

3. さとうきびの収穫機械化に関する研究 (県農政部依託調査研究)

〔第3報〕 耐久性ロールの実用化研究

1. 試験目的

前報で述べたとおり、さとうきび生産費に占める脱葉ロール経費は比率、金額共に大きく当該脱葉機導入団地はもとより、計画中の農家も耐久性の大きい新ロール材の開発を待望している。しかしながら

1. ロール材が中空かつ長欠である。
2. 焼入れ歪の小さいこと、又は歪除去の可能なること。
3. 溶接可能であること。
4. 最低一製糖期通して使えること。

などの種々の条件に加えて、コスト的にも現在の実用品よりも有利であることが要求されている。

このため今年度は徳之島三ヶ町の四団地の協力を得て

- 1) 新ロールの寸法精度調査
- 2) 団地間による摩耗量の変化
- 3) 試作研究ロールと従来品との比較試験
- 4) 機械の精度による影響調査

等を実施して、今後のロール材の耐久性改善のた

清藤 純一， 浜石 和人

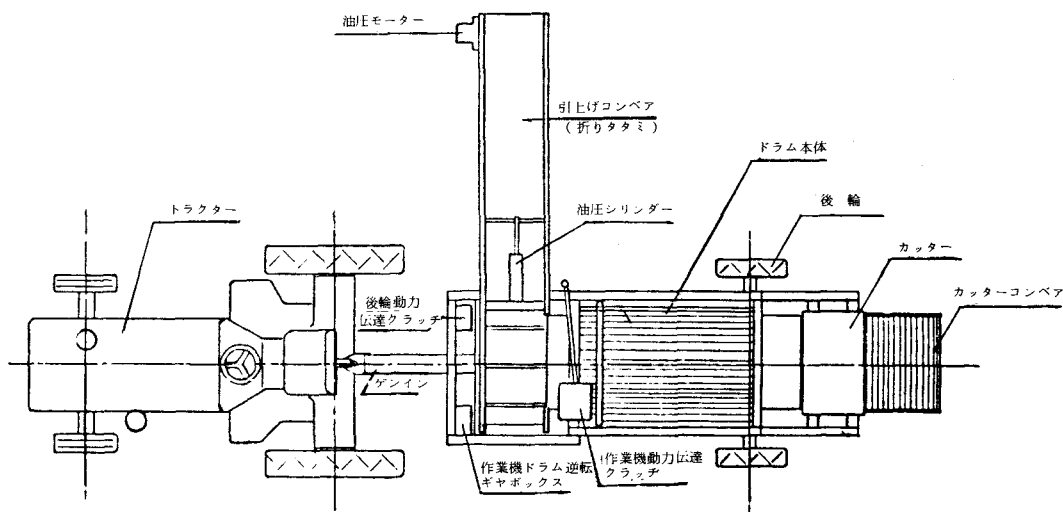
めの基礎データを求めた。

2. 供試機械

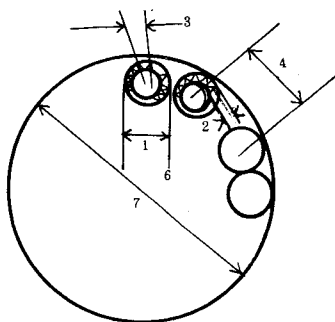
試験に供した脱葉機は、文明農機製のドラム型脱葉機で、さとうきび生産改善推進事業における補助対象機械で脱葉機の主力機械である。図1はドラム脱葉機平面図、図2は脱葉ローラ位置図、写真1は脱葉機本体部の脱葉作業状況である。

該機の脱葉機構は、回転する2本のロールの間に葉を引込みむしり取るもので、脱葉能率を高めるために2本のロールを1対とし、これを13組周囲に取付けてドラム状にし共に回転させながら、載断したさとうきびを投入し連続脱葉する。

この方式ではロールの摩耗および機械のガタに応じてロール間隙の調節が出来るようにはなっていないので、前報で述べたとおり、初期のロール加工精度とロール表面歯部の耐摩耗性が脱葉精度とロール寿命の重要なポイントである。



第1図 小型ドラム脱葉機(51年型)平面図



1. 溝付ロール径 5.5 mm
2. 溝深さ 1.0 mm
3. 溝ピッチ 2.3 mm
4. ロール組込距離 5.5 mm
5. ロール組込数 2本×1組×13
6. ドラム径 670 mm
7. ドラム径 1070 mm

