

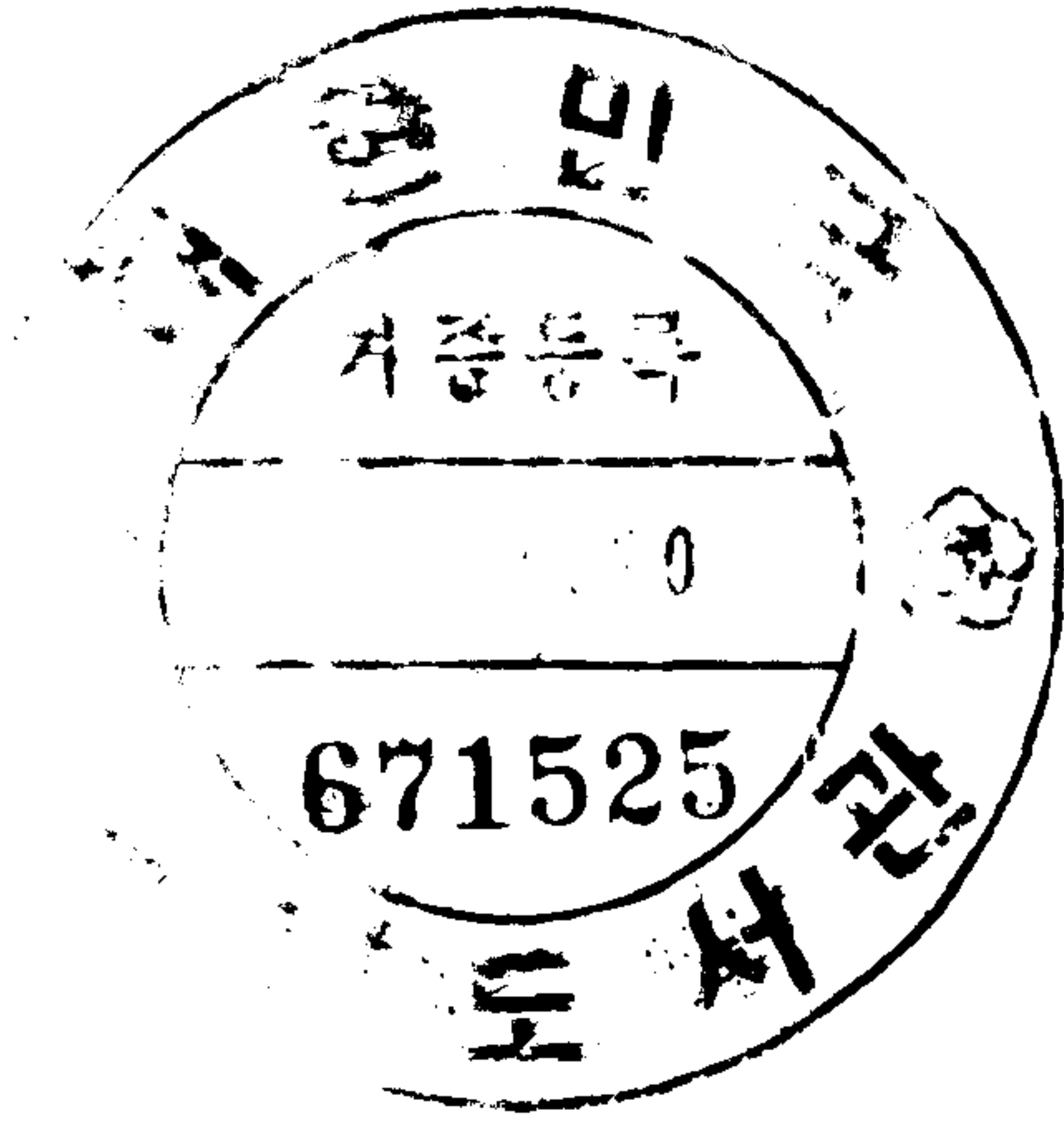
제 1 차 년 도
중 간 보 고 서

육묘 자동접목장치 개발에 관한 연구

Study on Development for Automatic Grafting System of Seedling

성균관대학교

농림수산부



제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “육묘 자동접목장치 개발에 관한 연구” 과제의 1년차
계속보고서로 제출합니다.

1995. 12. 20.

주관연구기관명 : 성균관대학교 생명자원과학대학

총괄연구책임자 : 황 현

세부과제책임자 : 황 현, 최 창 현

연구조원 : 구 근 서, 장 지 흥, 공 형 진

세부과제책임자 : 손 정 익, 고 관 달

연구원 : 이 충 호, 박 명 성

연구조원 : 신 동 원, 김 형 중

세부과제책임자 : 노 광 모, 최 영 모

연구원 : 안 정 균, 김 시 찬

요 약 문

I. 제 목

육묘 자동접목장치 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라의 채소재배는 3,783천ha에 101,518M/T(1993)이 생산되고 있어 농가 소득의 약 12%를 차지하고 있는 매우 중요한 작목이다. 특히 과채류의 재배면적과 생산량은 매년 증가추세로, 고품질 원예작물 생산을 위하여 시설재배 면적이 급격히 증가하고 있다. '93년 현재 과채류 재배면적은 78,011ha로 재배에 필요한 소요묘수는 약 6.5억본이며, 이중 약 70%인 4.7억본의 접목묘가 필요한 것으로 추정된다. 특히 연작장해가 심한 수박, 메론, 오이, 참외 등의 박과형 채소류는 대부분 접목재배가 필요한 실정이다. 그러나, 국내의 접목작업이 대부분 수작업으로 세밀한 조작과 숙련된 작업이 요구되는데 농촌노동력의 고령화로 숙련된 접목기술자가 절대부족한 현실적인 문제가 제기되고 있으므로 생력화된 자동접목기의 개발이 시급한 실정이다.

원예작물의 생산과정 중 양질의 묘를 육성한다는 것은 고품질, 다수확의 기초가 되는 매우 중요한 작업일 뿐만 아니라 높은 수준의 기술과 숙련을 필요로 한다. 특히 과채류 묘의 접목에는 고도의 숙련도와 많은 노력이 소요되어 노동력 절감 및 생산성 향상의 걸림돌이 되고 있다.

현재 국내에서는 육묘 접목장치와 관련된 연구개발 및 기술축적이 시급히 요구되고 있다. (주)윙기연에서 개발보급하고 있는 농가형 간이 육묘접목기는 업체 연구인력의 부족으로 접목정밀도의 개선, 접목작업의 능률 향상, 클립 자동공급 및 접착 기능 등의 면에서 많은 문제점들을 나타내고 있다. 박과형 채소류 재배농가의 대부분이 소규모 농가인 현실에 비추어 현재 국내에서 개발제작되어

시판되는 간이형 육묘접목기의 접합정밀도와 작업속도를 향상시키고 육묘 자동 이송 및 공급장치, 클립 자동공급 및 접착장치를 부가한 형태의 소량 육묘접목에 필요한 간이형 육묘자동접목기의 개발이 필요하다.

수작업에 의한 접목이 계속될 경우 인건비 상승으로 접목 육묘의 가격이 올라 재배한 과채류의 가격경쟁력을 떨어뜨리고 결과적으로 농가수익의 감소를 초래한다. 따라서 접목작업의 생력화를 통하여 접목비를 절감함으로써 박과형 과채류의 안정적 생산과 고품질 생산에 기여하고 시설육묘 재배시스템 등 종묘생산의 규모가 확대되는 추세이므로 노동력이 절대적으로 부족한 현실로 미루어 농가단위의 간이 육묘 자동접목기를 비롯하여 조합단위 또는 시설육묘 규모의 육묘 자동접목장치를 개발하는것이 필요하다.

일본에서 실험적으로 연구개발한 접목장치의 경우 범용성의 문제가 있고 접목 정밀도가 육묘의 형상에 크게 의존하기 때문에 향후 일본에서 실용화된 접목장치가 개발되더라도 국내에서 재배된 육묘에서부터 문제가 생길 소지가 있어 국내에 도입할 경우 여러 문제점이 발생할 것으로 사료된다. 혹 국내 기업체를 통하여 국내에 도입되더라도 국내기술이 비축되어 있지 않은 상태에서는 수천만원이상의 고가장치로서 공급될 것이며, 상당액의 기술료를 지불해야 할 것으로 사료된다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서 최종 목표로 하는 내용 및 범위는 다음과 같다.

1. 농가조합 단위 및 시설육묘 재배단위의 실험용 전공압 육묘 자동접목 시스템 시작기 개발

- 최적접목에 필요한 접목절단 방법의 연구
- 공정분석을 통한 기능설정

- 기능사양에 의거한 구동부, 기구부, 제어부 설계제작
 - 접수/대목묘 자동이송 장치
(공압구동회전 인덱스, 스텝모터구동 회전 인덱스)
 - 클립자동공급 및 접합장치
 - 칼날각도조절장치
 - 접목육묘 자동배출장치
 - 접목육묘 자동이송장치
 - 접수목 뿌리 자동절단장치: 선택사양
 - 전공압 간이 육묘 핸들링 로봇
 - One Board 시스템 구동 및 제어기
- 시스템 성능
 - 작업자 1인 가동 시스템
 - 접목작업속도 6초/주 이내
 - 접목성공률 90% 이상
 - 유지보수 및 분해조립의 간편성
- 상용화시 시스템 가격
 - 400만원대

1차년도는 시설 육묘 재배단위 육묘 자동접목장치의 구동부, 기구부, 제어부를 설계하고 시작 시스템의 단위기계 제작을 목표로 한다.

2. 소규모 농가단위의 실용형 간이 육묘자동접목기 개발

- (주)윙기연에서 개발한 캠구동식 간이육묘 접목기의 기능분석(기구부, 구동부, 제어부) 및 생력화 기능의 개발을 통한 기능 개선
 - 생력화에 적절한 클립 및 클립이송장치
 - 클립 자동공급/접합장치
 - 육묘자동배출장치
 - 공정속도 조절장치

- 제어성능 개선
- 접목부 성능 개선
- 시스템 성능
 - 작업자 1인 가동 시스템
 - 접목작업속도 15초/주 이내
 - 접목성공률 90% 이상
 - 유지보수의 간편성
- 상용화시 시스템 가격
 - 100만원내

1차년도에는 농가형 캠구동형 간이 육묘접목기의 생력화 장치를 설계하고 시제품 제작을 목표로 한다.

3. 접목육묘의 활착율 및 성묘율 향상을 위한 환경제어 기술개발

- 활착률 촉진 기술 개발
- 성묘율 향상을 위한 환경인자 분석 및 제어시스템 개발
- 최적 활착을 위한 접목기술 개발

1차년도는 주요 박과류 작물의 台木 및 접목 특성 조사, 접목형식에 따른 접착율, 활착율, 성묘율 평가 및 생력화에 적합한 접목형식의 선정, 접목묘의 접착 및 활착에 관계되는 환경요인의 분석 및 접목상의 환경제어모델 개발을 목표로 한다.

4. 개발한 육묘 자동접목장치의 실용규모화 연구

- 개발 접목기의 상용화 및 접목규모 및 사용자별 기능확정 및 장치변환연구

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과 요약

(1) 국내외 기술현황 조사 및 분석

1990년에 실시한 일본의 농림수산성 野菜·茶業試驗場의 보고에 의하면 접목 재배 비율이 90%이상인 작물은 수박, 시설오이, 가지등이고, 온실메론과 노지메론도 80%를 웃돌고 있으며, 조사한 작물 전체에서의 접목재배 비율은 약 59%에 달했다. 우리나라의 경우 93년 현재 과채류 재배면적은 78,011ha로 재배에 필요한 소요묘수는 약 6.5억본으로 나타나 있으며 이 중 약 70%인 4.7억본의 접목묘가 필요한 것으로 추정되고 있다.

접목법은 관행법, 개량법을 포함하여 수십종에 이를 것으로 보여진다. 하지만 주로 행하여지는 방법으로서 呼接은 가지이외의 모든 과채류에서 사용되고 특히 메론, 오이에서는 60%이상을 넘고 있다. 挿接은 수박에서 96%로 가장 많고, 가지에서는 割接이 80%를 넘고 있다. 이러한 방법들은 모두 수작업에 의하여 가능하나 과채류묘는 형상이 틀리며, 크기도 다르고 胚軸은 가늘고 골곡이 심한 것들이 많아 높은 정밀도의 기계 접목이 어렵다. 실제로 접목 자동화의 주요 방향과 기술개발은 어떤 접목법을 선택하느냐에 달려 있다고 하겠다.

1987년에 발표된 일본 생연기구의 시작1호기(G871)은 편엽절단접으로 오이의 접목을 실시한 결과 1주당 5-6초에 접목, 접목성공률 91%, 활착율 80-98%였고, 이를 토대로 시작2호기(G892)에서는 육묘공급부, 육묘절단부 및 클립공급부를 개량하여 약 3초에 1주를 접목시킬 수 있었으며, 개량형(G892A)에서 오이, 메론 및 수박의 접목을 실시한 결과, 접목성공률 90-98%, 활착율 78-95%, 성묘율 78-100%로 수작업에 의한 작업과 큰 차이를 보이지 않았다. 이외에 Yanma農機, 미쯔비시農機 등에서 시간당 1000주정도를 접목할 수 있는 자동접목기를 개발했으나 가격이 매우 비싼 편이다.

국내의 경우는 육묘접목장치 개발과 관련된 연구활동도 매우 미진한 실정이고, 유일하게 (주)유풍기연에서 개발제작한 농가형 간이 육묘접목기가 시판되고 있으며 일본에 수출도 하고 있으나, 작업공정의 대부분이 수작업이며 작업성능은 작업자에 크게 의존하는 문제점이 있다.

(2) 조합단위 및 시설재배육묘 단위의 중규모 자동접목시스템 개발

자동접목시스템의 가격경쟁력 및 가동율을 고려하여 시스템의 생력화 규모를 잠정적으로 선정하였다. 또한 환제어기능을 갖는 순화설비와 같이 접목작업후의 활착율, 성묘율을 높이는데 필요한 부가적 설비, 활착과 성묘의 성공률, 대상작목의 범용성, 그리고 접목기술의 생력화 및 난이도 등을 고려하여 적정 접목기술을 선정하였다.

접목기술로서는 호접을, 대상작물로서는 박과류를 선정하여 1인 작업시스템으로 기능을 선정하였다. 작업공정의 분석을 통하여 공정별 장치를 선택하였고, 전공압을 이용한 간이 자동접목장치를 구상하였다. 기본적인 구동부, 기구부 및 제어부를 설계하여 시작품의 단위기계 제작을 위한 부품을 선정·가공하였으며, 육묘공급 전공압 간이로봇과 시간조절 육묘공급용 회전인덱스 및 공급원판등 일부 단위장치의 시작기를 제작하였다.

(3) 소규모 농가단위의 실용형 간이 육묘자동접목기 개발

기존 캠구동식 간이 육묘접목기의 기구부, 구동부 및 제어부를 분석하였다. 구동부와 제어부는 programmable controller를 사용하여 회로를 재설계하고 시작기관을 제작하여 제어의 용이성을 증대시켰으며, 자동화에 적합한 합성수지 재료의 클립 및 클립공급통을 개발하였고, 세심한 작업이 요구되는 접목후 클립물림공정을 자동으로 수행하는 장치를 설계하여 시작기를 제작하였다. 또한 클립장착후 접목묘를 자동배출하는 기구를 설계제작하였다.

(4) 접목육묘의 활착율 및 성모을 향상을 위한 환경제어 기술개발

본 파트에서는 기계적인 자동접목의 능률을 높이고 접목방법을 결정하기 위하여 대목 및 접수의 특성분석과 접목묘 활착에 관여하는 환경요인을 분석하였고, 접목후 묘의 활착율을 높이기 위한 환경제어의 모델을 개발하였다. 작물별로 보면 오이, 매론 및 토마토는 호접을, 수박은 삼접을 주로 하고 있고, 작물에 따라 다른 접목방법을 이용하는 것은 작물 특성상 특별한 접목 조작이 필요하거나, 접목노력, 접목후 관리의 용이성 등에 기인된 것으로 생각된다. 시판되는 접수묘와 대목묘의 품종간이나 품종내에서도 초장과 배축장의 길이는 편차가 심하여 자동접목시 영향을 미치는 것으로 나타났고, 삼접·합접·단근삼접의 경우는 대목의 배축이 굵고 약간 짧은 것이 바람직하고, 호접과 합접의 경우에는 대목 배축의 길이가 접수에 비해 어느정도 굵은 것이 바람직하며, 특히 호접의 경우는 대목과 접수의 배축길이가 6-7cm 정도로 같아야 접목작업이 용이하였다.

접목상의 환경제어모델에서 환경조건은 약 4일동안 일장시간 12시간, 온도 25℃, 습도 90%로 거의 일정하게 유지하여 작물이 스트레스를 받지 않게 하고, 순화시설내의 환경조건은 약 7일간 온습도 및 광량이 자연상태가 되도록 점진적으로 환경변동을 주도록 하였다.

2. 연구결과 활용에 대한 건의

- (1) 일본에서 실험적으로 개발한 접목기의 경우 범용성의 문제가 있고 접목정밀도가 육묘의 형상에 크게 의존하는 문제점이 있다. 따라서 국내에 도입되더라도 국내기술이 비축되지 않은 상태에서는 수천만원대의 고가로 공급될 것이며, 상당액의 기술료를 지불해야 할 것으로 사료된다.
- (2) 본연구의 중규모 자동접목기는 국내외 특허출원이 가능하며, 일본의 자동접목기와 비교할 때 가격은 500만원선으로 예측되어 훨씬 저렴하고, 기능 및

접목성능에서 뒤지지 않을 것으로 기대된다.

- (3) 시설농업을 이용한 박과형 과채류 재배가 증가함에 따라 조합단위 또는 시설 육묘단위의 대량육묘접목이 필요하게 되므로 본 과제에서 개발을 추진하는 저가의 진공압 육묘 자동접목시스템의 활용 및 상용화 연구, 그리고 보급이 급속히 이루어질 것으로 기대된다. 또한 고가인 일본산 자동접목기에 대한 수출경쟁력도 확보할 수 있다고 전망된다.

Summary

This project has been done to develop an automatic grafting system suitable for fruit vegetables. The study consists of four research sections: ① development of a middle-scaled automatic grafting system for cooperative unions of a farmer, ② development of a small-scaled simple grafting machine for an individual farmhouse, ③ development of techniques for environmental controls which can improve the graft-taking rate and growth rate of grafted nursery plants, and, ④ research for commercialization of developed grafting systems.

The results of the first-year research are summarized as follows:

- 1) Investigation and analysis of the techniques used in graftage of a raising seedling

The survey, done by the Ministry of Agriculture and Fishery of Japan in 1990, showed that 90% of water melons, greenhouse cucumbers, and egg plants were cultivated by the grafted plants, and 80% of melons and greenhouse melons were cultivated by the graftage. The remarkable thing is that 59% of the crops investigated in this survey were cultivated by grafted nursery plants, and the cultivation by grafted nursery plants have increased every year.

An inarching method among the graftage is performed in most fruit vegetables except egg plants, and more than 60% of melons and cucumbers are cultivated through this grafting. Another method called an insertion grafting is mainly used for water melon, and a cleft grafting for most egg plants. The success of researches for the automatic grafting

depends on selection of the graftage.

The prototype semi-automatic grafting system developed by the Institute of Agricultural Machinery of Japan in 1987 could graft the cucumber within 5-6 seconds, and showed 91% graft-taking rate. The later improved system made feasible 3 seconds of grafting time. Recent ones commercialized by several companies, however, have a disadvantage of relatively high prices compared with their functions and operating days.

- 2) Development of a middle-scaled automatic grafting system for cooperative unions of a farmer

A labor-saving grafting system was designed based on the price and operating days. The inarching graftage was selected by considering acclimation facilities, graft-taking rate, objective crops of grafting, etc., and objective crops of graftage were limited to Cucurbitaceae. The system using vacuum controls was consisted of drivers, mechanisms, and controllers. Selected parts were collected and assembled in the laboratory. The controller using microcomputer was designed, and circular plates were used for supplying raising seedlings.

- 3) Development of a small-scaled simple grafting machine for an individual farmhouse

The cam-driven portable Yupoong grafting machine developed in Korea was thoroughly analyzed to improve its functions. The circuit board equipped with 68705 programmable controller replaced the original one to ease controllability of the machine. To grasp a grafted plant, plastic clips and clip holders were manufactured and clipping mechanism was designed

and assembled. The mechanism for ejecting clipped grafted plants was also designed.

- 4) Development of techniques for environmental controls which can improve the graft-taking rate and growth rate of grafted nursery plants

To improve the efficiency of automatic grafting and decide the graftage method, characteristics of the stock and scion were analyzed and environmental factors affecting graft-taking rates were investigated. Researches showed that plant heights and hypocotyl lengths of the stock and scion sold in the market were very different even within the same variety and between different varieties. In case of insertion grafting, cleft grafting, and root-pruning insertion grafting, the stock which had thick hypocotyls and a little long lengths was desirable for grafting operations, and stocks and scions having the same length of 6-7cm grafted better than different lengths.

A nursery room for grafting plants was designed to control the temperature, humidity, and daylength. 25°C temperature, 90% relative humidity, and 12 hour daylength during 4 days were maintained not to stress the grafted plants. However, environments of an acclimation room gradually changed during 7 days to adapt in natural conditions.

여 백

Contents

I . Introduction	(1)
1. Objective	(1)
2. Necessity	(1)
3. Scope of research	(3)
II . Drive, mechanism, and controller design and prototype development	(7)
1. Capability analysis for simplified cam-type grafting system of seedling	(7)
2. Capability selection for automatic grafting system of seedling, mechanism design, and drive design	(9)
3. Analysis of mechanism, drive, and controller for automatic grafting system of seedling	(14)
III. Constitution analysis for seedling, environmental analysis for grafting, and test for field flexibility of seedling	(22)
1. Analysis for seedling method and labor-saving possibility	(22)

2. Survey for properties of matter about stock and stem	(25)
3. Analysis to environmental factor engaging in grafting	(36)
IV. Study of practicability about automatic grafting system of seedling	(54)
1. Design of labor-saving system for simplified cam-type grafting system	(54)
2. design of automatic clip conveyor/supply system for simplified cam-type grafting system	(56)
V. Conclusion and Survey	(67)

목 차

제 1 장	서론	.....	(1)
제 1 절	연구 목적	.....	(1)
제 2 절	연구의 필요성	.....	(1)
제 3 절	연구의 내용 및 범위	.....	(3)
제 2 장	육묘자동접목 장치의 구동부, 기구부, 제어부 설계 및 시작 시스템의 단위 기계 제작	.....	(7)
제 1 절	국내 시판 농가 단위 캠구동형 간이 육묘접목기의 기능분석	.....	(7)
제 2 절	전공압 육묘 자동접목장치의 기능 선정 및 기구부, 구동부 설계	.....	(9)
제 3 절	전공압 육묘 자동접목장치의 기구부, 구동부, 제어 부 분석	.....	(14)
제 3 장	접목묘의 소질분석, 접목상의 환경요인 분석 및 접목묘의 현장 적응성 시험	.....	(22)
제 1 절	국내 재배 과채류의 접목방법 및 생력화 가능성 분 석	.....	(22)

제 2 절	국내 재배면적이 많은 과채류의 대목 및 접수의 물성 조사분석	..... (25)
제 3 절	접목에 관여하는 제 환경요인의 분석	..... (36)
제 4 장	육묘 자동접목장치의 실용화 연구	..... (54)
제 1 절	농가형 캠구동 간이 육묘접목기의 생력화 장치 설계	..... (54)
제 2 절	캠구동식 간이 육묘접목기의 클립 자동 이송/공급 장치 설계	..... (56)
제 5 장	결론 및 요약	..... (67)

제 1 장 서 론

제 1 절 연구목적

1. 최종연구 개발사업 목표

- 가. 소규모 농가단위에 필요한 실용형 간이 육묘 자동접목기 개발
- 나. 조합단위 그리고 시설육묘재배 단위의 실험용 육묘자동접목 시작기 개발
- 다. 접목육묘의 활착율 및 성묘율 향상을 위한 환경제어기술개발
- 라. 개발한 육묘자동접목 장치의 실용규모화 관련 작업체계 연구

2. 당해년도 개발사업 목표

- 가. 시설 육묘 재배단위 육묘 자동접목장치의 구동부, 기구부, 제어부 설계 및 시작 시스템의 단위기계 제작
- 나. 농가형 캠구동형 간이 육묘접목기의 생력화 장치 설계 및 시작품 제작
- 다. 주요 박과류 작물의 台木 및 접목 특성 조사, 접목형식에 따른 접착율, 활착율, 성묘율 평가 및 생력화에 적합한 접목형식의 선정, 접목묘의 접착 및 활착에 관계되는 환경요인의 분석, 접목상의 환경제어모델 개발

제 2 절 연구의 필요성

1. 국내여건

전체 채소재배면적의 약 21%가 과채류로 고품질의 안정된 생산기반을 확보하기 위해서는 접목육묘가 필수적으로 요구되며, 국내의 접목작업이 대부분 수작

업으로 세밀한 조작과 숙련된 작업이 요구되는데 반해 농촌 노동력의 고령화로 숙련된 접목기술자의 절대부족이라는 현실적인 문제가 제기되고 있으므로 생력화된 자동접목기의 개발이 시급한 실정이다.

우리나라의 채소재배는 3,783천ha에 101,518M/T(1993)이 생산되고 있어 농가 소득의 약 12%를 차지하고 있는 매우 중요한 작목이다. 특히 과채류의 재배면적과 생산량은 매년 증가추세로, 고품질 원예작물 생산을 위하여 시설재배 면적이 급격히 증가하고 있다. '93년 현재 과채류 재배면적은 78,011ha로 재배에 필요한 소요묘수는 약 6.5억본이며, 이중 약 70%인 4.7억본의 접목묘가 필요한 것으로 추정된다. 특히 연작장해가 심한 수박, 메론, 오이, 참외 등의 박과형 채소류는 대부분 접목재배가 필요한 실정이다.

원예작물의 생산과정 중 양질의 묘를 육성한다는 것은 고품질, 다수확의 기초가 되는 매우 중요한 작업일 뿐만 아니라 높은 수준의 기술과 숙련을 필요로 한다. 특히 과채류 묘의 접목에는 고도의 숙련도와 많은 노력이 소요되어 노동력 절감 및 생산성 향상의 걸림돌이 되고 있다.

2. 접목기 기술개발 현황

현재 국내에서 육묘 접목장치와 관련하여 연구개발 및 기술축적이 시급히 요구된다. (주)유풍기연에서 개발한 농가형 간이 육묘접목기가 있으나 업체의 연구인력 부족으로 인해 다음과 같은 문제점들을 업체 단독으로 개선하기에는 어려움이 있다.

- 가. 접목정밀도의 개선
- 나. 접목작업의 능률 향상
- 다. 클립 자동공급 및 접착 기능 등 생력화 장치 개발
- 라. 조합 또는 시설육묘단위의 자동육묘 장치 개발

또한 수작업에 의한 접목이 계속될 경우 인건비 상승으로 접목육묘의 가격이

올라 제배한 과채류의 가격경쟁력을 떨어뜨리고 결과적으로 농가수익의 감소를 초래한다. 따라서 접목작업의 생력화를 통하여 접목비를 절감함으로써 박과형 과채류의 안정적 생산과 고품질 생산에 기여한다.

3. 접목기 기술개발의 필요성

박과형 채소류 제배농가의 대부분이 소규모 농가인 현실에 비추어 현재 국내에서 개발제작되어 시판되는 간이형 육묘접목기의 접합정밀도와 작업속도를 향상시키고 육묘 자동이송 및 공급장치, 클립 자동공급 및 접착장치를 부가한 형태의 소량 육묘접목에 필요한 간이형 육묘자동접목기의 개발이 필요하다.

향후, 시설육묘 재배시스템 등 종묘생산의 규모가 확대되는 추세에 비하여 접목작업에 요구되는 숙련된 노동력이 절대적으로 부족한 현실로 미루어 농가단위의 간이 육묘 자동접목기를 비롯하여 조합단위 또는 시설육묘 규모의 육묘 자동접목장치를 개발하는것이 필요하다.

일본에서 실험적으로 연구개발한 접목장치의 경우 범용성의 문제가 있고 접목정밀도가 육묘의 형상에 크게 의존하기 때문에 향후 일본에서 실용화된 접목장치가 개발되더라도 국내에서 재배된 육묘에서부터 문제가 생길 소지가 있어 국내에 도입할 경우 여러 문제점이 발생할 것으로 사료된다.

혹 국내 기업체를 통하여 국내에 도입되더라도 국내기술이 축적되어 있지 않은 상태에서는 수천만원이상의 고가장치로서 공급될 것이며, 상당액의 기술료를 지불해야 할 것으로 사료된다.

제 3 절 연구의 내용 및 범위

1. 국외 연구자료 및 관련 기술현황 조사 분석

주로 국내 및 일본의 경우 수박, 오이등의 박과류를 대상으로 연작장애 방지,

저온신장성 강화, 내병성, 내서성 등을 높여 강건한 묘를 키움으로서 생산의 안정화는 물론 수량을 증가시키기 위하여 접목을 실시하고 있다. 1990년에 실시한 일본 농림수산성 산하 野菜・茶業試験場の 보고에 의하면 접목재배 비율이 90% 이상인 작물은 수박, 시설오이, 가지등이고, 온실메론과 노지메론도 80%를 웃돌고 있으며, 조사한 작물 전체에서의 접목재배 비율은 약 59%에 달했다. 우리나라의 경우 93년 현재 과채류 재배면적은 78,011ha로 재배에 필요한 소요묘수는 약 6.5억본으로 나타나 있으며 이 중 약 70%인 4.7억본의 접목묘가 필요한 것으로 추정되고 있다.

접목법은 관행법, 개량법을 포함하여 수십종에 이르는 것으로 보여진다. 하지만 주로 행하여지는 방법으로서 呼接은 가지이외의 모든 과채류에서 사용되고 특히 메론, 오이에서는 60%이상을 넘고 있다. 挿接은 수박에서 96%로 가장 많고, 가지에서는 割接이 80%를 넘고 있다. 이러한 방법들은 모두 수작업에 의하여 가능하나 과채류묘는 형상이 틀리며, 크기도 다르고 胚軸은 가늘고 굴곡이 심한 것들이 많아 높은 정밀도의 기계 접목이 어렵다. 실제로 접목 자동화의 주요 방향과 기술개발은 어떤 접목법을 선택하느냐에 달려 있다고 하겠다. 현재 국내 외에서 연구 개발되고 있거나 시판되고 있는 주요 접목기를 표 1에 표시하였다.

