

631.3
L2432

최 중
연구보고서

자주식 벃짚결속기의 개발

Development of Self-Propelled Grounded
Rice Straw Bundler

연구기관

대전산업대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “자주식 벗짚결속기의 개발”에 관한 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1999. 10. .

주관연구기관명 : 대전산업대학교

총괄연구책임자 : 권 병 철

연 구 원 : 권 경 우

연 구 원 : 명 태 식

협동연구기관명 : 중앙공업주식회

협동연구책임자 : 김 찬 수

요 약 문

I. 제 목

자주식 벚짚결속기의 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발의 목적

콤바인에서 예취후 탈곡되어 후처리된 벚짚중 논 포장에 연속적으로 투하시켜 건조시킨 벚짚을 원형(原形)대로 수거하는 벚짚결속기를 개발하므로써 벚짚의 자원성을 높이고 수거비용을 절감하게 하는데 목적이 있다.

2. 연구개발의 중요성

최근에는 벚짚이 벼삭 등의 시설재배영농과 축산업, 수출용 다다미원료, 새끼, 깔집등의 농축산이나 공업적 분야에 다량으로 소비되고 있다. 그러나 현재 콤바인에서 투하된 벚짚을 기계적으로 수거하기 위해 사각(四角) 혹은 원형(圓形)베일러(Baler)를 트랙터에 부착하여 벚짚을 집속, 압축하여 일정한 규격으로 결속시키고 있는데, 이러한 압축된 벚짚은 가축의 조사료이외에는 다른 목적의 사용이 불가능하다. 따라서 논바닥에 깔려 있는 벚짚을 가축의 조사료이외에 벼삭재배, 꺼치, 새끼, 깔집, 다다미생산등에 원형(原形)대로 이용하기 위해서는 이를 수집하여 결속할 수 있는 저렴한 가격과 높은 생산성을 구비한 벚짚결속기의 개발이 절실히 요구되는 실정이다.

III. 연구개발내용 및 범위

본 연구개발은 콤바인에 의한 벼수확후 포장바닥에 깔려있는 벚짚을 원형(原形)대로 수거, 결속할 수 있는 한국의 포장형태에 적합한 자주식 벚짚결속기를 개발한 것이다. 본 결속기는 자체동력원을 갖는 자주식으로 개발되므로써 트랙터 등의 별도의 동력원이 필요 없어 소형, 경량일 뿐만 아니라 저렴한

가격에 생산이 가능하다. 연도별 연구개발내용은 다음과 같다.

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도	■기초조사 및 시스템설계	<ul style="list-style-type: none"> ● 문헌 및 현장조사 ● 각구성부 시스템설계 ● 1차 시작기 제작
2차년도	■시작기제작 및 성능시험	<ul style="list-style-type: none"> ● 2차, 3차시작기 제작 ● 시작기 보완 및 성능시험 ● 최종시작기의 포장시험

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

가. 동력계통

형 식	4행정공랭기솔린기관
배기량(cc)	334cc
연속정격출력(PS/rpm)	6.5/1800
최 대 출 력(PS/rpm)	7.8/1800

나. 주행속력

전진4단(m/s)	1단	2단	3단	4단
	0.37	0.74	1.08	2.16
후진4단(m/s)	1단	2단	3단	4단
	0.42	0.83	1.04	2.07

다. 본기제원

전 장(mm)	1,480
전 고(mm)	820
전 폭(mm)	690
중 량 (kg)	106.5kg

라. 묶음방식

단 의 크 기	직경 약15~20cm
사 용 끈	합성끈
단 묶는 방 식	매듭방식
단 묶는 위 치	벗짚밑단에서 약160~200mm

2. 활용에 대한 건의

본 과제에서 개발된 자주식 벗짚결속기는 참여기업인 중앙공업주식회사에서 생산하여 농가에 보급하면 벗짚수거에 큰 변화가 올 것으로 예상된다. 그러나 상품화를 하기 위하여는 많은 초기투자가 필요할 것으로 판단된다.

SUMMARY

Original form of rice straw, that is harvested by combine through cutting and threshing process and dropped on the paddy land, required from many manufacturing process and production area. Current rice straw collecting system is tractor mounted rectangle or circular bailer which compress and tying the rice straw after collecting the straw. This kind of the rice straw is only useful for livestock as roughage bulky feed. Thus this research developed a rice straw knotter to collect rice straw as the original form. Results obtained from this study were as follows.

1. It is capable of collecting rice straw as the original form, thus augmenting resource of the rice straw.
2. It is possible to manufacture the system as small and light since it did not require a power source such as tractor.
3. It is easy to use in irregular or small paddy land since it is self-propelled.
4. It is possible to product the system as low price since it is simple and compact.
5. It is capable of import substitute the rectangle or circular bailer by home made knotter.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	1
Chapter 2. Developing necessity and technical trends	3
1. Necessity of R&D	3
2. Domestic and foreign trends of the related techniques	5
Chapter 3. Pick up and after treatments	7
1. Physical properties of rice straw	7
2. Physical properties of soil	8
3. Treatment methods of rice straw	10
Chapter 4. Design and fabrication of rice straw bundler	18
1. Design of rice straw bundler	18
2. Fabrication of prototype	22
3. Specification of prototype	26
Chapter 5. Performance test of rice straw bundler	28
1. Experimental rice straw	28
2. Performance test	29
3. Results and analysis	30
Chapter 6. Conclusion	35
Reference	36
Appendix	37

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 기술개발의 필요성 및 국내의 동향	3
제 1 절 연구개발의 필요성	3
제 2 절 국내의 관련기술의 현황과 문제점	5
제 3 장 벚짚수거 및 후처리 방법	7
제 1 절 벚짚의 기초물성	7
제 2 절 논 토양의 기초물성	8
제 3 절 벚짚의 처리방법	10
제 4 장 벚짚결속기의 설계 및 제작	18
제 1 절 벚짚결속기의 설계	18
제 2 절 시작기의 제작	22
제 3 절 시작기의 제원	26
제 5 장 시작기의 성능시험	28
제 1 절 실험용 벚짚	28
제 2 절 성능측정	29
제 3 절 결과 및 고찰	30
제 6 장 결 론	35
참고문헌	36
부록 : 특허출원서	37

제 1 장 서 론

볏짚은 미작농업의 2차생산품으로서 가옥의 지붕이나 연료, 새끼, 가마니 등의 전통적 농업이나 생활자재등으로 사용되어 왔다. 그러나 최근에는 볏짚이 벼삭 등의 시설재배영농과 축산업, 수출용 다다미원료, 새끼, 깔집등의 농축산이나 공업적 분야에 다량으로 소비되고 있는데, 이러한 추세는 앞으로 계속 증가될 것이라 예상된다.

현재 대부분의 볏짚은 콤바인에 의해 예취되어 탈곡된 후, 논바닥에 깔아 건조시키므로 서 이를 수거하기 위해서는 많은 노동투하시간이 필요하다. 때문에 볏짚이 적기에 수거되지 못하여 논바닥에서 부패되므로 서 양질의 원료가 공급되지 못하는 실정이다.

그러므로 이러한 볏짚수거를 위한 기계화의 일종으로서 수입(혹은 국내조립 생산)되는 베일러(Baler)를 트랙터에 부착하여 볏짚을 집속, 압축하여 일정한 규격으로 결속시키고 있는데, 이러한 방법에 의해 수집된 볏짚은 가축의 조사료이외에는 다른 목적의 사용이 불가능하다. 또한 베일러는 본래 외국에서 목초지의 건초를 가축 사료용으로 수거할 수 있도록 트랙터 부착형으로 설계된 기계인바, 국내의 중소규모 미작 농사용으로는 사용용도나 가격 등으로 미루어 볼 때 적당하다고 볼 수 없다.

