

최 종
연구보고서

**시설원예의 생력화를 위한
무인자동작업장치 개발**

The Development of a manless working system
for labor-saving of controlled horticulture

연 구 기 관
파 루 (주)

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “시설원예의 생력화를 위한 무인자동작업장치 개발” 과제
(세부과제 “무인자동작업장치 개발”)의 최종보고서로 제출합니다.

2003 . 8 . 29 .

주관연구기관명 : 파 루 (주)
총괄연구책임자 : 강 문 식
연 구 원 : 이 범 선
연 구 원 : 박 상 용
연 구 원 : 김 용 성
협동연구기관명 : 성균관대학교
협동연구책임자 : 이 대 원

요 약 문

I. 제 목

시설원예의 생력화를 위한 무인자동작업장치개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

노동 집약적이던 농업은 급속한 기계화로 인하여 노동력의 절감은 여러 분야에서 이루어지고 있지만, 농업은 수익성이 높지 않아 여전히 사람들이 노동을 기피하는 산업의 하나이다. 온실 자동화는 특용 작물 등의 고부가가치 상품을 중심으로 발전하고 있다. 대부분의 기계 및 공정은 점차적으로 무인자동화로 발전되고 있으며, 작업의 편리성을 강조하고 있다. 앞으로의 농업기계는 무인자동화 시스템의 도입으로 인하여 누구나 손쉽게 작업설정을 하고 기계 스스로 원활하게 작업을 수행할 수 있도록 개선되어야 한다.

본 연구에서 구동장치는 무인 자율 주행 시스템을 이용하였다. 시설원예에서 소요되는 노동력 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것이 방제 및 수확작업이다.

본 연구의 목적은 살수, 방제 및 흡입을 할 수 있는 것이다. 흡입기능은 송풍, 광합성 촉진을 위해 미기상 조절(송풍) 및 해충 퇴치(흡입)을 할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 최근 전기전자기계 기술을 기본으로 하는 메카트로닉스기술을 이용하여 시설원예의 생력화를 위한 무인자동작업장치 개발을 목적으로 하고 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 시설원예의 생력화를 위한 살수장치, 송풍 및 흡입장치를 개발하여 무인자동작업장치를 설계, 제작하였다. 무인자동작업장치를 이용한 현장실험 결과 양호한 결과를 얻었다. 그러나 개발한 무인자동작업장치를 현장에 보급하거나 상품화하기 위해서는 소형으로 제작하여야만 온실에서 수용이 가능할 것으로 판단된다. 본 연구의 개발 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1. 무인자동작업장치

가. 무인자동작업장치의 크기는 W×L×H를 6.0×1.0×2.0m로 하여 설계하였다. 높이의 경우 재배 환경에 따라 1.2~2.0m까지 조정할 수 있도록 하였다.

나. 무인자동 작업 시스템은 모터의 제어에 용이한 AC서보 모터를 이용하였다. 모터의 구동은 PC로 직접 제어하는 방법과 RAM을 이용한 원칩제어의 두 가지 방법이 있다. 본 연구에서는 구동부의 활동성을 극대화하기 위하여 원칩 제어 방법을 이용하였다.

다. 자동주행기능을 수행하기 위하여 모터 구동은 프로그램을 이용하여 제어하고자 하였으며, 센서를 장착하여 입력 값을 얻었다.

라. 살수, 방제기능은 관수, 적은 농약살포(정전대전) 및 기능수 살수를 할 수 있도록 하였고, 작업시스템의 송풍, 흡입기능은 광합성 촉진을 위한 미기상 조절(송풍) 및 해충 퇴치(흡입)을 할 수 있도록 하였다.

마. 운반기능은 수확한 수확물 및 온실내의 작업도구의 이동을 할 수 있으

며, 작동 중 작업자의 안전을 위하여 인체감지 기능을 가지고 동작할 수 있도록 하였다. 기능장치 교체기능은 사용자의 요구에 따라 교체가 가능하고 작업 공정에 의한 기능장치에 의해 교환할 수 있도록 하였으며, 온실내부 이동, 온실 동간의 이동 및 높이조절이 가능하게 하여 3차원 이동을 할 수 있도록 하였다.

바. 주행부는 시설내에서 작업기의 이동을 위해 바닥에 레일을 설치하여 움직일 수 있도록 구성하였다. 바퀴는 모두 4개로 구성되며, 구동을 위한 동력은 기어드 모터를 사용하여 기어를 이용해 직접 연결하였고, 좌·우 모두 한쪽에 만 동력이 전달되도록 하였다. 주행 중 레일 위에 이물질이 있을 경우 이를 제거하기 위해 스크레이퍼를 앞·뒤로 장착하였다.

사. 주행부의 제어를 위해서 바퀴 상단에 빔센서를 장착하여 레일상의 이물질 및 작업기 앞·뒤로 작업자가 있을 경우 감지할 수 있도록 하였다.

아. 메인부는 디자인과정이 쉽고 수정이 용이하며 사용이 간편한 비주얼 베이직을 사용하였고, 모터 구동부의 경우에는 하드웨어 포트 입출력이 용이하고 처리속도가 빠른 C++ 을 사용하였다.

2. 초화류 재배실험

가. 초화류 5종에 대해 재배실험을 실시하였다. 공시품종으로는 페츄니아(Dreams blue), 메리골드(Boy yellow), 콜레우스(Highway gold), 임파첸스(Java orange), 셸비어(Vista red) 등 5개 품종으로 재배실험을 하였다.

나. 농가에서 실시하는 인력에 의한 두상관수 처리를 대조구(Hand spray)로 하여 관수방법에 있어 대조구와 무인자동작업장치를 이용하여 1일 2회 및 3회

관수를 하는 자동관수 2회 처리구, 자동관수 3회 처리구를 비교하였다.

다. 무인작업장치에 부착된 송풍장치를 이용하여 송풍세기에 따라 바람 무처리구(NW), 고속송풍 처리구(HW) 및 저속송풍 처리구(LW)를 복합하여 실시하였다.

라. 인력두상관수 처리구가 전반적인 생육의 부진을 나타냈으며, 자동관수 처리구중 송풍을 하지 않은 무풍처리구에서 초장 및 엽면적이 높은 것으로 나타났다.

3. 과채류 재배실험

가. 개발된 무인작업장치를 이용하여 과채류 3종에 대해 재배실험을 실시하였다. 공시품종으로는 오이(품종명 : 청낙합), 토마토(품종명 : 노크산마루), 고추(품종명 : 녹광) 등 3개 품종으로 재배실험을 하였다.

나. 초장의 경우 고속송풍에 의한 초장의 억제효과가 어느정도 나타났으나 유의성을 보이지는 않았으며, 줄기 지름도 특별한 차이를 나타내지는 않았다. 엽면적과 줄기 한마디의 평균 길이에 있어서 송풍에 따른 억제효과가 나타났으나 관수횟수에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다.

다. 엽면적은 초장의 반응과 유사한 반응을 나타냈다. 전체적으로 엽면적은 100~160cm² 정도였으며, 유의차는 없으나 송풍속도에 의해 억제되는 현상이 보였다.

라. 관수횟수에 따른 처리간 유의차를 나타내지 않았으나 3회관수 처리구의 경우 송풍속도가 강할수록 줄기의 지름이 두꺼워지는 경향을 나타냈다.

마. 송풍에 따른 반응에 있어서는 다른 식물의 경우 송풍에 의해 초장이 억제되고 지름이 두꺼워졌다. 고추 초장의 억제는 약간 나타났으며 지름이 두꺼워지지 않고 더 가늘어지는 경향을 나타냈다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

본 연구에서는 무인자동작업장치를 개발하였다. 살수, 송풍 및 흡입장치가 현장 실험을 통하여 만족한 결과를 얻었다. 그러나 현장보급 및 상품화를 위해서는 소형으로 개발하여야 할 것이다. 본 연구에서 개발한 내용을 토대로 하여 작업환경에 적합한 크기로 설계 및 제작을 해야 할 것으로 판단된다.

SUMMARY

I . TITLE

The Development of a manless working system for labor-saving of controlled horticulture.

II . Objectives and importance of development

Because of a rapid growth of mechanization, a shortage of a labor intensive agriculture manpower is realized in various fields, but people are still evade the industry as it's gain is not so good. The automation of greenhouse has developed on the highly additional worth like a special used farm product. Most of a apparatus and construction are gradually developing facing a manless working. Also convenience of working are emphasized. By introduction of a manless working system, agriculture instrument should be improved that every men could be setting up the working and accomplished by itself without a hitch.

On this study a manless driving system be used. and almost of a labor intensive in controlled horticulture are used in control and a harvesting.

The purpose of this study is development of the system that could be a watering, inhalation and control. The function of inhalation is to exterminate vermin and control microclimate for a air blower and hastening the photosynthesis. For this, the purpose of this study is the development of a manless working system for labor-saving of controlled horticulture using the mechatronic techniques based on new electric and electromagnetic machinery.

III. Contents of development

On this study a watering equipment, a air blower and inhalater for labor-saving of controlled horticulture were developed. and a manless working system was designed and producted. The result in the field test using a manless working system was so good. But It is judged that it should be producted in miniature because of its a commercial scale and supply to the fields. The materially development contents of this study is as following.

1. A manless working system

A. The size of a manless working system was designed by $6.0 \times 1.0 \times 2.0\text{m}$. and the height should be controlled by $1.2 \sim 2.0\text{m}$, according to its cultivation surroundings.

B. A manless working system uses the AC servo motor. The driving of motors has 2 kinds of methods. One is direct controlling method using PC and the other is one chip controlling method using RAM. On this study we used one chip controlling method for extreme of the activity of driving part.

C. For a accomplishment of automatic moving function, the motor moving was controlled by program and gained input values by sensor working.

D. The watering and control function could be sprinkle a little agricultural medicines. also a inhalation and ventilation of the working system could be exterminate vermin and air blowing for hastening the photosymthesis.

E. The transportation function of a manless working system should transport the harvest and a working tool in the greenhouse. And it should operated for worker's safety by the human body sensing ability. The replacement ability of equipments should be replaced on user's demand. and it should coltroll the height between the greenhouse's interior and space.

F. The moving part should be shifted set to rail on the bottom of on the greenhouse for movement of the working equipment. The power for movement uses geared motor and should be delivered only one part of left and right parts. If other materials are on the rail on it's moving statement, the scraper should be installed on the front and the rear.

G. For a controlling of moving part, the beam sensor installed on the wheel and it should be sensing other materials and workers near the system.

H. The main control part of the system used the visual basic 6.0 because of it's a simple adjustment and usefulness. and the motor moving part of the system used the visual C++6.0 because of a simple input/output of hardware port.

2. The plant cultivation test.

A. We had been a cultivation test on five kinds of the plant. It's every name are dreams blue, boy yellow, highwat gold, java orange and vista red.

B. The test used a hand spray which is a hand irrigated process by farmhouse workers and a manless working system. and it was compared twice automatic irrigated and third automatic irrigated per day.

C. We performed that using the ventilation product, attached to a

manless working system, and it was performed to be changed its force of wind that non-process, a lower speed process and a high speed process.

D. Hand irrigated processing has problem that general depression of leaves' growth, and windless processing has been treated none ventilation in automatic irrigated processing has plant height and big size of leaves

3. Fruit vegetables cultivation test.

A. Development of a manless working system has used a test of cultivation in three sorts of fruit vegetables. Varieties is three sorts of fruit vegetables, there is a cucumber, a tomato ,a pepper.

B. There is effect of a plant height's suppression but has no similarity and no special difference of the stem's diameter. There is a effect of suppression, according to ventilation, of size of leaves and average length of a knar but there is no large difference of the number of watering.

C. Response of leaves' size is similar to but there is a phenomenon of suppression according to velocity of ventilation. Mostly, size of leaves are about 100cm²~160cm² and there is no similarity

D. There is no similarity according to the number of watering but third watering has a tendency that diameter of the trunk is thicker when velocity of ventilation is stronger.

E. Another plant's height has suppressed and its diameter became more thick by ventilation about a reaction as to ventilation. The suppression of plant height of a pepper was a little appeared and its diameter does not thick and became more thin.

IV. The result and utilization of development

On this study a manless working system was developed. Also the performance of a watering, inhalation and ventilator was very good through a field test. But for it's a commercial scale and supply to the fields, the system should be producted in miniature. It is judged that the system should be designed and manufactured fit to working surroundings based on this study.

CONTENTS

Section I . Introduction	16
Chapter 1. Introduction	16
Chapter 2. Goal and contents of study	18
1. Goal of study	18
2. Contents of study	20
Section II . Basic study	20
Chapter 1. Introduction	20
Chapter 2. A trend of the study	21
Chapter 3. Equipment and method	22
Section III . Development driving system	23
Chapter 1. Introduction	23
Chapter 2. A trend of the study	24
Chapter 3. Equipment and method	27
1. Equipment for experiment	27
2. Equipment for control	41
3. Method for experiment	52
Chapter 4. Conclusion and consideration	58
1. Measurement of velocity as to change the dial	58
2. Measurement of wind velocity of air curtain	59
3. Measurement of water flux as to its position in the fruit	60
4. Measurement of water flux as to its position in the flower	61
5. Test of blower water flux and vermin model inhalation	63
Chapter 5. Results and summary	65

Section IV. Cultivation experiment of the flower	67
Chapter 1. Introduction	67
Chapter 2. Materials and methods	67
1. Equipments for experiment	67
2. Methods for experiment	68
Chapter 3. Conclusion and consideration	69
1. The growth reaction of petunia as to its water flux	69
2. The growth reaction of marigold as to its water flux	75
3. The growth reaction of coleus as to its water flux	81
4. The growth reaction of impatiens as to its water flux	89
5. The growth reaction of salvia as to its water flux	94
Chapter 4. Results and summary	100
Section V. Cultivation experiment of the fruit	102
Chapter 1. Introduction	102
Chapter 2. Materials and methods	102
1. Equipments for experiment	102
2. Methods for experiment	102
Chapter 3. Conclusion and consideration	103
1. The growth reaction of cucumber as to water flux	103
2. The growth reaction of tomato as to water flux	107
3. The growth reaction of pepper as to water flux	112
Chapter 4. Results and summary	117
References	118
<Appendix> The drawing of a manless working system	125

목 차

제 1 장 서 론	16
제 1 절 서 설	16
제 2 절 연구개발의 목표 및 내용	18
1. 연구개발의 목표	18
2. 연구개발의 내용	18
제 2 장 기초연구	20
제 1 절 서 설	20
제 2 절 연구동향	21
제 3 절 장치 및 방법	22
제 3 장 구동시스템 개발	23
제 1 절 서 설	23
제 2 절 연구동향	24
제 3 절 장치 및 방법	27
1. 실험장치	27
2. 제어장치	41
3. 실험방법	52
제 4 절 결과 및 고찰	58
1. 무인 자동작업 장치 다이얼 변환에 따른 속도측정	58
2. 에어 커튼 풍속측정	59
3. 과채류 육묘시의 플러그트레이 위치별, 압력별 관수량 조사	60
4. 화훼류 재배시의 포트 위치별, 압력별 관수량 조사	61
5. 블로워 유량 및 해충 모형 흡입 실험	63
제 5 절 요약 및 결론	65

제 4 장 초화류의 재배 실험	67
제 1 절 서 설	67
제 2 절 실험재료 및 방법	67
1. 실험재료	67
2. 실험방법	68
제 3 절 결과 및 고찰	69
1. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 페츰니아의 성장반응	69
2. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 메리골드의 성장반응	75
3. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 콜레우스의 성장반응	81
4. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 임파첸스의 성장반응	89
5. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 샬비어의 성장반응	94
제 4 절 요약 및 결론	100
제 5 장 과채류의 재배 실험	102
제 1 절 서 설	102
제 2 절 실험재료 및 방법	102
1. 실험재료	102
2. 실험방법	102
제 3 절 결과 및 고찰	103
1. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 오이의 성장반응	103
2. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 토마토의 성장반응	107
3. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 고추의 성장반응	112
제 4 절 요약 및 결론	117
참고문헌	118
<부 록> 무인자동작업장치 도면	125

제 1 장 서 론

제 1 절 서 설

노동 집약적이던 농업은 급속한 기계화로 인하여 노동력의 절감은 여러 분야에서 이루어지고 있지만, 아직까지도 농업은 수익성이 높지 않아 여전히 사람들로 하여금 노동을 기피되고 있는 산업중의 하나이다. 대부분의 기계 및 공정 등이 현재 점차적으로 무인자동화로 발전되고 있으며, 작업의 편리성을 강조하고 있다. 앞으로의 농업기계는 무인자동화 시스템의 도입으로 인하여 누구나 손쉽게 작업설정을 하고 기계 스스로 원활하게 작업을 수행할 수 있도록 개선될 것이다. 온실내의 무인 자동화, 원활성, 편리성에 대한 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 주행경로의 설정이 용이하고 제어가 쉬운 무인자동작업장치 개발과 레일을 지면에 설치하여 안정적인 주행이 되도록 자동화 시스템을 개발하였다.

농산물의 병충해 방제 작업은 최근 농업인구의 변화 및 노동력을 감안한다면 결코 쉬운 일이 아니며, 이를 위해서 송풍 및 살수의 자동화는 부족한 노동력을 해결할 수 있는 하나의 방법이며, 이를 기초로 궁극적으로는 농업생산시설의 무인화가 가능할 것으로 판단된다. 생물생산시설의 자동화를 위해서 토양과 작업기와의 관계를 구명해야 한다.

현재 주행장치를 이용하여 인위적으로 살수, 송풍 및 흡입을 시도하고 있으며 높은 수준에 도달한 분야도 있다. 살수는 작업이 반복적으로 수행되는 어렵고 힘든 작업에 이용되고 있다. 농업 분야에도 단순 자동제어 시스템으로 해결될 수 없거나 복잡하고 지루한 반복 작업이 지속되는 분야에서 무인자동작업장치 개발이 필요한 실정이다.

무인자동작업장치를 개발 할 때, 중요하게 고려할 요소는 작업할 대상물의

물리적 특성이다. 작업할 대부분의 농작물은 생명을 가지고 있지만, 산업용 대상물은 생명을 가지고 있지 않다는 점을 인식하여야 한다. 그러므로 일반적으로 공장에서 사용하는 산업용 송풍 장치의 기능을 변화시켜 농업용 송풍장치로 이용할 수는 없다. 즉, 공업용 대상물은 대부분 견고한 강체이지만, 농작물은 충격을 가하면 상처를 쉽게 받는 유연한 생명체이다. 그러므로 이러한 점들을 고려하여 송풍 장치 개발을 하는 것이 필요하다.

대부분의 과채류 및 화훼류의 살수 및 송풍은 현재 수작업으로 이루어지고 있다. 지상(地上) 30cm내외에서 판매하는 과채류 및 화훼류의 경우 수작업시 많은 노동력을 필요로 한다. 살수는 연속된 단순 반복 작업으로 농민의 피로는 더욱 증가될 수밖에 없는 실정으로 농가에 많은 어려움을 주고 있다. 사람이 살수 작업을 하는 경우에는 대상에 30cm 정도의 거리를 유지하며 방제 작업을 하기 때문에 오염원에 노출되어 있는 현실이다. 이러한 작업을 자동적으로 할 수 있는 살수 장치의 개발이 필요하다.

시설원예에서 소요되는 노동력 중에서 가장 많은 부분을 차지하는 부분 중에 하나가 바로 살수 작업이다. 시설원예 작물의 살수 작업은 많은 노동력이 투입되고 있다.

무인자동작업장치의 개발은 우리나라 뿐 만 아니라, 전세계적으로 활발히 연구중이지만, 아직 한정적인 성능시험 정도로서 실용화 단계에 있지는 않다.

그러므로 본 연구에서는 무인자동작업장치 개발을 위한 살수, 송풍 및 흡입을 이용하여 과채류 및 화훼류의 성장성을 구명하고자 한다.

제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발의 목표

농업 생산물의 경우 품종에 따라 약간의 차이는 있지만, 병충해 방지를 위한 노동력 투하 시간이 많다. 옥묘의 경우도 마찬가지로 살수를 위해서 많은 노동력을 요구한다. 또한 최근의 농업 노동력은 감소하고 있으며, 농약의 노출을 피하고 있는 실정이다. 따라서 농산물의 살수를 위해서 방제 작업의 자동화가 절실히 요구되고 있으며, 이를 위해 본 연구에서는 최근 전기 전자 기계 기술을 기본으로 하는 메카트로닉스 기술을 이용하여 무인자동작업을 위한 생력화된 시스템의 개발을 목적으로 하고 있다.

2. 연구개발의 내용

가. 수평이동 및 높이조절이 가능한 무인자동작업장치의 설계·제작

- 수평이동형 무인자동작업장치 개발
- 자동작업장치의 높이 조절을 위한 수직이동장치 개발

나. 살수장치의 설계·제작

- 분사구별 개폐조절이 가능한 자동살수장치의 설계 및 제작
- 기능수의 제조 및 살수를 위한 기본시스템의 설계 및 제작
- 살수장치의 동작제어를 위한 하드웨어의 구성
- 살수장치의 동작제어를 위한 제어프로그램의 개발

다. 송풍 및 흡입장치의 설계·제작

- 작물체 부근의 미기상 조절을 위한 저압형 송풍장치의 개발
- 작물체에 부착 또는 작물체 부근을 유영하는 해충 및 오염물을 흡입

하여 제거하기 위한 흡입장치의 개발

- 흡입된 해충 및 오염물의 처리장치 개발

라. 무인자동작업장치의 위치 및 동작제어시스템 개발

- 무인자동작업장치의 위치 및 동작제어를 위한 하드웨어의 구성
- 무인자동작업장치의 위치 및 동작제어를 위한 제어프로그램의 개발
- 각 기능장치와 무인자동작업장치의 결합방법에 관한 연구
- 무인자동작업장치의 종합 설계 및 제작
- 무인자동작업장치의 제어 요인 분석
- 무인자동작업장치의 종합 제어를 위한 하드웨어 구성
- 무인자동작업장치의 종합 제어를 위한 소프트웨어 개발
- 무인자동작업장치의 최종 분석 및 평가

제 2 장 기초연구

제 1 절 서 설

농산물 수입개방으로 외국산 농산물의 대량 유입은 우리 농업의 기반을 흔들고 있다. 따라서 농산물의 고품질화 및 생산비 절감으로 대외 경쟁력을 높일 수 밖에 없는 현실이다. 이를 위해서 육묘의 방제 기술은 재배기술 못지 않게 중요하다. 농업생산액중에서 육묘가 차지하는 비중이 계속 증가하고 있으며, 이러한 현상은 계속 이어질 전망이다. 무인자동주행장치의 개발은 수입개방으로 인한 경쟁력 약화를 극복할 수 있을 것으로 생각하며, 이를 위해 첨단기술의 접목을 통하여 육묘의 방제가 필요 할 것으로 판단된다.

농산물의 방제는 최근 농업인구의 변화 및 노동력을 감안한다면 결코 쉬운 일이 아니며, 이를 위해서 농산물 수확에서의 자동화는 부족한 노동력을 해결할 수 있는 하나의 방법이다. 이를 기초로 궁극적으로는 농업생산시설의 무인화가 가능할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 무인자동주행장치의 개발을 위하여 트레이에서 성장하는 육묘의 상태를 정확하게 판단하기 위하여 카메라를 이용하여 측정하였다.

생장에 따른 영상값을 이용하여 무인자동주행장치의 정확한 설계가 가능할 것이다.

제 2 절 연구동향

대상체에 대한 3차원 정보를 얻기 위한 방법중 사람의 시각구성과 유사한 구조를 가진 스테레오 방법은 2개의 카메라 렌즈를 통하여 얻어진 영상을 이용하여 3차원 거리정보를 얻고, 표면의 재구성을 추출하는 것이다. 이는 각각의 영상에 존재하는 한점의 거리와 서로 다른 초점에서 얻은 두 영상에서의 대응되는 상대적 차이에 의해 계산하며, 특징점들의 변위로부터 거리를 얻어 3차원 표면을 재구상한다. 액티브 비전 연구는 지각시스템을 제어하여 스테레오 구성 배경에 나타내며, 각각의 서로다른 영상에 물체의 거리를 계산할 수 있도록 구현하여 대응배합이 초점절차에 의해 얻어질때마다 거리를 구할수 있도록 구현한다.

Enrico Grosso(1995)등은 능동적/동적 스테레오 시각에 대해 로봇작동을 위한 적절한 시각정보의 특징점문제에 대해 언급하였다. 그는 스테레오 이미지에서 변위는 배경에서 상대적 거리지도를 얻기 위해 광류를 결합시켰다.

Narendra, Lynn Abbott(1993)는 깊이정보의 근원으로서 스테레오 변위를 강조하였다. 카메라의 한계와 렌즈 초점은 깊이의 복구를 위해 이용되며 이에 대한 구성 방법은 배경 기술을 전개하는 것을 바탕으로 능동적 이미지의 변수 선택에 의해 이루어진다.

John Aloimonos(1987)등은 기본적인 비전문제에서 수동적보다 능동적 관찰이 더 효과적인 방법으로 해결할 수 있는것을 증명하였다. Jorge Dias, Carlos Paredes 등은(1998) 이동로봇과 인공시각을 가진 시스템을 이용하여 물체를 추적하기 위한 시뮬레이션 추적실험을 연구하였다.

제 3 절 장치 및 방법

Fig.<2-0>은 영상처리 장치를 나타낸 것이다. 본 3차원 영상처리장치는 두 대 카메라의 초점 조절이 가능해 영상처리시 대상물체에 대한 깊이 측정 (Deep Information)은 물론 추출된 이미지에서 육묘를 제외한 배경의 삭제도 용이하도록 하였다.



Fig.<2-1> Image processing system

육묘의 생장 특성에 따라 높이조절부의 위치를 결정하기 위한 프로그램을 작성하기 위해 행하였다.

제 3 장 무인자동작업장치 개발

제 1 절 서 설

농산물 수입개방으로 외국산 농산물의 대량 유입은 우리 농업의 기반을 흔들고 있는 실정이다. 따라서 농산물의 고품질화 및 생산비 절감으로 대외 경쟁력을 높일 수밖에 없는 실정이다. 이를 위해서 육묘의 방제기술은 재배기술 못지 않게 중요하다.

현재 살수 장치를 이용하여 방제 장치 개발을 시도하고 있으며, 부분적으로 상당한 수준에 도달한 분야도 있다. 방제 작업은 지루한 작업이 반복적으로 수행되는 어렵고 힘든 작업에 이용되고 있다. 농업 분야에도 단순 자동제어 시스템으로 해결될 수 없거나 복잡하고 지루한 반복작업이 지속되는 분야에서 농업용 살수 장치 개발이 필요한 실정이다.

무인자동작업장치를 개발 할 때, 중요하게 고려할 요소는 작업할 대상물의 물리적 특성이다. 작업할 대부분의 육묘는 생명을 가지고 있지만, 산업용 대상물은 생명을 가지고 있지 않다는 점을 인식하여야 한다. 일반적으로 공장에서 사용하는 장치를 농업용으로 이용할 수 있는 대상물은 제한되어 있다. 즉, 공업용 대상물은 대부분 견고한 강체이지만, 농작물은 충격을 가하면 상처를 쉽게 받는 유연한 생명체이다. 그러므로 이러한 점들을 고려하여 무인작업장치를 개발해야 한다.

대부분의 육묘 방제는 현재 수작업으로 이루어지고 있다. 지상 30cm내에서 성장하는 육묘의 경우 수작업시 많은 노동력을 필요로 한다. 특히 연속된 단순 반복 작업으로 작업인의 피로도도 더욱 증가될 수밖에 없는 실정으로 육묘 재배에 많은 어려움을 낳고 있다. 사람이 방제 작업을 하는 경우에는 단위 면적당 양액의 분포가 일정하지 않기 때문에 효과가 떨어지고 있고, 투여량의 증가는 양액의 손실을 초래하고 있다. 따라서, 무인자동작업장치의 개발이 시급한

현실이다. 본 연구의 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

- 가. 시설 구조재와 독립되고 높이조절이 가능한 무인자동작업장치의 개발
- 나. 베드 상부에서 살수 및 농약살포가 가능한 살수장치의 개발
- 다. 작물체 주위의 미기상 조절을 위한 송풍장치의 개발
- 라. 작물에 부착된 해충 및 이물질을 제거하기 위한 흡입장치의 개발
- 마. 무인자동작업장치의 각 기능장치별 제어시스템 개발
- 바. 무인자동작업장치 및 종합 제어시스템의 알고리즘 개발

제 2 절 연구동향

현재 농업분야에서 이용되고 있는 차량의 주행장치로는 휠형과 궤도형이 이용되고 있다. Aura(1993)은 연약지에서 많이 운용되고 있는 농용 휠형차량은 높은 접지압 때문에 토양의 다짐에 의해 작물의 생산량을 감소시키는 것으로 보고하였다. Ayers(1987)은 수분을 전달하고 유지하는데 필요한 안정된 토양구조에 손상을 준다는 보고도 있다.

Muro(1989)는 연약지에서 주행하는 불도저의 견인성능을 예측하기 위해 궤도의 토양반력이 접지면에 작용하는 접지압의 적분 값과 같고 궤도장력의 수직분력과 같다고 가정하여 반복 계산에 의해 접지압력을 구하였다.

Culshaw(1988)는 농업용 트랙터에 사용된 공기타이어와 전통적인 강철 궤도의 상대적인 장점을 연구하였고, 각각의 장점을 혼합한 고무궤도에 관해 조사하였다.

Wong(1984, 1986, 1988, 1989)은 연성 궤도형차량의 견인성능을 예측하는데 있어 차량무게, 궤도장력, 궤도 폭, 전륜 수, 전륜 직경 등 차량의 주요 설계변수뿐만 아니라 토양의 압력-침하와 전단특성 및 반복하중과 반복전단 특성 등을 포함하는 궤도-토양간의 상호작용을 분석하였다. 궤도아래의 압력분포를 이용하여 연성 궤도형차량의 성능을 예측할 수 있는 수학적 모델을 개발하여

타당성을 증명하였다.

Dwyer (1993)등은 고무케도형 차량의 견인성능을 예측하기 위해 케도를 완전 강체와 완전 연성인 두 가지 경우로 케도계를 가정한 후 각각의 수학적 모델로부터 견인력을 구하여 실험치와 비교 검토하였다.

Okello(1994)는 케도를 두 가지의 경우로 가정한 Dwyer 등의 결과를 보완하여 실제적인 연성을 갖는 고무케도를 대상으로 케도장력을 고려한 수학적 모델을 개발하였다. 고무케도와 토양의 상호작용 형태로서 전륜 사이의 유연한 케도부분들의 형태를 유한요소의 절점 좌표들에 의해 결정하고, 각각의 점에서의 토양변형을 모델에 포함시켜 모델의 의해 예측된 값과 측정된 값을 비교하여 고무케도형 차량의 견인성능 예측 모델의 타당성을 입증하였다.

Kutz(1987)등이 비닐하우스와 같은 원예시설 내에서 생산되고, 육묘 관리작업은 거의 인력에 의존하고 있는 현실에서 농업 종사자의 감소와 고령화에 대처하기 위하여 육묘 로봇을 개발되었다. 시설 내에 케도를 설치하고 마이크로프로세서가 내장된 컨트롤러의 제어프로그램에 따라 순차적으로 작동되도록 제어하였다.

약제살포 로봇은 작업자가 농약에 노출되는 문제를 해결하기 위해 개발되었다. 구동부는 이랑 사이를 주행하기 위해 호스를 감는 장치와 노즐이 탑재되어 있어 양쪽편에 있는 작물에 약제를 살포하도록 되어있다. 4륜 각각에 한 방향 클러치가 장착되어 있고 배터리로 구동된다. 클러치는 전진시에는 전륜, 후퇴시에는 후륜구동 방향으로 부착되어 있어 전후진 모두 전륜구동을 하게 하였다.

시비 로봇은 폭이 좁은 고무 차륜을 사용하였으며 전륜을 90도 틀어서 횡방향으로도 이동할 수 있는 4륜 구동차로 되어 있다. 제어부는 8비트 단일칩 마이크로 컴퓨터 3개를 이용하였다.

제초 로봇은 일본 홋카이도 농업시험장에서 작물과 잡초를 식별하여 잡초만을 제거하는 연구를 하였다. 토양과 식물체의 분광반사특성을 이용하여 자율주행을 하면서 잡초를 제거하도록 하였다. 검출된 잡초는 유압 구동형 제초기구

를 이용하여 기계적인 제초방법을 적용하였다.

잔디 깎는 로봇은 예취한 곳의 경계를 인식하면서 주행하도록 되어 있다. 4륜을 가지고 있으며 전륜의 바퀴가 후륜의 바퀴보다 크기가 크다. 전륜은 직진성만을 가지고 있으며, 전방에 흑백 카메라를 설치하여 영상을 이치화 한 후 후륜의 바퀴를 이용하여 방향전환이 가능하도록 하였다.

近藤 直(1995)등은 토마토 수확 로봇에 대한 연구를 하였다. 이것은 논두렁에 레일을 묻고 주행대차를 포장 좌우로 걸치게 하여 논두렁의 레일 위를 주행하는 것이다. 작업기는 주행장치에 장착시키고 컴퓨터로 위치를 제어하고, 배터리를 이용하여 일정거리를 주행한 후 정지하도록 되어있다.

일본 동경대학(1997)에서는 오이 수확 로봇을 개발하였다. 장치는 수평방향으로 전선을 사용하여 유인하는 방법으로 재배방식을 변경하여 실내 실험을 하였다. 주행장치는 레일을 설치한 후 그 위를 주행하도록 하였다.

Harrell(1990)등은 밀감·오렌지 수확 로봇을 개발하였다. 밀감·오렌지는 수확시기가 같기 때문에 진동을 이용하여 수확을 시도하였으나, 손상을 입는 과실이 많아 수확기로는 부적당하였다. 또한 수관이 큰 과수를 수확하기 위해서 매니플레이터의 크기가 커야하기 때문에 주행 장치에 장착하여 작업자가 수동으로 조종하였다.

A.Sittichareon chai(1989)등은 포도 재배가 선반식으로 하고 있기 때문에 작업자가 위를 향한 자세로 장시간 힘든 작업을 수행하는 문제가 있어 수확로봇을 개발하였다. 주행장치는 포장이 불규칙한 경우가 많기 때문에 무한궤도형으로 하였다. 장치의 크기는 전장 23mm, 너비 1400mm, 매니플레이터까지의 높이는 420mm이다. 최대 속도는 2m/sec이며, 무단변속으로 사용도 가능하다. 주행을 위한 조향은 수동으로 하고 있다.

제 3 절 장치 및 방법

1. 실험장치

본 시스템의 구성은 크게 시설 내에 레일을 설치하여 움직일 수 있는 주행부, 시설이나 작물의 높이에 따라 높이를 조절할 수 있는 높이조절부, 살수 및 농약살포 등을 할 수 있는 살수부, 작물의 미기상 조절을 위한 송풍과 작물에 부착된 해충 및 이물질을 제거하기 위한 흡입을 위한 송풍 및 흡입부로 구성 되어 있다.

시설원에 작업의 생력화를 위해 화훼온실, 육묘장, 잔디온실 및 재배온실에서 사용할 수 있는 무인자동 작업 시스템을 개발하였다.

가. 주행부

무인자동 작업 시스템의 크기는 W×L×H을 6.0×1.0×2.0m로 하여 설계하였다. 높이의 경우 재배 환경에 따라 1.2~2.0m까지 조정할 수 있도록 하였다. 작업시스템은 4개의 구동 바퀴를 사용하기 때문에 다음과 같은 방법으로 부하를 계산하였다.

$$W_o = \frac{(\text{부하하중} + \text{외력}) \times \text{안전율}}{\text{바퀴수}}$$
$$= \frac{(1000 + 5) \times 1.5}{4} = 376.875\text{kgf}$$

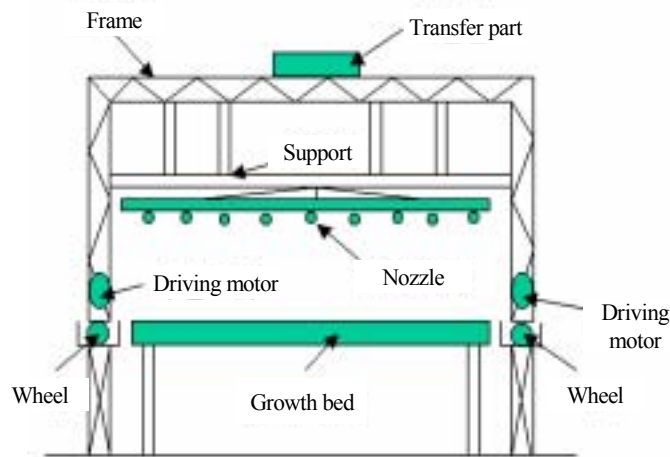


Fig.<3-1> The Outline of the manless working system

그림<3-1>은 무인자동 작업시스템의 개략도를 나타낸 것이다. 무인자동 작업 시스템은 모터의 제어에 용이한 AC서보 모터를 이용하였다. 모터의 구동은 PC로 직접 제어하는 방법과 RAM을 이용한 원칩제어의 두 가지 방법이 있다. 본 연구에서는 구동부의 활동성을 극대화하기 위하여 원칩제어 방법을 이용하였다. 그림<3-2>는 구동부를 간략하게 나타낸 것이다. 지지대에 연결되어 있는 노즐을 이용하여 살수를 할 수 있다. 높이 조절부는 육묘의 높이에 따라 센서에 의해 자동으로 위치가 결정되도록 하였다.

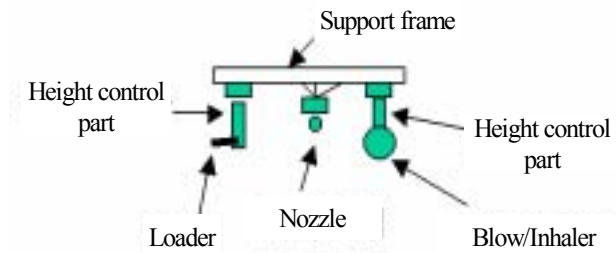


Fig.<3-2> The outline of the working part

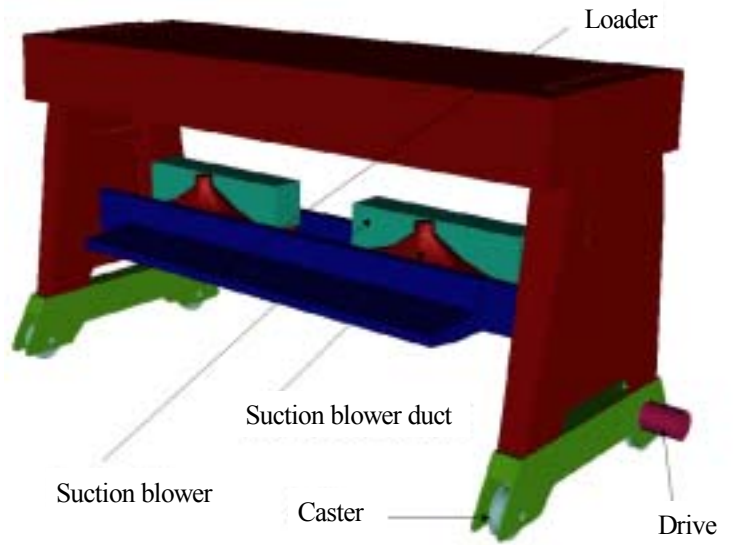


Fig.<3-3> The 3D design of the manless working system

그림<3-3>는 3D-MAX을 이용하여 설계한 무인 자동 작업장치의 입체도를 나타낸 것이다. 자동주행기능을 수행하기 위하여 모터 구동은 프로그램을 이용하여 제어하고자 하였으며, 센서를 장착하여 입력 값을 얻었다.

살수, 방제기능은 관수, 적은 농약살포(정전대전) 및 기능수 살수를 할 수 있도록 하였고, 작업시스템의 송풍, 흡입기능은 광합성 촉진을 위한 미기상 조절(송풍) 및 해충 퇴치(흡입)을 할 수 있도록 하였다.

운반기능은 수확한 수확물 및 온실내의 작업도구의 이동을 할 수 있으며, 작동 중 작업자의 안전을 위하여 인체감지 기능을 가지고 동작할 수 있도록 하였다. 기능장치 교체기능은 사용자의 요구에 따라 교체가 가능하고 작업공정에 의한 기능장치에 의해 교환할 수 있도록 하였으며, 온실내부 이동, 온실 동간의 이동 및 높이조절이 가능하게 하여 3차원 이동을 할 수 있도록 하였다.

본 시스템의 주행부는 시설내에서 작업기의 이동을 위해 바닥에 레일을 설치하여 움직일 수 있도록 구성하였다. 바퀴는 모두 4개로 구성되며, 구동을 위한 동력은 기어드 모터를 사용하여 기어를 이용해 직접 연결하였고, 좌·우 모

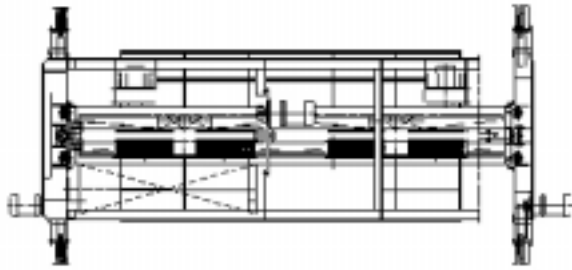
두 한쪽에만 동력이 전달되도록 하였다. 주행 중 레일 위에 이물질이 있을 경우 이를 제거하기 위해 스크레이퍼를 앞·뒤로 장착하였다.

그림<3-4>는 주행부의 제어를 위해서 바퀴 상단에 빔센서(Beam sensor)를 장착하여 레일상의 이물질 및 작업기 앞·뒤로 작업자가 있을 경우 감지할 수 있도록 하였다.

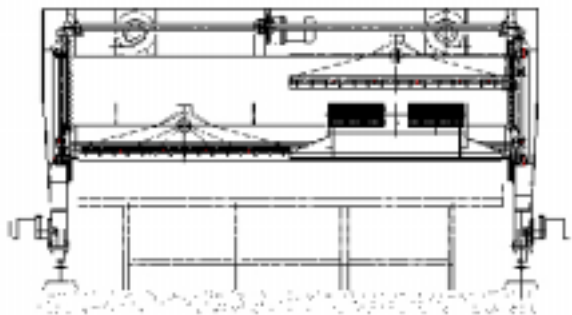


Fig.<3-4> The scraper and beam sensor

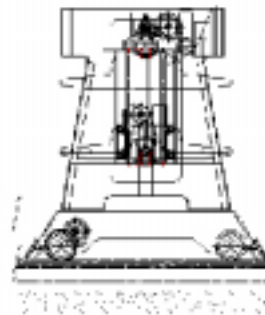
그림<3-5>은 Auto CAD를 이용하여 설계한 무인 자동작업장치의 전체시스템을 나타낸 것이다.



Top view



Front view



Side view

Fig.<3-5> The design of the manless working system



Fig.<3-6> Manless working system

그림<3-6>은 무인자동작업장치를 나타낸 것이다. 무인 자동 작업을 하기 위하여 사용한 주행부의 기어드 모터는 신명(SHIN MYUNG)사의 S28-VERTICAL 타입으로 400W의 출력을 내는 3상 인버터 모터로 기어비가 10:1이다. 바퀴와 모터는 4:1 기어비를 가지는 기어로 직접 연결하였다. 빔센서는 유효거리가 700mm이고 직접반사형을 사용하였다.

