

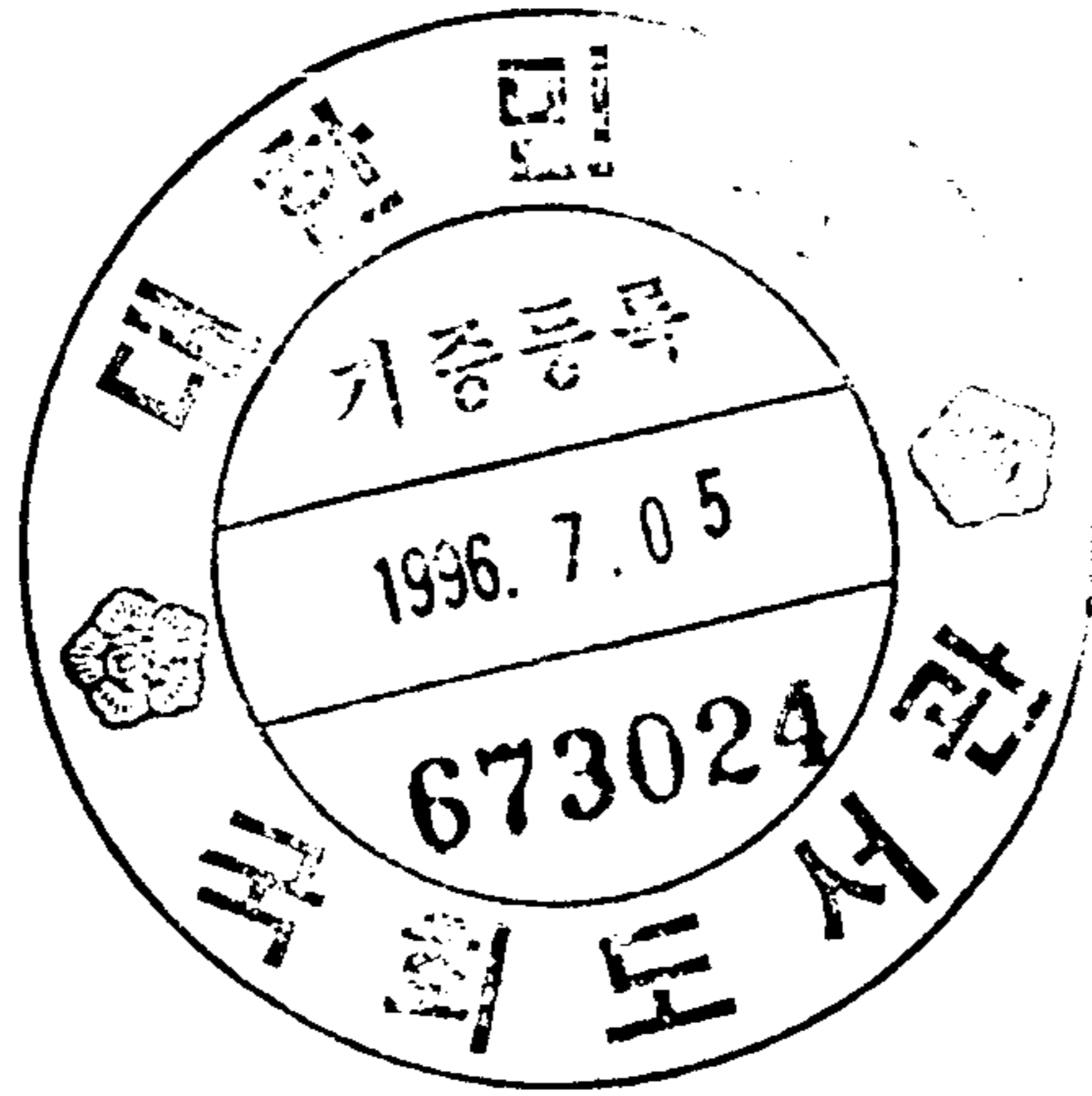
제 1 차년도
중간보고서

**과채류 공정육묘를 위한 플러그묘 일렬
동시접목 로봇 개발**

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

경북대학교
농업과학기술연구소

농림수산부



제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “과채류 공정육묘를 위한 플러그묘 일렬 동시접목 로봇 개발”
과제의 제1차년도 중간보고서로 제출합니다.

1995. 12. 16

주관연구기관명 : 경 북 대 학 교
농업과학기술연구소

총괄연구책임자 : 이 기 명

연 구 원 : 박 규 식

연 구 원 : 백 철 현

협동연구기관명 : (주) 씨엔엘엔지니어링

협동연구책임자 : 김 유 일

협동연구기관명 : 성주군 농촌 지도소

협동연구책임자 : 전 한 식

협동연구기관명 : 성주 대가 육묘생산

영 농 조 합 법 인

협동연구책임자 : 배 한 성

여 백

요 약 문

I. 제목

과채류 공정육묘를 위한 플러그묘 일렬 동시접목 로봇 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

성주, 달성 등 경북지방의 특산물인 참외, 수박 등 과채류는 연작장해 대책과 고품질화를 위하여 대부분의 농가가 접목묘를 사용하여 재배하고 있다. 그러나 지금까지는 자가 육묘한 접목묘로 재배하여 왔으나, 온실재배의 경영면적이 확대되고 소질이 좋은 묘의 안정적 확보를 위하여 육묘는 전문 생산자에게 의존하는 재배 방법을 택하게 되었다.

이에 접목묘를 전문적으로 생산하는 육묘공장이 설립되게 되었다. 그러나 접목묘의 대량생산에는 접목작업을 지역의 숙련된 인력에 의존할 수 밖에 없으므로 일시적으로 숙련된 많은 인력을 동원하는 데는 한계가 있기 때문에 육묘공장 운영에 차질을 초래하고 있다.

이러한 배경에서 본 연구는 접목묘를 생력적으로 대량 생산할 수 있는 자동접목 장치인 접목로봇의 개발을 목적으로 3년간 계획으로 추진하는 연구중 그 1차년도에서의 목표는 다음과 같다.

1. 플러그묘 1본의 기계접목 메카니즘 개발 및 시작기 제작
2. 접목로봇에 적합한 대목 및 접수 재배기술 개발

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 플러그묘 1본의 접목 메카니즘 개발

가. 접목 로봇의 설계를 위한 기본설계조건 결정

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

나. 기계접목에 적합한 접목법의 선정

지금까지 이용하고 있는 접목을 비교 분석하여 기본설계조건에 적합하고 접목로봇에 적용 가능성이 있는 접목법을 선정함.

다. 선정된 접목법에 대한 기계접목 메카니즘 개발

선정된 접목법으로 로봇 시스템을 구성할 경우 대목·접수 자동가공과 접합의 메카니즘을 개발함.

2. 대목 및 접수 자동가공장치 설계 제작

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

3. 플러그묘 1본 자동접목 시스템 구성 및 시작기 제작

대목 자동가공 유니트와 접수 자동가공 유니트를 시스템 프레임에 설치하여 각각 유니트가 대목과 접수를 동시 가공하여 접목 작업을 할 수 있는 시스템 시작기를 제작하고 자동 운전을 위한 제어 시스템을 구성함

4. 접목로봇에 적합한 대목·접수 재배기술 개발

기계접목에 적합한 대목·접수의 육묘기술을 개발한다. 특히 토중녹화 육묘법, 노숙대목 접목기술 등을 주 검토 대상으로 함

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 접목 로봇에 적합한 접목법 선발

접목 로봇에 적합한 접목방법으로서 대목의 자엽 2매를 보존한 상태로 생장점에 삼접하는 방법이 대부분의 과채류에 적용할 수 있으며, 기계 접목과 관련된 일본 등 선진 외국의 특허권을 피할 수 있는 방법으로 본 연구개발에서 적합한 접목법을 선발하였다.

나. 1분 접목 로봇 시스템 구성 및 시작기 제작

접목 기술이 우수한 숙련자의 수작업에 비하여 5배 이상의 작업능율을 가진 1분 접목 로봇시스템을 試作함

다. 접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수 육묘법 확립

접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수의 육묘법이 확립되어 접목묘를 주로 생산하는 육묘공장의 운용기술로서 적용될 것임

2. 활용에 대한 건의

가. 2차년도 연구 내용인 1열 자동가공 접목에는 시스템에 1열씩 투입하여 1분씩 연속 가공하는 방법이 실용화 면에서 바람직하여 차년도 연구에 활용토록 함

나. 기계접목에 적합한 접수 및 대목 재배방법을 육묘공장에 적용하여 활용토록 함

SUMMARY

I . TITLE

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

II . OBJECTIVES and CONSEQUENCE

Fruit-vegetables, such as melon and watermelon that are the indigenous specialties of Seongju and Dalseong Kyungpook Province, have been grown using grafted seedlings to increase their quality and to enable consecutive farming. The seedlings have been prepared by greenhouse farmers for their own grafting until now. However, the seedlings are produced by commercial growers increasingly to ensure stable quality and supply due to the hiking greenhouse cultivation. Thus, grafted seedlings were produced through skilled handwork process in grafting factories. The mass-production system of hand-processed seedlings has faced with the shortage of local skilled-labors during peak demand period.

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

- (1) Development of a prototype and mechanism of grafting robot for a single seedling.
- (2) Development of cultivation techniques of proper scion and stock for the grafting robot.

III. RESEARCH CONTENTS AND SCOPE

1. Development of grafting mechanism for a single seedling
 - 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 an automated grafting system and prototype for a single seedling
4. Development of cultivation techniques of suitable scion and stock for the grafting robot

IV. RESULTS

- a. Selection of a suitable grafting method for the grafting robot
- b. Fabrication of a grafting robot system and prototype
- c. Development of cultivation techniques of proper scion and stock for the grafting robot

여 백

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	11
Section 1. Objectives and Consequence	11
Section 2. State of the Art for Grafting Robot	12
Chapter 2. Development of Grafting Robot	19
Section 1. Development of mechanical grafting mechanism for a single seedling	19
Section 2. Development of an automated scion processing techniques and prototype	24
Section 3. Development of an automated stock processing techniques and prototype	26
Section 4. Fabrication of an automated grafting system and prototype for a single seedling	28
Section 5. System performance test	32
Chapter 3. Development of seedling cultivation techniques	34
Section 1. Seedling cultivation technique by greening bud	34
Section 2. Grafting technique using matured stock	35
Chapter 4. Summary	39
References	40

목 차

제 1 장 서 언	11
제 1 절 연구의 목적 및 중요성	11
제 2 절 접목로봇 관련 기술 현황	12
제 2 장 접목로봇 개발 분야	19
제 1 절 1본 기계접목 메카니즘 개발	19
제 2 절 대목 자동가공기술 개발 및 시작기 제작	24
제 3 절 접수 자동가공기술 개발 및 시작기 제작	26
제 4 절 1본 자동접목 시스템 구성 및 시작기 제작	28
제 5 절 시스템 성능시험	32
제 3 장 묘재배 기술 개발 분야	34
제 1 절 토중녹화 육묘 기술	34
제 2 절 노숙대목 접목기술	35
제 4 장 적 요	39
인용문헌	40

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경과 목적

과채류 재배에 있어서 접목은 연작장해 대책과 묘에 강건성을 부여하기 위한 수법으로서 이용되는 기술이다. 또한 고품질 지향과 농약 살포를 감소할 수 있는 농산물의 안전성 면에서 그 중요성이 높아지고 있다.

최근 육묘와 재배가 분리되어 정부 지원으로 육묘공장이 심수개소나 설립되었으며 여기서 생산하는 묘를 구입하여 재배하는 농가가 늘어나는 경향이 있다. 육묘공장 중 접목묘를 주로 생산 판매하는 곳에서는 파종 등 일부 작업은 기계화 되어 있지만, 접목작업은 단시간에 대량의 묘를 처리해야 함에도 대부분 수작업에 의존하고 있다. 작업 자체는 중노동은 아니지만 농업종사자의 고령화와 작업후 눈의 피로, 어깨통이나 요통을 동반하고, 양생·순화시 정신적 피로가 심한 작업이다.

성주대가육묘공장의 예를 들면 아래 표 1에서 보는 바와 같이 육묘공장 전면적이 1,500평으로 육묘상 실면적은 약 1,000평 이다. 여기에 1회 육묘가 능 묘의 포기수는 접목묘의 경우 약 100만본 이상이 되며, 이것을 20일 동안에 출하한다고 가정하면 하루 50,000본(50공 1000트레이)을 처리해야 한다. 접목을 수작업으로 할 경우 1인당 1일 1,000본의 접목을 한다고 보아 접목에만 50명의 숙련된 전문 인력이 매일 동원되어야 한다.

특히 육묘공장이 접목을 하는 시기는 주위 농가도 자가 육묘를 하는 시기와 겹치기 때문에 다수의 숙련된 전문 인력을 동원하는 것은 거의 불가능하기 때문에 접목묘 생산과 공급에 차질을 빚고 있다.

표 1 성주 대가 육묘공장 설치조건

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)

이러한 배경에서 본 연구는 전과채류에 이용이 가능하여 범용적이고 공정 육묘에 적용할 수 있는 생력적인 접목로봇의 개발을 목적으로 3년간 계획으로 추진하는 연구 중 그 1차년도에서의 목표는 다음과 같다.

1. 플러그묘 1본의 기계접목 메카니즘 개발 및 시작기 제작
2. 접목로봇에 적합한 대목 및 접수 재배기술 개발

제 2 절 접목로봇 관련기술 현황

숙련기술을 요하는 접목작업이 단시간에 대량의 묘를 처리할 필요가 있음에도 수작업에 의존하여 작업자의 육체적 정신적 피로가 크고 육묘공장에서의 생산에는 숙련 노동력 확보가 어렵기 때문에, 생력 기계화가 크게 요구되어 일본을 중심으로 접목로봇 개발 연구가 활발히 추진 되고 있는데 그 현황은 다음과 같다.

1. 관련 특허내용

접목로봇에 관한 기술을 유일하게 개발하여 실용화한 일본에 있어서 현재까지 등록된 관련 특허내용을 수집 조사하였으며 다음 표 2와 같다.

