

최 중
연구보고서

트위스트 휠 방식 페비닐 수거기 개발

Development of the twist wheel type vinyl remover

경 북 대 학 교

농림수산식품자료실



0016166

농 립 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부장관 귀하

본 보고서를 “트위스트 휠 방식 폐비닐 수거기 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 4월 24일

주관연구기관명: 경 북 대 학 교

총괄연구책임자: 김 태 욱

연 구 원: 조 창 래

연 구 원: 배 석 경

연 구 원: 김 승 현

연 구 원: 신 동 호

연 구 원: 유 기 형

위탁연구기관명: 삼 생 공 업

위탁연구책임자: 박 규 식

연 구 원: 박 윤 석

연 구 원: 김 정 호

연 구 원: 김 창 대

연 구 원: 정 해 두

연 구 원: 우 문 호

요 약 문

I. 제 목

트위스트 휠 방식 폐비닐 수거기 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

멀칭 비닐은 농약, 특히 토양이나 수질오염에 가장 큰 원인이 되는 제초제의 사용을 줄이기 위한 수단으로 사용되었으며, 유색 또는 백색의 멀칭비닐은 그 외에도 복사열의 차단으로 인한 지온관리, 토양의 유실방지, 적정 환경 유지에 따른 미생물생육, 지표증발방지 등의 효과가 있으며 생육조건을 양호하게 유지하고 작물의 한해나 토양의 유실을 방지하여 토양수분을 장기간 적당하게 유지하기 위한 목적으로 대부분의 밭작물 재배에 이용되고 있다. 최근 농촌 노동력이 노령화·부인화되고 있어서 노지재배에서의 멀칭비닐의 사용은 필수적이라 할 수 있다. 그러나 이런 멀칭 비닐은 다음 작기를 위하여 수거 철거되어야 하는 것이 기본이지만 부족한 농촌노동력 때문에 수거되지 못하고 그대로 방치되고 있는 것이 현실이다. 방치되고 있는 멀칭 폐비닐은 종자의 발아나 뿌리의 발육을 억제하는 것은 물론 토양내 집적되어 토양오염을 유발하고 있어서 농업환경오염의 주범으로 인식되고 있다.

우리 나라의 멀칭 비닐은 대부분 0.015mm 두께를 사용하고 있어 기계화하기에는 상당히 어려운 점이 있으며, 기존의 기계들은 대부분 두꺼운 필름을 사용하고 있는 일본 등의 기계를 모방하여 적응성이 떨어지고 있다. 이에 노동력을 줄이면서 효과적으로 폐비닐을 수거할 수 있는 메커니즘과 기계의 개발이 요구된다.

III 연구개발의 내용 및 범위

본 연구에서는 제초제의 사용 감소 등 여러 가지 효과가 있어 대부분의 밭작물 재배에 이용되고 있는 멀칭 비닐의 효과적인 처리를 위한 수거기를 개발하고자 하였다. 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 멀칭 비닐의 물성을 조사 분석하여 관련 메카니즘 설계
- 국내외 비닐 수거장치 기술조사 및 비닐 수거장치로의 모델 정립

- 트위스트 휠 메커니즘 시작품 제작
- 자주형 트위스트 휠 페비닐 수거기 개발 제작 및 시험
- 트랙터 부착기형 트위스트 휠 페비닐 수거기 개발 제작 및 시험

VI. 연구개발 결과

멀칭 비닐은 농약, 제초제의 사용을 줄이기 위한 수단으로 사용되었으며, 여러 가지 효과가 있어 대부분의 밭작물 재배에 이용되고 있다. 그러나 이런 멀칭 비닐은 다음 작기를 위하여 수거 철거되어야 하는 것이 기본이지만 부족한 농촌노동력 때문에 수거되지 못하고 그대로 방치되고 있는 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 수거가 어려운 멀칭비닐을 효과적으로 제거하고자 여러 가지 형태의 페비닐 수거기를 개발하고자 한다. 이에 따라 두께별 멀칭비닐의 물성을 조사하여 시험기를 제작 및 시험하고 자주식과 트랙터 부착형 수거기의 시작기를 개발하여 성능시험을 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 멀칭 비닐의 물성 테스트 결과 트위스트 휠 방식 비닐 수거기 설계 시 수거하는 비닐의 폭에 따라 차이는 있으나 꼬임의 횟수는 길이가 비닐폭 정도에서 약 0.5~3회 정도로도 상당한 효과가 있을 것으로 판단된다.
2. 자주식 페비닐 수거기는 원활한 수거 및 주행을 위해 주행부와 수거휠 회전용으로 구분하여 각각 최대출력 2.5마력, 1.5마력의 엔진을 선정하여 동력전달장치를 구성하였다.
3. 자주식 페비닐 수거기의 경우 길이 17cm~47cm정도에서 1회 꼬일 수 있도록 설계하였으며 수거기의 안정 작업주행속도를 0.5m/sec로 하여 보빈은 강도와 작업성을 고려하여 지름을 160mm로 설계하였다. 수거휠의 선속도를 유지하기 위한 수거휠 보빈의 회전속도는 60rpm으로 설계하였으며 비닐이 보빈에 감기면 수거휠 회전용 엔진의 회전수를 조정하여 안정적으로 비닐을 수거할 수 있도록 하였다.
4. 이랑의 간격이 950mm인 10a(50m×20m)의 포장에서 자주식 페비닐 수거기의 성능시험 평가한 결과 평균작업속도는 0.56m/s이고 평균회행시간은 15초로 나타나 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 40.06min/10a 정도가 된다.

5. 부착기형의 경우 기존 보유하고 있는 트랙터의 작업기를 활용할 수 있는 트랙터 로더 버킷형, 트랙터 부착형 수거 전용기, 트랙터 작업기 탈부착형 등으로 다양하게 탑재부를 구성하였으며, 트랙터의 보조유압을 활용하여 수거휠이 작동하도록 동력전달장치를 구성하였다.
6. 부착기형 페비닐 수거기의 경우 비닐 길이 30cm~85cm 정도에서 0.5회 꼬일 수 있도록 설계하였으며 수거기의 안정 작업주행속도를 1m/sec로 하여 보빈은 강도와 작업성을 고려하여 지름을 190mm로 설계하였다. 수거휠의 선속도를 유지하기 위한 수거휠의 회전속도는 90rpm으로 설계하였으며 비닐이 보빈에 감기면 유량 조절밸브에 의해 수거휠 회전용 엔진의 회전수를 조정하여 안정적으로 비닐을 수거할 수 있도록 하였다.
7. 부착기형의 경우 이랑의 간격이 950mm인 10a(50m×20m)의 포장에서 성능시험 평가한 결과 평균작업속도는 1m/s이고 평균회행시간은 20초로 나타나 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 24.5min/10a 정도가 되며, 이랑간격이 1,500mm일 경우 작업능률이 14min/10a 정도 될 것으로 예측된다.
8. 여러 가지 형태로 적용된 트위스트 휠 방식의 수거기는 비닐이 크게 손상된 곳이 아니면 원활하게 수거가 되었으며 수거율은 97% 이상으로 양호하게 나타났다. 작업상태는 수거휠에 의한 꼬임작업에 의해 끊김회수가 10a 작업에서 2회 미만으로 거의 찢어지지 않아 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.
9. 부담면적은 자주형의 경우 19.2 ha로 나타났으며, 트랙터 부착형 비닐수거기의 경우는 49.6 ha로 나타났다.
10. 자주형 시작기의 고정비는 1,093 천원으로 나타났으며, 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 1,138 천원/ha, 5ha 작업시 263 천원/ha, 10ha 작업시 154 천원/ha, 부담면적 19.2 ha 작업시 101 천원/ha으로 나타나 작업면적이 증가할수록 이용비용은 절감되는 것으로 나타났다.
11. 트랙터부착형 시작기의 고정비는 656 천원으로 나타났으며, 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 697 천원/ha, 5ha 작업시 172 천원/ha, 10ha 작업시 106 천원/ha, 부담면적 49.6 ha 작업시 53 천원/ha으로 나타나 작업면적이 증가할수록 이용비용은 점감되는 것으로 나타났다.
12. 인력수거대비 손익분기점은 자주형 시작기의 경우 작업면적 2.3 ha, 트랙터부착형 시작기의 경우는 1.4 ha 전후로 나타났다. 부담면적으로 작업시 인력수거대비

절감효과는 자주형 시작기의 경우 연간 7,856 천원, 트랙터부착형 시작기의 경우 연간 22,696 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

2. 활용에 대한 건의

멀칭 비닐은 여러 가지 장점들로 인해 대부분의 밭작물 재배에 사용하고 있지만 사용하고 난 후의 수거 문제는 환경문제로까지 대두될 정도로 심각한 실정이다. 이 문제를 해결하기 위해 여러 가지 형태의 기계가 개발되어 왔지만 우리나라와 상황이 다른 일본 등의 기계를 모방하여 현장에 적용하기가 어려웠다. 그러나 새로운 트위스트 휠 방식의 페비닐 수거 메커니즘을 이용하면 페비닐의 인장강도를 증대시킬 수 있어 비닐의 끊김없이 원활하게 수거할 수 있었다.

본 연구에서 개발된 페비닐수거기가 정착되어 활용된다면 부착기형의 경우 기존의 트랙터를 그대로 사용할 수 있는 장점이 있으며 손쉽게 수거가 가능하여 환경오염 등의 단점을 보완하면서 멀칭 재배의 장점을 계속적으로 이용할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 고추 등의 멀칭재배 작물의 상품성 향상으로 대외 경쟁력을 제고할 수 있으며 수출효과도 기대할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 일반적인 멀칭 필름 이외에도 그 두께가 매우 작은 땅콩 등의 포장에서도 충분히 적용이 가능할 것으로 생각되며 기존 하우스용 비닐에도 같이 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

결과적으로 대부분의 밭농가에서 방치되고 불완전한 방법으로 수거되거나 매몰되는 페비닐의 양을 획기적으로 줄일 수 있고 단위별로 수거가 가능하게 할 수 있기 때문에 신속한 보급이 필요할 것으로 생각된다.

SUMMARY

I. Title

Development of the twist wheel type vinyl remover

II. Objectives and Necessity

Mulching vinyl is used on field crops to reduce herbicides and this causes multiple effects. The mulching vinyl must be collected for the next crop season, but was left alone due to a shortage of labor. The used mulching vinyl that was left alone acted as one of the main sources of environmental pollution on farms. Therefore development of a used vinyl remover is in demand to reduce labor and produce more effective work.

III. Methods of studies

- The design of the remover mechanism was based on an analysis of the physical properties of vinyl
- An analysis of vinyl removers and development of a model
- Manufacturing of a twist wheel prototype
- Manufacturing and test of the self-propelling vinyl remover
- Manufacturing and test of the tractor attached vinyl remover

IV. Results and conclusion of the research

1. As seen in the vinyl's physical properties test, the vinyl remover will twist 0.5~3 times per vinyl width.
2. The self-propelling vinyl remover consists of a travelling part and rotating of

- remover wheel. Each output device has a 1.5ps engine and a 2.5ps engine.
3. In the case of self-propelling vinyl remover, the vinyl was twisted 1 times / 17~47cm length. The bobbin's diameter was 160mm and it's stable travelling speed was 0.5m/s. The revolution of the remover wheel bobbin was 60rpm to maintain the wheel's linear velocity.
 4. As seen at performance test at the field which had 950mm ridge intervals and 10a area, the average working speed was 0.56m/s and the turning time was 15 seconds. Therefore, the working performance was 40.06min/10a.
 5. The "tractor attached vinyl removers" loading sequence consists of : connecting tractor to bucket, removing bucket from tractor, and the process was the tractor's assistance hydraulics.
 6. In the case of tractor attached vinyl remover, the vinyl was twisted 0.5 times / 30~85cm length. The bobbin's diameter was 190mm and it's stable travelling speed was 1m/s. The revolution of the remover wheel was 90rpm to maintain the wheel's linear velocity.
 7. As seen at performance test at the field which had 950mm ridge intervals and 10a area, the average working speed was 1m/s and the turning time was 20 seconds. Therefore, the working performance was 24.5min/10a.
 8. The efficiency of used vinyl remover was 97% and working conditions were good.
 9. The cost of self-propelling vinyl remover was reduced by 7,856,000 won and tractor attached remover was 22,696,000 won..

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	5
Section 1. Necessity and Objectives	5
1. Necessity	5
2. Objectives	9
Section 2. Objectives and Contents	9
1. Objectives	9
2. Contents	11
3. Appraisal	12
4. Methods	13
Chapter 2. Present conditions and points	8
Section 1. World level	8
Section 2. Domestic level	8
Section 3. Present conditions and points	8
Chapter 3. Results of the research	9
Section 1. Analysis of mulching vinyl	9
1. Form of mulching vinyl	9
2. Physical properties	13

Section 2. Development of self-propelling vinyl remover	73
1. Design of travelling part	37
2. Mechanism of vinyl remover	45
3. Manufacturing of prototype	52
4. The performance test	55
5. Summary and Conclusion	60
Section 3. Development of tractor attached vinyl remover	66
1. Design & manufacturing	61
2. Transmission	66
3. Manufacturing of prototype	70
4. The performance test	75
5. Summary and Conclusion	80
Section 4. Feasibility analysis	88
1. Introduction	88
2. Methods	88
3. Result and Discussion	88
4. Summary and Conclusion	91
Chapter 4. Achievement and Contribution	92
Section 1. Achievement	92
Section 2. Contribution	93
Chapter 5. Plan of application and use	94
Section 1. Outcome of research	94
Section 2. Plan of application and use	95

Chapter 6. Overall Conclusion	6
Chapter 7. References	8

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	15
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성	15
1. 연구의 배경	15
가. 기술적 측면	15
나. 경제·산업적 측면	16
다. 사회·문화적 측면	17
라. 앞으로 전망	18
마. 기술도입의 타당성	19
2. 연구의 목적	19
제 2 절 연구개발 목표와 내용	20
1. 연구개발의 목표와 내용	20
2. 연차별 목표와 내용	21
3. 평가의 착안점	22
4. 연구방법	23
가. 1차년도	23
나. 2차년도	24
다. 3차년도	25
제 2 장 국내외 기술개발 현황	26
제 1 절 세계적 수준	26
제 2 절 국내수준	26
제 3 절 국내·외의 연구현황	28
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	29
제 1 절 멀칭비닐을 이용한 재배양식 조사 및 멀칭비닐 물성분석	29
1. 멀칭 비닐 자료 조사 및 재배양식 조사 분석	29
2. 멀칭비닐의 물성 조사	31

제 2 절 자주형 비닐수거기 개발	37
1. 자주형 수거기 주행부 및 동력전달부 설계 및 분석	37
가. 주행부의 설계	37
나. 수거휠의 동력전달장치 설계	42
2. 자주형 트위스트 휠 방식 비닐 수거 메커니즘 개발	45
3. 자주형 트위스트 휠 방식 비닐 수거 시작기 개발	52
4. 자주형 비닐수거기의 성능시험	55
가. 자주형 페비닐 수거기의 제원	55
나. 재료 및 방법	55
다. 시험결과 및 고찰	58
5. 요약 및 결론	60
제 3 절 트랙터 부착기형 비닐 수거기 개발	61
1. 부착기형 비닐 수거기의 수거부 설계 및 제작	61
2. 부착기형 비닐수거기 동력전달 장치 및 휠 고정장치	66
3. 부착기형 비닐수거기 시작기의 제작	70
가. 트랙터 로더 버킷 장착형	70
나. 트랙터 부착형 수거 전용기	72
다. 트랙터 작업기 탈부착형	73
다. 유압장치의 설계 및 제작	74
4. 부착기형 페비닐 수거기의 성능시험	75
가. 부착기형 페비닐 수거기의 제원	75
나. 재료 및 방법	75
다. 시험결과 및 고찰	78
5. 요약 및 결론	80
제 4 절 비닐수거기의 경제성분석	81
1. 서론	81
2. 연구방법	81
가. 부담면적	81
나. 이용비용	82
3. 결과 및 고찰	86

가. 부담면적	86
나. 이용비용	87
4. 요약 및 결론	91
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	92
제 1 절 목표달성도	92
제 2 절 관련분야의 기여도	93
1. 기술적 측면	93
2. 경제적·산업적 측면	93
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	94
제 1 절 연구성과	94
1. 특허등록	94
2. 홍보	94
제 2 절 활용계획	95
제 6 장 종합결론	96
제 7 장 참고문헌	98

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구의 배경

가. 기술적 측면

지구상의 인구는 증가하고 산업개발이나 환경파괴 등에 따라 생산지는 감소하게 되어 식량은 점점 더 부족해지고 있다. 산업기술의 발전에 따라 다수확을 위한 농업자재나 기술의 발달이 눈부시게 진행되고 있어서 식량난을 해결하는 데 많은 공헌을 하고 있다. 이것은 다수확을 달성하기 위하여 60년대 이후부터 주로 화학 비료와 농약을 사용하는 현대농업이라고 하는 농법의 결과이다. 지난 수십년간 진행된 다수확 위주의 농업정책은 식량난을 어느 정도 해결했다는 긍정적인 결과를 얻는데 성공한 것은 사실이지만 수질오염, 토양오염, 이로 인한 생태계의 파괴, 결과적으로 먹이사슬에 의한 가축이나 인간의 중금속 등에 따른 원인이나 증상을 파악할 수 없는 수많은 환경오염이 원인이라고 할 수 있는 문제점을 야기시키게 되었다. 아직도 절대 빈곤과 식량 부족에서 벗어나지 못한 국가와 인구가 여전히 세계 인구의 많은 부분을 차지하고 있어서 이러한 현대농법은 여전히 지속되고 있지만 일부 선진국 등에서 유기농업으로 대변되는 친환경농업을 시도하게 되었다.

멀칭 비닐은 농약, 특히 토양이나 수질오염에 가장 큰 원인이 되는 제초제의 사용을 줄이기 위한 수단으로 사용되었으며, 유색 또는 백색의 멀칭비닐은 그 외에도 복사열의 차단으로 인한 지온관리, 토양의 유실방지, 적정 환경 유지에 따른 미생물생육, 지표증발방지 등의 효과가 있으며 생육조건을 양호하게 유지하고 작물의 한해나 토양의 유실을 방지하여 토양수분을 장기간 적당하게 유지하기 위한 목적으로 대부분의 밭작물 재배에 이용되고 있다. 최근 농촌 노동력이 노령화·부인화되고 있어서 노지재배에서의 멀칭비닐의 사용은 필수적이라 할 수 있다.

그러나 이런 멀칭 비닐은 다음 작기를 위하여 수거 철거되어야 하는 것이 기본이지

만 부족한 농촌노동력 때문에 수거되지 못하고 그대로 방치되고 있는 것이 현실이다. 방치되고 있는 멀칭 폐비닐은 종자의 발아나 뿌리의 발육을 억제하는 것은 물론 토양 내 집적되어 토양오염을 유발하고 있어서 농업환경오염의 주범으로 인식되고 있다.

우리나라의 멀칭용 비닐은 PE 계열의 하이덴(high density)과 로덴(low density) 두 종류로 생산되고 있으며, 백색 및 유색(청, 흑색)으로 구분되고 있다. 멀칭비닐의 폭은 대체로 고추, 콩, 채소 등 둥근이랑 재배인 경우 3~5자(90~150cm)가 대부분이고, 마늘 양파, 참깨 등 평이랑 재배의 경우는 폭이 넓어서 12자(360cm)까지 사용되고 있다. 멀칭 비닐의 두께는 세계에서 가장 얇은 수준으로 0.015mm가 주종을 이루고 있다. 이런 멀칭비닐은 바람에 의해 날려가지 않도록 하기 위해 양 가장자리와 중앙을 흠으로 덮어둔다. 또한 중앙이나 여러 줄의 형태로 작물의 식부공이 타공되어 있다.

따라서 비닐의 양 가장자리와 중앙의 일부가 흠 속에 묻혀있거나 식부공이 타공되어 있어서 인발장력이 열악한 상태로 보존상태가 불량한 멀칭비닐을 생력적으로 수거할 수 있는 장치가 요구된다. 고추나 담배와 같은 수확이 끝난 발작물의 경우 마른 작물의 줄기가 일손이 부족하여 즉시 제거되지 못하고 포장에 남아있어 비닐의 수거에 장애가 되고 있다.

수작업으로 수거되는 멀칭 비닐은 비닐에 붙어있는 흠덩이는 어느 정도 분리가 가능하지만 부피를 적게할 수가 없기 때문에 제대로 관리하지 않을 경우 겨울 바람에 날려가게 되는 경우가 많다. 따라서 수거하는 멀칭 비닐은 비닐에 부착되어있는 토양을 효과적으로 분리시키고 부피를 최소화하여 결속할 수 있게 수거하는 것이 필요하다.

나. 경제·산업적 측면

수작업으로 수거하여 논밭이나 마을 어귀 등 일정 구역에 그대로 방치된 멀칭 비닐은 지난 태풍 “매미” 홍수피해 중 교량의 교각을 파손시키는 원인이 되기도 하였다. 수거되지 못하고 포장에 방치된 폐비닐은 대부분 소각하게 되는 데 매년 봄 전국적으로 발생하는 산불의 원인 가운데 차지하는 비중 또한 높은 것으로 조사되고 있다.

우리나라는 2002년 말 현재 농업용으로 사용되는 비닐은 약 26만톤으로 그 중 절반 정도가 멀칭비닐로 사용되고 있다. 이런 비닐의 사용량은 매년 10% 정도씩 증가하고 있으나, 한국환경자원공사(구 자원재생공사)에서의 재활용을 위한 수거량은 턱없이 부

족하여 농업현장에 방치되거나 누적되고 있는 실정이다. 현대농업에서 사용할 수밖에 없는 폐비닐의 재활용은 국내는 물론 일본이나 선진국에서도 경제적인 기술이 실용화되지 못하고 있어서 특단의 대책을 요구하고 있으나 실현되지 못하고 있다.

현재 한국환경자원공사에서 수거된 비닐은 분리와 세척을 통하여 고체연료로 가공하여 시멘트 공장 등에서 사용하거나 건축 및 전기공사자재나 정화조, 물통 등 생활자재로 재생되기도 한다. 최근 중국이나 베트남 등 동남아시아로 수출되기도하고 인공어초로 개발이 실용화 단계에 접어들고 있어 폐비닐의 누적 재고량은 줄어들 예정이다.

국내에서도 생분해성 필름의 제조 기술은 개발되었으나 생산비가 기존 멀칭 비닐의 10배 정도이기 때문에 절반을 보조로 공급한다고 하여도 농가에서의 수용이 쉽지 않은 게 현실이다.

다. 사회·문화적 측면

농업의 국제경쟁은 강화되고 있으며 우리나라의 농업인구는 계속 감소하고 있고 노령화 부인화되고 있어서 생력적인 수거장치의 개발이 요구되고 있다. 지금까지 수거장치가 개발되지 않고 있기 때문에 멀칭비닐의 절반 이상이 포장에 방치되고 있어서 수확기가 끝난 겨울철 농촌에는 날려서 나뭇가지나 전주에 걸려있는 폐비닐을 쉽게 구경할 수 있는 등 농촌미관을 크게 해치고 있다. 도회지 생활을 하는 대부분의 사람들은 이런 광경에 불쾌해 질 수 밖에 없으나 별다른 방법이 없는 것이 현실이다.

한국환경자원공사에서도 누적되고 있는 폐비닐이 점점 늘어나 실제로 부지 확보가 어려운 실정이며 또한 재생이나 재활용을 위한 가공처리에 많은 인력과 예산을 소비하고 있는 실정이다. 농업용으로 사용되고 있는 폐비닐은 통계상 절반 정도는 현장에서 소각처리 되고 있다. 폐비닐의 소각은 법적으로 금지되고 있으나 농업현장에서는 지켜지지 않고 있으며, 붐철 산불 발생의 원인뿐만 아니라 다이옥신의 발생 등 환경오염의 주범이 되고 있다.

나. 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

일본이나 유럽의 농업선진국에서도 대부분의 밭작물의 재배에는 멀칭 비닐이 사용

되고 있으나 대부분 생분해성 필름을 사용하거나 수거가 가능한 필름을 생산하여 기계적으로 수거하고 있다. 일본의 경우 생분해성 필름을 정부보조로 지원하고 있으며, 일반 멀칭필름은 두께를 0.02mm 이상으로하여 농가에서 보유하고 있는 트랙터의 부작작업기로 수거하고 있다. 이 정도 두께의 필름은 수확을 끝낸 작물의 줄기가 그대로 있어도 수거가 가능하다. 그러나 우리나라는 플라스틱 필름 제조기술이 월등하여 대체로 0.015mm 정도로 생산 공급하고 있어, 일본에서 사용되고 있는 유인 인발 권취 방식으로는 장력이 약한 비닐이 끊어지기 때문에 수거가 불가능하다. 그러므로 인발을 위한 유인거리를 최소로 하여 지면에서 가까운 위치에서 유인하고 손상된 비닐의 장력을 증대시킬 수 있는 기계장치의 개발이 요구된다.

라. 앞으로 전망

우리나라에서도 환경보존을 위하여 적극적으로 생분해성 필름의 제조와 보급이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 이런 대책은 당장 현실화하기 어려우므로 멀칭비닐의 제조두께를 기계적인 수거가 가능한 수준으로 상향 조정하여 규제할 필요가 있다고 판단된다. 또한 누적 재고가 많아 수작업으로 수거된 폐비닐의 수집이 한계에 달하고 있는 바 정부차원에서 적극적으로 재활용 기술개발과 추진이 절실히 요구된다 할 수 있다.

국내에 생산 보급되고 있는 0.015mm의 PE 계열의 멀칭비닐은 재배가 끝나는 시기에 태양에 직접 노출되면서 열화가 급속히 진행되고 손상이 심하여 기계적으로 수거가 대단히 어려운 상황이다. 또한 멀칭 비닐은 작물의 식부공이 중앙 또는 몇 줄의 형태로 타공되어 있고, 양 가장자리 또는 중앙의 일부에 토양으로 덮여져 있기 때문에 인발만으로는 수거가 대단히 어렵다. 따라서 본 연구과제에서는 이런 멀칭 비닐을 수거하기 위하여 지금까지 기초적으로 수행한 기초연구결과를 구체적으로 시험 개발하여 기계적인 수거가 가능하도록 하고, 수거한 비닐의 부피가 최소화되도록 결속하는 장치를 겸비한 수거장치를 개발하고자 한다.

또한 폐비닐 수거기는 농업경영자 자가 보유보다는 단체나 공동 구매 형식으로 구입하여 사용할 수 있도록 작업량이나 제원을 설정할 예정이다.

마. 기술도입의 타당성

일본이나 유럽에서 사용하고 있는 유인 인발 권취 방식의 장치로는 우리나라에서 사용하고 있는 멀칭비닐의 수거가 거의 불가능하다. 일본식 기계는 국내에 도입되고 있으나 거의 보급되거나 이용되지 못하고 있다. 따라서 국내의 얇은 필름을 수거할 수 있는 장치로서 도입하여 적용할 수 있는 할 수 있는 기술은 없다.

2. 연구의 목적

따라서 본 연구에서는 수거가 어려운 멀칭비닐을 효과적으로 제거하고자 여러 가지 형태의 폐비닐 수거기를 개발하고자 한다. 이에 따라 두께별 멀칭비닐의 물성을 조사하여 시험기를 제작 및 시험하고 자주식과 트랙터 부착형 수거기의 시작기를 개발하여 성능시험을 실시하였다.

