

# 자주식 벧짚결속기의 개발(I)

## Development of Self-Propelled Grounded Rice Straw Bundler (I)

권병철*	서정덕**	윤여두***	김찬수***	명태식*	김진수*
정회원	정회원	정회원	정회원		
B.C.Kwon	J.S.So	Y.D.Yun	C.S.Kim	T.S.Myung	J.S.Kim

### 1. 서론

쌀 농사의 재배는 파종, 이앙, 본포 관리, 수확, 가공의 과정을 거치며 이중 대부분의 과정에서 약 95%이상의 기계화 작업이 이루어지고 있다. 한편, 쌀농사의 부산물인 벧짚은 미작농의 2차 생산품으로써 최근 시설재배영농, 축산업, 수출용 다다미, 새끼, 깔집 등의 분야에 다량으로 소비되고 있는 추세이다. 특히 벧짚을 원형대로 사용하는 느타리버섯재배, 꺼치, 새끼, 깔집, 다다미등의 생산에 필요한 벧짚은 최근 수요가 계속적으로 증가하여 벧짚의 자원성을 더욱 높이고 있다.<sup>1)</sup>

현재 대부분의 벧짚은 콤바인에 의해 예취되어 탈곡된 후, 논바닥에 깔아 건조시키므로서 이를 수거하기 위해서는 많은 노동투하시간이 필요하다. 때문에 벧짚이 적기에 수거되지 못하여 논바닥에서 부패되므로서 양질의 원료가 공급되지 못하는 실정이다.<sup>2,3)</sup>

그러므로 벧짚수거를 위한 기계화의 일종으로서 베일러(baler)를 트랙터에 부착하여 벧짚을 집속, 압축하여 일정한 규격으로 절단시키고 있는데, 이러한 방법에 의해 수집된 벧짚은 가축의 조사료등으로 사용하는 이외에는 다른 목적으로의 이용이 불가능하다. 또한 베일러는 본래 외국에서 목초지의 건초를 가축 사료용으로 수거할 수 있도록 트랙터 부착형으로 설계된 기계인바, 국내의 중소규모 미작 농사용으로는 사용용도나 가격 등으로 미루어 볼 때 적당하다고 볼 수 없다.

그러나 축산업의 규모가 확대되므로서 조사료의 수요는 계속 증가되는데 비해 농촌의 농업노동력은 부족하고, 노임단가는 상승하는 까닭에 트랙터 부착형 베일러에 의한 벧짚수거는 계속증가하는 추세이다. 그러나 베일러에 의한 수거는 벧짚을 무작위로 채집하여 압축, 절단하는 기계의 특성상 벧짚의 활용성이 가축의 조사료에 국한되므로서, 벧짚을 원형으로 이용하기 위해서는 인력에 의해 수거 결속하는 방법밖에 없는 실정인데 이 작업은 다량의 노동력을 필요로 하기 때문에 벧짚의 생산성 감소와 생산단가의 상승이라는 문제점을 갖고 있다. 때문에 콤바인 부착형의 결속기가 일본에서 개발되어 국내에서도 판매중인데 건조성

\* 대전산업대학교

\*\* 충남대학교 농과대학 농업과학연구소

\*\*\* 중앙공업주식회사

의 불량과 결속끈의 이완, 장비자체의 고가성등으로 인해 농민들로부터 거의 외면 당하는 실정이다.<sup>4,5)</sup>

따라서 본 연구에서는 벼를 콤바인으로 수확한 후 원형 그대로 논바닥에 깔려있는 벼짚을 수거하는 장치를 개발하기 위하여 벼짚의 수거(pick up), 이송(transfer), 결속(binding)시스템등에 관한 개발방향을 모색하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

자주식 벼짚결속기 개발을 위한 작업기 즉, 수거(pick up), 이송(transfer), 결속(binding)장치를 설계, 제작 혹은 변경한 후 결속 성능을 조사하기 위하여 본 연구에서는 다음과 같은 장치와 방법을 사용하였다. 본 실험에 사용된 작업기는 1차 및 2차의 설계, 제작, 시험을 통해 보완한 3차시작기이다.