표 2 일본의 접목로봇 관련 특허 내용

특허권자	형 식	발표년도	주요작물	접목방법	접착자재	특 징
生研機構	반자동 (시작기)	1987	오이	片葉절단접	클리프	릅붓제1호, 7초/주
生研機構	전자동 (시작기)	1989	오이	片葉절단접	클리프	3초/주, 20주연속접목
生研機構	전자동 (시작기)	1991	오이	片葉절단접	전용클리프	6초/주, 4cm포트 · 전용트레이 자 동급묘
大阪府立 大學	전자동 (시작기)	1992	가지과 외과	Plug-in Method	불요	
井關農機 (株)	반자동	1993	오이	片葉절단접	전용클리프	生研機構의 기술 이전 상품화 제1호 750주/hr, 집착 율 95%
村田 種苗農場 (株)TGR	반자동 전자동 (시작기)	1993	오이 토마토	片葉절단접 平接	전용클리프 접착제	600주/hr, 자사 생산용으로 개발 범용트레이에 의 한 자동급묘, 800주/hr, 자사생산용으로 개발
안마농기	전자동 (시작기)	1993	토마토	合接	전용클리프	범용트레이에 의 한 자동급묘 자 동이식, 1000주/hr 목표
三菱農機 (株)	전자동 (시작기)	1994	토마토	合接	전용클리프	전용트레이에 의 한 자동급묘
井關農機 (株)	반자동	1994	외과	片葉절단접	접용클리프	生研機構가 井關 農機 金子農機에 개발 위탁 759주/hr, 집착 율 95%

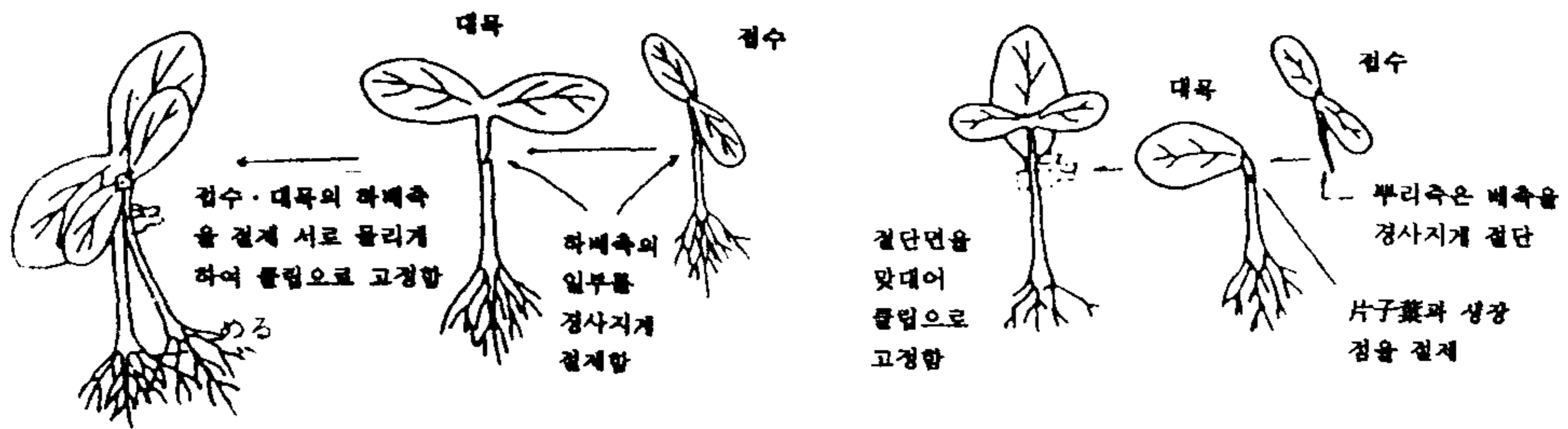
2. 生研機構(生物系特定産業技術研究推進機構)의 접목로봇 개발

일본 生研機構는 1986년부터 오이를 중심으로 한 과채류를 대상으로 접목로봇 개발을 추진하여 왔으며 지난해 7월 보조자 3명을 요하는 반자동의 상태로 井關農機(株)가 생산 판매하기에 이르기까지의 현황은 다음과 같다.

가. 접목법

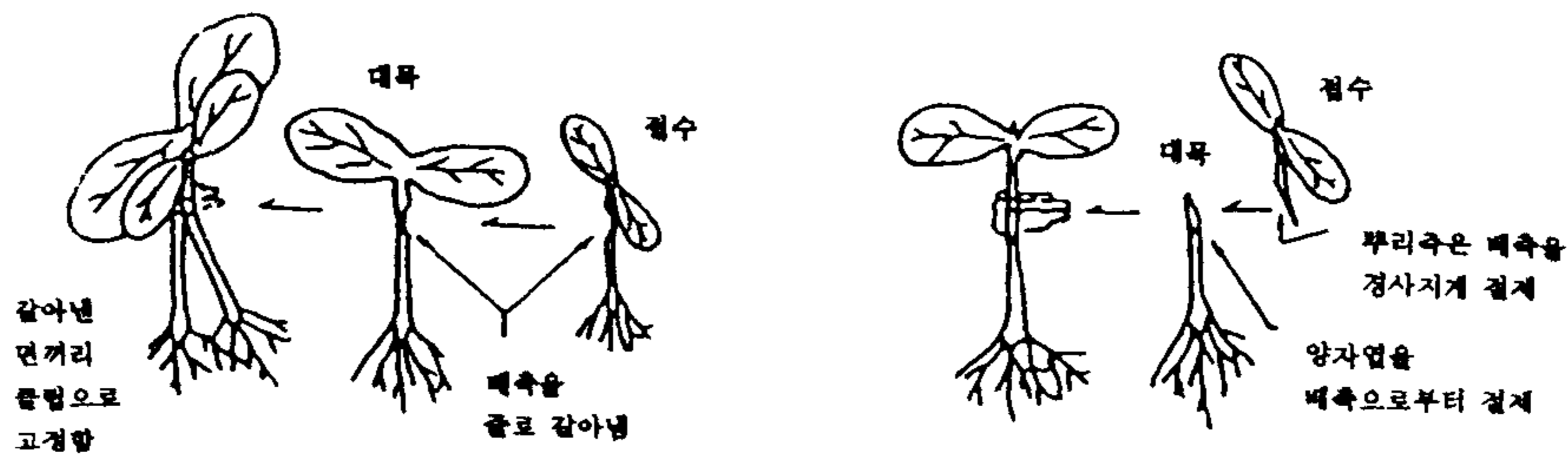
오이를 대상으로 다음 4가지를 접목법(그림 1)에 대하여 접목후의 활착율, 성묘율, 본엽수 등을 시험하여 편엽절단접목법을 접목로봇의 접목법으로 채용하였다.

- ① 呼接(관행표준)
- ② 片葉切斷接(관행)
- ③ I형(접수와 대목의 하배측 표피를 줄로 갈아 접합하여 클립으로 접착하는 접목)
- ④ II형(대목의 하배측을 경사지게 절단하여 배측을 경사지게 절단한 접수를 맞대고 클립으로 고정하는 접목)



① 呼接 : 관행표준

② 片葉切斷接



③ I형 접목

④ II형 접목

그림 1 검토대상 접목법

나. 접목장치의 개발

(1) 접목장치 1호기

먼저 편엽절단접목법을 채용하여 그림 2와 같은 접목장치 1호기를 試作하였다. 장치는 ①대목공급부, ②접수공급부, ③대목반송부, ④접수반송부, ⑤대목절단부, ⑥접수절단부, ⑦클립공급부로 구성되어 있다.

대목·접수는 각각 인력으로 1분씩 묘 공급부에 공급하는데 이 때 묘를 정해진 슬릿에 공급하도록 하여 위치를 결정하는 자엽전개기부가 지지되도록 되어 있다. 묘를 공급한 후 스타트 버튼을 누르면 이후는 자동적으로 그립(grip)이 묘를 집어 되돌아 가는 도중에 회전날 부분을 통과하는데 여기서 대목은 자엽 1매와 생장점이 절단되고, 접수는 배측의 소정의 위치에서 절단되어 클립공급부에 이동하여 클립으로 접합이 이루어 진다. 묘를 공급한 후 1본의 접목을 하는데 7초정도 소요된다. 각부의 움직임은 제어시스템에 의하여 시퀀스제어로 실행되도록 되어 있다.

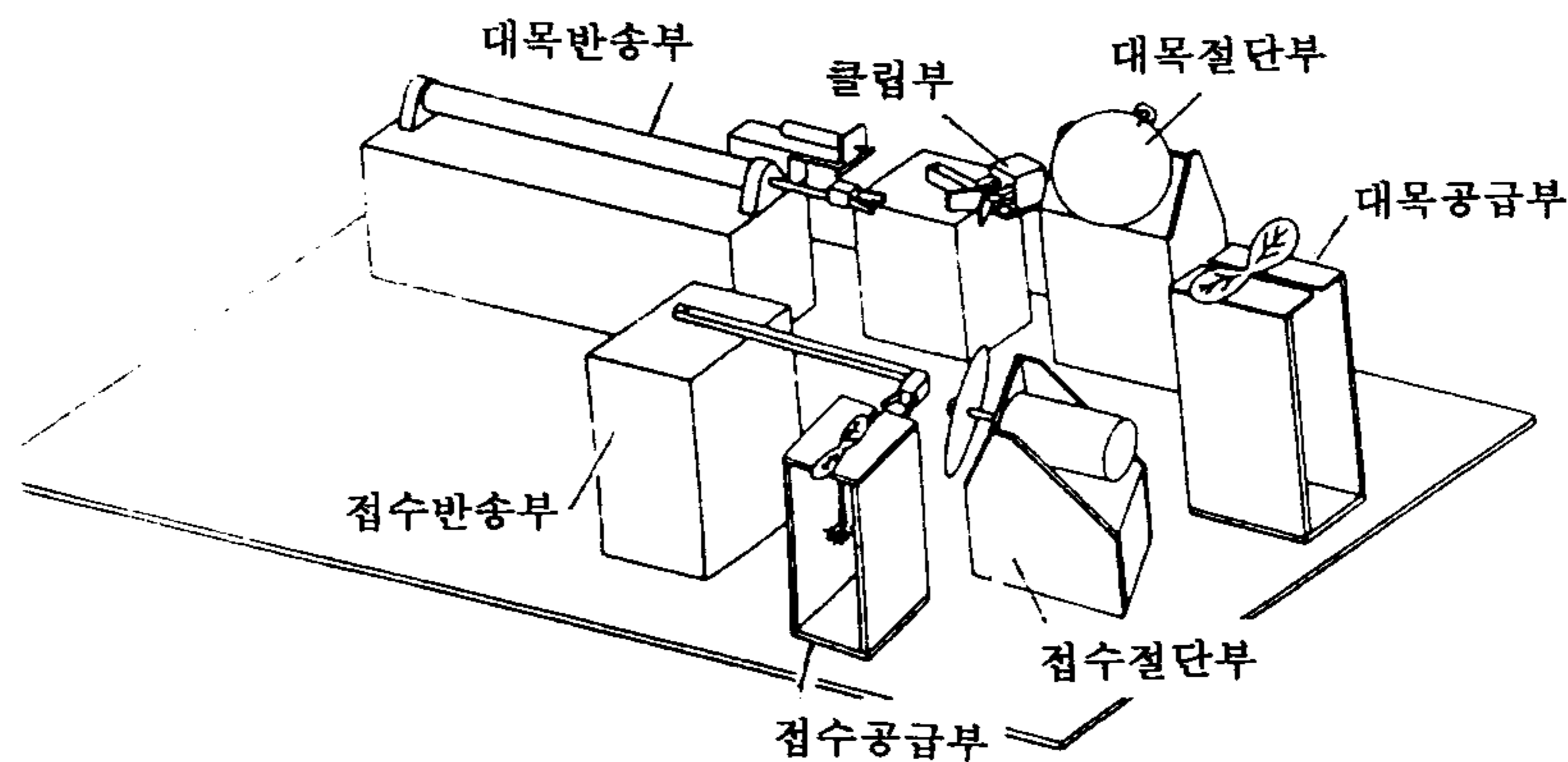


그림 2 접목장치 1호기(일본 生研機構)

여기서 기계적 접목 성공률이 오이에서는 85%, 수박에서는 78%였으며, 양쪽 모두 접목 실패 원인이 클립핑의 실패와 절단면의 불일치 때문이라는 판단으로 한층 고성능의 접목장치 2호기를 시작하였다.

(2) 접목장치 2호기

1호기의 시험결과를 토대로 기능향상과 작용의 안정화를 목표로 그림 3과 같은 2호기를 試作했다. 장치의 기본적인 구성은 거의 1호기와 같이 ①묘공 급부, ②그립·반송부, ③절단부, ④접합부, ⑤묘배출부, ⑥제어부로 되어 있다.