바퀴는 4개의 AC서보 모터를 사용하여 구동하였다. 사용한 AC서보 모터의 제원은 표<3-0>에 나타냈다.

Table <3-1> Specification of the AC servo motor

Type	Voltage (V)	Output (W)	Speed (RPM)	Gear ratio	Rating
S28-VERTICAL	220	400	1800	10:1	Const.

AC서보 모터의 제어를 하는데 모터 드라이브가 필요하기 때문에 SLA7024로 사용하였다. 사용한 모터 드라이브의 제원은 표<3-1>에 나타났다.

Table <3-2> Specification of the motor driver

Model No.	Rating voltage	FET generating power inside press	Control voltage	T input voltage	Standard voltage	Generating power current
SLA7024	46	100	46	7	2	1.5

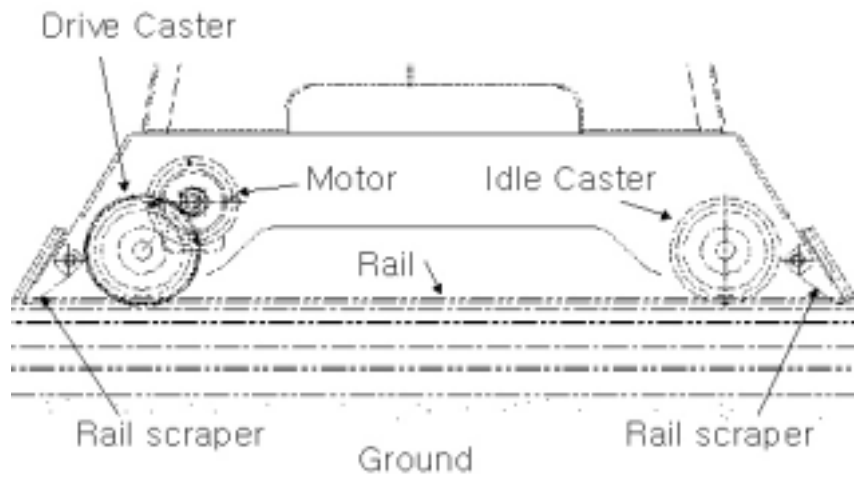


Fig.<3-8> Driving part

작물의 성장 속도에 맞춰 작업 시스템의 높이가 조절되도록 하기 위하여 작물의 크기 및 이동 중 장애물이 있으면 회피할 수 있도록 프로그램을 이용하여 제어하였다. 살수, 방제기능은 관수, 적은 농약살포(정전대전) 및 기능수 살수를 할 수 있도록 하였고, 작업시스템의 송풍, 흡입기능은 광합성 촉진을

위한 미기상 조절(송풍) 및 해충 퇴치(흡입)을 할 수 있도록 하였다.

운반기능은 수확한 수확물 및 온실내의 작업도구의 이동을 할 수 있으며, 작동 중 작업자의 안전을 위하여 인체감지 기능을 가지고 동작할 수 있도록 하였다. 자동제어기능은 센서 및 프로그램을 이용하여 자동적으로 제어할 수 있으며, 복합환경제어기능을 가지고 온실의 환경조절을 복합적으로 제어하도록 하였다.

나. 높이 조절부

높이조절부는 작물과 스프레이, 송풍 및 흡입구의 거리를 조절하기 위한 부분이다. 살수나 방제작업 시 스프레이의 높이를 조절함으로써 효율적인 작업이 이루어지게 함과 동시에 작물에 송풍이나 작물에 붙어 있는 해충과 이물질을 제거하기 위해 높이를 조절하는 장치이며. 시스템 구성은 살수부와 송풍, 흡입부가 작물과의 높이를 조절하기 위해 위·아래로 움직일 수 있는 스크류(Screw)와 가이드샤프트(Guide shaft), 모터로부터 스크류로 동력을 전달하는 미드 샤프트(Mid shaft), 스크류와 미드샤프트간의 회전력을 전달하기 위한 베벨기어(Bevel gear)로 이루어져 있다.

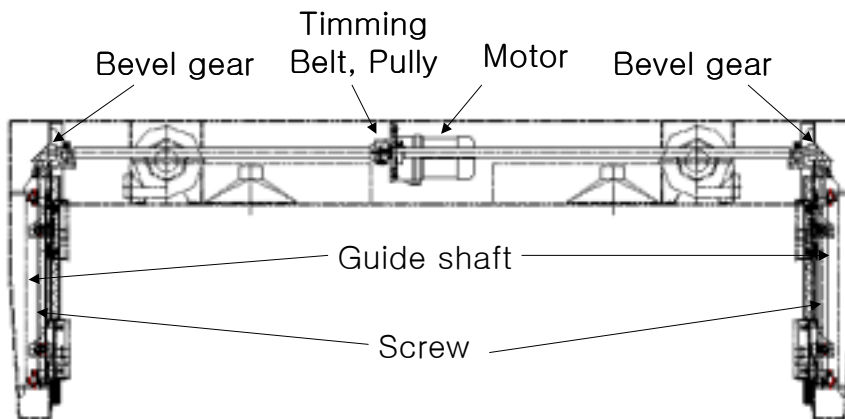


Fig.<3-9> Top view of the height controller

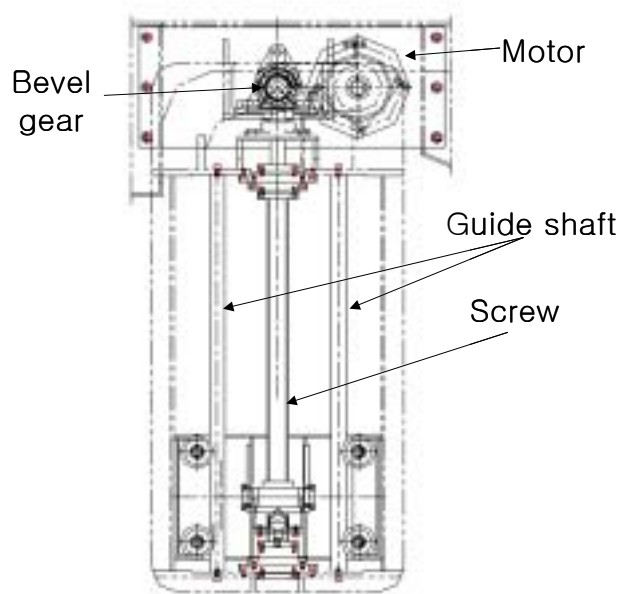


Fig.<3-10> Side view of the height controller

동력원인 기어드 모터, 모터와 미드 샤프트를 연결하기 위한 타이밍 벨트 (Timing belt)와 풀리(Pully), 상단과 하단의 끝을 감지하는 리미트와 작물의 높이를 감지하는 센서로 구성하였다. 센서에 의해 작물의 높이가 감지되면 모터가 회전하여 높이를 조절하게 되는데 기어드 모터는 신명(SHIN MYUNG)사의 S28-VERTICAL 타입으로 400W의 출력을 내는 3상 인버터 모터로 기어비가 10:1인 것을 사용하였다. 모터축의 풀리와 미드 샤프트에 장착된 풀리는 기어비가 1:1로 연결되어있으며, 수평으로 회전하는 미드샤프트와 수직으로 회전하는 스크류와 연결을 하는 베벨기어 또한 1:1의 기어비를 이용하였다.

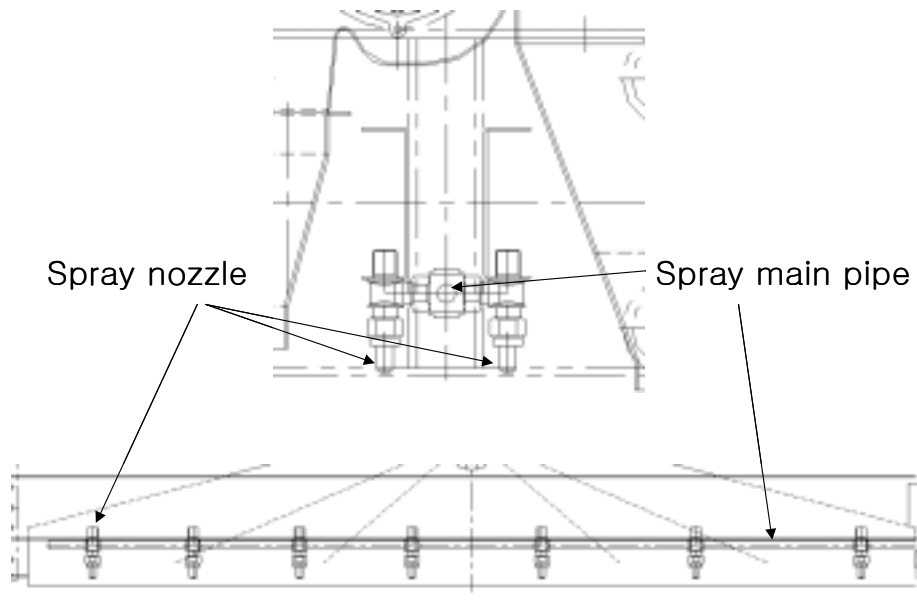


Fig.<3-11> The watering part

다. 살수부

살수부는 스프레이 노즐(Spray nozzle)과 파이프(Spray main pipe), 액을 살포할 수 있는 동력분무기, 분무기의 동력원인 모터로 구성하였다. 동력분무기는 영흥사의 YH-100A 타입을 사용하였으며, 최대 토출압은 80kgf/cm^2 , 최대 토출량은 105 l/min 이며, 모터는 을지기전의 단상유도전동기로 KSC4204 타입을 사용하였으며, 3.7kW 의 용량을 가진다. 모터와 동력분무기는 V벨트로 연결하여 동력을 전달하였다. 그림<3-11>는 무인자동작업장치가 육묘에 살수를 하는 모습이다.

Table <3-3> Specification of the watering motor

Type	Voltage (v)	Output (kW)	Speed (RPM)	Current (A)
KSC4204	220	3.7	1800	27

Table <3-4> Specification of the power watering

Model	Weight (kg)	Piston (Piece)	Revolution (RPM)	Pressure (kgf/cm ²)	Spraying capacity (<i>l</i> /min)	Power required (HP)
YH-100A	30	3	770	27	105	7.5



Fig.<3-12> A figure of The Watering

라. 송풍장치

시설내에서 자라는 작물의 환경은 일반 노지에서 자라는 작물에 비해 비, 바람 및 일사량 등 자연적인 조건과 많이 틀릴 수밖에 없다. 이는 작물의 환경 적응력이 약화되어 잘 자라지 못하는 문제가 발생한다.

송풍시스템은 작물의 환경 적응력을 키워주기 위한 장치로 인공적으로 바람을 일으켜 작물에게 불어주는 역할을 한다. 또한 흡입시스템은 작물에 부착되어 있거나 작물 주위를 유영하는 해충 및 오염물을 흡입하여 제거하는 역할을 한다. 송풍시스템은 임펠라가 장착된 에어커튼(Air curtain)을 사용한 브로어(Blower)와 브로어 덕트로 구성된다.

Table <3-5> Specification of the blower part

Model	Airflow (m ³ /min)	the wind velocity (m/s)	Power (kW)	Impeller No.
AC-120-010	22	10	0.15×4P	ACA-120-412

표<3-5>는 송풍부 브로어의 제어원 나타낸 것이다. 브로어는 대성사의 에어 커튼 AC-120-010타입으로 풍량이 22m³/min, 풍속이 10m/s이며, 2개를 사용하였고, 토출구가 길이 1500mm, 폭 30mm인 브로어 덕트는 길이방향으로 2개를 연속 장착하였다.

그림<3-12>는 송풍 및 흡입부의 측면도를 나타냈고, 그림<3-12>은 평면도를 나타낸 것이다.

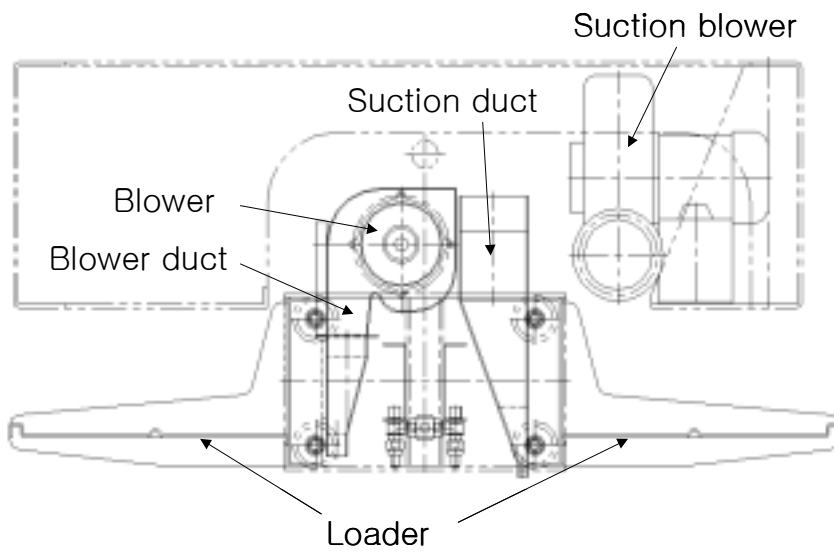


Fig.<3-13> Side view of the blowing and inhalation part

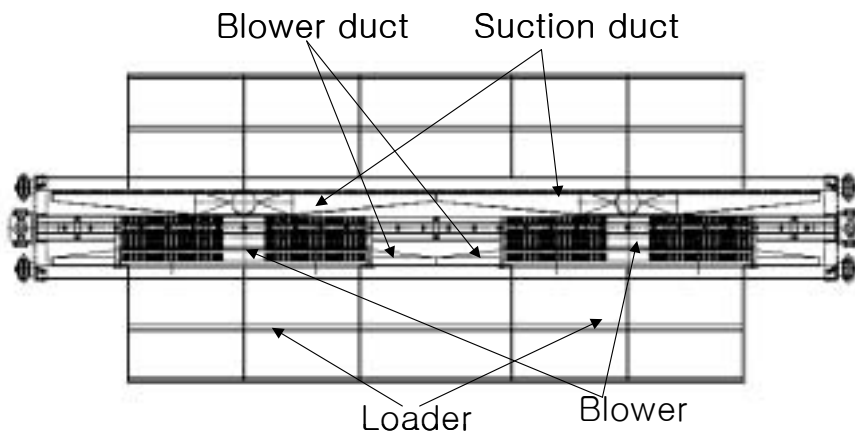


Fig.<3-14> Top view of the blowing and inhalation part

마. 흡입장치

흡입시스템은 링브로어(Ring blower)와 브로어 덕트(Blower duct)로 구성

된다. 링브로어는 대성사의 DB-270 타입을 2대 사용하였으며, 이 모델은 최대 풍량이 1200m³/h, 토출압은 170mmAq 인 것을 사용하였다.

Table <3-6> Specification of the blower in inhalation part

Model	Voltage (V)	Maximum wind velocity (mmAq)	Maximum wind flux (m ³ /h)	Rounds (RPM)	Weigh (kg)
DB-270	3φ 220/380	170	1200	3360	ACA-120-412



Fig.<3-15> The inhalation part

브로어 덕트는 길이가 1500mm, 토출구 폭이 10mm이며 두 개를 연속 장착하였다. 그림<3-15>는 흡입장치가 작동하고 있는 모습을 나타낸 것이다.

2. 제어장치

구동 소프트웨어는 크게 두 부분으로 분류될 수 있으며, 한 부분은 화면상의 디스플레이 및 환경설정, 경로지정, 모드선택등을 할 수 있는 경로 설정부이고 다른 한 부분은 모터의 구동을 위하여 직접 하드웨어 포트 입출력을 담당하도록 하였다.

메인부는 디자인과정이 쉽고 수정이 용이하며 사용이 간편한 비주얼 베이직을 사용하였고, 모터 구동부의 경우에는 하드웨어 포트 입출력이 용이하고 처리속도가 빠른 C++ 을 사용하였다. 메인부와 모터 구동부간의 연결은 메인부에서 모터 구동부로 함수를 호출해주는 방식으로 하였으며, 이는 비주얼 베이직의 OLE 객체 삽입 기능과 외부영역 함수 호출 기능을 이용하여 작성하였다.

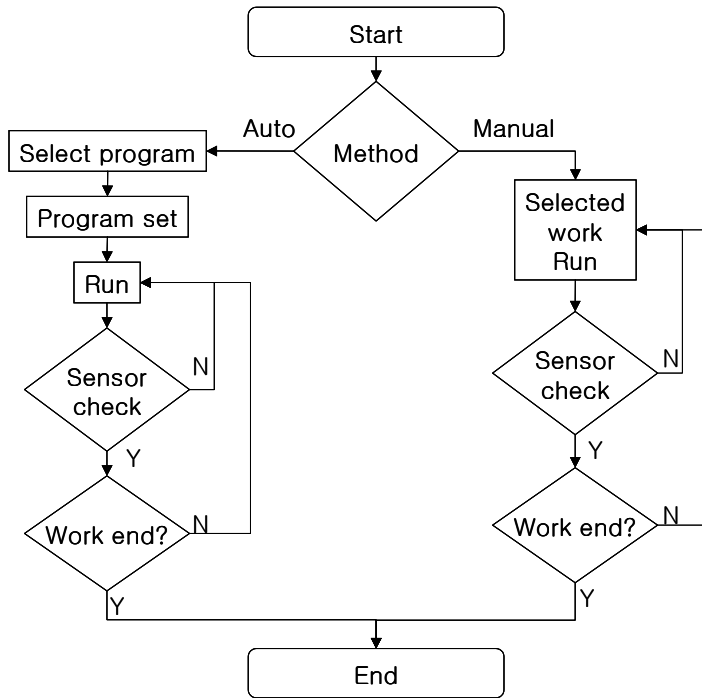


Fig.<3-16> Flow chart of the manless working system

그림<3-16>은 자동작업장치의 흐름도를 나타낸 것이다. 작물의 성장 속도에 맞춰 작업 시스템의 높이가 조절되도록 하기 위하여 작물의 크기 및 이동 중장애물이 있으면 회피할 수 있도록 프로그램을 이용하여 제어하였다.

자동제어기능은 센서 및 프로그램을 이용하여 자동적으로 제어할 수 있으며, 복합환경제어기능을 가지고 온실의 환경조절을 복합적으로 제어하도록 하였다.



Fig.<3-17> Motor controller

최대하중은 1ton으로 가정하였으며, 바퀴 1개당 지지하중을 250kg으로 하였고, 그림<3-17>과 같이 모터 콘트롤러를 이용하여 각각의 모터를 제어할 수 있도록 하였다. 모터 구동함수는 메인 프로그램에서 모터의 구동이 필요할 때 메인 프로그램으로부터 호출을 받아 실행이 되며, 모터구동 함수의 호출시에 필요한 호출 인자로는 이동거리, 주행속도 및 이동방향등의 세 가지가 있다.

주행속도와 이동거리는 메인 프로그램의 환경설정 모드에서 사용자가 직접 설정을 해 주도록 되어 있다. 이동거리는 메인 프로그램의 환경설정 모드에서

설정되어 있는 값을 직접 전달하게 되며, 모터 구동용 함수에서는 수평이동거리와 모터의 회전수를 이용하여 계산하였다.

속도는 메인 프로그램의 환경설정 모드에서 설정해 주는 값을 직접 전달받게 되며, 모터 회전속도와 모터 1회전당 이동거리를 이용하여 계산하였다.

그림<3-17>은 무인자동작업장치를 구동하기 위한 메인프로그램이다.

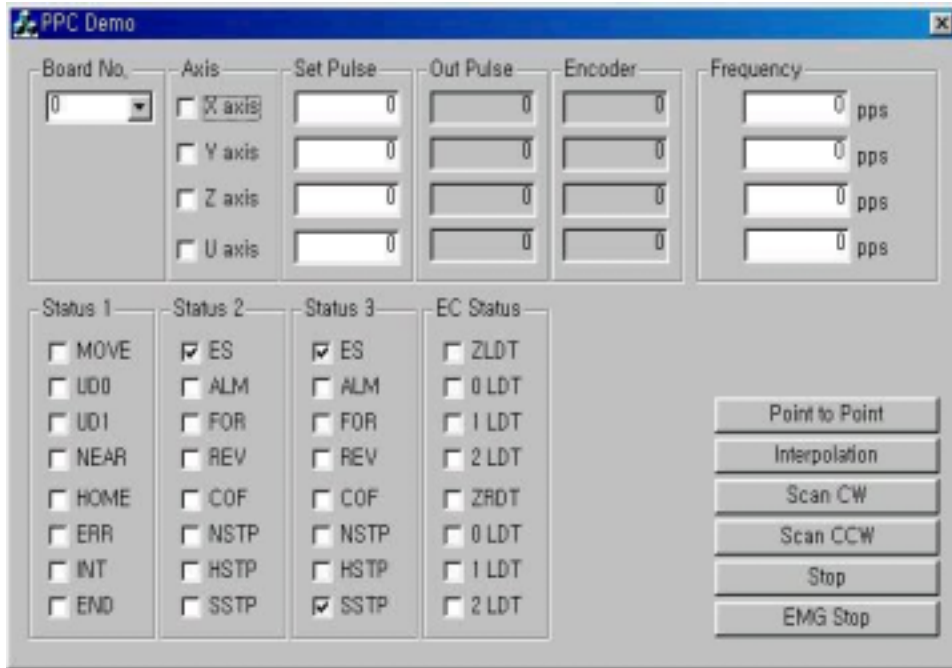


Fig.<3-18> Main program

환경설정 모드에서는 시스템을 사용자가 원하는대로 구동할 수 있는 정보들을 입력해 주도록 하였다. 환경설정 부분에서 사용자가 지정해 줄 수 있는 인자들로는 가로·세로 고랑의 개수와 주행속도, 가로·세로 고랑사이의 너비 등의 세가지를 할 수 있도록 하였다.

가로측 고랑의 개수는 일반적으로 인식되는 고랑의 개수를 말하며, 세로측 고랑의 개수는 연동온실에서와 같이 하나의 고랑이 온실의 끝에서 끝까지 연

결되어 있지 않고 중간에 나뉘어 지는 단의 수를 의미한다. 가로 및 세로축의 고랑의 개수에 1을 더한 값이 실제 시스템이 가질수 있는 경로의 수이며, 이는 가로·세로 고랑의 외곽부분으로도 작업기가 진행할 수 있다는 전제로 하여 계산하였다.

고랑사이의 너비는 일정하다는 것을 전제로 하였으며, 가로축과 세로축 고랑사이의 너비는 다르게 설정해 줄 수 있도록 하였다. 본 시스템에서는 가로축과 세로축의 최대 이동거리를 고려하여 고랑의 개수와 고랑사이의 너비를 곱한 값이 최대 이동거리를 넘지 않도록 하였다. 온실에서 작업을 하는 작업기의 경우에는 특별한 경우를 제외하고는 고속주행이 필요하지 않으며, 본 연구에서는 5cm/sec 에서 15cm/sec 사이의 주행속도를 갖고 구동될 수 있도록 하였다.

속도는 최소속도와 최대속도 사이에서 4수준으로 구동할 수 있도록 하였으며, 이 값은 환경설정 모드에서 사용자가 설정하여 사용할 수 있도록 하였다. 주행속도의 설정도 고랑개수의 설정과 마찬가지로 프로그램상의 상수를 변화시켜 최소속도와 최대속도를 변화시킬수 있도록 하였다.

모터의 회전속도는 RPM단위로 측정이 되며, 모터 1회전당 2cm가 이동이 되므로 이를 고려하여 주행속도를 다음식을 통하여 계산하였다.

$$\text{주행속도}(cm/sec) = \text{모터회전속도}(RPM) \times \frac{1}{60} \times 2$$

환경설정 모드에서는 인자들의 설정을 해준 후에 곧바로 하부모드로의 이동이 가능하도록 하였고, 각 하부모드에서 작업이 종료된 후에는 다시 환경설정 모드로 되돌아가도록 하였다. 사용자가 시스템의 사용목적과 형태에 따라서 임의의 경로를 선택해 줄 경우에 일반적으로 많이 사용되는 경로를 프로그램 내에 미리 저장을 해 두어서 이러한 경로를 선택하여 사용하는 경우에는 별도로 사용자가 경로를 일일이 지정할 필요가 없이 저장되어 있는 경로를 로드하여 이용할 수 있도록 하였다. 기본적으로 저장되어 있는 경로 이외에도 사용자가 자주 사용하는 경로를 경로지정 모드안에 저장시켜 놓을 수 있도록 하여

사용자가 자주 사용하는 경로가 한가지가 아니고 여러 가지의 경우에도 특별한 조작없이 PC에서 경로를 선택하여 쉽게 사용할 수 있도록 하였다.

모터 구동용 프로그램은 AC서보모터의 작동을 시작할 수 있게 하는 온(ON)함수, AC서보모터의 작동을 정지시키는 오프(OFF)함수와 직접 모터의 회전을 담당하게 되는 모터구동 함수로 분류하였다.

모터 온 함수는 메인 프로그램의 실행시에 환경설정 모드가 로드되는 것과 동시에 호출신호를 받아 실행되며, 시스템이 구동 되어질 수 있는 상태로 만들어 준다. 모터 오프 함수는 메인 프로그램의 종료 직전에 호출되어 시스템의 구동을 종료 시킨후 리턴이 되어 메인 프로그램이 종료될 수 있도록 하였다. 메인 프로그램에서 모터 구동 함수를 호출할 때에는 호출 인자로서 주행속도, 이동거리, 이동방향을 전달하게 된다. 모터 구동 함수가 호출되면 가장 먼저 호출인자들의 입력을 받게 된다. 입력받은 호출인자들을 사용하여 모터를 사용자가 원하는 속도와 거리, 방향으로 구동을 시킬 수 있다. 모터 구동 함수에서 인자들에 특별한 처리를 취하지 않고 그 값들을 직접 사용하기 위하여 메인 프로그램에서 호출인자들을 송신해 줄 때 모터 구동 함수의 폼에 맞게 호출하도록 하였다.

모터 1회전당 펄스 수는 1000으로 설정을 하였으며, 필요에 따라서 이 값을 변경하려면 모터 구동 프로그램에서의 상수값 변화로 쉽게 늘리거나 줄일 수 있다. 이 때 모터 드라이버의 설정 값도 함께 변화시켜 주어야 한다.

○ 작업기의 갑작스러운 출발과 정지는 시스템에 충격을 가하게 되어 시스템의 고장 및 파손의 우려가 있다. 이를 방지하기 위하여 시스템을 출발시킬때의 가속과 정지시킬때의 감속을 행할 수 있는 프로그램을 작성하였다.

높이조절부센서는 작물의 성장에 따라 송풍 및 흡입구의 거리를 조절하기 위한 부분이다. 살수나 방제작업 시 스프레이 높이를 조절함으로써 효율적인 작업이 이루어지고 작물에 송풍 및 작물에 붙어 있는 해충과 이물질을 제거하기 위해 적절한 높이를 유지하는 장치이다. 센서는 발광부와 수광부가 한 쌍으로 되어 있으며, 서로의 간섭을 피하기 위해 엇갈려 위·아래로 장착하였다.

두 쌍의 센서는 작물의 특성을 고려하여 위·아래 간격을 사용자가 조절할 수 있도록 하였다. 센서의 유효거리는 길이가 4m이상이며, 최대 유효폭이 40mm인 빔센서를 사용하였다. 그림<3-18>는 옥묘의 생육상태를 측정하기 위한 빔센서를 나타낸 것이다.



Fig.<3-19> Beam sensor

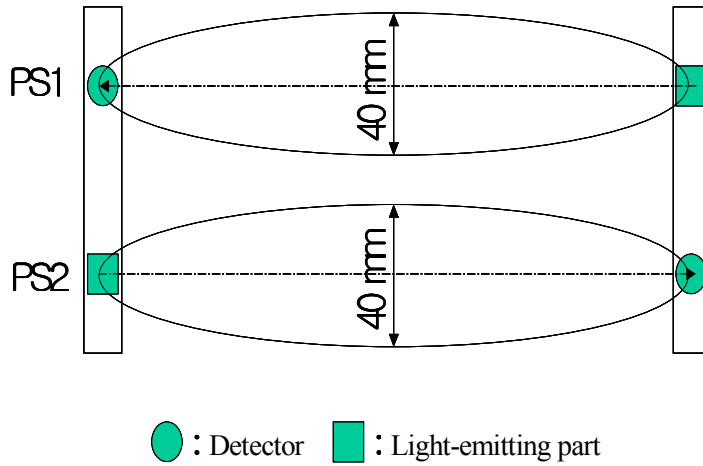


Fig.<3-20> The operating range of sensor

그림<3-20>는 센서의 작동 범위를 나타낸 것이다. 센서 작동에 의한 높이 조절은 PS1과 PS2의 상태에 따라 결정 된다. PS1과 PS2가 모두 Off이면 높이 조절부는 작물 위에 있다고 간주되어 하강하게 된다. PS1이 On, PS2가 Off 일 때는 무시를 하게되며, PS1이 Off, PS2가 On이면 적절한 위치에 있다고 간주되어 정지한 상태가 되어 작업이 이뤄진다. PS1과 PS2가 모두 On인 상태는 작업기가 너무 아래에 위치한다고 간주되어 작업기가 상승된다.

Table <3-7> The input and output of the sensor

Condition	Sensor		Action (Z axis)
	PS1	PS2	
1	Off	Off	Down
2	On	Off	Ignore
3	Off	On	Stop
4	On	On	Up

표<3-7>은 각 센서의 On, Off에 따른 작업기 높이조절 상태를 나타낸 것이다. 그림<3-20>는 센서의 반응에 의한 높이 변환을 나타낸 것이다.

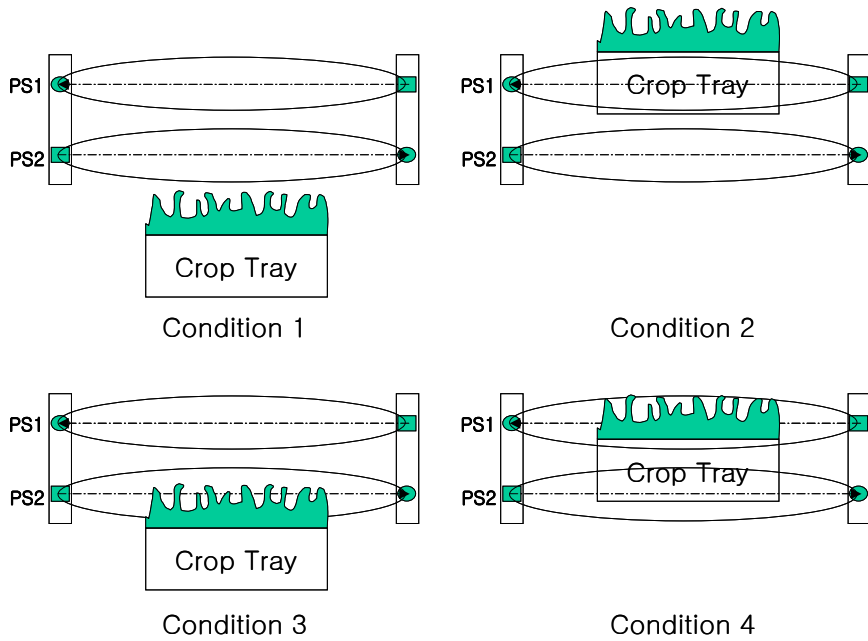


Fig.<3-21> The height change of the sensor

제어프로그램은 작업공정에 따로 프로그램 할 수 있으며, 모두 9개의 프로그램을 입력하여 작동할 수 있도록 설계하였다. 또한 자동 모드와 수동모드를 두어 자동모드일 경우 프로그램에 의해 순차적으로 작동하며, 수동모드인 경우 각각의 작업기 및 모터 등을 개별적으로 작동할 수 있도록 하였다.

주행부의 속도조절은 인버터 모터의 전원을 조절함으로써 전진 4단, 후진 4단의 총 8단계로 조절할 수 있다. 전원은 보통 60Hz를 가지게 되는데 전진 1속은 30Hz로 설정하였다. 이는 너무 적은 Hz를 발생시키면 필요토크를 얻을 수 없기 때문이다. 2속은 40Hz, 3속은 50Hz, 4속은 60Hz로 설정하였다. 수동의 경우 콘트롤패널에 부착되어 있는 VR스위치를 이용하여 작업자가 원하는 속도를 선택할 수 있도록 하였다.

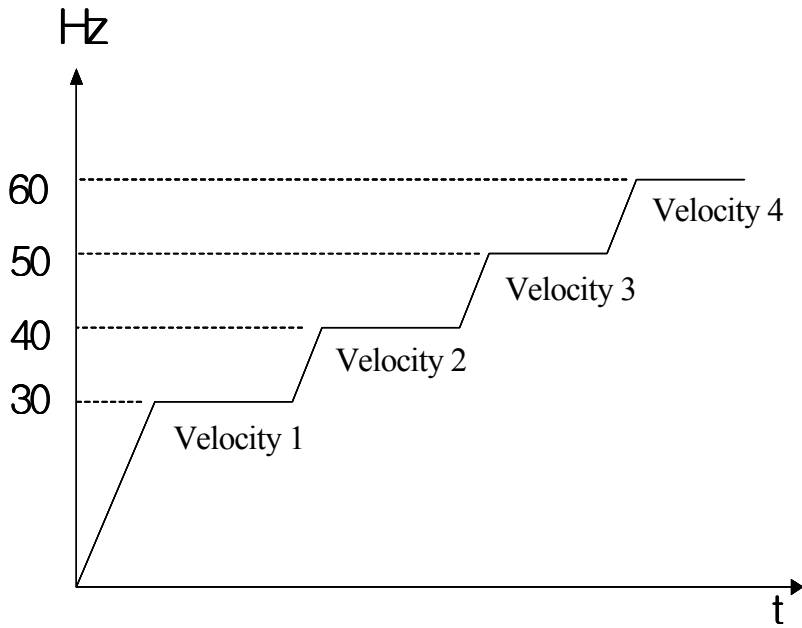


Fig.<3-22> The change of the velocity

그림<3-22>은 무인자동작업장치의 주행 속도 변환을 나타낸 것이다. 작업기의 작업 시 주행부에 과부하 및 어떤 에러가 발생하게 되면 다른 작업기는 정상적으로 작동을 하면서 주행은 멈추게 된다. 또한 높이조절부와 분무기 등 모든 작업기의 상태는 항상 감시하여 이상이 발생하였을 경우 모든 작동은 멈추고 작업자에게 조치를 취할 수 있도록 에러발생을 알리게 된다.

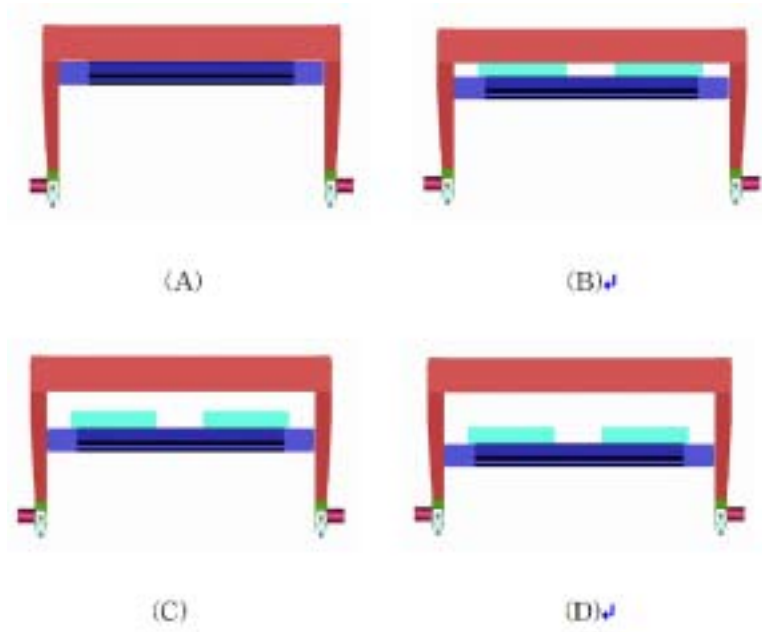


Fig.<3-23> Working types

그림<3-23>은 무인 자동 작업장치가 진행 중 장애물이 있을 경우 센서에 의해 입력 값을 받아 작동되는 형태를 나타내고 있다. 그림<2-23>에서 작업을 처음 시작하는 단계는 (A)의 경우이다. 작동 형태는 (A)(B)(C)(D)의 순서로 작동하며, 송풍 및 살수를 하면서 묘목의 성장정도에 따라 위치변환이 되도록 하였다.

센서는 레일상의 이물질 및 작업기의 전·후로 작업자가 있는 경우 정확하게 감지하였으며, 송풍 및 흡입 후 작물의 상태에 따른 입력 값에 의해 살수부가 정확하게 양액을 살포하였다.

표<3-7>은 무인자동 주행장치의 알고리즘을 나타낸 것이다.

Table <3-8> The algorithm


Proc.	Operation	Checking sensor
1	Velocity 1 of motor in driving part and moving forward for 5 sec.	Limit sensor in driving part
2	Hold on driving part for 1 sec.	Limit sensor in driving part
3	Velocity 2 of motor in driving part and moving backward for 5 sec.	Limit sensor in driving part
4	Hold on driving part for 1 sec.	Limit sensor in driving part
5	Descending height control part to limit sensor	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
6	Ascending height control part to limit sensor	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
7	Velocity 2 of motor in driving part and moving forward for 5 sec. Operating watering part for 5 sec.	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
8	Hold on system for 1 sec.	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
9	Velocity 3 of motor in driving part and moving forward for 5 sec. Operating inhalation part for 5 sec.	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
10	Hold on system for 1 sec.	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
11	Velocity 4 of motor in driving part and moving forward for 5 sec. Operating blowing part for 5 sec.	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
12	Hold on system for 1 sec.	Limit sensor in height control part Limit sensor in driving part
13	Velocity 4 of motor in driving part and moving backward for 5 sec.	Limit sensor in height control part Backward limit sensor in driving part
14	Stopping system	

3. 실험방법

가. 무인 자동작업 장치 다이얼 변환 에 따른 속도측정

무인자동작업장치의 속도조절 다이얼의 눈금에 따른 속도를 측정하기 위하여 장치의 우측면에 설치된 속도조절용 다이얼의 눈금에 따른 속도를 측정하였다. 2회 측정하여 평균을 하여 평균속도를 나타내었다.

속도조절용 다이얼은 총 9개의 눈금이 숫자로 표시되어 있으며, 저항에 의해 모터의 회전속도를 조절할 수 있도록 되어있다. 눈금이 올라갈수록 저항이 감소하여 속도가 빨라지게 된다. 그림<3-23>은 무인자동작업장치의 속도조절용 다이얼을 나타낸 것이다.



Velocity controller

Fig.<3-24> The velocity controller of the system

나. 에어 커튼 풍속측정

무인자동작업장치에 내장된 에어커튼은 송풍을 통한 식물의 스트레스를 통해 초장을 억제하기 위한 목적으로 설치되었으며, 한편으로는 송풍을 통해 밀집된 분화 또는 육묘 식물의 내부 미기상환경의 교란에 목적이 있다.

분화재배나 육묘시 재배면적당 수량을 높이기 위해 재식밀도를 높이고 있는데 이에따라 작물간 간격이 좁아져 작물내의 미기상환경이 작물외부의 미기상환경과 상당한 차이를 보인다. 특히 온도, 습도 및 공기조성 환경이 외부와 현격한 차이를 보이는데 이러한 요인들이 병해의 발생을 높이고, 작물의 광합성 및 호흡등 생리대사기능에 영향을 미치게 되어 웃자람의 원인이 된다.

따라서 본 무인자동작업장치는 에어커튼을 이용하여 송풍에 의한 식물스트레스를 통해 초장을 억제하고, 내부의 미기상환경의 개선 및 병해충 피해 방지를 위하여 부착하였다.

에어커튼의 풍속에 따라 작물에 미치는 영향을 구명하기 위하여 먼저 에어커튼의 토출구에서 각각의 위치별로 풍속을 측정하였다. 에어커튼의 토출구에서 수직으로 10mm거리부터 각 10mm씩 위치를 정하여 50mm까지 측정하였으며, 토출구의 좌우 10mm에서 마찬가지로 위치로 풍속을 측정하였다. 에어커튼에는 속도의 조절이 LOW, MI, HI의 3단계 조절이 가능하여 3단계의 풍속을 모두 측정하였다.

그림<3-24>은 에어커튼 작동시 위치별 풍속 측정을 위한 측정위치도를 나타낸 것이다.

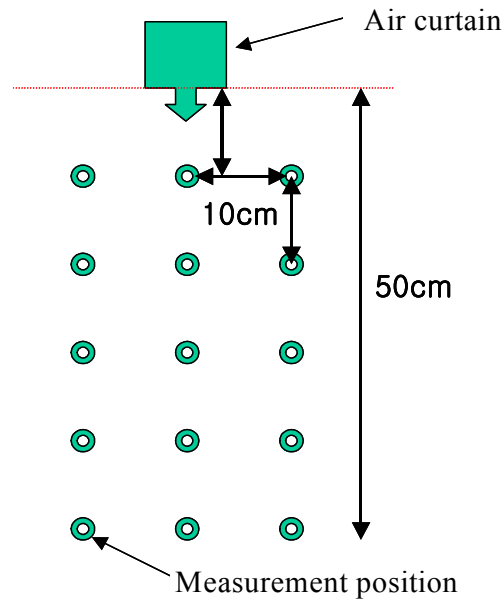


Fig.<3-25> The position of wind velocity measurement as operating air-curtain

다. 과채류 육묘시의 플러그트레이 위치별, 압력별 관수량 조사

일반적으로 과채류 육묘장에서 사용하는 플러그 트레이 50공을 기준으로 하여 압력에 따른 관수량을 판단하기 위하여 이송속도를 2단계(0.047m/sec)로 하고, 펌프의 물 공급압력 10, 15 및 20kg/cm²로 3단계로 조사하였으며, 플러그 트레이 위치는 노즐로부터의 거리를 10, 20, 30, 40 및 50cm로 하여 조사하였다. 플러그 트레이는 각각의 노즐로부터의 거리에 따라 5반복으로 측정하여 평균치를 나타내었다.

라. 화훼류 재배시의 포트 위치별, 압력별 관수량 조사

일반적으로 화훼류 재배시 사용하는 플라스틱 포트(직경 9cm)을 기준으로 하여 압력에 따른 관수량을 판단하기 위하여 이송속도를 2단계(0.047m/sec)로 하고, 펌프의 물 공급압력 10, 15 및 20kg/cm²로 3단계로 조사하였으며, 포트 위치는 노즐로부터의 거리를 10, 20, 30, 40 및 50cm로 하여 조사하였다. 포트는 각각의 노즐로부터의 거리에 따라 10반복으로 측정하여 평균치를 나타내었다.

마. 블로워 유량 및 해충 모형 흡입 실험

그림<3-25>에서 보여진 것과 같이 비중이 작고 면적이 클수록 빨리 올라갈 확률이 크지만, 전체적으로 흡입구 끝단에서 5mm 이상 벌어지면 제 기능을 하지 못하고 있다. 입자의 크기는 평균 3~4mm 정도였다. 현재 블로워 용량보다 3배 이상 커야 될것으로 판단되며, 에어커튼 후면에 바람을 흡입하는 쪽이 면적대비 흡입강도를 보면 훨씬 크며, 좀더 효과 적인 포집을 할 수 있었다. 이때 예상되는 기술적인 문제는 에어커튼의 바람을 배출시키는 쪽에 포집망을 설치할 경우, 풍량을 많게 하는데 장점을 가진 시로코펜은 역압력이 생길 경우 그 기능이 현저히 떨어지는 단점이 있다. 이러한 이유로 현재 블로워 사양에서 용량을 더 키우고 흡입구 전체에 고른 압력이 발생 할 수 있는 구조로 개선해야 된다고 판단된다.



