

さとうきび脱葉ロールの引張力について

小島 新・阿部正俊・宮部芳照・柏木純孝

(農業機械学第一研究室)

昭和60年8月10日 受理

On the Pulling-Force of Leaf-Stripping-Roll for Sugar Cane.

Shin KOJIMA, Masatoshi ABE, Yoshiteru MIYABE and Sumitaka KASHIWAGI

(Laboratory of Agricultural Machinery 1)

緒 言

さとうきびは、鹿児島県南西諸島および沖縄県の基幹作物で、その増反は両県の農業振興上、非常に重要なことである。しかし、さとうきびの収穫調整作業は、さとうきび栽培の全労力の60%内外を要し、とくに、脱葉作業は、そのうちの60~70%の労力をしめて²⁾、さとうきびの増反を阻む大きな原因となっているので、その機械化・省力化が各方面から要望されている。

脱葉作業の機械化のための脱葉機構の1つに、ロール型脱葉機構が考えられる。その基礎的特性として、脱葉ロールの表面の状態・直径・周速度などの要因が、脱葉ロールの引張力におよぼす影響を調査するとともに、参考として、さとうきびの葉を脱葉する際の実際の剝離力を測定した。

脱葉ロールの引張力について

1. 実験装置および実験方法

脱葉ロールの性状が、引張力におよぼす影響をみるために、供試材料としてガムテープを用いた。

実験装置は Fig. 1 に示すとおりである。下方の脱葉ロール装置は、この実験のために製作したもので、①の脱葉ロールは、⑦の変速モータにより、⑤のチェーン、③の平歯車、④のユニバーサルジョイントをへて、互に逆方向に回転される。そして、脱葉ロールの取替え、脱葉ロールの間のすきまの調節は、②の軸受のボルトの着脱によって行われる。この脱葉ロール装置を、その脱葉ロールの間のすきまが、万能引張圧縮試験機の⑧の引張用ロードセルにつけた⑨のチャックの真下にくるように置く。そして、⑨のチャックに、⑩のガムテープの上端をはさみこんで固定し、下端を①の脱葉ロールの間のすきまにかみこませて引張らせる。そのときの引張力を⑧のロードセル、⑪の動歪測定器をへて、⑫の電磁オシログラフに記

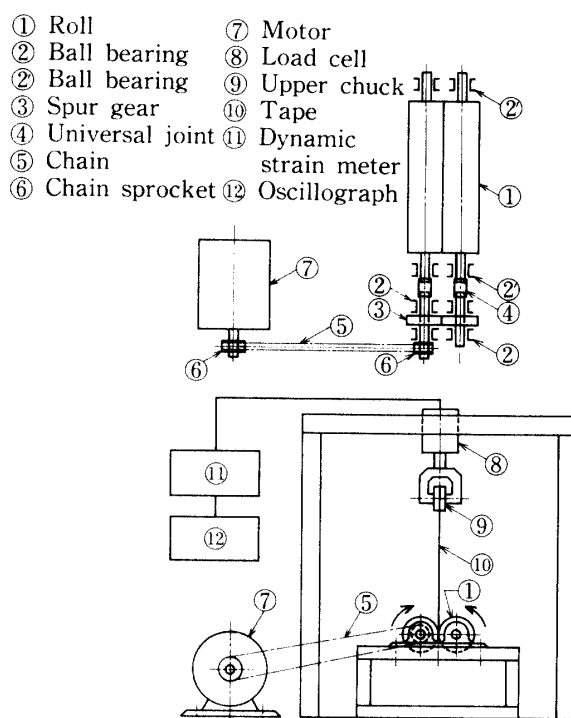


Fig. 1. Measuring apparatus of pulling-force.

録させ、その最大値をもって、最大動的引張力とした。

実験に使用した機器ならびに、その諸元は次のとおりであった。

万能引張圧縮試験機：新興通信工業製，TOM/200 D型，荷重容量 200 kg .