第2図 脱葉ローラ位置図

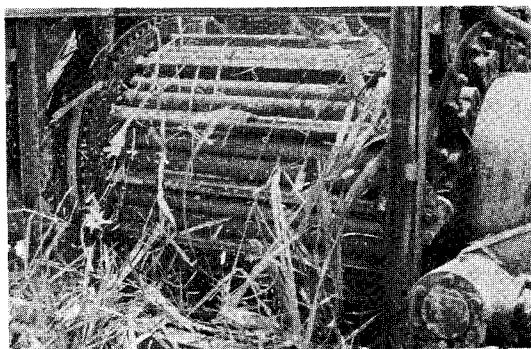


写真1 脱葉機本体部の作業状況

3. 調査試験方法

3-1. 納入ロールの加工精度調査

前報で指摘したロール寸法のチェックを鹿児島市および離島現地の2ヶ所で実施した。

測定はロール中央部と端部の2ヶ所をノギスで外径測定を実施した。又外觀検査としてレット歯の加工状況を調べた。

3-2. 普通鋼ロールの摩耗試験

第1表に示す4生産団地の協力を得て普通鋼製ロールの団地間差、機械間差を調べた。

第1表

団地名	使用機械	ロール材質	脱葉量
松原西	51年型	STKM17 高周波焼入	1,056トン
東伊仙東	51年型	〃	1,250
東面縄	54年型	〃	1,112
東犬田布	54年型	〃	1,437

機械間差は、ロール間隙に影響の大きい機械のガタの影響を調べるために51年型と新規導入の54年型を取上げた。いずれの団地も1,000トン以上処理しており、摩耗量の測定は使用前と使用中4段階についてテクノビットを用いてレプリカを取り、これを形状測定機により測定し歯丈の差を求めて摩耗量とした。

3-3. 試作特殊鋼ロールの摩耗試験

従来品の普通鋼ロールはSTKM17製でロール表面の脱葉歯の加工はレット加工である。今回試作した特殊鋼ロールはSKD系の鋼種で切削加工法により歯切りし、かつ耐摩耗熱処理は普通焼入れもどしを施した。松原西団地においてSTKM17製ロールと一製糖期通しの比較試験を実施した。摩耗量の測定法は3-2に述べたとおりである。

4. 試験結果と考察

第2表に納入ロールの外径測定の結果を示す。表より明らかなように、製糖期初期段階の11月、12月納入ロールは平均55.30mmで、前報に示した従来ロールに較べて可成り設計寸法に近ずきメーカーの努力が認められる。

ロール外径の加工精度は、ロール間隙の調節不可能なドラム型脱葉機では、ロール寿命の重要なポイントであり、ロール加工精度が向上したことは、ロール寿命の大巾な向上につながる事が期待される。

しかしながら第2表の2月、3月期の測定結果

より明らかなように、製糖期間中のロールについて加工精度が著しく悪く、従来ロールと変わらない。これは2月、3月期のロールは補充ロール、一部交換ロールであるが、初期ロールに較べて、品質維持管理に対する認識が低下したことで、受入側も緊急入用のため、この時期のロールは検査なし

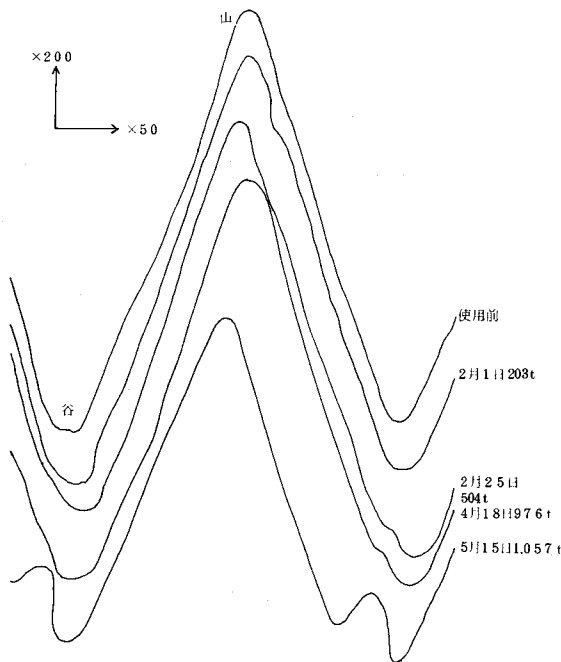
第2表 納入ロールの外径調査

(単位: mm)

納入時期	11月14日	11月18日	11月28日	12月2日	2月	2月	3月
平均外径	55.30	55.32	55.32	55.30	55.08	55.00	49.82
標準偏差	±0.06	±0.09	±0.09	±0.11	±0.02	±0.02	±0.01

