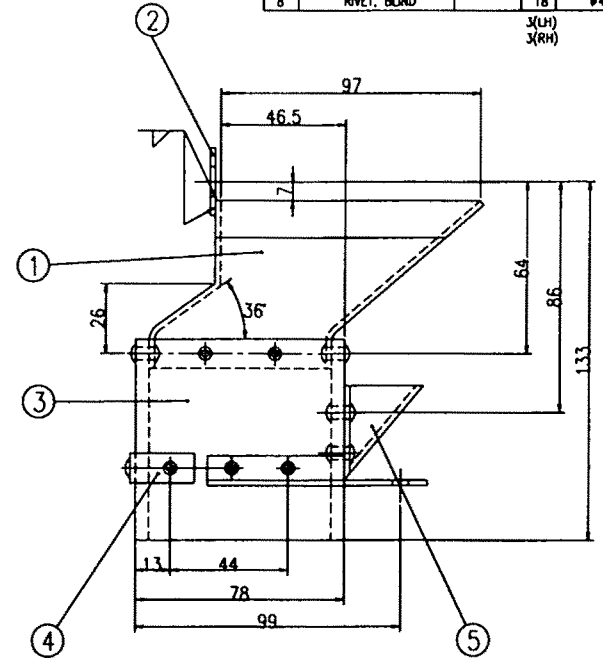
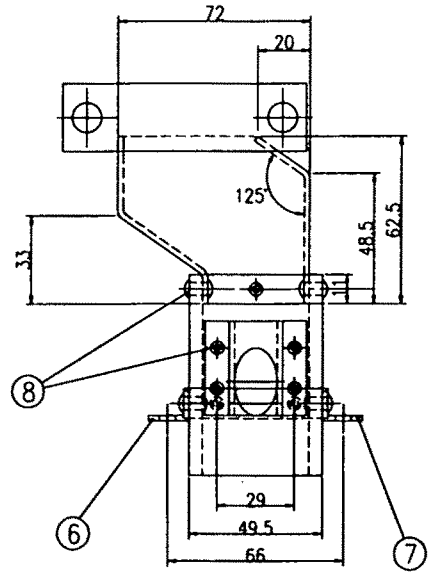
<b>서울대학교 · LG</b>				NAME		부드 조립	
				NAME		ROD A ASSY	
SCALE				TTI.PRJ		FDS60	
UNIT				PART NO		REV 00	
DATE				C7800067		00	
DATE				1995.7.11		A1(594x420 95g/m <sup>2</sup> )	

780007C

1. 커스머를 작성하게 해달라.  
 2. 발판의 도장색은 LC BLACK으로 할것.  
 3. 부품 ②는 가능한 시중 구매품(형상)을 사용하되, 불합격 한 경우 입석시 사용함.  
 4. 부품 ④는 부품 ③에 따라서 세제 가능.  
 5. 부품 ①번은 입고 시수를 기점으로 전량 멸종함(되, 무 대상에 유력함)

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE A	SPHC	1	2t	---	0077
2	PLATE B	SPHC	1	2t	---	
3	TUBE, SQUARE	PC	1	5t	---	
4	PLATE C	SPHC	1	2t	---	
5	PLATE D	SPHC	1	2t	---	
6	PLATE(LH) E	SPHC	1	2t	---	
7	PLATE(RH) E	SPHC	1	2t	---	
8	RYLET, BLIND		18	#4.8	S466481914	

X(LH)  
X(RH)



—259—

서울대학교 · LG		NAME	로드 조립	
SCALE 1/1		ROD B(LH, RH) ASSY		
UNIT mm		FDS 60		
DATE 1996. 7. 11		PART NO	C7800068	REV 00
SYN		DATE	SYN	CHECK
REVISION		DATE	SYN	CHECK
DATE		SYN	CHECK	APPR
REFERENCE DRAWING		DATE	SYN	CHECK
DATE		SYN	CHECK	APPR

A<sub>1</sub>(594x420 295g/m<sup>2</sup>)

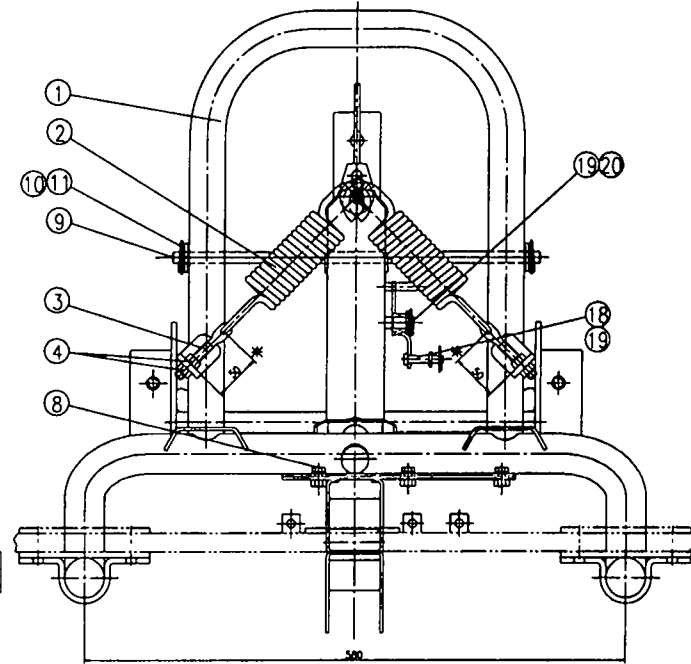
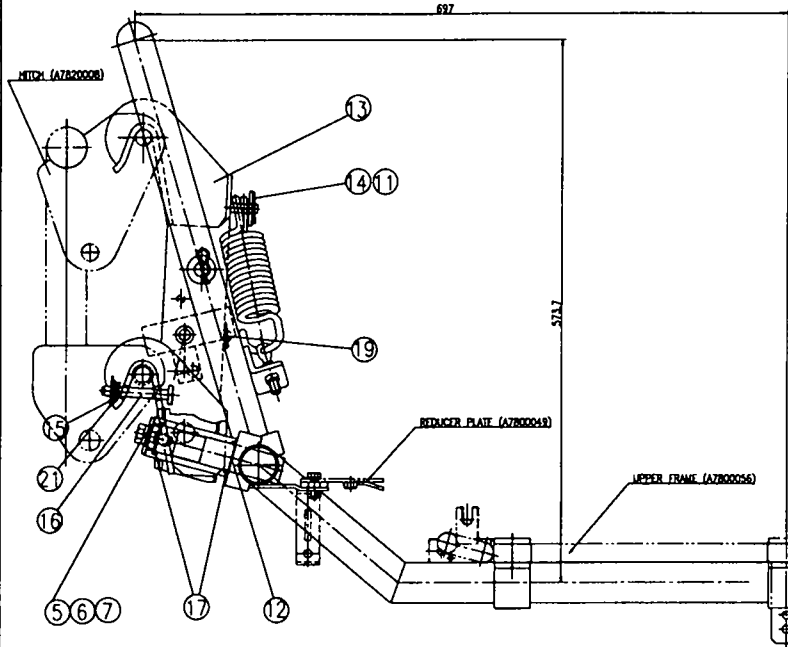
1800081/A

주

- 1 ① 부품 조립 시 400kg에 해당 하중을 받는다. 200 - 950 Kg-cm
- 2 볼트 규격: 50 mm의 길이를 가진 UPPER FRAME (A7800056)의 크기에 맞춰 400kg에 해당 하중을 받는다. (참고 20)
- 3 ② 부품의 조립 순서는 1800081/A

REV	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REV	PART ORIGIN	REV
13	HOLDER LINK		1		A7820001	
14	WASHER		1		S365143613	
15	FW SNAP		2		S443100013	
16	FW		2		A7820022	
17	O-RING		2		S801029010	
18	ARM C		1		A7800061	
19	FW SNAP		3		S443100013	
20	WASHER PLATE		1		S364120013	
21	WASHER PLATE		2		S364100013	

REV	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REV	PART ORIGIN	REV
1	STAY		1		A7800062	
2	SPRING		2		A06600032	
3	ADJUSTER		2		A7800003	
4	NUT, HEX		4		S301100013	
5	LINEAR		1		A06600048	
6	WASHER		1		A06600037	
7	BOLT, HEX		1		S124112233	
8	BOLT, HEX		3		S153083033	
9	BAR LINK		1		A7820021	
10	WASHER		2		S365123013	
11	FW SNAP		3		S443120013	
12	LINEAR		1		A06600049	



서울대학교 · LG

SCALE: 1/100

DATE: 1998. 2. 20

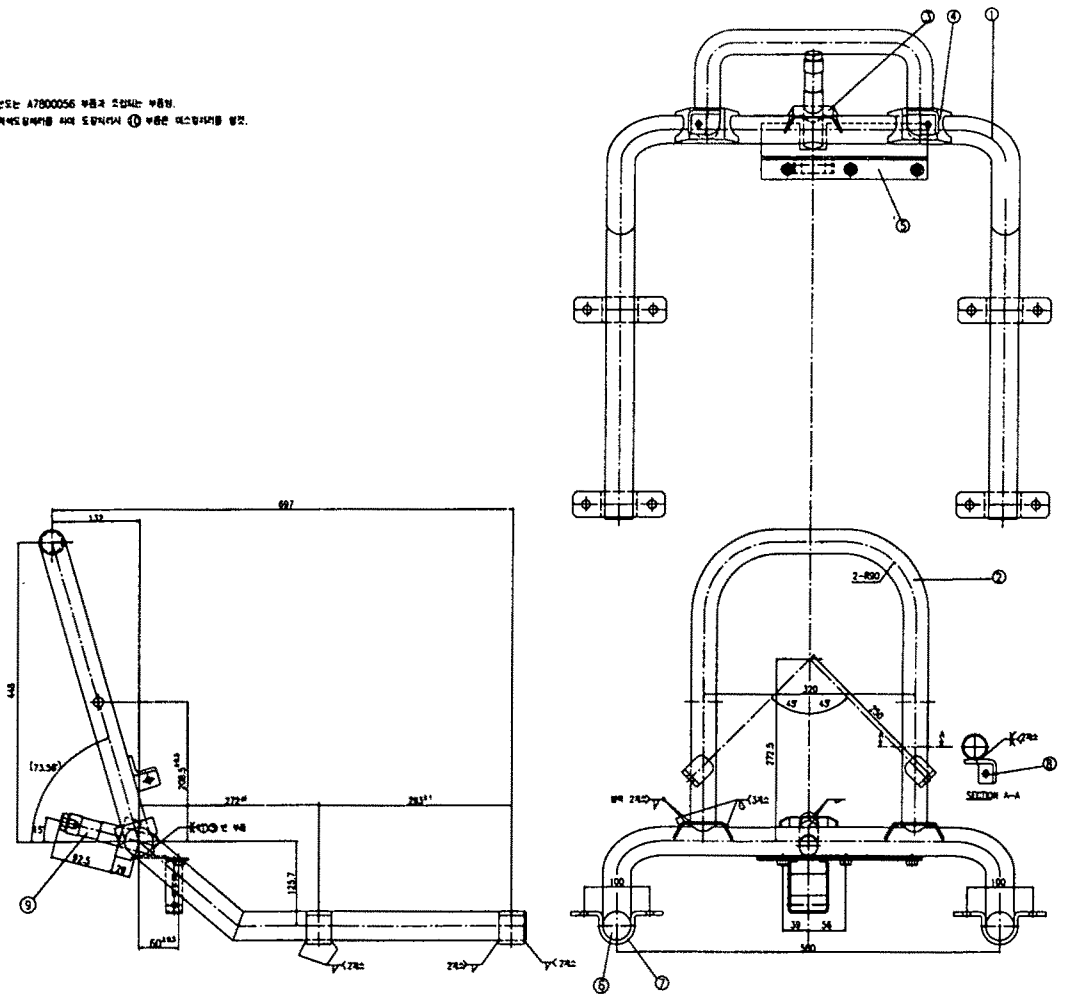
REV: 00

PART NO: A7800081

REV: 00

A. (041x594x595g/m<sup>3</sup>)

1. 2번 A780056 배지 조립 방법.  
 2. 4번 배지 및 도파관 배지 교체 방법.



