

보통형 콤바인 부착용 유채 예취장치 개발(I) - 시작기 설계 및 제작 -

이충근 최 용 전현종 이승규 류찬석 김동민

Development of a Rapeseed Reaping Equipment Attachable to a Conventional Combine (I) - Design and Construction of a Prototype -

C. K. Lee Y. Choi H. J. Jun S. K. Lee C. S. Ryu D. M. Kim

Abstract

Bio-diesel applications seem to be extended due to bio-diesel policies and changes of agricultural environment. This study was conducted to develop a rapeseed reaping equipment attachable to the conventional combine. This paper was intended to report concept design, process and manufacturing of the prototype rapeseed reaping equipment. For concept design, physical properties of "SUNMANG", which is a typical rapeseed as bio-diesel materials, were considered. The designed prototype rapeseed reaping equipment consisted of wide-width plates, finger type knives, side cutter knives and drive equipments.

The wide-width plate is 2.1 m wide, 0.7 m long, and 0.002 m thick. The finger type cutter knives have 14.5 fingers, 30 knives, and the specification was 7.6 cm of pitch, 8.3 cm of length and 21° of cutting angle. The side cutter knives consisted of a hydraulic pump, a hydraulic motor, a flow control and a relief valve, a hydraulic hose, a driving equipment and a reciprocating cutter knife. The 18 reciprocating cutter knives were 137 cm long and knife pitch, knife length and cutting angle were 7.7 cm, 10.5 cm, and 18°. Prototype weight of the rapeseed reaping equipment was heavier by 272 kg when compared with the manual reaping equipments. Load distributions of left and right side showed 50% and 49%, and those of front and rear side showed 64% and 36%. Static turn-over angles in left and right of the prototype were 38.1° and 38.7°, respectively. The designed prototype rapeseed reaping equipment was properly mounted at the front of a conventional combine.

Keywords : Rapeseed, Rapeseed reaping equipment, Bio-diesel, Conventional combine

1. 서론

바이오디젤 원료인 유채의 안정적이고 지속적 생산을 위해 서는 파종, 시비, 방제 그리고 수확 등의 재배기술 확립과 생산비 절감 및 경쟁력 제고를 위한 생력기계화 기술 개발이 요

구되고 있다. 유채 수확은 바이오디젤용 고품질의 원료 확보와 원활한 후숙작물 재배를 위해서 기계를 이용한 적기수확이 필수적 요소 중의 하나이다.

유채 수확 방법은 크게 두 가지 형태로 첫 번째 방식은 직접 수확 방식 즉, 예취부터 배출작업을 콤바인을 이용하여 일

This study was supported in part by the Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea. The article was submitted for publication on 2008-09-01, reviewed on 2008-11-03, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2008-11-14. The authors are Choung-Keun Lee, Yong Choi, Hyun-Jong Jun, Agricultural Researcher, National Academy of Agricultural Science, RDA, Seung-Kyu Lee, Professor, Dept. of Biological Systems Engineering, Gyeongsang National University, Chan-Seok Ryu, Kyoto University, and Dong-Min Kim, Asia technology Co.. Corresponding author: C. K. Lee, Agricultural Researcher, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-100, Korea; Tel: +82-31-290-1858; E-mail: <cklee@rda.go.kr>.

괄적으로 수행하는 방법이며, 두 번째 방식은 완숙기 7~14일 전에 트랙터 부착용 예취기 또는 유사 장치를 이용하여 미리 예취를 한 후 포장에서 건조와 완숙 과정을 거쳐 콤바인을 이용하여 탈곡 및 배출하는 수확방식이다. 첫 번째 방식은 수확 작업에 있어서 작업시간과 공정이 단축되어 작업효율이 높은 장점이 있는 반면 유채 이삭 상하간의 완숙차이가 다소 발생할 수 있는 단점이 있다. 두 번째 방식은 종실의 완숙도 및 균일도를 향상시켜 고품질의 유채를 확보할 수 있다는 장점이 있지만 수확작업에 노력이 많이 소요되고 예취 후에 포장에서 건조와 완숙과정을 거쳐야 하기 때문에 수확 시기가 다소 길어지고 중간에 비를 맞게 되면 수발아 현상이 발생되어 손실이 많은 단점이 있다.

독일에서의 유채 수확 방법은 주로 직접 수확 방식으로서 보리, 밀, 옥수수 등을 수확하는 대형 콤바인에 유채 수확에 맞도록 개량된 예취부를 장착하여 기계수확 작업을 하고 있다. 그러나, 이러한 기계들은 밭 포장을 대상으로 조방농업에 맞도록 대형으로 개발되어 이용되고 있어 우리나라의 논 포장의 구획 크기, 차량 운반을 위한 도로 여건, 그리고 포장간 이동을 위한 논 두렁 및 농로 조건 등을 고려한 장치 개발이 필요하다(Lee, 2007c).