일본의 다양한 자동화 연구에 비교하면 현재 국내의 연구 수준은 접목법의 개량이나 자동화 수준에 있어서 상당히 열악한 형편인 것을 알 수가 있다. 일본 생연기구의 시작1호기(G871)의 설계 방침은 다음과 같았다.

- 묘 공 급 : 대목과 수목을 1주씩 인력으로 공급
- 접목방법 : 편엽절단접
- 클립공급 : Part Feeder로 자동공급
- 접목간격 : 5 - 10초/주
- 작동방식 : Part Feeder이외에는 공압구동
- 운전제어 : Programmable Controller에 의한 Sequence제어

그림 1에 보여지는 바와 같이 정면 좌우에 臺木(①) 및 穂木(②) 공급부가 있

이 대목과 수목을 정해진 방향으로 공급하여 시작버튼을 누르면 반송부(대목③, 수목④) 핸드가 90° 씩 회전하여 절단부(대목⑤, 수목⑥)에서 각각 잘리고, 다시 90° 회전하여 대목과 수목이 접목되고 클립공급부(⑦)에서 클립이 나와 고정된다.

표 1 국내외 공개된 주요 접목기와 그 사양.

발 표 자	형 식	발표년도	작물	접 목 법	접착재료	특 징
일본						
生研機構	반자동(시작기)	1987	오이	片葉切斷接	클립	로봇 1호, 7초/주
生研機構	반자동(시작기)	1989	오이	片葉切斷接	클립	3초/주, 20초 연속 접목
生研機構	반자동(시작기)	1991	오이	片葉切斷接	전용클립	6초/주, 전용트레이에 자동공급
大阪府立大學	전자동(시작기)	1992	가지과 박과	Plug-in Method	불필요	
井關農機	반자동	1993	오이	片葉切斷接	전용클립	750주/h, 접착율 95%
村田種苗農場	반자동	1993	오이	片葉切斷接	전용클립	600주/h
TGR(주)	전자동(시작기)	1993	토마토	평접	접착제	800주/h, 범용트레이에 의한 육묘 자동공급
Yanma農機	전자동(시작기)	1994	토마토	합접	전용클립	1000주/h, 범용트레이에 의한 육묘 자동공급
三菱農機	전자동(시작기)	1994	토마토	합접	전용클립	전용트레이에 의한 묘 자동공급
井關農機	반자동	1994	박과	片葉切斷接	전용클립	750주/h, 접착율 95%, 포트 자동반송장치 부착
국내						
유풍기연	반자동	1992	수박	호접	클립	250주/h 정도

시험결과 1주당 5-6초에 접목속도로서 작업자가 연속하여 500주 정도 접목할 수 있었다고 보고하고 있다. 관행의 수작업과 비교했을 때 작업자 1인당 총작업능률은 2-2.5배, 실작업능률은 2.3-2.9배로 향상되었다 한다. 접목성공률은 약 91% 정도였고, 활착율은 80-98%의 넓은 범위였는데, 그 이유는 편엽절단접의 경우 양생기간중 습도를 높게 유지해야 하는등의 환경제어가 필요한데 이러한 환경 조절시스템이 적절하게 설정되지 못해서 활착율이 낮았다고 보고하고 있다.

시작1호기의 경험을 토대로 시작2호기(G892)에서는 작업의 정도와 능률을 향상시키기 위하여 대목 및 수목을 원반모양의 공급부에 20주씩 끼워놓고 공급했으며, 새로운 절단부를 고안하여 묘의 형상에 따른 절단편차를 줄이고 클립공급부를 개량하여 접목의 성공율을 높였다. 4회에 걸친 시험 결과 약 3초에 1주를 접목시킬 수 있었으며, 접목 성공율은 65-95%이었는데, 회전 및 정지시의 관성, 콤프레서의 진동, 그리퍼의 불완전한 동작 및 절단면의 불일치 등이 성공율을 저하시켰다고 보고하였다.

이 시작2호기의 개량형(G892A)에서 오이, 메론 및 수박의 접목을 시험한 결과, 오이의 경우 접목성공율 98%, 활착율 95%, 성묘율 87%였고, 메론의 경우 접목성공율 95%, 활착율 95%, 성묘율 78%로 수작업에 의한 성묘율과 큰 차이를 보이지 않았다. 수박의 경우에는 접목성공율 90%, 활착율 78%, 성묘율 100%이었다. 현재는 작업능률을 더 높이기 위하여 클립부와 묘의 자동공급기구를 개량하여 시작3호기(G913)를 개발중에 있다.

挿接의 경우는 접목조작이 간단하고 접착제질을 필요로 하지 않기 때문에 대량생산에 용이하나, 挿穗의 양면을 깎는 기계와 挿穗를 臺木에 삽입하는 조작이 어렵기 때문에 실용화까지는 작업시간 단축 등의 문제가 남아 있다.

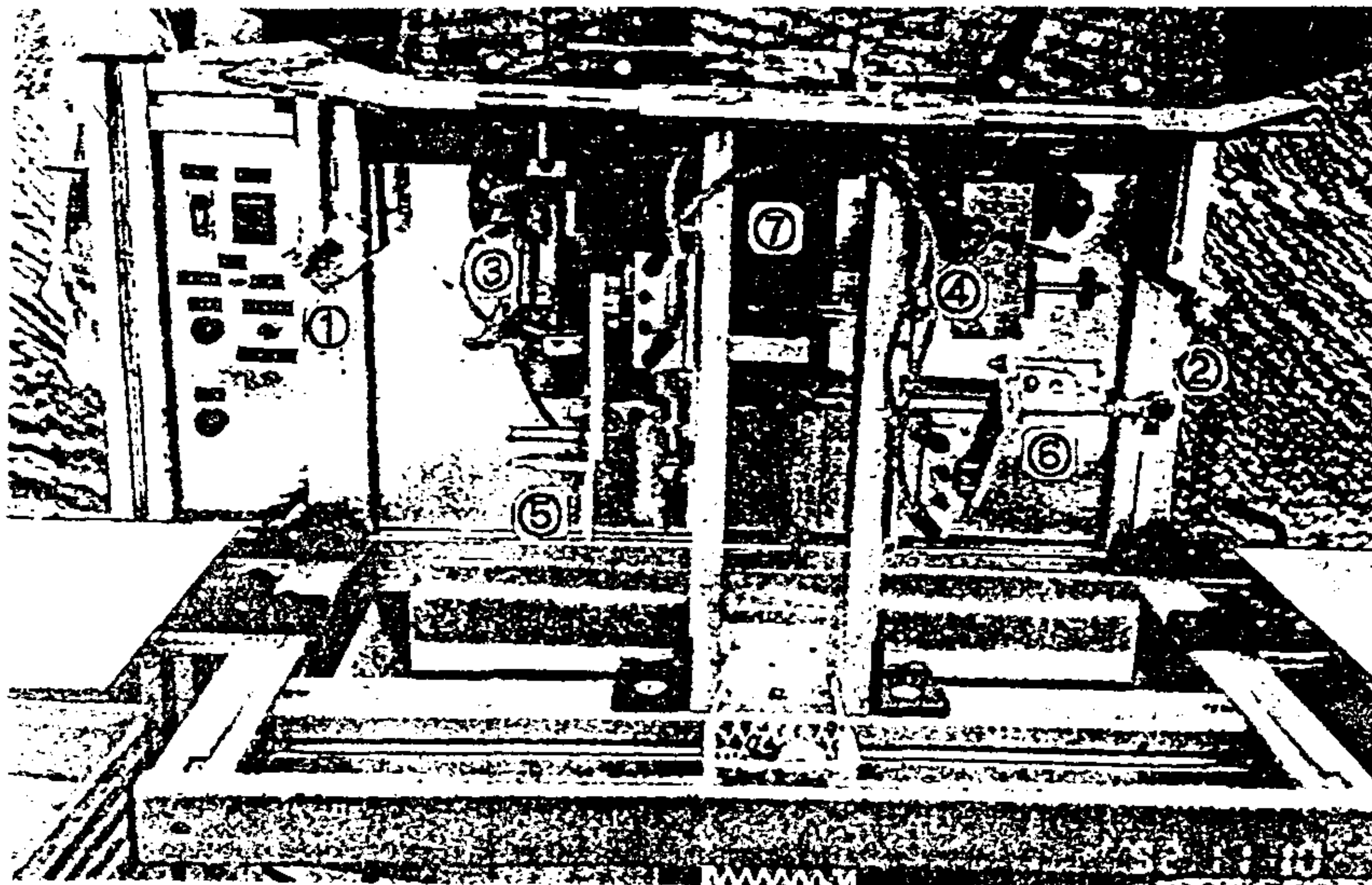


그림 1 일본 생연기구에서 개발한 시작1호기(G871).

제 2 장 육묘자동접목 장치의 구동부, 기구부, 제어부 설계 및 시작 시스템의 단위 기계 제작

제 1 절 국내시판 농가단위 캠구동형 간이 육묘 접목기의 기능분석

국내의 경우는 유일하게 (주)윙풍기연에서 개발·제작한 간이형 육묘접목기가 시판되고 있으며, 그림 2에서 보듯이 “つぎ太郎”라는 이름으로 일본에 수출되고 있다. 이 접목기는 DC모터 축에 부착된 캠의 회전에 따라 접목공정이 수행되는데 세부 공정은 다음과 같다.

- ① 오른쪽의 수목지지대가 열리면 수목을 삽입한다. (수작업)
- ② 왼쪽의 대목지지대가 열리면 대목을 삽입한다. (수작업)
- ③ 접수쪽의 접목틀이 상승하면서 칼날이 앞으로 나와 수목과 대목의 중간을 칼질하면 상승한 접목틀이 내려오면서 수목과 대목이 서로 끼워진다.
- ④ 접목용 클립으로 집은후 양쪽 지지대가 열릴 때 빼낸다. (수작업)

캠 구동부는 모터의 전압에 의하여 12V에서 약 20초, 24V에서 약 10초로 접목작업 사이클속도를 조절할 수 있다. 캠의 1회전에 의하여 1주의 접목 사이클이 완성되며, 그 사이클은 다음의 표 2에 보여지는 바와 같다.

전체 접목공정이 24초에 이루어진다고 가정하고 각 공정에 필요한 시간을 계산하여 보면 수목지지대가 완전히 열릴 때까지 2초, 열린 상태의 유지가 2초, 닫히는 데는 1초가 필요하며, 1초후 대목삽입의 공정이 똑같이 진행된다. 다시 1초후 수목지지대가 상승하는 데 2초, 상승한 후 1초뒤에 절단작업이 이루어지며, 수목지지대가 다시 하강하여 수목을 대목에 끼우는데 1.5초가 소요된다.

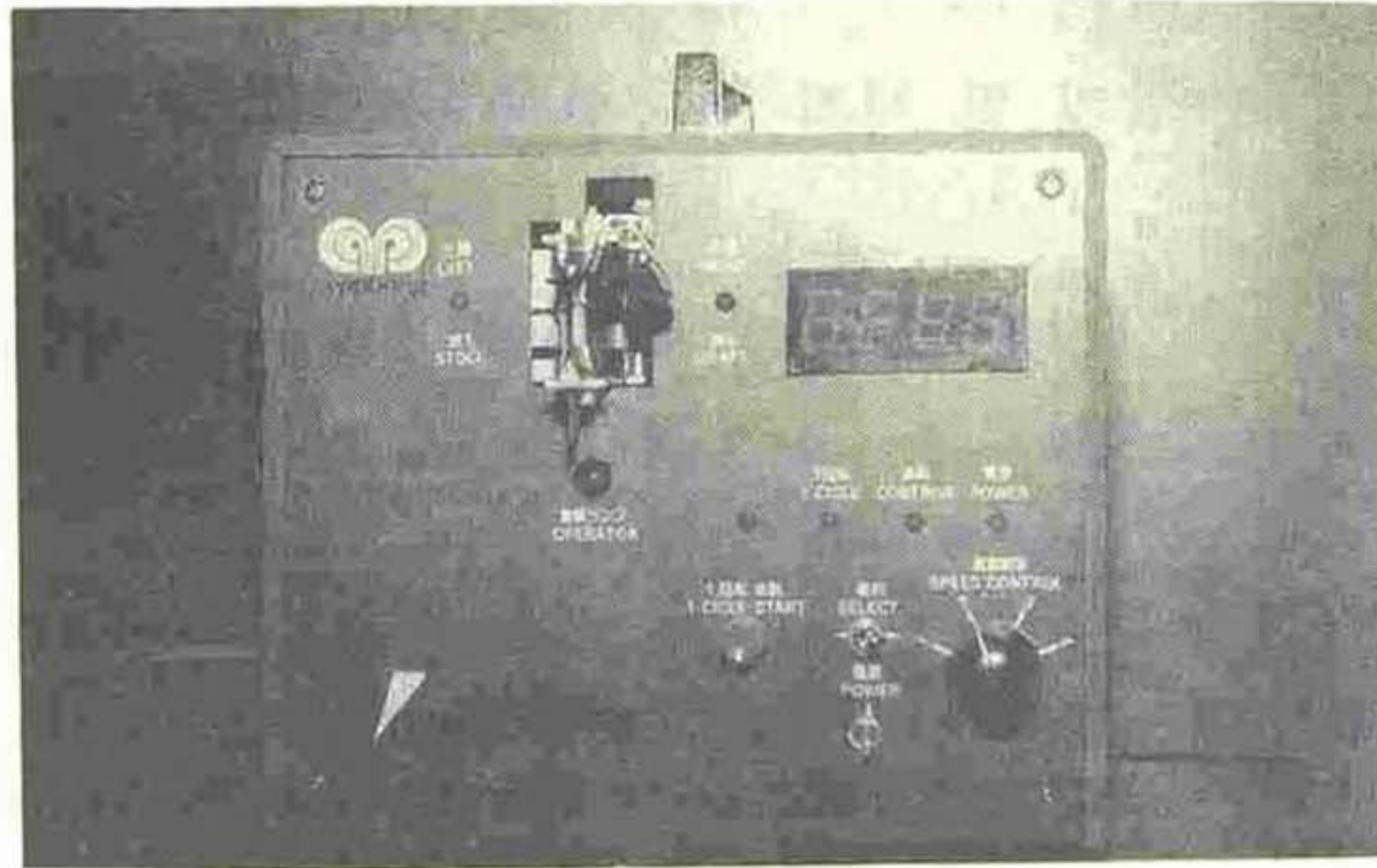


그림 2 유풍기연(주)이 제작한 일본 수출용 캠구동형 간이 육묘 접목기.

표 2 캠의 회전에 따른 접목기 작동 사이클(24초/주).

2	2	1	1	2	2	1	1	2	1.5	1.5	1	1	2	1	1	1
수목지지대 상승																
30	30	15	15	30	30	15	15	30	22.5	22.5	15	15	30	15	15	15
수목삼입				대목삼입				수목·대목 절단				접목방출				

그후 2초가 클립으로 고정하는 시간이고, 양쪽지지대가 모두 열려 접목을 방출하는 시간이 4초이다. 1초후 다시 첫 공정이 시작된다.

작업자의 편에서 생각하면 수목 및 대목의 삼입시간보다는 클립을 끼우는 시간이 2초로 짧은 편이어서 작업속도가 빨라지면 클립을 끼우는 시간이 더욱 짧아져서 실패할 확률이 더 높아지게 된다. 따라서 실제 사용시에는 이 접목기에

부착된 페달 스위치를 이용하여 필요할 때는 언제라도 공정을 정지할 수 있도록 설계되어있다. 따라서 클립을 장착하는 시간을 늘리기 위한 새로운 캠 구조가 필요하다. 세부 개선요건으로 수목 및 대목 지지대가 완전히 열리기까지의 시간을 좀 줄이는 대신에 열려있는 상태를 늘리고, 클리핑 시간을 늘리기 위하여 접목 방출시간을 줄이는 캠구조가 필요하다.

전기회로는 LED 구동부와 모터 구동부로 나뉘어져 있다. 모터 구동부는 속도선택 스위치에 따라 9V, 12V, 14V, 18V의 4단계로 선택할 수 있다. LED 구동부는 수목 LED, 대목 LED, 접목카운터용 LED와 칼날이 앞으로 진행할 때의 경보 LED로 구성되어 있다. 캠의 회전과 함께 부착된 스위치들이 기계적으로 ON-OFF동작을 하게 되면 상응하는 LED가 반응한다. 경보 LED는 칼날레버에 홀센서를 부착하여 구동하고, 카운터회로는 드라이버 칩과 74LS192를 이용하여 up-counting을 한다.

이 접목기는 구조상 접목을 하기 위한 대목 및 수목의 절단 이외 다른 작업은 모두 작업자가 행하여야 하므로 작업자의 세밀한 주의가 필요하게 되고 쉽게 피로하게 된다. 따라서 접목작업의 능률향상과 생력화를 위하여 최우선적으로 클립 자동공급장치를 개발하여 부착하는 것이 필요하다.

제 2 절 전공압 육묘 자동접목장치의 기능 선정 및 기구부, 구동부 설계

캠 구동형 간이육묘 접목기의 접목 정밀도를 향상시키기 위해 전기-공압시스템으로 구성된 자동 접목장치를 설계하였다. 공압시스템은 사용상 안전하고 작업장을 더럽히지 않는 동시에 자동화 기능을 복잡한 기구장치에 의존하지 않고 간단하게 구현할 수 있는 장점이 있다. 또한 오동작시에도 시스템에 무리가 가지 않으며 시스템의 시퀀스 제어가 용이하다. 큰 동력이 필요없는 간단한 자동화시스템의 경우에는 전반적인 시스템 설비비용이 유압이나 전기, 기계적 장치에

비해 저렴한 특징을 갖는다.

전공압 육묘 자동접목장치 구성요소로는 공압실린더, 동작확인용 스위치, 솔레노이드 밸브, 공기압축기, 릴레이 및 인터페이스를 위한 I/O컨트롤러로 구성된다. 그리고 접목기 회전실린더의 기저부는 베어링을 부착하여 철재소재를 가공하였다. 묘목공급을 위해서는 두개의 로타리 인덱스 테이블(rotary index table)을 대칭으로 설치하였으며 묘의 순차적 공급은 각 인덱스 테이블위에 두개의 원판을 부착하여 인덱스간 회전 타이밍 조절에 의하여 수행하도록 하였다. 그림 3과 4는 설계한 자동 육묘접목장치의 설계도면을 보여준다. 그리고 그림 5는 시스템 구성에 앞서 수행한 컴퓨터 그래픽 시뮬레이션 출력을 보여준다.

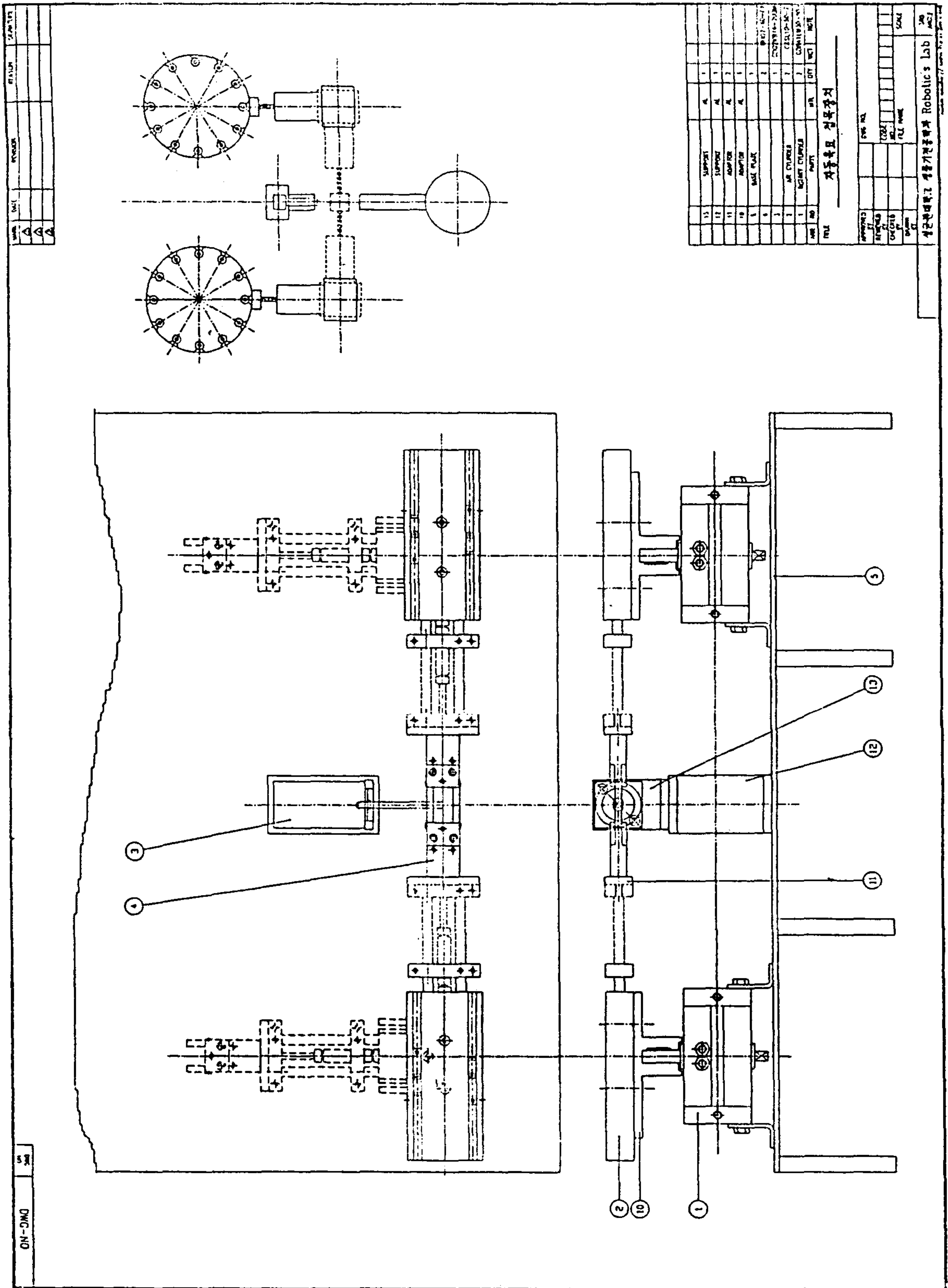


그림 3 자동 육묘접목장치 정면도 및 평면도(정지상태).

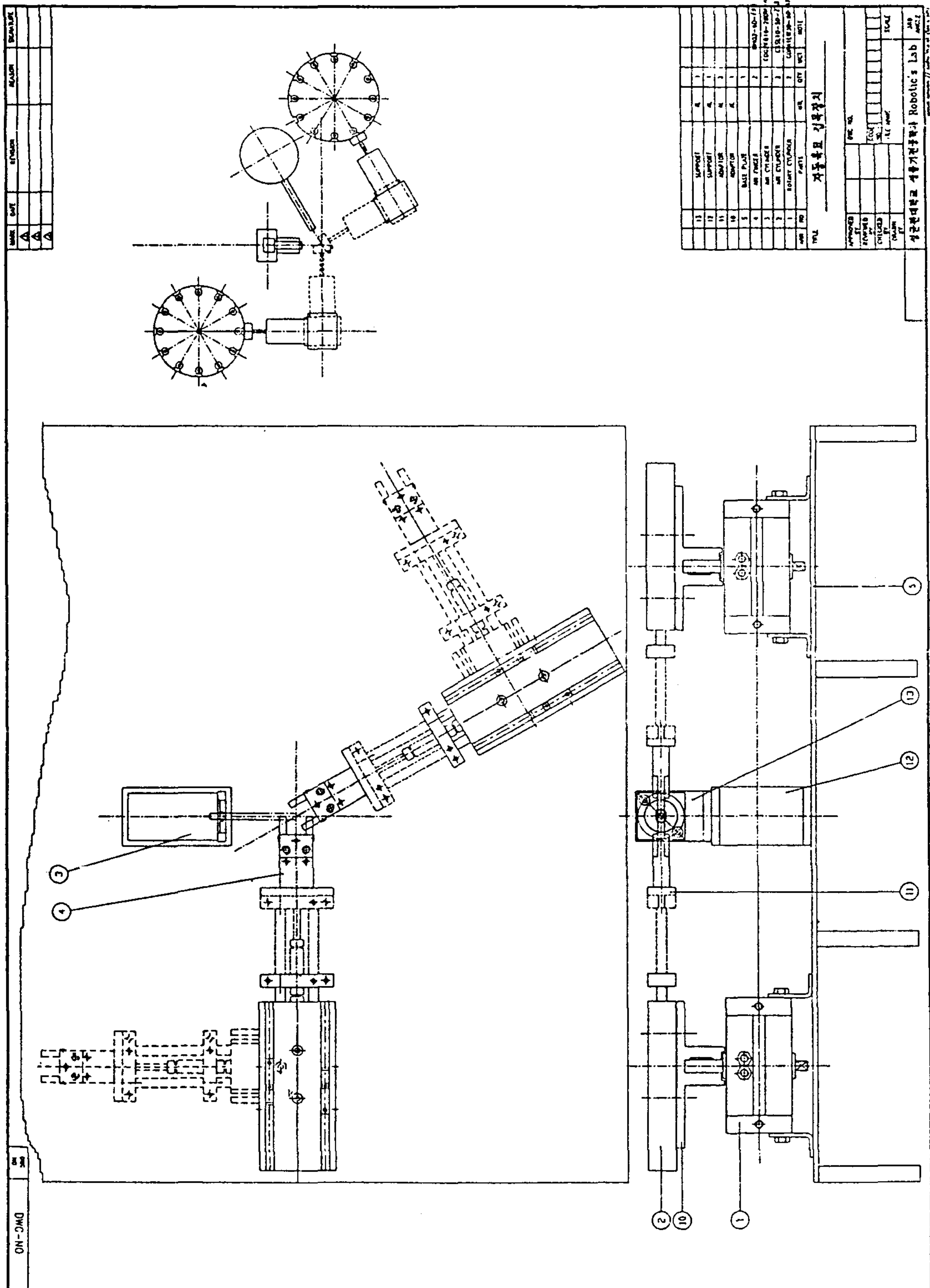


그림 4 자동 육묘접목장치 정면도 및 평면도(회전상태).

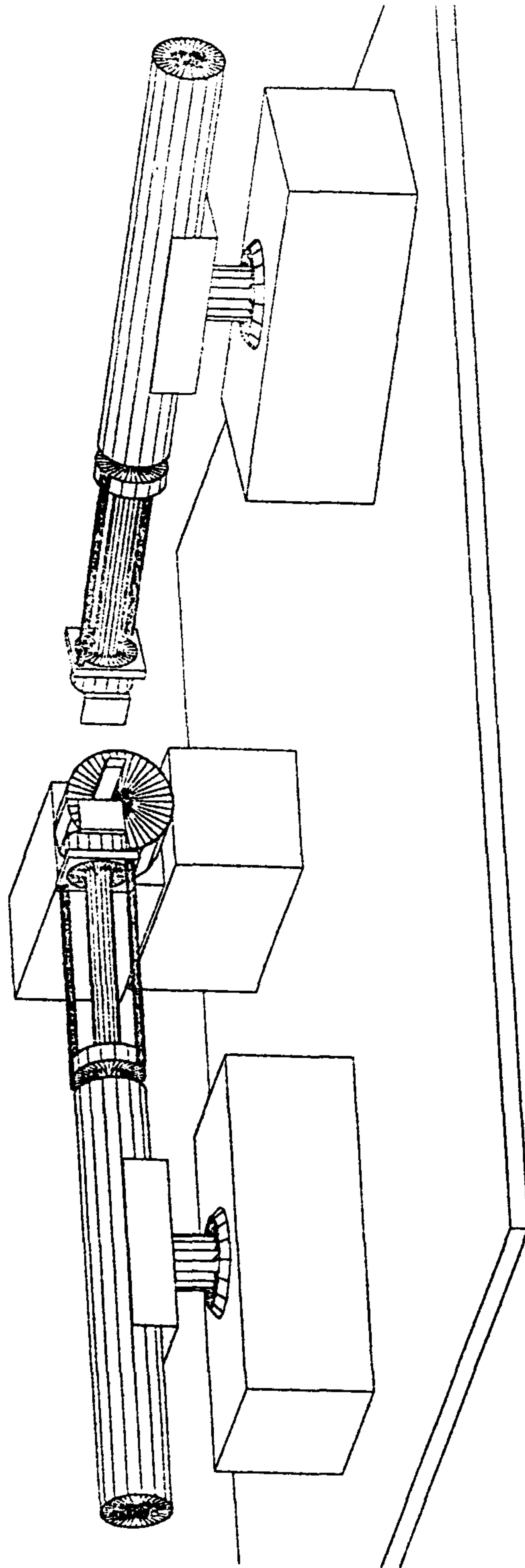


그림 5 자동 육묘접목장치 시스템 구성을 위한 그래픽 시뮬레이션

제 3 절 전공압 육묘 자동접목장치의 기구부, 구동부, 제어부 분석

시스템의 작동순서는 ①시작 → ②묘목공급 → ③묘목잡기 → ④접목작업 → ⑤작업완료 → ⑥대기 순으로 구성된다. 설계된 각 시스템의 작동순서는 아래와 같으며 사용된 스위치류, 솔레노이드, 실린더 및 릴레이의 명칭 및 기호는 표 3, 4, 5, 6 및 7에 나타냈다.