그러나 축산업의 규모가 확대되므로 서 조사료의 수요는 계속 증가되는데 비해 농촌의 농업노동력은 부족하고, 더구나 노임단가는 상승하는 까닭에 이러한 기계의 수입은 계속 증가하여 막대한 외화가 소비되고 있다. 더구나 베일러에 의한 수거는 볏짚을 무작위로 채집하여 압축, 절단하는 기계의 특성상 볏짚의 활용성이 가축의 조사료에 국한되므로 서, 볏짚을 원형(原形)으로 이용하기 위해서는 인력에 의해 수거 결속하는 방법밖에 없는 실정이다. 이 작업은 앞에서 언급한 바와 같이 다량의 노동력을 필요로 하기 때문에 볏짚의 생산성 감소와 생산단가의 상승이라는 문제점을 갖고 있다. 그러므로 양질의 볏짚이 수확후 적기에 수거되지 못하여 논바닥에서 부패되므로 서 벼삭재배를 위해 외국산 볏짚이나 폐면(廢綿)이 수입되는 실정이다. 때문에 콤바인 부착형의 결속기가 일본에서 개발되어 국내에서도 판매중인데 건조성의 불량과 결속끈의 이완, 장비자체의 고가성등으로 인해 농민들로부터 거의 외면 당하는 실정이다.

따라서 논바닥에 깔려 있는 볏짚을 가축의 조사료 이외에 벼삭재배, 꺼치,

새끼, 깔집, 다다미생산등에 원형대로 이용하기 위해서는 이를 수집하여 결속할 수 있는 저렴한 가격과 높은 생산성을 갖는 자주식 벚짚결속기의 개발이 절실히 요구되는 실정이다.

제 2 장 기술개발의 필요성 및 국내외 동향

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

가. 우리나라에서 쌀 농사의 재배단계는 파종→이앙→본포관리→수확→가공의 순으로 진행되고 있다. 이중 대부분의 과정은 약 95%이상 농업기계화가 완료된 상태이다. 그러나 원형상태의 벃짚수거에 있어서는 아직도 인력에 의존하는 까닭에 노동투하량이 크므로서, 이 과정을 생력기계화하지 않으면 벃짚의 용도는 제한되고 경제성이 크게 뒤지게 된다.

나. 현재벃짚수거에는 베일러(Baler)를 이용하기 위해 집초반전기(Hay tedder rake)에 의해 벃짚을 산포시킨다음 랜덤하게 수집하여 압축하므로서 가축의 조사료로 용도가 제한되므로서 벃짚을 원형대로 수거하는 기계의 생산이 필요하다.

다. 현재 농기계회사에서 콤바인의 선택사양 품목으로서 일본에서 개발된 결속장치가 판매되고 있으나, 탈곡 즉시 수분이 과다한 상태에서 결속하므로서 건조성의 불량과 건조후의 수축에 의한 결속끈(Binding wire)의 이완 등이 피할 수 없는 현상일 뿐만 아니라, 장치자체가 고가임으로 농민들이 거의 외면하고 있어 새로운 자주식 벃짚결속기의 개발이 필요하다.

라. 전세계적으로 주요 미작 농업국가는 미국, 일본, 한국, 중국, 동남아등이나 벃짚을 원형상태로 수집하여 결속하는 기계는 아직까지 어느 나라에서도 개발된 사례가 없다.

2. 경제·산업적 측면

가. 쌀 농사의 부산물인 벃짚은 한국, 일본, 중국, 미국, 동남아등의 미작국가로 생산이 국한되고 있다. 미국은 대규모 기계영농으로 벃짚의 용도가 거의

없고, 동남아등은 아열대성 기후에서 다모작을 하는 까닭에 키가 작고 섬유질이 부족하며, 일본산은 다수확 위주재배와 기후여건, 중국북부등의 추운 지방에서는 조생종의 재배로 키가 작아 가공성이 떨어지나, 우리나라산의 벚짚은 기온과 적당한 해풍의 영향으로 키가 크고 섬유질이 풍부하여 원형대로의 가공성 면에서 세계제일이라할 수 있어, 이의 자원화를 위한 자동수집기계가 필요하다.

나. 벚짚의 용도 및 경제성은 조사료, 버섯재배, 다다미생산, 새끼, 깔집, 꺼치등에 다양한 목적으로 사용되는데 주된 이용현황은 표-1과 같다.

표-1 연간 벚짚소비량

용도	단가(kg)	소비량	금액	비고
조사료용	150원	1,000(kg/마리)	8,820억원	$294\text{만마리} \times 2000(\text{kg/마리}) \times 150(\text{원/kg}) = 8,820\text{억원}$
버섯재배용	300원	100(kg/평)	1,320억원	$220\text{만평} \times 100(\text{kg/평}) \times 300(\text{원/kg}) \times 2 = 1,320\text{억원}$
다다미 생산용	500원	300만장	450억원	$300\text{만장} \times 30(\text{kg/장}) \times 500(\text{원/kg}) = 450\text{억원}$

[한우 및 젓소의 사육두수는 농업기계년감(1997년), 느타리 및 양송이버섯 재배면적은 농림부 '97 특용작물 생산실적, 그 이외는 공식통계의 미비로 생산 및 소비량의 현황파악에 의한 비공식 추정 자료임]

*위 용도 이외에도 벚짚은 다양한 용도로 이용되나 통계 및 추정의 어려움으로 기재 생략함.

다. 현재 조사료의 수거용으로 이용되는 베일러 및 집초반전기는 보급초기에는 완제품 형태로 수입되었으나 최근에는 중요 부품이 수입되어 조립 생산되고 있다. 다음 표-2에 개략적인 수입현황을 나타낸다.

표-2 베일러의 수입현황

생산국	수입업체	수입단가(만원)	수입량(대)	수입액(만원)
미국, 일본, 이태리등	대동공업, 국제기계	1,000	1,000	1,000,000

*공식통계의 미비로 수입업체와 현지사용자의 현황파악에 의한 추정치임

3. 사회·문화적 측면

가. 인력에 의한 벚짚수거는 노동투하량이 크므로 서 인력이 과대하게 투입 (app. 2000m²/day · per.)되는 관계로 적기에 벚짚을 수거하지 못해 양질의 원료를 공급하지 못하는 실정이다.

나. 베일러는 고가인데다 트랙터 부착형이므로 구입자가 극히 제한되어 다 목적이고 보다 저렴한 가격의 수거기계가 필요하다.

다. 트랙터부착형은 대규모 농지에서나 경제성이 있어 농지의 형태나 규모에 구애받지 않는 소형 수거장치의 개발이 시급하다.

제 2 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

1. 국내·외 기술현황

가. 일본에서 콤바인의 옵션품목으로 결속기가 개발되었으나 벚짚의 건조불량 및 건조후의 결속끈(Binding wire)의 이완성, 가격 면에서 우리나라 농촌 실정에 부적합함으로서 보급이 되지 못하고 있다.

나. 트랙터 부착형의 베일러가 오래 전에 개발되어 보급되고 있으나 이는 용도가 조사료용에 국한되기 때문에 원형상태의 벚짚수거가 불가능하다.

다. 국내외에서 벚짚을 절단, 가공하는 기술은 많이 개발되어 있으나, 콤바인에서 투하된 벚짚을 원형대로 수거하는 기계는 아직 어느 나라에서도 개발된 적이 없다.

2. 현기술상태의 취약성

가. 베일러는 포장바닥에서 벚짚을 무작위 채집하여 결속하므로서, 원형이 보존되는 상태에서 정렬 수거하는 기술이 확립되지 못했다.

나. 콤바인 부착형결속기는 탈곡후 직접 결속하는 장치로서, 포장바닥에서
벼짚을 수거하여 정렬, 결속하고자 하는 본 연구시스템과는 근본적 차이가 있
다.

제 3 장 벚짚수거 및 후처리방법

제1절 벚짚의 기초물성

자주식 벚짚결속기에 의해 벚짚을 수거, 결속하고자 하면 벚짚의 함수율이 25%이내에 도달하여야 하는데 표-3에 나타난 바와 같이 탈곡후 5일 이상 경과하여야 할 것으로 예상된다.

표-3 건조일수별 벚짚 함수율 및 건조율

건 조 일 수 (일)	함 수 율 (%)	건 조 율 (%)
1	50.1	44.4
3	41.0	21.8
5	25.6	19.8
7	21.7	14.3
9	17.6	9.0

또한 표-4에 나타난 바와 같이 우리나라의 10월중 무강우 연속일수의 출현 일수로 비추어 볼 때 작업기의 능률은 표-5에 나타난 인력에 의한 결속시간을 고려할 때 노력절감효과가 80%이상으로 설계되어야 할 것으로 예상된다.

