

트랙터 부착 돌 수집기 개발

Development of Stone Picker for Tractors

박우풍*	정병학*	정인규*	정선옥*	성제훈*	김상철*	허윤근**	박영효***
정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	정희원	
W.P. Park	B.H. Chong	I.G. Jung	S.O. Chung	J.H. Sung	S.C. Kim	Y.K. Huh	Y.H. Park

1. 서론

포장에서의 돌은 투수 작용의 증대와 토양 다짐의 경감 등의 이점이 있는 반면, 돌의 함유 비율이 지나치게 높은 산간지 밭 등에서의 돌은 경운, 파종, 포장의 관리, 수확 작업 등의 수행에 있어 많은 지장을 초래한다. 특히 토양 유실 등으로 돌이 점차 늘어나고 있는 농경지나 성토한 농경지에서는 돌을 골라내어야 작물의 재배가 가능하다.

농경지 내의 돌은 주로 인력이나 굴삭기의 망을 이용하여 골라내고 있으나 작업 성능이 낮고 또한 많은 경비가 소요된다. 감자 수확기와 같은 땅속 작물 수확기를 이용하여 돌을 수집·제거하기도 하나 작물 수확의 특성상 큰 충격력을 가할 수가 없어 돌과 흙의 분리가 미흡하고 돌 제거율이 낮다.

따라서 본 연구는 산간지 밭의 문제점 중 하나인 포장 내 돌을 효과적으로 제거할 수 있는 전용 돌 수집기를 개발하기 위하여 수행되었다. 더욱이 포장의 생태 환경을 고려하여 잔돌은 제거하지 않고, 큰 돌만을 수집·제거할 수 있으며, 돌과 흙의 분리 성능이 우수한 돌 수집기 개발하였다.

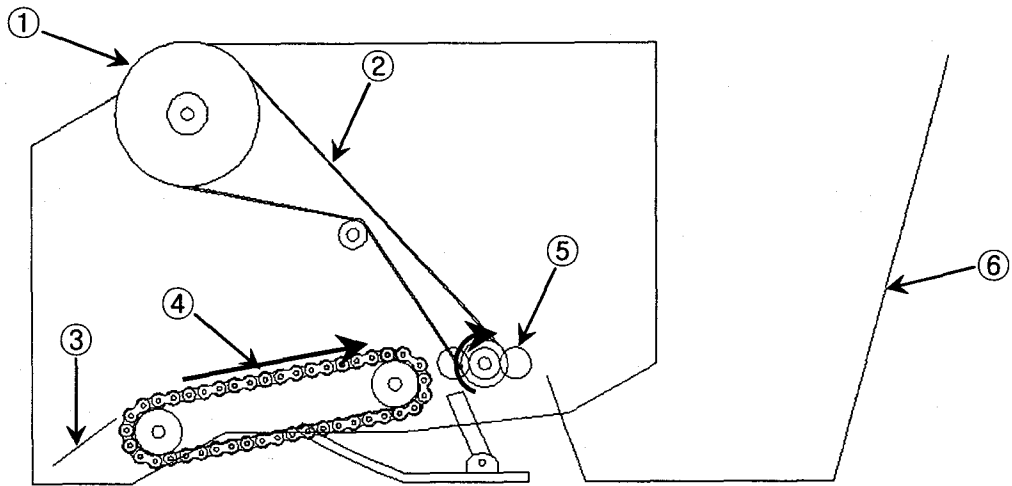
2. 재료 및 방법

가. 설계 개요

트랙터 후방의 3점 링크에 부착하여 견인 구동하는 형식을 취하며, 돌의 굴취, 이송, 흙 분리, 돌 수집 등의 일괄 처리가 가능한 돌 수집기는 다음과 같은 조건을 만족하도록 설계하였다.

- (1) 트랙터 3점 링크에 부착하는 견인 구동형
- (2) 선회 반경을 작게 하기 위하여 작업 길이를 가능한 짧게
- (3) 굴취 - 이송 - 흙 분리 - 돌 수집 - 적재 등의 일괄 작업
- (4) 가능한한 기존 땅속 작물 수확기 등에서 사용하는 기성 부품 활용
- (5) 이송 체인을 통과하는 동안 작은 돌과 흙 배출 가능
- (6) 돌과 흙의 완전한 분리 가능
- (7) 돌 수집함에 담겨지는 흙을 배출하기 위하여 개공율이 30% 이상 되도록
- (8) 돌의 무게를 지탱할 수 있는 수집함의 미륵 사용
- (9) 적재된 돌의 하역을 용이하게 하는 유압 장치

* 농촌진흥청 농업공학연구소, ** 충남대학교 농업생명과학대학, *** 평창산업



- ① 구동 폴리 ② V-벨트 ③ 굴취날
- ④ 이송 체인 ⑤ 돌 튀겨올림 장치 ⑥ 돌 수집함

그림 1. 돌 수집장치 측면도

나. 상세 설계

(1) 굴취 돌의 크기

미농무성(USDA)에 의하면 농경지는 포장 내의 돌의 크기에 따라 표 1과 같이 분류할 수 있다.