제 2 절 연구개발 목표와 내용

1. 연구개발의 목표와 내용

- 멀칭 비닐의 물성 조사 분석
 - 작물별 멀칭재배 양식(이랑폭, 작물 식재 주조간 간격, 평이랑, 등근이랑) 조사
 - 멀칭 비닐의 두께, 폭, 다중 여부, 밀도

- 국내외 기술조사
 - 국내외 비닐 수거장치 기술조사 : 인발방법, 압축방식, 구동방식, 작업량
 - 국내 비닐 수거장치로의 모델 정립

- 트위스트 휠 메커니즘 시작품 제작
 - 트위스트 휠 방식의 수거장치 시작품 제작
 - 트위스트 휠 방식의 수거장치 현장 성능 시험

- 자주형 트위스트 휠 페비닐 수거기 개발
 - 소규모 자주방식의 트위스트 휠 수거기 제작
 - 작업량 20a/hr, 수거용량 20kg(폭90cm멀칭비닐 300m), 수거폭 90~130cm
 - 자주형 수거기 현장 성능 시험

- 부착기형 트위스트 휠 페비닐 수거기 개발
 - 대규모 트랙터 부착기형의 트위스트 휠 수거기 제작
 - 작업량 50a/hr, 수거용량 60kg(폭90cm멀칭비닐 1,000m), 수거폭 90~300cm
 - 부착기형 수거기 현장 성능 시험

2. 연차별 목표와 내용

구분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위	
		주관연구기관	위탁연구기관
1차 년도 (2005)	기술요구도 분석 및 멀칭비닐 수거모델 정립	<ul style="list-style-type: none"> ○ 멀칭 비닐 자료 조사 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 멀칭 비닐의 물성 조사 - 종류별 강도 시험 - 트위스팅 비닐의 물성 시험 ○ 멀칭비닐 재배 양식 조사 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 멀칭비닐의 생산규격, 이랑방식, 식재방식 ○ 트위스트 휠 방식 비닐 수거메커니즘 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 비닐수거 메커니즘의 요인 시험 - 메커니즘 기본구성 및 시험 - 메커니즘 시뮬레이션 - 트위스트 휠 방식 시험기 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주행부 및 동력전달부 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 자주형 주행 형식 및 구성 분석 - 부착기형의 탑재방식 및 동력전달 메커니즘 분석 - 메커니즘 시뮬레이션 및 제작 시험
2차 년도 (2006)	자주형 트위스트 휠 방식 멀칭비닐 수거기 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 트위스트 휠 수거메커니즘 시작품 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 시작품 제작 - 수거성능 포장시험 ○ 자주형 수거기 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시작품 제작 - 성능 포장 시험 및 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주행부 및 동력전달부 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자주형 구동부 제작 - 부착기형의 탑재부 및 동력전달부 제작 - 장치 시험
3차 년도 (2007)	부착기형 트위스트 휠 방식 멀칭비닐 수거기 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자주형 수거기 보완 <ul style="list-style-type: none"> - 다양성 시험 - 분석 및 보완 ○ 부착기형 수거기 시작품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시작품 제작 - 성능 포장시험 및 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주행부 및 동력전달부 실용화 <ul style="list-style-type: none"> - 자주형 주행부 실용화 개발 - 부착기형의 탑재방식 및 동력전달부 실용화 개발 - 내구성 및 경제성 분석

3. 평가의 착안점

구 분	평가의 착안점 및 척도	
	착 안 사 항	척도(점수)
1차년도 (2005.5. ~2006.5.)	○ 조사 결과는 대표성이 있는가	10
	○ 물성 시험은 신뢰성이 있는가	30
	○ 요인시험 항목은 적당하며 분석은 타당성이 있는가	30
	○ 메커니즘은 현실성이 있는가	30
2차년도 (2006.5. ~2007.5.)	○ 메커니즘의 성능은 목표치에 근접하는가	30
	○ 성능시험의 조건 및 항목은 적당한가	30
	○ 시작품의 구성은 실용성, 경제성이 있는가	40
3차년도 (2007.5. ~2008.5.)	○ 개발한 수거기는 실용성, 경제성이 있는가	40
	○ 개발한 수거기는 구입 및 운전 비용이 타당한가	30
	○ 장치의 유지소모품의 구입 및 활용은 편리한가	30
최종평가	○ 자료의 조사 분석은 대표성과 신뢰성이 있는가	20
	○ 수거기 메커니즘은 독자적이고 우월한가	20
	○ 수거기의 경제성 및 실용성은 우수한가	20
	○ 수거기의 활용편의성은 우수한가	20
	○ 수거기의 안전성은 우수한가	20

4. 연구방법

가. 1차년도

구 분	연구개발 내용	연구개발 방법 및 설계	
1차년도 (2005.4 ~ 2006.4)	○ 멀칭 비닐 자 료 조사 및 분석	주관 기관	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 생산공급되고 있는 멀칭 비닐의 두께, 폭 등의 물성을 조사하여 일본 등 외국제품과 비교분석 - 비닐의 생산규격별, 포장조건별 경시변화 등의 강도 시험 - 멀칭 비닐의 종류별, 사용조건별 퍼진 상태와 꼬인 상태의 인발장력 시험 분석 - 멀칭비닐의 생산규격과 평이량 및 둥근이량의 재배방식, 식물 식부를 위한 타공 형태 분석 - 멀칭비닐의 토양분리, 인발력, 속도, 트위스트 휠 수거 메커니즘의 요인 시험 - 멀칭비닐의 생산 및 재배양식에 따른 트위스트 휠 수거 메커니즘의 기본구성 및 공정별 시험 - 메커니즘의 시뮬레이션을 통한 설계 분석
	○ 멀칭비닐 재배 양식 조사 및 분 석 ○ 트위스트 휠 방식 비닐 수거 메커니즘 개발		위탁 기관

나. 2차년도

구 분	연구개발 내용	연구개발 방법 및 설계	
2차년도 (2006.4 ~ 2007.4)	○트위스트 휠 수거 메커니즘개 발 및 시제품 제 작 ○자주형 수거기 개발	주관 기관	<ul style="list-style-type: none"> - 트위스트 휠 수거 메커니즘 개발 및 시제품 제작 - 비닐수거 최초작업시 이랑의 페비닐을 휠에 권취시키기 위한 기계적 메커니즘개발 - 트위스트 휠 수거메커니즘의 생산규격별, 포장조건별 수거성능 포장시험 - 자주형 트위스트 휠 멀칭비닐 수거기 시제품 제작 - 자주형 트위스트 휠 멀칭비닐 수거기의 자주성능, 조건별 수거성능, 수거능률 등 포장시험 및 분석
		위탁 기관	<ul style="list-style-type: none"> - 자주식 페비닐 수거기 주행부 제작 - 부착기형의 측면 및 좌우 이동 탑재장치 제작 - 수거장치의 PTO, 유압, 전동의 동력전달장치 제작 - 자주주행부 및 부착기형의 장착 및 수거부 동력전달장치 성능 시험

다. 3차년도

구 분	연구개발 내용	연구개발 방법 및 설계	
3차년도 (2007.4 ~ 2008.4)	○자주형 수거기 보완	주관 기관	<ul style="list-style-type: none"> - 자주형 트위스트 휠 멀칭비닐 수거기의 포장 조건별 다양성 시험 - 자주형 트위스트 휠 멀칭비닐 수거기의 작업 능률, 수거율 등 분석 및 보완 - 농가 보유 트랙터 등의 부착기형 트위스트 휠 멀칭비닐 수거기 시제품 제작 - 고능률, 고성능화 부착기형 트위스트 휠 멀칭비닐 수거기의 포장시험 및 분석
	○부착기형 수거기 시제품 개발		위탁 기관

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 세계적 수준

개념정립 단계		기업화 단계	○	기술 안정화 단계	
---------	--	--------	---	-----------	--

제 2 절 국내수준

국내에서는 3~4개 업체에서 트랙터형의 폐비닐 수거기를 생산하고 있으나 일본식 기계의 모방품으로서, 국내에서 사용되고 있는 멀칭비닐이 일본의 것과 달라서 멀칭비닐 수거 시에 자주 절단되어 효율적인 수거가 이루어지지 못하기 때문에 보급실적이 거의 없는 실정이다.

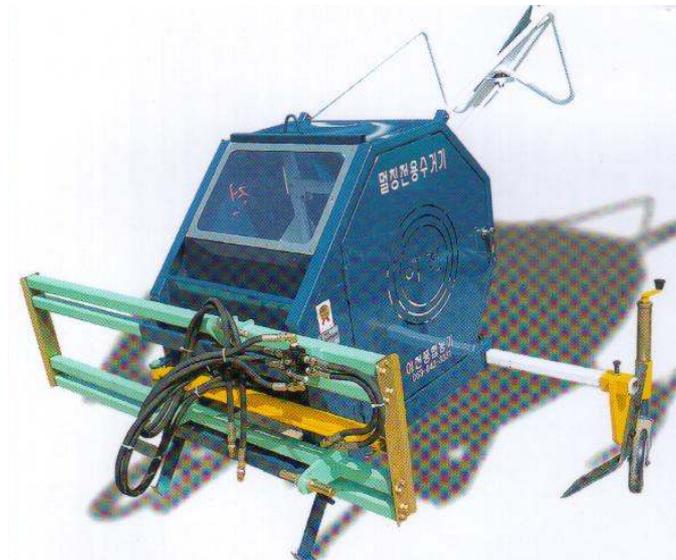


그림 1 트랙터용 폐비닐 수거기

그림 1은 국내 L사에서 제작한 트랙터 부착형의 폐비닐 수거기로 3점 링크로 수거

기의 상하위치를 조작하고 PTO 출력으로 보빈을 회전시켜 수거된 비닐을 수집한다. 비닐의 수거는 수거기 후미의 가이드로 지상에서 약 2m 정도 수직방향으로 유인하여 비닐에 부착되어 있는 토사 등의 이물질을 분리되게 하고 한쪽으로 모이게 하여 회전하는 띠로 수집하는 일본식의 수거기이다. 그러나 국내의 멀칭비닐은 일본과는 달리 두께가 0.015mm로 얇기 때문에 작물의 재배형태나 사용기간 등의 상태에 따라 비닐의 손상이 심하고 식부공 등 여러 가지 원인에 의해 비닐이 절단되어 있거나, 타공된 경우 유인 시에 비닐이 파손되기 때문에 연속적인 작업이 사실상 불가능하다. 따라서 거의 보급된 경우가 없는 것으로 나타났다.

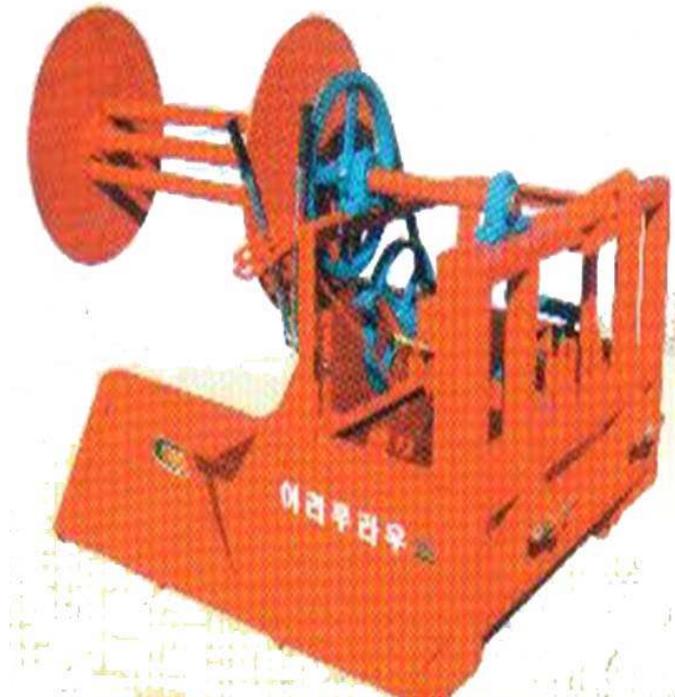


그림 2 트랙터용 비닐 수거기

그림 2는 또 다른 업체에서 개발한 비닐 수거기로서 측방으로 수거된 비닐은 수평 또는 그 아래 지점으로부터 그대로 띠에 견인되어 감기계 되어 있어, 사실상 멀칭비닐의 수거에는 사용이 불가능하고 시설하우스용이나 터널 비닐 등의 용도에 맞게 제작되었다. 하우스비닐이나 터널 비닐은 대체로 길이가 100m 전후로 길게 사용되고 폭

이 2~3m에서 10m 이상까지 광폭인 경우가 많으며 중간에 손상이 거의 없기 때문에 포장의 입구에서 견인하기만 하면 수거가 가능한 상태이기 때문에 수거하는 데 큰 어려움은 없다. 또한 이런 비닐은 토양 등 이물질이 거의 없기 때문에 자원재생공사에서도 가장 선호하는 수거비닐이며 주로 부락단위나 작목반 단위로 수집장을 설치하여 농가에서 수거하여 모아두면 수시로 수거하여 가기 때문에 부피를 적게 압축할 필요를 갖지 않으므로 수거기의 필요성이 거의 없는 실정이다.

기타 다른 국내 업체들의 비닐 수거기도 기능과 규격이 거의 유사하여 국내의 폐비닐 상황에서는 거의 활용되기 어려운 실정이다.

제 3 절 국내·외의 연구현황

전술한 바와 같이 국내에서는 우리 실정에 맞는 폐비닐 수거기는 보급이 거의 되어 있지 않고 있으며, 여러 가지 기능적 제한 등으로 연구가 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

국외에도 그림 3과 같이 비닐수거기의 종류는 여러 가지가 나와 있지만, 비닐이 0.02mm 이상으로 양호하기 때문에 경사대각으로 유인 및 인발하여도 끊어지지 않아 사실상 기계화에 어려움이 없는 실정이다. 따라서 우리나라 멀칭비닐의 두께 등을 고려한 폐비닐 수거기의 개발이 절실히 요구된다.



그림 3 국외의 비닐수거기

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 멀칭비닐을 이용한 재배양식 조사 및 멀칭비닐 물 성분분석

1. 멀칭 비닐 자료 조사 및 재배양식 조사 분석

멀칭 비닐은 농약, 특히 제초제의 사용량을 줄이고, 복사열을 차단하여 지온을 관리하고, 토양 유실 방지, 미생물 생육, 지표증발방지 등의 효과가 있으며, 보비력증강, 병해충 침입방지, 반사광에 의한 병해충 억제 및 착색증진 등의 기능도 있어 대부분의 노지 발작물에 재배에는 필수자재로 사용되고 있다.

표 1은 2000년이후 우리나라 폐비닐 발생량을 나타내고 있으며, 폐비닐은 멀칭비닐, 하우스 비닐 등 농업용 비닐 총량이나 매년 증가하고 있으며, 발생량 대비 수거량은 50% 미만으로 농업현장에서의 폐비닐 방지량이 더 많은 것으로 나타났다.

표 1 폐비닐 발생량 및 처리량 (한국환경자원공사, 2004)

구 분 \ 년 도	2001	2002	2003	2004
발생량(톤)	237,934	261,290	257,140	-
수거량(톤)	96,059	110,382	126,439	123,167
수거/방생비(%)	40.4	42.2	49.2	
처리량(톤)	69,997	84,302	85,761	102,997
처리/수거비(%)	72.9	76.4	67.8	83.6
누적채고(톤)	327,634	353,714	394,393	414,563

우리나라의 멀칭용 비닐은 PE계열의 고밀도 비닐과 저밀도 비닐의 주 종류가 생산되고 있으며, 백색 및 유색(청, 흑색)으로 구분 된다. 멀칭비닐의 폭은 대체로 고추, 콩, 채소 등 둥근이랑 재배인 경우 90~150cm 폭이 대부분이고 마늘, 양파, 참깨 등

평이랑 재배의 경우 폭이 360cm 까지 사용된다. 멀칭 비닐의 두께는 세계적으로 사용되는 두께보다 얇은 0.015mm가 주종을 이루고 있다. 이런 멀칭비닐은 바람에 의해 날아가는 것을 방지하기 위해 양 가장자리와 중앙을 흙으로 덮어 둔다.

따라서 비닐의 양 가장자리와 중앙의 일부가 흙 속에 묻히거나 식부공이 타공되어 비닐을 수거할 때 인발장력이 급격히 줄어들고, 보존상태도 불량하여 멀칭비닐을 작물수확 직후에 생력적으로 수거할 수 있어야 한다. 고추나 담배를 재배한 밭의 멀칭비닐은 수확 후 일손 부족으로 작물의 줄기를 즉시 제거하지 못하여 마른 줄기와 가지가 포장에 남아있어 멀칭비닐 수거의 장애가 되는 것으로 나타났다. 그림 4는 재배 초기의 멀칭비닐의 상태를 나타내고, 그림 5는 재배후 멀칭비닐의 상태를 나타내는 것으로 중앙에 식부공이 타공되고 가장자리가 흙 및 잡초 등으로 덮혀 있다.



그림 4. 재배 전 멀칭 비닐 상태



그림 5. 재배 후 멀칭 비닐 상태

멀칭재배용 비닐은 작물의 종류에 따라 다양하게 타공되고 관리된다. 고추, 콩, 배추, 참깨 등은 75~120cm 유색비닐을 사용하고 등근이랑 재배에 중앙에 1줄을 타공하는 방식이 주로 사용된다. 마늘, 양파 등은 180~360cm의 광폭 백색비닐을 사용하며 평이랑이 많고 조간과 주간 10cm 전후의 타공이 많아 손상의 상태가 심하다. 이런 밭작물은 2모작의 경우 7개월 전에 재배가 종료되기도 하지만 대부분 11월에 재배가 종료되는 경우가 많고, 이 때는 수도작이나 과수 등 수확 작업이 겹치기 때문에 사용한 비닐을 수거할 수 있는 인력이 부족하여 그림 6과 같이 방치하는 경우가 많았다.



그림 6. 멀칭 비닐 사용후 현장에 방치된 상태

2. 멀칭비닐의 물성 조사

재배 후 멀칭비닐의 상태를 살펴 보면 중앙부에 식부공이 타공되고, 작물 재배중에 비닐이 손상되어 비닐의 찢어진 부분이 발생하였다. 이와 같은 상태의 비닐은 수거할 때 인발장력이 급격히 줄어들어 기존의 방식대로 비닐을 단순히 유인 인발하여 비닐을 수거하기는 거의 불가능하다. 표 2는 멀칭 비닐의 물성을 조사한 것으로 비닐의 노출면이 흙속보다 강도가 저하하는 것으로 나타나며, 특히 비닐의 인발수거에서 중요 요소인 신장율이 급격히 저하하는 것으로 나타났다. 이는 흙속의 비닐의 강도를 이용하여 비닐을 수거하는 것이 효과적이라 예측할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 비닐의 꼬임 정도 및 찢어진 정도에 따른 비닐의 물성 변화를 측정하여 이를 폐비닐 수거기 설계의 기초자료로 이용하였다.

표 2 멀칭 비닐의 물성 (농업공학연구소, 2002)

구분(비닐)		인장강도(kg/cm ²)		신장율(%)		인열강도(kg/cm ²)		비고
두께(mm)	색상	흡속	노출면	흡속	노출면	흡속	노출면	
0.015	검정	226.5	194.2	75.0	15.6	61.6	42.4	
0.02	투명	467.5	444.8	231.3	202.1	81.2	65.3	

비닐의 꼬임 정도에 따른 멀칭 비닐의 물성변화를 측정하기 위해 두께가 0.01, 0.012, 0.015mm이고, 폭과 길이가 각각 200mm, 250mm의 비닐을 만능재료시험기 (Model : INSTRON 3665, 5kN)를 이용하여 인장력을 시험하여 상대적인 값을 비교하였다.

각 두께별 비닐의 꼬임을 0, 1, 2, 3회전으로 변화시키면서 두께별로 인장시험을 실시하였으며 그림 7, 8, 9에 두께별 비닐의 인장강도의 상대적 변화를 나타내었다. 비닐의 꼬임정도에 따라 인장강도는 약 20~30%정도의 변화가 나타나 인장강도는 꼬임의 회전수가 증가할수록 증가하는 경향이 있으나 급격한 인장강도의 변화는 없었다. 이 결과는 비닐이 찢겨지지 않을 경우 비닐의 꼬임 정도에 따른 비닐의 인장강도 및 인열강도의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

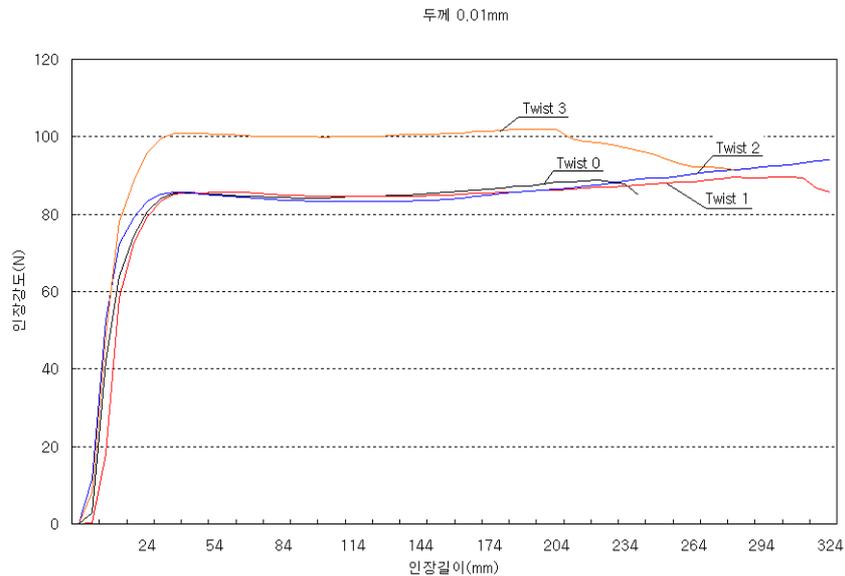


그림 7. 비닐 인장강도시험(폭200mm, 길이 250mm, 두께0.01mm)

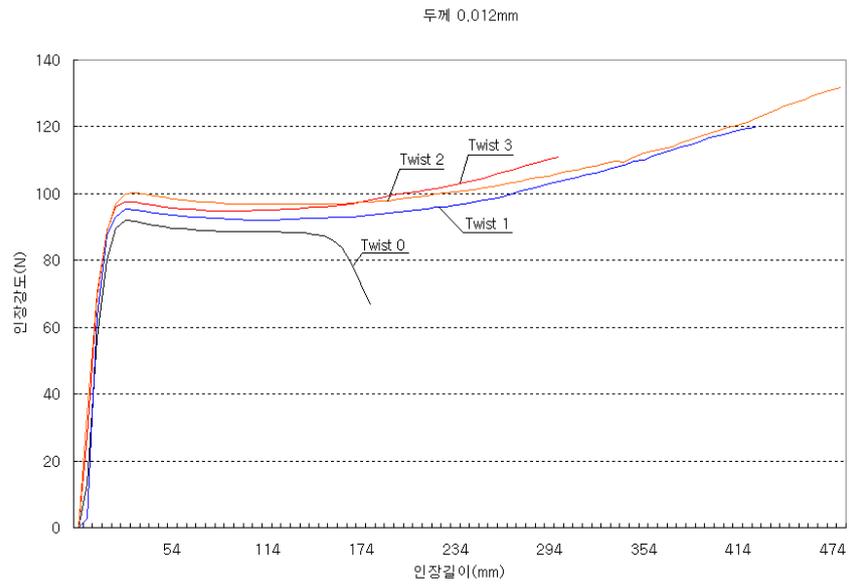


그림 8. 비닐 인장강도시험(폭200mm 길이 250mm 두께0.012mm)

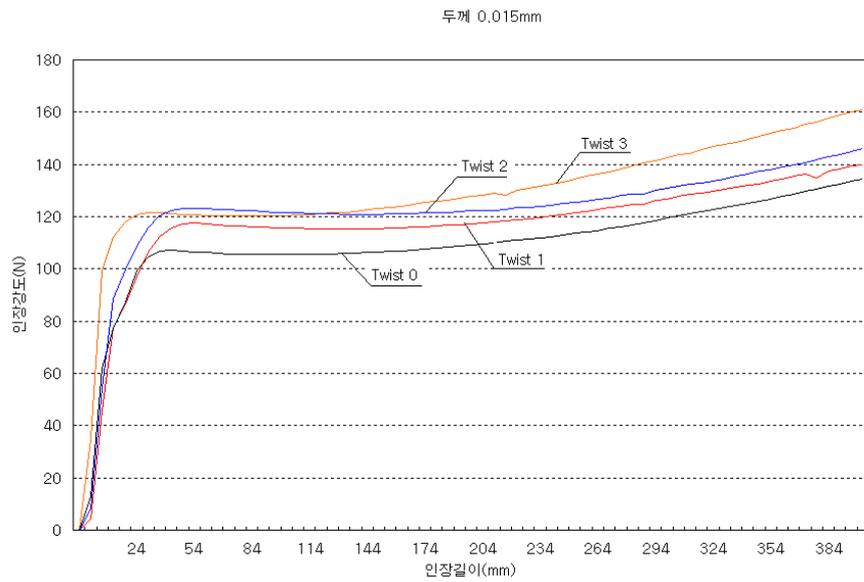


그림 9. 비닐 인장강도시험(폭200mm 길이 250mm 두께0.015mm)

그러나 재배 후 멀칭비닐의 상태는 중앙부에 식부공이 타공되고, 작물재배 중에 비닐이 손상되어 비닐의 찢어진 부분이 많이 발생한다. 이와 같은 상태의 비닐은 수거할 때 인발장력이 급격히 줄어들어 단순히 유인 인발하여 비닐을 수거하기는 거의 불가능하다. 따라서 일반 비닐의 인장강도 시험과 더불어 두께 0.01, 0.012, 0.015mm이고, 폭과 길이가 각각 200mm, 250mm의 비닐의 중앙부에 50mm의 구멍을 뚫어 만능재료시험기에서 인장력을 시험하여 상대적인 값을 비교하였다.

그림 10, 11, 12는 각 두께별로 비닐을 폭 200mm로 퍼진 상태의 경우와 비닐을 20mm 전후로 자연스럽게 모아 꼬임을 0, 1, 2, 3, 4, 5회전으로 변화시키면서 두께별로 인장강도를 실험하여 인장강도의 상대적 변화를 나타낸 것이다. 비닐의 인장강도는 폭 200mm로 퍼진 상태, 비닐을 20mm 전후로 자연스럽게 모아 꼬임을 0으로 한 상태에서는 인장강도가 최고점에서 급격히 하강하여 인장길이가 급격히 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 비닐수거기를 설계할 때 꼬임 없이 단순 유인 인발할 경우 비닐이 쉽게 끊어진다는 것을 예측할 수 있었다. 두께 0.01mm 비닐은 꼬임의 횟수가 증가할수록 인장강도 및 인장길이가 증가하여 단순히 비닐을 모으는 것만으로 인장강도가 약 25% 증가하고 1회 꼬임에서는 약 30% 정도 증가하는 것으로 나타났다. 꼬임의 횟수가 1회 혹은 그 이상의 회전일 경우 인장길이가 급격히 증가하였다. 두께 0.012mm 및 0.015mm 비닐 역시 꼬임의 횟수가 증가할수록 인장강도 및 인장길이가 증가하였으며 꼬임의 횟수가 3회 이상일 경우 인장길이가 급격히 증가하는 것을 알 수 있었다.

이 결과는 트위스트 휠 방식 비닐 수거기 설계 시 수거하는 비닐의 폭에 따라 차이는 있으나 꼬임의 횟수를 길이가 비닐폭 정도에서 0.5~3회 정도로도 상당한 효과가 있을 것으로 판단된다. 이 결과를 이용하여 설계 제작한 시험기를 이용하여 현장의 멀칭 비닐에 대한 물성시험에 이용하였다.

