

제2차 년도
최종보고서

전유압 구동 방식의 논두렁 성형기 개발 연구

Study on the Development of Paddy Levee Former
Driven by Hydraulic System

연구 기관

국 제 종합 기 계 (주)

농 립 부

제 출 문

농 립 부 장 관 귀 하

본 보고서를 “전유압 구동방식의 논두렁 성형기 개발연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 8.

주관연구기관명 : 국제종합기계(주)

부설 기술연구소

총괄연구책임자 : 남 병 대

연 구 원 : 안 영 호

: 천 원 기

: 이 성 태

: 최 덕 순

: 김 상 도 외 8명

요 약 문

I. 제 목

전유압 구동 방식의 논두렁 성형기 개발 연구

II. 연구 개발의 목적 및 중요성

농촌의 이농 현상 증가로 농촌 노임이 급증하여 생산비 상승에 따른 농촌 경제가 위축되고 농업의 발전을 기대하기 어렵다. 따라서 농촌 경제 활성화 측면에서 노동력 대체 기종의 개발 즉 농업 기계화는 필수적인 요구 사항이다.

최근 농가 인구의 감소 추세, 50세 이상 연령층의 증가로 인한 농촌 인구의 고령화 추세, 그리고 여자 농가 인구가 남자 농가 인구 보다 많아 농촌의 현실이 더욱 어렵다. 따라서 고령화 및 부녀자화 되는 농촌 경제를 해결하기 위해서는 농작업의 기계화 및 기대의 경량화는 필수적이다.

노동력 비율이 선진국보다는 높기 때문에 농산물의 생산비가 높게 나타나고 있어 우리 농촌의 경쟁력 제고 차원에서도 힘든 농작업의 기계화는 반드시 이루어져야 한다. 기계화율이 선진국에 비해 떨어짐으로 노동력에 의존하는 농업 위주이기 때문에 노동 생산성이 선진국에 비해 뒤쳐지는 것이다. 따라서 생산비 절감을 위해서는 작업 조건이 열악하고 많은 노동력이 투입되는 농작업의 기계화를 위한 기술 개발이 필요한 것이다.

농업 인구의 감소로 영농 방법이 위탁 영농 회사를 이용한 새로운 영농 방법이 등장하고 있어 이에 따른 적합한 농업 기계의 개발이 필요한 실정이며, 3D 기피 현상으로 편리하고 간편하게 농작업을 할 수 있는 농업기계가 필요한 것이다.

즉 농작업의 자동화를 요구하고, 작업의 편리성, 안전성을 위한 경량화, 컴팩트화, 전문화된 기종을 요구하고 있다.

논두렁 성형을 위한 농작업 기계는 작업이 힘들고 많은 무효노동 시간을 감소시키기 위해 신기종 개발이 절실한 작업기다. 논두렁 성형기는 일부 수입 기종이 극소수의 농작업을 대체하고 있는 실정이나 그 수량은 극히 미미하며 국내에서 개발되었다는 기종도 성능 품질 및 외관이 불편하고 복잡하여 작업 능률이 떨어져 현실적으로 국내 실정에 적합하지 않는 실정이다. 따라서 외국의 개발 기종과 성능 및 품질 면에서 충분한 경쟁력을 갖춘 작업 기계를 개발 보급코져 하는 것이다.

Ⅲ. 연구 개발 내용 및 범위

본 연구에서는 작업이 힘들고 많은 노동 시간이 소요되는 논두렁 성형 작업의 기계화가 가능하도록 논두렁 성형 장치 및 구동 장치를 설계 제작함은 물론 성형 높이 자동 조절 시스템을 설계 제작하여 성능 시험을 실시하고 성능 시험 결과에 따라 각부 장치를 설계 보완하는 내용으로 하였다.

구 분	연 구 개 발 목 표	연 구 개 발 내 용 및 범 위
1차년도 (1997)	- 논두렁 성형장치, 구동장치 및 성형 높이 자동 조절 시스템의 기본 사양 결정 및 요소 부품 구성	- 국내 논두렁 형상 조사 - 각부 장치의 구조 개념 설계 - 시작기대 제품 설계 및 제작
2차년도 (1998)	- 논두렁 성형기의 시작 기대 제품 설계 제작 및 시험	- 논두렁 성형 장치 제작 및 시험 - 구동 장치 제작 및 시험 - 성형 높이 자동 조절 시스템 제작 및 시험 - 미비점 보완 및 품질 확보

Ⅳ. 연구 개발 결과

1. 논두렁 성형의 실태조사

- 국내 각 도별 1개소 선정(철원, 해남, 서산, 괴산, 김천, 청도)하여 논두렁 성형방법 및 성형 실태 조사
- 논두렁의 형상조사

2. 국내외 논두렁 성형기 제원 조사

1) 국내 사용기대 제원 조사



국내에서 개발된 기종(크랭크식)

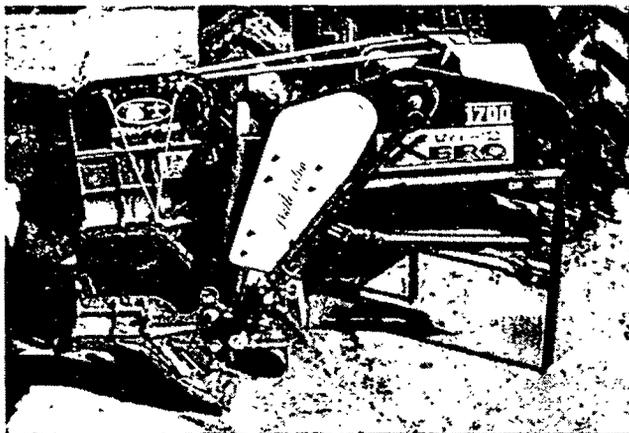
가) 제원

구 분		제 작 사	신 흥 공 업 사
형	식	명	SH-40
기 체 치 수	전	장(mm)	1,740
	전	폭(mm)	690
	전	고(mm)	920
기	체	중 량(kg)	220
두 다 짐 장 령 치	형	식	진 압 식
	작	동 방 식	기 계 식
	다	짐 횡 수	415회/min
두 령 높 이 조 절 장 치	조	절 방 식	기 계 식
	조	절 범 위	20 ~ 40 cm
안	전 장	치 유. 무	없 음

나) 예비시험

- 포장 조건이 다른 장소에서 시험하였는바 경운 작업을 실시하지 않은 포장에서 성형 작업이 제일 양호하였다.
- 구조가 크랭크식 기계적 진압 구조로 되어 있어 유압 진동 방식 보다 작업 속도가 빠른 효과는 있으나 두둑의 다짐 정도가 매우 뒤떨어지는 것으로 나타났다.

2) 일본 후지사 제품 조사



국내에서 사용중인 수입제품(크랭크식)

가) 제 원

형 식 명	XERO-2(1700)	
기 체 치 수	전 장(mm)	800
	전 폭(mm)	1570
	전 고(mm)	1080
중 량 (kg)	200	
작 업 능 령	100m / 15~20min	
적 응 마 력	20마력 이상	
두 둑 높 이(mm)	300	
회 전 수(rpm)	150	
성 형 방 식	크랭크식 다짐 성형	

나) 예비시험

- 기계적 크랭크식 구조로 되어 있어 크랭크의 행정거리가 너무커서 기존의 두둑을 무너뜨릴 여지가 있음
- 작업시 두둑에 전달되는 다짐력이 트랙터에 전달되어 운전자 및 트랙터의 안전성에 영향을 줄 여지가 있음
- 두둑의 다짐상태는 매끄럽지 못하게 나타남

3. 논두렁 성형기의 설계 및 제작

1) 성형높이 자동 조절 시스템 연구

성형 높이 자동 조절 시스템은 트랙터 배터리의 전원을 이용하는 모터 작동에 의한 유성 치차 감속 조절 장치가 부착된 전기 실린더에 의한 높이 조절 구조 시스템을 설계 제작하였다.