第3図、第4図に形状測定機で測定した歯形プロフィールを示す。第3図は、松原西団地において摩耗試験に供した特殊鋼ロールの歯形変化を、第4図は東伊仙東団地における普通鋼ロールの摩耗試験結果の歯形変化である。

第3図から明らかなように歯高は脱葉量が増加するにつれて低くなるが、歯先形状は、脱葉量とともにやや丸味をもつ傾向にあるもののほとんど変化しないようである。

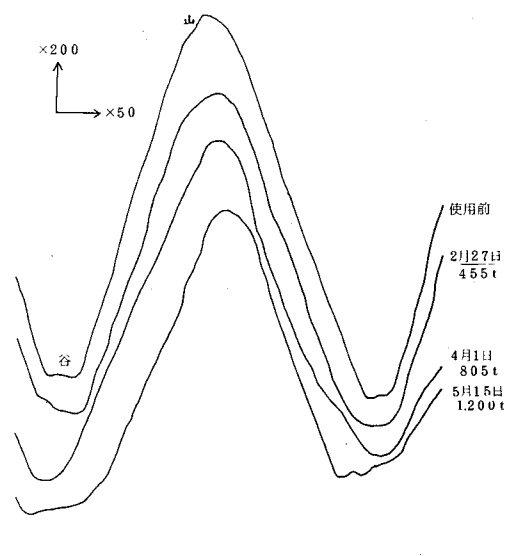


第3図 特殊鋼ロールの歯形変化(松原西)

で受入れる慣行があるようである。

来期は、これらのデータを踏まえ、ロール外径55.40~55.45mmに精度を上げ、かつ品質の安定をはかり、末端農家負担の軽減につながるようメーカーに対する指導を強化すべきであろう。

このことは、前報の結果と明らかに相異しており、歯先の焼入れ硬さが著しく改善されたことが原因と思われる。同様のことが第4図の普通鋼ロールにも共通しており、焼入れ硬さを上げることにより歯先の偏平化現象を防ぐことが出来るようである。また、普通鋼ロールの場合、偏摩耗が著しい傾向を示すが、この原因が材質によるものか、ロール回転方向によるものか今回の試験では明らかに出来なかった。



第4図 普通鋼ロールの歯形変化(東伊仙東)

第3表に特殊鋼、普通鋼製ロールの耐摩耗性の比較試験結果を示す。表中のHは歯高、W₁は歯

高の高さ差で摩耗量を表わし、 W_2 は摩耗率、 W_3 は100ton当りの摩耗量である。

表より明らかなように摩耗は投入口端に比べて中央部の摩耗がやや大きく、また普通鋼ロールの摩耗率24.4%（平均）に比べて特殊鋼ロールは14%（平均）で、約10%少ないことが分る。両者の摩耗量の比を求めると、中央部で約80%となり、20%程度特殊鋼ロールの方がすぐれている。

特殊鋼ロールは53/54期に1,000トン処理し

ており今期で2,100トン処理したが、歯の高さが平均で0.54mmあることから来期も使用可能であり、現時点での耐久性判断を行うと、3,000トン処理は可能と思われる。平均的生産団地で3製糖期の使用が可能となり、実用化のために今後は特殊鋼ロールだけの脱葉実験が必要である。