일본에서의 유채 수확방법도 주로 직접 수확 방식으로서 콩 콤바인을 이용하여 기계 수확 작업을 실시하고 있다. 콩 콤바인의 경우는 유채 줄기와 깎지 등이 전량 탈곡통에 투입되기 때문에 탈곡통 길이가 보통형 콤바인에 비해 짧아 미 탈립된 종실의 손실이 많다. 또한, 중앙농업연구센터에서는 유채 수확작업의 비용절감을 위해 콩 콤바인보다 자탈형 콤바인을 이용한 수확작업의 가능성을 검토해 몇가지 요건을 만족시킬 경우 자탈형 콤바인으로 수확도 가능하다고 보고 하였다. 즉, 수확 시에 유채 줄기와 줄기의 엉키는 현상을 줄이기 위해 조파방식의 파종을 할 것, 유채가 콤바인의 탈곡통에서 잘 탈곡될 수 있도록 유도하기 위해서는 밀식재배를 하여 이삭길이를 짧게 할 것, 그리고 수확 시기를 적기보다 조금 빨리 하여 예취부 손실을 적게 할 것 등이었다(Taniwaki, 2006; Lee, 2007b). 그러나, 이러한 방법은 조파 파종작업에 따른 노력증가, 작물생장을 인위적으로 제어해야 하는 어려움 그리고 수확 시기를 적기보다 빨리 수확함으로써 착유수율이 낮아지며, 고함수율 상태에서 수확작업을 하기 때문에 미 탈부립 및 협잡물 발생량이 증대하여 건조 중 건조기 내부의 타공망을 막아 건조효율을 저하시키며, 정선과정이 필요한 점 등이 지적되고 있다(澁谷幸憲 등, 2006).

본 연구에서는 우리나라의 농업여건을 고려하여 첫 번째 방식을 채택하여 장치개발을 추진하였다. 즉, 우리나라에서는

바이오디젤 원료용 유채를 생산하기 위해 유채 재배 규모를 대규모·단지화 할 예정으로 있다는 점, 유채 수확적기가 약 10일간으로서 아주 짧다는 점, 보리 수확 시기와 겹치며 수확 시기가 늦어질 경우 장마와 겹칠 수 있다는 점, 이모작으로 벼 이앙이 실시된다는 점, 소면적·다포장이라는 점 등을 종합적으로 고려하여 장치 개발을 수행하였다(농촌진흥청, 2006; 농림부, 2007).

또한, 이(2005)에 의하면 유채는 쌀보리 수준에도 미치지 못하는 낮은 경제성을 지닌 작물이기 때문에 유채 재배에 소요되는 기계비용을 최소로 하기 위해서 관행의 보리, 콩 등의 수확에 이용되고 있는 수확기를 유채에 응용할 수 있는 기술 개발이 요구되고 있다. 즉, 독일이나 일본과 달리 콩과 보리 작업 시 측면 예취날 작동을 정지시킬 수 있는 기능과 신속한 탈부착이 가능한 구조, 도복한 보리를 수확하고자 할 때 인가할 수 있는 인기가이드의 부착, 콩 수확 작업 시 예취손실 절감을 위한 예취부 손실 방지판 등의 기능이 부가되어야 한다.

따라서 본 연구의 목적은 현재 국내에 보리와 콩 등을 수확하기 위해 보급되고 있는 관행의 보통형 콤바인에 장착이 가능한 유채 예취장치의 개념을 설계하고 시작기를 개발함에 있다.

2. 재료 및 방법

가. 설계목표 및 지침

국내에 바이오디젤 원료용으로 재배되고 있는 유채는 수확 시기가 6월 중순경으로 수확기간이 타 작물과 비교해 10일 정도로 매우 짧기 때문에 작업성능이 뛰어나고 유채 생산에 있어서 농기계 투입에 따른 소요비용을 최소화하기 위해 관행의 보통형 콤바인에 장착이 용이하게 유채 예취장치의 개발을 목표로 하였다.

유채는 초장이 길고, 주경이 굵으며, 수확 시기에 있어서 개체 간 엉키는 현상이 심하며, 탈립성이 높고, 씨가 둥글고 작고 가벼운 물리적 특징을 지니고 있다. 유채 예취장치 설계를 위하여 이러한 물리적 특징과 우리나라의 농업환경을 고려하여 다음과 같은 설계 지침을 도출하였다.

1. 유채 예취장치의 구성은 국내에 보급되고 있는 보통형 콤바인(CA-2100A)을 본체로 이용하며 예취부만 유채 수확에 적합하도록 하여 개발비를 줄이고 저비용 고효능 작업성능을 갖추어야 한다.
2. 유채는 수확 시에 콤바인의 예취작용에 따른 충격과 예

- 취부의 회전률과 유체의 접촉에 의해 유체 중실의 지면 낙립을 최소화하기 위한 광폭형 저판이 구비되어야 한다.
3. 유체는 보리나 밀 등과 비교해 수확 시기에 줄기가 목질화 되며, 주경이 굵기 때문에 일반 작동칼날과 고정칼날로 구성된 예취칼날의 경우 낱과 낱 사이에 주경이 끼여 낱이 상하로 벌어지는 현상이 우려되기 때문에 이를 최소화하기 위해 핑거형 예취날이 구비되어야 한다.
 4. 유체는 수확 시에 유체 개체간의 줄기 엉키는 현상이 심하여 관행의 예취부를 활용할 경우 많은 손실이 발생되기 때문에 유체줄기 엉키는 현상을 강제적으로 절단하여 작업효율을 증진시킬 수 있는 측면 예취날이 구비되어야 한다.
 5. 유체 예취장치의 구성요소인 핑거형 예취날과 측면 예취날의 구동방식은 보통형 콤바인의 본체에서 구동원을 제공받아야 하며, 광폭형 저판을 장착하였다더라도 작업 성능에는 차이가 없어야 한다.
 6. 유체 예취장치를 보통형 콤바인의 예취부에 적용했을 때 차량에 의한 운반, 농로 및 논두렁 이동성이 양호해야 하며, 정적 횡전도각 등에 있어서 안전성이 확보되어야 한다.