1. 시작 단계:

- 전원 스위치 ON
- 시스템 점검(공기압점검)
- 시스템 작동 및 컨베이어 작동
- 초기화
 - 접목 카운터를 0으로 셋팅
 - 묘목공급기 묘목 적재 준비 완료
 - 적재되면(SW1-2 ON) 1초후 1 STEP 회전 (5회 반복)
(대기 묘목 수 : 묘목공급기 각 5개)

2. 묘목 공급 단계 :

- 묘목공급 여부 확인(SW1-2)
- 확인되면 0.5초후 묘목공급기 30° (1STEP)회전 (SOL1-2 ON) ➡ 실린더(1,2)
- 묘목공급기 회전완료 리미트(LIMIT SW 1-3) 확인
- 확인되면 묘목공급기 회전 실린더 환원(SOL 1-2 OFF) ➡ 실린더(1,2)
- 묘목공급기 회전환원 리미트 확인(LIMIT SW 2-4)

- 확인되면 접목기 묘목공급기로 회전(SOL 3-4 ON) ➡ 실린더(3,4)

3. 묘목 잡기 단계

- 접목기 회전완료 리미트(LIMIT 5-7) 작동여부 확인
- 확인되면 묘목획득용 수평팔 작동 (SOL 5-6 ON) ➡ 실린더(5,6)
- 묘목 획득용 수평팔 전진완료 리미트(LIMIT 7-9) 작동여부 확인
- 확인되면 묘목잡기손 작동 (SOL 7-8 ON) ➡ 실린더(7,8)

4. 접목 작업 단계

- 묘목잡기손 잡기완료 리미트(LIMIT 11-13) 작동여부 확인
- 확인되면 묘목획득용 수평팔 환원(SOL 5-6 OFF) ➡ 실린더(5,6)
- 0.3초후 접목기 접목부로 회전(SOL 3-4 OFF) ➡ 실린더(3,4)
- 접목기 회전완료 리미트 작동 여부 확인(LIMIT SW 5-7)
- 묘목획득용 수평팔 후퇴완료 리미트 작동여부 확인(LIMIT SW 8-10)
- 확인되면 묘목획득용 수평팔 전진(SOL 5-6 ON) ➡ 실린더(5,6)
- 묘목획득용 수평팔 전진완료 리미트 작동여부 확인(LIMIT 7-9)
- 확인되면 접목칼 전진(SOL 9 ON) ➡ 실린더(9)
- 접목칼 전진 리미트 작동여부 확인(LIMIT SW 15)
- 확인되면 접목칼 후퇴 (SOL9 OFF) ➡ 실린더(9)
- 접목칼 후퇴완료 리미트 작동여부 확인(LIMIT SW 16)
- 확인되면 접목용 수직팔 실린더 하강(SOL 10 ON) ➡ 실린더(10)
- 접목용 수직팔 하강 리미트 작동확인(LIMIT SW 17)
- 확인되면 접목용 수직팔 실린더 상승 (SOL 10 OFF) ➡ 실린더(10)
- 접목용 수직팔 상승 리미트 작동 확인(LIMIT SW 18)
- 접목집게 공급 스위치 확인(SW 3)
- 확인되면 접목집게 투입(RELAY 1 ON)

- 접목집게 투입 스위치 작동여부 확인(SW4)
- 확인되면 접목집게 투입기 복구(RELAY1 OFF)
- 접목집게 환원 스위치 작동여부 확인(SW5)
- 확인되면 묘목잡기손 묘목 놓기(SOL 7-8 OFF) ➔ 실린더(7, 8)

5. 완료 동작 단계

- 묘목잡기손 놓기완료 리미트 작동여부 확인(LIMIT 12-14)
- 확인되면 묘목획득용 수평팔 후퇴(SOL 5-6 OFF) ➔ 실린더(5, 6)

6. 대기 단계

- 묘목획득용 수평팔 후진 완료 리미트 작동여부 확인(LIMIT SW 8-10)
- 확인되면 접목 카운터를 1개 증가시키고 ② 단계부터 반복 작업

표 3 스위치의 명칭 및 기호.

명 칭	기 호		기 능
	접수	대목	
묘목 공급 스위치	SW1	SW2	묘목 공급 확인용 스위치
그리퍼 공급 스위치	SW3		접목용 그리퍼 공급 확인용 스위치
그리퍼 투입 스위치	SW4		접목용 그리퍼 투입 확인용 스위치
그리퍼 환원 스위치	SW5		접목용 그리퍼 투입기 환원 확인용 스위치

표 4 솔레노이드의 명칭 및 기호.

명 칭	기 호		기 능
	접수	대목	
묘목 공급기용 솔레노이드	SOL1	SOL2	묘목공급기 회전용 실린더 솔레노이드 (ON : 회전 , OFF : 환원)
접목기 회전용 솔레노이드	SOL3	SOL4	접목기 기저부 회전 실린더 솔레노이드 (ON : 회전 , OFF : 환원)
묘목 획득용 수직팔 솔레노이드	SOL5	SOL6	묘목획득용 수직팔 실린더 솔레노이드 (ON : 전진 , OFF : 후퇴)
묘목잡기 그리퍼용 솔레노이드	SOL7	SOL8	묘목잡기손 실린더 솔레노이드 (ON : 잡기 , OFF : 놓기)
접목칼용 솔레노이드	SOL9		접목칼 실린더 솔레노이드 (ON : 전진 , OFF : 후퇴)
접목용 수직팔용 솔레노이드	SOL10		접목용 수직실린더 솔레노이드 (ON : 하강 , OFF : 상승)

표 5 릴레이의 명칭 및 기호.

명 칭	기 호		기 능
	접수	대목	
접목집게 투입기 릴레이	RELAY1		접목집게 투입기 마그네트 작동 릴레이 (ON : 투입 , OFF : 후퇴)

표 6 솔레노이드 밸브의 리드스위치 명칭 및 기호.

명 칭	기 호		기 능
	접수	대목	
묘목 공급기 회전 완료 리미트	LIMIT SW1	LIMIT SW3	묘목공급기 회전 실린더 동작 완료 확인 스위치
묘목 공급기 회전 환원 리미트	LIMIT SW2	LIMIT SW4	묘목공급기 회전 실린더 환원 확인 스위치
접목기 회전 완료 리미트	LIMIT SW5	LIMIT SW7	접목기 기저부 회전 완료 확인 스위치
접목기 회전 환원 리미트	LIMIT SW6	LIMIT SW8	접목기 기저부 회전 환원 완료 확인 스위치
묘목 획득용 수평팔 전진 완료 리미트	LIMIT SW7	LIMIT SW9	묘목 획득용 수평팔 전진 완료 확인 스위치
묘목 획득용 수평팔 후진 완료 리미트	LIMIT SW8	LIMIT SW10	묘목 획득용 수평팔 후진 완료 확인 스위치
묘목 잡기 그리퍼 동작 완료 리미트	LIMIT SW11	LIMIT SW13	묘목잡기손 묘목 잡기 그리퍼 동작 확인 스위치
묘목 잡기 그리퍼 해제 완료 리미트	LIMIT SW12	LIMIT SW14	묘목잡기손 묘목 놓기 그리퍼 동작 확인 스위치
접목칼 전진 리미트	LIMIT SW15		접목칼 전진 완료 확인 스위치
접목칼 후진 리미트	LIMIT SW16		접목칼 후진 완료 확인 스위치
접목용 수직팔 하강 리미트	LIMIT SW17		접목용 수직 실린더 하강 확인 스위치
접목용 수직팔 상승 리미트	LIMIT SW18		접목용 수직 실린더 상승 확인 스위치

표 7 실린더의 명칭 및 기호.

명 칭	기 호		기 능
	접수	대목	
묘목 공급기 회전 실린더	CYL 1	CYL2	묘목공급기 회전 동작 실린더
접목기 회전 실린더	CYL3	CYL4	접목기 기저부 회전 실린더
묘목 획득용 수평팔 실린더	CYL5	CYL6	묘목획득용 수평팔 동작실린더
묘목잡기 그리퍼 실린더	CYL7	CYL8	그리퍼 장착 묘목잡기 실린더
접목칼 실린더	CYL9		접목칼 전-후진 실린더
접목용 수직팔 실린더	CYL10		접목용 수직 상승-하강 실린더

박과류 전용 전공압 육묘 자동접목시스템 개발을 위하여 가공 제작한 단위장치로서 그림 6은 접수목용 전공압 시퀀스 로봇을 그림 7은 대목용 전공압 시퀀스 로봇을 보여준다. 또한 그림 8과 9는 대칭으로 설치되는 묘목 공급원반 및 회전 인덱서를 각각 보여준다.

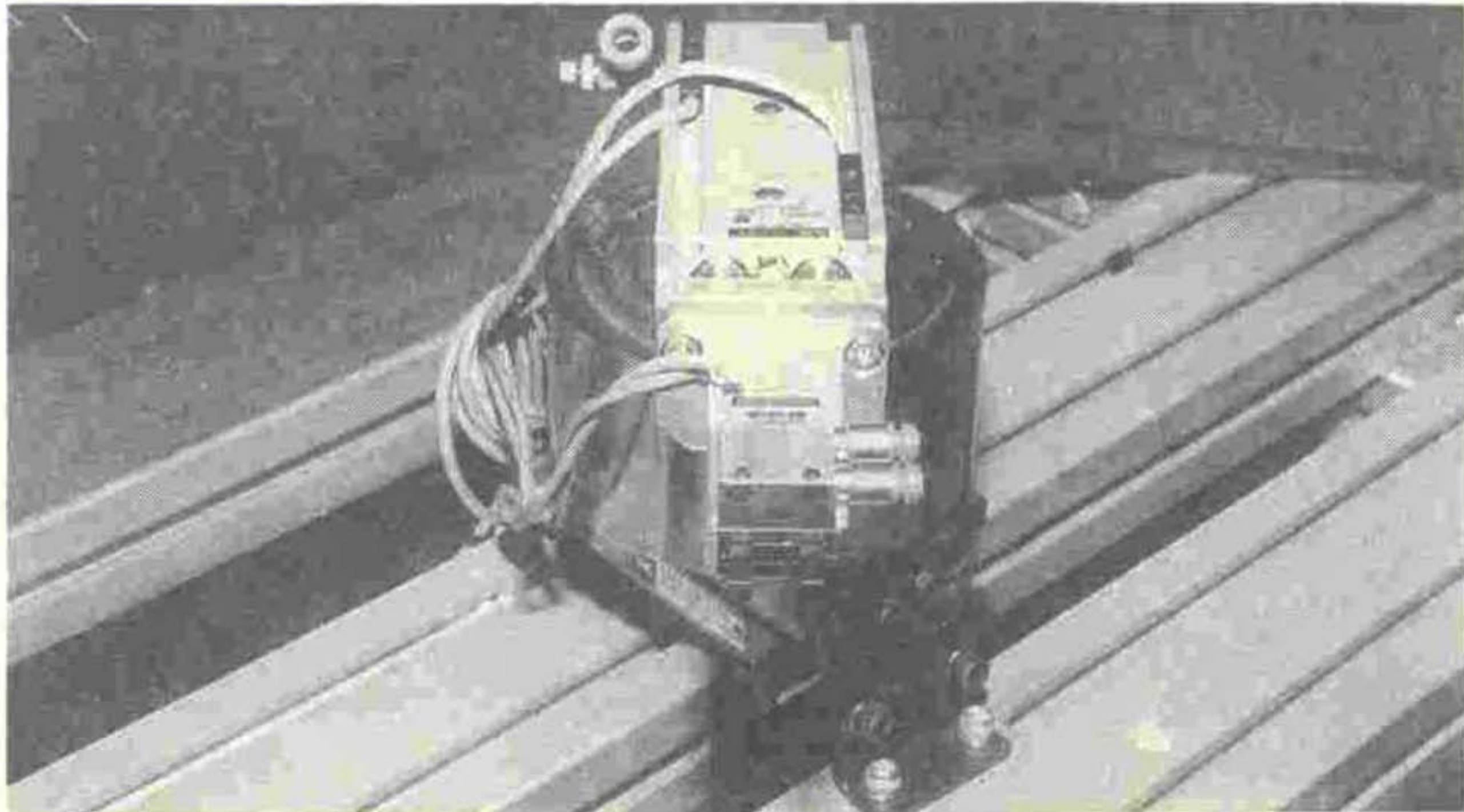


그림 6 접수목용 전공압 시퀀스 로봇.

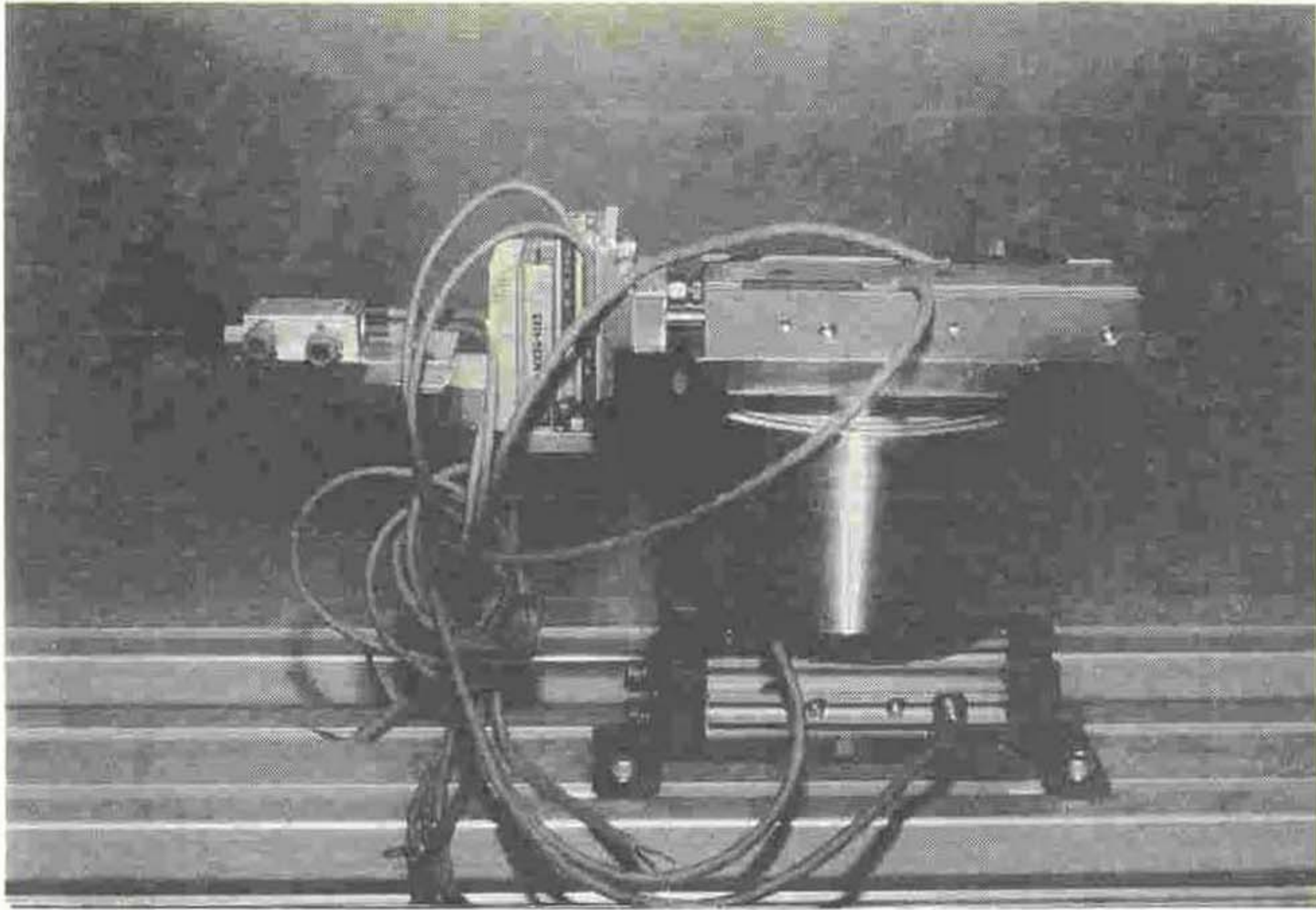


그림 7 대목용 전공압 시퀀스 로봇.

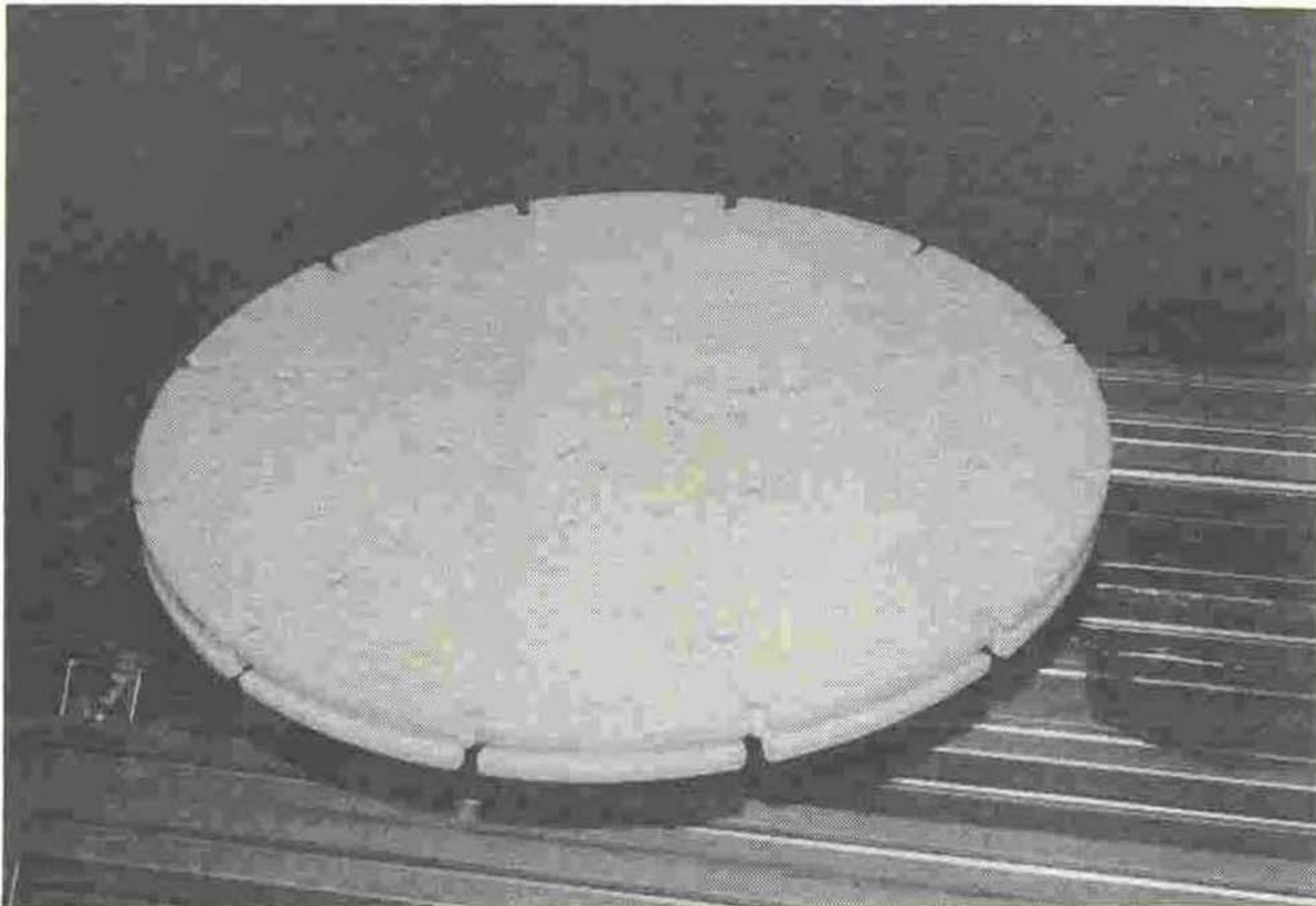


그림 8 묘목 공급원반.

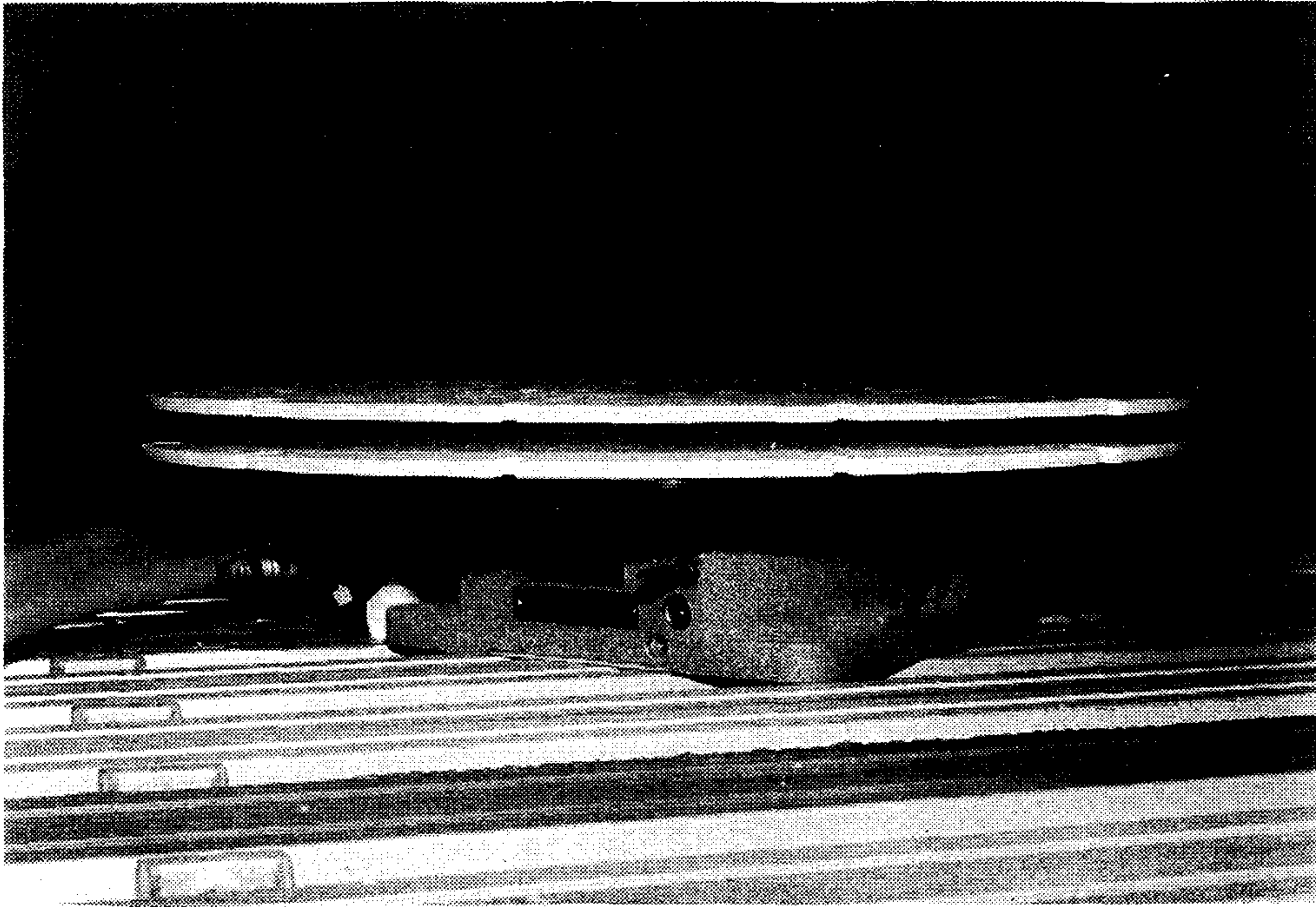


그림 9 회전 인덱서.

제 3 장 접목묘의 소질분석, 접목상의 환경요인 분석 및 접목묘의 현장 적응성 시험

제 1 절 국내 재배 과채류의 접목 방법 및 생력화 가능성 분석

1. 주요 작물의 대목 및 접목 특성 조사

접목묘의 이용은 동일 지역에서의 연작장해 방지 및 난방비 절약을 위한 저온신장성 대목의 사용 등의 장점으로 인하여 점차적으로 증가하고 있다. 접목으로 기대되는 세부적 장점으로는 ①전염성 병해를 방지하고 연작을 가능케 하며, ②대목의 내건성, 내습성, 저온신장성, 흡비성, 내서성을 활성화하여 초세의 강화를 도모하고 부적절한 환경에서의 재배를 가능하게 하여 作期를 연장시킬 수 있고, ③대목의 왕성한 흡비성을 이용하여 비료를 절약할 수 있고, ④이식에 견딜 수 있는 대목에 접목하여 이식시 발생하는 상처를 방지한다. 반면 접목의 단점은, ①접목, 육묘에 특별한 시설 및 자재를 이용하기 때문에 육묘비용이 비싸고, ②접목작업에 많은 노동력을 필요로 하고, ③접목작업 및 육묘관리에 특별한 작업과 주의력, 관찰력을 필요로 하고, ④종류 및 비료공급 관리에 따라서 지상부가 잎이 무성하여 수확물의 품질저하나 생리장해의 발생을 초래하기도 한다.

주요 작물의 접목방법은 작업방식에 따라서 보급정도가 다르다. 표 8은 접목방법의 작업별 보급도(일본 야채시험장 조사)를 나타낸다. 대부분의 작물이 호접방식을 택하고 있다는 것을 알 수 있다.

Table 8 주요 작물의 접목방법별 접목 보급정도.

접목방법	수박	오이	온실멜론	하우스멜론	노지멜론	가지	토마토
	비율(%)						
1	삼접 47.5	호접 86.4	호접 93.7	호접 61.7	호접 59.0	합접 76.1	호접 59.3
2	단근삼접 36.3	삼접 7.0	기타 6.3	삼접 31.9	삼접 37.4	삼접 22.7	삼접 24.9
3	호접 9.0	단근삼접 5.7		단근삼접 6.3	기타 3.6	기타 1.2	합접 13.8
4	합접 6.8	기타 0.9		기타 0.1			기타 2.0

2. 접목 형식에 따른 활착율, 성묘율 평가 및 생력화에 적합한 접목 형식의 선정

주요 작물에 대한 접목형식에 따른 활착율, 성묘율 평가에 관해서는 현재 실험이 계속 진행중이나 문헌조사에 의하면 접목방법에 따라서 호접법이 단근삼법보다 활착율 및 성묘율이 우수하고 접합면 박리강도면에서는 단근삼법이 호접법보다 우수하다고 나타나 있다. 기계화-생력화 부분에서는 단근삼법이 호접법에 비하여 장치개발이 용이하다고 보고되어 있다. 대부분의 일본개발 시작기의 경우 비교적 접목이 용이하고 활착율 및 성묘율이 높은 토마토는 합접으로, 오이를 비롯한 박과류는 편엽절단접의 형태를 취하고 있다.

여기서 박과류의 경우 편엽절단접을 이용하게 되면 접목작업후 활착 및 성묘를 위한 공정 및 고정밀 환경제어 시설이 부가적으로 필요하다. 하지만 본 연구에서 개발하고자하는 접목기는 보다 다양한 과채류 즉 박과류 전반에 걸쳐 적용이 가능한 호접형태의 접목기술을 채택하였는데 호접의 경우 활착 및 성묘공정을 간략화할 수 있는 장점이 있다.

활착율(%) = 活着株數/公試柱數 × 100

성묘율(%) = 成 苗 數/公試柱數 × 100

접합면 剝離強度 = 인장시험기에 의한 접합 육묘의 분리에 필요한 강도

여기서, 활착주는 순화가 끝난 시점에서 고사하지 않는 접목묘, 성묘는 穂木 본엽이 3장 이상 전개하고 있는 접목묘를 말한다.

3. 접목형식에 따른 기계화 분석

일본 오오사카부립대학에서 삼접을 이용한 기계화의 가능성을 연구했으나, 수목을 원추형으로 깎고 또한 대목에도 원추형의 구멍을 파야 하는데 상당한 시간이 걸려 현재로서는 생력화에 다소 어려움이 있는 것으로 사료된다. 일본의 경우를 고려하면 편엽절단접이나 평접의 경우가 쉽게 기계화될 수가 있으나, 활착율을 높이기 위한 정밀한 환경제어설비가 필요하다. 반면 호접은 활착율을 높이기 위한 정밀한 환경제어는 요구되지 않으나 활착후 접수목의 뿌리를 절단해야 하는 부가적 작업이 필요하다. 국내여건을 고려하면 정밀 환경제어 시스템의 보급이 아직 일반화되어있지 않고 대부분의 접목이 현 시점에서는 농가단위 향후에는 조합단위 또는 시설 육묘단위로 수행되어질 것으로 판단되었다. 따라서 접목후에 환경의 영향을 비교적 덜 받는 호접을 이용한 기계화가 보다 절실하다고 본다.

4. 박과류 접목기술의 실증시험 평가 및 자동화 가능성 분석

기존 유품기연의 캠구동형 간이 육묘기로서 호접에 의한 접목방법의 실증시험을 실시한 결과 약 93%의 접목 성공율을 보였다. 일본의 주요 상용화된 접목기보다 성공율이 낮은 이유는 수목과 대목의 공급시 밀착되는 정도가 작업자의

숙련도에 의존하고 상당히 세밀한 주의가 요구되기 때문이라고 사료된다. 실패의 주요인으로서 수목과 대목의 어긋남, 대목의 완전절단 및 수목의 절단부가 대목의 절단부에 끼워지지 않음 등으로 분류되었다.

본 연구에서는 수목 및 대목의 지지대의 개량을 통하여 접목 성공률을 높이기 위한 방안이 차년도에 계속 연구될 예정이다.

제 2 절 국내 재배면적이 많은 과채류의 대목 및 접수의 물성 조사분석

1. 박과채소의 대목 및 접수의 특성 분석

채소작물의 접목기계화 필요성을 알아보고자 재배면적과 접목비율을 고려하여 박과채소의 접목묘 소요 추정량을 계산하였으며, 작물별로 현재 농가에서 가장 이용이 많은 접목방법을 조사하였다.

또한 접목작업을 기계화하기 위해서는 대목과 접수의 굵기나 길이 등 특성을 파악하여야 할 필요가 있기 때문에 현재 시판되고 있는 대목으로 쓰이는 박 28 품종, 신토좌 호박류 12점 접수로는 수박 11품종, 참외 10품종, 오이 21품종, 호박 15품종을 공시하였다.

종자는 벤레이트 티로 30분 소독후 깨끗한 물에 2시간 침종하였다. 침종한 종자를 28℃의 항온기에 1일 동안두어 싹이 보일 정도로 최아한 종자를 50공 프러그 트레이에 파종하였다.

파종상은 전열선을 깔아 지온조절을 조절하였는데, 파종후 발아까지는 25℃, 발아후에는 23℃로 지온을 관리 하였고, 기온은 낮동안은 25℃, 밤에는 15℃내외로 관리 하였다.

대목과 접수의 특성은 파종 10일후 조사하였는데, 접목시 접목의 활착율과 접목효율에 관계가 있는 초장, 배축장 등을 조사하였는데, 배축장은 지체부로 부터 자엽전개부 까지, 자엽굵기는 자엽전개 방향과 자엽직각방향의 굵기를 각각 측정하였다.

2. 접목방법에 따른 활착과 성묘율 평가 및 생력화에 적합한 접목방법의 선정

접목방법에 따른 활착 및 성묘율을 평가하여 생력화에 적합한 접목방법을 선정하고자 접목방법에 따른 접목소요시간, 활착율 및 소질 등을 조사하였다. 이때 이용한 작물은 대목은 참박, 접수는 수박(달고나)으로, 접목방법은 호접은 묘상에서 대목을 뽑아 생장점을 제거한후, 대목은 떡잎 아래 1cm부분의 배축을 40 정도 각도로 위에서 아래로 칼집을 내는데, 이때 칼집의 깊이는 배축굵기의 1/2로 하였다. 접수는 30° 정도 각도로 아래에서 위로 칼집을 내는데, 대목보다 배축이 가늘므로 칼집의 깊이를 배축의 2/3 정도 깊게 하였다. 이를 대목과 접수의 칼집 부분을 맞물리게 끼운 다음, 접목클립으로 끼운 부분을 접수방향에서 집어서 고정시켰다.

