

〔短報〕

イネホールクロップサイレージ用フレール式
ロールベアラの作業性能石井 耕太*¹ 竹中 秀行*¹

供試機はフレール式刈取部と定径式ロールベアラ部を持つイネホールクロップ収穫機である。収穫損失(乾物)は12.4~14.0%で、そのうち粗の損失が8.2~10.9%と大部分を占めた。損失はベール成形室カバー隙間からの機外漏出、ベール排出時の漏出、成形室内残存の3種類からなり、大半が機外漏出による。平均切断長は12.0~12.8cm、ロールベール乾物重74.5~81.1kg、容積重は約140 DMkg/m³であった。作業能率は土壌表面硬度5.0 kgf/cm²、土壌含水率50%の条件下で0.29ha/h、硬度2.5 kgf/cm²、含水率49%の条件下で0.21ha/hであった。

Ⅰ 緒 言

我が国の供給熱量で示す総合食料自給率は昭和40年度の73%から平成11年度には40%に、穀物自給率は同期間に62%から27%へといずれも大きく低下している¹⁾。このため食料自給率の向上は21世紀初頭における北海道農業の大きな課題となっている。平成12年度から実施されている水田農業経営確立対策において、水田を活用した飼料作物の生産が推進され、稲発酵粗飼料(ホールクロップサイレージ: WCS)の普及に向けた、生産・給与マニュアル作成等の取組みが開始されている²⁾。また専用収穫機の開発も行われ³⁾、市販化に至った。

本研究は、イネ WCS 収穫を行うため新たに開発されたフレール式ロールベアラの作業性能を明らかにする。

Ⅱ 試験方法

1. 供試機の概要

供試機 YWH1400は飼料イネ収穫とロールベールへの梱包を同時に行える自走式収穫機である(図1, 表1)。

刈取部にフレール式フォレージハーベスタを用いており、自脱式コンバインの刈取部を用いた既存機とは異なる。フレール式刈取部の長所は、牧草・稲・とうもろこし等乾し列の拾い上げ収穫が可能、機構が簡素、イネ WCS は粗と茎葉が混合される、等が挙げられる。一方短所は、切断長が不均一、所要動力が大きい、土砂の掻

き上げを生じやすい、イネ WCS では粗が穂から分離しやすい、等が挙げられる。

梱包部には定径式のロールベアラが用いられている。刈り取った作物はフレール刃の投てき・送風作用によりダクトを通じて成形室に送りこまれる。成形室内のベール径が一定の大きさに達するとブザーが鳴り、トワインで梱包後、後部カバーを開いてベールを放出する。

走行部は地耐力の低い水田を走行するためゴムフルクローラ式である。駆動方式は直進用・旋回用にそれぞれ HST を用いた2ポンプ・2モータ式である⁴⁾。旋回内側の駆動力をクラッチで切断する従来方式と異なり、左右クローラが常に駆動された状態で旋回するため湿田の走破性に優れる⁵⁾。