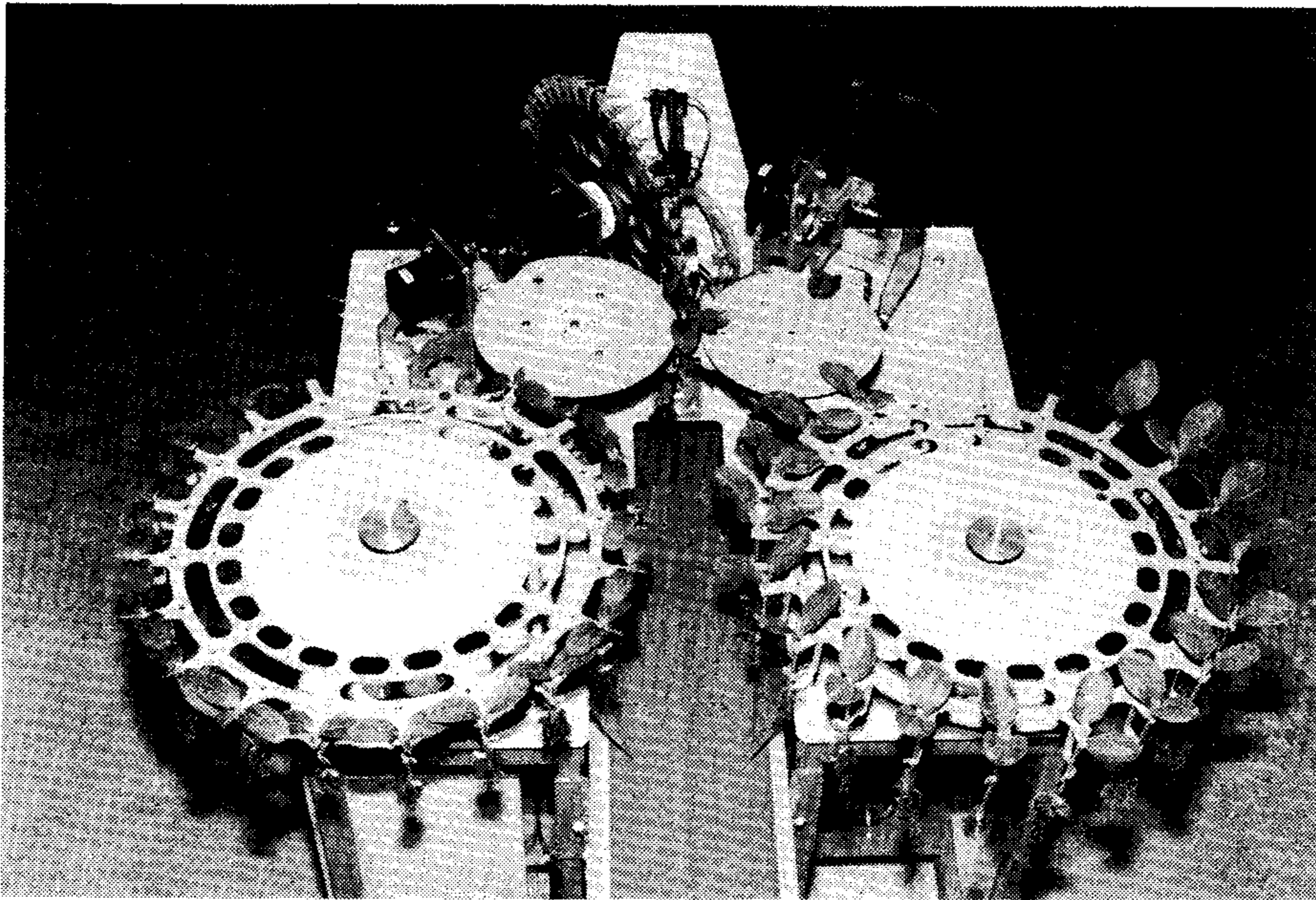


그림 3 접목장치 2호기(일본 生研機構)

시작 2호기의 접목성능은 오이에서는 기계적 접목성공률이 98%였으며, 활착촉진장치를 이용하여 활착율도 95%로 높았으며, 생육이 양호한 성묘율은

87%로 나타났다. 그러나 수박에 있어서는 기계적 접목성공률이 90%로 오이보다 약간 낮았다. 활착률도 78%로 좋지 못한 성적이 나왔다. 여기서 수박묘에 적응성이 떨어진 이유는 묘공급 원판이 맞지 않아 일어난 현상이라고 분석되었다.

여기서 개발된 시작 2호기를 작년 井關農機(株)가 묘 공급장치를 개선 실용화하여 생산판매하고 있으며 이것은 묘공급을 위한 보조원 2명과 접목된 묘를 포트에 심는 보조원 1명의 3합계 3명의 보조원으로 반자동으로 운전하는 접목장치이다.

현재 전자동의 접목장치 3호기를 시작하여 시험 중에 있는데 이것은 육묘 트레이에 수용한 폴리포트에 육묘하여 이것을 트레이 단위로 콘베어로 공급하여 연속급묘를 가능하게 했으며, 또 클립의 공급은 클립을 장착한 카세트를 사용하여 자동공급을 가능하게 하였다.

3. TGR에 있어서 접목로봇 개발

일본의 (주)테크노그레프팅연구소(Techno-Grafting Research Inc. 약칭 TGR)는 生研機構와 민간 5개사(JT, 鹿島建設, 東芝, 小松製作所, 全農)와의 공동 출자에 의하여 접목로봇을 연구개발하는 회사로서 1990년부터 채소 접목묘 대량생산기술의 연구개발을 추진하여 왔다. 1992년부터는 그 사이의 개발성과를 기초로 테스트 플랜트를 설치하여 토마토를 중심으로 과채류의 어린묘를 사용하는 시스템의 실용화 테스트를 추진하고 있다.

TGR에서 개발한 시스템은 지금까지 수작업으로 행하여지고 있던 채소묘의 접목을 그림 4와 같은 흐름도와 같이 종자처리로부터 육묘·접목·양생·순화까지의 일관작업을 시스템화 한 것이다. 이 시스템은 1996년까지 개발을 완성한다는 목표로 추진하고 있는데, 플러그묘를 트레이상에서 접목작업

을 하기 때문에 대량의 접목묘를 단시간에 생산 가능하며, 생산한 묘의 수송도 용이한 등의 특징을 가지고 있으며 접목장치 1대로 사람의 약 10배의 생산능력이 있다고 한다.

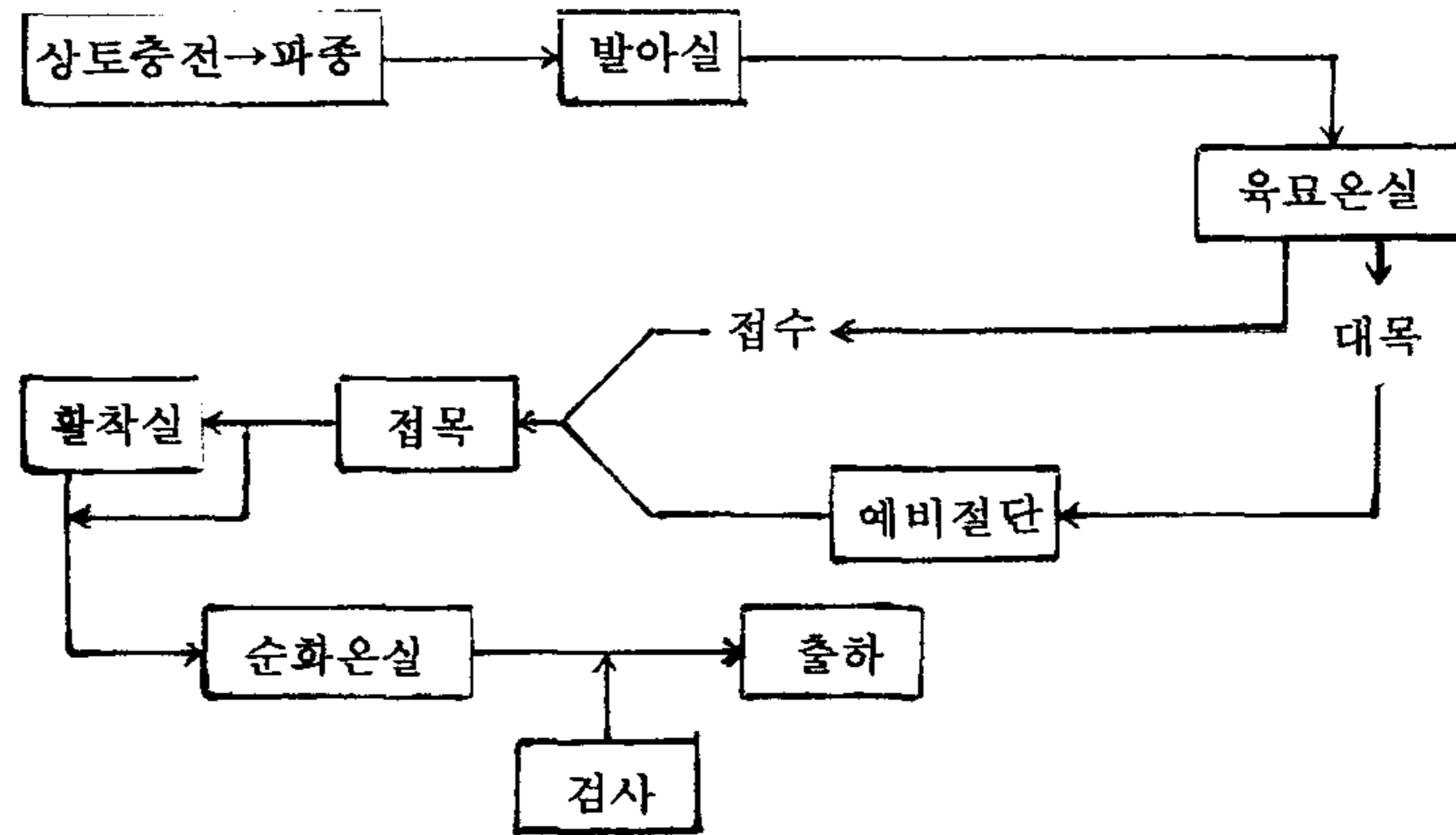


그림 4 TGR 접목시스템의 접목묘 생산 흐름도

채소 접목묘는 일본내에서 연간 5~6억본이 필요하다고 하며 대만, 중국 등에서도 연작장해 극복 등을 위하여 도입의 필요성이 인정되고 있다. 특히 일본에 있어서 접목묘의 가격은 우리나라의 10배에 달하고 있어 접목묘의 수출 가능성이 크다고 분석되며 수출 준비를 서두르고 있는 국내 육묘공장도 있다.

TGR이 개발하고 있는 대량 접목장치는 대외비로 추진되어 내용이 공개되지 않고 있기 때문에 구체적인 것은 알 수 없지만 지금까지 파악된 것으로는 접합에 특수 접착제를 사용하는 것으로 성능도 상당한 수준에 도달하였다고 한다.

제 2 장 접목로봇 개발 분야

제 1 절 1분 접목 메카니즘 개발

1. 접목 로봇의 설계를 위한 기본 설계조건 결정

본 연구에서 접목 로봇은 다음 표 3과 같은 기본설계조건을 설계방침으로 하였다. 즉 범용성 있는 접목로봇 개발을 위하여 접목의 대상작물을 다종의 과채류에 적용할 수 있도록 하였다. 작업속도는 수작업의 5배 이상으로하여 생력화를 목표로 하였으며, 일본에서 접합에 사용하고 있는 클립, 접착제 등 부자재는 가능한 한 사용하지 않도록 했다. gripping, 절단, 가공, 이동 등의 구동은 공압으로 하였다. 또한 시스템의 제어는 고속제어를 목표로 가능한 한 센서의 사용을 억제한 feed forward control 방식을 채택하였다.

표 3 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	Feed Forward	고속제어

2. 기계접목에 적합한 접목법의 선정

표 4에는 관행으로 가장 많이 사용하는 접목법인 호접과 일본에서 접목로봇에 적용하고 있는 접목법 및 본 연구에서 검토 대상으로 한 수작업의 관행으로 하고 있는 삽접에 대하여 적용 가능성을 비교하여 나타낸 것이다. 표

5는 일본 농가에서 수작업 접목법의 적용순위를 보인 것인 데 국내의 통계 자료는 없지만 이와 같은 경향이라고 본다. 표에서 보는 바와 같이 수작업에 의존할 경우 호접법이 가장 많이 이용되고 있으며, 이것을 선호하는 것은 활착이 잘되기 때문이다.

표 4 기계접목 직합 접목법 분석 결과

접 목 법		활착율	기 계접목 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
	생 장 점	89.5	可(약간難)	없 음	전과채류	일반관행 본연구 검토

표 5 접목법의 작물별 보급율(일본 야채시험장)

보 급 순 위	수 박	오 이	온실멜론	하우스멜론	노지멜론	가 지	토마토
1	삼 접 (47.5)	호 접 (86.4)	호 접 (93.7)	호 접 (61.7)	호 접 (59.0)	할 접 (76.1)	호 접 (59.3)
2	단근삼접 (36.3)	삼 접 (7.0)	기 타 (6.3)	삼 접 (31.9)	삼 접 (37.4)	삼 접 (22.7)	삼 접 (24.9)
3	호 접 (9.0)	단근삼접 (5.7)		단근삼접 (6.3)	기 타 (3.6)	기 타 (1.2)	할 접 (13.8)
4	할 접 (6.8)	기 타 (0.9)		기 타 (0.1)			기 타 (2.0)
5	기 타 (0.4)						

그러나 표 5에서 보는 바와 같이 삼접법도 모든 작물에 적용은 가능하고 묘의 소질 등을 고려하여 최근 국내 우수한 육묘공장에서는 삼접에 의한 접목묘 생산을 많이 도입하고 있다. 이것은 최근 활착환경 조절기술이 확립되어 활착율을 90%이상으로 할 수 있기 때문이라고 한다.

검토 결과 본 연구에서는 관행의 삼접법을 기계접목으로 하는 방법 즉 兩子葉 사이의 생장점 위치에 원추형의 구멍을 뚫어 연필심처럼 가공한 접수를 삽입하는 삼접법을 선정하여 기계접목 메카니즘을 구성하였다.

여기서 개발한 접목 메카니즘은 기계적 접합면에서는 전과채류에 적용이 가능하였다. 2차년도 연구에는 기계접목에 의한 활착환경이 규명되고 적응성 시험을 통하여 적용할 수 있는 과채류의 종류가 확정될 것으로 본다. 그러나 지금까지 자가육묘에서 삼접법을 선호하지 않은 것은 활착기술의 미확립 때문이라고 판단되지만 최근 활착환경 등에 관한 기술이 발전되어 수작업에 의한 삼접법의 활착기술이 확립되었고, 본 연구에서는 이에 대한 시험을 2차년도 사업에 포함하여 기계접목에 의한 활착도 충분히 가능성이 있다고 생각된다.

본 연구에서 삼접법을 접목로봇의 접목법으로 선정 채용한 주요 관점은 다음과 같다.

- ① 전과채류에 적용 가능성이 있어 범용성 있는 접목로봇을 개발할 수 있다고 판단한 점.
- ② 접합에 클립, 접착제 등 부자재를 필요로 하지 않음.
- ③ 자엽 2매를 보존한 상태로 접목하기 때문에 작물 생리면에서 활착율이 높음.
- ④ 지금까지 일본 등에서는 메카니즘 상 기계접목이 어렵다고 보고되어 왔지만 본 연구에서 메카니즘을 개발하였음.

⑤ 타 기계접목 방법은 일본의 특허권에 저촉됨.

3. 기계접목 메카니즘 개발

본 연구에 적용한 삼접법의 대목·접수 가공의 메카니즘은 발아율과 발아세가 균일한 토중녹화 육묘법에 의하여 육묘된 플러그 묘를 이용하여 한 포기 대목과 접수를 기계에 의하여 자동으로 가공하여 접목하는 메카니즘을 개발하였다.

