

# 배추 운반적재기 개발<sup>+</sup>

## Development of a Cabbage Loader<sup>+</sup>

장영창*	조성인**	여운영**
정회원	정회원	
Y. C. Chang	S. I. Cho	W. Y. Yeo

### 1. 서론

배추는 고추, 무, 마늘, 양파 등과 함께 우리 나라에서는 매우 중요한 국가 기간채소로서 전체 채소류 재배면적의 11-15%를 점하고 있다. 그러나 농촌임금의 상승 등으로 배추농사의 수익성이 나빠지고 식부면적이 점차 줄어들고 있어 배추재배의 경쟁력 강화를 위해서는 노동시간과 비용절감이 필수적이다.

배추 운반 및 적재 작업의 경우, 인력에 의존하며 많은 노동력을 필요로 하여 배추 수확 시기에 농촌 인력난을 야기하고 있으며 작업자가 작업을 기피하는 실정이다. 아울러 작업의 집중도가 떨어져 운반 및 적재작업 과정에서 발생하는 수확량의 손실도 심각한 수준에 이르고 있다.

본 연구에서는 관행의 배추 운반 및 적재작업체계를 바탕으로 경사지에서도 안전하게 작업을 수행하며 작업효율이 높은 배추 운반적재기를 개발하고자 하였으며, 개념설계와 역학 및 기구학적 분석을 바탕으로 시작기를 설계·제작하고 성능을 시험하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 운반적재기 개념설계

대관령 고랭지 배추밭을 기준할 때, 관행 작업체계는 배추 수확후 18kg 용량(6포기)의 플라스틱 상자를 이용하여 수확 장소에 세워둔 농용 트럭까지 배추를 운반한다. 다음으로 농용 트럭을 이용하여 도로에 세워둔 대형트럭(주로 5t)까지 배추를 운반하고 배추는 한 포기씩 인력에 의해 적재된다. 관행 작업체계에서의 문제점은 경사지 운행시의 운행 안전도, 높은 인력 의존도, 운반과 적재 작업의 분리에 따른 낮은 작업효율과 배추손상 등으로 분석되었다.

관행 작업체계의 문제점 분석을 바탕으로 배추의 운반적재는 배추 팔레트를 이용하는 것이 작업효율을 높이고 배추 손상을 최소화할 수 있는 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구는 배추 팔레트의 사용을 기본으로 하는 운반적재기를 개발하고자 하였다.

배추 운반적재기의 작업단계는 크게 배추 팔레트의 적재, 운송트럭까지의 운반, 트럭

---

+ 본 연구는 농림부 특정연구과제 연구비 지원에 의해 수행되었음

\* 서울대학교 농생대 농업개발연구소

\*\* 서울대학교 농생대 생물자원공학부

적재로 나눌 수 있으며 부가적으로 포장에 빈 팔레트를 운반하는 작업으로 나눌 수 있다. 따라서 배추 운반적재기의 개념설계는 주행부, 운전부, 배추 팔레트의 취급을 위한 기구부, 기구부의 구동부로 나누어 수행하였다.

일반적으로 배추 운송에는 5 ton 트럭이 사용되며, 적재함의 크기와 적재높이를 고려하여 배추 팔레트는 최대 1.1m×1.1m×1.1m 크기로서 8개 2단으로 트럭에 적재되도록 설정하였다. 고랭지 배추의 크기를 기준으로 한 팔레트에 대략 300kg(100개)의 배추가 적재되는 것으로 가정하였으며, 본 연구에서 실험 제작된 팔레트의 크기는 0.95m×0.95m×1.1m로서 자체의 무게는 28kg이었다. 따라서 배추가 채워졌을 때 한 팔레트의 총 무게는 최대 350kg이며 동시에 두 개의 팔레트를 적재할 경우를 고려하여 운반적재기의 배추 적재용량은 최소 700kg보다 커야한다. 또한 운반적재기의 기구부의 자체무게는 대략 500 kg이상으로 생각되어 운반적재기의 최대 적재량은 1.3t이상으로 결정하였다.