삽접은 먼저 대목을 뽑아 생장점을 제거한후, 이를 뽀족하게 가공한 대나무주걱으로 대목 떡잎이 벌어지기 시작한 부분에서 떡잎전개 방향으로 약간 비스듬히 구멍을 뚫었다. 구멍은 접수의 굵기 만큼 크게 하고 뽀족한 기구의 끝이 관통하여 반대 방향에서 보일 정도로 하였다. 이어 접수를 뽑아 떡잎에서 5~7mm 아래를 반쪽썰기 모양으로 깎아 자른뒤, 접수의 깎인 면을 아래로 하여 대목의 구멍에 삽입하였는데, 깎인 접수 배축의 끝 부분이 대목 자엽 바로 아래에서 보이는 정도로 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 박과채소의 대목 및 접수의 특성 분석

(1) 과채류 접목묘 소요량 추정

재배면적 및 재식주수를 토대로 우리나라에 필요한 과채류 접목묘 필요본수를 추정해본 결과는 표 8과 같다. '95년 현재 우리나라의 과채류 재배면적은 78,011ha이고 재배에 필요한 소요묘수는 약 6.5억본으로, 이중 약 60%인 4억본의 접목묘가 필요한 것으로 추정된다.

표 8 우리나라 채소 접목묘 소요량 추정치('94년 재배면적 기준)

작 물	재배면적 (ha)	재식주수 (주/ha)	접목묘 재식비율 (%)	접목묘 소요량 (천주)
수 박	36,572	3,600	90	118,483
참 외	9,238	8,000	80	59,123
오 이	8,744	30,000	70	183,624
호 박	7,779	9,000	0	-
토마토	3,462	24,000	20	16,617
풋고추	3,431	33,000	10	11,322
멜 론	284	12,500	100	3,550
가 지	1,205	18,000	20	4,338

(2) 작물별 접목방법

현재 많이 이용되고 있는 접목방법은 작물에 따라 차이가 있는데(표 9), 주로

호접(互接)과 삽접(挿接)이며, 일부에서 합접(合接), 할접(割接), 단근삽접(斷根挿接) 등이 이용되고 있다. 작물별로 보면 오이, 메론 및 토마토는 호접을, 수박은 삽접방법을 주로 이용하고 있다. 이렇게 작물에 따라 접목방법이 다른 것은 작물 특성상 특별히 접목 조작이 필요하거나, 접목노력, 접목이식 후의 관리방법의 용이성 등에 기인된 것으로 생각된다.

표 9 작물별 접목방법의 활용순위

순위	수 박	오 이	하우스메론	온실멜론	토 마 토	가 지
1	삽 접	호 접	호 접	호 접	호 접	할 접
2	단근삽접	삽 접	삽 접	기 타	삽 접	삽 접
3	할 접	단근삽접	단근삽접		할 접	기 타
4	기 타	기 타	기 타		기 타	

(3) 대목 및 접수의 특성 분석

접목조작에 있어서 중요한 것은 접수와 대목의 배축 굵기와 길이로 이를 적당하게 조절하면 접목작업의 효율성 증가 뿐만 아니라 활착률과 접목후 묘소질도 좋아진다.

수박의 접수특성을 조사하고자 시판 되고 있는 수박 12품종을 공시한 결과(표 10), 초장은 8.4-4.8cm로 품종간에 차이가 매우 심하였고, 배축장 역시 5.5-2.9cm로 차이가 심하였다. 배축굵기는 모든 품종이 자엽전개 방향이 가늘고, 배축직각 방향으로 굵는데, 자엽전개방향의 배축경은 2.1-2.6mm, 직각방향으로는 4.0-2.6mm이었다.

표 10 시판 접수용 수박의 주요 특성

품 종	초장(cm)	배축장(cm)	배축굵기(mm)		자엽장(cm)	자엽폭(cm)
			자엽전개방향	직각방향		
감미	8.4	5.5	2.0	4.0	4.5	2.6
미호	6.6	4.9	2.0	3.2	3.8	2.5
한들	7.5	5.3	2.0	3.3	3.6	2.1
금천	6.4	4.7	2.0	3.4	3.8	2.2
참다라	7.1	5.2	2.0	3.3	3.5	1.9
서호	4.8	3.2	2.1	3.4	3.6	1.9
감로	6.5	3.9	2.1	3.3	3.3	2.2
금상	6.7	4.8	2.1	3.1	3.7	2.1
왕장	6.7	4.4	2.3	3.6	3.9	2.1
신대화 3호	4.0	2.9	2.4	2.6	3.0	2.0
무지개	6.0	4.4	2.2	3.6	3.0	2.2
달고나	6.0	4.6	2.6	3.4	3.0	2.1

참외의 접수특성을 보면(표 11), 초장은 5.1-7.1cm로 품종간의 차이가 매우 심한 것으로 나타났다. 배축장은 역시 2.2-4.1cm로 황진이참외가 가장 길게 나타났다. 배축굵기는 수박과는 달리 방향에 따라 차이가 없이 등글어 1.8 - 2.3mm로 품종간 차이가 비교적 적었다. 자엽장은 2.9-3.4cm, 자엽폭은 1.8-2.1cm로 비교적 품종간의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 특히 박과 채소중 가장 작은 것으로 조사되었다.

표 11 참외 품종별 접수의 접목 제 특성

품 종	초장(cm)	배축장(cm)	배축굵기(mm)		자엽장(cm)	자엽폭(cm)
			자엽전개방향	직각방향		
금보라	6.2	2.7	1.9	1.7	3.0	1.8
금지개은천	4.6	2.7	1.8	1.9	2.9	1.8
금노다지은천	7.0	3.2	2.1	2.1	3.0	2.1
조생대형은천	6.4	3.3	2.3	1.7	3.4	1.8
하우스은천	5.1	2.6	2.0	2.1	3.0	1.8
황진이은천	7.1	4.1	1.9	1.9	3.0	1.8
신은천	5.8	2.2	2.0	2.2	3.1	1.8
고향참외	6.3	2.5	2.0	2.0	3.0	1.9
백금참외	6.6	2.8	1.9	2.0	3.4	1.6

표 12 호박 품종별 접수의 접목 제 특성

품 종	초장(cm)	배축장(cm)	배축굵기(mm)		자엽장(cm)	자엽폭(cm)
			자엽전개방향	직각방향		
불암얼룩꽃호박	7.9	6.4	2.9	3.3	7.0	3.4
록보조생꽃호박	9.3	7.7	2.8	3.8	7.0	4.0
이쁜이호박	8.5	7.0	2.8	3.4	8.1	4.4
장수호박	9.5	8.3	2.8	3.6	7.3	3.7
밤호박	8.3	6.5	2.8	4.2	6.9	4.4
흑피단호박	7.7	5.8	3.7	4.2	7.3	4.8
단밤호박	7.8	5.9	3.1	4.4	7.1	4.7
쥬키니호박	7.8	6.2	2.9	4.0	8.0	3.6
진한쥬키니호박	8.1	6.0	3.4	4.0	8.6	4.5
진광쥬키니호박	9.9	7.2	3.7	4.8	9.1	4.3
노랑쥬키니호박	8.2	6.0	3.6	5.2	8.0	4.1
연록애호박	8.1	5.9	2.9	3.8	7.5	4.0
중앙애호박	7.9	6.0	2.5	3.3	7.3	3.9
각시애호박	7.7	5.9	2.9	3.6	6.9	4.0
농우애호박	8.9	7.2	3.1	3.9	7.7	4.4

호박은 접목재배를 하는 경우가 매우 드문데, 호박묘의 접수특성을 조사한 결과는 표 12와 같다. 초장은 7.7-9.8cm, 배축장은 5.8-8.3cm로 수박, 참외, 오이의 1.5-2배 정도 길었다. 배축장 역시 5.5-2.9cm로 차이가 심한 것으로 조사되었다. 모든 품종의 배축 굵기는 자엽전개 방향이 가늘고, 직각 방향이 굵는데, 호박의 경우 자엽전개방향의 배축경은 2.8-3.7mm, 직각방향은 3.3-5.2mm로 박과채소 가운데 가장 굵은 것으로 조사되었다.

시판되는 오이의 접수특성을 조사한 결과, 초장과 배축장이 각각 4.8-7.6cm, 3.6-6.7cm로 품종간의 차이가 심한 것으로 나타났다. 배축 굵기는 1.6-2.4cm로 참외의 경우와 비슷하였다. 그러나 자엽장은 5cm내외, 자엽폭은 3cm내외로 수박과 참외보다는 큰 경향을 나타내었다.

표 13 오이 품종별 접수의 접목 제 특성

품 종	초장(cm)	배축장(cm)	배축굵기(mm)		자엽장(cm)	자엽폭(cm)
			자엽전개방향	직각방향		
청수흑진주오이	7.3	6.2	2.4	2.2	4.8	3.2
장록흑진주오이	7.6	6.7	2.2	2.2	5.8	3.1
흑진주 마디오이	5.5	4.7	2.0	2.0	5.3	2.7
흑광진주오이	5.8	4.9	2.2	2.4	5.1	2.9
심심여름오이	6.0	4.4	1.9	1.7	4.7	2.6
남극성오이	6.6	5.3	1.9	1.7	4.8	2.7
경성여름오이	6.6	5.2	1.8	2.0	5.2	3.0
청풍여름오이	4.8	4.2	1.6	1.7	4.0	2.5
만춘청장오이	6.4	4.9	2.2	2.2	5.8	3.0
새봄청장오이	5.7	4.6	1.8	2.1	5.8	2.8
불암사엽	5.7	4.5	2.0	1.9	4.8	2.7
중앙사엽오이	4.9	3.9	1.9	2.0	5.1	2.5
평강내병삼척오이	5.2	4.0	2.2	2.3	5.8	3.2
한농사엽오이	4.8	3.6	2.2	2.0	5.5	3.0
서울마디오이	4.9	3.9	1.9	1.8	5.0	2.7
백춘다다기오이	4.9	5.4	2.2	1.8	4.7	2.6
홍농백다다기오이	5.9	4.2	1.8	1.8	4.7	2.7
선미백다다기오이	7.4	4.8	1.7	1.8	4.5	2.7
장형낙합오이	5.6	3.9	2.0	2.0	4.7	2.8

수박, 참외의 대목으로 많이 이용되고 있는 신토좌(*Cucurbita maxima* × *C. moschata*)계통은 초장이 7.9-13.3cm, 배축장이 3.5-11.1cm로 접수인 수박, 참외보다 3 - 5cm정도 더 짧은 것으로 나타났다. 이에반해 오이의 대목으로 주로 이용되는 흑종호박의 초장과 배축장은 토좌류에 비하여 짧은 것으로 조사되었으나, 배축경은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

또한 수박, 참외, 오이의 대목으로 이용이 시도되고 있는 안동대목은 초장과

배축장이 짧고, 배축 굵기도 1.8-2.6mm로 접수 품종 보다 더 가는 것으로 조사되었다.

표 14 토좌류 및 기타 대목의 특성

품종	초장(cm)	배축장(cm)	배축굵기(mm)		자엽장(cm)	자엽폭(cm)
			자엽전개방향	직각방향		
서울홍토좌	8.1	6.8	2.7	3.2	5.0	3.2
농우적토좌	7.9	6.7	4.0	4.3	4.4	3.3
강강토좌	11.3	10.2	3.5	4.3	6.6	3.9
칠성신토좌	12.9	10.8	3.6	4.4	7.8	4.4
서울신토좌	11.7	10.2	4.8	4.6	9.4	5.1
뉴신토좌	13.3	11.1	3.8	4.5	9.1	4.7
농우신토좌	10.7	9.4	3.1	3.6	7.9	4.3
서울홍토좌	9.5	8.4	3.7	4.0	6.5	3.7
금슬신토좌	12.8	11.0	3.9	4.5	8.2	4.6
특토좌	11.6	10.1	3.6	4.2	7.7	4.3
참토좌	12.5	10.6	4.1	4.1	8.4	4.4
흑종호박	5.8	3.9	3.0	4.3	5.5	4.4
안동대목	4.8	3.5	1.8	2.6	5.1	2.9

수박의 대목으로 이용되는 박은 초장이 4.6-7.8cm, 배축장이 3.6-5.8cm, 배축 굵기는 2.5-3mm로 품종간의 차이가 비교적 큰 것으로 나타났다. 품종별로 보면 강력참박의 초장이 가장 길고, 경신참박과 FR 1000 등의 초장이 가장 짧은 것으로 나타났다.

대목의 종류에 따라 배축의 굵기와 길이에 차이가 많은데, 일반적으로 배축의 굵기는 참박이 호박에 비해 가는 편이고, 신토좌 호박류는 흑종호박에 비해 가는 것으로 조사되었다. 배축의 길이는 발아 후의 온도와 습도관리에 따라 차이가 있으나 신토좌호박류는 도장성이 있는 것으로 판단되므로 발아 후 온도와 습도 관리에 유의해야 할 것으로 사료된다.

접수의 배축을 절단한 다음 깎아서 대목에 끼우거나 꽃는 삼접, 할접, 단근삼 접의 경우에는 대목의 배축이 굵으며 약간 짧은 것이 바람직하고, 호접과 합접의 경우에는 대목 배축의 굵기가 접수에 비해 어느정도 굵은 것이 바람직하다. 특히 호접의 경우는 대목과 접수의 배축길이가 6-7cm 정도로 같아야 접목작업이 용이한 것으로 조사되었다.

표 15 시판 박대목의 주요 특성

품 종	초장(cm)	배축장(cm)	배축굵기(mm)		자엽장(cm)	자엽폭(cm)
			자엽전개방향	직각방향		
강력참박	7.8	5.8	2.6	3.1	5.2	3.2
대지참박	5.0	3.4	2.8	2.9	5.4	3.0
친교참박	6.9	4.9	2.9	3.0	4.9	3.0
홍농참박	6.4	4.5	2.9	3.1	5.7	3.5
한농참박	5.7	4.2	2.5	2.8	5.3	3.0
FR 100	6.2	4.5	2.2	2.8	4.5	2.7
FR 1000	4.6	3.3	2.5	2.6	5.0	2.8
FR 뉴토스	6.1	4.1	4.1	3.2	5.7	3.1
FR 단토스	6.2	3.8	2.7	2.9	5.6	3.0
슈퍼감표	5.6	3.5	2.7	2.9	5.0	2.8
뉴참박	7.3	4.8	2.6	2.9	5.3	2.9
파트너참박	5.9	4.0	2.7	3.0	5.1	3.0
써포트참박	6.7	4.9	2.3	3.0	4.8	2.8
FR 콤피	5.6	2.3	2.7	3.0	5.0	3.1
원앙참박	6.6	3.3	2.4	3.4	5.6	3.4
내병 FR10	6.3	3.7	2.9	3.2	5.6	3.0
내병 FR용자	6.2	4.6	2.8	3.0	5.6	3.3
가찌도끼 2호	5.8	3.7	2.9	3.8	5.4	3.3
서울참박	7.1	5.0	2.4	2.8	5.9	3.5
합궁대목	7.2	5.2	2.7	3.0	5.9	3.3
FR 튼	5.8	4.1	2.7	3.0	5.9	3.1
참박특호	7.0	4.2	2.4	2.7	5.6	3.1
相生	6.8	4.8	2.6	3.0	5.7	3.0
ホソト K	5.5	3.8	2.4	2.5	5.5	3.3
FR 스토크	5.3	3.6	2.4	2.6	5.8	3.0
경신참박	4.0	3.6	2.4	2.7	4.1	2.5
FR 스토파	5.6	4.0	2.5	2.7	5.4	3.3

(4) 접목방법에 따른 활착과 성묘율평가 및 생력화에 적합한 접목방법의 선정 연구

(가) 접목방법별 소요노력

1년차에는 박과 채소에서 주로 이용되는 접목방법인 호접방법과 삼접방법만을 비교 검토하였다. 접목방법에 따라서 100주 접목에 소요되는 시간은 호접의 경우 79분, 삼접의 경우 53분으로 삼접이 호접에 비하여 소요노력이 적은 것으로 조사되었다. 이는 접목 활착후 대목의 배축 절단 및 클립 제거에 소요되는 시간이 삼접의 경우에 비해 호접의 경우에 있어 많이 소요되기 때문이다. 접목 과정 별로 소요 시간을 살펴 보면 채묘에 4분 20초-30초, 접목묘의 이식에 6-7분 내외가 소요되는것에 반해, 접목에는 42-50분으로 많은 시간이 소요되므로 생력화를 하기 위해서는 접목소요 시간을 단축시켜야 할 것으로 판단되었다.

표 16 접목방법별 접목소요 시간

접목방법	채묘	접목	이식	배축절단	크립제거	계
호 접	4분 20초 (2.6초)	50분 (30초)	7분 8초 (4.7초)	8분 2초 (4.9초)	7분 8초 (4.7초)	76분 38초 (46초)
삼 접	4분 30초 (2.7초)	42분 30초 (25.6)	6분 10초 (3.7초)	-	-	53분 10초 (31.9초)

대목 : 박, 접수 : 달고나 수박, () : 1주당 소요시간

(나) 접목활착율

접목 3주후에 조사한 접목방법별 활착율을 보면(표 17), 호접은 89.9%, 삼접은

82.3%로 삼접보다 호접이 약 8% 정도 높은 접목활착율을 나타냈다. 이는 호접이 대목과 접수의 뿌리가 모두 있는데 반하여, 삼접은 접수의 뿌리 부위를 완전히 절단하여 접하기 때문에 접수와 대목의 유착기간 동안 대목에서만 수분과 양분이 공급되므로 활착율이 다소 낮아 지는 것으로 사료된다.

표 17 접목방법별 활착율

접목방법	호접	삼접
활착율 (%)	89.9	82.3

(㉔) 접목방법별 묘소질

정식시 묘소질을 보면(표 18), 호접이 삼접에 비하여 초장, 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중 모두에서 높게 나타났는데, 전반적인 생육은 호접 > 삼접 > 무접목의 순이었다.

육묘과정중에 육묘환경이 매우 양호하였는데에도 무접목 자근묘는 접목묘에 비하여 뿌리의 발달이 매우 미약하였는데, 불량환경에서 육묘하게 되면 접목묘와 무접목묘와의 묘소질에 더 큰 차이를 보일 것으로 생각된다.

표 18 접목방법별 정식시 묘소질

접목방법	초장 (cm)	엽수 (매)	엽면적 (cm ²)	생체중(gr/주)		건물중(gr/주)	
				접수	대목(뿌리)	접수	대목(뿌리)
호접	16.7	6.4	124.9	5.49	1.42	0.52	0.16
삼접	15.5	5.7	123.7	5.36	1.41	0.50	0.14
무접목	14.2	5.5	111.6	5.02	0.42	0.49	0.08

접수: 달고나 수박, 대목: 박

제 3 절 접목에 관여하는 제 환경요인의 분석

접목시의 활착 및 성묘에 관계되는 환경요인은 온도, 습도, 광, 토양수분 등을 들 수 있다. 따라서 최적 환경조건을 유지하기 위하여 접목시설 및 순화시설을 사용하는 것이 바람직하다. 일반적으로 접목시설은 입고후 3-4일, 순화시설은 출고후 7일 정도의 양생과정이 필요하다. 특히 순화시설은 접목시설에서 자연환경에 익숙하게 하기위한 관리시설로 출고후 3-4일간은 차광망으로 30-50% 일사를 차단한다. 궁극적인 환경조절은 지역적 자연환경에 따라서 변하게 된다. 표 19는 육묘의 생산공정 및 환경제어 공정을 도표로 보여주고 있다.

표 19 육묘의 생산공정 및 환경제어(접목시설 및 순화시설).

		1엽기	2엽기	3엽기	4엽기	5엽기	8-9엽기
일수		←3-4일→	←5-6일→	←9-14일→	←3-4일→	←5-10일→	←25-30일→
		← 파종 - 접목까지 →			← 접목 - 출하까지 →		← →
작업공정	대목	파종	이식 통상육묘관리	입고 접목	양생	출하	정식 통상육묘관리
	수목	파종	이식 통상육묘관리				
주		28-30℃	23-26℃	23-26℃	온도:28℃	23-25℃	23-25℃
	야	28-30℃	16-17℃	15-16℃	습도:90% 광량:5klx 풍속:30cm/s 접목시설	13-15℃ 순화시설	13-15℃
육묘자		묘 생산자					재배농가

접목시의 활착 및 성묘에 관계되는 환경요인은 온도, 습도, 광, 토양수분 등을 들 수 있다. 이 중에서 가장 중요한 것은 온도, 습도 및 광 조건이다. 다음의 표 20은 주요 작물별 접목시설에서의 환경조건을 나타내고 있다.

표 20 접목시설의 환경 설정치 예.

	온도 (℃)	습도 (%)	광량 (lx)	풍속 (m/s)
토마토	28-25	90	5,000	0.3
가지	28	90	5,000	0.3
오이	28	93	3,000	0.3
수박	28	93	3,000	0.3

여기서,

- 온습도는 토마토가 25℃, 90%, 가지가 28℃, 90% 등으로 조사되어 있다.
- 단근삽접법일 경우, 토마토는 5000 lx정도의 광량에서 생육상태가 양호하였으나 5000 lx 이하에서는 현저히 생육상태가 저하되었고, 가지는 2000 lx이상의 광량이 공급될 때 생육상태가 양호하였다.
- 일반적으로 약광조건일 경우 일장시간이 길수록, 강광조건(5000 lx)일 경우 12시간의 일장시간이 적정한 것으로 조사되었다.
- 접목시설에 입고후 즉시 광조사한 것이 활착율이 100%에 가깝고 시간이 경과함에 따라서 활착율이 감소하는 경향을 나타냈다.
- 순화방법은 출고후 7일간으로 토마토는 30-50% 차광이 필요하며 평균조도 2000lx 상태로 유지시킨다. 특히 초기환경과 자연환경 조건과의 보간에 의하여 점진적으로 환경변화 조건을 부여한다.
- 육묘생산력은 인공광(접목시설사용)일 경우가 자연광(광행방법사용)에 비하여 상건물층이 증가되고, 수량이 증대되며 착과가 우수한것으로 나타났다.

1. 접목상의 환경제어모델 개발

가. 접목시설내의 환경제어

접목시설 내에서의 환경조건은 약 4일 동안 일장시간 12시간, 온도 25℃, 습도 90%를 거의 일정하게 유지하여서 작물이 스트레스를 받지 않도록 한다. 따라서 환경제어 방법은 PID 제어방식을 이용하여 온습도 제어를 정확히 실시할 수 있도록 해주어야 한다.

나. 순화시설내의 환경제어

순화시설 내에서의 환경조건은 약 7일간 일장시간 16시간, 온도 변동 25℃ 자연상태(목표치), 습도 변동 90% 자연상태(목표치), 광 5000 lx 자연상태(목표치)가 되도록 점진적으로 환경 변동을 주도록 한다. 그러나 지역별 온습도 및 광환경이 상이하기 때문에 지역별 온(습)도 일변화 곡선을 기본으로 하여 가능한 실제의 환경변화 패턴에 일치하도록 하여야 한다. 예를 들어 온도의 경우, Fourier 함수로 실제 일변화 곡선을 유도하여 예측식과 실제의 측정치와의 차이를 가능한 줄일 수 있도록 PID 제어 방식을 사용하였다.

2. 기본 환경제어 시스템의 개요

가. 환경제어 체계

환경계측의 대상으로는 실내외 광강도, 실내외기온, 실내외습도 등을 들 수 있다. 이와같은 제어대상 및 방법으로는 지상부 환경제어의 경우, 실내광강도를 조절하기 위해 차광망을 이용하고, 실내온도를 조절하기 위해 난방기, 냉방기, 환기팬을 이용하며, 실내습도를 조절하기 위해 환기팬을 이용한다. 그림 10은 환경제어시스템의 개념도를, 그림 11은 환경제어체계를 나타내고 있다.

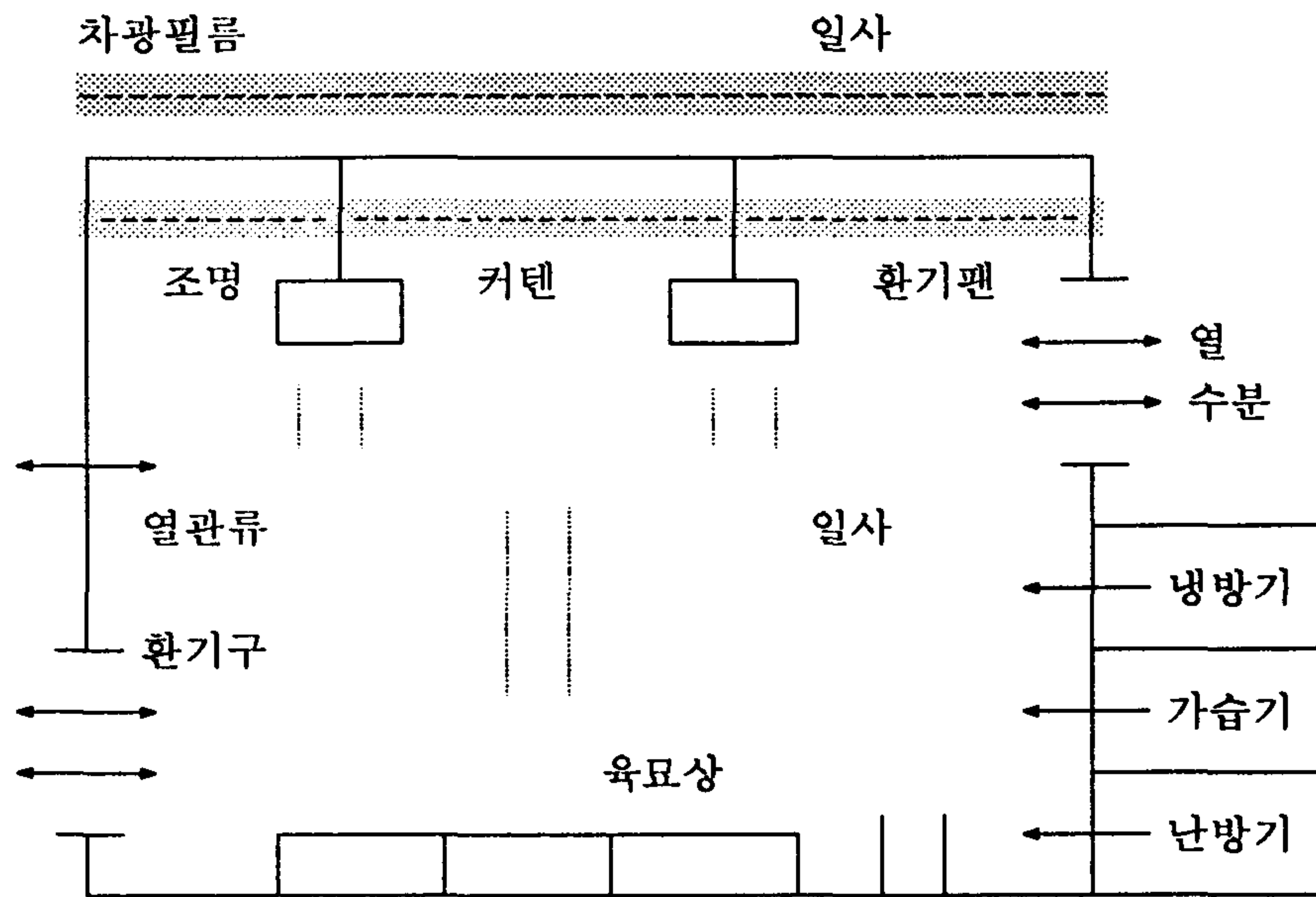


그림 10 환경제어시스템 개념도

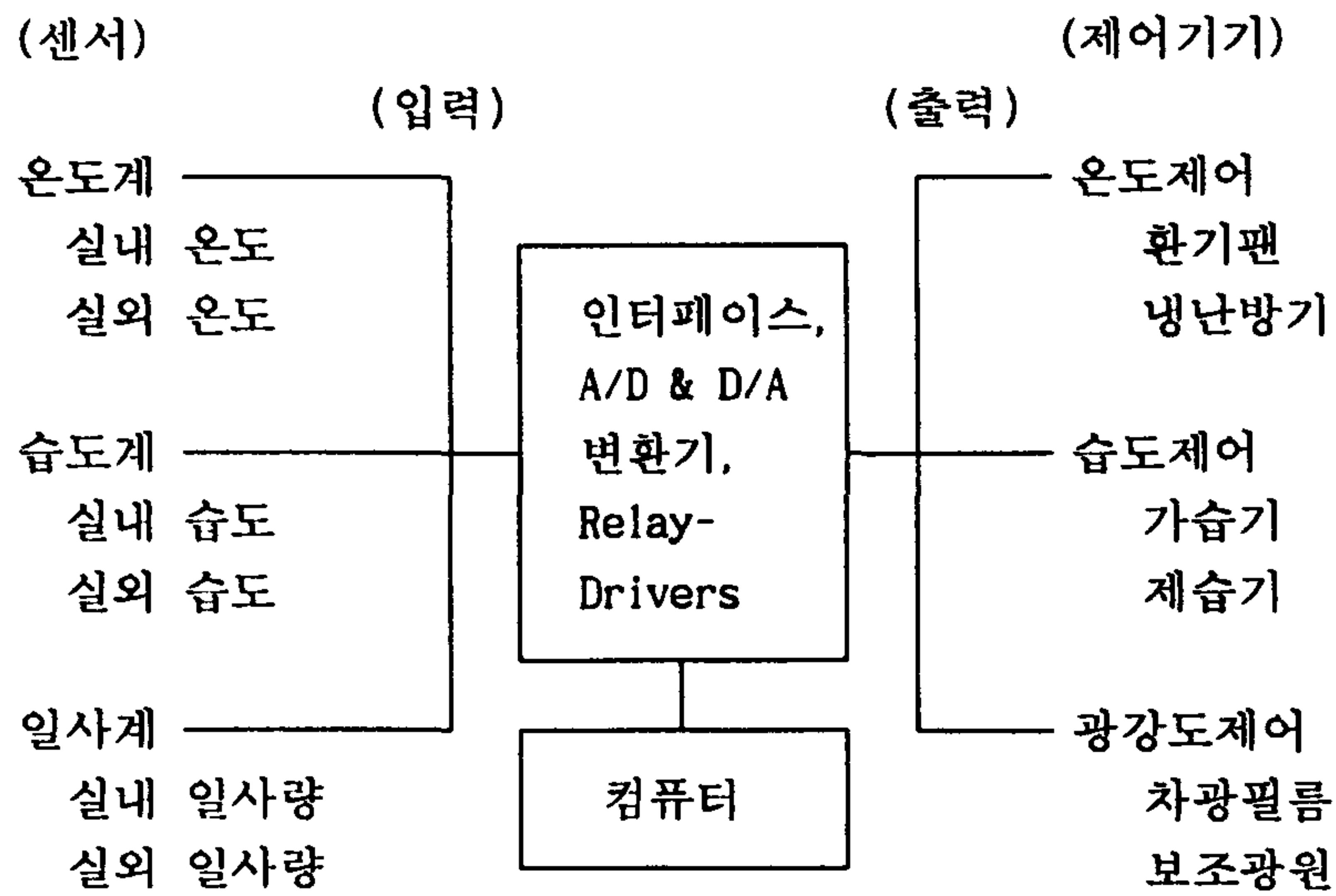


그림 11 환경제어체계 개념도.

