

ペットボトル用小型粉砕機の開発*

長坂明彦^{*1}, 金田敏範^{*2}, 藤沢嵩之^{*3}, 内田智哉^{*4}

Development of Cutting Machine for a Plastic Bottle

NAGASAKA Akihiko, KANEDA Toshinori, FUJISAWA Takayuki and UCHIDA Tomoya

キーワード : ペットボトル, 小型粉砕機, チップ

1. はじめに

今日, 私たちが飲む飲料のほとんどがペットボトルに入れられている. しかし, ペットボトルは廃棄される際に飲み終わったそのままの状態ですてられることが多く, 回収時にかさばってしまっている.

そこで本研究では, 各家庭でペットボトルを粉砕し, 減容することにより, 資源回収の手間を減らし, 運搬を効率化できることを目的として, 粉砕部分でどのような機構が効率的かを実験的に検討した.

2. 実験方法

表 1 にブレード材の化学組成を示す. 試作機のモーター, スピンドルは市販の枝粉砕機 (YAMAZEN ガーデンシュレッダー YGS-30) を使用した. このモーターの回転数は 3300rpm (一定) である. 使用容器は 18L ペール缶 (直径 300 mm × 高さ 360 mm) を使用し, 重量は約 2 kg である. ローターは板厚 3mm の SPCC 材を使用し, ブレードはハイス材 (SKH) である (表 1). フレームおよびモーターを含めた大きさは 350 × 600 × 680mm, 重量は 19.3kg, 製作費用は約 20,000 円となった.

図 1 に小型粉砕機の外観を, 図 2 に小型粉砕機のローターをそれぞれ示す. 実験はこの試作機の中に 500 ml および 2L のペットボトルを立てた状態で入れ 1.2kg のペール缶 (蓋) を被せた後にスイッチによりローターを回転させることによって行った. 実験 1 は, ハイスブレード装着の有無によるペットボトルの粉砕状

況を検証した. ここで, 粉砕時間は $T=40s$ 固定, 500ml ペットボトルで行った. 実験 2 は, 2L ペットボトルの粉砕時間を $T=10s$ から 50s まで 10s 間隔で計測し, 最適な効率時間を検討した. ブレード材は SKH であるが, 近年, プレハードン鋼等が精密せん断機用ブレード材として活用されている.

表 1 ブレード材の化学組成 (mass%)

steel	C	Si	Mn	P	S
SKH	0.87	0.33	0.3	0.024	0.005
Mo	V	W	Cu	Ni	Cr
4.76	1.82	5.97	0.13	0.23	3.89

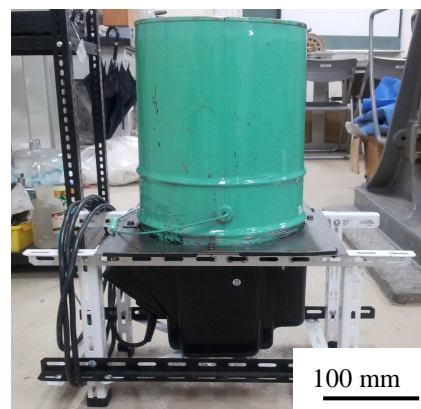


図 1 小型粉砕機の外観



図 2 小型粉砕機のローター

* 2011 年 8 月 31 日 高専一長岡技大教員交流研究集会「研究情報交換会」にて一部発表.

*1 機械工学科教授

*2 有限会社アリオン精密

*3 ミネベア株式会社 (平成 23 年度機械工学科卒業)

*4 株式会社アピックヤマダ (平成 22 年度機械工学科卒業)

原稿受付 2012 年 5 月 19 日

図3にフランジ型ストッパー，図4にフランジ型ストッパーの裏側を示す。の1.3kgのフランジ型ストッパー（板厚2mmのSPCC材）をワイヤ放電加工機で作製することにより，ペール缶を手で押さえる必要がなくなることで，危険性が回避され，女性でも作業しやすくなった。固定具にはシャコ万力（バーコ型50mm [BC50E]）を使用した。ストッパー裏側にゴム板をつけることにより，ペール缶の衝撃吸収および破片の飛散量の低減を可能にした。ストッパー固定は4ヶ所で行い，安全面を向上させた。そのうち2ヶ所を完全に固定することで，粉碎後のペール缶を脱着可能にした。