표-4 10월중 무강우 일수와 연속 무강우일의 출현횟수

월	순	무강우 일수(일)	연속 무강우일의 출현횟수	
			연속 3일(%)	연속5일(%)
10월	상순	8.1	2.3	1.0
	중순	8.1	2.4	1.2
	하순	8.9	2.4	1.1
	계	25.1	7.1	3.3

표-5 건조일수별 결속시간 및 노력절감 효과

건조일수(일)	결 속 방 법		절감효과(%)
	인 력 (시간/ha)	결 속 기 (시간/ha)	
3	47.6	7.1	85.1
6	38.1	5.2	86.4
9	32.9	4.4	86.6

벼짚의 건조일수별 일반조성분은 표-6와 같은데 건조 3일에 조단백질의 함량과 TDN함량이 다소 높으나 건조일수간에 큰 차이는 없다.

표-6 건조일수별 벼짚 일반조성분

건조일수 (일)	조단백질 (%)	조지방 (%)	조섬유 (%)	가용무질소물 (%)	조회분 (%)	TDN 함량 (%)
3	5.9	2.2	31.5	47.6	12.8	49.3
6	5.6	2.0	31.6	47.7	13.1	48.4
9	5.6	2.1	31.7	47.7	12.9	48.7

제 2 절 논 토양의 기초물성

모든 농기계작업은 토성, 가비중, 경도, 경사 등의 토양성질에 따라 크게 영향을 받게되며 특히 동일한 토양일지라도 수분조건에 따라서 토양의 표면성질은 아주 달라지므로 농기계작업능률에 영향을 받게된다. 표-7에 경운시험토양의 물리적 특성을, 표-8에 토양의 화학적 성분을 나타내었다.

표-7 토양의 물리적 특성

토 성	수분 (%)	가비중	경 도		저 항 (kg/cm)			침하량(cm)	
			(mm)	(kg/cm)	원추	마찰	전단	판	족적심
사양토	10.5	1.35	24.0	11.8	15,100	52	375	0.1	1.0
	23.8	1.35	23.0	10.0	11,500	49	263	0.1	1.6
	26.3	1.35	18.0	4.7	6,200	43	226	0.2	2.6
미사질 양 토	26.2	1.29	25.0	14.0	14,700	50	427	0.1	1.5
	35.1	1.07	19.6	5.9	4,900	40	338	0.2	2.1
	46.9	1.08	8.0	1.0	1,700	18	119	4.5	5.5
미사질 식양토	27.3	1.28	26.0	16.7	15,400	63	517	0.1	0.7
	36.0	1.13	18.8	5.2	6,700	38	375	0.2	1.6
	43.2	1.08	14.0	2.6	2,700	31	278	2.0	3.3

표-8 토양의 화학적 성분

pH (1:5)	OM (%)	P205 (ppm)	치환성 양이온(me/100g)E			C (ds/m)
			K	Ca	Mg	
6.8	2.0	167	0.51	5.78	0.95	0.47

표-9은 토성 및 수분함량별 작업기능률을 나타낸다.

표-9 토성 및 수분함량별 농기계 작업특성

구 분	농기계	작업기	수 분 함 량 (%)						
			사양토		미사질양토			미사질식	
			10.5	26.3	26.2	35.1	46.9	27.3	36.0
차 륜 침하량 (cm)	경운기	푸라우	1.30	1.60	1.53	1.80	4.45	1.03	1.55
		로타리	1.00	1.20	1.21	1.23	5.07	1.05	2.07
	트랙터	푸라우	1.43	2.42	1.57	2.40	6.30	1.20	1.73
		로터리	1.23	1.65	1.37	2.00	5.30	1.06	1.15
진 행 저하율	경운기	푸라우	10.3	10.9	17.2	17.2	28.3	29.4	11.4
		트랙터	14.7	15.5	8.5	14.2	-	10.0	13.5
작 업 능 륜 (a/hr)	경운기	푸라우	5.01	5.08	4.76	4.80	4.05	3.79	5.25
		로터리	10.99	10.88	8.35	7.74	5.52	8.85	9.26
	트랙터	파종기	14.97	18.55	14.88	16.50	14.16	19.34	20.58
		푸라우	20.12	18.54	19.80	19.34	-	21.69	20.83
		로터리	40.00	39.20	40.68	39.68	28.91	39.37	39.22

제 3 절 벗짚의 처리방법

1. 콤바인에서의 벗짚의 후처리 방법

현재 우리나라에 보급된 대부분의 자탈형콤바인의 전부에서 벼가 예취되어 탈곡된 후 벗짚이 처리되는 과정은 4가지 방법이 있다. 첫째 벗짚을 퇴비화하기 위해 콤바인의 후반부에 커터를 설치하여 잘게 썰어서 포장바닥에 살포하는 방법이다. 이 방법에 의한 벗짚처리는 퇴비이외는 용도가 없으므로 벗짚의 자원화와는 무관한데 처리과정을 사진 1에 나타내었다. 둘째는 벗짚을 균일하게 투하시켜 손으로 묶던가 베일러작업이 용이하게 포장에 일정하게 가는 방법으로 사진 2에 나타내었다. 셋째는 벗짚을 손으로 묶기 용이하게 다발식으로 간헐 낙하시키는 방법인데 사진 3에 나타내었다. 넷째는 콤바인에서 자체 결속하여 투하시키는 방법으로 건조성의 불량과 결속끈의 이완, 장비자체의 고가성등으로 농민들로부터 거의 외면 당하는 실정인데 사진 4에 작업광경을 나타내었다.

2. 벗짚의 수거방법

벗짚의 수거방법은 전통적인 수작업 방법 외에 외국에서 목초지의 건조수집용으로 설계된 베일러를 완제품수입 혹은 국내생산 조립하여 가축의 조사료용으로 이용하는 방법이 있는데 사진 5에 사각(四角)결속 작업과 작업후의 광경을, 사진 6에 원형(圓形)결속작업을 위한 집초작업과 작업후의 모습을 나타내었다.

3. 벗짚결속방법 비교

논에서 벼를 콤바인에 의해 예취 탈곡한 후, 후처리하는 방법은 크게 다음과 같다. 첫째 카타에 의해 잘게 썰어서 논바닥에 살포하여 시비화 하는 방법, 둘째 연속 낙하시켜 건조시킨 후 인력에 의해 묶거나 베일러에 의해 집속하는 방법, 셋째 간헐적으로 다발 낙하시켜 인력에 의해 묶는 방법, 넷째 탈곡후 결속하여 낙하시키는 방법이 있는데 표-10에 각 결속방법과 본 과제에서 진행하는 자주식 결속방법의 특징을 나타내었다.