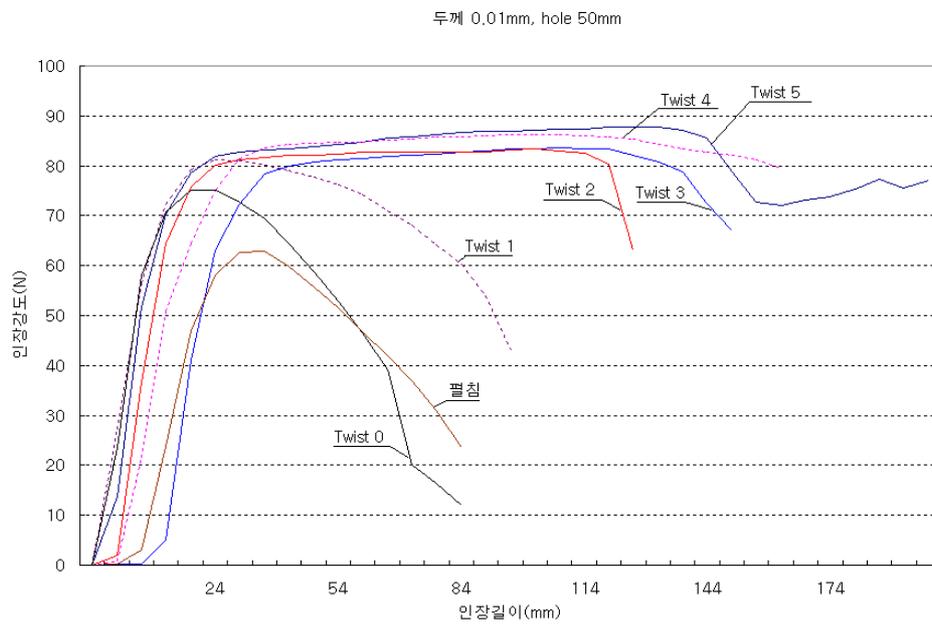


그림 10. 비닐 인장강도시험(폭200mm, 길이 250mm, 두께0.01mm, hole 50mm)

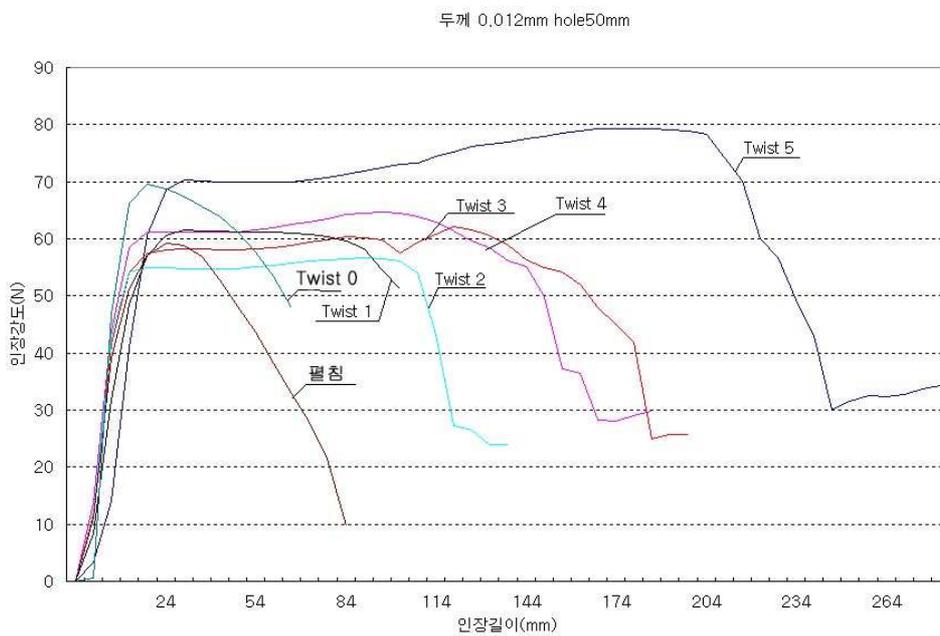


그림 11 비닐 인장강도시험(폭200mm, 길이 250mm, 두께0.012mm, hole 50mm)

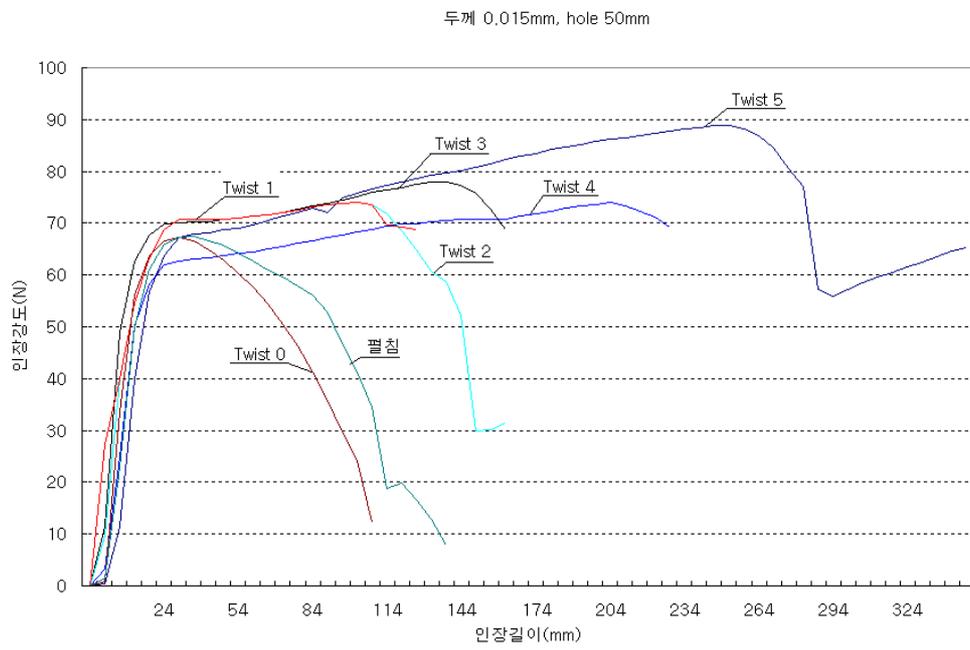


그림 12. 비닐 인장강도시험(폭200mm, 길이 250mm, 두께0.015mm, hole 50mm)

제 2 절 자주형 비닐수거기 개발

1. 자주형 수거기 주행부 및 동력전달부 설계 및 분석

폐비닐 수거 작업에서 수거휠에 비닐이 수거되면 비닐이 감김에 따라 수거휠의 직경이 증가하므로 이에 따라 수거기의 회전수 및 구동부의 주행속도가 비례하여 증가하여야 한다. 주행부와 수거부의 엔진을 단일 엔진으로 구성하여 수거휠의 직경변화에 따라 주행속도 및 수거기의 회전수를 제어함은 복잡한 메카니즘과 제어 시스템을 필요로 한다. 따라서 주행부 엔진과 수거부 엔진을 분리하여 시험기를 설계하였으며 이는 일정 주행속도를 유지하면서 수거부의 회전변화에 따른 비닐 수거상태를 실험하고 이를 데이터화하기 용이하게 할 수 있다.

가. 주행부의 설계

주행장치를 설계하는 데 있어서, 차량에 걸리는 부하를 기초로 하여 소요동력을 산출하고 이에 적합한 엔진을 선정하였다. 주행에 필요한 소요동력 P 는 구동력 F 와 주행속도 V 의 곱으로 표현되며 이는 다음 식(1)과 같다.

$$P = F \times V \quad (1)$$

여기서 소요동력은 차량이 주행할 때 받는 주행저항과 같으며 구동력은 주행 저항력으로 대신할 수 있다. 주행저항은 차량 주행을 방해하는 측으로 작용하는 힘의 총칭으로써 구름저항, 공기저항, 경사저항, 가속저항의 4가지로 구성된다.

자주식 폐비닐수거기는 약간의 경사면을 거의 저속 및 등속으로 주행하므로 공기저항 및 가속저항은 무시하였다. 그러므로 차량의 주행에 필요한 구동력은 구름저항과 경사저항의 합과 같다.

구름저항은 바퀴가 수평노면을 굴러가는 경우 발생하는 저항과 에너지 손실에 의한 것으로, 바퀴에 걸리는 하중과 노면상태 및 주행속도 등 여러 가지 원인으로 발생하지만 일반적으로 하중에 비례하고 속도에 영향을 받지 않는다고 본다. 그러므로 구름

저항(R_r)은 식(2)와 같이 구름저항 계수와 차량중량의 곱에 의해 계산될 수 있다.

$$R_r = \mu_r \times W \quad (2)$$

여기서, R_r : 구름저항(N)

μ_r : 구름저항 계수

W : 차량의 총 중량(kgf)

경사저항은 차량이 경사면을 올라갈 때 차량 중량에 의해 경사면에 평행하게 작용하는 분력힘의 성분이다. 경사면의 수직성분 $W \times \cos\theta$ 에 구름저항 계수 μ_r 을 곱한 것은 오르막 주행 시 구름저항이 되지만 그 수직값이 일반적으로 작기 때문에 무시하는 것이 보통이다. 그러므로 경사저항은 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_g = W \times \sin\theta \quad (3)$$

여기서, R_g : 경사저항(N)

W : 차량의 총 중량(kgf)

θ : 경사면의 경사각(°)

자주식 폐비닐수거기의 총 중량은 대략 100kgf 정도이고 밭에서 주행할 때의 구름저항 계수는 대략 0.2~0.3의 범위(부드러운 자갈이 있는 점토질의 도로)이나, 여러 가지 변수를 고려하여 최대값인 0.3을 적용하였다. 그리고 포장의 불안정한 조건을 고려하여 최대 경사각은 20°로 하였으며 기계효율은 0.8로 가정하였다. 이를 토대로 소요 동력을 계산해 볼 수 있다.

우선 구동력 F는 식(4)와 같이 구름저항과 등판저항의 합으로 계산될 수 있다.

$$\begin{aligned}
F &= \frac{9.81(R_r + R_g)}{\eta} & (4) \\
&= \frac{9.81 W(\mu_r + \sin\theta)}{\eta} \\
&= \frac{9.81 \times 100(0.3 + \sin 15)}{0.8} \\
&= 685.3(N)
\end{aligned}$$

주행속도는 비닐 수거작업의 효과를 고려하여 최대 주행속도를 1m/s로 하면 소요 동력은 식(5)와 같이 계산된다.

$$\begin{aligned}
P &= F \times V & (5) \\
&= 685.3(N) \times 1(m/s) \\
&= 685.3(W)
\end{aligned}$$

그러나 이량이 있는 포장에서의 주행조건에 변수가 많아 실제 소요동력은 차이가 있을 것으로 보인다.

여기서 엔진의 소요동력은 685.3W가 되고, 동력전달의 유연성을 갖도록 구동엔진의 출력축과 구동륜 축을 V벨트로 연결하여 설계하였으므로 전달효율을 80%라 하면 소요동력은 약 850W 정도가 된다.

주행용 엔진은 소요동력을 참고하여 초기에 최대출력 1.5마력인 HONDA사의 가솔린 엔진으로 선정하여 시험하였으나 동력 산출에서 경사각을 고려하였음에도 불구하고 포장의 상태가 고르지 않아 높은 이랑 사이를 주행할 때 동력이 부족하여 원활한 주행이 어렵게 되어 최종적으로는 최대출력 2.5마력인 가솔린엔진을 부착하였다. 주행 엔진의 최대 회전속도는 7,000rpm이며 정규작업 시의 정격 회전속도는 3,600rpm으로 하였다. 동력전달 시 슬립을 고려하여 1차 V벨트에 의하여 약 3.6:1로 감속하였으며 2차 50:1의 감속기를 사용하여 다시 감속하고 최종 종동축에서 체인전동장치를 이용하여 2.7:1의 감속비로 감속하여 구동하게 하였다. 따라서 구동축에서 최종 종동축까지 약 500:1로 감속하여 주행바퀴의 회전수는 약 8rpm 정도로 조절하였으며, 원심클러치

를 이용하여 동력을 단속하며 가속레버를 이용하여 회전속도를 조절할 수 있도록 하였다. 표 3에 선정된 엔진의 주요 제원을 나타내었으며, 그림 13, 14에 수거기의 주행부 설계도 및 제작된 주행부 시작품의 모습을 나타내었다.

표 3 주행부 엔진의 제원

모델	HONDA GXH50	점화방식	트랜지스터 마그네트
종류	강제공냉식 4사이클 가솔린엔진	시동방식	리코일 스타터
최대출력	2.5HP(7,000rpm)	연료탱크 용량	1.2리터
사용연료	무연휘발유	건조중량	5.3kg
기화기	플로트 식	배기량	49cc

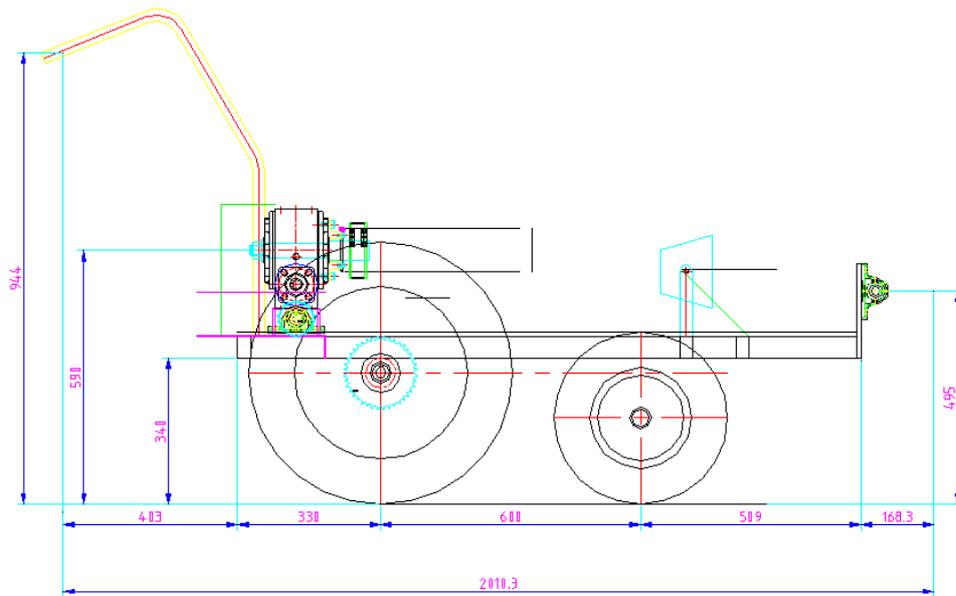


그림 13. 수거기 주행부의 설계도.



그림 14. 수거기 주행부.

그림 15, 16은 구동부 동력전달 장치 설계도 및 장착된 구동부 동력전달장치의 모습을 나타내었다.

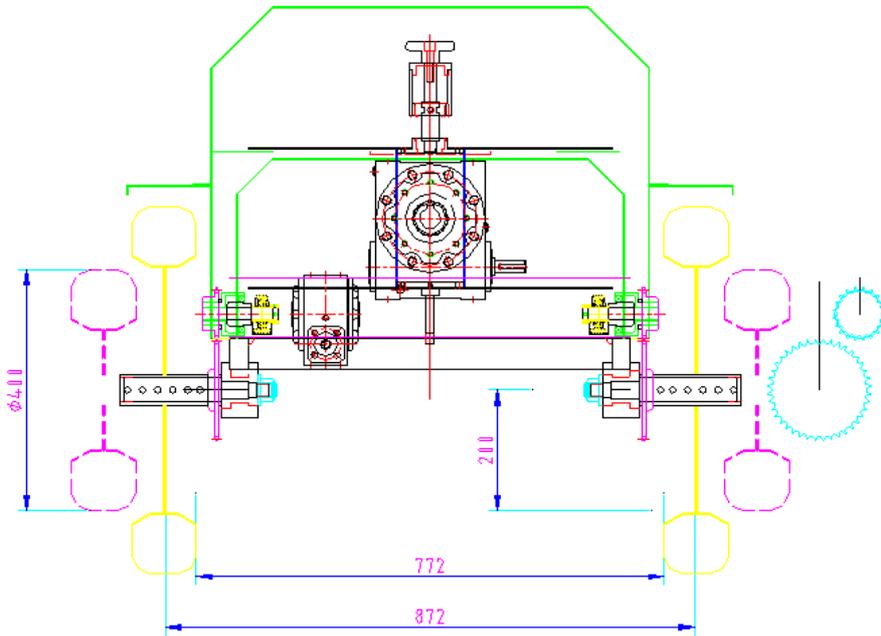


그림 15. 수거기의 구동부 동력전달 장치 설계도



그림 16. 구동부 동력 전달장치

나. 수거휠의 동력전달장치 설계

전술한 바와 같이 주행부와 수거부의 엔진을 단일 엔진으로 구성하여 수거휠의 직경변화에 따라 주행속도 및 수거기의 회전수를 제어함은 복잡한 메카니즘과 제어 시스템을 필요로 한다. 따라서 주행부 엔진과 수거부 엔진을 분리하여 시험기를 설계하였다. 수거부의 엔진은 주행부와 같이 4사이클 공랭식 1.5PS 가솔린 엔진을 사용하였으며, 동력전달은 원심 클러치를 부착하였다.

수거휠은 비닐을 꼬는 작동과 보빈에서 비닐을 수거하는 작동을 동시에 수행하기 위하여 체인전동장치와 웜기어로 동력전달장치를 구성하였다. 그림 17은 수거휠의 동력전달장치 설계도이고, 그림 18은 장착된 동력 전달장치의 모습을 나타내고 있다.

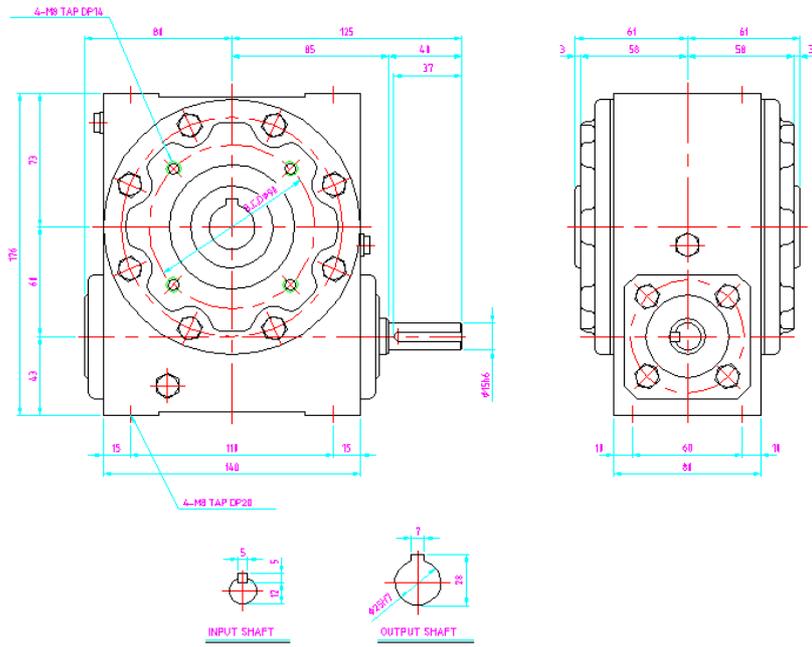


그림 17. 수거휠의 동력전달장치 설계도



그림 18. 수거휠의 동력 전달장치

그림 19에 위의 결과를 토대로 최종 설계한 주행부 및 수거휠의 동력전달장치의 설계도를 나타내었다.

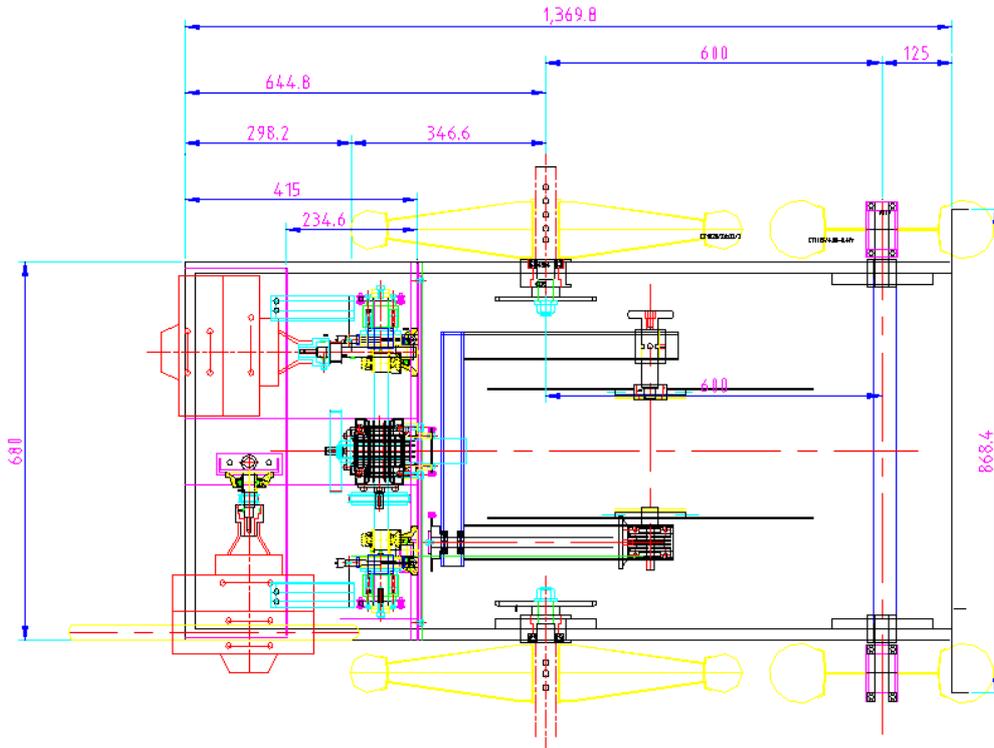


그림 19. 수거기의 주행부 및 수거휠의 동력 전달장치 설계도

2. 자주형 트위스트 휠 방식 비닐 수거메커니즘 개발

자주형 비닐 수거기의 수거 메커니즘은 재배작물을 고추, 콩, 배추, 참깨와 같이 이랑의 폭이 75~120cm을 대상으로 하였으며 비닐수거기의 수거폭은 1,300mm로 설계하였다.

수거하고자 하는 멀칭 비닐은 중앙부의 식부공과 손상된 부분, 양측면의 토양 매설 부분의 인장강도에 차이가 발생하므로 유인 인발만으로는 비닐이 절단되어 수거하기가 사실상 불가능하다. 비닐의 물성 기초연구를 통하여 길이가 비닐폭 정도에서 0.5~3회 정도 꼬이면 인장강도 및 인열강도가 급격히 증가하는 것을 증명하였으며, 이 기초실험을 근거로 인장강도를 증대시키기 위해 토양에서 분리된 즉시 비닐이 꼬이도록 수거휠을 회전시키면서 멀칭비닐을 감도록 설계하였다. 수거기의 안정 작업주행속도를 0.5m/sec로 하면 수거휠의 보빈 선속도가 최소 0.5m/sec가 확보되어야 한다. 수거기의 주행속도 요소를 적용하여 수거휠의 회전 및 권취속도를 기초로 수거휠의 보빈 직경, 수거휠 직경, 수거휠의 회전속도를 설계하였다.

수거기의 보빈은 수거휠의 회전축 및 수거휠 보빈 강도와 제작 시 작업성을 고려하여 지름을 160mm로 설계하였다. 자주식 수거기는 폭 90~150cm의 멀칭비닐을 대상으로 하며 수거시 수거휠 보빈 1회전시 3회정도 꼬임이 발생하도록 설계하였다. 즉, 보빈 1회전의 수거길이가 50~140cm이며 수거길이 17~47cm에 1회의 꼬임이 발생하게 설계하였다. 수거휠 보빈의 회전속도는 0.5m/sec의 주행속도를 유지하기 위해 60rpm으로 하였으며, 수거휠 회전축과 보빈의 회전축사이에 감속비 3:1의 감속기를 사용하였다. 수거휠의 선속도 0.5m/sec를 유지하기 위한 수거휠의 회전속도는 180rpm으로 설계하였으며 비닐 수거작업을 진행하여 비닐이 보빈에 감기면 털의 직경이 커져 수거휠의 선속도가 증가하므로 수거휠 회전용 엔진의 회전수를 조정하여 안정적으로 비닐을 수거하도록 설계하였다.

이를 토대로 수거휠의 제원을 표 4에 나타내었다.

표 4 자주식 페비닐 수거기 수거휠의 제원

수거휠의 직경(mm)	580
보빈 직경(mm)	160
수거휠 최대 회전속도(rpm)	180
이론 최대 권취속도(m/sec)	0.5~1.25
작업 권취속도(m/sec)	0.5
수거휠 보빈 회전속도(rpm)	20~60

그림 20은 트위스트 휠 방식의 수거부 휠의 설계도이며, 그림 21에 수거휠을 장착한 모습을 나타내었다.

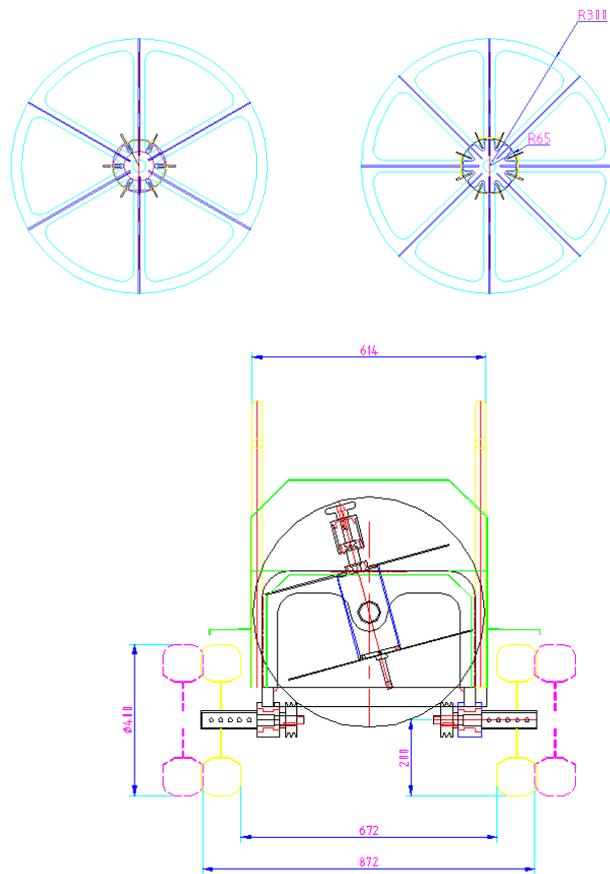


그림 20 자주식 페비닐 수거기의 트위스트 휠 설계도



그림 21. 수거휠 장착 모습

수거휠은 테이퍼 형태로 제작하여 직경이 작은 쪽으로 수거된 비닐이 분리되도록 설계하였다. 수거휠의 1회 수거량은 40kg 까지 가능하도록 설계 하였으나 실제 작업에서는 작업의 편리성을 고려하여 20kg 정도로 수거하는 것이 적당할 것으로 예상된다. 이는 폭 120cm의 비닐 200m에 해당하는 양이며, 재배표준 경작단위로 환산하면 1회 왕복할 수 있게 된다.

