

もみすり機に関する2・3の提案 (第4報)*

—単双曲線回転面ロールによる実用脱ぶ機について—

宮地 豊房・森田南海男・佐伯 弘

(農学部 機械工学研究室)

Some Proposals on Husker (4)

—Husker with two Rollers having a Shape of Hyperboloid
of one sheet of Revolution—

Toyofusa MIYADI, Namio MORITA and Hiroshi SAHEKI

Abstract: Both the continual and the practical test, in which the roller having a shape of hyperboloid of one sheet of revolution is employed, were made and the following facts were ascertained.

(1) Continual husking test without winnower

The husking ratio rise according as the included angle between two axis or slip length is larger, but the critical values exist. The maximum value is 92 % in our test. To our regret the ratio of bruised grains is great and it reaches 60~70 % even in practical condition.

(2) Practical husking test

In the following condition we get 1200 kg rice per hour by the practical husker with the above expressed rollers. Included angle between two axis: 23° , Diameter \times Breadth of roller: 220 mm \times 75 mm, Slit breadth between two rollers: 1.3 mm, Revolution per minute: 1200 r. p. m..

(3) The test employed with a metallic roller with grooves.

The husking ratio reaches 78 %, but the ratio of bruised grains rises over 90 %. Consequently this roller is not suitable to practical use.

緒 言

直径 150 mm, 幅 75 mm, の題記ロールによる供給もみ流量約 300 kg/hr 以下の範囲については既報⁽¹⁾したがこの場合緩衝ばね, 拡散板を欠き, 主・副軸間には簡単な連結機構(M形Vベルト)を使用していた。これ等をさらに実用機に近付けたすり落とし式もみすり機を試作し, 以下の様な結果を得た。また既報した如く⁽¹⁾, 本形式においては脱ぶ率に主眼をおく場合, 肌ずれをさけることを第一義とする場合, 処理量の多いことに重点を置く場合等, それぞれに適した設計をなすべきである。一応その一極として肌ずれを無視し, 脱ぶ率も多少犠牲にして, 一方のロール摩耗をさける一例として金属ロールも試験したので付記する。

次にこれ迄の結果より, その機能が比較的無難と考えられる条件により, しかも現存の自動もみすり機(3吋形)に組み込み得る頭部を設計試作して, その能力が一部判明したので併せ報告する。なお本実験は, 文部省科学研究費によることを記して謝意を表すると共に, 装置の製作, 実験材料等について数々の便宜を与えられた協和農機株式会社研究部に対し深く感謝致します。

1. 実験装置・材料および方法

実験装置は前述の如く, すり落とし式のものであるが, 機枠および風選部分は, 在来の木製4吋形を流用できる様, 脱ぶ部分を設計試作した。この概略図を Fig. 1 に示す。①は主軸ロールで,

* 農業機械学会第29回全国大会講演会にて発表

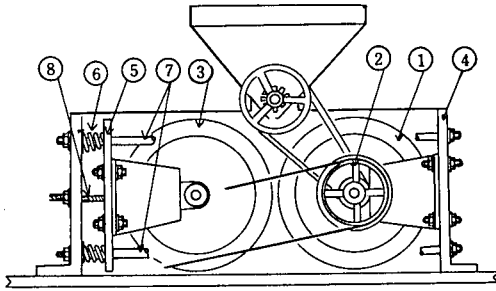


Fig. 1 Schematic of husking apparatus.

②のプーリに動力が供給される。③は副軸ロールで、動力伝達機構はなく、もみが供給された場合のみ従動するわけである。両者は水平と等角度(0~25°)だけ、支え盤④・⑤上で傾けられる構造である。⑥は緩衝ばね(4個)で、ばね定数 9.8 kg/mm 合計約 200 kg⁽²⁾ 以下の副軸ロール押着け力を可能としてある。⑦は副軸ロール用支え盤の案内棒(4個)である。ロール間隙は、ボルト⑧により調節する。上部のホッパ、もみ送込ロールは4吋もみすり機のもの

を一部改造した。

供試もみは、昭和44年度高知県産ふじみのりであり、次の諸性質のものである。

もみ 1000 粒重量 23.3 g (平均), 玄米 1000 粒重量 20.7g (平均), もみ厚 2.23 mm (平均), 実験時含水率 13±1%

実験条件を Table 1 に示すが、これは既報⁽¹⁾ の如くずれ量が脱ぶ率を左右する総合的な因子と

Table 1. Values of slip length (mm) calculated by some couples of included angle between two axis (degree) and slit breadth between two rollers (mm).