가) 전기 실린더 제원

조 절 범 위	조 절 방 식	전 기 모 터						
		형 식	전 압	출 력	정격토크	회전수	전 류	중 량
15~40 (cm)	유성치차 감속	TD6219	12(V)	125(W)	4kg.cm	3000(rpm)	15.5(A)	2.4(kg)

2) 논두렁 성형 장치

본체에서 전달되는 동력원을 이용하는 유압 펌프가 설치되고 이 유압 펌프는 유압 모터를 구동시키도록 설계하고 2개의 밸런스 웨이트에 의해 진동이 발생되도록 가진 장치를 설계함으로써 미세한 진동을 4,000회까지 발생하도록 하여 유압 진동에 의한 두둑 진압 효과를 극대화시켰다.

또한 트랙터의 P.T.O축에서 나오는 동력원을 이용하여 기어 및 체인으로 경운 장치를 구동시키도록 하였으며 경운 장치는 작업 진행 방향에 직각 방향으로 회전하도록 구조 설계 제작하였다. 경운날은 토양 경운, 방출 그리고 잡초 및 뿌리 절단 작업을 동시 작업할 수 있도록 3종의 경운날을 설계 제작 장착하였다.

4. 시작기대의 성능시험 및 미비점 보완

- 논두렁 성형 장치는 유압에 의한 강력한 회전력으로 두둑 성형 상태가 견고하고 매끄럽게 진행되었다.
- 4,000rpm의 고속 회전에 의한 유압 오일 온도의 과열 현상이 있어 유압부의 오일 탱크 보완.
- 유압 진동에 의한 두둑 진압 구조로 되어 있어 제품의 진동 소음 상태 점검 보완.

V. 연구 개발 결과의 활용 계획

- 개발 시작 기대의 전국 연 전시회 개최하여 개발 작업기 홍보
- 양산 실용화를 위해 작업기 전문 제작 업체 개발
- 전기 실린더 구조 및 유압 구동 시스템을 전작 작업기 구조 개발에 응용.

S U M M A R Y

I . Title

Study on the Development of Paddy Levee Former Driven by Hydraulic System

II . Objectives and importance of project

The labor cost of farming has been increased every year due to the cityward tendency of the population, therefore it is necessary to mechanize the farm work in order to improving agronomic standard and agricultural productivity.

Our cost of production for agricultural products is more expensive than foreign country due to a high reliance on human power farming, which can be lowered by using of domestic fabricated agricultural machinery.

In rice farming, it is necessary to form paddy levees to reserve sufficient water in rice farm, of which work is very hard to do it by oldish farmer's manpower. Every domestic farmers want to use agricultural machineries which can be operated safely with a simple procedure, maneuvering, total automation and convenience but can be purchased with low prices.

Especially in case of paddy levee former being imported almost and expensive, these are rarely used in our country owing to those deficient adaptability in our rice cultivating methods and field working conditions differing far from foriegnns.

Therefore in this study we developed a paddy levee former prototype which can be operated with a good adaptability in domestic field and has a competition in our agrimachinery market.

III . The research contents and scopes

The prototype paddy levee former and its driving equipment being developed through this study was fulfilled its performance test in field and modified its deficiencies finally. This research contents and scopes can be illustrated as follows;

Year	Research contents	Research scopes
1st year (1997)	-Decision of general specification of the prototype and composition of its essential components	- Survey of referances for forming technology and conceptional design of the prototype for a paddy levee former
2nd year (1998)	-Fabrication and performance test of the prototype for a paddy levee former	- Fabricate and performance test of the levee forming, driving mechanism - Fabrication and performance test of the automatic hight controller - Modify those defficient parts

IV . Results of the project and recommand for the application

1. Survey referances about paddy levee forming

- Select 6 agricultural disticts(Chulwon, Henam, Sursan, Guesan, Kimcheon, Chungdo)
- Survey referances for those rice paddy lavee forming methods, field situations
- Survey those types of rice paddy lavees

2. Survey specifications of domestic and foriegn rice paddy lavee formers and preliminary test for two sampled formers(Shinhung SH-40, Fuji XERO-2)

1) Specification

Item		Maker	Shinhung	Fuji
Model			SH-40	XERO-2
Dimmension	Length(mm)		1,740	800
	Width(mm)		690	1,570
	Hight(mm)		920	1,080
Total weight(kg)			220	200
Working capacity(m/min)			3.83~7.5	5~6.67
Hight of lavee(mm)			200~400	300
Forming mechanism			mechanical crank	hydraulic crank
Revolution of finisher(crank)			415	150

2) Result of the preliminary test

Item	Shinhung SH-40	Fuji
Forming result	<ul style="list-style-type: none"> - Diffident pressing force due to mechanical crank drive - Unstable rightly in levee forming 	<ul style="list-style-type: none"> - Sufficient pressing force due to hydraulic press force - Existence of crack in levee - Unstable surface finishing of the formed lavee
Working speed	<ul style="list-style-type: none"> - High speed due to mechanical driving of former 	<ul style="list-style-type: none"> - Slow speed due to hydraulic press with long stroke piston

3. Design and fabrication of a prototype

This prototype is designed to be installed on a tractor and driven by hydraulic motor of which speed and positioning hight can be operated remotely via DC electric power. The formed paddy levees are pressed by a vibrator having two rotational(4,000 rpm) eccentric weights. Its plow mechanism is tracted by a tractor and driven by the PTO mechanism. The prototype paddy levee former is operated in transverse direction to the proceeding direction.

This prototype rice paddy levee former is designed to perform 3 major functions, ie. plowing, delivering of soil and glass or root cutting indivisually with each shovel which is operated by driving gears and chains.

4. Performance test and modification of the prototype

The performance test result of prototype is confirmed as under;

- Strong force is approved in forming of paddy levees due to hydraulic driving mechanism
- Rigidity of formed levee and its surface smoothness is enough
- Modify hydraulic supply system in order to decrease its temperature in high speed mode (4,000rpm)
- Remedy its vibrating mechanism driven by a hydraulic system and make lower its noise level
- Fixed specification of prototype is as follows;

- ① Electric cylinder for adjusting working level : Stroke 150~400mm, 12V DC motor drive
- ② Hydraulic levee former : working speed 3.83~16.6m/min, plow speed 4,323rpm
- ③ Hydraulic driven vibrator : speed 4,000cpm, displacement 4.35mm, shaft 2ea
- ④ Hydraulic driven shovel : speed 210rpm diameter ϕ 797(cutting), ϕ 715(plow), ϕ 596mm(delivering)
- ⑤ Hydraulic system : speed 2,042rpm(pump) 4,323rpm(motor)
- ⑥ Workability : controllable hight 150~400mm, pressing speed 1,000rpm, preceeding speed 0.06~0.28m/s, working area 30a/h

V. Results of the project and recommend for the application

The results of this project will be applied as follows;

- Arrange for commercialization of the developed root & vinyl eliminator In domestic and worldwide market
- Issue the patent application related technologies for the developed eliminator

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Chapter 2. Technical trends of a rice paddy levee former

1. Survey of cultivating method and levee former
2. Developing trends of the related techniques

Chapter 3. Development of root & vinyl eliminator

1. Summary
2. Design and fabrication of prototype eliminator

Chapter 4. Performance test and modification

1. Performance test and evaluation
2. Modification of major components

Chapter 5. Conclusion

References

목 차

제1장 서 론

제2장 논두렁 성형 방법 및 개발 동향

제1절 현지 실태 조사

제2절 국내 논두렁 성형기 개발 동향

제3장 논두렁 성형기의 설계 및 제작

제1절 설계 개요

제2절 기능별 세부 설계 및 제작

제4장 시작용품 성능 시험 및 보완

제1절 성능 시험 및 결과 분석

제2절 주요 부품의 미비점 보완

제5장 연구 개발 결론

참 고 문 헌

제1장 서론

우리나라 농촌에 있어서, 벼는 전체 농업 소득에서 중요한 위치를 차지하고 있는 주곡 작물이다. 현실적으로 볼 때 농가 소득 향상 정책 수립에 있어, 벼는 우위를 차지하며 농민 및 국가적인 입장에서 볼 때에도 벼가 소득과 국익의 안전성 면에서 가장 높은 경제 작물로 자리잡고 있다.