멀칭재배는 평이랑과 둥근이랑의 형태로 재배되며, 대체적으로 비닐의 양측면이 흙으로 매설된다. 피복작업의 형태에 따라 양측면에 매설되는 흙의 양은 차이가 나지만 매설된 부분은 재배가 끝난 후에도 인장강도의 저하가 중심부보다 적은 것이 일반적이다. 그러나 토양수분상태, 토양의 종류, 매설된 흙과 비닐의 견고성에 따라 비닐의 상태에는 차이가 많으므로 비닐과 토양을 효과적으로 분리하기 위한 분리용 가이드를 설계하였다. 그림 22는 비닐의 양측면에 토양에 매설된 비닐을 가장자리로 분리 이탈시키기 위한 가이드의 설계도이며, 그림 23은 장착된 분리가이드의 실제 모습을 나타내었으며 이랑폭을 고려하여 폭은 1,300mm로 설계 하였다. 분리용 가이드는 설계도와 같이 중앙의 직경이 크고 양측이 작은 원추형으로 설계하여 비닐이 유인 인발되면서 비닐에 붙어있는 흙 및 이물질이 양측으로 분리되어 떨어지도록 설계하였다. 분리가이드로 유인된 비닐은 그림 24의 유도홀을 통해 수거휠로 유도되도록 하였다.

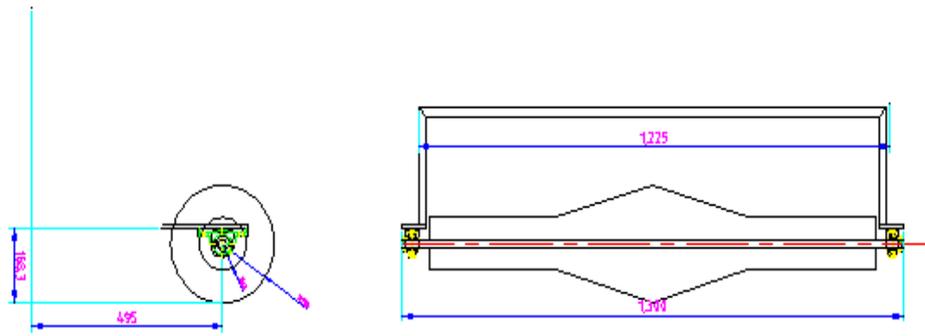


그림 22 수거기 토양 분리용 가이드 설계도



그림 23. 토양분리용 가이드



그림 24 비닐 유인홀

그림 25는 비닐 수거기의 동력전달부 및 분리용 가이드 부착 설계도이고, 그림 26은 비닐 수거기 동력부 및 동력 전달장치 설계도를 나타낸다.

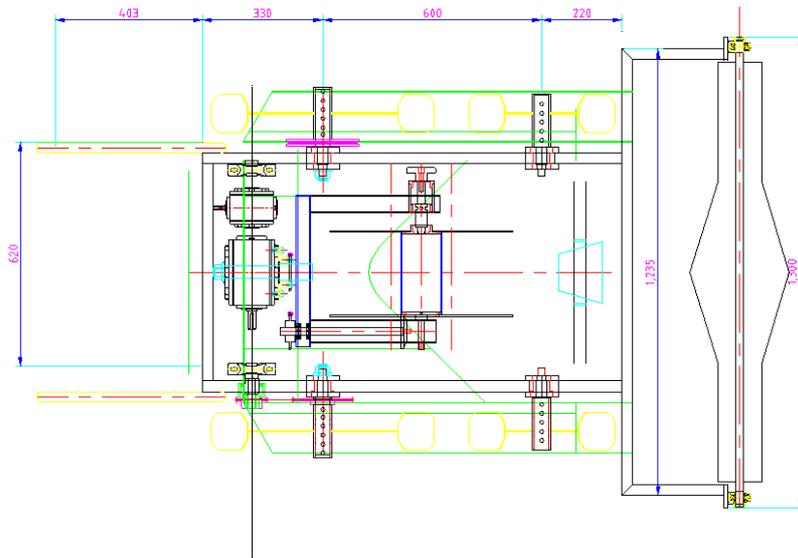


그림 25 비닐 수거기의 동력전달부 및 분리용 가이드 부착 설계도

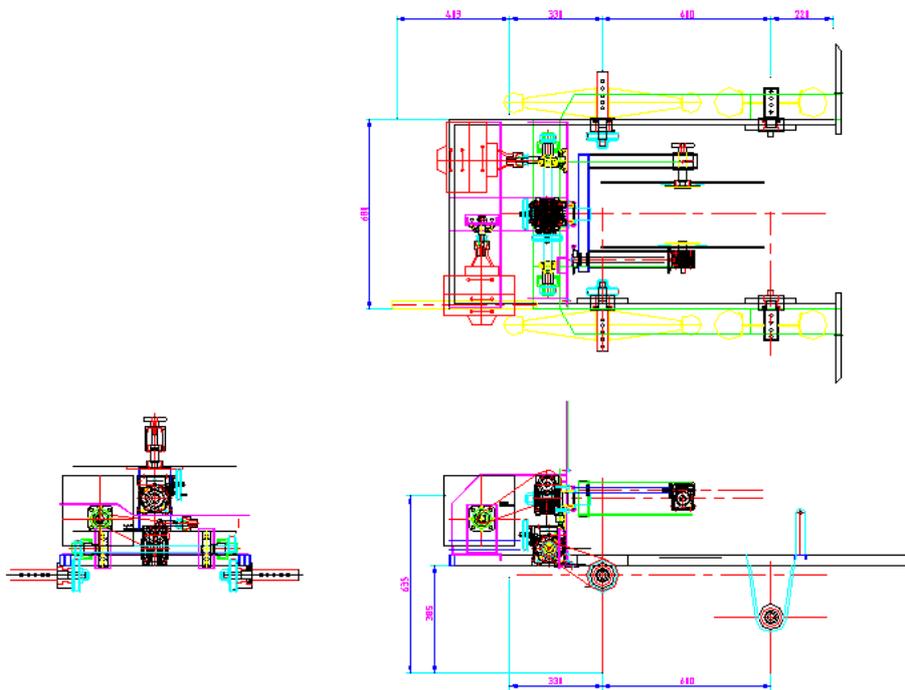


그림 26 비닐 수거기 동력부 및 동력 전달장치 설계도

그림 27은 자주형 비닐수거기를 설계해석용 프로그램(CATIA V5)을 이용하여 모델링한 것으로 수거기 부품간 메카니즘의 시뮬레이션, 충돌체크를 수행하여 모델링 데이터를 수정하였으며, 수정된 데이터를 기초로 하여 그림 28과 같이 자주형 수거기의 시험기를 제작하였다.

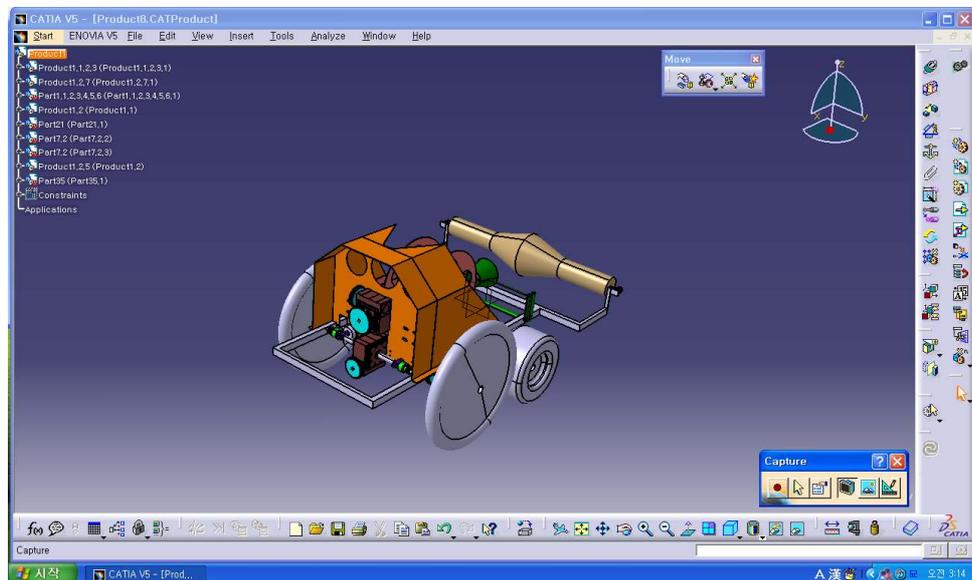
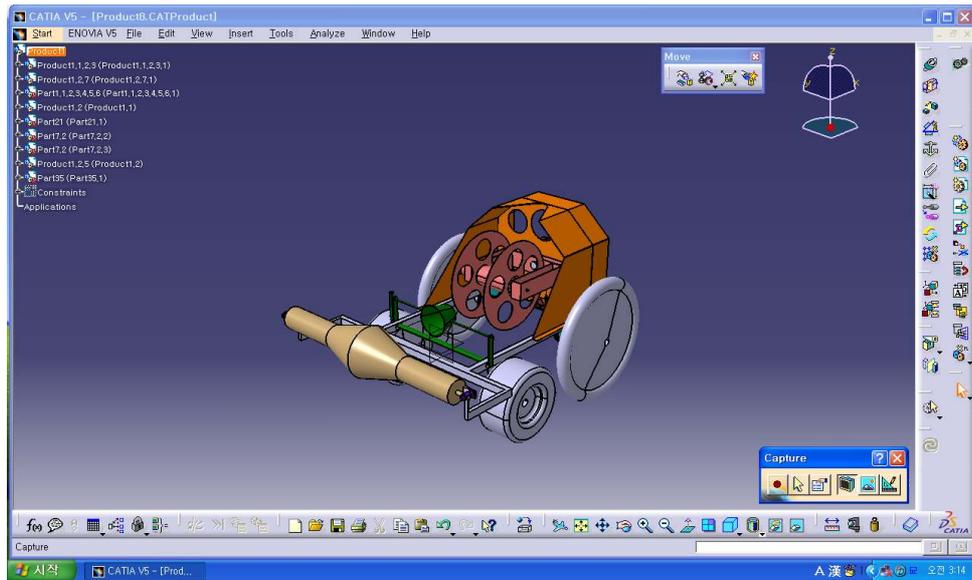


그림 27 자주형 비닐 수거기 시험기 모델링(전, 후 모습)



그림 28. 개발된 트위스트 휠 방식 비닐 수거 시험기 외형.

3. 자주형 트위스트 휠 방식 비닐 수거 시작기 개발

시험기에서 실험한 자주형 멀칭비닐 수거기의 시험자료를 기초로 시작기를 개발하기 위해 메카니즘별로 시험기를 제작하고 성능을 평가하였다.

자주형 비닐 수거기의 수거 메카니즘은 고추, 콩, 배추, 참깨와 같이 대체로 이랑의 폭이 75~120cm인 것을 대상으로 설계하였으며, 비닐수거기의 수거폭은 실험기와 동일한 1,300mm로 설계하였다. 시험기에는 주행부에 브레이크를 장착하여 주행 정지의 기능을 수행하고 동력전달은 자동클러치에 의해 전달되도록 구성하였다. 이는 작업성에는 큰 문제가 없으나 이랑 끝에서 선회 시 작업기의 부하가 증가하여 원활한 선회가 어려웠다. 따라서 시작기에서는 브레이크를 제거하고 동력 전달부 양측에 클러치를 장착하여 클러치의 단속에 의해 동력이 전달되도록 구성하였다. 이로써 선회 시 선회 반경을 줄이고 작업기의 부하를 줄일 수 있었다.

시험기의 분리가이드에는 중심부에 기울기각을 주고 회전 끝단부는 원통형으로 설계하여 중심부의 흙 및 이물질을 효과적으로 배출하도록 하였다. 이는 어느 정도 분리현상이 있었으나 작업 중 비닐 끝단부가 꼬이는 현상이 드물게 발생하였다. 이를 제거하기 위해 시작기에서는 비닐 분리가이드의 기울기각을 중심에서 회전부 끝까지 균일하게 유지하도록 하여 비닐 수거 시 비닐 끝단에서 엉킴현상을 방지하여 흙 및 이물질을 효과적으로 분리하도록 하였다.

시험기의 동력전달장치 중 수거휠의 동력전달장치를 타이밍 벨트에서 체인으로 변경 설계하여 동력전달효율 및 내구성이 증대되도록 하였으며, 시작기의 동력전달 타이밍 벨트를 V벨트로 변경 설계하여 내구성을 증대되도록 하였다. 그림 29은 시험기를 보완설계한 시작기의 조립설계도이며, 그림 30과 31은 제작된 시작기의 외형을 나타낸다.

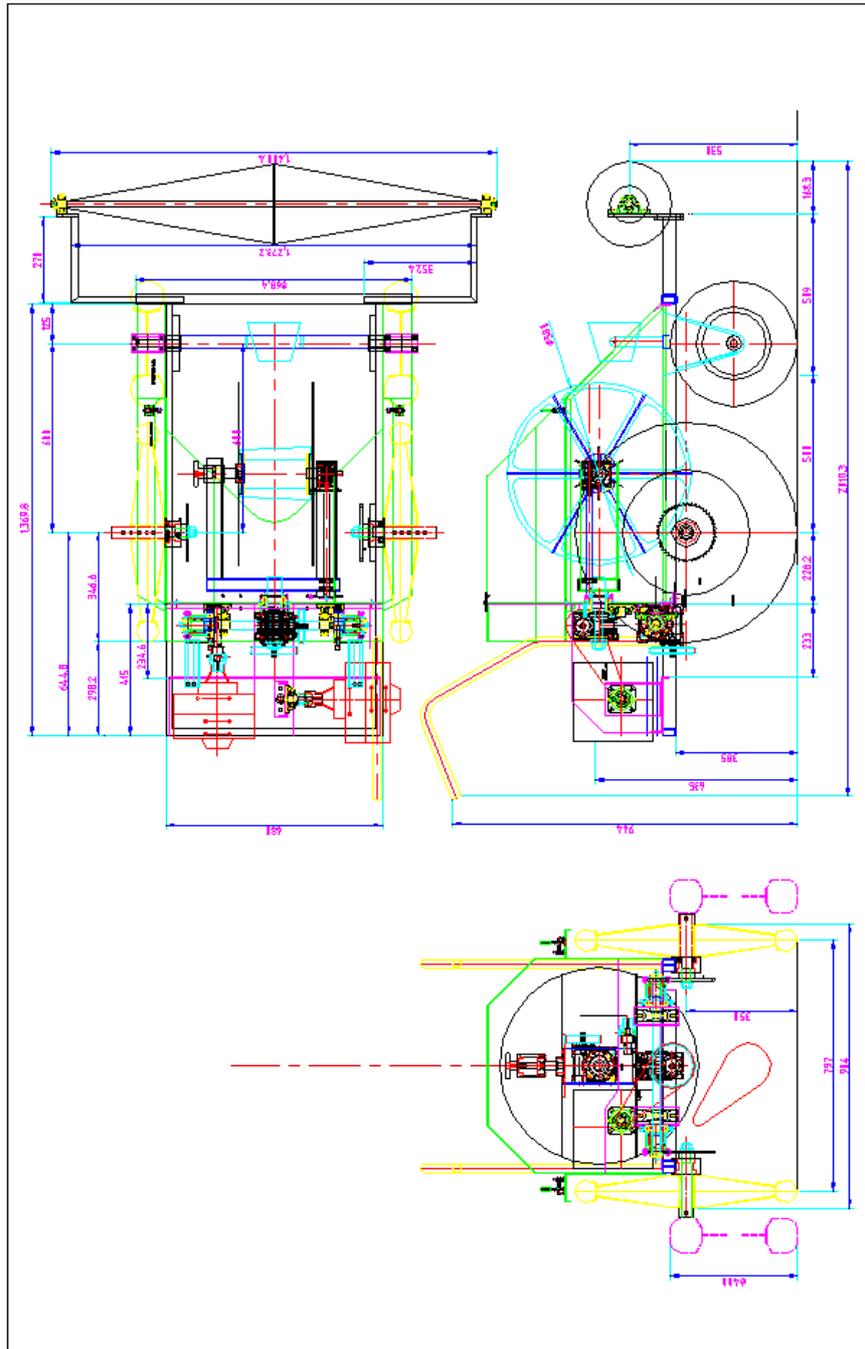


그림 29 자주형 트위스트 휠 방식 비닐 수거기 시작기 조립 설계도



그림 30 개발된 트위스트 휠 방식 비닐 수거 시작기 외형(전면)



그림 31 개발된 트위스트 휠 방식 비닐 수거 시작기 외형(후면)

4. 자주형 비닐수거기의 성능시험

가. 자주형 폐비닐 수거기의 제원

시험기를 통한 기초시험 등의 결과를 이용하여 상기 절에서 최종 시작기를 제작하였으며, 표 5에 자주형 폐비닐 수거기의 제원을 표시하였다.

표 5 자주형 폐비닐 수거기의 제원

동력	주행용	HONDA GXH50 공랭식 가솔린엔진 2.5마력
	수거용	HONDA GX31 공랭식 가솔린엔진 1.5마력
주행장치	바퀴직경(mm)	1,100
	윤거(mm)	790
수거장치	보빈직경(mm)	160
	수거휠(mm)	580
	수거휠 폭(mm)	229
주행속도	m/sec	0.5~0.6

나. 재료 및 방법

자주형수거기의 성능시험은 시작기를 제작하여 현장시험 전 실험실에서 멀칭비닐을 이용하여 예비시험을 실시하였다. 수거휠의 회전속도를 0rpm에서 180rpm까지 조절하면서 시작기의 비닐 권취속도, 수거휠의 속도 등에 안정성을 확인하여 설계에서 제시한 성능을 확인하였다.

성능시험 평가는 농업공학연구소의 폐비닐수거기 시험평가방법에 의거하여 수행하였다. 시험결과를 근거로 현장시험은 경북 안동시의 수확 후 잔유물을 제거한 고추밭에서의 고추용 멀칭비닐을 대상으로 하였다. 고추용 멀칭비닐은 0.015mm 두께였으며 이랑의 간격은 950mm이고, 포장면적은 시험평가방법에 준하여 10a(50m×20m)로 하였다.

그림 32에 시험포장의 상태를 나타내었으며 포장의 비닐은 350~400mm 간격으로

재식되어 있어 구멍이 뚫려 있었고 잔유물을 제거하는 과정에서 구간별로 비닐의 상태가 좋지 않은 곳도 있었다.



그림 32 시험포장

시험방법에 근거하여 채취한 비닐(임의로 정한 작업행정 3구간의 중앙 20m 구간에서 수직방향의 중앙상단부에서 채취한 피복비닐)의 물성을 조사한 결과는 표 6과 같다.

표 6 포장 멀칭비닐의 물성

구분(비닐)		인장강도(kg/cm ²)	신장율(%)	인열강도(kg/cm ²)
두께(mm)	색상			
0.015	검정	144.2	14.5	39.2

그림 33과 34는 위와 같은 조건들을 토대로 시험포장에서의 자주식 폐비닐 수거기 시험모습을 나타내고 있다.



그림 33 자주식 페비닐 수거기 시험모습 1



그림 34 자주식 페비닐 수거기 시험모습 2

다. 시험결과 및 고찰

성능시험에서 초기에 길이 50m 멀칭비닐수거에 약 100초가 소요되어 작업속도가 0.5m/sec 정도였으나, 수거휠에 비닐이 중간정도 감긴 상태에서는 50m 비닐수거에 80.5초정도가 소요되어 작업속도가 0.62m/sec로 나타났다. 따라서 이랑의 간격이 950mm인 현장에서 작업기의 시간당 수거성능은 17~21a 정도로 나타났다. 비닐수거기를 이랑에서 다른 이랑으로 선회시 약 15초정도가 소요되었으며, 표준경작단위의 경우 시간당 20회 정도의 선회가 발생하여 선회소요시간이 300초정도로 나타났으며 1회 수거후 수거휠로부터 비닐을 제거하고 재작업 준비까지의 시간이 약 90초정도 소요되었다.

위의 결과를 토대로 평가방법에 준한 다음 식 (7)에 의해 작업능률을 산출하였다.

$$T = \left(\frac{50}{V} + t \right) \times \frac{20}{60 \times b} \quad (7)$$

여기서 T : 작업능률(min/10a)

V : 평균작업속도(m/s)

t : 평균회행시간(s)

b : 작업폭(m)

평균작업속도는 0.56m/s 이고 평균회행시간은 15초이며, 작업폭은 0.95m로 계산한 후 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 40.06min/10a 정도가 된다.

비닐수거율은 공시포장에서 작업행정 중 3개 작업행정을 임의 선정하고 각각 작업행정의 중앙 20m 구간의 비닐 수거량 및 미수거량을 측정하여 다음 식 (8)에 의하여 산출하였다.

$$G = \frac{Gh}{Gc + Gh} \times 100 \quad (8)$$

여기서 G : 비닐수거율(%)

Gc : 측정구간의 미수거량(kg)

Gh : 측정구간의 수거량(kg)

비닐은 크게 손상된 곳이 아니면 원활하게 수거가 되었으며 수거율은 97% 이상으로 양호하게 나타났다. 작업상태는 수거혈에 의한 꼬임작업에 의해 끊김회수가 10a 작업에서 2회 미만으로 거의 찢어지지 않아 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

5. 요약 및 결론

본 연구에서는 자주식 폐비닐 수거기를 설계 및 제작하여 기초시험을 통하여 보완 및 수정하여 실제 포장에서 성능시험을 수행하여 검증하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 자주식 폐비닐 수거기는 원활한 수거 및 주행을 위해 주행부와 수거휠 회전용으로 구분하여 각각 최대출력 2.5마력, 1.5마력의 엔진을 선정하여 동력전달장치를 구성하였다.
- 나. 자주식 폐비닐 수거기의 경우 길이 17cm~47cm정도에서 1회 꼬일 수 있도록 설계하였으며 수거기의 안정 작업주행속도를 0.5m/sec로 하여 보빈은 강도와 작업성을 고려하여 지름을 160mm로 설계하였다. 수거휠의 선속도를 유지하기 위한 수거휠 보빈의 회전속도는 60rpm으로 설계하였으며 비닐이 보빈에 감기면 수거휠 회전용 엔진의 회전수를 조정하여 안정적으로 비닐을 수거할 수 있도록 하였다.
- 다. 이랑의 간격이 950mm인 10a(50m×20m)의 포장에서 자주식 폐비닐 수거기의 성능시험 평가한 결과 평균작업속도는 0.56m/s이고 평균회행시간은 15초로 나타나 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 40.06min/10a 정도가 된다.
- 라. 비닐은 크게 손상된 곳이 아니면 원활하게 수거가 되었으며 수거율은 97% 이상으로 양호하게 나타났다. 작업상태는 수거휠에 의한 꼬임작업에 의해 끊김회수가 10a 작업에서 2회 미만으로 거의 찢어지지 않아 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

제 3 절 트랙터 부착기형 비닐 수거기 개발

1. 부착기형 비닐 수거기의 수거부 설계 및 제작

부착기형 멀칭비닐 수거 메카니즘을 개발하기 위해 자주형 비닐수거기의 수거 메카니즘을 응용하여 수거휠을 설계하였다. 자주형 비닐수거기의 메카니즘은 재배작물을 고추, 콩, 배추, 참깨와 같이 대체로 이랑 폭이 75~120cm을 대상하였으며, 트랙터 부착식은 마늘, 양파, 참깨 등 평이랑 재배의 경우 폭이 360cm까지 재배되고 있어 이랑 폭이 90~360cm에 대응하도록 수거휠을 설계하였다. 멀칭비닐은 평이랑과 둥근이랑 2가지 형태로 재배되며 광폭이 아닌 경우 비닐의 양측면이 흙으로 매설된다. 매설되는 흙의 양의 차이가 있지만 매설된 부분은 재배가 끝난 후에도 인장강도가 어느 정도 유지된다. 토양의 종류나 매설된 흙의 양에 따라 견고함의 상태가 차이가 있어 비닐과 토양을 분리하기 위해 가이드를 부착하였다. 분리가이드는 매설 토양을 가장자리 측으로 분리 이탈시키고 멀칭비닐 표면의 흙 등의 이물질을 제거하는 역할을 한다.

분리 가이드를 통과한 멀칭비닐을 수거휠의 중심부로 모이게 하여 수거휠에 멀칭비닐을 효과적으로 투입하기 위해 수거휠과 가이드 사이에 유인홀을 설치하였다. 유인홀은 멀칭비닐을 가운데로 모아주는 역할과 수거휠이 멀칭비닐을 회전시킬때 찢어진 비닐이 작업공간 밖으로 벗어나는 것을 방지한다.

수거방식은 자주형과 같이 인장강도를 증대시키기 위해 토양에서 분리된 즉시 비닐이 꼬이도록 수거휠을 회전시키면서 감도록 설계하였다. 그림 35는 부착기형 트윈스트 휠 방식의 수거휠 링의 설계도이며 그림 36~39까지 세부 조립도를 나타내었고, 그림 40에 수거부의 조립설계도 모습을 나타내었다.