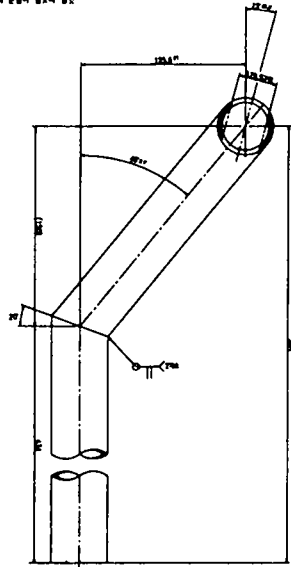
Rev	Change	Date	By	Appr	Rev
1	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
2	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
3	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
4	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
5	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
6	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
7	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
8	REV	09	Y.S. JANG	A780056	
9	REV	09	Y.S. JANG	A780056	

서울대학교 · LG		A780056	
REV	DATE	REV	DATE
1	09	1	09
A780056		A780056	

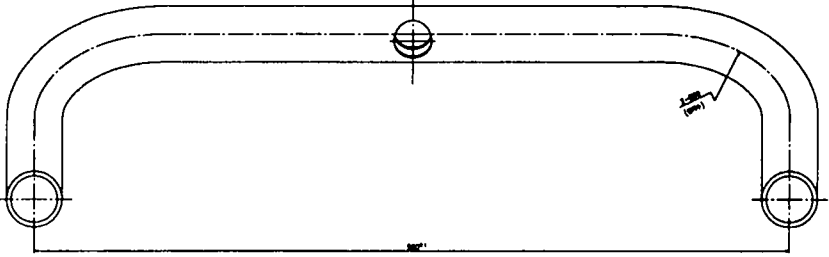
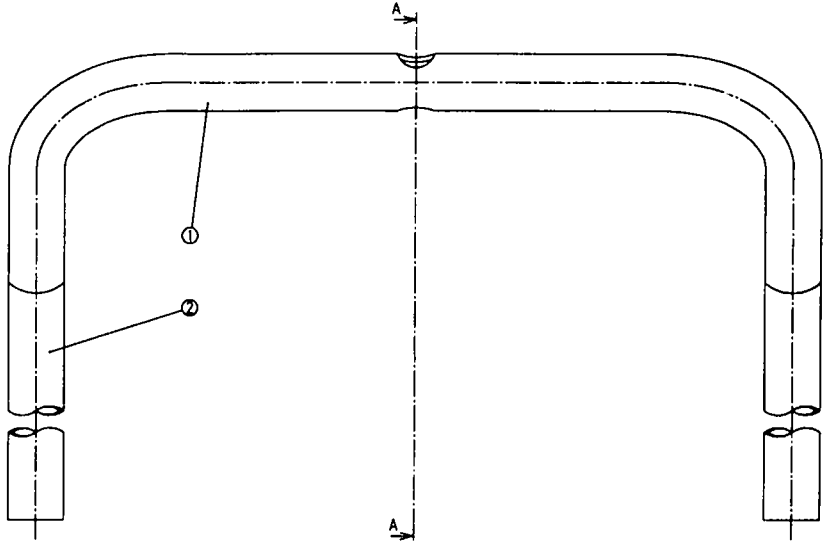
150000

제도	제수	제원	제고	제비	제속
150000	150000	150000	150000	150000	150000

2  
150000 200 500 50



A-A



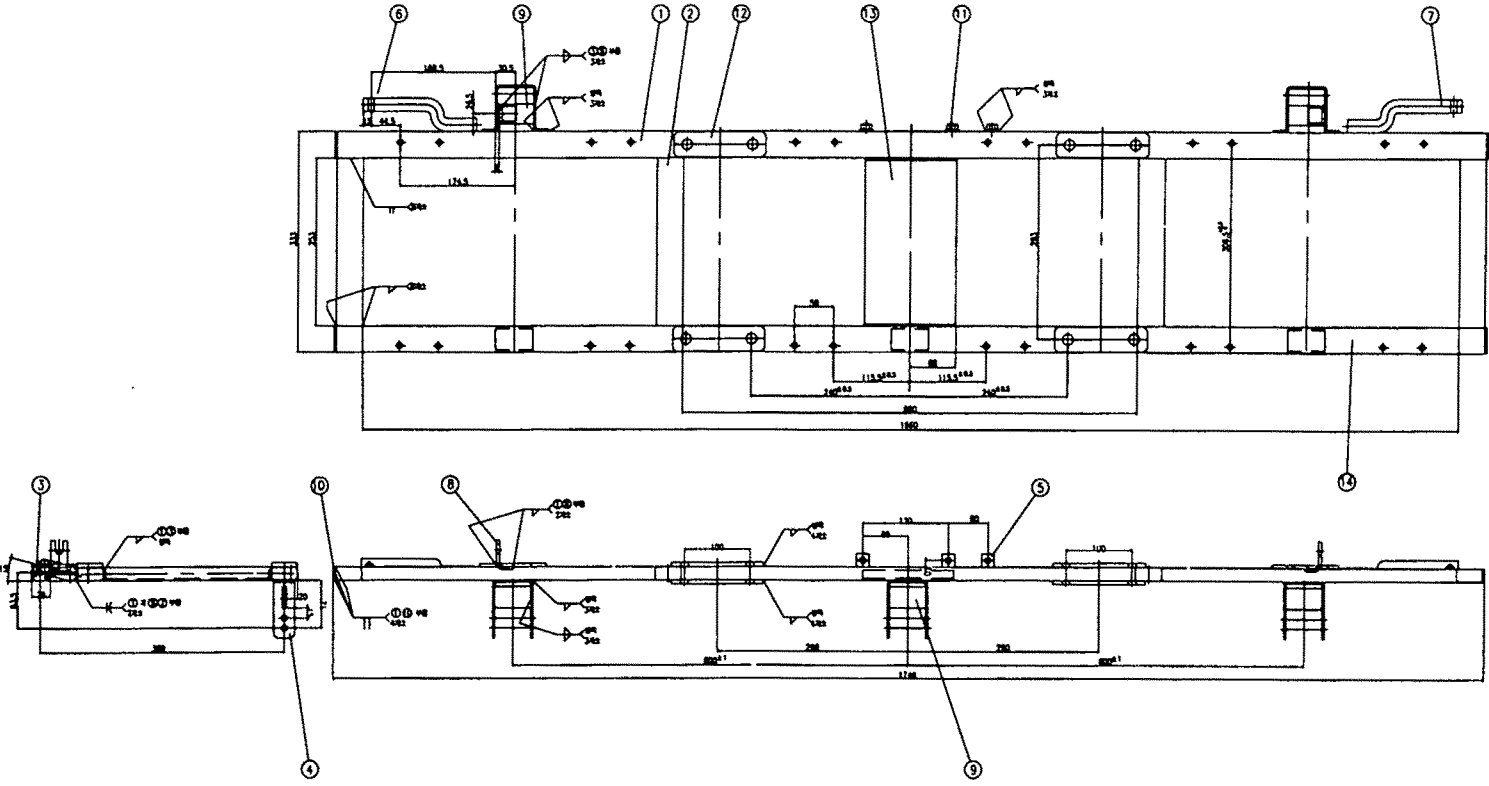
서충대학교 · LG									
제도	제수	제원	제고	제비	제속	제비	제속	제비	제속
150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000
					A <sub>1</sub> (180-64) E95g/m <sup>2</sup>				

PRIORITY

1. ①, ②, ③ 부품 세척이 완료됨.  
 2. ④, ⑤ 부품정합에 이상이 발생하지 않음에 확인됨.  
 3. ⑥, ⑦ (LC RED) 조립 완료.

NO	DESCRIPTION	QTY	REV	REV	REV
1	PIPE (2) FRAME	STRK1	1	40x20x1.4	A7800011
2	PIPE SQUARE	STRK1	4	40x20x1.4	A7800006
3	PLATE	SS417	2	3x33	A7800015
4	PLATE	SS417	2	3x33	A7800014
5	PLATE	SS417	3	3x33	A7800011
6	PLATE	SS417	1	4x20	A7800016
7	PLATE	SS417	1	4x20	A7800015
8	PLATE	SS417	2	4x30x20	A7800020
9	PLATE	SS417	5	3x33	A7800021
10	PLATE	SS417	4	2x30	A7800022
11	PIPE (2) W/O	STRK1	2	40x1.25	S30100015
12	PLATE	SS417	8	3x33	A7800023
13	PLATE	SPNC	1	3x31	A7800008
14	PIPE (2) FRAME	STRK1	1	40x20x1.4	A7800009

(1)



서울대학교 · LG  
 서울과학기술대학교  
 FRAME ASSY HOPPER  
 479 001  
 479 001  
 A7800056 001/1  
 21841334 2/00/01

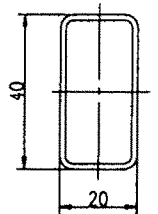
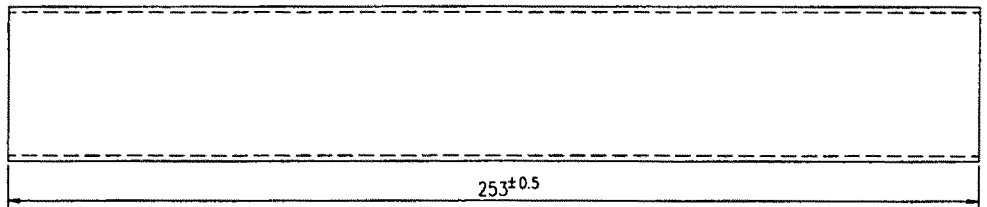
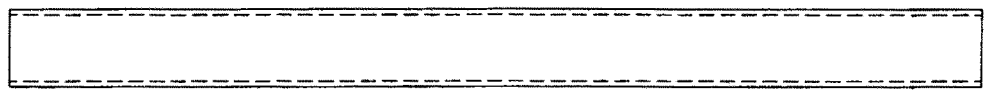
REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10





1	2	3	4	5	6	7	8			
A7800058				ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
					PIPE, SQUARE	STKR41	(4)	40x20x1.4t		