3. 육묘 순화용 환경제어 모델

가. 기본 모델

실외의 기온변화 곡선을 調和分析을 통하여 근사시킨다. 調和分析은 일정한 주기로 변동을 반복하는 寫像(氣溫, 日射 등)을 가장 적절히 표현해 준다. 주기 T_1 의 기온변동을 등간격 $2n$ 개의 수치로 읽으면, 아래의 식과 같이 산술평균치(정상항) 이외에, 주기가 T_1 인 항(기본파), 그것의 1/2주기 항(제2 고조파, 이하同狀), 1/3, 1/4,1/n주기 항의 n 개의 수치의 합으로 분해하여 표현할 수 있다. T_1 은 기본파의 주기이다. 調和分析의 基本式은 다음과 같다.

$$\theta_u(t) = M_m + M_1 \cos \frac{360}{T_1} t + M_2 \cos \frac{360}{1/2 T_2} t + M_3 \cos \frac{360}{1/3 T_3} t + \dots$$
$$+ N_1 \sin \frac{360}{T_1} t + N_2 \sin \frac{360}{1/2 T_2} t + N_3 \sin \frac{360}{1/3 T_3} t + \dots$$

$$\text{단, } M_y = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{2n-1} X_i \cos \frac{360y}{2n} i, \quad M_n = \frac{1}{2n} \sum_{i=0}^{2n-1} X_i \cos \frac{360n}{2n} i,$$

$$N_y = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{2n-1} X_i \sin \frac{360y}{2n} i, \quad N_n = 0$$

여기서, t 는 시간(h), T_1 은 기본파의 주기, M_m 은 수 목표치의 산술평균, 기타 M, N 은 변동의 진폭으로 y 번째 고조파의 진폭은 지역에 따라 다르다.

나. 온도제어모델

調和分析 방법으로 典型的인 기온 변동을 구하고, 변동의 진폭은 M_i 및 N_i 의

목표치를 사용하여 구할 수 있다. 이것을 이용하여 평균기온(θ^{avg}), 작물생육적 온 고온부(θ^{max}) 및 저온부(θ^{min})로부터 매시간의 기온을 추정할 수 있는 식을 유도할 수 있다. 표 21은 작물의 생육적온범위 및 생육한계온도를 나타내고 있다.

$$\text{- 기본식 : } \theta_d(t) = \theta_d^{avg} + (\theta_u(t) - \theta_u^{avg}) \frac{(\theta_d^{max} - \theta_d^{min})}{(\theta_u^{max} - \theta_u^{min})}$$

$$\text{단, } \theta_d^{max} = \theta_0^{max} + \frac{d}{n} (\theta_n^{max} - \theta_0^{max})$$

$$\theta_d^{min} = \theta_0^{min} + \frac{d}{n} (\theta_n^{min} - \theta_0^{min})$$

$$\theta_d^{avg} = \theta_0^{avg} + \frac{d}{n} (\theta_n^{avg} - \theta_0^{avg})$$

- 실제식 : 생육한계온도 고려

$$\theta_d(t) = \theta_d^{avg} + (\theta_u(t) - \theta_u^{avg}) \frac{(\theta_d^{max} - \theta_d^{min})}{(\theta_u^{max} - \theta_u^{min})} \pm \alpha$$

단, α 는 생육한계온도에서 $\pm 2^\circ\text{C}$ 내측온도,

$$10\text{초간격일 경우는 } k = \frac{t}{360}$$

표 21 작물의 생육적정온도 및 생육한계온도.

작 물	온 도($^\circ\text{C}$)			광포화조도 (lx)
	최고	적정	최저	
토마토	35	25-20	5	70,000
오 이	35	28-23	8	55,000
메 론	35	30-25	15	60,000

다. 습도제어 모델

調和分析 방법으로 典型的인 계절의 습도 변동을 구하고, 변동의 진폭은 M_i 및 N_i 의 실측치를 사용하여 구할 수 있다. 이것을 이용하여 임의 지역에서의 일 평균습도(H^{avg}), 최고습도(H^{max}) 및 최저습도(H^{min})로부터 매시간 습도를 추정할 수 있는 식을 유도할 수 있다. 이것은 온도제어 모델에 근거하여 적용된다.

- 기본식 :
$$H_d(t) = H_d^{avg} + (H_u(t) - H_u^{avg}) \frac{(H_d^{max} - H_d^{min})}{(H_u^{max} - H_u^{min})}$$

- 실제식 : 상한치-하한치 고려

$$H_d(t) = H_d^{avg} + (H_u(t) - H_u^{avg}) \frac{(H_d^{max} - H_d^{min})}{(H_u^{max} - H_u^{min})} \pm \beta$$

라. 광제어 모델

調和分析 방법으로 典型的인 일사량 변동을 구하고, 이것을 이용하여 목표치의 최대 일사량 (I^{max})로부터 매시간 기온을 추정할 수 있다.

- 기본식 :
$$I_d(t) = I_u(t) \frac{I_d^{max}}{I_u^{max}}$$

단,
$$I_d^{max} = I_0^{max} + \frac{d}{n} (I_n^{max} - I_0^{max})$$

- 실제식 :
$$I_d(t) = I_u(t) \frac{I_d^{max}}{I_u^{max}} \pm \gamma$$

마. 환경제어 관련 모델

온수난방에는 70~100℃의 온수를 순환시키는 저온수난방과 100℃ 이상의 가압온수를 사용하는 중·고온수난방이 있지만, 대부분의 경우 온수난방은 저온수난방을 가리킨다. 온풍난방은 연료의 연소에 따라 발생된 열을 공기에 전달하여 가온시키는 난방방법으로서, 설비 비용이 저렴하고, 보수관리가 용이하며, 온수난방에 비해 예열시간이 짧고, 염가이기 때문에 온수난방보다는 더 많이 사용되고 있다. 기본 냉난방 제어모델은 다음과 같다. 또한 냉방방법으로는 Pad and fan method, Fog and fan method 및 Mist and fan method 등이 사용된다.

$$V_i C_a \frac{d\theta_i}{dt} = Q(t) + S(t)$$

$$Q(t) = K(e + T_d \frac{de}{dt} + \frac{1}{T_i} \int e dt) \quad \text{단, } e = \theta_s - \theta$$

(지체시간 L이 필요할 경우: $Q(t) \rightarrow Q(t-L)$ (단, $t < L$ $Q=0$))

여기서, $S(t)$: 실내온도 θ 에 관련된 열수지식

$Q(t)$: 제어열량

θ_s : 설정온도

K : 비례상수

T_d : 미분상수

T_i : 적분상수

바. 열환경 모델의 기본적 개념

필요 냉난방열량은 대체로 온실의 표면적과 내외 기온차에 비례하는 특성을

가지고 있으므로 이를 이용하면 暖房負荷는 간단히 다음 식으로 표현될 수 있다.

$$S(t) = A_g U (\theta_o - \theta_i)$$

여기서, S(t)는 냉난방부하(kcal/hr), A_g 는 溫室의 표면적(m^2), U는 냉난방부하 계수($kcal/m^2/hr/^\circ C$), θ_{in} 은 설계실내기온($^\circ C$), θ_o 는 실외기온($^\circ C$)이다. U를 열수 지에 근거하여 상세하게 구하면 다음과 같다. 부하계수(U)의 값은 관류열량, 환기전열량, 지중전열량을 일괄 고려하여 냉난방필요열량을 구하기 위해서 도입한 비례계수로서 상세한 값은 다음 식을 이용한다.

$$U = h_t + h_{ven} + \frac{\beta H_{so}}{\theta_o - \theta_i}$$

여기서, h_t 는 관류열을, h_{ven} 은 환기전열계수, β 는 보온비(=지표면적/표면적), H_{so} 는 지중전열량이다.

사. 열수지 개념에 근거한 열환경모델

(1) 열수지의 기본적 개념

본 모델에서는 직달 및 산란 일사의 흡수·반사에 의한 열교환, 각 요소들(피복재·작물·보온커튼·지표면 등)간의 복사 열교환, 증발·증산·수분이동 등에 의한 대류열 교환, 냉·난방 장치 등에 의한 열발생량 등을 고려하였다.

(2) 被服材

피복재외면 : 일사흡수(직달,산란) + 천공복사열교환 + 대류열교환(현열,잠열)

피복재내면 : 반사흡수 + 커텐복사열교환 + 대류열교환(현열,잠열)

(나) 커텐

커텐외면 : 피복재투과일사흡수(직달,산란) + 피복재복사열교환
+ 대류열교환(현열,잠열) + 반사흡수

커텐내면: 내부반사흡수 + 내부복사열교환 + 대류열교환(현열,잠열)

(다) 地表面

지표면 : 도달일사흡수(직달,산란) + 커텐 복사열교환 + 내부복사열교환
+ 대류열(현열,잠열(증발)) + 반사흡수

지중면 : 지중열전도

(라) 内部土壤間

상향 전도열 + 하향 전도열 + 좌우 전도열

(마) 作物體面

도달일사흡수(직달,산란) + 커텐(피복재)복사열교환 + 대류열(현열,잠열(증산))
+ 내부복사열교환

(바) 内部空氣

작물체면 대류열교환(현열,잠열(증산)) + 지표면 대류열교환(현열,잠열(증발))
+ 기타내부물체면 대류열교환(현열,잠열) + 커텐내면 대류열(현열,잠열)
+ 환기(현열,잠열) + 난방(냉방)

(사) 커텐間의 공기

$$(\text{커텐외면의 온도} + \text{피복재 내면의 온도}) \times \frac{1}{2}$$

(㉠) 内部空氣의 수분수지(moisture balance)

작물체증산량 + 내부물체면증발량 + 지표면증발량 + 커텐내면증발량(응축량)
+ 환기(수분이동)

(2) 각 요소의 열교환에 사용된 기본식

(㉠) 복사열교환

복사열교환량 L 은 다음식과 같다. 단, 천공복사량은 외기온에 수증기압 및 구름량을 고려한 근사식을 사용하였다.

$$L_{12} = L_1 - L_2 = \epsilon_1 \epsilon_2 f_{12} \sigma (T_1^4 - T_2^4) A_1$$

$$T_{sky}^4 = f_w T_o^4$$

$$\text{단, } f_{pw} = (0.51 + 0.076\sqrt{e})(1 - C \cdot N) + C \cdot N$$

여기서, T : 절대온도

ϵ : 복사율

f : 형태계수

A : 면적,

σ : 스테판-볼츠만 상수

e : 실외공기의 수증기압(mmHg),

C : 경험數로 0.8

N : 雲量(0-1)

(나) 현열 및 잠열 전달량(H, El)

① 대류열전달의 일반식

실내 및 실내의 각면에 따른 대류열전달계수는 다양하게 경험적으로 사용되고 있기 때문에 특정값은 될 수 없고, 일반적으로 피복재 외면은 외부 풍속의 함수, 내면은 피복재와 시설내의 온도차 및 내부 풍속의 함수를 사용하였다. 현열 전달량 및 잠열전달량은 다음식과 같다.

$$H = h(\theta_1 - \theta_2)A$$

$$El = K\rho_a l(m_s(\theta_1) - m_2)A \approx K\rho_a l(G_1 - G_2)A$$

단, $h/K = \rho_a C_p (Le)^{2/3}$, $Le = a/D$ (Lewis수)

여기서, m : 비습(kg/kg)

h : 대류열전달계수

a : 열확산계수(공기)

A : 표면적

D : 물질확산계수(공기중의 수증기),

K : 수증기전달계수

G : 절대습도(kg/kg')

② 피복재 표면의 현열 및 잠열교환량(H_c, El_c)

피복재의 평균온도를 사용하였고, 표면의 증발잠열 El_c 는 실내의 온도에 따라 어느 한면만 발생한다.

$$H_c = [h_o(\theta_o - \theta_c) + h_i(\theta_i - \theta_c)] .$$

$$El_c = K_c l \rho_a (G_{i(o)} - G_c) A_c$$

여기서, h_o, h_i : 피복재 외·내면의 대류열전달계수,

$\theta_c, \theta_o, \theta_i$: 피복재, 실외, 실내온도,

K_c : 피복재 수증기전달계수,

첨자 $i(o)$: i 또는 o 를 의미

③ 환기에 의한 현열 및 잠열교환량(H_v, El_v)

$$H_v = \rho_a C_a Q (\theta_i - \theta_o)$$

$$El_v = \rho_a Q l (G_i - G_o)$$

여기서, C_a : 공기의 비열

Q : 환기량

④ 작물사이와 내부공기의 현열 및 잠열 교환량(H_p, El_p)

$$H_p = 2h_p LAI (\theta_i - \theta_p) A_p$$

$$El_p = 2K_p l \rho_a LAI (G_i - G_{sp}) A_p$$

여기서, h_p : 엽면 대류열전달계수

θ_p : 작물체온도,

K_p : 엽면 수증기전달계수(환경변화에 따른 기공저항 고려)

⑤ 지표면과 내부공기 사이의 현열 및 잠열교환량(H_f, El_f)

$$H_f = h_f(\theta_i - \theta_j)A_f$$

$$El_f = K_f \rho_a (G_i - wG_{sf})A_f$$

여기서, h_f : 지표면 대류열전달계수

θ_i : 지표면온도,

K_f : 지표면 수증기 전달계수

w : 지표면 포화정도(0-1)

(㉔) 내부공기의 에너지 및 수분수지식

$$C_a V_i \frac{d\theta_i}{dt} = \sum(H_k + El_k) + H_v + El_v + H_{h/c}$$

$$\rho_a V_i \frac{dG_i}{dt} = \sum(El_k/l) + \rho_a Q(G_o - G_i)$$

여기서, $H_{h/c}$: 냉난방열량(S(t))

첨자 k : 내부공기에 대한 각각의 대상부분

(㉕) 일사환경모델

임의의 위치에서 일사량은 측정위치의 위도, 경도, 시간, 경사각 β , 태양고도 h 및 방위각 A 에 의해서 표시될 수 있다. 일사계에 의해서 측정되는 수평면 전체일사량 I_t 는 세부적으로 수평면 직달일사량 I_d 과 산란일사량 I_s 로 구분되고, 임의 경사각 및 방위각을 가진 위치에서의 직달일사량 J_d , 산란일사량 J_s 는 다음과 식으로 표현된다. 따라서 시설내 지표면에 도달하는 일사량 I_f 은 각 피복재의 투과율 τ 및 각도 요인 F 에 의하여 다음 식과 같이 표현할 수 있다.

$$J_d = I_d \frac{\sin h'}{\sin h}, \quad J_s = \frac{I_s}{2} (1 + \cos \beta)$$

$$I_f = \frac{1}{A_f} \sum_{n=1}^k [A_k (J_{d,k} \tau_{d,k} F_{d,k} + J_{s,k} \tau_{s,k} F_{s,k})]$$

$$\text{단, } I_t = I_d + I_s = I_s / k_s$$

$$\sin h' = \sin h \sin \beta + \cos h \cos \beta \cos (A - \alpha)$$

여기서, α : 경사면의 최대 경사방위각

k_s : 수평면일사량에 대한 산란일사량의 비율

A_f : 지표면적

첨자 k, d, s : 대상부분, 직달, 산란을 의미함

(예) 커튼 모델

커튼은 겨울철 및 야간에 온실 내부의 작물의 생육환경을 최적으로 조절해 주고, 온실내로 유입된 열 에너지의 보존과 전체 열수지의 절감을 위하여 온실 피복재와 온실내부공기 사이에 설치되어 사용된다. 피복재와 마찬가지로 보온커튼 표면의 온도도 전면적에 걸쳐서 균일하다고 가정하였다.

$$C_a V_n \frac{d\theta_n}{dt} = [h_{n,o} (\theta_n - \theta_{N-1}) + h_{n+1,i} (\theta_n - \theta_N)] A_n +$$

$$L_{n+1,n} + L_{n-1,n} + I_{n-1,n} + I_{n+1,n} + R_{n+1,n}$$

$$\theta_N = \frac{1}{2} (\theta_n + \theta_{n+1})$$

여기서, I : 일사흡수량

R : 반사흡수량,

침자 : n, n+1 : n->n+1 방향(L의 경우는 상호방향),

n, I : n에서 하향(내면)

(배) 환기모델

강제환기의 경우의 환기량은 환기팬의 용량 등으로 쉽게 구할 수 있으나, 자연환기의 경우는 온실 내부의 온도차, 환기창의 크기 및 위치, 풍속 등에 변화하기 때문에 정확한 예측이 불가능하고, 경험적으로 각 시설에 대하여 실험적으로 구하는 것이 일반적이다.

$$H_v = \rho_a C_a Q (\theta_i - \theta_o) = \rho_a C_a S (\theta_i - \theta_o) A$$

$$S = 0.44v + 6.14\sqrt{\theta_i - \theta_o}$$

여기서, S : 환기율(Q/A)

v : 외부풍속

(세) 토양환경모델

토양은 일반적으로 50cm 전후를 일중 항온층이라고 하지만 계절에 따라서 온도가 변화한다. 본 모델에서는 일중 항온층의 깊이를 60cm로 하였다. 또한 토양에서의 온도분포를 보다 적절히 파악하기 위해 수직 방향의 열전달을 고려하는 1차원 모델로 작성하였다. 실내토양표면의 열수지 및 토양층내의 열수지는 다음 같다.

$$C_{p1} \rho_1 \frac{d\theta_1}{dt} = \sum f_{i,j} \epsilon_j \sigma (T_i^4 - T_j^4) + I_j / A_j + h_j (\theta_i - \theta_j) +$$

$$K_{j1} \rho_l (G_i - wG_s) + 2k_s / (y_1 + y_2) (\theta_{1,2} - \theta_j)$$

여기서, C_f : 토양의 비열
 y_{fi} : i번째의 토양층
 θ_f : 토양의 온도
 f_{fi} : 토양이 벽면등의 면을 보는 형태계수
 ε_f : 토양에서의 장파반사율
 I_f : 토양의 일사흡수량,
 A_f : 상면적
 h_f : 토양의 대류열전달계수
 w : 토양의 습한 정도를 나타내는 상수
 K_f : 토양의 수증기전달계수
 G_I : 실내의 절대습도
 G_{fs} : 토양온도에서의 포화절대습도
 k_f : 토양의 열전도율

㉠ 재배환경 모델

일반적으로, 온실내의 열수지는 작물의 재배방식에 따라서 달라지기 때문에 본 모델에서는 토경재배와 수경재배로 구분하여 열수지 해석을 하였다. 육묘상의 경우 지표면적에 대한 베드 면적이 증가하기 때문에 베드면적에 관련된 지면 일사흡수, 복사열교환, 지중열전도 부분이 추가되었다.

$$C_p V_p \frac{d\theta_p}{dt} = I_p + H_p + L_{p,c} + L_{p,g} + L_{p,b} - E I_p$$

여기서, $L_{p,c}$, $L_{p,f}$, $L_{p,b}$: 작물과 피복재, 지표면, 베드 사이의
복사열교환량

I_p : 작물의 일사흡수량

V_p : 작물체적

C_p : 작물의 비열

θ_i : 지면 온도

E_p : 증산량

제 4 장 육묘 자동접목장치의 실용화 연구

제 1 절 농가형 캠구동 간이 육묘접목기의 생력화 장치 설계

앞에서 언급한 바와 같이 유풍접목기는 구조상 숙련된 자라도 세밀한 주의가 필요하고 빠른 속도로 접목기를 구동할 경우 작업자가 쉽게 피로해진다. 특히 클립을 끼우는 작업은 수작업 공정중 가장 주의가 요구되고 시간이 걸리는 부분 이어서 우선적으로 클립 자동공급장치를 개발하여 부착하기로 결정하였다. 또한 여기서 설계된 클립 자동공급장치는 차년도에 전공압 육묘 자동접목장치로의 기능전환에 사용하고자 한다.

1. 구동회로

현재의 구동회로는 클립공급장치를 고려하지 않은 채 만들어졌고, 또한 회로도 조잡하여 전반적인 재설계가 불가피하여 제품의 생력화 방안으로 Programmable Controller를 이용하였다. 그림 3은 제어부 기능을 개량하여 설계한 회로도도를 나타낸다.

Programmable Controller는 68705U3를 사용하였고, 4Mhz의 클럭에 의하여 구동되고 있다. 이 컨트롤러는 8비트로 구성된 입출력 포트 4개(A, B, C, D)를 가지고 있는데 이 4개의 입출력 포트를 각각 문자 LED, 스위치회로, 클립 자동공급장치 및 속도 조절에 사용하였다. 속도제어는 속도조절 스위치의 입력을 받아 출력포트 C를 통하여 해당되는 트랜지스터를 ON시켜 각각 다른 전압(9V, 12V, 14V, 18V)을 모터에 인가하도록 프로그램하였다.

칼날레버가 움직일 때 기계적으로 스위치가 ON되도록 하여 입력포트 D를 통하여 컨트롤러에 신호를 입력시키고 출력포트 A를 통하여 문자 LED를 직접 구동하여 up-counting이 되도록 프로그램하였다.

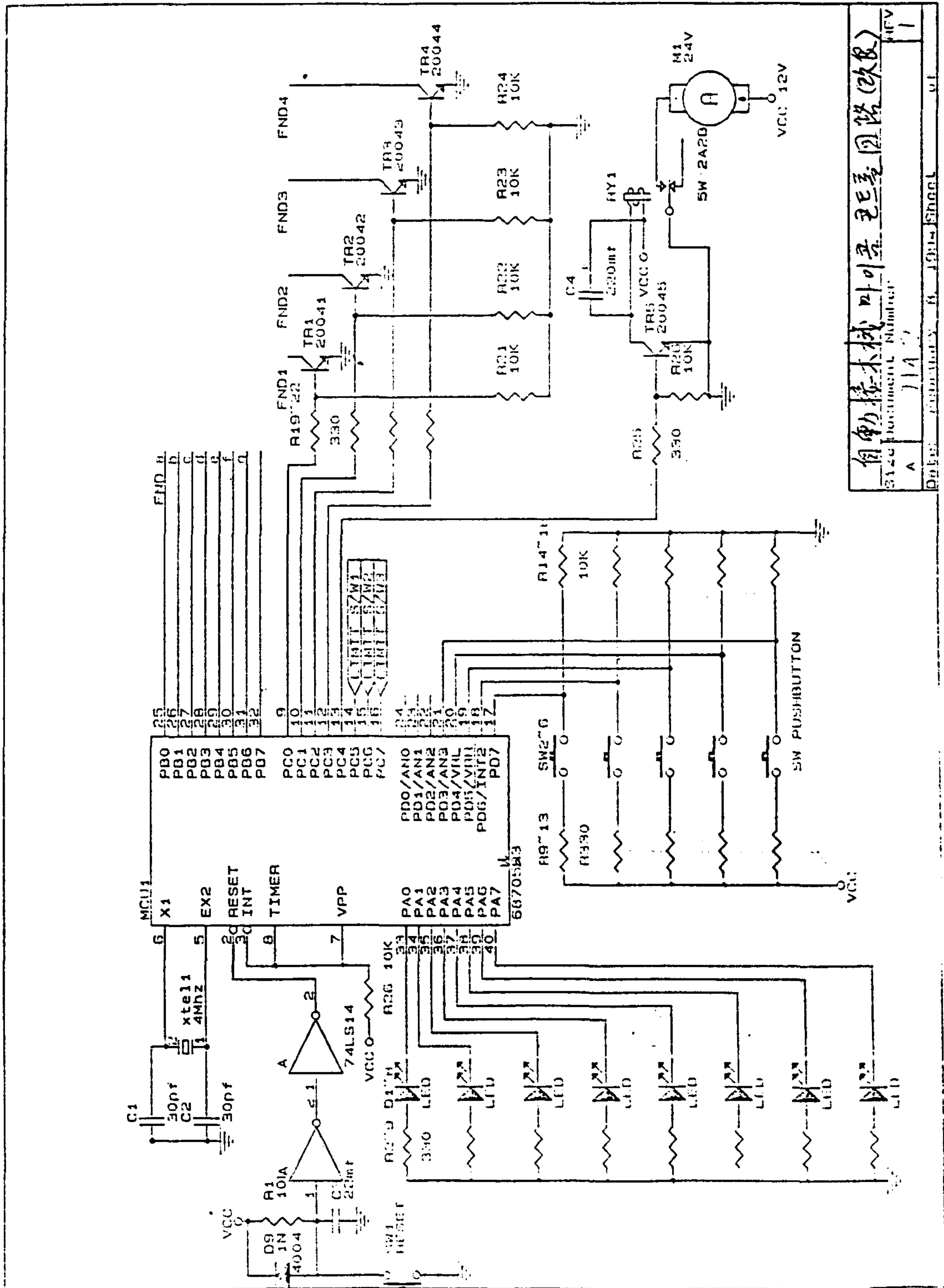


그림 12 개량형 자동접목기의 회로도.

제 2 절 캠구동식 간이 육묘점목기의 클립 자동 이송/공급장치 설계

클립을 전용으로 자동공급하는 장치를 개발하기 위하여 기존의 클립과는 근본적으로 다른 새로운 재질과 형태의 클립과 클립통을 개발하였다. 그림 13은 합성수지 재료를 이용하여 개발한 클립을 보여준다. 클립의 자동물림과 점목묘의 자동배출을 위한 부품의 조립도는 그림 14에 그리고 각 요소장치의 설계도는 그림 15에 나타냈다. 그림 16은 개발한 시작기의 조립도를 보여주며 그림 17은 개발한 시작기의 정면도와 측면도를 보여준다.

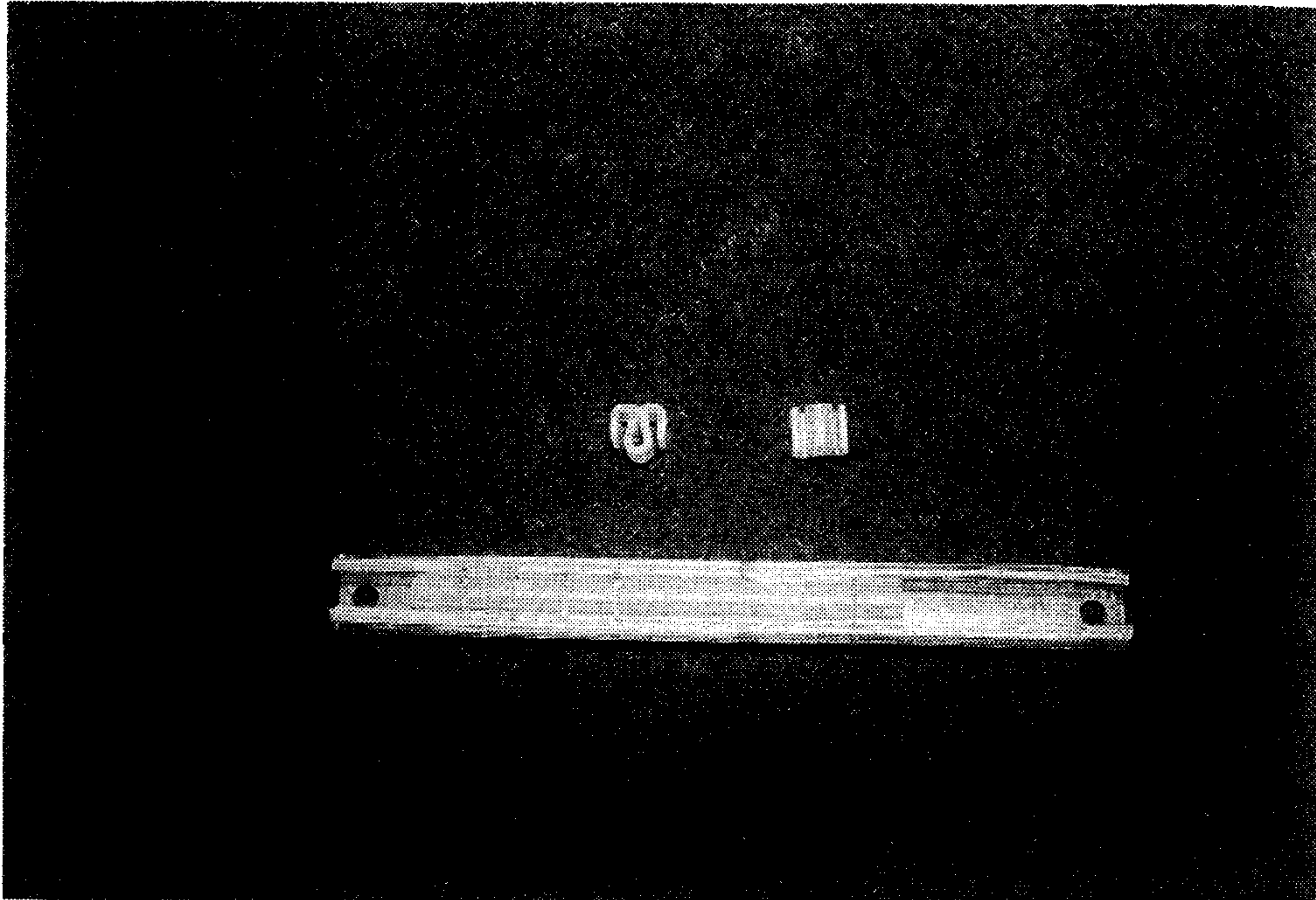


그림 13 개발한 합성수지 클립과 클립통.

