

GOVP1199806152

635.0441

L2937

v. 2

최            종  
연구보고서

과채류 공정육묘를 위한 플러그묘 일렬  
동시접목 로봇 개발

Development of a Grafting Robot for Factory-processed  
Seedlings of Fruit Vegetables

경 북 대 학 교

성주군농촌지도소

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “과채류 공정육묘를 위한 플러그묘 일렬 동시접목 로봇 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 3.

주관연구기관명 : 경 북 대 학 교

총괄연구책임자 : 이 기 명

연 구 원 : 김 유 일

연 구 원 : 박 규 식

협동연구기관명 : 성주군 농촌 지도소

협동연구책임자 : 전 한 식

연 구 원 : 백 철 현

# 요 약 문

## I. 제목

과채류 공정육묘를 위한 플러그묘 일렬 동시접목 로봇 개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

국내의 과채류 재배에 있어서 접목묘의 수요는 연간 4~5억본에 달하고 있고, 관행의 수작업에 의한 접목작업은 숙련자라도 하루 800~1,000본 정도 밖에 할 수 없다. 따라서 공정육묘장에서 접목묘를 생산하여 재배자에게 공급해 주기 위해서는 동시에 수십명의 숙련자를 동원해야 되지만 최근의 농촌 사정을 감안할 때 대단히 어렵다. 이에 따라 생력적이고 경제적인 전자동접목장치의 개발이 시급히 필요하게 되었다.

이러한 배경에서 본 연구는 접목묘 육묘에서 가장 많은 노동력이 투입되는 접목을 기계화 함으로서 생력화 대량 생산이 가능한 자동접목 장치인 접목로봇의 개발을 목적으로 3년간 추진한 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

1. 접목로봇에 적합한 기계접목 메카니즘 개발
2. 플러그묘 1열 연속접목로봇 시스템 개발
3. 접목로봇시스템에 적합한 대목 및 접수 재배기술 개발

## III. 연구개발 내용 및 범위

1. 플러그묘 자동접목 메카니즘 개발

가. 접목 로봇의 설계를 위한 기본설계조건 결정

접목 대상작물, 접목속도, 구동동력 및 부대 자재 사용 등의 기본설계 조건을 결정하였다.

나. 기계접목에 적합한 접목방법의 선정

지금까지 이용하고 있는 접목을 비교 분석하여 기본설계조건에 적합하고 접목로봇에 적용 가능성이 있는 편엽절단 삼접법을 개발하는 접목 로봇 시스템의 접목방법으로 선정하였다.

#### 다. 선정된 접목법에 대한 기계접목 메카니즘 개발

선정된 편엽절단 삼접법을 기계접목법으로하여 로봇 시스템을 구성할 경우 대목·접수 자동가공과 접합의 메카니즘을 개발하였다.

### 2. 대목 및 접수 자동가공장치 설계 제작

선정된 접목법(삼접법)에 대하여 대목 및 접수를 자동으로 가공하는 유니트를 각각 설계 제작하였다.

### 3. 플러그모 1열 연속 접목로봇 시스템 제작

1열 트레이에 재배된 대목과 접수를 공급하여 편엽절단 삼접법에 의한 연속접목 작업을 할 수 있는 턴테이블형 전자동 접목 시스템 시작기를 제작하고 자동 운전을 위한 제어 시스템을 구성하였다.

### 4. 접목로봇에 적합한 대목·접수 재배기술 개발

기계접목에 적합한 대목·접수의 육묘기술을 개발하였다. 특히 발아가 균일한 육묘법, 토중녹화 육묘법 및 노숙대목 육묘법 등을 주 검토 대상으로 하였다.

## IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

본 연구는 접합 부자재를 사용하지 않는 삼접법의 기계접목을 성공시킨 것으로 일본에서 아직 완전 자동화에 이르지 못한 박과채소류에 사용할 수 있는 전자동접목로봇의 개발에 관한 연구로서 3년간에 걸친 일련의 연구에서

얻어진 최종결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 접목 로봇에 적합한 기계접목 메카니즘 개발

1) 접목 로봇에 적합한 기계접목방법으로서 일본의 특허 기술을 피하기 위하여 2가지 삽접법을 선정하고, 시작기를 제작 접목 시험을 통하여 삽접법을 도입한 기계접목 메카니즘을 개발하였다.

2) 2가지 삽접법 중 첫째 방법은 대목의 양자엽을 보존한 상태로 생장점인 본엽부를 제거하고 접수 삽입구멍을 뚫어 한쪽 경사지게 배축을 절단한 접수를 삽입하는 것이고, 둘째 방법은 대목을 단근하여 공급하고 편자엽과 생장점을 제거하고 그 위치에 접수 삽입구멍을 뚫어 한쪽 경사형으로 가공한 접수를 삽입하는 방법이다. 2가지 모두 시작기를 제작하여 접목시험을 실시하였으며 95%이상의 기계적 접합성공율을 나타내 가능성을 확인하였다.

나. 플러그묘의 1열 연속접목 로봇 시스템 개발

1) 공정육묘장이나 대규모 육묘시설에서 사용하고 있는 표준의 육묘트레이에 겹치게 재배하여 1열씩 분리하여 사용할 수 있도록 열트레이를 개발하고, 열트레이에 육묘된 접수와 대목을 그대로 접목 로봇의 공급 레일에 공급하면 대목을 단근하여 삽접하는 전자동 접목로봇을 개발하였다.

2) 접목공정은 대목이 정위치에 공급되면 단근하여 투입로드에 의해 가이드 프레임을 통과하는 동안 자엽방향이 정렬되어 투입된다. 이후 8개의 대목 그리퍼를 부착한 턴테이블형 회전원판이 1/8회전씩 순차회전하면 각각 가공 위치에서 ①대목의 파지, ②편엽 및 생장점 절단, ③접수 삽입공 천공, ④가공된 접수 삽입, ⑤빈 트레이에 삽목하는 순으로 접목이 연속적으로 이루어진다.

3) 1분당 접목소요시간은 4초로써 접목기술이 우수한 숙련자의 수작업에 비하여 8~10배의 작업능율을 나타냈으며, 기계적 접목성공율은 95% 이상이며, 활착촉진시설을 이용할 경우 접목활착율도 95%이상으로 나타났

다.

4) 개발된 접목로봇의 접목공정별 기능 및 성능은 다음과 같다.

① 묘공급부 : 기존의 표준육묘트레이에 겹치도록 제작한 열트레이에 대목 및 접수를 육묘하여 1열씩 공급하고, 1셀이송피더에 의해 1본씩 정위치에 공급한다. 묘 공급부의 위치 정도는  $\pm 1\text{mm}$ 로서 공급실패는 없었다.

② 대목의 절단 및 정렬부 : 대목 가이드 플레임의 접근과 함께 트레이 상면의 하배축을 면도날로 단근(斷根)절단하고 대목 투입 실린더에 의해 가이드 플레임을 따라 턴테이블의 대목 그리퍼까지 대목이 투입되는 사이 가이드 플레임의 안내판에 의해 대목의 자엽 방향은 그리퍼에 평행한 방향으로 정렬된다. 여기서 단근 실패는 전혀 없었고 대목의 자엽방향 정렬은 대목의 생장이 극도로 부진한 경우에는 실패하여 99%의 성공율을 보였다.

③ 대목의 파지부 : 대목의 파지는 대목 가이드 플레임의 최종 위치에 있는 높이 조절 안내판에 의해 자엽전개기부아래 10mm 전후에서에서 그리핑된다. 대목의 배축경이 극도로 굽은 경우 배축에 손상이 발생하는 경우가 있었다.

④ 편엽절단가공부 : 자엽전개기부아래 10mm 전후에서 그리핑된 대목은 자엽누르게에 의해 자엽전개기부아래 5mm에서 눌러져 일정한 위치로 조정되고 동시에 절단면도날에 의해 대목의 편엽과 생장점을 절단한다. 자엽누르게로 양자엽을 눌러  $\pm 0.5\text{mm}$  정도로 가공높이 조절이 가능하였다.

⑤ 대목 천공부 : 대목에서의 접수삽입구멍 가공은 편엽과 생장점이 절단된 부위에 적당한 각도를 갖고 천공날에 의해 뚫는다.

⑥ 접수 파지 및 절단부 : 접수는 접수 가이드에 의해 접수 그리퍼의 중심위치로 유도하고, 파지와 동시에 본 연구에서 개발한 절단날에 의해 한쪽 경사형으로 절단 가공한다.

⑦ 접합공정부 : 양쪽 경사 가공된 접수는 회전 실린더에 의해 대목 천공날의 각도와 같은 각도로 삽입 접합된다.

⑧ 동력 및 제어부 : 각 공정은 공압으로 작동하고, 동일 축에 구동되는 회전캠식 순차제어 시스템에 의해 정확하게 제어된다.

다. 접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수 육묘법 개발

1) 접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수의 육묘법으로서 발아가 균 일한 육묘법, 토중녹화육묘법 및 노숙대목육묘법을 주 검토대상으로 접목 시험을 통하여 공정육묘에서의 적응성이 높은 것으로 나타났다.

2) 접목성공율에 영향을 미치는 대목 및 접수의 트레이 셀 중심에 발아 하도록 파종 위치 및 자세 시험에서 셀중심에 종자를 직립하여 파종하는 것이 가장 좋았다.

3) 10공의 열트레이 5개를 50공 표준트레이에 겹치게하여 호박과 참박 종자를 파종하여 재배한 묘를 접목로봇 시작기에서의 접목시험에 있어서 열트레이의 겹침, 분리에 문제가 없었다. 다만 호박, 참박 등 대종자의 파종 은 현재 개발된 자동파종시스템을 이용할 수 없기 때문에 별도의 파종장치 의 개발을 필요로 하였다.

## 2. 활용에 대한 건의

가. 개발된 과채류 접목 로봇 시스템을 50여개의 공동육묘장에 보급하기 위하여 시작기 제작에 참여한 산업체가 시스템을 생산 공급할 수 있도록 지원책이 필요함.

나. 개발된 접목로봇 시스템에 적용되는 열 트레이를 트레이 생산업체가 생산할 수 있도록 지원책이 필요함.

다. 현장에 접목로봇 시스템을 보급할 경우 시스템의 효율적인 운용을 위한 대목, 접수의 육묘기술, 시스템 운전기술 등에 대한 현장 적응 연구검토 가 필요함.

라. 특허출원 등 지적재산권 확보가 필요함.

# SUMMARY

## I. TITLE

Development of a grafting robot for factory-processed seedlings of fruit vegetables

## II. OBJECTIVES and CONSEQUENCE

Demand of grafted seedlings in the domestic fruit-vegetable farm market has reached up to 400-500 millions per year. Using conventional handwork, a skillful worker could probably produce only 800-1000 seedlings a day. Hiring many skilled-labors to supply grafted seedlings in the processing factory seems to be difficult because of the recent rural crisis. Therefore, an automatic grafting machine, affordable and laborsaving, was necessary to be developed.

Therefore, the objectives of the three year, which is out of three years project developing automated robot for mass-production of grafted seedlings, are as following:

- (1) Development of a mechanical grafting mechanism, suitable for a grafting robot.
- (2) Development of a continuous grafting robot system for a one-row plug seedlings.
- (3) Development of cultivation techniques of proper scion and root-stock for the grafting robot system.



### III. RESEARCH CONTENTS AND SCOPE

1. Development of a mechanical grafting mechanism for a grafting robot

a. Determination of fundamental specifications for the design of grafting robot

b. Selecting a grafting method for mechanical grafting

c. Development of grafting mechanism for the selected method

2. Design of an automated processing equipment of scion and stock

3. Fabrication of a continuous grafting robot system and prototype for a one-row plug seedlings

4. Development of cultivation techniques of suitable scion and stock for the grafting robot

### IV. RESULTS

This research pursued to develop an insertion type grafting machine, being able to graft even cucurbitaceous vegetables of which Japanese technology has not achieved the automation, without any bonding piece. Results of three years research on the development of the automatic grafting robot were summarized as follows:

1. Development of a mechanical grafting mechanism, suitable for a grafting robot

A. A mechanical grafting mechanism was developed by fabricating and testing a prototype machine. Two types of insertion grafting methods, suitable for the grafting robot were selected in order to avoid Japanese patented technology.

B. The first method was inserting a scion, diagonally cut off the hypocotyl into a picked hole on the root-stock, picked off the hypocotyl while remaining two cotyledons. The second method was inserting a wedge cut scion into a picked hole of root-stock, cut off the hypocotyl and a cotyledon. Feasibility was confirmed with 95% of the success rate of mechanical bonding by testing the prototypes of the two methods.

2. Development of a continuous grafting robot system for a one-row plug seedlings

A. A cultivating tray, overlaid on a standard tray commonly used in the processed seedling factory and large-scale seedling facilities, was developed to be able to split a row-tray apart from it. Grown scions and root-stocks in the row trays were directly fed to the feeding rail and then grafting processes continued.

B. When a root-stock was fed at the right position, the root of stock was cut and the direction of cotyledon was lined up by the

feeding rod through the guide frame. Afterward, the following processes, (1) gripping root-stock, (2)cutting a root-stock, (3)picking an insert hole on the stock, (4)inserting the processed scion, and (5)potting in an empty tray, were continuously conducted at the each processing position while a turntable with eight stock grippers was sequentially rotating  $1/8$  turn.

C. The time required per a seedling was 4 seconds and the productivity was 8-10 folds greater than that of skillful handwork. The success rate of mechanical was over 95% and the recover rate was found over 95% if an acclimation facility was used.

D. Functions and performances of the developed grafting robot at the graft-processing steps were as follows:

(1) Seedling feeder: Row-trays of scion and stock, overlaid on the standard seedling tray were fed in a row. A cell was right-positioned by a one-cell feeder. The positioning accuracy of the feeder was 1mm and no failure was found.

(2) Root-stock cutter and arranging device: When the guide frame of the root-stock approaches, a lower part of the hypocotyl was cut using a blade. While a root-stock was conveyed to the stock gripper of the turntable along the guide frame by a feeding

cylinder, the direction of cotyledon was paralleled to the gripper. No failure for the cutting root and the success rate of 99% for the arranging cotyledon were found.

(3) Root-stock gripper: A root-stock was held around 10mm lower location from the base of cotyledon by the height adjusting guide plate, located at the end of the guide frame. Damage on the stock could occur for extremely thick stock.

(4) One-cotyledon cutter: The root-stock, held around 10mm lower location from the cotyledon base, was adjusted to a consistent position at 5mm from the cotyledon base by pressing the cotyledons. The adjusting accuracy was possible up to 0.5mm by the cotyledon press. A cotyledon and a growing point were removed using a cutting blade at the moment of adjusting.

(5) Root-stock pick: The inserting hole on the stock was picked with a proper angle at the cut section, left after removing a cotyledon and a growing point.

(6) Scion gripper and cutter: A scion was led to the center of the scion gripper by the scion guide and was wedged by the blade developed from this study.

(7) Bonding devise: The wedged scion was inserted and bonded

using a rotating cylinder at the same angle of the stock pick.

(8) Power and control units: The processes were operated with a pneumatic system and controlled by a rotating cam type sequence control system driven by the same axle.

3. Development of cultivating techniques of scion and root-stock, suitable for the grafting robot system

A. Grafting tests using three scion and stock cultivation methods of uniform germination, greening bud and matured stock which were suitable for the grafting robot system, revealed high recovering rate.

B. From the seeding pose and position tests, affecting the grafting success rate, an upright seeding at the center of tray cell was recommended for a sprout to germinate at the center of cell

C. Grafting tests using the prototype robot showed no problems of stuck and split trays by sowing and seedling squash and gourd seeds on five 10-cell row-trays overlaid on a 50-cell standard tray. However, sowing large seeds such as squash and gourd seeds cannot be done by presently existing automatic sowing system so that a sowing system should be developed.

# CONTENTS

Chapter 1. Introduction .....	16
Section 1. Objectives and Consequence .....	16
Section 2. State of the Art for Grafting Robot .....	18
1. Development of mechanical grafting Art .....	18
2. Applicable grafting method for mechanical grafting .....	20
3. Fundamental technique of mechanical grafting .....	23
4. State of development .....	29
Chapter 2. Development of Grafting Robot .....	53
Section 1. The goal for the Grafting Robot design .....	53
Section 2. Fabrication of a Grafting Robot system and prototype .....	54
1. Prototype No.1 (a single seedling feeding type) .....	54
2. Prototype No.2 (one-row automatic feeding, a single seedling grafting type) .....	65
3. Prototype No.3 (one-row automatic feeding, continuous grafting type) .....	72
Section 3. Capacity of prototype Robot .....	84
1. Capacity of Prototype No.1 .....	84
2. Capacity of Prototype No.2 .....	88
3. Capacity of Prototype No.3 .....	92
Chapter 3. Development of seedling cultivation techniques .....	104
Section 1. Seedling cultivation technique by Uniform germination	

.....	104
Section 2. Seedling cultivation technique by greening bud ....	106
Section 3. Grafting technique using matured stock .....	107
Section 4. Suitability for the grafting Robot system .....	109
Section 5. Successful union promotional environment .....	113
Summary .....	116
References .....	119

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	16
제 1 절 연구의 목적 및 중요성 .....	16
제 2 절 접목로봇 관련 기술 현황 .....	18
1. 기계접목 기술의 발전과정 .....	18
2. 기계접목에 적용가능한 접목법 .....	20
3. 기계접목의 기초기술 .....	23
4. 개발 현황 .....	29
제 2 장 접목로봇 개발 분야 .....	53
제 1 절 접목로봇 설계 목표 .....	53
제 2 절 시작기 제작 .....	54
1. 시작 1호기(1본 수급방식) .....	54
2. 시작 2호기(1열 자동공급, 1본 접목방식) .....	65
3. 시작 3호기(1열 자동공급, 연속 접목방식) .....	72
제 3 절 시작기 성능 .....	84
1. 시작 1호기의 성능 .....	84
2. 시작 2호기의 성능 .....	88
3. 시작 3호기의 성능 .....	92
제 3 장 묘재배 기술 개발 분야 .....	104
제 1 절 대목·접수의 균일발아 육묘 기술 .....	104
제 2 절 토중녹화 육묘 기술 .....	106
제 3 절 노숙대목 접목 기술 .....	107
제 4 절 공정육묘 적응성 .....	109
제 5 절 활착촉진환경 .....	113
적 요 .....	116
인용문헌 .....	119



# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 목적과 중요성

접목은 목적하는 식물체로부터 눈(芽)이나 가지(枝) 등을 절취하여 접수로 하고, 뿌리가 되는 다른 식물체(대목)와 접착·유합(癒合)시켜 새로운 개체를 만드는 번식법이다. 과수 분야에서는 그리스 시대부터 행하여 온 기술이지만 과채류의 접목은 일본에서 1920년대에 수박의 덩굴쪼김병의 회피를 목적으로 참박에 접을 붙힌 것이 최초라고 한다.

과채류 재배에 있어서 접목은 연작장해 회피나 저온신장성, 내서성 등의 강건성을 부여함으로써 생산을 안정화하여 수량을 증가시키는 기술로서 널리 보급되었지만 최근에는 고품질 생산을 위한 접목이 행하여지는 등 그 목적도 다양하다. 접목작업은 단시간에 대량의 묘를 처리할 필요가 있지만 대부분 수작업으로 행하고 있다. 작업 자체는 중노동은 아니지만 농업종사자의 고령화가 진행되어 작업후의 눈의 피로, 어깨, 허리의 통증이나 양생 시의 정신적 피로를 호소하는 농민이 증가하여, 접목재배에 있어서도 묘를 구입하여 재배하는 경향이 증가하는 추세이다.

최근 육묘와 재배가 분리되는 경향에 따라 정부 지원으로 공정육묘장이 50여개소나 설립되었으며 여기서 생산하는 묘를 구입하여 재배하는 농가가 늘어나게 되었다. 공정육묘장 중 접목묘를 주로 생산 판매하는 곳에서는 파종 등 일부 작업은 기계화되어 있지만, 접목작업은 단시간에 대량의 묘를 처리해야 함에도 대부분 수작업에 의존하고 있다. 그러나 숙련 노동력의 부족 등으로 접목묘의 수급불균형은 매년 확대되고 있다.

1996년 현재 우리나라의 과채류의 재배면적은 수박 39,270ha, 참외 10,679ha, 오이 7,191ha로 전체 접목묘 소요본수는 표 1-1과 같이 4억1천만 본에 달하고 있다.

표 1-1 전국 접목묘 수요량(1996)

구 분	재배면적 (ha-'96)	정식본수 (본/10a)	접목묘 소요본수 (백만본)	비 고
수박	39,270	300	117.81	1) 총재배면적의 85%를 접목묘 재배로 계산 2) 접목육묘 여유분은 필요량의 15%로 계산
오이	7,191	3,000	215.73	
참외	10,679	720	76.89	
계			410.43	

성주 대가육묘장의 예를 들면 아래 표 1-2에서 보는 바와 같이 육묘장 전 면적이 1,500평으로 육묘상의 실면적은 약 1,000평이다. 여기에 1회 육묘가능 묘의 수는 접목묘의 경우 약 100만본 이상이 되며, 이것을 20일 동안에 출하한다고 가정하면 하루 50,000본(50공 1,000트레이)을 처리해야 한다. 접목을 수작업으로 할 경우 1인당 1일 1,000본의 접목을 한다고 보아 접목에만 50명의 숙련된 전문 인력이 매일 동원되어야 한다.

표 1-2 육묘공장 설치 예

항 목	설 치 조 건
육묘공장 전면적	1,500 평
육묘상 실면적	1,000 평
1회 육묘가능 본수	1,080,000본 (1,000평 x 18트레이 x 60공)
1일 처리 본수	50,000 본(830트레이) (1회 출하기간 20일, 묘재배 기간 50일)

특히 육묘장에서 접목을 하는 시기는 주위 농가도 자가 육묘를 하는 시기와 겹쳐서 다수의 숙련된 전문 인력을 동원하는 것은 거의 불가능하기 때문에 접목묘 생산과 공급에 차질을 빚고 있는 실정이다.

## 제 2 절 접목로봇 관련기술 현황

### 1. 기계접목기술의 발전과정

접목장치에 관한 연구는 일본의 (재)기계시스템진흥협회가 1984년에 발행한 「식물공장용 개량종 육묘생산의 기계시스템에 관한 조사보고서」에 처음 기술되었다. 이 연구에서는 「접목」을 식물공장에 있어서 고밀도 재배에 적합한新品种 혹은 개량종을 만들어 내기 위한 기술로 생각하여 접목육묘를 식물공장 시스템의 서브시스템으로 도입하기 위한 기술조사를 한 것이다. 이 보고서에는 조사결과를 근거로 설계한 자동접목 기계시스템의 구상도(그림 1-1)가 나타나 있다. 실제 장치는 試作되지 않았지만 접목장치의 아이디어로서 최초라고 생각된다.

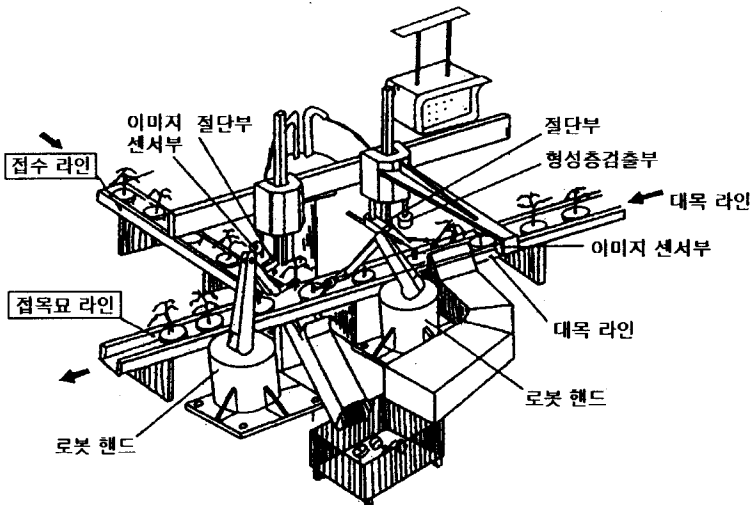


그림 1-1 자동접목기계 시스템 구상도

이어 같은 해 中村与佐久씨의 접목기의 실용신안이 출원되고, 1985년에는 동경대학에서 접목용의 接觸覺·壓覺 센서부 핸드의 연구가 행하여졌다. 1987년에 들어와 묘의 파지·반송에서 절단, 접착, 방출 등 일련의 작업을 수행하는 박과용 접목장치의 개발이 일본의 生物系特定産業技術研究推進機構

(약칭 生研機構)에서 시작되었는데, 이 때부터 자동화 연구가 일본 여러 곳에서 급속히 활발하게 진행되어 민간기업, 대학, 농업시험장 등에서 여러 가지 방식에 의한 접목장치가 연구되게 되었다(표 1-3).

1992년에 우리나라 유풍기연이 수박접목장치를 개발하여 국내 판매는 물론 일본의 (주)梅屋幸가 수입하여 판매를 시작한 것을 비롯하여, 박과용 접목로봇(村田種苗農場), 오이용 접목로봇(井關農機) 등의 실용기가 일본에서 발표되었는데 모두 접수와 대목을 사람이 공급해 주는 반자동인 것이다. 1990년 3월부터 1996년 3월까지 7년 시한으로 접목로봇의 연구를 위하여 일본의 生研機構와 민간 5개사(JT, 鹿島건설, 東芝, 小松製作所, JA)와의 공동출자로 (주)테크노그래프팅연구소(Techno- Grafting Research Inc. 약칭 TGR)를 설립하여 성공적인 전자동 접목로봇 기술을 개발하여 小松製作所に 기술이전하고 해체되었다. 小松製作所는 TGR방식의 전자동 다련접목로봇을 실용화하여 시판하게 되었다. 타키이 종묘주식회사는 세라믹 핀을 접합소재로 사용하는 핀접법을 개발하여 핀접식 전자동 다련접목로봇을 개발 실용화하여 자사내 접목생산에 이용하고 있다. 그러나 이들 2가지 전자동 다련 접목로봇은 토마토 등 가지과 채소에 적용되는 것으로 박과 채소에는 적용이 어려운 것이다

표 1-3 일본의 과채류 접목장치 개발 현황

발표년	연구·개발자	장치의 호칭	참고자료 등
1984	(財)機械システム振興協會	자동접목기계 시스템	식물공장용 개량종 육묘생산의 기계 시스템에 관한 조사연구보고서
	中村与佐久	접목기	실용신안 1986-31038
1986	東京大學	삼목·접목용 머니플레이터	제45회 농기학회 연차대회 강연요지
1988	生研機構	접목장치 1호기	生研機構 1987연도 사업보고서
	久保田鐵工	자동접목장치	특허 1989-252228
1989	石田元二	동시접목장치	특허 1990-182118
	小松製作所	유식물 접목장치	특허 1990-190118 外
	東芝	접합장치	특허 1991-130015 外

<계속>

발표년	연구·개발자	장치의 호칭	참고자료 등
1990	新日本製鐵	호접장치	특허 1991-244322 외
	生研機構	접목장치 2호기	生研機構 1989년도 사업보고서
	大阪府 農林技術センター	가지묘 핸드링 기구	농업기계개발개량 시험연구 협의회 자료(生研機構)
	JT(日本たばこ産業)	대목절단장치	실용신안 1992-35738 외
	JT(日本たばこ産業)	자동접목장치	특허 1992-88927
1991	井關農機	접목묘 제조장치	특허 1993-23051 외
	黒岩直洋	접수 절삭장치	실용신안 1992-97545
	テクノ・グラフティン グ研究所	접목 로봇	Weekly AERA 외
	JT(日本たばこ産業)	접목장치	특허 1993-30856
1992	生研機構	접목장치 3호기	生研機構 1991년도 사업보고서
	トビ工業	접목묘 제조장치	특허 1993-268835
	梅屋幸	자동접목기	시판개시
	大阪府立大學	접목로봇	Acta Horticulturae 319-11 외
1993	生研機構	오이용 접목로봇 실증 기	生研機構 1993년도 사업보고서
	村田育種農場	박과용 접목로봇	실용기 (자사내 사용)
	井關農機	오이용 접목로봇	시판개시
1994	村田育種農場	가지과용 접목로봇	원예신문 1월 7일
	生研機構	박과용 접목로봇	生研機構 1994년도 사업보고서
1995	ナスニックス株式會社	접목로봇	'96시설원예기술전
1996	小松製作所	TGR방식 전자동 다련 접목로봇	'96시설원예기술전, 시판개시
	タキイ種苗株式會社	핀접식 타키이자동접목 장치	실용기 (자사내 사용)
	東芝	TGR열식 전자동 접목 장치	'96시설원예기술전
	ヤンマ-農機株式會社	전자동 접목로봇	
	三菱農機株式會社	자동 접목 장치	

## 2. 기계접목에 적용 가능한 접목법

표 1-4는 일본 농가에서 수작업 접목법의 적용순위를 보인 것인데 국내의 통계자료는 없지만 비슷한 경향이라고 본다. 표에서 보는 바와 같이 수작업에 의존할 경우 호접법이 가장 많이 이용되고 있으며, 이것을 선호하는 것은

특수한 활착실을 이용하지 않아도 활착이 잘되기 때문이다.

표 1-4 점목법의 작물별 보급율(일본 야채시험장)

보급 순위	수박	오이	온실멜론	하우스멜론	노지멜론	가지	토마토
1	삼점 (47.5)	호점 (86.4)	호점 (93.7)	호점 (61.7)	호점 (59.0)	할점 (76.1)	호점 (59.3)
2	단근삼점 (36.3)	삼점 (7.0)	기타 (6.3)	삼점 (31.9)	삼점 (37.4)	삼점 (22.7)	삼점 (24.9)
3	호점 (9.0)	단근삼점 (5.7)		단근삼점 (6.3)	기타 (3.6)	기타 (1.2)	할점 (13.8)
4	할점 (6.8)	기타 (0.9)		기타 (0.1)			기타 (2.0)
5	기타 (0.4)						

그러나 표 1-4에서 보는 바와 같이 삼점법도 모든 작물에서 그 순위를 보이고 있어 충분히 적용이 가능하고 묘의 소질 등을 고려하여 최근에는 국내 우수한 육묘장에서 삼점에 의한 점목묘 생산을 많이 도입하고 있다. 이것은 최근 활착환경 조절기술이 확립되어 활착율을 90%이상으로 할 수 있기 때문이라고 한다.