우리 나라 벼농사는, 주로 증산 정책 위주로 최대의 증산을 위해서는 최대의 투자를 아끼지 않았던 것이 사실이었다. 그 결과, 오늘날 우리나라의 쌀 생산량 및 재배 기술에 있어서는 매우 높은 수준을 유지할 수 있게 되었다.

그러나 최근 농촌 이농 현상 증가로 농촌 노임이 급증하여 생산비 상승에 따른 농촌 경제가 위축되고 농산물 수입 개방으로 농업의 발전을 기대하기 어려운 실정에 놓이게 되었다.

50세 이상 연령층의 증가로 인한 농촌 인구의 고령화 추세, 그리고 여자 농가 인구가 남자 농가 인구 보다 많아 농촌의 현실이 더욱 어렵다. 이를 해결하기 위해서는 무엇보다 국제 경쟁력을 높일 수 있는 즉, 생산비를 가장 적게 투자하면서 최대의 소득을 올릴 수 있는 가장 경제 적인 기술 개발이 필요하다고 본다. 따라서 농촌 경제 활성화 및 국제 경쟁력을 갖출 수 있는 측면에서, 노동력 대체 기계의 개발 즉, 농 작업의 기계화 및 경량화가 필수적이라 생각된다.

농업 인구의 감소로 영농 방법이 위탁 영농 회사를 이용한 새로운 영농 방법이 등장하고 있어 이에 따른 적합한 농업 기계의 개발이 필요한 실정이며, 3D 기피 현상으로 편리하고 간편하게 농 작업을 할 수 있는 농업 기계가 필요한 것이다.

즉 농 작업의 자동화를 요구하고, 작업의 편리성, 안전성을 위한 경량화, 컴팩트화, 전문화된 기종을 요구하고 있다.

현재 벼농사는, 파종 및 이앙, 재배, 수확에 있어서 약 97%정도의 기계화가 이루어져, 노동력 감소에 따른 생산비 증가는 개선되었으나, 몇 가지 수 작업에 의해 이

루어지고 있는 것이 있다. 그중 대표적인 것이 논두렁 성형이라 할 수 있다. 논의 물 관리 방법은 초기 입모수 결정에 대단히 크게 영향을 미치기 때문에, 논두렁 성형은 벼 생산에 중요한 일부임을 간과해서는 안 된다.

그러나 현재 농촌에서는 가래질 및 삽으로 논두렁 성형 작업을 함으로써 고령화된 농민으로써는 굉장한 노동력을 필요로 함은 물론, 제대로 된 성형이 어렵기 때문에, 두둑붕괴 및 누수로 인해 벼 성장에 악영향을 미친다.

논두렁 성형기는 일부 수입 기종이 극소수의 농작업을 대체하고 있는 실정이나 그 수량은 극히 미미하며 국내에서 개발되었다는 기종도 성능 품질 및 외관이 불편하고 복잡하여 작업 능률이 떨어져 현실적으로 국내 실정에 적합하지 않는 실정이다. 따라서 외국의 개발 기종과 성능 및 품질 면에서 충분한 경쟁력을 갖춘 작업기계를 개발 보급하는 것은 필수적인 요구사항이라 생각된다.

제2장 연구 개발 내용 및 개발 동향

제1절 현지 실태 조사

전국의 각도별 1~2개소 지역을 선정하여(철원, 해남, 서산, 괴산, 김천, 청도 등), 논두렁 성형방법 및 성형, 미성형 시 차이점등을 방문 조사하였다.

현재 농촌의 논두렁 성형은, 가래질 및 삽으로 하는 완전 노동력에 의존하는 전형적인 노동 집약적 작업이다 보니, 장시간 작업으로 허리 및 육체적인 고통을 상당히 수반하고 있다. 그리고 노동력 부족 및 농촌 노동 인력의 고령화로, 더 이상 인력에 의존하는 논두렁 성형 작업이 불가능한 상태에 놓이게 되었다.

또한 대부분 농지의 경지 정리로 인해 농가가 소유하는 경지 면적이 확대됨에 따라 논두렁 성형 작업을 인력으로 하기에는 너무 힘들고 많은 시간이 요구됨으로 한국 실정에 맞는 논두렁 성형기의 개발보급이 시급하다고 생각된다.

논두렁 성형 작업의 실태 조사 결과 성형 작업 기계화 필요성은 대부분 인정하면서 상용 빈도수가 적으므로 일반적인 작업기 즉 로타리 보다 가격이 상회 할 경우 보급에 어려움이 따를 것이라 판단된다.

논두렁 성형의 기계화 작업은 초 저속 작업으로 작업속도에서 농민의 기계화에 대한 인식에 부응(신속작업)할 수 있도록 많은 연구가 수반 되어야할 것이다. 또한 기계화 작업이면 무조건 작업이 빨라야 한다는 농민의 인식 전환도 뒤따라야할 것이다. 인력의 작업 능률은 300평당 3시간 정도의 작업 시간이 소요되는 것으로 조사되었다.