Fig.<3-26> The inhaled particles at 5mm downward in central part

레일 쪽 블로워 분사부 끝단에서 100mm씩 15등분하여 풍속을 측정하였다. 측정시 측정 포인트는 블로워 분사부 끝단에서 측정하였으며, 풍속계이지 최대치로 기준을 정하였다.

그림<3-26>은 무인자동주행장치의 흡입부의 위치를 나타낸 것이다.

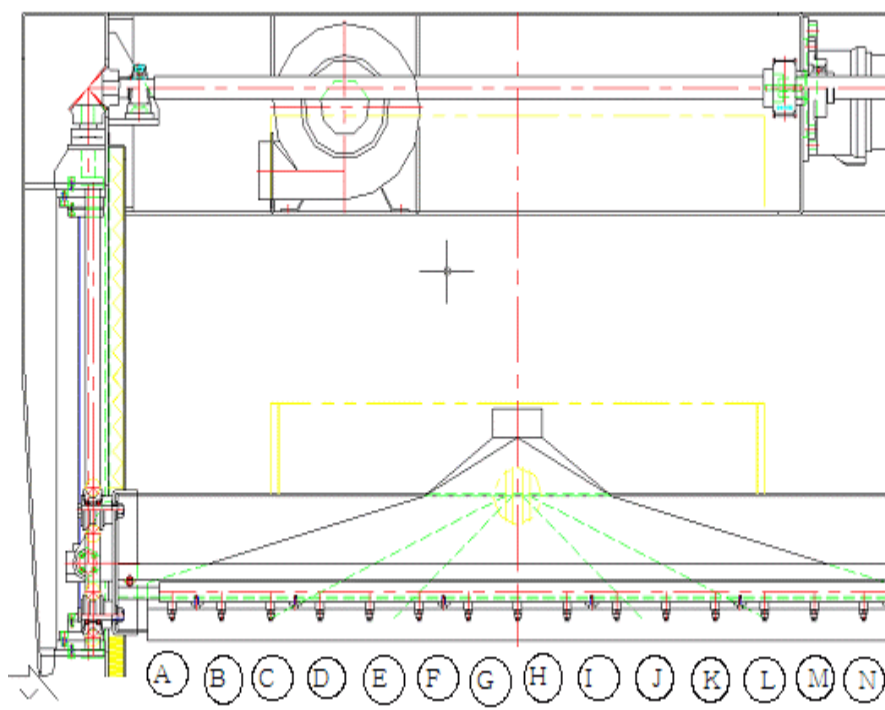


Fig.<3-27> The position of inhalation part

제 4 절 결과 및 고찰

1. 무인 자동작업 장치 다이얼 변환에 따른 속도측정

Table<3-9> The velocity change of system

Dial scale	Measurement of 1 time (sec)	Measurement of 2 times (sec)	Mean (sec)	Mean velocity (m/s)
1	240	236	238	0.021
2	106	106	106	0.047
3	66	66	66	0.076
4	52	51	51.5	0.097
5	40	40	40	0.125
6	33	33	33	0.152
7	28	28	28	0.179
8	25	25	25	0.200
9	22	22	22	0.227

표<3-9> 및 그림 1은 무인자동작업장치의 속도조절용 다이얼 변환에 따른 속도변화를 측정한 것으로 다이얼에는 총 9개의 눈금이 표시되어 있으며, 여기에 맞춰 각각의 눈금마다 2회에 걸쳐 5m에 도달하는 속도를 측정하였다. 평균 속도는 거리를 도달시간으로 나누어 측정하였으며, 그림 1은 측정된 평균속도를 1차회귀로 나타낸 것이다.

그림<3-27>에서와 같이 각 눈금별 평균속도를 1차식으로 나타낸 결과 일정한 패턴을 나타내었다.

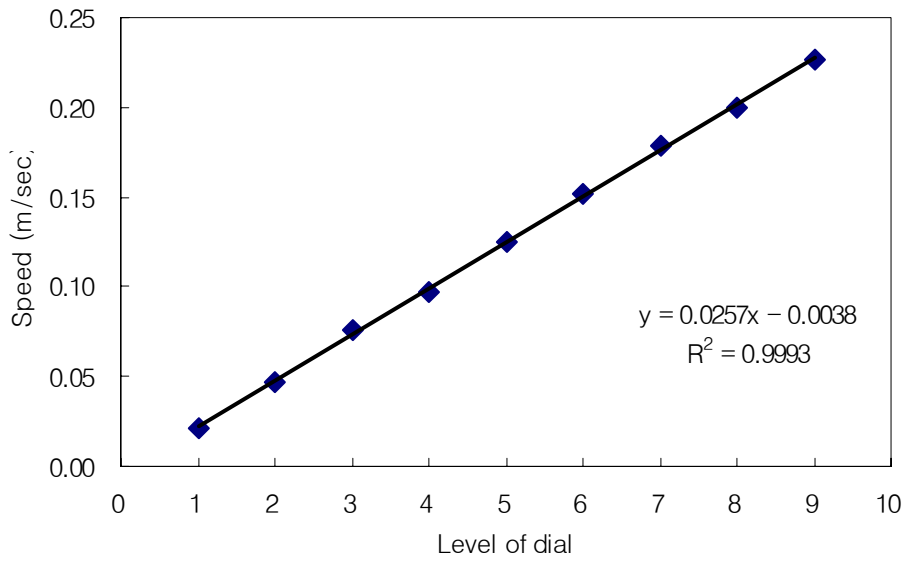


Fig.<3-28> The velocity change as operating dial

2. 에어 커튼 풍속측정

표<3-9>에서 나타난 바와 같이 토출구의 중앙 10cm 위치에서는 풍속이 고속, 중속, 저속 간에 약 0.8m/sec 정도의 차이를 나타냈으나, 중앙 50cm의 위치에서는 0.2m/sec 정도의 아주 근소한 차이를 나타내었다. 토출구의 우측보다는 좌측에서의 풍속이 빠른 것으로 나타났으며, 이는 에어커튼의 송풍구조상 회전방향에 의한 것으로 좌측의 40cm 하단에서 가장 강한 풍속을 나타냈다. 우측의 경우에는 30cm 하단에서 약 2.1~2.3m/sec 정도로 높게 나타났다.

Table<3-10> The measurement of wind velocity as to change position from air-curtain

Distance from air-curtain (cm)	10cm toward left (m/s)	Center (m/s)	10cm toward right (m/s)	Etc. (Inside switch)
10	0.6	10.6	0.5	Wind velocity HI
20	0.5	9.5	0.4	
30	1.6	8.5	2.3	
40	4.4	5.9	1.7	
50	4.0	5.0	1.5	
10	0	10.3	0.5	Wind velocity MI
20	0.4	9.4	0.4	
30	1.7	8.0	2.3	
40	4.3	5.5	1.6	
50	4.0	5.1	1.5	
10	0	9.8	0.4	Wind velocity LOW
20	0.4	9.0	0.4	
30	1.7	7.8	2.1	
40	4.2	5.0	1.5	
50	3.8	4.8	1.5	

3. 과채류 육묘시의 플러그트레이 위치별, 압력별 관수량 조사

표<3-10>에서 나타난 바와 같이 관수노즐로부터의 거리별 관수량의 차이는 크게 나타나지 않았으며, 관수압력에 따른 변화는 나타났다. 관수압력이 높을수록 관수량이 높아졌으나 10kg/cm²와 15kg/cm²에서의 차이는 약 60ml의 차이를 보였으나 15kg/cm²와 20kg/cm²와의 사이에는 약 20ml의 차이를 나타내 압력별 관수량의 차이를 보였다.

반복은 플러그 트레이의 수평위치를 달리하여 무인자동작업장치의 노즐장착

방향을 따라 수평으로 위치해놓고 위치에 따른 관수량을 살펴보았다. 각각의 위치에 따라 관수량의 차이가 심하게 나타났는데 1과 3의 반복위치에서는 다른 곳에 비해 관수량의 차이가 현저하게 나타났다. 이는 관수노즐이 서로 떨어져 있는 위치로서 추후 관수노즐의 위치 선정에 있어 고려해야할 것으로 판단되었다.

표<3-10>에서 나타난 바와 같이 평균으로 보았을때 10kg/cm²의 압력에서는 1공당 즉 식물 1개체당 관수량이 약 4.3~4.7ml가 되고 15kg/cm²에서는 5.7~6.0ml가 된다.

Table <3-11> The measurement of water flux as to position and pressure of plug tray(50 holes) (unit : ml)

Pressure (kg/cm ²)	10					15					20				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
1	205	250	240	230	230	265	300	285	275	255	320	300	330	300	290
2	280	250	250	245	240	340	310	310	280	335	290	330	350	340	335
3	140	170	170	170	185	180	230	230	240	250	275	225	250	270	290
4	260	140	250	245	230	325	315	305	295	275	330	330	340	335	310
5	280	275	270	285	250	350	335	330	325	310	365	365	310	380	345
Mean	221	203	228	223	221	278	289	283	273	279	304	296	318	311	306

4. 화훼류 재배시의 포트 위치별, 압력별 관수량 조사

표<3-11>에서 나타난 바와 같이 관수노즐로부터의 거리별 관수량의 차이는 노즐로부터 10cm일 경우가 가장 관수량이 많은 것으로 나타났는데 이는 노즐로부터의 거리가 가까워 노즐의 분사각 내에 포트가 위치하므로서 노즐로부터 분사되는 물을 그대로 포트에 받을 수가 있어 채집된 물의 양이 많은 것으로

나타났다. 20cm이상에서는 일정한 경향이 나타나지 않았는데 이는 노즐과의 거리가 멀어질수록 관수노즐의 분사각도를 벗어나게 되고 노즐분사각이 서로 겹치는 부분에서의 분사량이 어느정도 일정하게 유지되므로서 나타나는 현상으로 보였다.

Table<3-12> The measurement of water flux as to position and pressure of port when the flower grows separably (Unit : ml)

Pressure (kg/cm ²)	10					15					20				
Distance (cm)	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Times															
1	28	16	13	17	15	34	18	19	21	15	35	21	24	23	50
2	33	21	27	30	23	36	28	34	31	28	39	34	39	32	28
3	28	16	23	26	17	31	22	21	24	25	34	27	34	25	29
4	33	20	25	31	23	38	24	31	35	27	41	30	44	35	27
5	25	16	16	16	13	31	17	18	20	17	36	20	27	24	22
6	27	16	21	20	17	30	21	26	23	17	31	23	29	23	18
7	30	20	24	27	23	35	24	33	32	27	39	29	38	31	27
8	25	16	22	27	17	29	19	32	25	18	31	26	36	24	19
9	29	20	22	22	22	33	27	31	20	25	36	31	38	28	29
10	26	17	20	19	20	29	20	23	22	26	31	24	26	20	25
평균	30.5	17.9	21.4	24.0	18.9	33.0	22.2	27.2	25.7	22.1	35.8	26.8	34.3	27.2	27.7

관수압력에 따른 관수량의 변화는 앞서 살펴본 과채류의 육묘용 플러그트레이에서와는 달리 크게 차이를 나타내지 않았으나 관수압력이 높아질수록 채집되는 물량이 많아지는 것으로 나타났다.

반복은 포트의 수평위치를 달리하여 무인자동작업장치의 노즐장착 방향을 따라 수평으로 위치해놓고 위치에 따른 관수량을 살펴보았다. 각각의 위치에 따라 관수량의 차이가 나타났으나 과채류의 플러그트레이처럼 차이가 심하게 나타나지는 않았다

5. 블로워 유량 및 해충 모형 흡입 실험

흡입 실험은 스티로폼 가루 및 풀 씨앗을 이용하여 측정하였다. 그림<3-28>에서의 입자 크기는 평균적으로 3~4mm정도 해충과 유사한 마른 풀 씨앗을 흡입하였다.



Fig.<3-29> The inhaled particle from 10mm below in sides



Fig.<3-30> The particles not to inhaled



Fig.<3-31> Attached particles not to penetrated

그림<3-31>는 흡입되지 않은 입자로 마르지 않은 풀 씨앗, 밧 짓은 풀잎을 나타낸 것이다. 그림<3-31>는 입구가 작아 걸려 있는 시료들로서 통과되지 못하고 달라붙은 입자를 나타낸 것이다.

Table <3-13> The inhalation test

The position of measurement	The spot of measurement (mm)	Velocity(m/s)	Etc.
A	100	6.4	Mean Velocity $V = 3.64\text{m/s}$ $A = 0.012\text{m}^2$ Inhaled flux $Q = AV$ $Q = 0.044\text{m}^3/\text{s}$
B	200	6.0	
C	300	3.6	
D	400	3.3	
E	500	2.3	
F	600	1.7	
G	700	1.7	
H	800	1.6	
I	900	1.7	
J	1000	2.7	
K	1100	3.5	
L	1200	3.9	
M	1300	6.2	
N	1400	6.4	

표<3-13>은 흡입시험의 결과를 나타낸 것이다. 평균 유속은 3.64m/s이고, 흡입유량은 0.044m³/s이다.

제 5 절 요약 및 결론

본 시스템의 구성은 크게 시설 내에 레일을 설치하여 움직일 수 있는 주행부, 시설이나 작물의 높이에 따라 높이를 조절할 수 있는 높이조절부, 살수 및 농약살포 등을 할 수 있는 살수부, 작물의 미기상 조절을 위한 송풍과 작물에 부착된 해충 및 이물질을 제거하기 위한 흡입을 위한 송풍 및 흡입부로 구성되어 있다.

시설원에 작업의 생력화를 위해 화훼온실, 육묘장, 잔디온실 및 분화재배온실에서 사용할 수 있는 무인자동 작업 시스템을 개발하였다. 무인자동작업장치를 개발하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 다이얼 변화에 따른 속도는 0.047~0.027m/s로 나타났다.
2. 풍속은 토출구의 중앙 10cm 위치에서는 풍속이 고속, 중속, 저속 간에 약 0.8m/sec 정도의 차이를 나타냈으나, 중앙 50cm의 위치에서는 0.2m/sec 정도로 차이가 없었다.
3. 관수압력이 높을수록 관수량이 높아졌으나 10kg/cm²와 15kg/cm²에서의 차이는 약 60ml의 차이를 보였으나 15kg/cm²와 20kg/cm²와의 사이에는 약 20ml의 차이를 나타내 압력별 관수량의 차이를 보였다.
4. 위치에 따라 관수량의 차이가 나타났으나 과채류의 플러그트레이처럼 차이는 없었다.

제 4 장 초화류의 재배 실험

제 1 절 서 설

기계 및 공정 등이 현재 점차적으로 무인자동화로 발전되고 있으며, 작업의 편리성을 강조하고 있다. 앞으로의 농업기계는 무인자동화 시스템의 도입으로 인하여 누구나 손쉽게 작업설정을 하고 기계 스스로 원활하게 작업을 수행할 수 있도록 개선되어야 한다. 온실내의 무인 자동화, 원활성, 편리성에 대한 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 주행경로의 설정이 용이하고 제어가 수월한 고정 경로 방식을 이용한 주행 시스템의 개발을 하여 온실의 형태, 고랑의 위치 등에 무관하게 주행 경로의 설정을 제어할 수 있는 시스템을 개발하고, 초화류의 실험을 하였다.

육묘 재배는 최근 농업인구의 변화 및 노동력을 감안한다면 결코 쉬운 일이 아니며, 이를 위해서 농산물 수확에서의 자동화는 부족한 노동력을 해결할 수 있는 하나의 방법이며, 이를 기초로 궁극적으로는 농업생산시설의 무인화가 가능할 것으로 판단된다.

제 2 절 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구를 통해 개발된 무인작업장치를 이용하여 초화류 5종에 대해 재배실험을 실시하였다. 공시품종으로서는 페츄니아(Dreams blue), 메리골드(Boy yellow), 콜레우스(Highway gold), 임파첸스(Java orange), 샬비어(Vista red) 등 5개 품종으로 재배실험을 하였다.

2. 실험방법

과종 및 본엽 2~4매정도 육묘된 묘를 도입하여 2003년 4월 9일 정식 하였으며, 처리를 시작하였다. 처리내용은 일반적으로 농가에서 실시하는 인력에 의한 두상관수 처리를 대조구(Hand spray)로 하여 관수방법에 있어 대조구와 무인자동작업장치를 이용하여 1일 2회 및 3회 관수를 하는 자동관수 2회 처리구(OS2), 자동관수 3회 처리구(OS3)를 비교하였으며, 무인작업장치에 부착된 송풍장치를 이용하여 송풍세기에 따라 바람 무처리구(NW), 고속송풍 처리구(HW) 및 저속송풍 처리구(LW)를 복합하여 실시하였다.

Table <4-1> The examination plan

Treatment	Plant ht. (cm)	Stem Dia. (mm)	No. of leaves (ea/pl)	No. of flower (ea/pl)	Fresh wt. (g/pl)		Dry wt. (g/pl)		Leaf area (cm ²)
					Top	Root	Top	Root	
Hand spray	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Test 9
OS2+NW	Test10	Test11	Test12	Test13	Test14	Test15	Test16	Test17	Test18
OS2+LW	Test19	Test20	Test21	Test22	Test23	Test24	Test25	Test26	Test27
OS2+HW	Test28	Test29	Test30	Test31	Test32	Test33	Test34	Test35	Test36
OS3+NW	Test37	Test38	Test39	Test40	Test41	Test42	Test43	Test44	Test45
OS3+LW	Test46	Test47	Test48	Test49	Test50	Test51	Test52	Test53	Test54
OS3+HW	Test55	Test56	Test57	Test58	Test59	Test60	Test61	Test62	Test63

4월 28일, 5월5일, 5월19일 등 3회에 걸쳐 생육 조사를 실시하였으며, 초장, 줄기의 지름, 엽면적 등 성장 특성에 대해 조사하였다. 생육 비교는 2003년 5월 20일에 실시하였다. 표<4-1>는 초화류 재배 실험의 실험 설계를 나타낸 것이다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 페튜니아의 성장반응

표<4-2>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 페튜니아의 성장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며, 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

Table<4-2> The growing characteristic of petunia as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht. (cm)	Stem Dia. (mm)	No. of leaves (ea/pl)	No. of flower (ea/pl)	Fresh wt. (g/pl)		Dry wt. (g/pl)		Leaf area (cm ²)
					Top	Root	Top	Root	
Hand spray	26.9	7.89	203.0	19.3	72.2	14.1	15.03	1.63	659
OS2+NW	41.9	7.44	193.3	19.3	134.3	16.8	13.57	3.47	1268
OS2+LW	30.3	7.78	172.7	15.3	96.1	19.7	14.83	3.50	909
OS2+HW	27.3	7.78	173.0	14.7	92.1	20.5	13.30	2.50	856
OS3+NW	42.8	5.49	292.7	19.7	143.4	26.1	17.03	3.67	1237
OS3+LW	37.7	7.42	319.3	14.0	119.3	26.7	18.37	2.83	845
OS3+HW	32.1	8.05	248.0	13.3	96.1	15.1	14.60	2.70	712

무인자동작업장치를 이용한 관수회수와 송풍량의 차이에 따른 페튜니아의 생육을 비교한 결과 표<4-2>과 그림<4-1>, <4-2>과 같이 나타났다. 전반적으로 인력두상관수 처리구가 전반적인 생육의 부진을 나타냈으며, 자동관수 처리구중 송풍을 하지 않은 무풍처리구에서 초장 및 엽면적이 높은 것으로 나타났다.

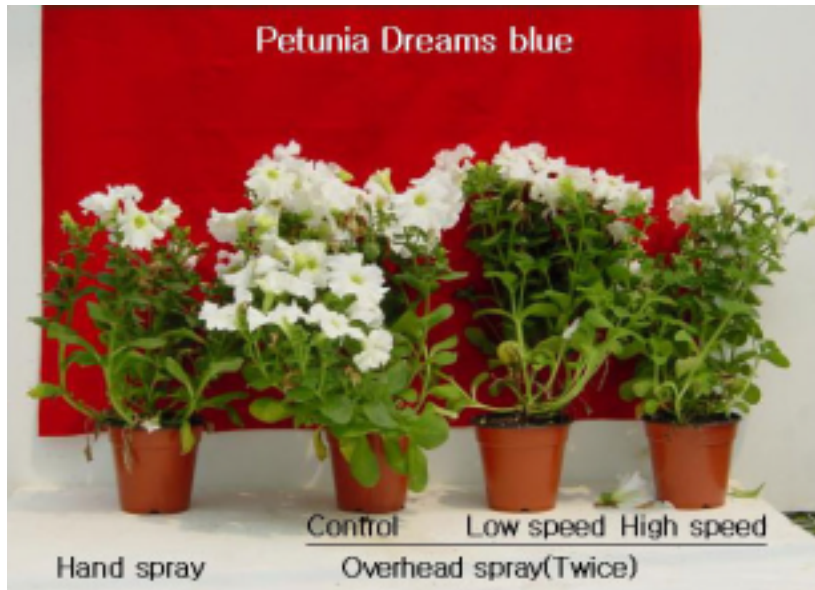


Fig.<4-1> The growth comparison of petunia as to watering and blowing twice per a day

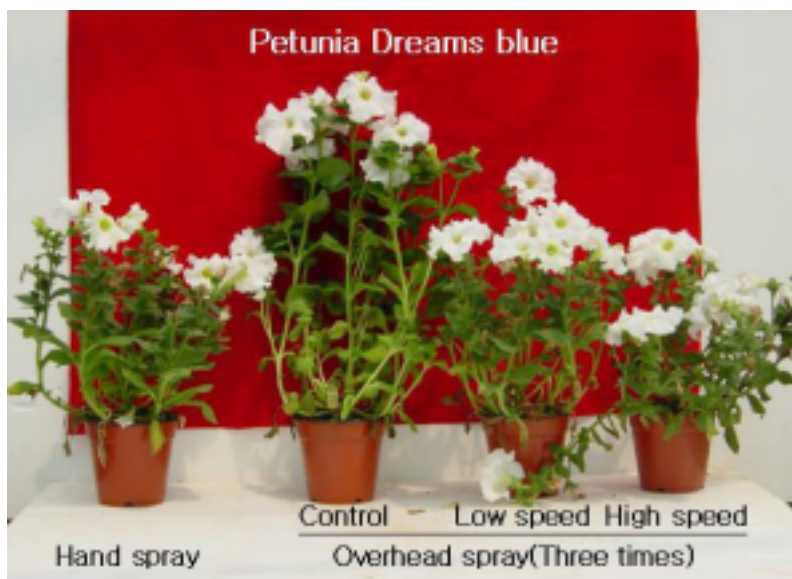


Fig.<4-2> 1The growth comparison of petunia as to watering and blowing 3 times per a day

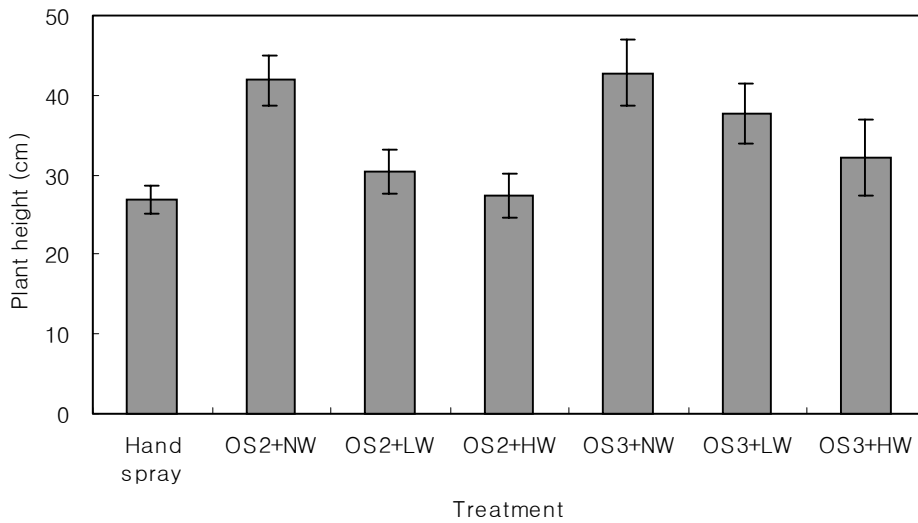


Fig.<4-3> The plant height of petunia as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-3>은 처리에 따른 초장반응을 나타낸 것으로 관수회수에 따른 차이가 극명하게 드러나 대조구(hand spray)에 비해 자동관수 2회 및 3회 무풍 처리구가 15cm이상 차이를 나타냈으며, 송풍에 의한 바람처리에 의해 초장의 억제가 극명하게 나타난다는 것을 알 수 있었다. 초장의 억제에 있어서 저속송풍과 고속송풍에 있어 초장억제 효과가 유의하게 나타나 강하게 송풍할수록 초장억제효과가 높게 나타났다.

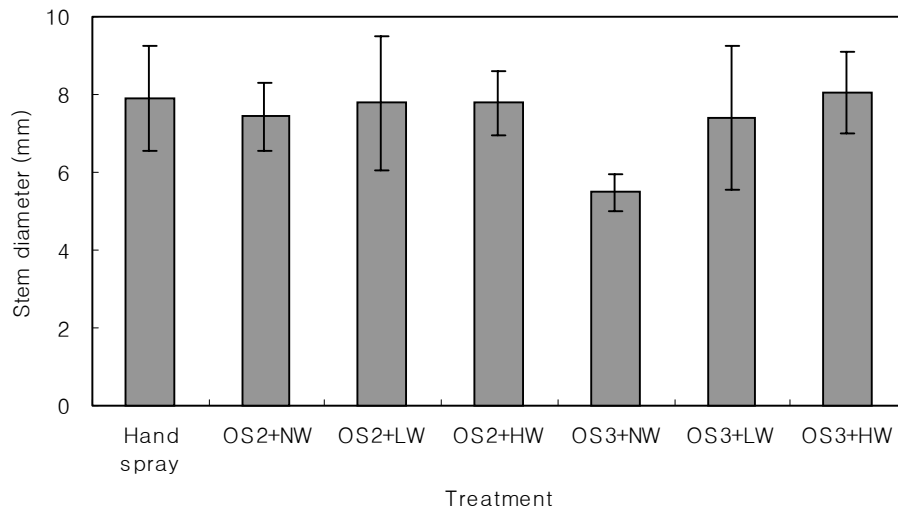


Fig.<4-4> The diameter of petunia stem as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-4>은 줄기의 지름을 나타낸 것으로 처리에 따른 차이가 크게 나타나지 않았으나 자동관수 3회 송풍을 하지 않은 무풍처리구에서 줄기의 지름이 작은 것으로 나타났다.

그림<4-5>는 처리에 따른 엽수반응으로 인력관수나 자동관수 2회처리구에 비해 자동관수 3회처리구가 엽수가 더 많은 것으로 나타났다. 이는 관수회수에 의해 영양조건 및 수분조건이 양호해져 엽의 분화가 많고, 송풍에 따른 처리간 차이는 나타나지 않았다.

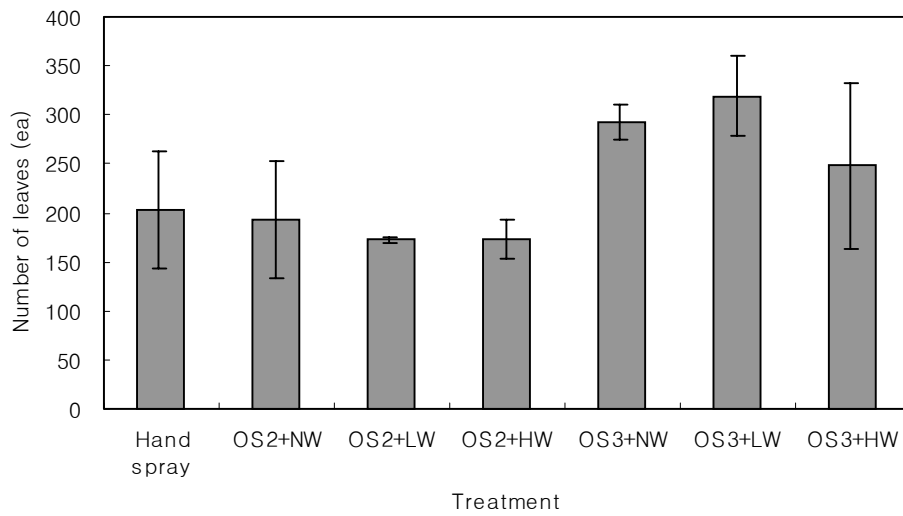


Fig.<4-5> The number of petunia leaves as to watering type, frequency and blowing process

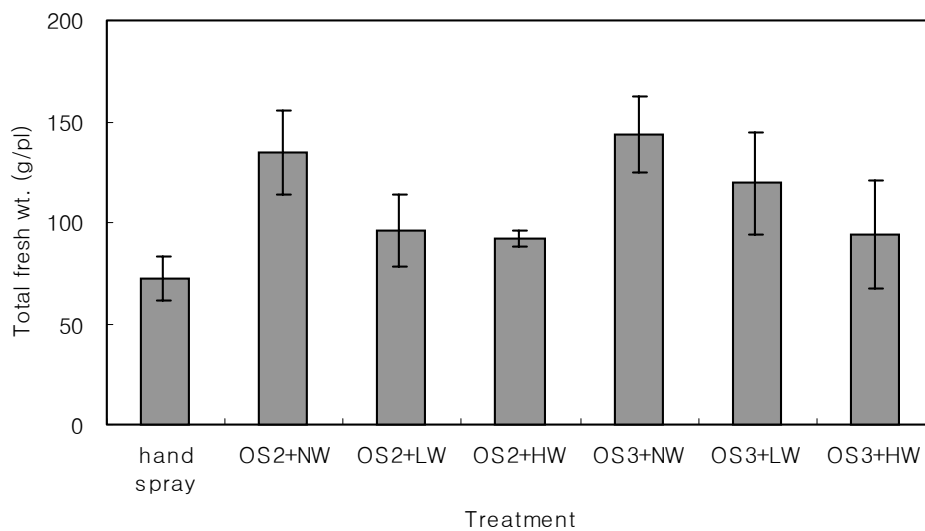


Fig.<4-6> The total fresh weight of petunia as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-6>는 처리에 따른 페튜니아의 총생체중 반응을 나타낸 것으로 초장반응과 유사한 반응을 나타냈다. 인력에 의한 두상관수(Hand spray)의 경우 가장 낮은 총생체중을 나타냈으며, 자동관수의 경우 관수회수가 많을수록 총생체중이 높게 나타났으나 풍속처리에 의해 고속 송풍 처리일수록 생체중이 낮은 것으로 나타나 풍속처리에 의해 식물체의 영양생장에 영향을 받는 것으로 나타났다.

그림<4-7>는 페튜니아의 엽면적 반응을 나타낸 것으로 초장 및 총생체중과 유사한 반응을 나타냈다. 엽수에 있어서는 관수횟수간 차이는 나타났으나 송풍처리에 따른 차이는 나타나지 않았다. 엽면적에 있어서는 관수횟수에 따른 차이는 나타나지 않고 송풍처리에 따른 영향이 나타났다. 무송풍처리와 송풍처리간의 차이는 크게 나타났다. 송풍정도에 따른 차이는 큰 유의차를 나타내지 못했다.

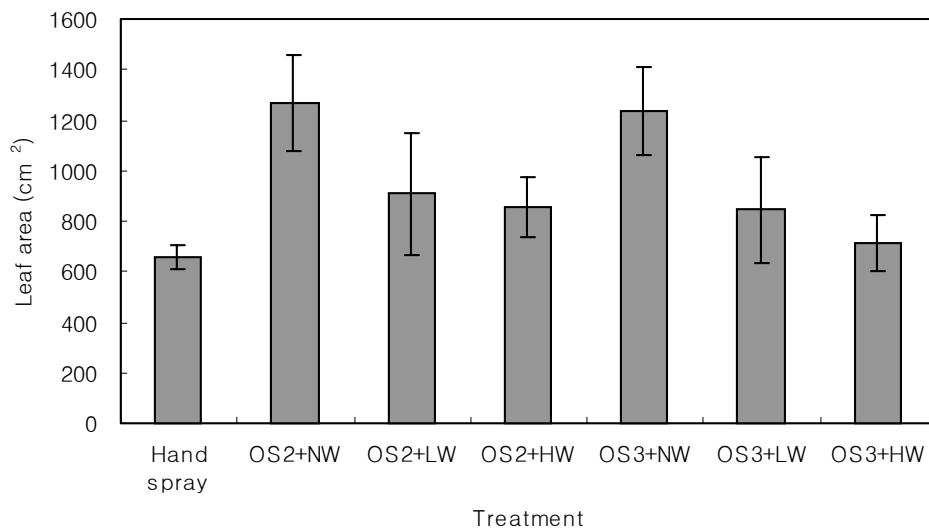


Fig.<4-7> The leaf area of petunia as to watering type, frequency and blowing process

2. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 메리골드의 성장반응

표<4-3>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 메리골드의 성장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

Table<4-3> The growing characteristic of marigold as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht. (cm)	Stem Dia. (mm)	No. of leaves (ea/pl)	No. of flower (ea/pl)	Fresh wt. (g/pl)		Dry wt. (g/pl)		Leaf area (cm ²)
					Top	Root	Top	Root	
Hand spray	15.5	4.87	118.0	6.0	30.1	11.5	4.53	1.97	352
OS2+NW	18.6	7.74	143.7	5.3	72.4	36.6	4.43	3.93	704
OS2+LW	20.9	6.51	143.0	4.7	59.0	31.9	5.13	4.03	679
OS2+HW	16.2	7.41	142.0	4.7	51.6	33.9	5.13	4.83	618
OS3+NW	19.6	6.89	195.0	4.3	54.2	28.6	5.30	4.60	637
OS3+LW	19.2	7.09	194.3	4.3	49.4	25.8	5.87	2.23	619
OS3+HW	19.5	8.66	178.3	4.0	46.0	37.4	6.20	3.93	491

관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 메리골드의 성장반응은 표 2와 같이 나타났다. 그림<4-8>은 처리구 40일째인 5월 19일에 촬영한 것으로 처리간의 차이를 나타내주고 있다. 표에서와 같이 전반적인 생육이 관수횟수가 많을수록 성장량이 높게 나타났으며, 각종 성장특성들이 우수한 것으로 나타났다.

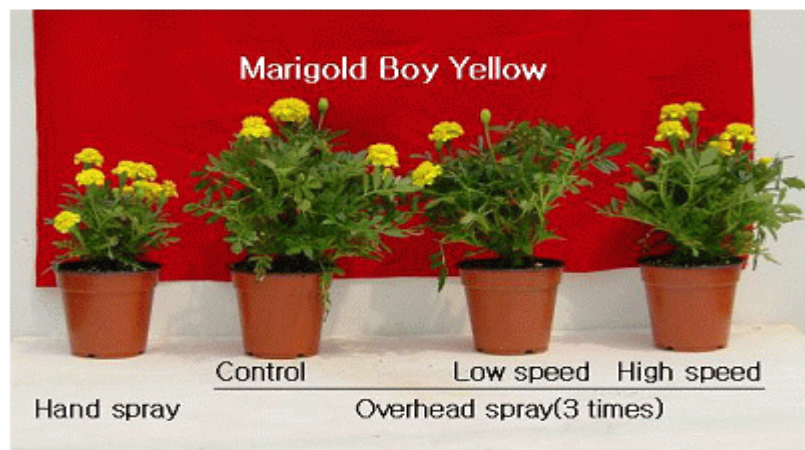
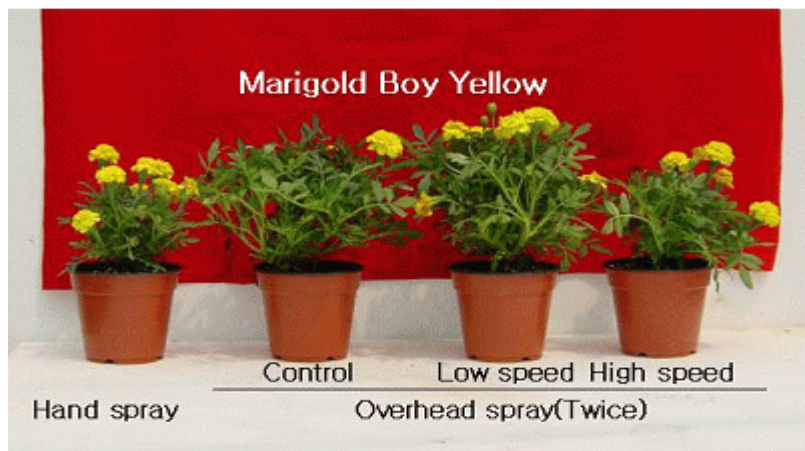


Fig.<4-8> The growing characteristic of marigold as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-9>은 처리에 따른 초장반응을 나타낸 것으로 인력에 의한 두상관수 처리구(hand spray)보다 대부분 초장이 높게 나타났으나, 전반적으로 처리간의 차이는 나타나지 않았으며, 1일 2회관수 처리구의 고속송풍처리구(OS2+HW)에서만 초장이 낮게 나타났다. 이는 메리골드가 상향적인 성장보다는 분지에 의한 측면생장이 더 활발한 작물이라는 특성 때문에 나타나는 반응인 것으로 사료되었다.

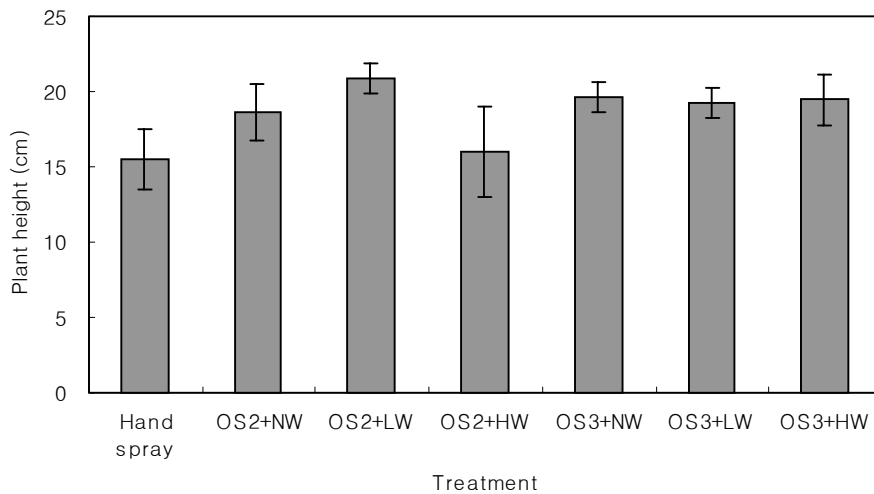


Fig.<4-9> The plant height of marigold as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-10>는 처리에 따른 줄기의 지름을 나타낸 것으로 줄기는 재배작물의 튼튼함을 나타내주는 특성중의 하나이다. 초장반응과 마찬가지로 처리간의 차이가 유의하게 나타나지는 않았으나 인력에 의한 두상관수 처리구에 비해 자동관수 2회 및 3회 처리구가 줄기가 더 두껍게 나타났으며, 특히 고속송풍 처리구가 저속송풍에 비해 줄기의 지름이 크게 나타났으나 유의성은 보이지 않았다.

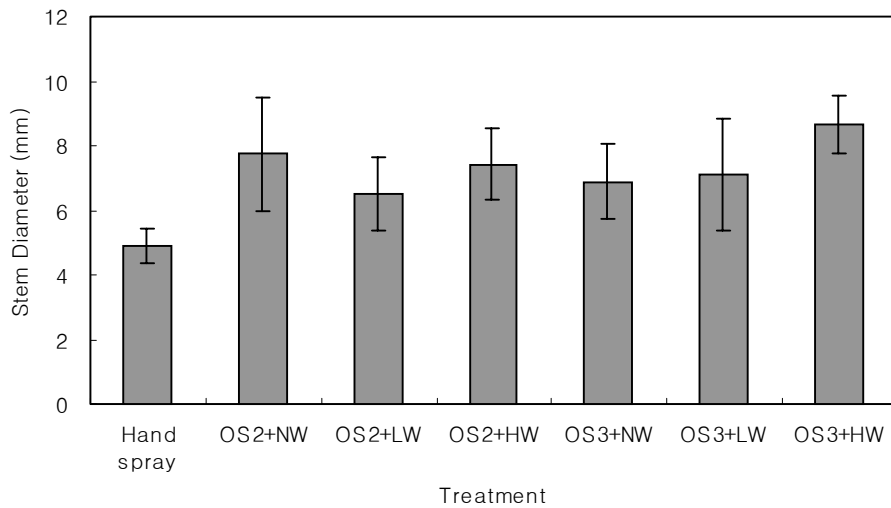


Fig.<4-10> The stem diameter of marigold as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-11>은 처리에 따른 메리골드의 엽수반응을 나타낸 것이다. 전반적으로 대조구<1일2회관수<1일3회관수 순으로 엽수가 많은 것으로 나타났으며 송풍처리에 의한 처리간 유의성은 나타나지 않았다.

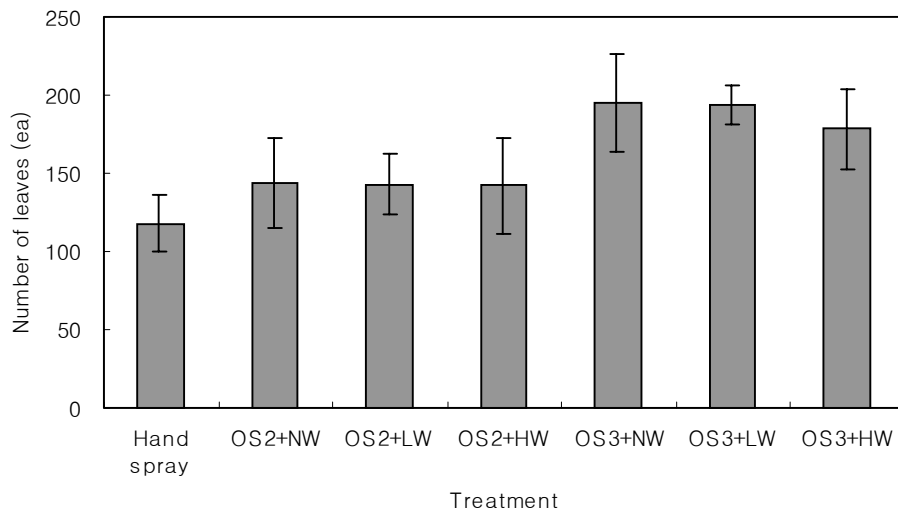


Fig.<4-11> The number of marigold leaves as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-12>는 총생체중 반응을 나타낸 것으로 인력에 의한 두상관수(hand spray)에 비해 자동관수를 이용한 처리구가 2배 이상의 생체중 증가를 나타냈으며, 송풍처리에 의한 유의차는 보이지 않았다.

