

노동생력화 전자동 양파수확용 농기계 개발에 관한 연구

김인주*, 박창언+, 윤복현**, 김일수***

A Study on Development of Labor-saving and Automatic Agricultural Machinery for Onions Harvest

I. J. Kim*, C. E. Pak+, B. H. Yoon**, I. S. Kim***

Abstract

According to the rising of national economic level, domestic consumption of vegetables having high additive values is increased continuously due to increased consumption of meat in last decade. These vegetables are produced almost in this country and are limited to import from neighbor countries in due of high transportation expenses for storing in refrigerated container. It is very important to mechanize the harvest work, forming more than 30% for their production cost, in order to cultivate variable vegetables at the same time according to their harvesting seasons. In this state its former harvest methods, with using of human power or semi-automatic harvest, caused to increase their production cost due to high labor cost and low working efficiency.

Key Words : Onion Harvester, Onion, PTO, Sliding shaft, Agricultural Machinery

1. 서론

농촌인구의 감소와 3D작업의 기피 현상에 따른 농촌노동력의 부족 현상, 그리고 WTO체제의 출범에 따른 전면적인 농산물 수입개방에 대처하기 위해서는 고품질의 농산물을 저비용으로 생산하는 일이 무엇보다 시급하다. 현재 계속되고 있는 이농으로 인한 농촌 노동력의 부족과 급격한 임금 상승, 소득 향상에 따른 고품질 농산물, 특히 채소류의 수요 증대, 안락한 삶을 추구하려는 인간의 욕구 등으로 미루어 볼 때 모든 농작업은 필연적으로 기계화되고 자동화되어야 한다. 따라서 농업과학기술을 한 차원 더 높여 우리나라가 경쟁력을 갖춘 선진농업국으로 세계 속에 우뚝 설 수 있도록 첨단 농업기술을 개발·보급하는데 최선을 다하여야 한다. 기상이변과 생산자원 부족으로 세계 식량수급이 불안정하고 친환경농업의 실천과 도농간 균형발전

의 중요성이 대두돼 환경과 안전농산물에 대한 국내외 규제 및 국민적 관심이 고조되고 있다.

국내의 농업기계 제조기술은 동력 경운기, 소형 트랙터(50PS미만), 이앙기, 소형 콤바인등 수도작 기계를 자체적으로 생산할 수 있는 수준에 도달하였으며 승용, 대형화, 안정성 확보 기술개발에 집중하고 있다. 이러한 노력으로 수도작의 경우 90% 정도의 기계화를 이룩하였으나, 양파 수확기의 경우 상대적으로 아주 낮은 30% 정도의 기계화율을 보이고 있으며, 현재까지 이 분야에 사용되고 있는 기계화 장비는 관리기, 경운기 등이 대부분이고 멀칭비닐의 제거, 굴취 및 줄기절단 등의 일련의 작업을 복합적으로 수행되도록 하는 양파수확기의

개발이 연구되고 있다. 양파는 수분함량이 90~95%에 이르고 경작지의 기후변화에 대응하기 위해 우리나라에서는 멀칭비닐을 대부분 사용하고 있어 이를 제거하는데 많은 노동인력과 작업시간을 소요하고 있기 때문에 양파 수확에 상당한 어려움이 있다. Table 1에서 보는 바와 같이 4년간의 농업기계 수출입 현황을 보면 수입이 급증하여 1992년의 수입총액은 3년전인 1989년에 비하여 3배 이상 증가하였다. 반면에 수출은 1992년에 비하여 같은 기간 동안 겨우 1.5배에 지나지 않아 무역수지가 크게 악화되고 있다. 이와 같이 농업기계의 무역수지가 악화되고 있는 원인은 농기계부품 및 완제품의 수입이 급증한 데 원인이 있다. 한편 양파수확에 많은 노동력이 요구되는 양파수확기계는 대부분 일본제품이 주종을 이루고 있으며, 갈수록 선진국과의 기술격차가 나타나고 있다. 하지만 국내에서는 전문적인 연구가 매우 미흡한 실정이므로 국내의 영농조건에 적합한 양파수확기를 자체기술로 개발하여, 국내 농업기계 산업기반을 강화함은 물론 부품조달 및 서비스가 용이한 농기계 개발이 요구된다.