점목의 기계화를 위하여 적용 가능한 여러 가지 점목방법을 들여보면 그림 1-2에서 보는 바와 같이 호점, 삼점, 편엽절단점, 합점 등이 있으며, 삼점을 제외한 모든 점목법에는 클립, 판, 접착제 등 집합을 위한 지지자재가 필요하다.

일본의 (주)테크노그래프팅연구소(TGR)에서 연구한 기계점목방식으로 TGR방식이 있다(그림 1-2-A). 이것은 접수와 대목을 수평으로 절제하여 그 절단면에 접착제를 도포하여 접착하도록 되어 있으며 1열씩 동시 점목을 연속하여 행하는 방법을 사용하고 있다. 경사맞점은 대목의 하배축 또는 상배축을 경사지게 절제시키고 접수의 하배축을 경사지게 절제시켜 클립 또는 튜

브로 접합하는 방식이다(그림 1-2-B). 일본의 생연기구에서 개발한 편엽절단 맞접은 대목의 자엽전개기부의 자엽 1매와 생장점을 절제시키고 접수의 하배축을 경사지게 절단하여 그 절단면을 클립으로 접합하는 방식이다(그림 1-2-C). 삼접은 대목의 양자엽 사이의 생장점을 절제하고 자엽사이에 구멍을 뚫어 접수의 배축을 썬기형으로 각아 끼워 접합하는 방식이다(그림 1-2-D). 삼접의 변형인 상수접(그림 1-2-G)은 대목의 양자엽과 생장점을 절제하고 하배축에 구멍을 뚫어 어린 접수의 하배축을 경사 절제하여 끼워 접합하는 방식이다.여기서 삼접식은 클립이나 튜브, 핀, 접착제 등의 접합자재를 사용하지 않는 것이다. 핀접은 최근 일본의 타카이종묘(주)에서 개발한 접목방법으로 세라믹의 핀을 이용하여 수평으로 절단된 대목과 접수를 접합하는 접목방법이다.

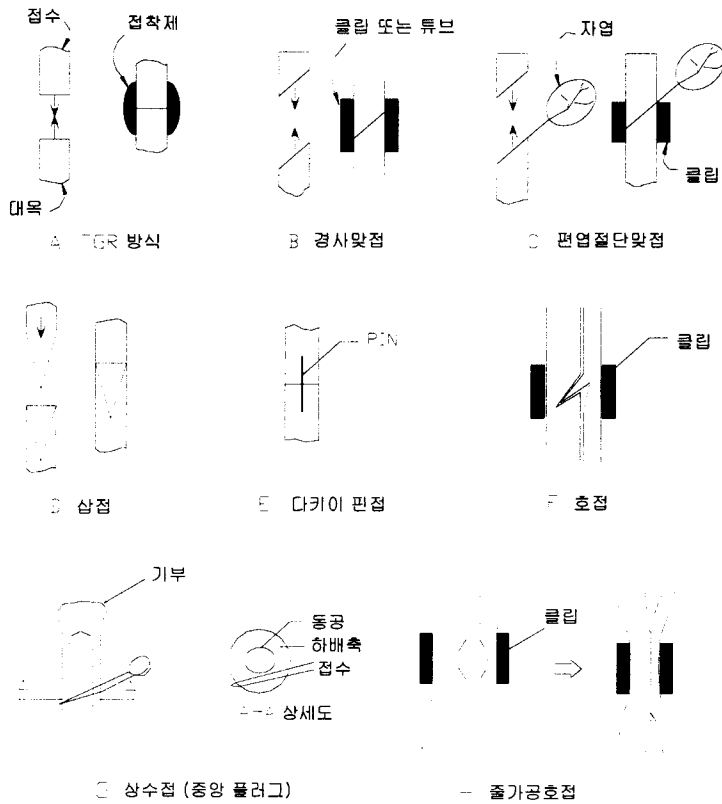


그림 1-2 각종 접목법

이 접목방법은 박과류처럼 대목의 배측에 동공이 있는 것은 핀을 고정하는 것이 어렵기 때문에 가지과 작물인 토마토, 가지 등에 적합한 방법이다(그림 1-2-E). 호접은 대목과 접수의 배측에 칼집을 내어 서로 연결하고 접목 클립으로 잡는 방식으로 유품기연에서 시판하고 있다(그림 1-2-F).

표 1-5에는 관행으로 가장 많이 사용하는 접목법인 호접과 일본에서 접목로봇에 적용하고 있는 접목법 및 본 연구에서 검토 대상으로 한 삼접에 대하여 적용 가능성을 비교하여 나타낸 것이다.

표 1-5 기계접목 적합 접목법 분석 결과

접 목 법		활착율	기계접목 가 능 성	접합부 자 재	적용작물	적 용
호접	수 작 업	97.0	難	클 립	전과채류	전농가 관행
	기계접목	89.0	可	클 립	수 박	한국 유품기연
합접	片葉절단	92.1	可	클 립	오 이	일본 생연기구
	下 胚 軸	30.6	可	클 립	오 이	일본 JA(전농)
	上 胚 軸	95.0	可	접착제	토 마 토	일본 TGR
삼접	Plug-in method	90.0	可	없 음	토 마 토	일본 大阪대학
	생장점제거 삼접	89.5	可(약간難)	없 음	전과채류	일반관행 본연구 검토

### 3. 기계접목의 기초 기술

#### 가. 요인별 접목 활착 성공율

##### 1) 접수 및 대목의 생육단계(자엽미전개, 자엽전개, 본엽전개연후)

접목의 최적 생육단계는 대목, 접수 모두 자엽이 막 전개되어 자엽면적이 급히 넓어지기 시작하기 전이다. 과종후 일수로 하면 28℃에서 발아시킨 경우에는 겨울철 6~7일, 봄가을은 5~6일, 여름철은 4~5일(오이는 수박보다 하루 짧다)로 대목, 접수 모두 하배측내에 동공이 발생기 직전의 극히 어린 때이다.



표 1-6 오이 유묘 접목에 있어서 묘 생육단계별 활착상태

생육단계		활착상태				활착율 (%)
대 목	접 수	+++	++	+	-	
자엽미전개	자엽미전개	19	2	2	4	63.3
자엽반개	자엽전개	24	4	1	1	80.0
자엽전개	자엽전개	29	0	0	1	96.7
자엽전개	본엽장 10mm	25	2	1	2	83.3
본엽장 15mm	본엽장 10mm	16	3	4	7	53.3

(주) 공시개체 30, +++완전, ++보통, +불완전, -고사

2) 접수 및 대목의 절단부위(하배축, 상배축, 자엽기부)

접수 및 대목의 절단 가공부위는 가지과는 그림 1-3, 박과는 그림 1-4와 같이 할 수 있다. 가지과는 하배축에 동공이 형성되지 않으므로 대목과 접수 각각에 자엽의 생존여부에 따라 4가지로 구분할 수 있다.

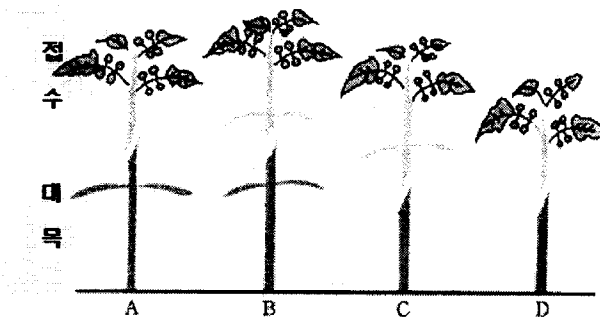
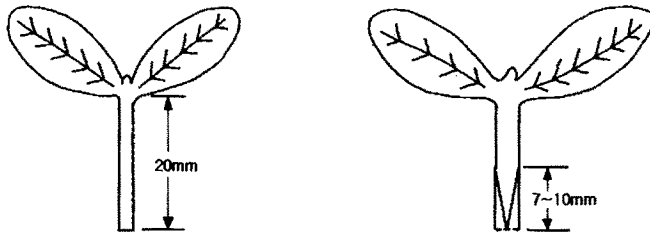
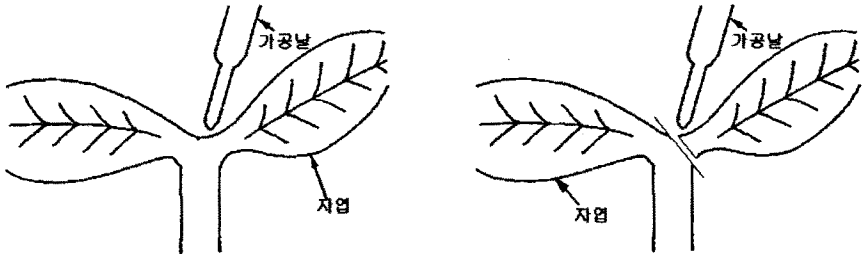


그림 1-3 대목·접수의 절단부위(가지과)

그림 1-4는 동공이 형성되는 박과의 대목에서 대목의 자엽을 모두 생존시키는 경우와 편엽절단하는 경우로 구분할 수 있다.



접수 가공



양자엽 생존

편엽절단

대목가공

그림 1-4 대목·접수의 절단부위(박과)

표 1-7 대목·접수의 절단부위와 활착율(가지과)

	절단부위		접목후의 자엽수(매)	활착율(%)
	대 목	접 수		
A	자엽 上	자엽 上	2 (2+0)	100
B	자엽 上	자엽 下	4 (2+2)	100
C	자엽 下	자엽 下	2 (0+2)	100
D	자엽 下	자엽 上	0 (0+0)	93.3

### 3) 접수 및 대목의 절단각

절단하는 각도는 예각으로 할수록 활착율이 높다. 일반적으로 가지과보다 박과가 활착이 어렵기 때문에 보다 접합부 면적을 넓게 취하는 것이 좋으며, 수직에 대하여 25° 정도가 가장 좋다.

표 1-8 대목·접수의 절단각과 활착율

절단각(도)	오 이		수 박	
	활착수/공시수	활착율(%)	활착수/공시수	활착율(%)
90	19/31	61.2	20/29	68.9
60	22/29	75.8	22/27	81.4
45	24/32	75.0	24/30	80.0
30	26/31	83.8	28/31	90.3
30	28/31	90.3	30/32	93.8
25	29/30	96.7	31/31	100.0

#### 4) 접합력

접수와 대목을 접합시킬 때 접합력은 표 1-9에서 보는 바와 같이 접수가 으스르지기 직전의 상태로 약간 강하게 압착하는 것이 활착율을 높일 수 있다.

표 1-9 접합부의 압착강도와 활착율

압착정도	가압중(g)	활착상태				활착율(%)
		+++	++	+	-	
弱	100~150	5	2	2	1	70
中	300~350	7	2	1	0	90
약간 强	600~650	10	0	0	0	100
强	800~850	6	1	2	1	70

#### 나. 기계적 가공 기초기술

##### 1) 배축에 가한 압축 변형율

기계접목에 있어서 대목과 접수를 그리퍼로 집어 가공할 때 그리퍼의 파지에 의한 변형관계를 결정하기 위한 기술로서 배축에 가한 압축변형율에 따른 묘의 손상정도<sup>12)</sup>를 나타낸 것이다.

그림 1-5, 6에 보인 바와 같이 배축에 가한 압축 스트레인이 30%를 넘으면 가압부에서 굴절하거나 균열이 생겨 성묘율이 저하한다. 따라서 배축에 가하는 압축 스트레인은 묘의 손상을 피하기 위하여 30%까지로 스트레인을 억제할 필요가 있다.

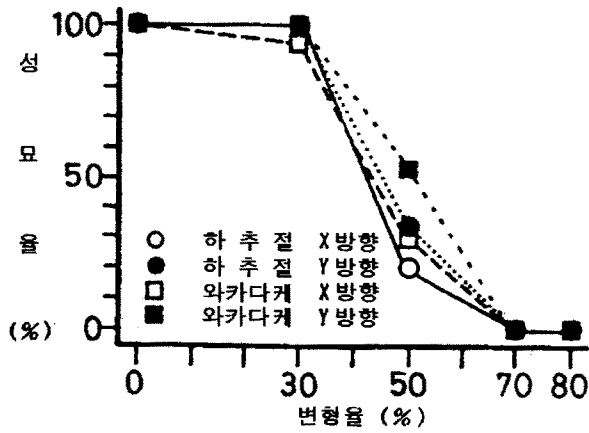


그림 1-5 배축에 가한 압축 스트레인과 성묘율(오이 : 시험후 30일째)

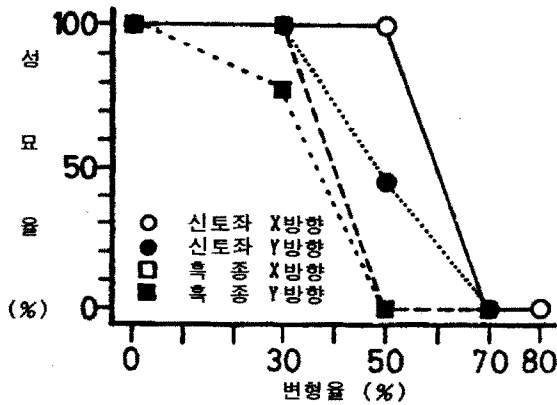


그림 1-6 배축에 가한 압축 스트레인과 성묘율

(신토좌 : 시험후 30일 제, 흑종 : 시험후 25일 제)

2) 절단속, 각도

접목작업은 대목과 접수를 절제하여 접합하게 된다. 이 때 절제하는 칼날에 따라 어느 정도 차이가 있겠지만 접목작업에 많이 사용하는 면도날에 의한 절제에서 절단속도<sup>12)</sup>에 따른 가공결과는 접목성공율에 영향을 준다.

그림 1-7, 8에 보인 바와 같이 묘를 양호하게 절단할 수 있는 속도는 오이에서는 10° 구, 30° 구 모두 4.0 m/s 이상이며, 호박에서는 2.5 m/s 이상이었다

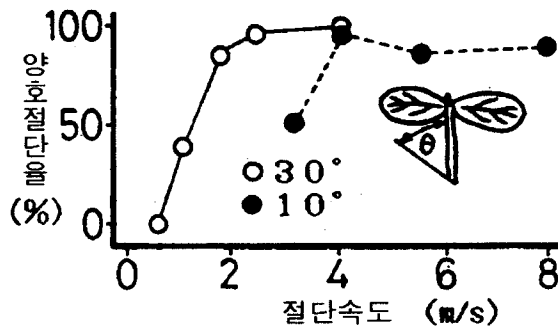


그림 1-7 절단속도 · 각도와 절단성적(오이)

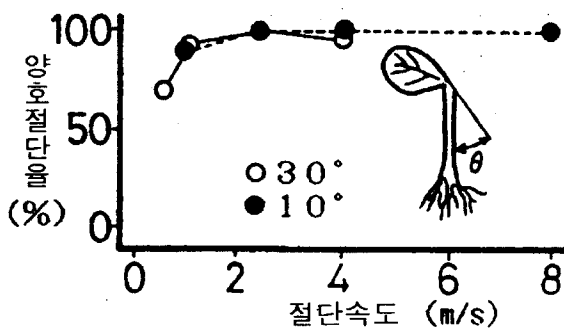


그림 1-8 절단속도 · 각도와 절단성적(호박)

#### 4. 개발현황

가. 반자동 접목로봇(일본 井關農機株式會社) 모델 : 박과용 접목로봇 GR800-B, 가지과용 접목로봇 GR800T

##### 1) 개발 배경

1990년부터 채소작의 기계화 일관체계 확립을 위해 生研機構에서 추진하여 온 과채류 접목 장치 연구의 기술을 이전받아 개발·실용화를 추진하였다. 그 결과 일본 농수산성에서 실시하는 “채소생산 생력화기술 실용화 촉진사업·채소 접목로봇 실용화 시험”에서 높은 접목 접합율과 활착율·묘질 등이 실증되어 1993년에 업계 최초로 「접목 로봇」이라는 이름으로 오이용을 상품화하였으며, 1994년에는 일본 농업기계화촉진법에 근거한 生研機構의 위탁 사업으로서 적용범위를 확대하여 박과용(오이·수박·멜론)의 접목로봇을 개발 상품화하였다.

또한, 1995년에 가지과용(토마토·가지)도 개발하여, 주된 접목대상 작물 대부분의 기계화를 실현하였다.

##### 2) 장치의 개요

접목로봇은 접수와 대목을 사람이 손으로 기계에 공급하면 각각 묘의 배축을 절단하여 클립으로 접합하여 배출하도록 한 것이다. 이렇게 간단히 말하면 단순한 기계처럼 생각되지만 같은 작물이라도 각각 모양이나 크기, 경도가 다르고 굽어 있거나 변형되어 있는 등 다양각색이다. 여기에 대응하여 확실한 접합·활착을 하지 않으면 안되고 그 때문에 이 기계에는 여러 가지 고안이 되어 있다.

이세키 접목로봇은 그림 1-9에 보인 바와 같이 좌우대칭으로 묘공급부, 파지·반송부, 절단부가 있으며, 중앙에 절단된 접수와 대목을 클립으로 고정하는 접합부로 구성되어 있다. 또한 클립은 접합부의 후방에 있는 파츠 피더(parts feeder)에 무조작으로 넣어두면, 정렬하면서 1개씩 공급된다. 각 작동부

는 파츠 피더 이외는 공기압으로 구동하여, 프로그래머블컨트롤러(PLC)에 의해서 시퀀스 제어되고 있으며, 공급→파지→반송→절단→반송→접합→배출의 기본동작을 1 사이클로서 연속작업을 한다.

작업은 초보자라도 간단히 취급할 수 있게 되어 있으며 접수공급부·대목공급부에 각각의 묘를 삽입하는 것만으로 자동적으로 접목이 된다. 대목·접수 각각 공급대에 설치된 센서가 묘를 검출하면, 묘는 파지·반송부에 의해서 절단부까지 90° 회전이동되어, 불필요부를 면도칼날에 의해서 절단한다. 절단이 종료된 묘는 다시 90° 회전이동하여 접합부로 보내어 클립을 물려 접목 1 사이클이 완료된다.

1 사이클 소요시간은 약 4.5초로 연속작업으로 1시간당 800본의 처리가 가능하지만 대목·접수 각각 공급대에 묘가 삽입되어 있지 않은 경우나 공급작업(작업자의 손을 센서로 검지)중에는 장치는 정지하고 있기 때문에 기계에 인간이 사용되고 있다고 하는 정신적 고통도 없이 작업할 수 있다.

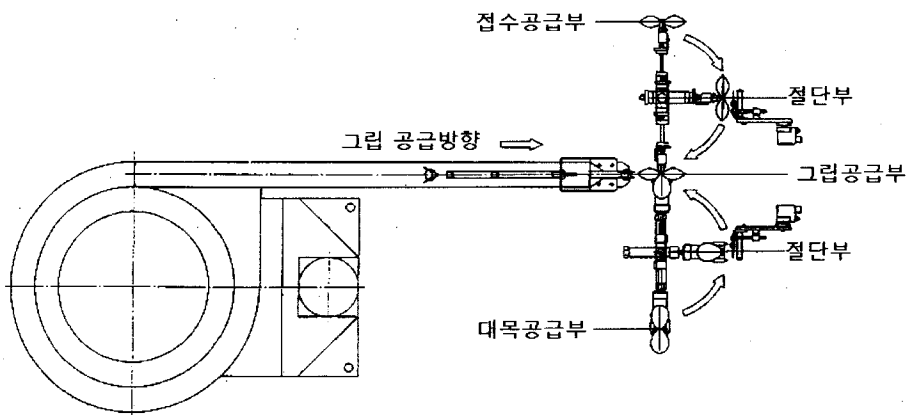


그림 1-9 이세키(井關) 접목로봇의 구성

### 3) 박과용 접목 로봇 모델 : GR800-B

#### 가) 편엽절단(片葉切斷) 접목

박과용 접목로봇은 접목방법으로서 과거의 수작업 접목법을 자동화한 것이

아니고 기계처리가 쉽고, 접합능력도 높은 편엽절단집을 채용하였다. 이것은 대목의 편엽과 생장점을 경사지게 잘라내고, 배축을 경사지게 절단한 접수와 합쳐 전용 클립으로 고정하는 방식이다.

#### 나) 장치의 특징

박과용 로봇(그림 1-10)의 큰 특징은 편엽절단집을 채용함으로써 묘가 가진 형태상의 특성을 최대한 이용하여 단순한 메카니즘으로 고속작업을 실현하고 있는 점이다. 특히 높은 정밀도가 요구되는 대목의 절단(자엽의 편엽과 생장점을 절단하는 시스템)에서는 절단의 위치결정 기준에 묘의 자엽전개기부(자엽과 배축의 부착 부분)를 이용하는 것이다. 이 자엽전개기부를 묘 공급부의 상면에 맞추어 절단 위치를 결정함으로써 묘 크기의 불균일에 관계없이 정확한 절단을 하도록 한 것이다.

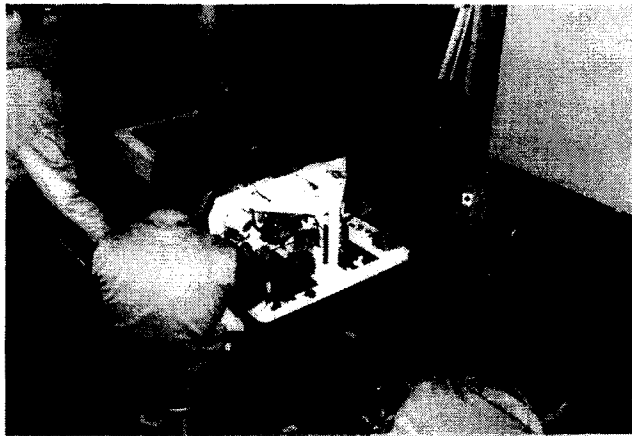


그림 1-10 반자동 접목로봇(박과용)

#### 4) 가지과용 접목 로봇 모델 : GR800T

##### 가) 경사절단 합접

토마토, 가지 등 가지과용 접목로봇은 가지과 묘의 특성을 이용하여 접수·대목 모두 배축부를 경사 절단하는 경사절단합접을 채용하고 있다. 대목은 뿌리 플러그 부착을 기본으로 하여 플러그 상면에서 절단위치를 결정한다. 따라서 완성된 접목묘는 균일한 높이를 가지게 된다.



또한 경사절단합접시에 대목의 자엽을 제거하는데 생육이나 화아형성에 있어서 자엽의 역할은 자엽전개후 약 2주뿐이므로 접목의 적기에는 본엽의 역할에 의해서 충분히 생육이 되기 때문에 자엽 제거에 의한 영향은 별로 없다.

나) 장치의 특징

가지과용 접목로봇은 이미 접목 로봇으로서 성공적으로 개발되어 보급되고 있는 박과용 로봇을 기본으로 가지과 묘의 특성에 맞추어 개발한 것이다.

공급→파지→반송→절단→반송→접합→배출이라는 기본동작은 변함 없지만 반송과 접합사이에 당겨붙이는 공정(그림 1-11)이 추가되었다. 이것은 가지과 묘가 박과에 비하여 육묘기간이 길고 배축이 굵거나 기울어지기 쉽기 때문에 접합의 기준위치에 대하여 편차를 수정하는 기구이다. 또한 묘공급부·파지반송부에 있어서도 묘에 대응한 기구가 추가되어 있다. 대목 묘공급부에는 절단·접합 시에 장애를 줄 수 있는 자엽을 자동적으로 제거하고, 동시에 굽은 묘를 수정하는 자엽 제거장치가 추가되어 있다. 대목·접수의 파지부는 단단한 가지과 묘에 대응하기 위해서, 파지개소를 증가시켜 절단을 일정하게 하기 위한 보조핸드(그림 1-12)를 설치하였다.

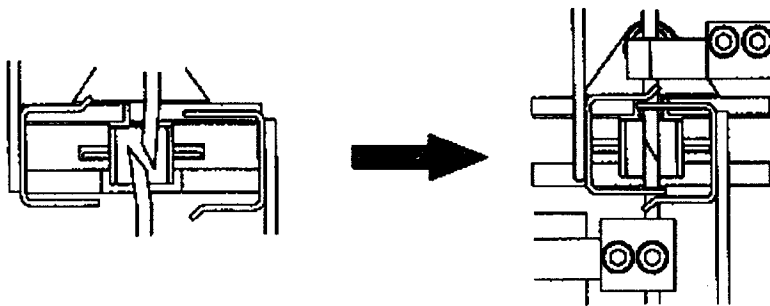


그림 1-11 접합부를 당겨붙이는 공정

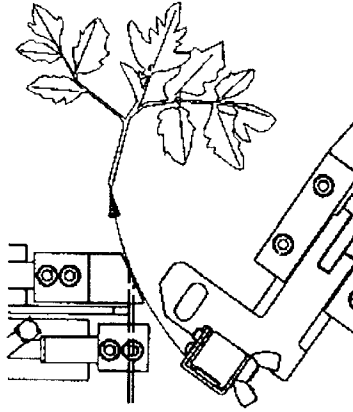


그림 1-12 보조핸드

#### 5) 박과용 전자동 접목로봇의 개발

일본 생연기구(生研機構)에서는 최근 박과용 편엽절단 방식의 전자동 접목 로봇의 연구개발이 완성단계에 있다. 그림 1-13은 그 시작기를 보인 것이다. 이것은 박과용에서 대목의 편엽절단을 하는데 있어서 가장 문제가 되는 자엽 방향을 맞추어 주는 것이다. 대목의 육묘시 파종방향을 일치시켜주는 방법으로는 현재의 육묘기술로는 어렵기 때문에 적외선 센서를 이용하여 1본씩 회전시키면서 방향을 일치시키는 기술이 개발되었다. 그러나 1본 처리에 6초 정도가 소요되어 실용상 처리속도 문제가 남아 있다.

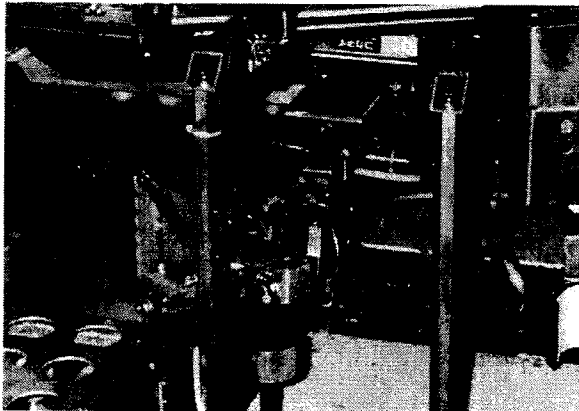


그림 1-13 박과용 자동접목 로봇을 위한 자엽전개 방향 정렬 장치

나. TGR 방식 전자동 다련 접목로봇(小松製作所) 모델 : KGM0128

1) 개발 배경

1996년 3월에 TGR은 연구활동은 종료하고 개발된 전자동 접목로봇은 TGR의 출자회사인 小松製作所가 상품화하는 것으로 되었다. 따라서 고마쓰(小松)제작소에서 파견한 연구진에 의하여 개발된 전자동 다련 접목로봇은 고마쓰가 생산 판매하는 것으로 되어 현재 육묘장에 공급하고 있다.

2) 전자동 다련 접목로봇 시스템의 개요

묘질이 좋은 접목묘를 안정적으로 대량 생산할 수 있는 TGR이 개발한 전자동 다련접목로봇 시스템(그림 1-14)의 개요와 주요사항을 다음에 소개한다.



그림 1-14 TGR 방식 전자동 접목 로봇

가) 기본구성

접목묘를 생산하는 공정육묘 시스템의 구성은 그림 1-15에 보인 바와 같이 전자동 다련접목 로봇을 중심으로 파종에서 저장, 출하까지 일관작업이 가능한 시스템으로 구성하여 접목로봇이 전체 시스템의 일부로서 구성되어 있다. 이 접목묘 생산 공정육묘 시스템으로서의 특징은 다음 5가지이다.

- a. 파종기는 기계접목에 적합하도록 위치정도가 높은 것을 사용한다.
- b. 접목 적기가 짧은 박과에는 육묘에 인공육묘실을 사용한다.

- c. 묘의 저장은 10~15일간 가능하다.
- d. 출하전에 묘의 검사장치를 시스템에 구성한다.
- e. 사용 트레이는 128공의 표준 트레이이다.

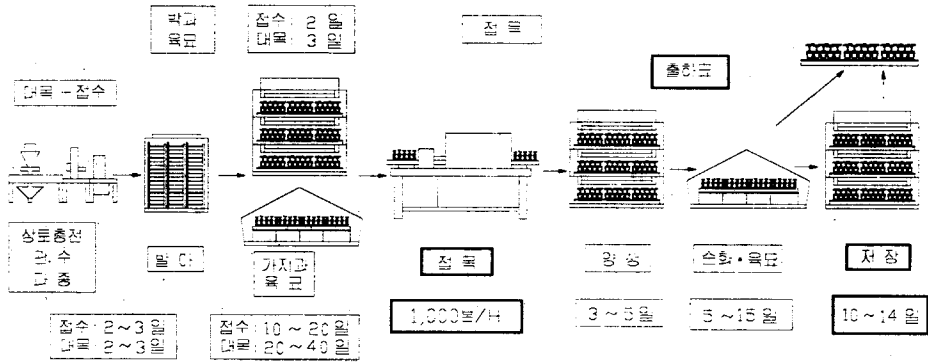


그림 1-15 접목묘 생산 공정육묘 시스템

나) 가지과 육묘

전자동 다련접목로봇에 적합한 묘는 표 1-10, 11과 그림 1-16에 나타냈다. 다련접목로봇은 대목은 1.5mm정도의 가는 배축경의 묘부터 3mm의 굵은 묘까지 접목할 수 있기 때문에 접목로봇의 적기가 길고, 양질인 묘의 안정 생산이 실현될 수 있다.