また、普通鋼ロールの高周波完全焼入れロールについても、初期の加工精度が確保出来れば、1製糖期通しで使用出来る目途が立ったといえる。

第3表 特殊鋼ロール（第二年目）と普通鋼ロール（新品）の摩耗量調査

ロール別	ピニオンギヤ	測定月日	測定時脱葉量	投入口端				中央部				
				H	W_1	W_2	W_3	H	W_1	W_2	W_3	
特殊鋼ロール (A)	大	試験前		mm	mm	%	mm	mm	mm	%	mm	
		2.1	203,690	0.6	—	—	—	0.64	—	—	—	
		2.25	503,900	0.59	0.01	1.7	0.005	0.64	0	0	0	
		4.18	975,931	0.55	0.05	8.3	0.010	0.64	0	0	0	
		5.15	1,056,590	0.54	0.06	10.0	0.006	0.64	0	0	0	
	小	試験前		0.64	—	—	—	0.64	—	—	—	
		2.1	203,690	0.63	0.01	1.7	0.005	0.64	0	0	0	
		2.25	503,900	0.60	0.04	6.3	0.008	0.64	0	0	0	
		4.18	975,931	0.59	0.05	7.8	0.005	0.58	0.06	9.4	0.006	
		5.15	1,056,590	0.59	0.05	7.8	0.005	0.58	0.06	9.4	0.006	
	平均	—	—	—	0.08	13.3	0.008	—	0.095	14.8	0.009	
	普通鋼ロール (B)	大	試験前		0.46	—	—	—	0.46	—	—	—
			2.1	203,690	0.42	0.04	8.7	0.020	0.39	0.07	15.2	0.034
2.25			503,900	0.41	0.05	10.9	0.010	0.39	0.07	15.2	0.014	
4.18			975,931	0.36	0.10	21.7	0.010	0.34	0.12	26.1	0.012	
5.15			1,056,590	0.36	0.10	21.7	0.009	0.34	0.12	26.1	0.011	
小		試験前		0.46	—	—	—	0.46	—	—	—	
		2.1	203,690	0.46	0	0	0	0.44	0.02	4.3	0.001	
		2.25	503,900	0.42	0.04	8.8	0.008	0.42	0.04	8.7	0.008	
		4.18	975,931	0.35	0.11	23.9	0.011	0.34	0.12	26.1	0.012	
		5.15	1,056,590	0.35	0.11	23.9	0.010	0.34	0.12	26.1	0.011	
平均	—	—	—	0.105	22.8	0.010	—	0.12	26.1	0.011		
A/B				76.2				79.2 (77.7)				

第4表は普通鋼ロール中央部の摩耗変化を示す、第5図に脱葉量と摩耗率、100トン当りの摩耗量の関係を示す。表中の記号 W_1 は摩耗量、 W_2 は摩耗率、 W_3 は100トン脱葉当りの摩耗量である。表および図より脱葉処理量の増加につれて摩耗量、摩耗率ともに大きくなるが、100トン当りのロール摩耗量は小さくなっている。このことは、後述するトラッシュ率の増加からも分るように初期の段階ではロール表面歯部先端のカッターマークや

かえりがあり、かつロール間隙も小さいことから茎葉の引込みも良好でこのため摩耗が促進される、いわゆる初期摩耗に起因しており、この段階を過ぎると歯先部分が研磨されたようになめらかとなり、いわゆるスベリ面となって引込みも少なくなり摩耗が小さくなるものと思われる。

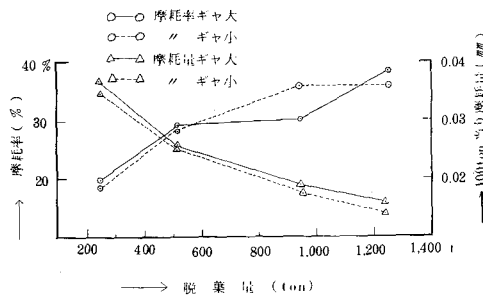
第5表に工場出荷量とトラッシュ率の関係を示す。

東犬出布、東面繩は54年新規導入機で1,000

第4表 普通鋼ロール中央部の摩耗調査
(4団地の平均)

	測定 月 日	ピニオンギヤ大			ピニオンギヤ小			処 理 量 Kg		
		H	W_1	W_2	W_3	H	W_1		W_2	W_3
四 団 地 平 均	2.1		0.093	20.1	0.037		0.087	18.6	0.035	248,668
	2.27		0.137	28.9	0.026		0.135	28.5	0.026	528,603
	4.1		0.183	30.7	0.019		0.173	36.1	0.018	940,994
	5.15		0.197	38.6	0.016		0.173	36.1	0.014	1,248,245

第5図 摩耗の変化



トン処理時でいずれも摩耗率が60%を越えたが、トラッシュ率は安定している。新規導入機が摩耗率60%を越えてもトラッシュ率がほとんど上らなかったことは、軸受類、スプライン軸などのガタが少なく、ロール間隙が小さく安定していたことに起因し、かつロール材の耐久力も向上しているものと思われる。

東犬出布と東面繩の2者のトラッシュ率の差は1%以上あるが、いずれも1製糖期間通して安定しており、この原因は機械間の差によるものでは

なく、両者の使用法の差、すなわち東面繩は投入量が多いことによるものようである。

他の2機は51年導入機でメタル類は53年度に交換し、今年度はロールだけ交換したが、トラッシュ率は1製糖期を通じて増加の傾向を示した。これは軸受やスプライン軸のガタがある程度あったことと、特殊鋼ロールに比べてロール径が可成小さかったことにより、摩耗率が20~30%の低率であったにもかかわらず新規導入機よりトラッシュ率が増加傾向を示したものと思われる。