2. 作業精度

作業精度試験ではベール1個が成形されるまで収穫作業を行ない、収穫損失・刈り高さ・切断長・ベール重量を測定した。速度は10mの標柱間通過時間測定により求

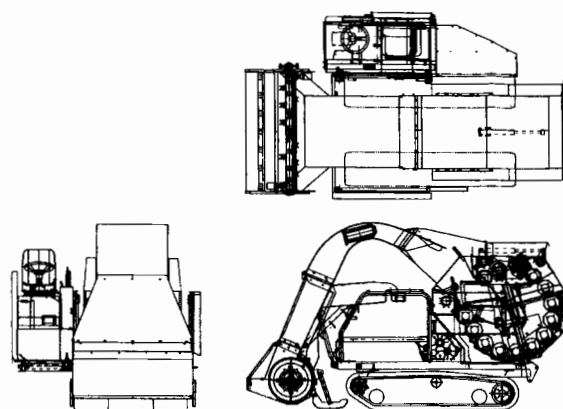


図1 フレール式ロールベアラ概要図

2002年5月21日受理

*¹ 北海道立中央農業試験場, 069-1395 夕張郡長沼町
E-mail: ikohta@agri.pref.hokkaido.jp

表1 供試機仕様諸元

型 式	YWH1400		
機 体	全長×全幅×全高	[mm]	3,850×2,200×2,250
寸 法	重量	[kg]	2,850
機 関	種 類		水冷4サイクル4気筒立型ディーゼル
	総排気量	[リットル]	1.995
	シリンダ内径×行程	[mm]	84×90
	出力/回転速度	[PS(kW)/rpm]	58.0(42.7) / 2,800
走行部	クローラ 幅×接地長	[mm]	400×1,424
	中心距離	[mm]	1,025
	平均接地圧	[kgf (kPa)/cm ²]	0.23(22.5)
	作業速度	[m/s]	低速:0.00~0.70, 標準:0.00~1.35
刈取部	切断刃		フレール刃
	作業幅	[mm]	1,400
	フレール刃数		20
	フレール回転速度/周速度	[rpm/m/s]	1,600/45.2
	フレール径	[mm]	540
梱包部	ベール方式		定径式, スチールロール
	ベール寸法 (直径×幅)	[mm]	900×860

めた。供試機の収穫損失は以下の3種類に区分した。

機外漏出はベール成形室のカバー接合部に生じた隙間から圃場に作物が漏下して生じる損失である。これは成形室内作物の増加に伴う圧力上昇により、カバーの固定スプリングが押し開けられるため生じる(図2)。したがって梱包初期では発生せず、後期になるほど増加する。損失量は行程中間付近で1 m区間の落下量を測定した。供試機の損失の大部分を本損失が占める。

成形室残存損失はロールベール排出後に成形室内に残った損失である。

排出時漏出損失は成形されたロールベールの排出時に、地上へ漏下した損失である。

3. 作業能率

作業能率試験は2回行ない、1回目の区画は99.8m×24.8m, 2回目の区画は70.2m×61.0mである。1回目の試験では自走式ベールラッパとの組作業を行なった。

4. 作物及び土壌条件

作物は「風の子もち」である(表2)。土壌条件は含水比と土壌硬度を計測し、含水比は43~50%, 0~15cmまでの平均土壌硬度は、作業精度試験は5.3kgf/cm², 作業能率試験では1回目が5.7 kgf/cm², 2回目が2.7 kgf/cm²であった。

Ⅲ 結 果

1. 作業精度

収穫は刈り高さ約15cm, 作業速度0.83~0.94m/sの範囲で行った。ベール梱包量設定を大きくすると、梱包終了までの距離が長くなりベール重量は約10%増加したが、成形されたベールの直径も増加するため、ベール容

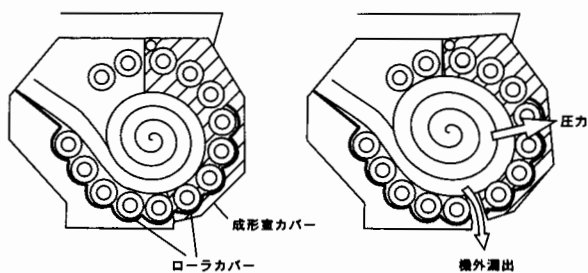


図2 機外漏出損失の発生要因

表2 作物条件

試験区	品 種	収穫時の 熟期	稈長 [cm]	草丈 [cm]	穂長 [cm]	収量 [kg/10a]	乾物重 [kg/10a]		水 分 [%]		
							茎	穂	茎	穂	全体
精度・能率(1)	風の子もち	糊熟後期~ 黄熟初期	67.7	84.8	17.1	3,329	425	337	78.5	42.6	68.5
能率(2)	風の子もち	—	76.0	91.9	15.9	—	—	—	81.2	41.9	71.4