3. 実験結果および考察

図5にハイスブレード無しで粉碎された500mlペットボトル，図6にハイスブレード有りで粉碎された500mlペットボトルを示す。粉碎時間 $T=40s$ 固定で粉碎し，ブレード無しはペットボトル上部と下部のみ粉碎され（図5），ブレード有りは全体を細かく粉碎することに成功した（図6）。このことより，ブレードが有ることによってペットボトルが粉碎されていることが明確になった。

図7に $T=10s$ で粉碎した2Lペットボトル，図8に $T=20s$ で粉碎した2Lペットボトル，図9に $T=30s$ で粉碎した2Lペットボトル，図10に $T=40s$ で粉碎した2Lペットボトルをそれぞれ示す。なお， $T=40s$ 以降は粉碎した際の状態がほとんど変化しなかった。 $T=10s$ ではほとんど粉碎されていない。 $T=20s$ では， $T=10s$ と比べ細かくなってきているが，大きい破片が残っている。 $T=30s$ では破片が細かく粉碎され， $T=40s$ 以降とほとんど大差がない。以上のことより，ペットボトルを完全に粉碎するのに要する時間を $T=30s$ と設定した。

そこで，どの程度減容できたか計測するためにメスカップ利用法を使用した。図11および図12に計測中のメスカップを示す。これは図11のように粉碎した2Lペットボトルをメスカップに入れ，その上から1.5kgの重錘（直径100mm，板厚25mm）を用いて荷重を加え，どの程度減容できたか計測するものである。この方法により2Lペットボトルが710ml程度，すなわち1/3程度まで減容することに成功した（図12）。

図13に2Lペットボトルのチップ数とチップの大きさの関係を示す。また，図14に500mlペットボトルのチップ数とチップの大きさの関係を示す。グリッド（120×110，100×90，70×60，その他）でチップの大きさ（形状）を分類することで，粉碎時間（ $T=10s\sim 50s$ ）を長くするにつれ，その他のチップ数がそれぞれ増加する（図13）。また，500mlペットボトルの断面に相

当する70×60のグリッドを用いることで，チップの大きさを整理することを可能にした（図14）。以上のことより，2Lペットボトルが $T=30s$ で効率よく粉碎されることが確認できた。

4. まとめ

ペットボトル用小型粉碎機の開発について得られた主な結果は以下の通りである。

- 1) ペットボトル用小型粉碎機は2Lペットボトルを粉碎時間 $T=30s$ で粉碎できるようになり，家庭等に設置できるような大きさ（350×600×680mm），重量は19.3kgにすることができた。
- 2) ペットボトル用小型粉碎機の価格は約20,000円と，家庭でも購入可能な価格に抑えることができた。