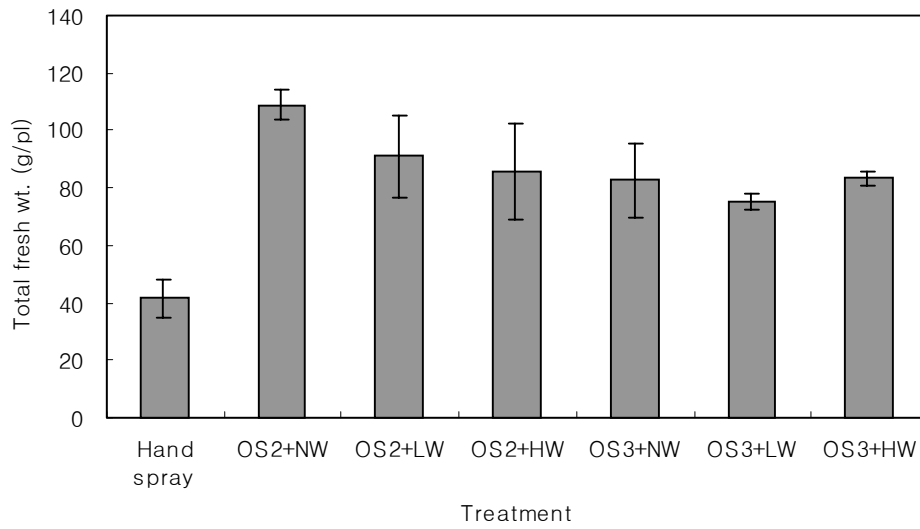


Fig.<4-12> The total fresh weight of marigold as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-13>는 메리골드의 엽면적 반응을 나타낸 것으로 총생체중과 마찬가지로 대조구에 비해 자동관수 2회 및 3회처리구의 엽면적이 2배 정도의 차이를 나타냈으며, 송풍처리에 따른 엽면적의 완만한 감소가 나타나 송풍처리에 의한 엽면적 억제가 나타난 것으로 판단된다.

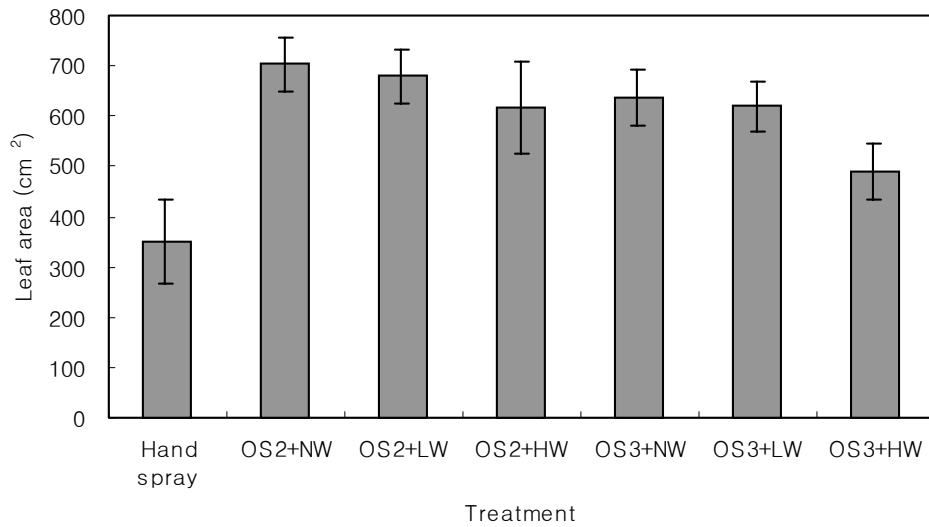


Fig.<4-13> The leaf area of marigold as to watering type, frequency and blowing process

3. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 콜레우스의 성장반응

표 3은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 콜레우스의 성장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

표<4-4> 및 그림<4-14>, <4-15>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 콜레우스의 성장반응을 나타낸 것이다. 전반적인 생육특성이 대조구인 인력에 의한 두상관수 처리구(hand spray)에 비해 1일 2회 및 3회 관수처리에서 우수한 성장을 보였으며, 송풍에 따른 성장 억제효과가 각종 성장특성에 나타났다.

Table <4-4> The growing characteristic of coleus as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht. (cm)	Stem Dia. (mm)	No. of leaves (ea/pl)	Fresh wt. (g/pl)		Dry wt. (g/pl)		Leaf area (cm ²)
				Top	Root	Top	Root	
Hand spray	20.5	8.58	108.0	50.1	26.2	4.53	4.33	807
OS2+NW	28.0	10.25	144.3	104.5	17.3	7.50	2.40	1561
OS2+LW	28.8	9.22	149.3	97.6	34.6	7.07	6.20	1336
OS2+HW	25.5	11.11	156.0	90.6	34.2	7.97	4.20	1240
OS3+NW	30.7	10.97	158.7	114.1	38.3	9.17	4.20	1409
OS3+LW	26.9	10.94	154.7	83.3	22.3	5.00	3.23	1356
OS3+HW	26.9	9.38	159.3	60.3	21.6	7.97	2.57	1253

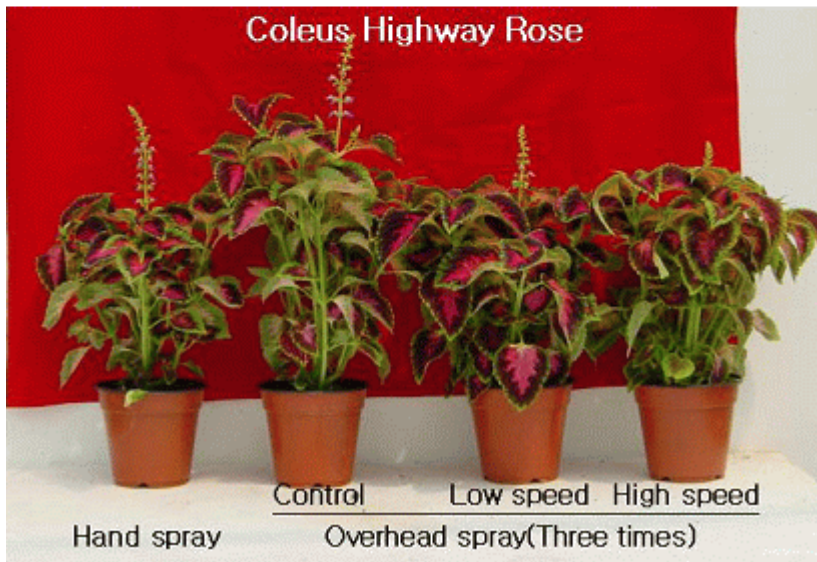
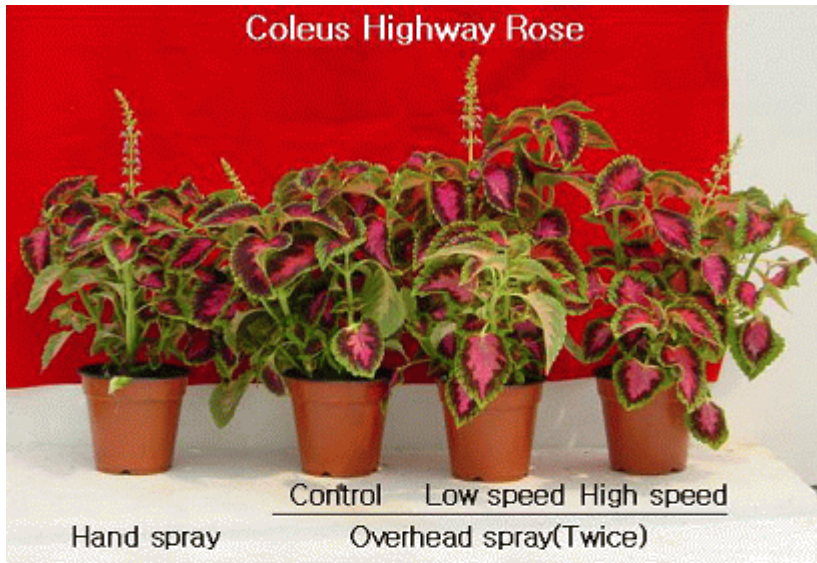


Fig.<4-14> The growth effect of coleus as to watering type and frequency

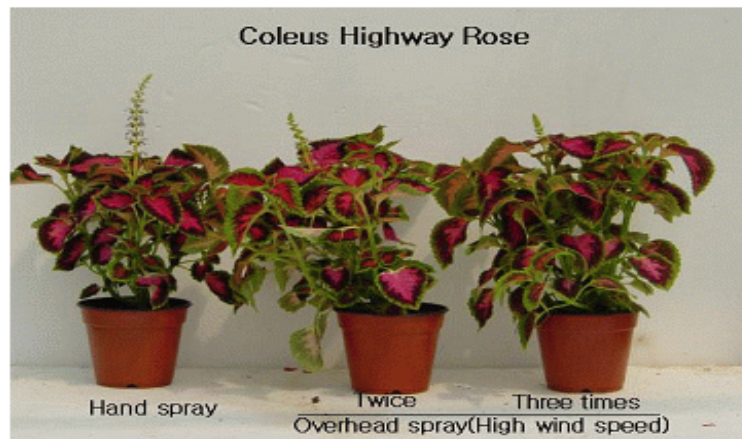
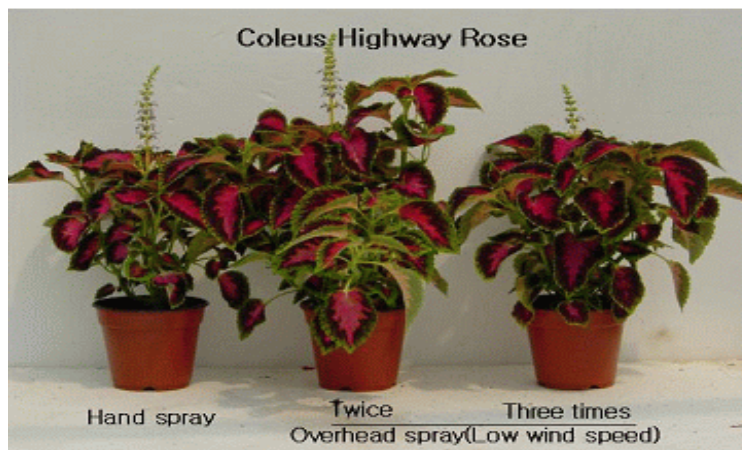
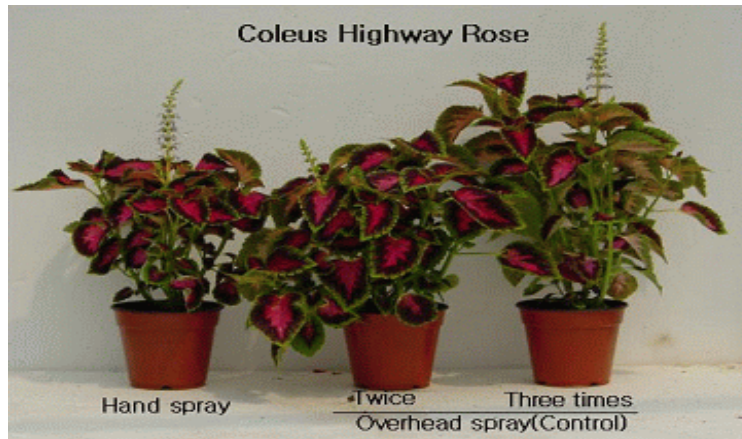


Fig.<4-15> The growth effect of coleus as to watering type and frequency

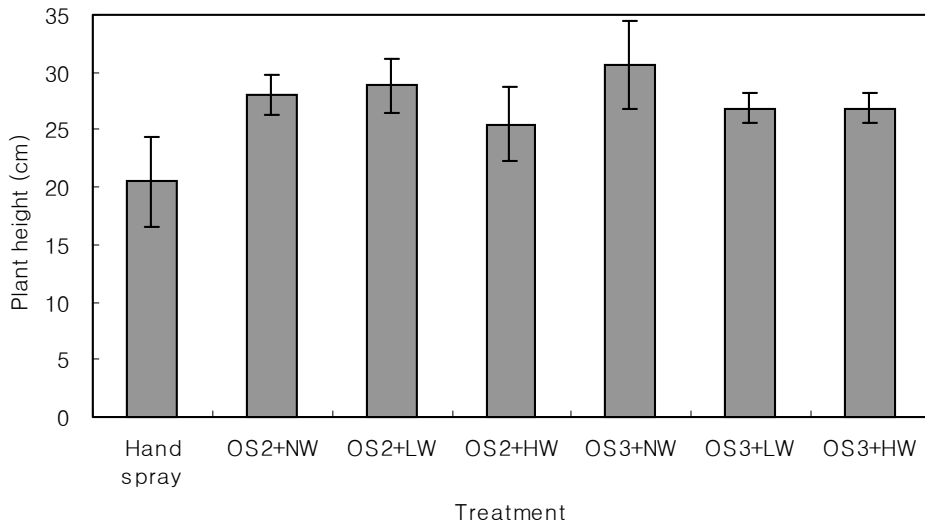


Fig.<4-16> The plant height of coleus as to watering type and frequency

그림<4-16>는 처리에 따른 콜레우스의 초장반응을 나타낸 것으로 대조구에 비해 2회 및 3회 관수처리구의 초장이 높게 나타났으며, 2회관수 처리구중 송풍처리에 의한 유의차는 나타나지 않았으며, 3회관수 처리구에서는 송풍하지 않은 처리구(OS3+NW)에 비해 송풍처리구가 초장은 낮게 나타났으나 송풍정도에 다른 유의차는 나타나지 않았다.

그림<4-17>은 줄기 지름을 나타낸 것으로 처리에 따른 특별한 차이를 나타내지 않았으며, 유의성을 나타내지도 않았다.

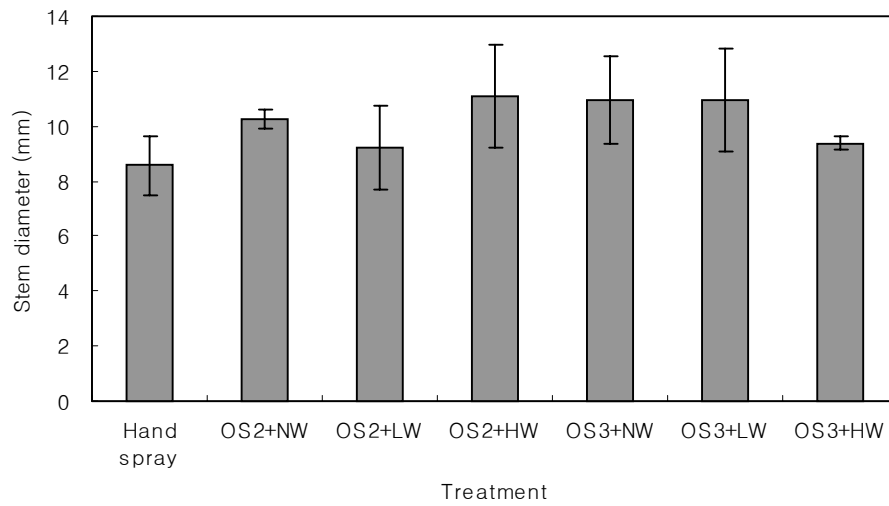


Fig.<4-17> The stem diameter of coleus as to watering type, frequency and blowing process

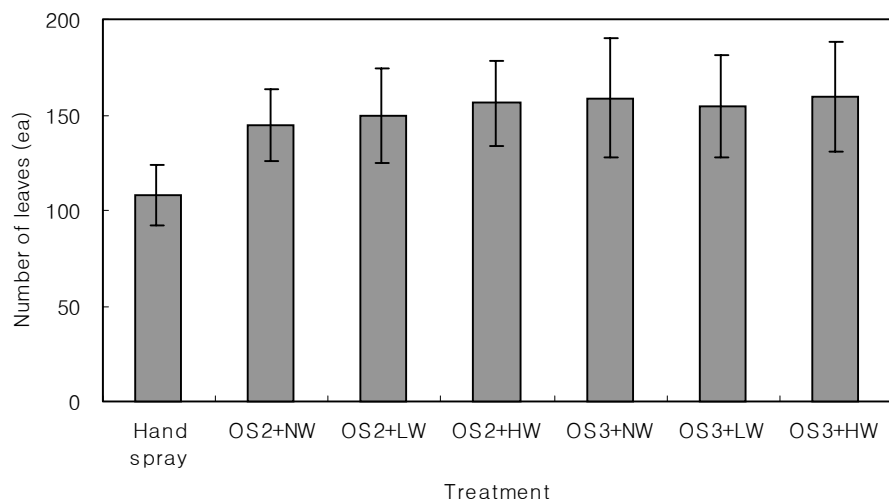


Fig.<4-18> The number of coleus leaves as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-18>은 엽수반응을 나타낸 것으로 대조구에 비해 2회 및 3회 관수처

리구의 엽수가 많은 것으로 나타났으나 2회관수처리구(OS2)와 3회관수처리구(OS3)간의 차이가 나타나지 않았고, 송풍정도에 따른 차이도 나타나지 않았다.

그림<4-19>은 콜레우스의 총생체중 반응을 나타낸 것으로 대조구에 비해 2회 및 3회 관수처리간의 차이는 약 2배정도로 나타났으나 2회관수 처리구중 송풍정도에 따른 처리간 차이는 나타나지 않은 반면, 3회관수 처리구에서는 송풍정도에 따라 저속송풍과 고속송풍의 처리간 차이가 유의하게 나타나 송풍에 의한 총생체중 억제의 효과가 나타났다.

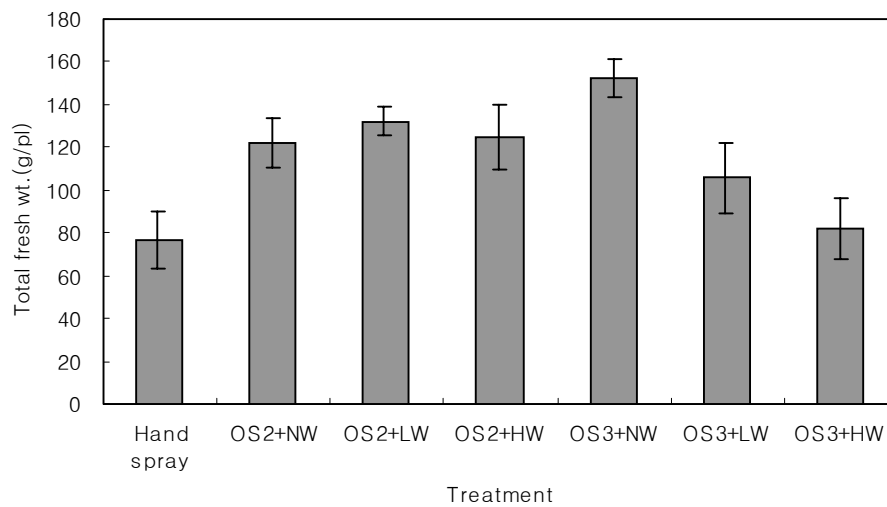


Fig.<4-19> The total fresh weight of coleus as to watering type, frequency and blowing process

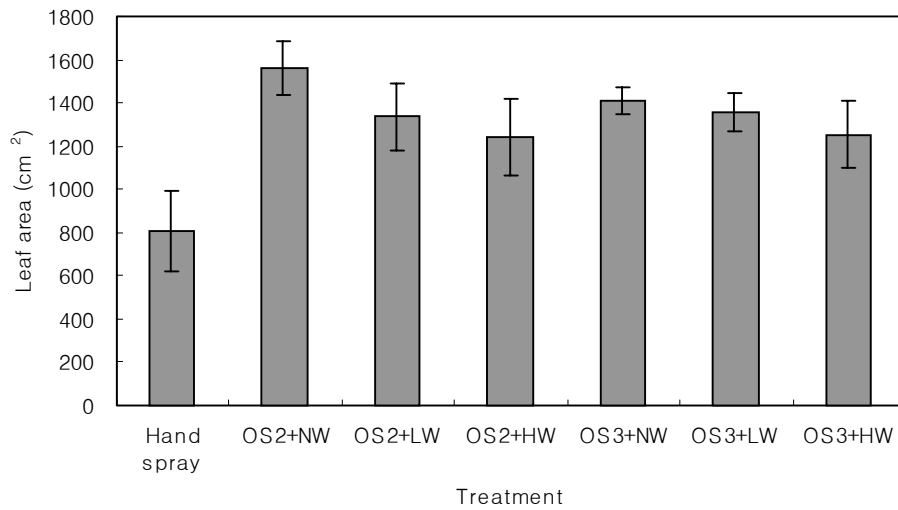


Fig.<4-20> The leaf area of coleus as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-20>는 처리에 따른 콜레우스의 엽면적 반응을 나타낸 것으로 대조구에 비해 2회 및 3회관수 처리구의 엽면적 증대가 유의성있게 나타났으며, 2회관수 처리구가 3회관수 처리구에 비해 상대적으로 엽면적 증가가 더 높게 나타났으며, 송풍정도에 따른 처리간 차이도 유의차를 나타냈다.

4. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 임파첸스의 성장반응

표<4-5>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 임파첸스의 성장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

Table <4-5> The growth characteristic of impatiens as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht. (cm)	Stem Dia. (mm)	No. of leaves (ea/pl)	No. of flower (ea/pl)	Fresh wt. (g/pl)		Dry wt. (g/pl)		Leaf area (cm ²)
					Top	Root	Top	Root	
Hand spray	11.5	8.24	99.0	2.0	25.1	12.9	2.53	2.30	319
OS2+NW	14.1	9.44	107.3	1.7	51.2	32.7	3.17	4.87	693
OS2+LW	13.6	11.00	110.3	2.3	41.1	47.8	2.80	6.73	542
OS2+HW	13.0	11.37	116.3	2.7	36.7	27.7	3.90	5.67	498
OS3+NW	12.4	11.76	147.0	1.0	38.4	22.2	2.67	3.93	573
OS3+LW	11.4	11.23	136.0	5.7	37.5	15.2	2.90	2.90	524
OS3+HW	11.4	11.06	146.0	2.0	37.0	24.6	3.60	2.80	498

표<4-5> 및 그림<4-21>은 임파첸스의 성장반응을 나타낸 것이다. 표에서 보는바와 같이 임파첸스는 다른 초화류에 비해 성장량이 그다지 크지 않은 식물로서 초장이 비교적 작은편에 속한다. 전체적으로 초장의 경우 2회 관수처리구 엽수에서는 3회관수 처리구에서 높게 나타났으며, 엽면적은 대조구인 인력

에 의한 두상관수처리구에 비해 2회 및 3회 관수처리구가 높게 나타났다.

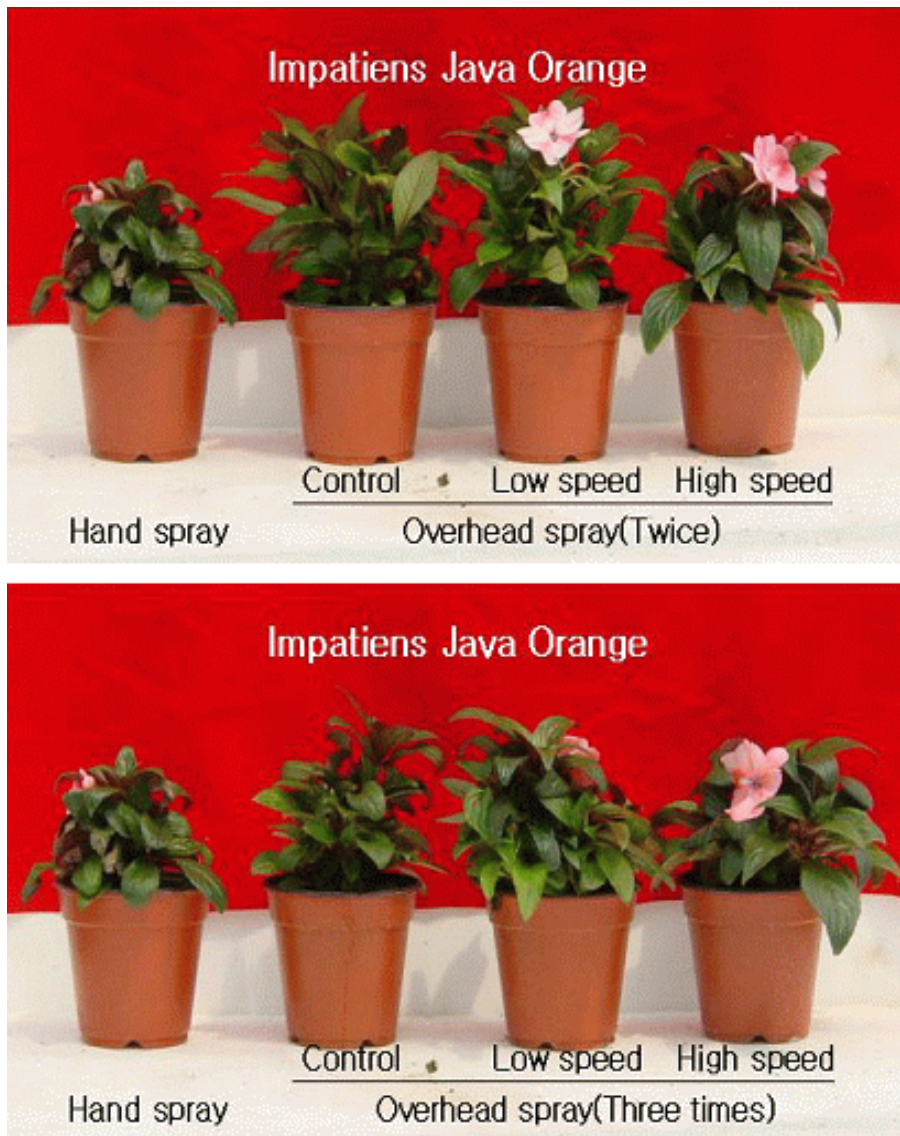


Fig.<4-21> The growth characteristic of impatiens as to watering type, frequency and blowing process

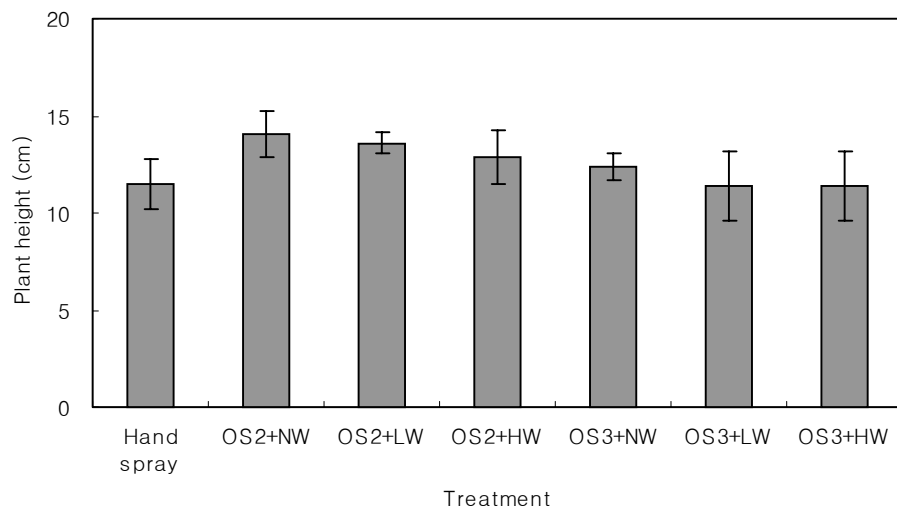


Fig.<4-22> The plant height of impatiens as to watering type, frequency and blowing process

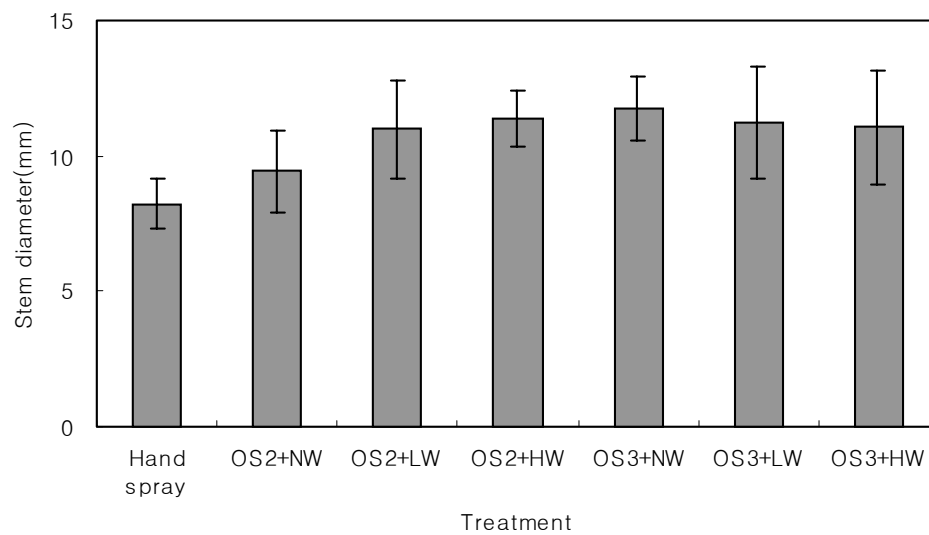


Fig.<4-23> The stem diameter of impatiens as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-22> 및 <4-23>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 임파첸스의 초장 및 줄기 지름을 나타낸 것으로 초장에 있어서는 전반적으로 대조구에 비해 초장의 평균치가 비교처리구에서 높게 나타났으나 처리간 유의차는 크게 나타나지 않았다. 그러나 줄기 지름에 있어서는 2회관수 무풍처리구(OS2 + NW)를 제외한 다른 비교처리구 모두 대조구와 유의한 차이를 보였으나 초장과 마찬가지로 처리구간 유의차는 나타나지 않았다.

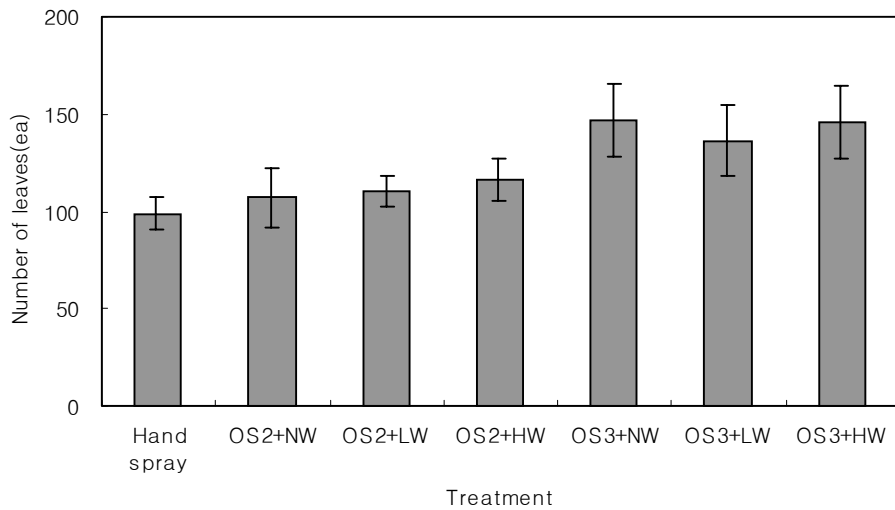


Fig.<4-24> The number of impatiency leaves as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-24> 및 <4-25>는 엽수 및 엽면적 반응을 나타낸 것으로 대조구에 비해 2회관수 처리구는 유의차가 없었으나 3회관수 처리구는 유의차를 나타냈다. 2회관수 및 3회관수 처리내 송풍처리에 따른 유의차는 인정되지 않았다. 그러나 그림 19의 엽면적을 보면 대조구에 비해 관수 2회처리구와 3회처리구의 엽면적이 유의하게 높게 나타났으며, 송풍정도가 강할수록 엽면적이 감소하는 것으로 나타났다. 또한 엽수에 있어서는 3회관수 처리구가 2회관수처리구에 비해 엽수가 많은 것으로 나타났으나 엽면적에 있어서는 큰 차이를 나타내지

않아 2회관수 처리구에 비해 3회 관수처리구가 엽면적에 비해 엽의 분화가 빠른 것으로 생각되었다.

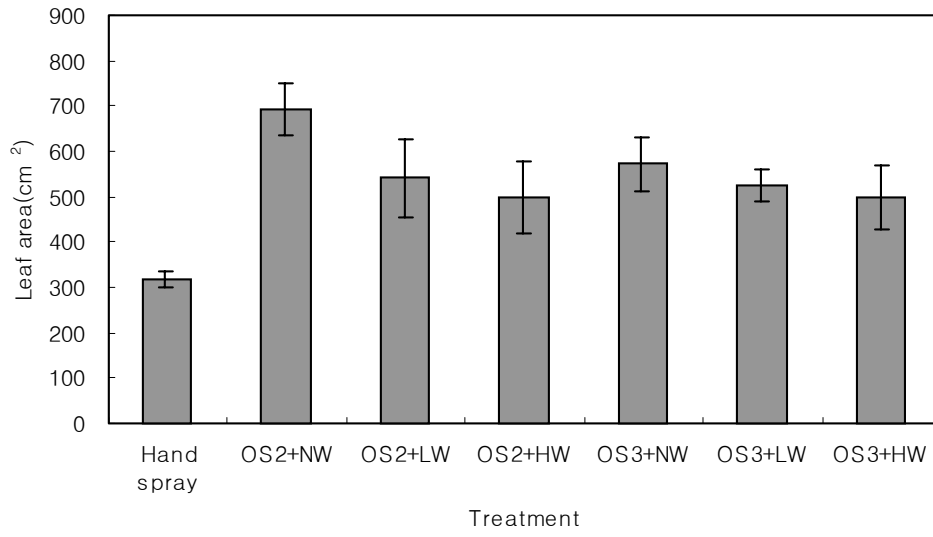


Fig.<4-25> The leaf area of impatiens as to watering type, frequency and blowing process

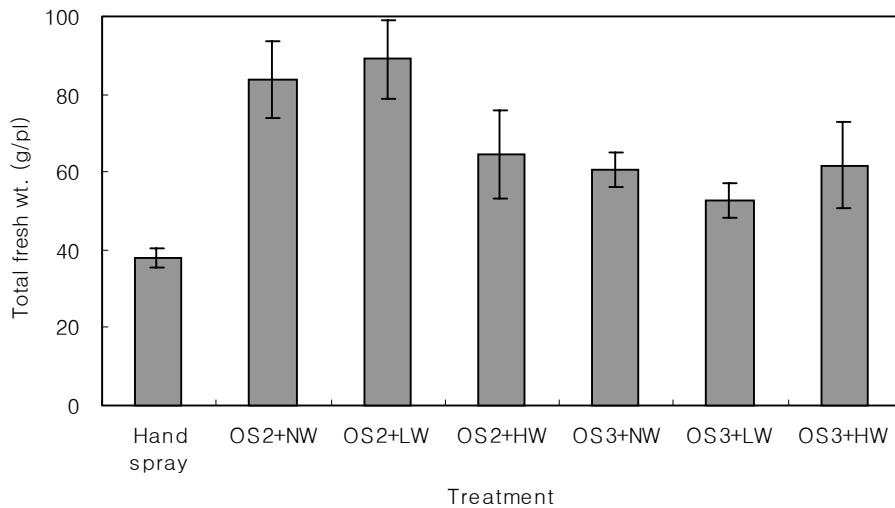


Fig.<4-26> The total fresh weight of impatiens as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-26>은 총생체중을 나타낸 것으로 전반적으로 대조구에 비해 2회 및 3회관수처리구의 총생체중이 높게 나타났으며, 2회관수처리구가 3회관수처리구에 비해 총생체중이 높게 나타났다. 송풍정도에 따른 처리간에는 어떠한 경향도 나타나지 않았다.

5. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 셀비어의 성장반응

표<4-6>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 셀비어의 성장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

Table <4-6> The growth characteristic of salvia as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht. (cm)	Stem Dia. (mm)	No. of leaves (ea/pl)	No. of flower (ea/pl)	Fresh wt. (g/pl)		Dry wt. (g/pl)		Leaf area (cm ²)
					Top	Root	Top	Root	
Hand spray	21.7	5.05	97.3	32.0	33.9	51.4	5.87	8.30	445
OS2+NW	22.2	5.38	71.0	30.7	30.4	45.8	5.57	9.23	313
OS2+LW	23.4	5.31	85.7	38.0	43.1	52.0	7.03	9.93	490
OS2+HW	23.4	5.46	82.7	39.0	40.3	38.6	6.83	7.37	393
OS3+NW	27.2	4.96	85.0	28.3	38.3	35.6	6.83	7.67	416
OS3+LW	25.2	6.33	93.0	30.0	40.7	46.6	6.53	8.70	495
OS3+HW	25.2	6.88	87.3	34.0	37.1	42.9	7.53	6.70	473

표<4-6> 및 그림<4-27>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 셀비어의 성장특성을 나타낸 것이다. 셀비어의 경우 도로의 화단용이나 장식용 화단에 식재하는 대표적인 품종으로서 빨간색 꽃이 시선을 집중시키는 작물이다. 초장은 대조구에 비해 2회 및 3회관수처리구가 높게 나타났으며, 송풍처리에 의해 줄기의 지름이 두꺼워지는 경향을 나타냈다. 엽수와 엽면적에 있어서는 관수 및 송풍처리에 따른 일정한 경향을 나타내지 않았다.

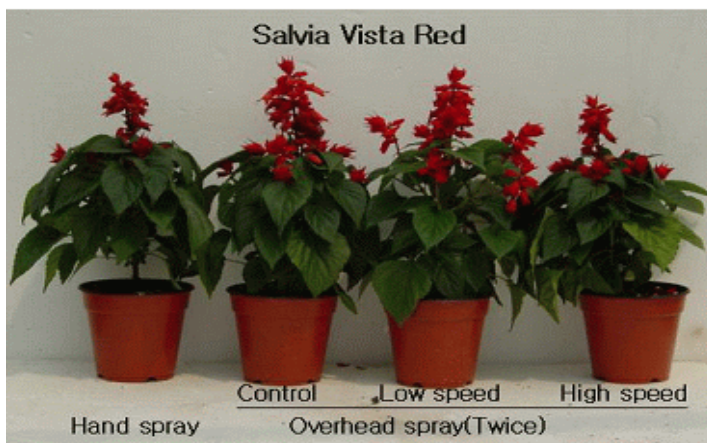
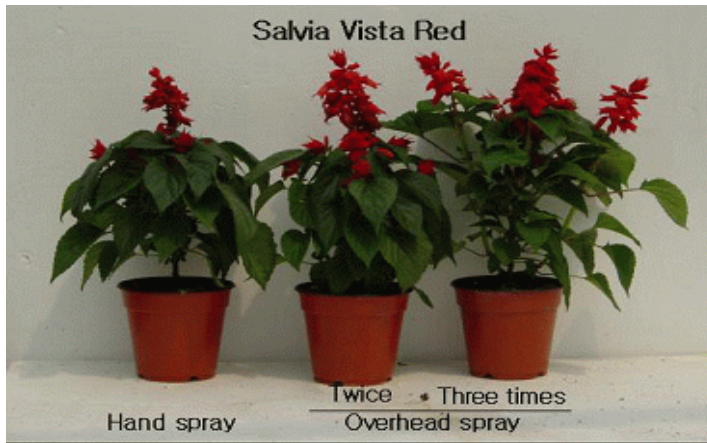


Fig.<4-27> The growth characteristic of salvia as to watering type, frequency and blowing process

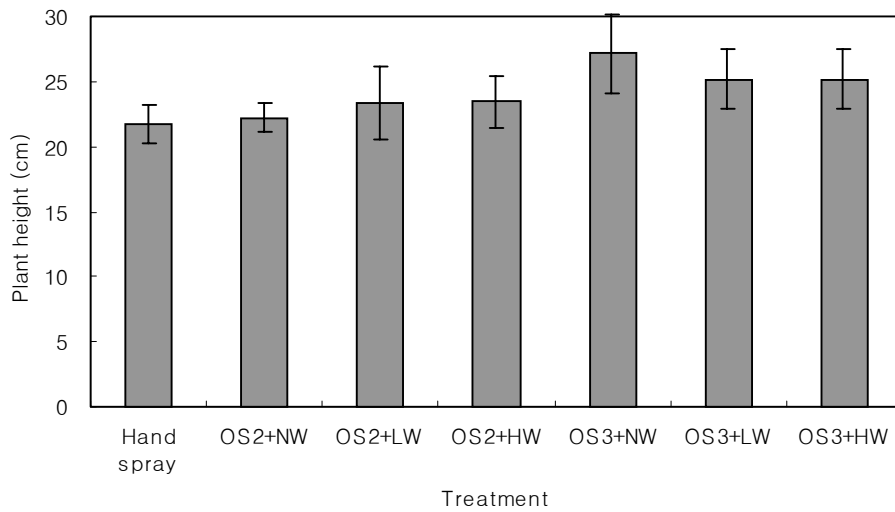


Fig.<4-28> The plant height of salvia as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-28>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 쉐비어의 초장 반응을 나타낸 것으로 대조구에 비해 관수 2회 처리구는 유의차를 나타내지 않았으나 관수3회처리구는 약간의 유의차를 나타냈다. 그러나 송풍정도에 따른 처리간 유의차는 나타나지 않아 송풍에 의한 초장억제효과는 인정되지 않았다.

그림<4-29>는 줄기의 지름을 나타낸 것으로 대조구에 비해 처리간 유의차가 나타나지 않았으나, 관수 3회처리구중 저속 및 고속송풍처리구의 줄기의 지름은 다른 처리구에 비해 약간 두꺼운 것으로 나타났다.

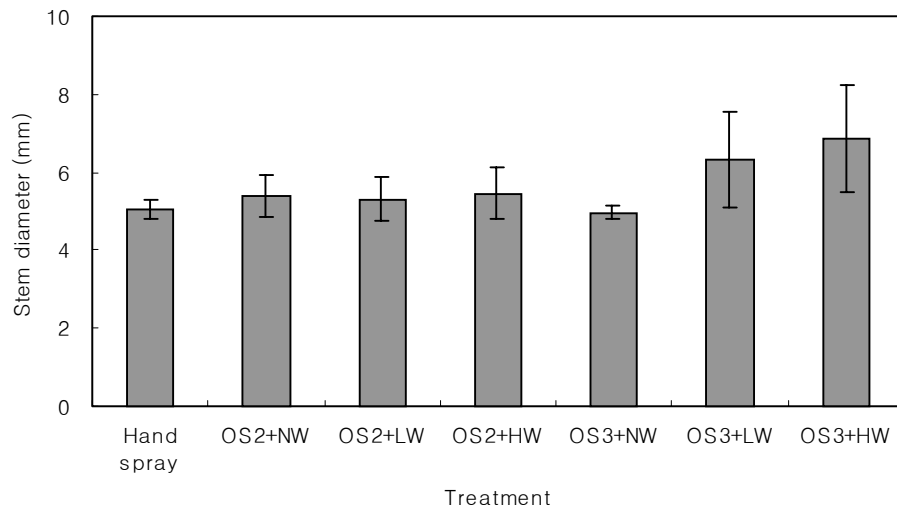


Fig.<4-29> The stem diameter of salvia as to watering type, frequency and blowing process

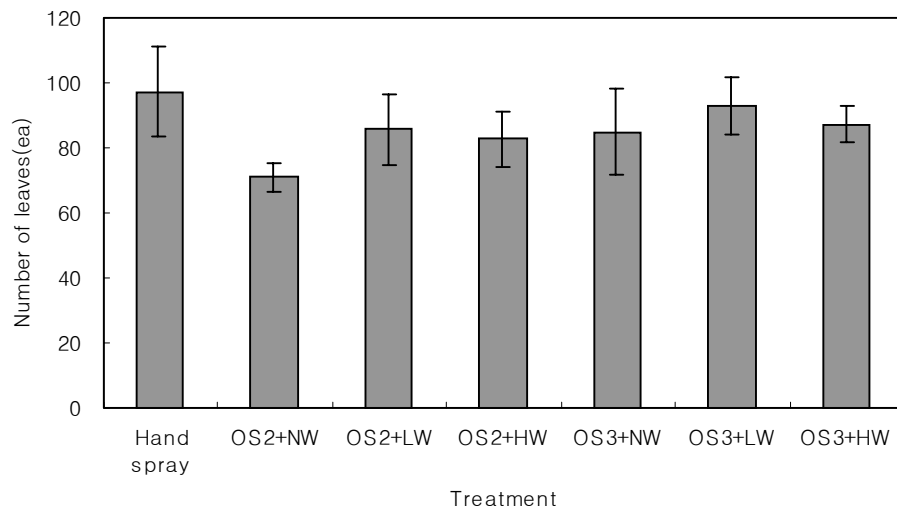


Fig.<4-30> The number of salvia leaves as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-30>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 쉐비어의 엽수 반응을 나타낸 것이다. 엽수는 관수방법, 관수회수에 따른 처리간 유의성이 나타나지 않았으며, 송풍처리에 따른 유의성도 나타나지 않았다.

