

651.1

최 종
연구보고서

h293k

시설원예용 밧데리카식 무인 방제시스템 개발
Development of Driverless Auto Spray Car Driven by
Battery-Motor For a Greenhouse

주 관 연 구 기 관

경 북 대 학 교

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “시설원예용 밧데리카식 무인 방제시스템 개발” 과제(세부과제“시설원예용 밧데리카식 무인 방제시스템 개발”, 세부과제 “시설원예용 밧데리카식 무인 방제시스템 개발의 사전, 사후적 경영효율분석”)의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 12. 29

주관연구기관명 : 경북대학교
총괄연구책임자 : 김 태 한
세부과제책임자 : 김 충 실
연 구 원 : 송 재 관
연 구 원 : 이 정 택
연 구 원 : 이 경 진
연 구 원 : 박 순 석

요 약 문

I. 제목

시설원예용 밧데리카식 무인 방제시스템 개발
Development of Driverless Auto Spray Car
Driven by Battery-Motor For a Greenhouse

II. 연구개발의 목적 및 중요성

하우스내의 방제작업은 밀폐된 공간에서 인력에 의해 이루어지므로 인체에 해롭고 하우스 내의 방제 및 운반작업에 사용되는 작업기의 동력원인 기관으로부터 배출되는 유해가스는 인체뿐만 아니라 작물의 생육에도 영향을 미치고 있다. 또한 시설원예에 있어서 운반 작업에 소요되는 시간은 총 노동시간의 83%를 차지하므로 유해한 농약과 기관의 배기가스로부터 사람과 작물을 보호함과 동시에 운반작업 및 재배관리 작업의 기계화, 무인화에 의해 노동생산성을 향상시켜 시설 작물의 경쟁력을 향상시키는 기술 개발을 목적으로 본 연구를 수행하였으며 본 연구의 기대효과는 시설재배 전용 밧데리카식 무인 방제기를 개발함으로써 생력화에 의한 생산비 절감을 꾀할 수 있고 작업자가 중노동으로부터 해방 될 수 있다. 또한, 이 기술개발을 응용하여 타 농작업의 무인화기술에 기여할 수 있고 개발한 제품을 개발 도상국에 수출함으로써 국가 경제에 기여할 수 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

연차별 연구개발 내용 및 범위는 표1-4와 같다.

표1-4에서와 같이 1차 년도에는 실용적 무인방제 및 운반시스템 개발을

위한 의사 결정 모형을 개발하고 그에 따라 밧데리카를 설계하였으며 2차 년도에는 밧데리카를 제작하고 적정 방제시스템 결정 및 경영성과 측정하였다. 최종 년도인 3차 년도에는 제작한 밧데리카의 무인 주행 및 살포제어시스템을 구성하였으며 성능평가를 통해 경영성과 및 효율적 시설영농 모형개발 하였다.

<표1-4> 연차별 연구개발 내용 및 범위

구분	연구개발내용	연구개발범위
1차년도 (1995-96)	○ 밧데리카 설계	- 밧데리카 설계자료를 위한 시설 내의 작물별 물성, 재배방법 및 하우스의 구조 조사분석 - 기체 전장, 전폭, 전고 결정 - 소요동력 산출에 의한 전동기 및 축전지선정
	○ 실용적 무인방제 및 운반시스템 개발을 위한 의사결정모형 개발	- 기존의 하우스내 방제실태와 농민 요구사항 조사분석 - 기존 방제의 비용 및 투입 요소 분석 - 개발기술의 기술적 및 경제적 효율성 조사분석
2차년도 (1996-97)	○ 밧데리카 제작	- 차체제작 - 동력전달 메카니즘 설계, 제작 - 주행장치 제작, - 조향장치 제작
	○ 밧데리카 탑재용 방제장치 설계, 제작	- 착탈식 약액탱크 개발, 설계 제작 - 적정 살포를 위한 분무압력 설정 - 분사장치 설계, 제작 - 카세트식 분관 메카니즘 개발, 제작
	○ 적정 방제시스템 결정 및 경영성과 측정	- 개발단계별 및 부분별 의사결정 모형 개발 - 개발단계별 실용가능성을 생력 및 소득효과면에서 분석
3차년도 (1997-98)	○ 컨테이너 탑재 시스템 제작 및 주행 유도 파이프 가공	- 컨테이너 착탈장치 설계, 제작 - 주행유도파이프 가공
	○ 무인주행, 무인살포 제어장치 개발, 제작	- 무인주행 및 제어장치 개발, 제작 - 무인살포 및 제어장치 개발, 제작
	○ 성능시험	- 주행성능, 선회성능, 작업능율
	○ 무인방제 및 운반시스템의 경영성과	- 밧데리카식 무인 방제시스템의 경제성 및 생력효과 분석

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

시설재배 전용 무인방제 및 운반시스템 개발을 위해 수행한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 시설원예용 밧데리카식 무인 방제 및 운반시스템의 설계를 위한 기초자료로 이용하기 위하여 농가 보급형 자동화 온실 표준 설계서를 기준으로 하우스의 규격을 분석하였으며 하우스 재배를 많이 하는 딸기, 고추, 토마토, 참외, 수박, 오이 등의 작물을 대상으로 작물별 재배방법 및 물성을 조사 분석 한 결과 이랑폭은 최대 200cm, 골폭은 최소 40cm, 작물의 초장(H₂)은 최소 30cm에서 최대 170cm정도이므로 무인방제기의 폭은 가능한 좁게, 분무관은 이랑폭 변화와 딸기 참외 등과 같이 초장이 작은 작물에서부터 고추, 토마토, 오이 등과 같이 초장이 큰 작물에 이르기까지 모두 이용 할 수 있도록 수평, 수직으로 조절 할 수 있도록 작업차의 윤거는 전륜 520mm, 후륜 480mm 축간거리는 640mm로 결정하였다. 또한 기체의 전장은 1150mm, 전폭은 430mm, 전고는 470mm로 하였다.
- 2) A.H.P 의사결정기법의 응용모형에 의해 결정된 본 시스템은 선택 가능한 대안 72가지(「제2단계」 메카니즘의 대체안 변수 분류 참조)중에서 선택된 최종대안은 투하자본효율성지표가 상대적으로 가장 높은 단계별 부문별 대안들의 체계이다. 즉,

주행유도방식 : 고정경로방식(기계식)
주행장치대안 : Wheel Type
방 제 장 치 : 양액탱크탑재식
분무관 대 안 : 평면, 입목살포식
양액탱크장치 : 착탈식

으로 구성되는 「 $X_{i3}^b + X_{r1}^b + X_{m2}^p + X_{l2}^p + X_{s1}^p$ 」 식 시스템을 선정

하여 제작하였다.

- 3) 분무관은 모터축의 회전에 의해 수평, 수직 운동을 할 수 있도록 메카니즘을 개발하여 수평·立木살포용으로서 초장이 다양한 작물에 효과적으로 이용할 수 있는 구조로 개발·제작하였다.
- 4) 분무관은 약액살포시에는 장착하고 운반시에는 탈착하여 운반작업시 장해가 되지 않도록 하기 위하여 커피링을 이용한 원터치식 착탈메카니즘으로 제작하였다.
- 5) 개발한 무인 방제기의 방제작업능률은 시간당 29a(2900m²)로 나타났다.
- 6) 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 개발은 관행대비 노동절약효과 27% 뿐만 아니라 노동의 고통을 크게 경감(소모 cal 환산 38% 경감기대)시키므로 힘든 농업노동 중에서도 가장 기피하는 하우스내의 작업조건을 혁신적으로 개선할 것으로 분석되었다.
- 7) 시설 토마토의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 현재 10a당 노동투하량을 (10.6~15.3%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 289,600~418,400원을 절감할 수 있는 기대 효과가 있다.
- 8) 시설 오이의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 10a당 노동투하량을 (9.4~13.5%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 272,800~390,400원을 절감할 수 있는 기대효과가 있다.
- 9) 시설 참외의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 10a당 노동투하량을 (7.2~10.8%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 193,200~291,200원을 절감할 수 있는 기대효과가 있다.
- 10) 작업효율면에서 관행방식에 비해 약 3.7배 가량 높은 것으로 나타나 생력 효과가 뛰어나며, 경제성면에서 기존 방제기의 27% 수준으로 분석되어 경제적 효율성이 높은 것으로 평가되었다.
- 11) 무인주행 및 살포제어장치를 이용하여 보다 안전한 방제가 가능하며

방제이외의 각종작업에 이용되어 다양한 편의성을 제공해 주는 것으로 평가되었다.

- 12) 탑재 탱크의 크기가 80ℓ 용량이므로 기존농가에서 가장 많이 보급되어 있는 200평 규모의 하우스에 매우 적합하여 한국적 무인 방제기로 평가 될 수 있었다.

2. 활용계획

본 연구의 활용 계획은 다음과 같다.

- 1) 본 연구의 성과에 기대되는 일반적 효과로는 하우스내의 방제작업시 유해한 농약과 기관의 배기가스로부터 사람과 작물을 보호함과 동시에 운반작업 및 재배관리 작업의 기계화, 무인화에 의해 노동생산성을 향상시킬 수 있다.
- 2) 본 연구를 통해 개발 제작한 무인 방제기를 시설재배 농가에 시범적으로 보급하여 활용하도록 함과 동시에 농민들에게 홍보한다.
- 3) 본 연구를 통해 개발한 무인 방제기 제작기술을 업체에 기술 이전 하여 농가에서 요구하는 크기(탱크용량)별로 제작, 판매하도록 한다.
- 4) 본 연구를 통해 개발한 무인 작업기 개발 기술을 타 농작업기의 무인화에 응용하여 무인 농작업기 개발에 활용한다.
- 5) 본 연구를 통해 개발한 밧데리를 동력원으로 이용하는 기술을 향후 탈석유 농용기관 개발에 활용한다.

S U M M A R Y

I. TITLE

**Development of Driverless Auto Spray Car Driven by Battery-Motor
For a Greenhouse**

II. OBJECTIVES AND NECESSITY

Spraying work in a green house was shown with some severe problems these days, such as doing harms to the workers naked to agricultural chemical who were operating with small size portable power sprayer or mist sprayer in an airtight working condition and doing harms to the health of the workers and the growth of crops because of the exhaust gas from the internal engine of the power sprayer.

Moreover, decreasing of work efficiency and increasing of labor rate shows also some severe problems with transporting of beared fruits from horticulture, fruit-culture, and special cultivation which need a large quantities of hands and boxes to hold in.

Motivated by the need for improving of labor producing rate, minimizing of producing cost by labor cost saving, and finally, improving of competitive power of horticultural facility crops, this report aims at developing of auto spray car operated by battery and also of utility for the transportation means suited for greenhouse.

III. SCOPE OF THE STUDY

Year	Contents	Scopes of the study
1st year (1995-96)	◦ Design of driverless auto spray car driven by battery-motor	- Cultivation method and physical property assessing of crops - Deciding of size, tread and wheel base - Selection motor and battery by power analysis
	◦ Development of decision making model for developing of the auto spray and transport car	- Assessing of current spray status and demand of farmhouses - Analysis of spray cost and input for crops in greenhouses - Assessing of economical and technical efficiency

Year	Contents	Scopes of the study
2nd year (1966-97)	o Manufacture of driverless auto spray car driven by battery-motor	- Manufacture of frame and cover - Design and manufacture power transmission system - Manufacture of driving system - Manufacture of steering system
	o Design and manufacture of spraying system	- Design and manufacture of liquid tank for attach/detachment - Deciding of optimal spraying pressure - Design and manufacture of spraying system - Development and manufacture of spray pipe
	o Deciding of optimal spraying system and measuring of managerial results	- Development of decision making model at each developing steps - Analysis of economical and laborsaving effects at each developing steps
3rd year (1997-98)	o Manufacture of container system and guiding pipe	- Design and manufacture of attach/detachable container system - Manufacture of guiding pipe
	o Development and manufacture of auto drive, spraying and control system	- Development and manufacture of auto drive and control system - Development and manufacture of auto spraying and control system
	o Test of performance	- Test of straight away drive, curvilinear drive, and working efficiency
	o Analysis of economical results	- Analysis of economical and laborsaving effects of auto spray car

IV. RESULT AND APPLICATIONS

The results of this study were summarized as follows ;

- 1) The frame size of driverless auto sprayer is decided as 1,150mm total length, 400mm total width which was manufactured as small as possible, 680mm total height, 280mm wheel distance, and 760mm axis distance, and spray nozzles are manufactured in horizontal and vertical

controllable system for the proper spraying according to the height of cultivating for each crops.

- 2) The final selected countermeasure of this system decided by the A.H.P. decision making model is countermeasure mechanism at each step and each part for the greatest investment efficiency, and, that is, consists of

type of drive: fixed route type
system of drive mechanism: wheel type
system of spraying: liquid chemical tank(attachable/detachable type) loaded type
system of spraying nozzle: horizontal, vertical spraying type.

and selected the system of equation. $\{X_{13}^b + X_{r1}^b + X_{m2}^p + X_{l2}^p + X_{s1}^p\}$

- 3) Spraying nozzle can be used for the multi-purpose of horizontal and vertical spraying.
- 4) Spraying nozzle was manufactured in one touch type, attach/detachable mechanism for the easy-handling in spraying and in moving of driverless auto-sprayer.
- 5) Spraying efficiency of the developed auto sprayer showed 29a(2900m') per hour.
- 6) Development of the driverless auto-spray and the transport car resulted in 27 % labor saving effect, 38% labor-pain saving of the worker in Calorie consumption.
- 7) Development of the driverless auto-spray and the transport car resulted in the possibility of 10.6~15.3% labor input saving and the expected effect of 289,600~418,400 won(₩) production cost saving per 10a(1000 m') in tomato cultivating horizontal farmhouses.
- 8) Development of the driverless auto-spray and the transport car resulted in the possibility of 9.4~13.5% labor input saving and the expected

effect of 272,800~390,400 won(₩) production cost saving per 10a(1000 m') in cucumber cultivating horizontal farmhouses.

- 9) Development of the driverless auto-spray and the transport car resulted in the possibility of 7.2~10.8% labor input saving and the expected effect of 193,200~291,200 won(₩) production cost saving per 10a(1000 m') in melon cultivating horizontal farmhouses.
- 10) Development of the driverless auto-spray and the transport car resulted in about 3.7 times exceeding in work efficiency and 73% cost saving in economical aspects compared with the conventional type
- 11) Driverless auto-sprayer was assessed supplying multi-convenience in spraying and other works by the auto driving and spraying control system,
- 12) 80 ℓ capacity of liquid chemical tank was suitable for a greenhouse of 200 pyong(660m') size which were widely spreaded in the farmhouses.

The plan of utilizing of this study are as follows :

- 1) General effects by this study are shown as protecting the workers and crops from the harmful agricultural chemical and the exhaust gas at the time of spraying work in the greenhouses, as well as improving labor productivity by the mechanization and driverless system of transportation work and cultivating management work.
- 2) We supply the farmhouses with the driverless auto spray car developed by this study.
- 3) We transfer the technology of developing of the driverless auto spray car to some industries.

C O N T E N T S

Chapter1. Introduction-----18

Paragraph 1. Necessity of study

1. Technical aspects
2. economical and social aspects

Paragraph 2. Current status and problems of concerned technics in the interior and the outside

1. Current status of technics in the interior
2. Current status of technics in the outside

Paragraph 3. Purpose of study

Paragraph 4. Range and contents of study

1. Aims and contents of study
2. Range and contents of study

Paragraph 5. Methods of study

Chapter 2. Development of Driverless Auto Spray car driven by battery-motor for a greenhouse -----27

Paragraph 1. Investigation of designing data and layout design

1. Structure assessing of green house
2. Analysis of cultivation method and physical property for the crops
3. Deciding of size, tread and wheel base

Paragraph 2. Factor of affecting for the designing of auto-sprayer

1. Resistance of drive
2. Required power of a motor

3. Data for analysis of power requirement

Paragraph 3. Analysis of characteristics of a motor

1. Types and characteristics of motor
2. Selection of motor type

Paragraph 4. Analysis of characteristics of battery

1. Types and characteristics of battery
2. Selection of battery type

Chapter 3. Design and Manufacture of System for Driverless Auto spray and transport car driven by battery-motor for a greenhouse -----40

Paragraph 1. Manufacture of auto-spray car driven by battery

1. Drive system
2. Steering system
3. Power transmission system
4. Manufacture of container system
5. Manufacture of frame and cover

Paragraph 2. Design and manufacture of spray system

1. Design and manufacture of liquid tank for attach/detachment
2. Design and manufacture of spray system
3. Development and manufacture of spray pipe mechanism
for horizontal and vertical spraying

Paragraph 3. Design and manufacture of control system for driverless auto spray car

Paragraph 4. Specifications of driverless auto spray car

Chapter 4. Test of Performances-----55

Paragraph 1. Test for straight away drive efficiency

Paragraph 2. Test for curvilinear drive efficiency

Paragraph 3. Operating test for spray pipe

Paragraph 4. Working efficiency

Chapter 5. Analysis of economical efficiency for using driverless auto-spray car ---59

Paragraph 1. Development of decision making model for developing of
practical driverless auto spray and transport car

1. Assessing of current spray status and demand of farmhouses
2. Preference model of farmhouses for auto spray and transport car
3. Analysis of spray cost and input for crops in the greenhouses
4. Assessing of economical and technical efficiency

Paragraph 2. Decide of optimal spray system and measure of
managerial results

1. Decision making model of multipurpose and countermeasure
selection for auto spray system
2. Results of countermeasure selection
3. Expected effect for incoming and laborsaving

Paragraph 3. Assessing of the total effects

1. Analysis of economical and laborsaving effects
2. Analysis of convenience and safety for work
3. Assessment

Chapter 6. Conclusions and Abstract	-----81
Reference	-----87
Appendix	-----91

목 차

제1장 서론	18
제1절 연구의 필요성	19
1. 기술적 측면	19
2. 경제·사회적 측면	19
제2절 국내외 관련기술의 현황과 문제점	21
1. 국내 기술 현황	21
2. 국외 기술 현황	21
제3절 연구의 목적	22
제4절 연구의 범위와 내용	23
1. 연구개발 목표와 내용	23
2. 연구 개발 내용 및 범위	23
제5절 연구방법	25
제2장 시설원예용 밧데리카식 무인방제시스템 개발	27
제1절 시설원예용 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 설계자료 조사 및 외형 설계	27
1. 하우스의 구조 조사분석	27
2. 시설내의 작물별 재배방법 및 물성 조사분석	28
3. 차륜거리, 축간거리 및 기체 전장, 전폭, 전고 결정	30
제2절 밧데리카 설계를 위한 성능 인자	30
1. 주행저항	30
2. 전동기 소요출력	31
3. 밧데리카 설계인자 계산에 이용한 각종 수치	33

제3절 전동기 선정을 위한 종류별 특성 및 소요동력 산출 -----	34
1. 전동기 -----	34
2. 전동기의 형식 선정 -----	36
제4절 축전지 선정을 위한 특성 분석 -----	37
1. 축전지의 종류 및 특성 -----	37
2. 축전지 형식선정 및 용량 산출 -----	39
제3장 시설원예용 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 설계·제작 --	40
제1절 밧데리카식 무인방제기 본체 제작 -----	40
1. 주행장치(주행유도파이프 가공) -----	40
2. 조향장치 -----	41
3. 동력전달장치(동력전달장치 메카니즘) -----	43
4. 컨테이너 탑재시스템 제작 -----	46
5. 차체 및 커버 -----	46
제2절 약액 방제 장치 설계 제작 -----	47
1. 착탈식 약액탱크 설계, 제작 -----	47
2. 분사장치 설계, 제작 -----	48
3. 수평·立木 살포용 분무관 메카니즘 개발, 제작 -----	48
제3절 무인주행 및 살포 제어장치 설계, 제작 -----	50
제4절 시작한 시설원예용 무인방제 및 운반작업기의 제원 -----	53
제4장 시설원예용 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 성능시험 ----	55
제1절 직진 주행성능 시험 -----	55
제2절 선회 성능 시험 -----	57
제3절 분무관 작동시험 -----	57

제4절	작업능력	-----	58
제5장	시설원예용 밧데리카식 무인방제시스템 개발의 사전, 사후적 경영효율 분석		59
제1절	실용적 무인방제 및 운반시스템 개발을 위한 의사결정 모형 개발	--	59
1.	기존의 하우내 방제실태와 농민요구사항 및 조사분석	-----	59
2.	밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 농민선호분석모형	-----	61
3.	시설작목 방제비용 및 투입요소 분석	-----	65
4.	개발기술의 기술적 및 경제적 효율성 조사 분석	-----	67
제2절	적정방제시스템 결정 및 경영성과 측정	-----	70
1.	다목표 의사결정 모형과 무인방제시스템의 대안 선택	-----	70
2.	무인방제시스템의 효율적 대안의 선택 결과 요약	-----	74
3.	생력 및 소득 기대효과	-----	74
제3절	종합효과 측정 및 평가	-----	78
1.	경제성 및 생력효과 분석	-----	78
2.	안전성 및 작업의 편의성 분석	-----	80
3.	평가	-----	80
제6장	결과 및 요약	-----	81
참고문헌		-----	87
부록		-----	91

제 1 장 서 론

우리나라의 시설원예 면적은 '81년에 9,315ha에서 '97년에는 47,264ha로 약 5.1배 증가하였으며 신선채소(오이), 토마토, 딸기 등은 수출지향 전략작목이고 수박, 참외 등은 내수지향 전략작목으로 선정되어, 앞으로 시설원예면적은 더욱더 증가할 것으로 생각된다. 그러나 하우스내의 작업 단계 중 방제작업은 밀폐된 공간에서 인력에 의해 이루어지므로 인체에 해롭다. 그리고 하우스내의 각종작업에 사용되는 농기계의 구동동력원은 전부 내연기관이므로 이 기관에서 배출되는 유해가스는 인체뿐만 아니라 작물의 생육에도 영향을 미치고 있다. 또한 시설원예에 있어서 운반 작업의 특징은 단위 면적당 운반량과 운반주행거리가 길지만, 주행거리당 운반량은 수도작의 경우 1t/km에 비해 시설야채가 0.2t/km로서 한번에 운반하는 하중량이 많지 않다. 이는 운반작업에 소요되는 시간이 많다는 것을 의미한다. 또한 운반 대상물이 유기물, 묘, 적과, 적심 등에서 생기는 폐기물, 토양, 수확물 등 다종 다양하다. 토마토의 하우스 축성재배에 소요되는 총노동시간은 1200시간/10a중 운반에 소요되는 시간이 약 1000시간/10a(1000m²)으로서 총노동시간의 83%에 상당한다는 보고가 있다. 또한畦間의 통로가 좁기 때문에 수확물의 운반, 재배관리작업 등에 있어서 능률이 저하되고 있다. 따라서 시설재배에서 운반작업의 기계화에 의한 생력화는 노동생산성을 향상시키고 작업자의 작업환경을 향상시킨다. 따라서 유해한 농약과 내연기관의 배기가스로부터 사람과 작물을 보호하고, 운반작업 및 재배관리 작업의 기계화, 무인화에 의해 노동생산성을 향상시키고, 노동력 절감에 의한 생산비 절감화를 도모하여 시설 작물의 경쟁력을 향상시키는 기술 개발이 시급한 과제이다.

제1절 연구의 필요성

1. 기술적 측면

표1-1은 시설재배의 단위면적당 노동투하 시간을 노지재배와 비교한 것이다. 표에서와 같이 시설 원예의 각 작업 단계별 소요 노동력은 노지재배에 비하여 적게는 2-3배에서 많게는 3-5배까지 투입되는 반면 단위 시간당 소득액은 상추나 수박의 경우는 노지재배에 비하여 10-14% 정도 낮은 경우가 있고, 고추를 제외한 기타 작물에는 1.1~1.2배에 불과하여 시설재배의 생력화 방안이 주요한 과제가 되고 있다. 또한 유해한 농약과 내연기관의 배출가스로부터 사람과 작물을 보호하는 기술개발이 절실히 요구된다.

<표1-1> 시설재배의 노동 투하시간 (시간/10a)

작 목	시 설 재 배	노 지 재 배
오 이	714	330
토 마 토	781	304
딸 기	873	292
참 외	660	268
수 박	554	231
고 추	883	249
상 추	558	193
호 박	582	196

2.경제·사회적 측면

- (1) 표1-2는 작목별 시설재배의 생산비를 국제가와 비교한 것이다. 표에서와 같이 채소류 생산비가 국제경쟁생산가에 비해 0.3-5.1배 과다로 국제 경쟁력이 저위이다.

<표1-2> 시설재배의 생산비 (원/kg)

작 목	생 산 비	국제경쟁생산비	국제가대배지수(%)
오 이	489	863	60
토 마 토	547	2,026	30
딸 기	1,367	3,758	40
참 의	678	380	180
수 박	387	339	110
고 추	3,129	615	510
상 추	390	189	210

(2) 표1-3은 작목별 시설재배의 노동력 투하시간을 국제가와 비교한 것이다. 표에서와 같이 생산비중 노동력비 비중이 크므로 투하노동력의 절감이 절실하다.

<표1-3> 노동력 투하시간 (hr/10a)

작 목	한 국	경쟁국	경쟁국대배지수(%)
오 이	715	1234	60
딸 기	873	757	120
참 의	660	552	120
수 박	554	456	120
고 추	249	37	670
상 추	558	210	270

(3) 농촌 인구의 감소와 노령화 부녀화가 계속되고 있으며 농촌 노임의 상승으로 생력 재배의 필요성이 증가되고 있음

- 농 가 인 구 : 10,827,000명('80) → 4,468,000명('97), 감소율 58.7%
- 50세 이상 고령자 : 1,074,000명('80) → 782,000명('97), 감소율 27.2%
- 농 촌 노 임 : 6,509원/일('80) → 38,711원/일('97), 증가율 약600%

제2절 국내외 관련기술의 현황과 문제점

1. 국내 기술 현황

우리 나라의 경우 환경조절의 자동화에 관한 연구를 제외한 시설재배 작업의 기계화, 자동화에 관한 연구가 미흡한 실정이며, 수도작 및 전작용 기계를 경운, 정지 및 병충해 방제 등 극히 일부 작업에 이용하고 있다.

현재 시설재배 농가에서 농약 살포는 기존 휴대용 소형 동력분무기 및 연무기를 사용하고 있고, 오이, 토마토 등 수확물과 재배관리 폐기물은 바깥스, 상자 등을 이용하여 인력에 의해 운반되고 있다. 또한 호르몬처리, 적과,摘心 등의 작업은 사람이 이랑사이를 걸어다니면서 작업을 하는 것이 대부분으로서 이는 인체에 해로울 뿐만 아니라 작업자의 작업 능률을 저하시킴과 동시에 노동강도가 크다. 그러나 현재 우리나라 농기계회사에서는 온실내의 방제작업을 자동화하는 무인자동방제기(Driverless auto spray car)를 일본에서 수입하여 보급하려는 시도를 하고 있으나 이것은 단지 방제작업의 용도로만 개발한 것으로서 우리 나라의 독자적인 기술개발이 아니므로 실용화를 하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 밧데리를 동력원으로한 무인주행 다목적 작업대차에 방제장치를 부착하여 무인방제 작업을 하고, 방제장치를 해체한 후 수확용 컨테이너를 탑재하여 수확한 채소와 퇴비, 비료 등을 용이하게 운반하며, 사람이 작업대 위에서 재배 관리작업도 할 수 있는 시설원예용 무인주행 밧데리카의 개발을 강력히 요구하고 있는 실정이다.