Table 1 농업기계 및 부품의 수출입 현황

구분	1990년	1991년	1992년	1993년	1994년
수출(\$1000)	14,359	18,637	28,212	24,536	41,907
수입(\$1000)	60,727	115,985	122,505	102,051	198,199
무역수지(%)	-423	-622	-434	-416	-473

2. 기초 설계

국내의 양파수확기 개발과 관련하여 목포 작물시험장을 방문하여 일본 YANMAR 社の 양파이식기의 동력전달 장치 및 기타 제반사항을 선행 연구 조사하였다. 양파수확기의 엔진사양, 프레임 구조 및 동력전달 장치의 최적 사양 구성하기 위하여 기본 프레임 구조 결정, 구동엔진 설치 위치 및 동력 추출방법, 기본사양 결정 (예취, 굴취, 절단, 변속기), 예취 및 굴취장치의 부품구성 및 구동방법 등을 연구하였다. 설계기준으로는 별도의 작업기에 탈부착하지 않고 동력을 직접 전달받는 자주

식 방식을 선정하고, 양파의 재배 형태, 이랑폭, 피복유무, 양파수확시의 물성조건 반영하였으며, 줄기절단 길이 조절(줄기 길이를 4cm ~ 20cm로 절단하여 초생품, 중생품, 만생품으로 분류), 양파의 기계화 및 재배 표준 조건 만족시키도록 각 단위공정의 연계성 고려하여 설계에 반영하였다. 외국에서의 농작물 수확기계화의 경우는 전용기계에 의한 굴취에서 집하까지 가능한 기종이 개발되어 있으나, 국내에서는 단순굴취 기계 수준에 머물고 있는 실정으로, 국내자연환경에 알맞는 기계를 개발하기 위하여 수확기의 동력장치의 구조변경 및 동력전달기구 성능향상을 통하여 양파수확기의 국산화를 기하고 1분에 30~50m의 속도

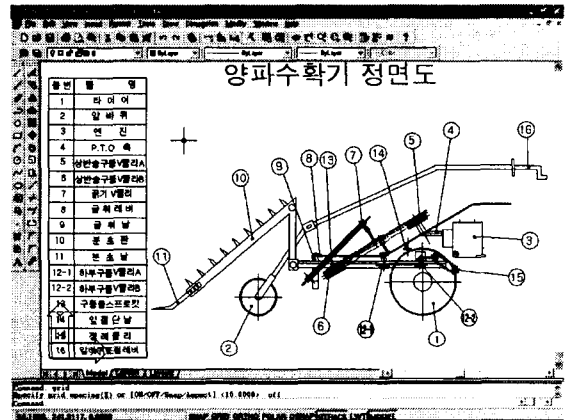


Fig.1 양파 수확기 개략도

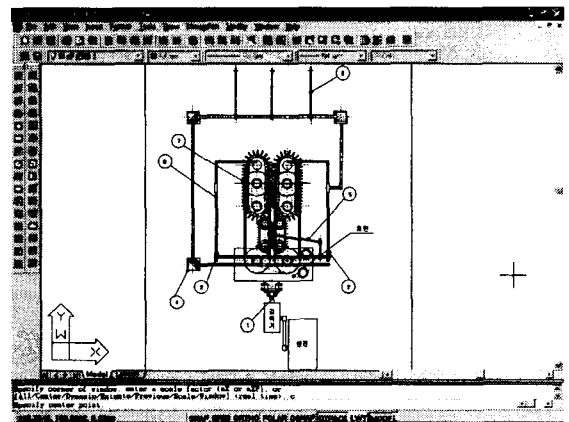


Fig.2 작업부의 동력전달 계통도

로 굴취에서 정리 방출까지 할 수 있는 자주식 양파 수확기를 설계하였다. Fig.1은 양파 수확기의 개략도이며, Fig.2는 작업부의 동력전달 계통도를 나타낸 것으로 엔진에서 감속기와 ①P.T.O를 거쳐 각각 ②굴취날, ③워업기어, ④분초판을 구동한 후 ⑤컷터날, ⑥상부 구동벨트, ⑦끌기 벨트, ⑧분초판을 구동함으로써 작업이 이루어지도록 디자인하였다.

3. 요소부품 설계

수확기 전체 크기는 길이(2,200mm)× 폭(1,420mm)× 높이(1,130mm)로 엔진동력의 단속과 rpm변환은 변속기에서 이루어지며, PTO를 통해서 굴취날, 잎절단컷터, 분초날, 잎이송장치 등 각부에 소요되는 동력 배분해서 전달된다. 엔진사양은 3.5HP 공랭식 4Cycle 가솔린 엔진으로 연속 정격출력(ps/rpm) 3.5/1,800, 최대 출력(ps/rpm) 5.0/2000 으로 소형엔진으로 구성하였다. 조작부의 기능은 방향전환, 전후진, 주행속도, 엔진동력중립선택, 작업 구동장치클러치조작 등을 제어하고, 변속기는 전진 3단 후진1단으로 구성하였으며 각 단의 변속속도(m/s)는 1단 0.2, 2단 0.3, 주행