운반적재기가 포장에서 미끄러지지 않도록 주행부로 무한궤도형을 채택하였고, 원활한 운반적재를 위해 전, 후 주행이 가능하도록 설계하였다. 기구부 설계에는 팔레트의 상하 이동, 운반적재기의 적재함에 안착을 위한 팔레트의 전후이동, 운반시 안정성을 위한 팔레트의 기울임, 경사지 주행시 팔레트의 측면 미끄러짐 방지 등을 고려하였다. 또한 기구부의 운동은 취급 적재물이 비교적 무겁기 때문에 높은 하중에 적합한 유압장치를 통하여 구동되도록 하였다.

운반적재기의 작업체계를 설정하기 위해 각 작업단계에 대하여 3D 애니메이션을 수행하였으며 그림 1과 그림 2는 배추 팔레트 운반과 운송트럭 적재 작업의 애니메이션 단계를 보여주고 있다.

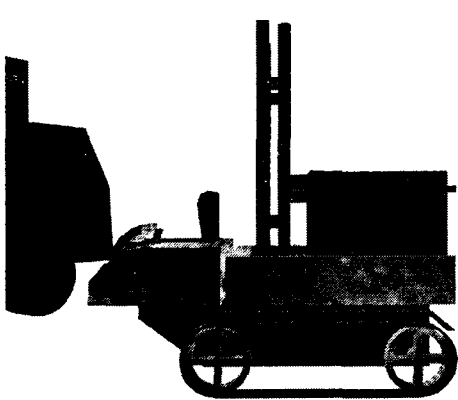


그림 1. 운반적재기의 팔레트 운반.

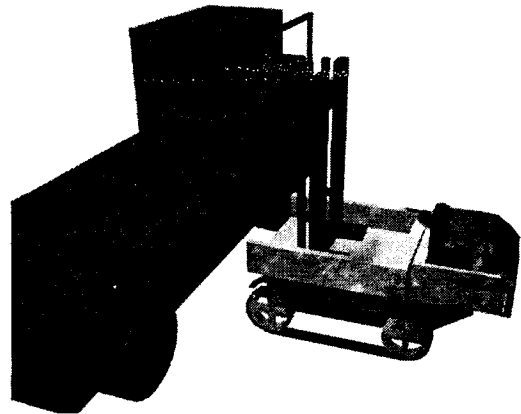


그림 2. 운반적재기의 팔레트 트럭적재.

#### 나. 운반적재기의 설계 및 제작

배추 운반적재기는 한성에코넷이 제작한 궤도형 운반차 SS-500 CTLD를 기본으로 설계하였다. 이 차량은 개념설계에 부합되어 무한궤도형이며, 최대 적재량은 1.3t이상으로 18HP의 가솔린 엔진을 장착하고 900kg의 적재시 최대 등판각은 35°로 배추포장의 경사에 적응성