2. 국외 기술 현황

온실용 재배, 관리작업기 개발로서 일본의 경우는 무인자동방제기(Driverless auto spray car)를 몇개의 농기계회사에서 치열한 개발경쟁을 하고 있으나 이것은 단지 방제작업의 용도로만 개발되고 있으며 호스 권취식으로서 방제시 동일 고랑을 전·후진하여 작업하므로써 작업능율이 크게 저하되고 있고, 분무노즐도 고정된 수직분관에 배열한 立木살포형식

으로서 초장이 작은 작물의 방제에는 약액의 부착율이 불균일하여 방제효과
의 저하뿐만 아니라 농약과다 시용에 의한 비용상승과 환경오염의 원인이
되고 있다. 또한 주행유도 방식이 자유경로방식을 채택하고 있는 것이
거의 대부분으로서 실용화를 위해 시각장치기술, 자가위치검출장치기술 등
핵심기술의 개발이 선행되어야하는 문제점이 있다. 그 외의 시스템으로서
는 하우스 지주에 레일을 설치하고 그 위를 주행하는 가아드에 동력분무
기를 탑재해서 방제작업을 하거나 연무기를 이용하는 방법 등이 개발중에
있으며, 운반용 기계로서는 모노레일방식, 승용형 자주식운반차 등에 관한
연구가 수행되고 있다. 또한 미국에서는 농업환경보존을 위하여 농업용
전기차에 관한 연구가 수행되고 있다.

제3절 연구의 목적

하우스내의 방제작업은 밀폐된 공간에서 인력에 의해 이루어지므로
인체에 해롭고 하우스 내의 방제 및 운반작업에 사용되는 작업기의 동력
원인 기관으로부터 배출되는 유해가스는 인체뿐만 아니라 작물의 생육에
도 영향을 미치고 있다. 또한 시설원예에 있어서 운반 작업에 소요되는
시간은 총노동시간의 83%를 차지하므로 유해한 농약과 기관의 배기가스
로부터 사람과 작물을 보호함과 동시에 운반작업 및 재배관리 작업의
기계화, 무인화에 의해 노동생산성을 향상시켜 시설 작물의 경쟁력을 향상
시키는 기술 개발을 목적으로 수행하였으며 본연구의 기대효과는 시설재
배 전용 밧데리카식 무인 방제기를 개발함으로써 생력화에 의한 생산비
절감을 꾀할 수 있고 작업자가 중노동으로부터 해방 될 수 있다. 또한, 이
기술개발을 응용하여 타 농작업의 무인화기술에 기여할 수 있고 개발한
제품을 개발 도상국에 수출함으로써 국가 경제에 기여할 수 있다.

제4절 연구의 범위와 내용

1. 연구개발 목표와 내용

- 1) 현재 하우스내의 방제작업은 밀폐된 공간에서 기존의 인력용 소형 방제기를 사용하고 있으므로 인체에 해롭다. 따라서 시설재배 전용 무인 방제기를 개발한다.
- 2) 오이, 토마토 등 수확물의 운반은 바깥스, 상자 등을 이용하여 인력에 의해 운반되고 있고, 호르몬처리, 적과,摘芯 등의 작업은 사람이 이랑사이를 걸어다니면서 작업을 하는 것이 대부분으로서 작업자의 작업 능률을 저하시킴과 동시에 노동강도가 크다. 따라서 시설재배 전용 다목적 운반차를 개발한다
- 3) 하우스내의 작업에 사용되는 농기계의 구동동력원은 전부 내연기관으로서 배기가스가 인체와 작물생육에 나쁜 영향을 미치므로 무공해 엔진인 시설재배 전용 전기를 동력원으로 하는 작업차를 개발한다.
- 4) 실용적인 무인방제 및 운반시스템 개발을 위한 의사결정모형개발과 경제적 효율성을 분석한다.

2 연구 개발 내용 및 범위

연차별 연구개발 내용 및 범위는 표1-4와 같다.

표1-4에서와 같이 1차 년도에는 실용적 무인방제 및 운반시스템 개발을 위한 의사결정 모형을 개발하고 그에 따라 밧데리카를 설계하였으며 2차년도에는 밧데리카를 제작하고 적정 방제시스템 결정 및 경영성과 측정하였다. 최종 년도인 3차 년도에는 제작한 밧데리카의 무인 주행 및 살포제어시스템을 구성하였으며 성능평가를 통해 경영성과 및 효율적 시설영농 모형개발 하였다.

<표1-4> 연차별 연구개발 내용 및 범위

구분	연구개발내용	연구개발범위
1차년도 (1995-96)	○ 밧데리카 설계	- 밧데리카 설계자료를 위한 시설 내의 작물별 물성, 재배방법 및 하우스의 구조 조사분석 - 기체 전장, 전폭, 전고 결정 - 소요동력 산출에 의한 전동기 및 축전지선정
	○ 실용적 무인방제 및 운반시스템 개발을 위한 의사결정모형 개발	- 기존의 하우스내 방제실태와 농민 요구사항 조사분석 - 기존 방제의 비용 및 투입 요소 분석 - 개발기술의 기술적 및 경제적 효율성 조사분석
2차년도 (1996-97)	○ 밧데리카 제작	- 차체제작 - 동력전달 메카니즘 설계, 제작 - 주행장치 제작 - 조향장치 제작
	○ 밧데리카 탑재용 방제장치 설계, 제작	- 착탈식 약액탱크 개발, 설계 제작 - 적정 살포를 위한 분무압력 설정 - 분사장치 설계, 제작 - 카세트식 분관 메카니즘 개발, 제작
	○ 적정 방제시스템 결정 및 경영성과 측정	- 개발단계별 및 부분별 의사결정 모형 개발 - 개발단계별 실용가능성을 생력 및 소득효과면에서 분석
3차년도 (1997-98)	○ 콘테이너 탑재 시스템 제작 및 주행 유도 파이프 가공	- 콘테이너 착탈장치 설계, 제작 - 주행유도파이프 가공
	○ 무인주행, 무인살포 제어장치 개발, 제작	- 무인주행 및 제어장치 개발, 제작 - 무인살포 및 제어장치 개발, 제작
	○ 성능시험	- 주행성능, 선회성능, 작업능률
	○ 무인방제 및 운반시스템의 경영성과	- 밧데리카식 무인 방제시스템의 경제성 및 생력효과 분석

제5절 연구방법

우리 나라의 시설재배 여건에 적합한 시설재배 전용 무인방제 및 운반 시스템 개발을 위해 시설농가를 대상으로 온실내의 작물별 물성 및 재배 방법과 토양상태, 하우스의 구조 등 설계인자를 조사 분석하였고, 이를 토대로 무인방제 및 운반 시스템의 차륜거리, 축간 거리, 기체 전장, 전폭, 전고 등의 사양을 결정하였다. 또한 소요동력 산출과 안전율을 고려하여 축전지 및 전동기의 용량을 결정하고 동력전달장치 설계·제작 및 주행장치, 주행유도방식 등의 메카니즘 개발과 실용적 무인방제 및 운반시스템 개발을 위한 의사결정 모형개발을 위하여 기존의 하우스내 방제실태 및 농민 요구사항, 기존 방제의 소요비용 및 투입 요소, 개발기술의 기술적 및 경제적 효율성을 조사 분석하였다. 또한 표1-5에서와 같이 국내외에서 개발·연구하고 있는 무인 방제기에 관한 관련 정보를 수집하고 특성을 분석하여 우리 나라의 시설재배에 적합하고 실용성 있는 기술을 개발하였다.

<표1-5> Auto Spray-Car 개발 현황

회사명	기종명	주행유도 방식	주행장치	용도	분무구조	안전장치	특징
(주) 丸山 製作所	Super Shuttle Spray-Car	자기센서내장에 의한 의한 주행, 선회 (전자유도방식, 자유경로 방식)	Tire	방제	호스권 취식, 立木살포용	장애물접촉감지센서, 전도센서에 의한주행, 분무 정지, 경사도감지기능	주행, 선회가 정확하지 않다. Tire 사용에 의한 슬립이 크다. 방제에만 사용,작업능율이 약액탱크 탑재식 보다 크게 떨어진다.
(주) 共立 共立	共立 로보트 스프레이카	접촉센서에 의한 이랑 좌우면검출에 의한 주행, 선회시 레일이용 (자유경로방식)	Tire	방제	호스권 치식 立木살포용	장애물접촉감지센서, 전도센서에 의한 주행, 분무정지, 경사도 감지기능	주행, 선회가 정확하지 않다. Tire 사용에 의한 슬립이 크다. 방제에만 사용, 작업능율이 약액 탱크 탑재식 보다 크게 떨어진다.
중앙공업 (주)	무인 자동 방제기	유도케이블에 의한 주행, 선회 (전자유도방식, 고정경로방식)	Tire	방제	호스권 취식 立木살포용	장애물접촉 및 전도시 주행, 분무정지, 경사도감지기능	Tire 사용에 의한 슬립이 크다. 방제에만 사용, 호스권취식이므로 작업능율이 약액탱크 탑재식보다 크게 떨어진다.
본인 연구	무인 방제및 운반 작업기	1개의 유도과이프에 의한 주행 및 선회 (기계적유도방식, 고정경로방식)	Tire+Crawler	방제, 운반	약액탱크 탑재식 평면, 立木살포용	бат테리 전해액 감지센서에 의한 경보, 장애물접촉및 전도 감지센서에 의한 주행, 분무정지, 약액수위 감지센서에 의한 경보	기계적인 주행제어에 의해 구조가 간단, 가격 저렴,보수가 용이하다. 주행, 선회가 정확하다. 슬립 및 침하 방지, 방제 및 운반에 사용, 작업능율이 호스권취식보다 크게 향상된다.

제2장 시설원예용 밧데리카식 무인방제시스템 개발

제1절 시설원예용 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 설계자료 조사 및 외형 설계

1. 하우스의 구조 조사분석

시설원예용 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 설계를 위한 기초자료로 이용하기 위하여 농수산부의 농가보급형 자동화 온실 표준 설계서를 기준으로 간이형 온실에서부터 유리형 온실까지 형태별로 설계한 농가보급형 자동화 온실 표준 설계서를 기준으로 하우스의 규격을 분석하였다. 또한 시설재배지역을 대상으로 방문조사를 실시한 결과, 철재 파이프를 이용한 아취형이 대부분이었으며 단·연동형태별 비율은 거의 비슷하였다.

가. 아취형

아취형에는 간이 아취형, 비가림 아취형, 개량 아취형으로 구분 할 수 있다. 온실의 길이는 3가지의 형식 모두 단형의 경우는 50m, 장형의 경우는 100m이고, 폭은 간이 아취형의 경우 단동의 폭은 5.5m, 3연동의 경우는 약 5.0m이다. 비가림 아취형의 경우는 단동, 2연동형 모두 1동의 폭은 6.5m이고, 개량 아취형은 소형이 7m, 광폭형이 9m, 초광폭형이 12m이다.

나. 지붕형

1) 양지붕형

양지붕형의 경우 소형, 광폭형, 초광폭형의 3연동형은 온실폭이 각각 21m, 27m, 36m이고, 단동형은 각각 7m, 9m, 12m 이며, 길이는 3연동형, 단동형 모두 50m, 100m 2종류가 있다. 또한 온실의 측고는 최소 2.5m에서 최대3.5m, 동고는 최소 4.2m에서 최대5.97m였다.

2) 3/4지붕형

3/4지붕형은 소형, 광폭형의 온실폭이 각각 5.9m, 7.0m이며, 길이는 소형, 광폭형 모두 50m, 100m 2종류가 있다. 또한 온실의 앞간고, 뒤간고, 동고는 소형이 1.8×2.3×3.75m, 광폭형이 2.0×2.7×4.35m였다.

3) 유리 양지붕형 온실

유리 양지붕형 표준 온실의 기본 규격은 단동형, 3연동형의 온실폭이 각각 9m, 27.0m이며, 길이는 단동형, 3연동형 모두 50m, 100m 2종류가 있다. 또한 온실의 측고, 동고는 2가지형 모두 3.0×5.25m였다.

이 중에서 농수산부(95.3)의 농가보급형 자동화 온실 표준 설계서를 기준으로 할 경우는 파이프 비닐 온실(개량 아취연동형 1-2W형)로서 지면에서 기둥보까지의 높이가 2.1m, 1동의 온실폭이 7.0m이고, 온실 길이는 내부행거 출입문에서 반대측의 2중 보호벽까지로서 46.0m이다. 또한 내부 및 외부 출입문은 2.0m×2.4m(2set)로 되어 있다.

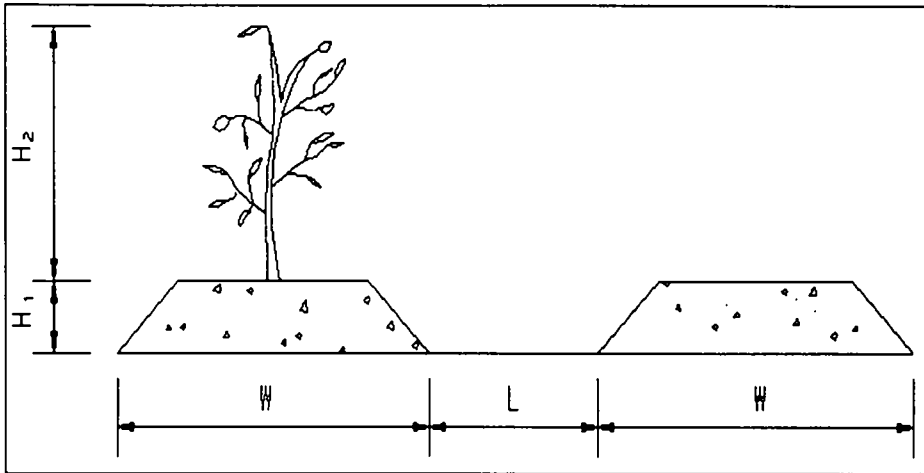
4) 철골유리온실[3연동형(3-3 S형)]

철골유리온실 3연동형(3-3 S형)은 측벽의 높이가 지면에서 3.0m, 1동의 온실폭이 9.0m이고, 온실 길이는 46.5m이다. 또한 출입문은 3.0m×2.4m로 되어 있다.

2. 시설내의 작물별 재배방법 및 물성 조사분석

시설원예용 밭데리카식 무인방제 및 운반시스템의 설계를 위한 기초자료로 이용하기 위하여 하우스 재배를 많이 하는 딸기, 고추, 토마토, 참외, 수박, 오이 등의 작물을 대상으로 작물별 재배방법 및 물성을 조사 분석하였다. 이는 무인 방제기의 사양을 결정하는 인자로서 이용하기 위하여 수행하였다. 이들 작물을 하우스에서 재배할 경우 그림2-1에서와 같이 이랑폭(W), 이랑높이(H₁), 골폭(L), 작물의 키(H₂)를 조사하였다. 그 결과를 표2-1에 나타내었다. 표에서와 같이 이랑폭은 최대 200cm, 골폭은 최소 40cm, 작물의 초장(H₂)은 최소

30cm에서 최대 170cm정도이므로 무인방제기의 폭은 가능한 좁게, 분무노즐은 이랑폭 변화와 딸기 참외 등과 같이 초장이 작은 작물에서부터 고추, 토마토, 오이 등과 같이 초장이 큰 작물에 이르기까지 모두 이용 할 수 있도록 수평, 수직으로 조절 할 수 있게 설계하였다.



<그림2-1> 시설내의 작물별 재배상 구조

<표2-1> 시설재배작물의 재배방법 및 물성

작물종류 \ 구분	이랑폭(W)	이랑높이 (H ₁)	골폭(L)	작물의 초장 (H ₂)
딸 기	95~100	25~30	35~40	35~40
참 외	120~150, 150~180	25~30	50~60	25~35
수 박	170~200	25~30	50~60	30~40
고 추	120~180	20~25	60~70	80~120
오 이	90~100	20~30	60~70	160~170
토마토	80	20~30	60~70	160~170

3. 차륜거리, 축간거리 및 기체 전장, 전폭, 전고 결정

1, 2항의 결과에 의해 작업차의 윤거는 전륜 520mm, 후륜 480mm, 축간거리는 640mm로 결정하였다. 또한 기체의 전장은 1150mm, 전폭은 430mm, 전고는 470mm로 결정하였다.

제2절 배터리카 설계를 위한 성능 인자

1. 주행저항

전기차의 주행저항에는 구름마찰저항, 공기저항, 등판저항, 가속저항 등이 있다. 이들 인자중 주행저항에 가장 큰 영향을 미치는 것은 타이어의 구름마찰저항이다. 이것은 차의 총중량(W)에 거의 비례하므로 그 비례계수로서 타이어의 구름마찰저항계수(μ)를 정의한다. 또한 구름마찰저항에 영향을 미치는 인자로서 베어링의 마찰, 타이어의 슬립, 오일씰의 마찰저항 등이 있으나 여기에서는 마찰저항이 근사적으로 차의 총중량에 비례하는 것으로 해서 구름마찰저항(R_r)은 식(1)과 같이 정의 할 수 있다.

$$R_r = \mu \cdot W \text{ (kg)} \quad (1)$$

또한 공기저항(R_A)의 크기는 공기의 밀도(ρ), 차속(v)의 2승 및 차의 형상에 관계되는 인자에 비례하고 차의 형상은 정면에서 본 차의 단면적 즉 전면투영면적(S)과 공기저항계수(C_d)를 곱한 것으로 식(2) 와 같이 정의 할 수 있으나 시설내의 방제 및 운반작업은 최대 0.5m/s의 속도로 수행되도록 설계하였으므로 이것도 무시 할 수 있다.

$$R_A = \rho \cdot C_d \cdot S \cdot v^2/2 \text{ (kg)} \quad (2)$$

등판저항(R_g)은 경사각을 θ 라 하면 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_g = W \cdot \sin \theta \text{ (kg)} \quad (3)$$

또한 가속저항(R_a)는 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$R_a = (W/g + m) \cdot \alpha \text{ (kg)} \quad (4)$$

여기에서 m : 회전부분 관성상당질량(kg)

α : 가속도(°/s)

g : 중력가속도(°/s)

식4에서 회전부분 관성상당질량(m)은 일반적으로 작으므로 생략할 수 있다. 따라서 주행저항(R_R)은 구름마찰저항과 공기저항, 등판저항, 가속저항의 합으로서 식(5)과 같이 계산 할 수 있다.

$$R_R = R_r + R_A + R_g + R_a \text{ (kg)} \quad (5)$$

시설원예용 작업차의 경우에는 포장이 거의 수평상태이고, 본 연구에서 개발하고 있는 밧데리카의 주행유도방식은 고정경로방식을 채택하므로 등판저항을 무시 할 수 있다. 또한 방제 작업시에는 저속도로서 거의 정속에 가까운 운전 을 하므로 가속저항 및 공기저항을 무시 할 수 있다.

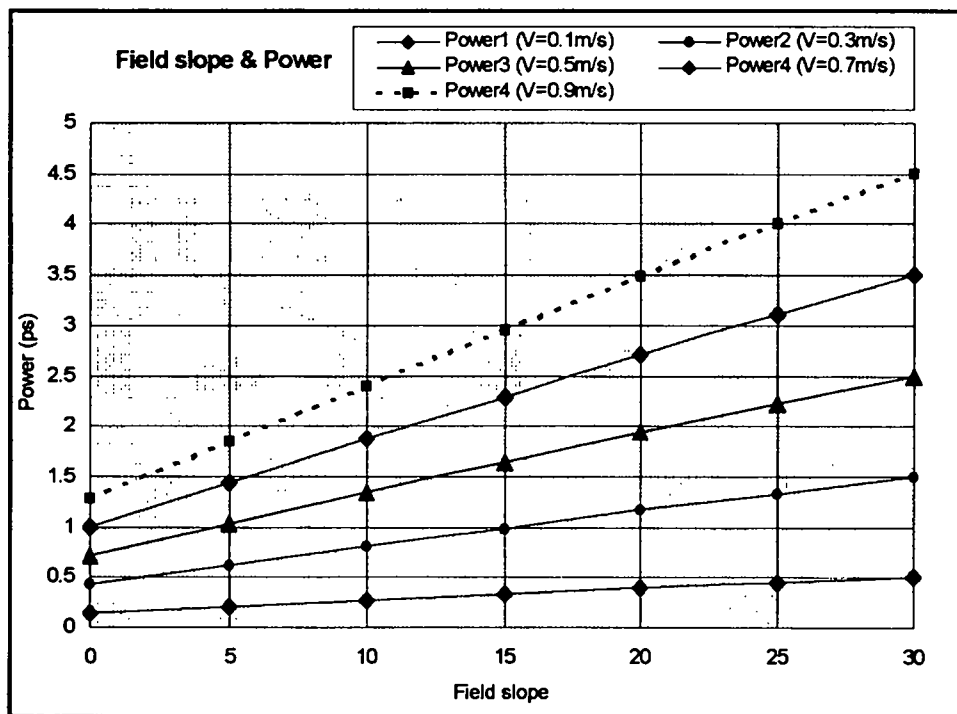
2. 전동기 소요출력

동력원에서 최종 구동축으로 전달된 동력은 주행장치를 통하여 지면에 전달 되고 이 동력에 의해 작업차의 주행장치에 추진력이 발생하며, 주행장치의 추진력이 주행저항 이상이 될 때 작업차는 전진하게 된다. 따라서 전기작업차에 탑재할 전동기의 소요출력(P)은 작업차의 주행속도를 v (m/s), 전동기 효율

을 η_m , 동력전달효율을 η_{TD} 라 하면 식(6)에 의해 계산 할 수 있다.

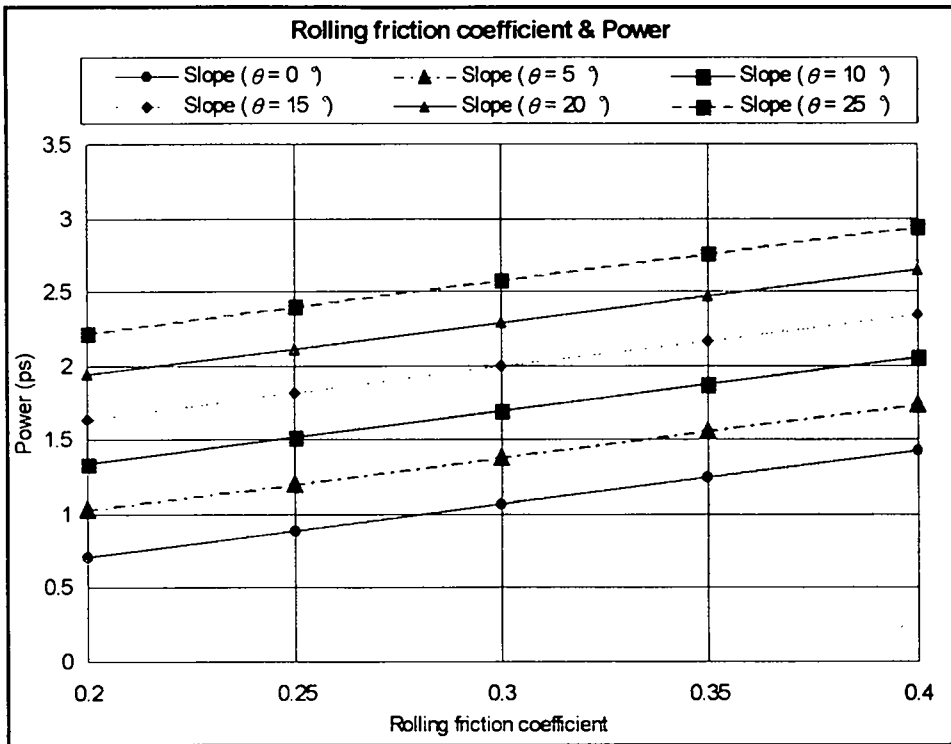
$$P = R_R \cdot v / (\cdot \eta_m \cdot \eta_{TD} \cdot 75) \text{ (ps)} \quad (6)$$

그림2-2는 구름마찰계수가 0.3일 때 포장의 경사도 변화에 따른 주행소요 동력을 비교한 것이다. 그림에서와 같이 주행소요동력은 포장의 경사각과 주행 속도의 증가와 더불어 증가한다. 본 연구에서 개발하는 밧데리카는 주행 속도가 최저 0.25m/s, 최대 0.5m/s 이며 등반각을 5° 로 가정할 경우 소요 동력은 각각 0.6ps, 1ps 이 된다. 그러나 방제작업의 경우 작업주행속도는 일반적으로 0.25m/s 정도이고, 포장의 경사각이 5° 이하이므로 밧데리카에 탑재할 전동기의 출력은 안전율을 고려하여 1ps정도의 것을 탑재 하면 된다.



<그림2-2> Correlation between field slope(θ) and power(ps)

그림2-3은 실제포장에서 구름마찰계수(μ_o)를 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4로 변화시킬 때 소요동력을 비교한 것으로 주행속도는 0.5%를 기준으로 한 결과이다. 그림에서와 같이 주행소요동력은 포장의 경사각이 5° 이고, 포장의 구름마찰계수(μ_o)가 0.2인 경우 약1ps정도를 나타내었고 구름저항 및 포장경사각(θ)이 증가할수록 주행소요동력은 증가함을 알 수 있다.



<그림2-3> Correlation between rolling friction coefficient and power(ps) at each field slope(θ)

3. 배터리카 설계인자 계산에 이용한 각종 수치

배터리카 설계를 위한 각종 인자 계산에 사용한 수치는 표2-2와 같다. 표에서 동력전달장치 효율은 70%로 가정하였고, 구름저항계수는 온실내의 고랑이

흡수율이 높은 진흙탕으로 판단하여 차륜식의 경우에는 0.20-0.40, 장케식의 경우에는 0.10-0.15의 범위에 속한다.(1980, 齒村). 또한 공기저항계수는 본연구에서 개발할 무인 방제기는 저속주행을 하므로 생략하였다. 또한 차의 총중량은 차체중량, 축전지 및 전동기 중량, 약액중량 등을 고려하여 계산한 값을 이용하였다.