그림<4-31>에 나타낸 엽면적에 있어서도 그림<4-30>의 엽수와 유사한 반응을 나타내어 처리간 유의성을 발견하기가 힘들었다. 특이하게 엽수에 있어서 평균치는 낮았지만 처리간 유의차를 나타내지 않았던 관수2회처리의 무풍처리구가 엽면적에 있어서는 유의하게 가장 낮은 엽면적을 나타냈다.

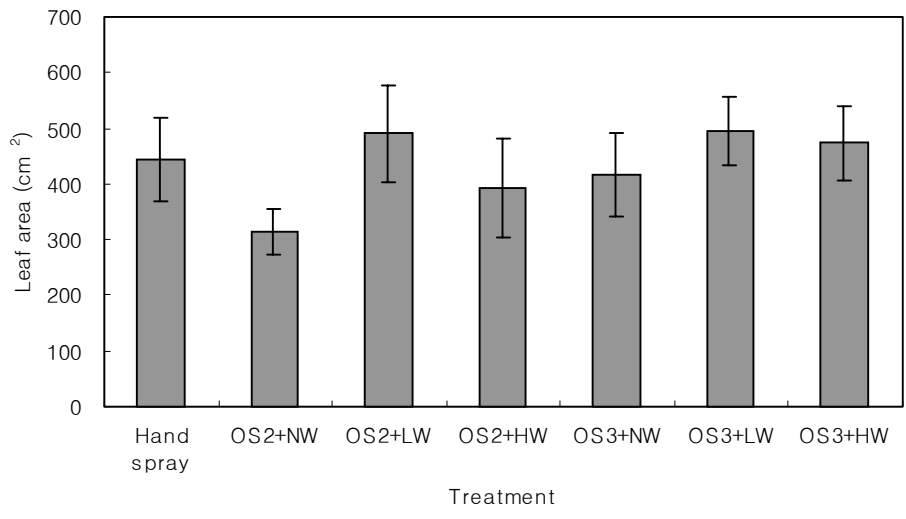


Fig.<4-31> The leaf area of salvia as to watering type, frequency and blowing process

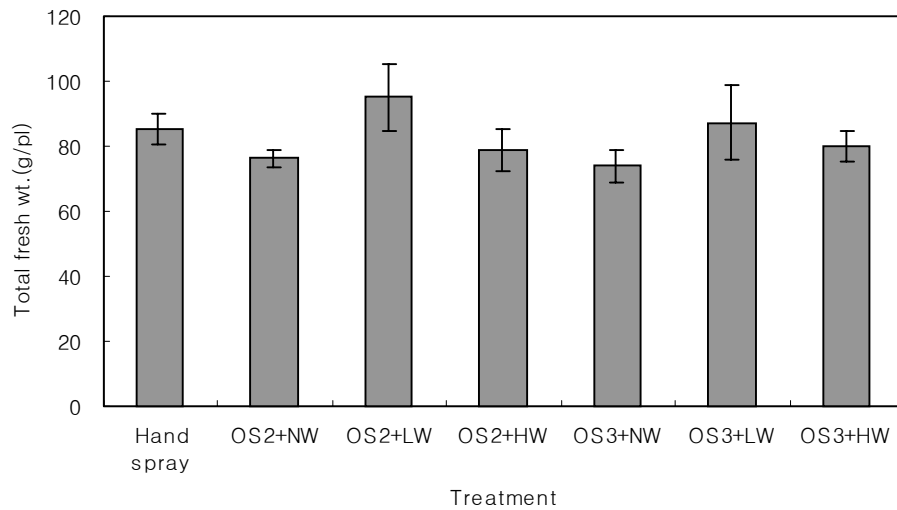


Fig.<4-32> The total fresh weight of salvia as to watering type, frequency and blowing process

그림<4-32>은 총생체중을 나타낸 것으로 처리간 관수회수에 따른 유의성을 보이지 않았으나 2회관수처리와 3회관수처리중 저속송풍처리구의 생체중이 다른 처리구에 비해 높게 나타나 저속송풍처리에 의한 생체중의 증가가 인정되었다. 이는 저속송풍에 의해 엽면경계층을 없애주어 광합성활동을 원활하게 하므로써 생체중의 증가를 가져온 것으로 판단된다.

제 4 절 요약 및 결론

무인자동작업장치의 성능을 알아보기 위해 초화류에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 자동관수 처리구중 송풍을 하지 않은 무풍처리구에서 초장 및 엽면적이 높은 것으로 나타났다.
2. 줄기의 지름은 송풍을 하지 않은 무풍처리구에서 줄기의 지름이 작은 것으

로 나타났다.

3. 인력에 의한 두상관수 처리구에 비해 자동관수 2회 및 3회 처리구가 줄기가 더 두껍게 나타났으며, 특히 고속 송풍 처리구가 저속 송풍에 비해 줄기의 지름이 크게 나타났다.

4. 송풍이 강할수록 엽면적이 감소하는 것으로 나타났다.

제 5 장 과채류의 재배 실험

제 1 절 서 설

농산물 수입개방으로 외국산 육묘의 유입은 우리 농업의 기반을 흔들고 있다. 따라서 육묘의 고품질화 및 생산비 절감으로 대외 경쟁력을 높일 수밖에 없는 현실이다. 이를 위해서 육묘의 재배기술은 중요하다. 육류에서 과채류로 식생활의 변화는 농업 생산액 중에서 육묘 재배가 차지하는 비중이 계속 증가하고 있다.

제 2 절 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구를 통해 개발된 무인작업장치를 이용하여 과채류 3종에 대해 재배 실험을 실시하였다. 공시품종으로는 오이(품종명 : 청낙합), 토마토(품종명 : 노크산마루), 고추(품종명 : 녹광) 등 3개 품종으로 재배실험을 하였다.

2. 실험방법

2003년 6월 9일 발아실에 파종하여 6월 12일 재배하우스에 이동하여 6월 16일에 처리를 시작하였다. 처리내용은 일반적으로 농가에서 실시하는 인력에 의한 두상관수 처리를 대조구(Hand spray)로 하여 관수방법에 있어 대조구와 무인자동작업장치를 이용하여 1일 2회 및 3회 관수를 하는 자동관수 2회 처리구(OS2), 자동관수 3회 처리구(OS3)를 비교하였으며, 무인작업장치에 부착된 송풍장치를 이용하여 송풍세기에 따라 바람 무처리구(NW), 고속송풍 처리구

(HW) 및 저속송풍 처리구(LW)를 복합하여 실시하였다. 7월 9일 생육조사를 실시하였으며, 초장, 줄기 지름, 엽면적 등 생장특성에 대해 조사하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 오이의 생장반응

표<5-0>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 오이의 생장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

Table <5-1> The growth characteristic of cucumber as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht (cm)	Stem dia. (mm)	No. of lateral shoot (ea)	No. of leaves (ea)	Leaf area (cm ²)	Top		Root		Ave. length of internode (cm)
						Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	
Hand spray	38.4	4.7	3.0	5.0	131.6	10.2	0.44	3.36	0.26	7.68
OS2+NW	38.7	4.9	2.4	5.0	143.0	10.6	0.46	3.42	0.30	7.74
OS2+LW	35.1	4.5	2.6	4.8	125.2	10.6	0.42	4.28	0.44	7.31
OS2+HW	33.5	5.4	3.0	5.2	122.4	12.7	0.66	6.44	0.86	6.44
OS3+NW	39.1	5.4	2.6	4.8	143.6	11.6	0.52	3.96	0.28	8.15
OS3+LW	32.9	5.7	2.6	5.0	116.0	11.2	0.44	3.62	0.34	6.58
OS3+HW	30.6	4.9	2.0	4.8	104.0	8.9	0.42	3.02	0.12	6.38

과채류의 육묘는 화훼류의 분화재배와는 달리 생장의 속도가 빨라 빠른 시간에 효과를 검증할 수 있을 것으로 생각되었으나 계속되는 일기불순으로 인해 전체적으로 웃자람 현상을 나타내었다.

표<5-1>과 그림<5-0>은 관수방법, 관수횟수 및 송풍처리에 따른 오이의 성장특성을 나타낸 것이다. 초장의 경우 고속송풍에 의한 초장의 억제효과가 어느정도 나타났으나 유의성을 보이지는 않았으며, 줄기 지름도 특별한 차이를 나타내지는 않았다. 엽면적과 줄기 한마디의 평균 길이에 있어서 송풍에 따른 억제효과가 나타났으나 관수횟수에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다.



Fig.<5-1> The growth characteristic of cucumber as to watering type, frequency and blowing process

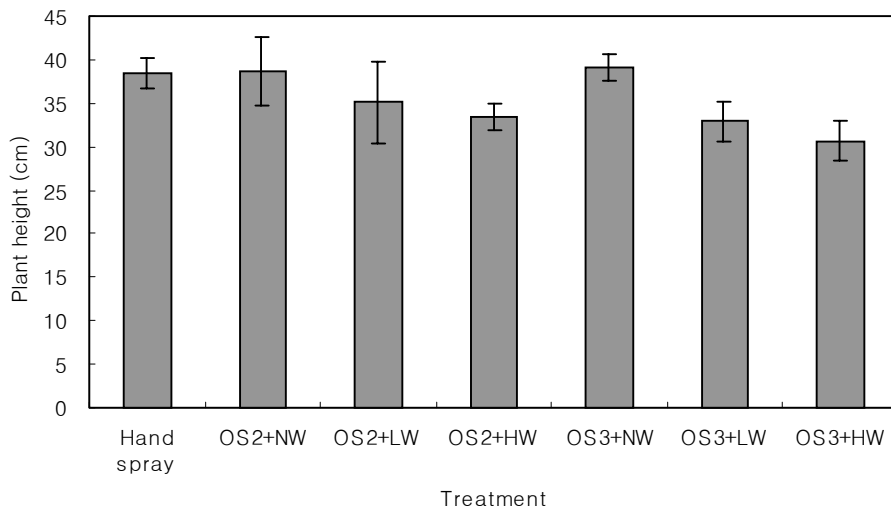


Fig.<5-2> The plant height of cucumber as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-2>는 관수방법, 관수횟수 및 송풍처리에 따른 오이의 초장 반응을 나타낸 것이다. 전체적으로 파종후 30일째 되었을때 초장이 35~40cm정도로 자랐으며, 관수횟수에 따른 초장의 차이는 나타나지 않았다. 송풍처리에 의해 초장의 억제가 나타났으나 각각의 표준편차가 커 처리간의 유의성은 나타나지 않았다. 다만 3회관수 처리구에서 무풍처리구와 저속 및 고속송풍처리구간에 유의성이 나타났다.

그림<5-2>은 오이의 줄기 지름을 나타낸 것으로 인력에 의한 두상관수에 비해 자동관수장치를 이용한 처리에 있어 유의차는 나타나지 않아 오이의 줄기 성장에 미치는 관수횟수와 송풍처리의 영향은 나타나지 않았다.

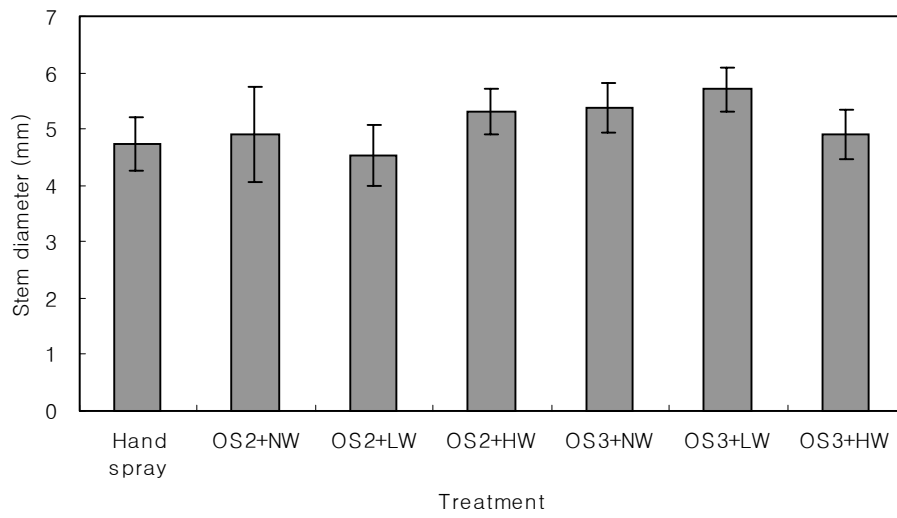


Fig.<5-3> The stem diameter of cucumber as to watering type, frequency and blowing process

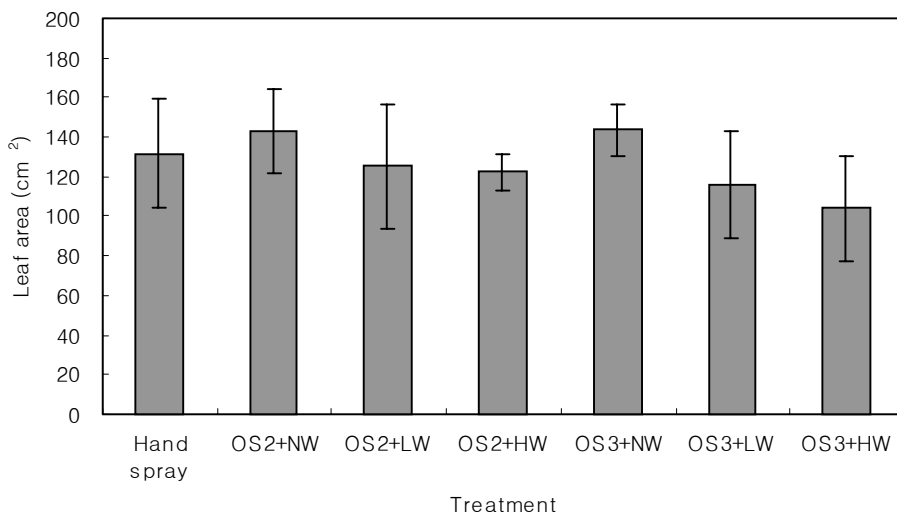


Fig.<5-4> The leaf area of cucumber as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-4>은 엽면적 반응을 나타낸 것으로 엽면적은 초장의 반응과 유사한 반응을 나타냈다. 전체적으로 엽면적은 100~160cm² 정도였으며, 유의차는 없으나 송풍속도에 의해 억제되는 현상이 보였다.

2. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 토마토의 성장반응

표<5-1>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 토마토의 성장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

Table <5-2> The growth characteristic of tomato as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht (cm)	Stem dia. (mm)	No. of lateral shoot (ea)	No. of leaves (ea)	Leaf area (cm ²)	Top		Root		Ave. length of internode
						Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	
Hand spray	33.70	3.16	4.40	19.00	47.80	4.24	0.28	2.40	0.22	1.77
OS2+NW	33.40	3.23	5.20	22.60	66.20	5.18	0.32	2.96	0.36	1.48
OS2+LW2	29.60	3.15	5.40	21.20	60.60	5.30	0.30	2.20	0.10	1.40
OS2+HW2	27.20	3.23	5.40	22.40	63.00	6.66	0.38	3.56	0.38	1.21
OS3+NW	32.70	3.15	5.00	21.40	51.60	4.80	0.26	2.06	0.24	1.53
OS3+LW3	30.50	3.36	5.20	22.40	59.00	5.10	0.28	2.44	0.20	1.36
OS3+HW3	28.30	3.52	4.80	25.40	61.00	5.00	0.30	2.38	0.16	1.11

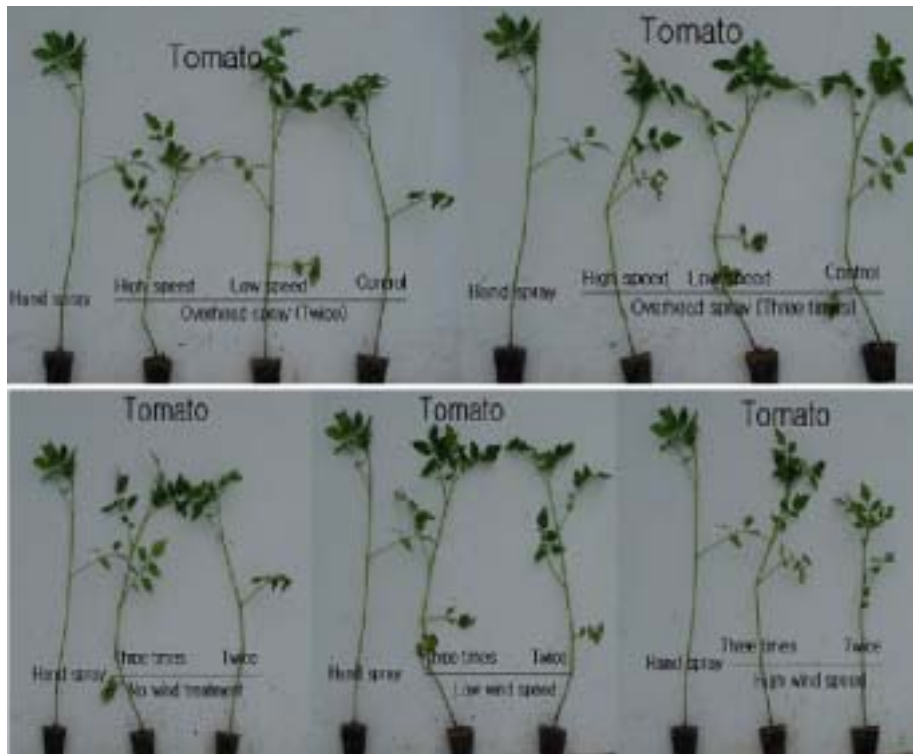


Fig.<5-5> The growth characteristic of tomato as to watering type, frequency and blowing process

표<5-2> 및 그림<5-5>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 토마토의 성장특성을 나타낸 것이다. 토마토의 경우에도 오이와 마찬가지로 초장이 정상적인 날씨에 비해 웃자라는 경향을 나타냈다. 그러나 오이와는 달리 송풍에 의한 초장의 억제 및 줄기의 지름이 증가했지만, 특히 송풍처리에 따른 줄기 한마디의 평균 길이의 웃자람 억제가 뚜렷이 나타났다. 그러나 엽면적에 있어서는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다.

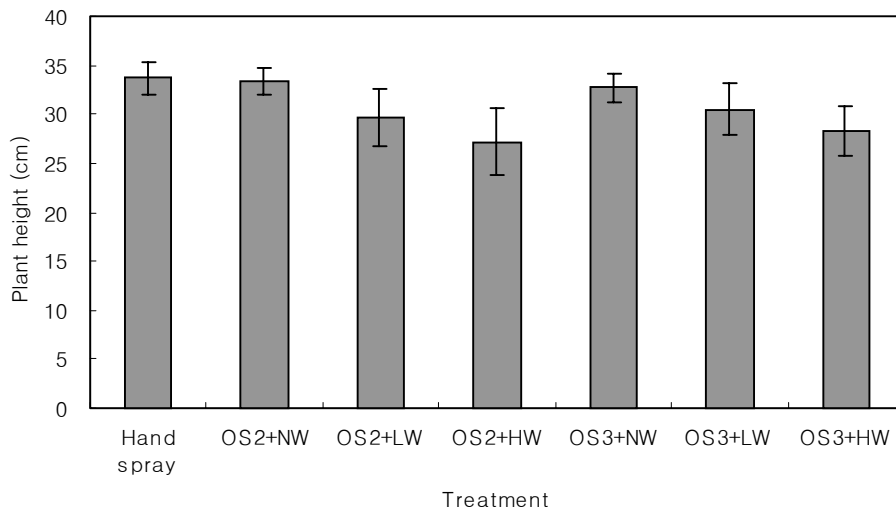


Fig.<5-6> The plant height of tomato as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-6>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 토마토의 초장 반응을 나타낸 것으로 대조구(Hand spray)에 비해 2회관수처리구와 3회관수 처리구의 차이는 나타나지 않았으나 송풍처리에 따라 송풍속도가 강할수록 초장이 억제되는 효과를 나타냈다.

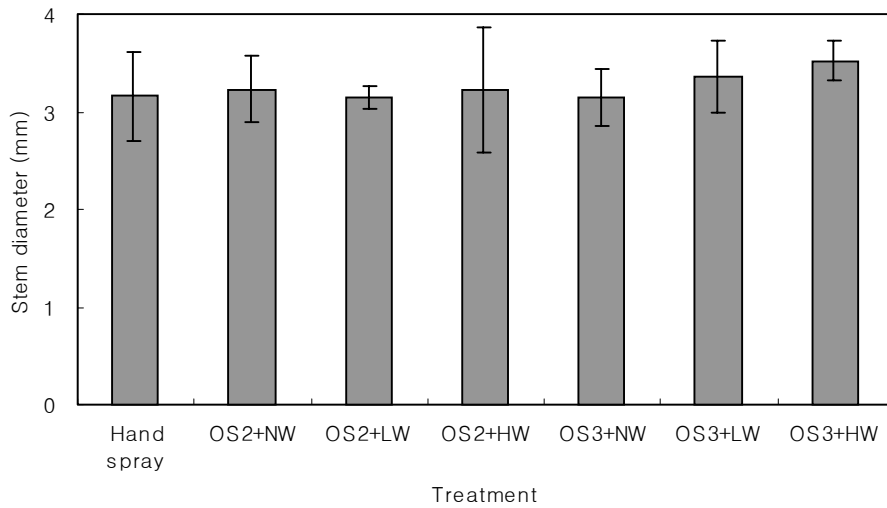


Fig.<5-7> The stem diameter of tomato as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-7>은 줄기의 지름을 나타낸 것으로 처리간 큰 차이를 나타내지 않았다. 대조구에 비해 관수회수에 따른 처리간 유의차를 나타내지 않았으나 3회 관수 처리구의 경우 송풍속도가 강할수록 줄기의 지름이 두꺼워지는 경향을 나타내었다.

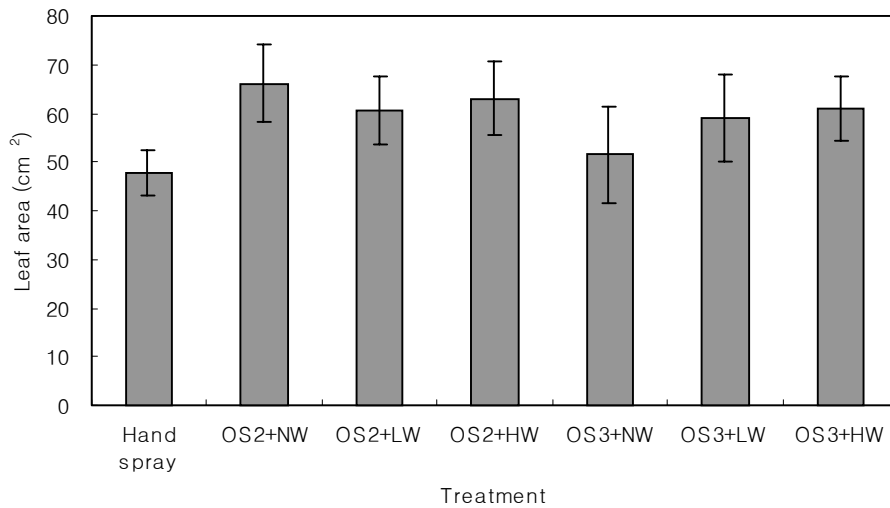


Fig.<5-8> The leaf area of tomato as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-8>은 엽면적 반응을 나타낸 것으로 전반적으로 대조구(Hand spray)에 비해 관수 2회 처리구의 엽면적이 높에 나타났으며, 관수 2회처리구의 경우 송풍속도에 따른 차이가 나타나지 않았다. 관수 3회처리구의 경우 송풍속도가 강할수록 엽면적이 넓어지는 경향을 나타내 다른 작물에 비해 상이한 결과를 나타냈다.

3. 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 고추의 성장반응

표<5-2>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 고추의 성장특성을 나타낸 것이다. OS2, OS3는 무인작업장치에 의한 두상관수 처리이며 숫자는 1일 2회 또는 3회관수를 의미한다. NW, LW, HW는 무인작업장치에 장착된 송풍기를 이용한 송풍처리로서 무처리(NW), 저속송풍(LW), 고속송풍(HW)을 의미한다.

Table <5-3> The growth characteristic of red pepper as to watering type, frequency and blowing process

Treatment	Plant ht (cm)	Stem dia. (mm)	No. of lateral shoot (ea)	No. of leaves (ea)	Leaf area (cm ²)	Top		Root		Ave. length of internode
						Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	Fresh wt. (g)	Dry wt. (g)	
Hand spray	15.2	2.45	7.0	9.4	40.8	1.84	0.14	1.56	0.14	1.62
OS2+NW	13.1	2.29	7.2	9.8	35.4	1.68	0.10	1.26	0.10	1.34
OS2+LW2	12.4	2.10	6.4	8.6	27.0	1.46	0.10	1.28	0.18	1.44
OS2+HW2	11.2	2.21	6.0	8.6	28.6	1.60	0.12	1.42	0.12	1.30
OS3+NW	13.1	2.34	8.0	10.2	37.2	1.84	0.14	1.12	0.10	1.28
OS3+LW3	12.8	2.17	6.2	8.8	29.6	1.66	0.12	1.38	0.14	1.45
OS3+HW3	12.5	2.12	7.6	9.8	31.6	1.66	0.14	1.32	0.08	1.28



Fig.<5-9> The growth characteristic of red pepper as to watering type, frequency and blowing process

표<5-3> 및 그림<5-9>는 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 고추의 성장특성을 나타낸 것이다. 전체적으로 대조구에 비해 자동관수 처리구와 송풍 처리구가 초장, 줄기의 지름, 엽면적 등이 낮게 나타났으며, 대부분의 성장량이 낮게 나타났다.

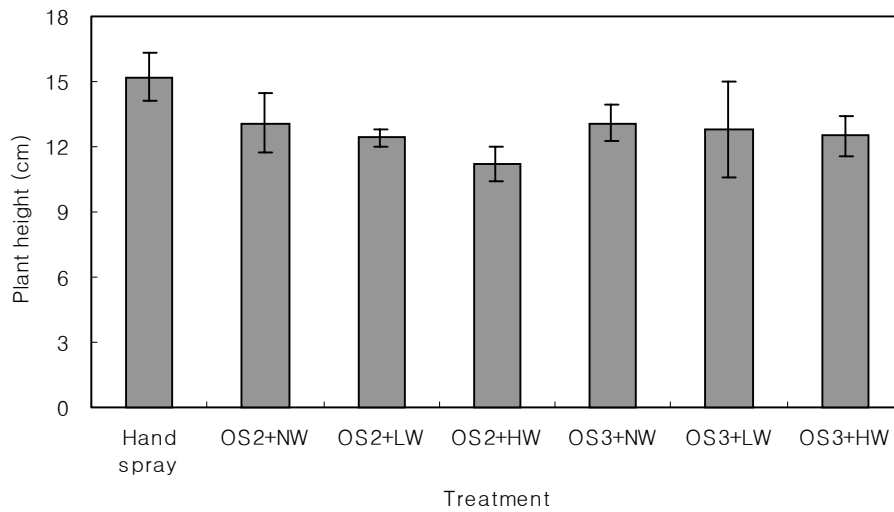


Fig.<5-10> The plant height of red pepper as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-10>은 관수방법, 관수회수 및 송풍처리에 따른 고추의 초장 반응을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 대조구(Hand spray)의 초장이 가장 크게 나타났으며, 2회 및 3회관수 처리구의 경우 대조구에 비해 낮은 초장을 나타냈다. 3회관수 처리구에서는 전반적으로 송풍에 따른 처리간 차이가 나타나지 않았으나 2회 관수 처리구에서는 송풍에 따른 초장의 역제가 약간 나타났다.

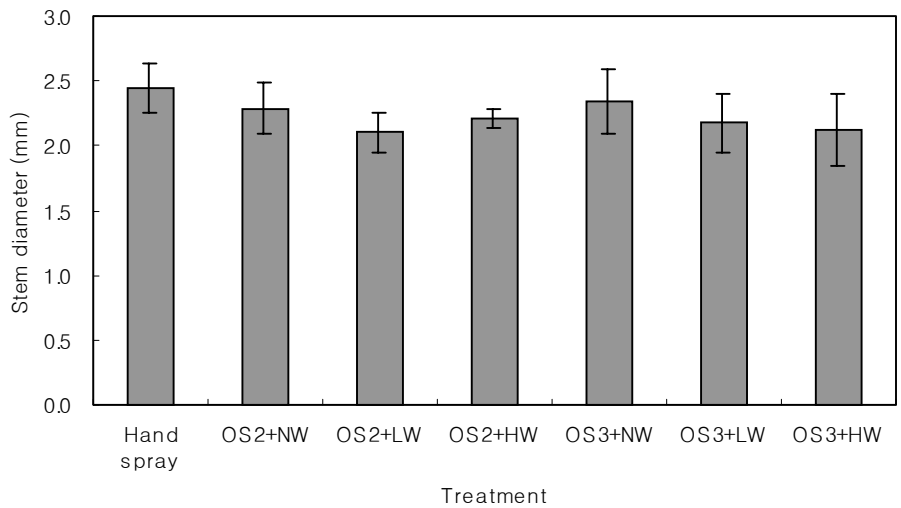


Fig.<5-11> The stem diameter of red pepper as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-11>은 줄기 지름을 나타낸 것으로 초장에서와 마찬가지로 대조구의 지름이 가장 두꺼운 것으로 나타났으며, 2회 및 3회 관수 처리구에서는 대조구에 비해 약간 지름이 작았으며, 송풍에 따른 반응에 있어서는 다른 식물의 경우 송풍에 의해 초장이 억제되고 지름이 두꺼워졌다. 고추 초장의 억제는 약간 나타났으며 지름이 두꺼워지지 않고 더 가늘어지는 경향을 나타냈다.

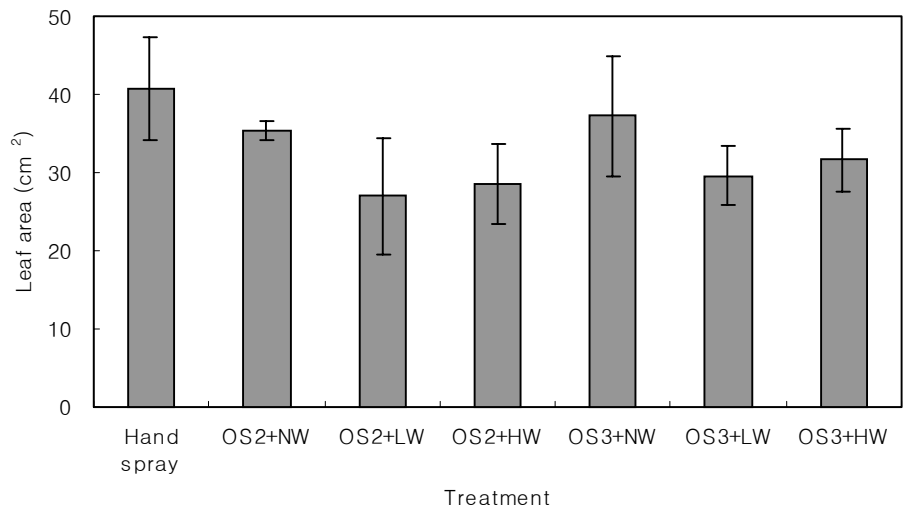


Fig.<5-12> The leaf area of red pepper as to watering type, frequency and blowing process

그림<5-12>는 고추의 엽면적 반응을 나타낸 것으로 초장 및 줄기의 지름과 유사한 반응을 나타냈다. 대조구의 엽면적이 가장 많았으며, 2회 및 3회 관수 처리구의 엽면적이 약간 적은 편이었으며, 송풍에 의한 엽면적의 억제가 유의하게 나타났으나 송풍속도에 따른 차이는 나타나지 않았다.

제 4 절 요약 및 결론

무인자동작업장치의 성능을 알아보기 위해 과채류에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 엽면적과 줄기 한마디의 평균 길이에 있어서 송풍에 따른 억제 효과가 나타났으나 관수 횟수에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다.
2. 토마토는 송풍 처리에 따라 송풍 속도가 강할수록 초장이 억제되고, 줄기의 지름이 두꺼워지는 경향을 나타내었다.
3. 고추 초장의 억제는 약간 나타났으며 지름이 두꺼워지지 않고 가늘어지는 경향을 나타냈다.

참고문헌

- [1] Aura, E, 1983, Soil Compaction by the tractor in spring and its effect on soil porosity. *Journal of Scientific Agricultural Society of Finland*, Vol. 55
- [2] Ayers, P. D, 1987, Moisture and density effects on soil shear strength parameters for coarse grained soils. *Transaction of the ASAE*, Vol. 30, No. 5, 1282~1287
- [3] Bang W. Lee and Bing J. Sheu, 1991, Modified Hopfield Neural Networks for Retrieving the Optimal Solution. *IEEE Trans. Neural Network*. Vol. 8(1);75~83
- [4] C. Blakemore and G. F. Cooper. 1970, Development of the brain depends on the visual environment. *Nature*, pp. 477~478
- [5] Chulhee Lee and David A, 1997, Decision Boundary Feature Extraction for Neural Networks. *IEEE Trans. Neural Network*. Vol.8(1);75~83
- [6] Clarke, P. T, 1985, Automatic break up of pork carcasses. *ASAE and SMS, Proceedings of the Agri-Mation I Conference & Exposition*. 173~182
- [7] Claus Neubauer, 1998, Evaluation of Convolutional Neural Networks for Visual Recognition. *IEEE Trans. Neural Network*, Vol.9(4);685~696
- [8] Culshaw. D, 1988, Rubber tracks for traction. *Journal of Terramechanics*, Vol. 25, No. 1, 60~80
- [9] C. von der Malsburg, 1973, Self-organization of orientation sensitive cell in the striate cortex. *Kybernetik*, pp. 85~100
- [10] Devlaemink. R. M, 1985, vision systems and robotics in food processing. *ASAE and SME, Proceedings of the Agri-Mation I Conference & Exposition*. 27~37

- [11] D. H. Huble and T. N. Wiesel, 1996, Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, pp. 106~154
- [12] D. Marr, 1982, *Vision*, Freeman and Company
- [13] Dwyer, M. J., J. A. Okello and A. J. Scarett, 1993, A theoretical and experimental investigation of rubber tracks for agriculture. *Journal of Terramechanics*, Vol. 30, No. 4, 285~298
- [14] Ekwue, E. I and R. J. Stone, 1995, Organic matter effects on the strength properties of compacted agricultural soils. *Transaction of the ASAE*. vol. 38(2):325~332
- [15] Frost. A. R., T. T. Mottram, M. J. Street, R. C. Hall, D. S. Spencer and C. J .Allen, 1993, A Field of a Teatcup Attachment Robot for an Automatic Miking System, *J. agric. Engng Res* 55. p.325~334
- [16] Fu K. S., R. C. Gonzalez, C. S. G and Lee, *Robotics ; Control, Sensing vision, and Intelligence*, McGraw-Hill Book Company.
- [17] Gopalasamy Athithan and Chandan Dasgupta, 1997, On the Problem of Spurious Patterns in Neural Associative Memory Models. *IEEE Trans. Neural Network*. Vol.8(6):1483~1491
- [18] Hagan., Demuth and Beale, 1996, *Neural Network Design*. PWS Press.
- [19] Harrell, R. C and P. D. Adsit, 1990, The Florida Robotic Grove-Lab. *Trans of the ASAE* Vol.8(33):391~399
- [20] H. Derin, et al, 1984, Bayes smoothing algorithms segmentation of binary images modeled by Markov random fields, *IEEE Trans. Pattern and Analysis and Machine Intelligence*. pp. 707~720
- [21] Henry A and Rowley, 1998, Neural Network-Based Face Detection. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. Vol.20(1):23~38

- [22] Hoy and Roger Michael, 1986, A Unique Hollow Finger Gripper Designed for Agricultural Robots, M.S. Thesis, Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC. 12 ~40
- [23] Hwang, H and F. E. Sistler, 1985, The implementation of a robotic machine. ASAE and SME, Proceedings of the Agri-Mation I Conference & Exposition. 173~182
- [24] Japanese Society of Agricultural Machinery, Proceedings of International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and Processing, Vol. 3 , November 3~6, 1995
- [25] John J. Craig , 1996, Introduction to Robotics ; Mechanics and Control, Addison Wesley
- [26] Kah Kay. Sung and Tomaso Poggio, 1998, Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol.20(1);39~50
- [27] K. Binder, 1987, Monte Carlo Methods in Statistical Physics, Springer-Verlag
- [28] Key. S. J, 1985, Productivity modeling and forecasting for automated shearing machinery. ASAE and SME, Proceedings of the Agri-Mation I Conference & Exposition. 200~209
- [29] KIM Ki Dae, Saigehisa OZAKI and Takayuki KOJIMA, 1995, Development of an automatic robot system for a vegetable factory. JSAM Vol. 1, November 3~6, 157~164
- [30] Kutz, L. J., G. E. Miles, P. A. Hammer and G. W. Krutz, 1987, Robotic transplanting of bedding plants. Trans. of the ASAE 30(3). 586~590
- [31] Lea, Dae-Weon, 1990, A Robotic and Vision System for Locating and Transferring Container Grown Tobacco Seedling, Ph. D THesis,

Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC.