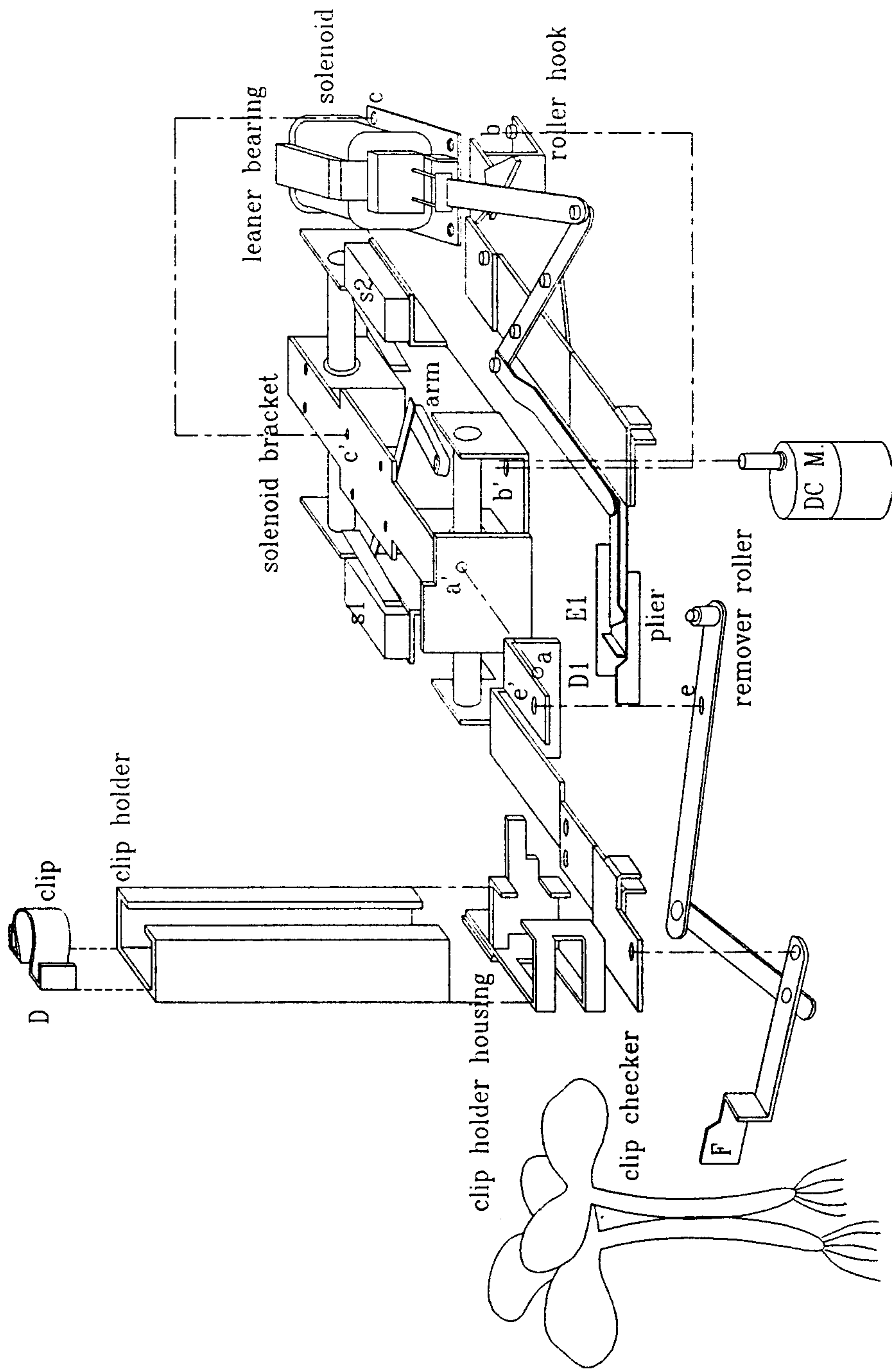
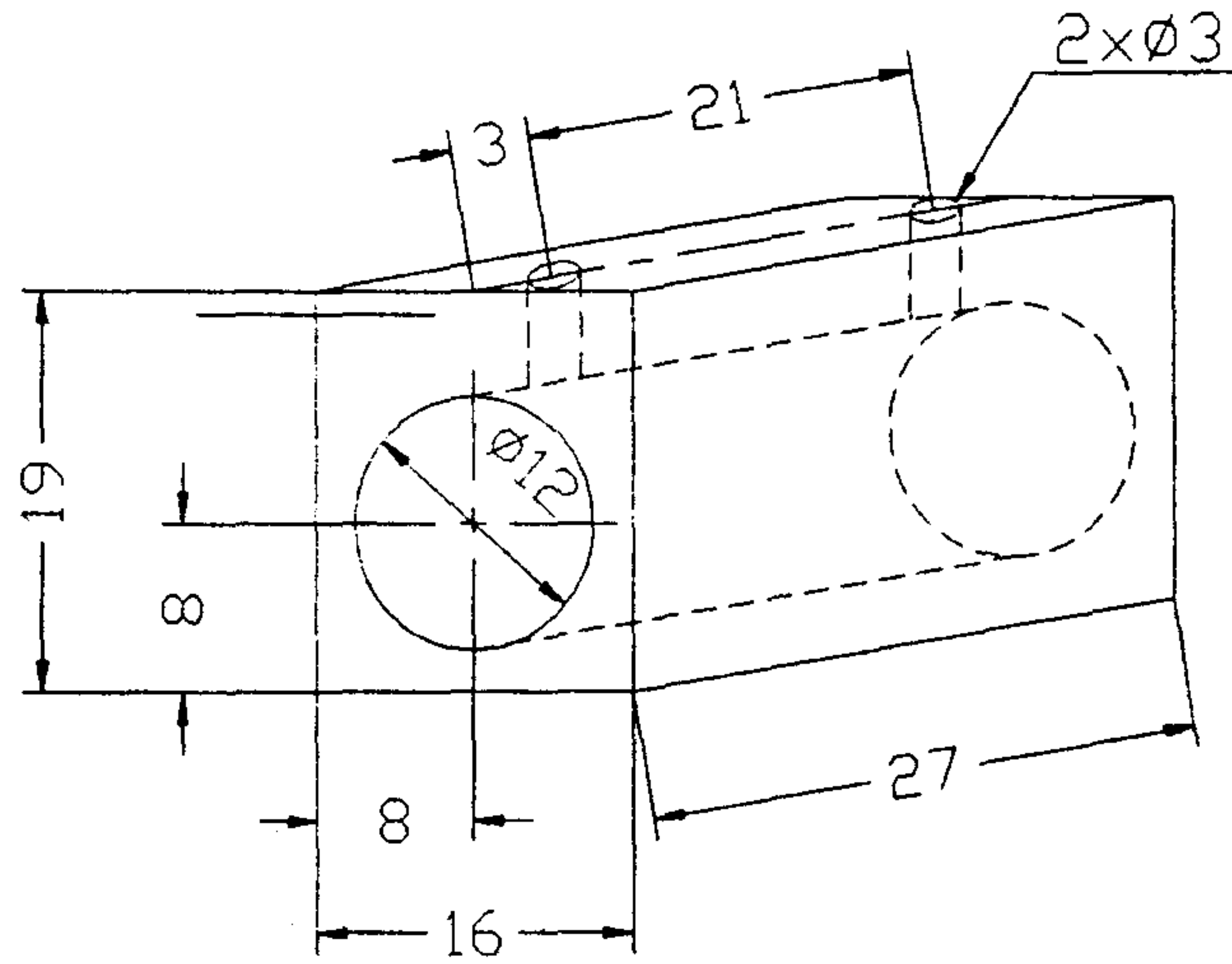
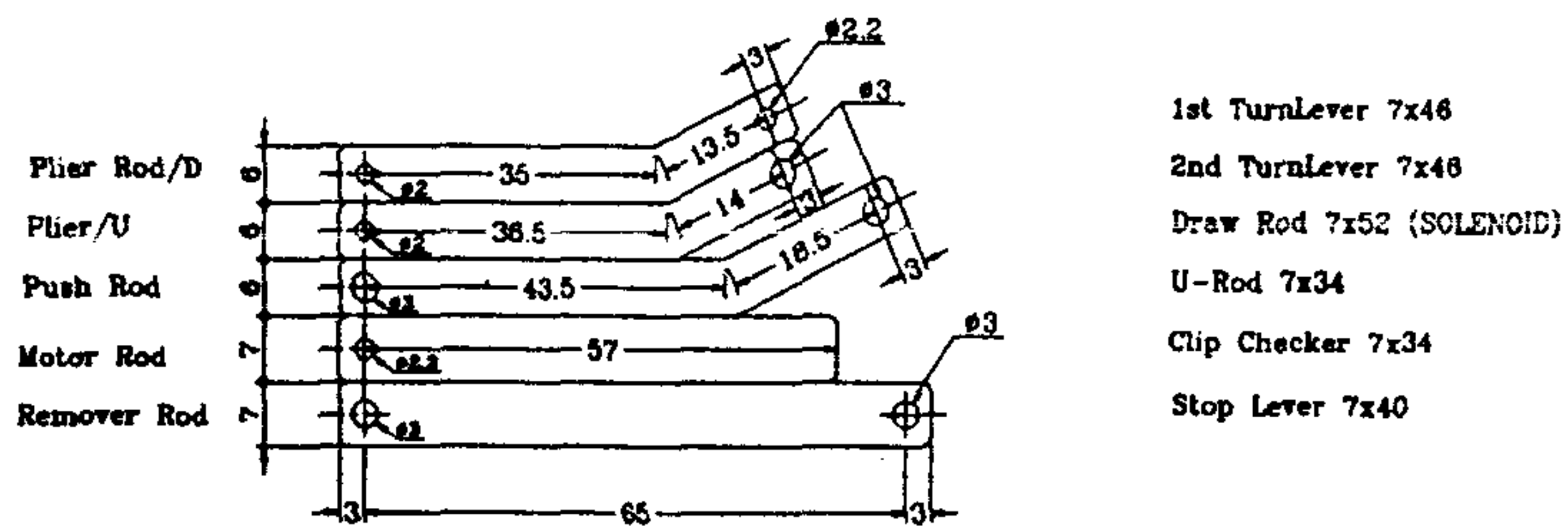


그림 14 클립 자동공급장치 설계도.

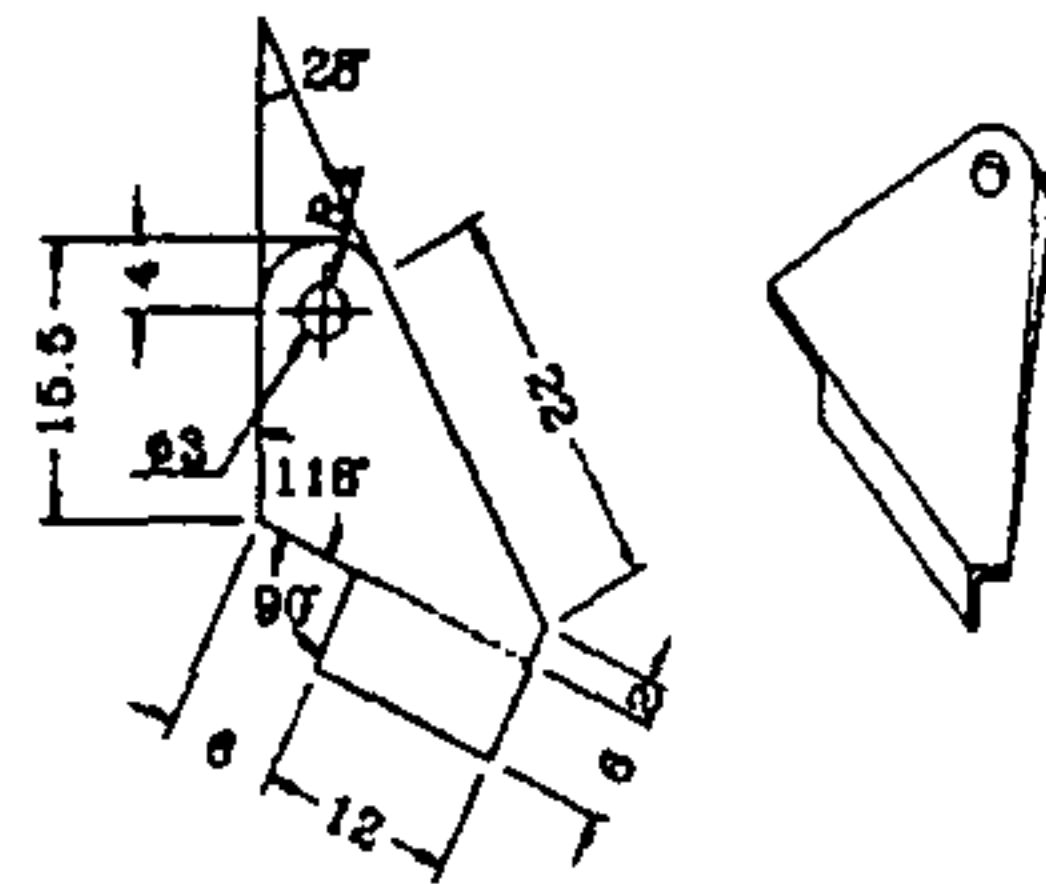
LINEAR BEARING HOUSING



LEVERS



POLLER HOOK



CLIP PLIER

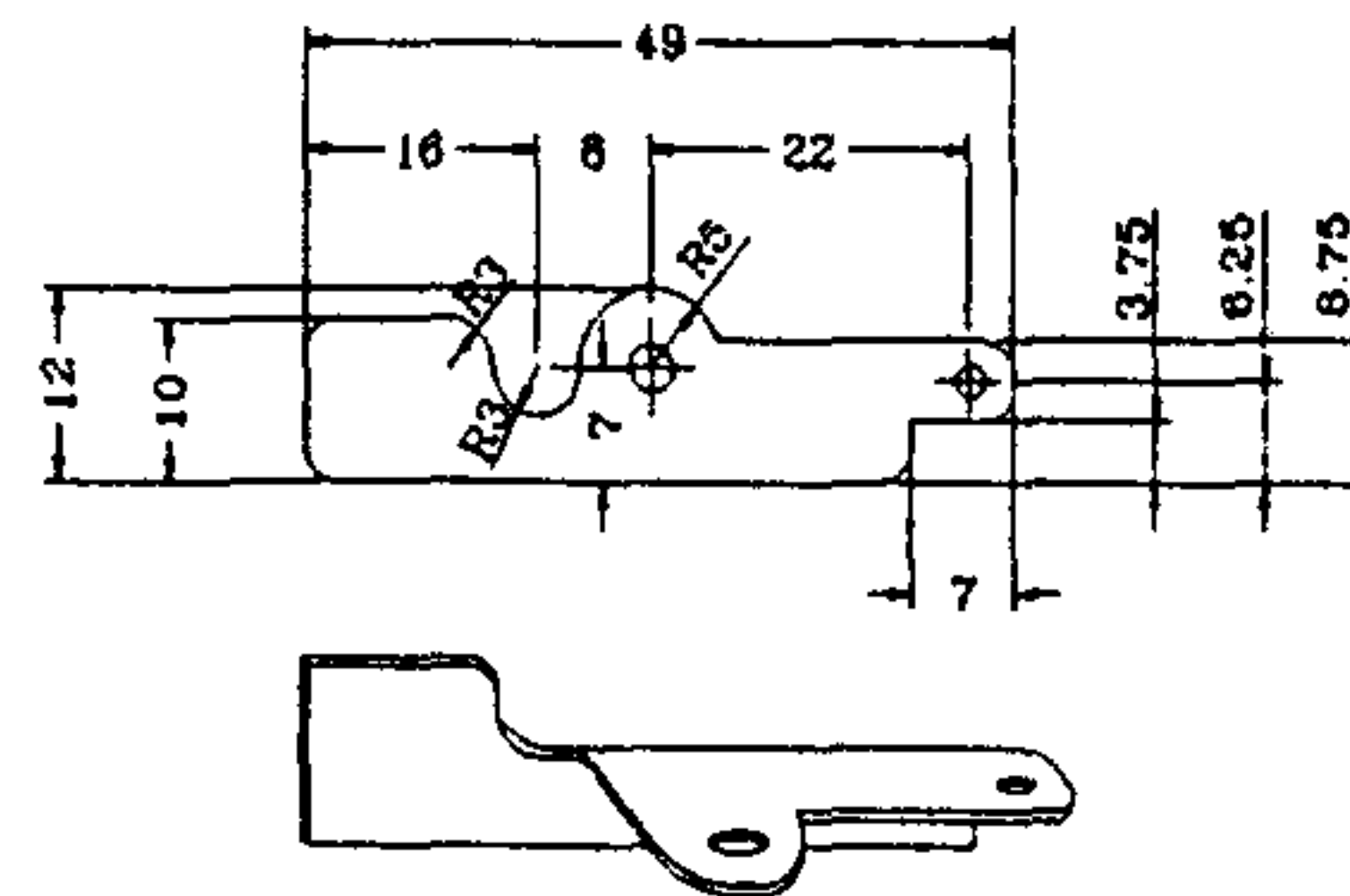
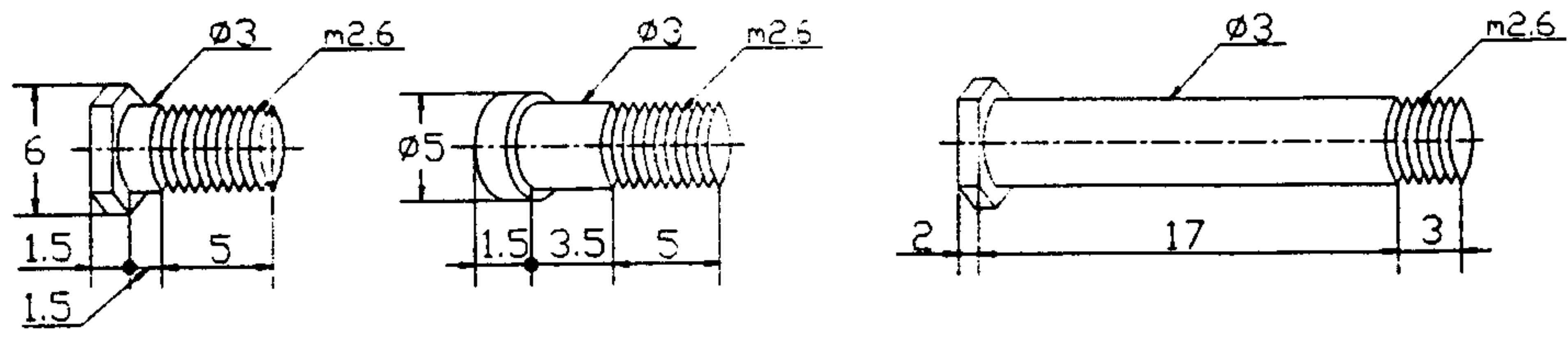
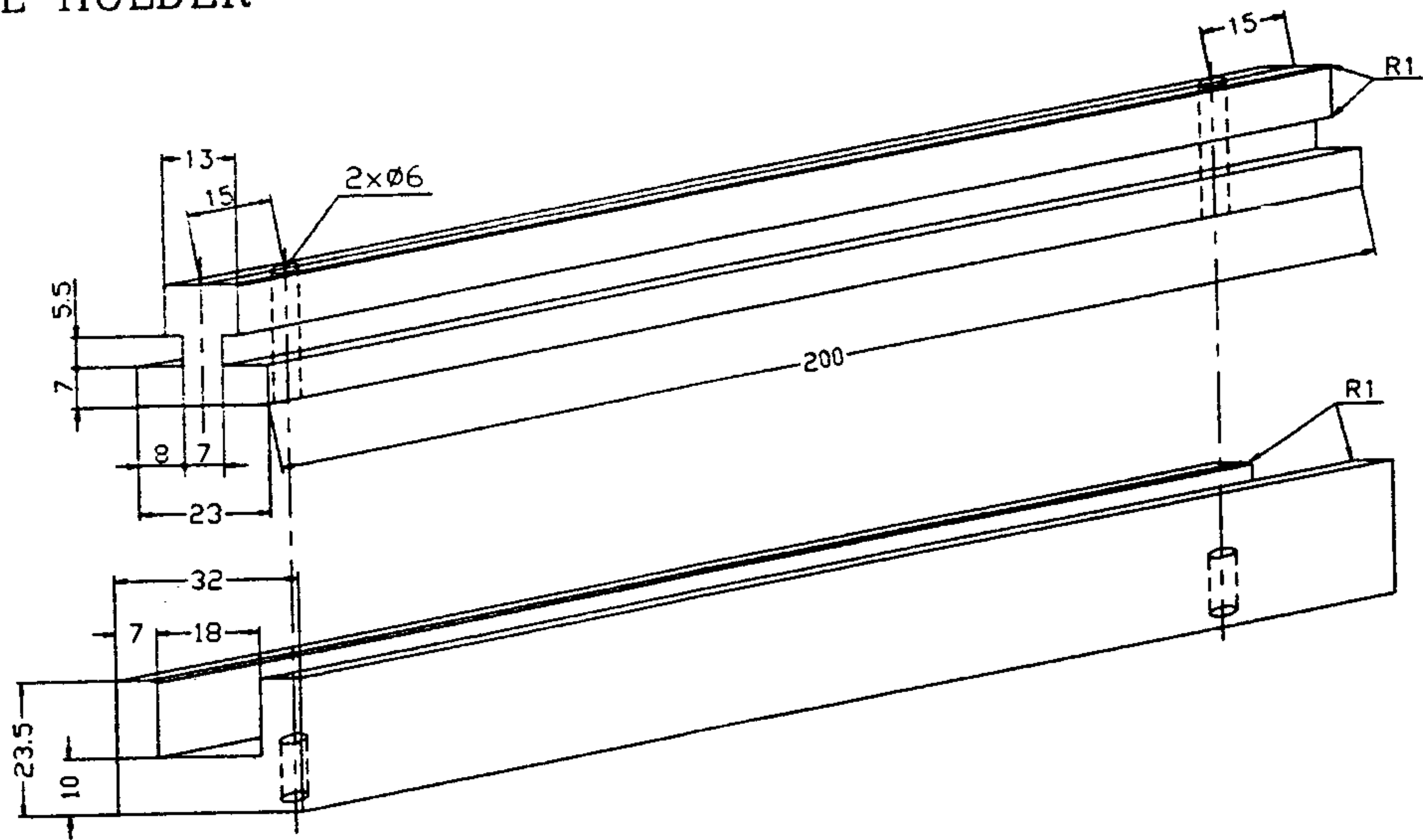


그림 15 클립 자동공급장치 요소설계도.