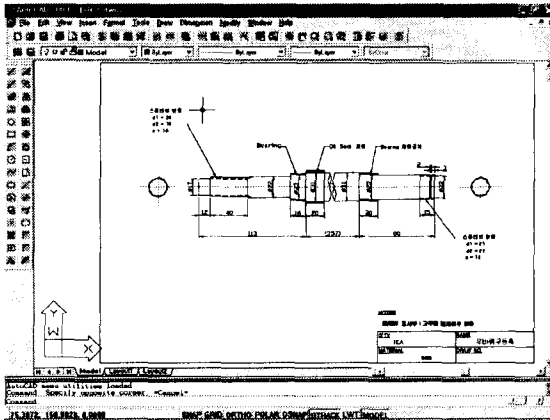


Fig.3 좌바퀴 축간 간격 조절 슬라이딩축 설계도

0.8, 후진은 0.25의 속도로 변속이 가능하다. Fig.3은 좌바퀴 축간 간격 조절 슬라이딩축 설계도로 차륜폭이 두둑쪽에 대하여 좁게되면 작업 중에 차

륜이 두둑을 무너뜨리고 양파를 손상시키는 것을 방지하고 기체가 두둑의 중심에 위치할 수 있도록 좌측바퀴가 좌우로 슬라이딩 할 수 있는 구조로 설계하였으며, Fig.4는 슬라이딩 구동축 설계도이며 슬라이딩 할 수 있는 조절 길이는 200mm까지 가능하도록 설계하였다.

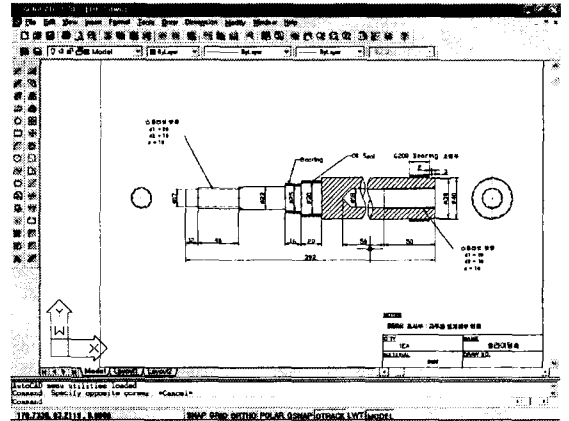


Fig.4 슬라이딩 구동축 설계도

Fig.5는 굴취부의 중요부분인 굴취날 설계도로 구동은 편심cam에 의해서 이루어지며 전후왕복운동하는 구조로 되어있다.

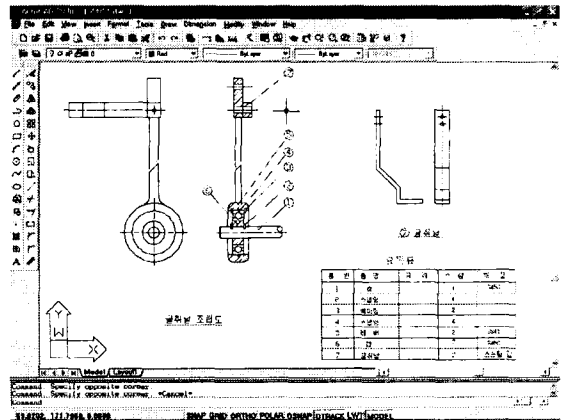


Fig.5 굴취날 설계도

굴취날의 재질은 돌맹이 등과 같이 단단한 물질에 대해서도 파손이 되지 않도록 내마모성에 강한 특

수강으로 설계하였으며, 굴취날 깊이조절은 핸들 조작으로 무단계 조절이 가능하도록 설계하여 시계방향으로 회전시키면 지면으로부터 멀어지게 되며 반시계 방향은 반대로 작동하게 된다. 양파 이송장치는 양파 수확시 이송속도에 따른 수확물의 부딪힘으로 발생할 수 있는 양파의 표면 손상을 최소화하기 위하여 특수한 재질의 돌기형 고무벨트를 사용하였고 고무벨트를 구동하는 풀리는 대형 2개 2조, 소형 4개 1조로 구성되어 있어 양파의 줄기가 수확시기에 고사되어 무작위로 도복되어도 일으킬 수 있는 구조로 설계하였으며, Fig.6