본 연구에서 개발한 돌 수집기는 7.5~25cm의 잔돌을 수집할 수 있도록 하였으며 이보다 작은 돌은 토양의 생태 환경적인 영향을 고려하여 이송 체인을 따라 이동하는 동안 이송 체인의 간격을 통해 분리·배출되도록 설계하였다.

표 1 돌이 많은 토양의 분류(USDA Soil Survey Manual)

Shape and Size, mm		Terms		Remarks
Spherical, cubelike, or equiaxial (diameter)	0.2~7.5	Pebbles	Gravelly	돌 수집기 설계 기준
	0.2~0.5	Fine	Fine gravelly	
	0.5~2.0	Medium	Medium gravelly	
	2.0~7.5	Coarse	Coarse gravelly	
	7.5~25	Cobbles	Cobbly	
	25~60	Stones	Stony	
Flat (length)	≥ 60	Boulders	Bouldery	
	0.2~15	Channers	Channery	
	15~38	Flagstones	Flaggy	
	38~60	Stones	Stony	
	≥ 60	Boulders	Bouldery	

(2) 토양 절삭날

토양 절삭날은 작물의 성장에 큰 영향을 미치는 지표면에서 약 20cm 깊이까지의 토양을 굴취할 수 있으며, 토양 절삭이 잘 이루어지고, 굴취한 돌과 흙을 이송 컨베이어에 원활히 이송할 수 있는 구조를 가져야 한다.

본 연구에서 사용한 토양 절삭날은 진입각이 22° 내외인 기존 토양 기계용이었다.

(3) 이송 체인

굴취된 돌과 체인은 토양 절삭날과 같이 기존의 땅속작물 수확기에서 사용하고 있는 체인을 이용하였으며, 수집할 돌의 크기에 맞추어 체인간의 간격을 7.5cm 내외로 조정하였다.

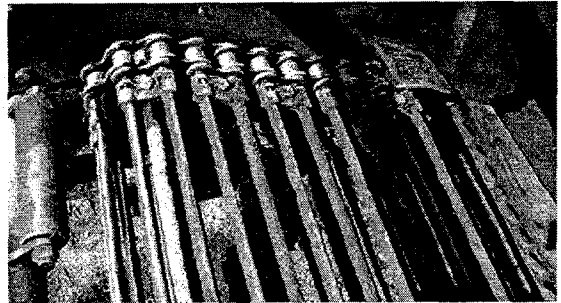
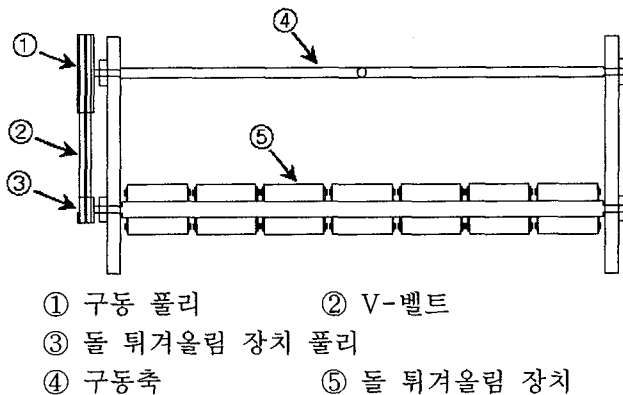


그림 3 이송 체인

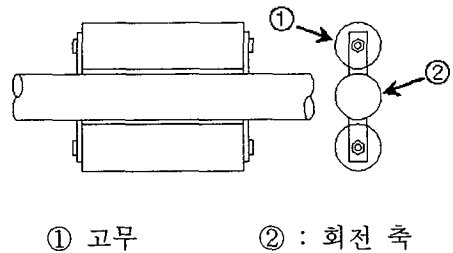
(4) 돌 튀겨올림 장치

이송 체인을 통해 전달된 돌에 충격을 가하여 돌 수집함에 담겨지도록 하는 장치이다. 돌 튀겨올림 장치는 회전축에 탄성이 큰 고무 롤러가 부착되어 있어 돌에 충격을 가하기에 용이한 구조를 가지고 있다. 또한 덩어리로 굳어져 돌과 구분이 어려운 토양과 돌 덩어리들도 탄성이 크며, 고속 회전하는 고무 롤러에 의한 충격으로 파쇄가 가능하여 돌 분리 성능을 증대시킬 수 있다.