나. 시작기 설계 및 제작

유체 예취장치의 설계 수준은 다음과 같았다. 먼저, 유체 예취장치를 장착할 보통형 콤바인의 예취부를 제외한 본체를 선정하고, 유체 예취장치의 구성요소인 광폭형 저판, 핑거형 예취날, 측면 예취날 그리고 구동장치 등의 사양을 수확 시기 유체의 물리적 특성을 바탕으로 설계하였다. 시작기는 공동연구업체인 (주)아세아텍에서 제작되었다. 제작된 시작기를 보통형 콤바인의 본체에 장착하여 실시한 포장성능시험 결과는 추후 논문에 상세히 보고될 것이며, 여기서는 제원을 구하였다. 측정항목은 유체 예취장치 장착 후 전체중량변화, 좌·우 중량비, 전·후 중량비, 정적 횡전도각 그리고 기본적인 치수 등이었다. 그림 1은 농업공학연구소 내에 보유중인 중량 측정기와 전도각 시험장치를 이용한 시작기의 중량 및 정적 횡전도각을 측정하는 모습이다.

다. 본체 선정

보통형 콤바인을 이용하여 유체 수확작업의 적응성을 검토하기 위해 유체 수확에 적합할 것으로 판단되는 보통형 콤바인(CA-2100A, 아세아텍)을 선정하였다. 그 이유는 Lee(2007a)의 보고에 의하면 4조 자탈형 콤바인을 이용한 유체 수확작업을 실시할 경우, 유체 줄기 엉키는 현상과 단위시간당 유량

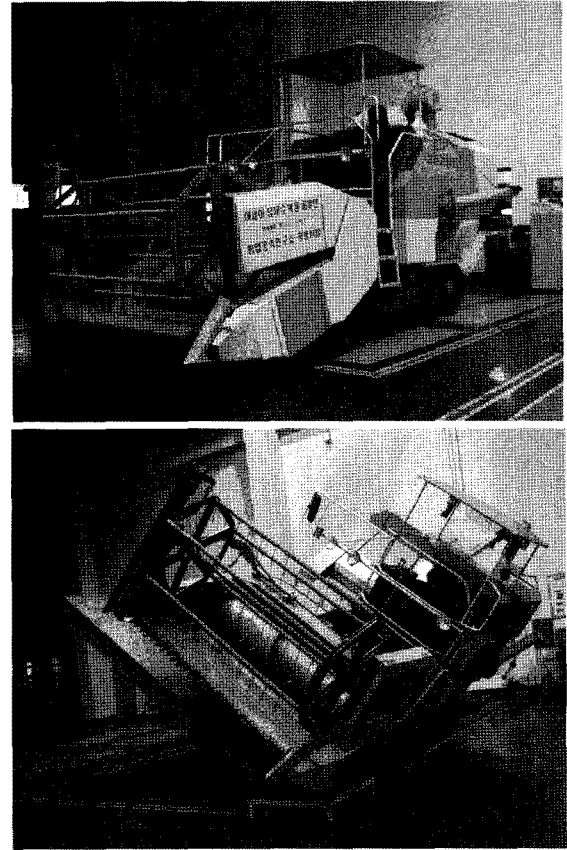


Fig. 1 Measuring status for weight and static turn-over angle of conventional combine.

증가에 따라 예취부에서 탈곡부로의 이송불량 및 탈곡부로의 공급불량 등의 현상이 발생하여 유체 수확작업이 불가능했기 때문이다. 그리고, 본 콤바인은 현재 보리·콩 등을 수확하는데 많이 이용하고 있으며 국내에 약 700여대가 보급되어 있다(Lee, 2007a). 그러나, 1976년에 700,000 ha 이상에 도달했던 보리 총 재배 면적이 현재는 60,000 ha 미만으로 감소하면서 콤바인의 이용률이 줄어들고 있다. 따라서, 본 콤바인의 활용도 제고 및 유체 재배 시 수확비용 절감 측면에서 기존 콤바인을 이용하는 것이 효율적이라 판단되었다. 엔진은 4 사이클 디젤엔진으로서 출력은 51 kW이다. 예취폭은 2.1 m이며, 보리 수확 시 작업능률은 15분/10a 정도이며, 곡물탱크 용량은 1,200 L이다. 수확작업 순서는 그림 2에서 보는 바와 같

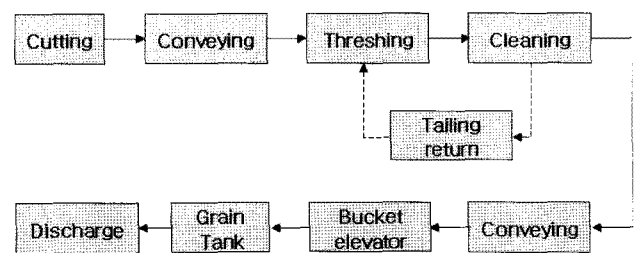


Fig. 2 Flow process of harvested crop in conventional combine.