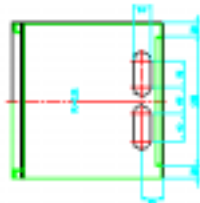
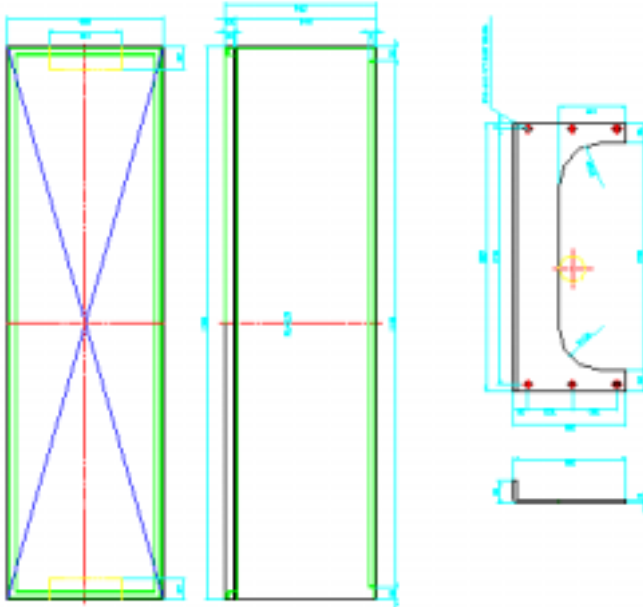
- [32] Lee, Dae-Weon and W. F. McClure , 1993, A Robotic System for Transferring Tobacco Seedling, International Conference for Agricultural Machinery and Process Engineering, Vol. 3, 850 ~ 858
- [33] Masaru HIFA, Seiji NAKAO and Toshio IWAO, 1995, Vision sensor for cherry tomato harvesting robot. JSAM Vol. 1, November 3~6, 13~20
- [34] Mikell P. Groover, Mitchell Weiss, Roger N. Nagel and Nicholas G. Odrey, 1986, Industrial Robotics; Technology, Programming, and Applications, McGraw-Hill Book Company
- [35] Mohapatra, S. C., Dae-Weon Lee and W. F. McClure, 1990, Optimization of Plant Tissue Culture System, Biomedical Engineering : Opening New Doors, New York University, New York University Press, 111 ~ 114
- [36] Muro, T., 1993, Tractive and Braking performance of a flexible tracked tractor moving up and down weak sloped terrain. Journal of Terramechanics, Vol. 32, No. 5, 245~261
- [37] Naoshi KONDO, Yoshiaki NISHITSUJI, Yasunori SHIBANO, Kentaro MOHRI, Mitsuji MONTA and Hisaya YAMADA, 1995, Visual feedback control of pretty-tomato harvesting robot. JSAM Vol. 1, November 3~6, 181~187
- [38] Naoshi. Kondo., Nishitsuji. Y and K. C. Ting, 1996, Visual Feedback guided tomato harvesting. Trans. of the ASAE. Vol.39(6):2331~2338.
- [39] Naoshi. Kondo and Y. Shibano, 1993, Studies on Visual Sensor for Cucumber Fruit Detection(1). Environ. Control Biol. Vol.31(2):93-100 .
- [40] Okello, J. A., 1994, Prediction and experimental validation of the feild

- tractive performance of a rubber track unit. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Vol. 59, No. 2, 163~171
- [41] Okello, J. A., 1994, The tractive performance of rubber tracks and tractor driving wheel type as influenced by design parameters. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Vol. 59, No. 2, 33~43
- [42] Ollis, M. A and Stenz, 1997, Vision-based Perception for an Automated Harvester. In *Proceeding of the International Conference on Robotic System*. 1838~1844
- [43] Paul B. Watta and Kaining Wang, 1997, Recurrent Neural Nets as Dynamical Boolean Systems with Application to Associative Memory. *IEEE Trans. Neural Network*. Vol.8(6);1268~1280
- [44] P. J. M. van Laarhoven and E. H. L. Arts, 1987, *Simulated Annealing. Theory and Applications*, Reidel Publishing Company
- [45] Pla, F and F. Juste, F, 1993, Color Segmentation based on a Light Reflection Model to Locate Citrus Fruits for Robotic Harvesting. *Comput. Electron. Agric.* Vol.9(3):53~70
- [46] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, 1992, *Digital image processing*. Addison Wesley Inc.
- [47] Seiichi ARIMA, Naoshi KONDO, Tateshi FUJIURA, Hiroshi NAKAMURA and Jun YAMASHITA, 1995, Basic studies on cucumber harvesting robot. *JSAM* Vol. 1, November 3~6, 195~202
- [48] Sevilla, F., 1985, A robot to prune the grapevine. *ASAE and SME, Proceedings of the Agri-Mation I Conference & Exposition*. 190~199
- [49] S. Geman and D. Geman, 1984, Stochastic relaxation, and the Bayesian restoration of images. *IEEE Proc. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pp. 721~741
- [50] Shigehiko HAYASHI, Osamu SAKAUE and Mituho SUGIMOTO, 1995,

- Application of robotics for vegetable production. JSAM Vol. 1, November 3~6, 189~194
- [51] Shimizu. H and R. D. Heins, 1995, Computer vision based system for plant growth analysis Trans. of the ASAE. Vol.38(3);959~964
- [52] S. Kirkpartick, C. D. Gelatt Jr and M.P. Vecchi, 1983, Optimization by simulated annealing, pp. 671~680
- [53] Steve Lawrence, 1997, Face Recognition: A Convolutional Neural Network Approach. IEEE Trans. Neural Network. Vol.8(1);98~113.
- [54] Susan. S and Young, 1998, Foveal automatic target recognition using a multiresolution neural network. IEEE Trans. on image processing, Vol.7 (8);1122~1135
- [55] Ting, K. C and G. A. Giacomelli, 1988, In the greenhouse : robot automates plug transplanting. American Vegetable Grower, Volume 6(12) : 44~48
- [56] Ting, K. C., G. A. Giacomelli. Shen, S. J and W. P. Kabala, 1988, End-effector development for robotic transplanting of seedlings. American Society of Agricultural Engineers, Paper No. 84~1544
- [57] Todd Law and Hidenori Ioth, 1996, Image Filtering, Edge Detection and Edge tracing using Fuzzy reasoning. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Vol.18(5);481~491
- [58] T. Poggio, V. Torre and C. Koch, 1988, Computational vision and regularization theory, Nature, pp. 314~319
- [59] Virginio Cantonio., Stefano Levialedi and Vito Roberto, 1997, Artificial Vision. Academic Press.
- [60] William Kleitz, 1996, Digital Electronics
- [61] Wong, J. Y., 1984, On the study of wheel-soil interaction. Journal of Terramechanics, Vol. 21, No. 2, 117~131

- [62] Wong. J. Y. and Preston-Thomas, J., 1986, Parametric analysis of tracked vehicle performance using an advanced computer simulation model. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Vol. 200(D2), No. 60, 101~114
- [63] Wong. J. Y. and Preston-Thomas, J., 1988, Investigation into the effects of suspension characteristics and design parameters on the performance of tracked vehicles using an advanced computer simulation model. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Vol. 202(D3), No. 53, 143~161
- [64] Wong. J. Y., 1989, Terramechanics and off-road vehicles. Elsevier Publishers.
- [65] 고보연, 1996, 학습 패턴의 분포 특징을 고려한 다층퍼셉트론 신경회로망의 개선. 정보과학회논문지. Vol.23(9):963~971
- [66] 竹田洋志, 並河 清, 1998, スイカ果實識別のための画像処理による標識の検出. 農業機械學會誌. Vol.60(1):77~83
- [67] 川 材 貞 夫, 1996, 로봇 제어 입문, 성안당
- [68] 清水 活, 大下誠一 外, 1991, 画像処理による3次元曲線長さの非接触計測. 農業機械學會誌. Vol.53(4):85~92
- [69] 清水 活, 1998, 画像計測による植物体3次元長さの計測. 農業機械學會誌. Vol.60(1):139~142
- [70] 清水 活, 大下誠一, 1993, 植物3次元形状の非接触計測システムの開発. 農業機械學會誌. Vol.55(2):93~100
- [71] 行本 修, 1996, 農業用ロボット開發の課題と展望(2) - 農業用車両のロボット化の課題と展望 , 日本農業機械學會誌, 58(1), 133-138

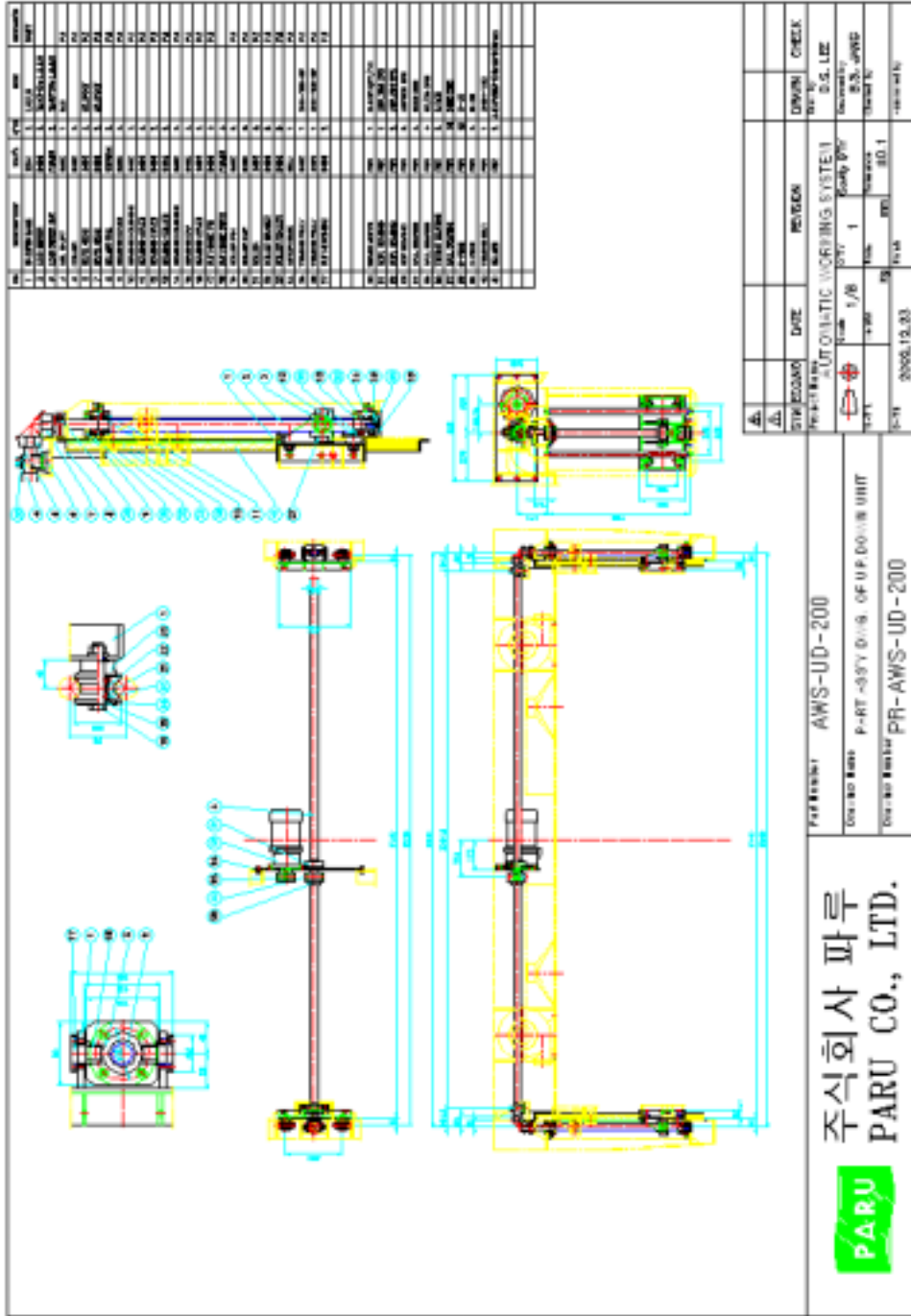
NO	REV	DATE	BY	CHK	APP
1					
2					
3					



NO	REV	DATE	BY	CHK
1				
2				
3				


주식회사 파루
PARU CO., LTD.

PROJECT NAME: AWS-FR-000
 PROJECT NAME: AUTOMATIC HOOR BIG SYSTEM
 DRAWING NO: PARTS DWG. OF FRAME UNIT
 DATE: 2002.12.23
 DRAWN BY: [Name]
 CHECK BY: [Name]

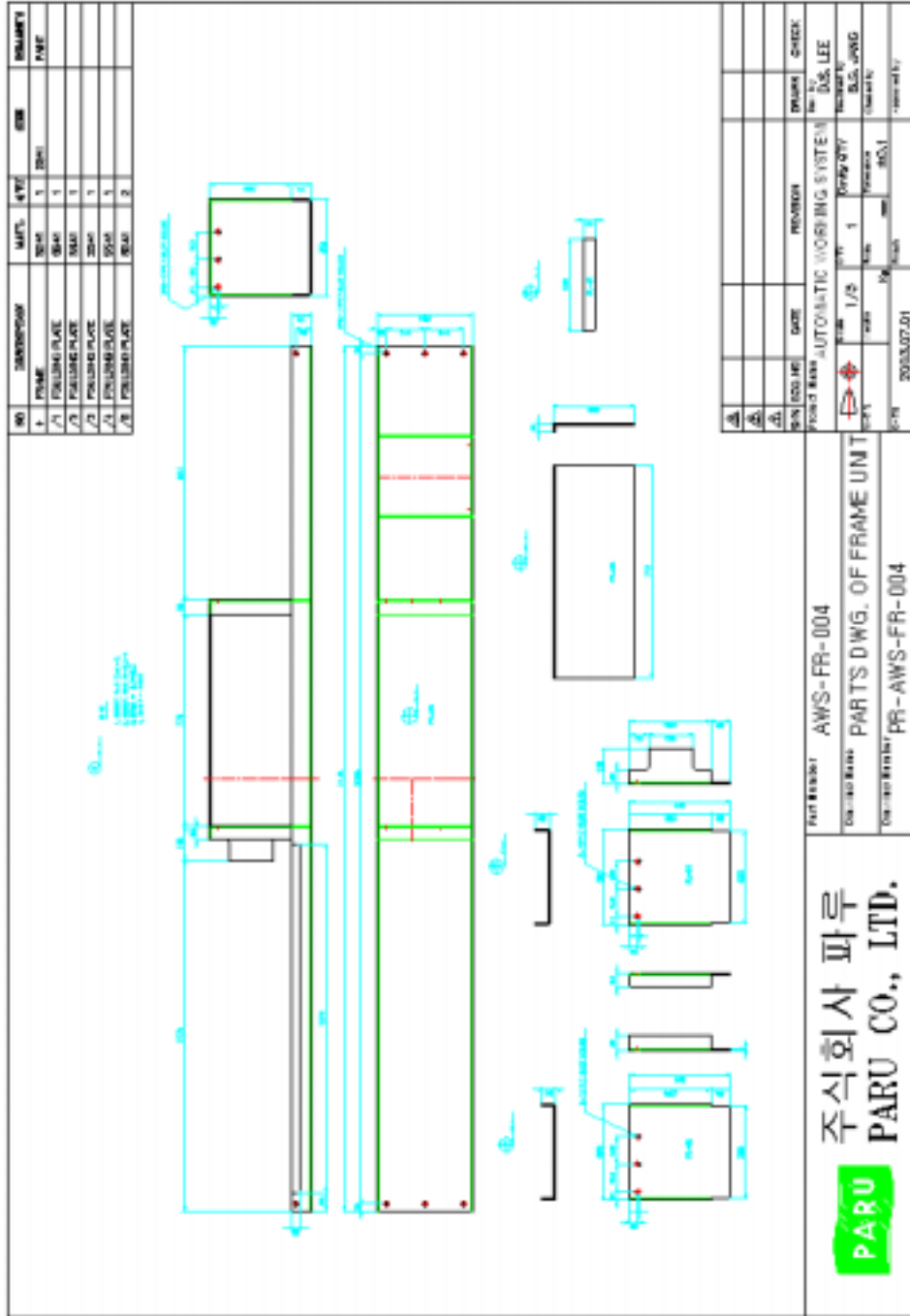


NO.	REVISION	DATE	BY	CHK	REVISION	DATE	BY	CHK
1					1	10.10.13	Y.S. LEE	
2					2	10.10.13	Y.S. LEE	
3					3	10.10.13	Y.S. LEE	
4					4	10.10.13	Y.S. LEE	
5					5	10.10.13	Y.S. LEE	
6					6	10.10.13	Y.S. LEE	
7					7	10.10.13	Y.S. LEE	
8					8	10.10.13	Y.S. LEE	
9					9	10.10.13	Y.S. LEE	
10					10	10.10.13	Y.S. LEE	
11					11	10.10.13	Y.S. LEE	
12					12	10.10.13	Y.S. LEE	
13					13	10.10.13	Y.S. LEE	
14					14	10.10.13	Y.S. LEE	
15					15	10.10.13	Y.S. LEE	
16					16	10.10.13	Y.S. LEE	
17					17	10.10.13	Y.S. LEE	
18					18	10.10.13	Y.S. LEE	
19					19	10.10.13	Y.S. LEE	
20					20	10.10.13	Y.S. LEE	
21					21	10.10.13	Y.S. LEE	
22					22	10.10.13	Y.S. LEE	

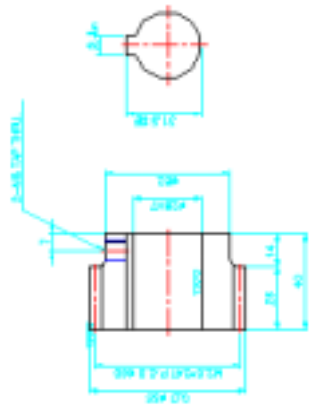
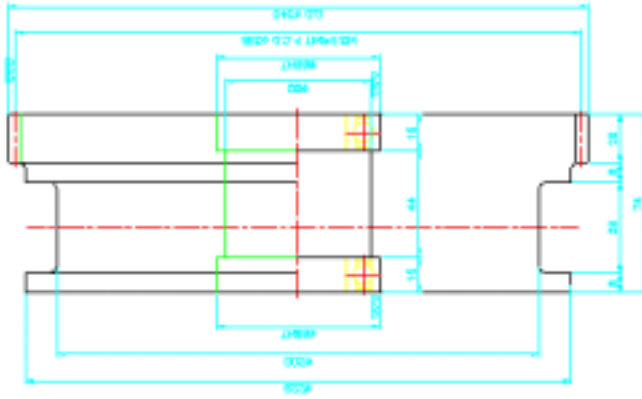
PARU 주식회사 파루
PARU CO., LTD.

Part Name: AWS-UD-200
 Cont. No. Name: P-RT-ASST-DWG-OF-UP-DOWN-UNIT
 Drawing Number: PR-AWS-UD-200

SYMBOL	DATE	REVISION	DRAWN	CHECK
1	10.10.13	1	Y.S. LEE	Y.S. LEE
2	10.10.13	1	Y.S. LEE	Y.S. LEE



NO	REVISIONS	DATE	BY	CHK	REMARKS
7	EXPLODED VIEW	2003.07.01	Y.S. LEE		
8	EXPLODED VIEW	2003.07.01	Y.S. LEE		



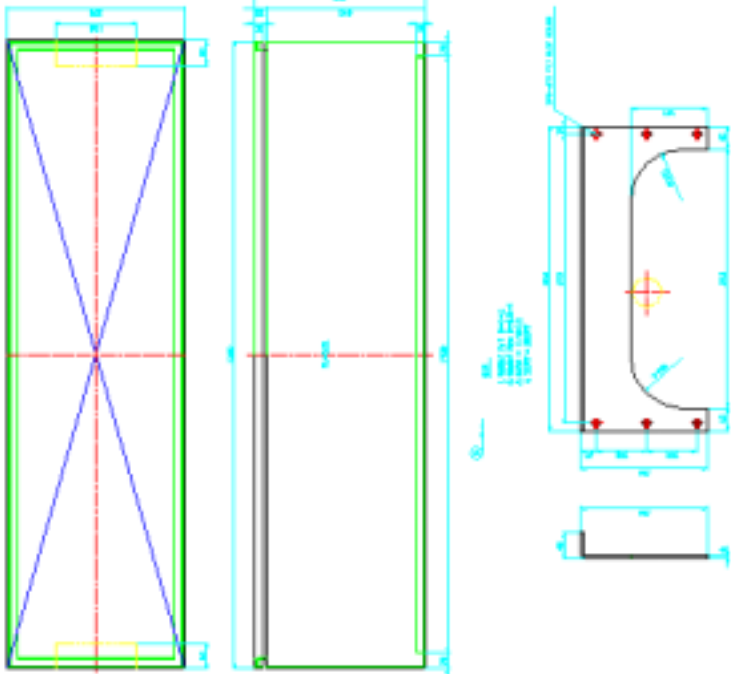
PARU
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

PARU BRAND
AWS-FR-007.009
PARTS DWG. OF FRAME UNIT
PR-AWS-FR-007.009

SYMBOL	DATE	REVISION	BY	CHECK
AW				
AW				
AW				

PROJECT NAME: AUTOMATIC WORKING SYSTEM
 DRAWN BY: Y.S. LEE
 CHECKED BY: Y.S. LEE
 DATE: 2003.07.01
 SCALE: 1:1
 SHEET NO: 10.1

NO	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REMARKS
1	DIAGONAL BRACE	1	MT	
2	DIAGONAL BRACE	1	MT	



DATE	REVISION	DRAWN	CHECK
2003.07.28			
PROJECT NAME: AUTOMATIC WORKING SYSTEM			
DRAWN BY: S.S. LEE			
CHECKED BY: S.S. JANG			
SCALE: 1/3			
SHEET NO: 1			
TOTAL SHEETS: 1			
PROJECT NO: 2003.07.28			

Part Number: AWS-FR-000
 Title: PARTS DWG. OF FRAME UNIT
 Drawing Code: PR-AWS-FR-000

PARU
 주식회사 파루
 PARU CO., LTD.

NO	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REMARKS
11	SPACER	2	PCS	
14	SPACER	4	PCS	
15	NET PLATE	4	PCS	

⑭ ▽▽

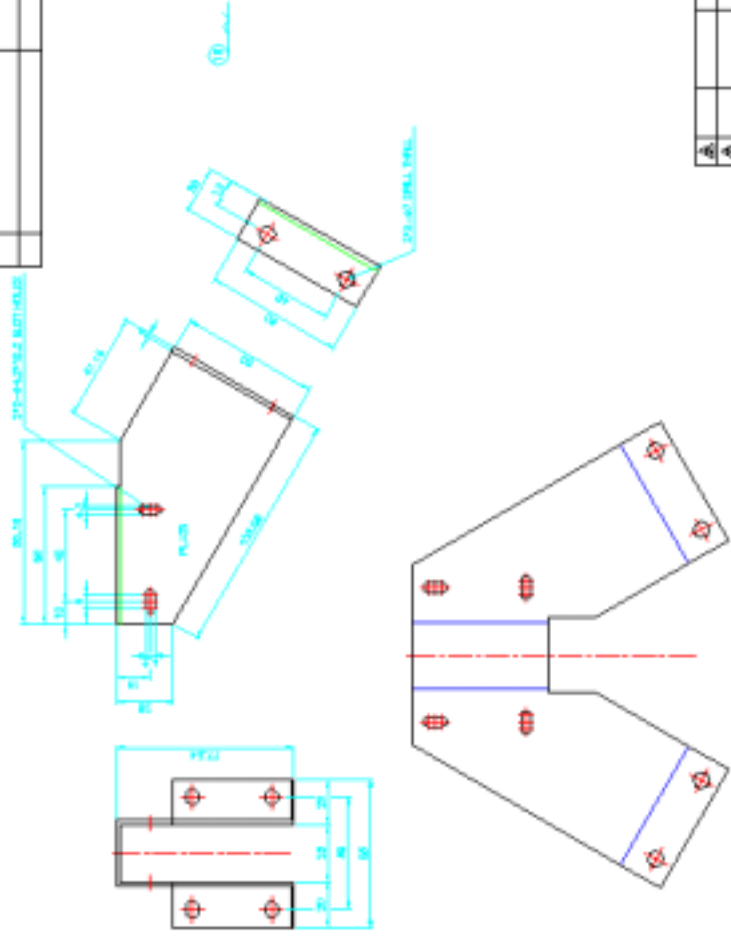
⑩ ▽▽

NO	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REMARKS
11	SPACER	2	PCS	
14	SPACER	4	PCS	
15	NET PLATE	4	PCS	

REVISION	DATE	REVISION	BY	CHECK
1				

주식회사 파루 PARU CO., LTD.		PARU	
PART NAME : AWS-FR-011.014.015 DRAWING NAME : PART'S DWG. OF FRAME UNIT DRAWING NO : PR-AWS-FR-011.014.015			
PROJECT NAME : AUTOMATIC WORKING SYSTEM		DRAWN BY : D.S. LEE	
DATE : 2003.07.01		CHECKED BY : S.S. OHNO	

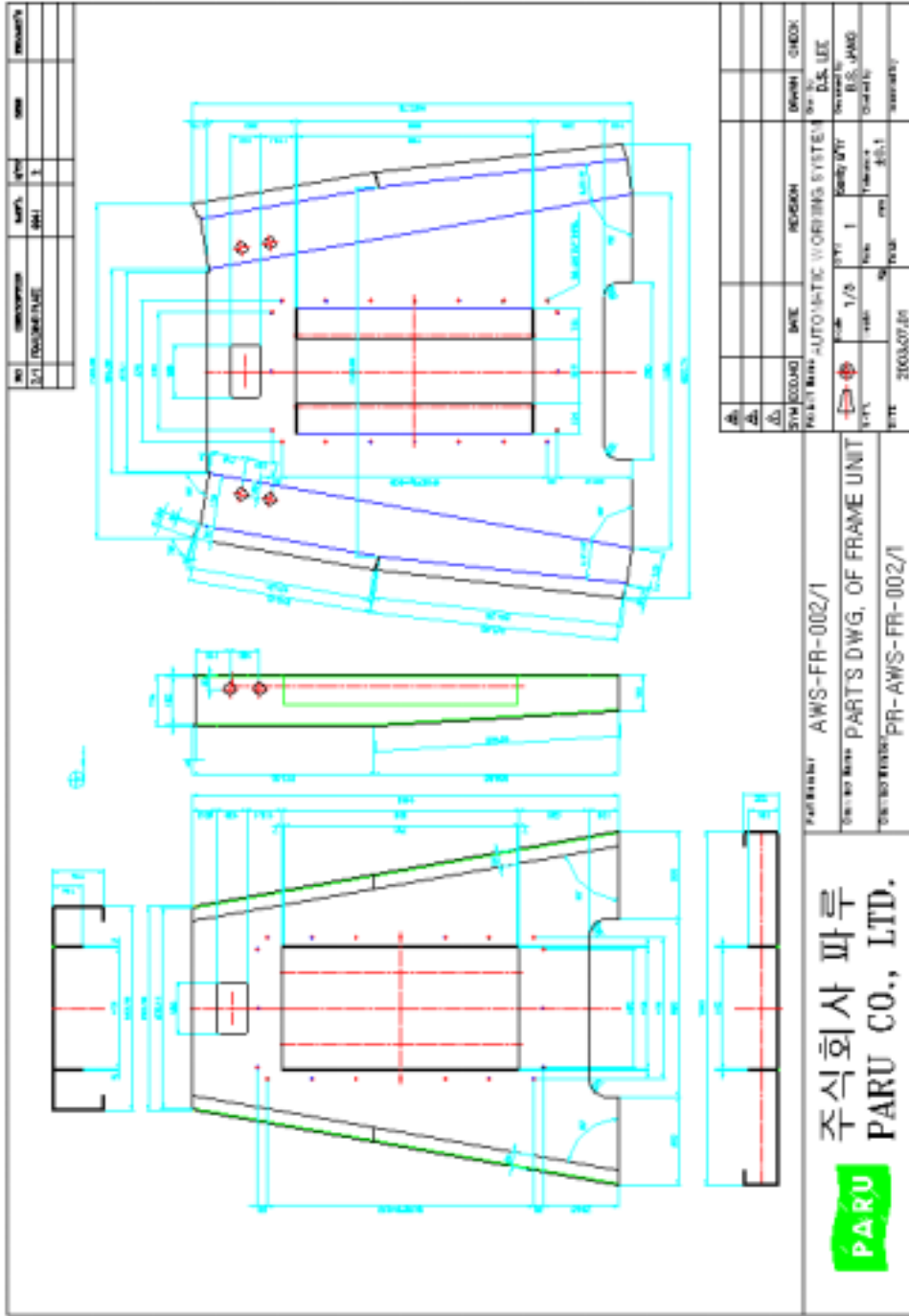
NO	DESCRIPTION	AMT.	QTY	SIZE	REMARKS
15	GRINDING BRACKET		4		

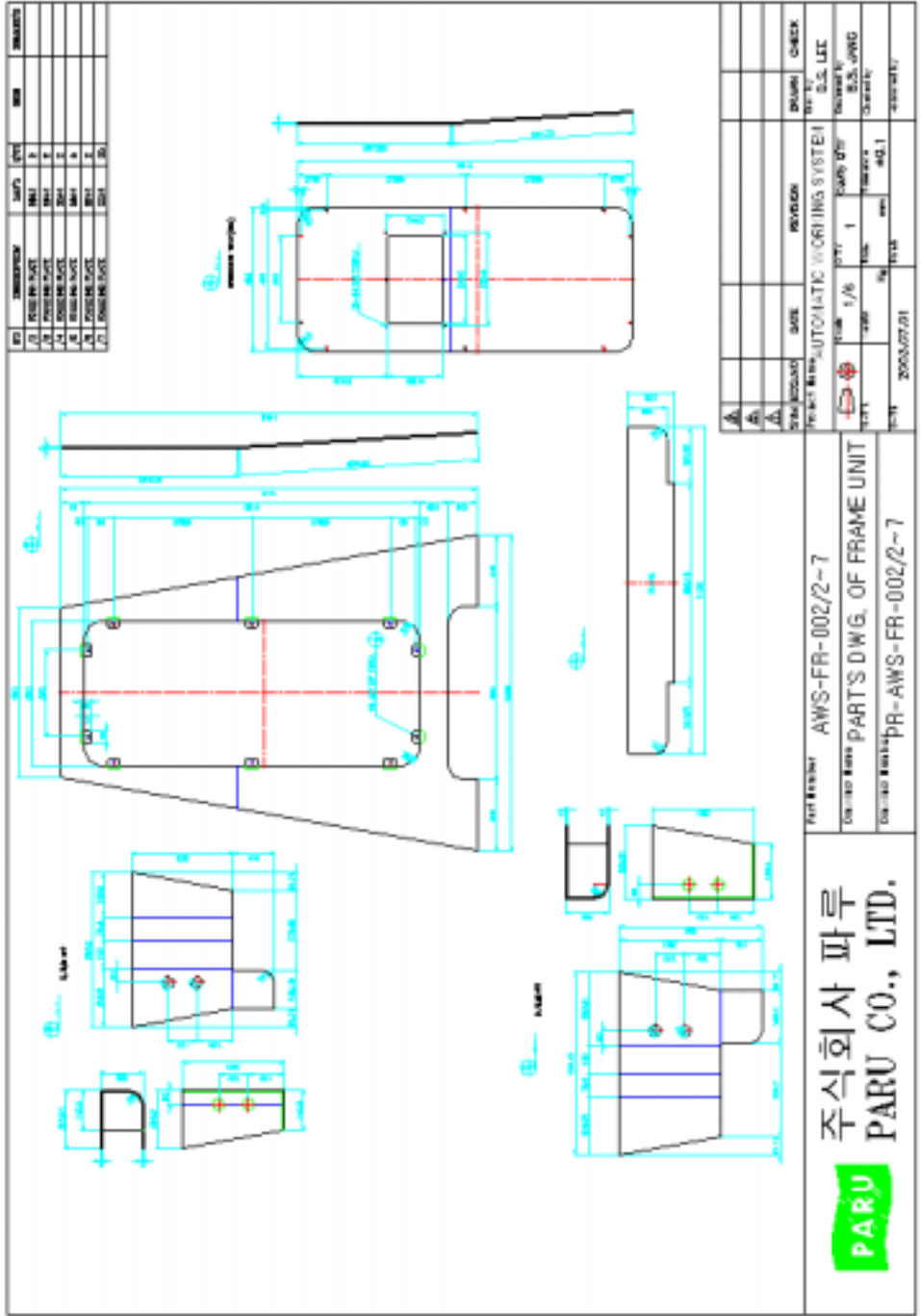


PARU
 주식회사 파루
 PARU CO., LTD.

Part Number AWS-FR-016
 Drawing Name PARTS DWG. OF FRAME UNIT
 Part Name PR-AWS-FR-016

REV.	DATE	REASON	DESIGN	CHECK
1	2003.07.01	INITIAL		
PROJECT NAME: AUTOMATIC WORKING SYSTEM			DESIGN	CHECK
DRAWING NO: 1/1			U.S. LLC	U.S. LLC
REV. NO: 1			REVISION	REVISION
DATE: 2003.07.01			DATE	DATE





주식회사 파루
PARU CO., LTD.

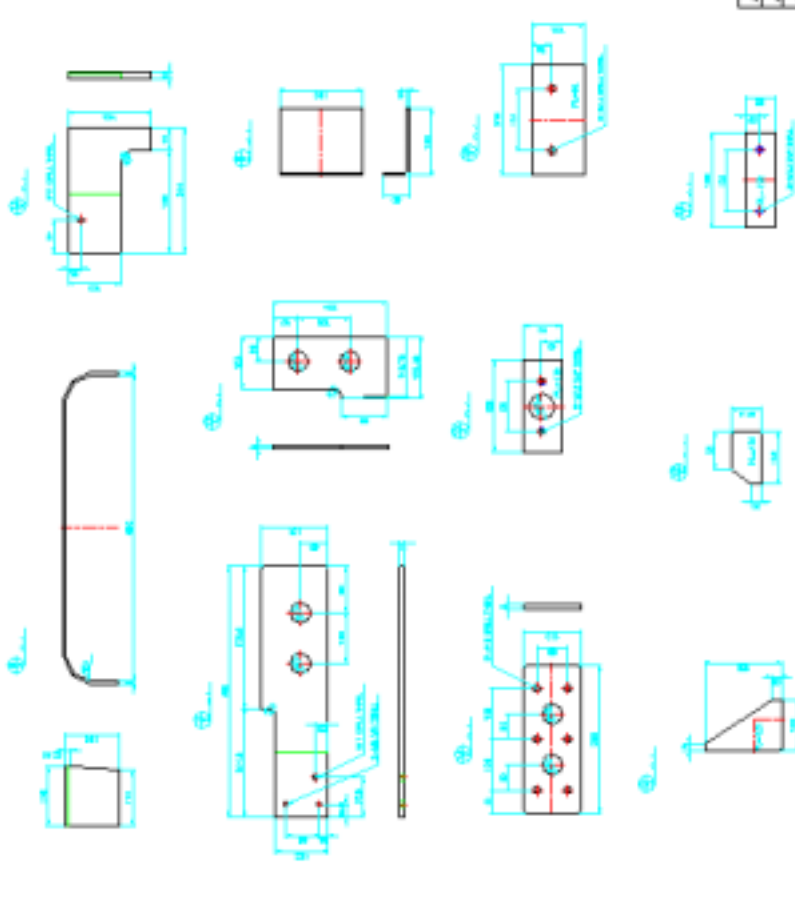
Part Number AWS-FR-002/2-7

Drawn By PART'S DWG. OF FRAME UNIT


Drawn By AWS-FR-002/2-7

NO.	DATE	REVISION	BY	CHECK
1	2003.07.01	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...

NO	REVISIONS	MATL.	QTY	USE	MARKET
A1	INSULING PLATE	2021	2		
A2	INSULING PLATE	2041	1		
A3	INSULING PLATE	2031	5		
A4	INSULING PLATE	2031	4		
A5	INSULING PLATE	2031	5		
A6	INSULING PLATE	2041	6		
A7	INSULING PLATE	2041	3		
A8	INSULING PLATE	2031	4		
A9	INSULING PLATE	2031	4		
A10	INSULING PLATE	2031	2		

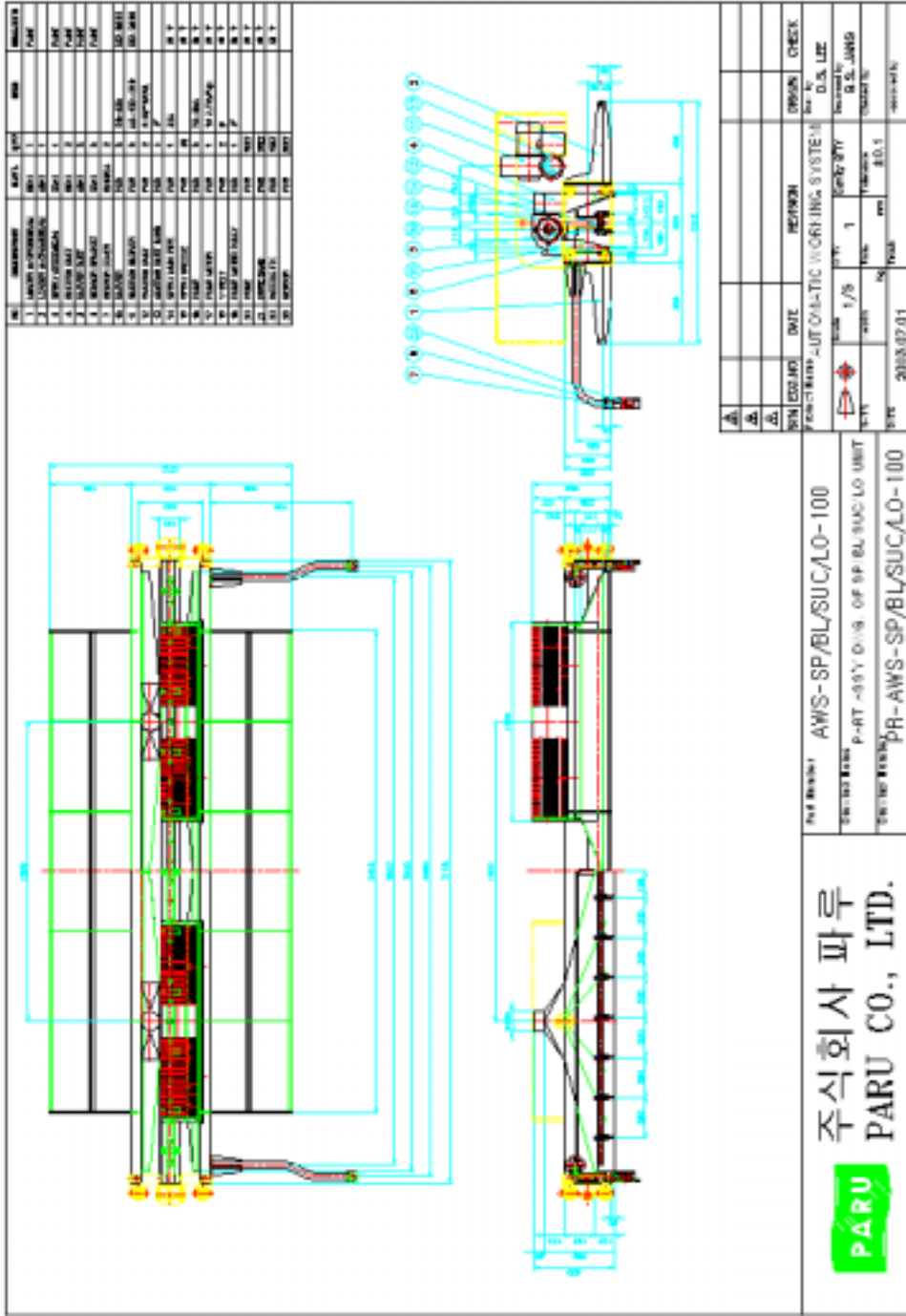



REV.	DATE	REVISIONS	DRAWN	CHECK


주식회사 파루
PARU CO., LTD.

Part Number: AWS-FR-002/B~19
 Drawing Name: PARTS DWG. OF FRAME UNIT
 Drawing Number: PR-AWS-FR-002/B~19

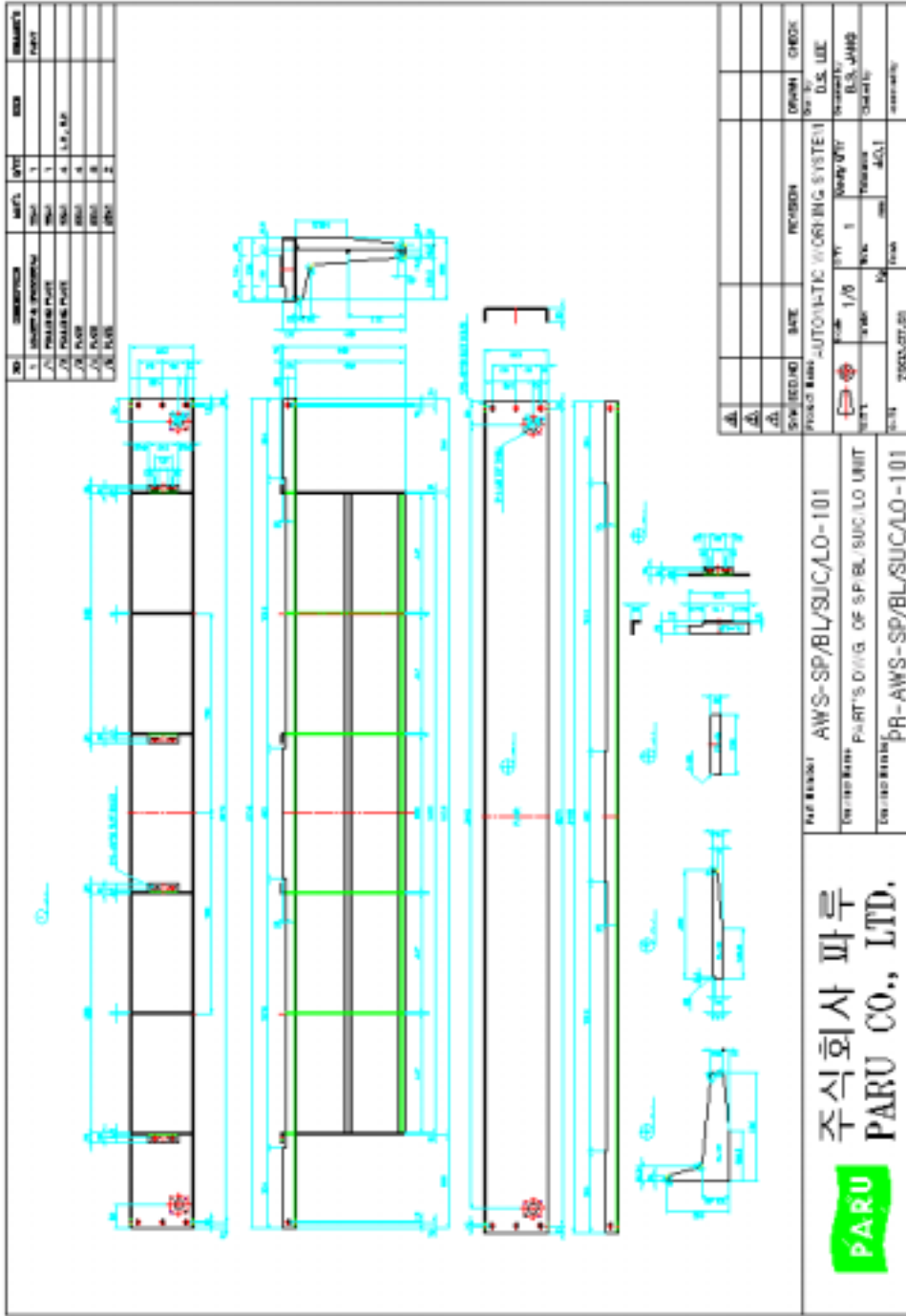
DATE: 2003.07.26
 DRAWN BY: DS, JUNG
 CHECKED BY: DS, JUNG




주식회사 파루
PARU CO., LTD.

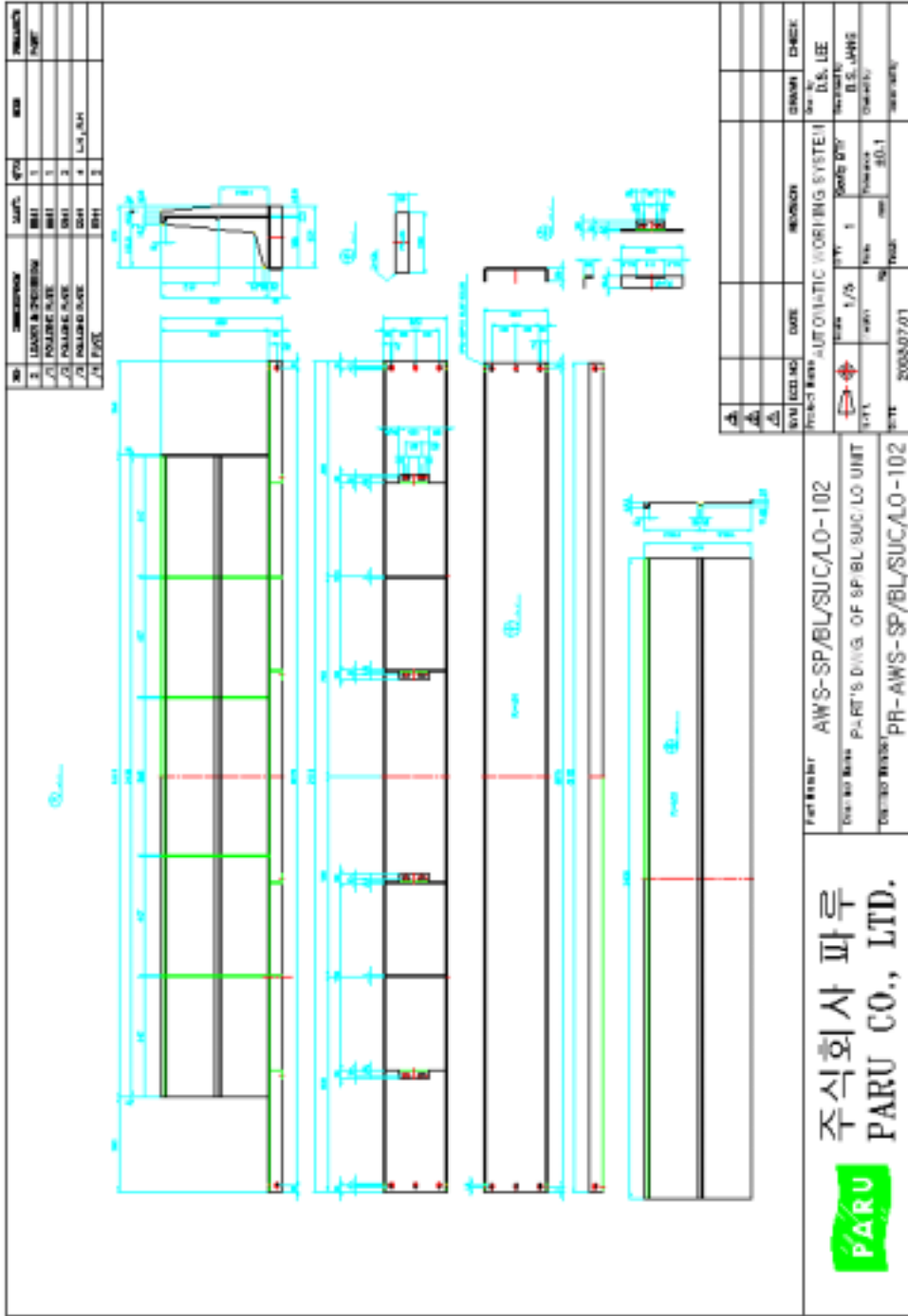
Part No. AWS-SP/BL/SUC/LO-100
 Part Name P-R-T 1/16 OF SP/BL/SUC/LO UNIT
 Part No. PR-AWS-SP/BL/SUC/LO-100

REV	DATE	BY	CHECK
1	2008.07.01	ED.S	ED.S
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			



PARU
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

PARU DESIGN AWS-SP/BL/SUC/LO-101
 CONTROL PART'S D/W.G. OF SP/BL/SUC/LO UNIT
 CONTROL PART'S D/W.G. OF SP/BL/SUC/LO UNIT

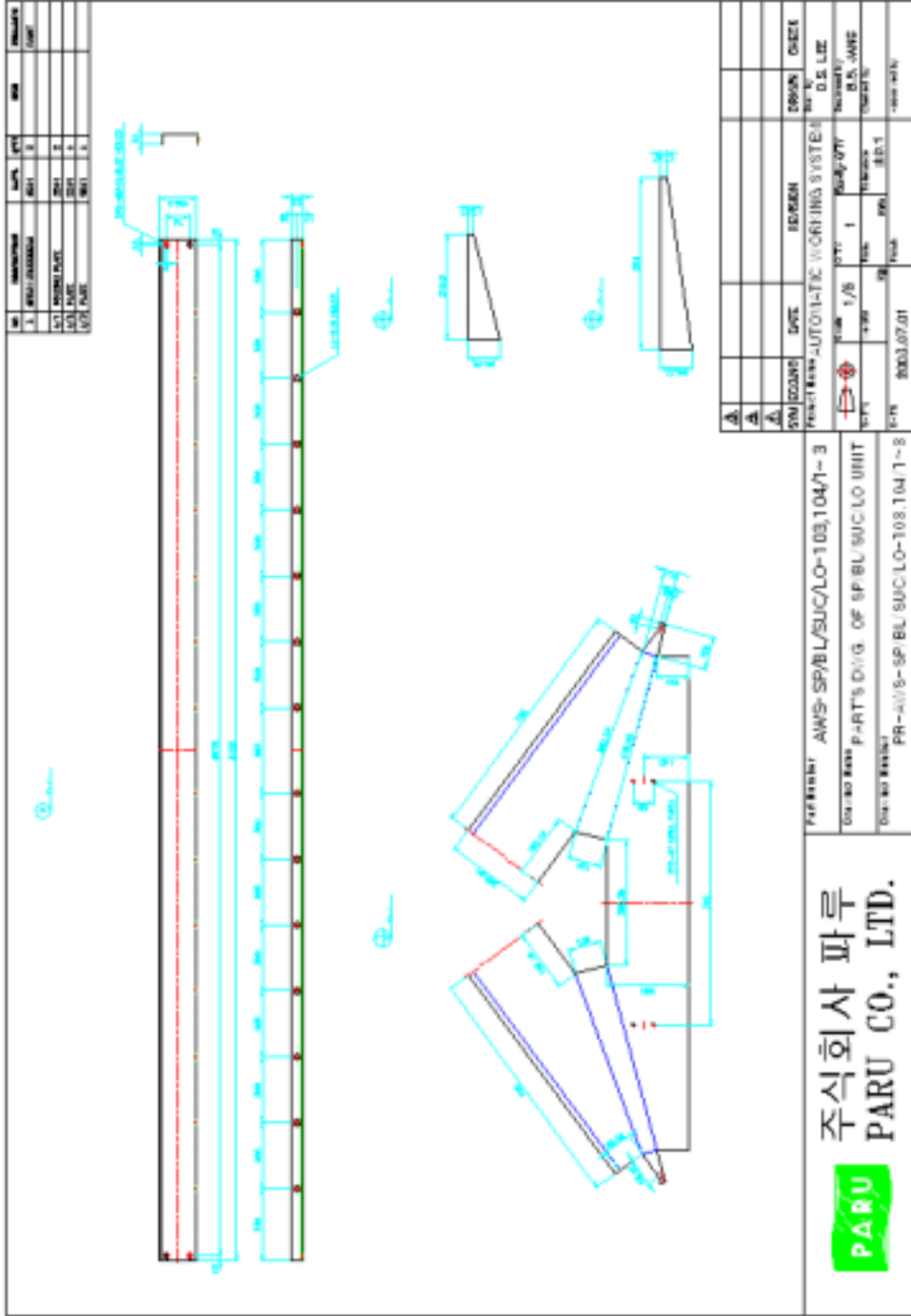


주식회사 파루
PARU CO., LTD.