積重はほぼ同じであった(表3)。容積重は乾物で約140kg/m³、生重で約465 kg/m³(水分68.5%)であり、定径式ロールベアラによる牧草ペールと同等の値である^{6,7)}。

総損失は乾物重で12.4~14.0%であり梱包量が小さいと若干増加した(表4)。損失の大部分は機外漏出であり、乾物重で7.9~9.4%であった。成形室残存は0.1~0.3%と少なく、排出時漏出は2.7~5.9%であった。粉の損失が8.2~10.9%発生しており、これはフレール式刈取部であるため粉が穂から分離しやすく、成形室内でペールから漏下したことが一因と考えられる。

切断長分布は10cm以下の割合が約40~50%で、平均切断長は12.0~12.8cmであった。

2. 作業能率

能率試験(1)では作業能率は0.29ha/h、作業効率は59.6%、時間当たり燃料消費率は7.7L/h、面積当たり燃料消費率は27.0L/haであった(表6)。区画の長短辺比が約4:1で、枕地作業および旋回・後退が少なく、作業効率が高かった。能率試験(2)では長短辺比が1:1に近い圃場で、旋回作業の割合が多いため作業効率が49.3%へ低下し、さらに圃場が軟弱なため走行速度も低く、作業能率は0.21ha/hと前者より低くなった。

Ⅳ 考 察

イネ WCS 収穫にフレール式刈取部を用いた場合の特徴は、粉と茎葉が分離しやすい点である。

表3 ペール梱包状況

梱包量 設定	速度 [m/s]	刈り 高さ [cm]	梱包 距離 [m]	梱包 時間 [s]	刈取総量		ベ ル				ペール容積重	
					生重 [kg]	乾物重 [kg]	生重 [kg]	乾物重 [kg]	直径 [cm]	幅 [cm]	生重 [kg/m ³]	乾物重 [kg/m ³]
「大」	0.83	15.1	78.0	94.0	257.5	81.1	234	71	87.0	85.0	463	141
「中」	0.87	14.8	70.3	80.8	251.5	79.2	227	68	85.0	86.0	465	140
「小」	0.94	13.4	64.7	70.5	236.6	74.5	213	64	82.3	86.0	466	140

表4 作業精度

梱包量 設定	刈取総量 [DMkg]	損失内訳	損失量(乾物) [kg]			粉比率 (損失中)	損失率(乾物) [%]			損失率(生) [%]		
			粉	粉以外	合計		粉	粉以外	合計	粉	粉以外	合計
「大」	81.1	機外漏出	4.8	2.8	7.7	63.3	6.0	3.5	9.4	3.2	3.9	7.1
		成形室	0.2	0.1	0.3	68.4	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3
		ペール排出時	1.6	0.5	2.2	75.6	2.0	0.6	2.7	1.1	0.7	1.8
		合 計	6.6	3.4	10.1	66.1	8.2	4.2	12.4	4.4	4.7	9.1
「中」	79.2	機外漏出	4.7	2.0	6.8	69.7	6.0	2.6	8.6	3.4	3.1	6.5
		成形室	0.0	0.0	0.1	60.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
		ペール排出時	3.4	0.6	4.1	83.6	4.3	0.8	5.2	2.2	0.9	3.1
		合 計	8.2	2.8	11.0	74.8	10.4	3.5	13.9	5.7	4.0	9.8
「小」	74.5	機外漏出	4.1	1.7	5.9	71.0	5.6	2.3	7.9	3.5	2.9	6.4
		成形室	0.1	0.0	0.1	66.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1
		ペール排出時	3.9	0.5	4.4	88.1	5.2	0.7	5.9	2.7	0.8	3.5
		合 計	8.1	2.3	10.4	78.2	10.9	3.0	14.0	6.2	3.7	10.0

表5 作業能率(ベアラ)