<표2-2> 밧테리카 설계인자 계산에 이용한 각종 수치

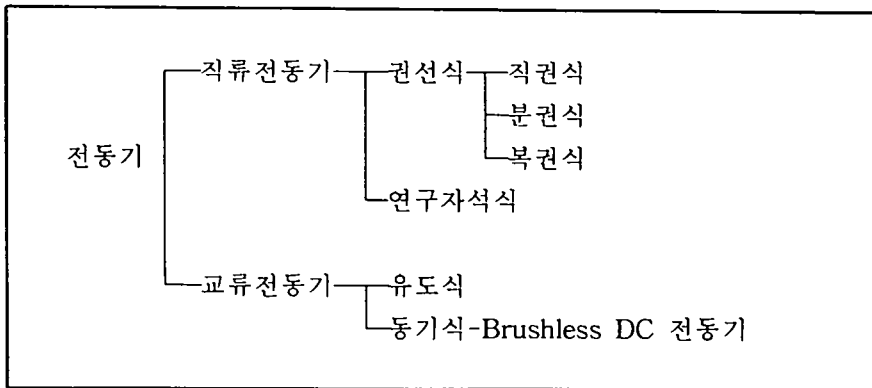
항 목	값	항목	값
구름마찰계수, μ	0.2~0.4	동력전달장치효율, η_{TD}	70%
차륜반경, r_w	0.18m	전동기효율, η_m	80%
차 총중량, W	300kg	밧테리카의 주행속도, v	0.5m/s(1.8km/h)

제3절 전동기 선정을 위한 종류별 특성 및 소요동력 산출

1. 전동기

가. 전동기의 분류

전동기의 종류를 분류하면 직류 전동기와 교류 전동기로 분류 할 수 있고, 직류 전동기는 界磁의 종류에 따라 권선식과 영구자석식으로 분류되고, 권선식은 다시 직권식, 분권식, 복권식으로 분류 할 수 있다. 또한 교류전동기는 界磁를 영구자석으로한 동기식과 권선식과 동일한 기능을 갖게한 유도식이 있다. 이 동기식 전동기에 회전위치센서를 부착하여 고효율화를 꾀한것이 Brushless DC 전동기이다. 이것은 직류모타의 성능을 갖고 있으므로 DC라는 표현을 쓴다. 이상의 것들이 전기자동차용 전동기로서 사용되는 각종의 전동기이다. 그 분류를 그림2-4에 나타내었다.



<그림2-4> 전동기의 종류

나. 전동기의 특성

1) 직류직권식 전동기

이 전동기는 저속에서 토오크가 크고 회전속도가 빨라짐에 따라 토오크가 감소하나, 최고 회전수가 높은 특징을 갖고 있다. 그러나 이는 界磁에 전기자와 동일한 전류가 흐르므로 다른 전동기에 비해 효율이 조금 떨어지고, 또한 다른 형식의 전동기는 전류가 흐르는 방향을 바꾸면 회전방향이 역전되나 직류전동기는 전기자에 흐르는 전류 뿐만 아니라, 界磁이 형성하는 자장의 N-S방향도 동시에 역전하므로 회전방향은 항상 일정하다. 따라서 전기차에 사용 할 경우 차의 후진용으로 트랜스미션을 사용하던가, 전기자의 전류방향만을 변화시키기 위해서 스위치를 부착해야 한다.

2) 직류분권식 전동기

이 전동기는 토오크가 회전수에 직선적으로 반비례하므로 직류직권식 전동기에 비해 회전수의 범위가 좁으나 효율은 조금 높고, 전기자 또는 界磁에 걸리는 전압의 방향만 바꾸면 역전이 가능한 이점이 있다.

3) 유도식전동기

이 형식은 브러시와 정류자가 없기 때문에 고속회전으로 운전 할 수 있고, 기계적인 내구성이 크며, 직류식 전동기에 비해 소형이고 가벼우며 구조가

간단하여 각각의 바퀴를 구동하는 방식에 적합하나 인버터가 필요하기 때문에 컨트롤러가 대형으로 되고 가격이 비싸다. 또한 효율향상을 위해서 벡터제어를 수행하고 있으나, 복잡한 연산이 요구되므로 마이크로컴퓨터를 이용해야하는 등 제어장치가 어려운 결점이 있다.

4) Brushless DC 전동기

이 형식은 회전수에 대한 토크 특성이 직류 직권 전동기와 같고, 효율은 유도전동기보다 조금 높다. 또한 회전수에 의한 界磁의 강도가 변하지 않고, 브러시에 의한 전압강하나 기계적 손실이 없어 간단하다. 고속회전이 가능하고 소형 경량으로 취급 및 보수가 용이하나 컨트롤러가 커지는 것이 단점이다.

이상 각 형식별 전동기의 특징을 도표화하면 표2-3과 같다.

<표2-3> 각종 전동기의 특성

구분 \ 종류	직류 전동기	유도 전동기	브러시리스 DC전동기
단위출력당 중량(kg/kW)	5~10	0.5~1.5	1~2
최고 회전수(rpm)	6,000	20,000~30,000	20,000~30,000
효 율 (%)	85~95	85~95	85~95
내구성 및 보수의 난이	브러시 교환을 요한다	구조가 간단하고 내구성이 있다	보수가 별로 필요없다
제어장치의 난이	쉽다	어렵다	조금 쉽다
제어방법	저항, 초퍼	인버터SCR 초퍼	SCR 정기자 초퍼
제어기구, 부속 장치의 무게 및 용적	가볍고 용량이 적다	무겁고 크다	조금 크다
토크 특성	기동토크가 크다.	기동토크가 조금 약하다	기동토크가 크다
비 고	소형차에 적합	대형차의 하이브리드용에 적합	중형차에 적합

2. 전동기의 형식 선정

전기차용 전동기의 성능은 표2-3의 여러 인자중 토크 특성, 효율, 출력이

중요하나 차에 적재해서 주행하므로 중량에 대한 이들의 성능이 평가 대상이 된다.

본 연구는 농업용 전기작업차의 개발이므로 채택하고자 하는 전동기는 가격이 저렴하고, 기동토크가 크며 제어장치가 간단하여 소형차에 적합한 직류 전동기를 사용한다.

또한 전동기의 출력은 전동기의 효율을 80%로 가정하여 전술한 식(3-5)에 의해 계산한 결과에 의거하여 선정하였으며, 선정된 전동기의 제원은 표2-4와 같다.

<표2-4> 선정된 전동기의 제원

항 목	명 세	항 목	명 세	항 목	명 세
모델명	SM·H·30-0.75	정격속도	1750rpm	극 수	4극
감속비	1:30	기동토크	0.4(kg·m)	제조회사	신명

제4절 축전지 선정을 위한 특성분석

1. 축전지의 종류 및 특성

전기자동차용 전지로서 지금까지 연구 개발의 대상이 되는것은 납, Ni-Cd, Ni-Zn, Ni-Fe, Ni-H₂, Zn-Air, Fe-Air, Al-Air, Zn-Br, Na-S, Na-NiCl, 리튬, 전기 2중층 등이다. 이들 가운데 현 시점에서 가능성이 있는 전지로서는 납, Ni-Cd, Ni-Zn, Ni-H₂, Na-S, Na-NiCl 등 6가지에 대해 특징을 검토하였다.

가. Pb(납)전지

납전지는 옛부터 사용하여 온 것으로서 현재까지 전기자동차의 대부분이 이것을 사용하고 있다. 이것은 에너지밀도가 30~40Wh/kg, 파워밀도가100W/kg, 수명이 500~1000cycle, 충·방전효율이 70~90%로서 각각의 성능이 어느정도

균형있게 되어있다.

나. Ni-Cd(니켈-카드뮴)전지

이 전지는 소형으로서 대형화해서 전기자동차용전지로서의 개발이 급속히 진행되고 있는 것으로서 연전지에 비해 에너지밀도가 20~40%정도 높고, 파워 밀도도 높으며 수명은 2~4배이고, 충·방전효율이 90%에 접근하고 있다. 또한 납전지는 방전이 종료될 때까지 전력을 소비하고, 급속 충전에 의해 수명이 단축되며 주위 온도가 저하하면 성능이 떨어지나 이 전지는 이와 같은 문제점이 없는 것이 특징이다. 그러나 주위 온도가 30℃이상이 되면 충전이 완전히 되지 않으며, 가격이 납전지에 비해 훨씬 비싸고, 카드뮴의 공해문제 등의 단점이 있어 온실용 전기작업차의 동력원로서는 불가능하다고 생각된다.

다. Ni-H₂(니켈-수소)전지

이 전지는 소형으로서 니켈-카드뮴전지의 단점을 해결하기 위하여 개발되고 있는 것으로서 니켈-카드뮴전지에 비해 에너지밀도가 조금 높고 수명이 긴 특징이 있으나 가격이 높은 단점이 있다. 또한 이 전지는 전기자동차용으로 사용하기 위해 개발중에 있다.

라. Ni-Zn(니켈-아연)전지

이 전지는 니켈-카드뮴전지에 비해 비중이 가볍고, 전압이 10%정도 높기 때문에 에너지밀도가 40%정도 높다. 또한 전압이 높으므로 파워밀도도 크고 사용원자재의 가격도 카드뮴에 비해 저렴하고, 공해성이 없다. 그러나 이 전지의 최대 단점은 수명이 200~300cycle로서 짧은 것이다. 또한 이 전지는 전기자동차용으로 사용하기 위해 개발중에 있다.

마. Na-S(나트륨-유황)전지

이 전지의 최대 특징은 에너지밀도가 100Wh/kg으로서 여러 가지 전지중 가장 높고 또한 충·방전 효율이 높으며 밀폐화 기술개발에 의해 주위 온도에

영향을 받지 않으며 수명이 1,000cycle 이상이다. 단점은 내부저항이 납전지에 비해 상당히 높은 것이다. 현재 이 전지는 자동차용으로 독일 등에서 시판하고 있다.

바. Na-NiCl(나트륨-염화니켈) 전지

이 전지의 특성은 고온에서 사용가능 하고, 에너지 밀도가 높은점은 나트륨-유황전지와 비슷하나 나트륨-유황전지에서 문제가 되고 있는 내부저항은 상당히 양호하다. 이 전지는 개발된지 얼마되지 않아서 아직 충분한 평가를 할 수 없는 단계에 있다.

2. 축전지 선정

축전지 형식은 이상 각각의 특성을 고려하여 구입이 용이하고 저가이며 에너지밀도, 파워밀도, 수명, 충·방전효율 등의 각 성능이 어느정도 균형되어 있는 납전지를 사용한다.

축전지는 자동차에 일반적으로 사용하는 것 대신에 전기자동차에 사용하는 형식의 것을 주문 제작하여 사용하였으며 12V 90Ah의 축전지 2개를 사용하였다. 사용한 축전지의 제원은 표2-5와 같다.

<표2-5> 선정된 축전지의 사양

항 목	명 세	항 목	명 세
모델명	EB90-12	용량 (5hr)	90Ah
전 압	12V	크기(W×H×L)mm	185×235×358

제3장 시설원예용 밧데리카식 무인방제 및 운반 시스템의 설계·제작

제2분야연구과제의 개발단계별 및 부분별 의사결정 모형개발 결과를 참고하여 시작기를 설계, 제작하였다

제1절 밧데리카식 무인방제기 본체 제작

1. 주행장치

무인방제 및 운반시스템의 주행장치는 현재 온실내의 고랑이 함수율이 높은 진흙탕이므로 침하와 슬립을 방지하면서 주행할 수 있어야하므로 뒷바퀴는 기체의 추진을 담당하는 구동륜으로서 바퀴의 지름은 356mm, 폭은 85mm의 광폭 고무타이어를 사용하였고 하중 지지를 위하여 바퀴의 내측에 SUS40으로 립을 가공하여 부착하였다. 또한 전륜은 지름이 $\phi 254$ mm, 폭이 85mm의 고무타이어를 사용하였고 하중지지를 위하여 후륜에서와 같이 바퀴의 내측에 SUS40으로 립을 가공하여 보강하였다.

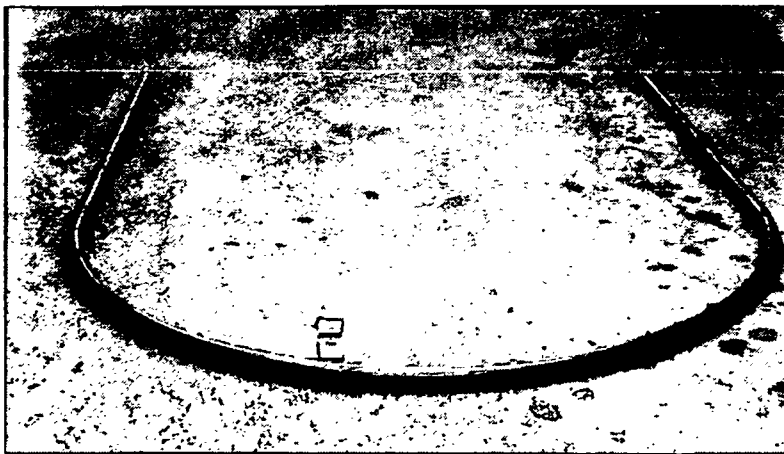
현재 외국에서 개발 연구하고 있는 농작업기의 무인주행시스템의 주행 유도 방식은 이랑의 측면을 검출해서 주행 및 조향제어를 수행하는 자율주행의 자유경로방식을 채택하고 있으나 이는 직진 및 선회성능이 불량하므로 본 연구에서의 주행유도방법은 1개의 유도 파이프를 고랑에 설치하는 고정경로방식을 채택하고 그림3-1과 같은 주행유도파이프의 안내륜을 제작하여 작업차의 전후진시 주행경로를 안내하게 하여 직진 및 주행성능이 우수하고 가격이 저렴하게 되는 기술을 개발하여 적용하였다. 안내륜은 그림에서와 같이 MC나일론재를 원기둥형식으로 가공하여 주행유도파이프의 원주상의 일부에 접촉되도록 하였고 안내륜 중심에는 구멍을 뚫어 차체에서 2개의 축을 내려 주행유도파이프를 지지하도록 하였다. 이와 같은 주행유도

안내륜을 차체 전부에 설치하였다. 또한 2개의 주행유도 안내륜 간격을 조절할 수 있도록 제작하여 유도파이프의 외경 변화에 대응할 수 있도록 하였다.



<그림3-1> 주행유도 안내륜

또한 주행유도파이프는 온실의 선회위치에서 선회성능이 우수하도록 그림3-2와 같이 벤딩가공하였다. 또한 유도파이프는 설치가 간편하고 온실 내에서 작물의 재배관리 및 수확이 완료된 후, 경운, 정지시에는 철거하는데 편리하도록 개발·설계하였다.



<그림3-2> 주행유도파이프 가공(선회용)

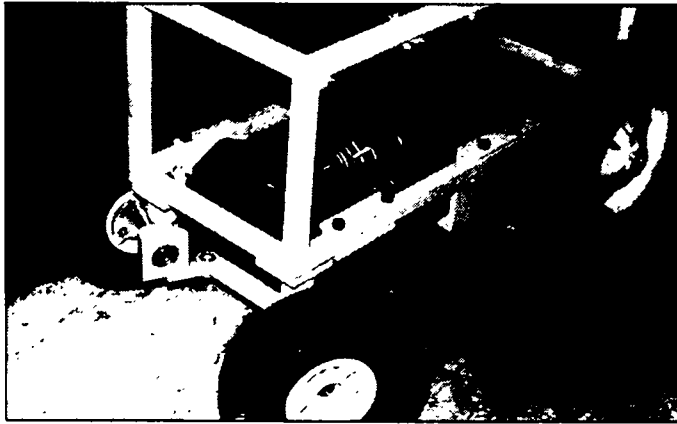
또한 그림3-3은 파이프의 연결장치와 고정 장치를 찍은 사진이다. 그림에서와 같이 주행유도파이프의 직선부 이음은 연결부에 직경이 작은 파이프를 삽입하여 연결시키고 이음매의 한쪽 단에는 볼트로서 고정시키고 다른 쪽 하부에는 플레이트가 부착된 작은 관내에 주행 유도 파이프에 용접한 작은관을 삽입하여 볼트를 이용하여 고정시킴과 동시에 주행유도 파이프의 높이를 조절할 수 있게 하였다. 플레이트는 지면에 삽입되어 파이프에 하중이 수직으로 작용될 때 침하를 줄이고 파이프를 지지하여 주행파이프 전체의 높이를 일정하게 유지시키는 역할을 한다.



<그림3-3> 파이프의 연결장치와 고정 장치

2. 조향장치

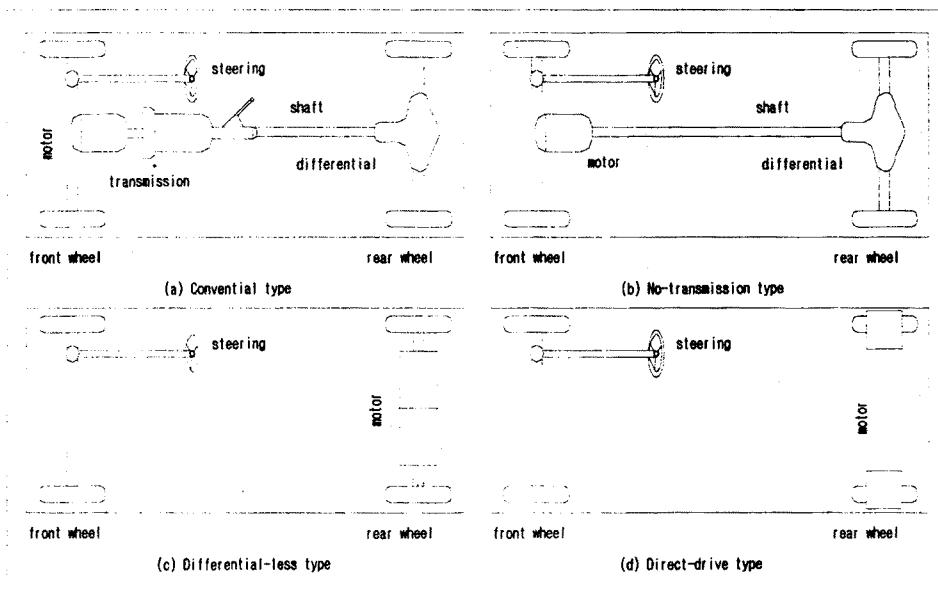
그림3-4에 제작한 시작기의 조향장치를 찍은 사진을 나타내었다. 조향장치는 전륜의 선회반경이 작고, 정확한 선회를 할 수 있도록 메카니즘을 개발하여야 하므로 그림에서와 같이 차체에서 수직으로 상부에 베어링을 넣은 브리킷을 달고 하부에 수평으로 구멍을 내어 베어링을 넣고 앞차축과 키로서 고정하였다. 또한 브리킷 하부에 플랜지를 부착하여 좌우바퀴를 링크기구로 연결하여 선회시 좌우바퀴가 동일각도로 선회되도록 하였다.



<그림3-4> 시작기의 조향 장치

3. 동력전달장치

전기작업차의 구동형식은 그림3-5에서와 같이 크게 4가지로 생각 할 수 있다.



<그림3-5> 전기차의 구동방식

그림의 (a)는 트랜스미션과 차동장치를 사용한 형식으로, 가솔린 자동차의 엔진 대신에 전동기를 사용한 것이며 현재까지 제작된 전기자동차는 거의

대부분 이 형식을 취하고 있다. 이 형식을 conventional형식이라고 명하였다. 이 형식은 구동용전동기에 대해 저속기어와 고속기어를 사용하여 출발시의 토크를 크게 하고, 최고속도도 높일 수 있다.

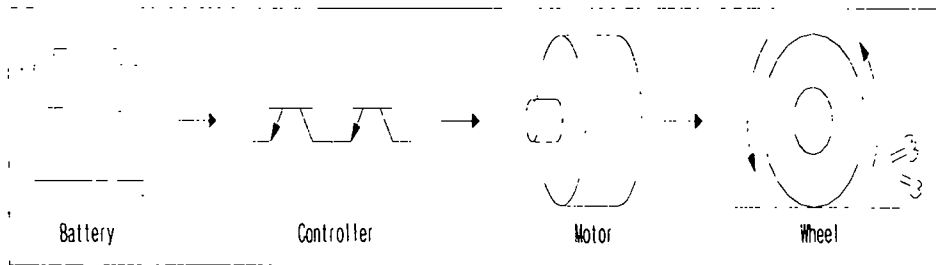
(b)는 (a)의 형식에서 트랜스미션을 사용하지 않은 것으로서 이 형식을 no-transmission이라고 명하였다. 이 형식은 전동기의 회전 범위가 넓고 저속에서 토크가 큰 것을 이용해서 트랜스미션에서의 회전력 전달손실을 없앨 수 있고, 중량을 감소시킬 수 있으며 또한 클러치가 필요없으므로 운전 조작용이하고 고장도 없는 특징을 갖고 있다. (a)형식과 비교하면 전동기를 더 큰 것을 사용해야하나 그 외는 이 형식이 이점이 많다.

(c)는 트랜스미션과 차동장치를 사용하지 않은 형식으로서 전동기가 차체 위에 탑재되어 있다. 이 형식을 differential-less형식이라고 명하였다. 이 형식은 차동장치가 없으므로 여기에서 발생하는 5~10%의 에너지 손실을 줄일 수 있고, 차동 장치의 사용으로 인한 중량 증가와 공간을 감소시킬 수 있으므로 구조 전체가 단순하고 설계도 용이한 특징이 있다.

(d)는 (c)의 형식과 비슷하나 전동기를 차륜내부에 직접 끼워넣은 것으로서 이 형식을 direct-drive형식이라고 명하였다. 이 형식은 차체와 구동계를 완전 독립해서 설계 할 수 있으므로, 차체설계에 자유도가 많고 전동기 탑재를 위한 공간을 차체내에 확보할 필요가 없으므로 유효공간이 증가 하고 (c)의 형식과 마찬가지로 트랜스미션과 차동장치에 의한 효율저하와 중량증가가 없는 것이 특징 이다. 이 형식의 단점은 전동기가 격심한 진동에 견딜수 있도록 내구성이 커야하고, 전동기내부에 물이 들어갈 가능성이 있다는 것이다. (c)형식과 (d)형식을 비교하면 (d)형식이 이점은 많으나 기술적으로 어려운면이 있는 반면 (c)형식은 기술적으로 상당히 안정성이 있다.

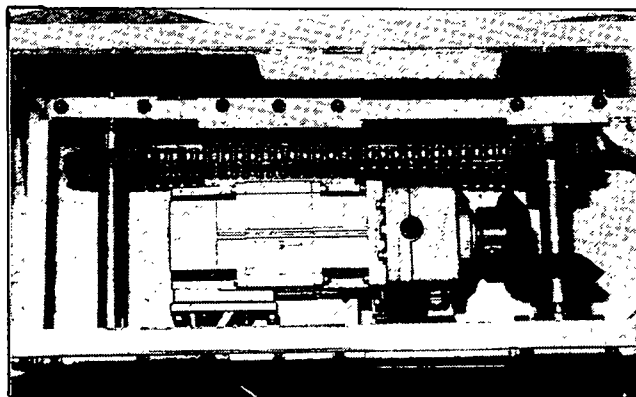
이상에서 논한 장단점을 비교한 결과 본 연구에서 채택하고자 하는 형식은 트랜스미션과 차동장치가 없고, 기술적으로 안정되어 있는 (c)형식을 채택하였

다. 동력전달계통의 다이어그램으로 표시하면 그림3-6과 같다.



<그림3-6> 동력전달계통도

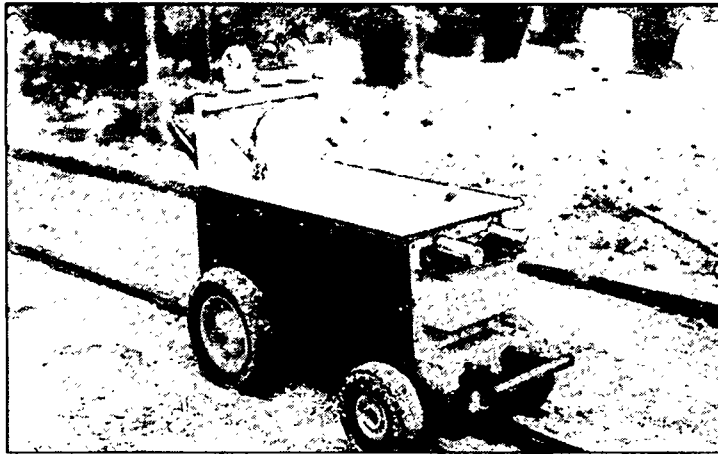
차체의 폭을 최소화하기 위하여 동력전달은 1개의 모터를 차축에 직각방향으로 설치하여 그림3-7에서와 같이 모터축과 모터축에 직교하는 축을 설치하여 양축에 베벨기어를 가공하여 결합하고 모터와 직교하는 축의 일단과 후륜축에 각각 스프로킷을 설치하여 체인에 의해 후륜축을 구동하도록 하였다. 이렇게함으로써 2개의 구동 모터를 사용하는 방식에 비해 구조가 간단하고 가격이 저렴하며 세어가 용이하다. 본 연구에서 후륜축을 베벨기어에 의해 직접구동하지 않고 체인에 의해 후륜축을 구동한 것은 분무관 설치위치에 따라 결정되는 약액분사펌프 구동모터, 약액분사펌프등의 설치 위치 때문이다. 그러나 차체의 폭을 최소화하면서 동력전달손실을 감소시키기 위해서는 전장이 짧은 모터가 필요하였으나 시제품을 조사한 결과 만족할 만한 것이 없어 향후의 과제로 남아있다.



<그림3-7> 동력전달계통도

4. 컨테이너 탑재시스템 제작

그림3-8에 제작한 시작기의 컨테이너 탑재장치를 찍은 사진을 나타내었다. 수확물 및 비료 운반을 위해 방제작업을 하지 않을 때에는 약액탱크를 해체하고 컨테이너를 탑재하도록 제작하여 시작기의 다목적 이용에 의한 연간 이용시간을 확대할 수 있게 하였다. 또한 이 컨테이너 탑재 시스템의 크기는 수요에 따라 크게 제작할 수 있다.

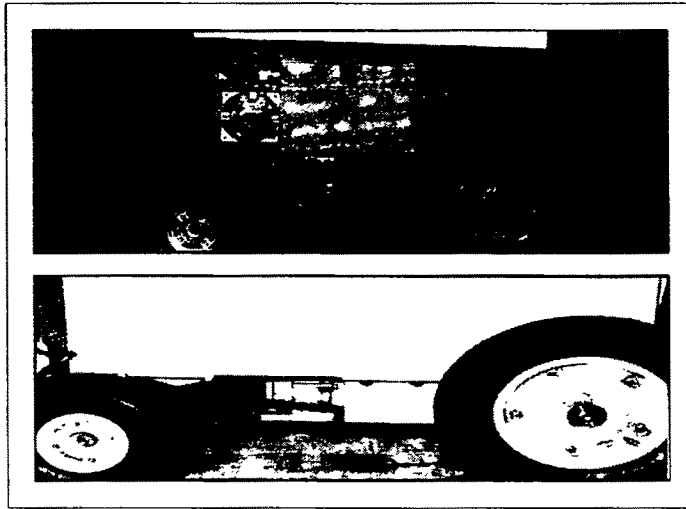


<그림3-8> 시작기의 컨테이너 탑재장치

5. 차체 및 커버

차체는 그림3-9에서와 같이 SUS40을 중공으로 가공하여 경량화 하였으며 프레임 하부에 지지브라켓을 설치하여 모터를 탑재하였다. 차체내부의 후부에는 구동용 배터리를 탑재하고 전부에는 약액분사펌프 및 약액분사펌프 구동 모터, 중간에는 콘트롤박스를 탑재한다.(그림3-9 윗그림 참조) 또한 프레임의 4측면과 상부를 판재로 커버를하여 약액 및 먼지등으로부터 배터리, 구동 모터, 약액분사모터, 동력전달부를 보호하고 방제시에는 상부덮개 위에 착탈식 약액탱크를 탑재하여 방제하고, 운반시에는 약액탱크를 분리시키고 운반컨테이너를 탑재하도록 제작하였다.(그림3-9 아래그림참조) 또한 상부덮개 후부에는

안테나와 경고등 3개를 부착한다.