표 1-10 다련접목로봇에 적합한 묘 조건

항 목	대 목	접 수	비 고
위치정도 (mm)	반경 6.5	반경 6.5	셀 중심에서 배축 중심
자엽높이 (mm)	20~40	20~40	트레이 상면에서
배 축 경 (mm)	1.5~3.0	1.2~2.0	
묘 높 이 (mm)	~150	~95	상한을 표 2-시

표 1-11 접목시의 육묘기간과 묘 형상

작 물	구 분	육묘일수	본엽수(매)
토 마 토	대 목	20~40	2.0~5.0
	접 수	14~25	1.5~2.5
가 지	대 목	30~50	2.0~4.0
	접 수	16~25	1.0~2.0
오 이	대 목	5	~1.0
	접 수	4	~1.0

a. 다련접목로봇에 사용되는 묘의 최저 과지위치 높이는 17mm이지만, 자엽이 아래로 굽어지는 것을 고려하여, 자엽 높이를 20mm로 하였다.

b. 대목과 접수의 배축경에 차가 있더라도 접목에는 별로 지장은 되지 않는다.

c. 접목 위치는 가지의 경우는 하배축이 짧기 때문에 낮게 하고, 토마토의 경우는 높게 할 수 있도록 되어 있다.

d. 접목 적기의 기간은 접수의 경우는 배축경이 1.2mm에서 2.0mm까지 성장하는 기간으로 되어, 접목 가능한 기간을 길게 확보할 수 있다.

e. 일반적인 육묘에 의하여 표 1-10, 11과 같은 적합한 육묘는 가능하고, 양질의 접목묘를 생산할 수 있다.

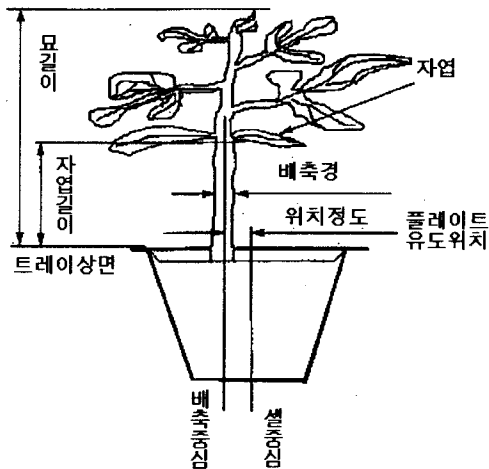


그림 1-16 묘의 조건

다) 박과 육묘

박과는 파종후 대목이 5일, 접수가 4일 정도 되어 배축에 동공이 생기기전 이 접목적기가 되기 때문에 인공육묘실을 사용해야 하는 등 실용면에서 어려움이 있기 때문에 아직은 현장 보급 보다는 실험실 차원을 벗어나지 못하고 있는 실정이다.

라) 전자동 다련접목 로봇

시스템의 핵심이 되는 전자동 다련접목로봇은 특히 작은 묘를 접목할 수 있는 것이 큰 특징이다. 다련접목로봇의 작동원리를 그림 1-17에 나타냈다.

a. 사용 트레이는 표준 128공 트레이로 설비의 면적효율이 좋다.

(트레이의 1열 8본을 동시에 접목하여, 시간당 접목량은 800~1,000본이다)

b. 접목 방법은 대목과 접수의 배축 굵기의 차가 문제로 되지 않은 평 접법으로 대목의 측아, 자근의 발생은 거의 없다.

c. 고정법은 대목·접수의 접합부에 기부스 모양으로 도포한 접착제를 경화촉진제로 급속 경화하는 방법을 도입하였다.

d. 접착제는 1~2주간후에는 자연 붕괴되어 탈취할 필요가 없도록 되어 있다.

e. 적용묘는 전술한 표 1-10, 11의 규격으로 보통 육묘에서 얻어지는 묘 형상이다.

f. 대목 트레이 상에서 대목을 뽑지 않고 접목하기 때문에 뿌리의 플러그 형성에 관계없이 접목을 할 수 있다.

g. 대목·접수의 유도 플레이트를 밀착하여 위치 접합을 하기 때문에 위치정도가 높다.

h. 작업자는 기계의 감시와 트레이의 출입만 하기 때문에 생력화 효과가 크다.

i. 토마토 가지 등, 가지과 작물에 적응성은 우수하나, 박과 작물은 아직

적용기술면에서 어려움이 있다.

j. 작은 묘의 접목이 가능하기 때문에 128공 트레이를 사용한 묘로서 밸런스가 좋다. 화아가 안정된 양질의 묘가 생산된다.

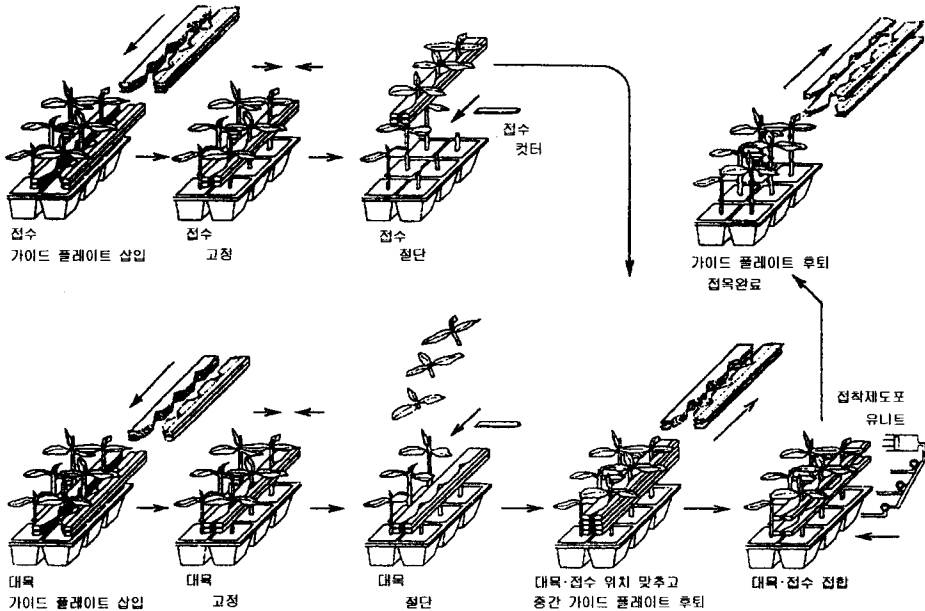


그림 1-17 다련 접목의 작동원리

다. 반자동 접목 로봇 (나스닉스주식회사) 모델 : 슈퍼 엔젤 G-710 · G-720

1) 개발 배경

나스닉스는 독자적으로 실증실험을 거듭하면서 기계의 개량을 가하여, 그림 1-18과 같은 접목로봇 「슈퍼 엔젤」을 개발 발표하였다. 개발 후의 실험에서도 접목 성공율, 활착율, 묘질 등에 있어서 지극히 실용성이 높고, 96년 4월부터 (주)사카타노다네를 통하여 판매하고 있다.

2) 접목로봇 「슈퍼 엔젤」의 개요

항 목		제 원	항 목	제 원	
접목 대상 작물		G-720 수박	본	접합자재	슈퍼 아이들 31 (나스닉스제)
		멜론·오이		가 식	위즈 트레이 72공 (나스닉스제)
기 체 치 수		G-720 토마토·가지	체	사용배토	위즈 매트 (나스닉스제)
		전 장 (mm)		3,970	제어방식
능 율	전 폭 (mm)	1,800	체	사용전원	AC 200V
	전 고 (mm)	1,380		작업인원	2~3인
능 율	중 량 (kg)	1,800			
	처리능력 (본/h)	700~800			
	접합율 (%)	98이상			

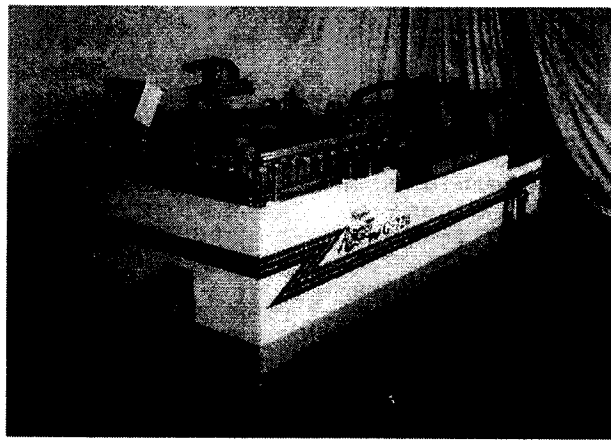


그림 1-18 슈퍼 엔젤

3) 대목 접수 육묘기술

접목묘는 필요 수의 확보와 접목작업에 적합한 대목과 접수의 육묘기술이 접목 시의 작업정도나 작업능률에 크게 영향을 주고 있다. 슈퍼 엔젤을 사용하는 경우에도 허용범위가 규격화되어 있기 때문에 그것을 일탈하면 별로 바람직한 성과가 얻어지지 않는다. 그러나 그림 1-19, 20, 표 1-12, 13과 같은 규격의 묘 형상이면 접목 성공율은 99%를 상회하는 결과가 얻어지고 있다. 박과의 경우, 사용 대목묘는 위즈 트레이 200공에 생육하여, 접목 시에는 관수량을 약간 줄여 단단한 묘를 사용하면 활착율 및 작업효율이 양호하다. 배



양토는 「위즈 메트」가 최적으로 뿌리 주위가 좋고 뿌리부가 부스러질 염려가 없다.

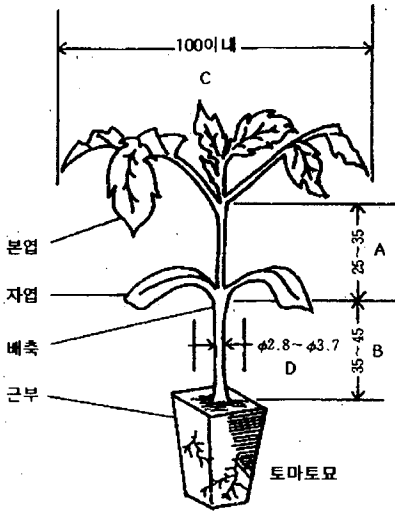


그림 1-19 가지과 묘의 규격

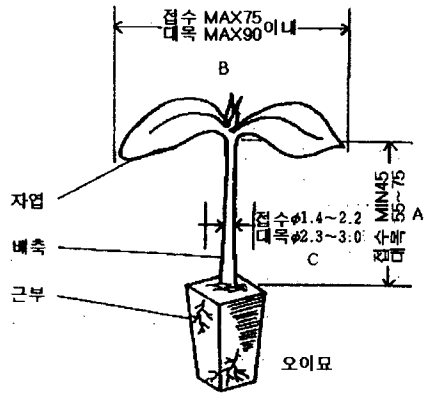


그림 1-20 박과 묘의 규격

표 1-12 가지과(토마토, 가지) 묘의 규격

규격	접수	대목	내용
A	25~35	25~35	分枝 -자엽전개기부(상배축)
B	35~45	35~45	근플러그-자엽전개기부(하배축)
C	MAX 100	MAX 100	가지의 전개폭
D	φ2.8~3.7	MAX 3.7	D부의 직경

표 1-13 박과(오이, 멜론, 수박) 묘의 규격

규격	접수	대목	내용
A	MIN 45	55~75	근플러그-자엽전개기부(하배축)
B	MAX 75	MAX 90	자엽의 전개폭
C	φ1.4~2.2	2.3~3.0	C부의 직경

#### 4) 슈퍼 엔젤의 접목 공정

가) 위즈 트레이 72공에 배토 「위즈 메트」를 넣어, 반입구에 셋트하면 자동적으로 트레이가 이동하여, 접목된 묘가 들어가는 가식 공이 열려 있다.

나) 좌측에 접수, 우측에 대목묘를 공급하면(그림 1-21), 접목 인덱스까지 반송된다.



그림 1-21 묘의 공급

다) 접수와 대목은 자엽을 손상하지 않도록 접목 인덱스에 반송되어, 강력한 살균력을 가진 오존수로 1회마다 소독된 커터로 30° 경사지게 절단된다.

라) 파츠 피더로부터 「슈퍼 아이들 31」이 공급된다. 로봇 중앙부의 접목 인덱스로, 우선 최초로 커트된 접수측에 셋트되어, 계속하여 대목이 삽입되어 접목이 완성된다.

마) 접목후는 순차적으로 트레이에 가식되어 간다. 72공 모두에 가식이 종료된 후 전체를 오존수로 살균, 소독한다.

바) 오존수의 분무가 종료하면 신호음이 울린다. 트레이는 그대로 양생·순화실로 운반되어 접목이 완성된다.

라. 핀접식 전자동 접목 장치(타키이種苗株式會社) 모델 : TS-1200

1) 개발 배경

타키이종묘주식회사에서는 1994년에 간편한 접목법으로서 단면이 육각형인 세라믹 핀(지름 0.5 mm × 길이 15 mm)을 삽입하여 접합하는 「핀접법」을 개발하여 보급하였는데, 이것을 기계적으로 전자동 접목하는 장치를 시티즌시계(주)와 공동으로 개발하였으며 자사내 접목묘 생산에만 이용하고 있다.

2) 장치의 개요

장치는 그림 1-22와 같이 플러그 트레이로 소정의 규격으로 육묘된 묘(접수·대목)를 작업 포인트까지 반송 컨베이어로 공급하여, 일렬 동시에 위치를 결정하여 소정의 부위를 수평으로 절단한다. 그리고, 접목 핀 공급유닛에 의해서 대목의 일정한 깊이에 핀을 삽입한 후, 픽 앤 플레이스 유니트로 접수가 이송되어, 순간적으로 접목을 한다.

가) 접목장치의 사양

항 목		제 원	항 목	제 원	
접목 대상 작물		토마토(가지과)	접목방법	핀접(평합접)	
기 체 치 수	전 장 (mm)	1,600	본 체	공 기 압	5kg/cm <sup>2</sup>
	전 폭 (mm)	2,300		제어방식	PLC 시퀀스
	전 고 (mm)	1,200		사용전원	AC 100V 50/60Hz
능 률	처리능력 (본/h)	1,200			

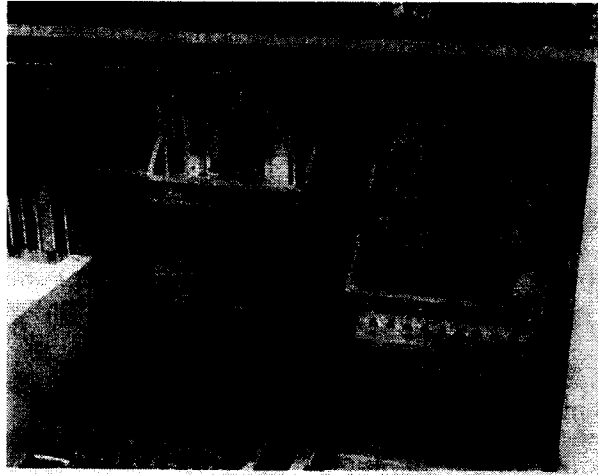


그림 1-22 편집식 전자동 접목장치

나) 접목장치의 적응 묘

- |                        |             |
|------------------------|-------------|
| a. 묘의 크기(스테이지)         | 본엽 2.0~2.3매 |
| b. 배축의 길이(트레이 상면부터)    | 35mm 이상     |
| c. 배축의 경(양자엽 아래 약 1cm) | 1.8~2.3mm   |
| d. 위치정도(셀 중심부터)        | 반경 6mm 이내   |

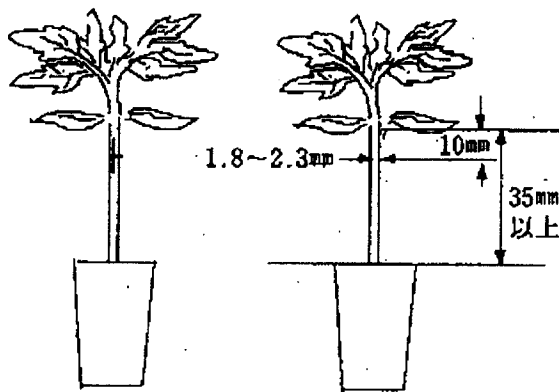


그림 1-23 편집식 접목장치에 적합한 묘

## 마. TGR 열식 전자동 접목장치(도시바플랜트건설주식회사)

### 1) 개발 배경

TGR 접목법에는 고마쓰제작소(TGR출자회사)에서 파견한 연구자가 개발을 담당한 것으로 8본의 묘를 동시에 접목하는 다련식 접목장치와, 도시바(TGR에 출자회사)에서 파견된 연구자가 개발을 담당하여 시스템을 개발한 것으로 JA(全農)가 개발한 경사맛집 고무클립 방식을 자동화한 열식 접목장치의 2가지 자동접목장치를 개발하였다.

도시바에 의하여 이 기술의 실용화를 추진하고 있으며 '96시설원예기술전에 출품은 하였지만 아직 개발을 완성되지 못하여 시판은 하지 않고 있는 실정이다.

### 2) 열식 접목장치의 개요

열식 접목장치는 JA에서 개발되어 수작업 접목으로 이미 성공적인 접목법으로 평가되고 있는 「경사절단·고무 클립 지지방식」을 플러그 트레이 상에서 자동적으로 접목할 수 있도록 한 것이다.

가지과 채소 종자는 크기가 작기 때문에 자동 파종기로 셀의 중심에 파종하면, 대부분 그 위치에서 발아한다. 그러나 박과의 경우는 종자가 크기에 발아 위치가 셀의 중심부에서 10mm 이상이나 이탈되는 것이 많다. 따라서, 박과 묘를 트레이에 심은채로 자동적으로 접목하는 경우에는 묘의 위치를 검출하여 두지 않으면 묘의 확실한 파지가 어렵다.

열식 접목장치는 박과 묘도 접목할 수 있도록 묘 위치의 검출센서를 구비한 것이다. 따라서 표준 트레이 상태로 공급하면 기계 작업이 대단히 복잡하게 되기 때문에 트레이를 1열(묘 8본)씩 분할한 열 트레이 상태로 컨베이어 위에 올려 공급하는 방식으로서 작업성의 향상을 도모한 것이다. 이것을 「열식」이라고 한다. 그러나 이와 같이 검출 센서를 도입할 경우 접목속도가 느리기 때문에 다른 방식에 비하여 작업 성능이 떨어진다

가) 동작

이 장치는 그림 1-24, 25에 보인 바와 같이 묘 계측 유니트와 대목·접수 지지 유니트를 가운데로 양쪽에 2개의 컨베이어가 배치되어 있으며, 각각 대목과 접수가 심어진 열 트레이를 올려 놓으면 트레이는 자동적으로 장치내로 반송된다.

장치내에서는 각 유니트의 조작이 원활히 될 수 있도록 먼저 대목의 본엽 부 일정 높이 이상을 제거하고(예비절단), 그후 묘 계측 유니트로 대목과 접수 각각 절단부의 2차원 위치와 그 자세를 동시에 계측한다.

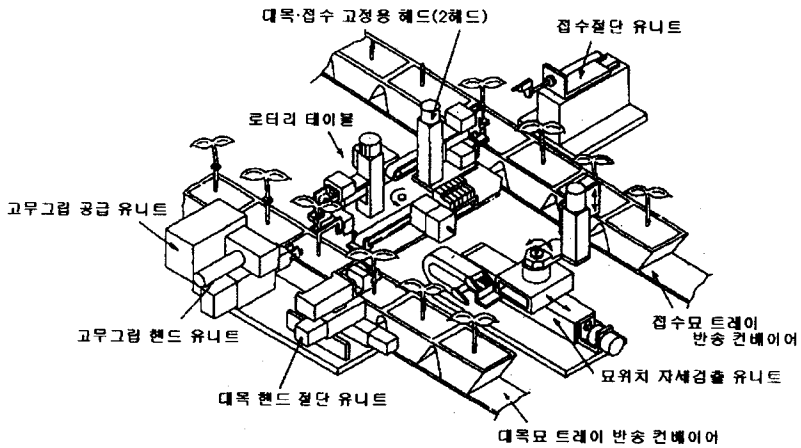


그림 1-24 열식 접목로봇 시스템 구조도

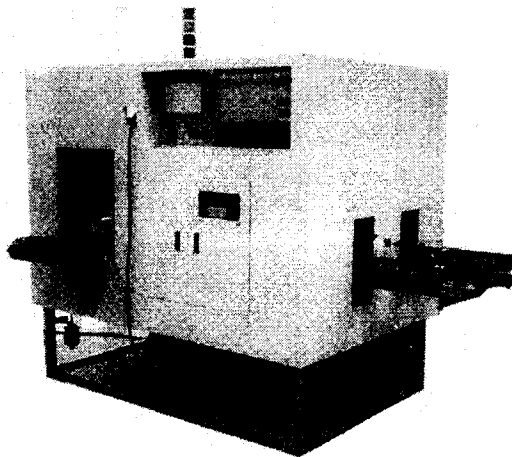


그림 1-25 도시바 열식 전자동 접목장치

계측이 완료된 묘가 더욱 안쪽으로 보내지면 지지 유닛은 계측된 결과에 따라서 대목과 접수를 바른 자세로 파지하여 절단하고, 접수를 대목에 합치시켜 고무 클립으로 지지하여, 접목작업이 완료된다. 접목이 끝난 열트레이는 128공 트레이에 겹치게 정렬된 형으로 배출된다.

#### 나) 묘 위치의 검출

묘 위치의 검출은 열식 접목장치에서 최대의 키가 되는 기능으로 접목위치의 높이(Z 방향)에서 배측의 2차원 위치(X, Y 방향)를 정확히 검출하는 것이다.

원리는 센서가 묘 전면의 일정 높이(Z 위치)로 주사하면서 묘를 향하여 레이저광을 조사하여, 묘로부터의 반사광 수광각도를 검지하여 레이저광 반사점의 X, Y 위치를 산출하는 것이다.

검출동작은 대목과 접수를 동시에 한다. 이것으로 접목을 하는 점의 3차원 위치가 검출될 수 있기 때문에, 박과와 같이 발아위치가 트레이의 셀 중심 위치로부터 크게 벗어나거나 묘가 기울어져 있어도 묘를 정확히 파지할 수 있다.

#### 다) 접목

접목 방법은 전술한 바와 같이 전농에서 개발한 경사절단 고무클립 지지방식을 발전시킨 것이다. 그림 1-24에 보인 바와 같이 대목과 접수와의 반송용 컨베이어의 외측에 각각의 컷트 유닛과 대목의 핸드 유닛이 배치되어 있고, 컨베이어의 내측에는 접수 지지용 핸드를 양측에 구비한 로우터리 테이블 유닛이 배치되어 있다.

접목 위치가 계측된 대목과 접수가 핸드 유닛 앞에 공급되면, 각각의 위치 정보에 따라서 대목과 접수를 파지하여, 30° 각도로 절단한다. 절단된 접수를 파지한 핸드는 로우터리 테이블로 180° 회전시켜 대목에 접수를 합쳐 고무클립으로 지지한다. 그 사이 다른 한편의 핸드는 다음 접수의 절단동작

을 하고 있다. 일련의 동작은 도중에서 끊기지 않고 계속된다.

또한, 여기서 사용되고 있는 핸드에는 탄성을 갖게 하여 파지하는 묘의 배축경이 다소편차가 있어도 같은 힘으로 파지할 수 있도록 구성되어 있다.

#### 라) 클립

이 장치에 사용하는 고무 클립은 전농이 개발한 것을 기본으로 하여 자동화에 맞도록 새로운 형상으로 고안한 것이다.

그림 1-26은 그 단면도로서 A 부분에 절입이 설치되어 있고, B부를 집으면 A부가 열려 배축을 C부로 파지한다. 묘 종류에 따라 C부의 치수가 다양하게 구비되어 있는데 배축경이 가는 경우에도 배축을 죄일 수 있도록 고려되어 있다.

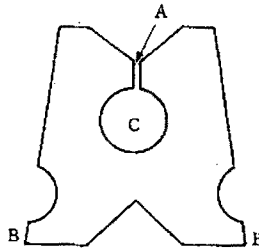


그림 1-26 고무 클립의 단면형상

클립은 긴 고무관의 상태로 공급되어 배축을 접목공정에서 필요한 길이로 절단하여 사용하도록 되어 있다. 클립의 재질을 고무로 함으로써 재료비도 수지에 비하여 싸게 되고 또한 묘의 생장에 따라 자연 낙하하기 때문에 클립의 제거작업이 필요 없다.

#### 바. 전자동 접목장치(三菱農機株式會社) 모델 : MGM600

##### 1) 개발 배경

미쓰비시 농기에서는 JA와의 공동개발에 의하여 개발한 접목양생장치, 상



품명 「묘 피트」를 전국에 150대 보급하여 고품질 묘생산에 기여하고 있는데, 육묘장에 따라서는 수작업의 접목 인력 확보가 어렵거나 계절적으로 필요 인력의 변동, 고령화 등 심각한 문제가 많이 발생하고 있다. 이들 문제 해결을 위해 접목작업의 기계화가 크게 요구되고 있다.

이러한 시장의 수요에 대응하기 위하여 일본 아이치현 도요하시시에 연구 농장을 만들어 육묘와 관련한 연구나 실제로 접목묘를 생산하여, 재배까지의 검증 실시하여 소프트웨어와 하드웨어에 참여하고 있다.

그래서 1995년 실제로 겨울철 토마토 묘 생산지인 야마가타, 여름철 토마토 묘 생산지인 미야자키 등 수개소에서 실증 시험을 실시하였다. 어느 시험에서도 접합율 95% 이상의 성과를 얻었기 때문에 1995년 가을부터 판매활동을 전개하고 있다.

## 2) 장치의 개요

### 가) 주요제원

항 목		제 원	항 목	제 원	
접목 대상 작물		토 마 토	사용 트레이	40x40 단열 13공	
기 체 치 수	전 장 (mm)	2,450	본 체	묘 공급 방식	트레이 단위 인력
	전 폭 (mm)	1,380		접목묘취출식	"
	전 고 (mm)	1,310		절 단 날 종류	전 용 날
	중 량 (kg)	400		컴 퓨 레 셔	5 kg/cm <sup>2</sup> , 0.4kW
	능 율	처리능력 (본/h) 접 합 율 (%)		400 95 이상	구 동 방 식
본 체	접 합 방 식 클립공급방식	경사절단 클립고정 파츠피더 자동공급	제 어 방 식	시퀀스 제어	
			사 용 전 원	AC 200	
			작 업 인 원	1인	

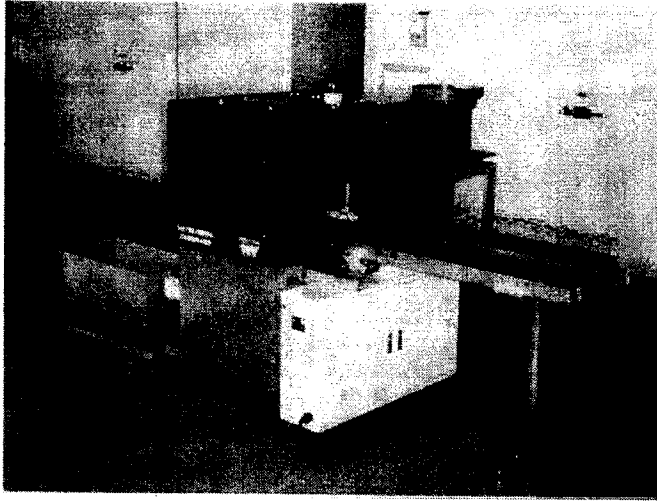


그림 1-27三菱 열식 전자동 접목장치

#### 나) 트레이

현재 묘 생산에 사용되고 있는 78공 플러그 트레이를 길이 방향으로 분할한 13공 열 트레이를 사용하고 있다.

이 열 트레이는 6열 집합하면 현재의 78공 플러그 트레이와 동일하게 되고, 하부 트레이인 수도작용 육묘상자에 들어 가도록 하였으며, 육묘관리 및 양생관리도 공간에 맞도록 현행대로 했다.

#### 다) 접목 적기묘

육묘계획에서 나타낸 일수로 원묘를 완성시키는 것을 목표로 대목과 접수 육성관리하고 있다. 대목이 접수보다 약간 생육이 진행된 상태가 바람직하여, 대목의 파종을 1~2일 빨리하는 것이 좋다.

접목 적기 묘의 기준으로 가장 판단하기 쉬운 것은 절단 위치에 클립을 끼워 클립이 흔들리지 않고 고정되어 있는 굵기로 배측경이 달한 때이다.

표 1-14 三菱 전자동 접목장치에 접목 적기묘 규격

구 분	묘 규격
트레이로부터 자엽기부까지 높이	30~45mm
트레이부터 생장점까지 높이	50~70mm
본엽의 전개폭	80~125mm
식부 위치 정도	셀 중심에서 직경 10mm이내
배축의 형상	굽거나 꺾이지 않은 것
배축의 경사	15° 이내
본엽수	2~2.5
하배축경 접수는 자엽 아래 10mm에서 대목은 자엽 아래 5mm에서	$\phi$ 1.8~2.3 (클립 1종류시) 접수와 대목은 배축경을 가능한 균일하게 하는 것이 좋다.

배축경이 지나치게 가늘면 클립이 탈락하는 등 고정하기 어렵고, 접합율이 저하한다. 또한, 트레이로부터 자엽전개 기부까지 높이 30~45mm로 표기되어 있는데 이것은 45mm이상은 접목 불가능하다고 하는 의미가 아니고, 그 이상의 높이의 것에 대해서는 접목 후의 묘 모양이 접수측, 자엽 위치가 접합 클립 위치보다 길어져, 도장한 묘 모양으로 되어 이상적인 묘 모양에서 벗어나게 되는 것이다.

### 3) 장치의 특징

가) 대목을 트레이에 심은 채로 접목하기 때문에 대목의 뿌리 손상이나 뽑기 때문에 발생하는 스트레스가 없으며, 묘를 손상하지 않고 건전한 우량 접목묘 생산이 가능하다.