S. L. (mm)	2.4	2.9	3.4	4.0	4.9	5.7	6.2	6.7
I. A.								
17° 30'	1.65	1.41	1.11	0.70				
20° 00'	1.78	1.59	1.35	1.03	0.46			
22° 30'	1.87	1.71	1.53	1.27	0.82	0.31		
25° 00'	1.93	1.80	1.65	1.44	1.07	0.68	0.41	0.10
27° 30'	1.98	1.87	1.74	1.57	1.26	0.93	0.70	0.45

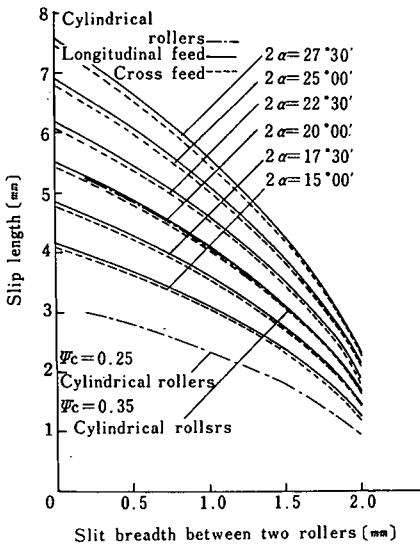


Fig. 2 Slip length vs. slit breadth between two rollers.

認められたので、同一ずれ量に対する軸交角・ロール間隙の組合せを Fig. 2 より求めたものである。なお Fig. 2 は次の近似式よりの計算値であり、直円筒ロールによる周速差率 0.20 および 0.35 の場合を一点鎖線で示す。

$$l_{sh} = 2a \cdot \tan \alpha \cdot \frac{\rho_a + C}{\rho_a} \cdot \cos^{-1} \left(1 - \frac{h-s}{\rho_a + C} \right)$$

l_{sh} : もみのずらされる量 (mm)

a : ロール最小半径 (mm)

c : もみ輪郭曲線の曲率半径 (mm)

ρ_a : 最近接母直線に直角なロール断面(楕円)の短軸端における曲率半径 (mm)

α : $\frac{\text{軸交角}}{2}$ (degree), h : $\frac{\text{もみ厚}}{2}$ (mm)

s : $\frac{\text{ロール間隙}}{2}$ (mm)

Fig. 3 は本実験において使用した ロール中、直円筒ロールとの差異の最も大きい軸交角 $2\alpha=27.5^\circ$ の単双曲線回転面ロールの概略寸法を示す。図より明らかな如く、その直円筒との差は僅少であり、後述の副軸のみを水平から傾ける機構とする場合のロールは、金型にての製造が可能な形状である。

予備実験においては、約 20 kg のもみを上部ホップに供給し、連続すり落し中に試料を一定時間採取して単位時間のすり出し量を求めると共に、所要動力を求めた(4)。

本実験においては、2 kg のもみをホップに供給して、そのすり落し所要時間を測定して単位時間当りのすり出し量を求め、単位時間当り仕上り玄米量を算出した(4)。脱ぶ率は何れの試料も均分器により減量し、手選別により求め、肌ずれ米・胴われ米は透過光による肉眼選別によった。

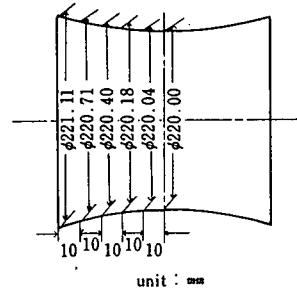


Fig. 3 Shape of roller inclined by included angle between two axis 27.5° .

