摩砕型木質粉碎機の最大処理能力とホールドアップ

The Maximum Crushing Capacity of a Wood by Friction Mill

遠 藤 展*
Hiromu ENDOH

Key Words : Wood Crushing, Friction Mill, Maximum Crushing Capacity,
Maximum Holdup, Holding Time

1. 緒 言

要求される粉碎物の粒度、形状に応じて、木材工業においては、各種の粉碎機が使用されている。そのなかでも、製紙工場、繊維板工場においては摩砕型粉碎機が、紙やボードの原料を生産するために広く用いられている。

前報¹⁾において、衝撃型粉碎機におけるホールドアップの変化速度より粉碎機の最大処理能力を求める方法を提案した。粉碎機の設備すべき原動機の容量は、この最大処理能力に適合したものでなくてはならない。しかし、上記の製紙工場、繊維板工場においては、粉碎機に設備されている原動機の容量は、その最大処理能力に比べて過大または過少である場合が多く、過大の場合は、設備費の点で、過少の場合は、処理能力の点で製品のコストアップの要因の一つにもなっている。

本報告では、処理能力に適合した原動機の容量を選定するため、摩砕型粉碎機における最大処理能力について、前報¹⁾の方法が適用できるかの検討を行うとともに、粉碎機が許容できる最大ホールドアップについても検討を加えた。

2. 実験装置と方法

2.1 実験に用いた原料

実験に用いた原料は、人工造林樹種として大量に植林され、主に製紙工業において製紙用の原料として広く用いられているカラマツを用いた。

木材の性質、特に機械的強度は、含水率によって大

きく変動し、含水率25%を切ると、その機械的強度は増加することが知られている²⁾。そこで、本実験においては、原料の含水率が35%程度に一定となるように調整した。

2.2 実験に用いた装置

実験に用いた摩砕型粉碎機は、実用規模であり、その設備動力は150 kW、摩砕板の回転数152 rad/s、摩砕板の直径915 mmである。この形式の摩砕型粉碎機は、通常ダブルディスクリファイナー(D. D. R. と略す)と呼ばれ、主に製紙工場、木材チップを粉碎し紙の原料パルプを製造する工程で広く用いられている。図1には、その粉碎部の断面図を示した。原料チップは粉碎機の中心部に投入され、多数の溝を有した互いに逆方向に回転する円盤状の摩砕板(ディスク)の間を通りながら、主にせん断力を受けながら繊維の方向に粉碎される。ディスクは、図1に示したように、中心部に向かって約2度の傾きを持ちながら向かい合っている。粉碎物の粒度は、この先端部の間隙 D_c により調整することができる。

図1 摩砕型粉碎機の断面図

昭和63年9月7日受付

* 北海道立林産試験場(〒071-01 旭川市西神楽1 線10号)

TEL 0166-75-4233 内線 403

2.3 実験方法

摩砕型粉碎機の実際の操作においては、一般的にその摩砕板の間隙を変えることにより、粉碎物の粒度、形状の制御を行っている。本実験においては、摩砕板の間隙を0.8, 1.2, 1.6, 2, 4, 8, 10, 15, 20mmの9条件とした。

ホールドアップの測定、最大処理能力の推定は前報¹⁾と同様の方法とした。

3. 実験結果

3.1 最大処理能力

図2は、摩砕板の間隙を1.2mm一定とし、供給速度をパラメータにして、粉碎機内のホールドアップの時間的変化を示したものである。供給速度による粉碎機内のホールドアップの変化は、前報¹⁾において報告した衝撃型粉碎機と同様な変化を示した。すなわち、供給速度が低い場合においてはホールドアップの定常状態があらわれ、供給速度の増大とともに、定常状態におけるホールドアップ量が増加した。さらに供給速度をあげるとホールドアップが定常状態を示さず、時間とともに増加する傾向を示した。

図3には、ホールドアップが定常にならずに増大を続ける場合の、供給速度とホールドアップの変化速度

図2 ホールドアップの変化

図3 供給速度とホールドアップの変化速度との関係

図4 最大処理能力と摩砕板の間隙との関係

の関係を、摩砕板間隙をパラメータとして示した。前報¹⁾にしたがって、ホールドアップの変化速度が0になる供給速度を最大処理能力 F_{max} とした。

図4には、摩砕板の間隙 D_c と最大処理能力 F_{max} との関係を示した。最大処理能力は摩砕板の間隙の約 $2/3$ 乗に比例している。

3.2 ホールドアップと滞留時間

前報¹⁾において述べた衝撃型粉碎機と同様に、摩砕型粉碎機においても、最大処理能力以下の供給速度で原料が粉碎機に供給されている場合は、ホールドアップは定常状態を示す。図5には、供給速度 F と定常状態をとるホールドアップ $H_{u,s}$ との関係の一例を示した。供給速度とホールドアップの間には比例関係がある。粉碎機内の平均滞留時間 τ は、供給速度と定常状態をとるホールドアップから、次式により求められる。

$$H_{u,s} / F = \tau \quad (1)$$

したがって図5より、粉碎機内のホールドアップが定常状態をとる場合においては、平均滞留時間 τ は、ほぼ一定であるといえよう。図6には、滞留時間 τ と摩砕板間隙 D_c との関係を示した。 D_c が3mm以下になると、 τ の増加が急になる傾向があるのは、原料チ

図5 供給速度と定常状態におけるホールドアップとの関係

図6 滞留時間と摩砕板間隙との関係

図7 最大ホールドアップと摩砕板間隙との関係

ップの厚みが約 3 mm であることと関係があるかも知れない。

粉砕機には、許容できる最大のホールドアップがあると考えられるが、その値は定常状態を示すことで

きる最大のホールドアップ量と推定できる。

図 7 は、最大処理能力におけるホールドアップを最大ホールドアップ $H_{u,max}$ と定義し、摩砕板間隙に対してプロットしたものである。粉砕機内での最大ホールドアップは、同図によると摩砕板との間隙の減少によりわずかながら増加する傾向を示した。

4. 結 論

製紙や繊維板製造で広く用いられる摩砕型粉砕機の最大処理能力とホールドアップについて実験した結果、以下の結論を得た。

- 1) 供給速度とホールドアップの変化速度との関係から、最大処理能力の推定が可能である。
- 2) 最大処理能力は摩砕板間隙の約 2/3 乗に比例する。
- 3) 供給速度が最大処理能力以下の場合、粉砕機内の滞留時間は供給速度に無関係にほぼ一定である。
- 4) この滞留時間と最大処理能力から定まる最大ホールドアップは、摩砕板間隙の減少につれて、わずかながら増加する傾向がある。

使 用 記 号

D_c : 摩砕板間隙
 H_u : ホールドアップ
 F : 平均供給速度
 F_{max} : 最大処理能力

[mm] $H_{u,s}$: 定常状態におけるホールドアップ [kg]
 [kg] τ : 滞留時間 [s]
 [kg/h] $H_{u,max}$: 最大ホールドアップ [kg]
 [kg/h]

引 用 文 献

- 1) 遠藤展はか：粉体工学会誌，25，155 (1988)
- 2) 北原覺一：“木材物理”，森北出版 (1966)