이 예취, 이송, 탈곡, 재처리(환원), 이송 작용에 의해 곡물 저장통에 수확물이 저장되며 최종적으로 배출오거를 통해서 수확물을 배출하게 된다. 주요구조는 그림 3에서 보는 바와 같이 예취부, 이송부, 탈곡부, 선별부, 곡물 저장통, 주행부 그리고 엔진 등으로 구성되어 있으며, 수확물의 내부 유동은 표시된 것과 같다. 표 1은 콤바인의 주요사양을 나타내고 있다.

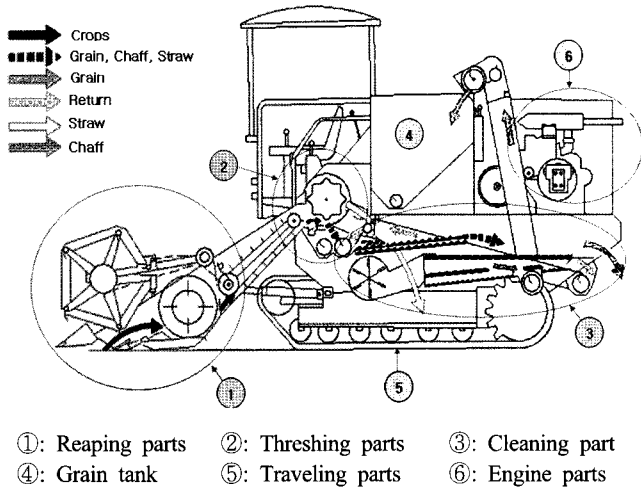


Fig. 3 Schematic diagram of conventional combine and flow process of harvested crop.

3. 결과 및 고찰

가. 유채 예취장치

1) 광폭형 저판

유채 수확 작업 시 회전릴과 유채의 접촉에 의한 종실 낙립을 최소화하기 위해서는 예취된 유채를 1차적으로 저판위에 올려놓고 플랫폼 오거쪽으로 이송시키는 것이 필요하다. 이를 위해서는 광폭형 저판이 필요한데 본 연구에서는 가로 2.1 m, 세로 0.7 m 그리고 두께 0.002 m의 구조용 압연강재(SS400)를 이용하여 광폭형 저판을 제작하였다. 여기서, 광폭이라 함은 기존의 콤바인 플랫폼 오거 하단부의 저판이 콤바인 진행방향으로 연장된 것을 의미하며, 0.7 m를 확대한 이유는 국내에서 바이오디젤 원료용으로 재배되고 있는 품종인 선망(SUNMANG)의 평균 초장이 1 m 전후로서 예취높이를 0.3 m 이하로 보았을 때 예취된 유채를 광폭저판에 올려 놓을 수 있는 최소한의 이론적 공간이 마련되기 때문이다. 광폭형 저판에 낙립된 유채종실이 콤바인의 선회 및 이동 중에 논 바닥으로 흘러내리지 않게 하기 위해 평저형 예취날 뒤쪽부분에 삼각형 모양의 손실 방지용 판을 높이 0.03 m, 폭 0.07 m, 길이 2.1 m로 설치하였다. 그림 4는 제작된 광폭형 저판을 나타내고 있다.

Table 1 Specifications of the conventional combine used in the study

Model No.	CT-2100A		
Dimension	Length (mm)	6,100	
	Width (mm)	2,450	
	Height (mm)	2,950	
	Weight (kg)	4,501	
Engine	Model	DAEWOO DB33	
	Type	4 cycle, 4 cylinders	
	Displacement (cm ³)	3,268	
	Power (kW) / Speed (rpm)	51/3,000	
Transmission	Center distance of crawler (mm)	1,350	
	Width of crawler (mm)	450	
	Length of ground contact (mm)	1,770	
	Average pressure of ground contact (kPa)	23	
	Speed change type	2 lever, HST	
	Travelling speed (m/s)	Forward	0~2.8
Reverse		0~2.8	
Reaping parts	Reaping width (mm)	2,100	
Threshing parts	Threshing drum	Diameter×width (mm)	450×1,800
		Speed (rpm)	500~1281
Grain tank capacity (L)	1,200		

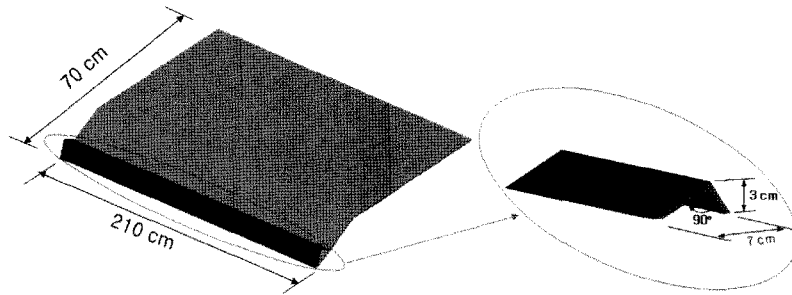


Fig. 4 The wide width plate and triangle plate for loss prevention designed in this study.