대목의 가공은 그림으로 자엽 아래 일정(5mm)위치를 집어 그림 5와 같이 2매의 자엽을 보존한 상태로 양자엽 중앙의 생장점 위치를 예각의 원추형 드릴로 가공한 접수의 굵기와 같은 구멍을 뚫는다.

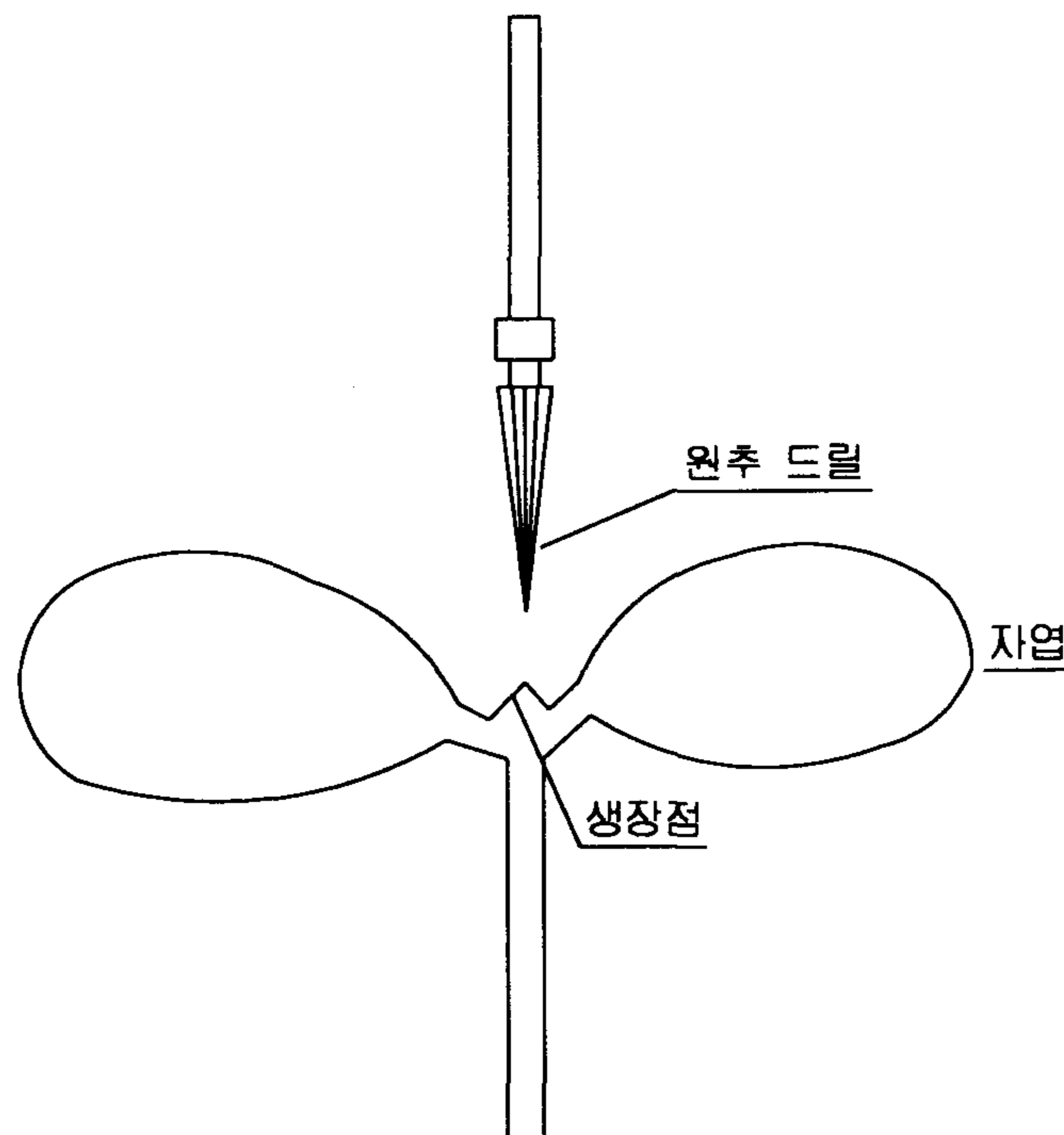
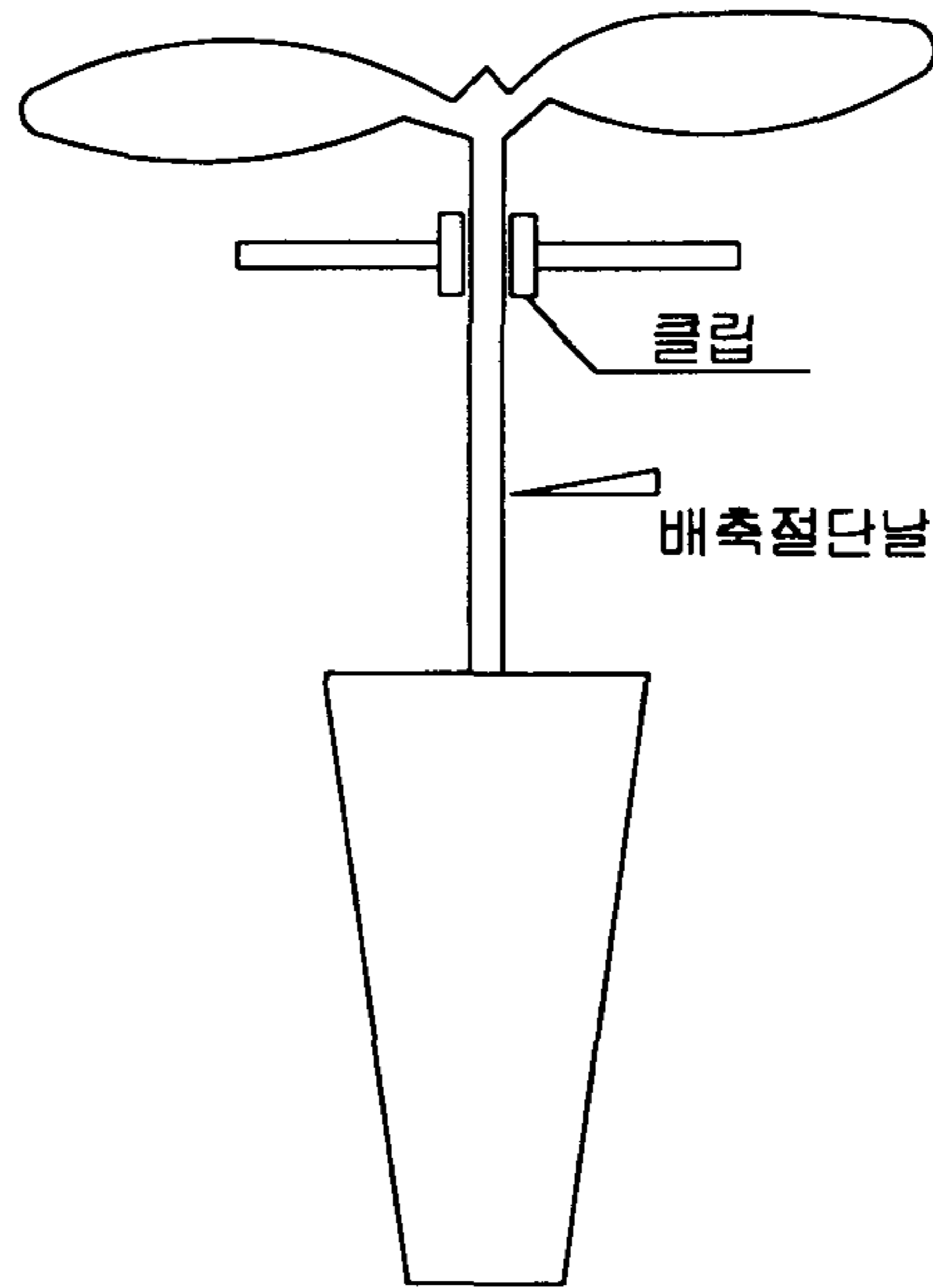
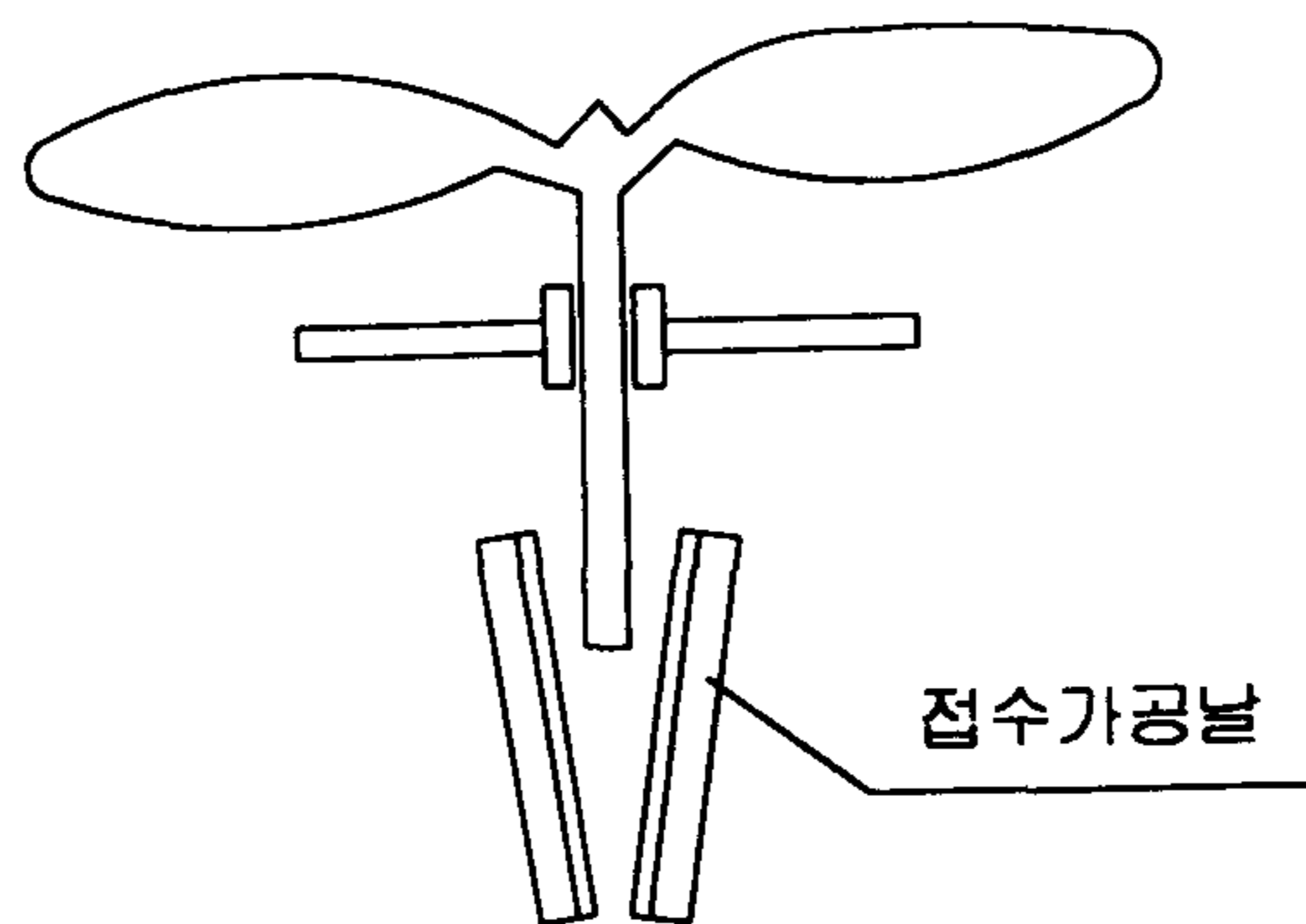


그림 5 대목가공 메카니즘

접수의 가공은 그림 6과 같이 접수의 하배축(下胚軸)을 절단하여 근부를 잘라내는 1차가공을 하고, 절단된 하배축을 원추형으로 가공하는 2차가공을 하는 메카니즘이다.



(a) 1차 가공(배축 절단)



(b) 2차 가공(원추가공)

그림 6 접수가공 메카니즘

제 2 절 대목 자동가공기술 개발 및 시작기 제작

대목 자동가공 유닛은 그림 7-1,2와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 대목홀더에 대목료를 공급하면 대목 그립이 대목을 집어 가공 위치까지 이동시키면 兩子葉 사이의 성장점 위치에 수직으로 드릴가공을 하며, 가공이 끝나면 180° 회전하여 접합공정 위치에서 대기 하도록 유닛을 설계하였으며 제작한 시작기는 그림 8과 같다. 여기서 모든 동작은 PLC로 구성된 제어시스템에 의하여 순차제어 되도록 하였으며, 대목홀더에 대목을 공급하는 것은 수작업으로 하도록 하였는데 이것은 3년차 연구에 자동공급 장치로 개발할 예정으로 있다.