しかしながら、いずれの場合もトラッシュ率は5%以下であり、今期の普通鋼ロールは1,200トン程度の耐久力はあるものと思われる。

すなわち、当面の目標であった1製糖期通して使用出来るロールの開発はSTKM17の高周波焼入れ(完全焼入れ組織)でも達成できるものと思われる。

第5表 トラッシュ率

団地名	調査 月日	工場出荷量		トラッシュ重量		合計		トラッシュ 率
		調査時	累計	調査時	累計	調査時	累計	
東 犬 田 布	2.1	255,720	255,720	7,460	7,460	263,180	263,180	2.83
	2.2.7	339,633	595,353	10,857	18,317	350,490	613,670	3.10
	4.1	384,152	979,505	12,023	30,340	396,175	1,009,845	3.03
	5.1.5	414,346	1,393,851	13,119	43,459	427,465	1,437,310	3.07
			1,393,851		43,459		1,437,310	3.02
東 面 縄	2.1	267,893	267,893	11,242	11,242	279,135	279,135	4.02
	2.2.7	278,102	545,995	11,973	23,215	290,075	569,210	4.13
	4.1	371,120	917,195	16,290	39,505	387,410	956,700	4.20
	5.1.5	149,748	1,066,943	6,407	45,912	156,155	1,112,855	4.10
			1,066,943		45,912		1,112,855	4.13
東 伊 仙 東	2.1	216,335	216,335	7,590	7,590	223,926	223,925	2.87
	2.2.7	238,268	454,603	8,622	16,212	246,890	470,815	3.49
	4.1	351,214	805,817	17,176	33,388	368,390	839,205	4.66
	5.1.5	394,137	1,199,544	17,493	50,881	411,630	1,250,835	4.25
			1,199,544		50,881		1,250,835	4.07
松 原 西	2.1	194,888	194,888	8,802	8,802	203,690	203,690	4.32
	2.2.7	296,715	491,603	12,592	21,394	309,307	503,900	4.07
	4.1	461,031	952,634	21,297	42,691	482,328	973,931	4.42
	5.1.5	58,126	1,010,760	3,139	45,830	61,265	1,056,590	5.12
			1,060,760		45,830		1,056,590	4.34
4台平均		1,167,877		46,520		1,214,397	3.83	

5. ま と め

緒言でも述べたように耐久性の大きい経済的なロールを開発するために現地において実用化試験を実施したが、それらの結果をまとめると次のように要約出来る。

① ロールの加工精度が改善されている。

前報では、ロールの加工精度が著しく悪く設計寸法 $5.5.5.0 \pm \begin{matrix} 0.15 \\ 0.30 \end{matrix} mm$ に対して全て $5.5.0.0 mm$ 以下であったが、今期の新ロールは $5.5.3.0 mm$ に改善された。

② 焼入れ技術が改善された。

前報では高周波焼入れにおける前処理不十分、

残留フェライト、偏芯焼入れなどが指摘されたが、今期は出力を大きくして焼入速度も速くすることにより歪の防止と完全焼入れ組織を得ることが出来た。

③ 普通鋼ロールの耐久性が改善された。

ロールの加工精度及び焼入れ技術の改善により一製糖期通しで使用できる目途が立った。

1,200トン程度はトラッシュ率も低くかつ安定しており一応所期の目標は達成されたといえる。

④ 機械の精度の影響について

新規導入機は機械のガタが少ないためトラッ

シュ率は安定しているが、中古機械は軸受、ス
プライン軸の摩耗によるガタが大きくトラッシ
ュ率は増加の傾向を示した。ロール間隙の調節
が不可能な本機の場合は、部品の交換が重要で
ある。

⑤ 特殊鋼ロールの耐久性について

試験に供した特殊鋼ロールは、昨年度も使用
したロールで、今年は2製糖期目で延べ2,100
トン脱葉した。歯高、歯形とも普通鋼ロールの
新ロールよりも良好であり、来期以降も使える
と思われる。

現時点の特殊鋼ロールの耐久性の判定は3製
糖期は固いと思われる。

⑥ 摩耗量の変化について

普通鋼ロール、特殊鋼ロールともに脱葉処理
量が増加するにつれて歯高は低くなり摩耗量、
摩耗率ともに大きくなるが、100トン処理当
りのロール麻耗量は小さくなっている。

6. 今後の課題

上記のとおり普通鋼ロールに適正な高周波焼入
れを施すことにより1製糖期通しで使用出来る
目的が立ったこと、また特殊鋼ロールの耐久性が
3製糖期以上であることが実験的に明らかとなっ
たといえる。このため今後は、STKM17製ロ
ール加工技術を確立するとともに、特殊鋼ロール
の耐久性試験を継続し、あわせて化学的表面硬化
型ロール、溶射被覆型ロールについても実用化の
検討を進めたい。