2. 実験結果および考察

(1) 連続すり落し試験

前述の様に脱ぶ率に最も影響を与える因子は、主・副ロール間のずれ量であるから一応横軸にとり、脱ぶ率との関係を示したものが Fig. 4 である。ずれ量の小さい程脱ぶ率の低いのは当然であるが、軸交角の小さい程低いながらも安定した脱ぶ率が得られる。ただ、到達できる最大脱ぶ率は、軸交角の大きい程大であり $22\sim 25^\circ$ の間にやや極端な変化が認められる。

肌ずれ率は、ずれ量の小さい程小さい事は当然であるが、軸交角の小さいロールの場合は意外にも大きくなる傾向にある。これは同じずれ量を与える為には、軸交角の小さいロール程ロール間隙を小さくしなくてはならない為と考えられ、後者そのものが直接影響していると考えられる。これは Fig. 5 にて検討する。以上の結果より実用化の際は、 $22^\circ 30'$ 以上の軸交角でずれ量 $4\sim 5\text{ mm}$ として運転することが有利と判断される。Fig. 5 は、前述のロール間隙直接の影響を知る為、同じデータより作図したものである。Fig. 5 に比較して肌ずれ率を示す曲線が集中している事は、ロール間隙そのものが肌ずれに直接影響することを示している。元来肌ずれは、もみ殻が破壊されても玄米が殻内にとどまっている間は生じないものと考えられ、玄米が破壊された殻から出て他物(主としてロール面、および他のもみ殻・玄米)に接触して生ずるものと思われる。従って、もちろんずれ量としての影響はあるものの、むしろもみ捕捉力に影響する

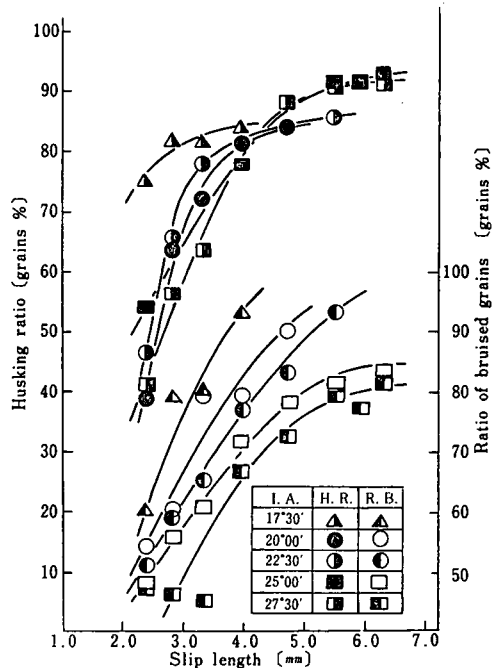


Fig. 4 Husking ratio or ratio of bruised grains vs. Slip length.

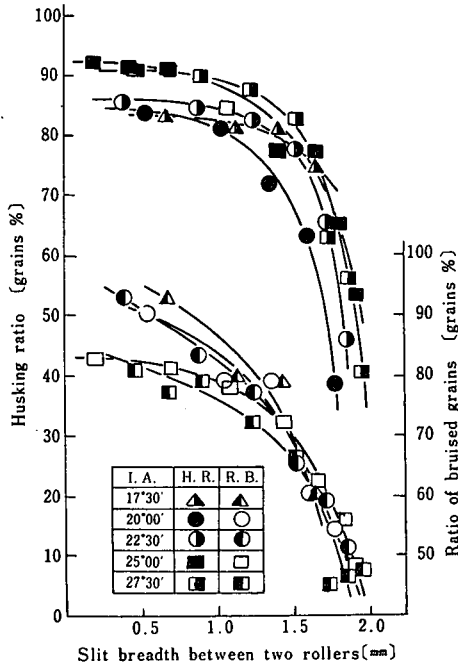


Fig. 5 Husking ratio or ratio of bruised grains vs. slit breadth between two rollers.

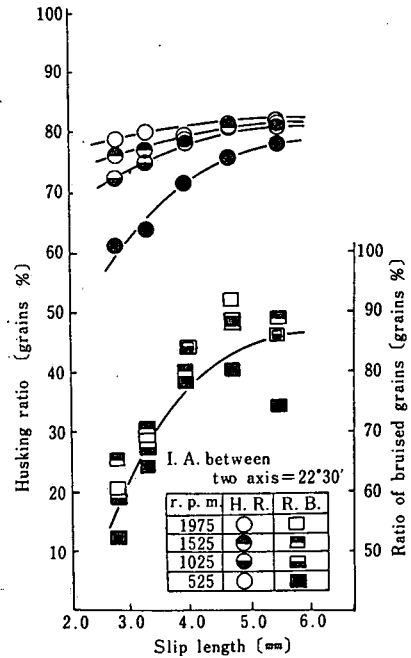


Fig. 6 Effect of revolution per minute.