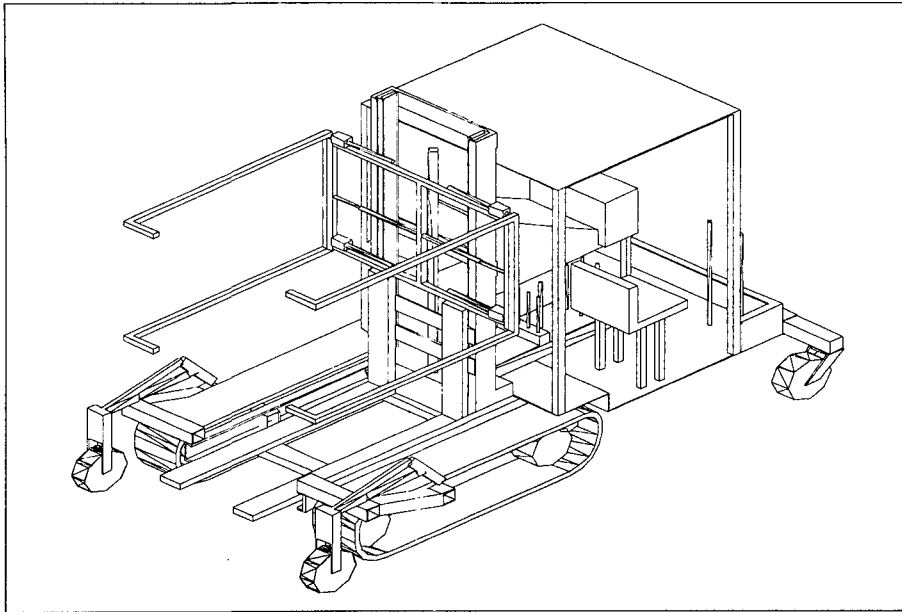


그림 3. 배추 운반적재기 개념설계도.

이 우수한 것으로 판단되었다.

그림 3은 배추 운반적재기의 개념설계도를 보여주고 있다.

운반적재기의 기구부 적재능력은 두 개의 팔레트를 동시에 처리할 때를 기준으로 700kg이 요구되었으나 안전도를 고려하여 1 ton으로 설정하였다. 또한 팔레트의 최대 적재 높이는 트럭의 상차높이 약 1.2m, 팔레트 높이 1.1m 외에 작업시야 0.2m를 고려하여 2.5m로 선정하였다. 적재함에 팔레트를 안착하기 위한 전후운동의 폭은 1.1m의 팔레트 폭에 기구부의 운동여유를 고려하여 1.3m로 설계하였다.

팔레트의 경사지 운반시 측면 미끄러짐 방지를 위해 팔레트 측면 고정장치를 설계하였다. 측면 고정장치는 90° 회전과 0.6m 직선 확장/수축의 조합으로 작동하도록 하였다. 팔레트를 고정할 때는 하향 회전 후 직선 수축을 하게 되며 팔레트의 측면 고정을 풀 때는 직선 확장을 한 후 상향 회전을 함으로써 운송트럭 적재시 인접 팔레트의 간섭을 피할 수 있다. 고정장치의 팔 길이는 1.1m의 팔레트 크기와 여유 등을 고려하여 1.2m로 선정하였으며 두 개의 팔레트를 취급하기 위해 두 개를 1조로 설계하였다. 또한 측면 고정장치는 작업에 따라 용이하게 분리, 조립하도록 하였다.

운반적재기는 운반적재를 원활히 하기 위해 운전부는 작업상태에 따라 전후 양방향 조정이 가능하도록 180° 회전을 고려하였다. 또한 작업자의 안전을 위해 운전부에 안전캡을 설치하였다.

팔레트 적재 및 경사지 주행시 무게 중심의 이동을 분석한 결과 무게중심이 적재기의 후방에 위치하는 것으로 나타나 경사지 측방향과 후방향 전도를 방지하기 위한 안전장치를 부착하였다. 안전장치는 운반적재기의 전후에 2조를 설치하였으며 전방에 부착된 안전장치는

표 1. 배추 운반적재기 유압실린더 사양.

실린더 기능	조수	갯수	길이 (mm)	스트로크 (mm)	외경 (mm)	내경 (mm)	비고
기구부 전후이동	1	1	1,170	1,100	85	47	
기구부 상하이동	1	1	1,600	1,250	75	47	총 행정 2500mm
측면 고정장치 (회전이동)	1	2	170	120	45	15	총 90° 회전
측면 고정장치 (직선이동)	1	2	355	300	45	20	
전방 안전장치 (직선이동)	1	2	300	250	45	20	측면확장
후방 안전장치 (회전이동)	1	2	230	135	55	30	후방확장
기구부 기울임	1	2	110	70	60	25	

경사지 주행시 측면으로 안전바퀴를 25cm 넓힘으로써 측면전도를 방지하고, 후방에 부착된 안전장치는 안전바퀴를 후방으로 회전 확장시킴으로써 적재기의 전장이 길어져 후방전도를 방지하도록 설계하였다. 운반적재기의 전폭, 전장 및 전고는 각각 1.2m, 2.6m, 2.1m로 설계하였으며, 특히 전폭과 전장은 운반적재기의 원거리 포장 이동시 농촌에서 쉽게 이용할 수 있는 1 ton 트럭에 상차할 수 있도록 설정되었다.