관행 인력에 의한 논두렁 성형작업

제2절 국내 논두렁 성형기 개발 동향

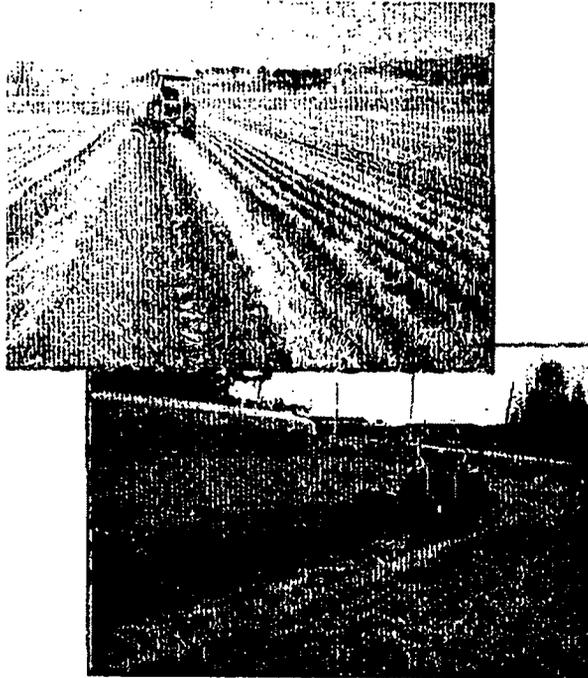
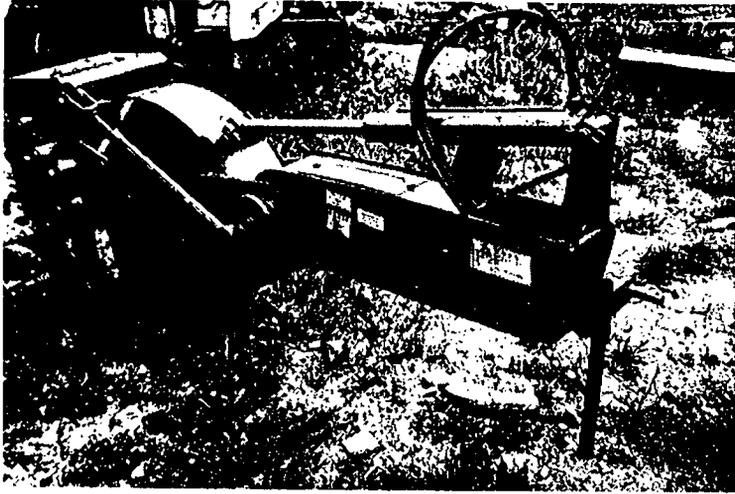
현재, 국내에서 개발 보급된 논두렁 성형기의 실태를 살펴보면, 기계식의 크랭크 타입으로, 동력 전달 방식이 일체형으로 되어, 두렁 다짐 시 발생하는 충격이, 그대로 작업기에 전달되어 작업기의 수명에 상당한 영향을 미치는 것으로 조사됐다. 그리고, 성형된 논두렁의 밀도가 불량하여, 논에 물을 대었을 때 논두렁이 무너지는 현상이 발생하였다. 뿐만 아니라, 토양 성분, 함수율 에 따라 성형된 논두렁의 다짐상태가 불량하게 나왔다.

일부 기계식 성형기로 인해 노동력 절감 효과는 있으나, 보유실태를 보면, 소규모 자영농이 보유하고있는 경우는 거의 없으며, 주로 위탁 영농 회사에서 보유 사용하고 있었다.

1) 국내 개발 사용기대 조사

가) 제 원

구 분		제 작 사	신홍 공업사
형	식	명	SH-40
기 체 치 수	전 장 (mm)		1,740
	전 폭 (mm)		690
	전 고 (mm)		920
기 체	중	량(kg)	220
두 립 다 짐 장 치	형	식	진압식
	작 동 방 식		기계식(크랭크식)
	다 짐 횟 수		415회/min
두 립 높 이 조 절 장 치	조 절 방 식		기계식
	조 절 범 위		20~40cm
안 전 장 치 유. 무			없음



국내 개발 보급 되고있는 기종

나) 예비 시험 작업

포 장 조 건	작업속도 (km/h)	실 험 결 과
물이 많은 포장지	기계식 : 1.3 ~ 1.5	성형된 논두렁이 흘러내려 형상불량 및 트랙터 조작곤란
객토작업으로 함수율 낮은 포장지		두렁 밀도가 불량함
풀이 많은 포장지		풀이 혼입되어 토양 밀착성이 불량
쟁기 작업하지 않은 함수율이 적당한 포장지		두렁 모양 및 밀도가 가장 양호

다) 성능 시험 결과

- * 시험결과 최적의 작업 조건은 경운 작업을 실시하지 않은 포장으로 나타났
다(경운 작업을 실시한 후, 성형 작업을 할 경우 트랙터 바퀴가 침하되어
작업 높이가 안정되지 않았음)
- * 기계식의 경우 작업 속도를 빠르게 작업할 수는 있으나 두둑의 밀도가 떨어
지는 것으로 나타났다.

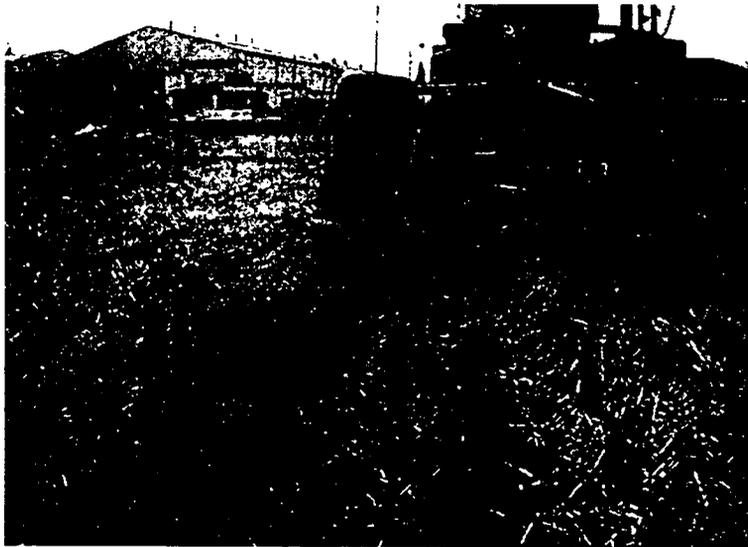
2) 외국 수입 제품(일본 후지사) 비교

가) 제원

형 식 명	XERO-2(1700)
기 체 치 수	전 장 (mm) 800
	전 폭 (mm) 1570
	전 고 (mm) 1080
중 량 (kg)	200
작 업 능 력	100m / 15~20min
적 응 마 력	20마력 이상
두 둑 높 이 (mm)	300
회 전 수 (rpm)	150
성 형 방 식	크랭크식 다짐 성형

나) 예비 시험 작업

포장조건	작업 속도 (km/h)			시험내용
	부변속	주변속	속도	
쟁기 작업 하지 않은 논	1	1	0.23	<ul style="list-style-type: none"> - 두둑의 다짐력은 매우 크다고 판단되나 크랭크의 행정 거리가 너무 커서 기존의 독을 무너뜨릴 여지가 있음. - 다짐시 독에 전달되는 힘이 트랙터에 전달되어 트랙터 운전자 및 본기 자체에 문제 발생의 원인이 됨. - 두둑 다짐 상태는 걸 표면이 매끄럽지 못하게 나타남.
		2	0.35	
		3	0.45	



일본 후지사 제품 논두렁 성형 작업

제3장 논두렁 성형기 설계 및 제작

제1절 설계개요

현재 국내에 보급된 논두렁 성형기는, 대부분 기계식의 크랭크 타입으로 제작 보급되어, 작업기에 미치는 충격 때문에 본기(트랙터) 및 작업기에 문제가 발생할 우려가 있으며, 다짐 장치가 작게 둘로 나누어진 관계로 인해, 두둑 다짐 상태는 분당 다짐 수가 적어 걸 표면이 매끄럽지 못하게 나타나는 현상이 발생하였다. 따라서 기계식이 아닌 유압 장치를 이용한, 유압 진동 시스템으로 하여 반복 다짐 수를 많게 하여 두렁 상태를 단단하게 할 수 있도록 제품이 개발되어야 한다고 판단된다.

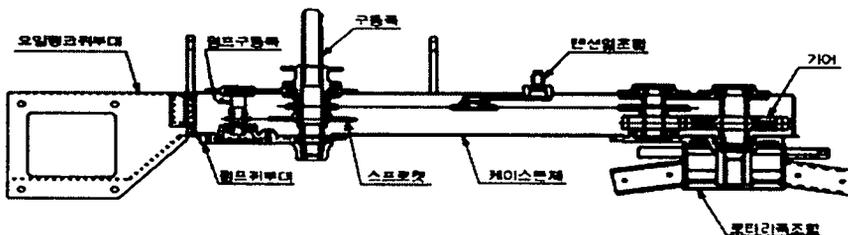
그리고 성형부가 일체형으로 되어, 기대 전체가 움직이면서 성형 및 다짐이 동시에 이루어지면, 두둑이 갈라지는 현상을 방지 할 수 있고, 두둑의 견고성 또한 기존 제품에 비하여 뛰어날 것이라 판단된다.