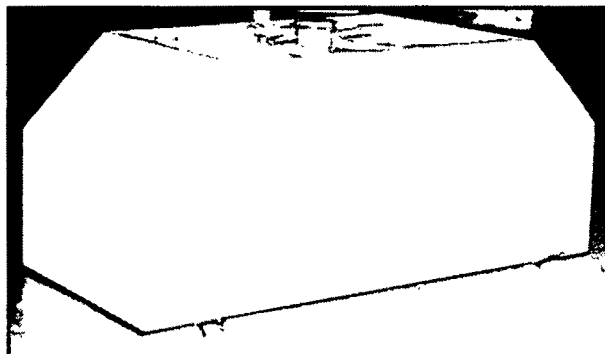
<그림3-9> 뒷개

제2절 약액분사장치 설계·제작

1. 착탈식 약액탱크 설계, 제작

착탈식 약액탱크는 그림3-10에서와 같이 착탈식으로 설계하여 운반시에는 약액탱크를 분리시키고 운반 컨테이너를 탑재하도록 제작하였다. 약액탱크는 전장 780mm, 전폭 330mm, 전고 350mm로 하여 용량이 80ℓ로 하였으며 탱크의 상부에는 주수구를 하부에는 드레인코크를 설치하였고 농약에 의한 부식 방지를 위하여 스테인레스강으로 제작하였다.

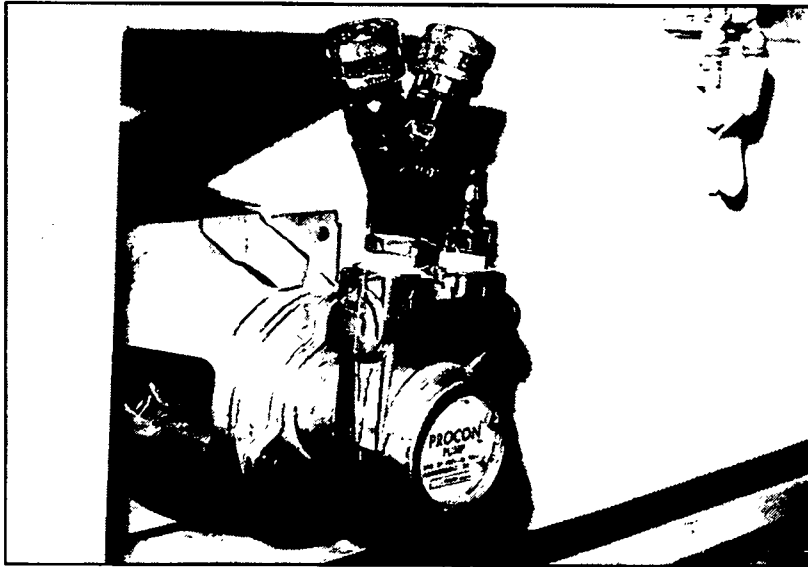
또한 이 약액탱크의 크기는 수요에 따라 크게 제작할 수 있다.



<그림3-10> 약액탱크

2. 분사장치 설계, 제작

약액분사장치로서 약액분사펌프 구동용 모터와 약액분사펌프를 그림3-11에 나타내었다. 약액분사펌프는 재질이 동(銅)이고 여과기가 부착된 베인펌프로서 흡인관은 약액탱크와 연결하고 송출관은 분사관에 연결하여 농약을 살포한다. 약액 분무량은 57~475 l/hr, 분사압력은 최대 18kg/cm²의 범위내에서 조절할 수 있다. 또한 분무펌프의 여과기는 100mesh wire screen으로서 단면적이 20cm²이고 중량이 1.25kg이다. 분사펌프 구동용 모터는 24V, 0.4kW 출력의 DC 모터이다.



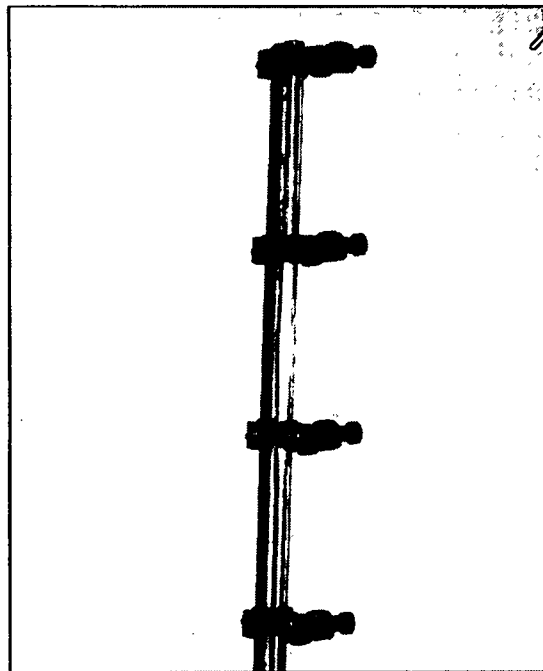
<그림3-11> 약액분사펌프

3. 수평·立木 살포용 분무관 메카니즘 개발, 제작

시작한 분무관을 그림3-12에 나타내었다. 분무관은 스테인레스강을 사용하여 약액에 의한 부식을 방지할 수 있게 하였으며 시설내 작물별 재배방법 및 물성 조사분석 결과에 의해 길이 1,000mm로 하였다. 또한 분무관은 그림에서와 같이 모터축의 회전에 의해 수평, 수직 운동을 할 수 있도록 메카니즘을 개발하여

외국의 立木살포용과 달리 수평·立木 살포용으로서 초장이 작은 작물은 노즐이 작물위에서 농약을 살포하고, 초장이 큰 작물은 고랑에서 측면살포가 되는등 초장이 다양한 작물에 효과적으로 이용할 수 있는 구조로 개발·제작하였으며 살포폭은 1차년도의 시설내 작물별 재배방법 및 물성 조사 분석 결과에 의해 평면살포일 경우3,400mm, 입목살포의 경우1,700mm로 하였다. 여기에서 사용한 모터는 전원공급시 모터축이 90° 회전하고 전원을 차단하면 다시 원래의 위치로 돌아오게 하여 온실내에서 수평살포작업을 할 경우 선회시 분무관을 수직으로 들어 올리도록 하였다. 분무관은 약액살포시에는 장착하고 운반시에는 탈착하여 운반작업시 장애가 되지 않도록 하기 위하여 커프링식으로 제작하여 착탈이 용이한 원텃치식 착탈메카니즘으로 제작하였다.

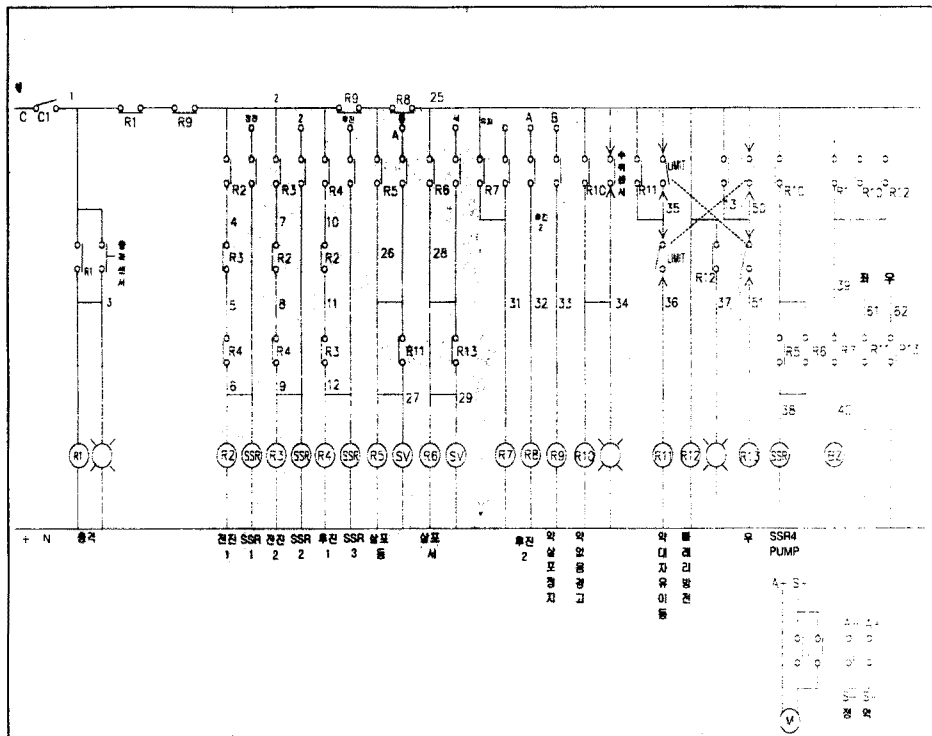
노즐은 스톱밸브가 내장된 확산폭이 넓은 노즐로서 분사각 조절이 가능하며 분무압력이 15~25kg/cm² 일 경우 분무량은 8~10 l/min다. 노즐간격은 노즐의 확산폭을 고려하여 분무관 1개에 4개의 노즐을 230mm간격으로 설치 하였다.



<그림3-12> 분무관

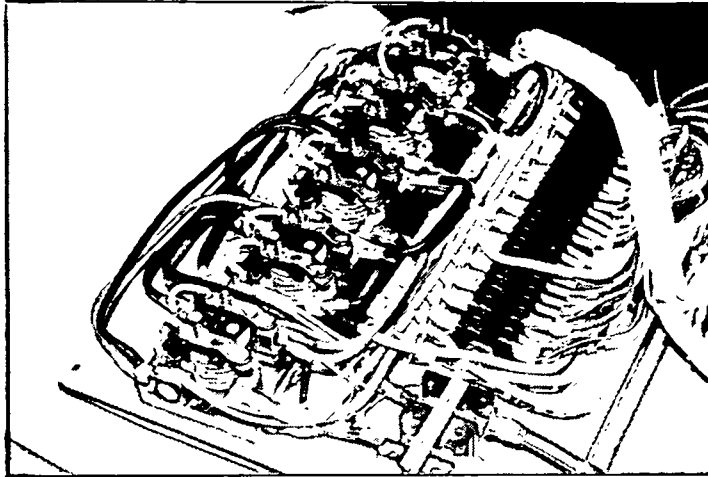
제3절 무인주행 및 살포 제어장치 설계, 제작

그림3-13은 무인방제기의 구동제어회로를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 모터 구동은 릴레이(대용량 30A)를 5개 이용하여 스위치 ON/OFF 제어에 의해 정·역회전을 하게되고 이에 의해 전·후진을 하게된다. 제어 릴레이(control relay)는 접점이 4점인 소용량 (3A)를 13개 이용하였다. 이것은 리모콘 작동에 의한 신호를 안테나를 통해 수신하여 정회전1단(전진 1단), 정회전2단(전진 2단), 역회전1단(후진 1단), 역회전2단(후진 2단), 펌프 좌·우, 분무관 좌·우, 약액살포 좌·우, 정지, 수위센스, 배터리 방전, 기체 접촉시 자동정지 등의 기능을 하도록 제어하는 역할을 한다. 또한 무선제어보드(remote-control board) 제어보드는 접점이 1점인 소용량 릴레이(3A) 7개를 이용하여 제작하였다.



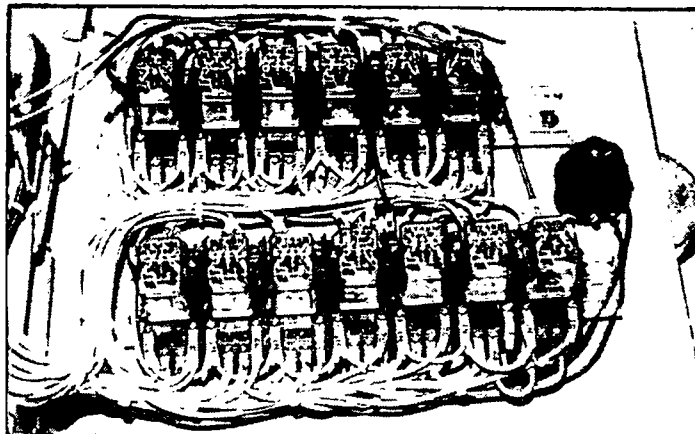
<그림3-13> 무인방제기의 구동제어회로도

그림3-14는 주행 및 약액 펌프 전동기 구동회로를 제작한 것을 찍은 사진이다. 그림에서와 같이 릴레이(대용량 30A)를 5개 이용하였으며 주행구동모터는 스위치 ON/OFF 제어에 의해 정·역회전을 하게되고 이에 의해 전·후진을 하게되며 왼쪽으로부터 첫번째가 후진1단, 두번째가 전진1단, 세번째가 전진2단, 네번째가 후진 2단, 다섯 번째가 약액 분사펌프를 구동하도록 되어있다.



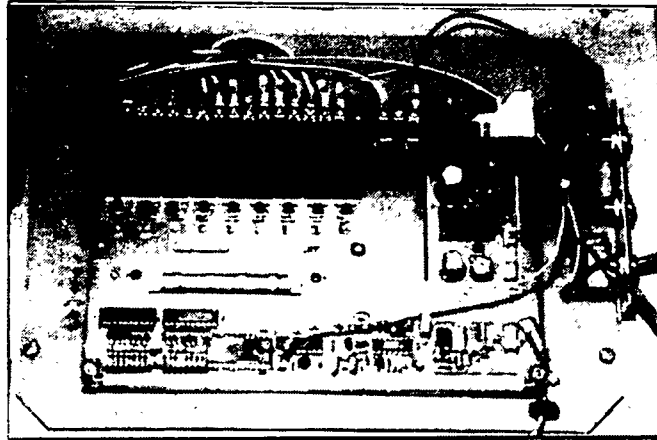
<그림3-14> 주행 및 약액펌프 구동회로

그림3-15는 제어 릴레이(control relay)를 제작한 회로를 찍은 사진이다. 이것을 그림3-14의 주행 및 약액펌프 전동기 구동회로로 연결하여 작동시키게 되어 있다.



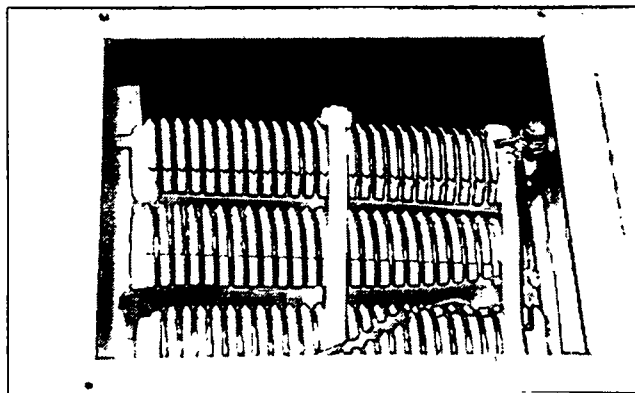
<그림3-15> 릴레이

그림3-16은 무선제어보드(remote-control board)를 제작한 것을 찍은 사진이다. 그림에서와 같이 제어 보드는 접점이 1점인 소용량 릴레이(3A) 7개를 이용하여 제작하였다. 이것은 리모콘 작동에 의한 신호를 안테나를 통해 수신하여 주행구동모터와 약액펌프, 안전장치 등의 기능을 제어하는 역할을 하며 긴급한 상황에서 비상버튼을 클릭시 릴레이로 들어가는 전류를 차단하여 모든 릴레이작동을 정지 시켜 작업의 안정성을 수행하는 역할을 한다.



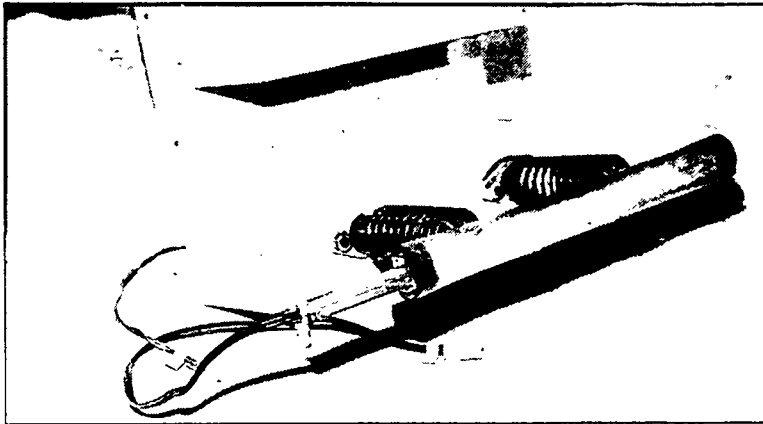
<그림3-16> 제어보드

그림3-17은 전류제어박스(current-control box)를 제작한 것을 찍은 사진이다. 그림에서와 같이 코일을 감은 애자 3개를 이용하여 전원(24V 90A)으로부터 들어오는 90A의 전류를 전진 1단에서는 12A, 전진 2단에서는 24A의 전류로 변환시켜서 모터로 공급하여 저속·고속으로 속도를 제어하는 역할을 한다.



<그림3-17> 전류 제어 박스

그림3-18은 무인방제기가 작업중 장애물에 접촉되었을 경우에 경고음과 함께 경고등에 붉은불이 들어옴과 동시에 무인방제기가 자동으로 주행 및 분무를 정지하도록 한 안전장치로서 기체의 전부에 부착하였다. 그림에서와 같이 스프링에 지지된 붉은 봉 속에 종이 두께의 얇은 센서가 내장되어 있어 이 봉이 장애물에 접촉되면 감지가 되어 경고를 하게 되어 있다.

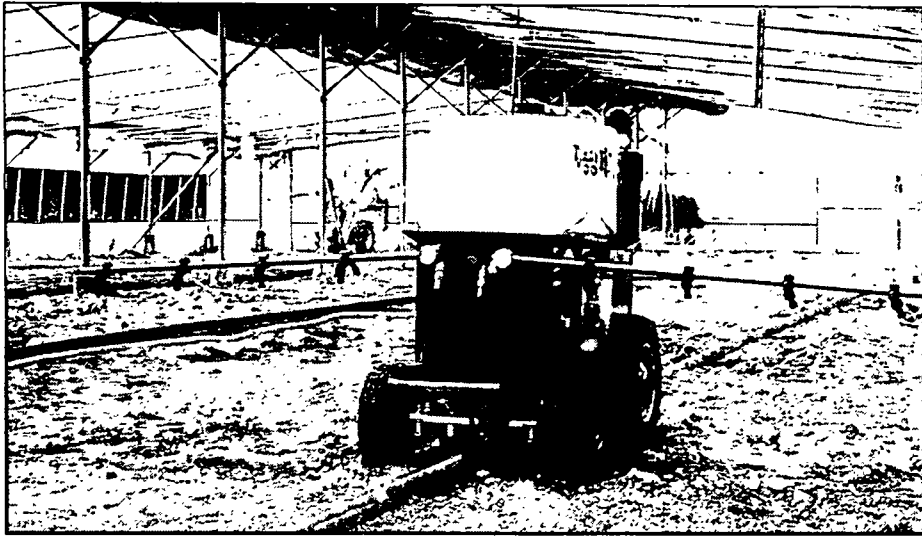


<그림3-18> 안전장치

제4절 시작한 시설원예용 무인방제 및 운반작업기의 제원

본 시스템은 약액 탱크를 기체위에 탑재하도록 설계하므로서 외국에서 개발되고 있는 호스 권취식보다 작업능율이 크게 향상되도록 하였고, 또한 작업기의 용도로서 외국에서 개발되고 있는 것은 전부 방제작업에만 이용할 수 있게 설계되어 있으나 본 연구에서는 무인방제 뿐만 아니라, 운반작업에도 이용할 수 있는 다목적 작업기로 설계하였다. 안전장치로서는 배터리의 출력전압을 체크하여 규정전압 이하가 되면 경보가 울리도록 하였고, 장애물 접촉센서에 의해 경보음이 울림과 동시에 주행, 분무를 정지하도록 하였다. 또한 약액수위 감지센서에 의해 탱크내의 약액의 수위가 규정수위 이하로 내려가면 경보음이 울리도록 하였다. 시작기의 모양을 그림 3-19에

사진으로 나타내었으며, 제원은 표3-1과 같다.



<그림3-19> 시작기의 모양

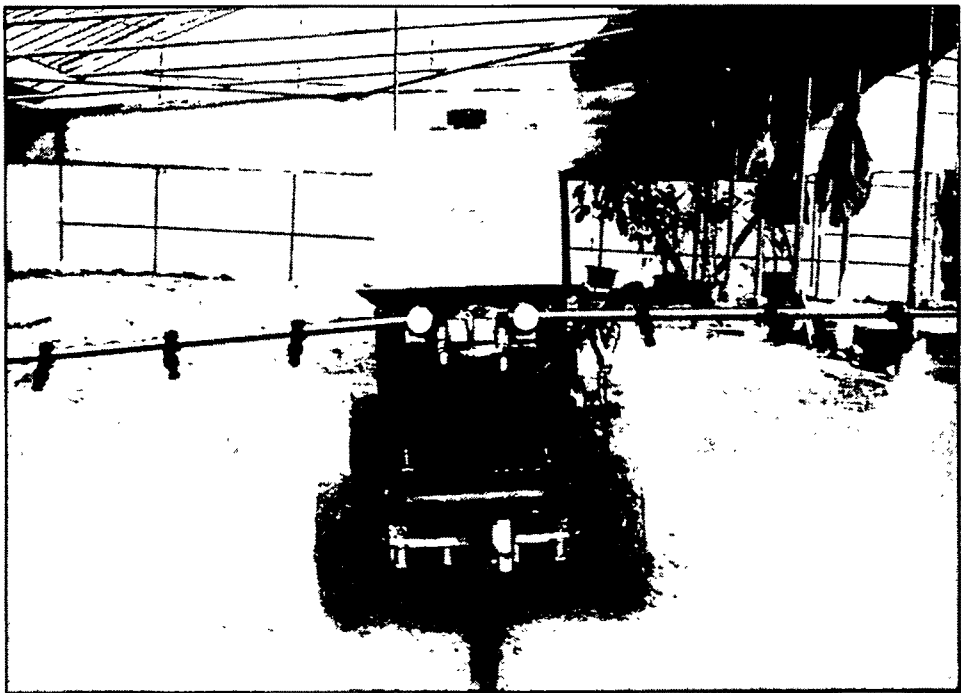
<표3-1> 시작기의 제원

항 목		단 위	제 원
기 체	전 장	mm	1150
	전 폭	mm	430
	전 고	mm	470(약액탱크제외)
	중 량	kg	150
주행장치	주행방식		전,후륜 타이어 파이프유도식
전기장치	축전지 전동기 제어장치		12V · 90Ah(2개) 주행용 24V, 0.4kW1개) 분무용 24V, 0.75kW1개) 전후진 무단변속 무인주행제어
방제장치	분무형식 약액탱크용량	ℓ	수평, 수직 복합형 80
성 능	차속	m/s	무단변속 최저 0.25, 최고 0.5
	적재중량	kg	100~150
	분무량	ℓ/min	5~6
	분무압력	kg/cm ²	최대18
	1회충전주행시간	hr	5~6

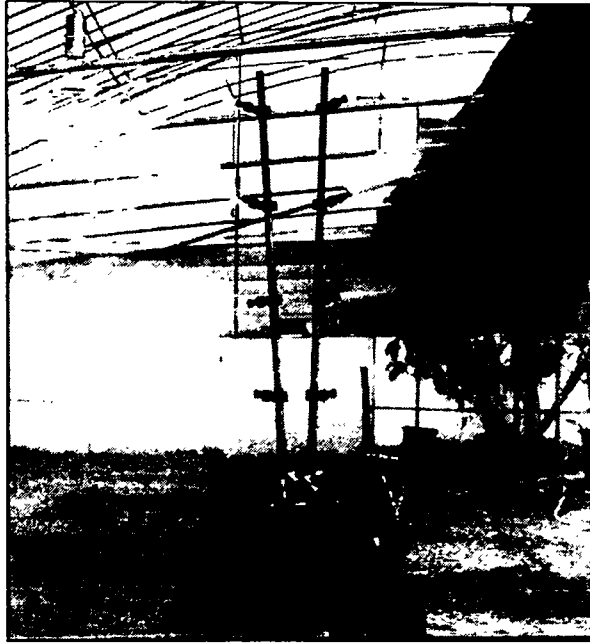
제4장 시설원예용 밧데리카식 무인방제 및 운반 시스템의 성능시험

제1절 직진 주행성능 시험

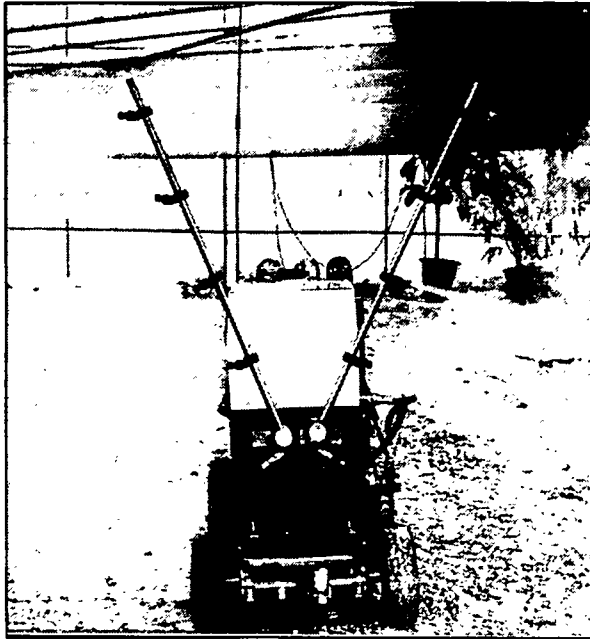
시작한 무인 방제기를 이용하여 온실에서의 주행성능을 평가하였다. 그림 4-1, 그림4-2, 그림4-3은 성능시험시의 모습을 찍은 사진을 나타낸 것이며 표 4-1은 직진 주행속도를 나타낸 것이다. 표4-1에서와 같이 전진1단시의 주행속도는 0.25%, 전진2단시의 주행속도는 0.49%, 후진1단시의 주행속도는 0.26%, 후진2단시의 주행속도는0.51%로 나타났다. 시험은 각각 5회 반복하여 평균치를 구한 것이다.