引張試験用ロードセル：新興通信工業製，LT/50K型，容量 50 kg，精度フルスケールで±0.5%，接着型抵抗線歪ゲージ使用。

動歪測定器：新興通信工業製，DS 6-MTH 型，感度 100×10^{-6} ストレイン入力で出力電流±4mA 以上。

電磁オシログラフ：横河電機製，EMO-62形，使用振動子G-1000 S-F。

変速モータ：住友機械工業製，3-3M型。

そのほか、ホーン式瞬時回転計、すきまゲージ、自動天秤、恒温乾燥器などである。

供試した脱葉ロールは、直径 47, 57, 88mm の表面平滑なスムーズロールと、直径 47mm, 57mm の表面に刻みをつけたローレットロールで、いずれも同じ材質であり、その長さは 500mm である。ローレット目は、モジュール $m=0.3$ 、ロールの平均直径におけるピッチ 0.942mm、山の高さ 0.396mm である (JIS B 0951 による³⁾)。そして、脱葉ロールの間のすきまを 0.1mm とし、脱葉ロールの周速度 1.1, 1.3, 1.5m/s について、それぞれ20回の試験を行った。

引張材として用いたガムテープは、幅 25mm、厚さ 0.35mm、長さ 1,000mm で、これを 2 枚はりあわせたものを使用した。

2. 実験結果および考察

脱葉ロールの表面の状態、脱葉ロールの直径、脱葉ロールの周速度と最大動的引張力との関係を示すと Table 1 のとおりである。

これより、A：脱葉ロールの表面の状態、B：脱葉ロールの直径、C：脱葉ロールの周速度が、最大動的引張力におよぼす主効果および交互作用について、分散分析を行い¹⁾、さらに、それらの寄与率を示すと⁴⁾、Table 2 のとおりである。

(1) 脱葉ロールの表面の状態と最大動的引張力との関係

Table 2 より、脱葉ロールの表面の状態が、最大動的引張力におよぼす寄与率は $\rho=95.5\%$ と非常に大きい。そして、脱葉ロールの表面の状態と最大動的引張力との間には、分散比 $F_{obs}=2989.47 > F_{0.01}=98.5$ となって、1%水準で有意差があり、ローレットロールがスムーズロールにくらべて大きい最大動的引張力を示している。それらの母集団平均値を90%信頼限界で推定すると¹⁾、ローレットロール 33.3~31.1kg、スムーズロール 12.6~10.4kg となる。

(2) 脱葉ロールの直径と最大動的引張力との関係

Table 2 より、脱葉ロールの直径が、最大動的引張

力におよぼす寄与率は、 $\rho=3.9\%$ と脱葉ロールの表面の状態について大きい。そして、直径の大小と最大動的引張力との間には、分散比 $F_{obs}=125.05 > F_{0.01}=98.5$ となって 1%水準で有意差があり、直径の大きい方が、大きい最大動的引張力を示している。

なお、参考として、スムーズロールについて、直径が前出の 57mm よりさらに大きい 88mm の脱葉ロールの最大動的引張力を測定したが、その結果を示すと、Table 3 のとおりである。

(3) 脱葉ロールの周速度と最大動的引張力との関係

Table 2 より、脱葉ロールの周速度が、最大動的引張力におよぼす寄与率は、 $\rho=0.1\%$ ときわめて小さく、周速度の大小と最大動的引張力との間には、分散比 $F_{obs}=2.81 < F_{0.05}=19.0$ となり、有意差は認められなかった。

さとうきびの葉の剝離力について

1. 実験装置および実験方法

さとうきびを水平にささえるために製作された支持装置は、Fig. 2 に示すとおりである。Fig. 2 において、①は、②のさとうきびを支えるための支持ローラで、ローラ面は側面図 (右図) に示すように、その中央部をくぼませた鼓形につくられ、スムーズに回転できる構造とし、対称に 2 個取り付けられており、上端は、図に示すような形態にして、試験機のロードセルの下端にさしこみ、ピン止め接合できるようになっている。

この支持装置を、Fig. 1 のガムテープを支持する⑨のチャックのかわりにとりつける。そして、さとうきびの葉位が⑧のロードセルの直下にくるように、さとうきびを支持装置の支持ローラの上ののせて、さとうきびの葉を①の脱葉ロールの間のすきまにかみこませて引張らせる。このとき、さとうきびの葉は茎の長手方向軸に対して、常に直角方向に引張られるが、そのときの剝離力を⑧のロードセル、⑩の動歪測定器をへて、⑪の電磁オシログラフに記録させ、その最大値をもって最大動的剝離力とした。

Table 1. Maximum dynamic pulling-force

State of roll-surface	Diameter of roll (mm)	Peripheral velocity of roll (m/s)		
		C ₁ 1.1	C ₂ 1.3	C ₃ 1.5
		Maximum dynamic pulling-force (kg)		
A ₁ : Smooth roll	B ₁ : 47	8.8	8.4	10.5
	B ₂ : 57	14.1	14.1	13.6
A ₂ : Knurling roll	B ₁ : 47	29.2	30.4	31.6
	B ₂ : 57	34.0	33.4	34.7