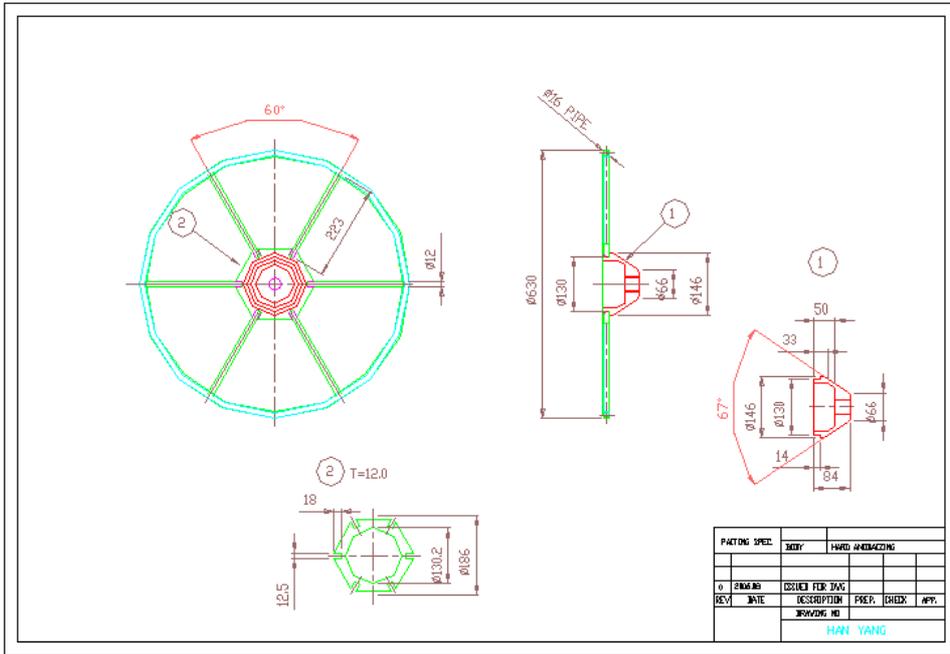


그림 35 수거휠 링 설계도

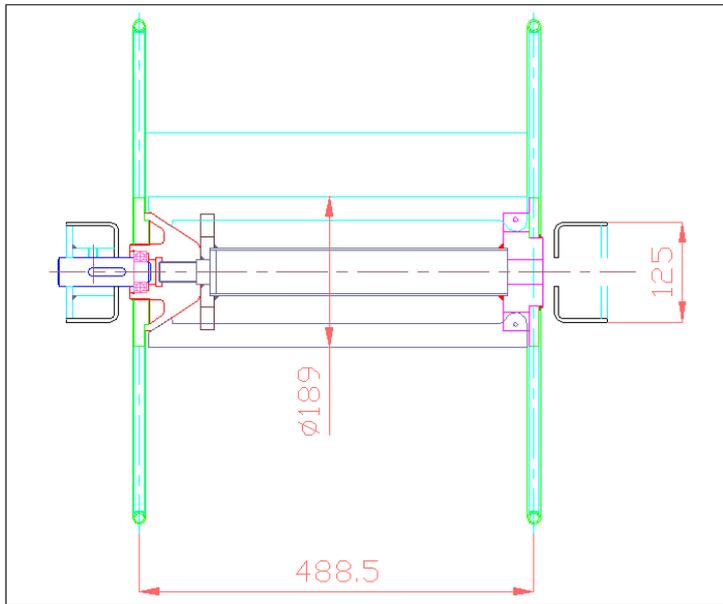


그림 36 부착기형 수거휠 설계도

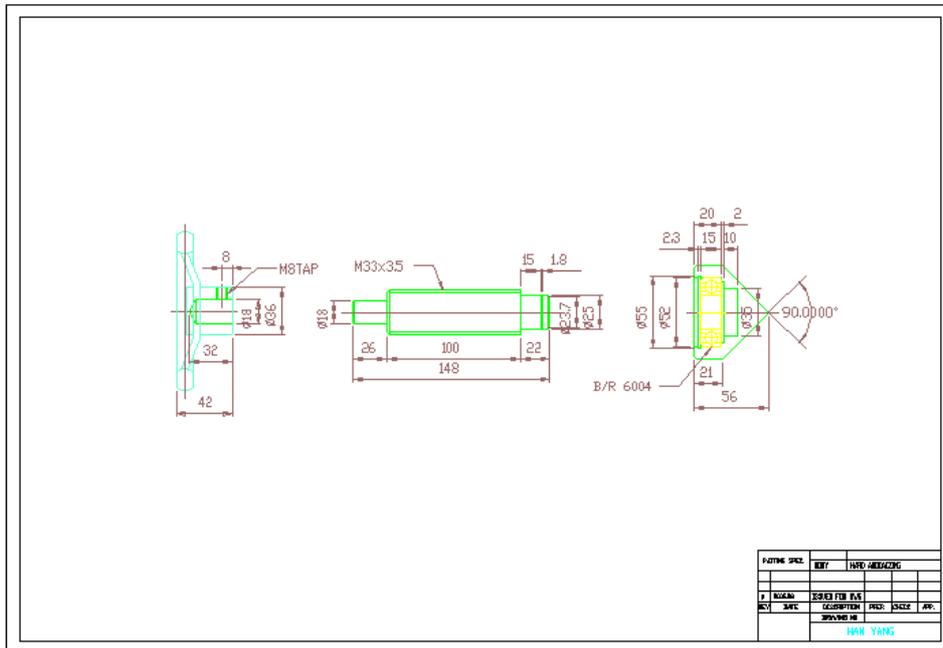


그림 37 수거휠 보빈 회전축 고정장치 설계도

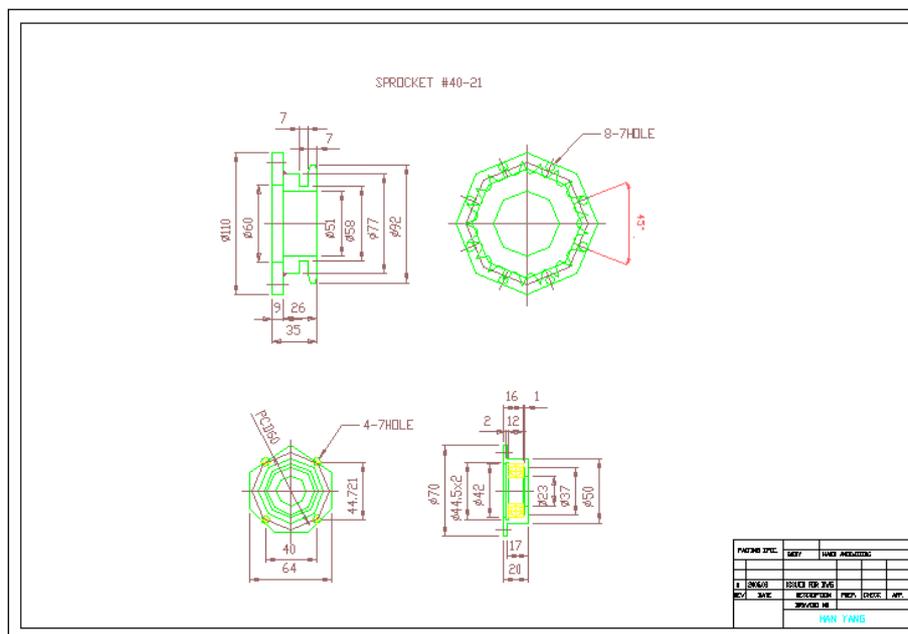


그림 38 수거휠 보빈 고정장치

수거휠 보빈은 테이퍼 형태로 설계되어 직경이 작은 쪽으로 수거된 비닐이 분리되도록 설계하였다. 수거휠의 1회 수거량은 80kg 까지 가능하도록 설계 하였으나 실제 작업에서는 작업의 편리성을 고려하여 60kg 정도로 수거하는 것이 적당하도록 설계하였다. 이는 폭 300cm 비닐 200m 이상에 해당하는 양으로 표준경작단위로 1회 왕복할 수 있도록 설계 하였다.

기초실험결과 멀칭비닐의 꼬임정도가 인장력을 증가시키는 것으로 나타났으며, 꼬임의 정도는 길이가 비닐폭 정도에서 0.5회 꼬임으로도 권취에 필요한 인장강도를 확보할 수 있는 것으로 나타나 수거휠의 구동축(꼬임부)과 종동축(권취부)의 속도비를 1:1로 하여 구성하였다.

이 결과 수거휠 보빈의 직경을 190mm으로 하고, 수거휠의 직경이 550mm일 경우 꼬임 최소 피치는 600mm이고 최대피치는 1,700mm으로 나타났으며, 수거휠은 수거시 비닐의 벗겨짐을 방지하기 위해 직경 630mm로 설계하여 멀칭비닐의 길이 30cm~85cm에서 0.5회 꼬임이 있도록 설계하였다.

수거휠의 유압모터 회전수는 유량조절밸브를 사용하여 0~90rpm으로 조정가능하도록 하였으며, 이 경우 수거휠 보빈의 선속도를 고려하면 트랙터의 주행속도는 최대 2m/sec 정도까지 가능하며, 작업자의 숙련정도에 따라 수거휠의 유량조절밸브로 수거휠의 회전수를 조절하거나 트랙터의 주행속도를 조절하며 작업할 수 있도록 설계하였다. 이를 토대로 하여 표 7에 부착기형 수거휠의 제원을 나타내었다,

표 7 자주식 페비닐 수거기 수거휠의 제원

수거휠의 직경(mm)	630
보빈 직경(mm)	190
작업 권취속도(m/sec)	0~1
이론 최대권취속도(m/sec)	0.6~2
수거휠 회전속도(rpm)	0~90

2. 부착기형 비닐수거기 동력전달 장치 및 휠 고정장치

트랙터 부착형 수거기의 동력전달장치는 수거휠에 비닐이 수거되면 비닐의 감김에 따라 수거휠의 직경이 증가하여 직경의 증가에 따라 수거기의 회전수 및 구동부의 주행속도가 비례하여 증가하여야 한다. 따라서 트랙터 주행속도에 대응하여 수거휠의 회전수를 조정하여야 하므로 유량조절밸브를 사용하여 토출유량을 조절함으로써 수거휠의 회전수를 조정하고 동력전달 샤프트에 마찰클러치를 부착하여 마찰클러치의 마찰량을 조절함으로써 수거시 비닐의 인장력에 따라 수거휠이 미끄러져 공회전하게 되어 비닐이 끊어지지 않도록 설계하였다. 그림 41은 부착기형 수거휠의 동력전달장치 설계도이며 그림 42~44는 세부 설계도를 나타내었다. 그림 45와 46은 장착된 동력전달장치를 나타내고 있으며 그림 47은 수거휠 고정부의 제작상태이고, 그림 48은 수거휠 회전축에 적용한 마찰클러치의 모습을 나타내고 있다.

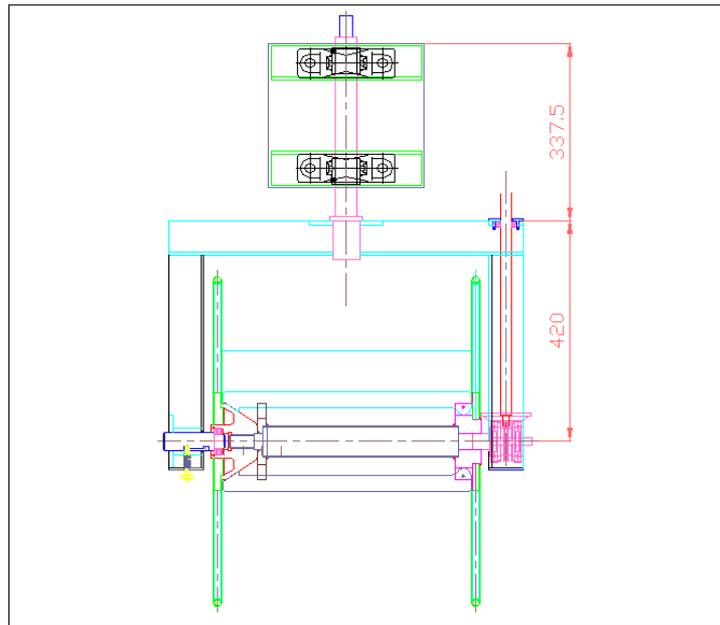


그림 41 부착기형 수거기 동력전달장치 설계도

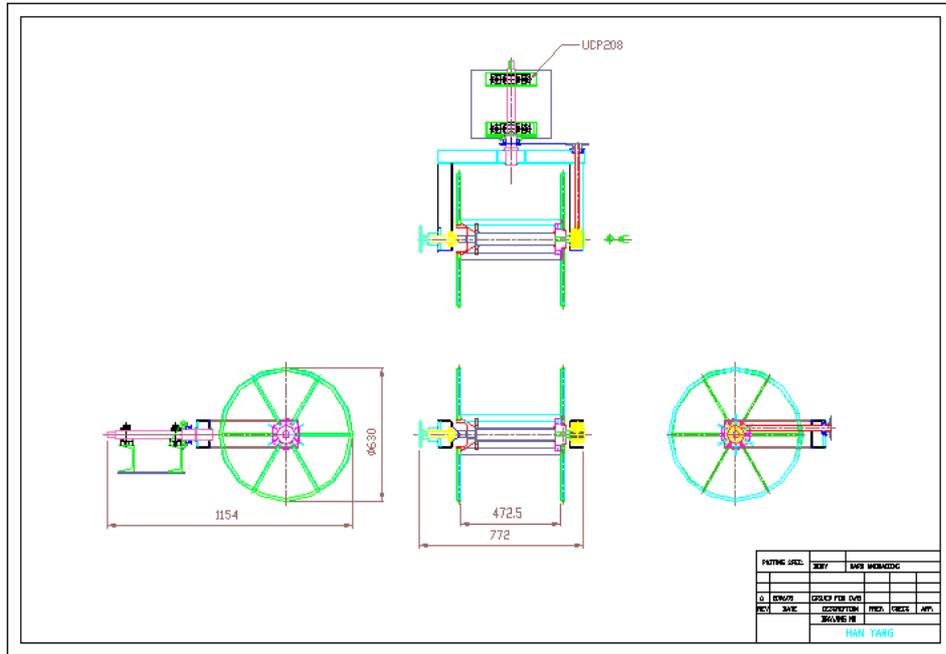


그림 44 동력전달축 및 고정장치 조립도



그림 45 부착기형 수거기 동력전달장치

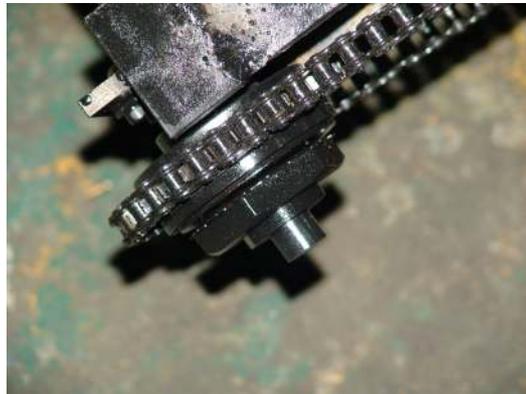


그림 46 수거휠 동력전달부.



그림 47 수거휠 고정부



그림 48 장력조절용 클러치

그림 49는 부착기형 수거기의 수거휠 및 동력전달장치의 메카니즘을 시험하기 위해 설계 제작된 수거휠의 조립 구성도를 나타낸다.



그림 49 부착기형 수거휠 및 동력전달장치 메카니즘 실험

3. 부착기형 비닐수거기 시작기의 제작

가. 트랙터 로더 버킷 장착형

1차 시작기의 수거기 탑재부는 트랙터 유압장치에 의한 유압실린더 2개를 사용하여 수거부의 상하 및 전후 자세를 유지하도록 설계하였다. 탑재부는 트랙터 부착작업기인 로더의 버킷부에 장착하였으며, 제1링크의 길이는 1,200mm 제2링크의 길이는 1,075mm이고 폭은 1,100mm이다. 탑재부는 D사 트랙터 22마력급에 탑재 가능하도록 설계하였으며 수거휠 부착부는 그림 50, 51과 같이 로더버킷의 중앙에 수거기가 장착되도록 설계하였다. 그림 52에 트랙터 로더 버킷에 장착한 부착기형 폐비닐 수거기의 모습을 나타내었다.

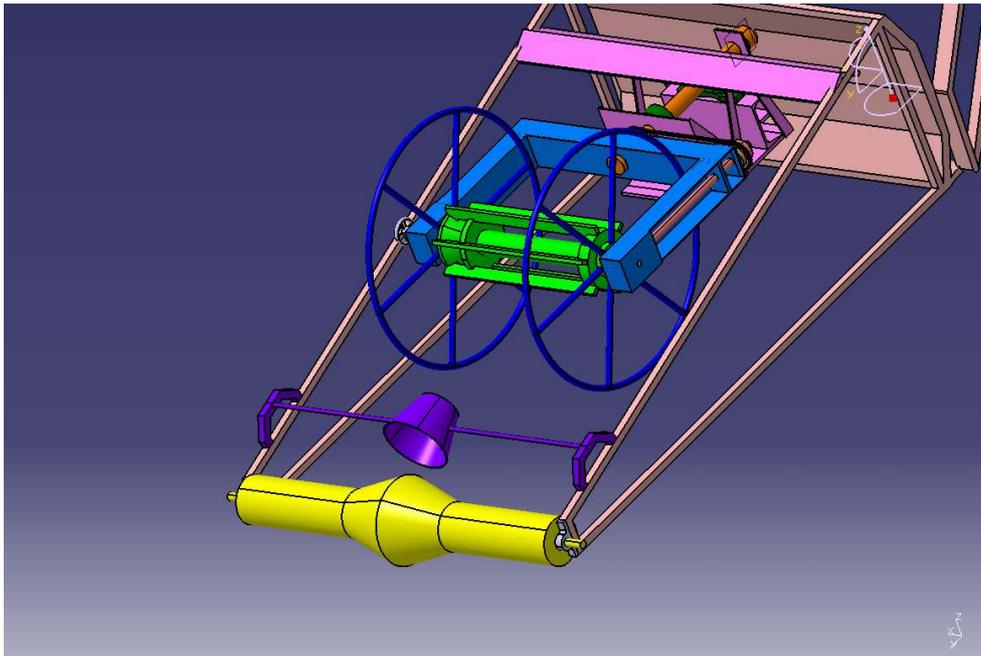


그림 50 부착기형 수거기 수거휠 및 동력전달부 모델링.

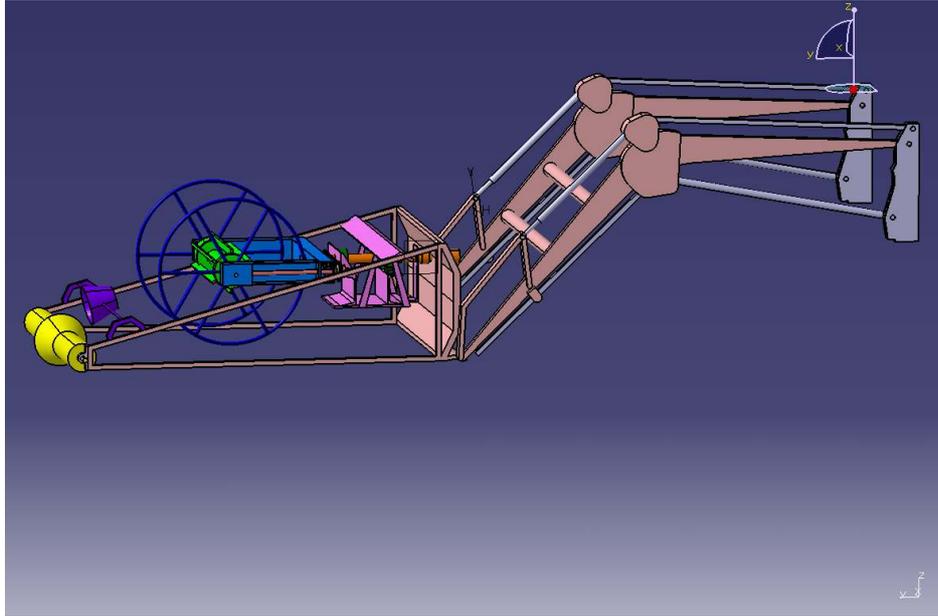


그림 51 부착기형 수거기 탑재부 모델링



그림 52. 로더 버킷 장착형 부착기형 수거기

나. 트랙터 부착형 수거 전용기

수거전용 시작기는 비닐수거기의 수거부를 탑재하는 탑재장치의 유압실린더를 및 장착프레임을 1개의 링크로 구성하여 시작기의 탑재부를 단순화하였다.

K사 트랙터 43마력에 탑재 가능하도록 설계하였으며, 그림 53, 54, 55에 시작기를 탑재한 설계 모델링 도면과 실제 형상을 각각 나타내었다. 시작품 설계 및 제작은 각 부분별로 로더 버킷 장착형에서 설계 및 제작된 수거휠, 수거휠 고정장치를 사용하였으며, 수거휠 장착부 및 수거기 탑재장치를 조합하여 설계 및 제작하였다.

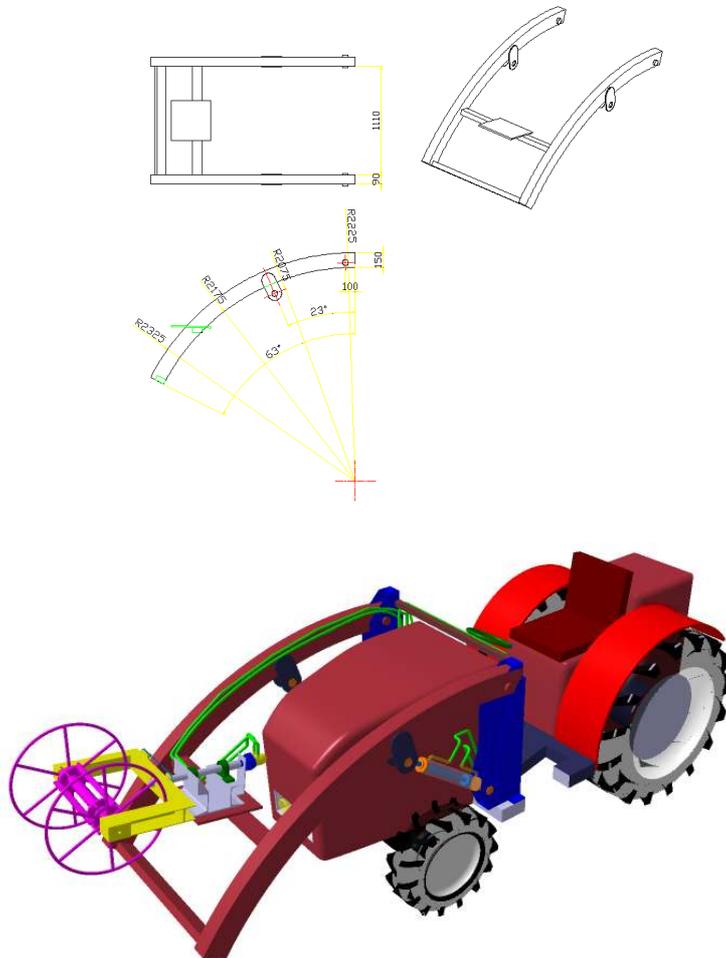


그림 53 수거전용기 모델링 도면



그림 54 수거전용기 (정면)



그림 55 수거전용기 (측면)

다. 트랙터 작업기 탈부착형

트랙터 작업기 탈부착형은 비닐수거기 수거부를 트랙터 로더의 다용도 탈부착 브라켓을 채택하여 수거기의 탈부착이 용이하게 재설계하였다. 트랙터 제조회사 및 부속 작업기 사양이 상이한 트랙터에도 적용이 용이하도록 적용하여 제작하였다.

작업기 탈부착형 시작기는 D사 트랙터 47마력에 적용하였으며, 그림 56, 57에 시작기를 탑재한 상태를 나타내었다. 시작품 설계 및 제작은 각 부분별로 시작기 1형 및 2형에서 설계 및 제작된 수거휠, 수거휠 고정장치를 사용하였으며, 수거휠 장착부 및 수거기 탑재장치를 조합하여 제작하였다.



그림 56 탈부착형 수거기



그림 57 탈부착형 수거기 조립

라. 유압장치의 설계 및 제작

수거시의 상하 및 전후 자세의 확보는 트랙터의 유압동력에 의해 유압실린더를 이용하였으며, 수거휠의 회전은 자체유압장치를 이용하여 유압조절밸브를 통해 전달되도록 설계하였다. 수거기의 제어밸브는 유압모터 작동용과 상하 및 전후 이송실린더 제어용으로 Lock-type 밸브를 각각 설치하였다. 수거휠의 유량조절밸브에 의해 0~90rpm 으로 조정 가능하도록 하였다.

유압모터는 트랙터의 보조유압으로 작동하며 80cc/rev. 의 용량을 가져 회전수를 90rpm으로 하였다. 그림 58과 59에 배관라인과 유량조절밸브의 모습을 나타내었다.



그림 58 유압배관 라인



그림 59 속도조절용 유량조절밸브

4. 부착기형 폐비닐수거기의 성능시험

가. 부착기형 폐비닐 수거기의 제원

기초시험 등의 결과를 이용하여 여러 가지 형태의 최종 시작기를 제작하였으며, 표 8에 부착기형 폐비닐 수거기의 제원을 표시하였다.

표 8 부착기형 폐비닐 수거기의 제원

유압장치	유압모터	80cc/rev
	유압실린더	복동식, 행정 1,200mm / 1,075mm
	유량조절밸브	FG-01, 최대 8L/min
트랙터	제원	D사 22마력
	유압	승강장치 위치 제어, 인출구 3개
수거장치	보빈직경(mm)	190
	수거휠(mm)	630
	수거휠 폭(mm)	488.5
주행속도	m/sec	0~1

나. 재료 및 방법

성능시험 평가는 농업공학연구소의 폐비닐수거기 시험평가방법에 의거하여 수행하였다. 시험결과를 근거로 현장실험은 자주식 수거기와 마찬가지로 경북 안동시의 수확 후 잔유물을 제거한 고추밭에서의 고추용 멀칭비닐을 대상으로 하였다. 고추용 멀칭비닐은 0.015mm 두께였으며 이랑의 간격은 950mm이고, 포장면적은 시험평가방법에 준하여 10a(50m×20m)로 하였다.

그림 60에 시험포장의 상태를 나타내었으며 포장의 비닐은 350~400mm 간격으로 재식되어 있어 구멍이 뚫려 있었고 잔유물을 제거하는 과정에서 구간별로 비닐의 상태가 좋지 않은 곳도 있었다.



그림 60 시험포장

시험방법에 근거하여 채취한 비닐(임의로 정한 작업행정 3구간의 중앙 20m 구간에서 수직방향의 중앙상단부에서 채취한 피복비닐)의 물성을 조사한 결과는 표 9와 같다.

표 9 포장 멀칭비닐의 물성

구분(비닐)		인장강도(kg/cm ²)	신장율(%)	인열강도(kg/cm ²)
두께(mm)	색상			
0.015	검정	144.2	14.5	39.2

그림 61과 62는 위와 같은 조건들을 토대로 시험포장에서의 자주식 폐비닐 수거기 시험모습과 수거된 폐비닐의 모습을 나타내고 있다.



그림 61 부착기형 멀칭 비닐 수거기 시험모습



그림 62 수거된 멀칭 비닐

다. 시험결과 및 고찰

성능시험에서 초기에 길이 50m 멀칭비닐수거에 약 75초가 소요되어 작업속도가 0.7m/sec 정도였으나, 수거휠에 비닐이 중간정도 감긴 상태에서는 50m 비닐수거에 50초정도가 소요되어 작업속도가 1m/sec로 나타났다. 따라서 이랑의 간격이 950mm인 현장에서 작업기의 시간당 수거성능은 23.9~34.2a 정도로 나타났다. 트랙터 부착형의 경우 이랑폭 90~300cm 까지 제작되었다. 이랑 폭이 150cm인 경우 시간당 작업성능은 37~54a 정도가 될 것으로 예측된다. 비닐수거기를 이랑에서 다른 이랑으로 선회 시 약 20초정도가 소요되었으며, 표준경작단위의 경우 시간당 20회 정도의 선회가 발생하여 선회소요시간이 400초정도로 나타났으며 1회수거후 수거휠로부터 비닐을 제거하고 재작업 준비까지의 시간이 약 120초정도 소요되었다.

위의 결과를 토대로 평가방법에 준한 다음 식 (7)에 의해 작업능률을 산출하였다.

$$T = \left(\frac{50}{V} + t \right) \times \frac{20}{60 \times b} \quad (7)$$

여기서 T : 작업능률(min/10a)

V : 평균작업속도(m/s)

t : 평균회행시간(s)

b : 작업폭(m)

평균작업속도는 1m/s 이고 평균회행시간은 20초이며, 작업폭은 0.95m로 계산한 후 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 24.5min/10a 정도가 된다.