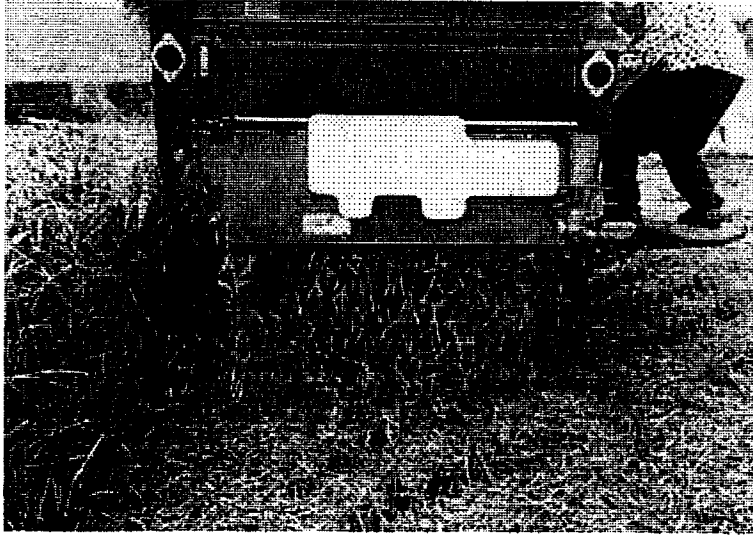


사진 1 시비용 벚짚 산포광경

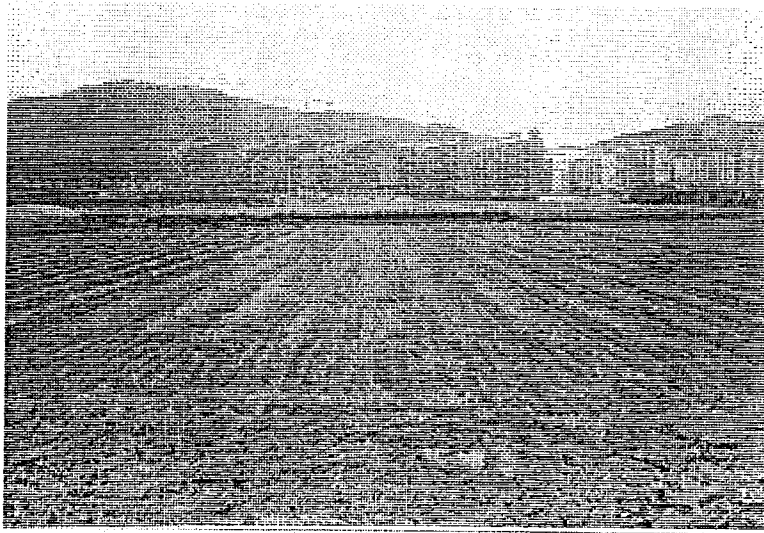
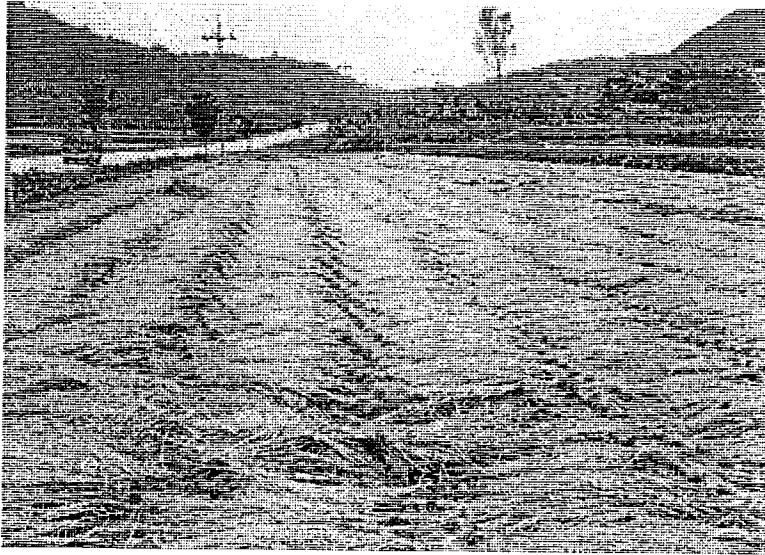


사진 2 콤바인에서 균일 투하된 벳짚



사진 3 콤바인에서 다발투하된 벃짚

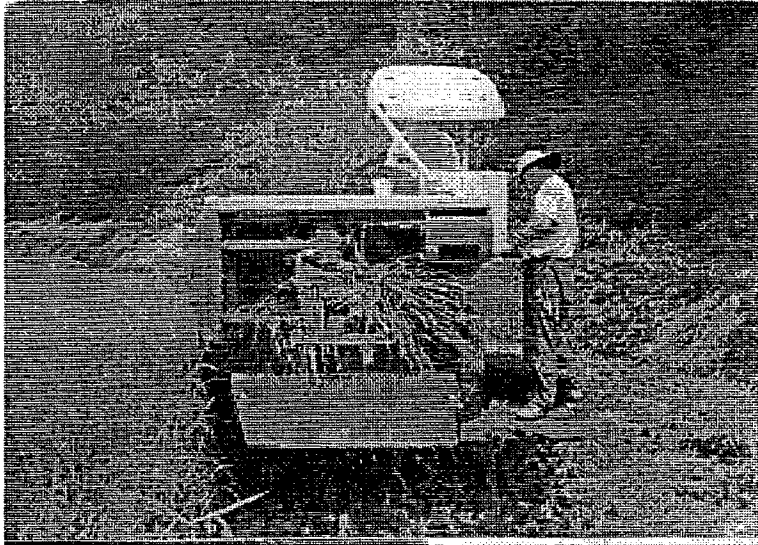


사진 4 콤바인부착 결속기의 작업광경

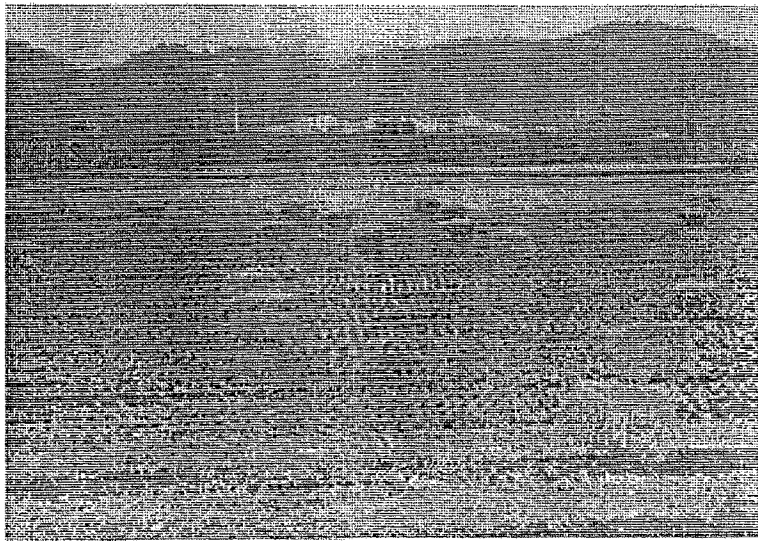
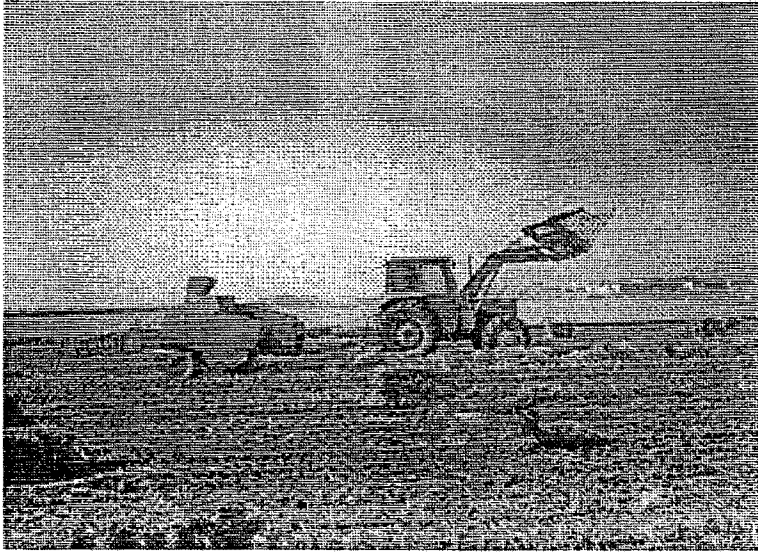