나) 묘의 절단위치는 묘 한포기마다 자엽위치를 검지하여 활착에 최적인 곳에 절단하여, 성공적인 접목법으로 평가받고 있는 일본 전농식 유묘 접목 방식과 같은 경사절단 합접을 기계로 확실히 한 것이다. 접목면은 독자의 탄성체 클립에 의해 활착율이 높고, 접목묘의 품질은 수작업의 접목과 같은 정

도의 품질이 얻어지고 있다. 다만 한 포기씩 자엽 위치 검출에 따라 접목속도면에서는 다른 기종보다 낮은 편이다.

다) 클립은 투명하기 때문에 접합 상태가 밖에서 쉽게 확인할 수 있도록 되어 있다. 또한, 성장에 따라 자연히 낙하된다.

라) 묘공급·반출은 열 트레이(13공) 단위로 하기 때문에 작업이 편하고, 생력화에 기여하고 있다. 또한, 접목이 끝난 접수 트레이는 자동적으로 아래로 낙하 회수된다.

마) 이 방식의 접목에서는 대목의 측아 발생이 없어 재배의 생력화로 이어진다.

바) 지정범위내의 묘라면 작업인원은 0.5~1인으로 충분하다.

#### 사. 전자동 접목 로봇(안마농기주식회사) 모델 : AG1000

##### 1) 개발 배경

안마농기에서는 시설원예에 한하지 않고 채소생산 전반에 걸친 작물별 기계화 시스템을 제안하고 있다. 파종·육묘로부터 이식, 관리, 수확까지 채소재배 전작업을 토탈 시스템으로 제안하는 의의는 기계도입의 효과를 최대한 높여 생력적·효율적인 계획 출하를 가능하게 하는 것에 있다. 농작업은 작업 전체가 서로 관련되고 있다. 예컨대, 이식작업만 보아도 기계이식의 효과를 높이기 위해서는 생육이 균일한 묘와, 이식기에 적합한 이량이 필요하다. 요컨대, 이식기에 적합한 이량을 만들기 위해서는 휴립기가 필요하고, 묘를 균일하게 키우기 위해서는 표준화된 육묘 관련 기기가 필요하다. 또한, 파종으로부터 토탈 시스템 재배를 행한 작물은 수확시기까지 생육이 균일하게 되어 수확기로 일시 수확이 가능해진다. 따라서 시설원예의 묘생산의 일관 시스템으로 제안하기 위해서 전자동 접목 로봇 AG1000을 가지과 작물 전용으로 생물계특정산업기술연구추진기구(生研機構)의 기술지도로 개발한 것이다.

## 2) 안마 접목시스템의 개요

### 가) 주요 제원

항 목		제 원	항 목	제 원	
접목 대상 작물		토마토, 가지	사용 트레이	안마72공 (접수,대목)	
기 체 치 수	전 장 (mm)	2,500	본	묘 공급 방식	트레이 단위 인력
	전 폭 (mm)	1,800		접목묘취출식	"
	전 고 (mm)	1,700		절단날종류	전 용 날
	중 량 (kg)	810		제 어 방식	마이크로 컴퓨터
능 율	처리능력 (본/h)	1,000 이상	체	사 용 전 원	AC 100
본 체	접 합 율 (%)	(기계적) 95 이상		접 합 방 식	경사합접 복수동시접
본 체		클립공급방식	파츠피더 자동공급		

### 나) 접목 동작

접수와 대목 트레이를 공급하면 2본의 차킹암으로 묘의 상하 2개소를 집어, 트레이로부터 1열(6본)의 묘를 뽑아낸다. 이 때 접수측은 2본의 차킹암으로 집어서 동시에 수평으로 하여 뿌리부를 잘라낸다. 대목측은 뿌리채 들어올린다. 2본의 차킹암으로 집어 접목에 가장 바람직한 25° 로 묘를 절단한다. 접수, 대목 모두 같은 각도로 절단하기 때문에 접합면의 단면은 같아진다. 접수와 대목을 합쳐서 접목전용 클립으로 고정한다. 접목이 완료된 묘를 트레이 다시 올려 놓는다.

### 다) 적합한 묘 규격

구 분	묘 규격
트레이로부터 자엽기부까지 높이	40mm 이상
트레이부터 본엽까지 높이	70~150mm
본엽의 전개폭	100mm 이내
식부 위치 정도	셀 중심에서 직경 10mm이내
본엽수	2~3
하배축경	φ1.8~3.0

## 제 2 장    접목로봇 개발 분야

### 제 1 절    접목로봇 설계 목표

접목 메카니즘의 구성에서는 일본에서 개발된 기계 접목방법에서 사용되는 클립, 접착제, 핀 등 접합자재를 사용하지 않는 접목방법과 기계접목 메카니즘 구성상 간단한 삼접법을 적용하였다.

본 연구에서 삼접법을 이용한 기계접목 메카니즘을 구성할 때 표 2-1과 같은 기본설계 조건을 고려하였다.

접목의 대상작물은 일본에서 아직 전자동화를 달성하지 못한 수박, 참외 등 박과 과채류를 대상으로 하였다. 작업속도는 접목 전문 숙련자가 1분당 30~60초 소요되는 것에 비해 1분당 4초 이내의 빠른 속도로 하여 10배 이상의 작업능율로 접목하도록 하였으며, 구동방식은 제어성이 뛰어난 공압구동으로 하였다. 공압 실린더의 직선운동, 회전운동으로 절단(cutting), 이송(feeding), 회전(rotating), 가공(processing), 파지(gripping) 등의 작동이 가능하다. 제어방식은 1분 접목 사이클 시간을 단축할 수 있는 묘의 공급에서부터 접목묘 배출에 이르기까지 순차적으로 공정이 이루어지는 동일 축으로 구동되는 캠에 의한 공압밸브제어 방식의 시퀀스제어를 이용하였다.

표 2-1    접목로봇 기본설계조건

항 목	기본 설계조건	비 고
대상작물	수박, 참외, 메론, 오이, 토마토	전과채류
작업속도	인력의 5배 이상(1분 5초)	수작업 1분 30~60초
부 자 재	사용하지 않음	
구동방식	공압구동	
제어방식	시퀀스	고속제어

## 제 2 절 시작기 제작

### 1. 시작 1호기 (1본 수급방식)

본 연구에서 구성된 기계접목장치 시작 1호기의 전체적인 시스템 구성은 크게 좌측에 대목가공 유닛을 설치하고, 우측에 접수가공 유닛을 설치하여 대목과 접수를 사람이 손으로 공급하면 이후는 대목과 접수를 각각 동시에 가공하여 180° 회전시켜 시스템의 중앙부에서 접합하도록 설계하였다.

시작 1호기에서는 1본의 자동접목 메카니즘을 개발한 것으로 프로그램 수정이 쉬운 PLC(Programmable Logic Controller)를 사용하여 전체의 제어시스템을 구성하여 접목공정이 순차적으로 이루어지기 때문에 시퀀스 제어가 되도록 하였다.

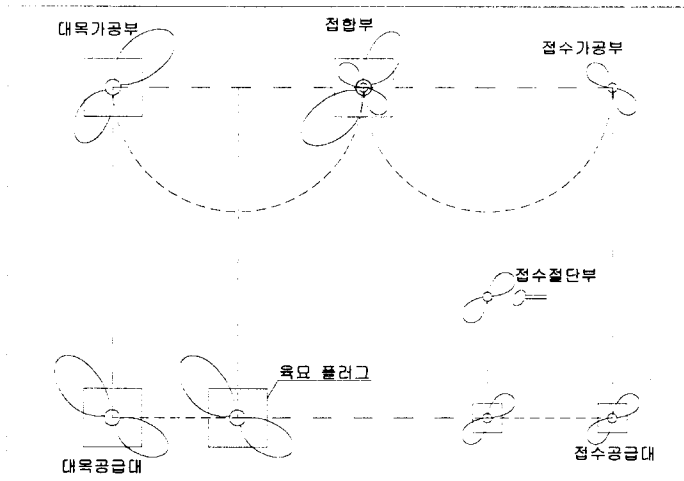


그림 2-1 시작 1호기 시스템 구성

그림 2-1은 시작1호기 시스템의 개략적인 구성을 나타낸 것이며, 그림 2-2는 기계접목 시스템을 구성한 시작1호기의 사진이다. 좌측이 대목가공 유닛이며, 우측이 접수가공 유닛으로 되어 있다. 모든 작동과 이동은 공압실린더를 ON, OFF 하여 직선운동을 하는 메인슬라이더와 여기에 장착한 좌우, 상하 실린더, 또한 묘를 파지하는 그리퍼(gripper)의 작동 등을

제어하도록 하였다.



그림 2-2 접목로봇 시작 1호기

그림 2-3은 대목 및 접수를 동시에 가공하여 접합하는 시작 1호기의 공정흐름도로서 먼저 대목가공부는 대목 홀더에 손으로 묘를 거치하면 대목 핸드의 그리퍼가 대목을 파지하여 가공위치까지 후진하고 회전드릴을 사용하여 대목의 생장점 제거와 동시에 접수가 삽입될 구멍을 가공하도록 하였다.

대목의 가공과 동시에 접수가공부에서는 접수 홀더에 손으로 묘를 거치하면 접수핸드의 그리퍼가 파지하여 가공위치까지 후진한다. 이 과정에서 접수묘의 뿌리를 절단하는 1차 가공이 이루어진다. 접수의 2차 가공은 1차가공 장치에 의해 수평절단된 접수를 사각뿔모양으로 가공하도록 하였다. 여기서 접수의 접합부 가공을 원추형으로 해야하지만 사각뿔 모양으로 한 것은 원추형으로 가공하는 기술개발에 성공하지 못하였기 때문이다. 그러나 1차년도 연구에서는 1본의 기계적 접목메카니즘의 개발에 있기 때문에 별 문제가 되지 않았다.

대목과 접수가공부에서 가공된 대목과 접수는 핸드를 180° 회전하여 중앙의 접합부에서 접합이 이루어지고 배출되도록 하였다.



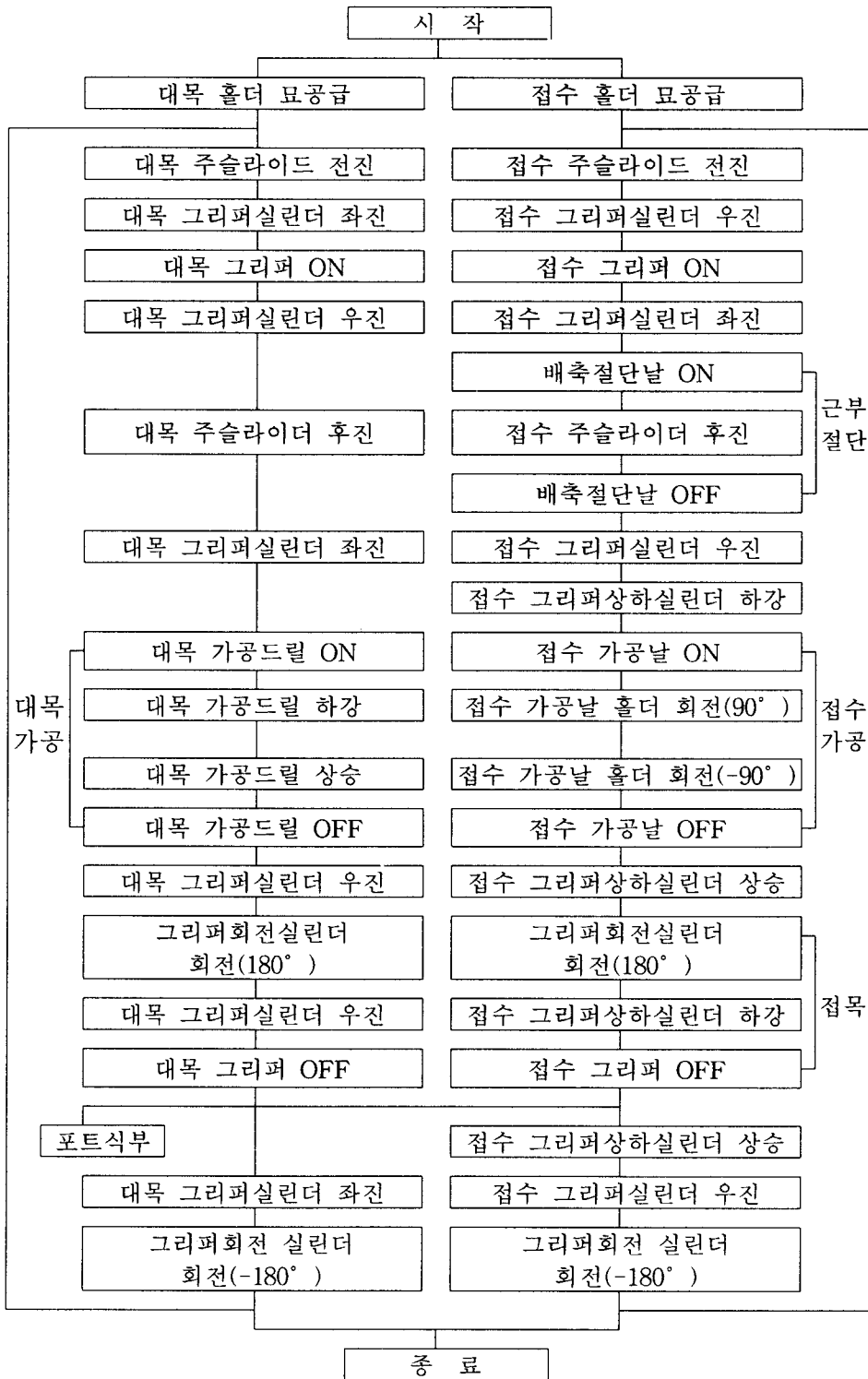


그림 2-3 시작 1호기의 공정 흐름도

가. 대목 가공 유니트

대목 가공 유니트는 대목홀더와 원추형 회전드릴, 메인 슬라이더, 그리퍼, 그리퍼 회전실린더 등으로 구성되어 있다.

그림 2-4는 대목 그리퍼가 부착된 핸드의 모양을 나타낸 것이다. 그리퍼는 대목 하배축의 손상을 줄이기 위해 탄성이 있는 합성수지를 사용하였으며, 그리퍼의 홈은 대목 배축의 평균 굵기를 고려하여 제작하였다. 핸드의 움직임은 솔레노이드에 의한 공압실린더의 ON, OFF 제어로 이루어진다.

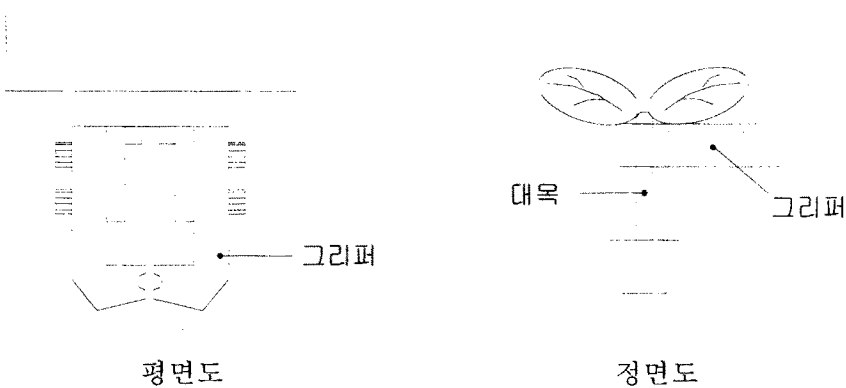


그림 2-4 대목 그리퍼

대목 홀더는 접목할 대목을 손으로 자엽전개기부 부분이 걸리도록 걸쳐 두는 부분으로 그림 2-5에 나타냈다. 모양은 Y자형으로 되어 있어 대목의 공급을 쉽게 하도록 하였으며, 홀더의 끝부분에 대목이 일정 깊이에서 고정되도록 하기 위하여 고정 지지대를 설치하였다. 또한 대목의 배축에 손상을 주지 않게 하기 위해 각이 진 부분을 모따기와 그라인딩 처리를 하였으며, 재질은 경질의 플라스틱을 사용하였다.

대목 파지위치 표시는 대목이 너무 깊이까지 들어가지 않도록 파지위치를 설정해 두었다. 또한 이 파지위치 부분을 기준으로 하여 핸드의 그리

퍼가 일정한 거리를 이동 접근하여 대목을 집게 된다.

원추형 회전드릴은 대목의 양자엽 사이에 구멍을 뚫어 접수를 삽입하여 삽접하도록 하였는데, 회전드릴의 크기는 대목의 배축경에 맞추어 준비하였다.

메인슬라이더는 공압실린더의 구동에 의한 체인의 작동으로 이동되도록 하였으며 전후진 작동이 가능하도록 되어 있다. 그리퍼는 대목을 쥐었다 푸는 역할을 하는 것으로 핸드부분의 움직임을 나타낸다. 그리퍼는 회전실린더에 장착되어 가공된 대목을 180° 회전시켜 접목위치까지 이동시키는데 사용된다. 이 모든 실린더의 이동과 작동은 공압실린더의 ON, OFF 제어로 작동하도록 하였다.

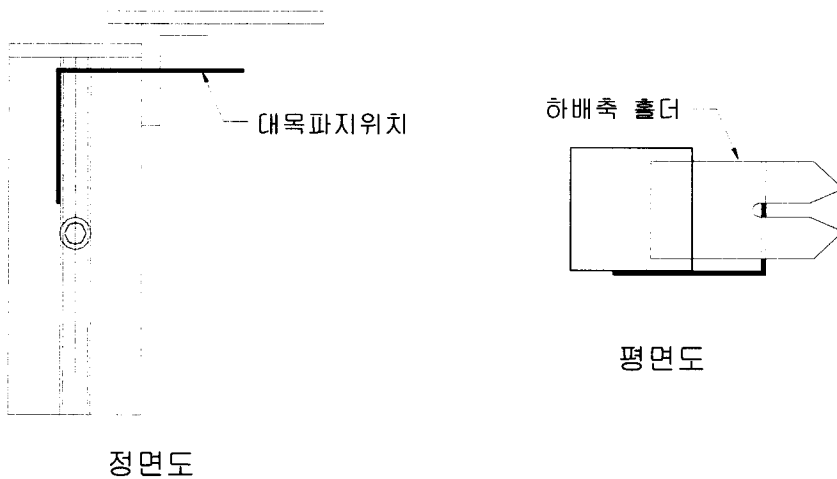


그림 2-5 대목홀더

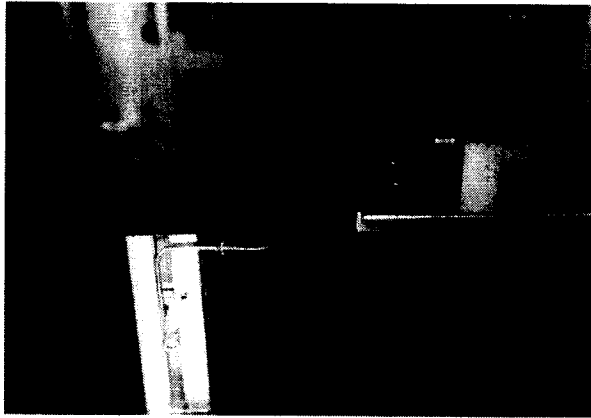


그림 2-6 대목 홀더

#### 나. 대목 가공 드릴

대목은 접목 후 활착이 잘 되도록 하기 위하여 대목의 양자엽을 남겨둔 상태에서 생장점, 즉 본엽부를 제거하는 대목가공을 하도록 하였다. 원추형의 회전 드릴을 사용하여 일정 깊이 만큼의 구멍을 뚫는 접수 삼입구를 가공하고, 마지막 공정에서 생장점 제거날에 의해 생장점이 제거되도록 스프링이 부착된 공압실린더의 이동으로 일정 깊이를 가공하도록 하였다. 가공이 된 대목은 회전실린더에 의해 180° 회전하여 가공된 접수와 접합하게 된다. 그림 2-7은 원추형 드릴에 의한 대목가공을 나타낸 것이다. 공압 실린더에 스프링을 부착하여 하강한 원추 드릴을 다시 복원하도록 하였다(그림 2-8).

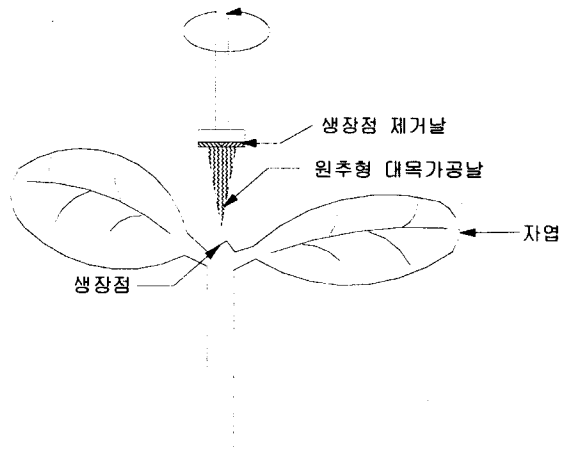


그림 2-7 대목 가공드릴

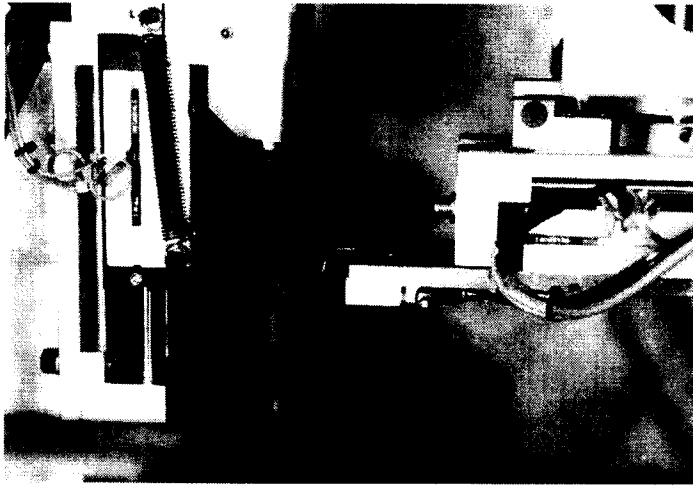


그림 2-8 대목가공 드릴

#### 다. 접수 가공 유니트

접수 가공 유니트는 접수홀더와 1차로 뿌리부를 절단하는 회전컷터, 2차로 접수의 접합부인 배축을 사각뿔형으로 가공하는 컷터, 메인 슬라이더, 그리퍼, 그리퍼회전 실린더, 그리퍼상하 실린더로 구성하였으며 모든

구동은 대목 가공부와 같이 공압실린더의 ON, OFF 제어로 되어 있다.

접수홀더도 대목홀더와 같은 모양으로 되어 있으며 접수의 배축경을 고려하여 홀더의 간격을 약간 좁게 하였다. 모양은 Y자형으로 되어 있어 접수공급이 편리하도록 하였고 대목홀더와 같이 고정지지대가 설치되어 있다.

1차 회전컷터는 접수의 하배축을 절단하기 위한 것으로 컷터가 수평으로 회전하여 뿌리부를 절단하게 된다. 이때 컷터의 회전을 위해 회전 모터를 사용하였으며 접수가 접합위치까지 이동하기 시작할 때 ON이 되고, 접수가 1차 컷터를 지난 후에 OFF되도록 제어하였다(그림 2-9).

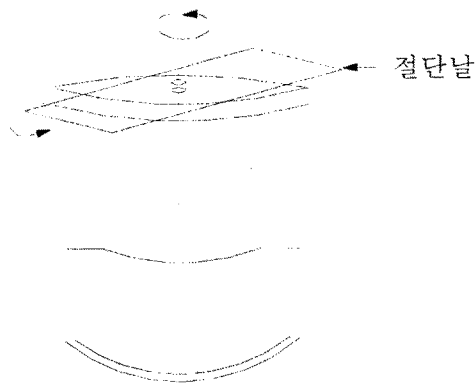


그림 2-9 접수 1차 가공

2차 컷터는 접수의 접합부인 배축을 사각뿔형으로 절단하기 위하여 쉘기형의 절단날을  $90^\circ$ ,  $-90^\circ$  회전시켜서 접수를 2회 절단하도록 하였다. 2차 컷터의 작동은 회전실린더를 사용하여 이루어지도록 하였다(그림 2-10).

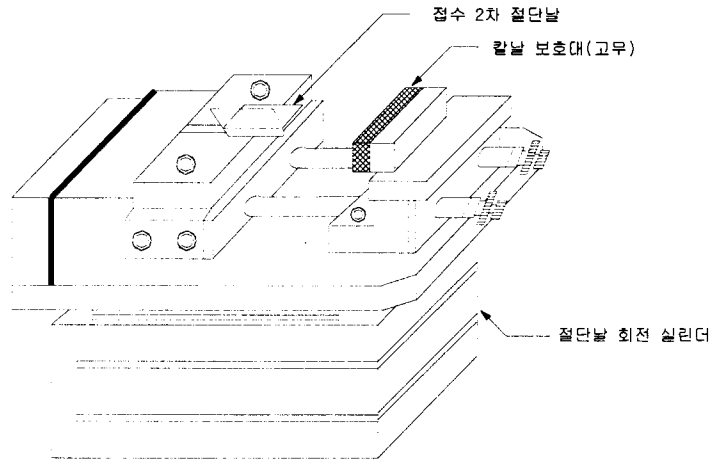


그림 2-10 접수 2차 가공

다음 그림 2-11은 ① 접수 홀더 ② 1차 컷터장치 ③ 2차 컷터장치를 나타내고 있다.

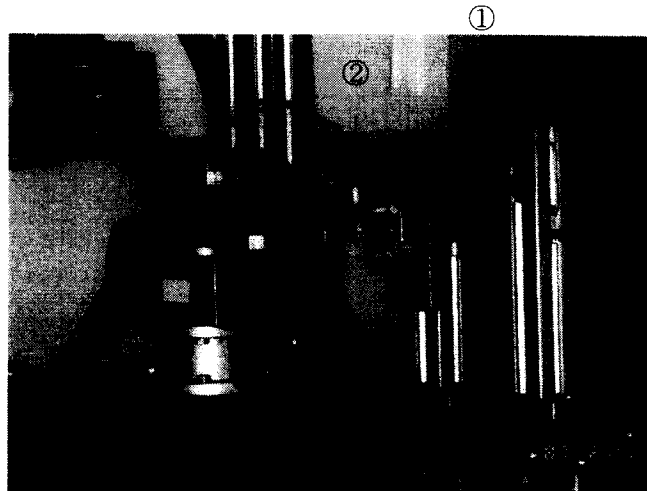


그림 2-11 접수가공부

그림 2-12는 가공된 접수의 모양을 나타낸 것이다. 먼저 1차 컷터에 의해 접수의 배축을 수평으로 절단하여 접수의 불필요한 뿌리 부분을 절단하게 된다. 그 다음 수평으로 절단된 접수를 사각뿔형으로 2차 가공되게 된다. 접수를 사각뿔형으로 가공한 것은 원추형으로 가공하면, 접목 활착

율을 높일 수 있지만 기계가공으로 접수를 원추형으로 가공하는 기술개발을 위하여 그라인딩법, 연필깎기형 등 시도를 하였으나 실패하여 우선 사각뿔형으로 가공하도록 하였다. 이것은 1차년도에는 1본 접목에 대한 기계적 접합에 대한 메카니즘을 개발하는 것으로 접수의 가공에 대한 것은 차년도에 좀더 깊이 다루기로 한 것이다.

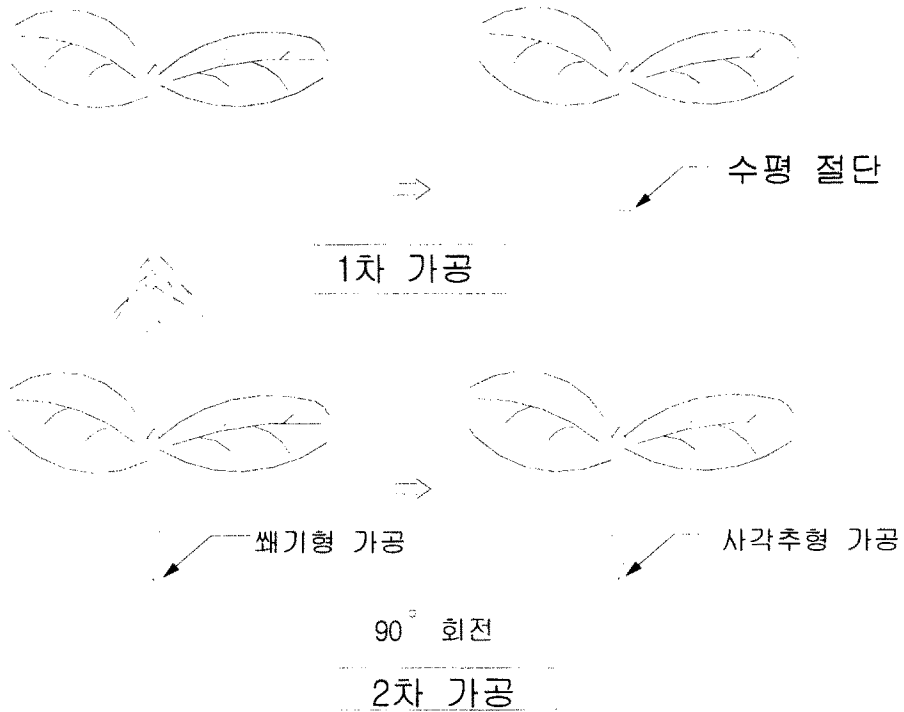


그림 2-12 접수 가공공정

라. 접합 공정

그림 2-13은 대목과 접수의 접합공정을 나타낸 것이다. 그리퍼 상하 및 회전실린더에 의해 대목과 접수는 중앙의 접합위치로 180° 회전되어 먼저 대목 그리퍼가 접합위치로 회전한 상태에서 접수 그리퍼가 회전하여 아래로 이동하여 접합하게 된다. 여기서 접수는 대목과 달리 접수 그리퍼의 상하 이동을 위해 그리퍼 상하실린더가 장착되어 있다.