<그림4-1> 무인 방제기의 성능시험 모양 (수평분사시)



<그림4-2> 무인 방제기의 성능시험 모양 (수직분사시)



<그림4-3> 무인 방제기의 성능시험 모양 (임의각(θ°)분사시)

<표4-1> 무인방제기의 직진 주행속도

구 분	전진1단	전진2단	후진1단	후진2단
속도(%)	0.25	0.49	0.26	0.51

제2절 선회 성능 시험

시작한 무인 방제기를 이용하여 온실에서의 선회성능을 평가한 결과를 표 4-2에 나타내었다. 표에서와 같이 전진1단시의 선회속도는 0.22%, 전진2단시의 선회속도는0.47%, 후진1단시의 선회속도는0.23%, 후진2단시의 선회속도는 0.49%로 나타나 직진주행시 보다 속도가 다소 느림을 알 수 있다. 이는 주행 유도 안내륜과 유도파이프의 선회부에서의 접촉에 의한 마찰저항이 증가되었기 때문인 것으로 생각된다. 시험은 각각 5회 반복하여 평균치를 구한 것이다.

<표4-2> 무인방제기의 선회주행속도

구 분	전진1단	전진2단	후진1단	후진2단
속도(%)	0.22	0.47	0.23	0.49

제3절 분무관 작동시험

시작한 무인 방제기는 분무관이 수평 및 수직상태에서 살포작업을 할 수 있도록 설계 제작하였으므로 분무관이 수평에서 수직상태까지 회전운동이 되는 것이 중요하다. 그림4-4는 분무관이 회전운동을 하기 전인 수평상태에서 회전운동을 한 후인 수직상태로 된 모양을 찍은 사진을 나타낸 것이다. 분무관을 수평상태로 하여 살포작업을 할 경우 온실 끝부분에서 시작기가 선회를 할 때 분무관이 온실의 벽에 부딪히게 되므로 유도파이프 안내륜 앞에 리미트 스위치를 부착하여 유도파이프의 선회 시작지점에서 전원이 공급되어 분무관을 회전시키는 댐퍼 모터가 작동되어 분무관이 수직이 되고 선회가 끝나는 지점에

서 다시 댐퍼모터가 역회전 하게되어 분무관은 수평이 되도록 하였다. 분무관이 수평상태에서 수직상태로 되는데 소요되는 시간은 18초 정도이고, 수직상태에서 수평상태로 회전운동을 하는데 소요되는 시간은 16초였다.



<그림4-4> 분무관의 회전운동에 의한 수평·수직모양

제4절 작업능률

시작한 무인 방제기의 작업능률을 조사한 결과를 표4-3에 나타내었다. 표에 서와 같이 무인 방제기의 분무량은 분당 5.6 l 이고 시간당 작업면적은 29a로 나타났다. 분무량 측정은 기체를 정지상태에서 약액 분사펌프를 구동시키는 동안에 각 노즐에서 분무되는 약액을 메스실린더를 이용하여 계측하였으며 5회 반복 시험한 결과의 평균치를 나타내었다.

<표4-3> 무인 방제기의 작업능률

구 분	분무압력(kg/cm ²)	분당살포량(l/m)	시간당살포면적(a/h)
무인방제기	18	5.6	29.6

또한 시간당 작업면적은 기체의 주행속도를 전진1단(0.25%)으로 작업한 경우로서 3회 반복한 시험결과를 평균한 것이다.

제5장 시설원예용 밧데리카식 무인방제시스템 개발의 사전, 사후적 경영효율 분석

제1절 실용적 무인방제 및 운반시스템 개발을 위한 의사결정 모형 개발

1. 기존의 하웃내 방제실태와 농민요구사항 및 조사분석

가. 시설농가 조사개황

- 1) 표본추출 방법 : 경북일원의 시설재배농가를 설문조사 및 방문청취 조사하였다.
- 2) 조사 내용 : 시설농업 생산현황, 방제실태 및 농민의향
- 3) 경영주 개황

연령은 평균 41.2세로 나타나 농촌지역의 전국 평균연령인 55세보다 낮은 것으로 조사되었다. 또한 이들의 논·밭을 합한 총영농규모는 평균 4508평으로서 전국평균보다 큰 것으로 나타나고 있다. 한편 가구당 가구원수는 4.4명으로 조사되었으며, 평균영농해수는 12.3년으로 나타나고 있다(표5-1). 한편 조사대상자의 학력수준은 중졸 및 고졸이 전체의 89.3%를 차지하고 있다.

<표5-1> 경영주 일반사항

구 분	응답 농가수	최소값	최대값	평균	학 력	응 답 농가수	비율 (%)
연령(세)	56	32.00	54.00	41.2	국 졸	6	10.7
경영규모(평)	56	450.00	11,200	4,508		중 졸	21
가구원 수(명)	56	3.0	9.0	4.4	고 졸	29	51.8
영농해수(년)	56	3.0	28.0	12.3			
기타 영농종사자 수	56	1.0	5.0	1.4			

나. 방제장비 보유 실태

- 1) 장소의 이동성 여부 : 0 유인 휴대식, 0 무인 정치식
- 2) 동력이용유무 : 0 수동식, 0 동력식
- 3) 살포입자의 크기 : 0 분무식, 0 연무·연막식

이상의 장비보유 유형에서 평균규모의 시설농가가 이용하는 방제장비는 대부분 휴대용 동력·분무식을 이용하고 있으며, 다음으로 휴대용·동력·연무·연막식 방제기를 사용하고 있다.

다. 밧데리카식 무인방제 및 운반작업기 개발에 대한 농민의향

획기적인 무인방제 및 운반 기술개발이 이루어질 경우 장래의 구입의향을 조사하였다. 분석결과 구입하겠다는 농가가 전체의 91.1%로 나타나고 있고, 구입 않겠다는 농가는 9.1%에 불과하였다.(표5-2) 또한, 다소 높은 방제비용이 들 경우에도 무인방제기를 구입할 의향이 있다는 농가는 전체의 67.9%로 조사되었다.(표5-3)

<표5-2> 밧데리카식 무인방제기 개발시 장래의 구입의향

구 분	응답 농가수	비 율(%)
있 다	51	91.1
없 다	5	9.1

<표5-3> 다소 높은 방제비용이 들 경우 장래의 구입의향

구 분	응답 농가수	비 율(%)
있 다	38	67.9
없 다	18	32.1

라. 주요 농민 요구사항

- 1) 인체에 무해한 방제기술개발(농부병 우려)
- 2) 열악한 시설 작업환경에서 육체적 노동의 고통을 경감할 수 있는 다목적 작업 장비개발(노동의 편의성)
- 3) 농약투입량과 노동투입량을 동시에 낮출 수 있는 경제적 방제 방법개발(경제성)
- 4) 농약 및 기타 자재의 저렴한 안정공급과 생산물의 안정판로 확보
- 5) 뇌병성, 생산성이 높은 종자 확보

이상의 방제를 중심으로 한 시설농업 농민들의 주요 요망사항을 요약하면, 우선적으로 농약중독 등 열악한 작업환경조건에 따른 건강보호, 노동의 편의성과 경제적인 장비를 요구하고 있다.

2. 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 농민선호분석모형

가. 基礎模型

개별 시설영농 농민은 새로운 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템을 수용할 것인가에 대한 意思決定을 하게 될 것이다. 이와 같은 농민의 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템 선호 분석을 위하여 Lin의 기술흡수에 관한 Portfolio 모형(Lin 1991)을 수정하여 다음과 같은 분석모형을 설정코자 한다.

기존의 노동력부족문제나 병충해 파다문제가 크게 발생하는 시설재배의 농업소득 기대치($Y_{i,m}$)는 경제변수와 생산 수행능력의 함수로 정리된다.

$$Y_{i,m} = I_m(E) + e_{i,m}, \quad \text{식(1)}$$

여기에서 E 는 생산물가격, 생산요소가격 등의 경제적 변수를 나타내는 벡터이다. 또한 $e_{i,m}$ 은 i 번째 시설영농농민의 기존 기술에 의한 생산장치기능을 나타낸다.

또한 i 번째 개별농민이 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 수용에 의해서

생산을 한다면 그 농민의 農業所得의 기대치($Y_{i,o}$)는 다음의 식(2)와 같이 표시되며, 소득의 분산은 다음의 식(3)과 같이 경제적 변수와 시설영농 경영주 개인별 特性의 函數로 나타낼 수 있다.

$$Y_{i,o} = I_o(E) + e_{i,o} , \quad \text{식(2)}$$

$$V_i = V_{i,o}(E, Z_i), \quad \text{식(3)}$$

여기에서 $e_{i,o}$ 는 밭데리카식 무인방제 및 운반시스템 수용에 의한 생산장치기능을 나타 내며, Z_i 는 경영주 개인별 특성 벡터를 표시한다.

$$\begin{aligned} Y_i &= (1-r_i)[I_m(E) + e_{i,m}] + r_i[I_o(E) + e_{i,o}] \\ &= [I_m(E) + e_{i,m}] + r_i[D(E) + e_{i,o} - e_{i,m}], \end{aligned} \quad \text{식(4)}$$

$$V_i = (r_i)^2 V_{i,o}(E, Z_i) = C(r_i, E, Z_i), \quad \text{식(5)}$$

식(4)에서 $D(E)$ 는 $I_o(E) - I_m(E)$ 이다. 식 (5)에서 r_i 가 0이면 분산(V_i)이 0이기 때문에 $C(0, E, Z)$ 는 0의 값을 가진다.

개별경영주는 期待效用(expected utility)을 極大化하는 것을 목적으로 하고 있으며, 이러한 기대효용은 소득의 기대치와 분산의 함수로 가정한다. 이와 같이 가정하면 i 번째 개별시설영농 농민의 效用函數와 最適化 問題는 다음의 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Max} \quad U_i = Y_i - C(r_i, E, Z_i) \quad \text{식(6)}$$

만약 r_i 가 $0 \leq r_i \leq 1$ 이면, $= [I_m(E) + e_{i,m}] + r_i[D(E) + e_{i,o} - e_{i,m}] - C(r_i, E, Z_i)$.

위의 效用極大化 模型에 대한 1차필요조건과 2차충분조건을 다음의 식(7)과 식(8)로 유도할 수 있다.

$$\frac{\partial U_i}{\partial r_i} = [D(E) + e_{i,o} - e_{i,m}] - C_1(r_i^*, E, Z_i) = 0, \quad \text{식(7)}$$

$$\frac{\partial^2 U_i}{\partial r_i^2} = - C_{11}(r_i^*, E, Z_i) < 0, \quad \text{식(8)}$$

기존의 시설영농방법을 혁신하는 새로운 신기술에 관한 선호분석의 내용을 정리하면,

$$D_i = \begin{cases} 1 & \text{만약에 } [D(E)+e_{i,o}-e_{i,m}] > C_1(0, E, Z_i), \text{ 밭데리카식 무인방제시스템을 수용} \\ 0 & \text{만약에 } [D(E)+e_{i,o}-e_{i,m}] \leq C_1(0, E, Z_i), \text{ 기존 기술 수용} \end{cases} \quad \text{식(9)}$$

위의 식(9)에 의해서 i 번째 個別生産者가 신기술을 수용하는 ($D_i=1$) 確率(P_i)의 범주에 속할때 이는 다음의 식(10)에서와 같이 경제적 변수들(E)과 개인별 특성벡터(Z_i)에 의한 確率函數(probability function)로 표시될 수 있다.

$$\begin{aligned} P_i &= \Pr(D_i=1) = \Pr[D(E) + e_{i,o} - e_{i,m} > C_1(0, E, Z_i)] \\ &= \Pr[D(E) - C_1(0, E, Z_i) > e_{i,m} - e_{i,o}] \\ &= \Pr[D(E) - C_1(0, E, Z_i) > e_i] \end{aligned} \quad \text{식(10)}$$

여기에서 $\Pr(\cdot)$ 은 확률함수를 나타내며, e_i 는 $e_{i,m} - e_{i,o}$ 이다.

實證分析을 위해 함수 $D(E)$ 와 제1차 편도함수 $C_1(0, E, Z_i)$ 의 函數形態를 각각 다음과 같이 線形으로 가정하면,

$$D(E) = \alpha_1 E, \quad \text{식(11)}$$

$$C_1(0, E, Z_i) = \beta_0 + \beta_1 E + \beta_2 Z_i, \quad \text{식(12)}$$

$$\begin{aligned} P_i &= \Pr(D_i=1) = \Pr[\alpha_1 E - \beta_0 - \beta_1 E - \beta_2 Z_i > e_i] \\ &= \Pr[(\alpha_1 - \beta_1)E - \beta_0 - \beta_2 Z_i > e_i] \\ &= F[\gamma_1 E - \gamma_0 - \gamma_2 Z_i]. \end{aligned} \quad \text{식(13)}$$

식(13)에서 $\gamma_1 = (\alpha_1 - \beta_1)$, $\gamma_0 = \beta_0$, $\gamma_2 = \beta_2$, 그리고 $F[\cdot]$ 는 e_i 에 대한 $\gamma_1 E - \gamma_0 - \gamma_2 Z_i$ 에서의 累積分布函數(cumulative distribution function)이다. 본 $F[\cdot]$ 함수의 형태를 계측하는 데는 비선형(nonlinear)인 Probit 모형, 로지스틱(logistic) 함수형태로 가정하는 Logit 모형 등을 이용하는 것이 유용하다(Amemiya 1981, Maddala 1983).

나. 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 選好에 관한 實證分析 模型

노동력 및 퇴비문제를 해결하는 새로운 신기술 수용에 의한 영농 의향이 어떠한 생산자 개별 특성변수들에 의해 영향을 받는가를 파악하는 選好分析을 위하여 앞의 식(13)을 이용한다. 분석의 편의를 위해서 신기술 수용의향이 '있다($D_i=1$)'와 '없다($D_i=0$)'로 분리하여 다음과 같은 經驗的 模型을 채택할 수 있다.

$$P_i = P_i(D_i=1) = F[a_0 + a_j Z_{ij}], \quad \text{식(14)}$$

$$= F[a_0 + a_1 Z_{i1} + a_2 Z_{i2} + a_3 Z_{i3} + a_4 Z_{i4}] \quad \text{식(15)}$$

여기에서 Z_{i1} 은 경영주 연령(AGE), 경영주 학력(년)(EDU), 종사자 수(NUM), 시설규모(FAC), 시설 경력(CARE)을 나타낸다.

계수의 추정에는 최우추정법에 의한 선형모형, Probit 모형, Logit 모형 등이 이용될 수 있다.

다. 시설영농주의 혁신선호의 실증분석 결과

시설영농주의 선호도는 시설영농규모와 경영주 연령에 의해 크게 영향을 받고 있다. 시설영농 규모가 크고 연령이 젊을수록 혁신을 추구하려는 욕구가 강한 것으로 검증되고 있다. 교육수준도 10% 유의수준에서 무인방제 및 운반시스템을 수용하려는 혁신선호 정의 관계를 보이고 있다.

따라서 시설영농의 경우 무인방제 및 운반시스템의 수요가 상대적으로 젊고,

규모가 크며, 교육수준이 높은 계층에서 우선적으로 나타나게 될 것임.

<표5-4> 시설영농경영주 특성별 선호분석 결과

Variable	Estimate	Chisquare	Pr>Chi
INTERCPT	-17.022576	2.389382	0.1222
FAC(시설규모)	0.0883109	7.768845	0.35
AGE(연령)	0.35388219	6.548611	0.0196
EDU(교육수준)	0.44832337	4.665206	0.0913
CARE(시설경력)	0.1332557	0.735127	0.3994
NUM(종사자수)	0.0321563	0.321741	0.5219
n = 56 Log Likelihood for NORMAL -25.942016196, $\chi^2 = 47.2$			

3. 시설작목 방제비용 및 투입요소 분석

<표5-5> 시설작목 방제비용 및 투입요소 분석 (기준 : 연 1기작/10a)

구 분	시설 오이	시설 상추	시설 고추	시설호박	시설참외	시 설 토마토	
농약 투입 량	살충제 유제(CC)	2,683.3	470.5	1,365.5	983.2	1,126.4	1,064.7
	분 · 입제(kg)	1.5	0.6	2.6	0.9	3.4	2.1
	살균제 유제(CC)	2,414.4	783.7	1,237.9	703.4	778.4	1,658.8
	분 · 입제(kg)	1.2	2.3	0.2	0.4	0.9	0.9
	제초제 유제(CC)	65.0	74.6	66.3	113.1	258.4	57.8
	분 · 입제(kg)	0.1	0.1	-	-	-	0.1
	기타 농약(kg)	10.2	2.3	1.7	0.2	2.9	53.4
노동투입량(ME 시간)	31.8	11.1	25.7	15.1	22.8	24.1	
총노동력중 비중(%)	5.1	3.2	3.9	3.9	4.7	4.4	
방제비용(원)	125,937	16,598	51,470	52,148	64,879	67,528	
경영비중 방제비중(%)	2.7	1.6	1.8	2.5	4.7	2.5	

가. 시설오이

- 농약투입량은 살충제 유제 2,683.3CC와 살균제 유제 2,414.4CC, 제초제 유제는 65.0CC를 투입.
- 노동투입시간이 31.8시간으로 총 노동력에서 5.1%을 차지.
- 방제비용은 125,937원으로 경영비중 방제비중은 2.7%에 해당.

나. 시설상추

- 농약투입량은 살충제 유제 470.5CC와 살균제 유제 783.7CC, 제초제 유제는 74.6CC를 투입.
- 노동투입시간이 11.1시간으로 총 노동력에서 3.2%을 차지.
- 방제비용은 16,598원으로 경영비중 방제비중은 1.6%에 해당.

다. 시설고추

- 농약투입량은 살충제 유제 1,365.5CC와 살균제 유제 1,237.9CC, 제초제 유제는 66.3CC를 투입.
- 노동투입시간이 25.7시간으로 총 노동력에서 3.9%을 차지.
- 방제비용은 51,470원으로 경영비중 방제비중은 1.8%에 해당.

라. 시설호박

- 농약투입량은 살충제 유제 983.2CC와 살균제 유제 703.4CC, 제초제 유제는 113.1CC를 투입.
- 노동투입시간이 15.1시간으로 총 노동력에서 3.9%을 차지.
- 방제비용은 52,148원으로 경영비중 방제비중은 2.5%에 해당.

마. 시설참외

- 농약투입량은 살충제 유제 1,126.4CC와 살균제 유제 778.4CC, 제초제 유제는 258.4CC를 투입.
- 노동투입시간이 22.8시간으로 총 노동력에서 4.7%을 차지.
- 방제비용은 64,879원으로 경영비중 방제비중은 4.7%에 해당.

바. 시설토마토

- 농약투입량은 살충제 유제 1,064.7CC와 살균제 유제 1,658.8CC, 제초제 유제는 57.8CC를 투입.
- 노동투입시간이 24.1시간으로 총 노동력에서 4.4%을 차지.
- 방제비용은 67,528원으로 경영비중 방제비중은 2.5%에 해당.

4. 개발기술의 기술적 및 경제적 효율성 조사 분석

가. 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 기술적 효율성

1) 기존 방제기종별 성능에 의한 기술적 효율성

<표5-6> 기존 방제기종별 성능 및 방제 열효율

구 분	모델명	연료 소비량(ℓ/hr) (A)	약제 분사량(ℓ/hr) (B)	열효율 (ℓ/ℓ) (B/A)
연막분무기	150형	1.5	8	5.3
	150-A형	1.5	8	5.3
	120형	1.2	6	5
	120-A형	1.2	6	5
에스-에스 포그	SS-150 AF	2	6.5	3.25
	SS-150 F	2	6.5	3.25
	KRC-20	4	11	2.75
	HT 43형	3	6	2
	HT 47형	4	10	2.5
평 균		2.26	7.5	3.81

- 기존방제기종별 열효율 측면에서의 효율성은 2(ℓ/ℓ)에서 5.3(ℓ/ℓ)이며 평균 3.81(ℓ/ℓ)이다.

- 그 중 연막분무기 150-A형이 중량과 열효율면에서 상대적으로 기술적 효율성이 높은것으로 평가됨.

단, 입자의 미세도를 중시할 경우, 「에스-에스 포그」기종에서는 SS-150F 모델이 중량이 가벼우면서 열효율이 높은것으로 제시됨.

2) 작업효율 및 작업편의성

бат데리카식 무인방제 및 운반시스템을 관행방식과 비교하면 다음과 같다.

<표5-7> бат데리카식 무인방제 및 운반시스템의 기술적 효율성 (시설 토마토)

구 분	1인당 작업효율			작업 편의성		
	무인방제 및 운반(A)	관행(B)	A/B	무인방제 및 운반(A)	관행(B)	A/B
방제시	8.8(a/시간)	6.5(a/시간)	1.35	225(cal/시간)	385(cal/시간)	0.58
수확시	9.7	6.9	1.41	140	179	0.78
적아·적심	2.2	1.8	1.22	158	279	0.57
계	20.7	15.2	1.36	523	843	0.62

자료 : 농업기계학회지 제38권 3호, 일본농업기계학회, p.466.

● 1인당 작업효율(a/시간)

- 방제시 : 무인방제 및 운반시스템이 관행보다 1.35배의 작업효율이 있다.
- 수확시 : 무인방제 및 운반시스템이 관행보다 1.41배의 작업효율이 있다.
- 적아·적심 : 무인방제 및 운반시스템이 관행보다 1.22배의 작업효율이

있다.

- 1인당 생력효과는 전체 작업에서 무인방제 및 운반시스템이 20.7, 관행이 15.2이므로 무인방제 및 운반시스템이 관행보다 1.36배의 작업효율이 있다.

- 작업편의성(cal/시간)

- 방제시 : 무인방제 및 운반시스템이 관행에 비해 0.58정도의 작업의 편의성이 있다.
- 수확시 : 무인방제 및 운반시스템이 관행에 비해 0.78정도의 작업의 편의성이 있다.
- 적아·적심 : 무인방제 및 운반시스템이 관행에 비해 0.57정도의 작업의 편의성이 있다.
- 작업의 편의성은 전체 작업에서 무인방제 및 운반시스템이 523, 관행 843으로 무인방제 및 운반시스템이 관행에 비해 0.62정도의 편의성이 있다.

나. 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 경제적 효율성

1) 경제적 효율성 및 생력효과

본 시스템의 생력효과에 의한 경제적 효율성은 방제시(24.1시간), 적심·적아시(40.9시간), 수확시(192.3시간)에 투하되는 노동력이 총(257.3시간)이므로, 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템을 활용할 경우 27%의 노력이 절감된다면 총(277,580)원의 노임비용이 절감된다.

이 절감비용은 총방제비(67,528원/10a)의 (411)%에 해당된다. 따라서 본 시스템이 최종 개발될 경우 기존 총방제비용의 311%에 해당하는 노임비를 절감할 수 있는 가능성을 제시하고 있으므로 개발시 수요의 잠재력이 클 뿐만 아니라 그 파급효과가 클 것으로 기대된다.

<표5-8> 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 경제적 효율성 (시설 토마토)

구 분	1인당 생력효과			관행 노동력 투입 시간	무인방제 노동력 투입 시간	노동력 절감 효과	농업임금 절감효과 ¹⁾
	무인방제 및 운반(A)	관행(B)	B/A				
방제시	8.8(a/시간)	6.5(a/시간)	0.74	24.1	17.8	26(%)	25,064(원)
수확시	9.7	6.9	0.71	192.3	136.8	29	223,068
적아·적심	2.2	1.8	0.82	40.9	33.5	18	29,448
계	20.7	15.2	0.73	257.3	188.1	27%	277,580

1)농업임금 : 시간당 4,000원 경우

자료 : ① 농촌진흥청, 「작목별 작업단계별 노동력 투하시간」, 1996. p.189 참조.

② 농업기계학회지 제38권 3호, 일본농업기계학회, p.466.

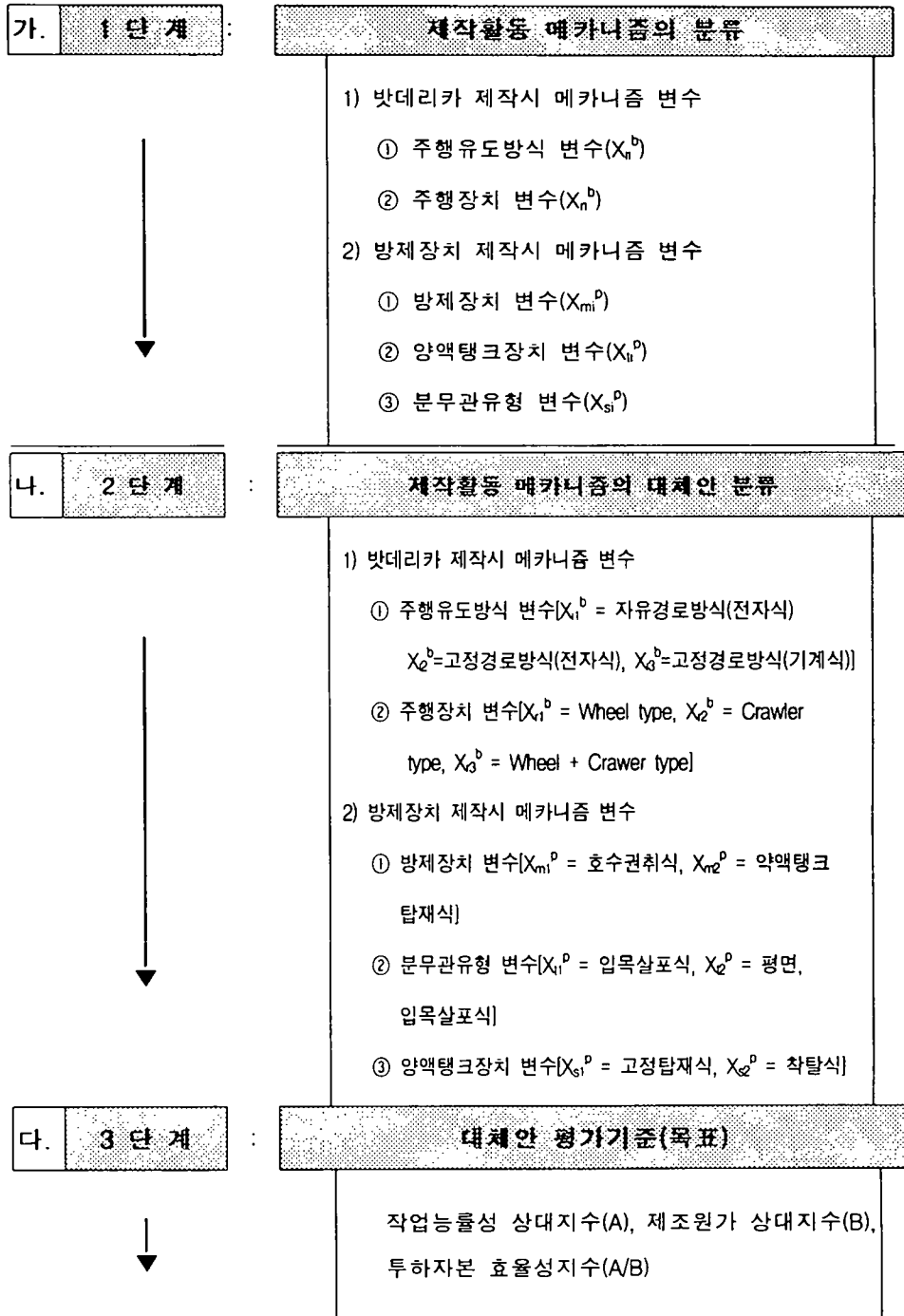
제2절 적정방제시스템 결정 및 경영성과 측정

1. 다목표 의사결정 모형과 무인방제시스템의 대안 선택

가. 제작단계의 A.H.P 의사결정체계의 개발과 효율적 시스템 대안선택

- 밧데리카 및 탑재 방제장치의 대체안 중에서 효율적으로 개발목표에 접근할 수 있는 대체안의 선택을 위해 A.H.P(Analytical Hierarchy Process) 기법을 적용한다.
- 본 기법은 본 시스템개발에 있어서 선택가능한 다양한 기술적 대안들을 효율적으로 선택하는 체계화 과정이다. : 객관적인 확실성과 의사결정과정에서 불가피하게 개입되는 불확실한 요소들을 합리적으로 처리할 수 있도록 설계된 포괄적 분석틀이다. 본 모형은 다음의 8단계의 과정을 거쳐 본 무인방제시스템의 효율적인 대안을 확정하였다.