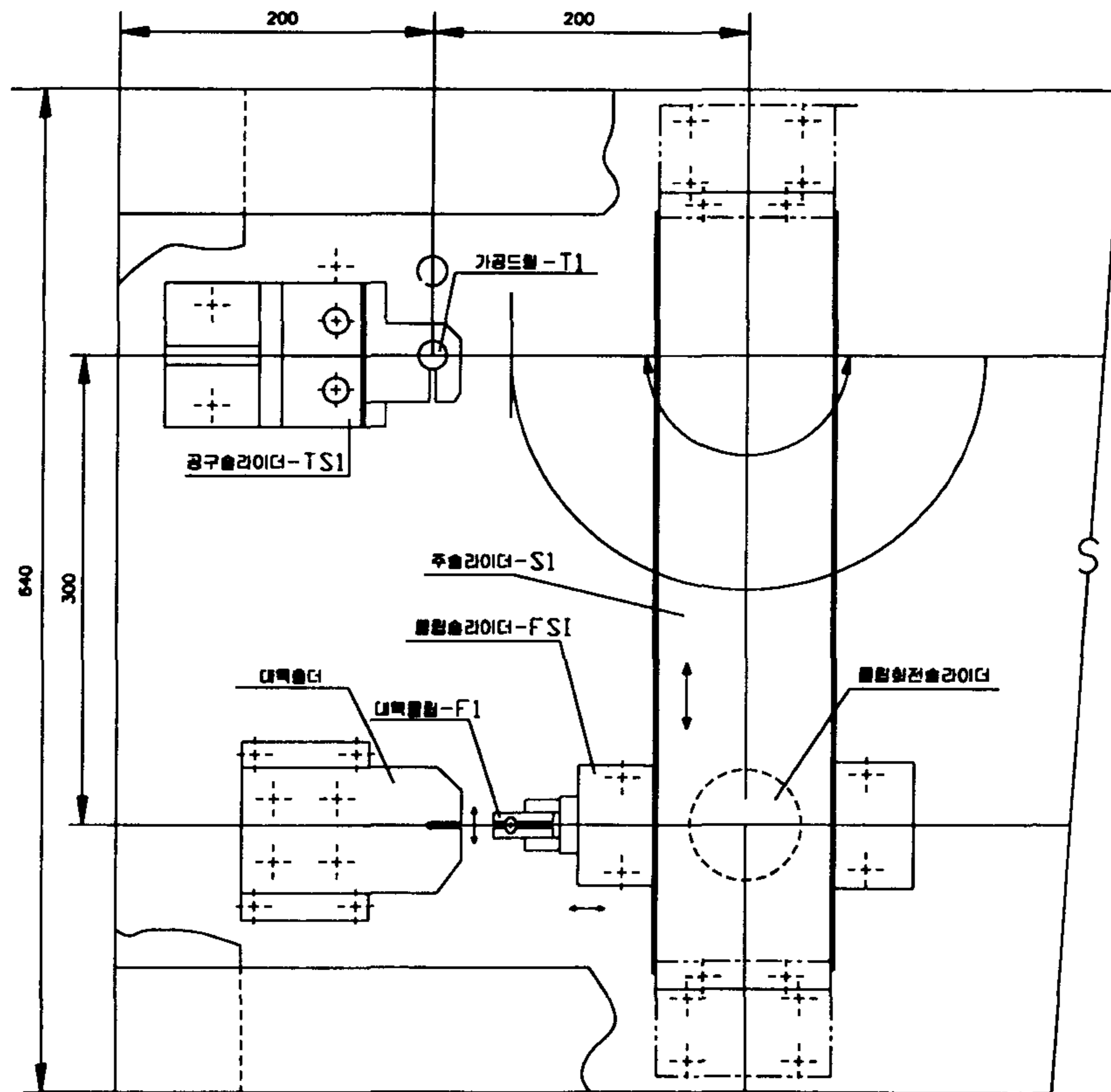


그림 7-1 대목 자동가공 유닛 설계도(평면도)

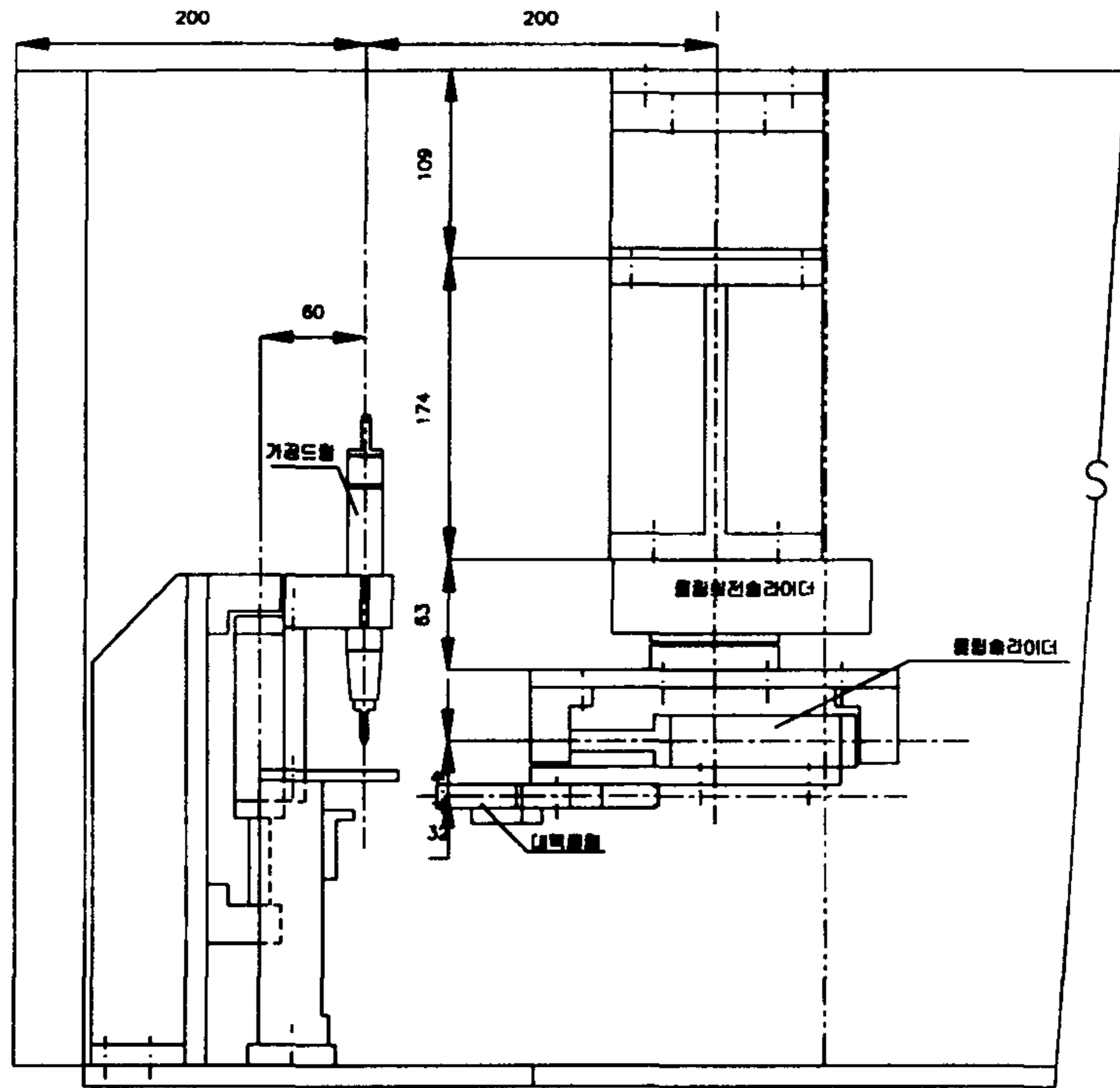


그림 7-2 대목 자동가공 유니트 설계도(정면도)

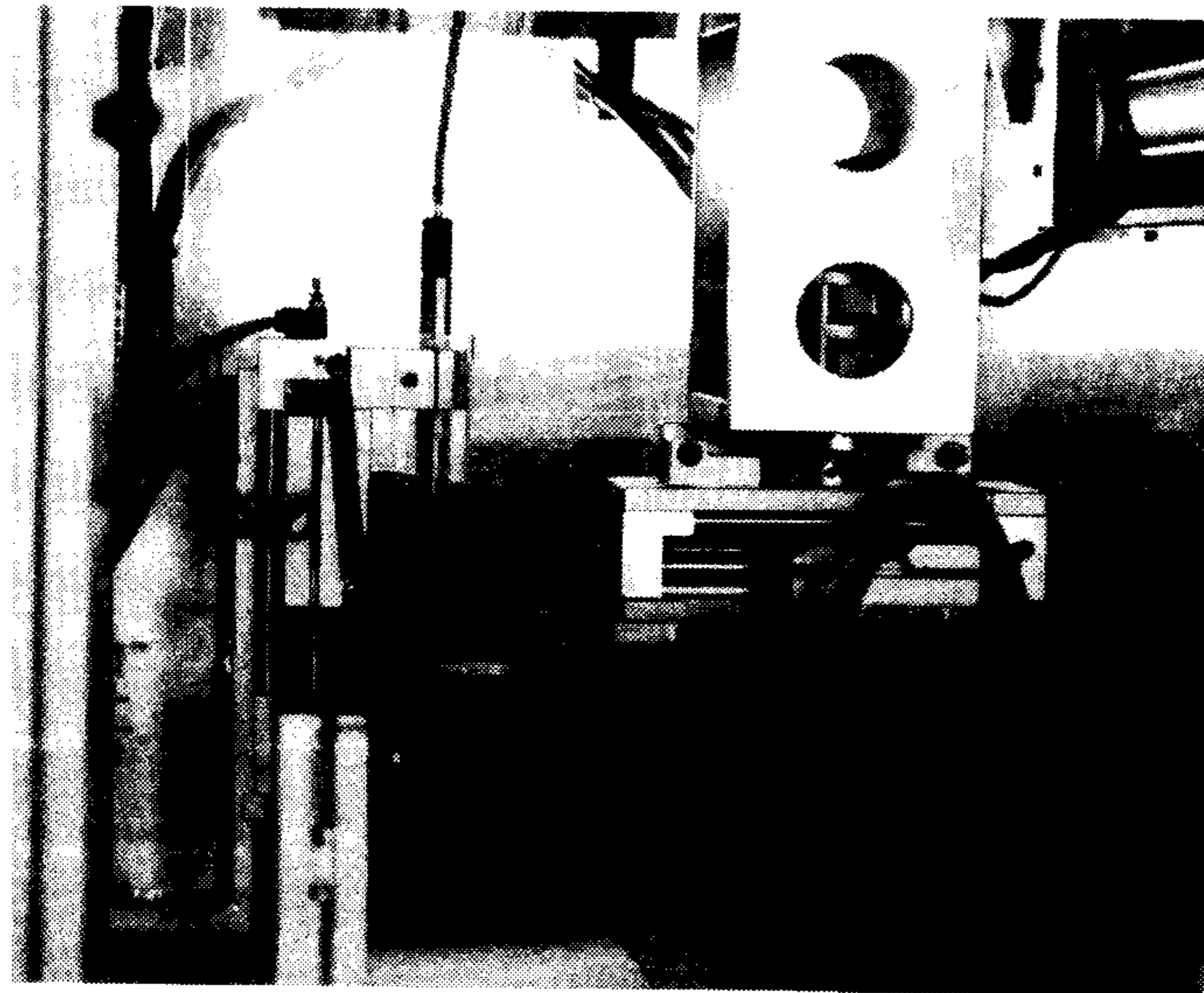


그림 8 대목 자동가공 시작기

제 3 절 접수 자동가공기술 개발 및 시작기 제작

접수의 자동가공은 그림 9-1,2와 같이 접수 홀더에 접수를 공급하면 그림이 접수묘를 집어 가공 위치로 이동시키는 도중에 커터에 의하여 배축을 절단하는 1차가공을 한다. 2차가공 위치에 도달하면 자동으로 2차가공이 되도록 되어 있다. 가공이 끝나면 180° 회전하여 접합위치로 이동된다. 1차가공은 접수묘를 자엽 아래 일정 위치(15mm)의 하배축을 절단하여 근부를 잘라내는 것이다. 다음 절단부를 예각의 연필심 모양의 cone type으로 2차가공하는 공정을 자동으로 하는 유니트로 설계하였다. 그림 10은 접수 자동가공 시작기 이다.

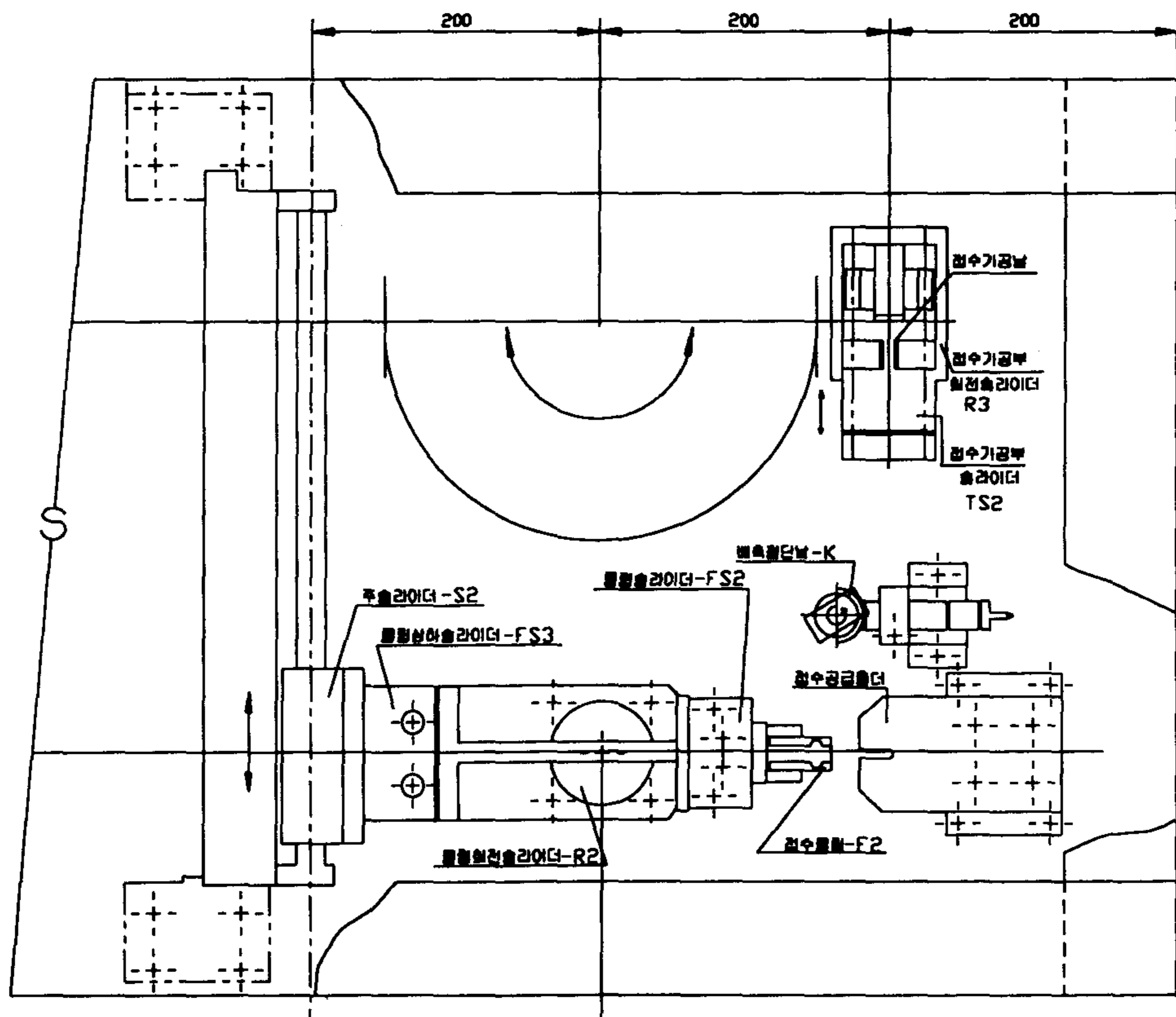


그림 9-1 접수 자동가공 유니트 설계도(평면도)