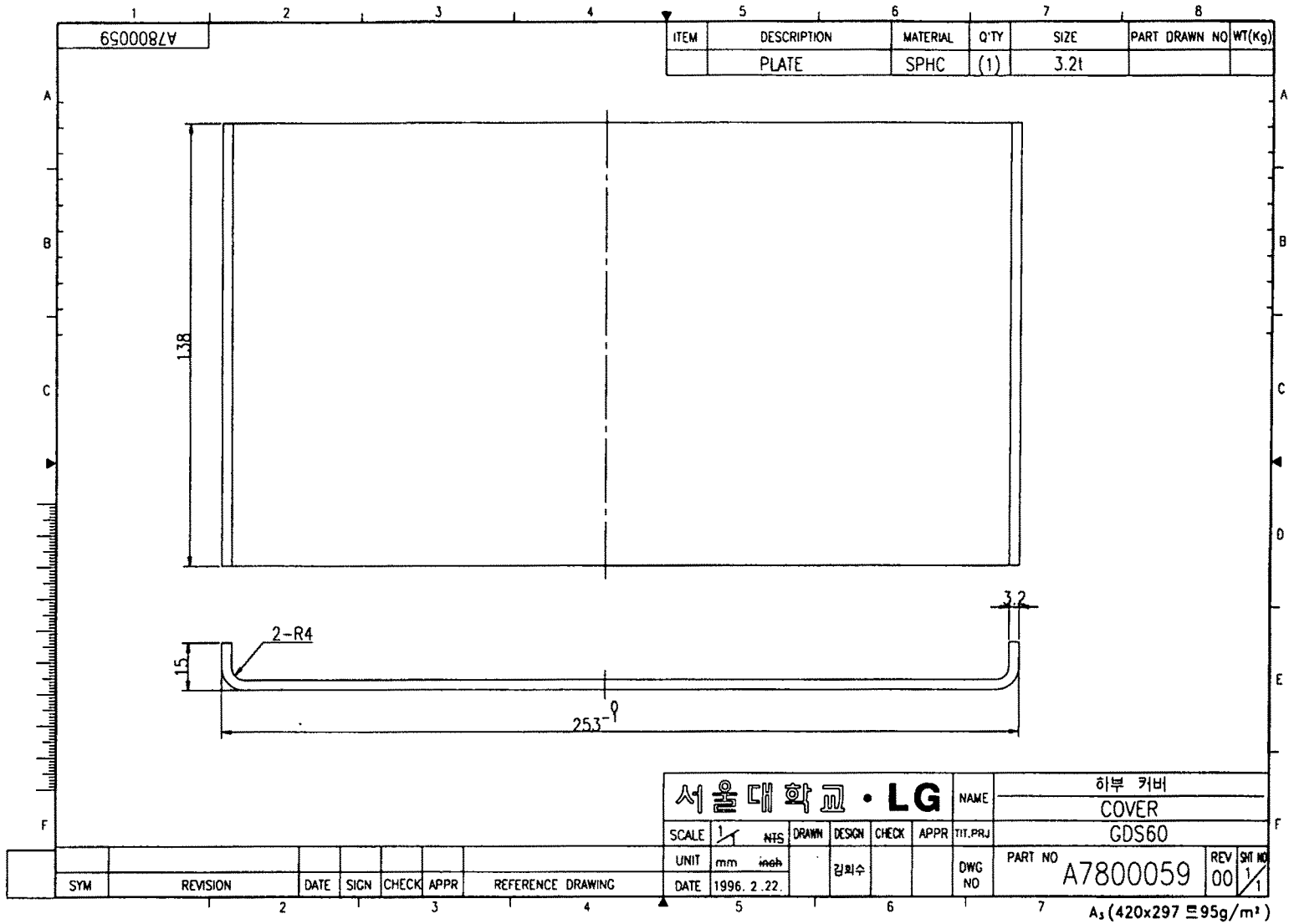
1. 가공시 발생하는 거스러미 제거할것.

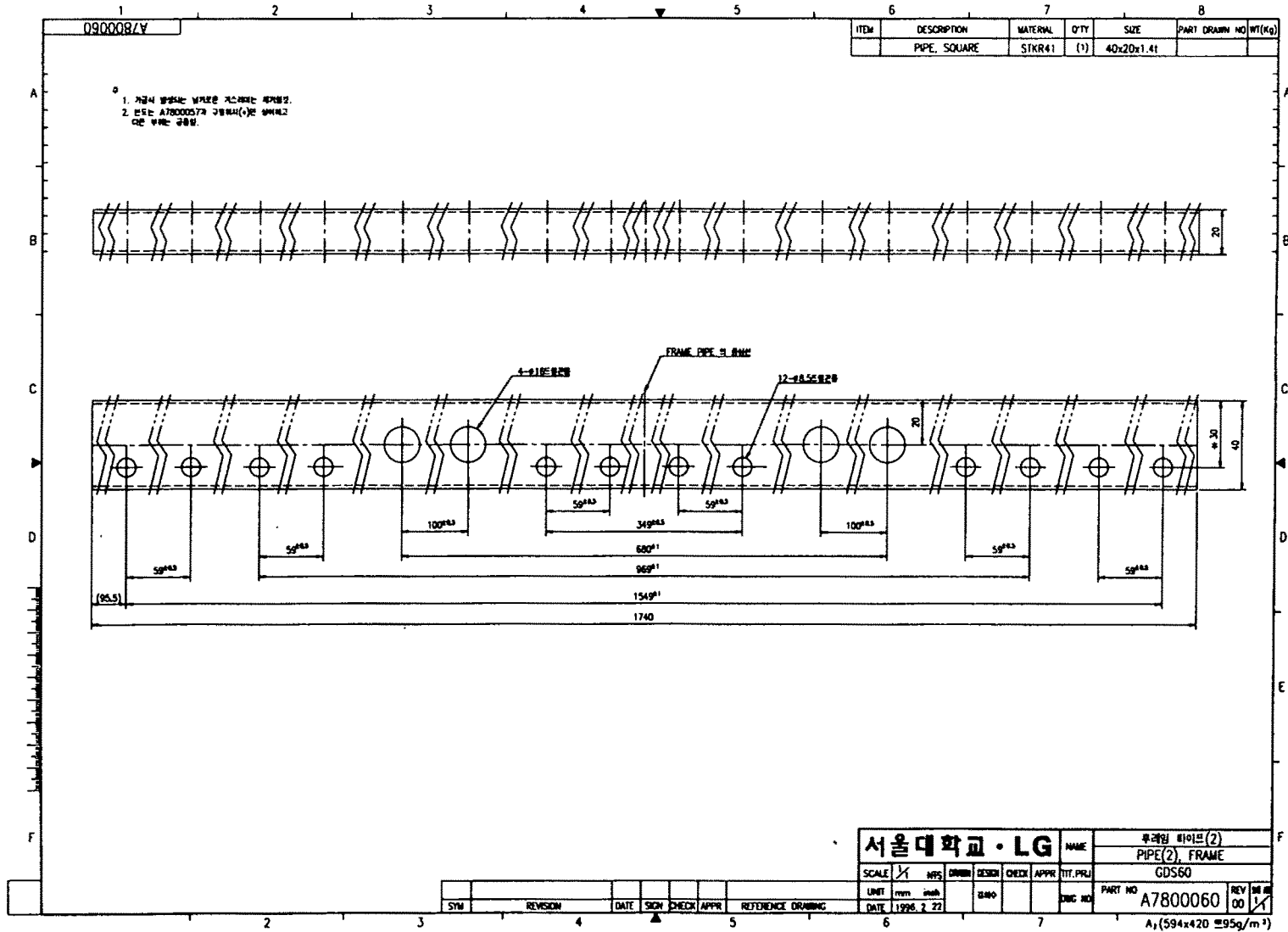


-265-

<b>서울대학교 · LG</b>										NAME		시각 파이프	
										SCALE		1/2	NTS
UNIT		mm	inch	DATE		1996. 2. 22.	김희수			DWG NO	PART NO	REV	SIF NO
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING					A7800058	00	1/1

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)





1. 기타 명세는 내장된 자재에 따릅니다.
2. 본도 A7800057과 동일하다(+)는 상세하고  
○는 부호는 공통임.

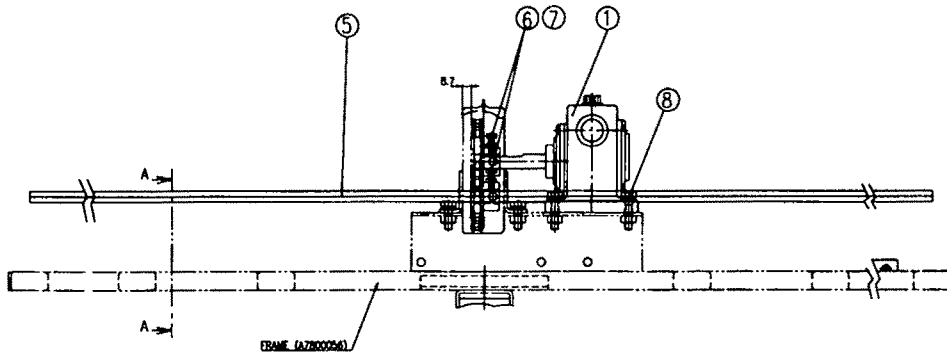
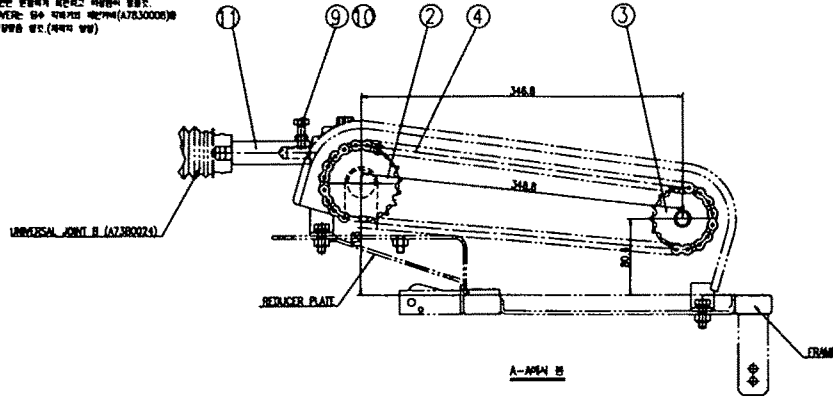
ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(KG)
	PIPE, SQUARE	STKR41	(1)	40x20x1.41		

서울대학교 · LG							NAME		후래임 프레임(2)	
							PIPE(2), FRAME			
							GDS60			
							PART NO		A7800060	
							REV		00	
							DATE		1998. 2. 22	

A1(594x420 프95g/m<sup>2</sup>)

9200C8/V

- 1. ①번에 2번의 크기의 너트 사용.
- 2. ①번에 4번의 너트 사용.
- 3. 4번 너트 2개와 5번 너트 2개 사용.
- 4. CHAIN COVER: 50 4번 너트 사용(A7830008) 2개 사용 2쌍을 사용.(4쌍 사용)



NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REV	PART NUMBER (REV)
1	REDUCER		1		A7830001
2	SPROCKET 20T		2		A7830004
3	SPROCKET 18T		1		A7830007
4	CHAIN		1		A7830028
5	SHAFT DRIVE		1		A7830026
6	BOLT, HEX	(S)			S163062043
7	NUT, HEX	(S)			S311080043
8	BOLT, HEX		4		S155080033
9	BOLT, HEX		1		S164080543
10	NUT, HEX		1		S311080043
11	BAR, CONNECTING		1		A7830021

서술대학교 · LG		제출 일자	
SCALE	1:1	DATE	92.05.20
REV	01	APP	1
CHK	1	CHK	1
DES	1	DES	1
APP	1	APP	1
REV	01	REV	01
REVISED BY		REVISED DATE	
A7830026		01.01.01	

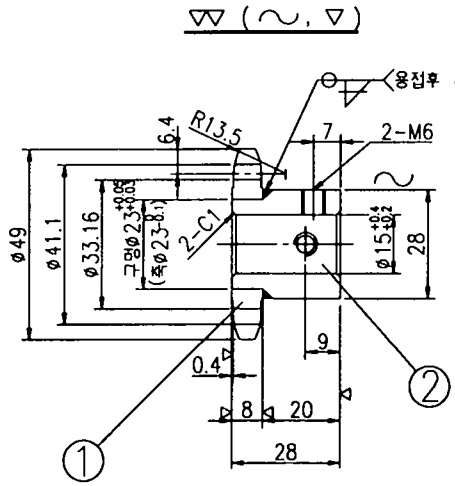
A. (841x584 253g/m<sup>2</sup>)

A7830027

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	SPROCKET 10T	S45C	1	OD49x8t		
2	ROUND BAR	SS41B-D	1	φ28		

주기

1. 치저부 흔들림 0.5 이하(용접후)
2. 각 치질부 C0.5연취할것.
3. 그주파 담금질후 드임처리 할것.  
경도 : HRC 47-55  
경화 길이 : 치저부에서 0.8 이상.
4. 아연도금 (ZPC3)할것. (KSD 8304)
5. ①② 부품 용접시 저수소계용접봉을 사용하고  
200°C로 예열유지한후에 용접하며  
용접균열이 없도록 서냉할것.
6. 용접후 내경가공할것.