제2절 기능별 세부 설계 및 제작

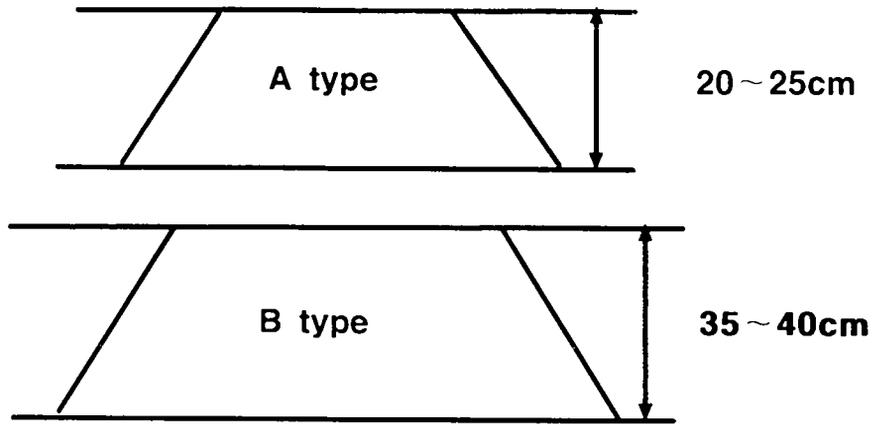
논두렁 성형기는 동력 전달 구조 설계, 경운 장치, 성형높이 자동 조절 시스템, 논두렁 성형 장치, 진동 장치 등으로 나누어 설계 및 시제품 제작을 하였다.

1) 동력 전달 구조 설계

논두렁성형기의 동력 전달 구조는 본체(트랙터)에서 유니버설조인트로 동력을 전달받는 P.T.O 구동 축 과 구동 축으로부터 체인으로 연결되어 유압 펌프 및 경운 장치를 구동하는 구조로 설계 제작하였다.



동력 전달 구조



2) 성형높이 자동 조절 시스템

논두렁 형상은 대체로 A형과 B형으로 크게 분류할 수 있으나, 대부분 관행의 인력 수 작업에 의존하기 때문에, 정확한 지역별 구조 조사는 어려운 실정이었다.

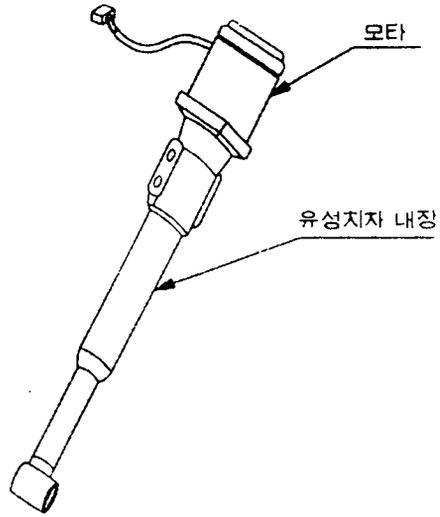
성형 높이 조절 시스템은, 전기식으로 트랙터 배터리를 이용하여 모터를 작동 시켜서 유성 치차에 의한 감속 조절 방식을 채택하여 논두렁 성형부 전체를 상하로 이동하면서 포장지 조건에 따라 자유로이 작업할 수 있도록 하는 시스템이다.

전기실린더 제원

구	분	사	양	및	규	격
모	타	형	식	명	TD6219	
조	절	방	식	유성 치차에 의한 감속 조절 방식		
조	절	범	위	15~40cm		

모타제원

형 별	전압 (V(DC))	시간정격 (min)	출력 (w)	정격 Torque (kgf.cm)	회전수 (rpm)	전류 (A)	중량 (kg)
TD6219	12	15	125	4	3000	15.5	2.4



성형 높이 자동 조절 실린더 형상



성형높이 조절 장치

3) 논두렁 성형장치 개발

가) 유압 구동에 의한 1차 샘플 설계 제작

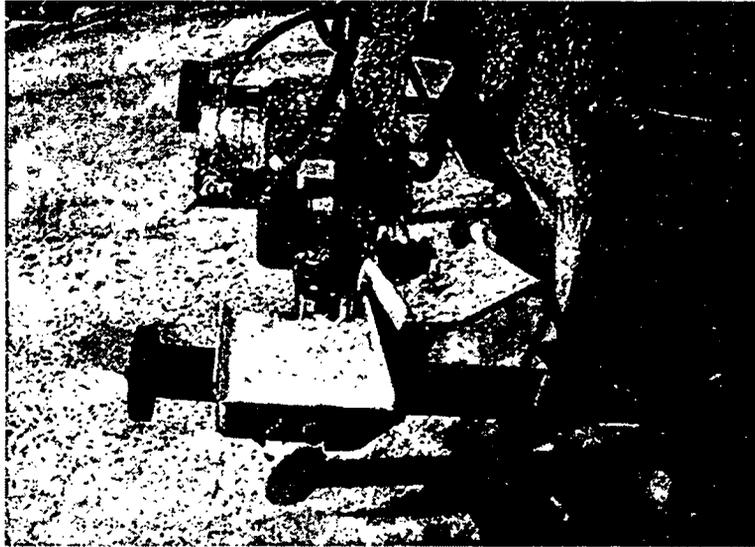
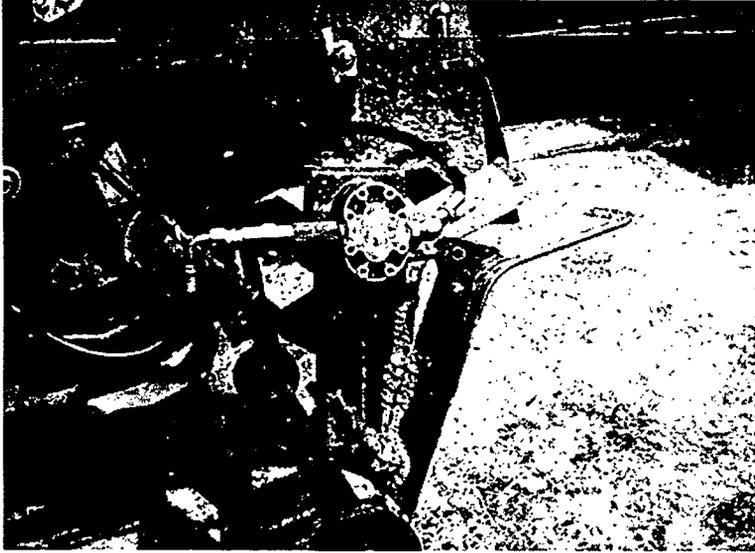
두둑 다짐 장치 구조를 유압 펌프의 구동에 의해 작동 될 수 있도록 하고, 유압 펌프에 연결된 유압모터의 회전수가 1250rpm이 되도록 설계 제작하여 예비 시험을 실시하였다. 두둑 다짐 방식은 크랭크 방식으로 크랭크가 1250rpm으로 작동될 때의 두둑 다짐 상태를 조사하였다.