<표5-9> A.H.P에 의한 시스템 제작 결정 체계와 효율적 대안의 유도



라. 4 단계 :

썬비교를 위한 전문가 의견 수렴	
각 대체안에 대한 관련 전문가 의견 조사·수렴	
선택가능 대안	비교 기본 내용 특성
자유경로 방식 (전자식)	주행 및 선회가 정확하지 않다.
고정경로 방식 (전자식)	주행 및 선회가 자유경로방식보다는 정확하나, 유도케이블을 매설해야하고 동일경로를 전·후진하면서 작업을 해야하므로 작업능률이 떨어진다.
고정경로 방식 (기계식)	주행 및 선회가 타유도방식에 비해 가장 정확하며 동일경로를 전·후진하지 않고 작업을 하므로 작업능률이 가장 높다.
Wheel type	선회반경은 작으나 침하 및 슬립방지에 비효율적임.
Crawler type	침하 및 슬립방지에는 효과적이나 선회반경이 크다.
Wheel+Cra wler type	침하 및 슬립방지에는 효과적이고 선회반경을 감소시킬 수 있으나 구조가 복잡해지고 소요동력이 크다.
호스권취 식	약액탱크를 하우스밖에 설치하고 약액호스를 하우스내의 각 작물사이로 이동시키거나가면서 방제작업을 하므로 호스권취를 위한 메카니즘이 필요하고 호스권취에 작업시간이 소요되는 등 작업효율이 떨어진다.
약액탱크 탑재식	약액탱크를 직접 밧데리카위에 탑재하여 주행하면서 방제작업을 하므로 호스권취식의 단점을 개선할 수 있어 작업능률이 향상된다.
입목살포 식	분무관이 수직고정용으로 초장이 큰작물의 방제에 효과적이다.
평면, 입목살포 식	분무관이 수직 및 수평으로 조절할 수 있으므로 초장이 큰작물과 초장이 작은 작물의 방제에 효과적이다.
고정탑재 식	약액탱크를 직접 밧데리카위에 고정해서 탑재하므로 방제작업에만 이용할 수 있다.
착탈식	약액탱크를 밧데리카위에 탑재하는 약액탱크를 착탈식으로 하므로서 방제작업외에 하우스내의 운반작업에도 이용할 수 있어 다목적이다.

마. 5 단계

병 비교의 실시		
선택가능대안	작업능률성 상대지수(A)	제조원가 상대지수(B)
자유경로방식(전자식)	100%	125%
고정경로방식(전자식)	115	125
고정경로방식(기계식)	130	100
Wheel type	115~120	100
Crawler type	100	110
Wheel+Crawler type	110	120
호스권취식	100	100
약액탱크탑재식	130~140	105
입목살포식	100	100
평면, 입목 살포식	120~130	105
고정탑재식	100	100
착탈식	180~200	100

바. 6 단계

요소들의 가중치 결정	
평가기준의 상대적 우선순위 결정의 위험성을 극소화하기 위해 작업능률성(A)과 제조원가상대지수(B)를 동시에 고려한 투하자본효율성지수(A/B)를 평가 가중치로 함.	

사. 7 단계

대체안의 평가	
선택가능대안	투하자본효율성지수(A/B)
자유경로방식(전자식)	80%
고정경로방식(전자식)	92
고정경로방식(기계식)	130
Wheel type	115~120
Crawler type	91
Wheel + Crawler type	92
호스권취식	100
약액탱크탑재식	124~133
입목살포식	100
평면, 입목살포식	120~130
고정탑재식	100
착탈식	180~200

아. 8 단계

대체안의 선정	
최종선택된 시스템 style : 고정경로방식(기계식) + Wheel type + 약액탱크탑재식 + 평면, 입목살포식 + 착탈식 [$X_3^D + X_{r1}^D + X_{m2}^D + X_{l2}^D + X_{s1}^D$]	

2. 무인방제시스템의 효율적 대안의 선택 결과 요약

A.H.P 의사결정기법의 응용모형에 의해 결정된 본 시스템은 선택 가능한 대안 72가지(「제2단계」 메카니즘의 대체안 변수 분류 참조)중에서 선택된 최종 대안은 투자자본효율성지표가 상대적으로 가장 높은 단계별 부문별 대안들의 체계이다. 즉,

주행유도방식 : 고정경로방식(기계식)
주행장치대안 : Wheel Type
방 제 장 치 : 양액탱크탑재식
분무관 대 안 : 평면, 입목살포식
양액탱크장치 : 착탈식

으로 구성되는 「 $X_{i3}^b + X_{r1}^b + X_{m2}^p + X_{l2}^p + X_{s1}^p$ 」 식 시스템이다.

3. 생력 및 소득 기대효과

가. 시설토마토의 경우

생력 및 소득에 관한 기대효과를 다음 3가지 시나리오를 설정하여 계측해 볼 수 있다. I : 본 무인방제시스템이 일본의 무인방제시스템과 동일한 효율을 발휘할 경우. II : 본 무인방제시스템이 일본의 무인방제시스템보다 10% 높은 효율을 발휘할 경우. III : 본 무인방제시스템이 일본의 무인방제시스템보다 20% 높은 효율을 발휘할 경우.

시설 토마토(반축성)의 경우에는 생력 및 소득 기대효과를 세가지 시나리오로 나누어 살펴보면 다음과 같다. 일본식 시스템과 효율성이 동일한 경우에 생력효과는 방제시 5.9시간, 적심적아시 5.1시간, 수확시 61.4시간으로 총 72.4시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우노동력 절감에 따른 소득 기대효과는 289,600원이다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율성이 10% 높은 경우에 생력효과는 방제시 7.1시간, 적심적아시 7.4시간, 수확시 76.2시간으로 총 90.8시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우노동력 절감에 따른 소득기대효과는 363,200원이다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율

성이 20% 높은 경우에 생력효과는 방제시 8.6시간, 적심적아시 9.2시간, 수확시 86.8시간으로 총 104.6시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우 노동력 절감에 따른 소득기대효과는 418,400원이다.

<표5-10> 밧데리카식 무인방제시스템의 생력 및 소득 기대효과(시설토마토: 반축성)

(기준 : 년1기작/10a)

구 분	관행 노동력 투입	무인방제 노동력투입			생력효과(시간)			소득 기대효과 ¹⁾ (천원)		
		I ²⁾	II ³⁾	III ⁴⁾	I	II	III	I	II	III
방제시	22.6	16.7	15.1	14.0	5.9	7.5	8.6	23.6	30.0	34.4
수확시	211.7	150.3	135.5	124.9	61.4	76.2	86.8	245.6	304.8	347.2
적아·적심	28.6	23.5	21.5	19.4	5.1	7.1	9.2	20.4	28.4	36.8
계	262.9	190.5	172.1	158.3	72.4	90.8	104.6	289.6	363.2	418.4

주 : 1) 농업임금 : 시간당 4,000원 경우

2) 본 시스템의 효율성이 일본식 시스템과 동일한 경우

3) 본 시스템이 일본식 시스템보다 10% 효율성이 높은 경우

4) 본 시스템이 일본식 시스템보다 20% 효율성이 높은 경우

자료 : ① 농촌진흥청, 「작목별 작업단계별 노동력 투하시간」, 1996. p.190 참조.

나. 시설오이의 경우

시설 오이(반축성)의 경우에는 생력 및 소득 기대효과를 세가지 시나리오로 나누어 살펴보면 다음과 같다. 일본식 시스템과 효율성이 동일한 경우에 생력효과는 방제시 8.1시간, 적심적아시 2.5시간, 수확시 57.6시간으로 총 68.2시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우 노동력 절감에 따른 소득기대효과는 272,800원이다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율성이 10% 높은 경우에 생력효과는 방제시 10.2시간, 적심적아시 3.4시간, 수확시 71.5시간으로 총 85.1시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우 노동력 절감에 따른 소득기대효과는 340,400원이다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율성이 20% 높은 경우에 생력효과는 방제시 11.8시간, 적심적아시 4.4시간, 수확시

81.4시간으로 총 97.6시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우 노동력 절감에 따른 소득기대효과는 390,400원이다.

<표5-11> 밧데리카식 무인방제시스템의 생력 및 소득 기대효과(시설오이: 반축성)

(기준 : 년1기작/10a)

구 분	관행 노동력 투입	무인방제 노동력투입			생력효과(시간)			소득 기대효과 ¹⁾ (천원)		
		I ²⁾	II ³⁾	III ⁴⁾	I	II	III	I	II	III
방제시	31.0	22.9	20.8	19.2	8.1	10.2	11.8	32.4	40.8	47.2
수확시	198.6	141.0	127.1	117.2	57.6	71.5	81.4	230.4	286	325.6
적아·적심	13.7	11.2	10.3	9.3	2.5	3.4	4.4	10.0	13.6	17.6
계	243.3	175.1	158.2	145.7	68.2	85.1	97.6	272.8	340.4	390.4

주 : 1) 농업임금 : 시간당 4,000원 경우

2) 본 시스템의 효율성이 일본식 시스템과 동일한 경우

3) 본 시스템이 일본식 시스템보다 10% 효율성이 높은 경우

4) 본 시스템이 일본식 시스템보다 20% 효율성이 높은 경우

자료 : ① 농촌진흥청, 「작목별 작업단계별 노동력 투하시간」, 1996. p.178 참조.

다. 시설참외의 경우

시설 참외의 경우에는 생력 및 소득 기대효과를 세가지 시나리오로 나누어 살펴보면 다음과 같다. 일본식 시스템과 효율성이 동일한 경우에 생력효과는 방제시 9.4시간, 적심적아시 11.2시간, 수확시 27.7시간으로 총 48.3시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우노동력 절감에 따른 소득기대효과는 193,200원이다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율성이 10% 높은 경우에 생력효과는 방제시 12.0시간, 적심적아시 15.5시간, 수확시 34.4시간으로 총 61.9시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우노동력 절감에 따른 소득기대효과는 247,600원이다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율성이 20% 높은 경우에 생력효과는 방제시 13.8시간, 적심적아시 19.8시간, 수확시 39.2시간으로 총 72.8시간이다. 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우 노동력

절감에 따른 소득기대효과는 291,200원이다.

<표5-12> 밧데리카식 무인방제시스템의 생력 및 소득 기대효과(시설참외)

(기준 : 년1기작/10a)

구 분	관행 노동력 투입	무인방제 노동력투입			노동력 절감 효과(시간)			농업임금 절감효과 ¹⁾ (천원)		
		I ²⁾	II ³⁾	III ⁴⁾	I	II	III	I	II	III
방제시	36.3	26.9	24.3	22.5	9.4	12.0	13.8	37.6	48.0	55.2
수확시	95.5	67.8	61.1	56.3	27.7	34.4	39.2	110.8	137.6	156.8
적아·적심	62.0	50.8	46.5	42.2	11.2	15.5	19.8	44.8	62.0	79.2
계	193.8	145.5	131.9	121.0	48.3	61.9	72.8	193.2	247.6	291.2

주 : 1) 농업임금 : 시간당 4,000원 경우

2) 본 시스템의 효율성이 일본식 시스템과 동일한 경우

3) 본 시스템이 일본식 시스템보다 10% 효율성이 높은 경우

4) 본 시스템이 일본식 시스템보다 20% 효율성이 높은 경우

자료 : ① 농촌진흥청, 「작목별 작업단계별 노동력 투하시간」, 1996. p.206 참조.

라. 종합검토

시설 토마토(반축성), 시설 오이(반축성), 시설참외의 생력 및 소득 기대효과를 세가지 시나리오로 나누어 살펴보면 다음과 같다. 일본식 시스템과 효율성이 동일한 경우 생력효과는 시설 토마토의 72.4시간, 시설 오이는 68.2시간, 시설 참외 48.3시간으로 시설토마토가 생력효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 따라서 노동력 절감에 따른 소득 기대효과는 시설토마토가 289,600원으로 가장 크게 나타났다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율성이 10% 높은 경우에 생력효과는 시설 토마토의 91.1시간, 시설 오이는 85.3시간, 시설 참외 61.9시간으로 시설토마토가 생력효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 따라서 노동력 절감에 따른 소득 기대효과는 시설토마토가 364,400원으로 가장 크게 나타났다. 본 시스템이 일본식 시스템보다 효율성이 20% 높은 경우에 생력효과는 시설 토마토의 104.6시간, 시설 오이는 97.6시간, 시설 참외 72.8시간으로 시설토마토

가 생력효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 따라서 노동력 절감에 따른 소득 기대효과는 시설토마토가 418,400원으로 가장 크게 나타났다.

시설 토마토의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 1996년 현재 10a당 노동투하량을 (10.6~15.3%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 289,600~418,400원을 절감할 수 있는 기대효과가 있다. 시설 오이의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 1996년 현재 10a당 노동투하량을 (9.4~13.5%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 272,800~390,400원을 절감할 수 있는 기대효과가 있다. 시설 참외의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 현재 10a당 노동투하량을 (7.2~10.8%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 193,200~291,200원을 절감할 수 있는 기대효과가 있다.

시설 토마토(반축성), 시설 오이(반축성), 시설참외의 생력 및 소득 기대효과는 세가지 시나리오 모두 시설토마토가 가장 크게 나타났다. 따라서 관행 노동력 투입이 많은 시설 작목일수록 밧데리카식 무인방제시스템을 활용할 경우 생력 및 소득 또는 생산비절감 기대효과는 매우 클 것으로 기대된다.

제3절 종합효과 측정 및 평가

1. 경제성 및 생력효과 분석

본 시스템의 경제적 효율성을 관행 방식인 동력분무기를 이용한 방제와 비교하면 다음과 같다. 먼저 분당 살포량과 시간당 살포량은 각각 무인방제기가 동력방제기의 28%수준, 74%수준정도로 낮게 나타났다. 하지만 관행방식에 비해 무인방제기를 이용할 경우 별도의 작업인원이 요구되지 않기 때문에 경제적으로 상당히 효율적인 것으로 평가되었다.

즉, 시설참외생산에 있어서 시간당 임금을 4,748원(농촌진흥청 「농축산물표준소득」)으로 가정하면, 동력분무기의 경우 시간당 노임이 23740원 인데 반해

무인방제기는 단지 4748원에 그치는 것으로 분석되었다.

<표5-13> 밧데리카식 무인방제시스템의 경제적 효율성 (시설참외의 경우)

비 고	관행동력분무기(A) ¹⁾	무인방제기(B)	B/A
분당살포량(ℓ/m)	20.2	5.6	0.28
작업 인원수(명)	5	1	0.20
시간당 살포량(a/h)	40.0	29.6	0.74
시간당 노임비(₩/h) ²⁾	23740	4748	0.20
1인당 작업효율(a/h)	8	29.6	3.70
작업편의성(cal/h) ³⁾	385.0	225.0	0.58
면적당 노임비(₩/10a) ²⁾	5935	1600	0.27

1) 정창주, 「농업기계학」, 향문당, 1996. p203 참조.

2) 시간당 임금은 4,748원(농촌진흥청 「농축산물표준소득」, 1997. p.62 참조.)

3) 농업기계학회지 제38권 3호, 일본농업기계학회, p.466 의 시험결과를 참조.

또한 1인당 작업효율도 무인방제기가 1시간에 29.6a를 방제할 수 있는 것으로 나타나 8a로 조사된 기존 관행동력분무기에 비해 1인당 작업 효율이 약 3.7배 가량 높은 것으로 분석되었다.

작업의 편의성 면에서는 무인방제기가 시간당 225 칼로리를 소비하는 것으로 나타나 관행방식의 방제에 비해 58% 정도의 노동력의 강도가 요구되므로 편의성이 뛰어난 것으로 평가되었다.

결과적으로 관행방식인 동력분무기의 면적당 노임비, 즉 300평의 방제에 요구되는 노임비는 5940원으로 산정되나 밧데리카식 무인방제기의 경우 기존의 약 27% 수준인 1600원으로 나타나 많은 노임비용이 절감되는 것으로 분석되었다.

즉, 밧데리카식 무인방제시스템의 경제적 효율성은 매우 높은 것으로 평가되

었으며 많은 노임비를 절감할 뿐만 아니라 높은 생력효과로 인해 농촌노동력 공급부족문제해소에 크게 기여할 것으로 본다.

2. 안전성 및 작업의 편의성 분석

농작물에 대한 방제시 적용되는 기본 원리로서 살포된 농약이 작업자나 주변환경에 미치는 나쁜 영향을 최소화하는 것이 매우 중요하다. 기존 방제방식의 경우 작업자가 하우스 등의 살포장소에 들어가서 살포하는 것이 불가피했으므로 농약중독 등의 위험에 노출되어 있었다. 하지만 밧데리카식 무인방제기의 경우 무인주행 및 제어장치를 이용하므로 농약으로부터 작업자의 건강을 보호하며, 환경피해를 최소화하여 안전성이 매우 높은 것으로 분석된다.

또한 방제의 목적이외에 현장에 있어서의 각종 작업 즉, 수확물이나 자재 운반시 탑재된 콘테이너를 이용하여 간편하게 운반이 가능하므로 생력효과와 높은 편의성을 제공해 준다.

3. 평가

- 작업효율면에서 관행방식에 비해 약 3.7배 가량 높은 것으로 나타나 생력 효과가 뛰어나며, 경제성 면에서 기존 방제기의 27% 수준으로 분석되어 경제적 효율성이 높은 것으로 평가되었다.
- 무인주행 및 제어장치를 이용하여 보다 안전한 방제가 가능하며 방제이외의 각종 작업에 이용되어 다양한 편의성을 제공해 주는 것으로 평가되었다.
- 탑재 탱크의 크기가 80ℓ 용량이므로 기존농가에서 가장 많이 보급되어 있는 200평 규모의 하우스에 매우 적합한 규모로서 한국적 무인 방제기로 평가 될 수 있다.

제6장 결과 및 요약

현재 하우스내의 방제작업은 밀폐된 공간에서 기존의 휴대용 동력 소형 방제기 및 연무기를 사용하고 있으므로 살포된 농약이 작업자에 접촉되는 등 인체에 해롭다. 또한 오이, 토마토 등 수확물의 운반은 바깥스, 상자 등을 이용하여 인력에 의해 운반하고 있으므로 작업자의 작업능율이 저하됨과 동시에 노동강도가 크다. 그리고 하우스내의 방제작업에 사용되는 방제기의 구동동력원은 전부 내연기관으로서 배기가스가 인체와 작물생육에 나쁜 영향을 미친다. 따라서 본 연구는 이와 같은 문제점을 해결하여 노동생산성을 향상시키고, 노동력 절감에 의한 생산비 절감화를 도모하여 시설작물의 경쟁력을 향상시키는 기술 개발로서 우리 나라의 시설재배 여건에 적합한 시설재배 전용 무인방제 및 운반시스템 개발을 위해 수행한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 시설원예용 배터리카식 무인 방제 및 운반시스템의 설계를 위한 기초자료로 이용하기 위하여 농가 보급형 자동화 온실 표준설계서를 기준으로 하우스의 규격을 분석한 결과는 다음과 같다.
 - 1) 아취형의 단형은 길이가 50m, 장형은 100m이고, 간이 아취형의 경우 단동의 폭은 5.5m, 3연동의 폭은 약 5.0m이다. 비가림 아취형은 단동, 2연동형 모두 1동의 폭이 6.5m이고, 개량아취형은 소형이 7m, 광폭형이 9m, 초광폭형이 12m이다.
 - 2) 양지붕형의 경우 소형, 광폭형, 초광폭형의 3연동형은 온실폭이 각각 21m, 27m, 36m이고, 단동형은 각각 7m, 9m, 12m 이며, 길이는 3연동형,

단동형 모두 50m, 100m 2종류가 있다. 또한 온실의 측고는 최소 2.5m에서 최대3.5m, 동고는 최소 4.2m, 최대5.97m였다.

- 3) 3/4지붕형은 소형, 광폭형의 온실폭이 각각 5.9m, 7.0m이며, 길이는 소형, 광폭형 모두 50m, 100m 2 종류가 있다. 또한 온실의 앞간고, 뒤간고, 동고는 소형이 1.8×2.3×3.75m, 광폭형이 2.0×2.7×4.35m 였다.
- 4) 유리 양지붕형 표준 온실의 기본 규격은 단동형, 3연동형의 온실폭이 각각 9m, 27.0m, 이며, 길이는 단동형, 3연동형 모두 50m, 100m 2종류가 있다. 또한 온실의 측고, 동고는 2가지형 모두 3.0×5.25m 였다. 또한 파이프 비닐온실(개량 아취연동형 1-2W형)은 지면에서 기둥보까지의 높이가 2.1m, 1동의 온실폭이 7.0m이고, 온실 길이는 내부행거 출입문에서 반대측의 2중 보호벽까지로서 46.0m이다. 또한 내부 및 외부 출입문은 2.0m×2.4m(2set)였다.
- 5) 철골유리온실 3연동형(3-3 S형)은 측벽의 높이가 지면에서 3.0m, 1동의 온실폭이 9.0m이고, 온실 길이는46.5m이다. 또한 출입문은 3.0m×2.4m이다.

2. 시설원예용 밧데리카식 무인 방제 및 운반시스템의 설계를 위한 기초자료로 이용하기 위하여 하우스 재배를 많이 하는 딸기, 고추, 토마토, 참외, 수박, 오이 등의 작물을 대상으로 작물별 재배방법 및 물성을 조사 분석 한 결과 이랑폭은 최대 200cm, 골폭은 최소 40cm, 작물의 초장(H₂)은 최소 30cm에서 최대 170cm정도이므로 무인방제기의 폭은 가능한한 좁게, 분무노즐은 이랑폭 변화와 딸기 참외 등과 같이 초장이 작은 작물에서 부터 고추, 토마토, 오이 등과 같이 초장이 큰 작물에 이르기 까지 모두 이용 할 수 있도록 수평, 수직으로 조절 할 수 있게 설계하였다.

3. 연구내용1), 2)항의 결과에 의해 작업차의 윤거는 전륜 520mm, 후륜480mm,

축간거리 640mm로 결정하였다. 또한 기체의 전장은 1150mm, 전폭은 430mm, 전고는 470mm로 결정하였다.

4. 조향장치는 전륜의 선회반경이 작고, 정확한 선회를 할 수 있도록 좌우바퀴를 링크기구로 연결하여 선회시 좌우바퀴가 동일각도로 선회되도록 하였다.
5. 주행장치의 전후륜 모두 침하와 슬립을 방지할 수 있도록 광폭 고무타이어를 사용하였고 하중지지를 위하여 바퀴의 내측에 SUS40으로 림을 가공하여 부착하였다.
6. 주행유도방법은 1개의 유도 파이프를 고랑에 설치하는 고정경로방식을 채택하고 주행유도 안내륜을 제작하여 작업기의 전후부에 부착함으로써 직진 및 주행성능이 우수하고 가격이 저렴하게 되는 기술을 개발하여 적용하였다.
7. 동력전달장치 및 차체 설계를 위하여 전기작업차의 구동형식 및 특성을 분석한 결과 트랜스미션과 차동장치가 없고, 기술적으로 안정되어 있는 Differential-less 형식을 채택하여 동력전달은 2개의 구동 모터를 사용하는 방식 대신에 1개의 모터를 사용하는 방식의 메카니즘을 개발하여 구조가 간단하고 가격이 저렴하며 제어가 용이하도록 하였다.
8. 차체는 SUS40을 중공으로 가공하여 경량화 하였으며 프레임 하부에 지지 브라켓을 설치하여 모터를 탑재하고 차체내부에는 구동용 밧데리, 약액 분사펌프 및 약액 분사펌프 구동모터, 콘트롤 박스를 탑재하여 콤팩트한 구조로 하였다. 또한 프레임의 4측면과 상부를 판재로 커버를하여 약액 및 먼지

등으로부터 밧데리, 구동모터, 약액 분사모터, 동력 전달부를 보호하고 방제 시에는 상부 덮개 위에 착탈식 약액 탱크를 탑재하여 방제하고, 운반시에는 약액 탱크를 분리시키고 운반 컨테이너를 탑재하도록 제작하여 다목적 사용이 가능하게 하였다.

9. 분무관은 모터축의 회전에 의해 수평, 수직 운동을 할 수 있도록 메카니즘을 개발하여 수평·立木살포용으로서 여러가지의 작물에 효과적으로 이용할 수 있는 구조로 개발·제작하였다.
10. 분무관은 약액살포시에는 장착하고 운반시에는 탈착하여 운반작업시 장해가 되지 않도록 하기 위하여 커프링식으로 제작하여 착탈이 용이한 원터치식 착탈메카니즘으로 제작하였다.
11. 개발한 무인 방제기의 방제작업능률은 시간당 29a로서 나타났다.
12. 시설영농의 경우 무인방제 및 운반시스템의 수요는 상대적으로 젊고, 시설 규모가 크며, 교육수준이 높은 계층에서 우선적으로 나타나고 있다.
13. 방제비용은 시설오이 125,937원, 시설토마토 67,528원, 시설참외 64,879원, 시설호박 52,148원, 시설고추 51,470원, 시설상추 16,598원으로 나타났다.
14. 경영비중 방제비중은 시설참외 4.7%, 시설오이 2.7%, 시설토마토 2.5%, 시설호박 2.5%, 시설고추 1.8%, 시설상추 1.6%로 나타났다.
15. 밧데리카식 무인방제 및 운반시스템의 개발은 관행대비 노동절약효과 27%

뿐만 아니라 노동의 고통을 크게 경감(소모 cal 환산 38% 경감기대)시키므로 힘든 농업노동중에서도 가장 기피하는 하우스내의 작업조건을 혁신적으로 개선할 것으로 분석됨.

16. 1차적으로 농약중독 등으로 부터의 건강보호와 농업노동의 편의성 제고를 위한 시설개발이 필요하며, 또한 기존 영농방법보다 생산비를 경감할 수 있는 경제적 요건을 만족하는 다목적 장비개발이 요구된다.

