

# 木質粉碎機の操作条件について

遠藤 展 森山 実  
中村 繁夫 速水 信也

## The Relation between the Crushing Efficiency and the Handling Conditions of Several Wood Crushers

Hiroumi ENDO  
Shigeo NAKAMURA

Minoru MORIYAMA  
Shinya HAYAMIZU

This paper deals with the crushing efficiency of three types of hammer crushers. The main variables examined are the mill size, the screen opening, and the rotation velocity. The relation between the efficiency and the handling conditions is expressed by

$$\frac{Hu}{\tau_0} = r_1 \left( \frac{Dv}{dv} - 1 \right)^{-1} (R\omega^2)^{2/3}$$

where  $r_1$  is the experimental coefficient which is  $7.8 \times 10^{-5}$  for wood and  $7.0 \times 10^{-4}$  for the bark of Todomatsu.

本報告は、タイプの異なる3つのハンマーミル型粉碎機の処理能力について述べたものである。とりあげた主な操作条件は、粉碎機の大きさ、目皿径、及びハンマー回転数である。これらの操作条件と、ハンマーミルの処理能力との間には以下の関係がなりたつ。

$$\frac{Hu}{\tau_0} = r_1 \left( \frac{Dv}{dv} - 1 \right)^{-1} (R\omega^2)^{2/3}$$

上記において $r_1$ は実験定数であり、木質で $7.8 \times 10^{-5}$ 、トドマツの樹皮で $7.0 \times 10^{-4}$ である。

### 1. はじめに

筆者らは、木質及び樹皮を、目皿を用いていない粉碎機で粉碎する場合に要する動力について前報<sup>1)</sup>において報告した。前報<sup>1)</sup>では、一定の粉碎比の粉碎物を得るための設備動力の推定が可能となったが、粉碎機の操作条件と時間当たりの処理能力との関係については明らかにされていない。本報告では、衝撃型粉碎機3種につき、スケールアップを含み、その操作条件と処理能力との関係について検討を行ったので報告する。

なお、この報告は、第33回日本木材学会大会（昭和58年4月、京都市）にて発表したものの要旨である。

### 2. 実験装置と方法

#### 2.1 実験装置

実験装置は、前報<sup>1)</sup>において用いたユニバーサルクラッシャーと呼ばれる実用規模のハンマーミルと、ノボローターミルといわれる比較的小型の目皿つきハンマーミル、及び微粉碎用のウルトラプレックスと呼ばれる目皿つきハンマーミルを用いた。

#### 2.2 実験方法

予備実験において、約10分間原料を連続的に一定速度で粉碎機に投入した。この実験により、投入速度と排出速度が等しい定常状態となる条件を選定した。同

条件下で、約10分間粉碎機へ原料を供給し、粉碎機よりの排出速度を連続的に測定した。10分後、粉碎機を止め粉碎機内に残った未粉碎物の重量をホールドアップHuとし、この値を排出速度で除した値を滞留時間 $\tau_0$ と仮定した。粉碎物は、ふるい分けによりその粒度分布を求め、前報<sup>1)</sup>に示したごとく、その50%代表径のもつ体積を基準とした球相等径を粉碎物の代表粒径dvとした。

3. 実験結果と考察

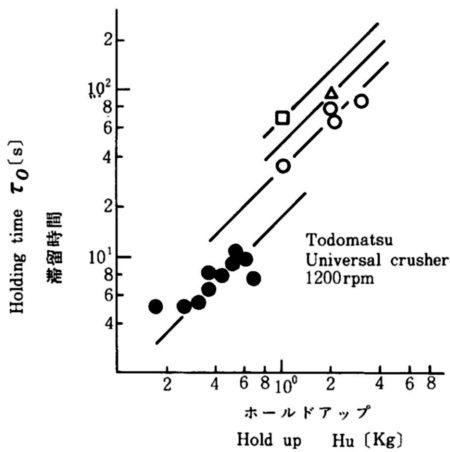
第1図に、滞留時間 $\tau_0$ と、ホールドアップHuとの関係を示した。 $\tau_0$ はHuにはほぼ比例することが認められる。

筆者らは、前報において、目皿を用いない衝撃型粉碎機について、粉碎動力が以下の実験式で表しうることを示している。

$$-\frac{\Delta E}{Dv-dv} = c' \cdot \frac{1}{dv} \dots\dots\dots(1)$$

上式を変形すると

$$-\Delta E = c' \left( \frac{Dv}{dv} - 1 \right) = c' Rd \dots\dots\dots(2)$$



Reduction ratio parameter Rd	Screen	Symbol
0.3	Not equipped	●
1.5	Equipped	○
2.1	Equipped	△
2.6	Equipped	□

第1図 ホールドアップと滞留時間との関係

Fig.1 Relation between hold up and holding time in the crusher.