① 제 원

구 분		단 위	제 원
두 둑 성형장치	펌 프 입 력 회 전 수	rpm	1490
	유 압 펌 프 용 량	cc/rev	16
	유 압 모 터 용 량	cc/rev	19
	모 터 회 전 수	rpm	1250
	다 짐 방 식		크랭크식

② 시험 내용

포 장 조 건	작업속도(km/hr)			시 험 내 용		
쟁 기 작 업 하지않은 논	부변속	주변속	속도	- 두둑 윗 부분 다짐이 부족함 - 경사면 하단부 두둑이 갈라지는 상태가 나타남 - 작업 속도가 빨라 경운 흙이 부족하고 다짐상태가 불량함		
			1		1	0.23
					2	0.35
	2	1	3		0.45	
			2		1	0.66
					2	0.99



유압구동 크랭크식 다짐장치 시작기대

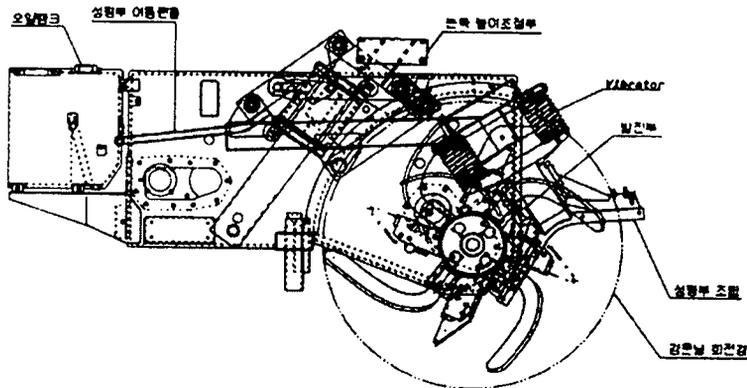
나) 유압 구동에 의한 2차 시작 기대 설계 제작

1차 시작기대를 바탕으로 하여 두둑 다짐 장치의 기본 구조를 설계 보완하고 다짐 횟수를 증대하기 위해 유압 펌프 및 모터 제원을 설계 변경 적용하였다.

두둑 다짐 장치의 구조는 미세한 진폭을 갖는 진동을 발생하여, 진동력에 의해 두둑 다짐이 되는 시스템으로 하였으며, 두둑이 갈라지지 않게 성형부 전체를 일체형으로 설계하고, 다짐으로 인한 충격을 최소화하기 위해 성형부와 진동부 사이를 스프링으로 연결하여 충격 및 진동의 증폭을 고려하였다. 그리고, 흙의 양이 많고 적음에 따라, 성형부 전체가 움직일 수 있도록 설계 제작하였다.

① 기본 설계 제원(유압구동)

구 분	단 위	제 원	비고	
두 둑 성형장치	펌 프 입 력 회 전 수	rpm	2042	
	유 압 펌 프 용 량	cc/rev	25.4	500/3000(rpm)
	유 압 모 터 용 량	cc/rev	12	1000/5000(rpm)
	모 터 회 전 수	rpm	4323	
	다 짐 방 식		진동식	

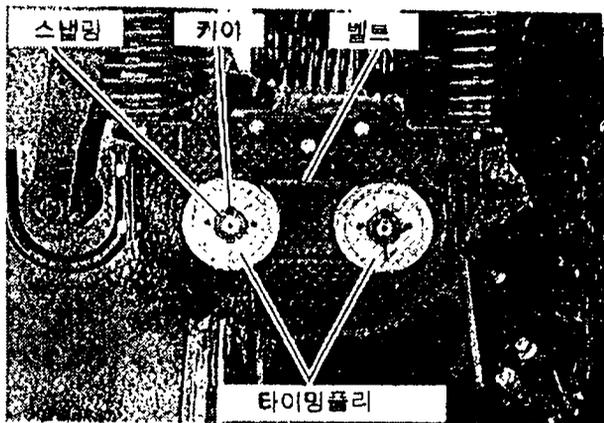


성형장치 전체 설계도

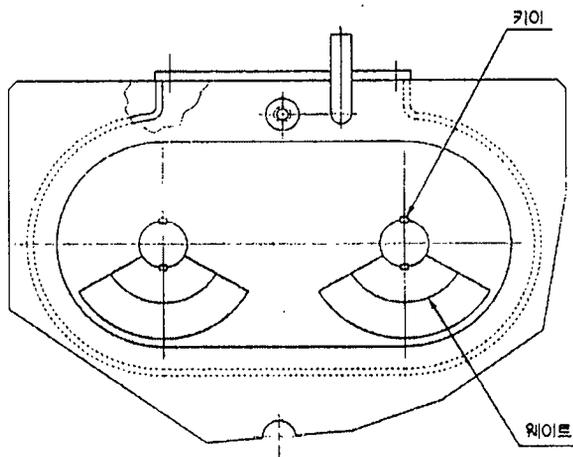
② 진동 발생 장치

진동 발생 장치 시스템은, 유압 모터 구동에 의하여 진자가 회전하고 회전하는 진자에 의하여 진동 속도의 고속화 및 강력한 진동을 발생하는 시스템으로써, 트랙터 P.T.O축 회전수 552rpm 기준으로 유압 모터가 4000rpm 이상의 강력한 회전 진동을 발생시키도록 하였다.

축에는 일정한 회전 속도를 유지하기 위해 타이밍 풀리를 연결시키고, 진동 발생 웨이트를 2개로 설계 부착하여 진동을 배로 증폭시켜 논두렁 다짐 효과를 최대한 높이도록 하였다.

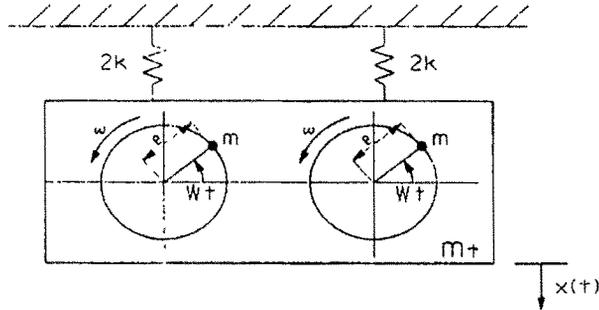


진동 발생 장치(가진장치)



가진 장치 설계 단면도

③ 진동 발생 장치 분석



㉑ 밸런스 웨이트 : 2kgf/EA , 수량 : 2개 , $m = 2/9.8$

㉒ 편심 거리 (e) : 40mm

㉓ 가진 장치 전체 중량 : 37kgf $mt = 37/9.8$

㉔ 축 회전수 : 4000rpm $f = 4000/60=66.6\text{Hz}$
 $f = \omega / 2\pi$, 각속도(ω)= 133.2π rad/sec

㉕ 스프링 상수(k) = 1.5 kgf/mm
 병렬 연결이므로 $keq = 4 \cdot k$

㉖ 가진력 :

$$F = me\omega^2 \quad \text{여기서 } m = \text{밸런스 웨이트 질량}$$

$$e = \text{회전축 중심에서 편심 거리}$$

$$\omega = \text{각속도}$$

$$F = 2/9.8 \times 40 \times 10^{-3} \times (133.2\pi)^2 = 1429.4\text{kgf}$$

밸런스 웨이트 수량이 2개 이므로

$$F_t = 2me\omega^2 = 2 \times 1429.4 = 2858.9\text{kgf}$$

㉗ 진폭 :

$$X = F_t \times k \div R$$

$$= 2me\omega^2 \div 4k \times R$$

$$\text{여기서 } R(\text{확대계수}) = X \times (F/k)$$

$$= 1 / \sqrt{(1 - \gamma^2)^2 + (2\xi\gamma)^2}$$

$$\gamma = \omega / \omega_n , C = 0 \text{이므로 } 2\xi\gamma = 0$$

$$R = 1 / (1 - \gamma^2),$$

$$X = (2me\omega^2 / 4k) \div [1 / (1 - \gamma^2)]$$

$$X = \frac{2858.9}{4 \cdot 1500} \times \frac{1}{1 - (10.49)^2} = -4.36\text{mm}$$

$$\gamma = \omega / \omega_n = \frac{133.2\pi}{\sqrt{4 \cdot 1500 / (37/9.8)}} = 10.497$$