ACRIL HOLDER



SOLENOID BRACKET

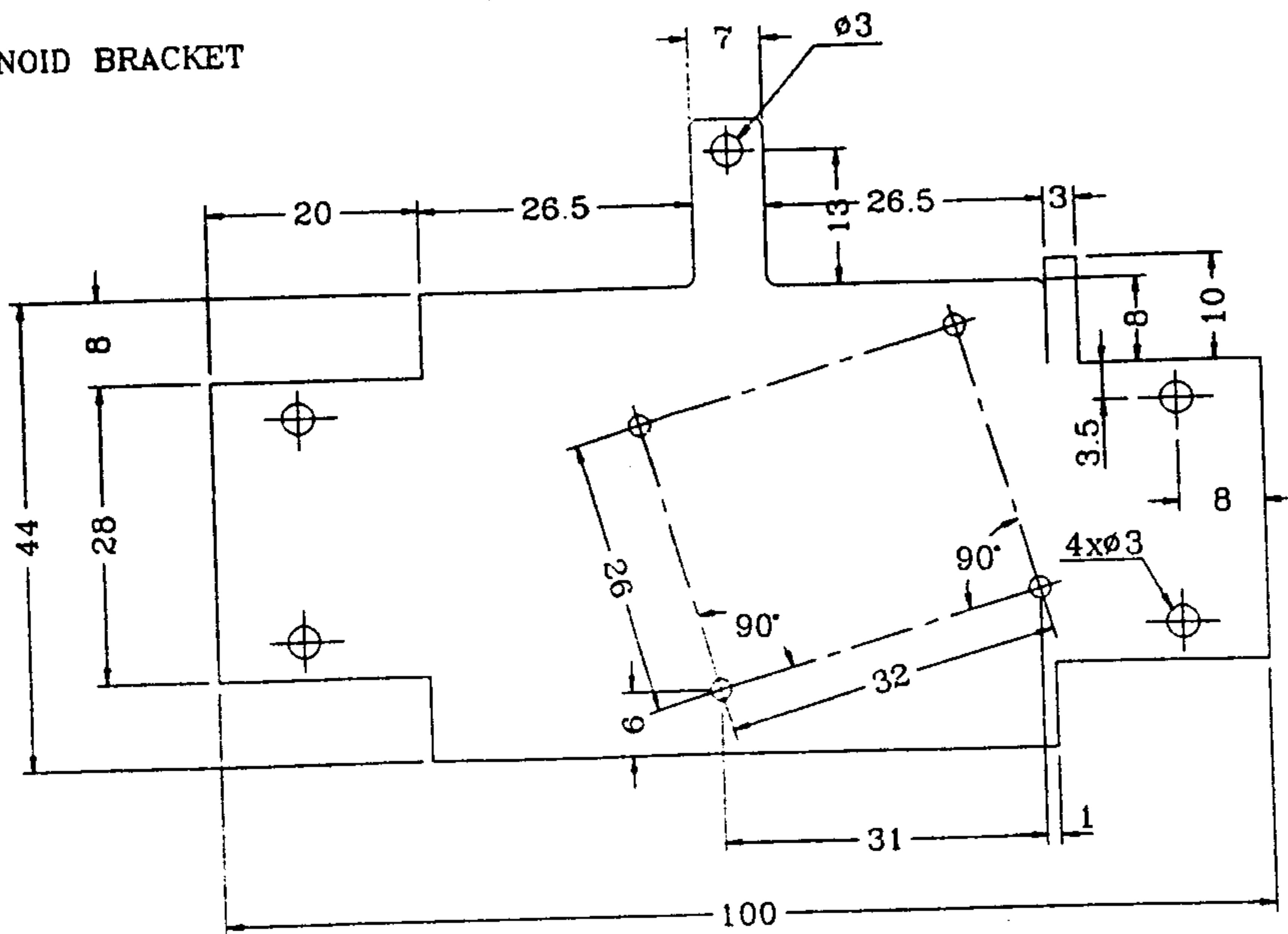
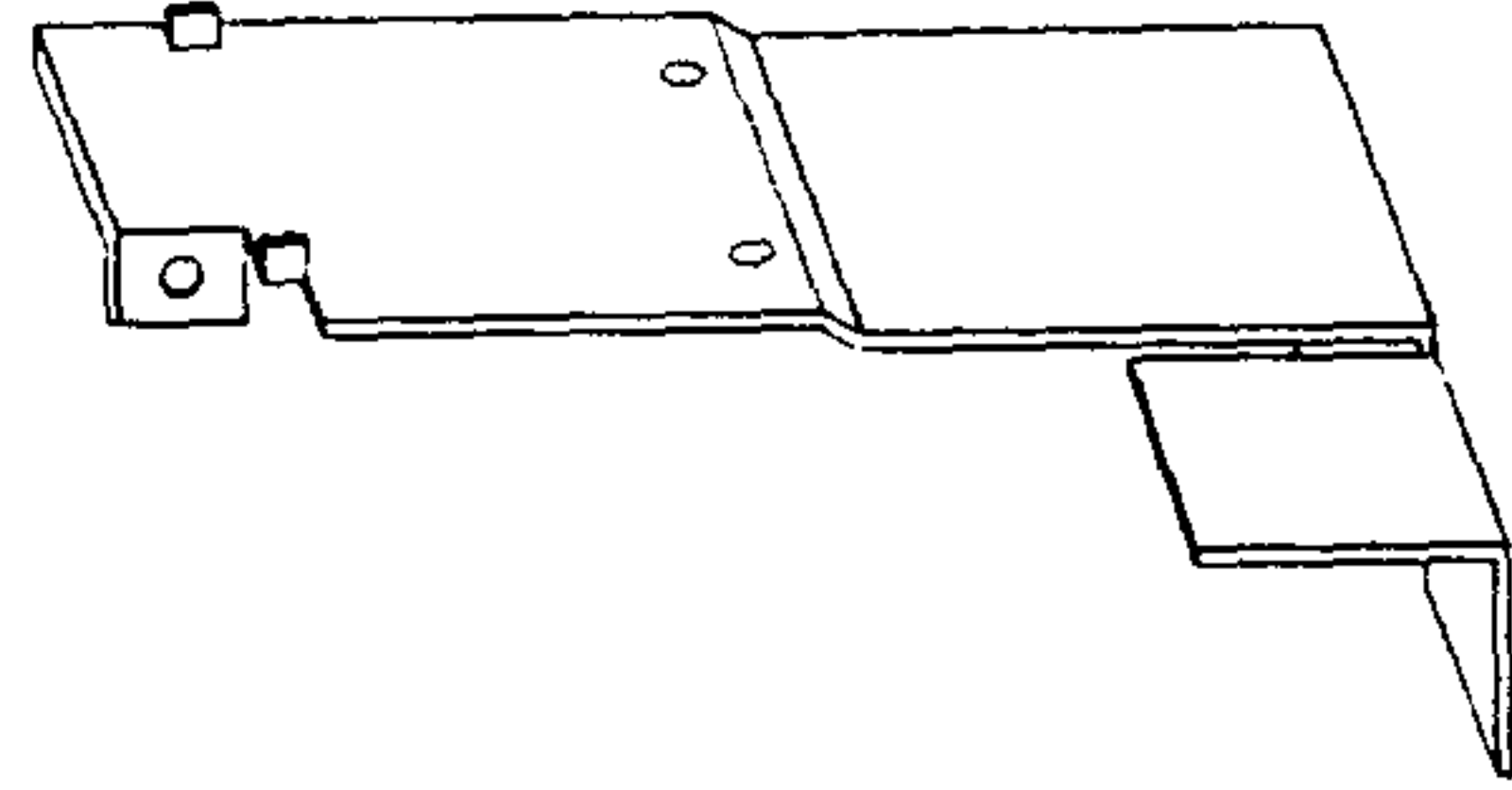
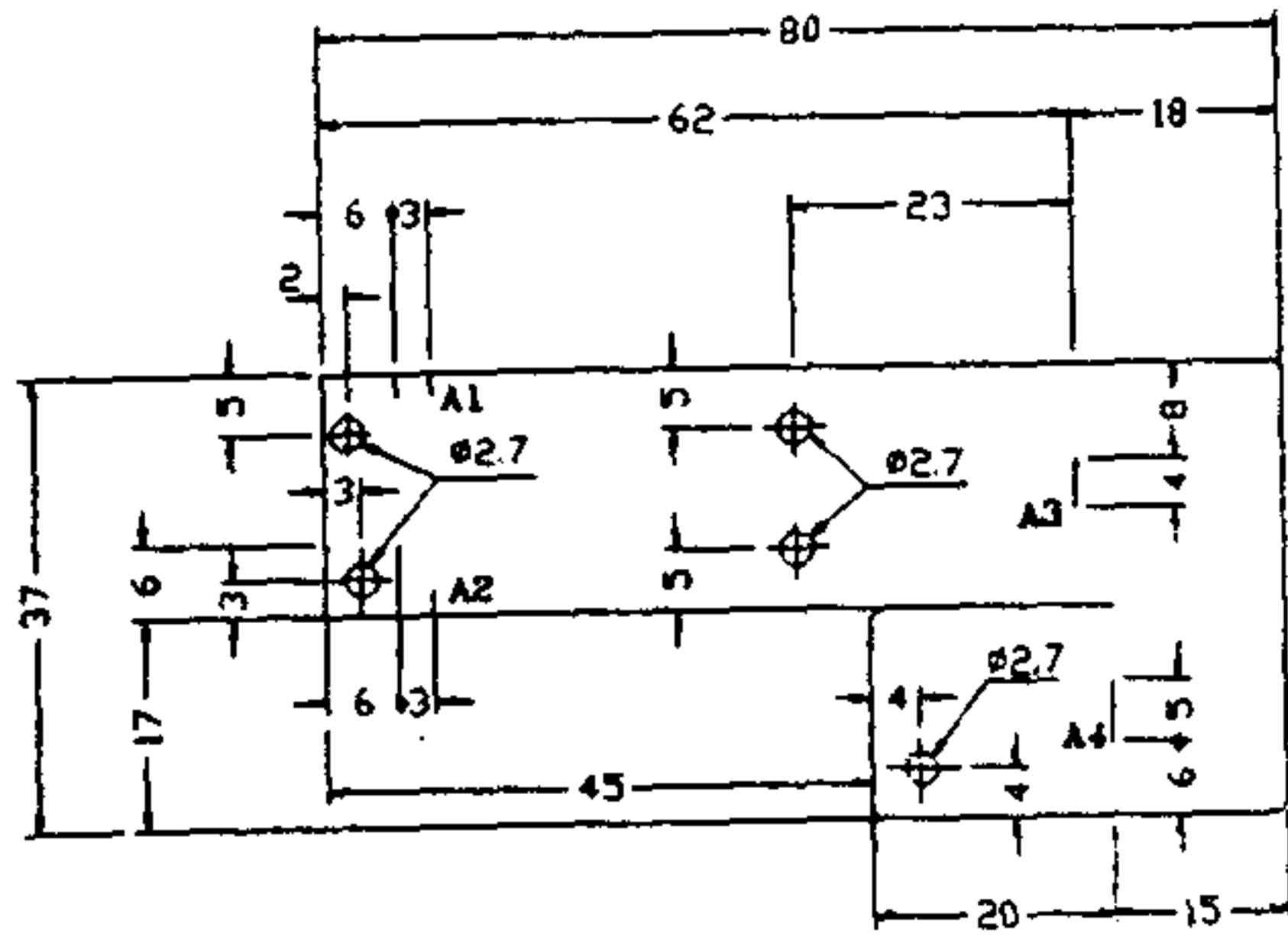
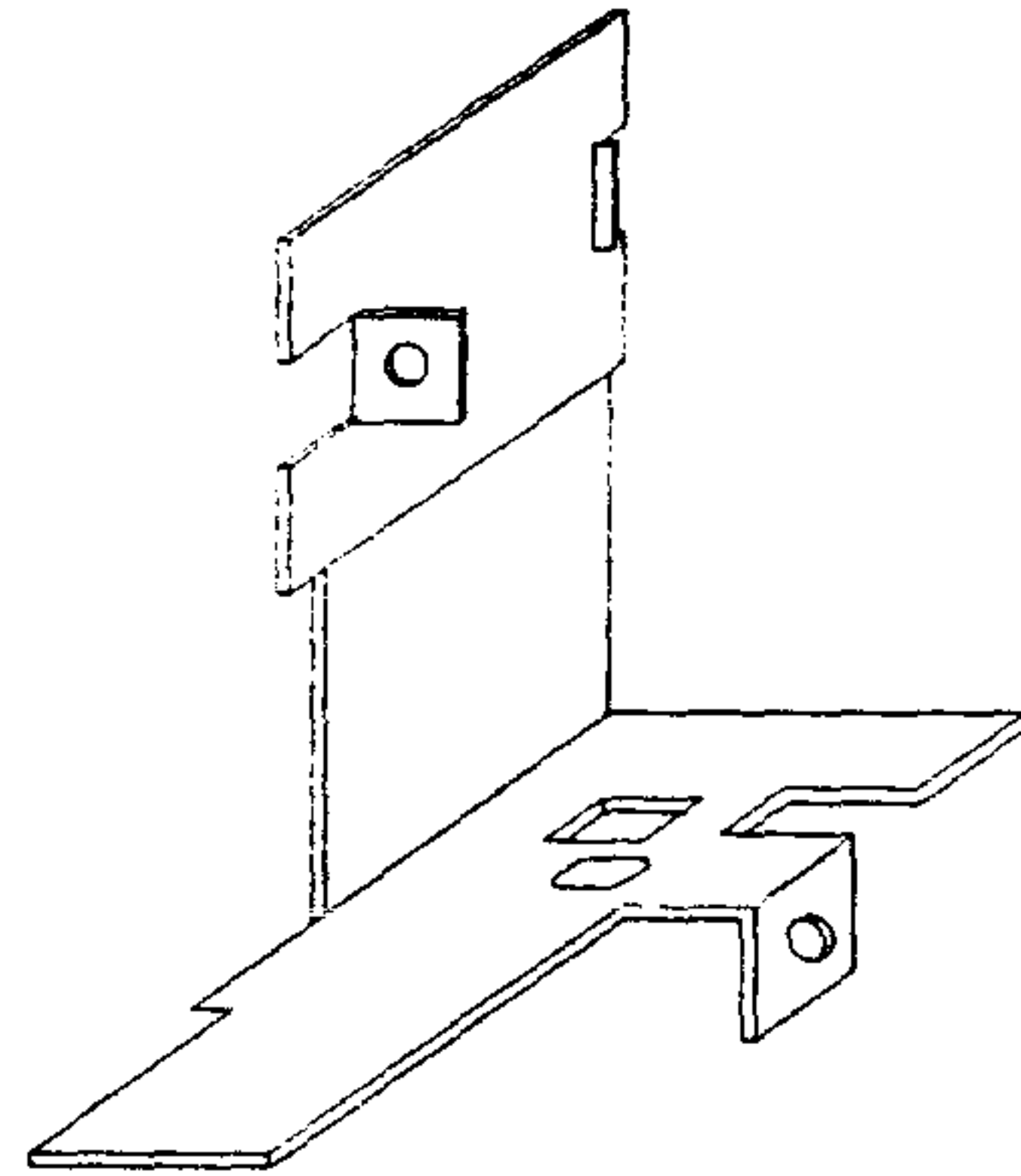
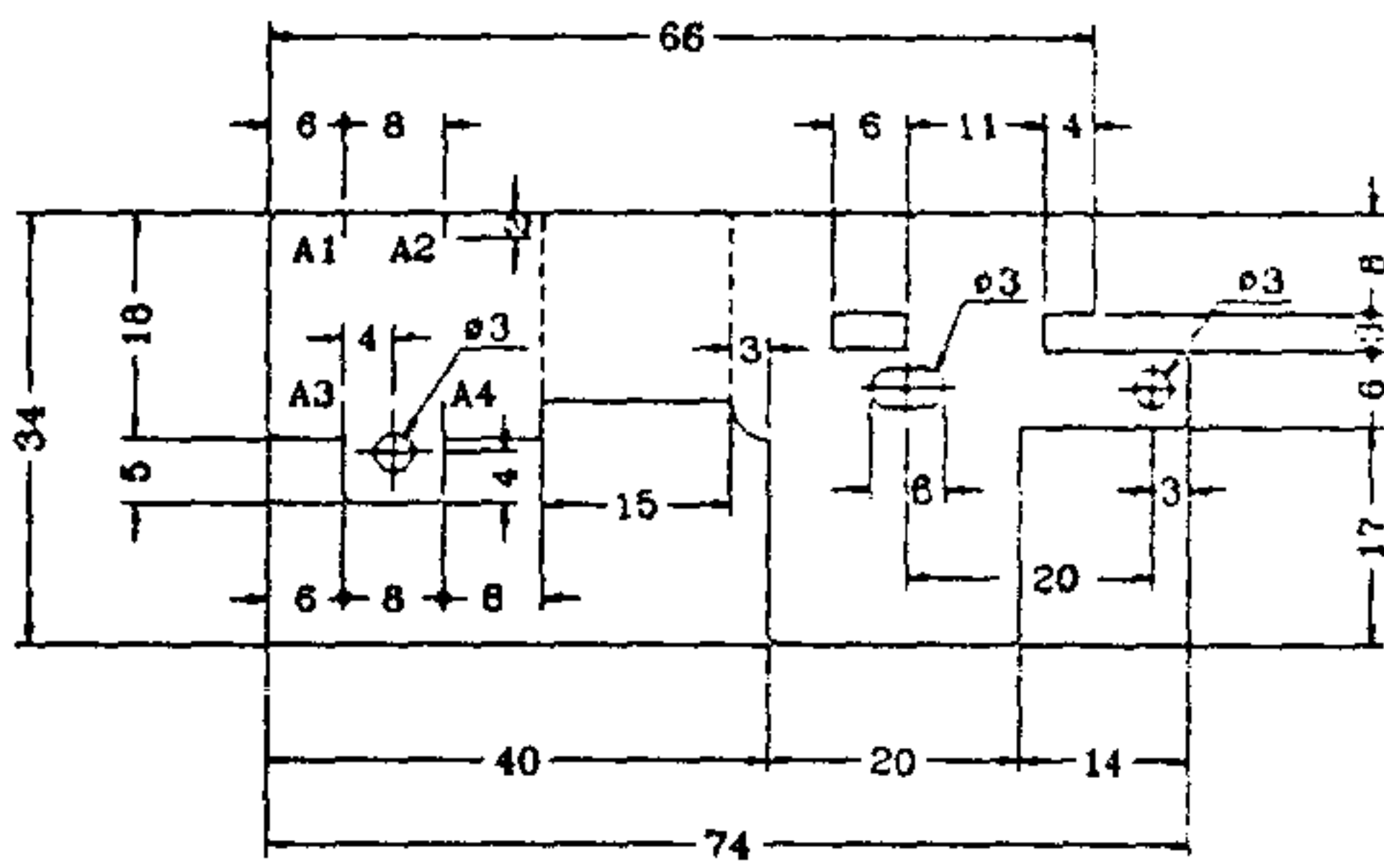


그림 15 클립 자동공급장치 요소설계도(계속).

CLIP HOLDER



CLIP HOLDER BRACKET



CLIP HOLDER HOUSING 1

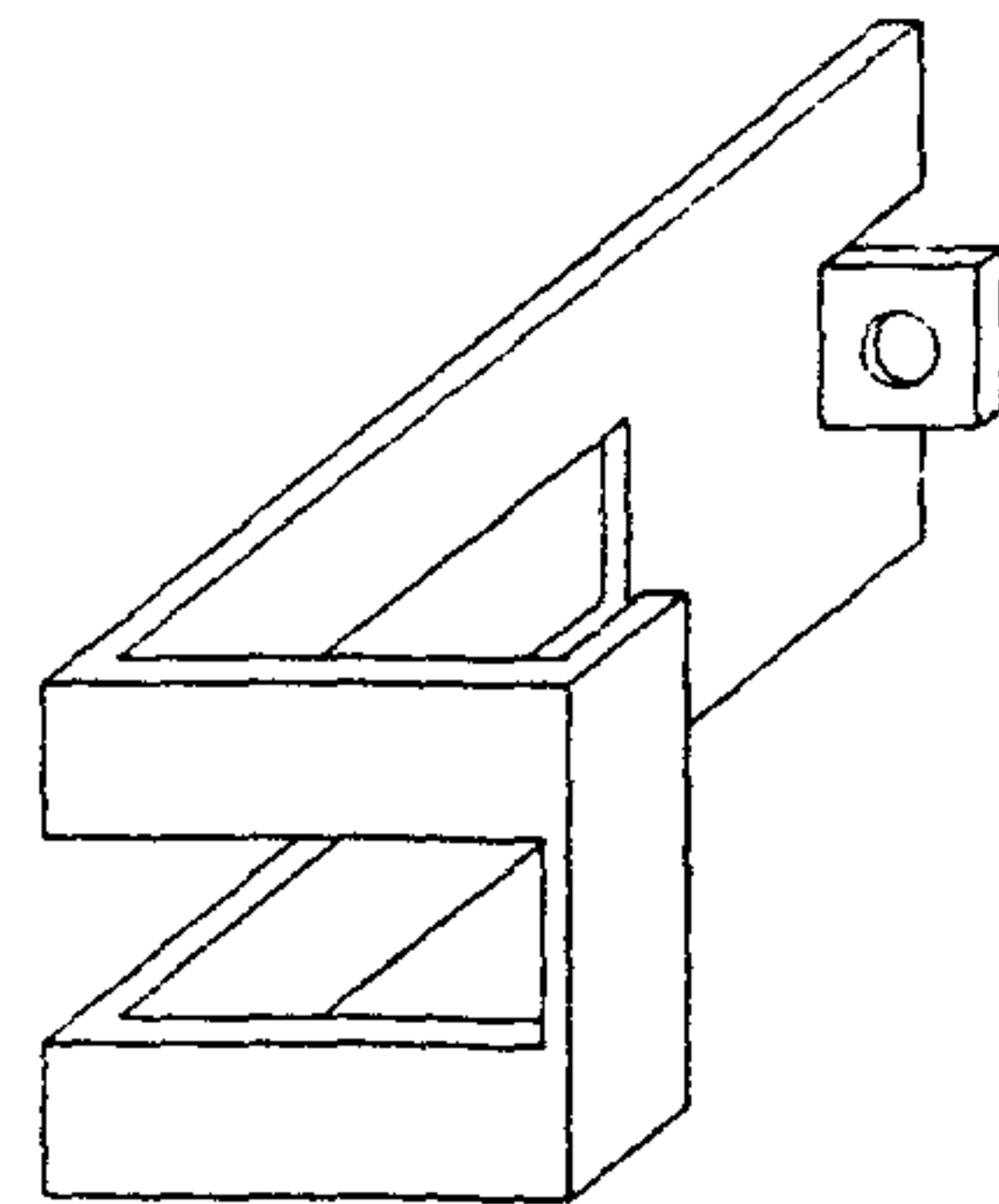
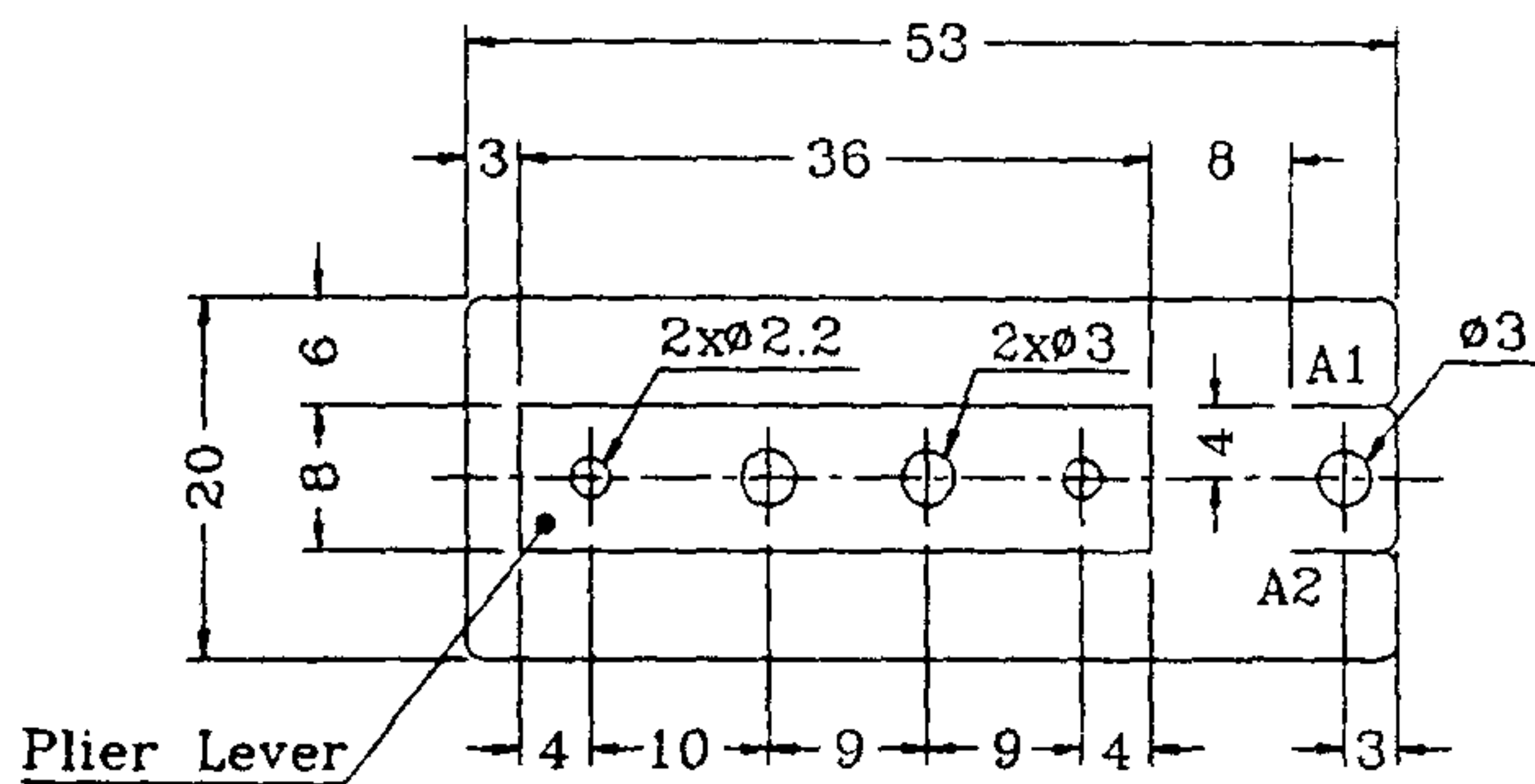
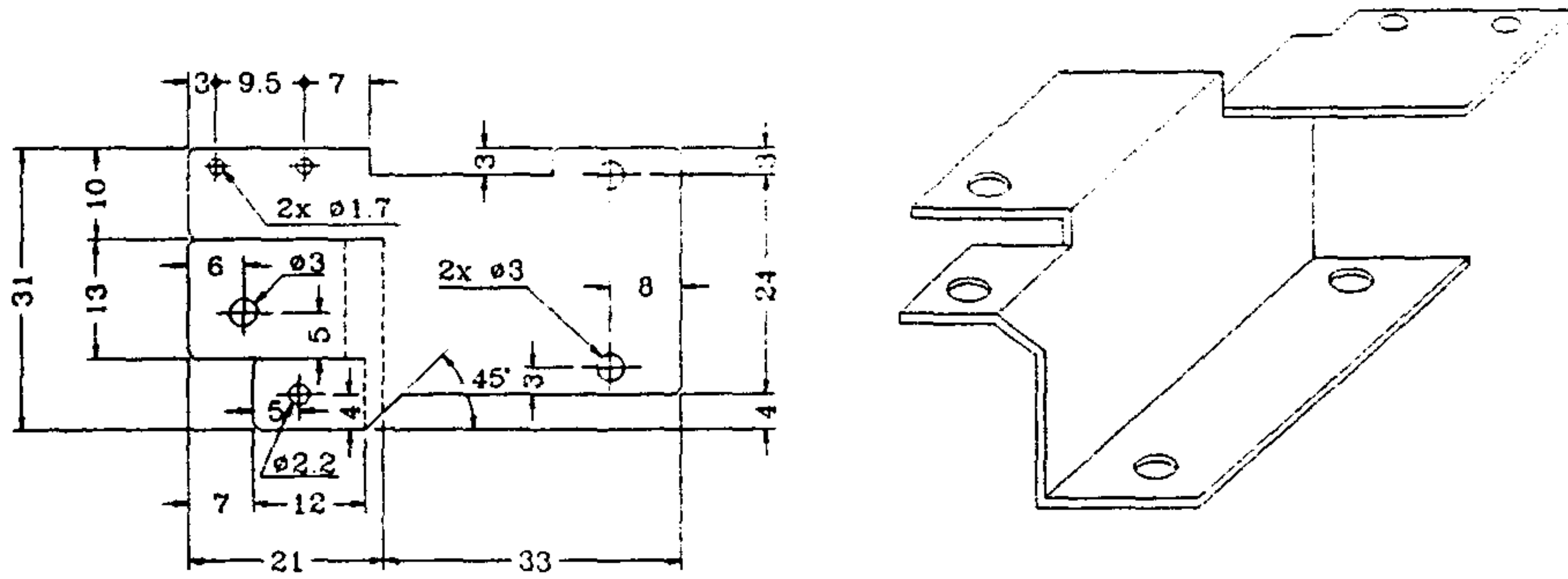
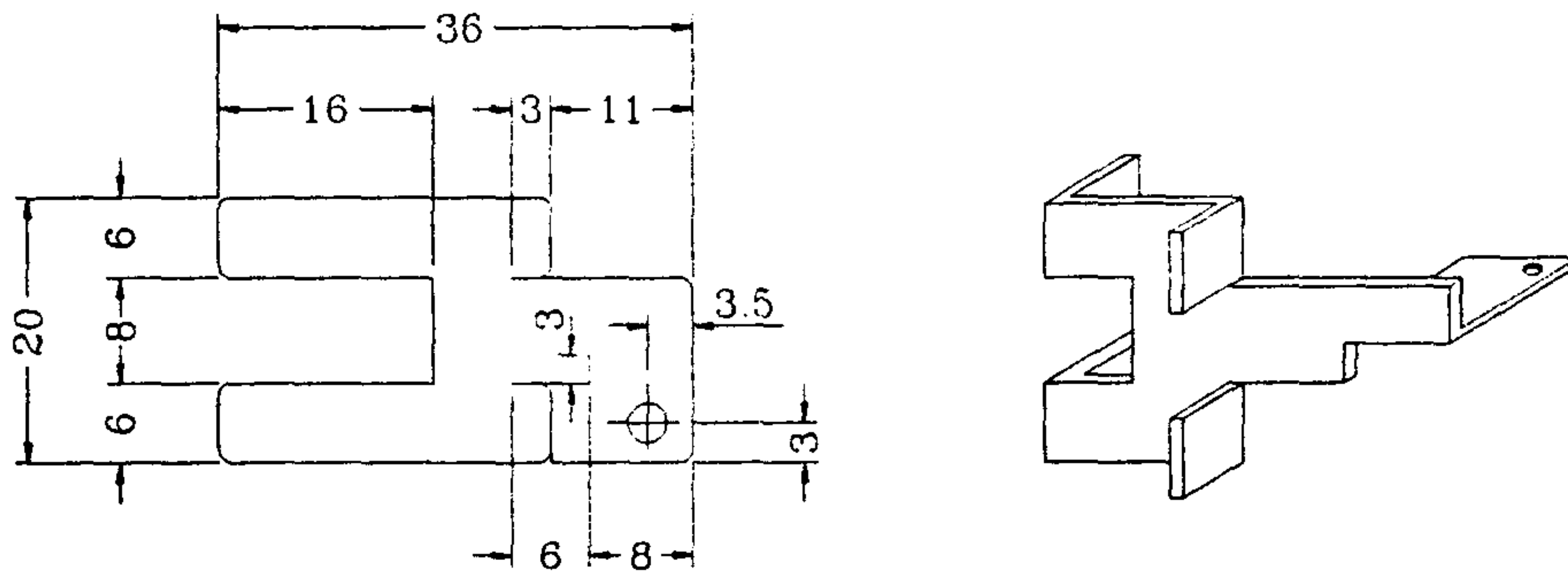


그림 15 클립 자동공급장치 요소설계도(계속).

CLIP PLIER STAND



CLIP HOLDER HOUSING 2



CLIP PLIER BRACKET 3

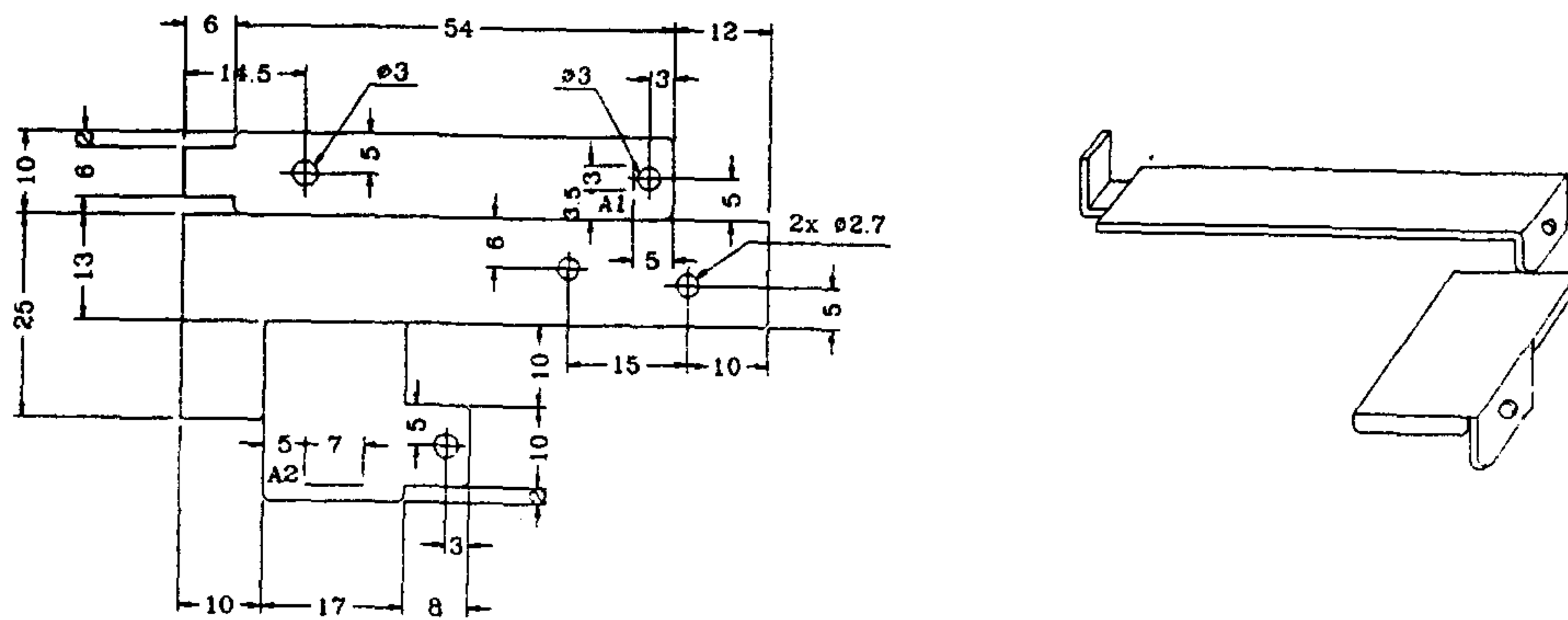


그림 15 클립 자동공급장치 요소설계도(계속).