Part Number: AWS-SP/BL/SUC/LO-102
 Drawn By: PART'S DIV. OF SP/BL/SUC/LO UNIT
 Checked By: PR-AWS-SP/BL/SUC/LO-102

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK
1	2008.07.01	INITIAL DRAWING		



NO	REVISION	DATE	BY	CHK	REMARKS
1	AWR/030304	03/1	0		
2	AWR/030304	03/1	2		
3	AWR/030304	03/1	2		
4	AWR/030304	03/1	2		

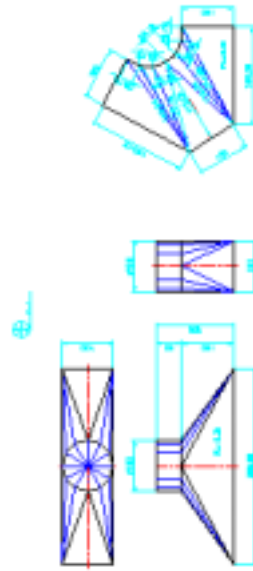
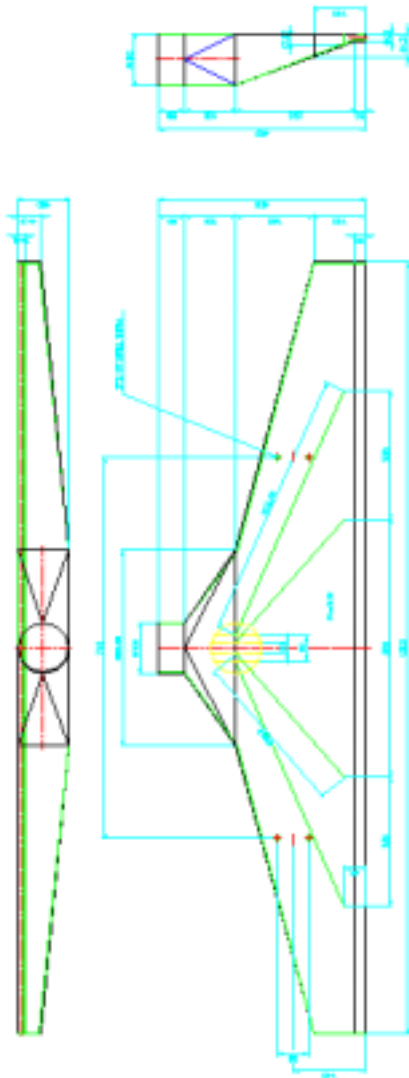
NO	REVISION	DATE	BY	CHK	REMARKS
1	AWR/030304	03/1	0		
2	AWR/030304	03/1	2		
3	AWR/030304	03/1	2		
4	AWR/030304	03/1	2		

PARU
 AWS-SP18/SUC/LO-103,104/1~3
 PART'S DIV. OF SP/BU/SUC/LO UNIT
 FR-AW18-SP/BU/SUC/LO-103,104/1~3

주식회사 파루
 PARU CO., LTD.



NO	DESCRIPTION	REV	DATE	BY	CHECK
1	REVISION	1			
2	REVISION	2			
3	REVISION	3			



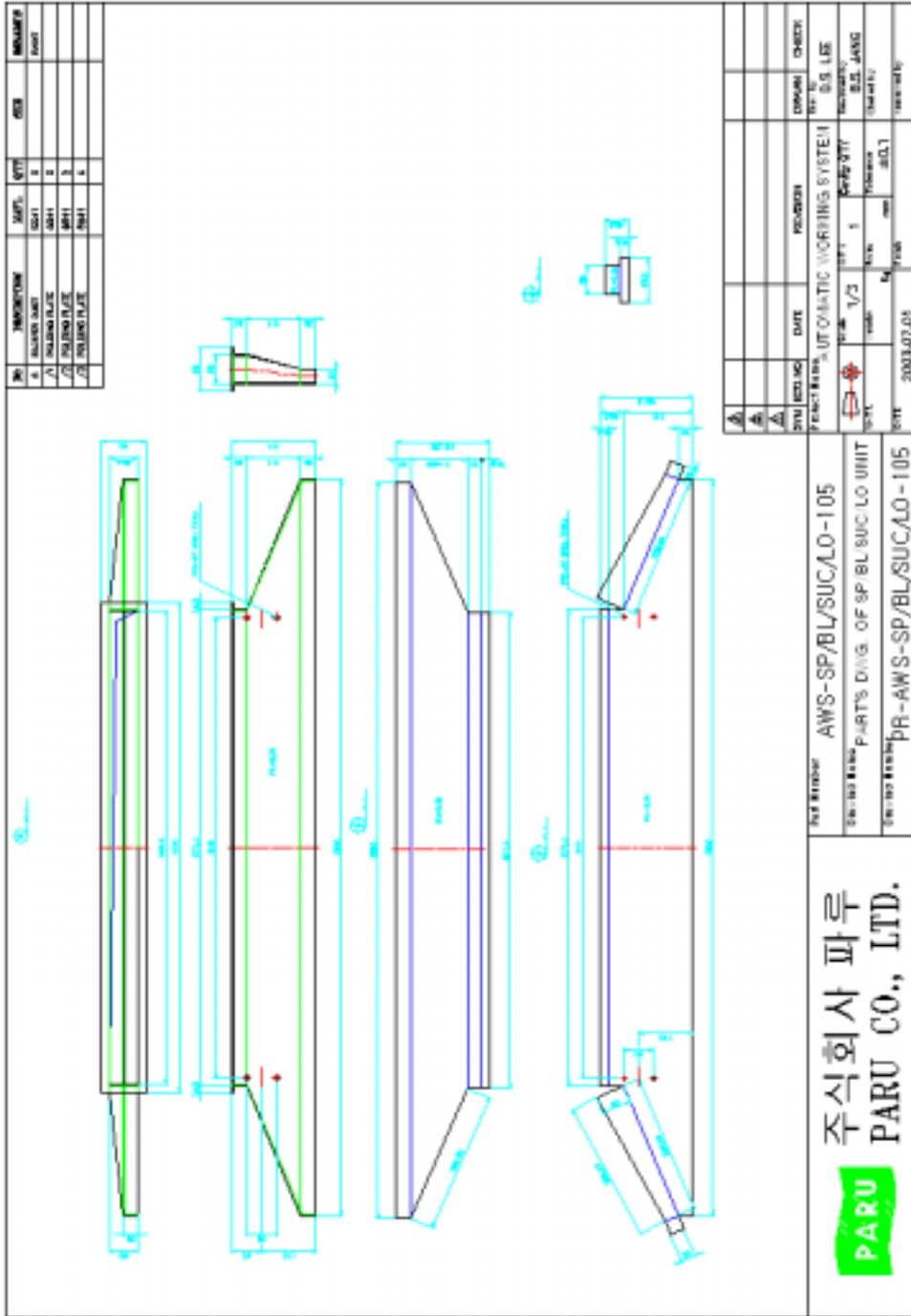
NO	DESCRIPTION	REV	DATE	BY	CHECK
1	REVISION	1			
2	REVISION	2			
3	REVISION	3			

Part Number AWS-SP/BL/SUC/LO-104
 Drawing Title PARTS DWG. OF SP/BL/SUC/LO UNIT
 Drawing Number PR-AWS-SP/BL/SUC/LO-104

PARU
 주식회사 파루
 PARU CO., LTD.

NO	DESCRIPTION	REV	DATE	BY	CHECK
1	REVISION	1			
2	REVISION	2			
3	REVISION	3			

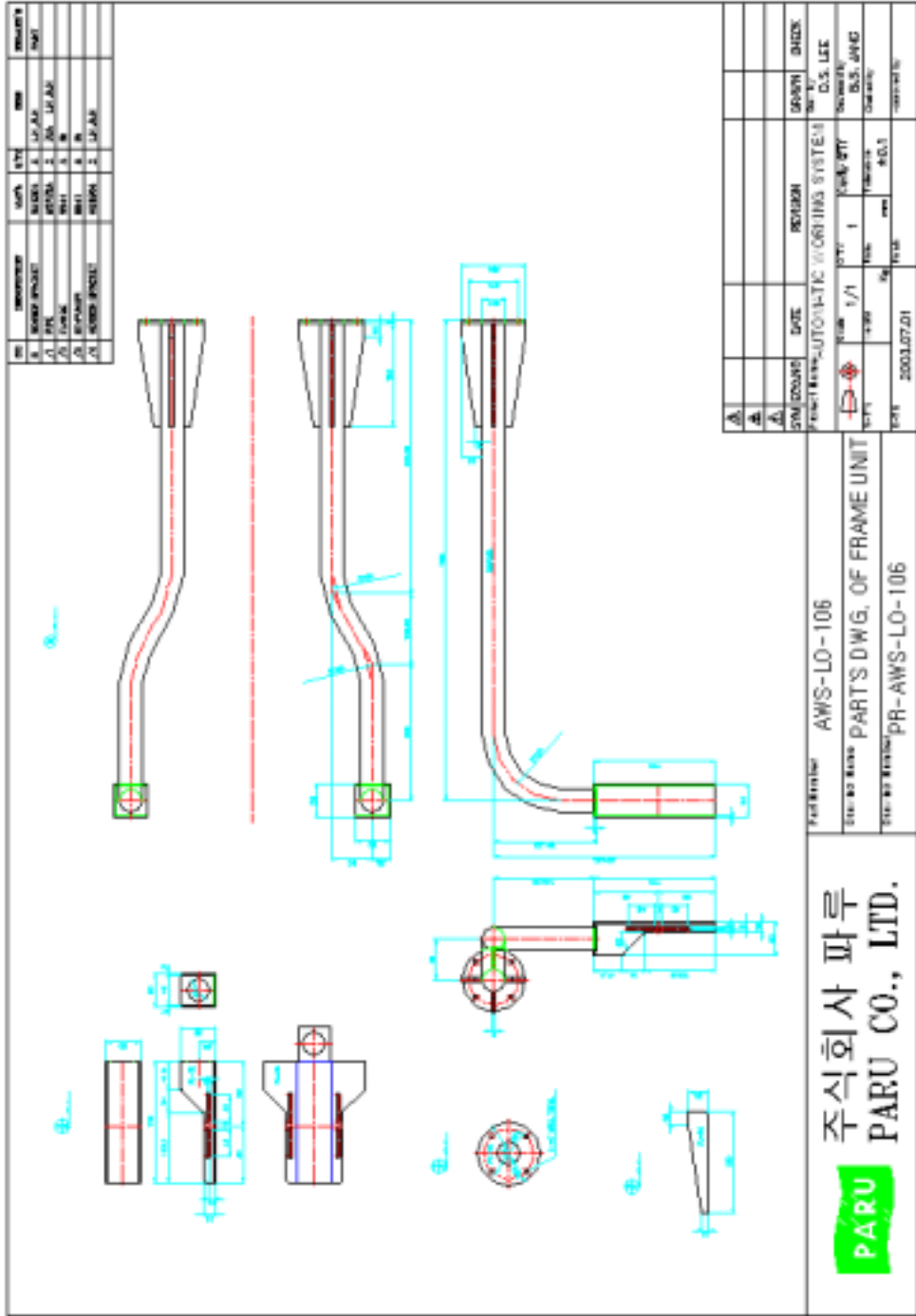
NO	DESCRIPTION	REV	DATE	BY	CHECK
1	REVISION	1			
2	REVISION	2			
3	REVISION	3			



PARU
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

FIG. NO. 105
PARTS DIV. OF SP/BL/SUC/LO UNIT
PR-AWS-SP/BL/SUC/LO - 105

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	CHECKED
1	2003.07.01	AWES-SP/BL/SUC/LO-105	U.S. LEE	
2				
3				
4				



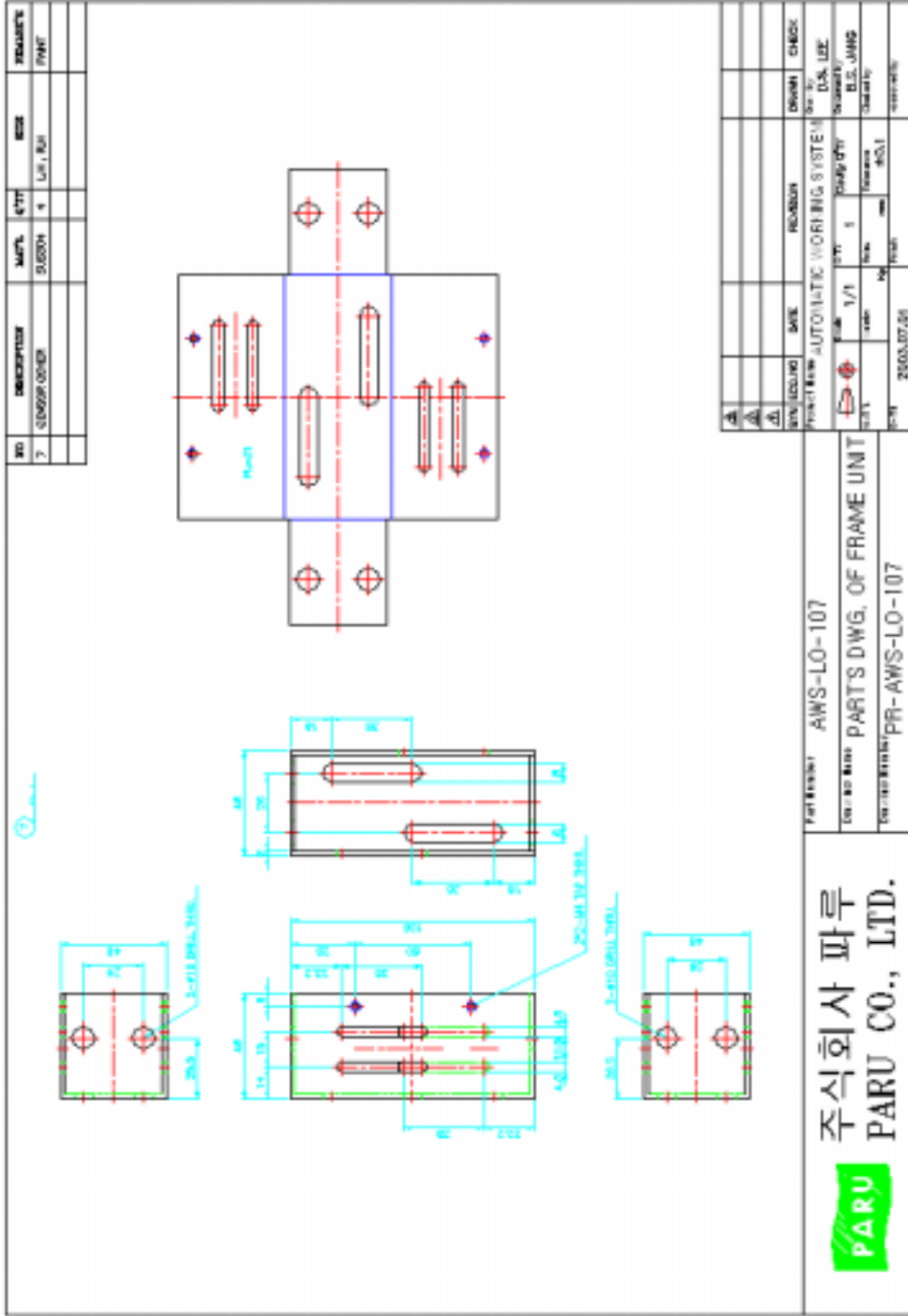
Part Number: AWS-LO-106

FIG. NO. PARTS DWG. OF FRAME UNIT

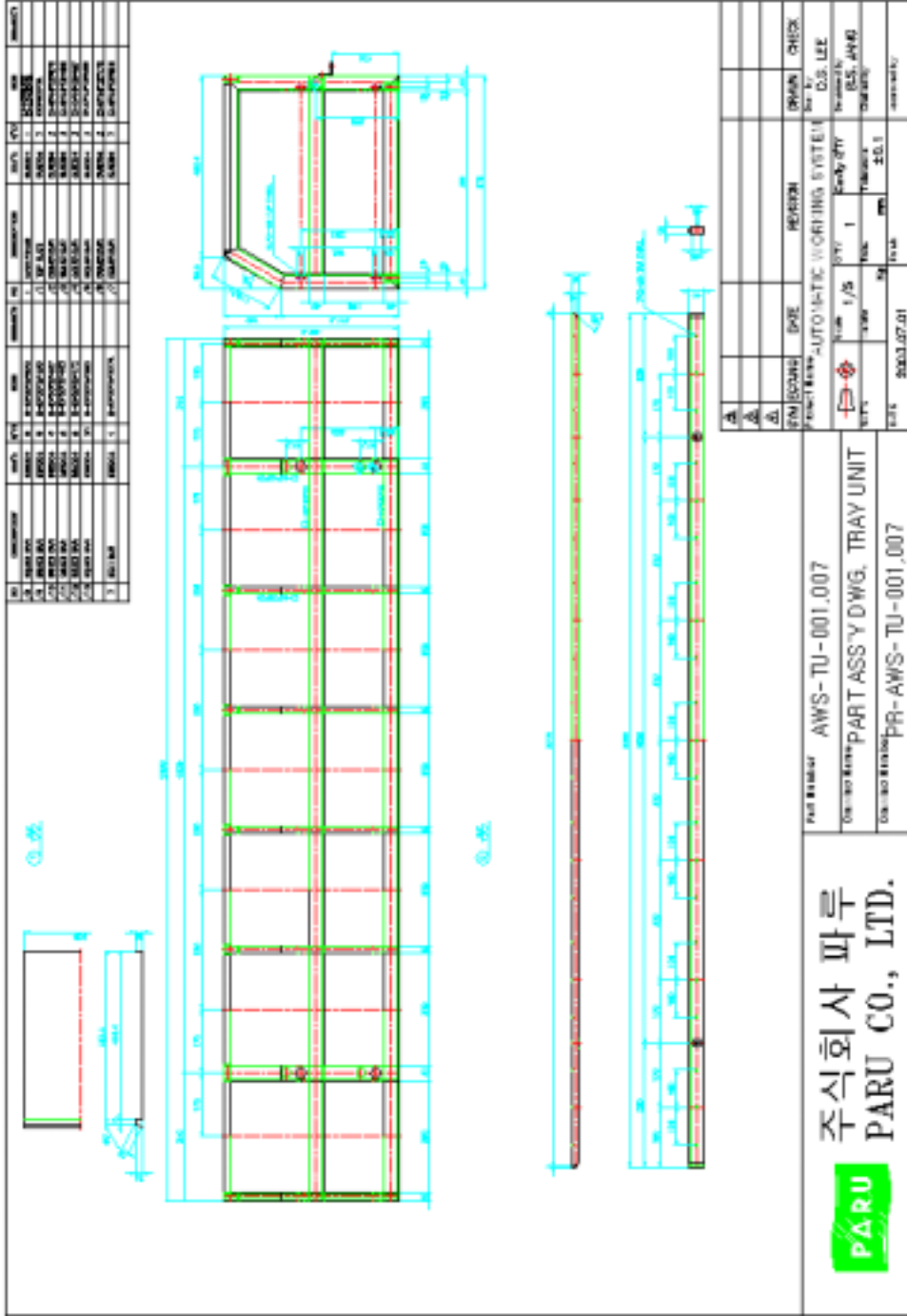
FIG. NO. PARTS PR-AWS-LO-106

주식회사 파루
PARU CO., LTD.





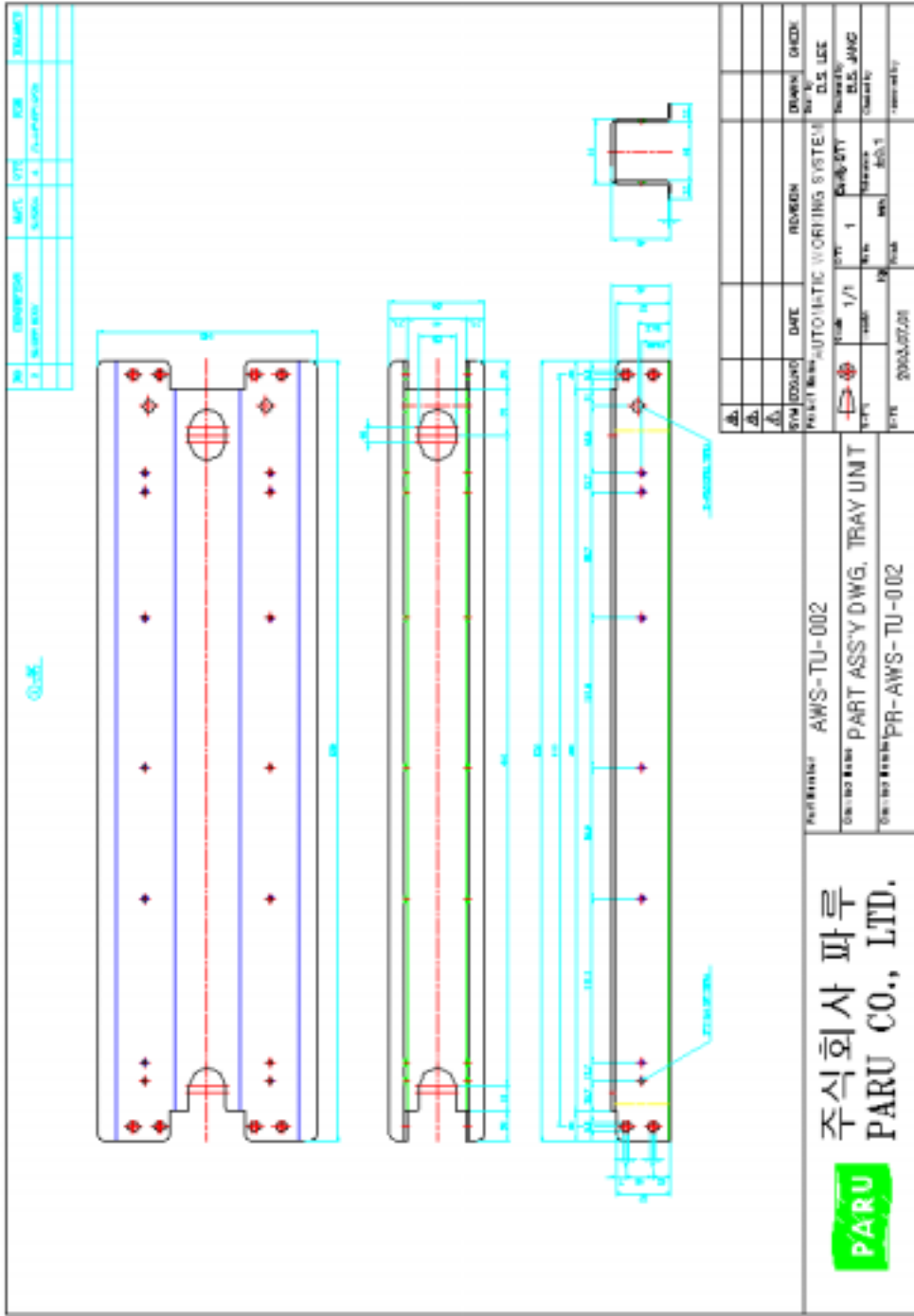
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

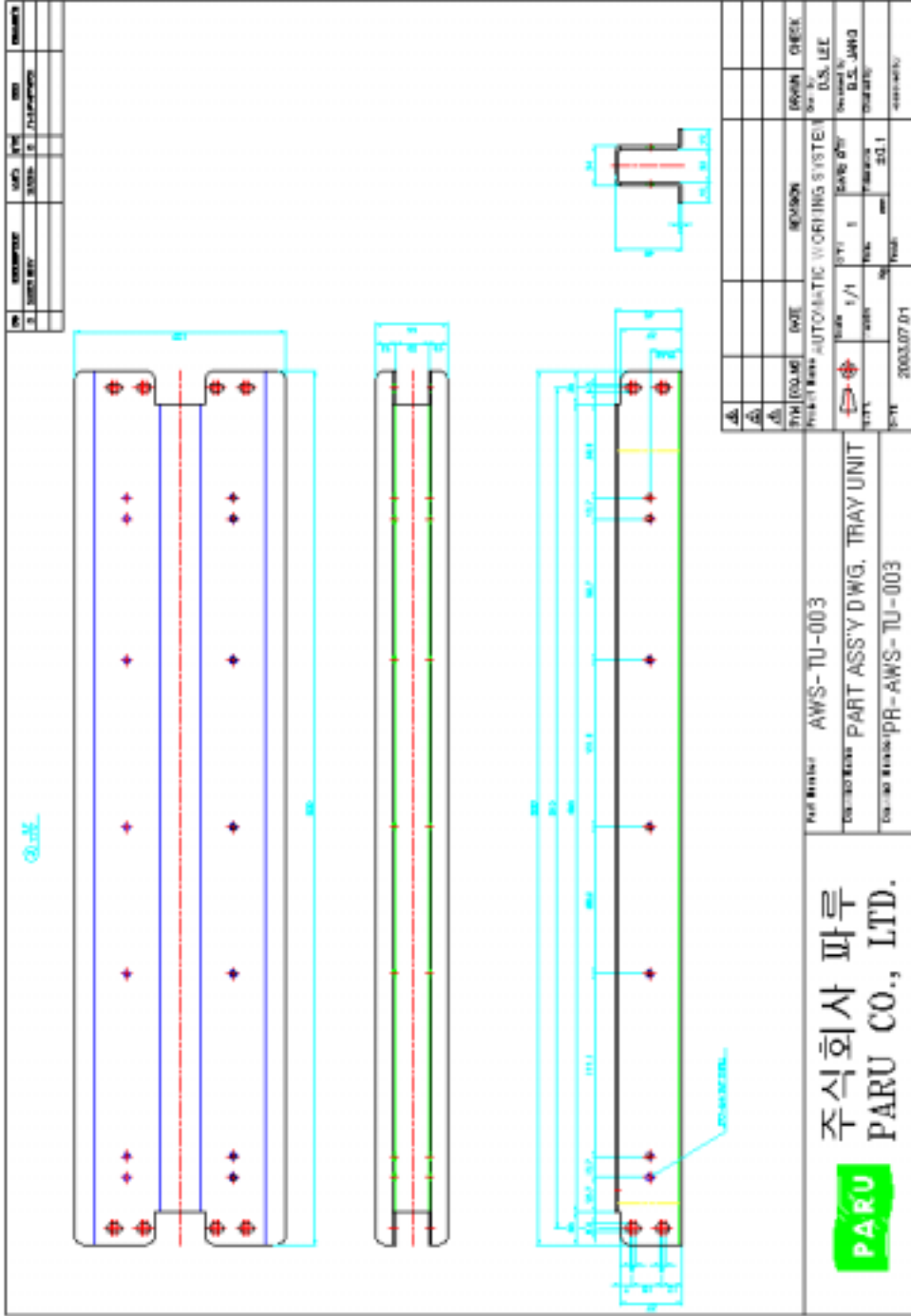


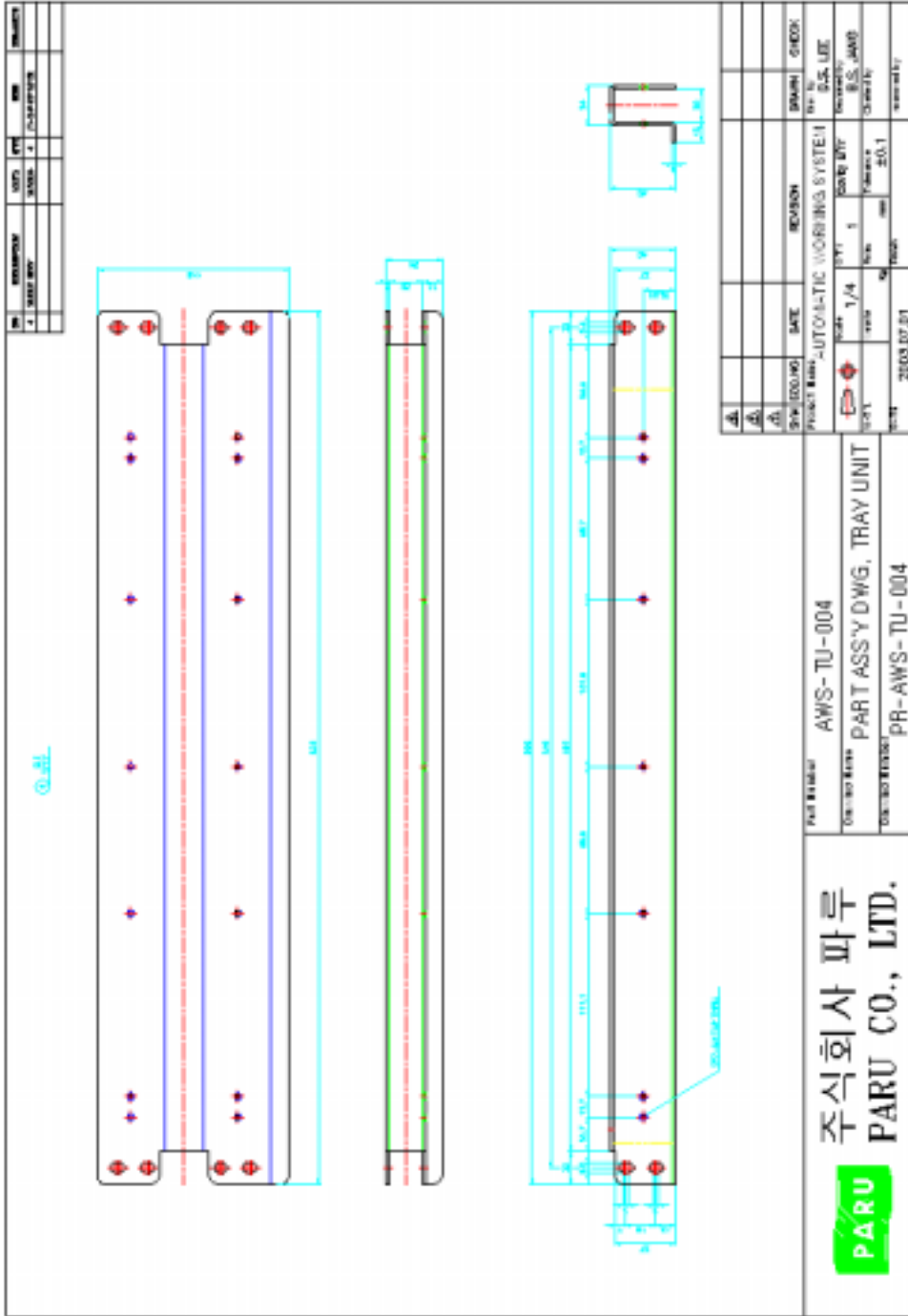
NO	REVISION	DATE	BY	CHK	REVISION	DATE	BY	CHK
1	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	1	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
2	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	2	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
3	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	3	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
4	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	4	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
5	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	5	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
6	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	6	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
7	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	7	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
8	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	8	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
9	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	9	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
10	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE	10	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE

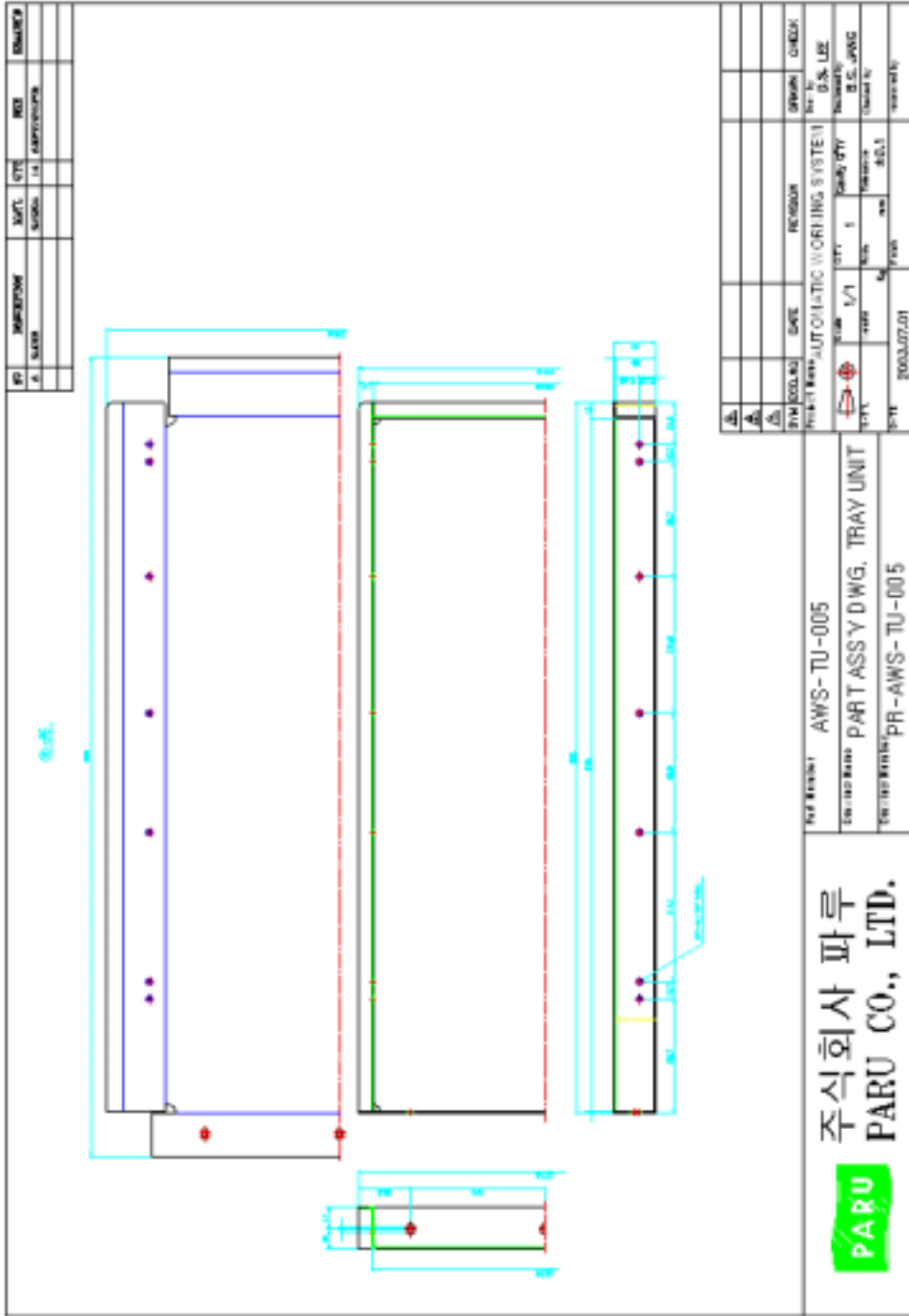
NO	REVISION	DATE	BY	CHK
1	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
2	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
3	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
4	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
5	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
6	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
7	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
8	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
9	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
10	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE

NO	REVISION	DATE	BY	CHK
1	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
2	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
3	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
4	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
5	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
6	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
7	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
8	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
9	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE
10	INITIAL	2003.07.01	Y. J. LEE	Y. J. LEE

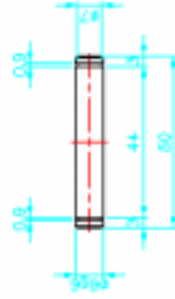
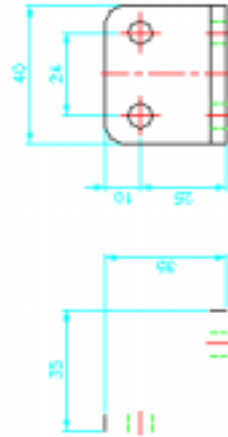
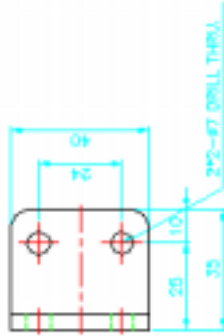








NO	DESCRIPTION	MAT.	QTY	REMARKS
6	BLEASER PIN	STEEL	4	#100
8	L-FRAME	STEEL	2	L-20*30*40



PARU
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

PART NUMBER AWS-FR-006.008

COMP. NO. AWS PART'S DWG. OF FRAME UNIT

CONTRACT NUMBER PR-AWS-FR-006.008

REV.	DATE	REVISION	DRAWN	CHECK
1	2003.07.01			

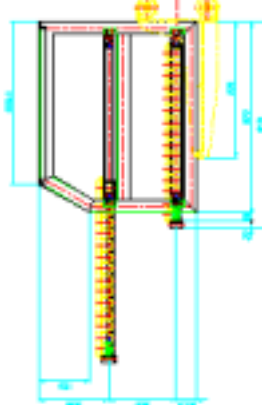
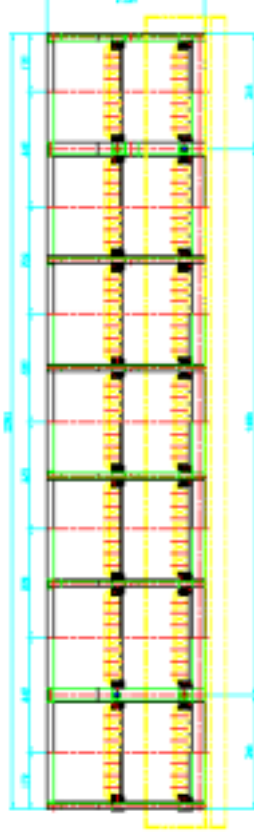
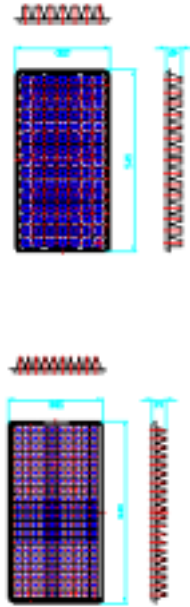
PROJECT NAME	PROJECT NO.	DESIGNER
AUTOMATIC WORKING SYSTEM		