또한 $\frac{m\dot{x}}{me} = \gamma^2 R = \gamma / (1 - \gamma^2)$

여기서 $me = 2me$ (전자가2개임)

따라서 $X = -4.36\text{mm}$

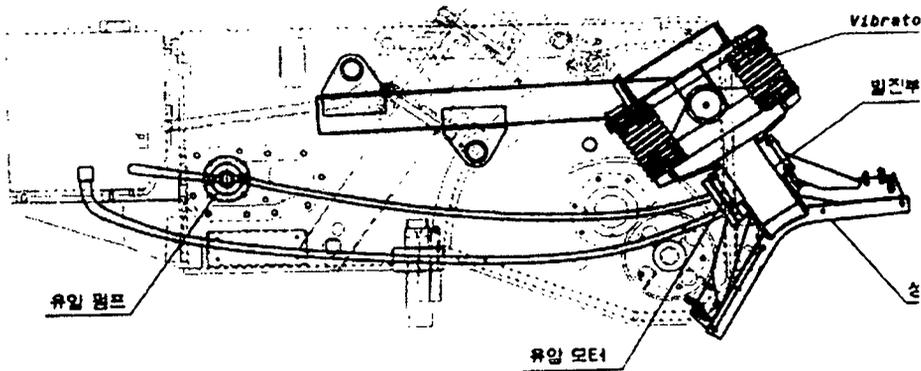
그리고 $X = m\omega^2 / (k - M\omega^2)$

$= m\omega^2 / k(1 - \gamma^2)$

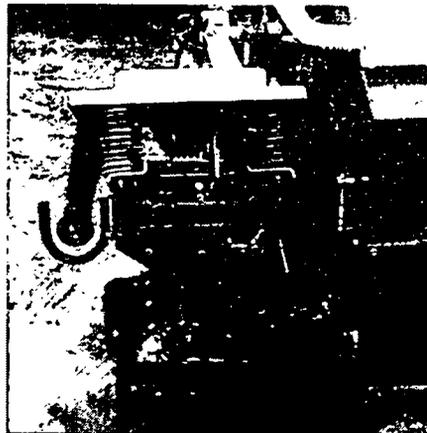
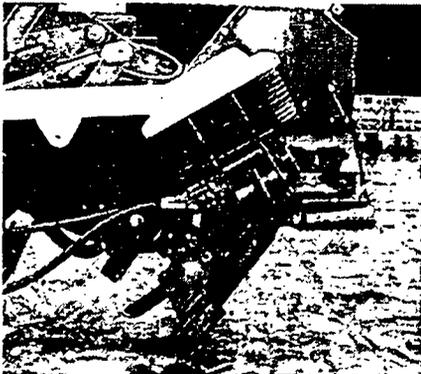
$= 2m\omega^2 / 4k(1 - \gamma^2)$

따라서 각 계수를 대입하여 계산하면

$X = -4.36\text{mm}$



성형부 구동 구성도



두둑 다짐 장치 시작기대

4) 경운 장치 설계 및 제작

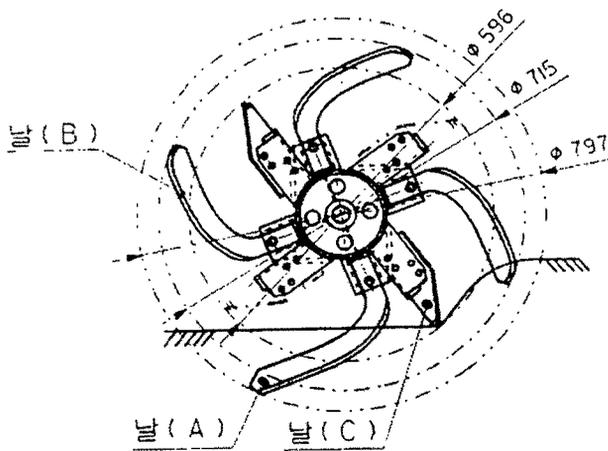
트랙터 P.T.O축(동력 취출 장치) 에서 전달되는 동력은 작업기 구동축에 의해서 체인으로 경운축에 전달되어 경운 장치를 작동 시켜 두둑 성형에 필요한

토양을 방출하는 시스템이다. 경운장치는 작업 진행 방향에 직각 방향으로 회전하도록 구조 설계하였다.

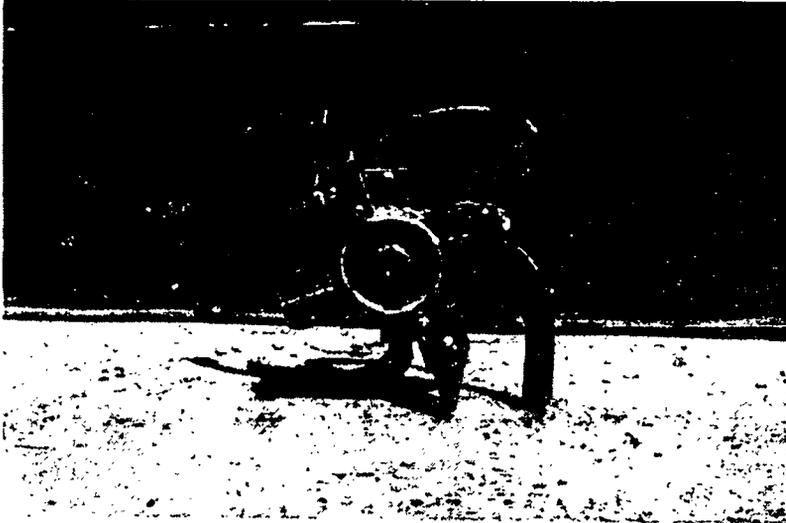
경운 장치에는 3종류의 경운날로 구성되어 있다. 날(A)는 잡초 및 뿌리를 절단하고 날(B)는 경운 작업을 하며 마지막으로 날(C)가 토양을 방출한다. 이 3종류의 날이 한 축을 중심으로 동시에 회전 작동되므로 논 두둑 성형을 위하여 완벽한 작업을 할 수 있도록 하였다.

가) 설계 제원

구	분	제 원
회	전 방 향	UP-CUTTING type
회	전 속 도	210 rpm
경 운 날	절 단 용 날	회전경 $\phi 797\text{mm}$ (A)
	경 운 용 날	회전경 $\phi 715\text{mm}$ (B)
	배 토 용 날	회전경 $\phi 596\text{mm}$ (C)



논두렁 성형 경운 장치 설계도



경운 장치 시작 기대 제작



동력구동 안전장치 시작기대

5) 안전 장치 설계

국내 포장 조건을 감안할 때 작업 중 경운 장치에 돌 및 기타 과부하가 발생하였을 경우 본체 및 작업기에 영향을 주지 않도록 안전 클러치를 장착하여 동력 전달이 자동으로 끊겨 기체를 보호 할 수 있도록 하였다.