17. A.H.P 의사결정기법의 응용모형에 의해 결정된 본 시스템은 선택가능한 대안 72가지(「제2단계」 메카니즘의 대체안 변수 분류 참조)중에서 선택된 최종대안은 투하자본효율성지표가 상대적으로 가장 높은 단계별 부문별 대안들의 체계이다. 즉,

주행유도방식 : 고정경로방식(기계식)
 주행장치대안 : Wheel Type
 방 제 장 치 : 양액탱크탑재식
 분무관 대 안 : 평면, 입목살포식
 양액탱크장치 : 착탈식

으로 구성되는 「 $X_{i3}^b + X_{r1}^b + X_{m2}^p + X_{l2}^p + X_{s1}^p$ 」 식 시스템을 선정하여 제작하였다.

18. 시설 토마토의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 현재 10a당 노동투하량을 (10.6~15.3%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 289,600~418,400원을 절감할 수 있는 기대 효과가 있다.

19. 시설 오이의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 10a당 노동투하량을 (9.4~13.5%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 272,800~390,400원을 절감

할 수 있는 기대효과가 있다.

20. 시설 참외의 생력 및 소득 기대효과는 관행에 비해 10a당 노동투하량을 (7.2~10.8%)절감할 수 있는 가능성과 생산비를 193,200~291,200원을 절감할 수 있는 기대효과가 있다.
21. 작업효율면에서 관행방식에 비해 약 3.7배 가량 높은 것으로 나타나 생력 효과가 뛰어나며, 경제성면에서 기존 방제기의 27% 수준으로 분석되어 경제적 효율성이 높은 것으로 평가되었다.
22. 무인주행 및 제어장치를 이용하여 보다 안전한 방제가 가능하며 방제이외의 각종 작업에 이용되어 다양한 편의성을 제공해 주는 것으로 평가되었다.
23. 탑재 탱크의 크기가 80ℓ 용량이므로 기존농가에서 가장 많이 보급되어 있는 200평 규모의 하우스에 매우 적합하여 한국적 무인 방제기로 평가될 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) 중원사자동차연구회, 자동차공학, 중원사, pp.5-2~5-9, 1982
- 2) 이병일, 문원, 시설원예, 한국방송통신대학출판부, pp.229-441, 1991
- 3) 농촌진흥청 농업기계화연구소, '91심포지엄발표문 「시설농업 기계화 현황과 발전방향」, 1991
- 4) 농촌진흥청, '92전업농가교육교재 「시설채소의 자동화」, 1992
- 5) 농촌진흥청 원예시험장 한국시설원예연구회, '92심포지엄발표문 「시설원예에 있어서 고효율 생산 시스템에 관한 심포지엄」, 1992
- 6) 최영모, 「비닐하우스의 자동화」, 한국원예기술정보센터, 1993
- 7) 김충실, 김태균, “무역개방시대의 소비자 의향과 수입 및 국산 농산물 수요 예측”, 「1993년도 하계학술발표대회논문집」, 한국농업경제학회, pp. 87~123. 1993
- 8) 경상대학교 농과대학 부설 시설원예연구소 「시설원예 연구」, Vol. 1, 1994
- 9) 김충실, “개방이후의 농업·농가경제의 비전 및 대응방안개발을 위한 다목표의사결정”, 농촌진흥청, 1995
- 10) 영남농업시험장 30주년 기념 심포지엄, 환경보전형 저에너지 요구농업기술 개발전략 심포지엄 발표요지, 영남농업시험장 pp23~73, 1995
- 11) 농촌진흥청 농어촌연구원, 연구보고서 제출문 「원예시설의 구조안전기준(안)」, 1995
- 12) 김충실, 이순석, “대구지역 주민의 수입농산물 소비의향과 UR대응 홍보전략 연구”, 「농업정책연구」, 제22권 제2호, 한국농업정책학회, pp.67~91, 1995
- 13) 농촌진흥청, 「작목별 작업단계별 노동력 투하시간」, p.189, 1996
- 14) 과학기술처 한국기계연연구원 「소식물체 생산자동화 기술개발(1)」, 1996

- 15) 류관희, 조성인, 황현, 최중선 공역, 「생물생산을 위한 지능로봇공학」, 문운당, 1996
- 16) 중앙공업(주), 무인방제기취급설명서
- 17) 유병기의 “시설하우스용 일륜전동방제기 개발”, 한국농업기계학회 1997년도 학계 학술대회 논문집, pp.65-75, 1997
- 18) 농촌진흥청 원예연구소, 「시설원예 생산비용 절감기술」, pp.150~152, 1998
- 19) 한국농업기계학회, 「농업기계연감」, pp.48~67, 1998
- 20) Amemiya, Takeshi, "Qualitative Response Models ; A Survey", Journal of Economic Literature, Vol. 29, pp.1483~1536. 1981
- 21) Lin, Justin Yifu, "Education and Innovation Adoption in Agriculture : Evidence from Hybrid Rice in China", American Journal of Agricultural Economics, Vol.73, pp.713~723. 1991
- 22) Badford Bates, Electric Vechicles -A Decade of Transition, Society of Automotive Engineers, Inc. pp 13-289, 1992
- 23) Thomas D. Gillespie, Fundanmentals of Vechicle Dynamics , Society of Automotive Engineers, Inc., 1992
- 24) Dables J. R. etc., Vechicle Electronics Meeting Society's Needs: Energy, Environment, Safety, Proceedings of the 1992 Internal Congress on Transportation Electronics, Society of Automotive Engineers, Inc. pp3171-224, 1992, 1993
- 25) David Olds, Automotive Trasmissions and Drivelines , Society of Automotive Engineers, Inc. pp 37-148, 1993
- 26) J. Y. Wong, Theory of Ground Vechicle (Second Edition) , John Wiley & Sons, Inc., 1993

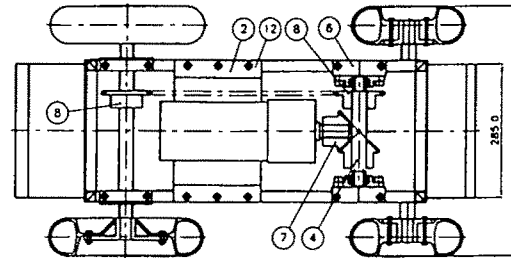
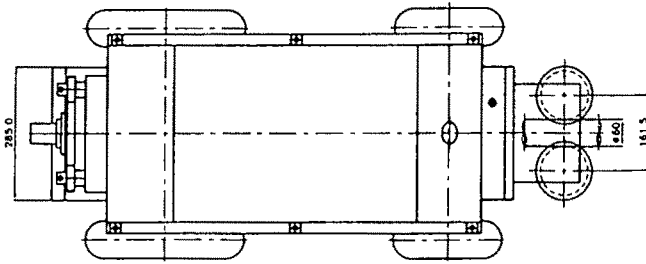
- 27) Maddala, G. S., "Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics", Econometric Society Monographs, No. 3, Cambridge University Press, 1983.
- 28) James William Fitch, "Motor Truck Engineering Handbook", Society of Automotive Engineers, Inc., 1994
- 29) Stackpoole L. Morrison M. Gregory A., Electronics for Motor Mechanics, Longman Ltd. pp133-333, 1995
- 30) SAE International, "New Developments in Vehicle Dynamics, Simulation, and Suspension Systems", Society of Automotive Engineers, Inc., 1995
- 31) Mohan, Undeland, Robbins, "Power Electronics", John Wiley & Sons, Inc., 1995
- 32) Les Stackpoole, Mal Morrison, Alan Gregory, "Electronics for Motor Mechanics", Longman Australia Pty Ltd., 1995
- 33) Ronald Jurgen, "Automotive Electronics Handbook", McGraw-Hill, Inc. 1995
- 34) Paul C. Krause, Oleg Wansynczuk, Scott D. Soudhoff, "Analysis of Electric Machinery", IEEE Power Engineering Society, 1995
- 35) Richard H. Engelmaun, William H. Middendorf, "Motore Handbook", Marcel Dekker, Inc., 1995
- 36) 齒村光雄, 増田正三外, 新版農業機械學, 朝倉書店, pp87-95, 1980
- 37) 橋本康, グリーンハウス・オートメーション, 養賢堂, pp76-131
- 38) キャバ工業株式會社編, 自動車の操舵系と操安性, 山害堂
- 39) 中村 宏, 渡部 一郎 共著, 生物と電子工学, 山害堂
- 40) 篠原義近, 電気自動車の時代, 讀賣新聞社, pp224-235, 1991

- 41) 清水浩、 電気自動車のすべて、日刊工業新聞社, pp17-178, 1992
- 42) 御堀直嗣, 快走・電気自動車レーシング、オーム社, pp59-135, 1995
- 43) 有光(アリミシ)工業株式会社, アリミシオートスプレーカ 取扱説明書
- 44) (株)丸山製作所, 丸山シャトルスプレーカ取扱説明書
- 45) 李東正, 野菜の栽培技術, 誠文堂新光社, pp82-93, 136-471, 1987

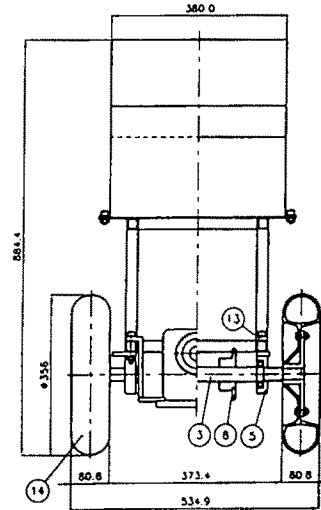
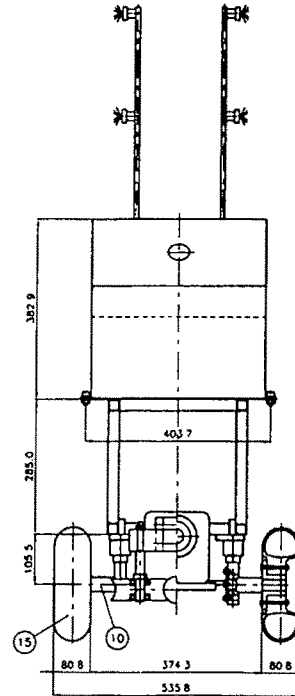
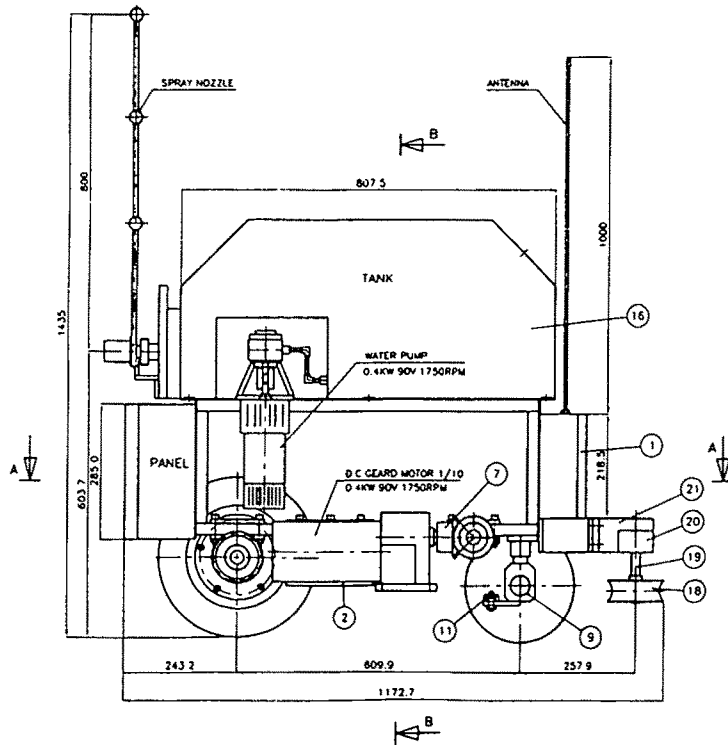
부 록

시설원예용 밧데리카식 무인방제 시스템 설계 도면

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED



SECTION: A-A



SECTION: B-B

NOTE.

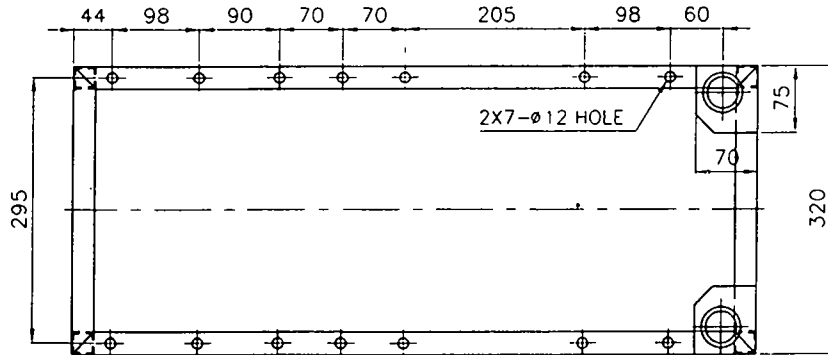
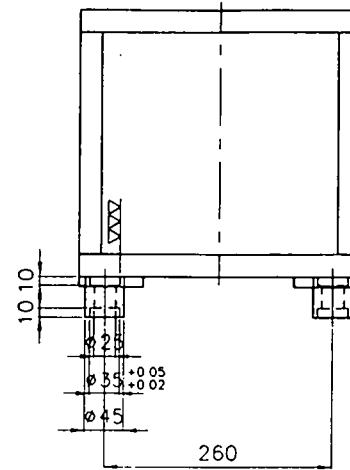
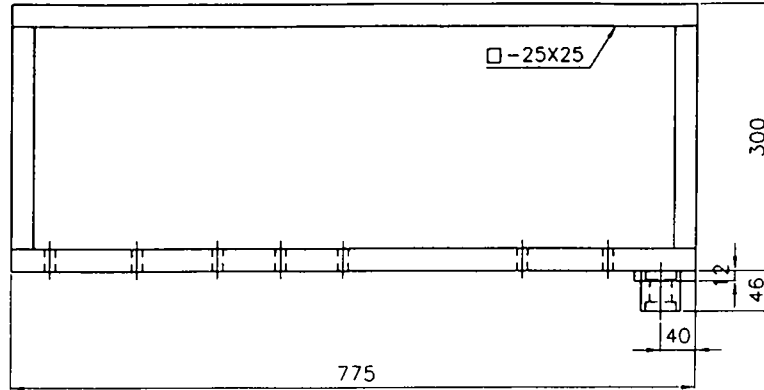
구동방식 - 기구식
 수평속도 - 1.5Km - 3.5Km/h
 저장용량 - 80l
 표시범위 - 수평 : 3.6m, 수직 : 0.8m

NO	DESCRIPTION	SPEC	OTH MATERIAL	REMARK
	CUSTOMER			경주대학교 농기계 연구
	PROJECT			
	TITLE			대역차 손안 관류기
	ITEM			ASSEMBLY
	DWG NO			8H-001

DRWING NO :

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

① ▽ (▽▽▽)



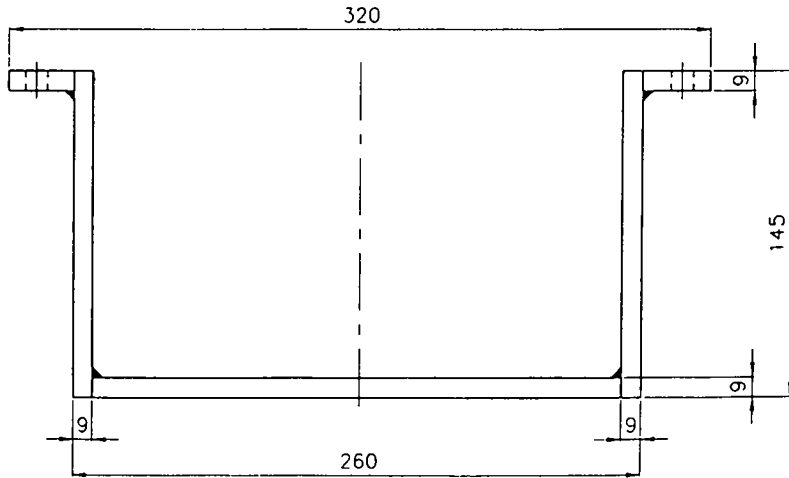
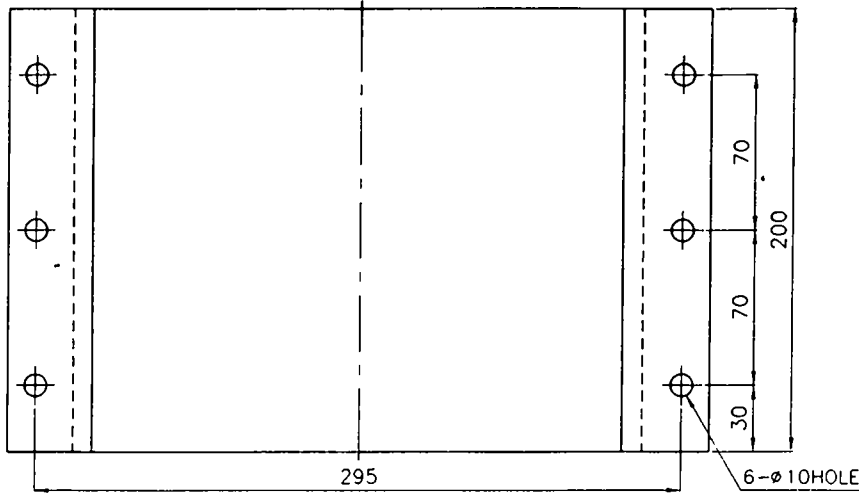
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
1	FRAME		1	SS41	
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
TITLE		다목적 은반 본무기			
ITEM		FRAME			
JOB NO		DWG NO.		HN-002	

DRAWN	SCALE 1/5
DESIGN	DATE OF DRP 97.6.25
CHECKED	DATE OF ISSUE
APPROVED	

DRAWING NO :

② ▽

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				



NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
2	BASE FRAME		1	SS41	

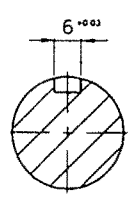
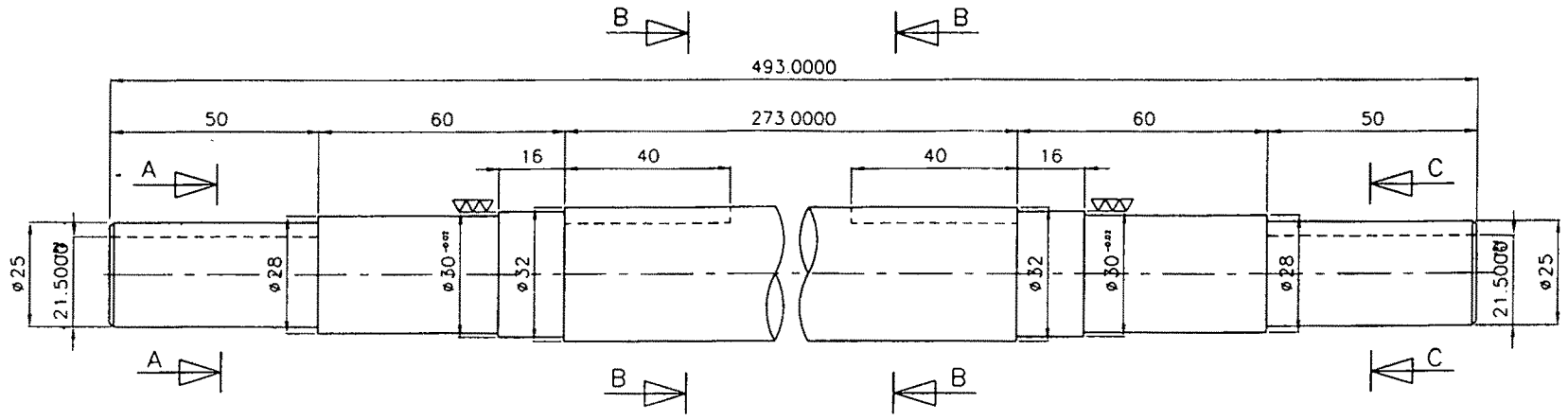
CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과	
PROJECT		
TITLE	다목적 온반 본무기	
ITEM	----- BASE FRAME -----	
DWG NO.	HN-003	

DRAWN	SCALE 1/2
DESIGN	DATE OF ORIP 97'6.25
CHECKED	DATE OF ISSUE
APPROVED	
JOB NO	

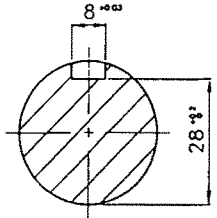
DRAWING NO.

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				

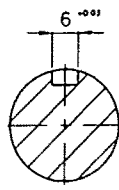
3 (▽ (▽▽))



SECTION : A-A



SECTION : B-B



SECTION : C-C

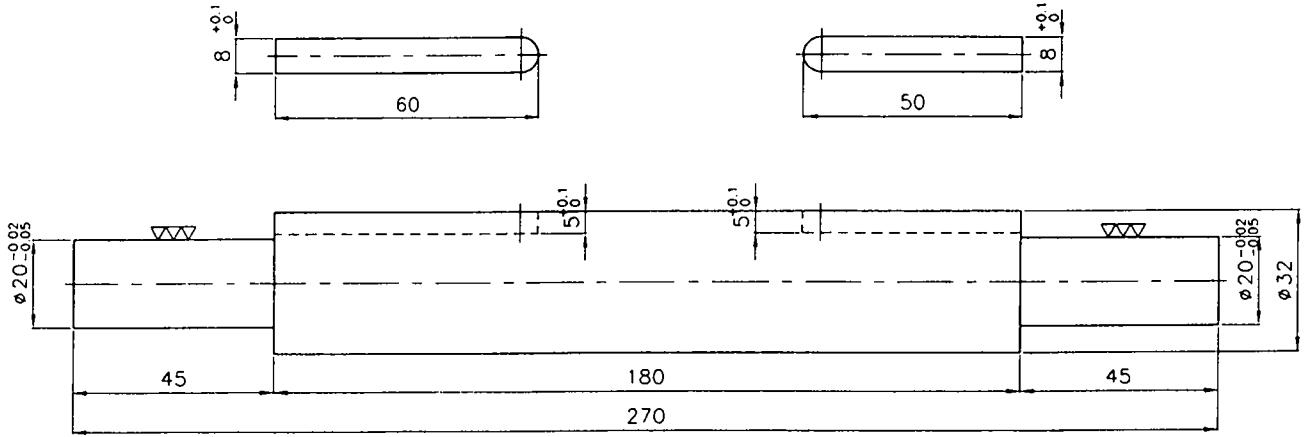
3	SHAFT		1	S45C	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

DRAWN		SCALE 1/1	CUSTOMER 경북대학교 농기계 학과		
DESIGN		DATE OF ORIP 97.6.25	PROJECT		
CHECKED		DATE OF ISSUE	TITLE 다목적 은반 본무기		
APPROVED			ITEM SHAFT		
JOB NO		DWG NO.	HN-004		

DRAWING NO.

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

④ $\nabla \nabla (\nabla \nabla \nabla)$

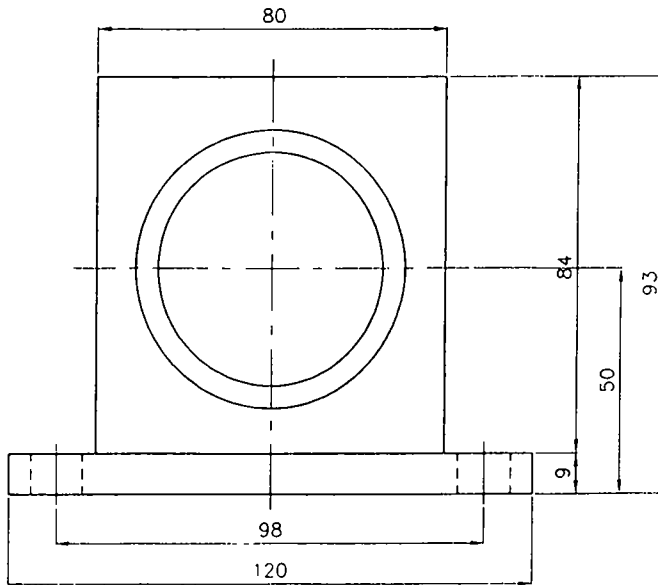
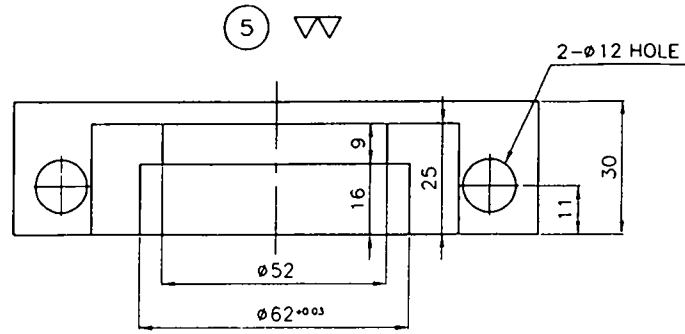


- 96 -

4		SHAFT	1	S45C	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE 다목적 은반 본무기			
DESIGN	DATE OF DREP 97.6.25	ITEM SHAFT			
CHECKED	DATE OF ISSUE				
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-005			

DRAWING NO :

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				



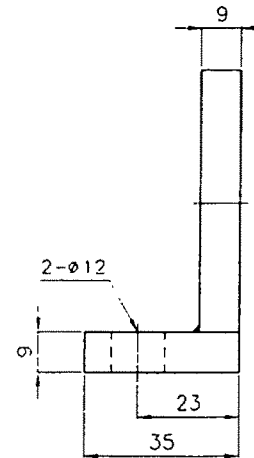
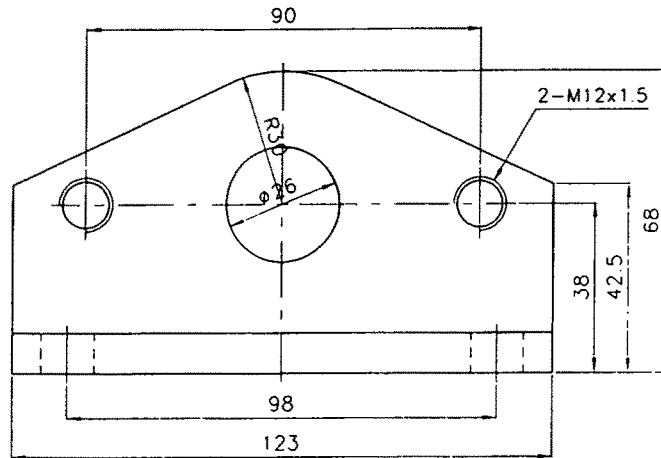
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
5	BRACKET		2	SS41	
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
TITLE		다목적 은반 본무기			
ITEM		BRACKET			
JOB NO		DWG NO.		HN-006	

DRAWN	SCALE 1/1
DESIGN	DATE OF PREP 97.6.25
CHECKED	DATE OF ISSUE
APPROVED	

DRAWING NO.