사진 5 사각결속 베일러의 작업광경과 결속벗짚

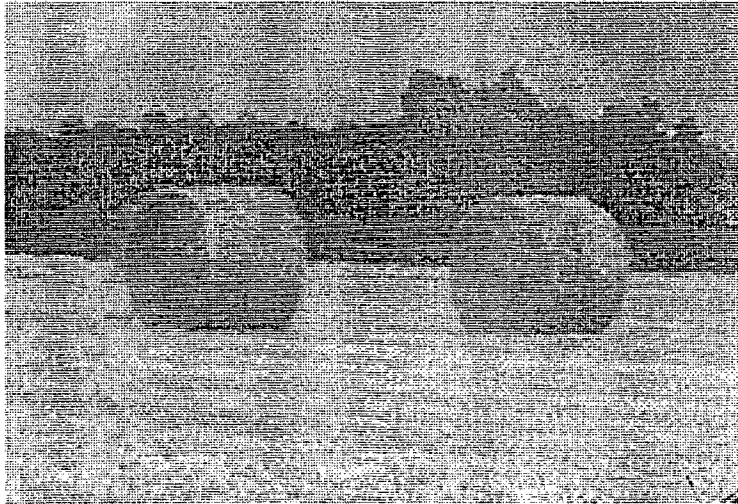


사진 6 원형(圓形)결속을 위한 집초작업과 결속된 벧짚

표-10 본과제의 자주식 벃짚결속기와 기존의 벃짚수거기의 비교

구분	베일러	콤바인부착형결속기	자주식 벃짚 결속기
구동 방식	▶ 트랙터부착형	▶ 콤바인의 옵션품목	▶ 자체동력에 의한 자주식 결속기
작업 방식	▶ 1단계 : 트랙터 부착 짚초기 작업 ▶ 2단계 : 트랙터 부착 베일러 작업	▶ 콤바인에서 벃를 예취, 탈곡한 후 즉접 결속 하여 낙하시킴.	▶ 콤바인에서 투하된 벃짚 을 자주식 동력에 의해 원형대로 결속.
개발 의도	▶ 목초지의 건조수집용	▶ 콤바인직접 결속용	▶ 자주식 결속용
용도	▶ 가축의 조사료용에 국한	▶ 조사료 및 원형벃짚의 이용분야.	▶ 조사료 및 원형벃짚 이 용분야.
가격	▶ 집초기(약300만원), ▶ 베일러(약1000만원)	▶ 완제품수입 약 410 만원	▶ 대략200-300만원정도 예상.
특징	▶ 벃짚을 압축하므로 서 원형벃짚이용 불가능. ▶ 트랙터 부착형이므로 대규모농지용. ▶ 소규모 농지에는 사용 불가능.	▶ 탈곡 후에 바로 결속 하므로 서 건조성이 불량. ▶ 건조 후에 결속끈이 이완되어 탈립현상 발생. ▶ 고가로 농민들로부터 외면.	▶ 자주식으로 별도의 동 력 불필요. ▶ 소형, 경량으로 부너지 나 노약자도 운전가능.
작업 결과	▶ 사각단당13kg-20kg정도.	▶ 미 건조상태이므로 단(직경 약 15cm)당 약 3kg정도.	▶ 건조후(수분함유량 약 15%)결속하므로 단(직경 약20cm)당 약 1kg정도.

제 4 장 벚짚결속기의 설계 및 제작

제 1 절 벚짚결속기의 설계

국내의 농지상황과 토양조건, 동력원인 보행관리기 및 콤바인부착형 결속기 등을 참고로 하여 시스템을 개발하였다.

벚짚결속기를 구성하는 각각의 시스템은 동력 및 주행장치, 수거장치, 이송장치, 결속장치의 4부분으로 구성되어 있다.

그림 1은 수거장치의 바퀴(직경 160mm)설계도를 나타내고 그림 2는 본 연구에서 설계, 제작한 자주식 벚짚결속기를 보여주고 있는데 주요부는 동력 및 주행장치, 수거장치, 이송장치, 결속장치의 4부분으로 구성되어 있다. 동력 및 주행장치는 기존의 관리기(국제종합기계주식회사)를 사용하였으며 결속장치는 바인더(국제종합기계주식회사)의 결속기를 개조하여 사용하였다. 동력장치의 엔진은 4행정 공랭식 가솔린기관이며 배기량은 334cc, 연속정격출력과 최대출력은 각각 6.5/1800 (PS/rpm)과 7.8/1800(PS/rpm)이다. 주행장치는 전진 및 후진이 각각 4단으로 이루어져 있다. 결속기의 묶음방식은 매듭방식으로 묶는 위치 및 단의 크기 등을 표-11에 나타내었다. 작업기 즉, 수거장치와 이송장치는 그림 2와 같이 설계, 제작하였으며 그림 2(a) 와 1(b)는 조립된 수거장치와 이송장치의 각각 옆면과 윗면의 설계도를 나타내고 있다. 작업기의 제원을 표-12에 나타내었다.

표-11 결속시스템의 설계 제원

벚단의 직경	80~120mm
결속끈	Polypropylene
결속방법	knot
결속위치	벚단 밑에서 약 210~250mm

결속기의 기계적 작동은 결속기 진행방향과 수직으로 놓여진 벚짚을 수거장치가 회전하면서 일정간격씩 벚짚을 수거하고 이송장치의 회전방향과 수직이 되도록 이루면서 그림 1(a)의 상, 하 체인에 의해 압축, 이송되어 곧바로 결속

장치에 의해 결속되도록 고안하였다. 그림 3은 차 식 벚짚결속기의 전체 조립도 이다.

표-12 벚짚결속기의 설계 제원

전장(mm)	1,020
전폭(mm)	800
전고(mm)	690
수거휠의 직경(mm)	160~200
중량(kg)	150

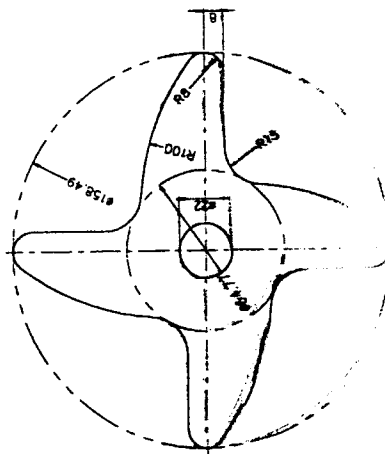
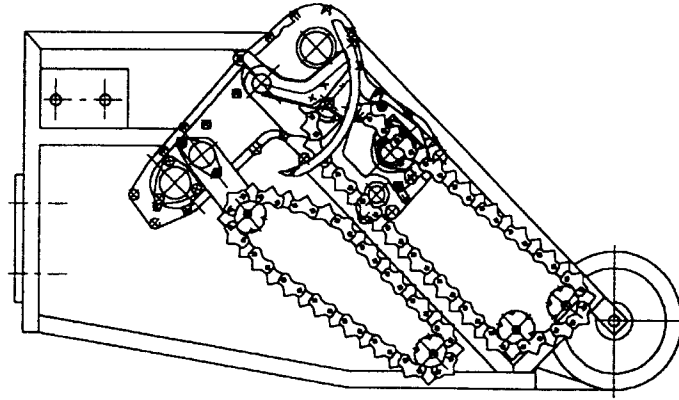
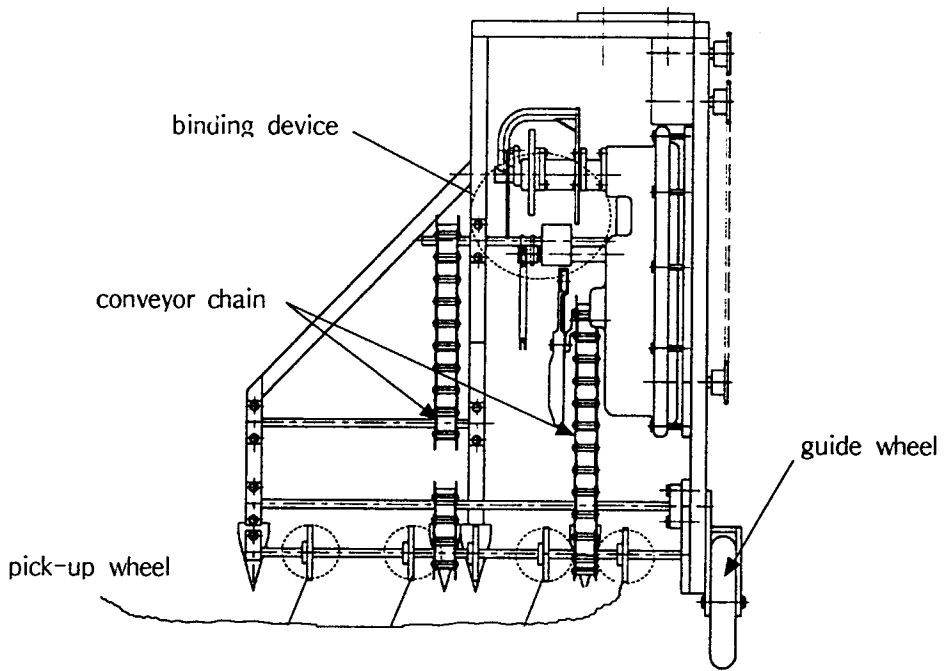


그림 1 수거바퀴의 설계도(직경 160mm)

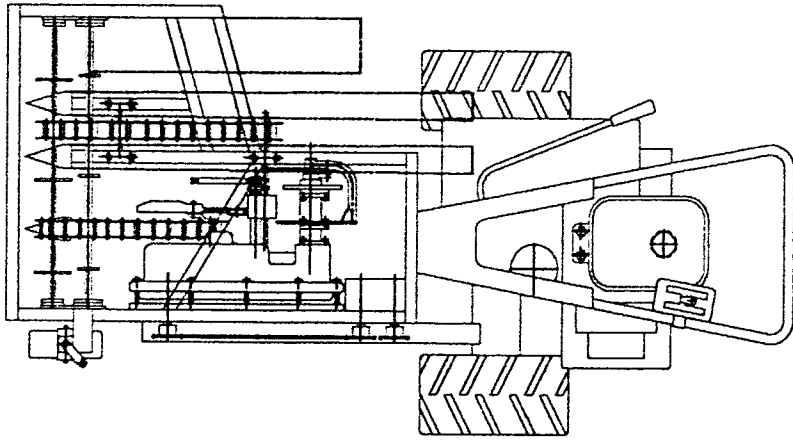


(a)