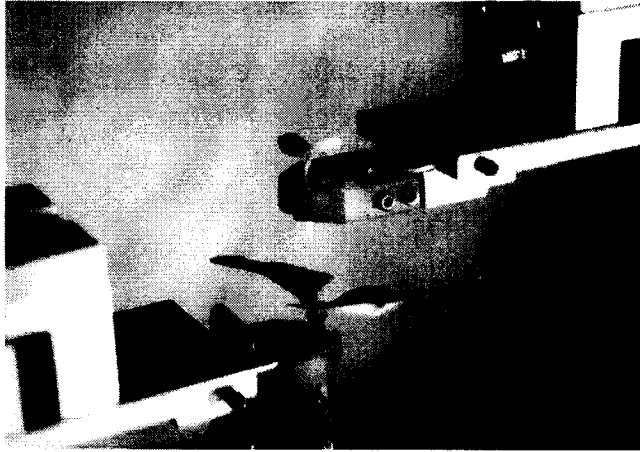
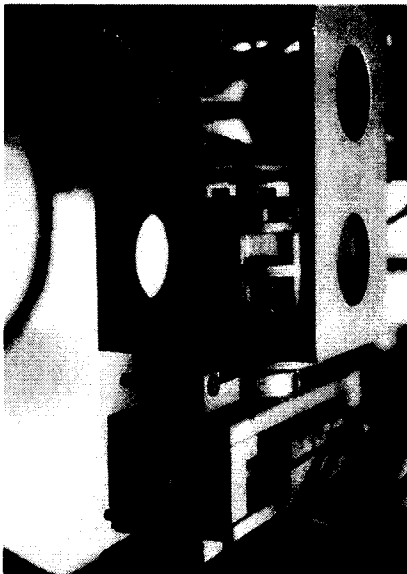


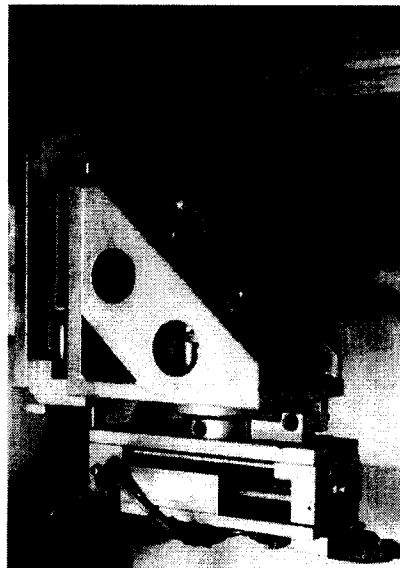
그림 2-13 집합 공정

마. 메인 슬라이더

메인 슬라이더는 공압 실린더와 체인을 사용하여 전후 직선이동을 하도록 하였다. 이 메인 슬라이더에 핸드스가 연결되어 있고 핸드에 그리퍼가 연결되어 접수 및 대목을 파지하도록 되어 있다(그림 2-14).



(a) 대목 슬라이드



(b) 접수 슬라이드

그림 2-14 대목 및 접수 메인 슬라이드

## 바. 제어 유닛

대목 및 접수 홀더에 묘를 사람의 손으로 공급하고 시작버튼을 ON하면 이후는 접목이 완료되기까지 전 공정은 자동으로 이루어진다. 전술한 그림 2-3과 같은 공정의 진행에 따른 작동부의 제어는 PLC를 이용한 시퀀스제어로 하였다(그림 2-15).

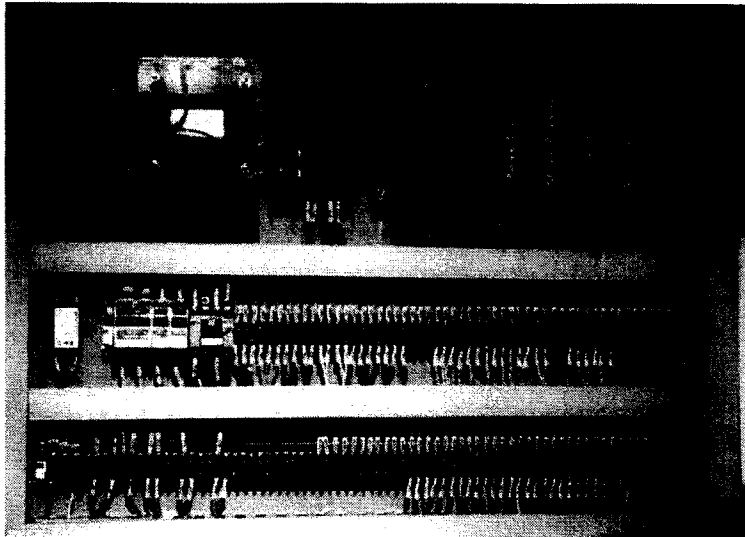


그림 2-15 시작 1호기의 PLC 제어반

### 2. 시작 2호기 (1열 자동공급, 1본 접목방식)

시작 1호기는 트레이 또는 묘상에서 육묘된 묘를 플러그 상태 또는 뽑은 상태로 홀더에 1본씩 손으로 공급하여 주는 반자동이었다. 그러나 공정육묘에 이용되고 있는 규격화된 육묘트레이에서 육묘된 플러그묘를 트레이 그대로 공급하는 것이 공정 속도나 노동력 절감을 위해서도 바람직하다는 판단 아래 시작 1호기의 연구성과를 토대로 그림 2-16, 17과 같은 시작 2호기를 제작하였다.

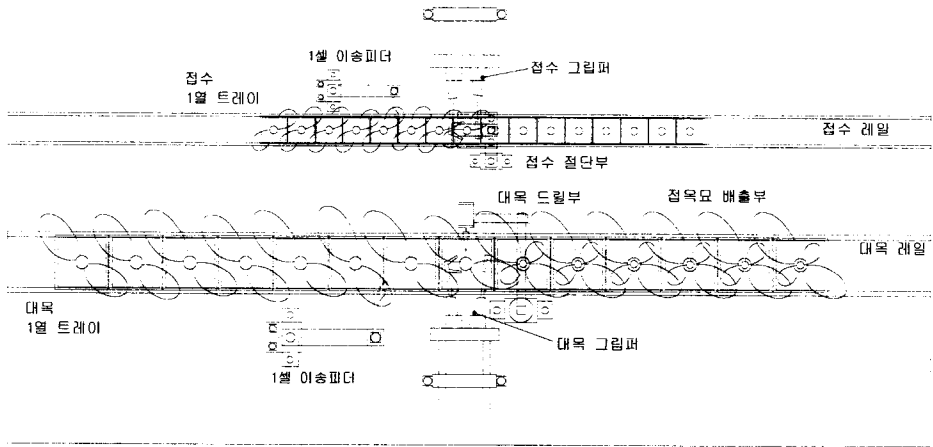


그림 2-16 시작 2호기의 구성

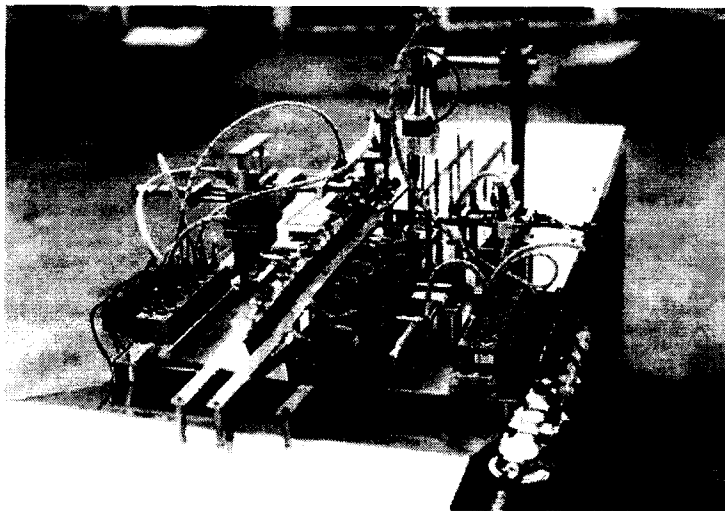


그림 2-17 시작 2호기

시작 2호기는 50공 트레이를 5열로 분할한 열트레이를 별도로 제작하여 이 열트레이에 육묘된 대목을 대목레일에 공급하여주는 방식으로 하였다. 또한 200공 트레이를 10열로 분할한 열트레이에 육묘된 접수를 접수레일에 공급하여 접수를 1본씩 절단하여 트레이에 대목이 심겨진 상태에서

가공된 대목의 삽입공에 접수를 삽입 접합하여 배출하는 시스템으로 구성하였다.

#### 가. 대목, 접수 공급부

시작 2호기에서는 대목 및 접수를 자체 개발한 열트레이에 재배하여 이 열트레이를 2개의 평행한 대목, 접수 레일에 올려 놓으면 1셀씩 진진이송하는 피더에 의하여 공급하도록 하였다. 그림 2-18과 같이 접수 및 대목 레일에 올려진 열트레이상의 모는 1셀씩 접합위치까지 이송시키는 이송 피더에 의해 공정에 맞추어 1분씩 각각 대목 및 접수를 공압 실린더에 의해 정위치에 이송한다. 이때 트레이에 심겨진 상태의 대목은 높이가 일정하지 않기 때문에 자엽전개기부의 위치를 기준으로 일정 높이가 되도록 본 연구에서 개발한 높이 조절장치를 이용하여 대목의 자엽전개기부가 일정한 높이에 오도록 하였다.

높이 조절장치는 임의의 하배축을 집어 훑어 올라가서 자엽전개기부에서 걸리면 센서가 작동하여 이 위치부터는 해당 셀 하부의 받침부가 셀 전체를 상방으로 밀어올려 정확한 가공높이까지 올려놓도록 한 것이다.

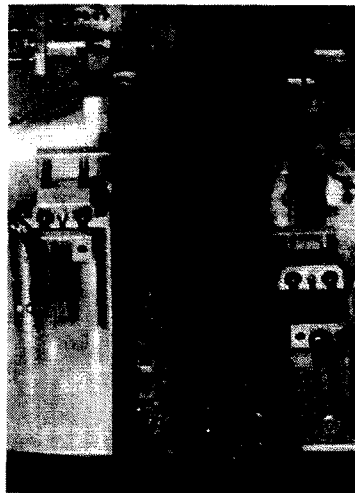


그림 2-18 레일위로 공급되는 열 트레이

## 나. 접수가공부

접수의 가공은 그림 2-19와 같이 접수를 그립퍼로 잡음과 동시에 집게 형의 경사 칼날에 의해 한쪽경사형으로 절단가공하여 평행하게 놓여 있는 대목 레일위의 삽입공이 가공되어 있는 대목 위치까지 옆으로 이동하도록 하였다. 그러나 경사 절단날을 사용함으로써 접수의 전후 위치에 따라 절단높이가 달라지게 되기 때문에 삽입깊이가 달라져 활착에 영향을 주는 문제가 발생하는 등 접수묘의 셀 중심 위치가 주요 인자로 되었다.

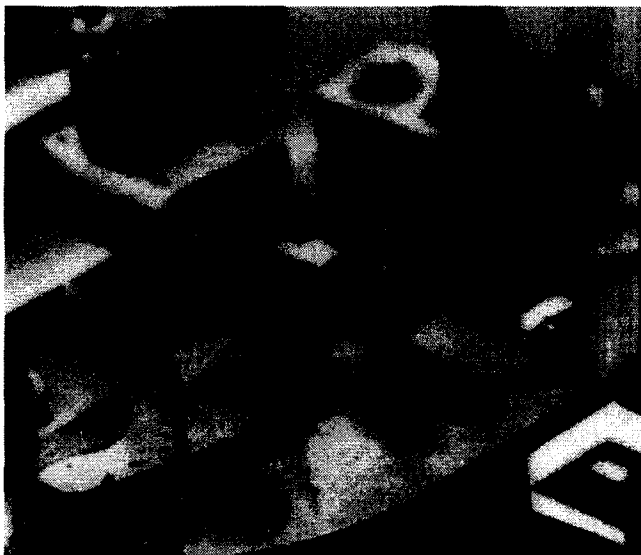
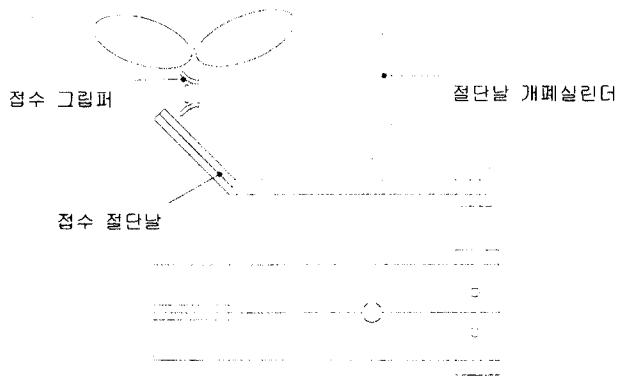


그림 2-19 접수그리퍼 및 절단 장치(경사 절단)

#### 다. 대목가공부

대목의 높이 조절이 완료되면 그림 2-20과 같이 성장점을 제거하면서 접수의 삽입구멍을 가공하는 대목가공 드릴(특허 출원 97-40792호)을 이용하여 대목을 가공하도록 한다. 대목을 가공하는 드릴은 하배축의 동공을 피하면서 접수를 삽입할 수 있도록 15° 경사지게 구멍을 뚫도록 하였다.

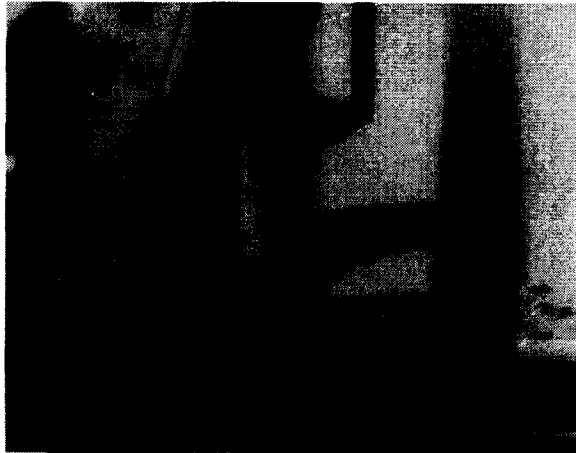


그림 2-20 대목 가공드릴

#### 라. 접합공정

열트레이에 심겨진 상태로 1셀씩 공급되는 대목이 트레이상에서 삽입공을 가공하면 대목에 평행하게 공급된 접수를 경사절단하여 대목의 삽입공에 맞도록 옆으로 이동시켜 삽입 접합시키는 접합공정이 이루어지도록 되어 있다.

#### 마. 시스템 제어 장치

각 작동기의 구동은 공압 구동이며 접목동작은 일련의 연속된 동작이 이루어지고 1본 접목 사이클 시간을 단축하기 위하여 각 실린더를 순차적으로 작동시킬 필요가 있어 동일축에 설치된 그림 2-21과 같은 회전 캠으로 전자밸

브를 ON-OFF하여 공압 실린더를 제어하는 시퀀스제어 시스템으로 구성하였다. 이 때 캠의 구동은 고감속 기어드모터로 하였다. 캠식 제어 시스템은 고속 시퀀스 제어에 많이 이용되는 것으로, 목표 접목작업능율은 1분당 5초 이내로 한 본 시스템에서 각 공압 실린더의 순차적 작동에 적합한 것으로 판단되어 본 시스템 제어에 도입을 시도한 것이다.

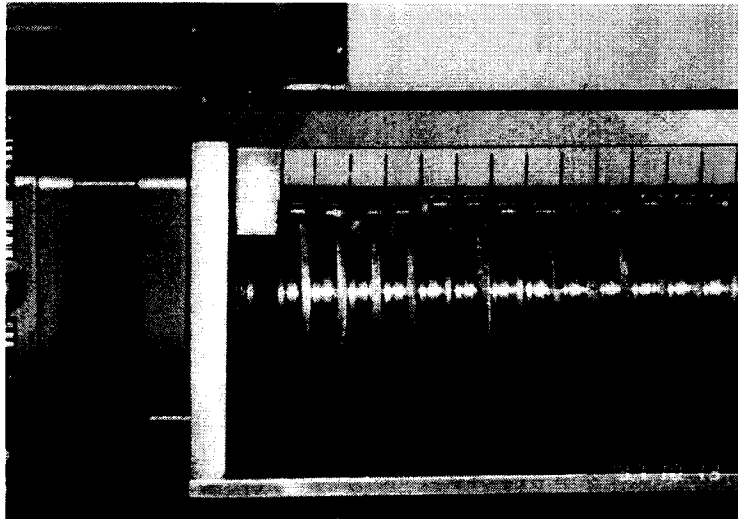


그림 2-21 캠식 시퀀스 제어 시스템

그림 2-22는 1사이클을 5초로 한 2호기의 각 공정부위에 대한 시간별 순서도이다. 대목 및 접수 트레이가 레일에 올려지고 시작하면 마지막으로 접합 공정이 끝나고 접수 메인 핸드와 대목 메인 핸드의 위치가 원위치하는 것으로 1사이클을 구성하고 있다. 그림 2-23은 공정작동부위의 솔레노이드 밸브 배선도이다.

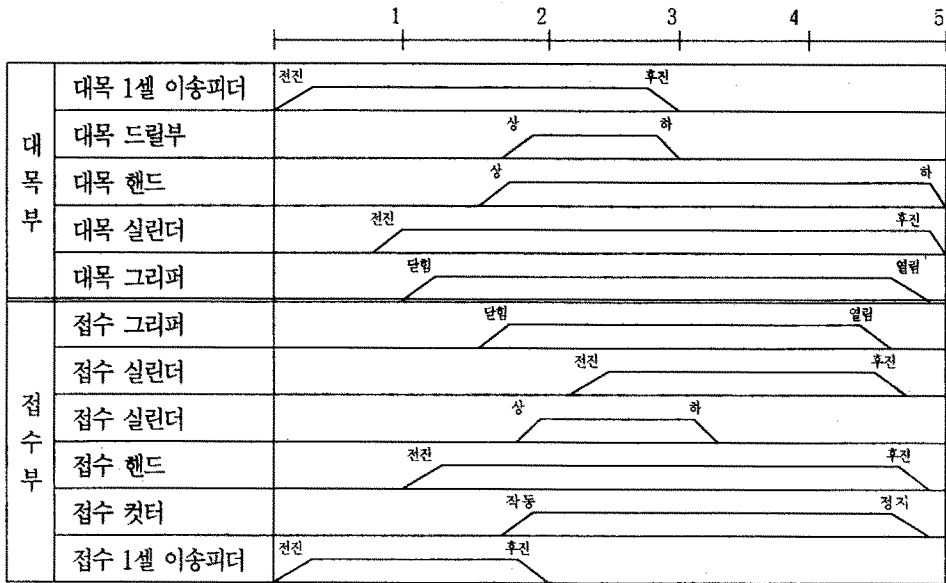


그림 2-22 시작 2호기의 타임 차트

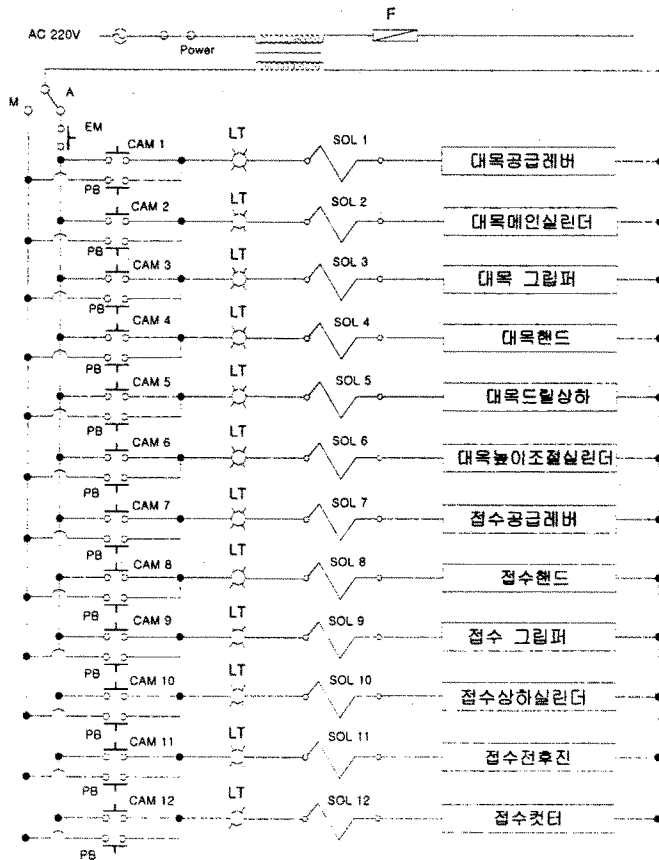


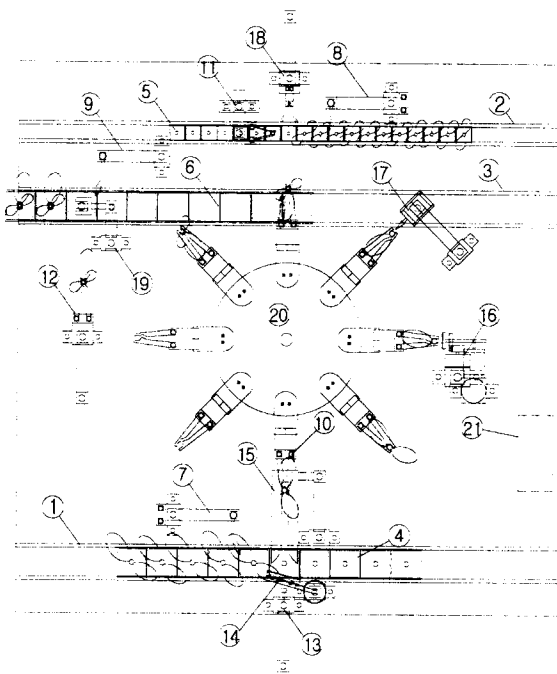
그림 2-23 각 공정부위 접속도



### 3. 시작 3호기 (1열 자동공급 연속 접목방식)

시작 3호기는 2호기의 자동공급 1본 접목방식에서 자동공급 연속접목방식으로 개선 제작하였다. 또한 대목부의 근량(根量) 증대와 활착시 대목에서의 수분의 과다공급으로 삽입한 접수가 밀려나오는 것을 방지하기 위하여 단근 편엽절단방식으로 대목을 가공하고 경사절단 가공한 접수를 삽입하여 접합하는 방법을 접목 메카니즘으로 하였다. 이것은 기계적 가공이 용이하고 활착 촉진실을 이용한 활착을 시험을 통하여 결정한 것이다.

시작 3호기는 1본의 접목에 소요되는 시간을 단축하여 접목작업능율을 향상시키기 위하여 그림 2-24에서 보는 바와 같이 8개의 그리퍼가 부착된 턴테이블을 중앙에 설치하고, 대목이 심겨진 열트레이를 대목레이에 공급하여 1셀 이동피더에 의하여 대목투입위치에 오면, 대목공급부에서 대목가이드 프레임이 대목 쪽으로 전진하고 대목절단부 면도날에 의하여 대목을 단근하여 대목 투입 실린더에 의하여 공급되는 대목을 턴테이블에 설치된 그리퍼가 파지하여 가공위치 단계별로 회전하면서 대목 가공위치에서 한쪽의 자엽과 생장점을 동시에 제거하는 편엽절단가공을 한 다음, 삽입구멍 가공 위치에 도달하여 삽입구멍을 가공하고, 접합 위치에 도달하면 다른 한편에서 접수를 한쪽경사절단 가공하여 접합시킨다. 접합이 완료된 접목묘를 삼목그리퍼가 파지하여 상토가 충전된 빈 트레이에 삼목하는 구조로 되어 있다. 각 공정의 구동은 공압으로 하였으며, 제어는 각 작동부위별로 시작 2호기에서 시도하였던 회전 캠을 이용한 시퀀스제어 기법을 도입하였다.



No	품 명
21	콘트롤 장치
20	턴테이블
19	접목묘 삼목 천공실린더
18	접목 가이드 및 절단날
17	대목 천공날
16	편엽절단부
15	대목 가이드 플레임
14	대목 절단부
13	대목 투입 실린더
12	삼목 그리퍼
11	접수 그리퍼
10	대목 그리퍼
9	접목묘 1셀 이동실린더
8	접수 1셀 이동실린더
7	대목 1셀 이동실린더
6	접목묘 열트레이
5	접수 열트레이
4	대목 열트레이
3	접목묘 배출 레일
2	접수 공급 레일
1	대목 공급 레일

그림 2-24 시작 3호기 구성도

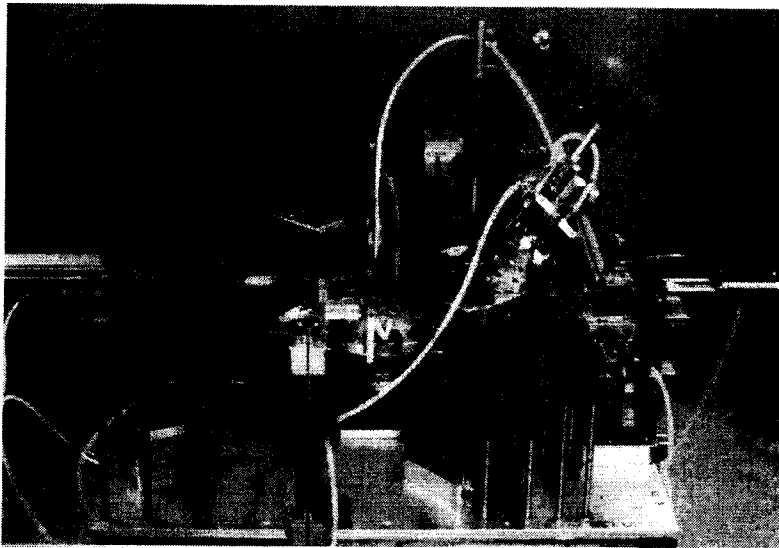


그림 2-25 시작 3호기

### 가. 대목 공급부

박과 채소의 경우 대목으로 사용하는 박이나 호박은 종자가 크기 때문에 파종 후 대목 육성과정에서 자엽방향과 중심위치가 크게 이탈되어 기계접목에 필요한 대목의 정위치와 큰 차이가 발생한다. 따라서 대목을 단근하여 공급함으로써 중심위치 편차 문제를 해소함과 동시에 대목의 수분과다 공급으로 삽입한 접수가 밀려나오는 등 삽접법 도입에 따른 활착율 저하문제도 상당히 해소할 수 있었으며, 대목을 단근하여 그리퍼까지 공급하는 과정에서 안내판을 설치하여 자엽방향을 편엽절단에 맞도록 일정방향으로 정렬하여 공급하도록 하고 또한 자엽전개기부에서 8mm 이상 아래쪽을 그리퍼가 집도록하여 편엽절단시 양자엽을 눌러 편엽 및 성장점 절단이 일정하게 높이 조절이 되도록 대목 공급부를 구성하였다.

대목 공급부는 그림 2-26과 같이 열트레이로 자동 공급되는 대목을 작업의 진행에 따라 1셀씩 이송시켜주는 실린더에 부착된 레버에 의해 정위치에 도달하게 된다. 공급된 대목이 정위치에서 정지하면 대목단근용 절단칼날이 부착된 가이드 플레임이 공압실린더에 의해 대목이 있는 위치로 접근하면서 대목의 뿌리부를 절단한다. 뿌리부가 절단된 대목은 자엽정렬 안내판과 가이드 플레임에 의해 자엽의 전개방향을 그리퍼에 평행한 방향으로 정렬하면서 가이드 플레임을 따라 대목 투입 실린더에 의하여 턴테이블에 부착된 그리퍼가 대목을 파지할 수 있는 위치까지 이송된다. 가이드 플레임 최종 위치에 부착한 높이조절 안내판에 의해 자엽전개기부에서 8mm 정도 하부를 파지하도록하여 편엽절단공정에서 높이조절을 할 수 있도록 여유있게 파지위치를 잡아 대목의 높이 편차에 따른 문제를 해소하였다. 이어 턴테이블 그리퍼가 대목을 파지하여 다음 공정으로 넘어가도록 하였다. 그림 2-27은 대목 공급부와 1분씩 하배축을 절단하고 파지하는 사진이다.