ロール間隙、もみ自転角に関するロール半径の影響が大きいとも考えられる。後者については Fig. 5 においてロール間隙の小さい場合、軸交角の小さい方が肌ずれ率が大きくなっていることの理由とも考えられる。すなわち、軸交角が小さい程両ロールの最近接母直線に直角な断面の楕円短軸端の曲率半径が小さくなり、もみ自転角度が大きくなって、穀より玄米が比較的早く脱出する為と考えられる。なお、このもみの自転は主・副両ロール回転数の差（実際の場合既報⁽⁸⁾）の僅かの周速差を生じている。）によるものである。

脱ぶ率については、ずれ量との関係図同様軸交角の小さい場合は、低いながらも安定した脱ぶ率、大きい場合は、高い脱ぶ率が得られる事を示している。

Fig. 6 は、軸交角 22.5° のロールにおける主軸回転数をパラメータとしたずれ量と脱ぶ率・肌ずれ率の関係を示す。一般に言われている様に、高回転数で高い脱ぶ率が得られ、小さいずれ量でも安定した脱ぶ率が得られる。肌ずれ率については、やはり同じ軸交角の場合、ロール間隙に従ってずれ量による影響が大きく、速度差による差異は少ない。

(2) 実用試作機

以上の結果より、高能率に主眼をおいた実用機に付与すべき条件として、次の項目が明らかになった。

- (i) 軸交角は 22° 以上（多少の肌ずれを認めて）
- (ii) ロール径約 200 mm 以上
- (iii) 運転条件として機構の許す限り、高速回転が有利である。

さらに、3 吋形実用機に組込む為、Fig. 7 に示す頭部を試作した。同図中①は主軸で水平におかれ、入力プーリが同軸となっている。②は副軸で水平と 23° の角度をなして副ロールを保持しており、動力伝達機構よりははずれた構造である。これを案内棒方向 (Photo. 1 の左右方向) に移動して、ロール間隙を調節する為③の上下 2 本の案内棒がある。④はロールの緩衝ばねで、⑤は

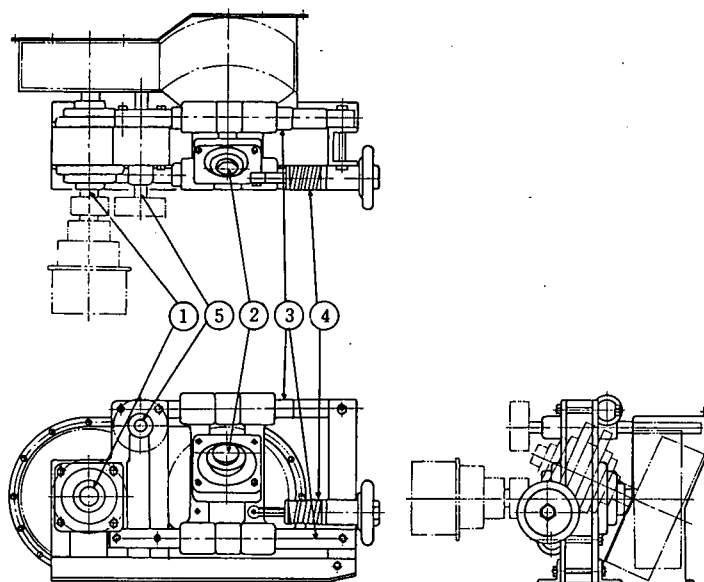


Fig. 7 Schematic of practical husker with hyperboloid rollers.