비닐수거율은 공시포장에서 작업행정 중 3개 작업행정을 임의 선정하고 각각 작업행정의 중앙 20m 구간의 비닐 수거량 및 미수거량을 측정하여 다음 식 (8)에 의하여 산출하였다.

$$G = \frac{Gh}{Gc + Gh} \times 100 \quad (8)$$

여기서 G : 비닐수거율(%)

Gc : 측정구간의 미수거량(kg)

Gh : 측정구간의 수거량(kg)

비닐은 크게 손상된 곳이 아니면 원활하게 수거가 되었으며 수거율은 97% 이상으로 양호하게 나타났다. 작업상태는 자주식 수거기와 마찬가지로 수거휠에 의한 꼬임 작업에 의해 끊김회수가 10a 작업에서 2회 미만으로 거의 찢어지지 않아 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

5. 요약 및 결론

본 연구에서는 트랙터에 부착할 수 있는 부착기형 폐비닐 수거기를 설계 및 제작하여 기초시험을 통하여 보완 및 수정하여 실제 포장에서 성능시험을 수행하여 검증하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 기존 보유하고 있는 트랙터의 작업기를 활용할 수 있는 트랙터 로더 버킷형, 트랙터 부착형 수거 전용기, 트랙터 작업기 탈부착형 등으로 다양하게 탑재부를 구성하였으며, 트랙터의 보조유압을 활용하여 수거휠이 작동하도록 동력전달장치를 구성하였다.
- 나. 비닐수거 길이 30cm~85cm정도에서 0.5회 꼬일 수 있도록 설계하였으며 수거기의 안정 작업주행속도를 1m/sec로 하여 보빈은 강도와 작업성을 고려하여 지름을 190mm로 설계하였다. 수거휠의 선속도를 유지하기 위한 수거휠의 회전속도는 90rpm으로 설계하였으며 비닐이 보빈에 감기면 유량조절밸브에 의해 수거휠 회전용 엔진의 회전수를 조정하여 안정적으로 비닐을 수거할 수 있도록 하였다.
- 다. 부착기형의 경우 이랑의 간격이 950mm인 10a(50m×20m)의 포장에서 성능시험 평가한 결과 평균작업속도는 1m/s이고 평균회행시간은 20초로 나타나 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 24.5min/10a 정도가 되며, 이랑간격이 1,500mm일 경우 작업능률이 14min/10a 정도 될 것으로 예측된다.
- 라. 비닐은 크게 손상된 곳이 아니면 원활하게 수거가 되었으며 수거율은 97% 이상으로 양호하게 나타났다. 작업상태는 수거휠에 의한 꼬임작업에 의해 끊김회수가 10a 작업에서 2회 미만으로 거의 찢어지지 않아 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

제 4 절 비닐수거기의 경제성분석

1. 서론

본 연구에서 개발된 비닐수거기는 많은 현장 테스트와 이에 대한 수정 및 보완 등을 거치면서 실증 시험한 결과 매우 만족스런 결과를 보였다.

그러나 개발된 시작기가 실제로 사용농가에 보급되어 운영한 후 이용비용에 경제성이 있는가 하는 문제는 매우 중요한 요소이다. 또한 제작업체에서 생산을 한 후 합리적인 가격으로 공급하였을 때 경제성이 있는가 하는 문제도 중요한 요소이다. 특히 시작기가 보급되었을 때 국내의 농업 현실에 부합하며 경제적으로도 이익을 남길 수 있어야 한다.

따라서 본 연구에서는 개발된 시작기를 현장적응시험 및 성능시험을 통하여 획득된 자료를 바탕으로 관행의 인력으로 비닐을 수거하는 경우와 본 연구에서 개발된 비닐수거기로 비닐을 수거하는 경우의 부담면적 및 이용비용을 비교 분석하여 개발된 시작기가 우리나라 농가에 적용할 수 있는지에 대한 가능성 여부를 제시함에 있다.

2. 연구방법

본 연구의 경제성 분석에서는 관행의 인력으로 비닐을 수거하는 경우와 개발된 시작기를 이용하는 시스템에 대하여 부담면적과 이용비용을 비교 분석하였다.

가. 부담면적

농업생산의 한 가지 특징은 농작업이 적기성을 갖고 있다는 데 있다. 농업생산은 공업생산과 같이 연중을 통하여 어느 때나 작업을 수행할 수 있는 것이 아니고, 알맞은 작업시기가 있으며, 그 시기를 놓치면 생산량의 감소를 초래하게 된다. 따라서 농업기계를 구입할 때는 기계의 능률과 작업의 적기성에 바탕을 두고 구해지는 부담면적을 추정하여야 한다. 부담면적이란 농작업을 수행하는데 작업적기, 기상 등의 제약과 주어진 농장의 조건하에서 기계의 능률을 충분히 발휘하여 작업할 수 있는 면적을 말한다.

부담면적의 결정에는 기계의 능률이 하나의 기초가 된다. 이와 더불어 1일의 작업 시간, 포장외에서의 기계이동에 따른 손실시간, 작업적기중의 작업일수, 이 기간 중에 강우나 고장 등으로 인하여 작업을 수행하지 못하는 일수 등이 부담면적에 영향을 미친다. 농장 밖에서의 기계의 손실, 작업기의 탈부착, 농장 사이의 이동 등은 부담면적을 감소시킨다. 기계가 하루에 책정된 작업가능시간에 대한 농장내에서의 작업시간의 비율을 실제작업시간율이라고 한다.

작업적기에 포함된 일수는 전부 기계작업이 가능한 것은 아니다. 기계의 고장이나 기후상의 제약 때문에 모든 일수를 전부 작업할 수 없다. 특히 강우로 인한 작업불가능은 흔히 일어나기 때문에 작업적기 전체일수에 대한 실제로 작업이 가능한 일수의 비율을 작업가능일수율이라고 한다.

따라서 부담면적을 아래의 식과 같이 계산하였다.

$$A = \frac{1}{10} \times \epsilon_f \times \epsilon_u \times \epsilon_d \times S \times U \times W \times D$$

여기서, A : 부담면적(ha)

ϵ_f : 포장작업효율

ϵ_u : 실작업시간율

ϵ_d : 작업가능일수율

S : 기계의 전진속도(km/h)

U : 일일작업시간(h/d)

W : 기계의폭(m)

D : 작업기간 중의 작업일수(일)

나. 이용비용

개발된 시작기의 이용에 소요되는 비용은 고정비와 변동비로 구분하였으며 구체적인 항목은 표 10에 나타내었다. 이때 22ps급 트랙터는 이미 보유하고 있는 것을 이용하는 것으로 가정하였다.

표 10 시작기의 고정비 및 변동비의 구성요소

고정비	변동비
감가상각비	연료비
수리비	윤활유비
이자	노임
차고비	트랙터이용비용

1) 고정비

기계 이용시의 고정비용은 감가상각비, 수리비, 이자, 차고비 등의 합으로 계산되며, 작업에 이용된 기계의 가격은 농업기계가격집과 기계제작회사에 의뢰하여 조사하였다 (한국농기계공업협동조합, 2007; 농림부, 2007a).

가) 감가상각비

시작기의 내구연한은 현재 분류된 자료가 없어 트랙터용 작업기 수준인 8년으로 정하였다. 또한 기계의 폐기가격은 각각 구입 가격의 5 %로 가정하였다(농촌진흥청, 2006).

나) 수리비

시작기의 경우 수리비 계수는 문헌을 참조하였는데(정창주 등, 1995), 소요되는 부속품과 작동시 부하변동이 큰 경우이므로 기계구입가의 연간 5 %를 적용하였다.

다) 이자

이자는 농림부의 농기계구입지원사업지침에서 기계 구입가의 용자분에 대해서는 연리 3 %를 적용하고(농림부, 2007a), 자부담에 대해서는 농업인 대출금리 6.5 %를 적용한 다음, 변동금리를 감안하여 일괄적으로 기계 구입가의 4 %를 적용하였다.

라) 차고비

차고비는 기계 구입가의 1 %로 하였으며(정창주 등, 1995), 이상에서 언급한 내용

을 기준으로 고정비 계수를 산출하고 해당기계의 구입가를 조사하여 표 11에 나타내었다.

표 11 기계구입가격 및 고정비계수

항목		시작기(자주형)	시작기(트랙터부착형)
구입가격(천원)		5,000	3,000
고정비계수	감가상각비	0.1188	0.1188
	수리비	0.0500	0.0500
	이자	0.0400	0.0400
	차고비	0.0100	0.0100
	합 계	0.2188	0.2188

2) 변동비

시작기 이용시의 변동비용은 다음의 식으로 산출하였다.

$$VC = H \times (F + O + L + E + F)$$

여기서, VC : 변동비용(원/년)

H : 연간 기계 이용시간(시간/년)

F : 1시간 작업시 소모 연료비용(원/시간)

O : 1시간 작업시 소모 윤활유비용(원/시간)

L : 시간당 노동임금(원/시간)

E : 시간당 소모 전력비(원/시간)

T : 트랙터의 시간당 이용비용(원/시간)

$$= \text{트랙터 구입가} \times \text{고정비계수} / \text{트랙터 총 사용시간}$$

가) 시작기의 연간이용시간

시작기의 연간이용시간은 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

$$H = 10A / (S \times W \times \epsilon_f \times \epsilon_u)$$

여기서, H : 연간이용시간(h)

A : 부담면적(ha)

ϵ_f : 포장작업효율

ϵ_u : 실작업시간율

S : 기계의 전진속도(km/h)

W : 기계의폭(m)

나) 연료비

연료비의 경우 시작기는 자주형과 트랙터부착형으로 나눌 수 있는데, 자주형의 경우는 공시엔진(Honda GXH50)의 연료소모량은 340 g/kWh 로 나타났으며, 휘발유밀도는 750g/L로, 면세유가격 624원/L(농촌진흥청, 2006)을 적용하였다.

트랙터부착형의 경우는 출력 37.5 ps, 연료소비율 221/psh, 경유밀도 850g/L, 면세유가격 642원/L을 적용하였다.

다) 윤활유비

작업시 소요되는 윤활유 비용은 연료비의 15 %를 적용하였다.(정창주 등, 1995)

라) 시간당 노임

시간당 노임은 농촌 노동임금 전국 평균치인 성인 남자 1인의 경우 시간당 7000 원으로 하였다.(농림부, 2007b)

마) 트랙터 사용에 의한 시간당 이용비용

트랙터 사용시의 시간당 이용 비용은 기계의 구입가×고정비 계수에 연간 트랙터 총 사용시간을 나눈 값으로 정의하였으며, 트랙터 총 사용시간은 시작기의 세절시간과 세절 이외의 작업시간을 합한 것으로서 원형베일 세절 이외의 작업시간은 수도작 평균사용시간 500시간(정창주 등, 1995)으로 하였다. 따라서 트랙터의 고정비 계수는

앞에서 기술한 바와 같이 계산하여 트랙터의 구입가와 로우더 장착비용을 포함한 가격을 표 12에 나타내었다.

표 12 트랙터 구입가격 및 고정비 계수

항목	구입가 (천원)	고정비 계수				
		감가상각비	수리비	이자	차고비	합계
트랙터 (43ps)	18,000	0.09	0.07	0.04	0.01	0.21

3. 결과 및 고찰

가. 부담면적

1) 연중 작업가능 일수의 결정

일반적으로 비닐을 이용하여 멀칭을 하는 수박, 참깨, 고추 등의 작목이 있으나, 대체로 비닐수거 적기는 대략적으로 10월 하순에서 11월 하순으로 기간은 약 30일 정도일 것으로 판단하였다. 본 절에서 인용한 계수들은 농가에서 실시된 실작업을 통하여 조사된 계수와 기존의 문헌을 통하여 조사된 내용을 비교분석하여 우리나라의 비닐수거 작업에 맞도록 합리적인 수준에서 결정하였다. 이때의 작업가능일수율은 대략적으로 평균치 80%로 결정하였다. 또한, 실작업시간율은 62%, 일일작업시간은 8시간으로 결정하였다.

2) ha 당 포장작업시간 산출

농작업에서의 포장 작업 성능은 대체로 기계적인 요인, 포장의 구조적 요인, 그리고 기타 요인에 영향 받는 것으로 분류할 수 있다. 기계적 요인으로는 동력원과 작업 특성에 따른 기계의 작업폭, 작업 속도, 기계의 고장율을 들 수 있고, 포장의 구조적 요인으로는 포장의 크기, 형상, 주행성 등을 들 수 있다. 또한 그 외의 기타 요인으로는 운전자의 기술, 기상조건 등을 들 수 있고 포장의 분산정도는 전체 작업 가능 일수에 매우 중요한 영향을 미친다. 이 때, 포장 작업성능에 영향을 미치는 요인 중에서 기계

의 작업폭, 속도, 포장의 크기, 수거된 폐비닐의 분리 및 장착 등에 대하여 성능시험 결과를 참고하여 비교분석하였다.

따라서, ha 당 포장작업시간은 자주형의 경우는 6.1 h/ha, 트랙터부착형의 경우는 2.4 h/ha로 나타났다. 참고로 농공연(2002)에 의하면 인력에 의한 비닐수거의 작업능률은 수박의 경우 87 h/ha, 참깨 73 h/ha, 고추 60 h/ha이며 평균적으로 73 h/ha로 나타났다.

3) 부담면적의 산출

이상에서 기술한 바와 같이 부담면적의 계산결과를 표 13에 나타내었다. 자주형의 경우는 19.2 ha로 나타났으며, 트랙터 부착형 비닐수거기의 경우는 49.6 ha로 나타났

표 13 부담면적

항목	작업일수 (일)	작업가능 일수율 (%)	부담면적 (ha)
자주형	30	0.8	19.2
트랙터부착형	30	0.8	49.6

나. 이용비용

이상에서 언급한 내용을 토대로 시작기와 인력의 경우에 이용비용을 계산하여 그 결과를 표 14와 15에 나타내었다. 인력의 경우는 ha당 이용비용이 511 천원/ha으로 나타났다.

표 14 시작기(자주형)의 이용비용

작업면적(ha)		1	5	10	19.2
고정비 (원/년)	감가상각비	593,750	593,750	593,750	593,750
	이자	200,000	200,000	200,000	200,000
	차고비	50,000	50,000	50,000	50,000
	수리비	250,000	250,000	250,000	250,000
	소계	1,093,750	1,093,750	1,093,750	1,093,750
변동비 (원/년)	노임	42,700	213,500	427,000	819,840
	연료비	1,897	9,486	18,971	36,424
	윤활유비	285	1,423	2,846	5,464
	소계	44,882	224,408	448,817	861,728
년간이용비용 (원/년)		1,138,632	1,318,158	1,542,567	1,955,478
ha당 이용비용 (원/ha)		1,138,632	263,632	154,257	101,848

표 14에서 자주형 시작기의 고정비는 1,093 천원으로 나타났으며, 고정비와 변동비를 합한 다음 ha당 이용비용을 계산하였다. 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 1,138 천원/ha, 5ha 작업시 263 천원/ha, 10ha 작업시 154 천원/ha, 부담면적 19.2 ha 작업시 101 천원/ha으로 나타났다.

표 15 시작기(트랙터 부착형)의 선별비용

작업면적(ha)		1	5	10	49.6
고정비 (원/년)	감가상각비	356,250	356,250	356,250	356,250
	이자	120,000	120,000	120,000	120,000
	차고비	30,000	30,000	30,000	30,000
	수리비	150,000	150,000	150,000	150,000
	소계	656,250	656,250	656,250	656,250
변동비 (원/년)	노임	16,800	84,000	168,000	833,280
	연료비	15,022	75,108	150,216	745,071
	윤활유비	2,253	11,266	22,532	111,761
	트랙터이용비	7,524	36,914	72,137	302,869
	소계	41,599	207,288	412,886	1,992,981
년간이용비용 (원/년)		697,849	863,538	1,069,136	2,649,231
ha당 이용비용 (원/ha)		697,849	172,708	106,914	53,412

표 15에서 트랙터부착형 시작기의 고정비는 656 천원으로 나타났으며, 고정비와 변동비를 합한 다음 ha당 이용비용을 계산하였다. 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 697 천원/ha, 5ha 작업시 172 천원/ha, 10ha 작업시 106 천원/ha, 부담면

적 49.6 ha 작업시 53 천원/ha으로 나타났다.

또한 작업면적에 따른 이용비용을 회귀분석을 통해 추정하여 그림 56에 나타내었다. 그림에서 시작기(자주형)의 이용비용은 작업면적이 증가함에 따라 급격히 감소하는 추세이나 감소세는 5 ha 규모에서 거의 완만한 직선형태로 나타내고 있으며, 시작기(트랙터부착형) 경우에도 작업면적이 증가함에 따라 이용비용은 급격히 감소하고 있으며 약 8 ha 규모에 이르면 감소세가 완만하게 되는 경향이 있는 것으로 나타났다.

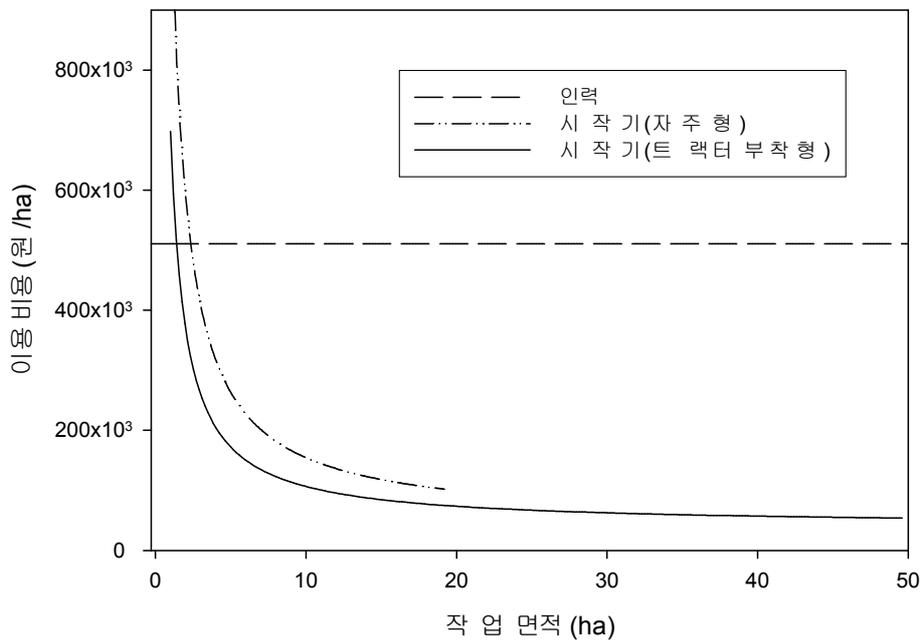


그림 63 작업면적에 따른 이용비용 비교

그리고, 작업면적이 증가함에 따라 관행의 인력에 의한 비닐수거작업에 비하여 시작기의 이용비용이 적게 드는 것으로 나타나고 있는데, 손익분기점은 시작기(자주형)의 경우 작업면적 2.3 ha 전후로 비슷하게 나타나고 있으며, 시작기(트랙터부착형)의 경우는 1.4 ha 전후로 나타났다. 따라서 각각의 작업면적 이상으로 시작기를 이용할 경우 관행의 인력수거보다 유리한 것으로 판단된다.

이러한 분석자료를 근거로 시작기와 인력수거에 의한 연간 이용비용의 절감효과를 살펴보면 다음과 같다. 시작기(자주형)의 경우 부담면적으로 작업시에 인력수거에 비

해 연간 7,856 천원이 절감되는 것으로 나타났으며, 시작기(트랙터부착형)의 경우 부담면적으로 작업시에 인력수거에 비해 연간 22,696 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

그러나, 실제로 본 연구에서 개발된 시작기가 상용화되면 시작기의 판매단가를 상당히 낮출 수 있기 때문에 그 절감효과는 더욱 더 클 것으로 기대된다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서 개발된 비닐수거기의 경제성을 검증하기 위하여 관행의 인력수거에 의한 시스템과의 이용비용을 분석하여 그 결과를 비교 검토하였다. 분석된 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 부담면적은 자주형의 경우 19.2 ha로 나타났으며, 트랙터 부착형 비닐수거기의 경우는 49.6 ha로 나타났다.
- 나. 자주형 시작기의 고정비는 1,093 천원으로 나타났으며, 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 1,138 천원/ha, 5ha 작업시 263 천원/ha, 10ha 작업시 154 천원/ha, 부담면적 19.2 ha 작업시 101 천원/ha으로 나타나 작업면적이 증가할수록 이용비용은 절감되는 것으로 나타났다.
- 다. 트랙터부착형 시작기의 고정비는 656 천원으로 나타났으며, 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 697 천원/ha, 5ha 작업시 172 천원/ha, 10ha 작업시 106 천원/ha, 부담면적 49.6 ha 작업시 53 천원/ha으로 나타나 작업면적이 증가할수록 이용비용은 절감되는 것으로 나타났다.
- 라. 인력수거대비 손익분기점은 자주형 시작기의 경우 작업면적 2.3 ha, 트랙터부착형 시작기의 경우는 1.4 ha 전후로 나타났다.
- 다. 부담면적으로 작업시 인력수거대비 절감효과는 자주형 시작기의 경우 연간 7,856 천원, 트랙터부착형 시작기의 경우연간 22,696 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서 개발된 비닐수거기는 우리나라의 농가에 적용 가능한 것으로 판단되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표달성도

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용	목표 달성도(%)
1차 년도 (2005)	기술요구 도 분석 및 멀칭비닐 수거모델 정립	○ 멀칭 비닐 자료 조사 및 분석 - 국내외 멀칭 비닐의 물성 조사 - 종류별 강도 시험 - 트위스팅 비닐의 물성 시험	100
		○ 멀칭비닐 재배 양식 조사 및 분석 - 멀칭비닐의 생산규격, 이랑방식, 식재방식	100
		○ 주행부 및 동력전달부 분석 - 자주형 주행 형식 및 구성 분석 - 부착기형의 탑재방식 및 동력전달 메커니즘 분석 - 메커니즘 시뮬레이션 및 제작 시험	100
		○ 트위스트 휠 방식 비닐 수거메커니즘 개발 - 비닐수거 메커니즘의 요인 시험 - 메커니즘 기본구성 및 시험 - 메커니즘 시뮬레이션 - 트위스트 휠 방식 시험기 설계 및 제작	100
2차 년도 (2006)	자주형 트위스트 휠 방식 멀칭비닐 수거기 개발	○ 트위스트 휠 수거메커니즘 시작품 제작 - 시작품 제작 - 수거성능 포장시험	100
		○ 주행부 및 동력전달부 분석 - 자주형 주행 형식 및 구성 분석 - 부착기형의 탑재방식 및 동력전달 메커니즘 분석 - 메커니즘 시뮬레이션 및 제작 시험	100
		○ 자주형 수거기 개발 - 시작품 제작 - 성능 포장 시험 및 분석	100
3차 년도 (2007)	부착기 형 트위스트 휠 방식 멀칭비닐 수거기 개발	○ 자주형 수거기 보완 - 다양성 시험 - 분석 및 보완	100
		○ 주행부 및 동력전달부 실용화 - 자주형 주행부 실용화 개발 - 부착기형의 탑재방식 및 동력전달부 실용화 개발 - 내구성 및 경제성 분석	100
		○ 부착기형 수거기 시작품 개발 - 시작품 제작 - 성능 포장시험 및 분석	100

제 2 절 관련분야의 기여도

1. 기술적 측면

○상대적으로 두께가 적은 비닐을 사용하는 한국의 농가 실정에 맞게 제작함으로써 실용성 증대

○비닐을 꼬으면서 휠에 감기는 방식을 적용함으로써 수거율의 향상

○수작업의 5배 정도로 수거능률이 높고 작업이 간편하여 폐비닐 수거율 향상

○부피를 최소화할 수 있어 적재공간 확보

○전용기 개발로 미작업 기계의 기계화

○부착기형 개발로 기존 기계 이용효율의 증대

2. 경제적·산업적 측면

○수거율이 낮은 폐비닐의 수거 증대로 산불, 홍수 등 환경피해 감소

○기피대상 작업의 생력적 수행 가능

○멀칭비닐을 이용한 저농약 재배 등의 지속적 발전

○멀칭비닐의 이용량은 꾸준하므로 해외수출 가능성 확보

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1 절 연구성과

1. 특허등록

- 등록번호 : 10-0618194
- 발명명칭 : 멀칭비닐지 회수장치
- 등 록 일 : 2006년 8월 23일
- 특허권자 : 김태욱 외 1인
- 내용

논두렁 또는 밭두렁(이하, "경작지"라고 칭함)에 파종되는 씨앗의 발아율을 촉진시키거나 작물 생육시 각종 병충해 및 잡초로부터 작물을 보호할 수 있도록 사용된 멀칭비닐지를 엔진 구동력에 의해 주행되고, 회전되는 릴(reel)에 강제적으로 감아 회수하므로 멀칭비닐지 회수작업이 편리하고, 멀칭비닐지가 감기는 릴을 회전과 동시에 트윈스트 구동시켜 멀칭비닐지를 잡아당겨 릴에 감을때 꼬이도록 하여 끊어짐을 방지할 수 있도록 한 것임.

(세부내용 별첨)

2. 홍 보

- 행 사 명 : 2008전국농업기계전시회
- 기 간 : 2008. 4. 16(수) ~ 4. 18(금)
- 장 소 : 경북 상주시 북천공원
- 주 관 : 경상북도, 상주시, 한국농기계공업협동조합
- 후 원 : 농림수산식품부, 지식경제부, 농촌진흥청, 농협중앙회, 한국농업기계학회, 한국농업경영인중앙연합회, 한국쌀전업농중앙연합회
- 목 적
친환경 농기자재의 종합전시로 농업인에게 미래상 제시

농업인에게 농기계 선택 정보제공으로 농업경쟁력 제고
지역특산물 홍보/판매 및 지역관광 등을 병행하여 지역경제 활성화

- 홍보효과

많은 참관인들의 호응으로 상품 판매 기대효과가 큼
기타 관련업체들의 흥미를 유발하여 기술확대 효과

제 2 절 활용계획

개발된 폐비닐수거기를 위탁기관에 기술이전하여 자체 사업화할 것이며, 개발되는 핵심기술 및 성과물을 시범사업으로 전국을 상대로 보급하고 점차적으로 보조사업으로 확대하고자 한다.

또한 멀칭 비닐 등 폐비닐은 기계적인 수거 차원에서 벗어나 재활용으로의 기술개발이 시급히 요청되고 있는 바 다양한 분야에서 폐비닐의 재활용은 연구되고 있어서 조만간 국내 한국환경자원공사의 누적 적재량도 감소될 것으로 예상된다. 본 연구팀은 본 과제 다음으로 기계적인 수거를 연계 확대시켜 재활용에 접근할 수 있는 수거 장치의 개발을 구상 중에 있다.

관련 핵심 기술은 특허등록(10-0618194)으로 기술 우위를 점하였으며, 상품의 가치를 높이기 위하여 개발될 제품은 우수신기술인증을 획득하고 정부의 자금지원 대상품목 자격을 취득할 예정이다.

최근 전시회를 통하여 기계를 충분히 홍보하였으며 이외에도 직접 수요자들을 대상으로 한 연사회 개최 및 기타 전시회 참여로 기술을 알릴 수 있도록 할 방침이다.

또한 본 연구에서 개발된 폐비닐수거기는 일본 등의 여러 나라에도 충분히 수출가능성이 있을 것으로 생각되어 다각적인 방법으로 모색하여 꾸준히 보완할 예정이다.