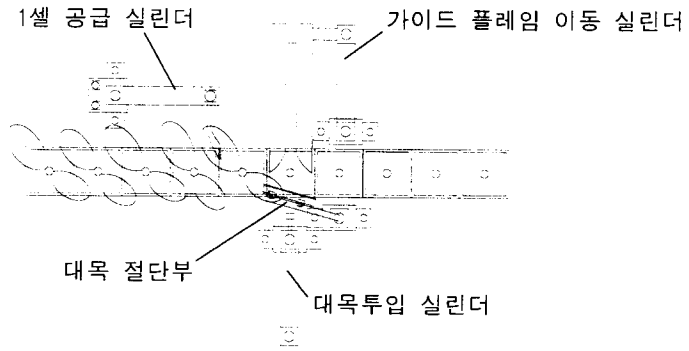


그림 2-26 대목공급부

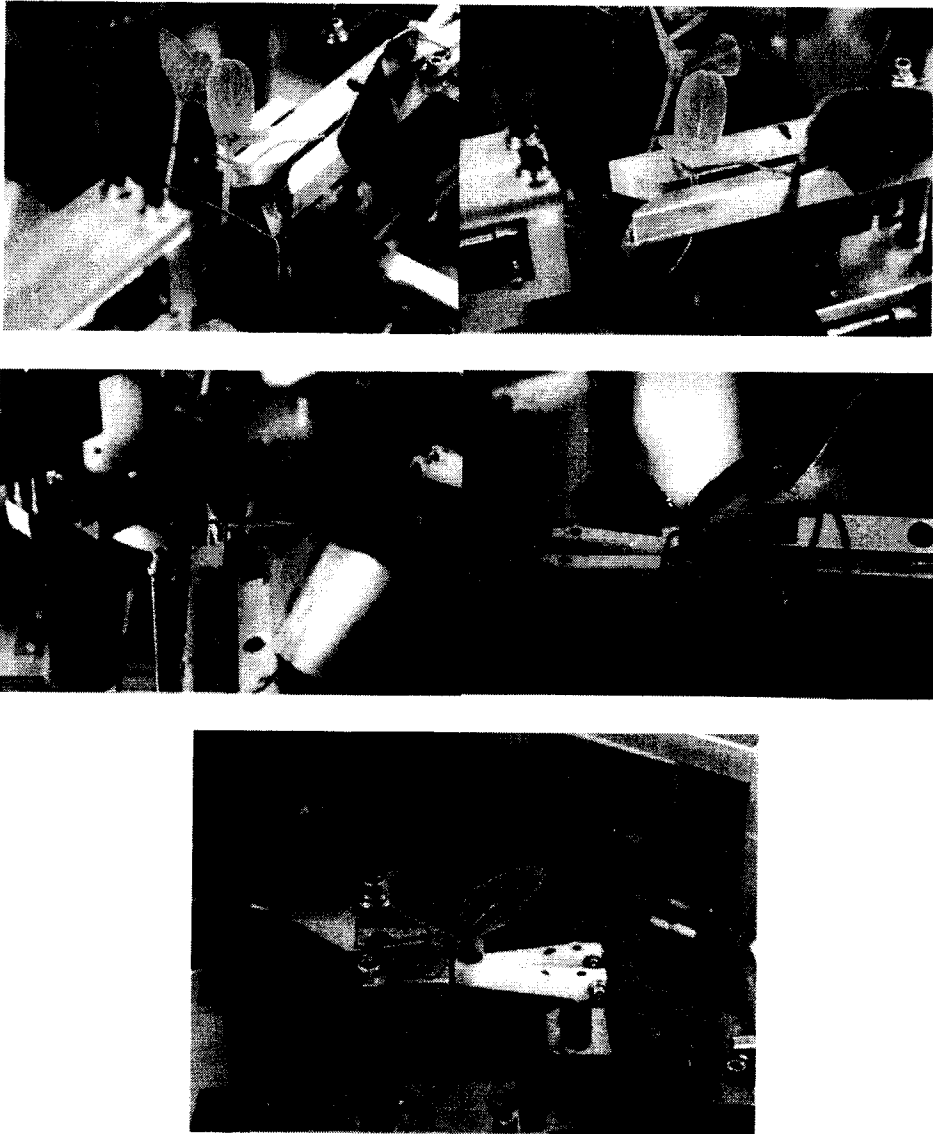


그림 2-27 대목공급 및 그리퍼

## 나. 편엽절단가공부

시작 3호기의 대목가공은 자엽 1개와 생장점을 동시에 제거하는 편엽절단 방식을 도입하였다. 이것은 시작 2호기의 경우 양자엽을 남겨둔 상태에서 생장점을 완전히 제거하는 공정이 잘 이루어지지 않기 때문에 가공방법을 바꾼 것이다. 대목그 리퍼와 평행하게 정렬된 대목의 자엽전개기부를 기준으로 5mm정도 하부를 파지하도록 편엽절단부에서 그리퍼 선단부에서 지지부를 부착하여 편엽절단 직전에 양자엽을 상부에서 눌러 자엽전개기부에서 5mm 정도 아래를 그리퍼가 파지하도록하여 편엽 및 생장점을 절단하는 가공을 한다. 그림 2-28은 편엽절단부의 공정도이고 그림 2-29는 공정사진이다.

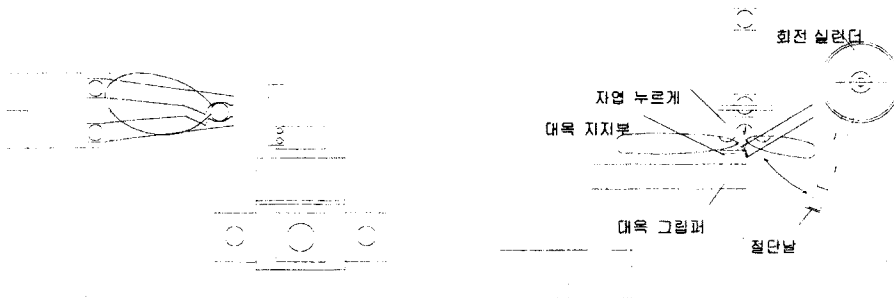


그림 2-28 편엽절단공정도



그림 2-29 편엽절단 가공사진

다. 대목의 삼입구멍 가공부

대목의 삼입구멍 가공부는 그림 2-30과 같이 대목의 편엽과 생장점이 제거된 부위에 적당한 각도로 접수가 삼입될 구멍을 뚫는 천공날로 되어 있다. 턴테이블의 그리퍼에 대목의 편엽과 생장점이 절단된 부위에 적당한 각도를 갖는 천공날에 의해 하배축의 동공을 피하여 접목구멍을 뚫는다.

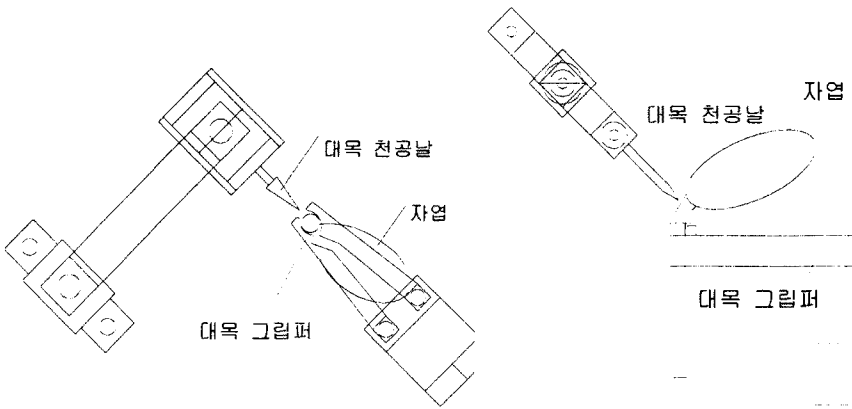


그림 2-30 대목가공

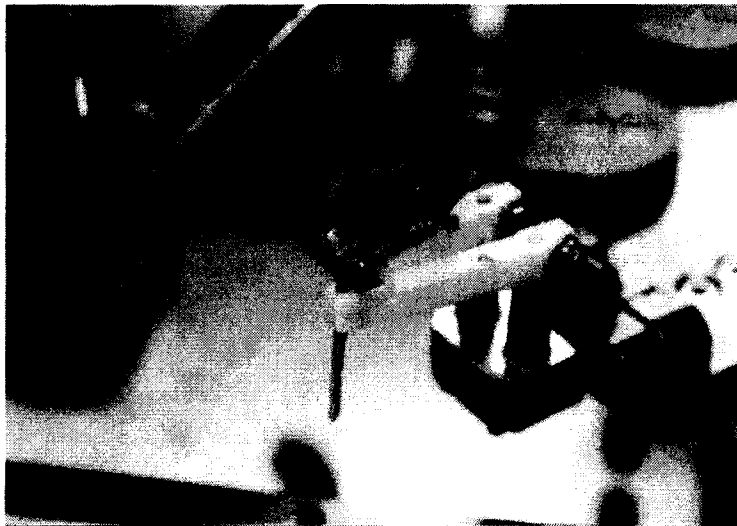


그림 2-31 대목의 삼입구멍 가공

### 라. 접수 공급 가공

열트레이에 심어진 접수는 대목과 같은 방법으로 1셀씩 이동시켜주는 1셀 이동 피더에 의해 가공 위치까지 공급이 된다. 접수는 트레이 셀의 중심으로 부터 이탈되어 있거나 하배축의 직경이 일정하지 않으므로 대목에서와 같은 가이드로 유도하여 접수 그리퍼가 파지에 실패하지 않도록 한다. 접수 그리퍼에 의해 파지된 접수는 절단면이 한쪽 경사형으로 가공하기 위해 2개의 날이 접합하여 절단되도록 하였다.

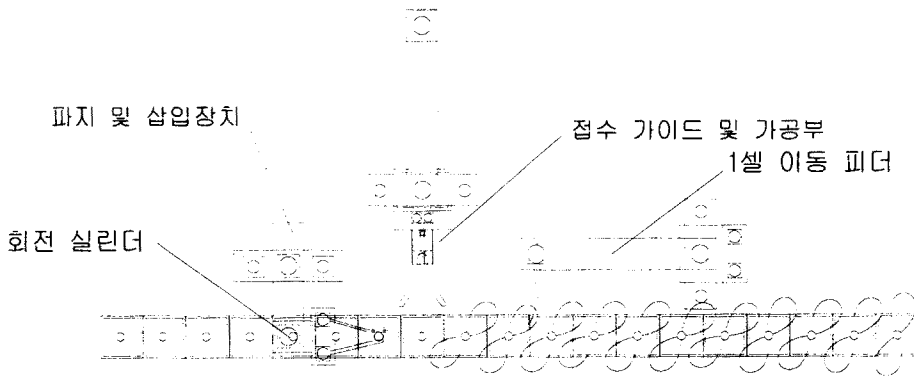


그림 2-32 접수 공급 및 가공부





그림 2-33 접수의 그리퍼 및 한쪽경사형 가공

#### 마. 접합 공정

생장점과 편엽이 절단되어 천공날로 가공된 대목이 접목위치에 도달하면, 접수 그리퍼에 파지 된 채로 한쪽 경사형으로 가공된 접수를 회전 실린더에 의하여 대목의 삼입구멍의 천공방향과 같은 각도로 맞추어 경사방향으로 삼입 접합시키도록 되어 있다.



그림 2-34 접목공정



바. 접목묘 삼목부

턴테이블의 대목그리퍼에서 파지되어 접합공정이 이루어진 접목묘를 삼목을 위한 접목묘 그리퍼로 다시 파지하여, 상토가 충전된 빈 트레이의 셀에 삼목 식부분에 의해 삼목할 구멍을 형성하여 접목묘를 삼목하고 진압하도록 되어 있다.

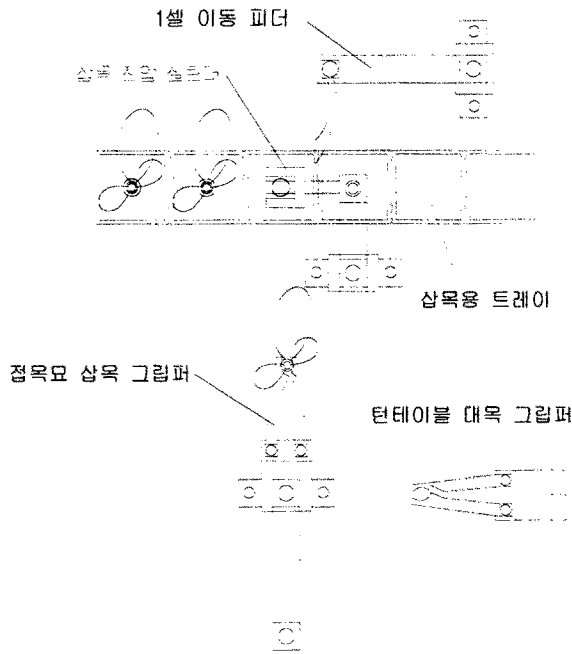


그림 2-35 접목묘 삼목부



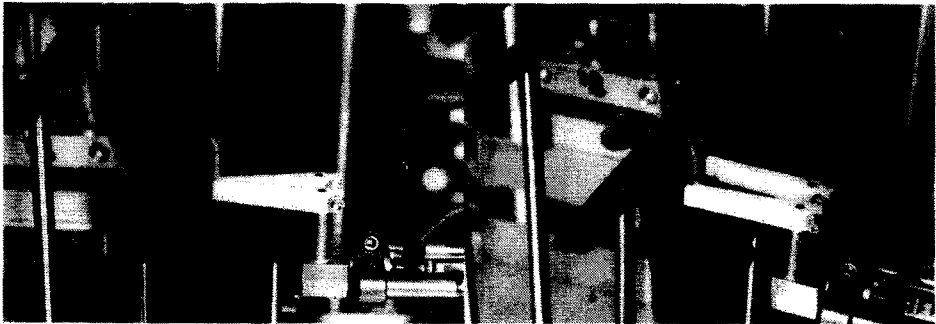
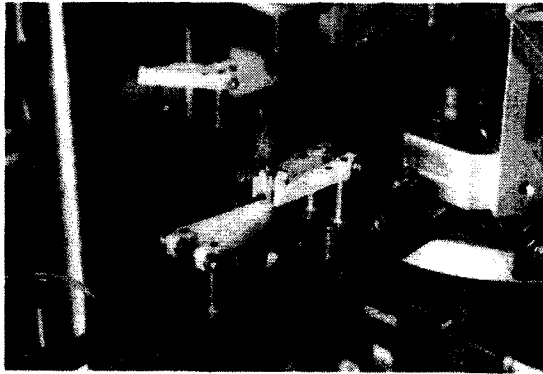


그림 2-36 접목묘의 삼목

#### 사. 시스템 제어 장치

시작 3호기의 시스템 제어 장치는 2호기에서 개발한 캠식 시퀀스 제어장치의 원리를 활용하여 시작 3호기의 각 작동부의 동작에 부합되도록 설계제작하여 사용하였다(그림 2-37). 8개의 그리퍼가 부착된 턴테이블의 1회전 시간은 32초이며 1본접목에 소요되는 시간은 4초로 조정하였다. 그림 2-38에 3호기의 시간별 각 작동기의 공압 실린더 작동 순서도가 나타나 있다. 그림에서

보는 바와 같이 모든 공정이 4초를 1사이클로 하여 조정되어 있다.

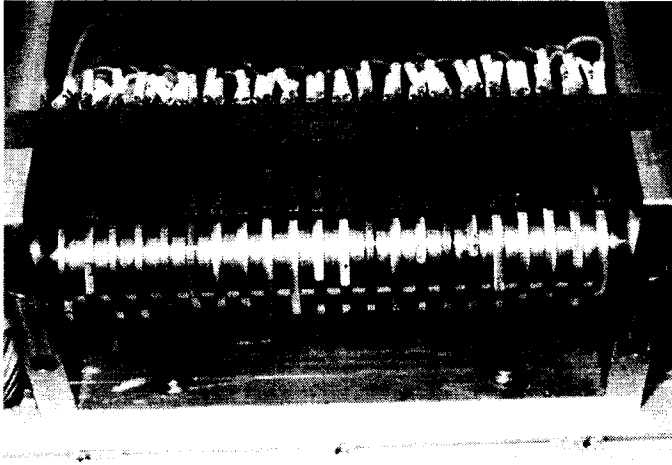


그림 2-37 3호기의 접목 공정 캠식 시퀀스 제어장치

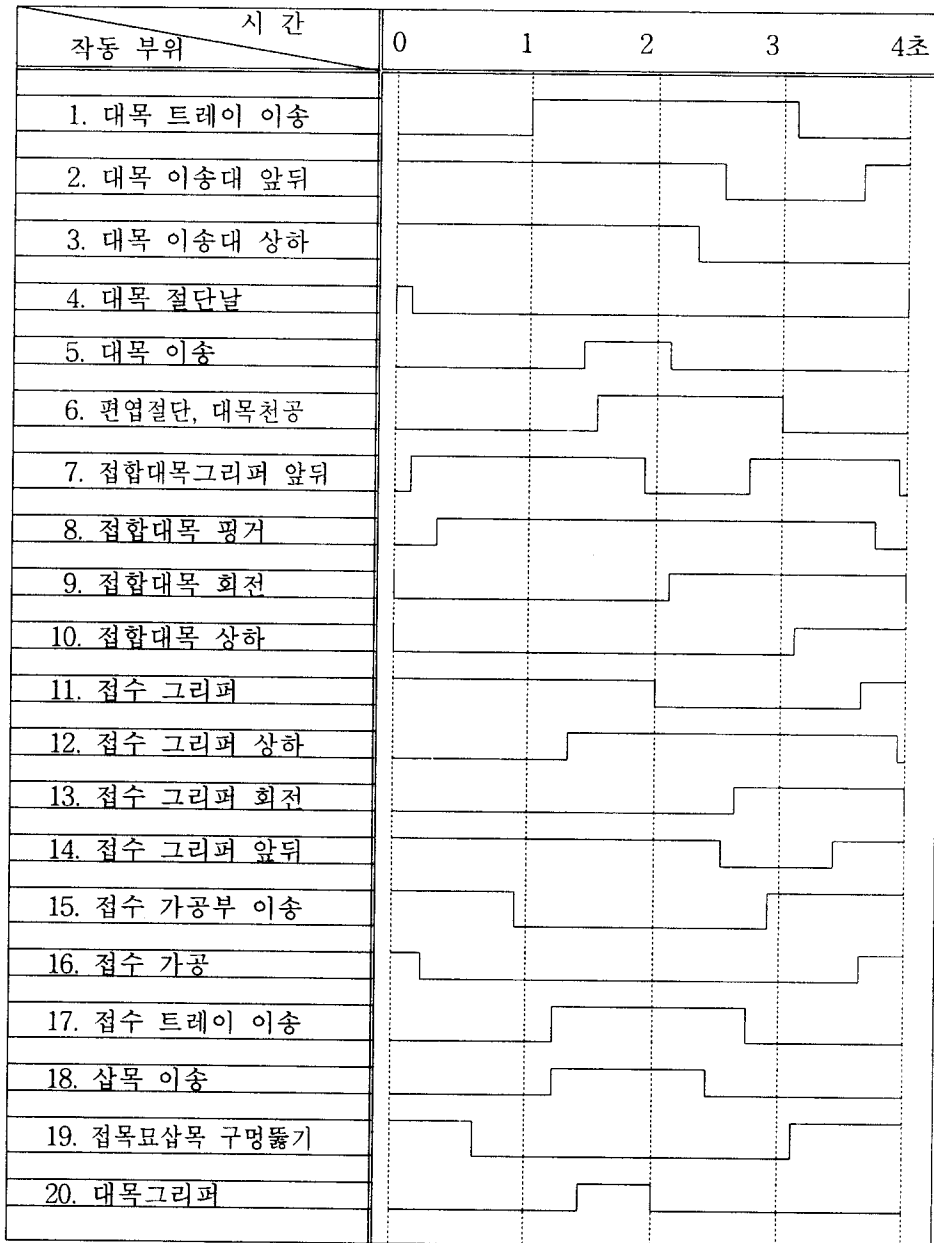
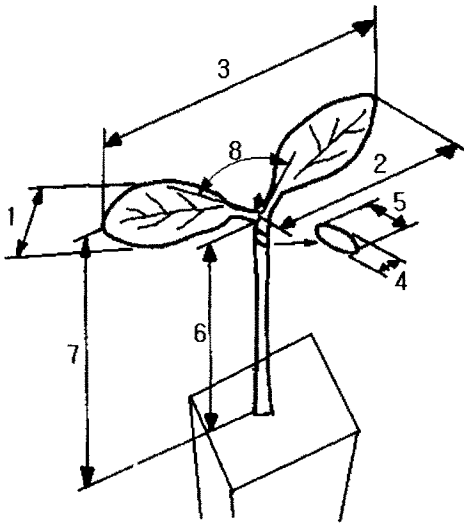


그림 2-38 시작 3호기의 공압 실린더 타임 차트

### 제 3 절 시작기 성능

#### 1. 시작 1호기의 성능

접목시 묘의 형상특성은 접목장치의 기본 치수나 기구를 결정짓는 중요한 설계자료가 된다. 접목 시작기의 성능시험을 위하여 공시대목으로는 호박과 박을 이용하였으며 공시묘의 형상특성 측정항목은 그림 2-39와 같다.



	항 목	비 고
1	엽폭	
2	엽장	
3	전엽장	
4	종배축경	자엽전개방향
5	횡배축경	"의 90°
6	배축장	트레이면으로부터
7	묘크기	"
8	자엽전개각	엽병전개각도

그림 2-39 대목의 형상 측정 부위

삽접 반자동 접목시스템 시작 1호기의 기계접목 성공율을 조사하기 위하여 접수 및 대목 각각 100본을 실험하였다. 실험에 사용한 공시 대목은 호박으로 신토좌 50본과 흑종 50본을 사용하였으며, 접수는 오이 흑진주 100본을 사용하였으며 대목 및 접수의 육묘 상태는 표 2-2와 같다. 표에 서와 같이 대목 하배축의 평균 직경은 4.1mm, 높이는 73.4mm, 접수의 직경은 1.6mm, 높이는 47.5mm로 일반적으로 수작업으로 실행하는 접목작 기의 접수와 대목을 공시묘로 이용하였다.

표 2-2 공시 대목 및 접수

단위 : mm

구 분	종 류	오 이	호 박	
			신토좌	흑종
자엽폭 (1)		19.0	36.3	48.5
자엽길이 (2)		35.0	60.2	70.3
종배축경 (4) (자엽전개 방향)		1.6	3.5	3.7
횡배축경 (5) (자엽전개 직각방향)		1.6	4.3	4.6
배축장 (6)		47.5	71.4	75.5
자엽전개각 (8)		115.0	77.5	58.2

주1 : 오이 100본, 호박 각 50본 평균값

표 2-3은 표 2-2와 같은 공시 묘를 이용하여 시작 1호기에 대한 기계 접목의 성능시험을 실시한 결과를 나타낸 것이다. 공시 본수가 50개인 신토좌에서 기계접목 성공률이 98%이며 접합할 때 1개의 실패가 있었다. 흑종에서도 98%의 높은 기계접목 성공율을 나타내고 있으며 접수가공할 때 1개의 실패가 있었다. 이 기계접목장치에 의한 기계적 접합성공율은 98%로 높게 나타나 시도한 메카니즘으로 기계접목이 가능함을 알 수 있었다.

표 2-3 시작 1호기의 기계접목 성능시험

대 목		신토좌	흑종
공시주수		50	50
기계적 접합 성공 주수		49	49
기계적 접합 성공율 (%)		98	98
접합 실패 내용	대목가공실패	0	0
	접수가공실패	0	1
	접합실패	1	0

그러나 활착시험 결과 활착기간이 길고 그림 2-40과 같이 접목부의 접수배측에서 뿌리가 발생하는 등 활착이 불량한 묘가 다수 발생하였다. 이것은 대목의 가공은 원추 드릴을 사용하였고 접수는 사각뿔형으로 가공함으로써 활착 기간 및 활착율이 표 2-4와 같이 8~12일 및 75%이하로 불량하였다.



그림 2-40 접목부위에 뿌리가 발생한 불량 접목 예

표 2-4 시작 1호기 접목묘의 활착 기간 및 활착율

활착	품종	신토좌+참외				단토스 박+수박			
		1회	2회	3회	소계	1회	2회	3회	소계
공 시 주 수		50주	50주	50주	150주	50주	50주	50주	150주
활착 성공 주수		36	37	37	110	38	37	39	114
활착율(%)		72	74	74	73.3	76	74	78	76
활착기간(일)		10	12	11	11	10	8	9	9

따라서 이런 현상을 개선하기 위하여 접수의 가공 방법을 그림 2-41과 같은 3가지 모양으로 접수의 접합부 가공 방법에 따른 활착율의 비교시험을 실시하였다. 표 2-5에서 보는 바와 같이 참외에 있어서는 접합부를 원추형으로 가공한 것이 96%의 활착율을 나타냈고 경사형과 썰기형은 각각 88%, 90%로 나타나 활착율이 불량했다. 따라서 오이, 참외 등 외과 작물에 있어서는 접수의 접합부를 원추형으로 가공하는 것이 바람직하다고 판단된다. 한편 토마토에 있어서는 3방법 모두 94% 이상의 좋은 활착율을 나타내어 토마토 접수의 가공방법에 따른 차이가 크지 않지만 역시 원추형으로 가공하는 것이 바람직하다고 판단된다. 이상의 결과에 따라 접수의 접합부를 원추형으로 가공하는 장치의 개발을 위해서 그라인딩 방법, 연필 깎기 방법 등 수 가지의 장치를 제작하여 본 결과 실패하여, 기계적 접합 성공만으로 하고 2년차 연구에서 썰기형으로 가공하여 활착율을 높이는 방법을 시도하는 쪽으로 추진하고자 한다.

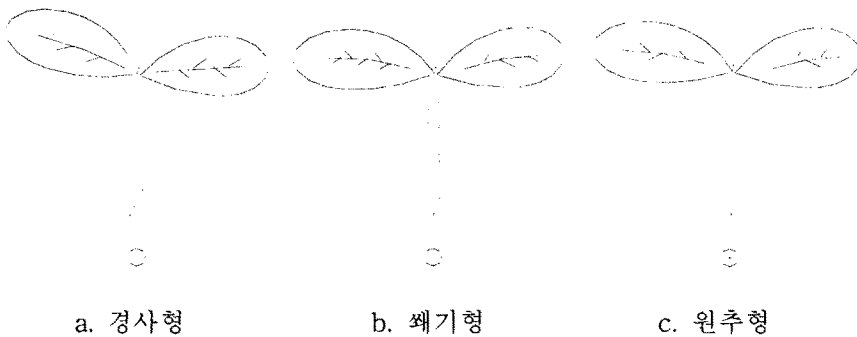


그림 2-41 접수 가공방법 비교



표 2-5 접수 가공방법별 활착율 비교

접 수		접목본수	활착성공본수	활착율(%)
작 목	가 공 법			
참 외	경 사 형	50	44	88
	썰 기 형	50	45	90
	원 추 형	50	48	96
토 마 토	경 사 형	50	47	94
	썰 기 형	50	48	96
	원 추 형	50	49	98

## 2. 시작 2호기의 성능

시작 2호기는 대목 및 접수를 일정한 위치에 수작업으로 공급하는 시작 1호기와는 달리 트레이에 육묘된 묘를 심겨진 상태로 자동공급하여 연속으로 접목하는 열트레이 방식이다. 이 방식은 종자의 발아 위치 및 묘가 성장함에 따라 대목과 접수는 트레이의 셀 중심으로부터 이탈되어 있어 그 정도에 따라 접목 성공률은 크게 영향을 받는다. 또한 대목의 배축장, 배축경에 따라서도 접목성공율은 크게 영향을 받는다. 여기서는 시작 2호기에 적합한 대목, 접수의 묘 상태를 규정하기 위하여 시험한 것이다.

열식 1본 접목 시스템인 시작 2호기의 대목묘의 셀 중심 이탈 정도에 따른 기계 접목성공율을 시험한 결과는 표 2-6과 같다. 표에서 보는 바와 같이 대목이 트레이 셀의 중심으로부터 4mm이내에서는 접목성공율이 93% 이상이지만, 4mm에서 6mm의 범위에서는 24%, 6mm초과시에는 전혀 접목이 불가능하였다.

실제 파종작업에서 트레이의 셀 중심에 정확하게 파종을 하더라도 종자가 큰 박과채소는 발아 및 육묘과정에서 그 위치는 유지되지 않으므로 적응묘 범위를 확장하여 접목이 될 수 있도록 하는 시스템의 보완이 필요하다고 사

료되었다.

표 2-6 대목 묘 배축 길이별 접목성공율

구 분		묘 중심 이탈과 접목성공율					
대 목	접 수	4mm이내	접목(%)	4~6mm	접목(%)	6mm이상	접목(%)
박	수 박	48	96	12	24	0	0
호 박	참 외	44	88	14	28	0	0
호 박	오 이	48	96	10	20	0	0
평 균		47	93	12	24	0	0

주 : 각 50본 접목에 대한 결과임

표 2-7, 2-8은 호박 및 박 대목 각 10본에 대한 기계접목 성공률에 대한 시험 결과이다. 전체적으로 호박은 60%, 박은 70%의 접목성공율을 나타냈으며, 반복시험에서 비슷한 경향으로 나타났다. 접목이 실패한 경우에서 배축 장의 한계는 호박은 60mm, 박은 58mm 정도이며, 배축경의 한계는 호박은 3.6mm, 박은 3.5mm 이하로 나타났다.

표 2-7 호박대목 묘의 배축경 및 배축장별 접목성공율

	엽폭	엽장	전엽장	종배축경	횡배축경	배축장	접목
1	41.0	59.0	114.5	3.9	4.0	55.5	○
2	47.5	75.0	130.0	4.2	4.7	63.0	×
3	39.5	50.0	100.0	2.9	3.6	69.5	×
4	49.5	65.0	121.5	3.9	4.4	60.5	×
5	47.0	56.0	114.5	3.8	4.3	62.5	×
6	46.5	69.5	133.0	4.2	4.5	64.0	○
7	47.0	64.0	121.5	3.8	4.1	54.5	○
8	39.0	62.5	104.0	3.5	3.9	53.0	○
9	50.0	67.0	125.5	3.5	4.0	51.5	○
10	43.0	66.0	112.5	3.5	3.9	51.0	○
평균	45.0	63.4	117.7	3.7	4.1	58.5	60%

표 2-8 박대목 묘의 배축경 및 배축장별 접목성공율

	엽폭	엽장	전엽장	종배축경	횡배축경	배축장	접목
1	24.0	43	84	4.0	4.1	57	○
2	24.0	40	82	3.4	3.7	53	○
3	23.5	42	86	3.6	3.9	52	○
4	20.0	34	70	3.4	3.5	62	×
5	18.0	32	67	3.1	3.1	52	×
6	18.5	33	71	3.4	3.5	48	○
7	26.0	41	81	3.6	3.9	51	○
8	23.0	41	84	3.2	3.4	58	×
9	24.0	35	87	3.6	3.7	48	○
10	24.5	49	96	4.0	4.4	54	○
평균	22.5	39.0	80.8	3.5	3.7	53.5	70%

열트레이에 육묘된 상태로 공급하여 연속 접목 작업이 이루어지도록 구성된 시작 2호기는 전술한 접목 성능시험에서 보는 바와 같이 접목 시스템의 초기 설계시 대목 및 접수의 배축장, 배축경 등 묘 규격이 육묘과정에 차이가 날 수 있는 데, 수용 가능한 범위가 넓은 것이 요구되지만 메카니즘 구성 상 한계가 있다. 또한 기계과종 등의 방법을 이용하더라도 실제 종자가 비교적 큰 박과 채소는 육묘과정에서는 기계의 허용범위 내로 육묘하는 것은 대단히 어렵다는 것을 알 수 있었다.