SCALE	DATE	REVISION	DESIGNER	CHECK
1/1				

PROJECT NAME	PROJECT NO.	DESIGNER
AUTOMATIC WORKING SYSTEM		


SCALE	DATE	REVISION	DESIGNER	CHECK
1/1				

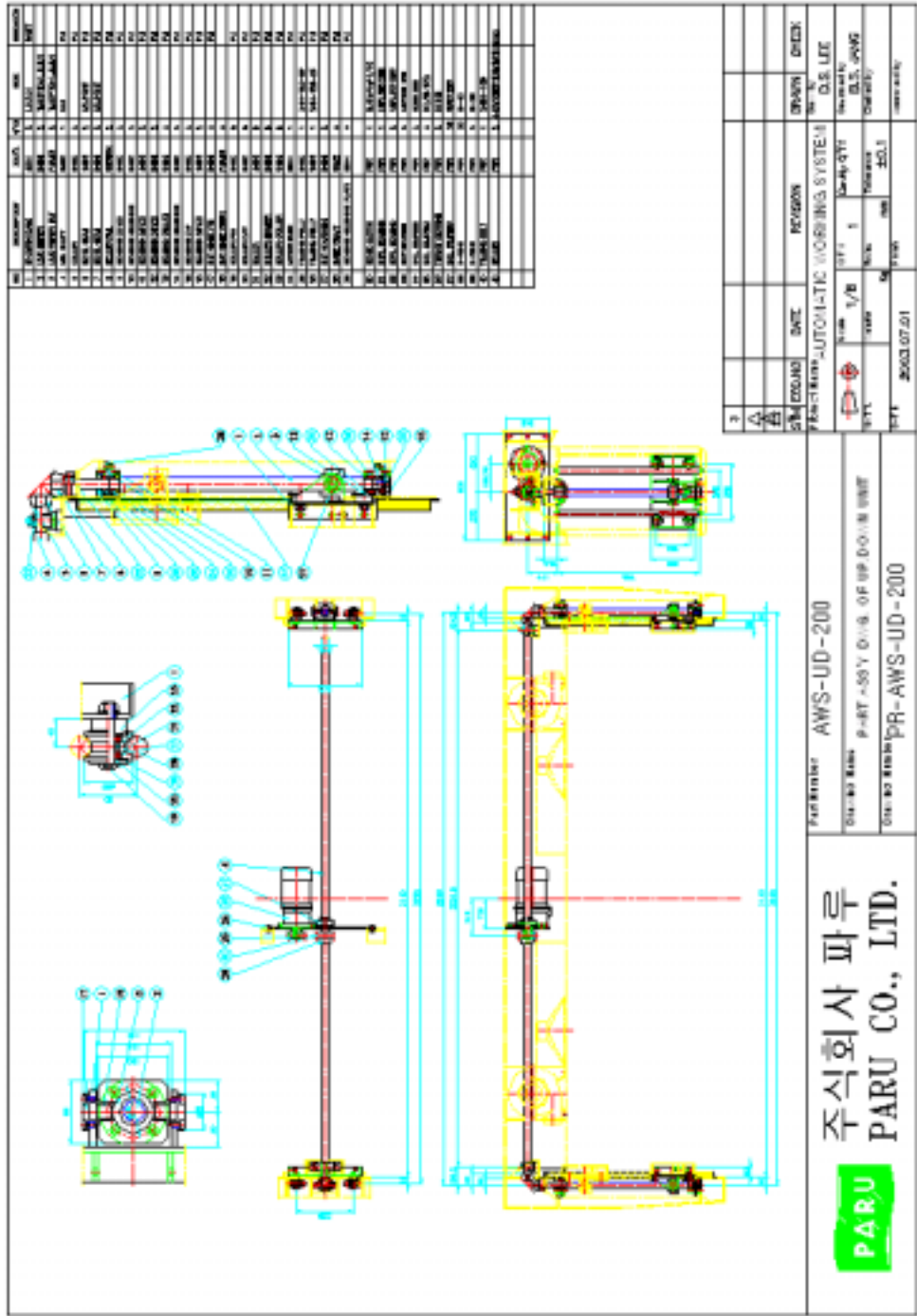
NO.	REVISION	DATE	BY	CHK	REMARKS
1	INITIAL				
2	AWSSAW				
3	AWSSAW				
4	AWSSAW				
5	AWSSAW				
6	AWSSAW				
7	AWSSAW				
8	AWSSAW				
9	AWSSAW				
10	AWSSAW				
11	AWSSAW				
12	AWSSAW				
13	AWSSAW				
14	AWSSAW				
15	AWSSAW				
16	AWSSAW				
17	AWSSAW				
18	AWSSAW				
19	AWSSAW				
20	AWSSAW				
21	AWSSAW				
22	AWSSAW				
23	AWSSAW				
24	AWSSAW				
25	AWSSAW				
26	AWSSAW				
27	AWSSAW				
28	AWSSAW				
29	AWSSAW				
30	AWSSAW				
31	AWSSAW				
32	AWSSAW				
33	AWSSAW				
34	AWSSAW				
35	AWSSAW				
36	AWSSAW				
37	AWSSAW				
38	AWSSAW				
39	AWSSAW				
40	AWSSAW				

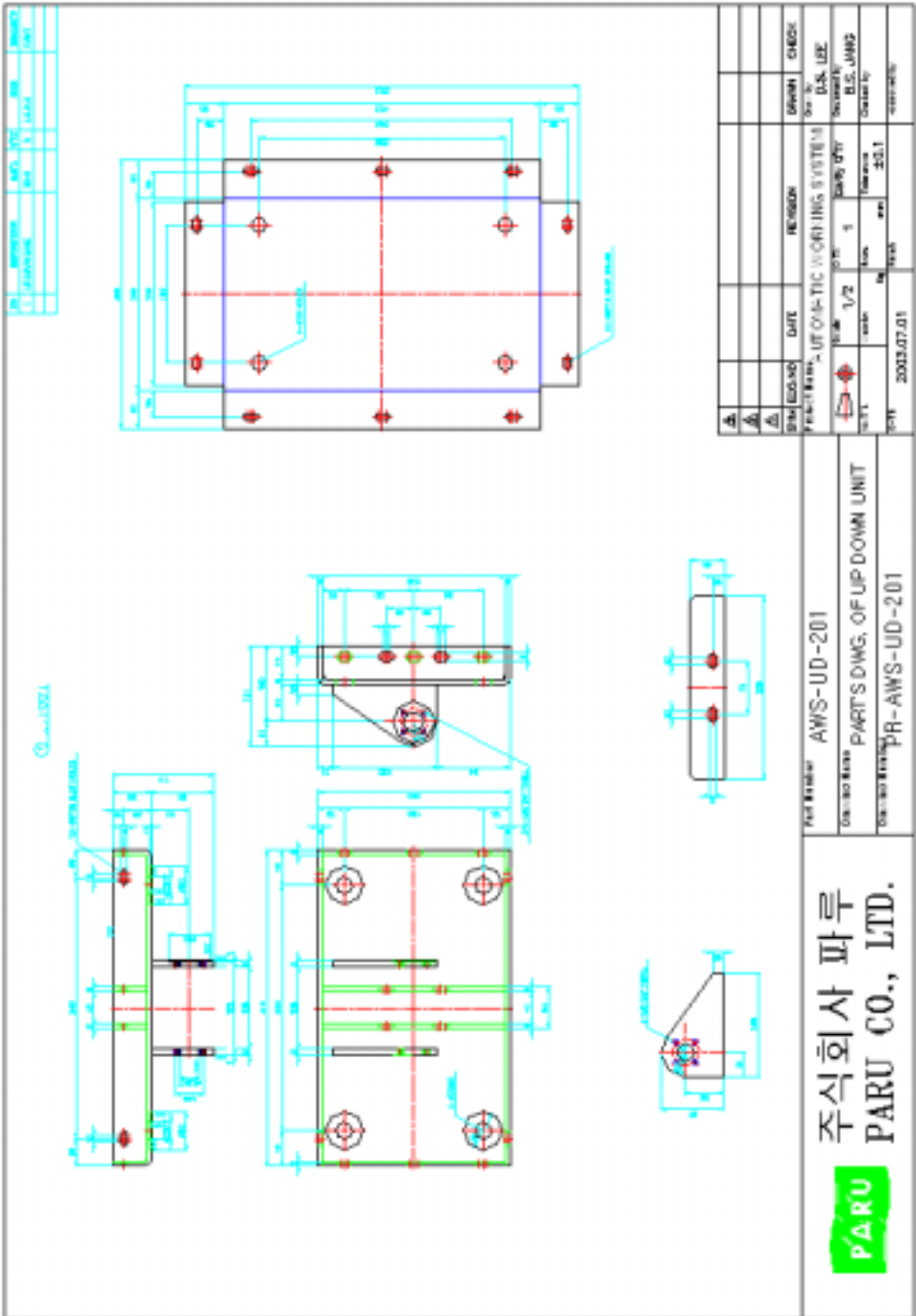


SYMBOL	DESCRIPTION	DATE	REVISION	DRAWN	CHKD.

Part Name AWS-TU-000	Project Name AUTOMATIC WORKING SYSTEM	Drawn By DA.LEE
Part Assy Name PART ASSY DWG. TRAY UNIT	Date 2003.07.01	Checked By S.S. JUNG
Part No. Revision PR-AWS-TU-000	Scale 1:1	Drawing No. 000
		Total No. 1
		Total No. 1


주식회사 파루
PARU CO., LTD.





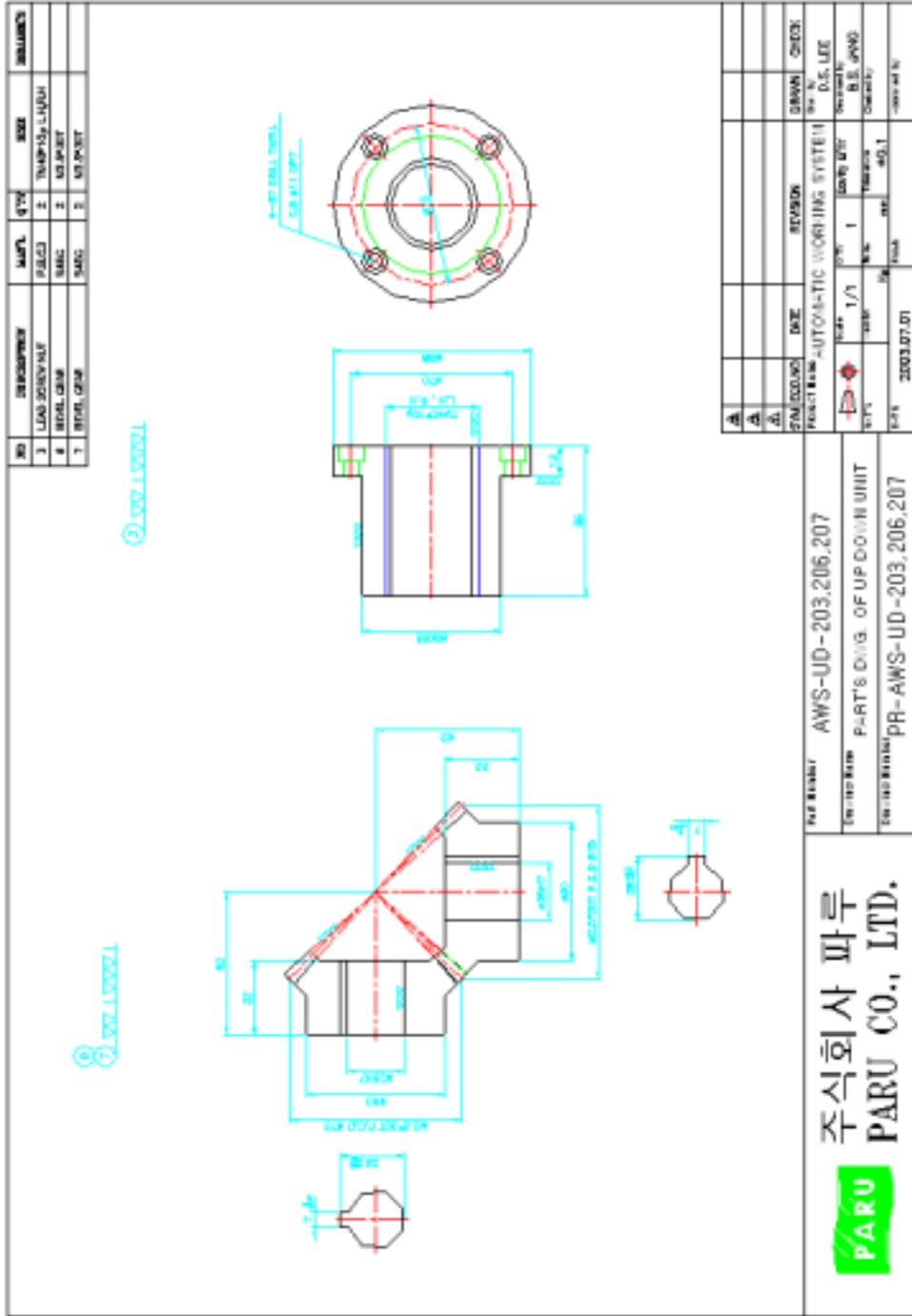
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

Part Number: AWS-UD-201
PART'S DWG. OF UP/DOWN UNIT

Part Name: R-AWS-UD-201

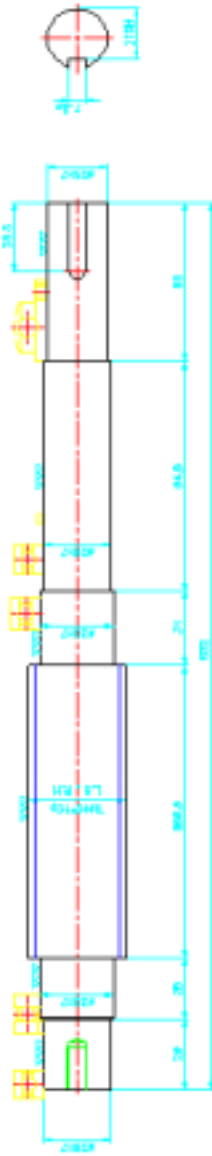
REV	DESCRIPTION	DATE	REVISION	DRAWN	CHECK
1	INITIAL WORKING SYSTEM	2002.07.01	1	B.S. UBE	B.S. UBE
2	REVISED			B.S. UBE	B.S. UBE
3					
4					

Part No: AWS-UD-201
 Rev: 1
 Date: 2002.07.01
 Drawn by: B.S. UBE
 Checked by: B.S. UBE

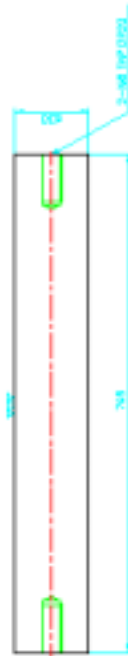


NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REMARKS
2	LOAD SENSOR	PAIR	2	IMPROVED DESIGN
3	IMPROVED PART	PAIR	4	ADJUSTED

① AWS-UD-202,228



② AWS-UD-202,228



PARU
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

PROJECT NAME: AWS-UD-202,228

PROJECT NO: PART'S DIV. OF UP DOWN UNIT

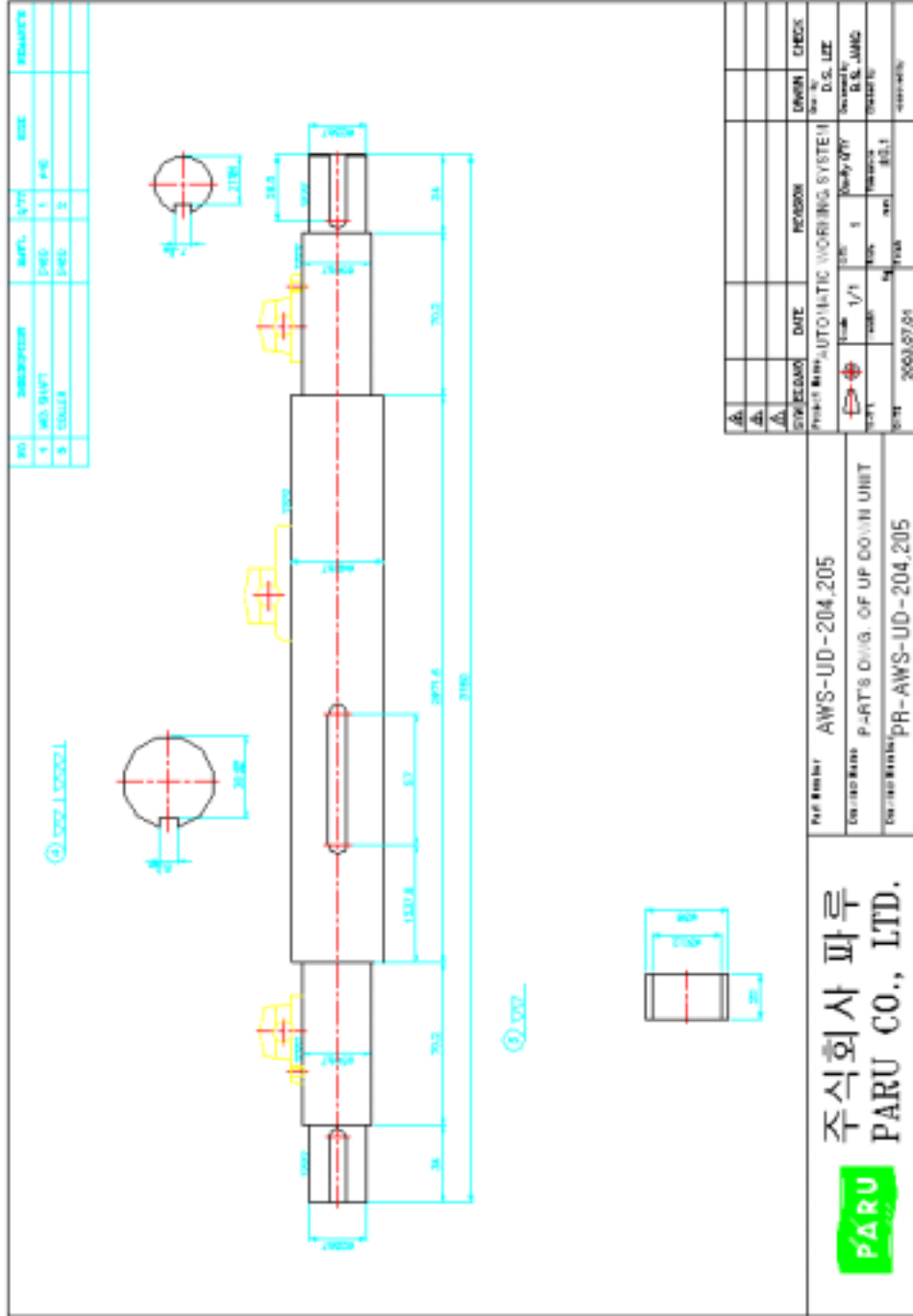
REV: PR-AWS-UD-202,228

NO	DATE	REASON	DOOR	CHECK
1				
2				
3				

PROJECT NAME: AUTOMATIC WORKING SYSTEM

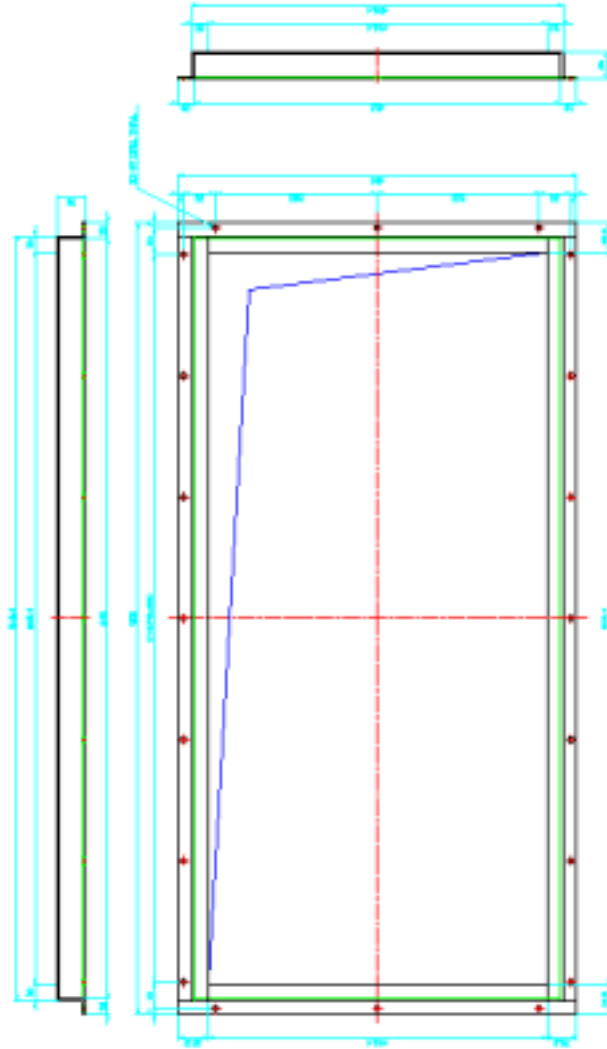
PROJECT NO: 1/1


REV: 01



NO	REVISIONS	DATE	BY	CHK	REMARKS
1	ISSUE FOR				

①

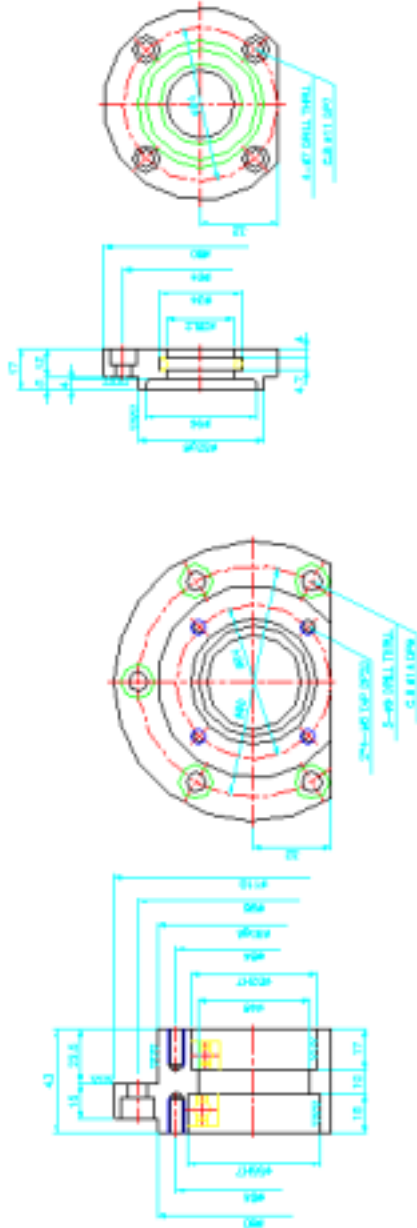


 주식회사 파루 PARU CO., LTD.		Part Name: AWS-UD-208 Part's Div. : OF UP DOWN UNIT Part No: PR-AWS-UD-208	Project Name: AUTOMATIC WASHING SYSTEM For Use: D.S. USE Scale: 1/1 Date: 2003.07.01 Drawn: [Blank] Checked: [Blank]
---	--	--	---

NO	DESCRIPTION	AMPL.	QTY	SIZE	REMARKS
8	BEARING SHAFT	S&S	2		
10	BEARING HOUSING	S&S	2		

⑩ 1000-1-000002L

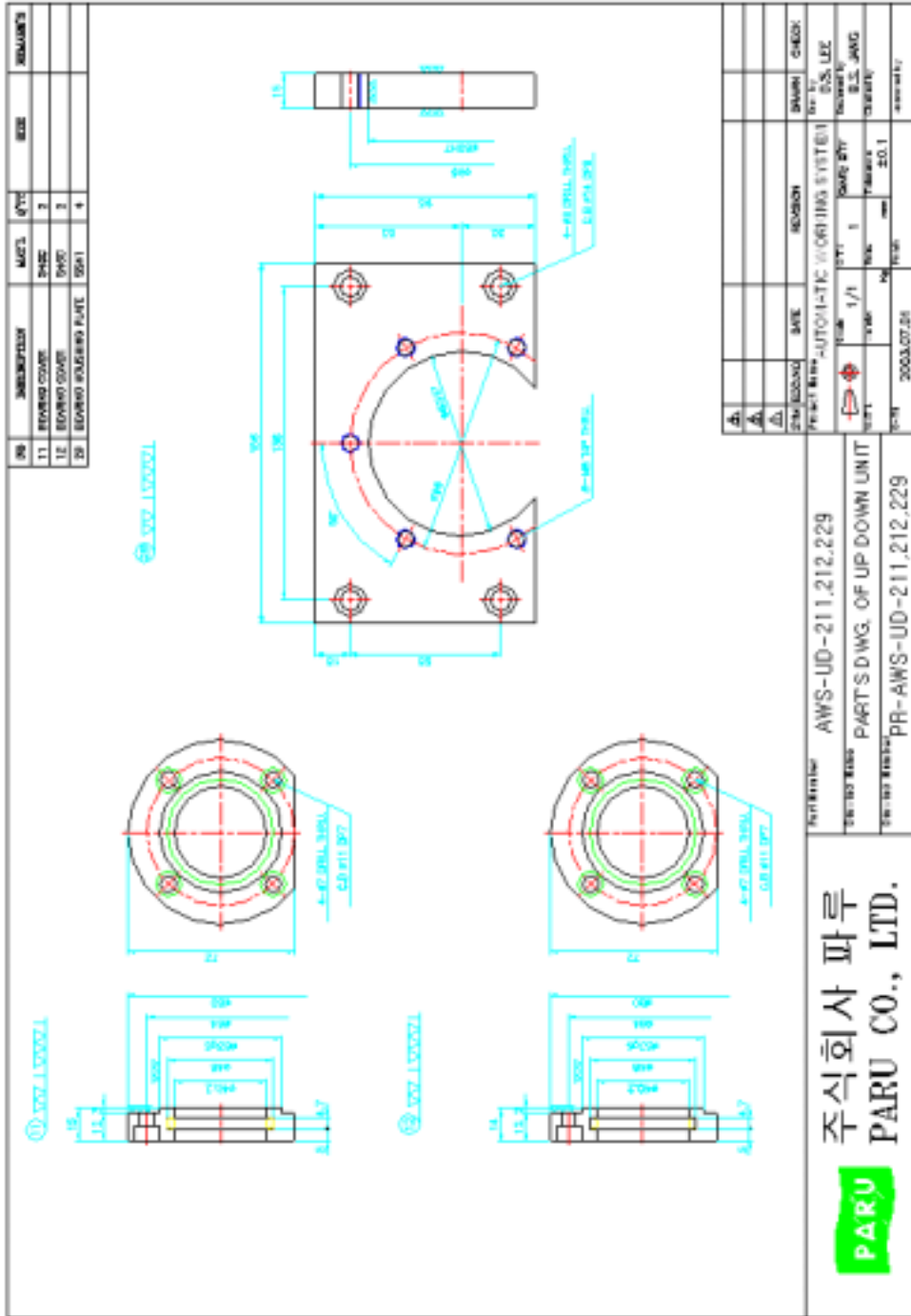
⑩ 1000-1-000002L



주식회사 파루
PARU CO., LTD.

PARU

PART NUMBER	AWS-UD-209,210				SCALE	NO. IN	ISSUE	DATE	REVISED	BY	CHKD.	DATE
DESCRIPTION	PART'S DWG. OF UP DOWN UNIT				SCALE	1/1	1	2003.07.26				
PROJECT	PR-AWS-UD-209,210				SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				
					SCALE	1/1	1	2003.07.26				



NO	DESCRIPTION	QTY	UNIT	REMARKS
11	EDGING COUPLER	2		
12	EDGING COUPLER	2		
13	EDGING BRACKET PLATE	4		

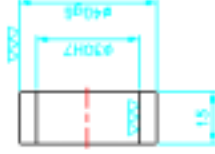
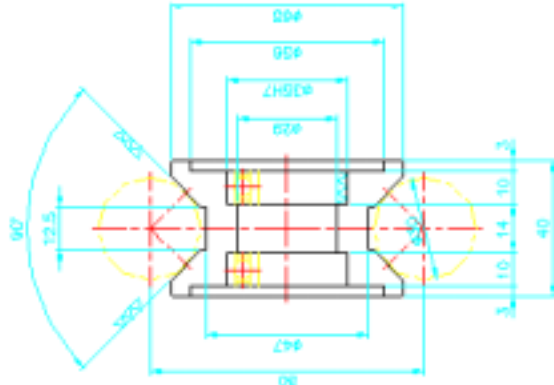
REV	DATE	REVISION	DRAWN	CHECK
A				
A				
A				


PART NAME AWS-UD-211.212.229
 TESTED BY PART'S DWG. OF UP DOWN UNIT
 TESTED DATE PR-AWS-UD-211.212.229
 TESTED BY
 TESTED DATE
 TESTED BY

주식회사 파루
 PARU CO., LTD.
 PARU
 PARU

REV	DATE	REVISION	DRAWN	CHECK
A	2003.07.26			

90	DESCRIPTION	MATL	QTY	SIZE	REMARKS
13	BRADING COLLAR	SS304	4		
21	ROLLER	SS304	8		




주식회사 파루
PARU CO., LTD.

Part Number AWS-UD-213,221

Part Name PART'S DWG. OF UP DOWN UNIT

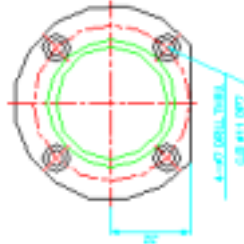
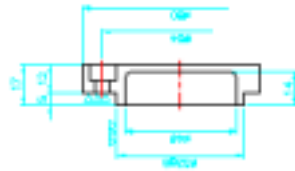
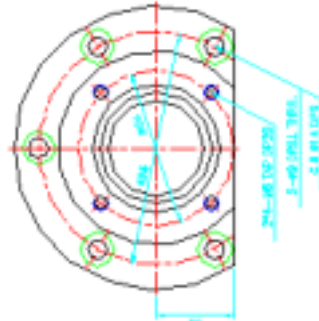
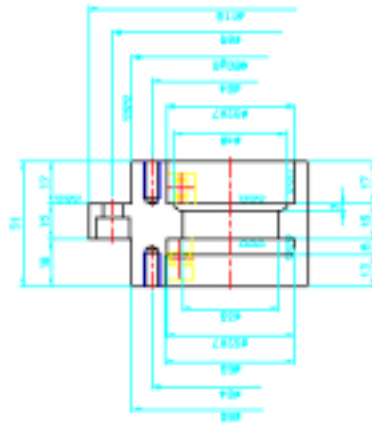
Part No. PR-AWS-UD-213,221

APPROVED	DATE	DESIGN	CHECK
DRN	2003.07.01	DRN	DRN
Project Name: AUTOMATIC WORKING SYSTEM			
Rev. No. 03. LEE			
Scale 1/1			
Sheet No. 1			
Total Sheets 1			
Drawing Code: AWS-UD-213,221			
Date: 2003.07.01			

NO	DESCRIPTION	AMPL	QTY	BOX	REMARKS
14	BEARING HOUSING	S-402	2		
15	BEARING COVER	S-403	2		

⑬ 100-100002

⑭ 100-100002



PARU
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

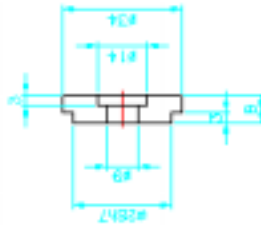
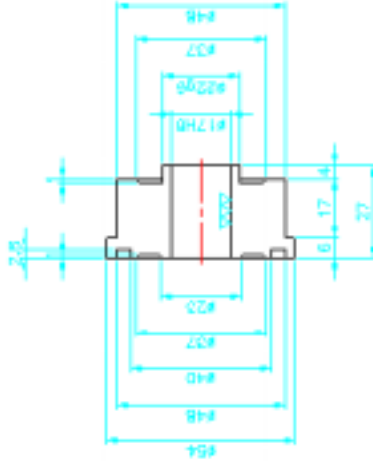
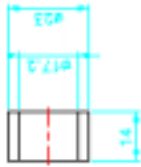
Part Number AWS-UD-214,216

Customer Name PART'S DWG. OF UP DOWN UNIT

Customer Order No. PR-AWS-UD-214,216

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECK
A				
A				
A				
PROJECT NAME: AUTOMATIC WORKING SYSTEM				
DRAWN BY: [Signature]				
CHECKED BY: D.S. LEE				
DATE: 2009/07/01				
SCALE: 1/1				
SHEET: 1				
TOTAL SHEETS: 1				
PROJECT NO: AWS-UD-214,216				
DRAWING NO: AWS-UD-214,216				

NO	DESCRIPTION	MAT'L	QTY	REMARK
15	BEARING CAP	S45C	2	
12	ROLLER SPACER	S45C	8	
13	ROLLER COLLAR	S45C	8	



DATE	BY	CHK	APP	REVISION
2000.07.08				1

Part Number AWS-UD-215.222.223

Part's Name PARTS DWG. OF UP DOWN UNIT

Doc No Number PR-AWS-UD-215.222.223

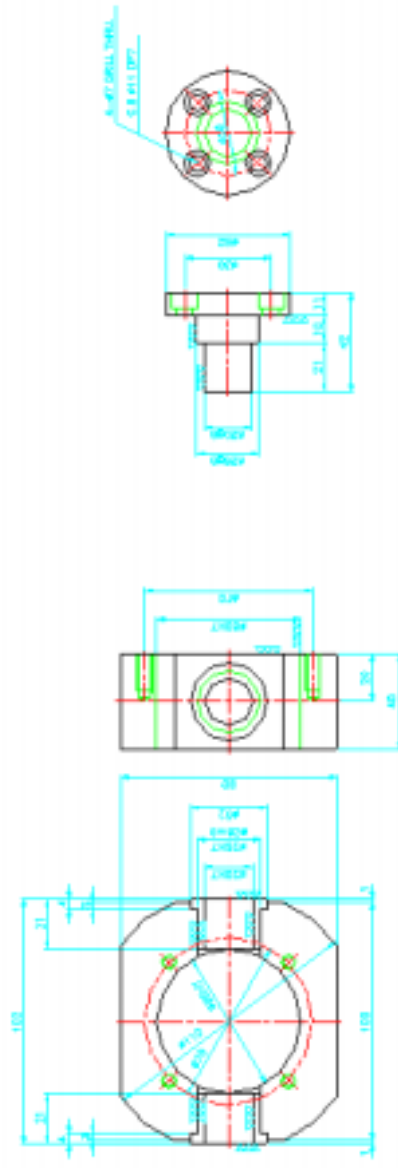
주식회사 파루
PARU CO., LTD.



NO	DESCRIPTION	QTY	REMARKS
17	M/F HINGE PIN	4	
18	M/F HINGE BUSH	4	
27	M/F HOUSING	5	

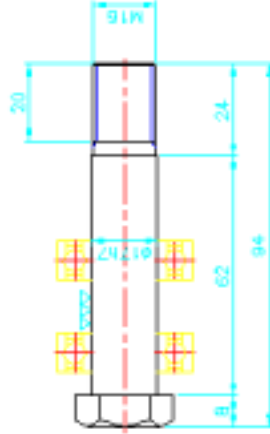
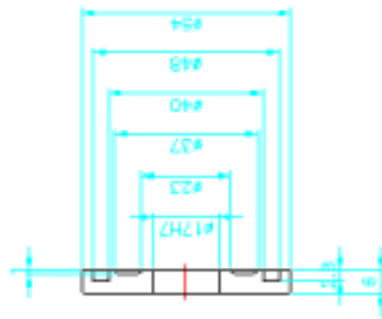
PARU
주식회사 파루

PARU
주식회사 파루

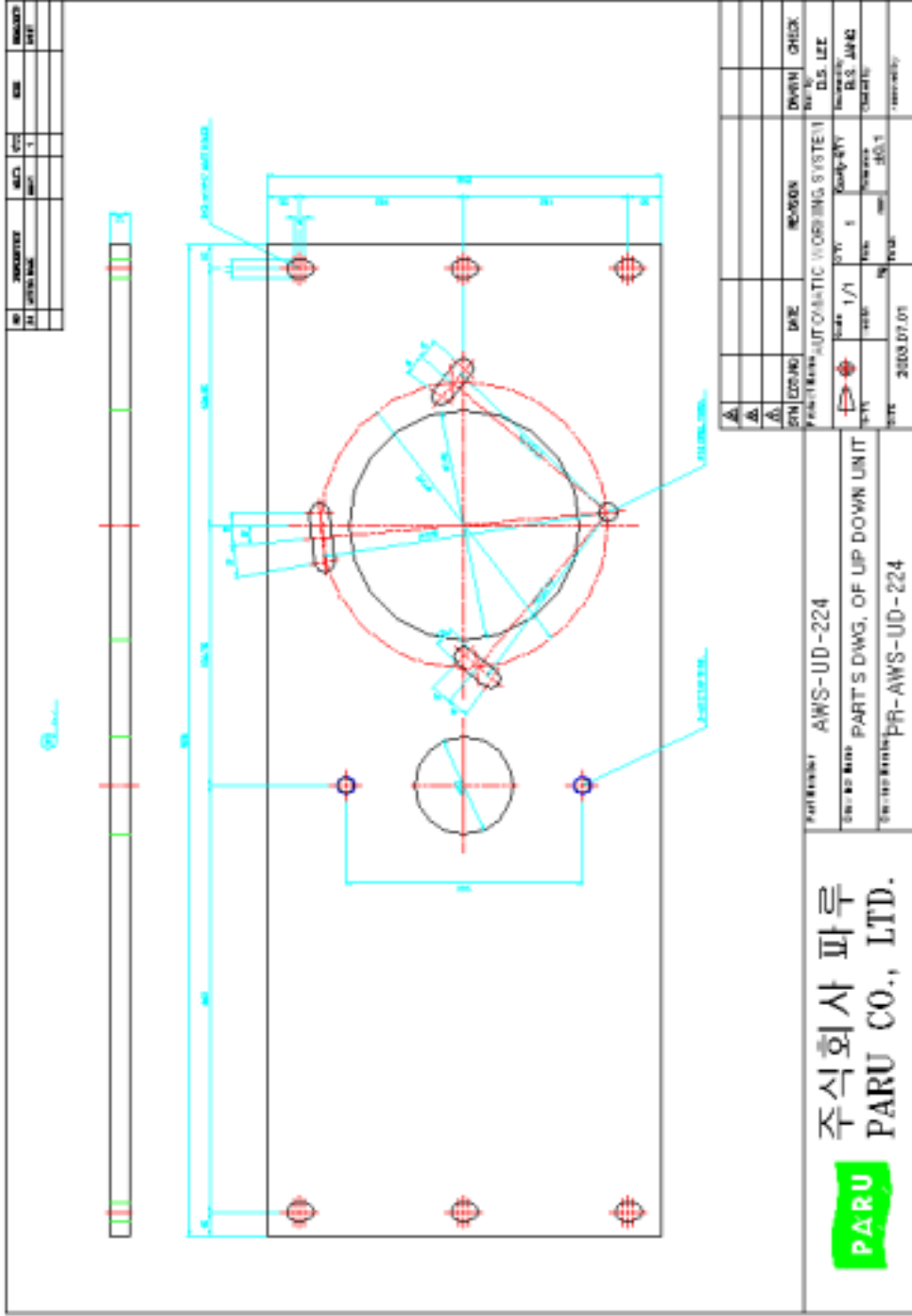


 주식회사 파루 PARU CO., LTD.	Part Number: AWS-UD-217,218,227 Title: PART'S DWG. OF UP/DOWN UNIT Date: 2003.07.21	Drawing No.: AWS-UD-217,218,227 Title: PART'S DWG. OF UP/DOWN UNIT Date: 2003.07.21	Division: AUTOMATIC MORNING SYSTEM Design: P.S. LEE Check: S.S. JUNG Date: 2003.07.21
---	---	---	--

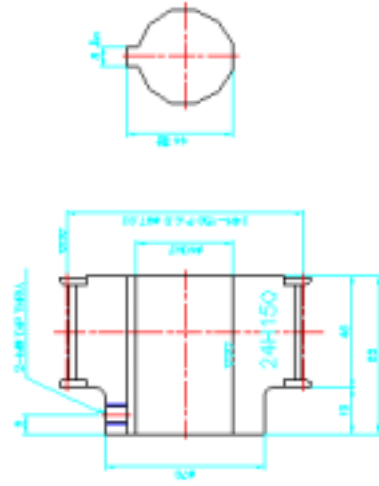
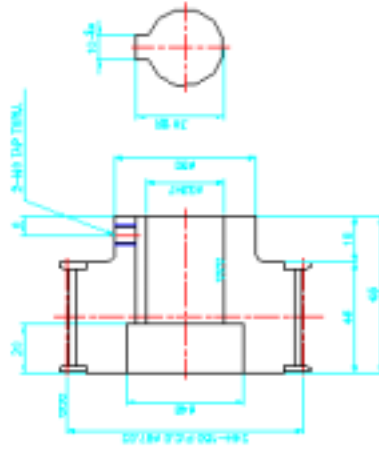
NO	DESCRIPTION	MATL	QTY	SIDE	REMARKS
18	ROLLER PIN	S45C	8		
20	ROLLER SHP	S45C	8		



 주식회사 파루 PARU CO., LTD.		Part Number: AWS-UD-219,220 Part's Dwg. of Up Down Unit PR-AWS-UD-219,220		Part Name: AWS-UD-219,220 Part's Dwg. of Up Down Unit PR-AWS-UD-219,220		Part No: 2002.07.01 Date: 2002.07.01 Drawn: SSJ Checked: SSJ		Part No: 2002.07.01 Date: 2002.07.01 Drawn: SSJ Checked: SSJ	
Part Name: AWS-UD-219,220 Part's Dwg. of Up Down Unit PR-AWS-UD-219,220		Part Name: AWS-UD-219,220 Part's Dwg. of Up Down Unit PR-AWS-UD-219,220		Part No: 2002.07.01 Date: 2002.07.01 Drawn: SSJ Checked: SSJ		Part No: 2002.07.01 Date: 2002.07.01 Drawn: SSJ Checked: SSJ		Part No: 2002.07.01 Date: 2002.07.01 Drawn: SSJ Checked: SSJ	



NO	DESCRIPTION	UNIT	QTY	REMARKS
28	TIMING PULLEY	SIZE	1	24H-150-4F
29	TIMING PULLEY	SIZE	1	24H-150-4F



PARU
주식회사 파루
PARU CO., LTD.

Part Name: AWS-UD-225,226

Doc No Name: PARTS Dwg. OF UP DOWN UNIT

Doc No Number: PR-AWS-UD-225,226

REV	DATE	REASON	DRAWN	CHECK
1			D.S. LEE	
2			D.S. LEE	
3			D.S. LEE	
4			D.S. LEE	
5			D.S. LEE	
6			D.S. LEE	
7			D.S. LEE	
8			D.S. LEE	
9			D.S. LEE	
10			D.S. LEE	
11			D.S. LEE	
12			D.S. LEE	
13			D.S. LEE	
14			D.S. LEE	
15			D.S. LEE	
16			D.S. LEE	
17			D.S. LEE	
18			D.S. LEE	
19			D.S. LEE	
20			D.S. LEE	
21			D.S. LEE	
22			D.S. LEE	
23			D.S. LEE	
24			D.S. LEE	
25			D.S. LEE	
26			D.S. LEE	
27			D.S. LEE	
28			D.S. LEE	
29			D.S. LEE	
30			D.S. LEE	
31			D.S. LEE	
32			D.S. LEE	
33			D.S. LEE	
34			D.S. LEE	
35			D.S. LEE	
36			D.S. LEE	
37			D.S. LEE	
38			D.S. LEE	
39			D.S. LEE	
40			D.S. LEE	
41			D.S. LEE	
42			D.S. LEE	
43			D.S. LEE	
44			D.S. LEE	
45			D.S. LEE	
46			D.S. LEE	
47			D.S. LEE	
48			D.S. LEE	
49			D.S. LEE	
50			D.S. LEE	
51			D.S. LEE	
52			D.S. LEE	
53			D.S. LEE	
54			D.S. LEE	
55			D.S. LEE	
56			D.S. LEE	
57			D.S. LEE	
58			D.S. LEE	
59			D.S. LEE	
60			D.S. LEE	
61			D.S. LEE	
62			D.S. LEE	
63			D.S. LEE	
64			D.S. LEE	
65			D.S. LEE	
66			D.S. LEE	
67			D.S. LEE	
68			D.S. LEE	
69			D.S. LEE	
70			D.S. LEE	
71			D.S. LEE	
72			D.S. LEE	
73			D.S. LEE	
74			D.S. LEE	
75			D.S. LEE	
76			D.S. LEE	
77			D.S. LEE	
78			D.S. LEE	
79			D.S. LEE	
80			D.S. LEE	
81			D.S. LEE	
82			D.S. LEE	
83			D.S. LEE	
84			D.S. LEE	
85			D.S. LEE	
86			D.S. LEE	
87			D.S. LEE	
88			D.S. LEE	
89			D.S. LEE	
90			D.S. LEE	
91			D.S. LEE	
92			D.S. LEE	
93			D.S. LEE	
94			D.S. LEE	
95			D.S. LEE	
96			D.S. LEE	
97			D.S. LEE	
98			D.S. LEE	
99			D.S. LEE	
100			D.S. LEE	