2) 핑거형 예취날

수확 시기에 목질화 된 주경을 효과적으로 절단하기 위해 고정핑거, 작동칼날 그리고 클립 등으로 구성된 핑거형 예취날을 선정하였다. 핑거형 예취날은 핑거의 피치와 예취날 행정의 피치가 같은 정구형 구조의 형태이다. 예취날 피치는 7.6 cm, 높이는 8.3 cm, 행정은 8.8 cm, 왕복동 수는 분당 518회, 절단각은 21°를 이루고 있으며, 재질로 탄소공구강재(STC5)가 이용되었다. 핑거의 피치는 7.6 cm, 길이는 17.5 cm, 클립의 피치는 7.6 cm, 길이는 6.95 cm이며 재질로 구상흑연주철(GCD450)을 이용하였다. 예취날로 사용된 핑거수는 14.5개, 작동칼날은 30개이며 그림 5는 핑거형 예취날 구성요소인 핑거와 작동칼날 그리고 클립에 대한 각 구성요소의 치수를 나타내고 있다.

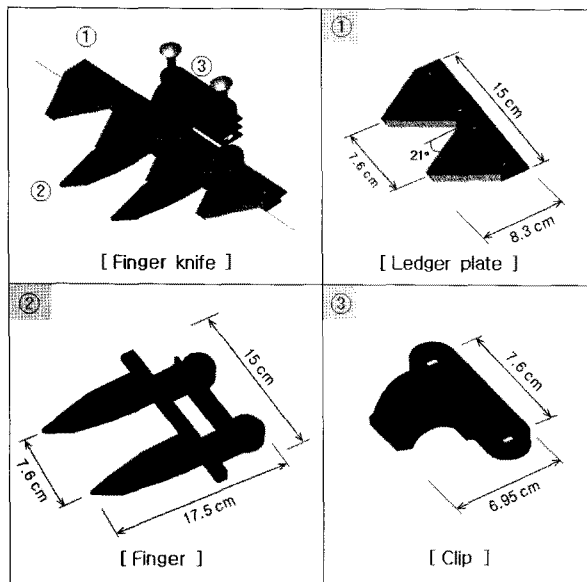


Fig. 5 Finger knife assembly and dimensions designed in this study.

3) 측면 예취날

유채줄기와 줄기의 개체간 엉키는 현상에 따라 수확작업 시 예취부 측면에 유채 줄기들이 서로 뒤엉켜 강제적으로 예

취부로 유입됨으로서 예취부에 점점 축적되어 일시에 플랫폼 오른쪽으로 유입됨으로서 예취부 막힘현상이 발생되어 원활한 작업을 할 수 없었다. 이를 개선하기 위해 유채 수확작업 시 엉킨 유채 줄기를 절단하기 위해 상하부 작동칼날로 구성된 왕복동형 측면 예취날을 개발하였다. 상하부 작동칼날의 전체 길이는 각각 137 cm로 하였는데, 이 이유는 유채 평균 초장이 100 cm를 초과하는 것이 많기 때문에 이러한 유채를 효율적으로 절단하기 위해 길게 하였다. 사용된 상하 작동칼날의 수는 각각 18개, 날의 피치는 7.7 cm, 날 높이는 10.5 cm, 행정은 7.2 cm, 왕복동 수는 분당 518회, 절단각은 18°였다. 재질로 탄소공구강재(STC5)를 이용하였다. 그림 6은 제작된 측면 예취날을 나타내고 있으며, 측면 예취날 지지 프레임과 예취날 클립, 유압모터 및 링크 그리고 예취날에 대한 각 구성요소의 치수를 나타내고 있다. 그림 7은 측면 예취날의 작동원리를 링크구조로 나타낸 것이다. R_k 는 캠의 반지름, L_v 는 링크 길이, X_k 는 B_0 에서 B_1 까지의 이동거리이고, S_k 는 행정을 의미한다. 이때, 측면 예취날의 이동거리는 식 1, 행정 거리는 식 2, 평균 절단속도는 식 3으로 표현할 수 있다. 본 장치에서 크랭크 회전수 분당 518 회, 링크 길이 29.5 cm, 크랭크 반지름 3.15 cm를 고려하여 계산하면, 행정은 6.3 cm, 평균 절단속도는 1.09 m/s로서, 주로 벼 수확작업에 이용되고 있는 4조 자탈형 콤파인(DSM65, Daedong, Korea)의 행정 5.3 cm, 예취날 평균 절단속도가 1.3 m/s인 점을 고려하면 본 장치를 이용하여 유채 줄기와 줄기의 엉킨 현상은 충분히 절단할 수 있을 것으로 판단되었다.

$$X_k = R_k (1 - \cos \omega_k t) + \frac{R_k^2}{2L_v} \sin^2 \omega_k t \quad (1)$$

$$S_k = \sqrt{(L_v + R_k)^2 - L_t^2} - \sqrt{(L_v - R_k)^2 - L_t^2} \quad (2)$$

$$V_e = \frac{N_d S_k}{30} \quad (3)$$

여기서, $\theta_k = \omega_k t$, ω_k : 예취날 각속도(rad/s),

V_f : 예취날 속도(m/s),

N_d : 크랭크 회전수(rpm)