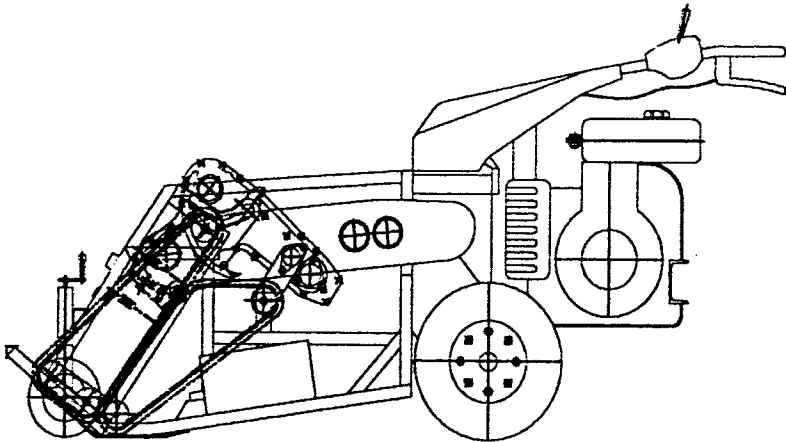


(b)

그림 2 자주식 벚짚결속기의 시스템 설계도



(a)



(b)

그림 3 자주식 벚짚결속기의 조립도

제 2 절 시작기의 제작

시작기제작은 3차에 걸쳐 시도되었다. 주행 및 조향시스템은 1차 및 2차 시작기 제작에서는 국제종합기계주식회사의 예취, 결속용 바인더를 기본모델로 설정하여 작업기를 부착하는 방식을 취하였다. 3차 시작기제작 과정에는 역시 국제종합기계주식회사의 보행관리기를 모델로 설정하였다. 결속부는 1, 2, 3차 모두 국제종합기계주식회사의 바인더용 결속시스템을 건조된 벚짚에 적당하게 결속위치와 회전수를 변화시켰다.

이송부는 1차 및 2차 시작기 제작과정에는 수직 결속하도록 설계되었는데 시스템이 복잡하게 되는 문제점이 있었다. 3차 시작기 제작은 시스템을 단순화하기 위해 수평결속방법을 선택하였는데 만족할만한 결과를 거두었다.

수거부는 1차시작기는 벨트방식, 2차 및 3차 시작기는 수거바퀴 및 체인방식으로 제작하였다.

정렬부는 자주식의 특성상 시스템을 확대할 수 없기 때문에 부착에 문제점이 제기되어 설치하지 못하였다.

지금까지 1차, 2차 및 3차에 걸쳐 제작된 시작기의 형태를 사진 7에서 사진 9까지 나타내었다.

부록에 각 결속방법에 따른 특허출원내용(발명특허 제50537호)을 수록하였다.

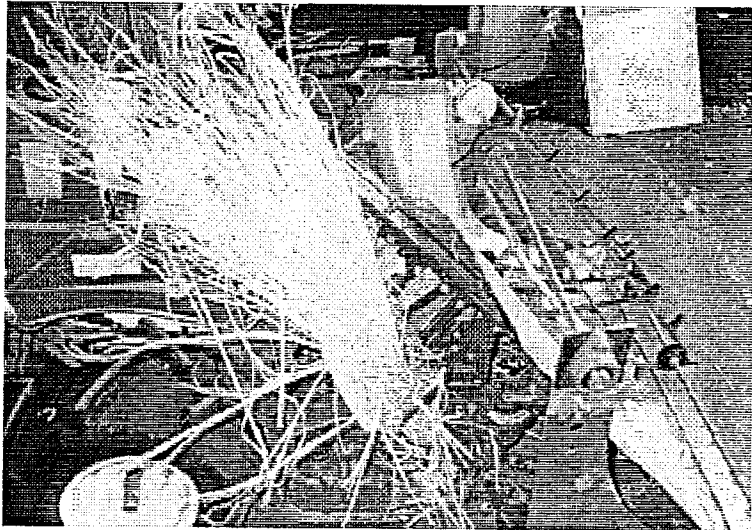


사진 7 1차 시작기제작(바인더 부착방식)

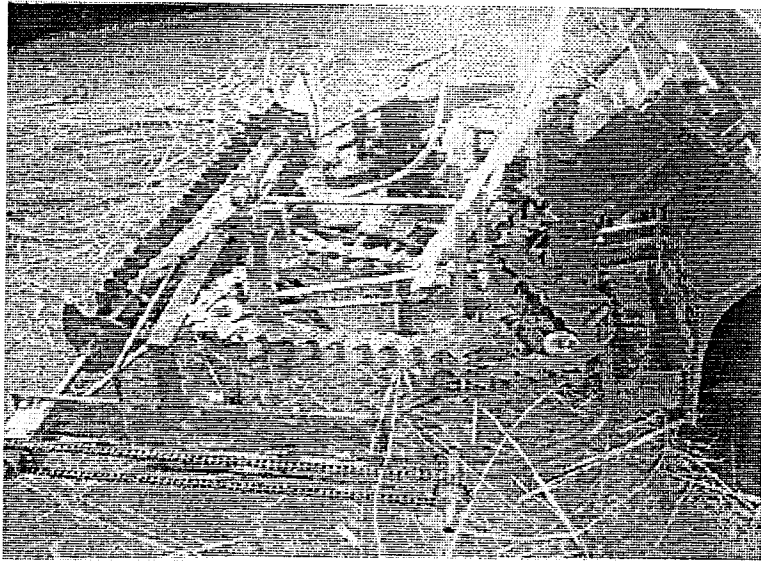
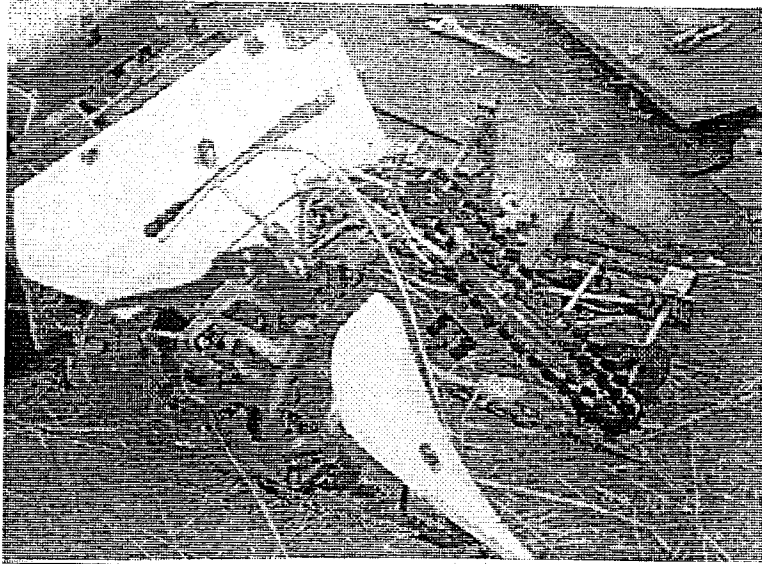


사진 8 2차 시작기제작(바인더 부착 수직결속방식
발명특허출원 제50537호)