- ① 구동 풀리 ② V-벨트
- ③ 돌 튀겨올림 장치 풀리 ④ 구동축
- ⑤ 돌 튀겨올림 장치

그림 3. 돌 튀겨올림 장치 전경



- ① 고무 ② : 회전 축

그림 4. 돌 튀겨올림 장치 상세도

(5) 돌 수집함

돌 수집함의 용량은 돌의 중량 기준으로 800kgf 정도가 되도록 하며, 수집함의 개공율이 30% 이상이 되도록 하여 흙이나 물이 자연 배출되도록 하였다. 수집함에 수집된 돌을 용이하게 하역할 수 있도록 유압 실린더를 장착하였으며, 유압 오일은 트랙터의 유압 원격 취출 포트로부터 공급할 수 있도록 구성하였다.

또한 수집함에 미륵을 부착하여 돌 수집 후의 이동성이 좋게 하며, 트랙터의 과도한 후방 하중 전이로 인하여 안전성이 감소하지 않도록 하였다.

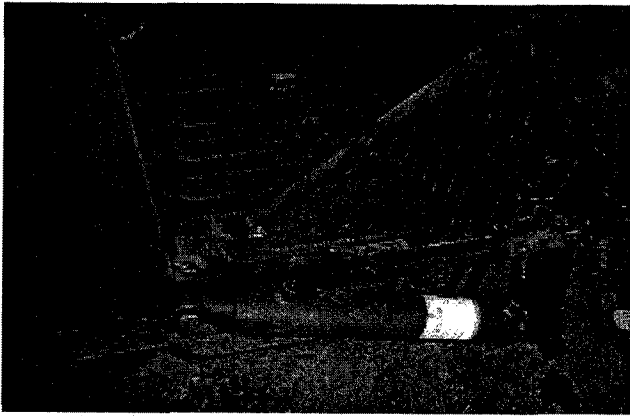


그림 5. 돌 수집함과 유압 하역 장치



그림 6. 돌수집함의 미륵

3. 결과 및 고찰

개발한 돌 수집기의 주요 제원은 표 2에서와 같다.

표 2 돌 수집기의 제원

구 분	제 원
크기(L×W×H)	1700×1600×700 mm
무게	500 kg _r
굴취 깊이	200 mm
작업 폭	1400 mm
돌 수집함 용량	800 kg _r
작업 속도	0.5 m/s
작업 성능(하역 작업 제외)	30~40 분/10a
흙분리 비율	95 % 내외

트랙터의 변속 단수는 저속 1, 2단으로 설정을 하여 작업을 하며, 돌 수집기의 표준 작업 속도는 0.5m/s로, 하역 작업을 제외한 작업 성능은 30 ~40 분/10a이다.

돌 수집기의 동력 전달 경로 및 주요 특성은 다음과 같다.

PTO 축으로부터 전달된 동력은 감속비가 1.5:1인 변속기를 통하여 이송 체인 구동축과 돌 튀겨올림 장치 구동축으로 전달된다.

이송 체인은 12쌍의 체인으로 구성되며, 바깥지름이 160mm인 스프로킷에 연결되어 트랙터의 PTO 축으로부터 전달되는 동력으로 구동된다. 절삭된 토양과 돌 중 흙과 잔돌의 일부는 이송 중 체인의 간격을 통해 분리 배출된다. 이 이송 장치는 스프로킷 간의 거리가 540mm로 땅속작물 수확기와 비교하여 1/3 수준 정도이므로 동력절감 면에서도 효과적이다.