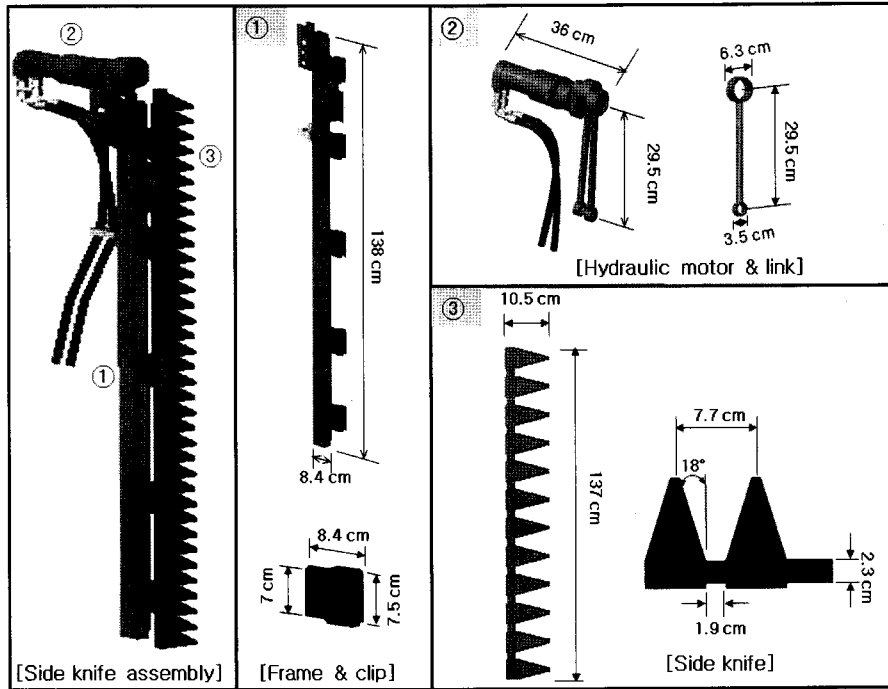
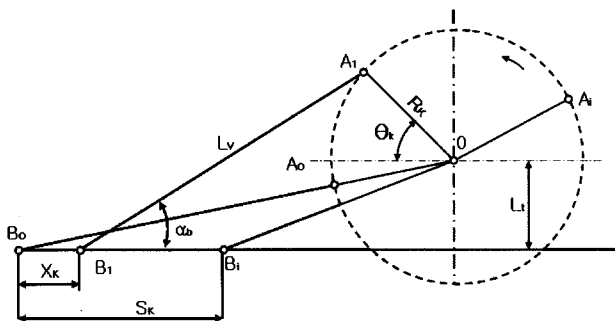


Fig. 6 Side knife assembly and dimensions designed in this study.



L_v : length of link (m), R_k : radius of crank (m),
 L_e : length of eccentricity (m), θ_k : rotating angle of crank (rad),
 α_b : relative angle between link and cutting knife (rad)

Fig. 7 Operating principle of side knife as link mechanism.

4) 측면 예취날 구동장치

측면 예취날 구동방식은 유압식을 선택하였으며, 구성요소는 유압펌프(YP15S12AH2, SHIMAZU, Japan), 유압모터(OMM20, Sauer Danfoss, Germany), 유압탱크, 유량제어 밸브(HF 800S, TOKIMEC Co. L.T.D., Japan), 유압호스(KF06HOSE, Manuri hydraulics Korea, Korea) 등으로 구성되어 있다. 유압펌프는 토출용적이 $12.02 \text{ cm}^3/\text{rev}$ 이며 정격압력은 20.6 MPa이고, 회전수는 500~4,000 rpm이다. 유압모터 회전수 범위는 30~1,250 rpm, 최대출력은 2.4 kW, 유압탱크의 용량은 4 L이다. 유량제어 밸브의 제어 유량 범위는 0~30 L/min, 적정 사용압력은 35 MPa이다. 유압호스의 내경은 9.5 mm, 최대 17 MPa의 내압에 견딜 수 있는 특징을 지니고 있

다. 유량제어 밸브를 이용하여 유량조절을 하는 목적은 수확 작업조건 변화에 따른 측면 예취날의 절단속도를 가변적으로 조절하기 위함이며 동시에 본 연구에서 개발된 유체 예취장치를 장착한 콤바인을 이용하여 보리나 콩 등을 수확할 때, 불필요하게 측면 예취날을 사용하지 않기 위함이다. 그림 8은 구동장치의 구성요소를 나타낸 것이다. 측면 예취날은 최종적으로 유압모터가 구동을 시키며 이 원동력은 본체에서 예취날을 구동하는 구동 폴리로부터 받게 된다. 즉, 유압펌프에