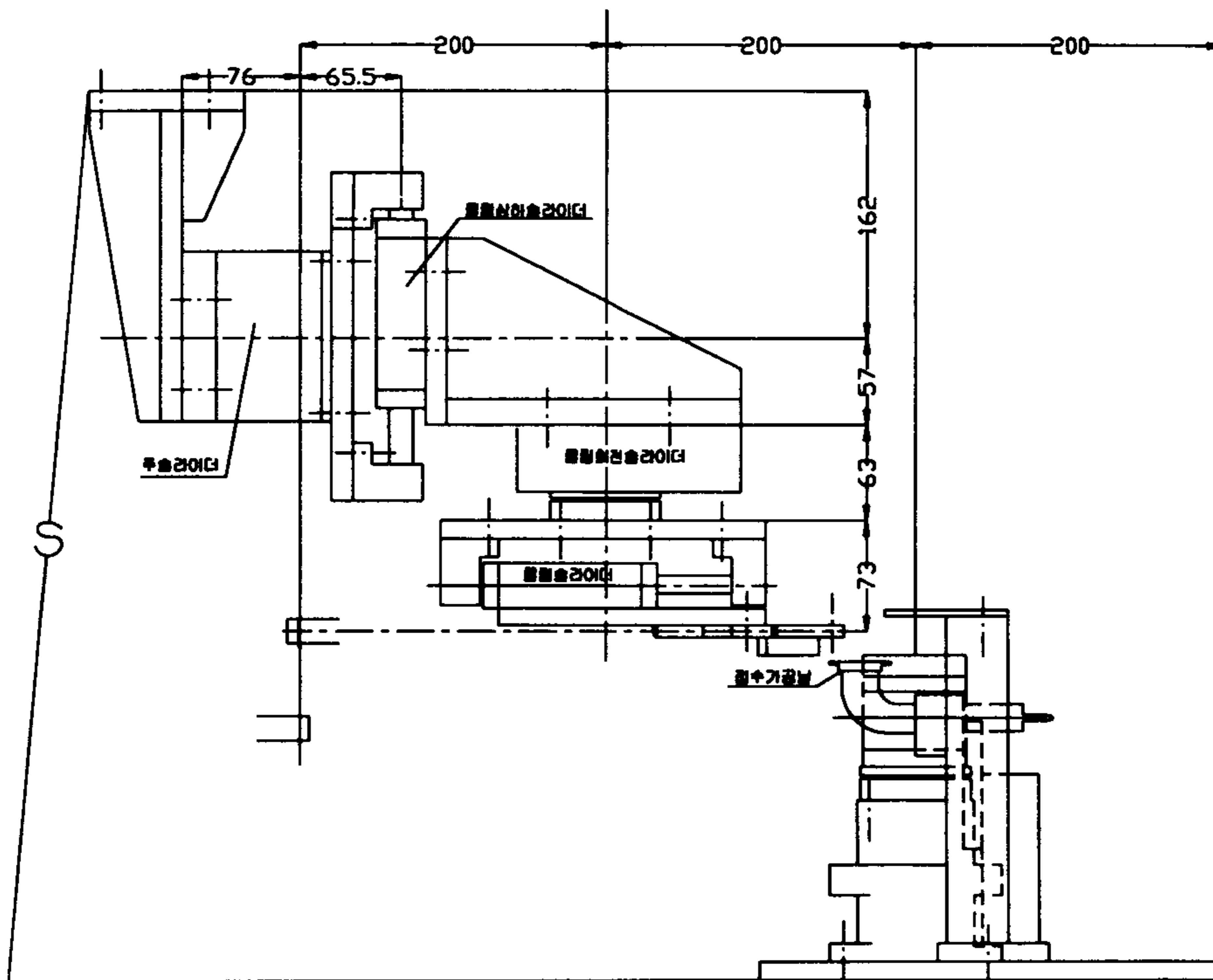


그림 9-1 접수 자동가공 유니트 설계도(정면도)

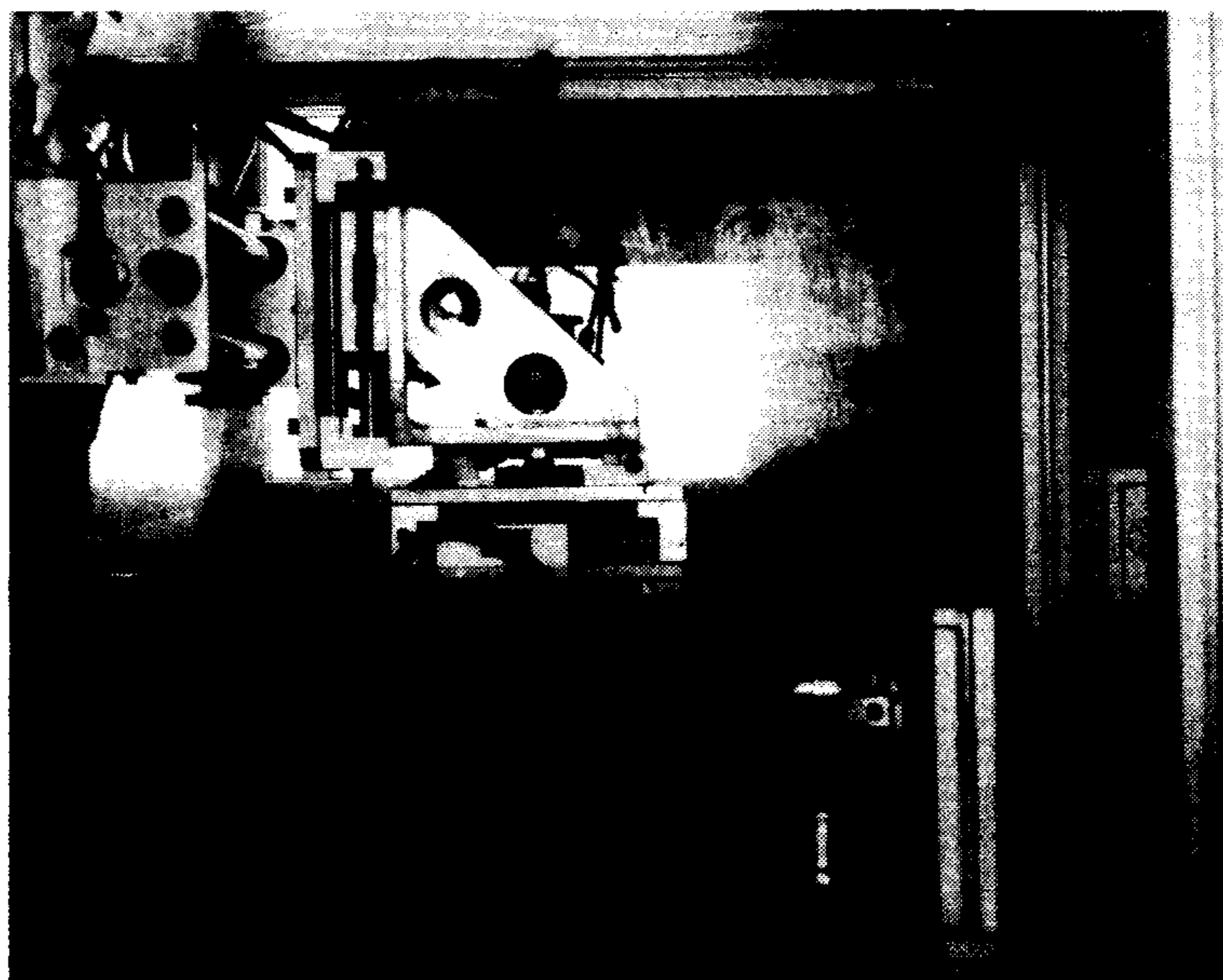


그림 10 접수 자동가공 시작기

제 4절 1본 자동접목 시스템 구성 및 시작기 제작

1. 접목 시스템의 구성

대목 자동가공 유니트 및 접수 자동가공 유니트를 시스템 프레임에 설치하여 양쪽 유니트가 동시 가공동작을 하도록 그림 12와 같이 구성하였으며 시작기는 그림 11과 같다. 즉 좌측에 대목가공부 및 우측에 접수가공부를 설치하여 양쪽 묘 홀더에 대목과 접수를 공급하고 시작 버튼을 누르면 자동으로 한 포기의 접목을 자동으로 이루어지도록 시스템을 구성하였다.

여기서 시스템을 구성함에 있어서 접목묘 생산효율을 높이기 위하여는 각 공정의 효율을 가능한 한 높임과 동시에 불량묘의 검출과 보식이 중요하다. 일반적으로 접합 전의 검사에는 화상처리 기술로 가능하고 접합후 출하전의 검사에는 투광식 광전스위치로서 가능하다. 그러나 검사장치의 도입은 처리 속도와 생산설비의 증가를 가져오기 때문에 본 연구에서는 처리 속도를 고려하여 이 장치는 설치하지 않는 것으로 하였다.