Table 2. Analysis of variance on the state of roll-surface, diameter of roll and peripheral velocity of roll, and contribution rate

		SS	ϕ	ms	F_{obs}	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	ρ (%)
Main effect	A: State of roll-surface	1285.47	1	1285.47	2989.47**	18.5	98.5	95.5
	B: Diameter of roll	53.77	1	53.77	125.05**	18.5	98.5	3.9
	C: Peripheral velocity of roll	2.42	2	1.21	2.81	19.0	99.0	0.1
Interaction	A×B	1.08	1	1.08	2.51	18.5	98.5	-
	A×C	0.66	2	0.33	0.77	19.0	99.0	-
	B×C	1.54	2	0.77	1.79	19.0	99.0	-
	e: Error	0.85	2	0.43				
	T: Total	1345.79	11					

** : Significant at 1% level
 SS : Sum of squares of deviation
 ϕ : Degree of freedom
 ms : Mean square (or variance)

F_{obs} : Variance ratio of a value observed
 $F_{0.05}$: Variance ratio at 5% level
 $F_{0.01}$: Variance ratio at 1% level
 ρ : Contribution rate

Table 3. Maximum dynamic pulling-force in 88 mm smooth roll

Peripheral velocity (m/s)	1.1	1.3	1.5
Maximum dynamic pulling-force of roll (kg)	14.6	15.2	16.2

測定は、梢頭部から数えて第7葉位から第11葉位まで、各葉位の葉について、それぞれ50個体ずつ行った。供試した脱葉ロールは、直径76mmのスムーズロールで、ロールの間のすきま0.05mm、ロールの周速度1.3m/sとした。

また、供試したさとうきびは、品種 NCo 310, 鹿兒

島県枕崎産、昭和45年植付け、株出し2回、刈取り12月のもので、その含水率は Table 4 に示すとおりである。

2. 実験結果および考察

さとうきびの葉の最大動的剥離力の平均値と標準偏差を各葉位について示すと、Table 5 のとおりである。

これより、最大動的剥離力の各葉位ごとの母集団平均値を、95%信頼限界で推定すると²⁾、Table 6 のとおりとなり、上方の第7葉位の生葉では、15.0~12.8kg、下方の第11葉位では、9.3~9.7kgで、梢頭部から根元になるにしたがって、最大動的剥離力は小さくなる。

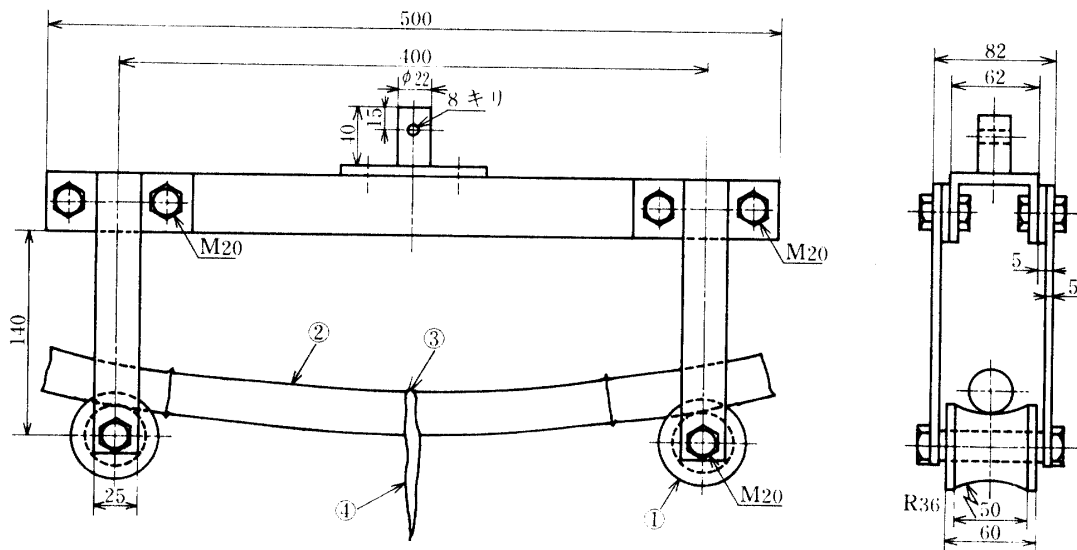


Fig. 2. Experimental apparatus for measuring a stripping-force of leaf for sugar cane.