### 가. 실험 장치

#### 1) 벼짚결속기

그림 1은 본 연구에서 설계, 제작한 자주식 벼짚결속기를 보여주고 있으며 주요 구성부는 동력 및 주행장치, 수거장치, 이송장치, 결속장치의 4부분으로 구성되어 있다. 동력 및 주행장치는 기존의 관리기(국제종합기계주식회사)를 사용하였으며 결속장치는 바인더(국제종합기계주식회사)의 결속기를 개조하여 사용하였다. 동력장치의 엔진은 4행정 공랭식 가솔린기관이며 배기량은 334cc, 연속정격출력과 최대출력은 각각 6.5/1800 (PS/rpm)과 7.8/1800(PS/rpm)이다. 주행장치는 전진 및 후진이 각각 4단으로 이루어져 있다. 결속기의 묶음방식은 매듭방식으로 묶는 위치 및 단의 크기등을 표 1에 나타내었다. 작업기 즉, 수거장치와 이송장치는 그림 2와 같이 설계, 제작하였으며 그림 2(a) 와 2(b)는 조립된 수거장치와 이송장치의 각각 옆면과 윗면의 설계도를 나타내고 있다. 작업기 수거바퀴등의 제원을 표 2에 나타내었다.

Table 1 Specification of binding system

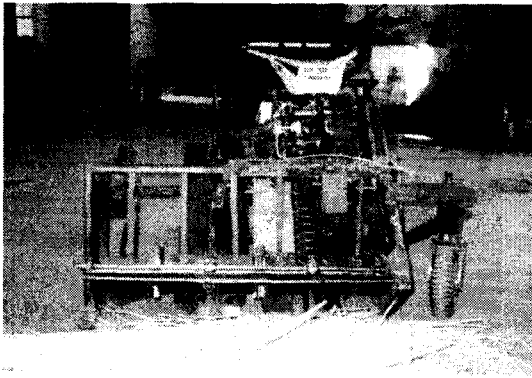
Dia. of bundle	80~120mm
binding twine	Polypropylene
Method of binding	knot
Position of binding	About 210~250mm from beneath of rice straw bundle

결속기의 기계적 작동은 결속기 진행방향과 수직으로 놓여진 벼짚을 수거장치가 회전하면서 일정간격씩 벼짚을 수거하고 이송장치의 회전방향과 수직이 되도록 이루면서 그림 2(a)

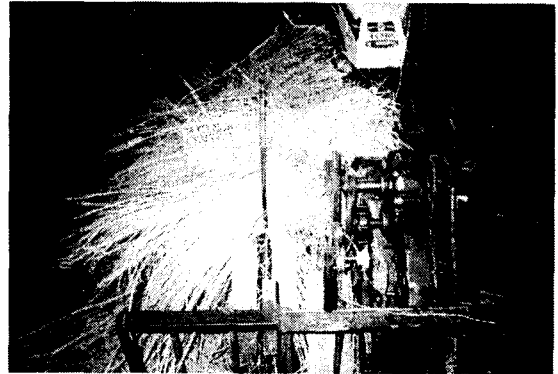
의 상, 하 체인에 의해 압축, 이송되어 곧바로 결속장치에 의해 결속되도록 고안하였다. 그림 3은 수거장치의 바퀴(직경 160mm)설계도를 나타내고 있다.

**Table 2 Specification of rice straw bundler**

Length(mm)	1,020
Width(mm)	800
Height(mm)	690
Dia. of pick up wheel(mm)	160~200
Weight(kg)	150

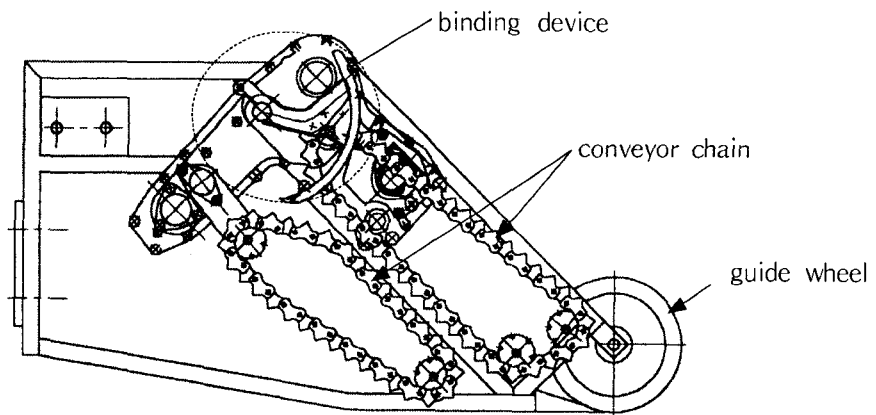


(a)