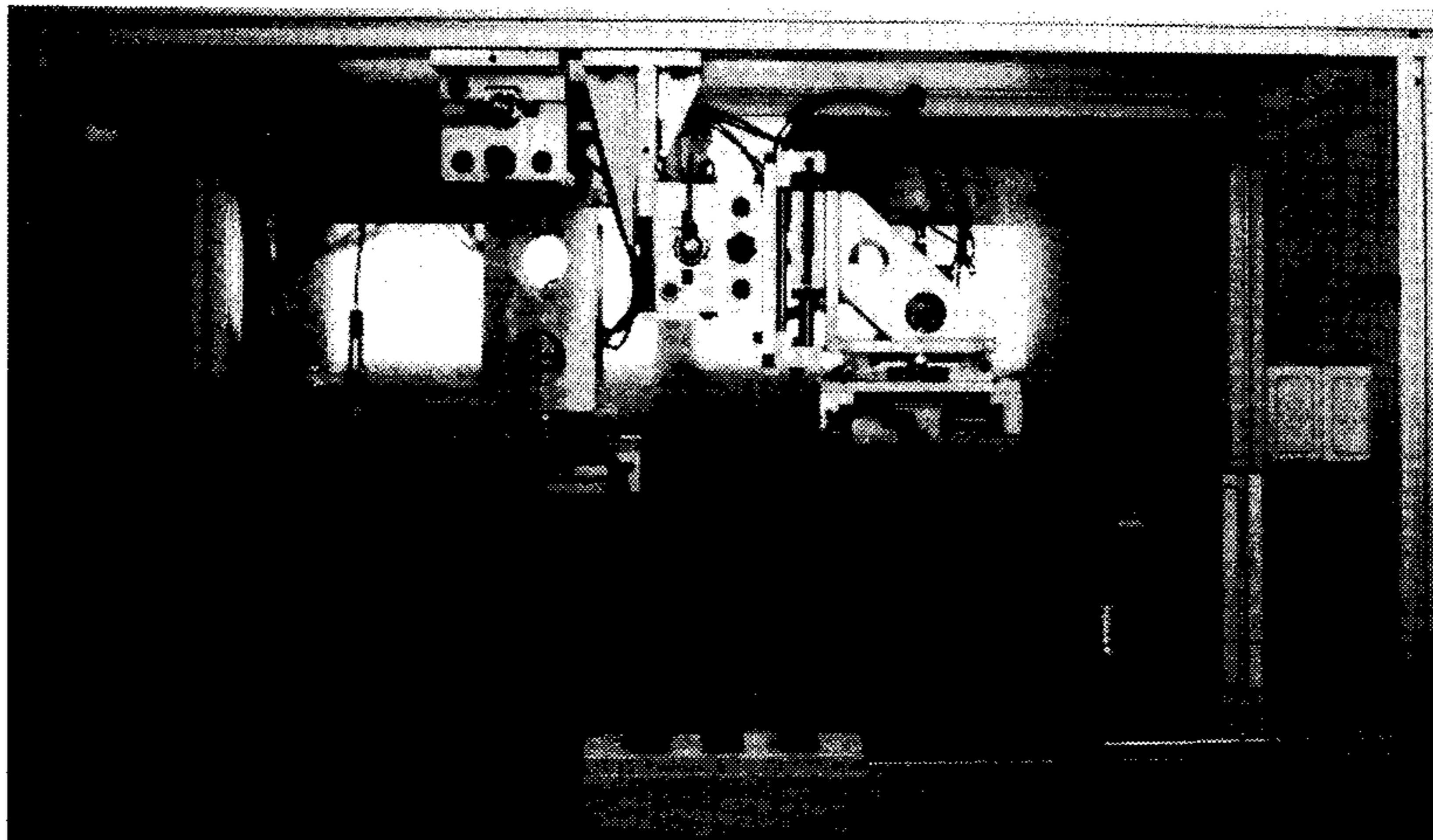


그림 11 1본 자동접목 시스템 시작기

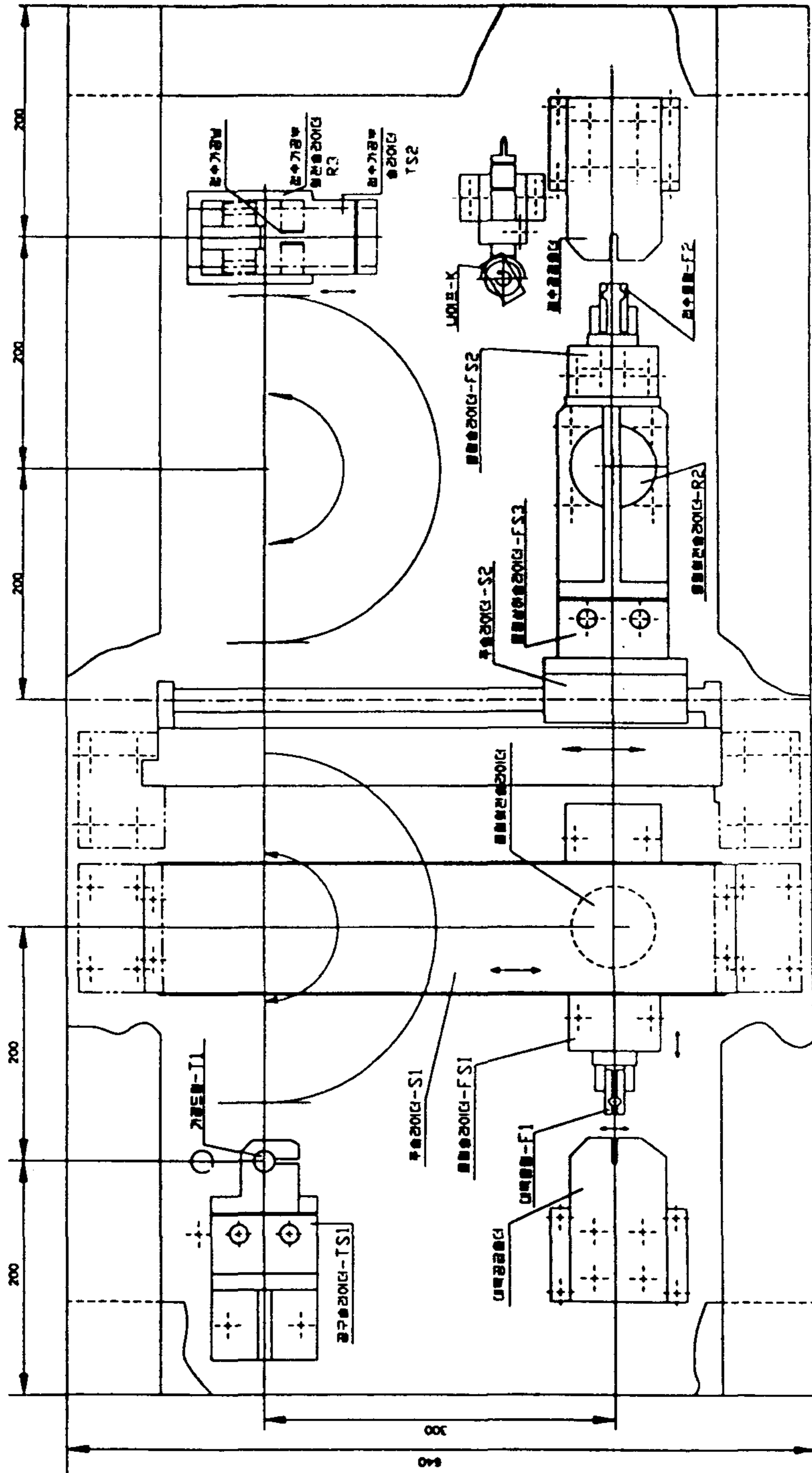


그림 12 1본 자동접목 시스템 구성도

2. 제어 시스템

자동접목 시스템에 의하여 접목작업을 수행하는 기계작동은 그림 13과 같이 PLC를 이용하여 시스템의 하드웨어를 구성하고 접목속도를 고속으로 하기 위하여 그림 14의 흐름도와 같이 순차제어 되도록 Feed- forward 제어 시스템으로 구성하였다.

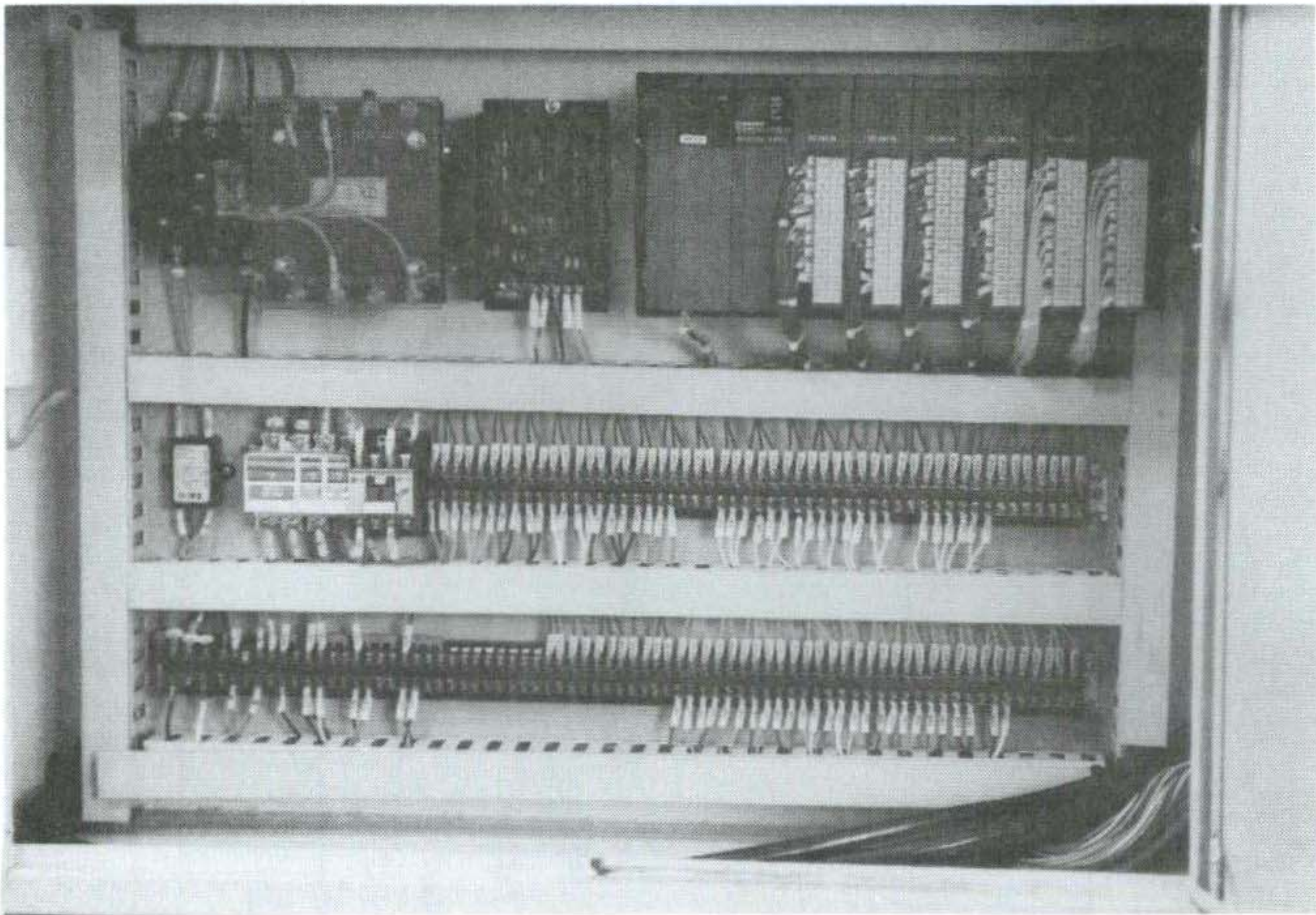


그림 13 PLC에 의한 제어 시스템 하드웨어

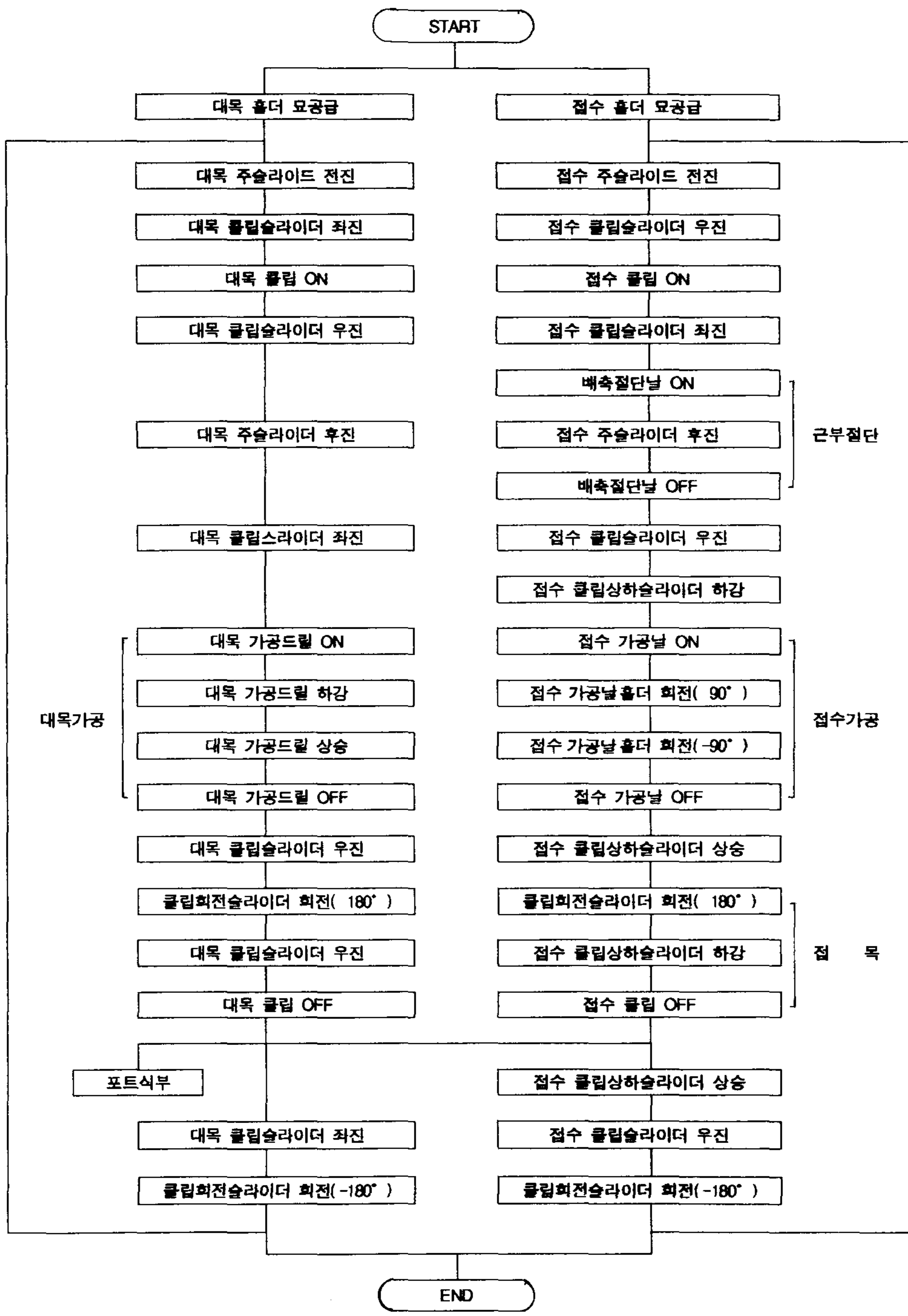


그림 14 점목 로봇 시스템 작동 흐름도

제 5 절 접목 로 붓의 성능시험

1. 공시 접수 및 대목

개발한 접목 시스템의 성능시험을 위하여 공시한 접수와 대목의 생육상태는 표 6과 같다. 여기서는 50주 평균 값을 나타내고 있다.

표 6 공시 대목 및 접수

	접수(오이)	호박(대목)	
	흑진주	신토좌	흑종
자엽 폭	19.0	36.3	48.5
자엽 길이	35.0	60.2	70.3
배축경 (자엽전개방향)	1.6	3.5	3.7
배축경 (자엽전개방향)	1.6	4.3	4.6
배축 길이	47.5	71.4	75.5
자엽 전개각	115.0	77.5	58.2

주 : 50주 평균값

2. 자동접목 시스템의 성능시험

표 6의 공시 접수 및 대목을 사용하여 성능시험을 실시한 결과는 표 7과 같다. 표에서 보는 바와 같이 기계적 접목 성공률이 98%로 기계적으로는 접목성능이 우수한 것으로 나타났다. 2차년도 연구에서는 기계접목에 의한 작목별 활착 환경이 규명되어 활착율 등이 조사되면 적용할 수 있는 과채류 종류가 파악될 것으로 생각되며, 범용성에 대한 검토가 실시될 예정이다.

표 7 접목로봇 성능시험 결과

대 목		신 토 좌	혹 중
공시주수		50	50
기계적 접목 성공주수		49	49
기계적 접목 성공율		98	98
접목실패내용	대목가공실패	0	0
	접수가공실패	0	1
	접합실패	1	0

제 3 장 묘재배 기술 개발 분야

제 1 절 서언

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 개발하여야 한다. 본 연구에서는 토중녹화 육묘법, 노숙대목 접목기술 등을 주 검토 대상으로 하였다.