もみ送り込みロール軸である。Photo. 1 は上の頭部を3吋形自動もみすり機に組込んだ場合の背面写真である。Photo. 2 に両ロールの関係位置を示すが、ロールは直円筒ロールと外見上殆んど変わらない。ロール径 220 mm, ロール幅 75 mm, 軸交角 23° , 片持軸構造で組立ての関係上, 単双曲線回転面の最小径面を端面として製作した。

実験条件としては,

主軸回転数 1200 r.p.m. 緩衝ばね力 115 kg⁽²⁾, もみ含水率 15.3%, ロール間隙 0.40, 0.85, 1.30, 1.55, 1.70 mm

結果を Fig. 8 に示す。なお実験結果は、普通の連続のもみすり作業よりの任意抽出したもののデータである。

(i) 脱ぶ率は、最高 95.5% に達しロール間隙が大きくなるに従い低下する。この低下の割合がその下に実線で示したずれ量と相似的であることは、前記ずれ量が脱ぶ率の大きな因子であることを示している。

(ii) 毎時玄米すり出し量は、この場合万石を通過した仕上り玄米量で、ロール間隙約 1.3 mm 付近で最高 1200 kg/hr に達する。ロール幅 75 mm のものとしては、極めて高いものと思われる。なお短時間データとしては、1460 kg/hr の値も得られた。なお、予定通り最適ロール間隙は、直円筒ロールにくらべ相当大きな方にずれる⁽²⁾。これも、処理量を増大する効果を

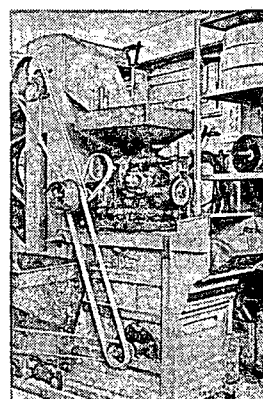


Photo. 1 Back sight of practical husker with hyperboloid rollers.

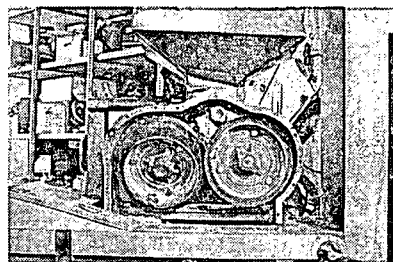


Photo. 2 Setting of two hyperboloid rollers.

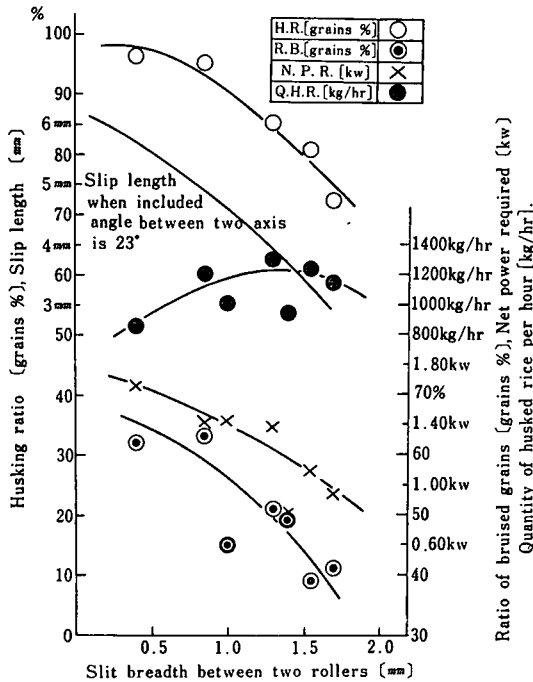


Fig. 8 Results of tests employed practical husker with hyperboloid rollers.

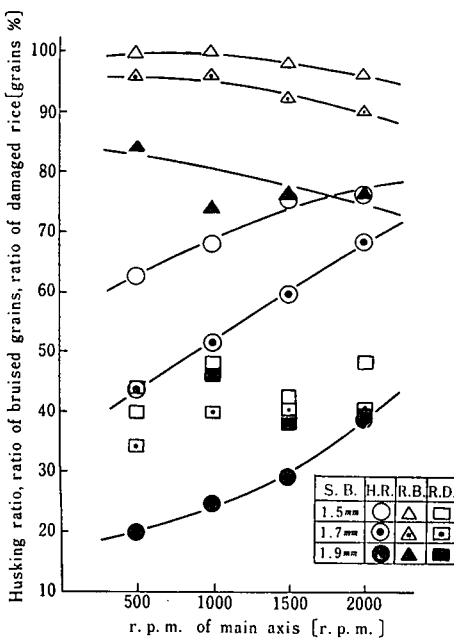


Fig. 9 Result of test of a husker with a metallic roller.