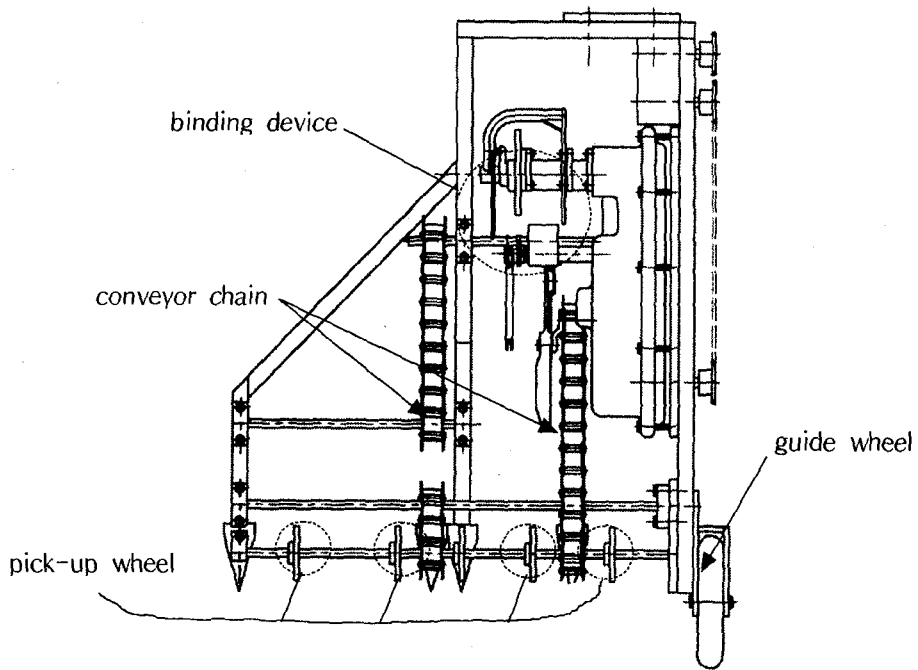


(b)

**Fig. 1 Photographs of self-propelled grounded rice straw bundler(a) and rice straw bundles after binding(b).**



(a)



(b)

Fig. 2 Design sheet of the pick-up and convey system of the grounded rice straw bundler.

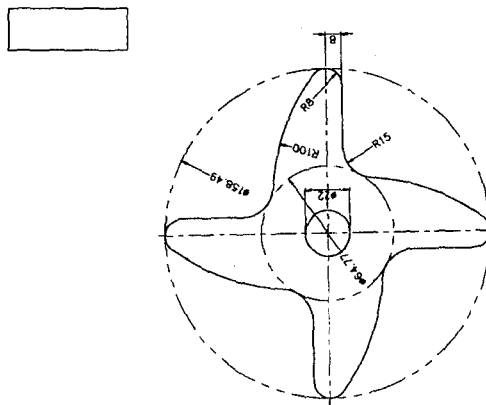


Fig. 3 Design sheet of pick-up wheel(diameter=160mm).

나. 공시재료

본 실험에 충남 내륙지방에서 많이 재배하는 만생종 벃짚(1998년산)을 사용하였는데 그 특성을 표 3에 나타내었다.

**Table 3 Characteristics of rice straw**

Kind of rice	Plant height (mm)	Moisture content (%. w.b.)	The place of production
DONGJIN	850~950	12~23	YeonGi-Gun, ChungNam

**다. 성능 측정**

벼짚 결속기의 성능실험은 시기상 실제의 포장에서 실시할 수 없는 관계로 일반 노지 포장에서 실시하였으며, 벼짚은 일반적으로 콤바인 탈곡 후 벼짚이 떨어진 상태와 유사하게 길이 10m 씩 3개의 줄로 결속기 진행방향과 직각이 되도록 깔아놓고 결속기 작업속도를 전진 1, 2, 3단과 수거장치바퀴의 직경을 3가지로 변화를 주면서 벼짚의 결속 상태를 조사하였다. 결속성능은 전체시료 중 결속된 벼짚의 양으로 나타내었다. 3번 반복실험을 한 후 성능을 평균값으로 산출하였다. 표 4는 결속기 성능 시험에 사용한 조건을 나타내고 있다.