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

⑥

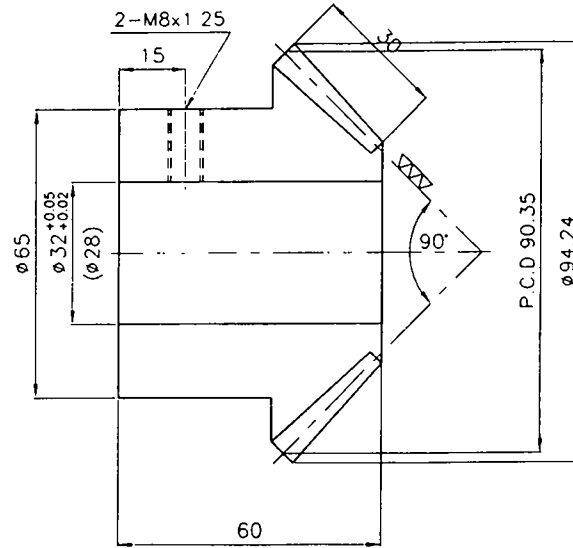


6	BRACKET		2	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE			
DESIGN	DATE OF DRWG 97.6.25	다목적 은반 분무기			
CHECKED	DATE OF ISSUE	ITEM			
APPROVED		BRACKET			
JOB NO	DWG NO.	HN-007			

DRAWING NO.

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

⑦ ∇∇ (∇∇∇)



BEVEL GEAR	
모듈	3
잇 수	30
피치원 지름	90.35

NOTE

1. 1EA는 (φ28)로 가공 맞것

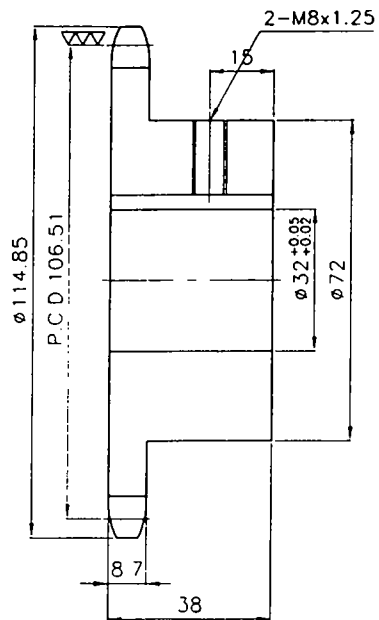
8	BEVEL GEAR		2	S45C	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

		CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과		
		PROJECT			
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE	다목적 은반 본무기		
DESIGN	DATE OF DREP 97.6.25	ITEM	BEVEL GEAR		
CHECKED	DATE OF ISSUE				
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-009			

NO :
DRAWING

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

⑧ (▽ (▽▽))

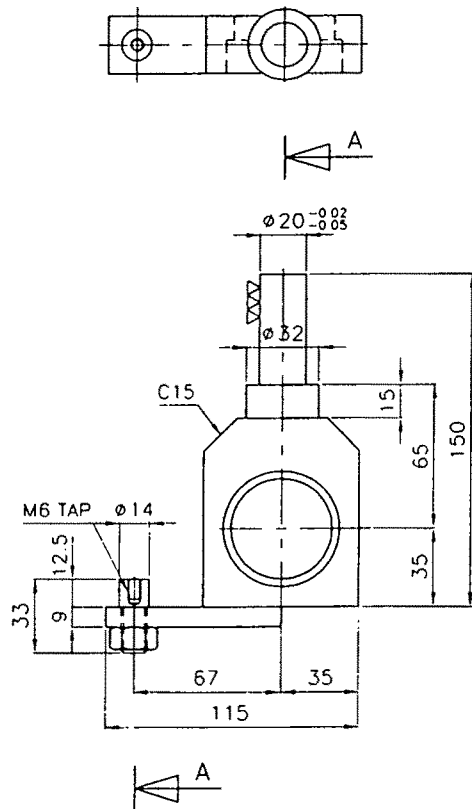


8	SPROCKET		2	S45C	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

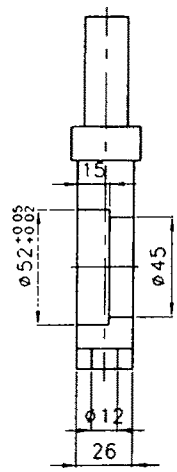
		CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과		
		PROJECT			
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE	다목적 은반 본무기		
DESIGN	DATE OF ORIP 97.6.25	ITEM	SPROCKET		
CHECKED	DATE OF ISSUE				
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-009			

DRAWING NO. :

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				



9 (▽ (▽▽))



SECTION : A-A

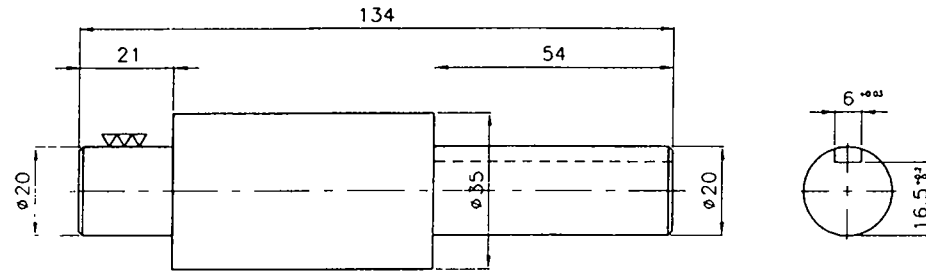
9	JOINT		2	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

DRAWN		SCALE 1/2	CUSTOMER 경북대학교 농기계 학과		
DESIGN		DATE OF DESP. 97.6.25	PROJECT		
CHECKED		DATE OF ISSUE	TITLE 다목적 은반 본무기		
APPROVED			ITEM JOINT		
JOB NO		DWG NO.	HN-010		

DRAWING NO.:

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				

⑩ ∇ (∇ ∇)



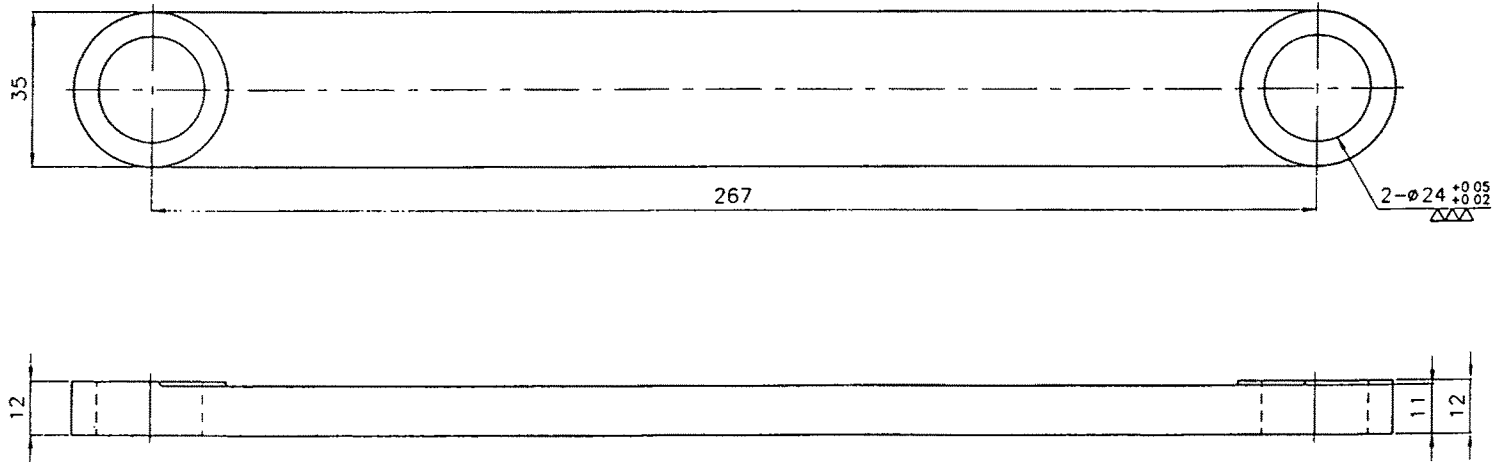
10	SHAFT		2	S45C	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
	CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과			
	PROJECT				
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE	다목적 은반 본무기		
DESIGN	DATE OF ORG. 97.6.25	ITEM	SHAFT		
CHECKED	DATE OF ISSUE		-----		
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-011			

A3 (420x297)

DRAWING NO

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

⑪ ∇(∇∇)



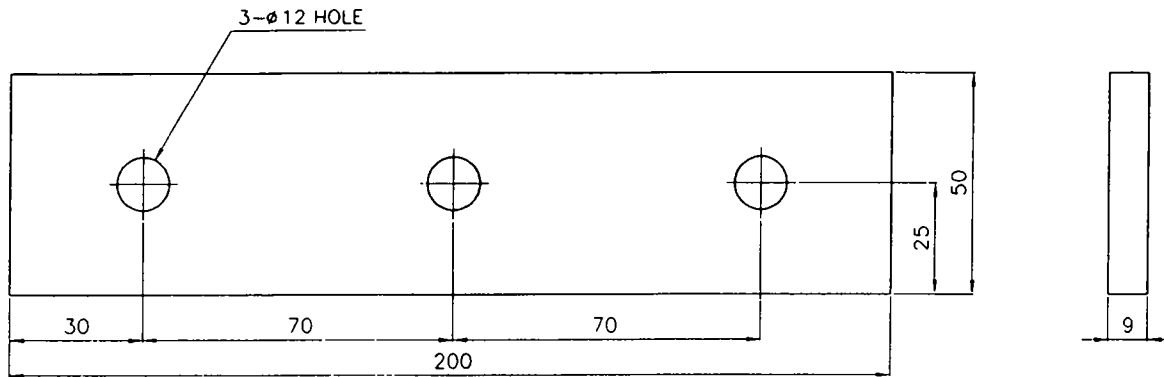
11	RINK		1	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE	다목적 은반 분무기		
DESIGN	DATE OF DRG 97.6.25	ITEM	RINK		
CHECKED	DATE OF ISSUE				
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-012			

DRAWING NO :

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

⑫ ▽

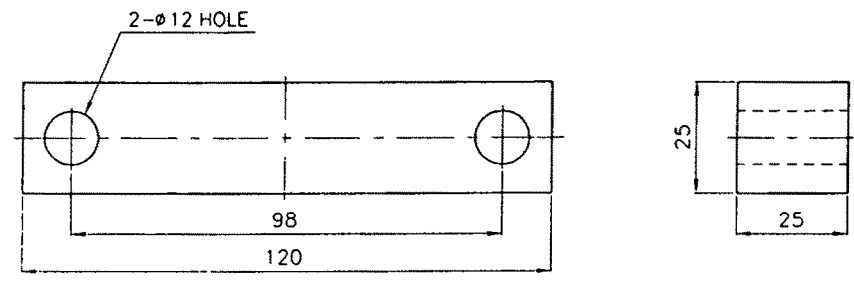


12	PLATE		2	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE 다목적 은반 본무기			
DESIGN	DATE OF DRIP 97.6.25	ITEM PLATE			
CHECKED	DATE OF ISSUE				
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-013			

ON
DRAWING

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				


13 ▽▽

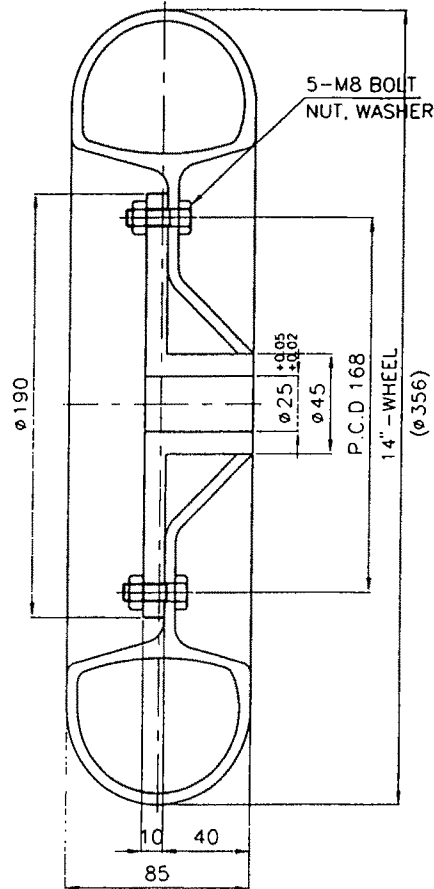


-105-

13	BLOCK		4	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
	CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과			
	PROJECT				
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE	다목적 은반 본무기		
DESIGN	DATE OF DREW 97.6.25	ITEM	BLOCK		
CHECKED	DATE OF ISSUE				
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-014			

ON
DRAWING

14 



NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
1				
2				

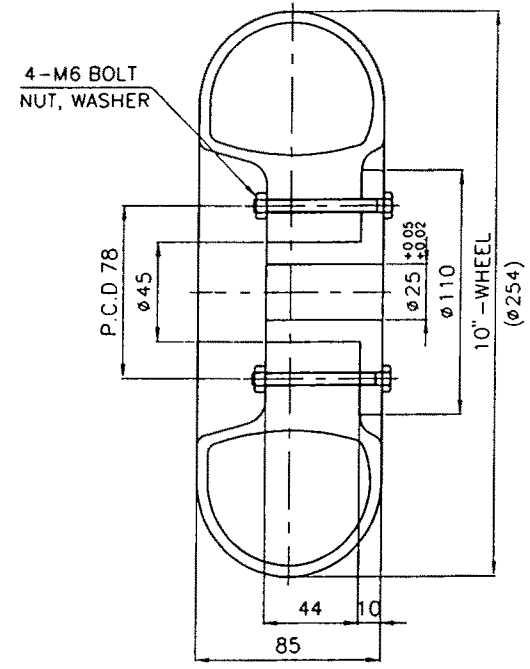
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
14	WHEEL		2	SS41+RUBBER	

DRAWN		SCALE 1/2	CUSTOMER		
DESIGN		DATE OF ORIP. 97.6.25	경북대학교 농기계 학과		
CHECKED		DATE OF ISSUE	PROJECT		
APPROVED			TITLE		
JOB NO		DWG NO.	다목적 은반 분무기		
			ITEM		
			WHEEL		
			HN-015		

ON :
DRAWING

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△1				
△2				

15

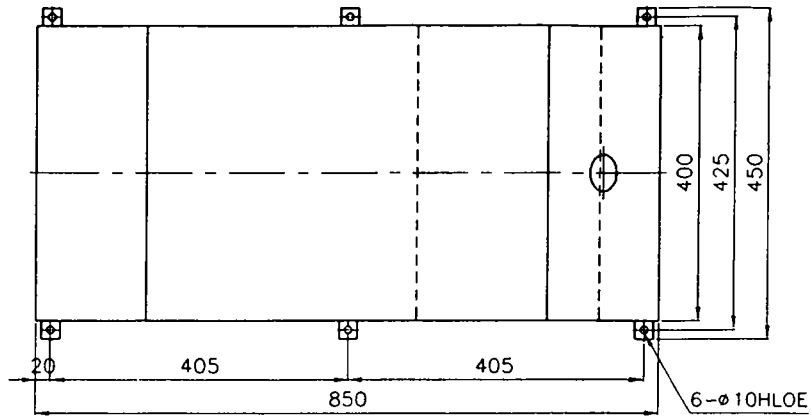


- 107 -

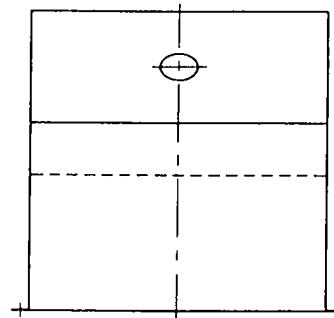
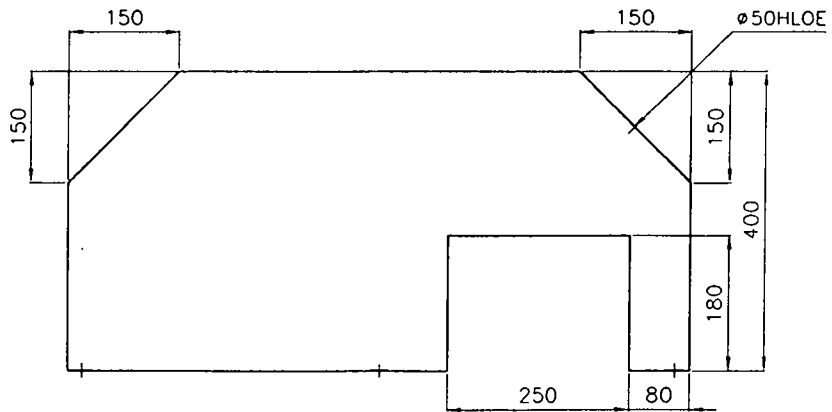
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
15	WHEEL		2	SS41+RUBBER	
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
TITLE		다목적 은반 본무기			
ITEM		WHEEL			
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-016			

DRAWING NO :

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				



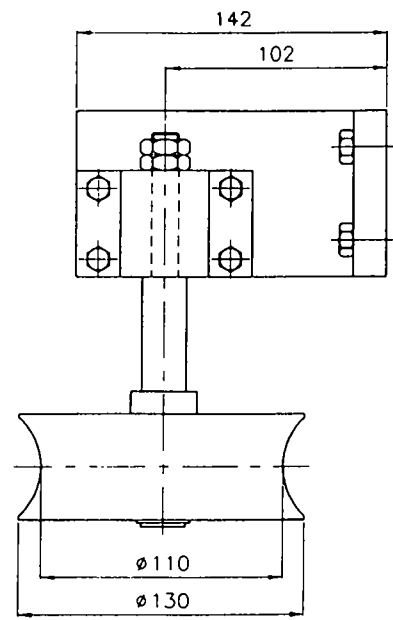
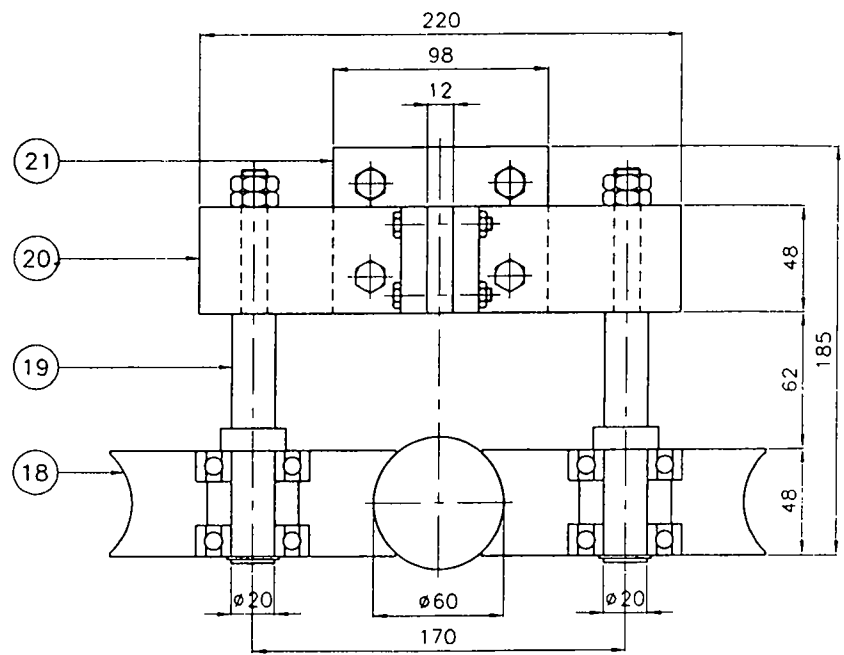
16 ▽



16	TANK	t1	1	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
DRAWN	SCALE 1/6	TITLE			
DESIGN	DATE OF ORDER 97.6.25	다목적 은반 분무기			
CHECKED	DATE OF ISSUE	ITEM			
APPROVED		TANK			
JOB NO	DWG NO.	HN-017			

ON
DRAWING

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				



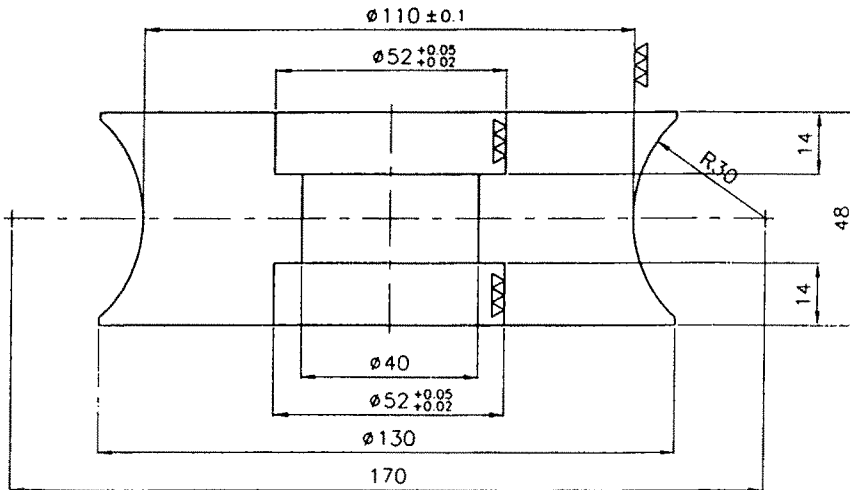
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
21	BRACKET		1	SS41	
20	BRACKET		2	SS41	
19	SHAFT		2	S45C	
18	ROLLER		2	S45C	

DRAWN		SCALE 1/2	CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과	
DESIGN		DATE OF ORIP 97.6.25	PROJECT		
CHECKED		DATE OF ISSUE	TITLE	다목적 은반 분무기	
APPROVED			ITEM	GUIDE ASS'Y	
JOB NO			DWG NO.	HN-018	

ON
DRAWING

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

⑬ ∇∇(∇∇∇)



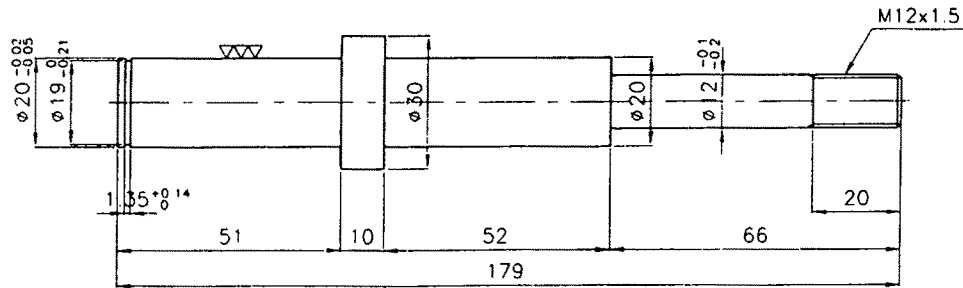
18	ROLLER		2	S45C	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

		CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과		
		PROJECT			
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE	다목적 은반 본무기		
DESIGN	DATE OF ORIP 97.6.25	ITEM	ROLLER		
CHECKED	DATE OF ISSUE				
APPROVED					
JOB NO		DWG NO.	HN-019		

ON :
DRAWING

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
①				
②				

①9 ∇∇(∇∇∇)



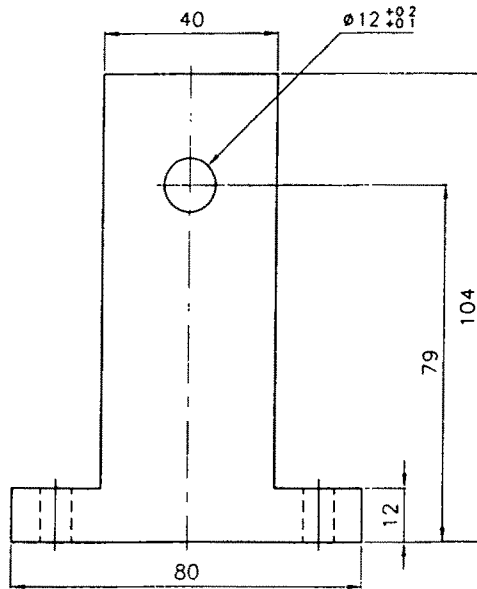
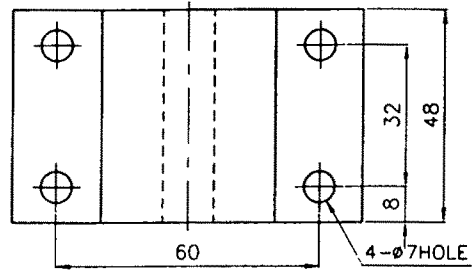
- III -

19	SHAFT		2	S45C	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK
	CUSTOMER	경북대학교 농기계 학과			
	PROJECT				
	TITLE	다목적 운반 본무기			
	ITEM	SHAFT			
	DWG NO.	HN-020			

DRAWN	SCALE 1/1
DESIGN	DATE OF ORIP. 97.6.25
CHECKED	DATE OF ISSUE
APPROVED	
JOB NO	

DRAWING NO. :

20



NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
1				
2				

20	BRACKET		2	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

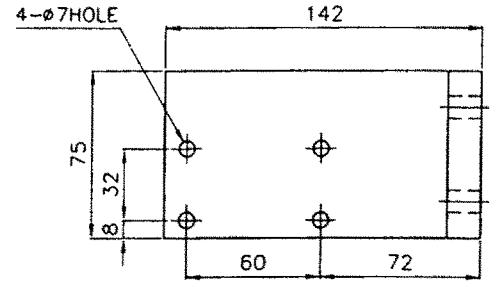
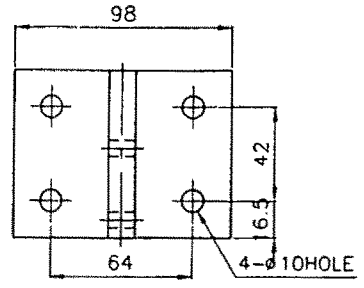
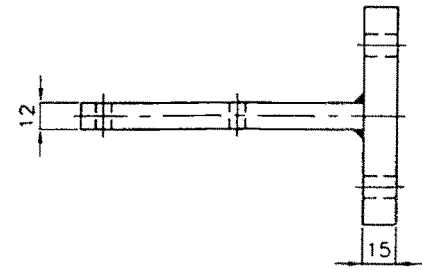
CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
DRAWN	SCALE 1/1	TITLE	다목적 은반 분무기		
DESIGN	DATE OF DRGP 97.6.25	ITEM	BRACKET		
CHECKED	DATE OF ISSUE		-----		
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-021			

A3 (420x297)

DRAWING NO.

NO	DATE	REVISION & DESCRIPTION	SIGNATURE	
			REVIEWED	CHECKED
△				
△				

(21) ∇∇



21	BRACKET		1	SS41	
NO	DESCRIPTION	SPEC	Q'TY	MATERIAL	REMARK

CUSTOMER		경북대학교 농기계 학과			
PROJECT					
DRAWN	SCALE 1/2	TITLE	다목적 온반 본무기		
DESIGN	DATE OF DRP 97.6.25	ITEM	BRACKET		
CHECKED	DATE OF ISSUC		-----		
APPROVED					
JOB NO	DWG NO.	HN-022			