운반적재기의 기구부와 안전장치는 유압으로 작동하도록 설계하였으며 9cc/rev 용량의 1개의 유압펌프와 30l 크기의 유압탱크, 4개의 유량제어밸브, 12개의 유압실린더로 구성하였다. 유압실린더는 기구부의 전후운동, 상하운동, 기울임 운동, 측면 고정장치의 회전 및 직선운동, 안전장치를 구동하며 총 5개의 유압레버에 의해 독립적으로 작동되도록 하였다. 측면 고정장치의 회전 및 직선운동의 조합은 유량제어밸브로서 조정하였다. 배추 운반적재기에 사용된 유압 실린더의 사양은 표 1과 같다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 4는 제작된 배추 운반적재기를 보여주고 있다. 평지 실험결과 시작기의 각 주요부는 원활하게 작동하는 것으로 나타났다. 특히 기구부는 1.3ton의 적재하중에도 견딜 수 있었으며 시작기의 회전성과 운전성은 매우 우수한 것으로 나타났다.

시작기의 전도각은 배추를 적재하지 않은 상태에서 횡전도각 52°, 후방전도각 68°, 전방전도각 66°로 나타났으며 두 개의 팔레트를 적재하고 안전장치를 사용하지 않은 정지상태에서 횡전도각 37°, 후방전도각 41°, 전방전도각 55°로 나타나 안전장치를 고려할 때 경사지 운반작업의 안정성은 뛰어난 것으로 평가되었다.

그러나 운반작업과 달리 두 개의 배추 팔레트(약 700kg)를 적재, 하역하는 경우 대부분

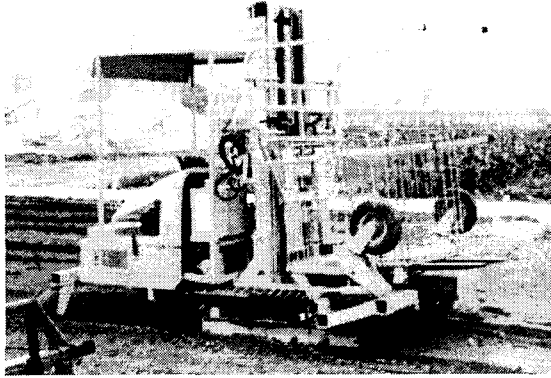


그림 4. 배추 운반적재기.

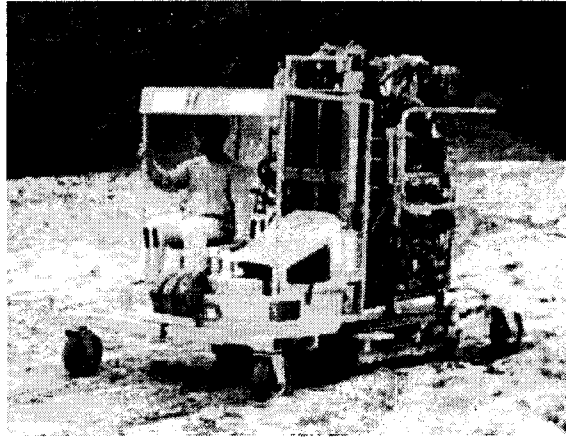


그림 5. 배추 운반적재기의 경사지 적응실험.