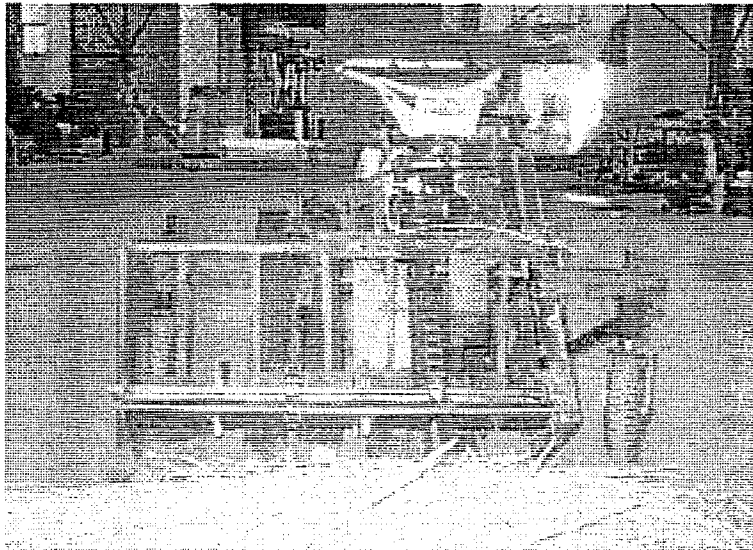
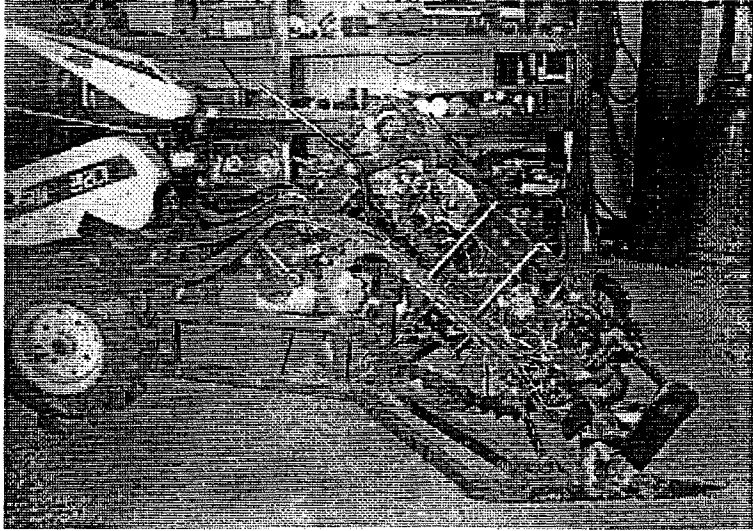


사진 9 3차 시작기 제작(관리기 작업기용 수평결속방식
발명특허출원 제50537호)

제3절 시작기의 제원

본 자주식 벚짚결속기의 시작기는 아래 표와 같은 제원으로 설계, 제작하여 성능시험을 실시하였다.

1. 엔진

형 식	4행정공랭기솔린기관
배기량(cc)	334cc
연속정격출력(PS/rpm)	6.5/1800
최 대 출 력(PS/rpm)	7.8/1800
압 축 비	6.0
사 용 연 료	자동차용 보통기솔린
연 료 소 비 율(g/PS.hr)	310
연 료 통 용 량(l)	5.5
에어크리너 형식	습식
사용오일	SAE 10W-30
마 그 네 트	전자점화장치(무접점)
시 동 방 식	리코일(자동 되돌림)시동식
중량(kg)	36

2. 본기제원

본 기 치 수	전장(mm)	1,480
	전고(mm)	820
	전폭(mm)	690
중량(kg)		106.5kg

3. 주행속력

주 행 변 속	전진4단(m/s)	1단	2단	3단	4단
		0.37	0.74	1.08	2.16
	후진4단(m/s)	1단	2단	3단	4단
		0.42	0.83	1.04	2.07

4. 바퀴

고 무 바 퀴	종 류	나비가 넓고 톱니가 높은 고무바퀴
	바깥지름×너비(mm×mm)	435×230
	톱니높이(mm)	40
차 바퀴 간 격(mm)		304~815

5. 묶음방식

단 묶 음	단 의 크 기	직경 약 8~12cm
	사 용 끈	합성끈
	단 묶는 방식	매듭방식
	단 묶는 위치	벗짚밑단에서 약160~200mm

6. 동력계통

동 력 계 통	주클러치방식	W벨트텐션방식
	동력전달방식	벨트, 체인, 기어
	조향클러치방식	특수롤러식(자동질환)
	PTO축회전수(rpm)	저속 650, 고속 1300/1800

제5장 시작기의 성능시험

제1절 실험용 벧짚

본 자주식 벧짚결속기의 성능시험은 포장벧짚의 사용기간이 1년중 일부로 국한되므로 인공포장에서의 성능시험과 실제 논 포장에서의 성능시험으로 나누어 실시하였다. 인공포장에서의 성능시험에 사용된 재료는 충남 내륙지방에서 많이 재배하는 만생종 벧짚을 사용하였는데 그 특성을 표 13에 나타내었다.

표-13 인공포장 실험용 벧짚의 특성

벧짚의 종류	재배년도	벧짚의 높이 (mm)	수분함유량 (%, w.b.)	수집지역
동진	1998	850~950	12~23	충남 연기군 금남면

실제 논 포장에서의 성능시험은 금년(1999년) 9월말에서 10월중에 비가 많이 와서 주로 10월 중,하순에 실시하였는데 실험용 벧짚의 특성을 표-14에 나타낸다.

표-14 논포장실험용 벧짚의 특성

벧짚의 종류	재배년도	벧짚의 높이 (mm)	수분함유량 (%, w.b.)	실험지역
동진	1999	750~900	20~26	충북 옥천군 이원면

제2절 성능 측정

벧짚 결속기의 성능시험은 시기상 실제의 포장에서 실시할 수 없는 관계로 1단계로는 일반 노지 포장에서 실시하였으며, 벧짚은 일반적으로 콤팩트 탈곡 후 벧짚이 떨어진 상태와 유사하게 길이 10m 씩 3개의 줄로 결속기 진행방향과 직각이 되도록 깔아놓고 결속기 작업속도를 전진 1, 2, 3단과 수거장치바퀴

의 직경을 2가지로 변화를 주면서 벚짚의 결속 상태를 조사하였다. 결속 성능은 전체시로 중 결속된 벚짚의 양으로 나타내었다. 3번 반복실험을 한 후 성능을 평균값으로 산출하였다. 2단계의 실제 논 포장도 인공포장과 유사한 형태로서 10m씩 3개줄을 대상으로 인공포장 실험조건과 동일하게 실험하였다. 표-15는 결속기 성능 시험에 사용한 조건을 나타내고 있다. 사진 10에 인공포장에서의 실험장면을, 사진 11과 사진12에 논 포장에서의 실험장면을 나타내었다.

표-15 포장에서의 결속기 실험조건

운전모드	컨베이어속력(m/s)	수거휠회전수(rpm)
전진1단	0.37	650
전진2단	0.52	910
전진3단	0.74	1,300

제3절 결과 및 고찰

벚짚 결속기의 작업 속도별과 수거바퀴 직경별 결속 성능을 표-16, 표-17에 나타내었다. 결속성능은 포장종류에 무관하게 각 작업속도에서 수거바퀴의 직경이 증가 할 수록 증가하였으며, 수거바퀴 직경이 일정 할 때 작업 속도가 전진 1단과 2단에서는 결속성능에 거의 차이가 없었으며, 작업속도가 전진 2단에서 3단으로 증가하면서 결속성능이 수거바퀴직경에 관계없이 전반적으로 약간 감소되는 경향을 보였다. 이는 결속기의 작업속도와 수거바퀴의 회전속도가 동시에 증가하면서 수거바퀴의 돌출부사이에서 벚짚이 빠져나가는 것으로 판단된다. 한편, 작업속도가 전진 2단, 수거바퀴의 직경이 200mm 일 때 결속 성능이 가장 높게 나타났으나 이는 수거바퀴직경이 같고 작업속도가 전진 1단 일 때 비교했을 때 차이가 거의 없는 것으로 판단된다. 또한 인공포장에 비해 논 포장에서의 수거율이 전반적으로 낮은 것은 논바닥의 불균일성에 의해 수거바퀴가 수집하는 벚짚의 양이 작기 때문이라고 판단된다.

표-16 운전상태에 따른 수거비율(인공포장에서의 실험결과)

수거바퀴직경(mm)	운전속력(m/s)		
	0.37	0.52	0.74
160	87	88	80
180	90	90	85
200	95	96	89

표-17 운전상태에 따른 수거비율(논 포장에서의 실험결과)

수거바퀴직경(mm)	운전속력(m/s)		
	0.37	0.52	0.74
160	80	80	75
180	87	88	75
200	90	90	80

본 시험에서 결속성능에 미치는 주 요인중 벚짚이 수거장치 및 이송장치를 통과하는 동안 체인이나 회전축사이에 벚짚이 감겨 누실 되는 현상이 관찰되었으며 또한, 노면이 고르지 못한 곳에서 벚짚을 수거바퀴가 모으지 못하는 현상, 그리고 벚짚이 결속기 진행방향에 수직으로 나란히 나열돼 있지 않은 상태에서 수거되면 두개 이송체인이 평행하게 회전하므로 벚짚 한쪽 끝 부분이 체인 밖으로 이탈하는 현상이 관찰되었다. 또한 결속과정에서 벚짚의 밀부분을 정렬시키지 못하는 것이 문제점으로 나타났다.