となる。 $R_d$ は粉碎比をあらわすパラメーターである。同図は、この $R_d$ を変数としている。

第2図には、ホールドアップを1kgとした場合の、滞留時間 $\tau_0$ と $R_d$ との関係を示した。樹種は、トドマツの木質であり、ハンマーの遠心加速度 $R\omega^2$ をパラメーターとしている。この図より、 $\tau_0$ は $R_d$ にほぼ比例していることがわかる。

第3図には、ホールドアップ、及び $R_d$ を一定としたときの滞留時間とハンマーの遠心加速度との関係を示した。同図より、滞留時間は遠心加速度のほぼ $-2/3$ 乗に比例している。

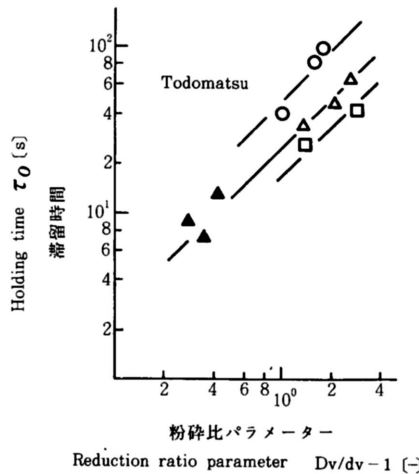
以上の結果より、滞留時間 $\tau_0$ 、ホールドアップ及び粉碎比の間には以下の関係が成立する。

$$\tau_0 = r_1 \cdot Hu \cdot \left( \frac{Dv}{dv} - 1 \right) (R\omega^2)^{-2/3} \dots\dots(3)$$

上式を変形すると

$$\frac{Hu}{\tau_0} = r_1 \cdot \left( \frac{Dv}{dv} - 1 \right)^{-1} (R\omega^2)^{2/3} \dots\dots\dots(4)$$

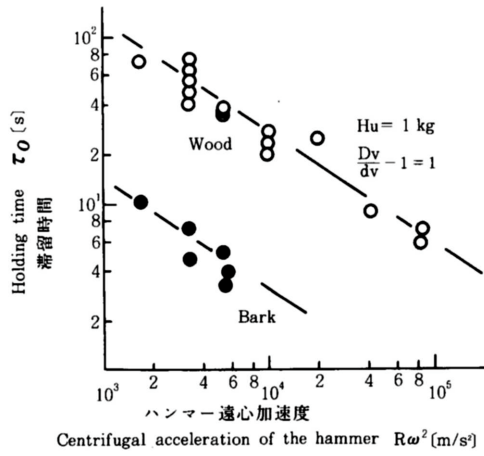
となる。この実験式の係数 $r_1$ は、木質で $7.8 \times 10^{-5}$ 、



Symbol	Centrifugal acceleration of the hammer $R\omega^2$ (m/s <sup>2</sup> )	Screen
○	$9.3 \times 10^2$	Equipped
△	$5.4 \times 10^3$	Equipped
□	$1.1 \times 10^4$	Equipped
▲	$5.4 \times 10^3$	Not equipped

第2図 粉碎比パラメーターと滞留時間の関係

Fig.2 Relation between reduction ratio parameter and holding time in the crusher.



第3図 ハンマー遠心加速度と滞留時間の関係

Fig.3 Relation between centrifugal acceleration of the hammer and holding time in the crusher.

樹皮で  $7.0 \times 10^{-4}$  である。この式の左辺は、ホールドアップをその滞留時間で除した値であり、この値は、粉碎機の単位時間の処理能力を示している。したがって、粉碎機の処理能力は、遠心加速度、粉碎比を定める目皿径によって代表される操作条件に最も影響を受け、上式によって処理能力の評価がほぼ可能になると考えられる。また、同一の操作条件で木質と樹皮では、樹皮を粉碎する方が粉碎機の処理能力がたかまることが示された。その理由として、樹皮の機械的強度が木質と比較して小さいことが考えられる。

記号の説明

E : 粉碎正味動力 [kWh / ton]

- Net power requirement for crush . [kWh / ton]
- c , r<sub>1</sub> , r : 実験定数
- Experimental coefficient refinend in the eq . 1 , 3 , 4 .
- R<sub>0</sub> : 粉碎比パラメーター [ - ]
- Reduction ratio parameter . [ - ]
- D<sub>v</sub> : 原料の球相等径 [m]
- Sphere equivalent diameter of the wood , raw material . [m]
- d<sub>v</sub> : 粉碎物の球相等径 [m]
- Sphere equivalent diameter of the wood particle crushed from the wood . [m]
- Hu : 粉碎機内のホールドアップ [kg]
- Hold up in the crusher . [kg]
- τ<sub>0</sub> : 粉碎機内の滞留時間 [s]
- Holding time in the crusher . [s]
- R : 粉碎機の内径 [m]
- Radius of the crusher . [m]
- ω : ハンマーの回転角速度 [rad / s]
- Angular velocity . [rad / s]

文献

- 1) 遠藤展ほか3名 : 粉体工学会誌 , 20 , 2 , 68 (1983)

- 試験部 繊維板試験科 -  
(原稿受理 昭58.7.29)