돌 튀겨올림 장치는 구동축에 탄성이 큰 고무롤을 부착하여 이송 체인을 통과한 돌과 흙 덩어리에 충격을 가하여 흙을 분리시키고 돌은 수집함에 적재되도록 한다. 이때 이송 체인과 돌 튀겨올림 장치는 같은 방향으로 회전한다. 감자 수확기와 같은 땅속작물 수확기는 돌 튀겨올림 장치와 같은 장치를 사용할 수 없기 때문에 흙을 분리해 내기 위해 이송 체인을 길게 설치할 수 밖에 없지만 돌 수집기는 돌 튀겨올림 장치를 사용하여 이송 체인의 길이를 줄일 수 있었다. 특히 덩어리로 굳어져 돌과 구분이 어려운 토양과 돌 덩어리들도 탄성이 크며, 고속 회전하는 고무 롤러에 의한 충격으로 파쇄가 가능하여 돌 분리 성능을 증대시켰다.

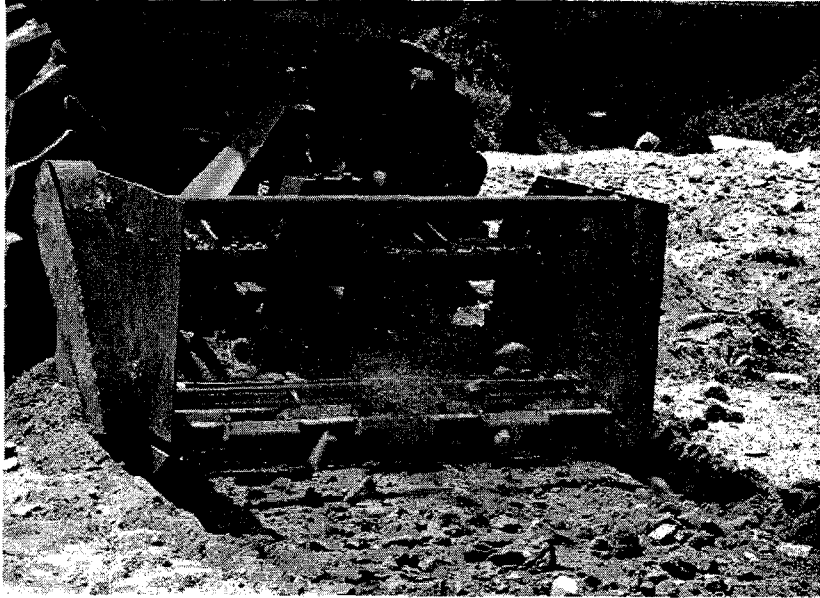


그림 8 돌 튀겨올림 장치에 의해 타격된 돌의 비산 전경

수집함에 부착된 미륵은 트랙터의 견인에 의해 구동하며, 트랙터의 이동성을 좋게 하고 적재된 돌에 의한 하중 전이가 일어나지 않도록 한다.

수집함의 하역 작업을 용이하게 하기 위하여 수집함의 좌우에 두 개의 유압 실린더를 장착하였으며, 트랙터 후방의 유압 원격 취출 포트와 연결하여 운전자가 직접 작동을 제어할 수 있도록 하였다.

추후 요인 시험을 통해 이송 체인의 이송 속도 및 돌 튀겨 올림 장치의 회전 속도 등의 결정이 필요하지만 돌 튀겨올림 장치를 장착하여 돌 수집기의 구조를 단순화하고 돌 수집 능력을 향상할 수 있었다.

4. 결론 및 요약

산간지 밭과 성토한 농경지 등과 같이 돌이 많은 포장에서 돌을 수집하기 위한 돌 수집기를 설계 개발하였다.

개발한 돌 수집기는 트랙터의 3점 링크에 장착하는 견인 구동형으로 설계하였으며, 동력은 PTO로부터 취출하여 이송 체인과 돌 튀겨올림 장치를 구동하도록 하였다. 땅속 작물 수확기와 달리 돌 튀겨올림 장치를 장착하여 이송 체인의 길이를 1/3 수준으로 줄이고, 돌 수집 능력을 향상할 수 있었다.

돌 수집기 이송 체인의 이송 속도와 돌 튀겨올림 장치의 회전 속도는 추후 요인 시험을 통하여 최적의 값으로 결정하여야 하나 현재까지의 작동 시험에 의하면 개발된 돌 수집기는 우수한 돌 수집 능력을 갖추고 있는 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 강화석, 김상헌, 함영창, 신영범, 1993, 트랙터용 감자수확기의 개발, 한국농업기계학회
2. 농촌진흥청 호남 농업시험장, 2003, 토양조사 이론과 실무 기술
3. 두루 농업 기계, 2005, 땅속작물 수확기 매뉴얼
4. 일본 농림수산성 구조개선국, 1984, 토양개량사업 계획 설계 기준
5. USDA, 1993, Soil Survey Manual