스프로켓 요목표

제 인	호칭번호	DS415SH
스 피 리 메 트	피 치	12.7
	틀 러 폭	7.94
	치 형	S형
	잇 수	10
	바깥지름	49
	피치원직경	41.1
	이부리원지름	33.16
	이부리 거리	33.16

서울대학교 · LG

NAME	SPROCKET wheel 10T
	스 프로 킷 10T
SCALE	1/1
UNIT	mm inch
DATE	1996. 2. 28.
DESIGN	김희수
DRWN	
CHECK	
APPR	
TT.PRJ	GDS60
PART NO	A7830027
REV	00
SHT NO	1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

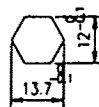
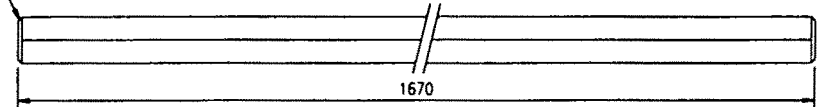
A<sub>3</sub> (420x297 95g/m<sup>2</sup>)

A7830028

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	BAR	SUS 304		12		

주  
1. 커스리미를 제거함것.

2-C1



- 270 -

<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	구동축	
								SHAFT, DRIVE	
							TIT. PRJ	담수 직파기	
SCALE	1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	PART NO	REV	SHT NO
UNIT	mm	inch		김희수			A7830028	00	1/1
DATE	1996. 2. 28.						DWG NO		

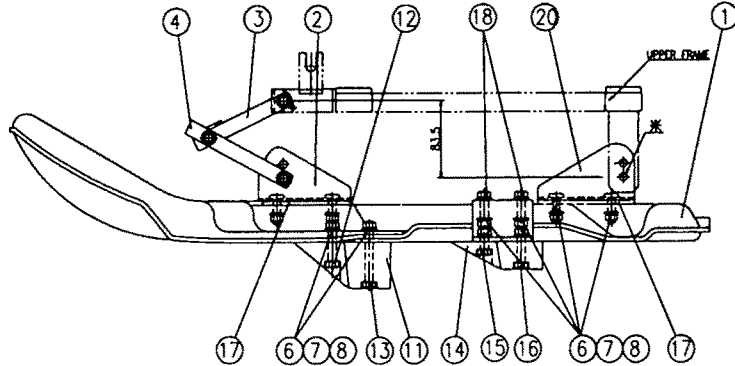
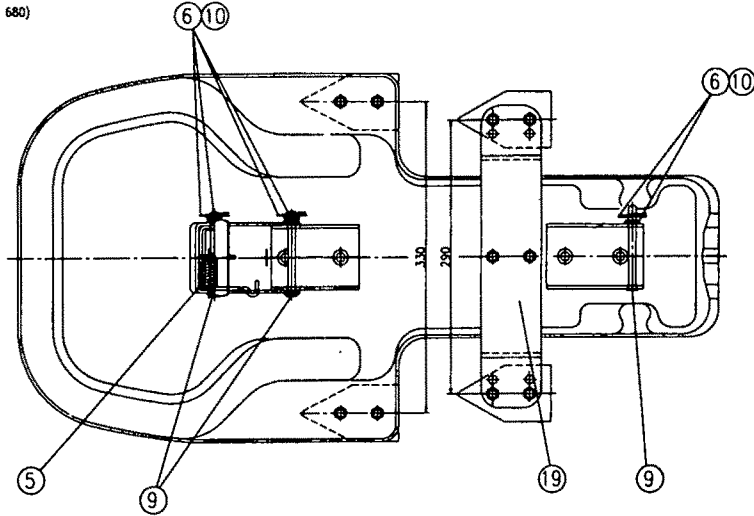
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)



ZZ0184

- 주
1. 본도는 양사재기용 SIDE FLOAT(2개소)의 조립도임
  2. 이의 부품중에 원단 ①④⑤⑥은 용접 이형기(OPR 680)의 부품에 적용함.
  3. ※부분 크립은 UPPER FRAME 의 이단구멍과 ②부분 이단구멍을 조립한다.
  4. ②부분의 크립방향은 6방향으로 됨.



NO	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	PART NUMBER
1	Float	P.F.	1		A781002A
2	BASE A	SPMC	2	3N	A781002B
3	PLATE A		1	3I	A7420001
4	PLATE B		1	3N	A7420002
5	SPRING		1		A0990078
6	WASHER/T		18	2I	S363087213
7	WASHER/S		14		S361080013
8	NUT HEX		14	M8	S311080043
9	PN	SS41B-D	4	#8	A0626694
10	R-PIN	H5W2	4	#1.8	S443060012
11	CRACKING B	AC-70	2		A7810025
12	BOLL HEX		2	M8	S105084543
13	BOLL HEX		2	M8	S105084543
14	CRACKING A	AC-70	2		A7810024
15	BOLL HEX		2	M8	S105084543
16	BOLL HEX		2	M8	S105084543
17	PLATE	SS41E	2	4.5A	A7810029
18	BOLL HEX		2	M8	S155084543
19	SUPPORT	SS41E	1	4.5A	A7810027
20	BASE C	SPMC	1	3I	A7810031

(1)

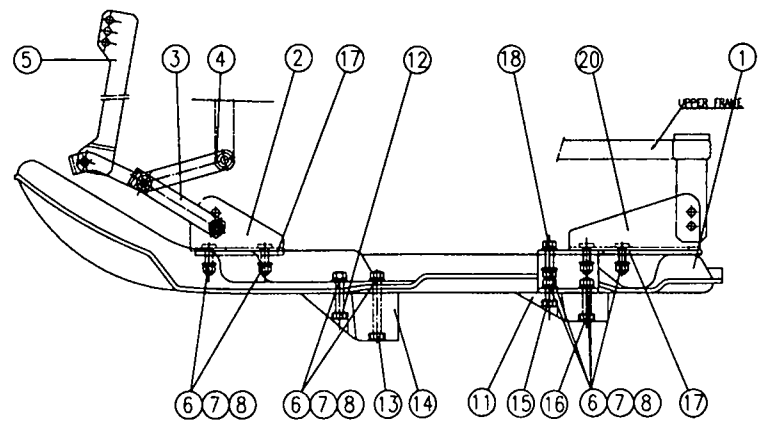
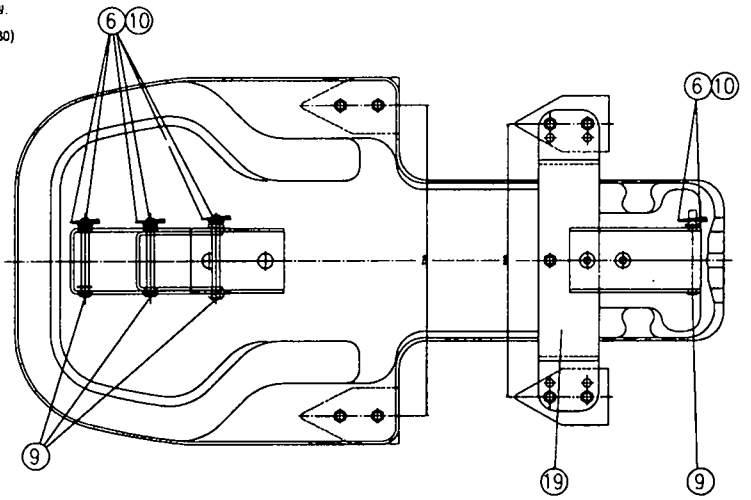
서훈대학교 · LG		서훈대학교 (SRU)	
SCALE 1/5		FLOAT ASSY(BK)	
DATE 2008.08.21	REV. 00	DATE 2008.08.21	REV. 00
DRAWN BY 2008.08.21		PART NO. A7810022	
DATE (Y.M.D.)		REV. NO.	

A. (8414594 255g/m<sup>2</sup>)



A7810023

- 참
- 본도는 중심부재의 CENTER FLOAT(1개소)의 조립도형. 조립하는 구멍의 위치에 유의할것.
  - 이래 부품중에 필번 ③, ④, ⑤은 용용 이항기(GPR 660)의 부품과 규용됨.
  - ⑥, ⑦ 부품의 조립방법은 설명방법으로 함것..



ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	DIMENS	Part Number (Korea)
1	FLOAT	P.E	1		A7810012
2	BASE	SPHC	1	3I	A7810028
3	PLATE A		1	3I	A7429002
4	PLATE B		1	3I	A7810016
5	PLATE		1	3I	A7810019
6	WASHER/T		18		S345082713
7	WASHER/ZS		13		S381080013
8	NUT_HEX		13	M8	S311080013
9	PNH	SS418-D	5	#8	A0628684
10	R-PIN	HSW2	5	#18	S443080013
11	GROOVING B	AC-2B	2		A7810029
12	BOLT_HEX		2	M8	S105084543
13	BOLT_HEX		2	M8	S105086543
14	GROOVING A	AC-2B	2		A7810024
15	BOLT_HEX		2	M8	S105087543
16	BOLT_HEX		2	M8	S105084043
17	PLATE	SS41F	2	4.5I	A7810029
18	BOLT_HEX		1	M8	S155082543
19	SUPPORT	SS41F	1	4.5I	A7810027
20	BASE B	SPHC	1	3I	A7810030

(1)

서울대학교 · LG		프로젝트 명칭(영문)	
		FLOAT ASSY(CENTB)	
SCALE	1:1	DATE	1988. 2. 13
DATE	1988. 2. 13	BY	001
PART NO.		A7810023	

DATE	REVISION	DATE	SIZE	CHECK	APPRO	REFERENCE DRAWING

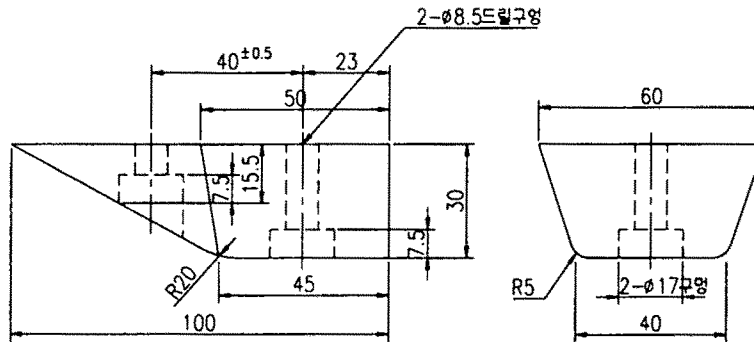
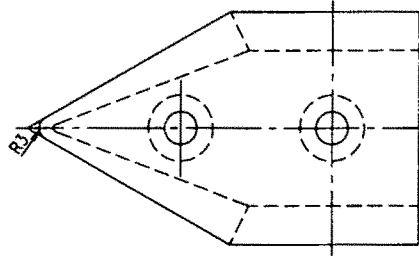
A, (841x594 295g/m<sup>2</sup>)

A7810024

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	AC-2B	(6)			

주

1. 거스러미를 제거할것.
2. 도장 색상은 LG BLACK으로 할것.