제4장 시작품 성능 시험 및 보완

제1절 성능 시험 및 결과 분석

1) 성형높이 자동조절 시스템

가) 전기 실린더 TEST



나) 테스트 결과

구 분	내 용
TEST조건	* 성형부 의 조립상태 에서 상, 하 운동 * 성형부 작업 조건에서 상, 하 운동
TEST결과	* 성형부 의 조립상태 에서 조절범위 15~40cm 조정이 원활함

2) 논두렁 성형장치

가) 1차 시작기대 시험

- ① 크랭크식 다짐 장치 구조는 유압 모터의 회전이 1200rpm의 고속 회전으로 인하여 크랭크 작동에 부하가 발생되고 모터에 고열이 발생함.
- ② 다짐 장치 하단부가 고정식으로 되어 있어 다짐 작동이 원활하지 못하여 두둑 경사면의 흩이 갈라지는 현상 발생
- ③ 크랭크식 다짐 장치 구조는 1000rpm 이상의 고속 회전하는 성형 장치로는 적합하지 않는 구조로 판단됨

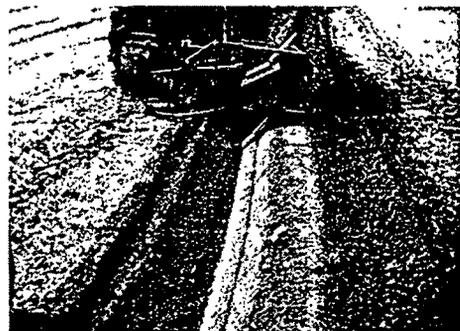
나) 2차 시작기대 시험

트랙터 P.T.O(동력 취출 장치) 에서 나온 동력으로, 유압 펌프를 작동시키면서 상승된 유압이 유압 모터를 분당 4000회 이상으로 강력하게 회전시키면서 이 회전력에 의한 진동이 다시 스프링에 의해 증폭 진동되어 스프링에 연결된 성형부 전체가 두둑을 성형함과 동시에 다짐으로써 두둑이 견고하며 매끄럽게 만들어진다.

또한 성형 부분이 스프링에 의해 연결되어 전달됨으로써 기대 자체에 영향을 미치지 않았다.



일반 포장에서의
두둑 성형 시험





건답포장(논)에서의
논두렁 성형 시험

3) 경운 장치

가) 3종류의 경운 날이 동시에 세 가지 작업을 함으로서 두둑 성형을 하기 위한 적절한 흙의 양을 배출시킴은 물론 두둑 성형 상태는 상기 그림에서 보는 바와 같이 매끄럽게 진행되었다.

나) 작업 속도의 변화에 따라 경운 장치의 작업 상태를 확인하였는바 정상적인 두둑 성형을 위한 작업 가능 속도는 트랙터의 초 저속 주행 속도로서 일반적인 트랙터 작업기의 작업 속도에 비하여 작업 능률면에서 뒤쳐지는 상황임.

다) 따라서 논두렁 성형기의 개발 보급을 위해서는 논두렁 성형기가 갖는 고유의 작업 특성을, 기계를 사용하는 수요자에게 이해시키는 것이 선결 과제라 판단됨.

제2절 주요 부품의 미비점 보완

1) 유압 진동의 완충 역할을 수행하는 스프링의 강도를 보강하기 위해 스프링의 파단 하중 및 전단 응력을 높여 줌으로서 유압 진동의 다짐 성능을 최적으로 하고, 작업기의 내구성을 유지 할 수 있도록 하였다.

2) 분당 4000회 이상의 강력한 회전으로 인해 오일의 열이 과다하게 발생되어 오일의 열 발산 효과를 위해 1차 제작되었던 오일 탱크 용량을 증대 설계 제작하여 장착하였다.

3) 유압 구동 제원의 설계 변경 내용은 다음과 같다.

항 목	단위	1차	2차
펌 프 입 력 회 전 수	rpm	1490	2042
유 압 펌 프 용 량	cc/rev	16	25.4
유 압 모 터 용 량	cc/rev	19	12
유 압 모 터 회 전 수	rpm	1250	4323
다 짐 방 식	-	크랭크식	진동식

제5장 연구 개발 결론

1. 관행 수 작업과 기계에 의한 작업 능력을 비교해 보면
 - * 300평의 논두렁을 수 작업으로 성형 작업 할 때 3 시간 가량 작업 시간이 소요되었고,
 - * 시작 기대에 의한 기계화 작업 시 300평(10a)의 논두렁을 성형 작업 할 때 약 20분 정도 작업 시간이 소요되어 수 작업 대비 약 89%의 작업 능력 절감 효과가 있었다.

2. 정상적인 두둑 성형을 위한 작업 가능 속도는 트랙터의 초 저속 주행 속도로서 일반적인 트랙터 작업기의 작업 속도에 비하여 작업 능력면에서 뒤떨어지는 것으로 나타남(정상적인 작업 속도 범위:0.06m/s ~ 0.28m/s)

3. 따라서 논두렁 성형기의 양산 개발 보급을 위해서는 논두렁 성형기가 갖는 고유의 작업 특성을, 기계를 사용하는 수요자에게 이해시키는 것이 선결 과제라 판단 됨.

4. 고속 회전(1,000rpm 이상)에서의 두둑 다짐을 하기 위한 시스템 구조는 크랭크식의 기계적 구조보다는 유압식의 진동 다짐 시스템 구조가 다짐 성능 면에서 매우 우수한 구조라 사료됨.

5. 본 개발 기종에 대해서는 농업기계화연구소의 형식 검사 인증을 추진하여 실수요자가 보다 손쉽게 구입 할 수 있도록 하며, 소규모 소작농보다는 대규모 영농 회사 및 전업농가 등에 적극 홍보하여 실질적으로 농업의 생력화에 이바지할 수 있도록 함.

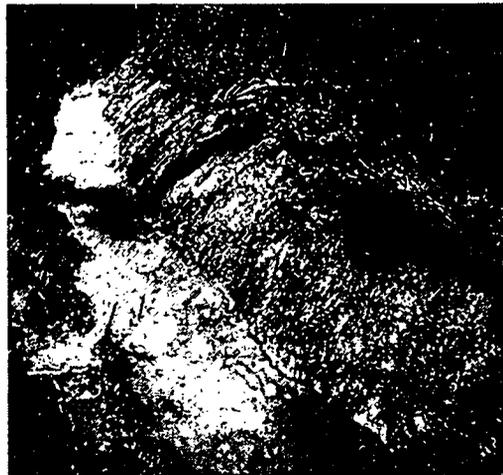
6. 각 기종별 두둑 성형 상태 비교



유압진동식 시작기대에 의한 두둑성형



수입제품에 의한 두둑 성형상태



수 작업에 의한 두둑성형 상태

참 고 문 헌

1. 김명환, 유남식, 안기옥, 정안성, 이계임 【전환기 양정의 종합적 개선방향】 한국농촌경제연구원 1991
2. 농림수산부 【국제 경쟁력 제고를 위한 농림 수산 기술 개발 정책방향】 1995
3. 이태호 【미가 변동폭 확대 정책이 농민 소득에 미치는 영향】 농업경제연구 제36집, 제1권 '95. 8
4. 전착익, 【수도작 대농의 규모 경제성과 대체 탄력성 분석】
5. 농림수산부 【양정 개혁방안】 1993
6. 박정근, 서동균, 정홍우 【쌀 생산비 절감을 위한 기술 개발과 규모 경제에 관한 연구】 농업경제연구 제36권 제2권 1995. 12월
7. 안인찬 【벼 생산비 계산을 위한 내급 요소평가의 새로운 방법 모색】
8. 박홍진 【기계화가 수도작 생산비 및 수익성에 미치는 영향】 농업경제연구 제36권 제2권 '95. 12월
9. 정홍우 【수도작 구조 개선 정책에 관한 연구】 농업경제연구 제34집 '93. 12월
10. 유압이론 하만훈 편저, 기전연구사.
11. 소음, 진동(이론과 실무) 정일록 저, 신광문화사.
12. 기계설계공학, 유현일 저, 동명사
13. 기계설계 도표편람, 대광서림