제 6 장 종합결론

멀칭 비닐은 농약, 제초제의 사용을 줄이기 위한 수단으로 사용되었으며, 여러 가지 효과가 있어 대부분의 밭작물 재배에 이용되고 있다. 그러나 이런 멀칭 비닐은 다음 작기를 위하여 수거 철거되어야 하는 것이 기본이지만 부족한 농촌노동력 때문에 수거되지 못하고 그대로 방치되고 있는 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 수거가 어려운 멀칭비닐을 효과적으로 제거하고자 여러 가지 형태의 페비닐 수거기를 개발하고자 한다. 이에 따라 두께별 멀칭비닐의 물성을 조사하여 시험기를 제작 및 시험하고 자주식과 트랙터 부착형 수거기의 시작기를 개발하여 성능시험을 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 멀칭 비닐의 물성 테스트 결과 트위스트 휠 방식 비닐 수거기 설계 시 수거하는 비닐의 폭에 따라 차이는 있으나 꼬임의 횟수는 길이가 비닐폭 정도에서 약 0.5~3회 정도로도 상당한 효과가 있을 것으로 판단된다.
2. 자주식 페비닐 수거기는 원활한 수거 및 주행을 위해 주행부와 수거휠 회전용으로 구분하여 각각 최대출력 2.5마력, 1.5마력의 엔진을 선정하여 동력전달장치를 구성하였다.
3. 자주식 페비닐 수거기의 경우 길이 17cm~47cm정도에서 1회 꼬일 수 있도록 설계하였으며 수거기의 안정 작업주행속도를 0.5m/sec로 하여 보빈은 강도와 작업성을 고려하여 지름을 160mm로 설계하였다. 수거휠의 선속도를 유지하기 위한 수거휠 보빈의 회전속도는 60rpm으로 설계하였으며 비닐이 보빈에 감기면 수거휠 회전용 엔진의 회전수를 조정하여 안정적으로 비닐을 수거할 수 있도록 하였다.
4. 이랑의 간격이 950mm인 10a(50m×20m)의 포장에서 자주식 페비닐 수거기의 성능시험 평가한 결과 평균작업속도는 0.56m/s이고 평균회행시간은 15초로 나타나 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 40.06min/10a 정도가 된다.
5. 부착기형의 경우 기존 보유하고 있는 트랙터의 작업기를 활용할 수 있는 트랙터로더 버킷형, 트랙터 부착형 수거 전용기, 트랙터 작업기 탈부착형 등으로 다양하게 탑재부를 구성하였으며, 트랙터의 보조유압을 활용하여 수거휠이 작동하도록

동력전달장치를 구성하였다.

6. 부착기형 페비닐 수거기의 경우 비닐 길이 30cm~85cm정도에서 0.5회 꼬일 수 있도록 설계하였으며 수거기의 안정 작업주행속도를 1m/sec로 하여 보빈은 강도와 작업성을 고려하여 지름을 190mm로 설계하였다. 수거휠의 선속도를 유지하기 위한 수거휠의 회전속도는 90rpm으로 설계하였으며 비닐이 보빈에 감기면 유량 조절밸브에 의해 수거휠 회전용 엔진의 회전수를 조정하여 안정적으로 비닐을 수거할 수 있도록 하였다.
7. 부착기형의 경우 이랑의 간격이 950mm인 10a(50m×20m)의 포장에서 성능시험 평가한 결과 평균작업속도는 1m/s이고 평균회행시간은 20초로 나타나 재작업에 소요되는 시간을 고려해 보면 작업능률은 24.5min/10a 정도가 되며, 이랑간격이 1,500mm일 경우 작업능률이 14min/10a 정도 될 것으로 예측된다.
8. 여러 가지 형태로 적용된 트위스트 휠 방식의 수거기는 비닐이 크게 손상된 곳이 아니면 원활하게 수거가 되었으며 수거율은 97% 이상으로 양호하게 나타났다. 작업상태는 수거휠에 의한 꼬임작업에 의해 끊김회수가 10a 작업에서 2회 미만으로 거의 찢어지지 않아 매우 양호한 결과를 얻을 수 있었다.
9. 부담면적은 자주형의 경우 19.2 ha로 나타났으며, 트랙터 부착형 비닐수거기의 경우는 49.6 ha로 나타났다.
10. 자주형 시작기의 고정비는 1,093 천원으로 나타났으며, 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 1,138 천원/ha, 5ha 작업시 263 천원/ha, 10ha 작업시 154 천원/ha, 부담면적 19.2 ha 작업시 101 천원/ha으로 나타나 작업면적이 증가할수록 이용비용은 절감되는 것으로 나타났다.
11. 트랙터부착형 시작기의 고정비는 656 천원으로 나타났으며, 작업면적별 이용비용은 다음과 같다. 1ha 작업시 697 천원/ha, 5ha 작업시 172 천원/ha, 10ha 작업시 106 천원/ha, 부담면적 49.6 ha 작업시 53 천원/ha으로 나타나 작업면적이 증가할수록 이용비용은 점감되는 것으로 나타났다.
12. 인력수거대비 손익분기점은 자주형 시작기의 경우 작업면적 2.3 ha, 트랙터부착형 시작기의 경우는 1.4 ha 전후로 나타났다. 부담면적으로 작업시 인력수거대비 절감효과는 자주형 시작기의 경우 연간 7,856 천원, 트랙터부착형 시작기의 경우 연간 22,696 천원이 절감되는 것으로 나타났다.

제 7 장 참고문헌

1. 농림부. 2007a. 농림사업시행지침.
2. 농림부. 2007b. 농림업주요통계.
3. 농촌진흥청. 1988. 작물재배의 신기술. 농진총서-7. 명륜당.
4. 농촌진흥청. 1995. 밭작물재배. 전문농가 교육교재.
5. 농촌진흥청. 2006. 시험연구결과 경제성분석 기준자료
6. 정창주 등. 1995. 농업기계학. 향문사.
7. 한국농기계공업협동조합. 2007. 농업기계가격.

<별첨 - 관련 특허명세서>

특허명 : 멀칭비닐지 회수장치

요약

논두렁 또는 밭두렁(이하, "경작지"라고 칭함)에 파종되는 씨앗의 발아율을 촉진시키거나 작물 생육시 각종 병충해 및 잡초로부터 작물을 보호할 수 있도록 사용된 멀칭비닐지를 엔진 구동력에 의해 주행되고, 회전되는 릴(reel)에 강제적으로 감아 회수하므로 멀칭비닐지 회수작업이 편리하고, 멀칭비닐지가 감기는 릴을 회전과 동시에 트위스트 구동시켜 멀칭비닐지를 잡아당겨 릴에 감을때 꼬이도록 하여 끊어짐을 방지할 수 있도록 한 것으로, 본 발명에 의한 멀칭비닐지 회수장치는, 핸들 및 전륜,후륜으로 이루어진 바퀴가 설치되는 몸체와, 몸체에 장착되는 엔진 및 엔진으로 부터 발생하는 구동력을 감속시키는 감속기와, 엔진으로 부터 전달되는 구동력에 의해 회전 및 몸체에 대해 트위스트 구동가능하게 장착되고, 경작지로 부터 회수되는 멀칭비닐지가 꼬이면서 감기는 릴과, 릴을 몸체에 착탈가능하게 장착하는 고정수단과, 몸체 전방에 회전가능하게 장착되며, 릴에 감기는 멀칭비닐지에 부착된 이물질 제거하는 가이드롤과, 가이드롤과 릴사이에 설치되며, 가이드롤을 통과한 멀칭비닐지를 줄모양으로 중앙쪽으로 모아주는 그립퍼와, 그립퍼와 릴사이에 회전 및 좌우방향으로 이동가능하게 설치되며, 릴에 감기는 멀칭비닐지에 장력을 부여하는 롤을 구비한다.

대표도

도 1

색인어

멀칭비닐지 회수장치, 릴, 회전 및 트위스트 구동

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명에 의한 멸칭비닐지 회수장치의 사시도,
- 도 2는 본 발명에 의한 멸칭비닐지 회수장치의 측면도,
- 도 3은 본 발명에 의한 멸칭비닐지 회수장치에서 동력전달수단의 개략도,
- 도 4는 본 발명에 의한 멸칭비닐지 회수장치에서 멸칭비닐지가 감기는 릴의 트위스트상태의 개략도,
- 도 5는 본 발명에 의한 멸칭비닐지 회수장치에서 멸칭비닐지가 감기는 릴의 분리됨을 나타내는 개략도,
- 도 6은 본 발명에 의한 멸칭비닐지 회수장치의 사용상태도,
- 도 7은 본 발명에 의한 멸칭비닐지 회수장치에서 가이드롤의 변형예시도,
- 도 8은 멸칭비닐지의 회수과정을 설명하기 위한 도면이다.

*도면중 주요 부분에 사용된 부호의 설명

- 10; 핸들
- 12; 몸체
- 14; 감속기
- 16; 릴(reel)
- 18; 그립퍼
- 20; 회동체
- 22; 트위스트 구동축
- 24; 제1구동기어
- 26; 제2기어
- 28; 제2체인
- 30; 보호커버

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 논두렁 또는 밭두렁(이하, "경작지"라고 칭함)에 파종되는 씨앗의 발아율을 촉진시키거나 작물 생육시 각종 병충해 및 잡초로부터 작물을 보호할 수 있도록 사용되는 멀칭비닐지를 작물 수확후 경작지로 부터 용이하게 분리, 회수할 수 있도록 한 멀칭비닐지 회수장치에 관한 것이다. 더욱 상세하게는, 엔진 구동력에 의해 주행되고, 회전되는 릴(reel)에 강제적으로 멀칭비닐지를 감아 회수하므로 멀칭비닐지 회수작업이 편리하고, 멀칭비닐지가 감기는 릴을 회전과 동시에 트위스트 구동시켜 멀칭비닐지를 잡아당겨 릴에 감을 때 꼬이도록 하여 끊어짐을 방지할 수 있도록 한 멀칭비닐지 회수장치에 관한 것이다.

이하, 사용되는 용어중 "멀칭비닐지"는 경작지 지면위에 직접 씌워져 파종되는 씨앗의 초기 생육조건을 촉진시키도록 사용되는 것이고, "하우스비닐지"는 터널형상을 유지하도록 설치되는 프레임위에 씌워져 하우스 내부에 재배되는 작물을 외부환경으로부터 보호하도록 사용되는 것을 의미한다.

일반적으로, 멀칭비닐지는 경작지에 씌워져 사용되고, 파종되는 씨앗의 대사활동을 촉진시켜 주변의 각종 병충해 및 잡초 등의 서식을 막게되므로 씨앗의 초기 생육조건을 촉진시키는 것으로, 별도의 제초작업 및 병충해 방지 작업에 필요한 노동력을 최소화하고, 농약 사용량을 줄여 토양 및 환경오염됨을 방지할 수 있다.

한편, 도 8에 도시된 바와 같이, 멀칭비닐지(1)를 사용하여 재배된 작물 수확후에는 멀칭비닐지(1)를 경작지로 부터 분리하여 회수하게되는 데, 멀칭비닐지(1) 좌우양측 가장자리를 높이고정하도록 놓여진 흙이 굳어지고, 멀칭비닐지(1) 가장자리에 놓여진 흙에 잡초(2) 등이 생육하여 멀칭비닐지(1)를 밭고랑으로 부터 쉽게 분리 및 회수할 수 없어 작업능률이 떨어져 많은 작업인원이 투입되므로 생산성 및 채산성이 떨어지는 문제점을 갖는다.

또한, 전술한 멀칭비닐지(1)를 회수하기 위하여 작업자에 의한 수작업으로 멀칭비닐지(1) 좌우 양측을 들어올려가면서 작업하는 경우, 작업이 힘든 것은 물론이고, 먼지 등으로 인해 작업자 건강을 해치게되고, 멀칭비닐지(1) 중앙쪽에 작물이 생육하도록

천공된 구멍(3)부위가 자꾸 절단되어 멀칭비닐지(1)가 조각조각 분리되므로 이를 회수 하는데 어려움을 겪게 되며, 멀칭비닐지(1) 조각이 땅속에 파묻혀지는 경우 토질 오염 됨은 물론 이듬해 파종되는 작물 성장의 저해요인으로 작용하게되는 문제점을 갖는다.

또한, 노동력이 고령화 및 여성화되어가는 농,어촌 현실을 감안할 때, 멀칭비닐지(1)를 회수하는 작업성이 떨어지므로 작업비용이 과다하게 지출되어 농작물의 경쟁력이 더욱 더 떨어지는 문제점을 갖는다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 엔진 구동력에 의해 주행되고, 회전되는 릴에 멀칭비닐지를 강제적으로 감아회수하므로 멀칭비닐지를 회수하는 작업성을 향상시키고, 멀칭비닐지를 회수하기 위하여 잡아당겨 릴에 감을때 꼬이도록 하여 멀칭비닐지의 끊어짐을 방지할 수 있도록 한 멀칭비닐지 회수장치를 제공함에 있다.

본 발명의 다른 목적은, 경작지로 부터 멀칭비닐지를 회수할 때 멀칭비닐지 좌우양 측을 눌러고정시킨 흙을 멀칭비닐지로부터 털어내는 작업이 불필요하여 흙가루, 먼지 날림을 최소화하여 작업자 건강 해침을 방지할 수 있도록 한 멀칭비닐지 회수장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은, 멀칭비닐지의 회수장치를 자동화하여 고령화 및 여성화되는 농,어촌에서 생산성 및 채산성을 향상시키고, 농작물의 가격경쟁력을 갖도록 한 멀칭비닐지 회수장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

전술한 본 발명의 목적은, 핸들 및 전륜,후륜으로 이루어진 바퀴가 설치되는 몸체와, 몸체에 장착되는 엔진 및 엔진으로 부터 발생하는 구동력을 감속시키는 감속기와, 엔진으로 부터 전달되는 구동력에 의해 회전 및 몸체에 대해 트위스트 구동가능하게 장착되고, 경작지로 부터 회수되는 멀칭비닐지가 꼬이면서 감기는 릴과, 릴을 몸체에 착탈가능하게 장착하는 고정수단과, 몸체 전방에 회전가능하게 장착되며, 릴에 감기는 멀칭비닐지에 부착된 이물질을 제거하는 가이드롤과, 가이드롤과 릴사이에 설치되며, 가이드롤을 통과한 멀칭비닐지를 줄모양으로 중앙쪽으로 모아주는 그립퍼와, 그립퍼와 릴사이에 회전 및 좌우방향으로 이동가능하게 설치되며, 릴에 감기는 멀칭비닐지

에 장력을 부여하는 롤을 구비하는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치를 제공함에 의해 달성된다.

바람직한 실시예에 의하면, 전술한 고정수단은,

일단이 회동체 측면에 절첩가능하게 힌지고정되고 타단은 릴 회전축에 착탈가능하게 결합되어 릴을 지지하는 고정부재와, 릴 회전축 단부에 착탈가능하게 장착되고 릴 회전축으로 부터 릴 이탈되는 것을 방지하는 스톱퍼를 구비한다.

또한, 전술한 가이드롤과 멀칭비닐지의 상호 접촉면적을 감소시켜 마찰저항을 줄이도록 가이드롤은 좌우대칭형 원통형으로 형성된다.

또한, 전술한 릴을 회전 및 몸체에 대해 트위스트 구동시키는 수단은,

릴이 회전가능하게 장착되고 몸체에 트위스트 구동가능하게 장착되는 회동체와, 감속기 출력축에 장착되는 제1피동기어와, 회동체의 트위스트 구동축 일단에 장착되고 제1피동기어에 제1체인을 통해 연결되어 회동체를 트위스트 구동시키는 제1구동기어와, 트위스트 구동축 타단에 형성된 제1기어와, 제1기어와 직각방향으로 치합되는 제2기어의 구동축에 장착되는 제2구동기어와, 릴 회전축에 장착되고 제2구동기어에 제2체인을 통해 연결되어 릴을 회전시키는 제2피동기어를 구비한다.

또한, 전술한 제2체인을 수용하도록 회동체에 일체형으로 형성되어 제2체인이 외부로 노출되는 것을 방지하는 보호커버를 구비한다.

또한, 전술한 가이드롤은 단면이 좌우대칭형 원통형을 이루는 바형상을 갖는 수개의 프레임부재로 이루어진다.

또한, 전술한 몸체의 주행속도와 릴의 회전속도가 상이한 경우, 엔진 회전속도에 따라 엔진으로 부터 감속기에 전달되는 구동력을 클러치 인/아웃시키는 오토클러치 레버를 구비한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하되, 이는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세하게 설명하기 위한 것이지, 이로 인해 본 발명의 기술적인 사상 및 범주가 한정되는 것을 의미하지는 않는 것이다.

도 1 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 멀칭비닐지 회수장치는, 핸들(10) 및 직경이 큰 후륜과 상대적으로 직경이 작은 전륜으로 이루어져 자동 또는 수동조작으로 구동되는 바퀴(11)가 설치되는 몸체(12)와, 몸체(12)에 장착되는 엔진(13)과, 엔진(13)의 출력축기어(13a)로 부터 입력축기어(14a)에 전달되는 구동력을 감속시

키는 감속기(14)와, 엔진(13)으로 부터 전달되는 구동력에 의해 회전 및 몸체(12)에 대해 트위스트(twist) 구동가능하게 장착되고 경작지로 부터 회수되는 멀칭비닐지(15)가 꼬이면서 감기는 릴(16)(reel)을 구비한다.

또한, 전술한 릴(16)을 몸체(12)의 회동체(20)에 착탈가능하게 장착하는 고정수단과, 몸체(12) 전방에 회전가능하게 장착되며 릴(16)에 감기는 멀칭비닐지(15)에 부착된 흙, 잡초 등의 이물질을 제거하는 가이드롤(17)과, 가이드롤(17)과 릴(16) 사이에 설치되며 가이드롤(17)을 통과한 폭이 넓은상태의 멀칭비닐지(15)를 줄모양으로 중앙쪽으로 모아주도록 나팔관 형상으로 형성되는 그립퍼(18)(gripper)와, 그립퍼(18)와 릴(16)사이에서 회전 및 좌우방향으로 이동가능하게 설치되며 릴(16)에 감기는 멀칭비닐지(15)에 장력을 부여하는 롤(19)(roll)을 구비한다.

이때, 전술한 고정수단은, 일단이 회동체(20) 측면에 절첩가능하게 힌지고정되고 타단은 릴 회전축(16a)에 착탈 가능하게 결합되어 릴(16)을 회전가능하게 지지하는 고정부재(20a)와, 릴 회전축(16a) 단부에 착탈가능하게 장착되고 릴(16)이 릴 회전축(16a)으로 부터 이탈되는 것을 방지하는 스톱퍼(20b)를 구비한다.

또한, 전술한 가이드롤(17)과 멀칭비닐지(15)의 상호 접촉면적을 감소시켜 마찰저항을 줄이도록 가이드롤(17)은 좌우대칭형 원통형으로 형성된다.

또한, 전술한 릴(16)을 회전시키면서 몸체(12)에 대해 트위스트 구동시키는 수단은, 릴(16)이 회전가능하게 장착되고 몸체(12)에 트위스트 구동가능하게 장착되는 회동체(20)와, 감속기(14) 출력축에 장착되는 제1피동기어(21)와, 회동체(20)의 트위스트 구동축(22) 일단에 장착되고 제1피동기어(21)에 제1체인(23)을 통해 연결되어 회동체(20)를 트위스트 구동시키는 제1구동기어(24)(감속기능을 갖는다)와, 트위스트 구동축(22) 타단에 형성된 제1기어(25)(베벨기어가 사용됨)와, 제1기어(25)와 직각방향으로 치합되는 제2기어(26)(베벨기어가 사용됨)와, 제2기어(26) 구동축에 장착되는 제2구동기어(27)와, 릴(16) 회전축에 장착되고 제2구동기어(27)에 제2체인(28)을 통해 연결되어 릴(16)을 회전시키는 제2피동기어(29)를 구비한다.

또한, 전술한 제2체인(28)을 수용하도록 회동체(20) 측면에 일체형으로 형성되며 제2체인(28)이 외부로 노출시 발생될 수 있는 작업자 안전사고를 방지하는 보호커버(30)를 구비한다.

또한, 전술한 몸체(12)의 주행속도와 릴(16)의 회전속도가 상이한 경우, 엔진(13) 회전속도에 따라 엔진(13)으로 부터 감속기(14)에 전달되는 구동력을 클러치 인/아웃시

키는 오토클러치 레버(31)를 구비한다.

도면중 미설명부호 20c는 스톱퍼(20b) 로킹 및 로킹해제시 사용되는 손잡이이고, 33은 엔진(13) 구동을 온/오프시키는 스위치이다.

이하에서, 본 발명에 의한 멀칭비닐지 회수장치의 사용예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도 6에 도시된 바와 같이, 경작지에 멀칭비닐지(15)를 씌워 재배된 작물 수확후에는 멀칭비닐지(15)를 경작지로 부터 분리하여 회수하게 된다. 이때 사용자에게 의해 자동 또는 수동조작으로 구동되는 바퀴(11)에 의해 주행가능한 멀칭비닐지 회수장치에 의해 짧은 시간에 많은 량의 멀칭비닐지(15)를 용이하게 회수할 수 있다.

도 3에 도시된 바와 같이, 사용자에게 의해 전술한 스위치(33)를 조작함에 따라 엔진(13)이 구동되고, 엔진(13) 구동력은 이의 출력축 기어(13a)에 장착된 구동체인(34)을 통하여 감속기(14)의 입력축 기어(14a)에 전달되므로, 감속기(14) 내부의 감속장치(미도시됨) 구동에 의해 소정속도로 감속된다(구동력이 1차로 감속된다).

도 4에 도시된 바와 같이, 전술한 감속기(14)에서 감속된 구동력은 감속기(14)의 출력축에 장착된 제1피동기어(21)와, 회동체(20)의 트위스트 구동축(22)에 장착되는 제1구동기어(24)에 장착된 제1체인(23)(구동력이 2차로 감속된다)을 통하여 트위스트 구동축(22)을 구동시킴에 따라, 회동체(20)는 몸체(12)에 대해 트위스트 구동된다.

이때, 전술한 회동체(20)가 몸체(12)에 대해 트위스트 구동될 때, 릴(16)은 회동체(20)에 대해 동시에 회전된다. 즉 트위스트 구동축(22)을 회전시키는 구동력은 트위스트 구동축(22) 타단에 장착된 제1기어(25)(베벨기어가 사용됨)와 이와 직각방향으로 치합된 제2기어(26)를 구동시키고, 제2기어(26) 구동축에 장착된 제2구동기어(27)에 전달된다.

제2구동기어(27)에 전달된 구동력은 제2구동기어(27)와, 릴 회전축(16a)에 장착된 제2피동기어(29)에 장착되는 제2체인(28) 구동에 의해 릴(16)을 회전시킬 수 있다.

즉, 전술한 엔진(13)으로 부터 전달되는 감속된 구동력에 의해 릴(16)이 회전가능하게 장착된 회동체(20)를 몸체(12)에 대해 트위스트 구동시키고, 이와 동시에 회동체(20)에 장착된 릴(16)을 회전시킬 수 있다.

따라서, 전술한 릴(16) 회전력에 의해 경작지로 부터 강제적으로 걷어지는 멀칭비닐지(15)는 릴(16)에 꼬이면서 감기므로 인장력이 확보되어 멀칭비닐지(15) 끊어짐을 방지할 수 있다.

도 6에 도시된 바와 같이, 경작지로 부터 걷어지는 멀칭비닐지(15)는 전술한 몸체(12) 전방에 회전가능하게 장착된 가이드 롤(17)에 의해 안내되어 몸체(12) 후방에 장착된 릴(16)쪽으로 이동된다.

이때, 전술한 가이드롤(17) 단면형상이 좌우대칭형 원통형으로 형성됨에 따라, 가이드롤(17)에 대한 멀칭비닐지(15)의 접촉면적을 최소화하여 마찰저항을 줄일 수 있어 멀칭비닐지(15)를 끊기지않고 원활하게 잡아당길 수 있게 된다.

또한, 멀칭비닐지(15)가 회전되는 가이드롤(17)을 통과시 멀칭비닐지(15) 중앙만 회전되는 가이드롤(17)과 접촉되고, 멀칭비닐지(15) 좌우측 가장자리는 가이드롤(17)로부터 들뜬 상태로 출렁거리면서 이동됨에 따라, 경작지에 멀칭비닐지(15)를 눌러고 정하도록 멀칭비닐지(15) 좌우측 가장자리에 올려놓은 흙으로 인한 흙가루, 잡초 등의 이물질은 제거된다.

전술한 가이드롤(17)을 폭이 넓은 상태로 통과하면서 이물질이 제거된 멀칭비닐지(15)는 가이드롤(17) 후방으로 설치된 나팔관형상의 그립퍼(18)에 의해 중앙쪽으로 모아져 릴(16)에 감기는 것이다.

이때, 그립퍼(18)와 릴(16)사이에 회전 및 좌우방향으로 이동가능하게 장착된 롤(19)에 의해 릴(16)에 감기는 멀칭비닐지(15)는 장력을 유지한 상태로 릴(16)에 감기고, 릴(16) 좌우측에 균등하게 감길 수 있게 된다.

한편, 도 4에 도시된 바와 같이, 전술한 릴(16) 회전력에 의해 경작지로 부터 강제적으로 걷어져 릴(16)에 감기는 멀칭비닐지(15)는 이의 중앙에 작물용 구멍(15a)이 형성된 경우에도 멀칭비닐지(15) 끊어짐을 방지할 수 있다.

즉, 멀칭비닐지(15)가 릴(16)에 감길때, 엔진(13)으로 부터 전달되는 구동력에 의해 릴(16)이 장착된 회동체(20)가 몸체(12)에 대해 트위스트 구동되고, 이와 동시에 회동체(20)에 장착된 릴(16)이 회전됨에 따라, 멀칭비닐지(15)는 꼬이면서 인장력을 확보하게 되므로 릴(16)에 감기는 멀칭비닐지(15) 끊어짐을 방지할 수 있다.

한편, 도 5에 도시된 바와 같이, 전술한 릴(16)을 교체해야되는 경우, 힌지부재(35)에 의해 회동체(20) 측면에 일단이 절첩 가능하게 장착된 고정부재(20a) 타단을 릴 회전축(16a)에 고정시킨 스톱퍼(20b)를 손잡이(20c)를 이용하여 로킹을 해제시킨 후, 힌지부재(35)를 중심축으로 하여 고정부재(20a)를 릴 회전축(16a)으로 부터 회전시켜 분리시킴에 따라 릴(16)을 릴 회전축(16a)로 부터 분리할 수 있게 된다.

따라서, 전술한 릴(16)에 일정량의 멀칭비닐지(15)가 감긴 경우 릴(16)을 몸체(12)의

회동체(20)로 부터 분리하여 다른 톨로서 교체할 수 있다.

한편, 전술한 바퀴(11)의 구동속도와 톨(16)의 회전속도가 상이하어 사용자의사에 반하여 멀칭비닐지 회수장치가 수행되는 경우, 사용자에게 의해 전술한 오토클러치 레버(31)를 조작하여 엔진(13)으로 부터 감속기(14)에 전달되는 구동력을 선택적으로 클러치 인/아웃시킴에 따라, 사용자가 멀칭비닐지 회수장치에 익숙치 못한 초보자, 또는 노령층이거나 여성인 경우에도 멀칭비닐지 회수장치를 용이하게 조작할 수 있다.

한편, 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 멀칭비닐지 회수장치의 가이드롤은, 전술한 가이드롤(17)은 단면이 좌우대칭형 원통형을 이루는 바형상을 갖는 수개의 프레임부재(32)로 변형실시할 수 있음은 물론이다.

발명의 효과

이상에서와 같이, 본 발명에 의한 멀칭비닐지 회수장치는 아래와 같은 이점을 갖는다.

엔진 구동력에 의해 수행되는 회수장치에 장착된 톨의 회전으로 멀칭비닐지를 강제적으로 감아회수하므로 멀칭비닐지를 회수하는 작업성을 향상시키고, 멀칭비닐지를 잡아당겨 톨에 감을때 멀칭비닐지 끊어짐을 방지함에 따라, 멀칭비닐지 조각이 땅속에 파묻혀 토질 오염을 초래하고 작물 성장 저해요인으로 작용되는 것을 방지할 수 있다.

또한, 경작지로 부터 멀칭비닐지를 회수할 때 멀칭비닐지 좌우양측을 눌러고정시킨 흙을 멀칭비닐지로 부터 털어내는 작업이 불필요하여 흙가루, 먼지 날림을 최소화하여 작업자 건강 해침을 방지할 수 있다.

또한, 멀칭비닐지의 회수장치를 자동화하여 고령화 및 여성화되는 농,어촌에서 신뢰성을 갖게되고, 생산성 및 채산성을 향상시켜 농작물의 가격경쟁력을 갖는다.