<b>서울대학교 · LG</b>							NAME		작구기 A	
									GROOVING A	
SCALE	1/1	MM	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	담수 직파기 GDS 60		
UNIT	mm	inch	김희수				DWG NO	PART NO	REV	SIT NO
DATE	1996. 2. 13							A7810024	00	1/1

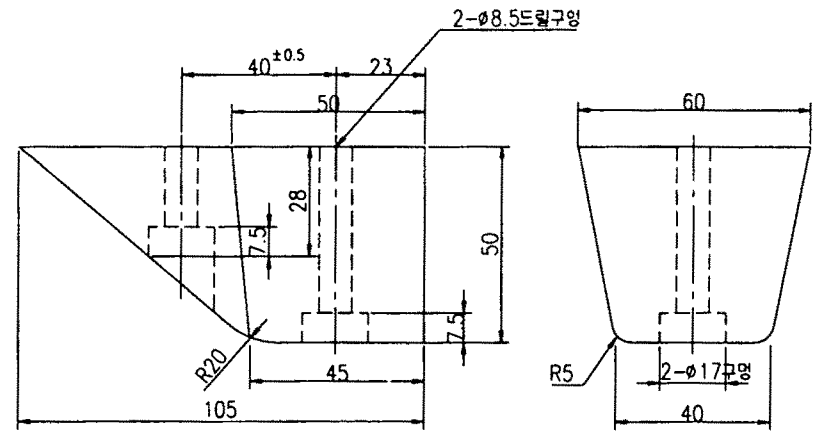
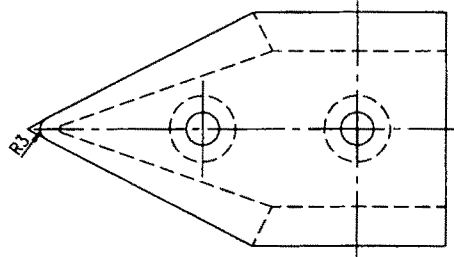
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 mm 95g/m<sup>2</sup>)

A7810025

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	AC-2B	(6)			

- 주
1. 가스리미틀 제거할것.
  2. 도장 색상은 LG BLACK으로 할것.



<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	작구기 B
							NAME	GROOVING B
SCALE	1/1	NFS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TT.PRJ	담수 직피기 GDS 60
UNIT	mm	inch	김희수				PART NO	A7810025
DATE	1996. 2. 13.						DWG NO	00
								REV SH NO 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

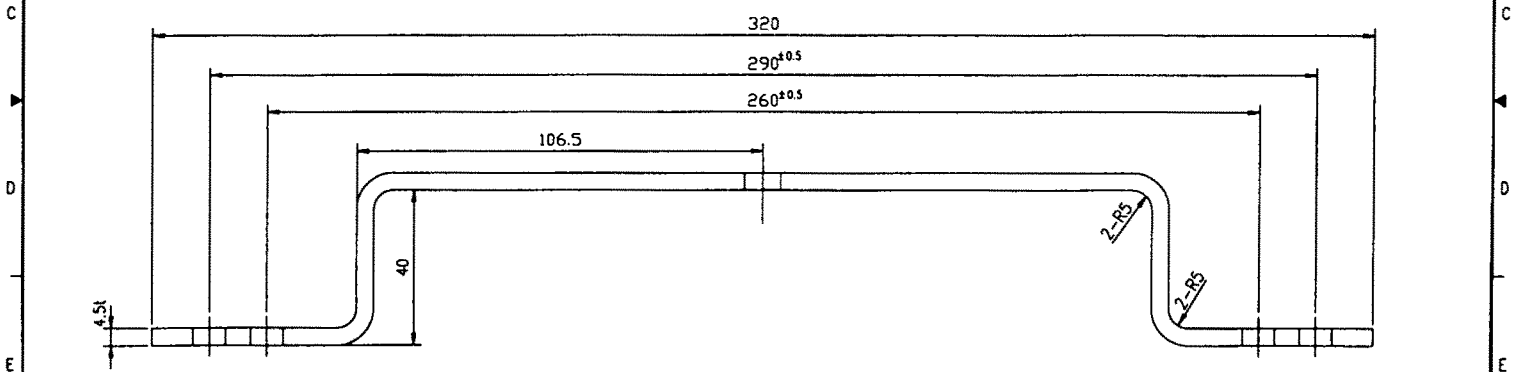
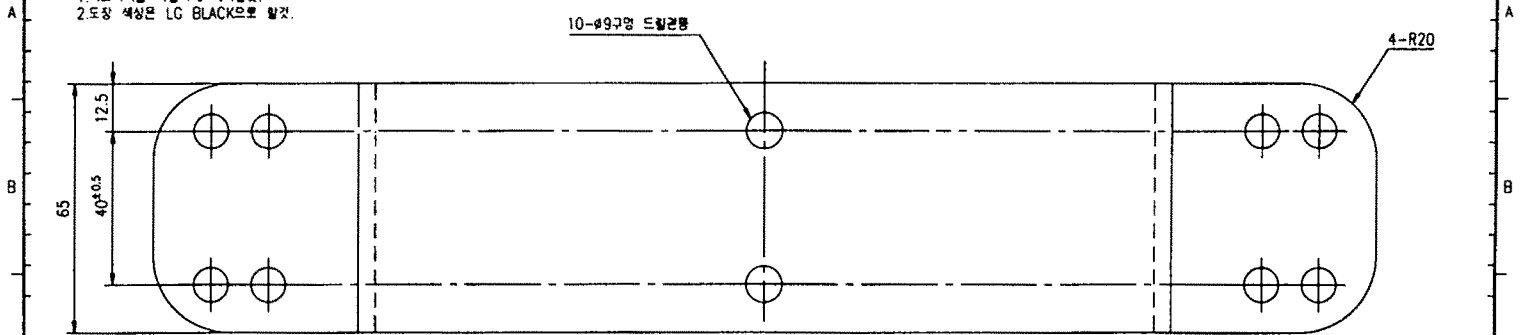
A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)



A7810027

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
	PLATE	SS41F	(2)	65x45t		

※  
 1. 커스머미를 확실하게 제거할것.  
 2. 도장 색상은 LG BLACK으로 할것.

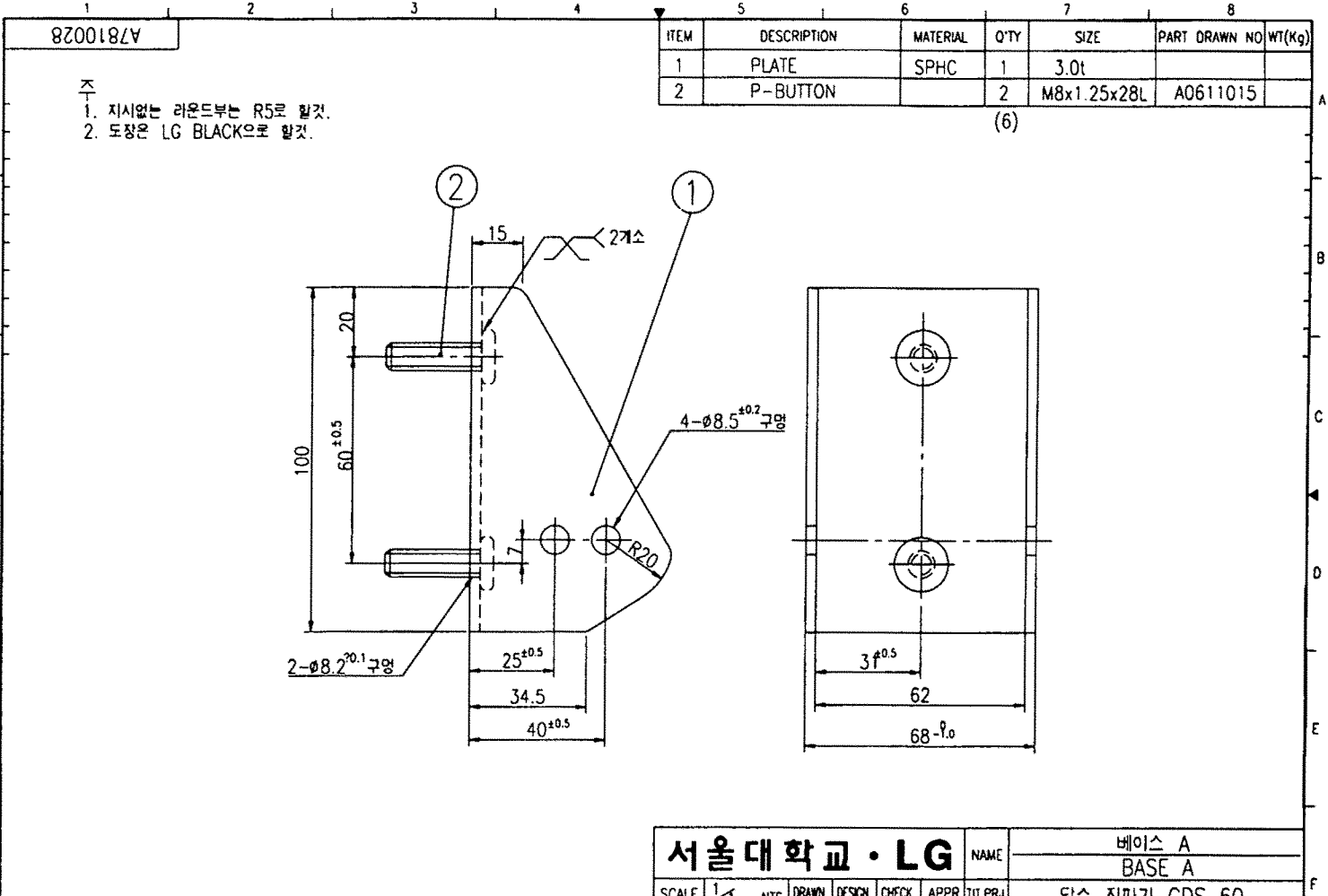


- 277 -

<b>서울대학교 · LG</b>					NAME		지지대 A	
					SUPPORT A			
SCALE	1/1	NPS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	담수 직파기 (GDS 60)
UNIT	mm	inch		김희수			DWG NO	PART NO
DATE	1996. 2. 13							A7810027
							REV	SHT NO
							00	1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)



8200182A

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SPHC	1	3.0t		
2	P-BUTTON		2	M8x1.25x28L	A0611015	

- 주  
 1. 지시없는 라운드부는 R5로 할것.  
 2. 도장은 LG BLACK으로 할것.

(6)

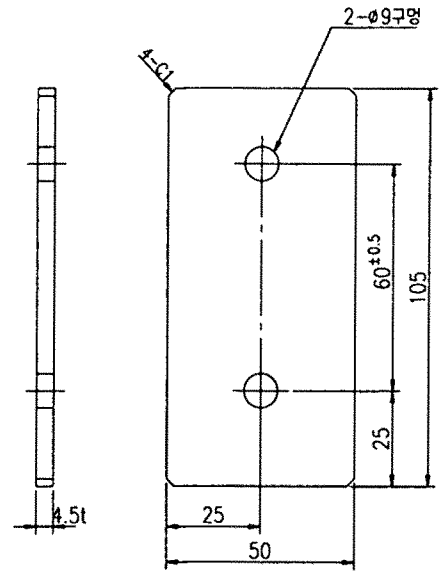
<b>서울대학교 · LG</b>							NAME		베이스 A BASE A	
SCALE	1/1	HP5	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT.PRJ	담수 직파기 GDS 60		
UNIT	mm	inch		김희수			DWG NO	PART NO	REV	SHT NO
DATE	1996. 2. 13							A7810028	00	1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

1	2	3	4	5	6	7	8			
620018LV				ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
					PLATE	SS41F	(6)	4.5t		