試験 番号	面 積 [ha]	平均作 業幅 [m]	平均作 業時間 [min]		内 訳[%]							作業 能率 [ha/h]	作業 効率 [%]	燃料 消費量 [L/h]	ペール 数
			作業速度 [m/s]	総作業 時間	ペール 当たり	作 業 直進	枕地	旋回 後退	梱包 排出	停止	移動				
(1)	0.25	1.32	1.01	52	2.5	45.8	9.2	12.7	24.6	7.8	0.0	0.29	59.6	7.7	21
(2)	0.42	1.32	0.91	118	2.9	34.2	15.1	22.4	17.0	3.3	7.9	0.21	49.3	—	41

注) 区画(1): 99.8×24.8m, (2): 70.2×61.0m

梱包量設定は(1)(2)ともに「大」

穂の多くが単粒や穂切れ状に分離されて成形室内に入るため、成形されずに成形室下部へ落下しやすく、機外漏出や排出時漏出損失を生じやすい。この結果、全乾物損失中に籾の占める割合は66~78%となっている。これを防止するため、スチールローラには外周にローラカバーが取り付けられている。このカバーとローラ間の間隔は、ローラ回転のリーディング側では狭く、トレーリング側では広がっている。このため隣接するローラ間に落ち込んだ籾は、ローラ回転によってカバー間との間隙をトレーリング側（機体前方）へ移動し、再び成形室内へ送り出され、ベールへ成形されるようになっている。

刈り高さが高いと刈取損失が増加する。しかし刈り高さが低過ぎると、軟弱な水田圃場では機体の姿勢変化が大きく、ピッチングによって刈刃が泥を巻き込みやすい。このため刈り高さの自動制御機構が必要と考えられる。

定径式ロールベアラの所要動力はベール密度が低い梱包初期~中期に低い。WCS 収穫機は軟弱な水田上を走行するため走行抵抗が大きく、またフレール式刈取部も比較的所要動力が大きいため、ロールベアラの所要動力が小さい点は有利と考えられる。

水田では牧草地に比べロールベールへ泥が付着しやすく、サイレージの嗜好性に悪影響が出る可能性がある。これを防ぐにはベールを運搬車へ直接受け渡す必要があり、この場合は運搬車の作業能率の検討も必要である。

フレール式刈取機構の長所は、既述のように長大作物・牧草収穫や予乾牧草の収穫が可能など、汎用性が高いことである。本収穫機を飼料イネ以外の飼料作物の収穫にも活用できれば、コスト低減が期待できる。そのために、牧草・飼料用とうもろこし等の収穫作業性能の把握や、収穫体系の研究が望まれる。

引用文献

- 1) 農林統計協会. “食料自給率”. 図説食料・農業・農村白書 (平成12年度). 7 (2000).
- 2) 稲発酵粗飼料推進協議会, 飼料増産戦略会議, (社) 日本草地畜産種子協会. “稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル”. 2002. 76p.
- 3) 三重県科学技術振興センター畜産研究部. “資料イネ用カッティングロールベアラ”. 1999. 2 p.
- 4) 北田栄行. “新機能の動向 遊星歯車のメカニズムを究める”. 農業機械レポート. 488, 5-6 (2001).
- 5) 全農営農総合対策部生産資材研究室. “農業機械業界用語辞典 (コンバイン編)”. 農業機械レポート. 480, 10-14 (2002).
- 6) 北海道立根釧農業試験場. “ロールベアラの性能”.

平成6年度 (1994) 酪農施設機械試験成績書. 68-72 (1995).

- 7) 北海道立根釧農業試験場. “ロールベアラの性能”. 平成4年度 (1992) 酪農施設機械試験成績書. 113-132 (1993).

The Operating Performance of the Flail Roll Bailer for Rice Whole Crop Silage

Kohta ISHII* and Hideyuki TAKENAKA

- * Hokkaido Central Agricultural Experiment Station,
Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan
E-mail: ikohta@agri.pref.hokkaido.jp