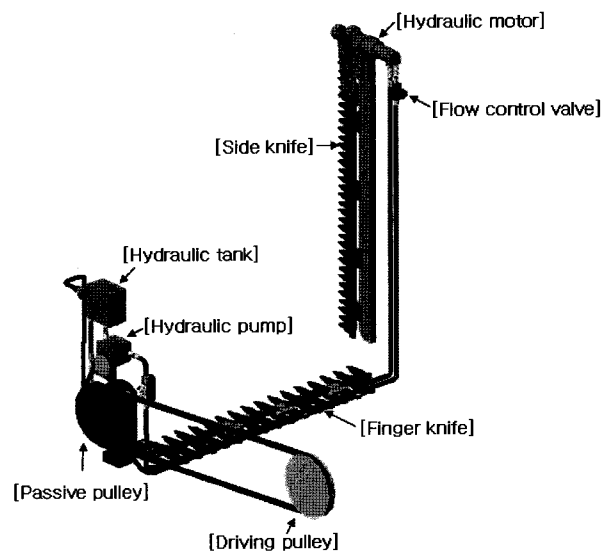


Fig. 8 Components of the driving equipment for finger and side knife.

서 형성된 고압의 유압이 유량제어 밸브로 이동하게 되고 유량제어 밸브를 통과한 유압은 유압모터를 구동하게 되며 유압모터에 의해 형성된 회전력은 링크기구를 통해 측면 예취날로 전달되어 예취날을 상하 왕복 운동시켜 유채 줄기를 절단하게 한다. 그림 9는 유압 블럭도를 나타내고 있다.

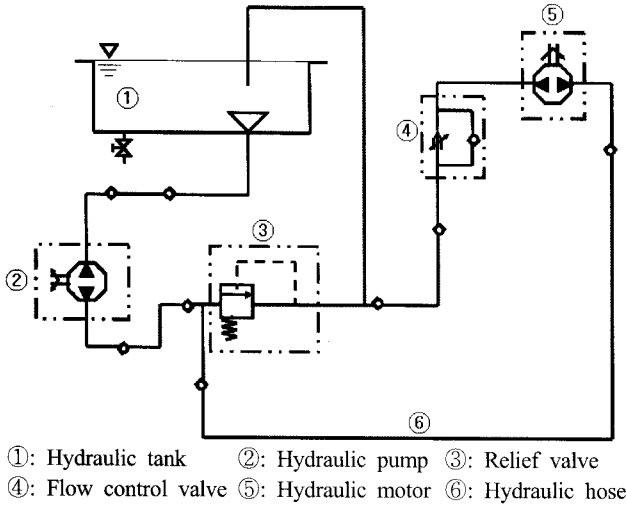


Fig. 9 Block diagram of hydraulic circuit.

나. 시작기 제작과 제원

기존의 보통형 콤바인을 이용하여 유채 수확 적응성을 향상시키고 콤바인 이용효율을 증진하기 위해 유채 예취장치를 기존 콤바인에 탈부착이 가능하도록 설계하였으며 그림 10과 같이 제작하였다. 유채 예취장치는 기존의 예취부를 구성하고 있는 기본 프레임, 예취틸, 플랫폼 오거, 이송장치 등에 광폭형 저판, 핑거형 예취날, 측면 예취날 그리고 구동장치 등이 추가된 형태이다. 시작기의 길이는 2.18 m, 폭은 2.58 m, 높이는 1.58 m였으며, 관행의 예취부와 비교해 길이가 약 0.76 m 길어졌는데 이것은 광폭형 저판과 측면 예취날 장착에 기인되었다고 할 수 있다. 시작기를 본체에 장착하였을 때 총 무게는 4,773 kg으로서 관행의 예취부를 장착했을 때의 총무게인 4,501 kg보다 272 kg이 증가된 것으로 비율로 보면 6.04% 증가된 것이다. 이것은 측면 예취날과 구동장치 그리고 광폭형 저판이 추가됨에 따라 증가된 것이라 할 수 있다. 좌·우측 케도의 하중분포를 구하면 좌측에 51%, 우측에 49%가 작용하고 있어 조향력에는 문제가 없음을 알 수 있다. 그리고, 콤바인케도의 접지면 길이가 1,800 mm인 점을 감안하여 접지면 중심을 기준으로 전·후부의 하중분포를 구하면 전부에 64%, 후부에 36%가 작용하여 상대적으로 하중이 전부 케도에 많이 작용하고 있어 주행성에는 불리한 조건이나 실제 수확작업에 있어서는 수확된 곡물이 곡물 저장통에 저장

되어 전·후 균형을 유지해 주기 때문에 큰 문제가 없는 것으로 판단되었다. 한편, 정적 횡전도각을 측정한 결과 좌측이 38.1°, 우측이 38.7°로 나타나 좌우방향의 값이 비슷하게 나타났다. 이것은 질량중심의 위치가 좌우방향에서 볼 때 거의 중앙에 위치하였기 때문으로 판단된다. 자탈형 콤바인의 대형 기준인 6조 콤바인의 정적 횡전도각이 36° 미만인 점을 감안하면 안정성이 높다고 평가할 수 있다.