청구의 범위

청구항 1.

핸들 및 전륜,후륜으로 이루어진 바퀴가 설치되는 몸체;

상기 몸체에 장착되는 엔진 및 상기 엔진으로 부터 발생하는 구동력을 감속시키는 감속기;

상기 엔진으로 부터 전달되는 구동력에 의해 회전 및 상기 몸체에 대해 트위스트 구동가능하게 장착되고, 경작지로부터 회수되는 멀칭비닐지가 꼬이면서 감기는 릴;

상기 릴을 상기 몸체에 착탈가능하게 장착하는 고정수단;

상기 몸체 전방에 회전가능하게 장착되며, 상기 릴에 감기는 멀칭비닐지에 부착된 이물질 제거하는 가이드롤;

상기 가이드롤과 릴사이에 설치되며, 상기 가이드롤을 통과한 멀칭비닐지를 줄모양으로 중앙쪽으로 모아주는 그립퍼; 및 상기 그립퍼와 릴사이에 회전 및 좌우방향으로 이동가능하게 설치되며, 상기 릴에 감기는 멀칭비닐지에 장력을 부여하는 롤을 구비하는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 가이드롤과 상기 멀칭비닐지의 상호 접촉면적을 감소시켜 마찰저항을 줄이도록 상기 가이드롤은 좌우대칭형 원통형으로 형성된 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

청구항 3.

청구항 1에 있어서, 상기 바퀴는 상기 엔진으로 부터 전달되는 구동력에 의해 구동되어 상기 몸체를 주행시키는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

청구항 4.

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 릴을 회전 및 상기 몸체에 대해 트위스트 구동시키는 수단은;

상기 릴이 회전가능하게 장착되고, 상기 몸체에 트위스트 구동가능하게 장착되는 회동체;

상기 감속기 출력축에 장착되는 제1피동기어;

상기 회동체의 트위스트 구동축 일단에 장착되고, 상기 제1피동기어에 제1체인을 통해 연결되어 상기 회동체를 트위스트 구동시키는 제1구동기어;

상기 트위스트 구동축 타단에 형성된 제1기어와, 상기 제1기어와 직각방향으로 치합되는 제2기어의 구동축에 장착되는 제2구동기어; 및

상기 릴 회전축에 장착되고 상기 제2구동기어에 제2체인을 통해 연결되어 상기 릴

을 회전시키는 제2피동기어를 구비하는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

청구항 5.

청구항 4에 있어서, 상기 제2체인을 수용하도록 상기 회동체 측면에 일체형으로 형성되어 상기 제2체인이 외부로 노출되는 것을 방지하는 보호커버를 구비하는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

청구항 6.

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 가이드롤은 단면이 좌우대칭형 원통형을 이루는 바형상을 갖는 수개의 프레임부재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

청구항 7.

청구항 1 또는 청구항 3에 있어서, 상기 몸체의 주행속도와 상기 릴의 회전속도가 상이한 경우, 상기 엔진 회전속도에 따라 상기 엔진으로부터 상기 감속기에 전달되는 구동력을 클러치 인/아웃시키는 오토클러치 레버를 구비하는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

청구항 8.

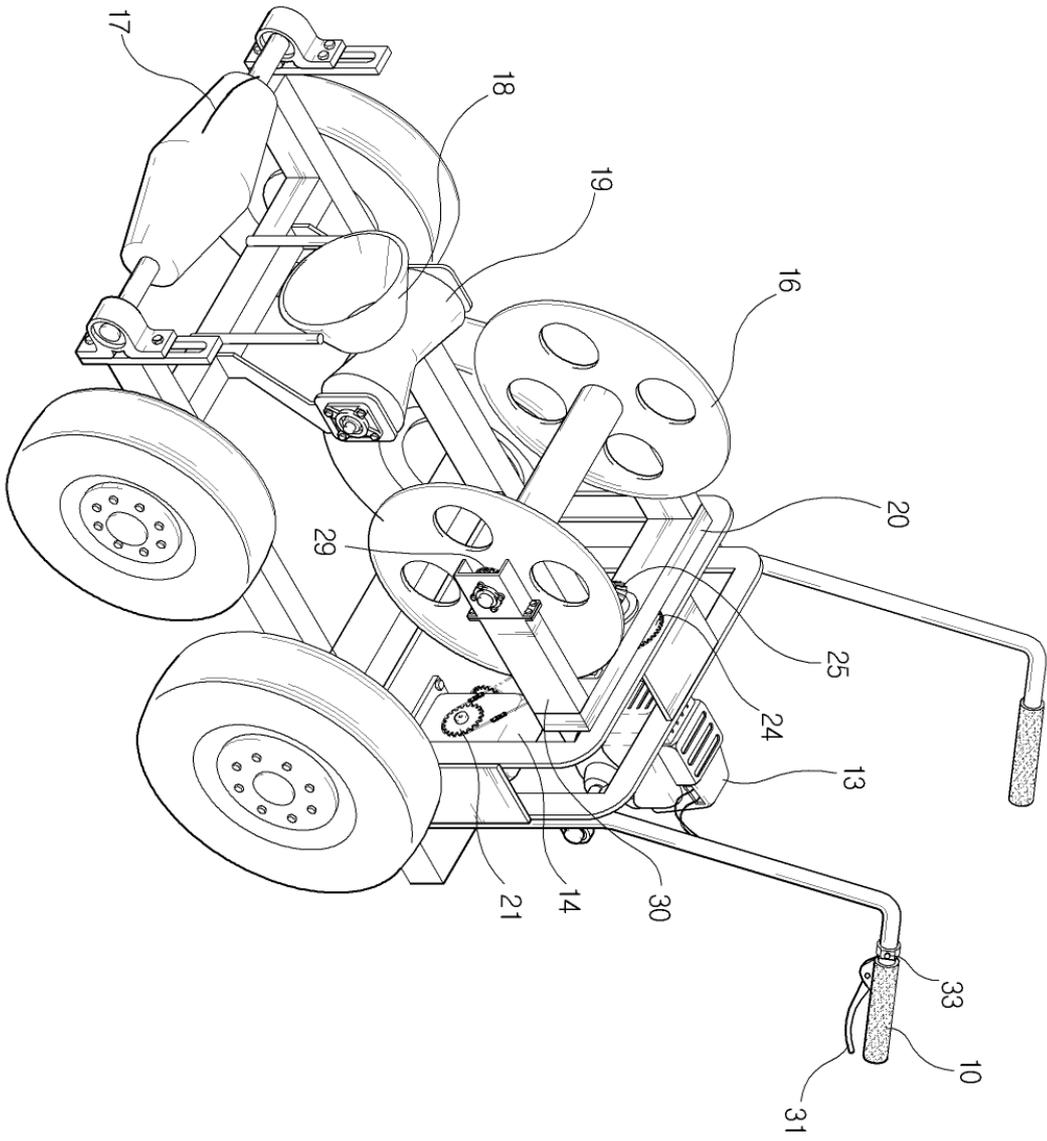
청구항 1에 있어서, 상기 고정수단은;

일단이 상기 회동체 측면에 절첩가능하게 힌지고정되고 타단은 상기 릴 회전축에 착탈가능하게 결합되어 상기 릴을 지지하는 고정부재; 및

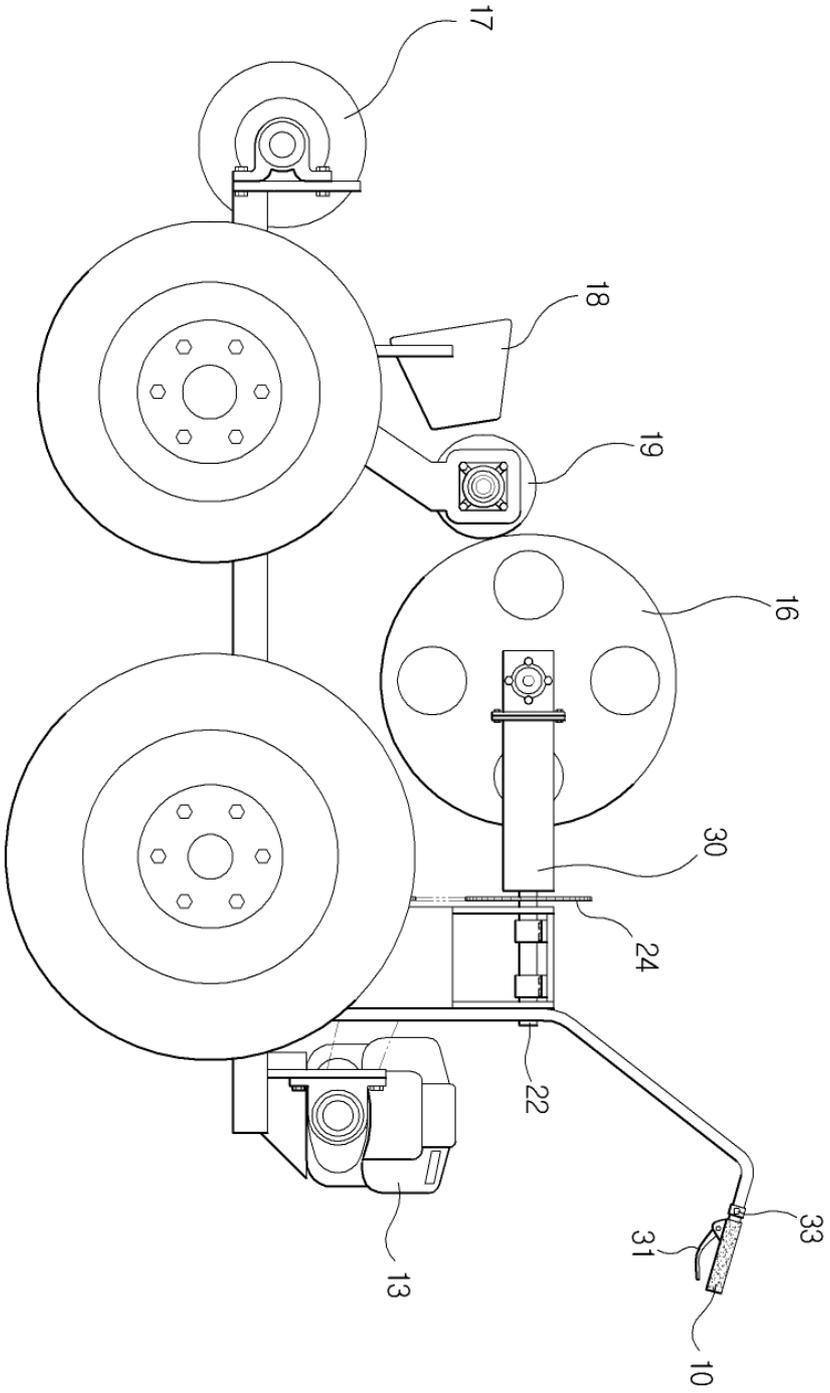
상기 릴 회전축 단부에 착탈가능하게 장착되고 상기 릴이 릴 회전축으로부터 이탈되는 것을 방지하는 스톱퍼를 구비하는 것을 특징으로 하는 멀칭비닐지 회수장치.

도면

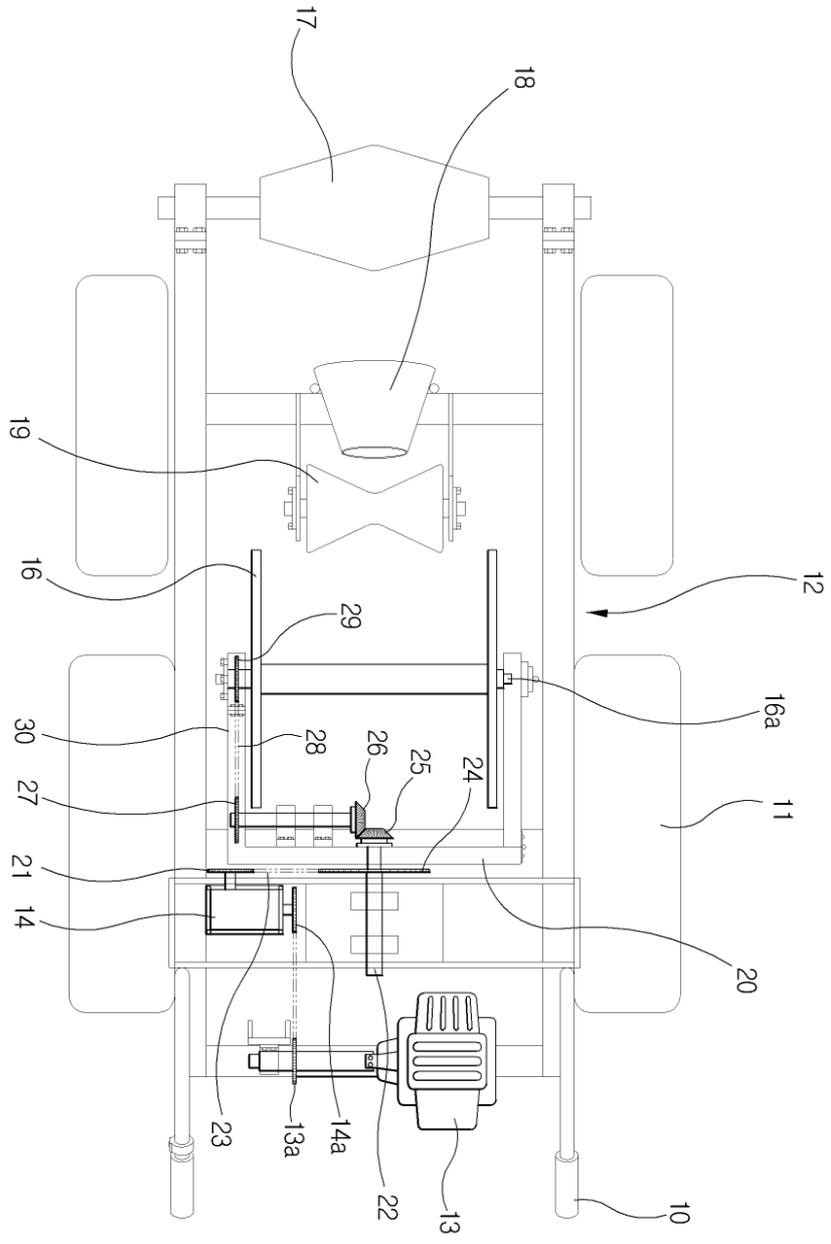
도면1



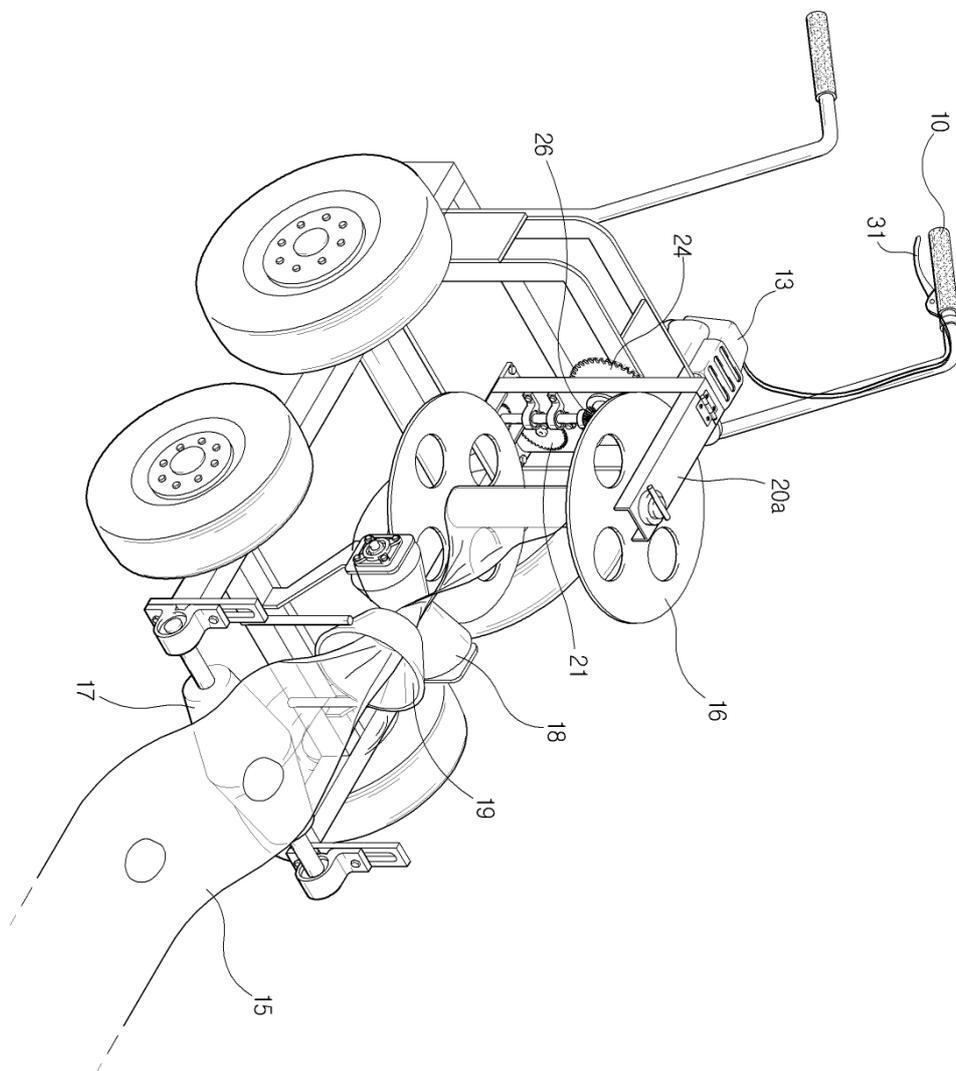
도면2



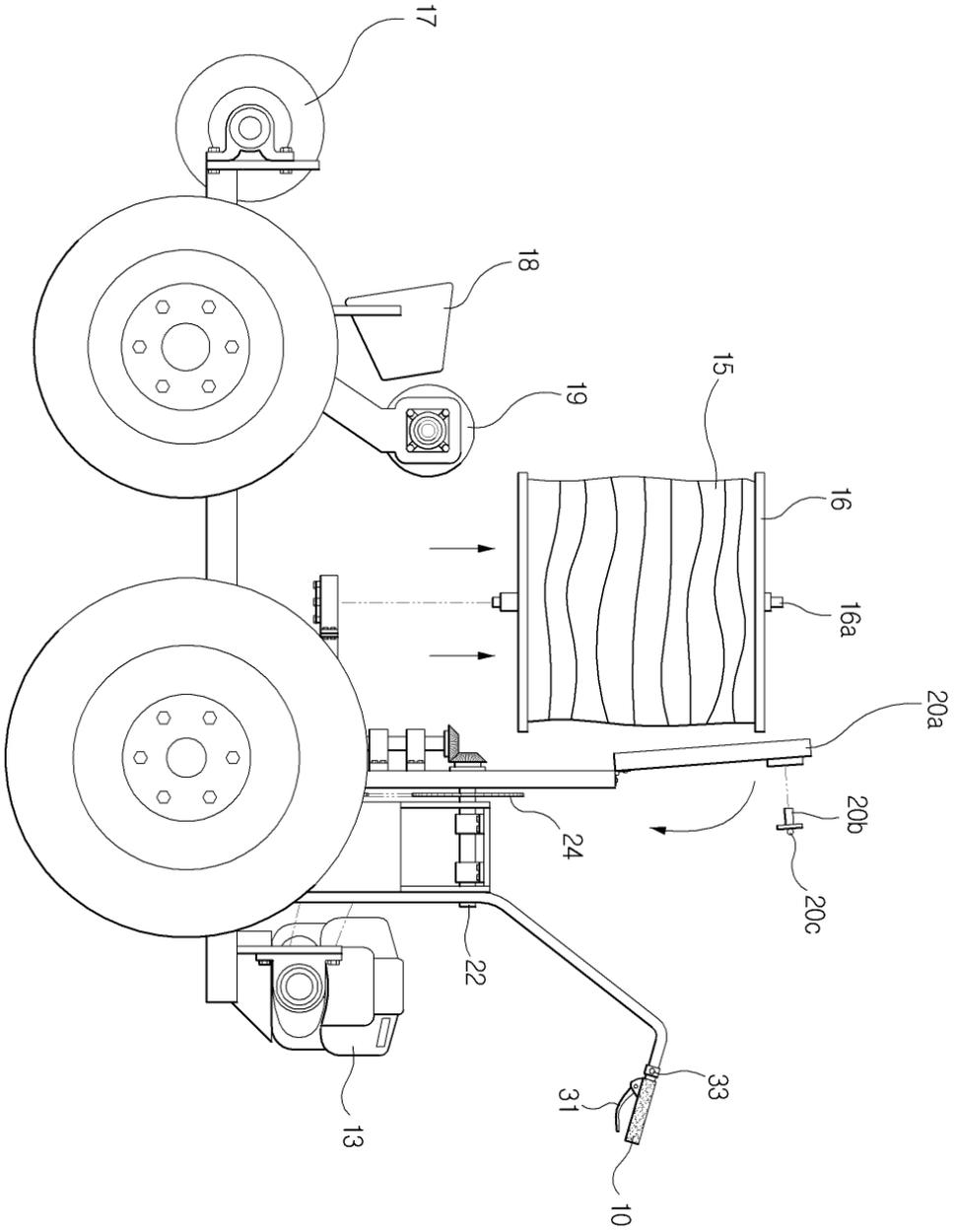
도면3



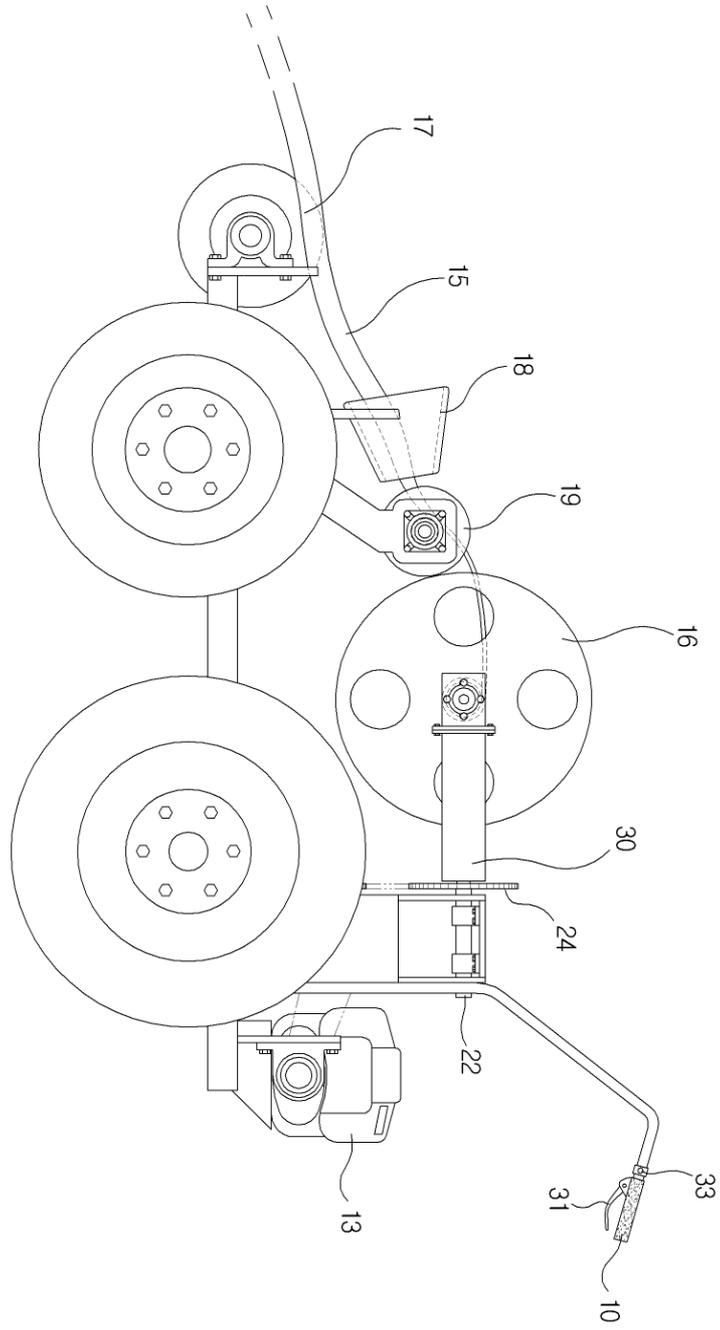
도면4



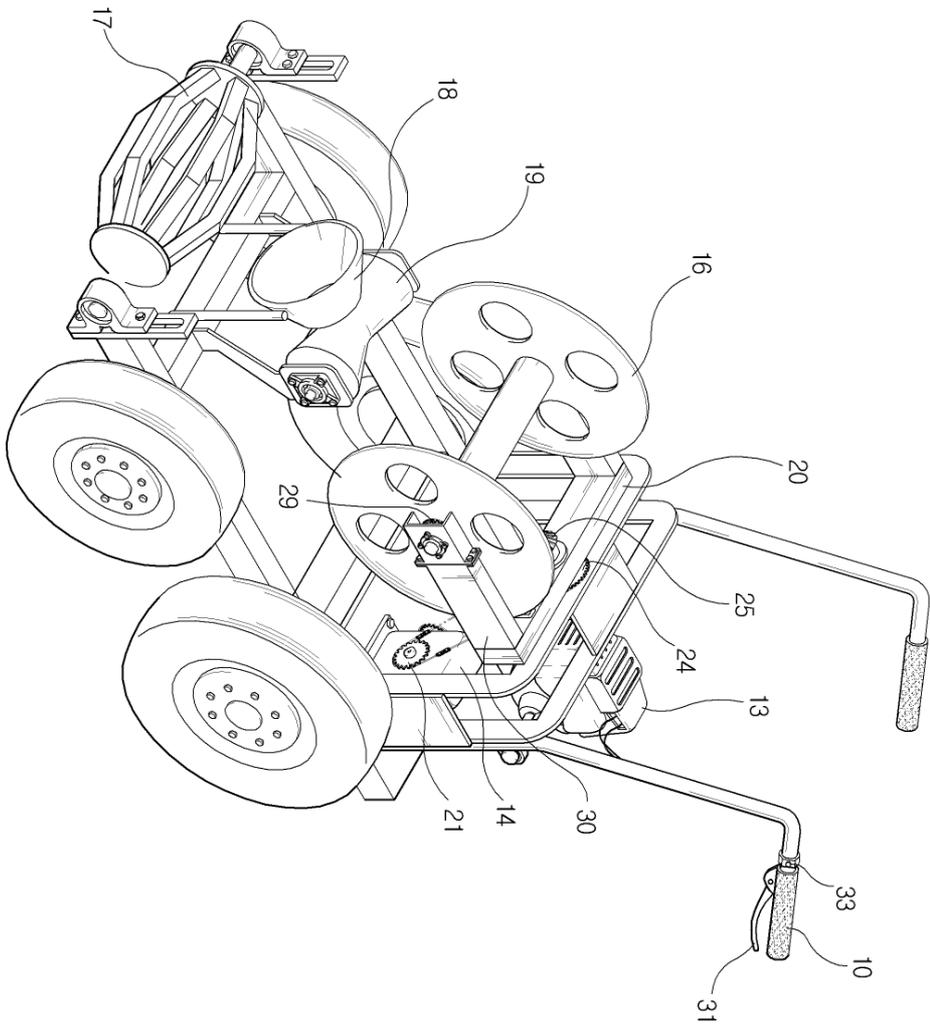
도면5



도면6



도면7



도면8