**Table 4 Performance test conditions used in this study**

Operating speed steps	Conveyor speed (m/s)	Pick-up wheel speed (rpm)
Forward 1	0.37	650
Forward 2	0.52	910
Forward 3	0.74	1,300

**3. 결과 및 고찰**

벼짚 결속기의 작업 속도별과 수거바퀴 직경별 결속 성능(%)을 표 5에 나타내었다. 결속 성능은 각 작업속도에서 수거바퀴의 직경이 증가 할 수록 증가하였으며, 수거바퀴 직경이 일정 할 때 작업 속도가 전진 1단과 2단에서는 결속성능에 거의 차이가 없었으며, 작업속도가 전진 2단에서 3단으로 증가하면서 결속성능이 수거바퀴직경에 관계없이 전반적으로 약 7.6 % 감소되는 경향을 보였다. 이는 결속기의 작업속도와 수거바퀴의 회전속도가 동시에 증가하면서 수거바퀴의 돌출부사이에서 벼짚이 빠져나가는 것으로 판단된다. 한편, 작업속도가 전진 2단, 수거바퀴의 직경이 200 mm 일 때 결속 성능이 가장 높게 나타났으나 이는 수거바퀴직경이 같고 작업속도가 전진 1단 일 때 비교했을 때 차이가 거의 없는 것으로 판단된다.

**Table 5 Binding capacity (%) at different operating speeds and pick-up wheel diameters**

Pick-up wheel dia.(mm)	Operating speed (m/s)		
	0.37	0.52	0.74
160	87	88	80
180	90	90	85
200	95	96	89

본 시험에서 결속성능에 미치는 주 요인중 벧짚이 수거장치 및 이송장치를 통과하는 동안 체인이나 회전축사이에 벧짚이 감겨 누실 되는 현상이 관찰되었으며 또한, 노면이 고르지 못한 곳에서 벧짚을 수거바퀴가 모으지 못하는 현상, 그리고 벧짚이 결속기 진행방향에 수직으로 나란히 나열돼 있지 않은 상태에서 수거되면 두개 이송체인이 평행하게 회전하므로 벧짚 한쪽 끝 부분이 체인 밖으로 이탈하는 현상이 관찰되었다. 한편, 결속 과정을 그림 1에서 보여주는 바와 같이 벧짚의 밑부분을 정렬시키지 못하는 것이 문제점으로 나타났다.

#### 4. 결론

자주식 벧짚결속기를 설계, 제작하여 결속 성능 시험을 한 결과 본 실험에서는 다음과 같은 결론을 제시하고자한다.

1. 자주식 벧짚 결속기의 최고 결속 성능은 작업속도 0.52 m/s, 수거장치의 수거바퀴의 회전수 910 rpm, 수거바퀴 직경 200 mm에서 96%로 나타났다.
2. 자주식 벧짚 결속기의 수거장치와 이송장치는 앞으로 좀더 많은 시료를 선택하여 직접 포장에서의 시험결과들을 기초로 하여 보안을 해야겠지만 본 실험의 결과 벧짚을 수거하고 이송하여 결속하는데 있어서 가능성이 있다고 판단된다.
3. 자주식 벧짚 결속기의 수거장치에서 결속기의 진행방향에 벧짚이 수직으로 나열되어 있지 않은 상태에서는 벧짚이 결속에서 누락되는 현상이 나타났다.

#### 5. 참고문헌

1. 박승제, 김명호, 절단벧짚의 물리적성질, 한국농업기계학회지 23권 6호, pp.583-590.
2. 土屋功位外 2人, コンバインカッタに関する研究, 日本文部省科學研究費, 研究成果報告書, 1983.
3. 徳能관入, 稻ワラの機械化收集, 梱包作業, 農業機械技術情報, 1985.
4. 山口廣見, 自脱型コンバインの技術現狀と課題, 日本農業機械學會誌, 第49卷 第3号, pp.277-281.
5. 新村善男外3人, コンバイン排出稻わらのすき込み處理法, 日本農業機械學會誌, 第47卷 第1号, pp.117-120.