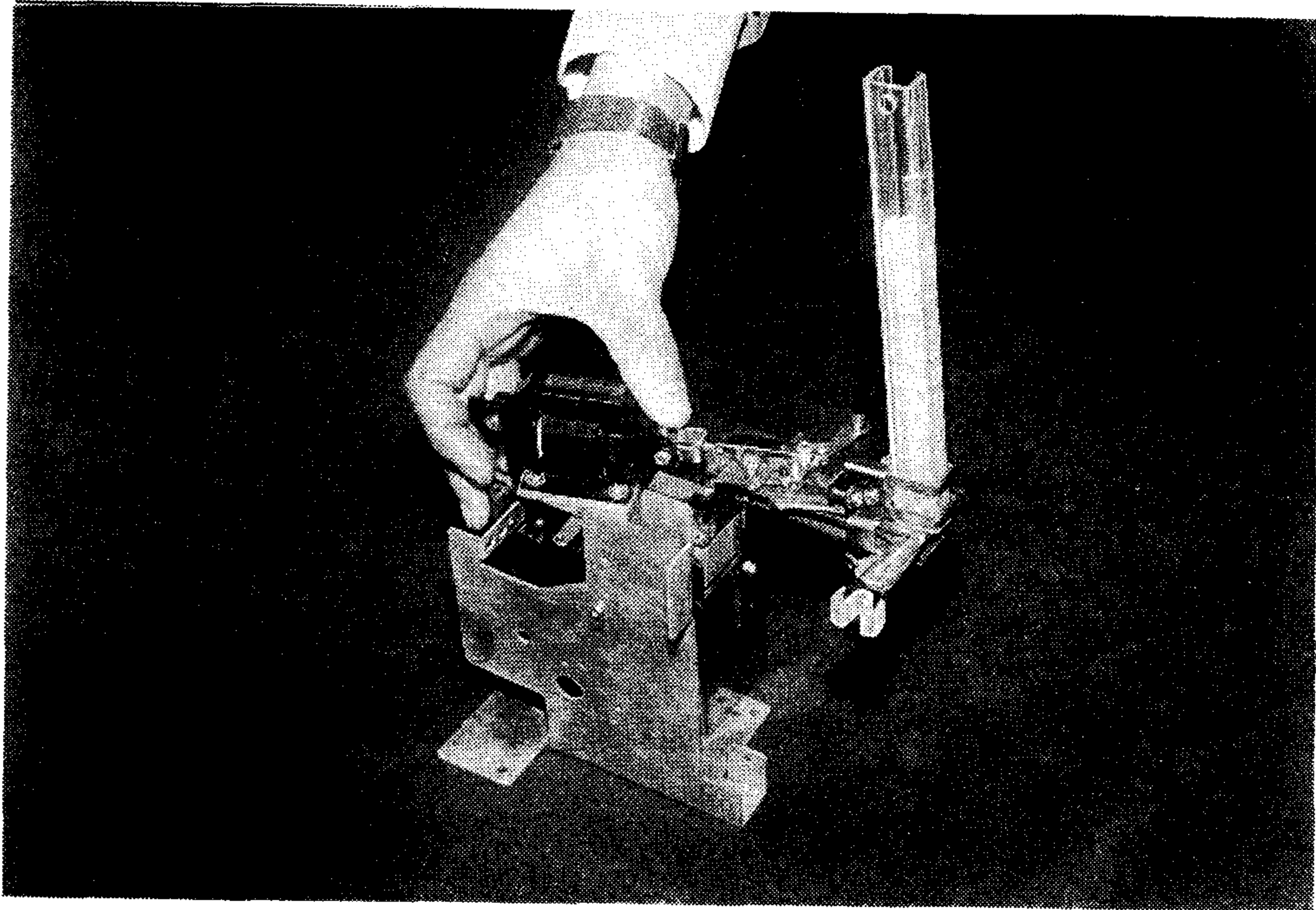
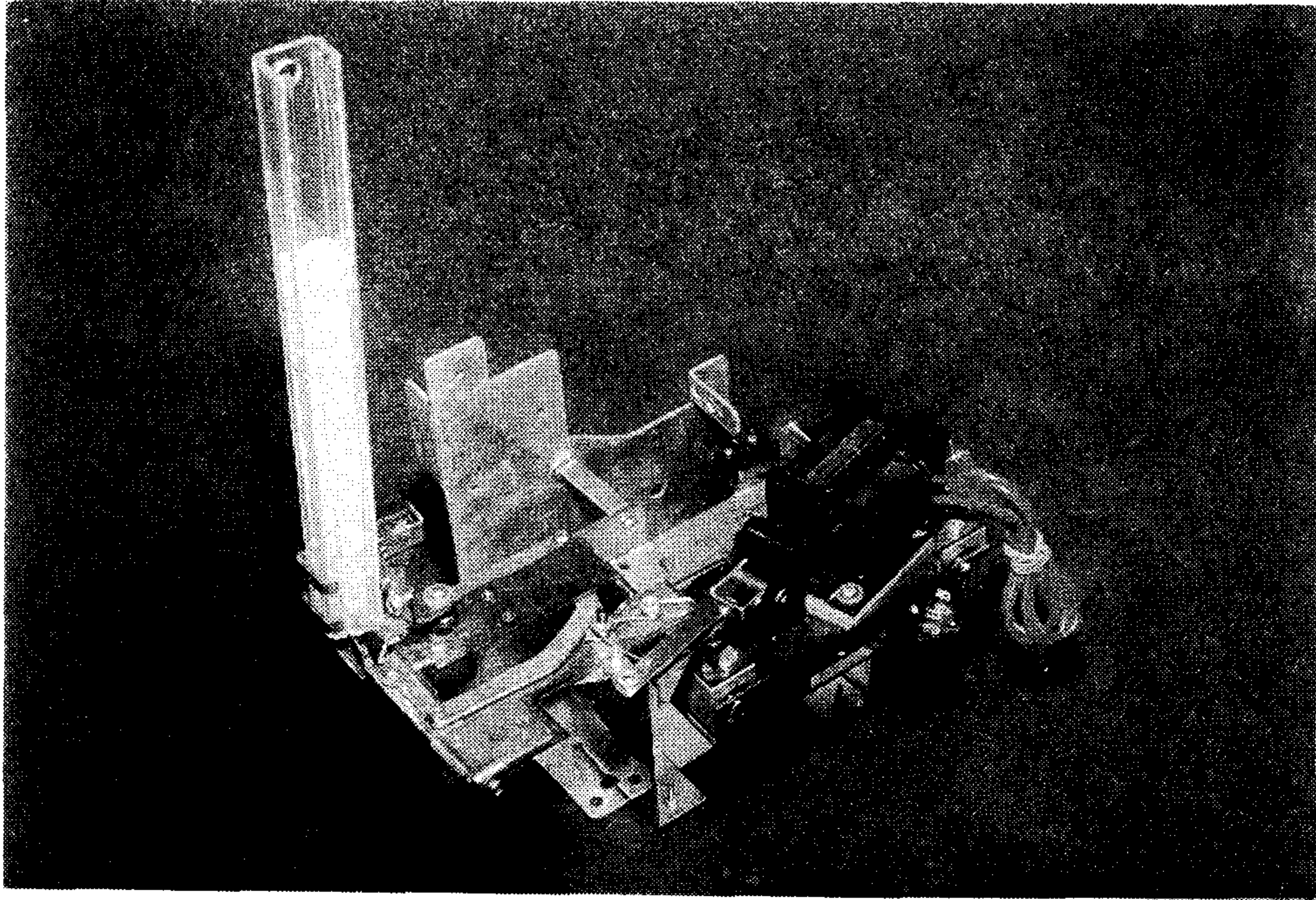
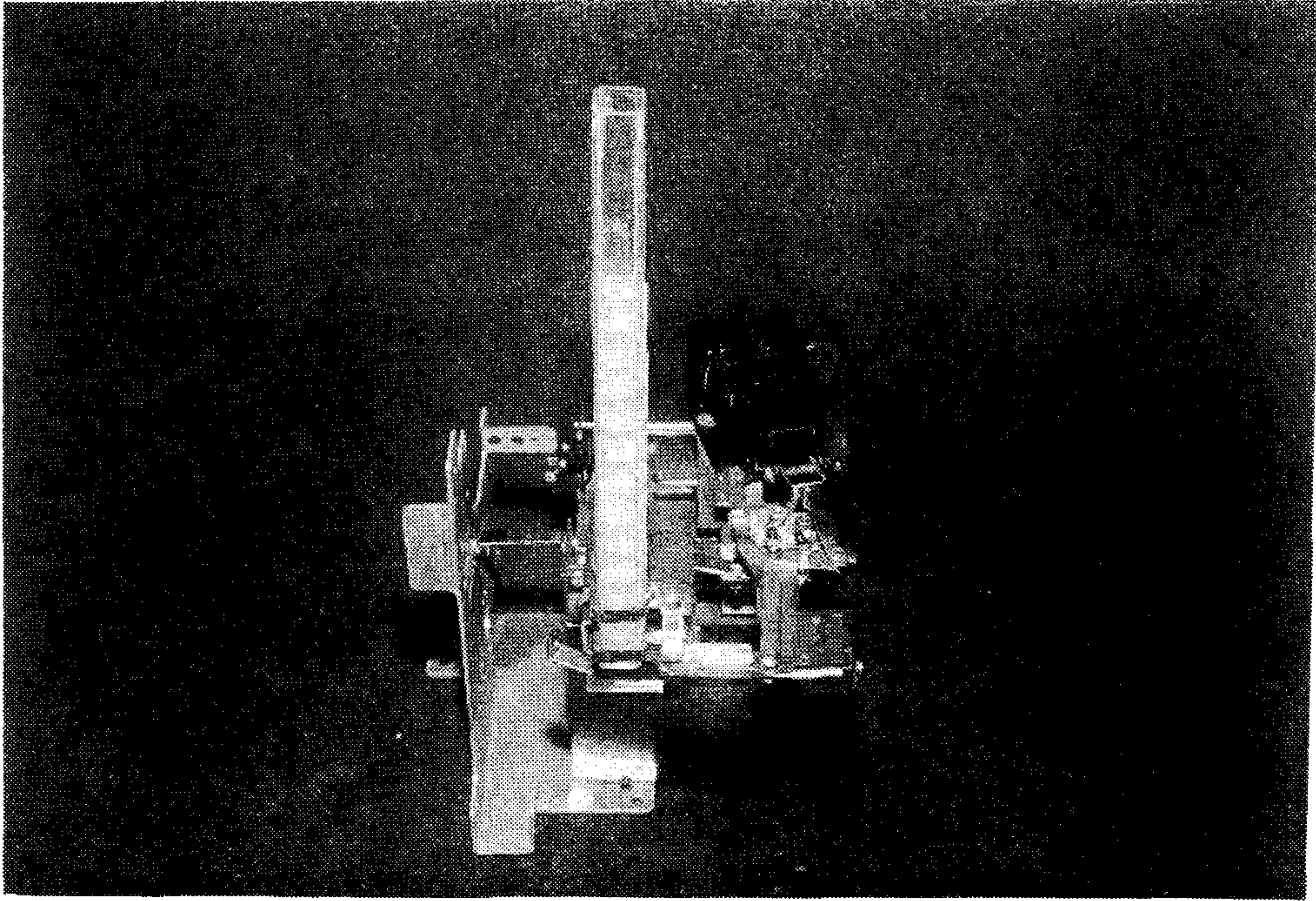
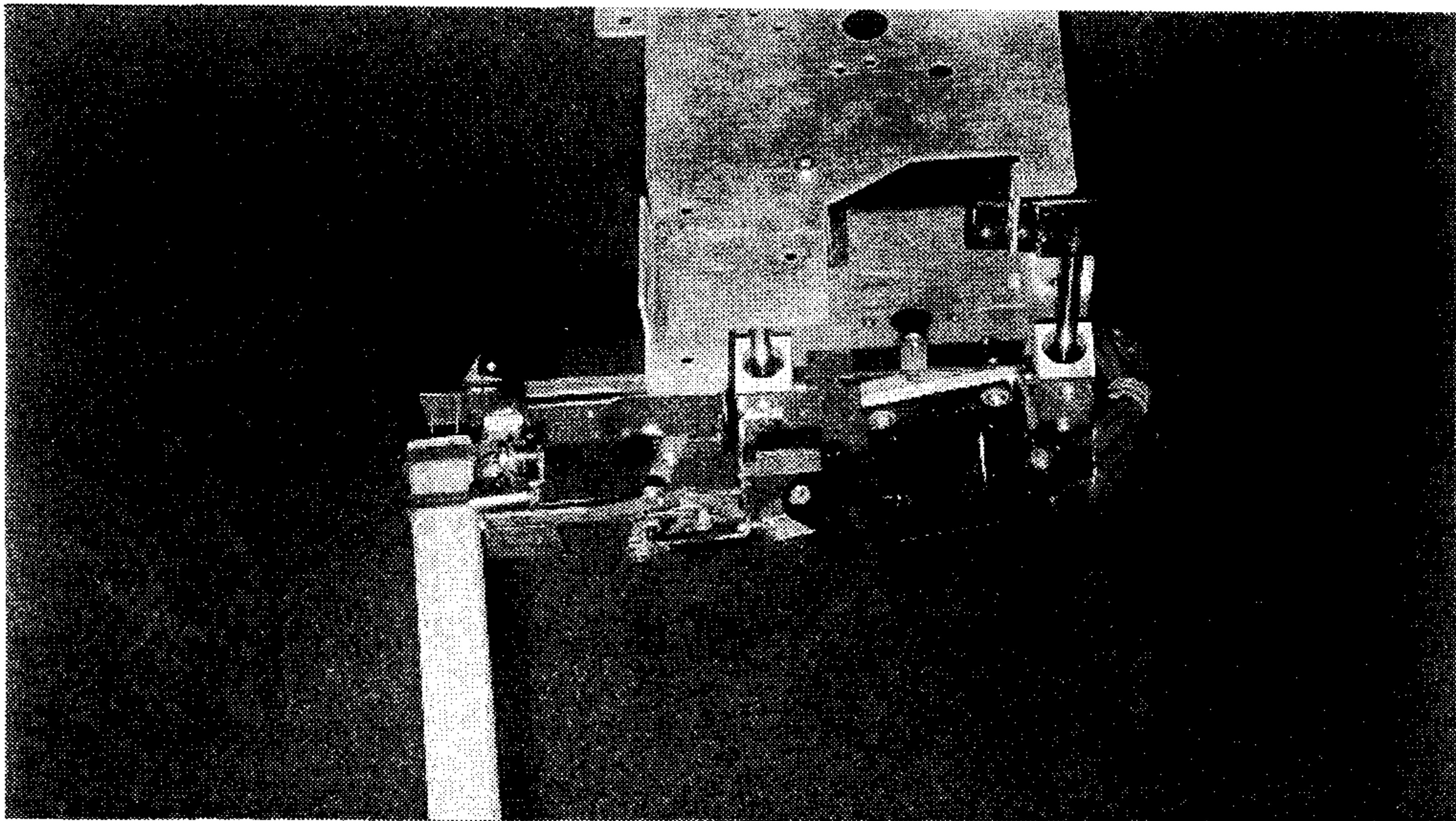


그림 16 솔레노이드 구동 클립 전용 자동공급장치 시작기.



(a) 정면



(b) 측면

그림 17 개발시작기의 정면과 측면모습.

각 부품의 구성요소와 조립순서 그리고 작동상태를 요약하면 다음과 같다.

- ① 모터 브라켓에 DC모터를 부착하고 구동축에는 모터 Arm을 결합한다.
- ② 솔레노이드 브라켓에 선형 베어링을 양쪽에 결합하고 축에 꽂아 모터브라켓에 부착한 후 Arm의 F_1 과 솔레노이드 브라켓의 돌출단 F를 연결로드(connecting rod)로 연결하여 솔레노이드 브라켓이 모터의 회전에 따라 좌우 왕복운동을 하도록 한다.
- ③ 솔레노이드 C점을 브라켓 C_1 에 결합하고 Plier Stand B점을 모터브라켓 B_1 에 결합한 다음 Roller Hook와 Plier Lever, Plier Bracket, Plier Rod, Plier를 도면과 같이 차례로 유착시켜 솔레노이드가 흡인될 때 Plier끝이 벌어지고 클립 D의 양날개가 벌어지게 된다.
- ④ Housing Stand A점을 모터브라켓 A_1 에 결합하고 Holder Housing과 그 브라켓을 결합한 다음 클립 Holder를 삽입하고 Holder 속으로 클립을 여러개 적층하면 차례로 연속낙하가 된다.
- ⑤ Remover Roller를 유착한 Roller Lever E점을 Housing Stand E_1 에 유착하고 Remover Rod와 2차 Lever를 차례로 유착하면 솔레노이드가 좌우 왕복하여 Roller Hook가 Roller를 잡아당겨 2차 Lever의 선단 F가 접목된 묘를 자동 배출하게 된다.

접목묘의 자동배출을 위한 작동원리를 설명하면 다음과 같다.

- ① 전기신호에 의해서 모터와 솔레노이드에 전류가 공급되면 솔레노이드가 흡인되며 Plier가 클립을 벌림과 동시에 모터의 회전에 의하여 클립이 접목묘쪽으로 전진한다.
- ② 좌단에 이르면 마이크로 스위치 S_1 을 접점시키는 신호로 솔레노이드 전류를 차단함과 동시에 Plier 끝에 끼워진 클립이 접목묘를 물어주고 Plier는 빈채로 우측으로 이동한다.
- ③ 우측 이동 후반에 Roller Hook가 Remover Roller를 걸어 당기면 접목묘는 자

동으로 배출되고 우단에 이르면 Plier D_1 의 선단이 클립 Holder에 내장된 클립 양날개의 거드랑이 틈새에 끼워진 상태로 정지하게 된다.

- ④ 클립 Plier가 우단에 이르기 직전에 Plier 브라켓 E_1 이 클립 Checker E를 후진시킴으로써 Checker의 선단 돌기가 누르고 있던 클립을 놓아줌으로서 클립이 낙하하여 Plier 양날 사이로 들어가게 된다. 다시 ①의 동작이 시작되면 Plier에 끼워진 클립은 좌측으로 이송되고 클립 Checker는 스프링의 장력으로 전진하여 이동된 바로 위의 클립을 Plier가 돌아올 때까지 선단 돌기로 낙하하지 않도록 누르고 있게 된다.
- ⑤ 솔레노이드의 좌우왕복 운동은 접목작업이 진행되는 동안 정지하고 있어야 하므로 모터 Arm의 선단이 마이크로 스위치 S_2 를 닫아줌으로서 모터전류를 차단하도록 한다.

그림 18은 클립이 낙하하여 Plier 끝에 삽입되어 있는 상태를 보여주며 그림 19는 클립이 Plier에 의해 벌어져서 접목부로 전진하는 상태를 보여준다. 그리고 그림 20은 접목묘를 방출하는 2차 Lever의 작동상태를 보여준다.

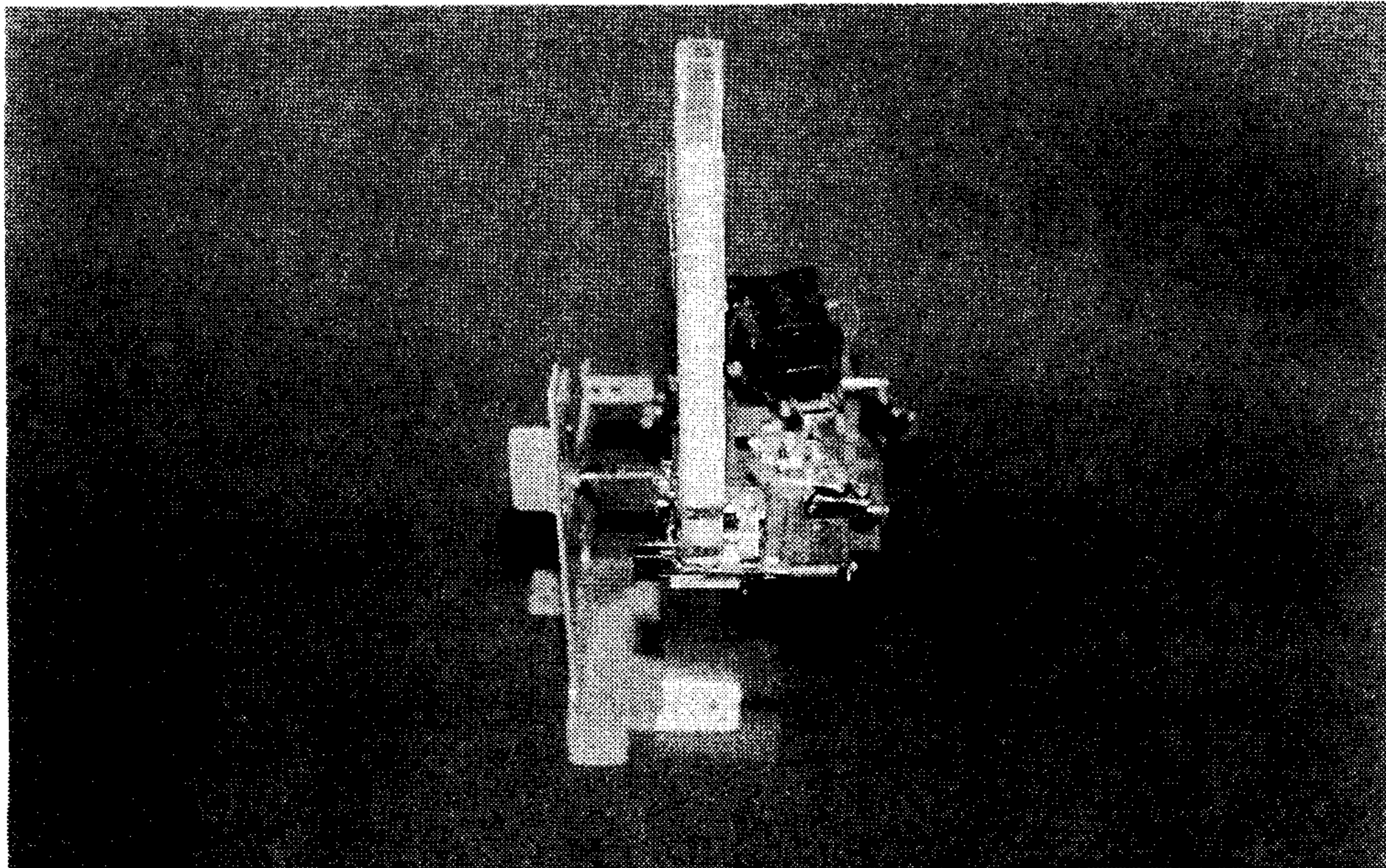


그림 18 클립이 Plier 끝에 삽입되어 있는 상태.

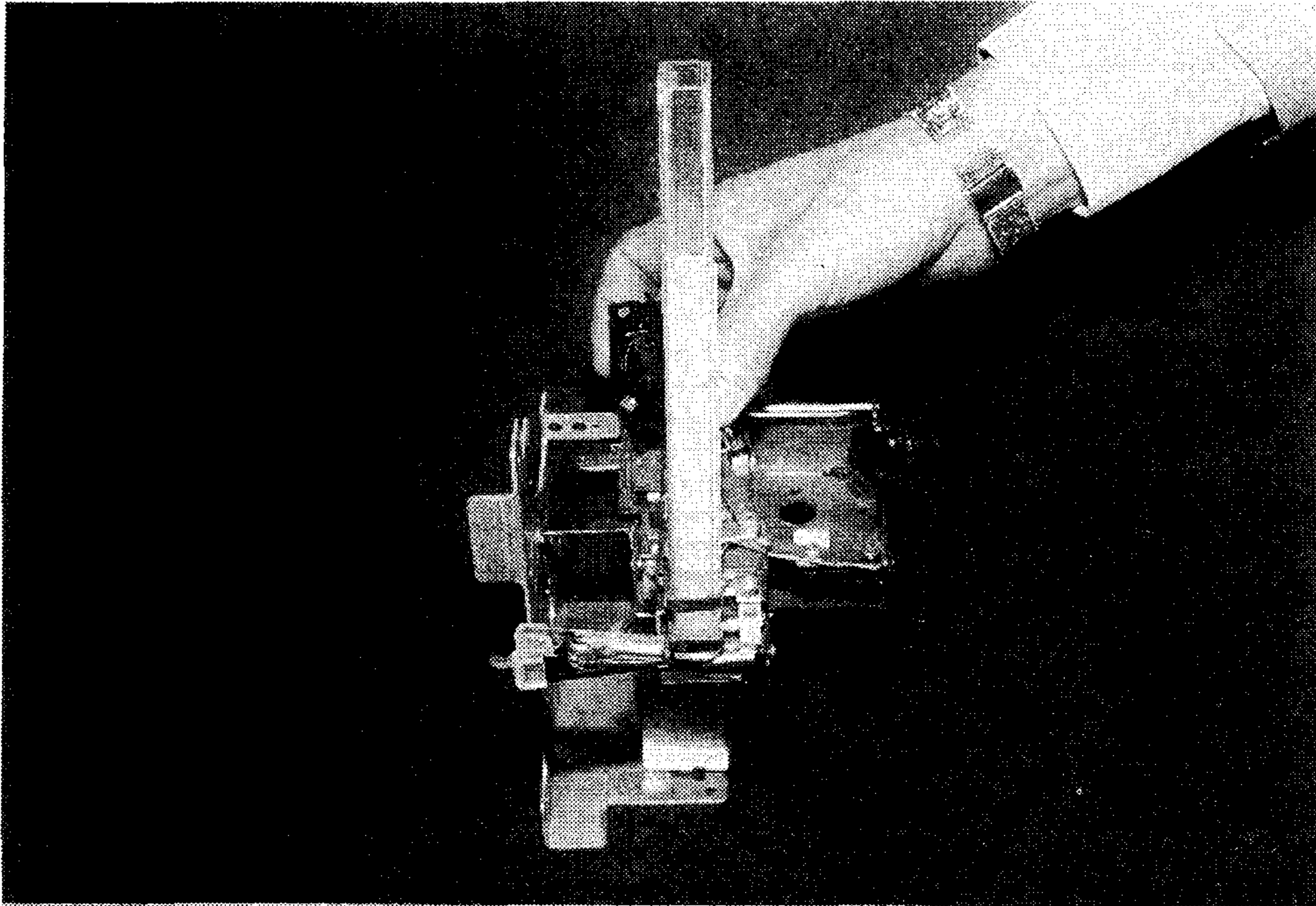


그림 19 클립이 벌어져서 접목부로 전진한 상태.

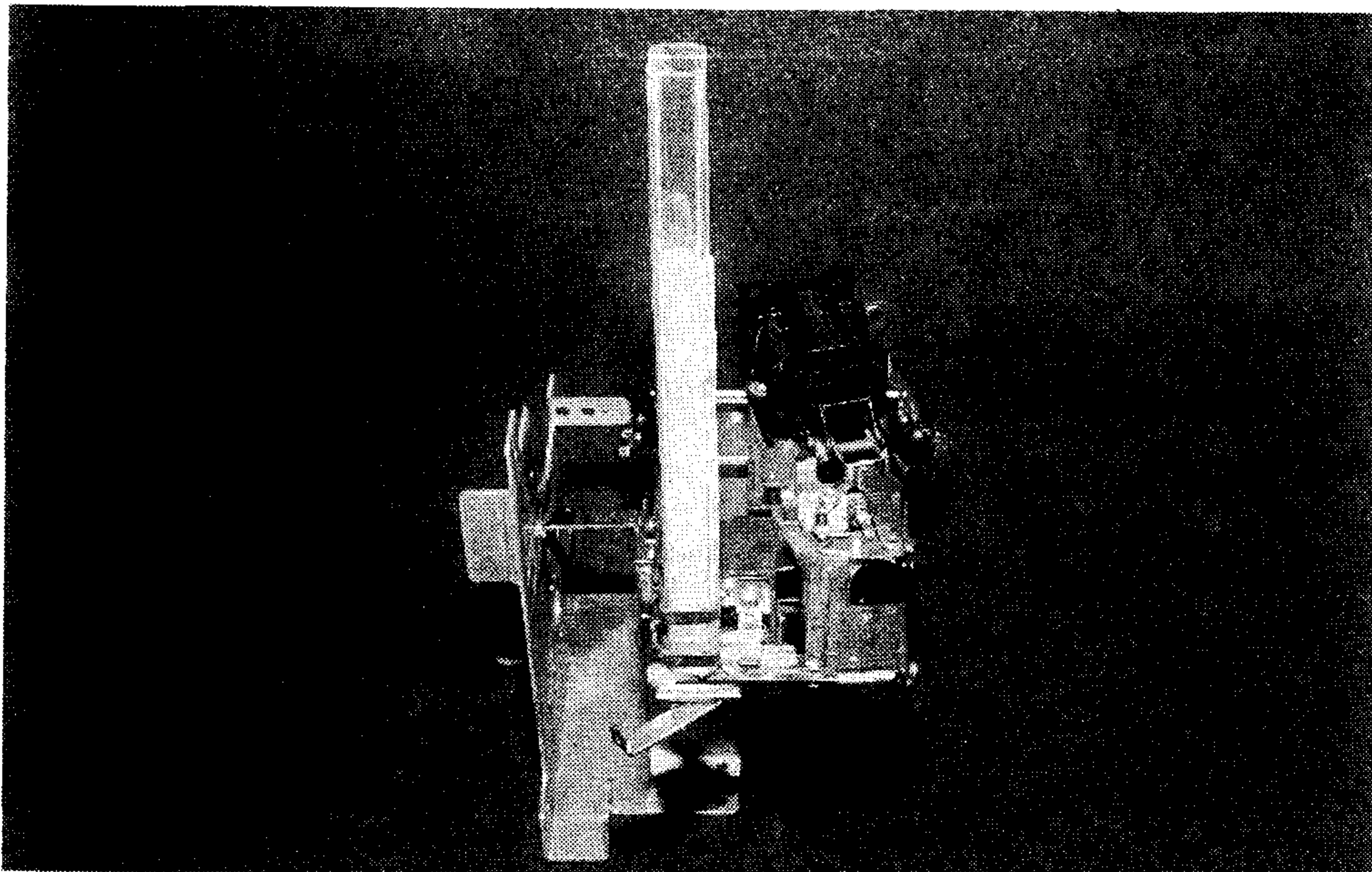


그림 20 접목묘를 자동배출하는 2차 Lever의 작동상태.

제 5 장 결론 및 요약

원에작물의 생산과정 중 양질의 묘를 육성한다는 것은 고품질, 다수확의 기초가 되는 매우 중요한 작업일 뿐만 아니라 높은 수준의 기술과 숙련을 필요로 한다. 특히 과채류 묘의 접목에는 고도의 숙련도와 많은 노력이 소요되어 노동력 절감 및 생산성 향상에 걸림돌이 되고 있다.

또한 박과형 채소류 재배농가의 대부분이 소규모 농가인 현실에 비추어 현재 국내에서 개발·제작되어 시판되는 간이형 육묘접목기의 접합정밀도와 작업속도를 향상시키고 육묘 자동이송 및 공급장치, 클립 자동공급 및 접착장치를 부가한 형태의 소량 육묘접목에 필요한 간이형 육묘자동접목기의 개발이 필요하다.

본 연구는 자동 육묘 접목장치를 개발하여 시설육묘 재배단위에 보급하고, 기존의 간이 육묘자동접목기의 생력화 기능을 개발하고자 수행되고 있으며, 1차년도 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내에 시판되고 있는 농가단위의 캠구동형 간이 육묘접목기의 기능을 분석하였으며, 외국의 육묘접목기 현황에 대한 자료를 수집하여 분석하였다.
2. 전공압 육묘 자동접목장치의 기능을 선정하고 이에따라 기구부와 구동부를 설계하였다. 이를 위하여 공압 실린더, 동작확인용 스위치, 솔레노이드 밸브, 공기압축기, 릴레이 등을 사용하였다. 또한 묘공급을 위해서는 두 개의 로타리 인덱스 테이블(Rotary index table)을 대칭으로 설치하였으며 묘의 순차적 공급은 각 인덱스 테이블위에 두 개의 원판을 부착하여 인덱스간 회전 타이밍 조절에 의하여 수행하도록 하였다.
3. 전공압 육묘 자동접목장치의 기구부, 구동부 및 제어부를 분석하였다. 이를 위하여 시스템 구성에 앞서 컴퓨터 그래픽 시뮬레이션을 수행하였다.
4. 국내에서 많이 재배되고 있는 과채류에 대한 물성을 조사하였고 사용되는 접

목방법과 이에대한 생력화 가능성을 분석하였다. 접목작업을 기계화하기 위해서는 대목과 접수의 굵기나 길이 등 특성을 파악하여야 할 필요가 있기 때문에 현재 시판되고 있는 품종중에 대목으로 사용되는 박 28품종, 신토좌 호박류 12품종과 접수로 사용되는 수박 11품종, 참외 10품종, 오이 21품종, 호박 15품종을 공시하였다. 또한 재배면적과 접목비율을 고려하여 박과채소의 접목묘 소요 추정량을 계산하였으며, 작물별로 현재 농가에서 가장 이용이 많은 접목방법을 조사하였다.

5. 접목시의 활착 및 성묘에 관계되는 환경요인은 온도, 습도, 광, 토양수분 등을 들 수 있는데, 접목 작업을 기계화할 경우 이에 영향을 미치는 제 환경요인에 대한 분석을 수행하였다.
6. 기존의 시판되고 있는 농가형 캠구동 간이 육묘접목기의 생력화를 위하여 구동회로를 개선하였다. 이를 위하여 4Mhz의 클럭에 의해 구동되는 68705U3 Programmable controller를 사용하였으며 가지고 있는 4개의 입출력 포트(A, B, C, D)를 문자 LED, 스위치회로, 클립 자동공급장치 및 속도 조절에 사용하였다. 속도제어는 속도조절 스위치의 입력을 받아 출력포트 C를 통하여 해당되는 트랜지스터를 ON시켜 각각 다른 전압(9V, 12V, 14V, 18V)을 모터에 인가하도록 프로그램하였다.
7. 캠구동식 간이 육묘접목기에 클립을 자동으로 공급해주는 장치를 설계하였다. 이를 위하여 기존의 클립과는 근본적으로 다른 새로운 재질과 형태의 클립과 클립통을 개발하였다.