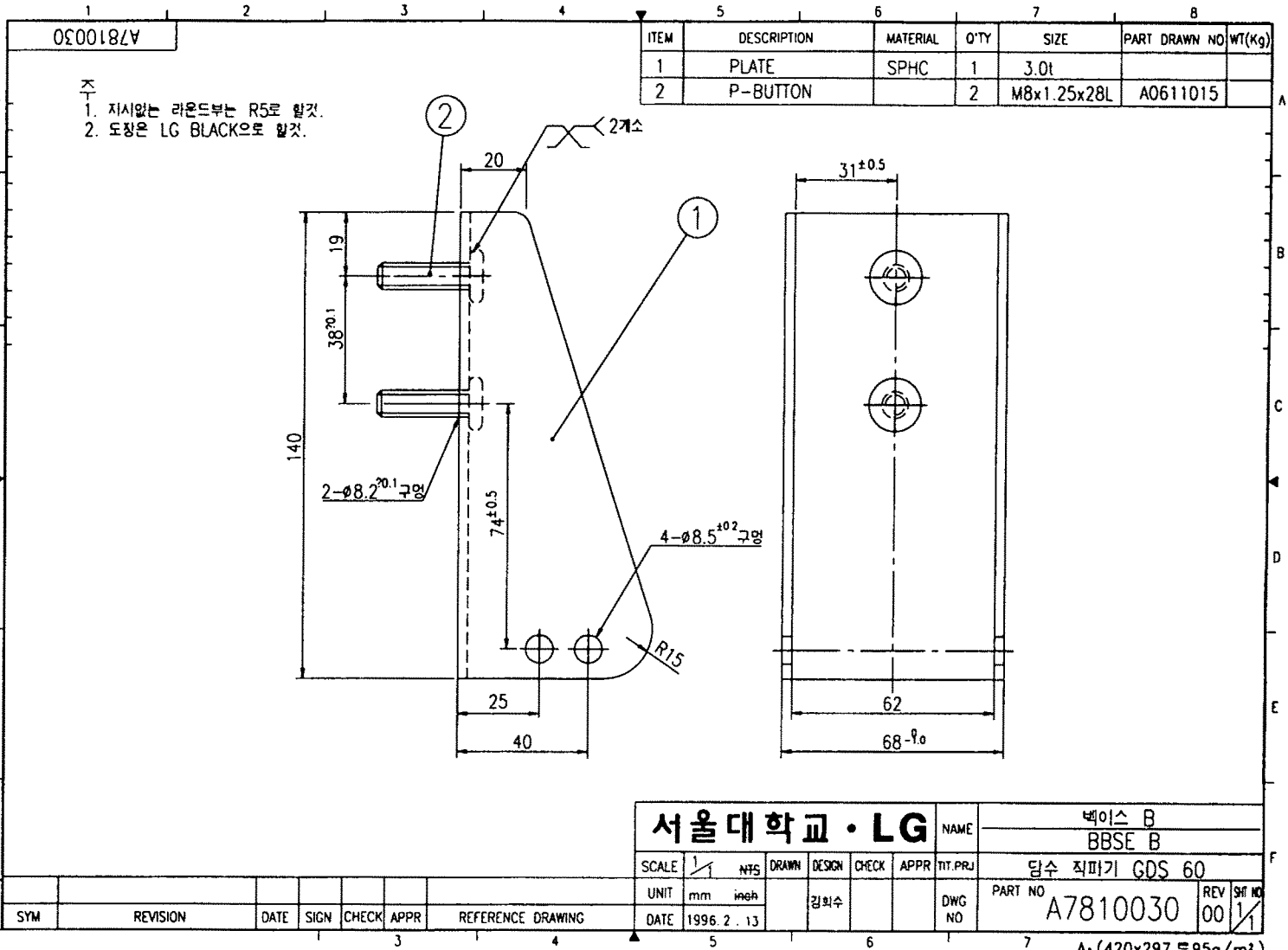
주  
1. 도장은 LG BLACK으로 할것.



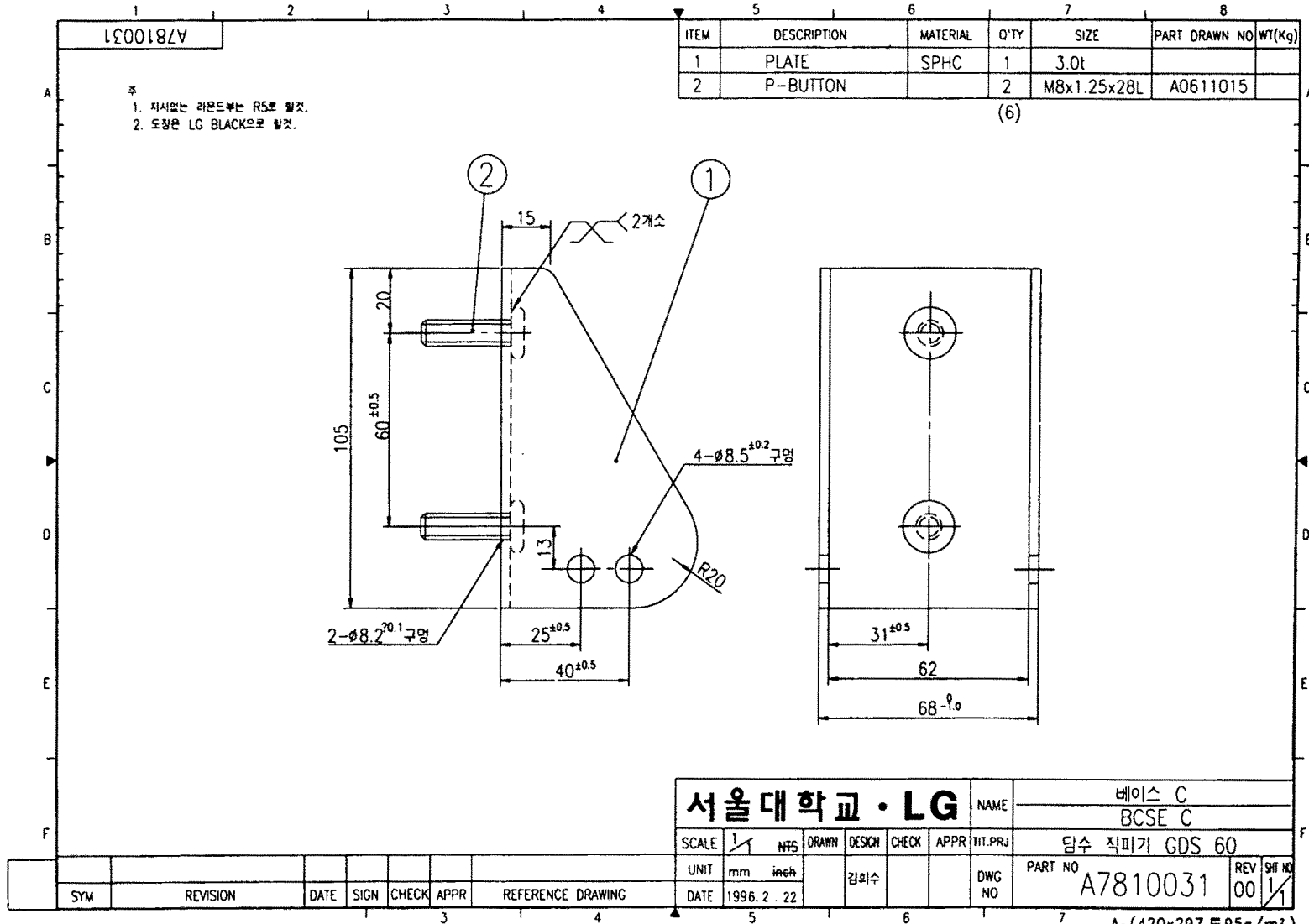
<b>서울대학교 · LG</b>							NAME	플레이트 A PLATE A	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	담수 직파기 GDS 60	
UNIT	mm	inch			김희수		DWC NO	PART NO	REV SHI NO
DATE	1996. 2. 13							A7810029	00 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING
-----	----------	------	------	-------	------	-------------------

A<sub>s</sub>(420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

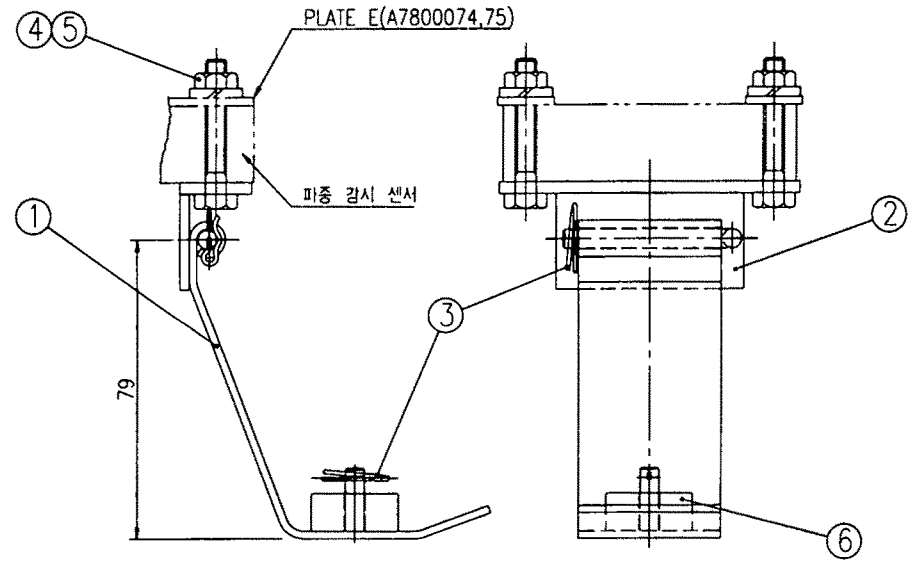






ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE F	SPHC	1	2t	A7810033	
2	PLATE G	SS41F	1	3t	A7810034	
3	PIN, SNAP		2	∅1	S443050013	
4	NUT, HEX		2	M6	S309060042	
5	WASHER/S		2		S361060013	
6	SCALE BAR		1	∅23	A7810019	

주  
 1. 가스리미는 확실하게 제거할것.  
 2. 파종감시센서 및 기대장치는 당시 입고후에 장착할 예정이므로  
 본 PACKING PLATE ASSY는 단품으로 납품할것.  
 (부품 ④⑤는 조립만제로 납품할것.)



(6)

-282-

<b>서울대학교 · LG</b>										NAME		진압장치 조립도					
										DRAWN		DESIGN		CHECK		APPR	
SCALE		1/1		NF5		DRAWN		DESIGN		CHECK		APPR		TIT. PRJ		담수 직파기 GDS 60	
UNIT		mm		inch		DATE		1996. 2. 29.		DWG NO		PART NO		REV		SHT NO	
DATE		1996. 2. 29.		강희수		DWG NO		A7810032		REV		00		SHT NO		1/1	

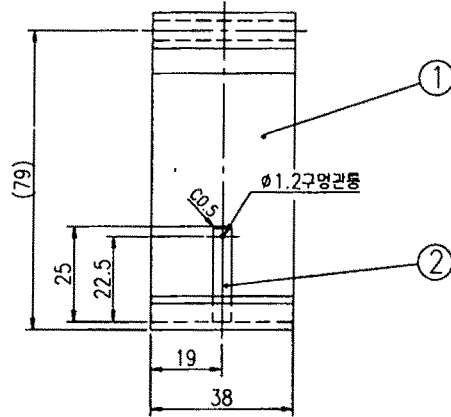
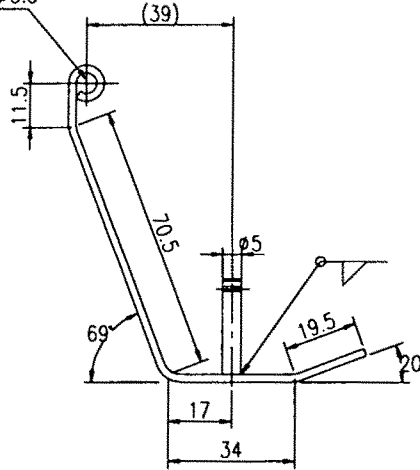
A<sub>3</sub> (420x297 mm) 95g/m<sup>2</sup>