- ① Bearing roller
- ② Stem of sugar cane
- ③ Leaf-order of sugar cane
- ④ Leaf of sugar cane

Table 4. Moisture contents of leaf of sugar cane (Wet base %)

Leaf-order	7	8	9	10	11
Leaf-sheath	74.2	70.7	70.7	70.7	70.2
Leaf-blade	67.3	65.8	64.5	63.2	64.0

Table 6. 95% confidence limit of population mean value of a maximum dynamic stripping-force of leaf of sugar cane (kg)

Leaf-order	7	8	9	10	11
Upper limit	15.0	12.9	10.7	10.1	9.3
Lower limit	12.8	11.6	9.9	8.5	7.9

Table 5. Relation between leaf-order and maximum dynamic stripping-force of leaf of sugar cane

Leaf-order	7	8	9	10	11
Maximum dynamic stripping-force of leaf (kg)	13.9±4.0	12.2±2.3	10.3±1.5	9.3±2.8	8.6±2.5

要 約

さとうきび脱葉機構の1つである脱葉ロールの性状が、最大動的引張力におよぼす影響を調査するとともに、さとうきびの葉を茎より引き離す際の最大動的剝離力を測定した。

1. 脱葉ロールの表面の状態が、最大動的引張力におよぼす影響は、表面に刻みをつけたローレットロールが、表面が平滑なスムーズロールより最大動的引張力が大きく、その平均値の90%信頼限界は、スムーズロール 12.6～10.4 kg, ローレットロール 33.3～31.1 kg であった。

2. 脱葉ロールの直径の大きさが、最大動的引張力におよぼす影響は、直径の大きいロールの方が、最大動的引張力が大きくなる。

3. 脱葉ロールの周速度が、最大動的引張力におよ

ぼす影響は、有意差は見られなかった。

4. さとうきびの葉を剝離する際の最大動的剝離力を参考として測定したが、その1例を示すと、その平均値の95%信頼限界は、第7葉位 15.0～12.8 kg, 第11葉位 9.3～7.9 kg であった。

文 献

- 1) 松井進作：おはなし統計的手法〔新增補版〕. p. 180-193, 日本規格協会, 東京 (1978)
- 2) 宮部芳照・阿部正俊・小島 新：さとうきび収穫調整作業の労働強度及び作業能率について. 農作業研究, No. 33, 43-47 (1978)
- 3) 日本規格協会：JISハンドブック機械要素. p. 321, 日本規格協会, 東京 (1983)
- 4) 田口玄一：新版実験計画法, 上, p. 11, p. 120, 丸善, 東京 (1975)
- 5) 寺田一彦・鈴木栄一：例解入門推測統計法. p. 38-42, 朝倉書店, 東京 (1974)

Summary

The leaf-stripping-rolls for sugar cane have been looked upon as one of the chief elements in the leaf-stripping-systems, established in the sugar-cane-industry. Putting this fact into consideration, some influence of the characteristics of the leaf-stripping-rolls upon the maximum dynamic pulling-force was investigated, at the same time, measuring was carried out to fix the maximum dynamic stripping-force at the occasion when the leaves were stripped from the stem of the sugar cane.

1. Concerning the effect of the surface condition of the leaf-stripping-rolls upon the maximum dynamic pulling-force, pulling-force of the knurling rolls with the knurls set on the surface of the roll, was noted to be larger than that of the smooth-rolls with a smooth-surface, and (in a case when fixed) on the 90% confidence limit of the mean value, the mean value of a smooth roll was 12.6 to 10.4 kg, and that of a knurling roll was 33.3 to 31.1 kg, respectively.

2. Concerning the influence of the diameter-length of the leaf-stripping-roll upon the maximum dynamic pulling-force, the pulling-force of the long sized one was larger than that of the short sized one.

3. Concerning the influence of the peripheral velocity of the leaf-stripping-rolls upon the

maximum dynamic pulling-forces, no significant difference was noted between the values of the maximum dynamic pulling-forces counted at the respective peripheral velocities.

4. To be used for refernce, the maximum dynamic stripping-forces were measured in a condition in which the leaves of the sugar cane were stripped from the stems of sugar cane; as the result of which the follwing values were reported; namely the force at the 7th leaf-order, and the force at the 11th leaf-order were 15.0 to 12.8 kg, and 9.3 to 7.9 kg, respectively, when fixed on the 95% confidence limit of the mean value.