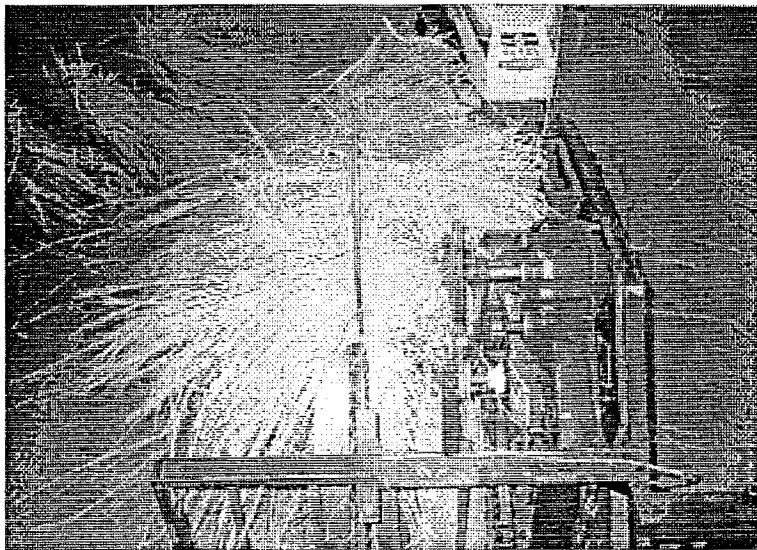
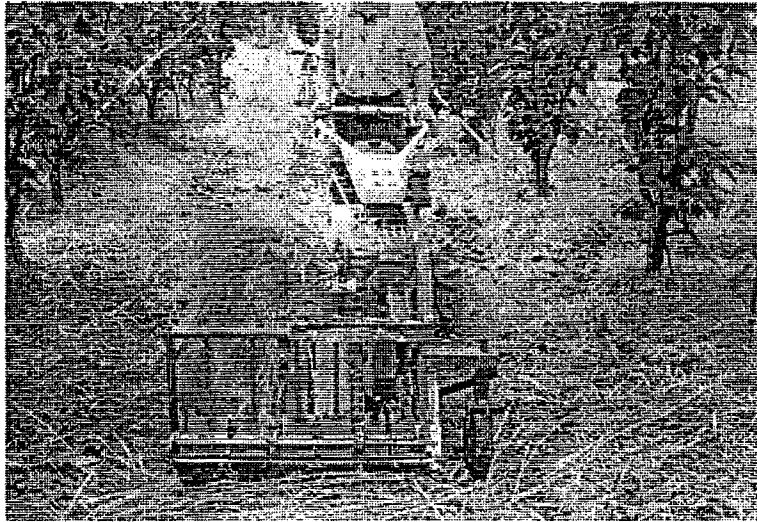


사진 10 인공포장에서 성능시험



사진 11 논포장에서 성능시험

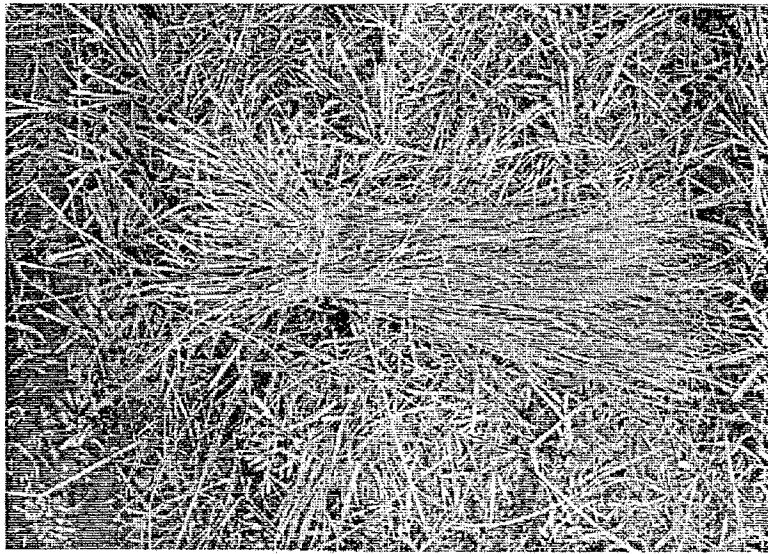


사진 12 원형(原形)으로 수거되어 결속된 벼짚

제6장 결론

본 연구를 통하여 개발된 자주식 벚짚결속기는 벼의 수확 후에 콤바인에서 투하시킨 벚짚을 원형(原形)상태로 수거, 결속하는 작업기이다. 현재 국내에서 벚짚수거는 사각(四角)이나 원형(圓形)베일러에 의해 벚짚을 압축하여 결속하므로 서 가축의 조사료에 용도가 국한되고 있다. 그러나 원형(原形)벚짚의 수요는 계속 증가하는데 비해 농촌 인력은 부족하여 벚짚수거에 기계화가 절실한 실정이다. 또한 베일러는 집초기와 트랙터를 포함하여 일반농민이 구입하기 어려운 고가의 장비이다. 따라서 본 개발은 원형(原形)벚짚을 수거하는 콤팩트한 소형, 경량의 작업기가 될 수 있도록 설계되었다.

개발된 벚짚결속기는 국내의 소규모 농지에서도 사용할 수 있도록 국내농가에 많이 보급된 관리기에 부착한 자주식의 결속기이다. 포장에 투하된 벚짚을 수거바퀴가 채집하여 체인에 공급하면 이송되어 결속부에서 원형(原形)결속되어 포장바닥으로 방출된다.

자주식 벚짚결속기의 성능시험을 통하여 인공포장과 논 포장에서 만족할만한 효과를 보였다. 그러나 시작기의 구성재료가 대부분 강재이므로 중량이 과대하여 조향에 약간의 문제가 있는데 이점은 상품화 과정에서 대부분의 재료를 플라스틱이나 FRP로 제작하면 쉽게 해결될 것이라 판단된다. 또한 상품화를 위하여는 대부분의 기계장치가 그러하듯 플라스틱 사출이나 FRP혹은 스틸 몰딩을 하여야 하는데 이 과정에 많은 투자가 필요할 것이라 판단된다.

참고문헌

1. 金光幹雄外4人, ハクサイ收穫期の開發研究, 日本農業機械學會誌, 第55卷第5号, 1993, pp.133-140.
2. 박승제, 김명호, 절단벗짚의 물리적성질, 한국농업기계학회지 23권6, pp.583-590.
3. 土屋功位外 2人, コンバインカッタに關する研究, 日本文部省科學研究費, 研究成果報告書, 1983.
4. 德能관入, 稻ワラの機械化收集, 梱包作業, 農業機械技術情報, 1985.
5. 山口廣見, 自脫型コンバインの技術現狀と課題, 日本農業機械學會誌, 第49卷第3号, pp.277-281.
6. 新村善男外3人, コンバイン排出稻わらのすき込み處理法, 日本農業機械學會誌, 第47卷 第1号, pp.117-120.
7. Erik Oberg, Franklin D. Jones, Holbrook L. Horton, Machinery handbook, Industrial press Inc., 1984.
8. 일본기계학회, 기계공학편람사전, 한국사전연구사, 1996.
9. 이영해, 생산자동화개론, 시그마프레스, 1995.
10. James N. Siddall, Optimal engineering design, Marcel dekker, Inc., 1982.
11. 한국농업기계학회, 농업기계학술용어집, 1992.
12. 임재환, 농업기계화의 투자효과 분석, 한국개발연구원, 1980.
13. 최재갑외 4인, 농작업기계, 향문사, 1984.
14. 江崎春雄, 穀物收穫機, (株)イセブ社, 1986.
15. 한국농기계공업협동조합, 한국농업기계학회, 농업기계연감, 1996.
16. 농림부, 96특용작물생산실적, 1997.
17. ASAE Yearbook, American society of agricultural engineers. 1982.

부 록

1998 年 11 月 25 日 出願

특 허 출원서 사본

出願番号 弟 50537 号

登録番号 弟 号

名 称 : 벗짚 결속 장치

李東模特許法律事務所

大田廣域市 西區 屯山洞 929(특허청앞 사학연금회관 8층

電 話 : (042)488-6884 · 488-6885

F A X (042)482-7862