A7810033

- 주  
 1. 거스러미는 확실하게 제거할 것.  
 2. 시시없는 구부림 R5로 할 것.  
 3. 도장은 LG BLACK으로 할 것  
 (부품 ① 번의 홀부위 마스킹 처리)

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SPHC	1	2t		
2	ROUND BAR	SS41B	1	ø5		

ø5원봉이 원형이 회전할 것. ø5.5±0.2



서울대학교 · LG							NAME		플레이트		
							PLATE F				
SCALE	1/1	NFS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	담수 직파기 GDS 60			
UNIT	mm	inch	김희수				DWG NO	PART NO	A7810033	REV	SH NO
DATE	1996. 2. 29.								00	1/1	

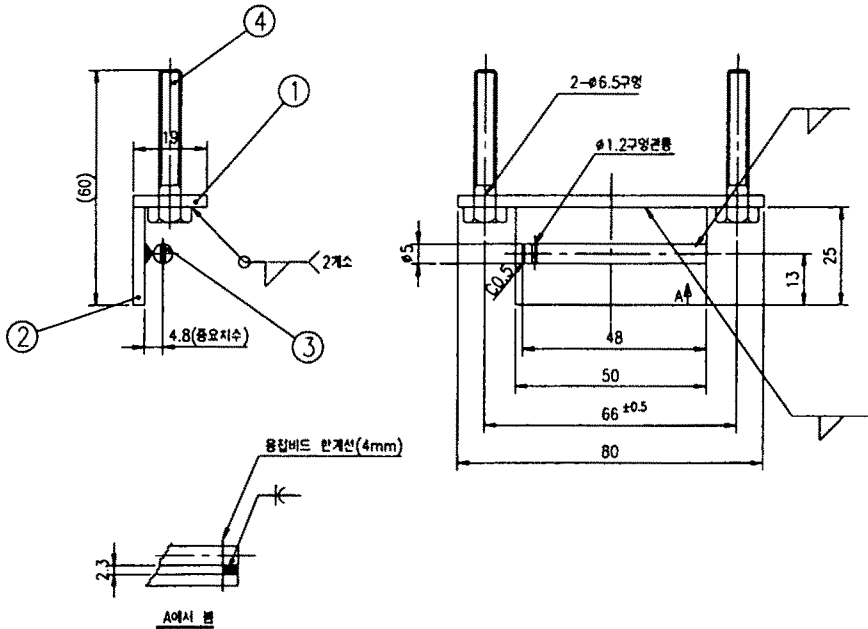
SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

A7810034

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	Q'TY	SIZE	PART DRAWN NO	WT(Kg)
1	PLATE	SS41F	1	3t×19		
2	PLATE	SS41F	1	3t×25		
3	ROUND BAR		1	∅5		
4	BOLT, HEX		2	M6	S101063543	

주  
 1. 거스러미는 확실하게 재가할것.  
 2. 도장은 LG BLACK으로 할것.  
 (부품 ④번의 나사부위 미스칭 처리)



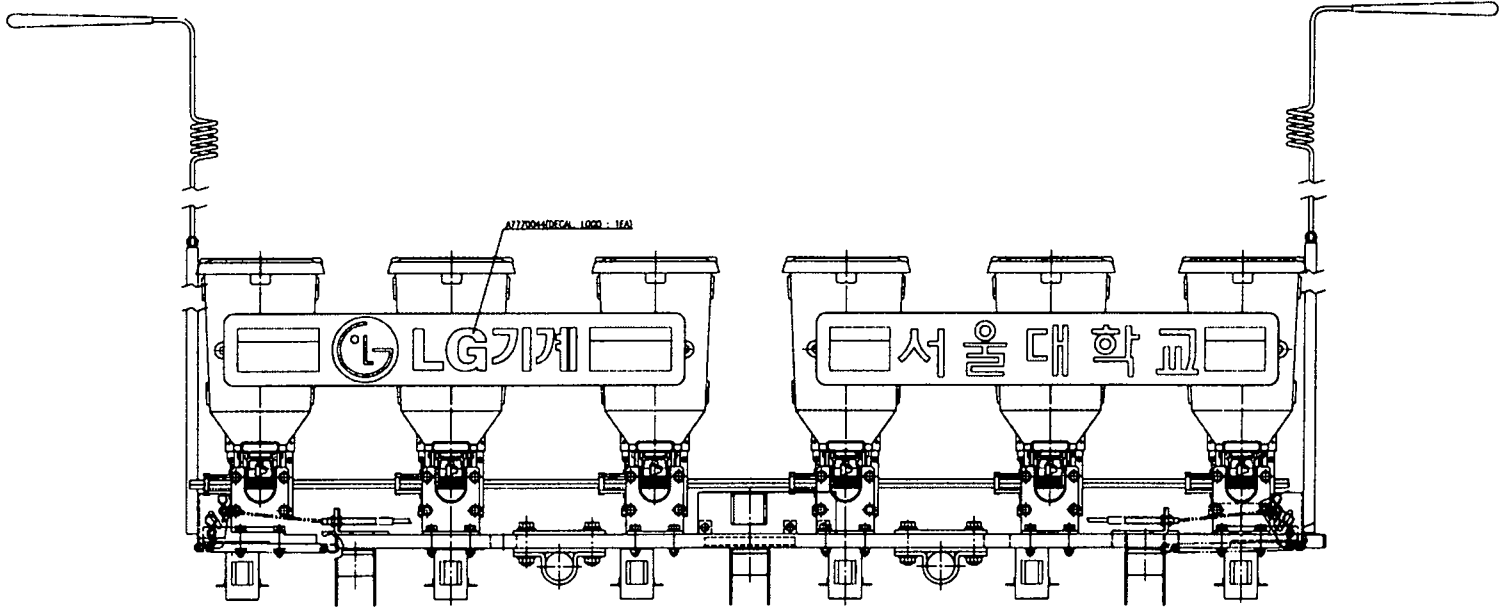
서울대학교 · LG						NAME	플레이트
						NAME	PLATE G
SCALE	1	NFS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TTT.PRJ
UNIT	mm	inch		김희수			담수 직파기 GDS 60
DATE	1996. 2. 29.						PART NO
						DWG NO	A7810034
						REV	00
						SHEET NO	1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING

A<sub>3</sub> (420x297 ≒ 95g/m<sup>2</sup>)

LGRENT

1 DECALE A770044H A784014E WRENT



A770044DECA\_1000 - 1/61

LG기계

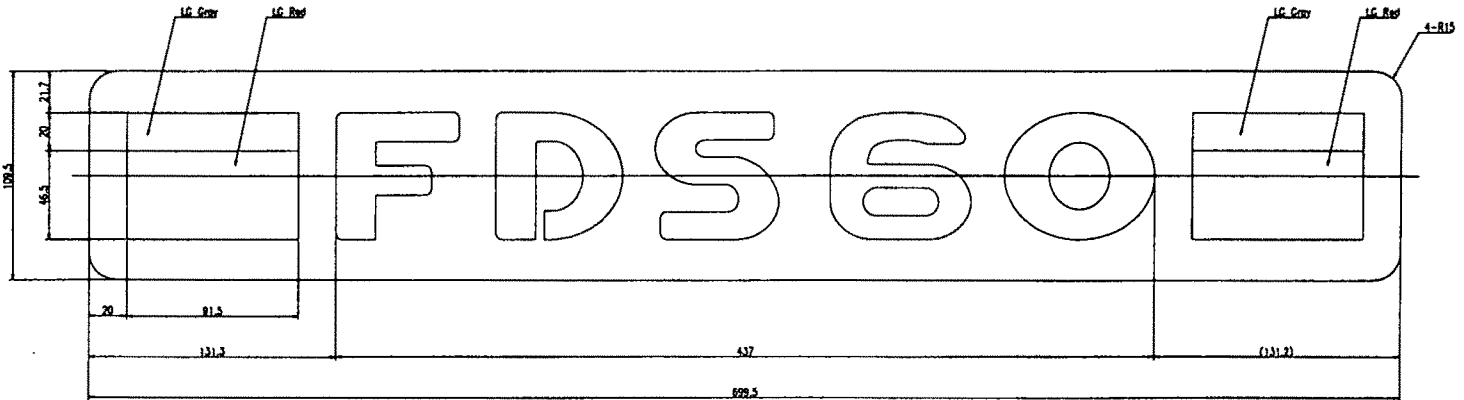
서울대학교

서울대학교 · LG		제 1 차
A784001		제 2 차
A784001		제 3 차
A784001		제 4 차
A784001		제 5 차
A784001		제 6 차
A784001		제 7 차
A784001		제 8 차
A784001		제 9 차
A784001		제 10 차
A784001		제 11 차
A784001		제 12 차
A784001		제 13 차
A784001		제 14 차
A784001		제 15 차
A784001		제 16 차
A784001		제 17 차
A784001		제 18 차
A784001		제 19 차
A784001		제 20 차
A784001		제 21 차
A784001		제 22 차
A784001		제 23 차
A784001		제 24 차
A784001		제 25 차
A784001		제 26 차
A784001		제 27 차
A784001		제 28 차
A784001		제 29 차
A784001		제 30 차
A784001		제 31 차
A784001		제 32 차
A784001		제 33 차
A784001		제 34 차
A784001		제 35 차
A784001		제 36 차
A784001		제 37 차
A784001		제 38 차
A784001		제 39 차
A784001		제 40 차
A784001		제 41 차
A784001		제 42 차
A784001		제 43 차
A784001		제 44 차
A784001		제 45 차
A784001		제 46 차
A784001		제 47 차
A784001		제 48 차
A784001		제 49 차
A784001		제 50 차
A784001		제 51 차
A784001		제 52 차
A784001		제 53 차
A784001		제 54 차
A784001		제 55 차
A784001		제 56 차
A784001		제 57 차
A784001		제 58 차
A784001		제 59 차
A784001		제 60 차
A784001		제 61 차
A784001		제 62 차
A784001		제 63 차
A784001		제 64 차
A784001		제 65 차
A784001		제 66 차
A784001		제 67 차
A784001		제 68 차
A784001		제 69 차
A784001		제 70 차
A784001		제 71 차
A784001		제 72 차
A784001		제 73 차
A784001		제 74 차
A784001		제 75 차
A784001		제 76 차
A784001		제 77 차
A784001		제 78 차
A784001		제 79 차
A784001		제 80 차
A784001		제 81 차
A784001		제 82 차
A784001		제 83 차
A784001		제 84 차
A784001		제 85 차
A784001		제 86 차
A784001		제 87 차
A784001		제 88 차
A784001		제 89 차
A784001		제 90 차
A784001		제 91 차
A784001		제 92 차
A784001		제 93 차
A784001		제 94 차
A784001		제 95 차
A784001		제 96 차
A784001		제 97 차
A784001		제 98 차
A784001		제 99 차
A784001		제 100 차

A7840014

ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	SIZE	UNIT	REMARKS
	STECKER	PC-PC		Ø 11		