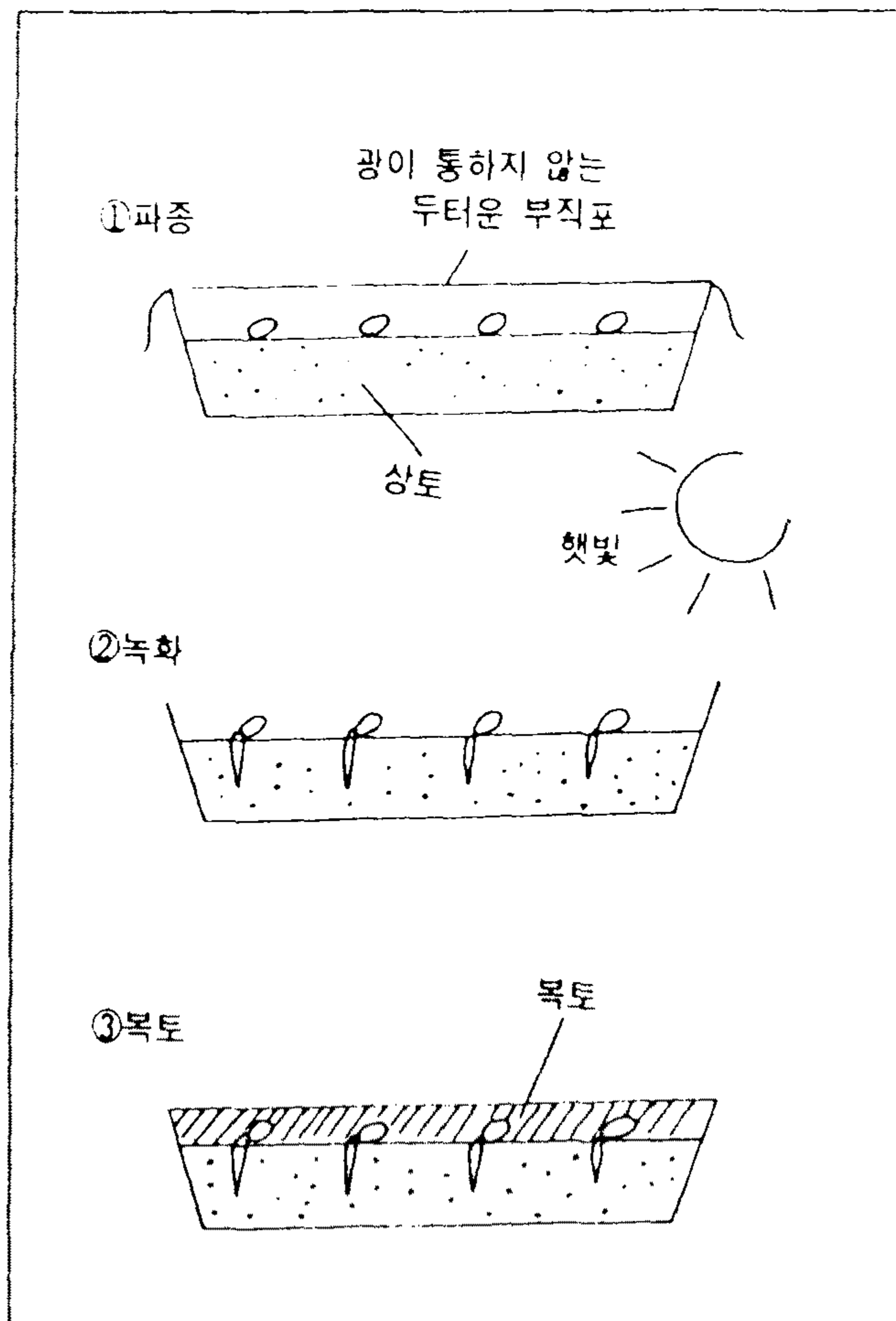
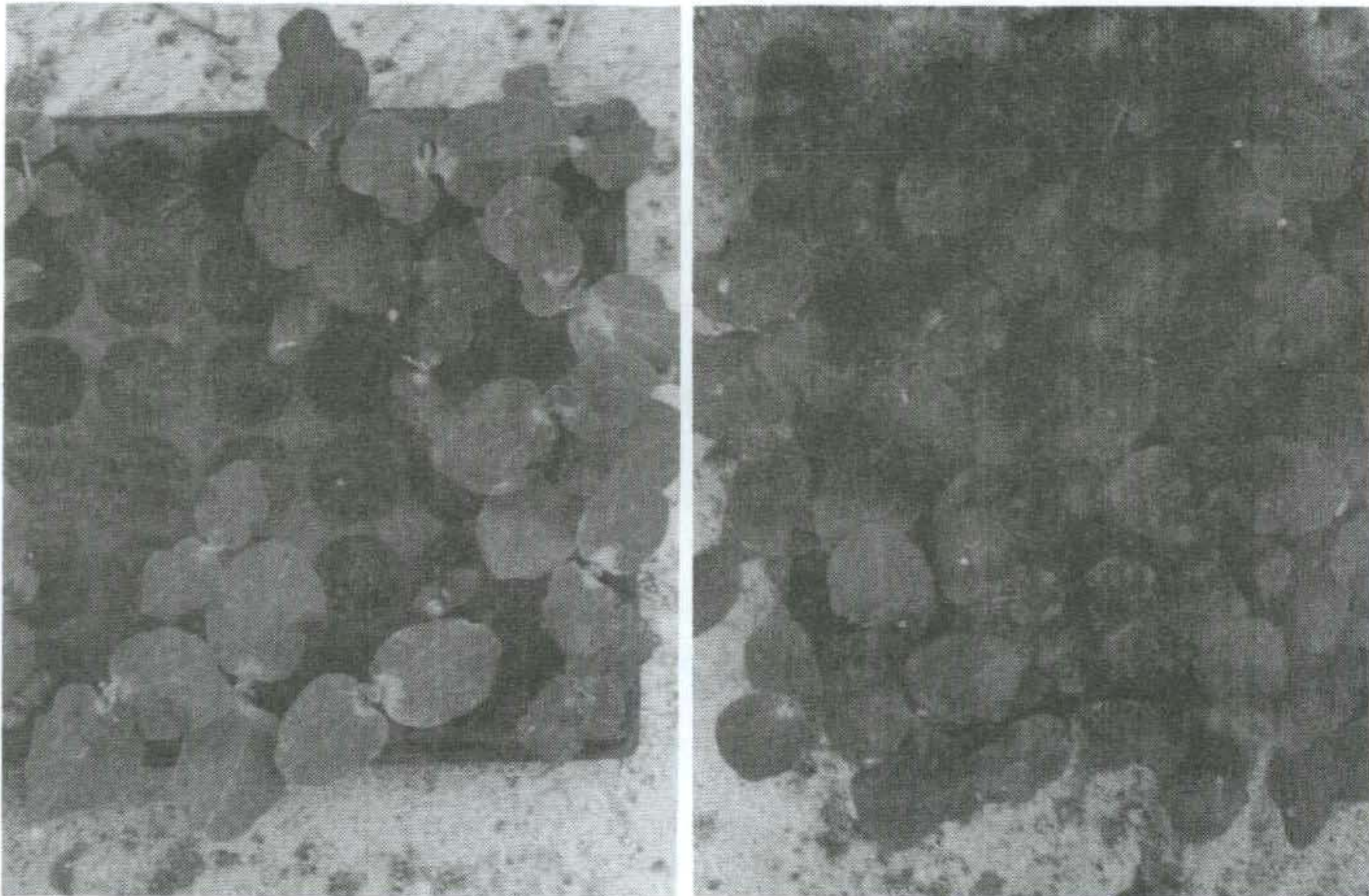


그림 15 토중녹화 육묘법

제 2 절 토중녹화 육묘기술

토중녹화 육묘기술은 그림 15와 같이 대목과 접수의 파종후 복토하지 않은 상태에서 뿌리가 내린 후 태양광에 노출시켜 녹화한 후 복토하여 발아시키는 육묘방법으로, 그림 16 및 표 8와 같이 관행방법에 비하여 발아율이 높고 발아세가 균일한 육묘기술로서 육묘공장에 적용성이 높은 육묘기술이라고 평가된다. 특히 접목후 활착 환경의 조절이 용이하고 활착율이 높은 특징을 가지고 있어 접목묘의 공장적 생산에 있어서 우수한 육묘기술이라고 판단되며 접목로봇 개발의 전단계 연구로서 우수연구 결과를 얻은 것이다.



관행

토중녹화

그림 16 토중녹화 육묘법과 관행 육묘법과의 발아율 차이

표 8 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 접목기술 개발

공정육묘는 농민의 주문에 의하여 모를 생산공급하게 되는데 다량의 대목을 항시 보유하고 접수는 주문에 응해서 단기간에 파종 접목하여 공급할 수 있는 체제가 되는 것이 바람직하다. 본 노숙대목의 일령에 따른 접목기술은 대목의 재배일수에 관계 없이 접목이 가능하도록 한 접목기술로서 대목의 본엽 전개후 어린 접수를 접목하는 기술로서 로봇접목에 이용 가능한 접목 기술로서 개발한 것이다.

그림 17과 표 9는 노숙대목을 이용하여 접목할 경우 접목 위치별 활착율 및 생육상태를 보인 것으로 생장점 삼접이 하배축 상부 또는 하부보다 활착율이 양호하게 나타났다. 이것은 전술한 접목법 선정에서의 삼접 중 생장점 삼접을 선정한 이유이다. 여기서 노숙대목을 이용할 경우는 수박의 삼접 시 활착환경이 좋지 않은 경우에도 어린묘에 비하여 활착율이 높다는 접목전문 육묘공장 관계자의 의견과 일치한 결과를 가져왔다.

표 10은 노숙대목의 일령별 활착율 조사한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 노숙대목을 삼접할 경우에 대목의 일령이 90일 이후는 활착율이 현저히 저하하였으며, 일령 80일까지는 활착율이 유지됨을 보여주고 있다.

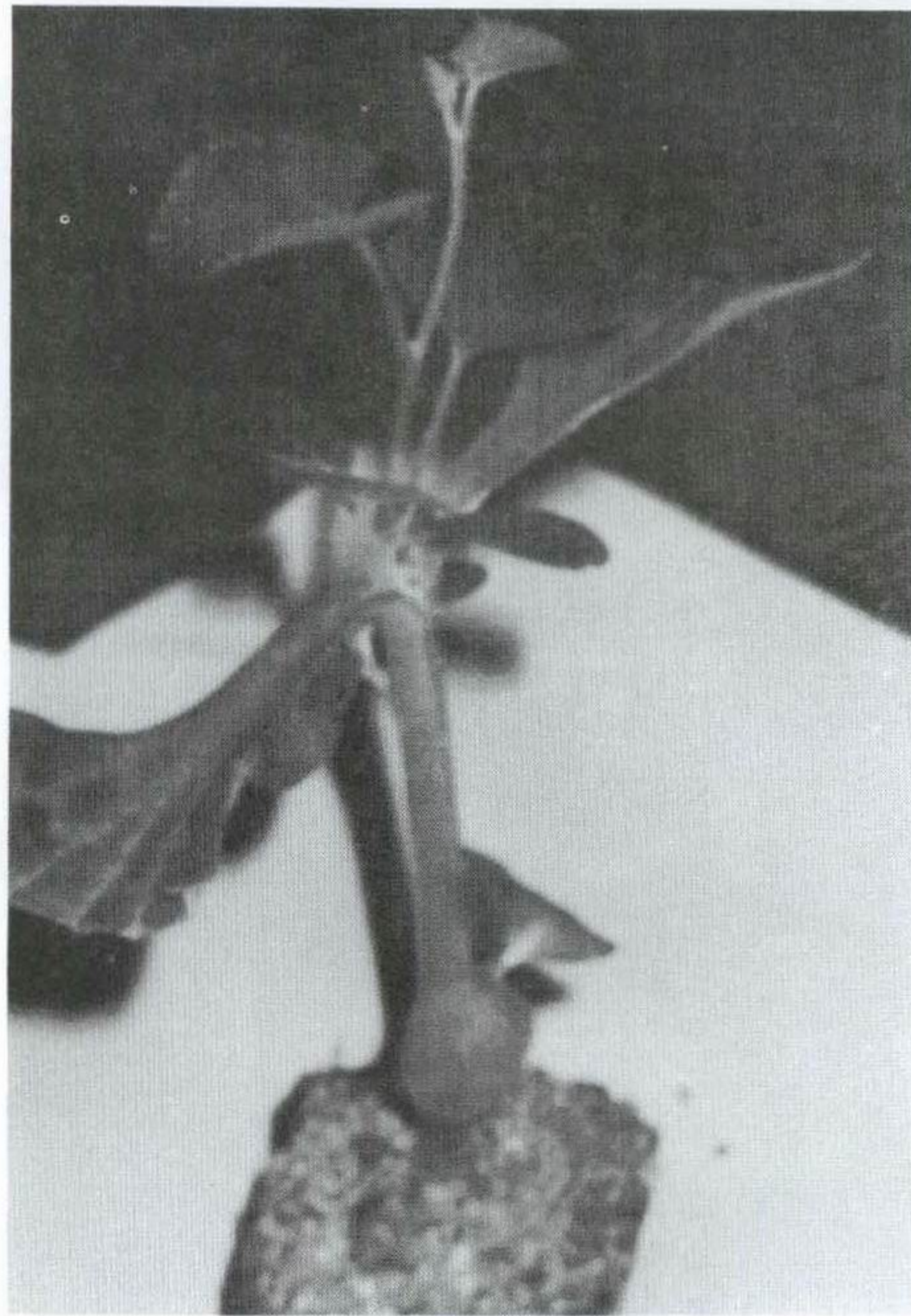


그림 17 노숙대목(일령 80일)에 접목 부위별(3개소)로 접목한 광경

표 9 접목 부위별 활착율 비교

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

표 10 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 장 종합결과

접목묘를 전문으로 생산하는 육묘공장에 있어서 접목의 대량생산에는 접목작업을 인근의 숙련된 인력에 의존하고 있으나, 일시적으로 많은 인력의 동원이 한계가 있기 때문에 묘 주문에 대응하지 못하는 실정이다.

본 연구에서는 접목묘의 대량생산에 부응하기 위하여 접목작업의 생력 기계화가 가능한 플러그묘 접목로봇을 개발하는 연구로서 1년차 연구에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 접목 로봇에 적합한 기계접목 메카니즘 개발

접목 로봇에 적합한 접목방법으로서 대목의 자엽 2매를 보존한 상태로 생장점에 삽입하는 방법이 지금까지 기계적인 방법으로는 어렵다고 평가되어 시도하지 않았으며 기계접목에 관련된 일본 등 선진 외국의 특허권을 피할 수 있는 방법으로 본 연구개발에서 적합한 기계접목 메카니즘이 개발되었다.

2. 1분 접목 로봇 시스템 구성

접목 기술이 우수한 숙련자의 수작업에 비하여 5배 이상의 작업능율을 가진 1분 접목 로봇시스템이 개발되었다.

3. 접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수 육묘법 개발

접목 로봇 시스템에 적합한 대목 및 접수의 육묘법으로서 토중녹화육묘법 및 노숙대목육묘법을 주 검토대상으로 시험하여 적용성을 확인하였다.

인용문헌

1. 鈴木正肚外4人, 1995, ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第1報)-要素技術の検討-, 日本農業機械學會誌 57(2):67-76
2. 鈴木正肚外3人, 1995, ウリ科野菜用接ぎ木装置の開発(第2報)-機械接ぎ木の可能性の検討-, 日本農業機械學會誌 57(3):103-110
3. 日本國特許廳, 接木用苗切斷装置, 公開實用新案公報 平3-27933
4. 日本國特許廳, 接木用苗把持体の供給装置, 公開實用新案公報 平3-27934
5. 日本國特許廳, 接木装置, 公開特許公報 平3-61429
6. 日本國特許廳, 接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
7. (社)日本施設園藝協會編, 1994, 三訂施設園藝ハンドブック:152-161
8. 橋本 康外6人, 1993, 植物種苗工場