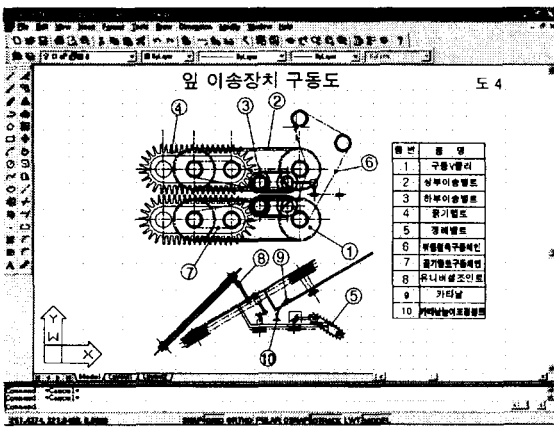


Fig.6 앞이송 장치 설계도

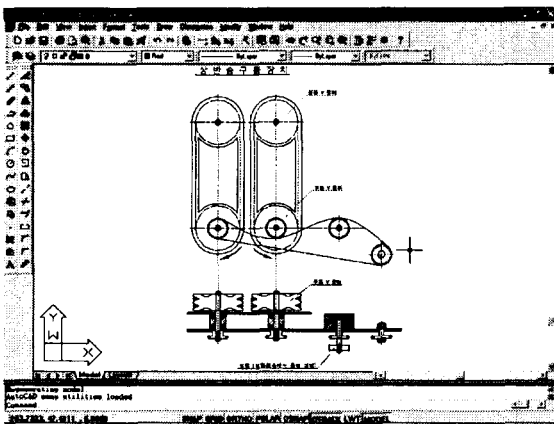


Fig.7 상반 구동장치 설계도

과 Fig.7은 앞이송장치의 구동도와 상반구동장치의 설계도를 나타낸다.

4. 결론

본 논문의 전자동 양파수확용 농기계를 연구함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 양파 수확기의 개발은 노동인력이 집중적으로 투입되는 양파의 수확작업을 효율적으로 이용할 수 있도록 기계화를 가능케 하였다.
2. 농기계의 국산화를 통한 농민의 수리용 부품과 생산업체의 부품구입 용이하고 고가의 농기계의 수입 대체 및 역제의 효과를 얻을 수 있다.
3. 본 양파수확용 농기계를 연구함으로써 양파재배의 기계화촉진 및 작업의 일관화와 첨단기술의 농업적 응용기술 확립 및 농업기계의 기술향상에 일조 하리라 사료된다.

참고문헌

1. Ling P.P, Machine Vision Techniques for Measuring the Canopy of Tomato Seeding, J. of Agricultural Engineering Research, V65, 1966, 85-95
2. Panigrahi S., Background Segmentation and Dimensional Measurement of Corn Germplasm, Trans. of the ASAE V38 N1, 1995, 291-297
3. Stone M.L., Image-based Ground Velocity Measurement, Trans. of the ASAE V35 N5, 1992 1729-1735
4. Yamaguchi, M.,K. N. Paulson, M. N. Kinsella and R. A. Bernhard. 1975. Effect of soil temperature on growth and quality on onion bulbs(*Allium cepa* L.) used for dehydration. J. Amer. Hort. Sci. 100(4) : 415-419
5. Derksen, R. C. and C. Jiang. 1995. Automated Detection of Fluorescent Spray Deposits with

- Computer Vision System. *Trans. of the ASAE* 38(6) : 1647-1653
6. Dubuisson, M-P., A. K. Jain and M. K. Jain. 1994. Segmentation and Classification of Bacterial Culture Images. *Journal of Microbiological Methods* 19(1994) : 279-295
 7. Foster, M. et al. 1995. Detection and counting of Uneaten Food Pellets in a Sea Cage Using Image Analysis. *Aquacultural Engineering* 14(3) : 251-269
 8. Franz, E. 1993. Machine Vision Using Image Gradients for Spray-deposit Analysis : Software Development. *Trans. of the ASAE* 36(6) : 1955-1965.
 9. Olsen, H. J. 1995. Determination of Row Position in Small-grain Crops by Analysis of Video Images. *Computers and Electronics in Agriculture* 12(1995) : 147-162
 10. Pla, F., and F. Juste. 1995. A Thinning-based Algorithm to Characterize in Agriculture 13(1995) : 301-314
 11. Savage, C. R, R. J. Petrell and T. P. Neufeld. 1994. Underwater Fish-video Images : Image Quality and Edge Detection Techniques. *Canadian Agricultural Engineering* 36(3) : 175-183.
 12. Schaufler, D. H. and P. N. Walker. 1995. Micropropagated Sugarcane Shoot Identification Using Machine Vision. *Trans. of the ASAE* 38(6) : 1919-1925.
 13. Tai, Y. W., P. P. ling and K. C. Ting. 1994. Machine Vision Assisted Robotic Seedling Transplanting. *Trans. of the ASAE* 37(2) : 661-667.