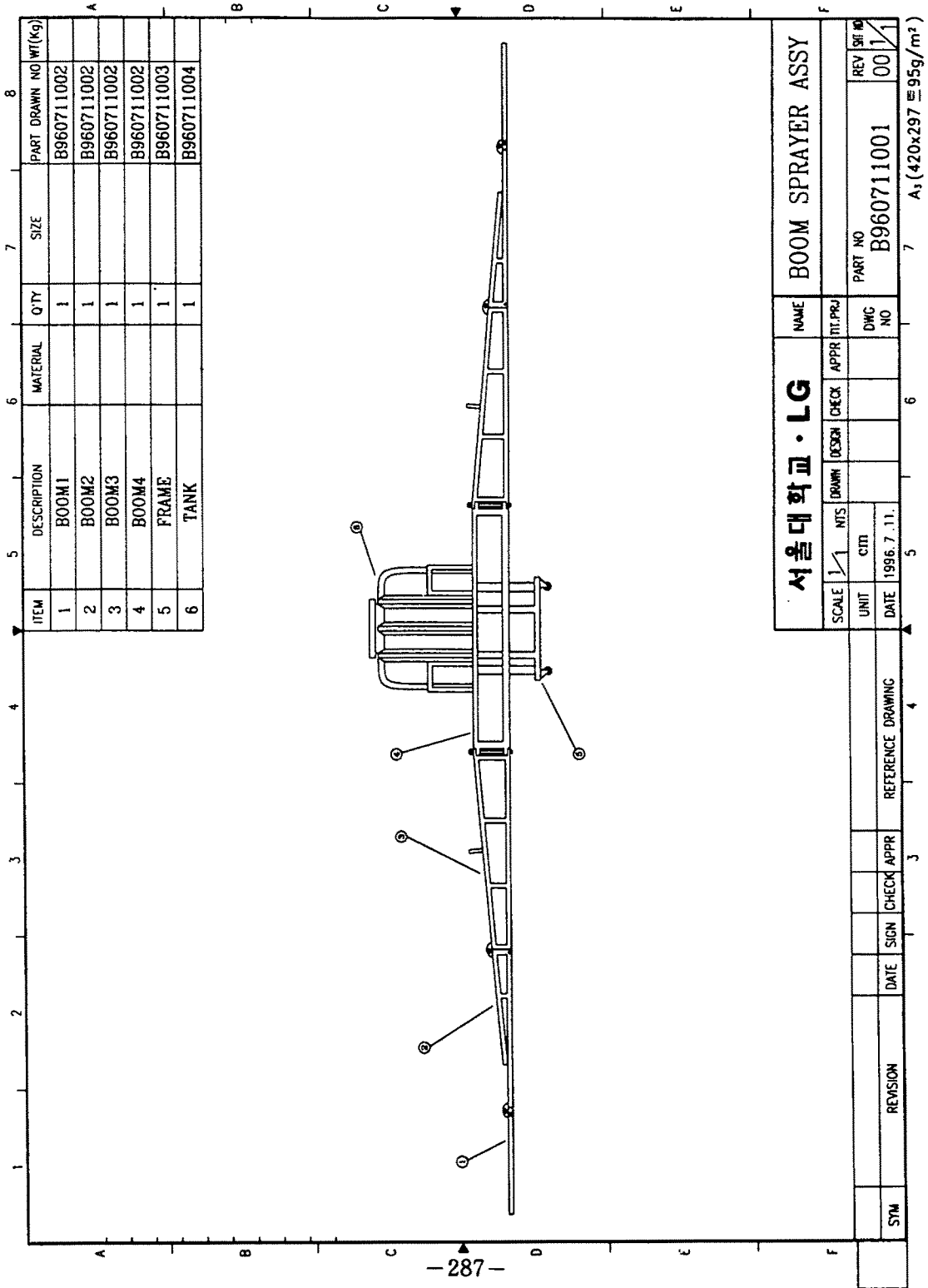
- 1. LG Logo (FDS) (MATERIAL: 4mm PVC)
- 2. LG Back (MATERIAL: 4mm PVC)
- 3. LG Side (MATERIAL: 4mm PVC)
- 4. CLEARANCE
- 5. LG SIDE (BACK CUTTING)
- 6. LG SIDE (BACK CUTTING)
- 7. LG SIDE (BACK CUTTING)
- 8. LG SIDE (BACK CUTTING)

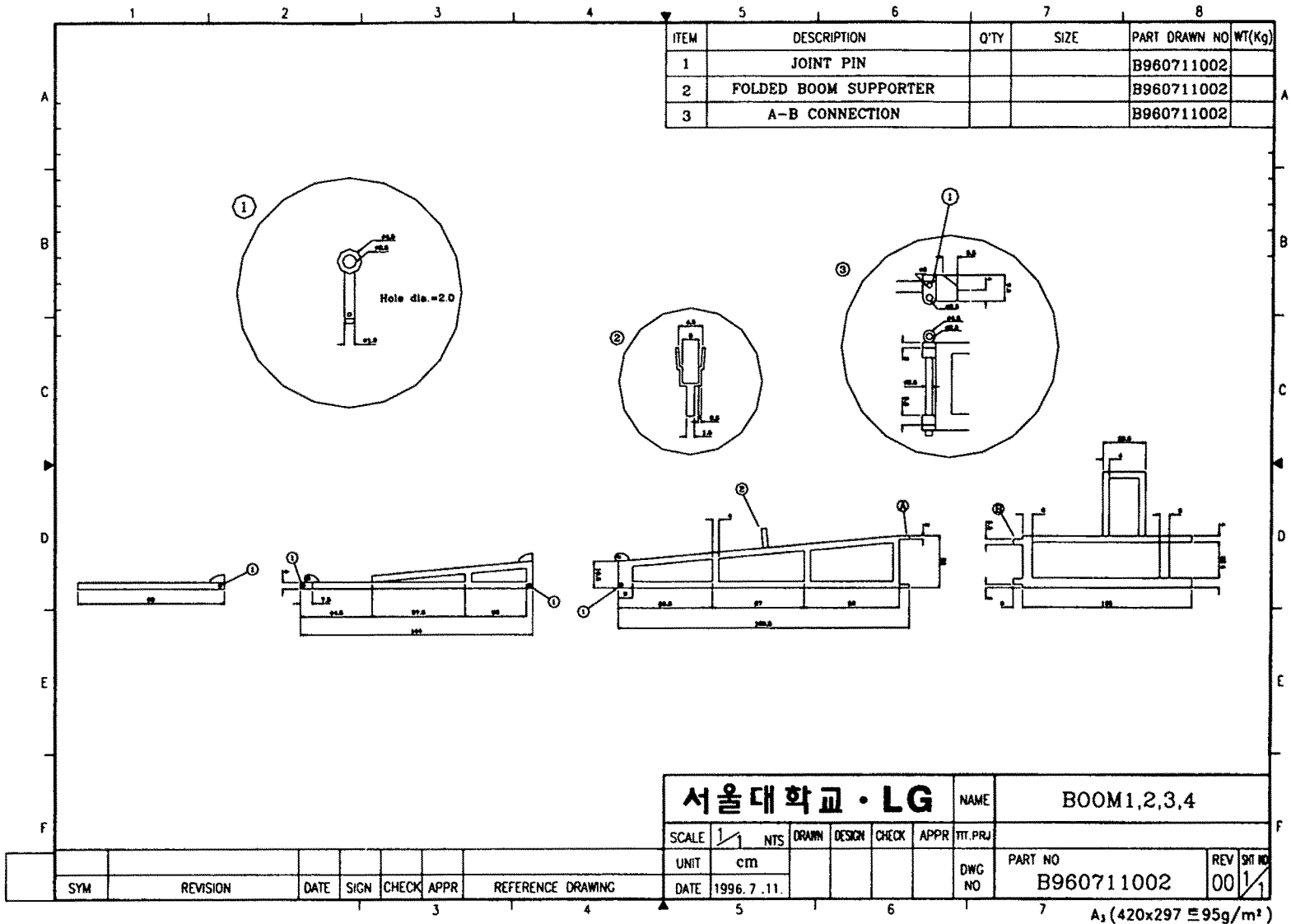


- 286 -

서울대학교 · LG										FDS60 GB	
										DECAL FDS 60	
										NO. 44171	
										REV. 00	
										A7840014	
										A. (841x594 295g/m <sup>2</sup> )	

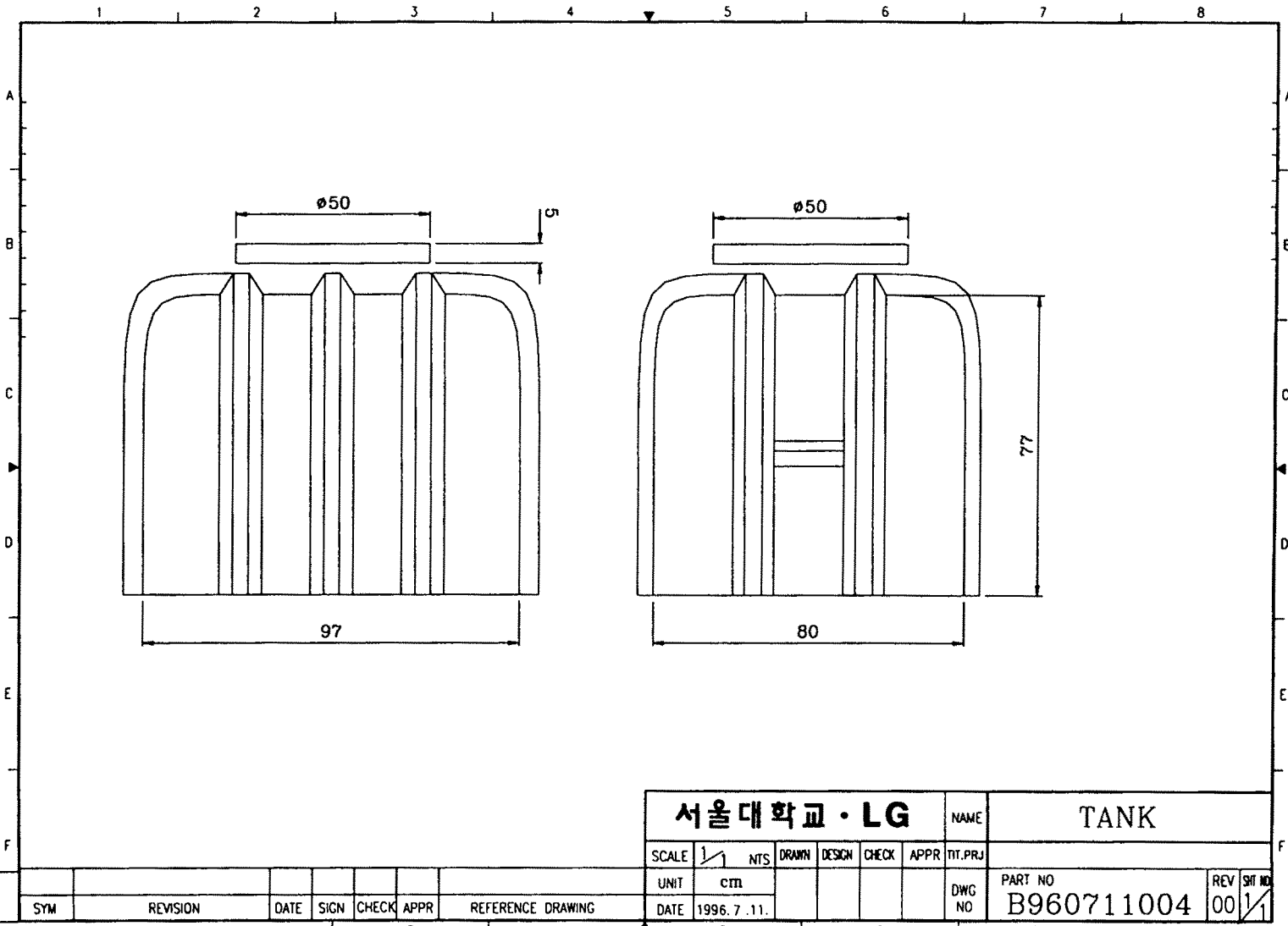
### 부록 3. 트랙터 부착형 분 방제기 설계 도면











<b>서울대학교 · LG</b>						NAME	TANK	
SCALE	1/1	NTS	DRAWN	DESIGN	CHECK	APPR	TIT. PRJ	
UNIT	CMM						DWG NO	PART NO
DATE	1996. 7. 11.							B960711004
								REV SH NO
								00 1/1

SYM	REVISION	DATE	SIGN	CHECK	APPR	REFERENCE DRAWING		