이상과 같은 시작 2호기의 성능시험에서 나타난 문제점 중에서 크게 두가지를 개선하여 3호기의 개발에 반영하였다. 첫째 종자의 발아상태가 셀 중심으로부터 이탈하는 한계가 6mm 이내로 대단히 좁은 것을 해결하기 위하여 대목의 발아 위치에 관계없이 파지가 가능하도록 하기 위하여 대목을 플러그 바로 상면에서 단근하여 사용하는 단근 삼목하는 방식의 접목메카니즘을 구성하였다. 이것은 대목의 셀 중심 위치 이탈 문제의 해결만이 아니라 삼접법으로 접목할 경우 대목의 과다 흡수로 접수를 밀어내는 현상을 단근함으로써 해결하고자 하는 목적도 포함되어 있다. 둘째는 배축경과 배축장의 차이에 관계없이 대목의 자엽전개기부의 10mm이상 아래 배축을 파지하도록 그리퍼 및 대목 공급 가이드 플레임을 개발하였다.

그림 2-42는 시작 2호기의 활착율 시험을 위하여 제작 사용한 간이활착실이다. 환경실내 온도 조절을 위하여 베드저면에 전열선을 설치하였고, 습도조절을 위하여는 초음파 방식의 오성점보가습기(HU-4200A)를 사용하였다.

표 2-9는 시작 2호기에 의한 접목묘의 활착 기간 및 활착율에 대한 결과이다. 시작 2호기의 대목가공은 15° 경사진 방향으로 삼입하도록 개발한 2단 드릴에 의하여 1단에서 삼입구멍을 가공하고 2단에서 생장점을 제거하도록 되어 있다. 접수는 앞장에서의 설명과 같이 한 쪽 경사형으로 가공하였다. 시작 2호기에 의한 접목묘의 활착환경은 베드 온도 25℃, 활착실 온도 25℃, 습도 95%로 제어하였으며, 활착기간은 오이는 평균 5.5일, 참외는 평균 8.0일

이 소요되었다.

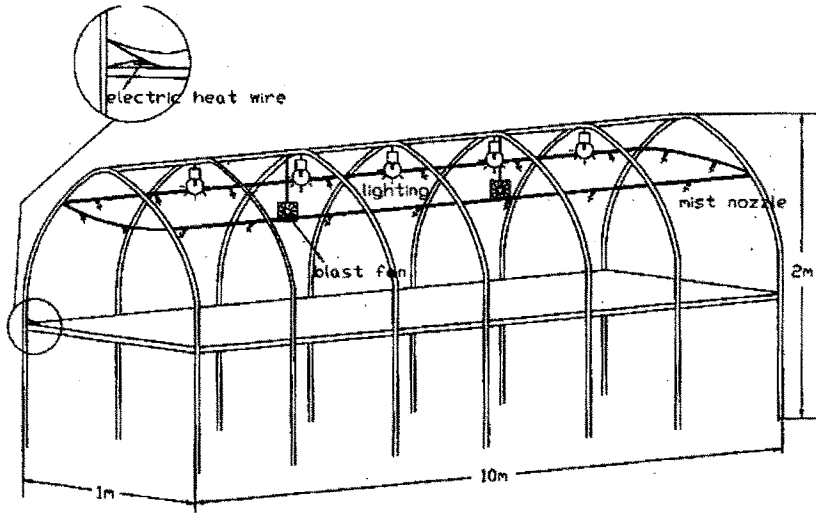


그림 2-42 간이 활착실

표 2-9 시작 2호기 접목묘의 활착 기간 및 활착율

활착	품종	호박(신토좌)+오이				호박(흑종)+참외			
		1회	2회	3회	평균	1회	2회	3회	평균
공 시 주 수		30주	30주	30주		30주	30주	30주	
활착 성공 주수		28	29	28		26	27	28	
활 착 율(%)		93.3	96.6	93.3	94.4	86.6	90.0	93.3	90.0
활 착 기 간(일)		5	7	5	5.6	7	9	8	8.0

### 3. 시작 3호기의 성능

#### 가. 대목 공급부

현재 국내 공정육묘장에서 사용하고 있는 표준 육묘 트레이에 겹치도록 제작한 열트레이에 육묘한 대목을 1열씩 대목 공급레일에 공급하면 1셀이송피더에 의하여 1본씩 정위치에 공급하도록 되어 있다. 이 때 위치 정도는 ±

1mm이내에 있어 다음 공정에 문제가 없었다.

정위치에 공급된 대목은 가이드 플레임이 접근하면서 별도 설치된 단근날에 의하여 단근된다. 단근된 대목은 대목 투입 실린더에 의해 가이드 플레임을 따라 회전 턴테이블에 설치되어 있는 대목그리퍼로 투입된다. 투입되는 중에 자엽 정열 플레이트에 의하여 정열되는데 정열은 자엽의 생장이 부진한 것 외에는 양호하였다. 또한 대목의 자엽전개기부가 투입 실린더의 상부 가이드판의 상면에 걸쳐진 채로 대목 투입 실린더에 의해 이동하게 되는데 대목의 배축이 통과하는 가이드 플레임의 간격을 처음에는 4mm로 제작하여 대목의 배축경이 4mm 이상인 대목은 파지 높이가 과도하게 높게 되거나 배축의 손상을 가져왔다. 뒤의 공정에서 자엽누르게로 파지 높이를 조절하지만 가이드 플레임의 간격을 6mm로 조정하여 사용대목의 하배축의 범위를 넓게 하여 투입되도록 하였다.

표 2-10은 가이드 플레임 간격조정 전후의 성능 자료이다. 표에서와 같이 조정전 종배축경의 평균은 3.69mm, 표준편차 0.16mm, 횡배축경의 평균은 3.9mm, 표준편차는 0.25mm의 참박대목 50본의 시험에서 파지 높이는 그리퍼의 상면으로부터 평균 10.9mm, 표준편차 3.4mm인 것이, 조정후 종배축경의 평균은 4.1mm, 표준편차 0.30mm, 횡배축경의 평균은 4.3mm, 표준편차는 0.39mm의 같은 참박대목 50본의 시험에서 파지 높이는 그리퍼의 상면으로부터 평균 8.6mm, 표준편차 0.58mm로 개선되었다. 또한 대목의 배축에 발생한 손상은 조정전에 50본중 7본이던 것이 조정후에는 발생하지 않았다.

표 2-10 파지 높이 조절

사용 대목	조정 전		조정 후	
	참박 (단토스)		참박 (단토스)	
시험 본 수	50		50	
	평 균	표준편차	평 균	표준편차
종배축경 (mm)	3.6	0.16	4.1	0.30
횡배축경 (mm)	3.9	0.25	4.3	0.39
파지높이 (mm)	10.9	3.4	8.6	0.58
배측손상 (본)	7		0	

대목 투입 실린더는 그림 2-26, 27에서 보는 바와 같이 대목의 배측부와 접촉하는 실린더의 전면이 단순한 16mm의 사각봉이었으나 그림 2-43과 같이 길이를 40mm로 길게하고 스폰지를 붙여서 대목의 하배축이 투입 이송되면서 수직상태가 흐트러지거나 손상을 받지 않도록 하였다. 대목 투입 실린더의 상부는 그림과 같이 U자형의 가이드 판을 부착하여 자엽의 전개방향을 그리퍼와 평행한 방향으로 되도록 유도하고 자엽의 전개기부를 가이드판의 상부에 걸치게 함으로써 그리퍼에 대목이 그리핑될 때 일정한 높이가 되도록 하였다. 대목 투입 실린더의 아래 부분도 U자형의 가이드 판을 부착하여 가이드 프레임으로부터 대목이 벗어날 때 대목의 하배축 아래 부분이 흔들려 파지에 실패하거나 수직위치가 흐트러지는 것을 방지하도록 하였다.

그림 2-44는 대목이 투입되어 대목그리퍼가 파지하는 모습을 나타낸 것이다.

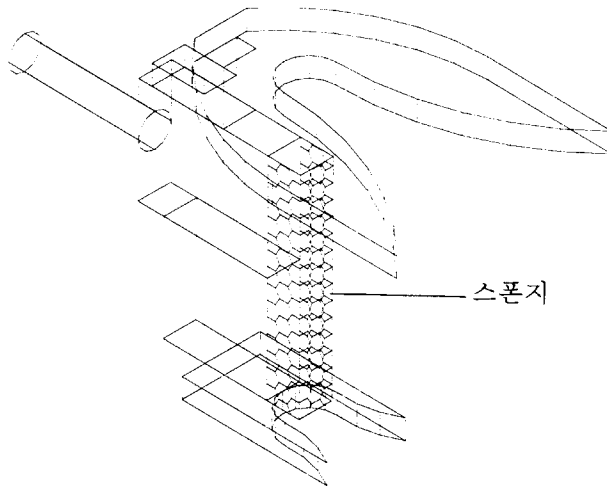


그림 2-43 대목 투입 실린더의 개선

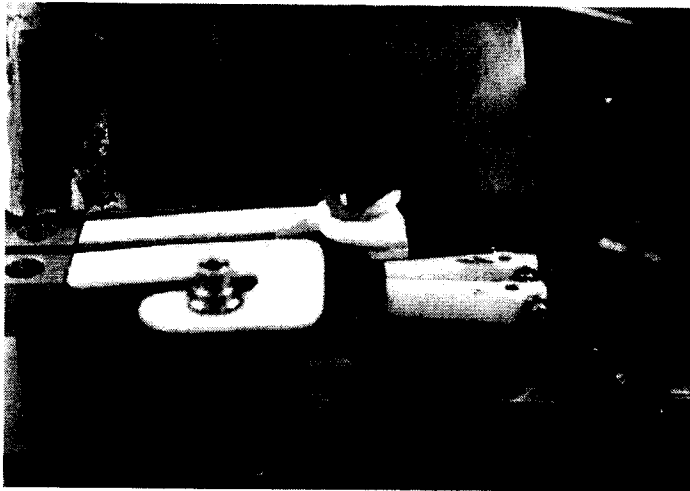


그림 2-44 대목의 공급

#### 나. 대목 절단부

그리퍼에 파지된 대목은 턴테이블의 회전에 의해 대목의 편엽절단공정으로 진행된다. 여기서 대목은 그림 2-45와 같이 하배축 이탈방지판에 의해서 대목이 수직의 상태를 유지하도록 하여 대목이 수직이 아닌 경사상태에서 편엽절단을 할 경우 본엽제거가 완전히 되지 않거나 남겨져야 할 편자엽을 일부



를 절단하지 않도록 하였다.

그림 2-28의 자엽누르개는 양자엽만을 누르는 형상으로 이것은 자엽의 상태(크기, 전개각 등)에 따라서 그리퍼가 자엽전개기부로부터 일정한 위치를 파지하도록 누르는 것이 어려웠다. 그래서 그림 2-45와 같이 양자엽과 본엽이 있는 생정점 부위를 동시에 눌러주는 형상으로 개선하여 파지위치를 일정하게 하는데 성공하였다. 또한 처짐방지판으로 자엽전개기부를 받치게 하여 본엽의 크기정도에 따라 과도하게 눌러지는 것을 방지하도록 하였다. 이렇게 하여 남아있게 되는 편자엽을 그리퍼상부의 대목지지부와 자엽누르개가 일정한 위치로 누르고 있는 상태에서 편자엽을 회전 실린더에 의해서 아래에서 위방향으로 쳐올리는 절단날이 절단함으로 편자엽절단을 성공적으로 할 수 있었다.

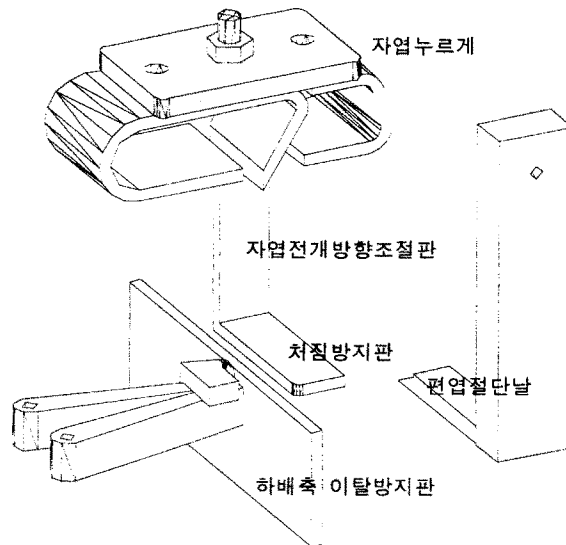


그림 2-45 자엽누르개와 편엽절단



그림 2-46 대목의 편엽 절단

표 2-11은 개선 전후의 편자엽 절단에 대한 성능시험 결과이다. 표 2-11과 같이 개선 전후의 대목의 파지는 트레이 공급방향을 기준으로 자엽전개각이 평균  $83.5^\circ$  (표준편차  $16.5^\circ$ )와  $119.5^\circ$  (표준편차  $13.7^\circ$ )의 발아상태에서 전체의 90%가 그리퍼와 평행하게 대목이 정렬되어 파지되었다. 나머지 10%는  $\pm 15^\circ$ 의 범위 이내로 파지되어 남겨지는 편자엽의 일부를 자르게 되지만 접목 후 활착에는 지장이 없었다.

그러나 개선전후의 편엽절단은 표 2-10에서의 같이 파지 높이의 차이에 따라 편엽절단성공율은 70%에서 96%로 증가되어 편엽절단은 대목 그리퍼의 대목 정렬과 파지 높이에 크게 영향을 받음을 알 수 있었다.

표 2-11 대목의 편엽절단

사용 대목	조정 전		조정 후	
	참박 (단토스)		참박 (단토스)	
시험 본 수	50		50	
	평 균	표준편차	평 균	표준편차
엽 폭	35.4mm	1.58mm	37.0mm	2.0mm
엽 장	59.7mm	4.8mm	60.8mm	11.9mm
전엽장	114.3mm	10.7mm	119.0mm	6.8mm
발아상태 (자엽전개각)	83.5°	16.5°	119.5°	13.7°
대목 정렬**	45본	90%	45본	90%
편엽절단을	35본	70%	48본	96%

다. 접수 삼입공 천공

대목 그리퍼에 일정한 높이와 정렬된 방향으로 파지된 대목은 경사방향으로 전용봉에 의하여 접수의 삼입구멍을 천공한다. 표 2-12와 같이 대목 그리퍼에서의 파지높이가 평균 10.9mm(표준편차 3.49mm)이고, 편엽절단율이 낮은 상태에서는 접수의 삼입이 가능한 천공상태는 60%에 불과하고, 파지높이가 평균 8.6mm에서 표준편차가 0.58mm에서는 접합가공한 천공율은 96%로 실패하지 않는 것으로 나타났다.



그림 2-47 접수 삼입공 천공

표 2-12 접수 삽입가능한 천공율

사용 대목	조정 전		조정 후	
	참박 (단토스)		참박 (단토스)	
시험 본 수	50		50	
	평 균	표준편차	평 균	표준편차
파지높이	10.9mm	3.4mm	8.6mm	0.58mm
편엽 절단율	35분	70%	48분	96%
삽입공 천공	30분	60%	48분	96%

라. 접수의 가공 및 접합

접수의 가공은 그림 2-48(a)과 같이 원추형, 쐐기형 가공을 시도 하였으나 기계적 방법으로 원추형 가공은 장치개발에 실패하였고, 쐐기형 가공은 절단면이 예상했던 만큼의 각도가 나오지 않아 활착에 문제가 있었다. 따라서 예비적인 활착시험을 통하여 그림 2-48(b)와 같이 한쪽 경사형으로 가공하는 방법을 선택하였다. 접수 가공 및 접합에 대한 성능시험 결과는 다음과 같다. 표 2-13에서와 같이 참박과 참외를 이용한 시험에서 96%이상의 좋은 기계접합성능을 나타냈다. 그림 2-49는 접수 가이드 및 절단날의 형상이다.

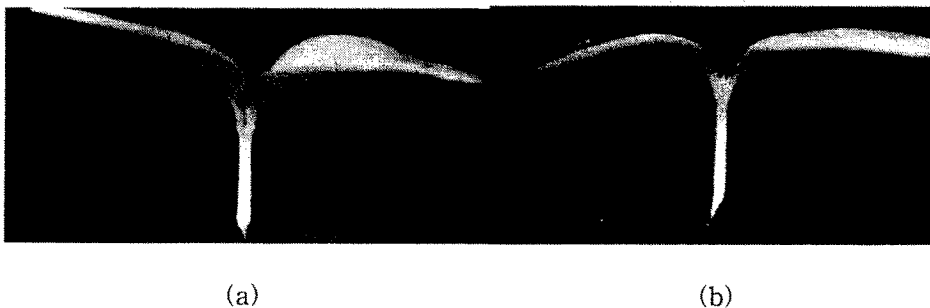


그림 2-48 접수의 가공

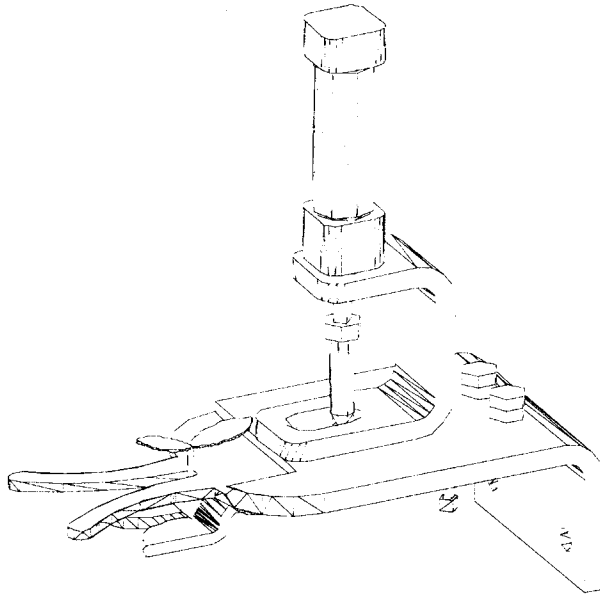


그림 2-49 접수의 한쪽 경사형 절단날부

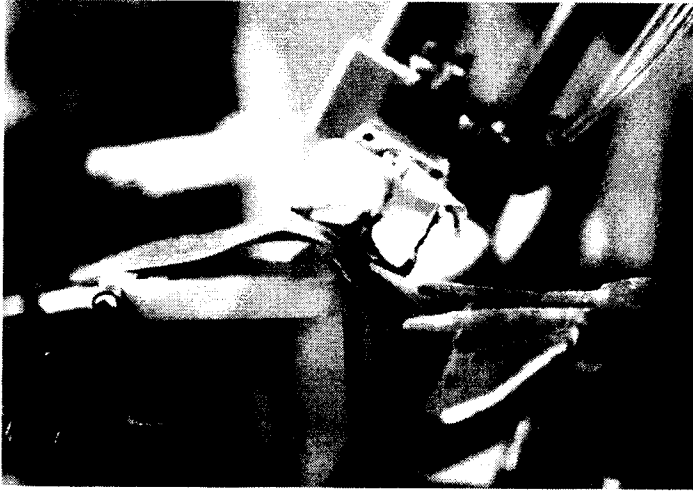


그림 2-50 접합 공정

표 2-13 접수의 가공과 접합 성능

	접 수		대 목		
사용 종자	참외 (금싸라기)		참박 (단토스)		
시험 본 수	50		50		
	평 균	표준편차		평 균	표준편차
배축경	1.4mm	0.1mm	종배축경	4.1mm	0.30mm
배축장	32.2mm	1.4mm	횡배축경	4.3mm	0.39mm
엽 폭	13.0mm	1.7mm	엽 폭	37.0mm	2.0mm
엽 장	14.1mm	1.4mm	엽 장	60.8mm	11.9mm
전엽장	30.7mm	1.4mm	전엽장	119.0mm	6.8mm
접 합	48본 (96%)				

마. 삼목 및 진압

접목묘의 삼목부에서는 삼목후 진압 실린더가 없어서 삼목 천공날로 상토로 충전된 트레이에 형성한 구멍에 접목묘를 삽입하지만 진압을 하지않을 때에는 활착이 불량하므로 그림 2-51과 같이 “ㄷ”자 모양의 진압부를 천공날과 같이 움직이도록 설치하였다.

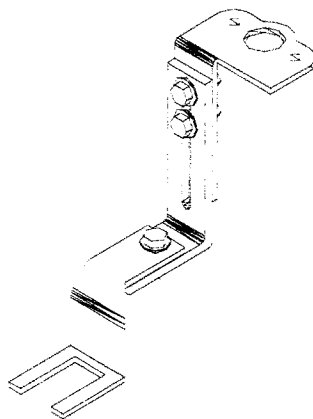


그림 2-51 삼목부 진압



그림 2-52 삼목부 진압공정

라. 편엽절단 접목의 활착

표 2-14는 대목은 참박(단토스)으로하고 접수는 참외, 오이, 수박을 각각 50본으로 하여 접목 및 활착환경을 시험한 결과이다. 표에서와 같이 기계접목은 평균 94%, 접목묘의 활착율은 95%로 나타나 대단히 양호한 성능을 나타내었다.

표 2-14 편엽절단 삼접의 활착율

	접 수			대 목
	참외(금싸라기)	오이(진주)	수박(달고나)	참박 (단토스)
사용 종자				
시험 본 수	50	50	50	150
배축경	1.4mm	2.0mm	1.9mm	4.6mm
배축장	32.2mm	37.2mm	33.6mm	65.2mm
엽 폭	13.0mm	22.5mm	17.7mm	35.1mm
엽 장	14.1mm	23.1mm	16.4mm	64.3mm
전엽장	30.7mm	70.9mm	32.4mm	120.7mm
접목 본(%)	48(96)	46(92)	47(94)	평균 94%
활착 본(%)	45(94)	44(96)	45(96)	평균 95%

그림 2-53은 시작 3호기에 의해 기계접목한 접목묘를 활착축진실에서 관리하여 2일 간격으로 활착 및 발근의 상태를 관찰한 결과이다. 활착축진실을 이용하여 활착시킬 경우 활착율은 95%이상을 나타냈다. 그림 2-54는 활착 후 단근 삼목한 접목묘의 배축부 발근상황을 조사한 것으로 발근은 비교적 양호하였다.



접목후 2일

4일

6일

그림 2-53 단근 편엽절단 접목의 활착

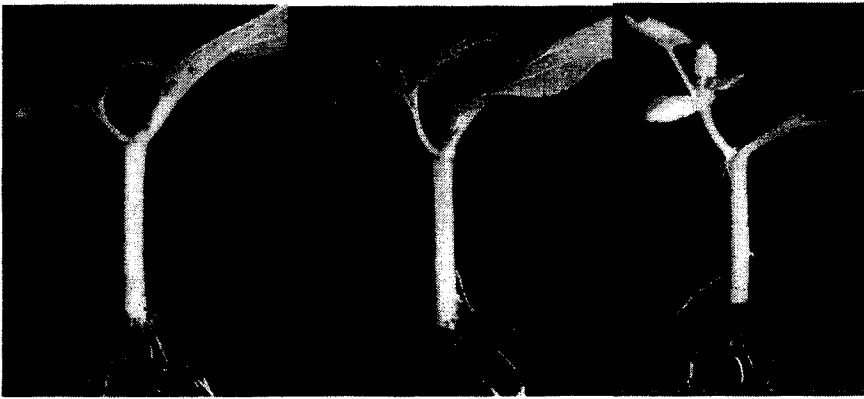


그림 2-54 활착 후 발근



## 제 3 장 묘재배 기술 개발 분야

기계접목 장치나 로봇에 의한 접목묘 생산에 있어서 가장 크게 영향을 주는 것이 대목과 접수의 육묘이다. 이것은 기계적 접목은 묘규격이 접목장치에 적합하지 않으면 접목에 성공하지 못하게 됨을 의미한다. 따라서 묘의 특성을 이용하여 접목을 하는 기계접목장치나 로봇에 있어서는 적합한 규격의 묘 재배는 로봇의 성능을 충분히 발휘시켜 효율적인 작업을 할 수 있도록 하기 때문에 중요한 포인트가 된다

대목·접수의 발아율, 배축경, 접목시기(일령) 및 접목후 활착 등 여러 가지 육묘기술의 고려사항이 있지만 그 중에서 대량의 묘를 생산하기 위한 기계접목에 있어서는 묘생육의 불균일을 최소한으로 하고, 접목후의 활착율을 높일 수 있는 것에 중점을 둔 육묘기술을 개발하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 대목, 접수의 균일 발아 기술, 토중녹화 육묘법 및 노숙대목 접목기술 등을 주 검토 대상으로 하였다.

### 제 1 절 대목·접수의 균일한 발아 기술

#### 1. 종자의 최아처리

기계접목에서는 대목 및 접수의 하배축 직경, 길이, 자엽전개방향 등이 균일한 정도에 따라 기계접목 접합성공률은 크게 차이가 난다. 따라서 대목 접수 묘의 균일성을 목표로 균일하게 발아할 수 있는 종자처리 기술을 개발하기 위하여 3가지 처리를 한 시험 결과는 표 3-1과 같다. 공시작물로서 접수는 참외, 수박, 대목은 호박, 참박을 공시하였다. 종자처리는 ①침종후 모래에 층적저장(종자와 모래혼합 관수 → 탈수기 1분 탈수 → 비닐 봉지에 넣어 저온저장, ②침종 후 젖은 타올저장(젖은 타올에 싸서 → 탈수기 1분 탈수 → 비닐 봉지에 넣어 저장, ③건종자 저온저장의 방법으로 시험하였으며, 저장온도 및 처리기간은 5℃(냉장고 냉장실)에서 3~30일로 하였다.

종자별로는 수박, 참박, 참외, 호박 순으로 발아가 균일하게 나타났으며 17~4%의 발아세가 향상 되었고 종피가 치밀한 종자에서 발아세가 크게 향상하였고, 처리별 효과는 총적저장 > 타올저장 > 건종자 순으로 건종자 과정에 비해 총적 및 타올저장이 발아세가 크게 향상되었다. 실용적인 방법은 젖은 타올저장이 간편하여 적합하다고 판단되었고, 저온저장 기간별 효과는 7일 이상이 효과적인 것으로 나타났다.

표 3-1 종자처리별 발아율





종 자	처 리	발 아 세 ( % )		발 아 율 ( % )	
		파종후 3일	파종후 4일	파종후 5일	파종후 7일
참 외	총적저장	91	94	95	96
	타올저장	90	93	95	96
	건 종 자	82	89	92	95
수 박	총적저장	86	92	94	96
	타올저장	84	90	93	95
	건 종 자	63	75	87	92
호 박	총적저장	87	99	99	99
	타올저장	86	99	99	99
	건 종 자	83	95	97	98
참 박	총적저장	79	94	97	98
	타올저장	80	94	96	98
	건 종 자	73	86	93	96

## 2. 육묘트레이 셀중심 발아율 향상 시험

시작 2호기에서 접목성공율은 대목접수의 균일성도 중요하지만 대목이 육묘트레이의 셀 중앙에 발아하여 하배축이 위치하는 것이 대단히 중요하다. 따라서 묘가 셀 중앙에 위치하는 파종방법을 검토하기 위하여 파종상태에 따른 발아위치에 대한 시험을 실시하였으며 그 결과를 표 3-2에 나타냈다. 공시작목은 호박, 참박을 사용하였다. 종자를 셀의 중앙에 파종하면서 종자의

자세를 표 3-2의 그림과 같이 종자의 눈의 위치에 따라 4가지로 처리하였다. 시험 결과는 종자의 눈이 위로 가게 파종하는 것이 중심 발아율이 가장 양호하였고, 종피를 쓰고 발아하는 것이 가장 적어 제일 좋은 파종방법이라고 판단되었다.

표 3-2 파종상태별 발아 위치

종 자 별	중 심 발 아 율 (%)				비 고
					
호 박	76	98	82	91	중심에서 5mm 이내 배측위치
참 박	74	97	80	89	

## 제 2 절 토중녹화 육묘 기술

토중녹화 육묘기술은 일본 이바라키(茨城)현의 독농가인 故 石鳥友衛門씨가 개발한 것으로 그림 3-1과 같이 대목과 접수의 파종후 복토하지 않은 상태에서 뿌리가 내린 후 태양광에 노출시켜 녹화한 후 복토하여 발아시키는 육묘방법이다. 표 3-3과 같이 관행방법에 비하여 발아율이 대목은 파종 3일 후에 98% 이상이며, 접수의 경우도 92%이상으로 높고 발아세가 균일한 육묘 기술로서 공정육묘장에 적용성이 높은 육묘기술이라고 평가된다. 특히 접목 후 활착 환경의 조절이 용이하고 활착율이 높은 특징을 가지고 있어 접목묘의 공장적 생산에 있어서 우수한 육묘기술이라고 판단되며 접목로봇 개발의 전단계 연구로서 우수한 연구 결과를 얻은 것이다. 육묘의 성패는 육묘기간 중의 베드의 온도를 25℃ 이하가 되지 않도록 관리하는 것이다. 또한 발아와 접목, 삼목 때는 30℃를 유지해야 한다.

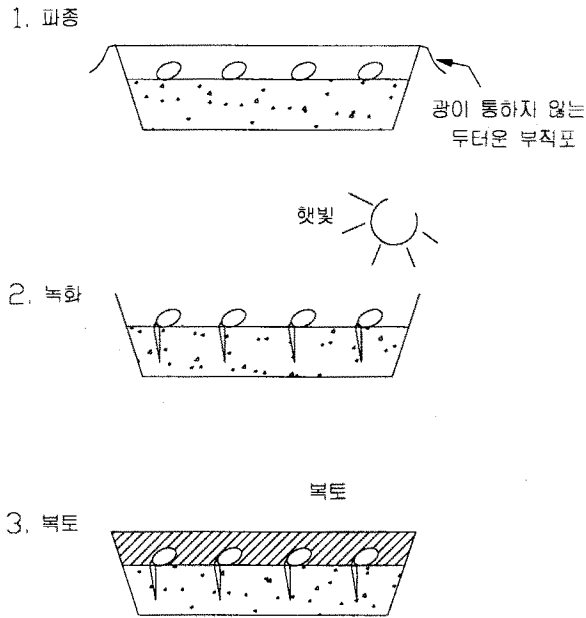


그림 3-1 토중녹화 육묘법

표 3-3 토중녹화 육묘법의 발아 및 접목후 활착율시험 결과

구 분		발아율(%)			활착율 (%)	비고
		파종후 3일	파종후 4일	파종후 5일		
토중 녹화	접수(금싸라기)	92.5	93.2	93.2	89.5	
	대목(신토좌)	98.2	99.2	99.2		
관행	접수(금싸라기)	72.0	79.5	82.5	88.0	
	대목(신토좌)	73.5	85.5	88.5		

### 제 3 절 노숙대목 접목 기술

공정육묘장은 재배자의 주문에 의하여 모를 생산공급하게 되는데 다량의 대목을 항시 보유하고 접수는 주문에 응해서 단기간에 파종 접목하여 공급할 수 있는 체제가 되는 것이 바람직하다. 본 노숙대목을 이용하는 접목기술은 그림 3-2와 같이 대목의 재배일수를 관행의 접목 적기를 지난 대목을 이용한

접목기술로서 대목의 본엽이 전개된 후 어린 접수를 접목하는 기술로서 기계 접목 및 로봇접목에 이용 가능성을 검토한 것이다.