의 무게는 운반적재기의 후방으로 치우치게 되어 앞바퀴가 약간 들리는 경향을 보였다. 이는 운반적재기의 자체 하중을 줄이기 위해 전면에 균형무게를 장착하지 않을 경우에 발생하는 것으로 약 100kg의 균형무게를 장착하거나 후방 안전장치를 작동하였을 때 그 경향은 없어졌다. 따라서 작업의 종류에 따라 작동 조건을 달리 하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

그림 5는 운반적재기의 경사지 적응실험을 보여주고 있다. 경사지 실험결과 대략 25%의 경사지에서도 시작기의 등판능력은 양호하였으며 안전장치의 작동과 더불어 최대 35%의 경사지에서도 안전작업이 가능할 것으로 판단되었다. 약 25%의 경사지에서 최대 등판속도는 25km/hr 정도로 작업능률이 양호하였으며 측면 고정장치를 사용함으로써 적재된 팔레트의 측면 미끄러짐과 운반시 요동은 없는 것으로 관찰되었다.

운반적재기의 작업성능은 배추 포장과 운송트럭간 운반거리를 10도 경사, 50m로 가정하고 팔레트의 수집, 운반, 트럭적재, 다음 팔레트 수집장소로의 이동을 한 사이클로 할 때 시간당 18사이클(약 10.8톤)의 운반적재 능력을 보였으나 그 성능은 작업자의 숙련도에 영향을 받는 것으로 생각되었다. 현재까지의 성능분석 결과에 따르면 수작업을 통한 운반적재에 대비하여 대략 10배 이상의 능률이 있는 것으로 판단되었으나 작업의 숙련도를 향상시킬 경우 보다 효율적인 작업이 가능하다고 생각되었다.

현재 개발된 배추 운반적재기는 기타 발작물예의 응용가능성이 매우 높은 것으로 판단되어 타작물 응용 타당성을 분석 중에 있으며 운반적재기의 보다 능률적인 운영을 위해 운반적재 작업체계를 연구 중에 있다.

#### 4. 요약 및 결론

본 연구에서는 관행의 배추 운반 및 적재작업체계를 바탕으로 경사지에서도 안전하게 작업을 수행하며 작업효율이 높은 배추 운반적재기를 개발하고자 개념설계와 역학 및 기구학

적 분석을 바탕으로 시작기를 설계·제작하고 성능을 검증하였다.

본 연구에서 개발된 배추 운반적재기는 무한궤도형, 유압작동식으로 최대 적재하중은 1.3ton이었으며 운전성은 매우 우수한 것으로 나타났다. 또한 운반적재기의 전도각은 두 개의 팔레트를 적재한 정지상태에서 횡전도각 37°, 후방전도각 41°, 전방전도각 55°로 나타나 경사지 작업에 안정한 것으로 평가되었다.

운반적재기는 약 25%의 경사지에서 최대 등판속도는 25km/hr로 나타났으며, 작업성능은 배추 포장과 운송트럭간 운반거리를 10도 경사, 50m로 가정하고 팔레트의 수집, 운반, 트럭 적재, 다음 팔레트 수집장소로의 이동을 한 사이클로 할 때 시간당 18사이클(약 10.8톤)의 운반적재 능력을 보여 수작업을 통한 운반적재에 대비하여 대략 10배 이상의 능률이 있는 것으로 판단되었다.

현재 개발된 배추 운반적재기는 기타 발작물への 응용가능성이 매우 높은 것으로 판단되어 타작물 응용 타당성을 분석 중에 있으며 운반적재기의 보다 능률적인 운영을 위해 운반 적재 작업체계를 연구 중에 있다.

## 5. 참고문헌

1. 농업기계연감. 1998. 한국농업기계학회.
2. 조영환, 유근창, 성진근, 전병문, 남상현, 김해동, 리왕영. 1995. 무·배추 경쟁력있는 기술과 경영, 농민신문사
3. Espostio, A. 1997. Fluid Power with Application. Prentice Hall
4. Gillespie, T. D.. 1992. Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE.
5. Waldron, K. J.. 1997. Kinematics Dynamics and Design of Machinery H/C. Wiley
6. Wong, J. Y.. 1989. Terramechanics and Off-Road Vehicles. Elsevier Science Publishers
7. Wong, J. Y.. 1978. Theory of Ground Vehicle. John Willy Sons