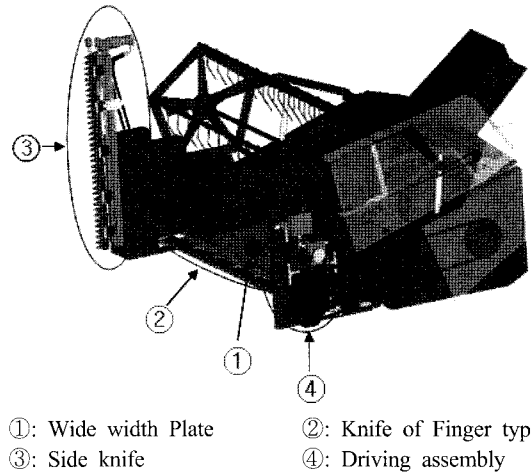


Fig. 10 Prototype rapeseed reaping equipment attachable to conventional combine.

4. 요약 및 결론

국내에 바이오디젤 원료용으로 재배되고 있는 유채를 수확하기 위해 작업성능이 뛰어나고 유채 생산에 있어서 농기계 투입에 따른 소요비용을 최소화하기 위해 관행의 보통형 콤바인에 탈부착이 용이한 유채 예취장치를 개발하였다. 이 연구에서는 유채 예취장치의 개념설계부터 시작기를 제작하는 과정을 보고 하였다.

- (1) 보통형 콤바인(CT-2100A)의 본체에 장착이 가능한 유채 예취장치 개발을 위해 우리실정에 적합한 설계지침을 정하고, 국내 바이오디젤 원료용으로 재배되고 있는 선명품종의 물리적 특성에 근거한 설계를 하였다.
- (2) 유채 예취장치의 구성은 목질화 된 유채줄기와 굵은 주경을 효과적으로 절단하기 위한 핑거형 예취날, 콤바인의 예취작용에 따른 충격과 예취부의 회전력과 유채의 접촉에 의해 유채 종실의 지면 낙립을 최소화하기 위한 광폭형 저판, 수확 시 유채 개체간의 줄기 엉키는 현상을 강제적으로 절단하여 작업효율을 증진시키기 위한 측면 예취날 그리고 측면 예취날을 구동하기 위한 구동

장치 등으로 크게 구성하였다.

- (3) 광폭형 저판은 가로 2.1 m, 세로 0.7 m 그리고 두께 0.002 m로 제작하였으며 핑거형 예취날은 고정핑거, 작동칼날 그리고 클립 등으로 구성하였으며, 예취날 피치는 7.6 cm, 높이는 8.3 cm, 절단각은 21°를 이루고 있다. 소요된 핑거수는 14.5개이며 작동칼날은 30개이다.
- (4) 측면 예취날은 유압펌프, 유압모터, 유압탱크, 유량제어 밸브 그리고 유압호스 등으로 구성된 구동장치와 상하부 작동칼날로 구성된 왕복동형 측면 예취날 조합으로 개발하였다. 상하부 작동칼날의 전체 길이는 각각 137 cm, 사용된 상하 작동칼날의 수는 각각 18개, 날의 피치는 7.7 cm, 날 높이는 10.5 cm, 그리고 절단각은 18°이다.
- (5) 시작기를 본체에 장착하였을 때 총 무게는 4,773 kg으로서 관행 예취부보다 6.04% 증가되었다. 좌·우측 궤도의 하중분포를 구하면 좌측에 51%, 우측에 49%가 작용하고 있어 조향력에는 문제가 없으며, 궤도 접지면 중심을 기준으로 전·후부의 하중분포를 구하면 전부에 64%, 후부에 36%가 작용하여 상대적으로 하중이 전부 궤도에 많이 작용하고 있어 주행성에는 불리한 조건이나 실제 수확작업에 있어서는 수확된 곡물이 곡물 저장통에 저장되어 전·후 균형을 유지해 주기 때문에 큰 문제가 없는 것으로 판단되었다. 정적 횡전도각 측정에

있어서 좌측이 38.1°, 우측이 38.7°로 나타나 좌우방향의 값이 비슷하게 나타나 횡전도에 대해 안정한 것으로 판단되었다.

참고 문헌

1. Lee, C. K. 2007a. The status of rapeseed cultivation machinery technology for biodiesel in Korea. *Journal of Bio systems Engineering* 32(5):363-369. (In Korean)
2. Lee, C. K. 2007b. The status of rapeseed cultivation machinery technology for biodiesel in Japan. *Journal of Bio systems Engineering* 32(5):370-376. (In Korean)
3. Lee, C. K. 2007c. The status of rapeseed cultivation machinery technology for biodiesel in Germany. *Journal of Bio systems Engineering* 32(5):377-381. (In Korean)
4. Taniwaki, K. 2006. Production of rapeseed and biodiesel. *JSAM* 68(3):9-12. (In Japanese)
5. 澁谷幸憲, 大谷隆二, 天羽弘一. 2006. 農耕用エネルギー利用に向けたナタネの機械化生産技術の体系化 (第1報), 日本農業環境関連學會 2006年共同大會論文集. pp.76.
6. 농림부. 2007. 2007 바이오디젤용 유채생산 시범사업.
7. 농촌진흥청. 2006. 농업용 친환경에너지 연구개발 중장기 계획 자료집.
8. 이상호. 2005. 산업용 원료(바이오에너지)로 사용 가능한 농작물의 경제성 분석 및 정책적 지원 방안 연구 보고서. 미래농정연구원.