그림 3-2 노숙대목

표 3-4는 노숙대목을 이용하여 접목할 경우 대목의 접합 위치별 활착율 및 생육상태를 보인 것으로 양자엽 사이의 삼접이 하배축 상부 또는 하부보다 활착율이 양호하게 나타났다. 이것은 전술한 접목법 선정에서 삼접 중 양자엽 사이 삼접을 선정한 이유이다. 여기서 노숙대목을 이용할 경우는 수박의 삼접 시 활착환경이 좋지 않은 경우에도 어린묘에 비하여 활착율이 높다는 접목묘 전문 육묘장 관계자의 의견과 일치한 결과를 가져왔다.

표 3-4 대목의 접합 부위별 활착율 비교

접 합 부 위	활 착 율 (%)			비 고
	접목후 3일	접목후 5일	접목후 7일	
양자엽사이	80	92	97	양 호
하배축상부	64	76	80	보 통
하배축하부	62	68	72	불 량

표 3-5는 노숙대목의 일령별 활착율을 조사한 것이다. 표에서 보는 바와

같이 노숙대목을 이용하여 삼접할 경우에 대목의 일령이 90일 이후는 활착율이 현저히 저하하였으며, 일령 80일까지는 활착율이 유지됨을 보여주고 있다. 따라서 노숙대목을 사용할 경우 일령이 80일 이상은 되지 않도록 주의할 필요가 있다.

표 3-5 노숙대목 일령별 활착율 비교

노숙대목 일령	활 착 율 (%)			비 고
	접목후 3일	접목후 5일	접목후 7일	
21일	78	91	95	양 호
80일	75	90	93	양 호
97일	45	68	72	불량(활착지연) 생육부진

## 제 4 절 공정육묘 적응성

현재 개발된 전자동 접목로봇 시스템을 공정육묘장에 도입할 경우 사용자가 문제점으로 들고 있는 것은 기계적인 성능도 중요하지만 적정묘 육묘기술 및 접목묘의 양생관리 등 작물 그 자체에 대한 것이 많다고 조사되었다. 따라서 생육이 균일한 묘를 공급하기 위한 묘재배의 표준화나 접목 적기묘의 저온저장 기술 등을 도입하여 공정육묘에 대한 적응성 확대를 위한 시험연구를 수행하고 있다.

### 1. 열 트레이( tray ) 개발

표준 트레이에 겹치면서 일렬씩 분리되는 열트레이에 대목과 접수를 육묘하여 열트레이를 표준트레이로부터 일렬씩 분리하여 공급레일에 올려 놓으면 1셀씩 접목 위치로 이송하는 피더에 의하여 공급되어 연속으로 접목을 하는 메카니즘에 적합하고, 파종과 접목후 활착 등 공정 육묘에 적응할 수 있도록

표준트레이(대목:50공, 접수:200공)에 겹치게 탑재할 수 있는 그림 3-3과 같은 열트레이를 개발 제작하여 사용하였다.



그림 3-3 열 트레이

## 2. 배축 길이

기계접목에 있어서 접수의 배축길이는 접목공정에 별 문제가 없지만 호박, 박 등 대목의 배축은 육묘일수 및 육묘환경에 따라 배축의 길이가 트레이 상면을 기준으로 40~100mm 정도로 편차가 심하며 동일한 트레이에 육묘한 대목도 10~20mm의 편차가 발생한다. 시작 1호기 및 시작 2호기에서는 대목의 적응 배축길이가 트레이 상면을 기준으로  $55 \pm 10$ mm로 상정하였다. 따라서 편차 20mm이상은 수용할 수가 없기 때문에 대목 규격에 제한을 받게 된다. 시작 3호기에서는 이러한 대목의 규격에 제한을 받는 문제를 해결하기 위하여 대목을 단근하여 삼목하는 시스템으로 개선하였다. 따라서 대목의 배축길이는 극단적인 불량묘외에는 문제로 되지 않게 되었다.

## 3. 배축 직경

그리퍼에 의한 묘의 파지력은 묘 배축의 직경에 따라 달라진다. 연약한 식물체의 파지는 식물에 손상을 주지 않는 범위내에서 파지하여야 한다. 지금까지 밝혀진 바에 의하면 그리퍼에 의한 배축의 압축비율과 묘 생장의 관계에서 배축의 30%정도까지 압착변형시켜도 성장에는 영향이 없었다는 林 등

의 결과에서 접목시 배축경의 편차는 허용범위내가 되도록 육묘할 필요가 있으며, 앞으로 이 변형내에서 파지력의 변화가 없도록 2차년도에 소프트 그리퍼를 개발한 바 있다. 그러나 접목공정에서 손상을 줄이는 가장 좋은 방법은 대목 접수의 배축경을 가능한 균일하게 재배하여야 하기 때문에 배축경을 어느 범위에서 조절할 수 있는 물관리 기술이 필요하여 별도 연구로써 실시 중에 있다.

#### **4. 대목 접수의 트레이 셀상의 위치**

기계접목에 있어서 대목과 접수의 트레이 셀상의 위치가 셀 중앙으로부터 어느 정도 편심되게 있는가에 따라 접합 성공율에 영향을 주는 것이 일반적이다. 특히 호박, 참박 등을 이용하는 대목은 종자가 크기 때문에 파종위치 및 파종자세에 따라 발아 위치가 달라지기 때문에 전술한 육묘 트레이 셀 중심 발아울향을 위한 시험을 시도한 결과에서 셀 중앙에 종자의 눈이 위로 향하도록 할 경우에 가장 좋은 셀 중심 발아 성적을 얻었다. 그러나 파종기 개발의 기술적 문제 등 수반되는 문제로 인하여 대목을 단근하여 공급하는 방식을 도입함으로써 대목의 셀 위치는 문제로 되지 않게 되었다.

#### **5. 대목의 자엽 방향**

시작 1, 2호기에서는 양자엽을 남겨둔채로 삽접하는 방식을 취하여 대목의 자엽 방향을 정밀하게는 맞출 필요는 없었다. 그러나 이 경우 대목의 성장점의 완전 제거에 실패하면 대목의 측아 제거 등 접목 후 관리에 어려움이 있다. 따라서 시작 3호기에서는 성장점제거가 확실한 편엽절단 방식을 도입하여 절단부위에 삽접하는 접목법을 택하게 되었다. 이방식은 대목의 자엽방향을 일정방향으로 정렬하지 않으면 편엽 및 성장점 절단에 실패한다. 따라서 접목의 성공율을 높이기 위해서 단근한 대목을 대목 그리퍼에 투입하는 공정에서 그림 2-26에서 보는 바와 같이 가이드 플레이트를 통과하면서 정렬이



되도록 하였으며 표 3-4에서 보는 바와 같이 적정방향으로의 정열 성공률은 98%로 대단히 좋았다.

## 6. 대목 및 접수의 환경조절과 생장

접목묘를 대량생산하는 공정육묘에 있어서는 묘 생장의 변동은 묘질과 활착율에 영향을 주기 때문에 그림 3-4에서 보는 바와 같이 매일 파종하여 연일 접목하는 계획에서는 육묘기간 중에 예상하지 않은 저온이나 흐린날이 있으면 접목적기가 늦어진다. 따라서 접목을 늦추어 적기에 맞추면 평년과 같은 기상으로 되돌아 갔을 때의 접목은 적기가 지난 묘를 접목하지 않으면 안 되게 된다.

그렇지 않으면 늦어진 기간분 만큼 접목을 하지 못하는 날이 생긴다. 만약 계획대로 접목을 하면 적기가 되지 못한 어린묘를 접목하는 것이 된다. 이러한 문제에 적응하기 위하여는 접목적기의 범위가 넓은 시스템으로 개발할 것인가 아니면 파종후 일정한 기일에 접목 적기가 오도록 하는 것을 정할 필요가 있다.

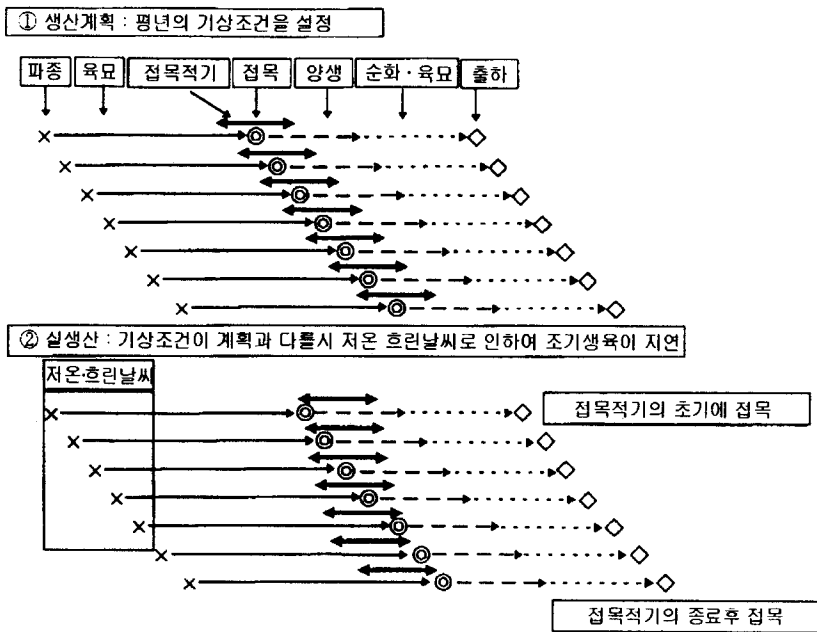


그림 3-4 안정적인 접목묘 생산

본 연구에서는 묘의 규격범위내의 대목 및 접수가 접목성공율에 영향을 주기 때문에 생육이 균일한 묘를 공급하기 위한 묘재배의 표준화나 접목 적기 묘의 저온저장기술 및 기계묘 적응성 확대 등이 요구되고 있다.

## 제 5 절 활착촉진 환경

접목한 묘는 접목 후 수일간 광, 온도, 습도, 풍속 등 기후조건을 활착의 적정조건으로 제어할 수 있는 시스템에서 집중관리를 해야 한다. 이 과정은 접목성공의 양부에 크게 좌우될 정도로 중요하다.

박과채소 접목로봇에서 채용하는 편엽절단점에 있어서는 자엽의 한쪽이 없기 때문에 양생관리가 어렵다고 하는 말도 들리고 있다. 양쪽에 자엽이 있는 접목과 비교하면 다소 조기생육이 지연되는 등 현상이 나타난다.

과거 호접 등 수작업으로 하는 접목에 있어서 행하여지고 있는 양생방법은

하우스내에서의 비닐 터널을 사용하는 것이 대부분이었다. 이 방법이라도 어느 정도 양생은 가능하였지만 활착하는 데 기간이 길고 날씨가 매일 변하거나 계절에 따른 관리방법의 차이 등 엄청난 관리노력이 필요하다. 그 때문에 인공적으로 적정환경(습도·온도·조도·바람)이 되도록 조절하는 제어가 가능한 안전한 시스템에서의 양생관리가 필요하게 되었다.

일본 JA에서 양생장치를 개발하여 접목묘의 대량생산 시스템에 도입하도록 급속활착실 「묘피트」를 개발보급하였다. 이 시스템의 특징은 시스템을 2중 구조로 하여 냉난방의 공기를 순환시키지 않고 통풍에 의하여 묘 시들음을 방지하고 있다. 또한, 간접 공조방식을 도입하여 습도유지력은 높고, 가습능력이 작아도 좋은 점이다.

### 1. 적정 활착환경 조성을 위한 활착실 제작

접목후 활착시험은 신안정밀(주)에서 개발보급하고 있는 2.67(가로) × 1.81(세로) × 2.11(높이)m 크기의 그림 3-5와 같은 활착 촉진 장치를 사용하였다. 광환경 조절을 위하여 자연광을 차광하여 3,000~5,000lux 범위가 되도록 직사광이 닿는 지붕면과 남쪽측면을 반사필름으로 피복하고, 나머지 3측면은 0.2mm의 망사필름으로 피복하였으며, 지붕면 1m 상부에 차광망을 설치하였다.

온도조절을 위하여 800W 전열기 3개를 바닥면 앵글에 설치하여 온도 조절기에 의하여 ON-OFF 제어하도록 하였다. 한편 천정부에는 그림 3-6과 같은 상온연무 가습시스템 2조를 설치하여 타이머에 의한 가습시간 조절로 95%이상의 습도를 유지하도록 하였다.

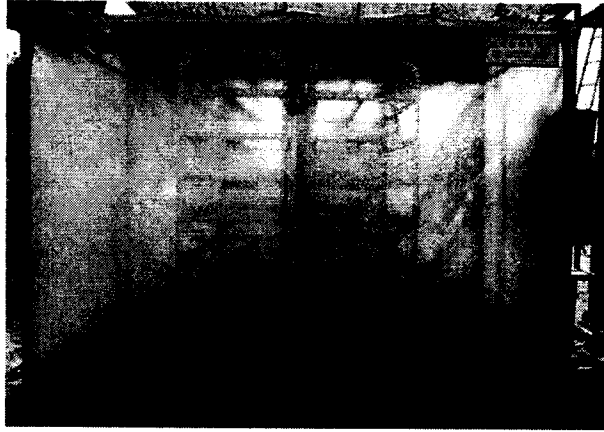


그림 3-5 접목 활착축진실

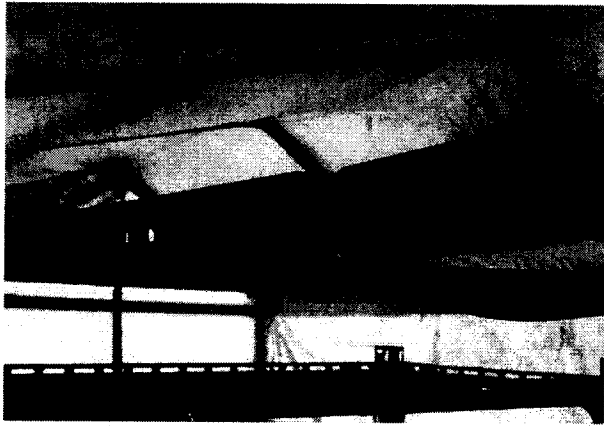


그림 3-6 상온연무 가습장치

## 적 요

국내의 과채류 재배에 있어서 접목묘의 수요는 연간 4~5억본에 달하고 있고, 관행의 수작업에 의한 접목작업은 숙련자라도 하루 800~1,000본 정도밖에 할 수 없다. 따라서 공정육묘장에서 접목묘를 생산하여 재배자에게 공급해 주기 위해서는 동시에 수십명의 숙련자를 동원해야 되지만 최근의 농촌사정을 감안할 때 대단히 어렵다. 이에 따라 생력적이고 경제적인 전자동접목 장치의 개발이 시급히 필요하게 되었다.

본 연구는 접합 부자재를 사용하지 않는 삽접법의 기계접목을 성공시킨 것으로 일본에서 아직 완전 자동화에 이르지 못한 박과채소류에 사용할 수 있는 전자동접목로봇의 개발에 관한 연구로서 3년간에 걸친 일련의 연구에서 얻어진 최종결과를 요약하면 다음과 같다.

### 1. 접목 로봇에 적합한 기계접목 메카니즘 개발

가. 접목 로봇에 적합한 기계접목방법으로서 일본의 특허 기술을 피하기 위하여 2가지 삽접법을 선정하고, 시작기를 제작 접목 시험을 통하여 삽접법을 도입한 기계접목메카니즘을 개발하였다.

나. 2가지 삽접법 중 첫째 방법은 대목의 양자엽을 보존한 상태로 성장점인 본엽부를 제거하고 접수 삼입구멍을 뚫어 한쪽 경사지게 배측을 절단한 접수를 삼입하는 것이고, 둘째 방법은 대목을 단근하여 공급하고 편자엽과 성장점을 제거하고 그 위치에 접수삼입구멍을 뚫어 경사형으로 가공한 접수를 삼입하는 방법이다. 2가지 모두 시작기를 제작하여 접목시험을 실시하였으며 95%이상의 기계적 접합성공율을 나타내 가능성을 확인하였다.

### 2. 1열자동공급 및 연속접목 로봇 시스템 개발

가. 공정육묘장이나 대규모 육묘시설에서 사용하고 있는 표준의 육묘트레이에 겹치게 재배하여 1열씩 분리하여 사용할 수 있도록 열 트레이를 개

발하고, 열트레이에 육묘된 접수와 대목을 그대로 접목 로봇의 공급 레일에 공급하면 대목을 단근하여 삼접하는 전자동 접목로봇을 개발하였다.

나. 접목공정은 대목이 정위치에 공급되면 단근하여 투입로드에 의해 가이드 프레임을 통과하는 동안 자엽방향이 정렬되어 투입된다. 이후 8개의 대목 그리퍼를 부착한 턴테이블형 회전원판이 1/8회전씩 순차회전하면 각 가공 위치에서 ①대목의 파지, ②편엽 및 생장점 절단, ③접수 삽입공 천공, ④가공된 접수 삽입, ⑤빈 트레이에 삼목하는 순으로 접목이 연속적으로 이루어진다.

다. 1분당 접목소요시간은 4초로써 접목기술이 우수한 숙련자의 수작업에 비하여 8~10배의 작업능율을 나타냈으며, 기계적 접목성공율은 95% 이상이며, 활착촉진시설을 이용할 경우 접목활착율도 95%이상으로 나타났다.

라. 개발된 접목로봇의 접목공정별 기능 및 성능은 다음과 같다.

① 묘공급부 : 기존의 표준육묘트레이에 겹치도록 제작한 열트레이에 대목 및 접수를 육묘하여 1열씩 공급하고, 1셀이동피더에 의해 1분씩 정위치에 공급한다. 묘 공급부의 위치 정도는  $\pm 1\text{mm}$ 로서 공급실패는 없었다.

② 대목의 절단 및 정렬부 : 대목 가이드 프레임의 접근과 함께 트레이 상면의 하배축을 면도날로 단근(斷根)절단하고 대목 투입 실린더에 의해 가이드 프레임을 따라 턴테이블의 대목 그리퍼까지 대목이 투입되는 사이 가이드 프레임의 안내판에 의해 대목의 자엽 방향은 그리퍼에 평행한 방향으로 정렬된다. 여기서 단근 실패는 전혀 없었고 대목의 자엽방향 정렬은 대목의 생장이 극도로 부진한 경우에는 실패하여 99%의 성공률을 보였다.

③ 대목의 그리핑부 : 대목의 그리핑은 대목 가이드 프레임의 최종 위치에 있는 높이 조절 안내판에 의해 자엽전개기부아래 10mm 전후에서에서 그리핑된다. 대목의 배축경이 극도로 굽은 경우 배축에 손상이 발생하는 경우가 있었다.

④ 편엽절단가공부 : 자엽전개기부아래 10mm 전후에서 그리핑된 대목은

자엽누르게에 의해 자엽전개기부아래 5mm에서 눌러져 일정한 위치로 조정되고 동시에 절단면도날에 의해 대목의 편엽과 성장점을 절단한다. 자엽누르게로 양자엽을 눌러  $\pm 0.5\text{mm}$  정도로 가공높이 조절이 가능하였다.

⑤ 대목 천공부 : 대목에서의 접수삽입구멍 가공은 편엽과 성장점이 절단된 부위에 적당한 각도를 갖고 천공날에 의해 뚫는다.

⑥ 접수 그리핑 및 절단부 : 접수는 접수 가이드에 의해 접수 그리퍼의 중심위치로 유도하고, 그리핑과 동시에 본 연구에서 개발한 절단날에 의해 한쪽 경사형으로 절단 가공한다.

⑦ 접합공정부 : 양쪽 경사 가공된 접수는 회전 실린더에 의해 대목 천공날의 각도와 같은 각도로 삽입 접합된다.

⑧ 동력 및 제어부 : 각 공정은 공압으로 작동하고, 동일 축에 구동되는 회전캠식 순차제어 시스템에 의해 정확하게 제어된다.

### 3. 접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수 육묘법 개발

가. 접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수의 육묘법으로서 발아가 균일한 육묘법, 토중녹화육묘법 및 노숙대목육묘법을 주 검토대상으로 접목 시험을 통하여 공정육묘에서의 적응성이 높은 것으로 나타났다.

나. 접목성공율에 영향을 미치는 대목 및 접수의 트레이 셀 중심에 발아하도록 파종 위치 및 자세 시험에서 셀중심에 종자를 직립하여 파종하는 것이 가장 좋았다.

다. 10공의 열트레이 5개를 50공 표준트레이에 겹치게하여 호박과 참박 종자를 파종하여 재배한 묘를 접목로봇 시작기에서의 접목시험에 있어서 열트레이의 겹침, 분리에 문제가 없었다. 다만 호박, 참박 등 대종자의 파종은 현재 개발된 자동파종시스템을 이용할 수 없기 때문에 별도의 파종장치의 개발을 필요로 하였다.

## 인용문헌

1. 농업협동조합중앙회, 1997, 농협연감(1997), 266-267
2. 이기명, 박규식, 1997, 시설환경 기계·설비 자동제어, 106-125
3. (社)日本施設園藝協會編 : 野菜生産省力化技術實用化促進事業報告, 平成4年度食料品等流通對策推進事業實績報告書, 1993
4. (社)日本施設園藝協會編, 1994, 三訂施設園藝 핸드ブック:152-161
5. 加藤一郎編 : 図解ロボットハンド, 工業調査會. 36-42, 1983
6. 岡本嗣男, 白井良明, 藤浦建史, 近藤 直 共著 : 生物にやさしい知能ロボット工學, 實教出版株式會社, 22-24.
7. 鈴木正肚, 小林 研 : 接ぎ木苗順化装置及び民間社における接ぎ木苗生産に関する調査, 農業機械施設のハイテク化に関する調査 (バイオテクノロジー編), 生研機構, 66-69, 1991
8. 鈴木正肚, 小林 研 : 接ぎ木作業の機械化に関する研究(第4報) -試作1号機の接ぎ木性能, 平成元年度農機學會關東支部講演要旨, 24-25, 1989
9. 鈴木正肚, 小林 研 : 接ぎ木作業の機械化に関する研究(第7報) -試作2号機のウリ科作物への適応性, 農機學會第50回大會講要, 255-256, 1991
10. 鈴木正肚, 小林 研 : 接ぎ木作業の機械化に関する研究(第7報) -接ぎ木藏置2号機の性能の安定化, 農業學會第50回大會講要, 253-254, 1991
11. 鈴木正肚, 小林 研, 三浦恭志郎, 猿之奥康治, 平田孝三 : 接ぎ木苗の大量生産に関する研究(第1報), 研究成績 2-1, pp48, 生研機構, 農業機械化研究所, 1990
12. 鈴木正肚, 小林 研, 三浦恭志郎, 猿之奥康治, 平田孝三 : ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第1報), 農機誌, 57(2),100-108, 1995
13. 鈴木正肚, 小林 研, 市川友彦 : 民間會社における大規模種苗生産に関する調査, 農業機械施設のハイテク化の關する調査 (バイオテクノロジー編), 生研機構, 74-77. 1991
14. 鈴木正肚, 小林 研, 津賀莘之介 : 民間會社における種苗生産の關する調査, 農業機械施設のハイテク化の關する調査 (バイオテクノロジー編), 生研機構, 70-73, 1991
15. 鈴木正肚, 小野田明彦, 小林 研 : 野菜接ぎ木ロボット農業機械等緊急開發事業の成果について, 生研機構, 農業機械化研究所, 3, 1994
16. 鈴木正肚, 小林 研 : 接ぎ木用苗切斷装置. 實開平 3-27133
17. 鈴木正肚, 小林 研, 猪之奥康治, 三浦恭志郎 : ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第2報). 農機誌, 57(3), 103-110, 1995
18. 鈴木正肚, 小林 研: 接ぎ木装置. 特開平3-61429
19. 鈴木正肚, 小林 研, 小野田明彦 : 種苗の安全的大量生産技術に関する研究-接ぎ木苗の大量生産に関する研究(第2報), 研究成績5-2, 生研機構,



農業機械化研究所, 1994

20. 高橋化彦：野菜及び花きの栽培，農學大事典（第2次増訂改版）（野口弥吉，川田信一郎監修），養賢堂 1355-1358, (1987)
21. 高橋和彦：農學大事典, 1356, (株)養賢堂 (1987 2次増訂改版)
22. 橋本 康外 6人, 1993, 植物種苗工場
23. 農林水産省統計情報部：1985年農業センサス農業事業体調査結果の概要、92、農林統計協會、1985
24. 山田久也(ヤンマ-農機(株)), 1996, 自動接ぎ木ロボット, 日本農業機械學會誌 58(4):137-138
25. 山田久也：接ぎ木ロボットとファイトテクノロジー, 農業工學分野におけるファイトテクノロジー-(Part), 45-53, 農業機械學會セミナー-テキスト, 1995
26. 三代 満(三菱農機(株)), 1997, 自動接ぎ木装置, 日本農業機械學會誌 59(2):113-114
27. 生研機構, 農業機械化研究所：平成元年度事業報告, 1990
28. 生研機構, 農業機械化研究所編：平成2年度事業報告, 33-34, 1991
29. 生研機構, 農業機械化研究所編：平成3年度事業報告, 27-30, 1992
30. 生研機構編：生研機構, 農業機械化研究所昭和62年度事業報告, 133-134, 1988
31. 生研機構編：生研機構, 農業機械化研究所昭和63年度事業報告, 17-20, 1989
32. 小林 研, 鈴木正肚, 小野田明彦：接ぎ木作業の機械化に関する研究(第2報), 平成4年度研究報告會資料, 1-16, 生研機構, 農業機械化研究所, 1993
33. 小林 研, 猪之奥康治, 三浦恭志郎：接ぎ木作業の機械化に関する研究(第2報)-接ぎ木藏置の基本設計條件, 第47回農業學會講演要旨, 175, 1988
34. 小林 研, 猪之奥康治, 三浦恭志郎：接ぎ木作業の機械化に関する研究(第2報)-接ぎ木藏置の試作, 第47回農業學會講演要旨, 176, 1988
35. 小林 研, 猪之奥康治, 平田孝三：接ぎ木作業の機械化に関する研究(第1報)-接ぎ木作業の實態調査と機械化に関する接ぎ木法の検討、昭和62年度農機學會關東支部講演要旨, 86-87, 1987
36. 小林 研, 鈴木正肚：ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第3報). 農機誌, 58(2), 83-93, 1996
37. 小田雅行, 中島樹人：接ぎ木植物が持つ可能性、農業及び園藝、64(12)、51-54、(株)養賢堂、1989
38. 野菜・茶業試験場編：平成5年度研究成果報告. キュウリ接ぎ木装置の實用化, 9-10, 1994
39. 野菜試験場：接ぎ木栽培に関する諸問題、野菜試験研究資料11、1981
40. 日本國特許廳：接ぎ木苗製造装置, 特開平2-107125

41. 日本國特許廳：接ぎ木用苗切斷装置，公開實用新案公報 平3-27933
42. 日本國特許廳：接ぎ木用苗把持体の供給装置，公開實用新案公報 平3-27934
43. 日本國特許廳：接ぎ木装置，公開特許公報 平3-61429
44. 日本國特許廳：接ぎ木装置における苗切斷面接合機構，公開實用新案公報 平4-49937
45. 日比野 進：バイオテクノロジーの夢と現実、124-142、(株)日通総合研究所(1988)
46. 全農，全農式幼苗接ぎ木苗生産システム「接ぎ木育苗マニュアル」
47. 板木利降ら，果菜類の幼苗接ぎ木苗生産システムに関する研究，園學雜，60 別 1
48. H. Yamada, et al., Development of Grafting Robot, International Symposium on Automation and Robotics in Bioproduction and Processing, Vol. 3,71-78, 1995
49. Hwang, H., F. E. Sistler：The Implementation of a Robotic Manipulator on a Mechanical Transplanting Machine, 173-182, Agrimaionl, ASAE, 1985
50. Kutz, K. J., G. E. Miles, P. A. Hammer, G. W. Krutz：Robotic Transplanting of Bedding Plants. Transactions of the ASAE 30(3), 586-590, 1987
51. Onoda, A, K. Kobayashi, M. Suzuki: The Study of the Grafting Robot, Acta Horidulturae No. 319, 535-540, 1992
52. Simonton, W.：Automatic Geranium Stock Processing in a Robotic, Workcell, Transactions of the ASAE 33(6), 2074-2080. 1990
53. Simonton, W.：Robotic Plant Handling and Processing, 226-235, Automated Agriculture for the 21ST CENTURY, ASAE. 1991
54. Suzuki, M., A. Onoda, K. Kobayashi：Development of the Grafting Robot for Cucumber Seedlings, Proceedings vol.3 - International Conference for Agricultural Machinery and Process Engineering The Korean Society for Agricultural Machinery, 859-866, 1993
55. Yang, Y., K. C. Ting, G. A. Giacomeli：Factors Affecting Performance of Sliding-Needles Gripper During Robotic Transplanting of Seedlings. Applied Engineering in Agriculture, 7(4). 493-498, 1991, ASAE