与えていると考えられる。

(iii) 肌ずれ率は、やはり高い値を示し本装置の欠点である。ただ実用されると思われるロール間隙においては、場合によってはさしつかえないと思われる。なお、三重丸のデータは特に多量の連続もみすり作業による仕上り玄米のデータである。

(iv) 正味所要動力については、ロール間隙の小さい所では予想通りかなり大きくなるが、講演前刷⁽⁴⁾第2図より判断された如く、ロール間隙1.3~1.5mmにおいては直円筒ロールと大差ない所要動力となっている。

以上肌ずれ率のやや高いことと、ロールケースの形状が複雑な欠点は持っているが、高能率のもみすり機として実用され得ると考える。

(3) 金属ロールによる試み

単双曲線回転面もみすりロールの今一つの欠点は、ロール形状の複雑さである。これを避ける為、今迄に実験した対称形ロールから離れて、主ロールを臼形(ロール基本形)、副ロールを直円筒で近似する方法が考えられる⁽³⁾。この場合、主ロールの成形が比較的困難と考えられるので、摩擦の少ない金属ロールとし、副ロールを十分もみの把持力を有するゴム製とすることが得策である。この場合の準備として、金属ロールの可能性を確かめる為、対称形における溝付金属ロールの試作を行い、実験の結果をFig. 9に示す。なお実験条件中、ロール間隙はもみのめり込みが片方ロールのみである事を考慮して大きくした。

脱ぶ率は、かなり実用域に達し得ると思われるが、肌ずれ率が極端に高く、胴割れ率もゴムロールの場合にくらべかなり高い。実用しようとするれば、今後更にゴムロールの硬度、金属ロールの溝の形状、軸交角の適正値の発見等、相当の努力が必要であるので今回は、その可能性を示すにとどめたい。

結 語

単双曲線回転面もみすりロールを使用して連続、および実用試験を行った結果、次の事が判明した。なお、ロール条件は頭書する。

(i) 連続試験

軸交角 $17^{\circ}30'$ ~ $27^{\circ}30'$

ロール直径×幅 220 mm×100 mm

脱ぶ率は、軸交角・ずれ量大なる程向上するが、それぞれの飽和点があり、最高92%に達する。肌ずれ率は、極めて高く本装置の最大欠点であり、実用範囲でも60~70%に達する場合がある。

(ii) 実用試験

軸交角 23°

ロール直径×幅 220 mm×75 mm

脱ぶ率としては、95.5%に達し得るが、肌ずれ率を低くおさえ、実質すり出し量の有利な条件、すなわちロール間隙 1.3 mm (脱ぶ率 83%) で最高すり出し量 1200 kg/hr を得た。

(iii) 副ロールを溝付金属ロールとした場合

軸交角 $22^{\circ}30'$

ロール直径×幅 220 mm×100 mm

脱ぶ率は、実用域限度近い78%には達し得るが、肌ずれ率が90%を越え、そのままでは実用されない。

以上の結果、本形式ロールによるもみすり機は、ロールケース形状の複雑さという欠点を持ちながら、肌ずれの比較的許される方式(脱ぶ、精米作業が連続的に行われる場合)をとる場合、高効率の作業機として適当であると考えらる。

なお、筆者の一人の都合により著しく発表の遅れたことに対し、遺憾の意を表わすとともに、試験機の製作、実験、結果整理に協力を得た 大原健男氏 桑名隆氏 に感謝致します。

参 考 文 献

- (1) 宮地豊房・山崎堯右, もみすり機に関する2,3の提案(第2報), 農業機械学会誌, Vol. 31, No. 3, p. 233~238.
- (2) 例えば, 狩野秀男他, もみすり機における脱ぶ率向上に関する研究, 新農林社, 昭和34年11月1日.
- (3) 宮地豊房, ロールの基本形としての単双曲線回転面について(第1報), 農業機械学会誌, vol. 30, No. 4, p. 227.
- (4) 1970年農業機械学会全国大会講演会前刷, p. 3~36.

(昭和52年9月21日受理)

(昭和53年1月13日分冊発行)