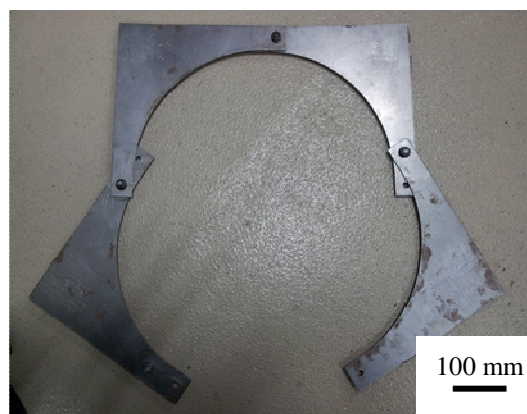


図3 フランジ型ストッパー

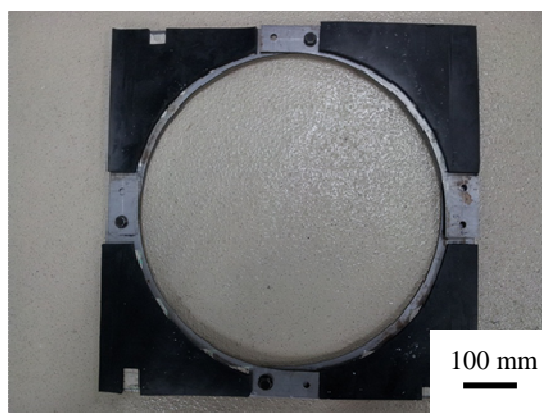


図4 フランジ型ストッパーの裏側

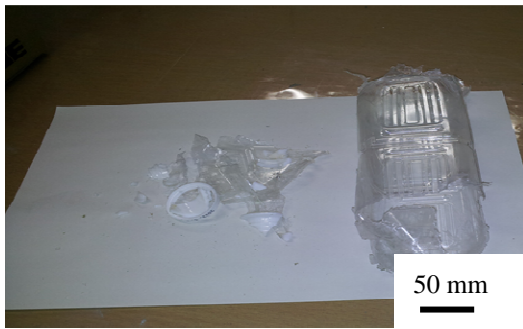


図5 ブレード無しで粉砕後の
500ml ペットボトル ($T=40s$)



図6 ブレード有りで粉砕後の
500ml ペットボトル ($T=40s$)

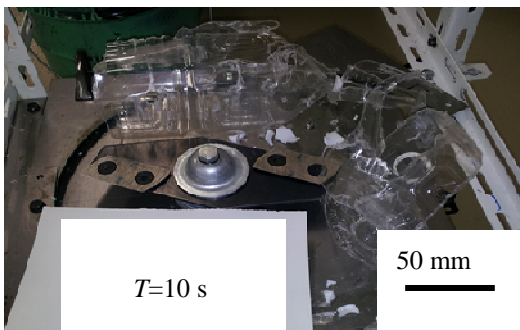


図7 $T=10s$ で粉砕した 2L ペットボトル

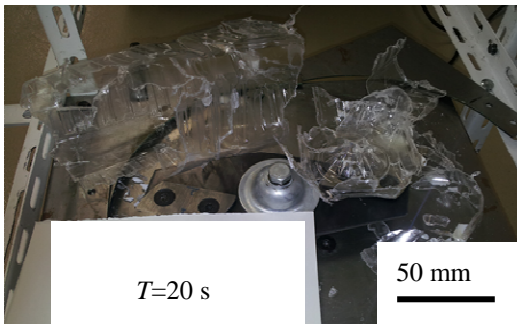


図8 $T=20s$ で粉砕した 2L ペットボトル



図9 $T=30s$ で粉砕した 2L ペットボトル



図10 $T=40s$ で粉砕した 2L ペットボトル



図11 計測中のメスカップ



図12 2L ペットボトル計測中のメスカップ

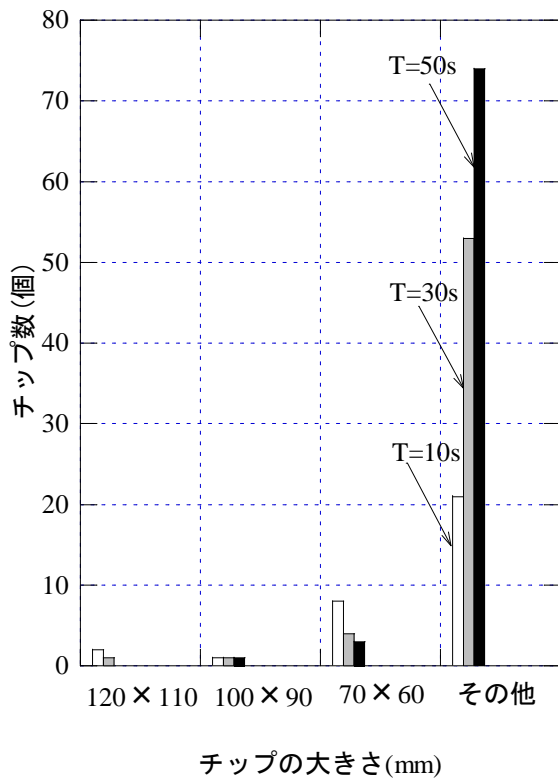


図 13 2L ペットボトルのチップ数とチップの大きさの関係

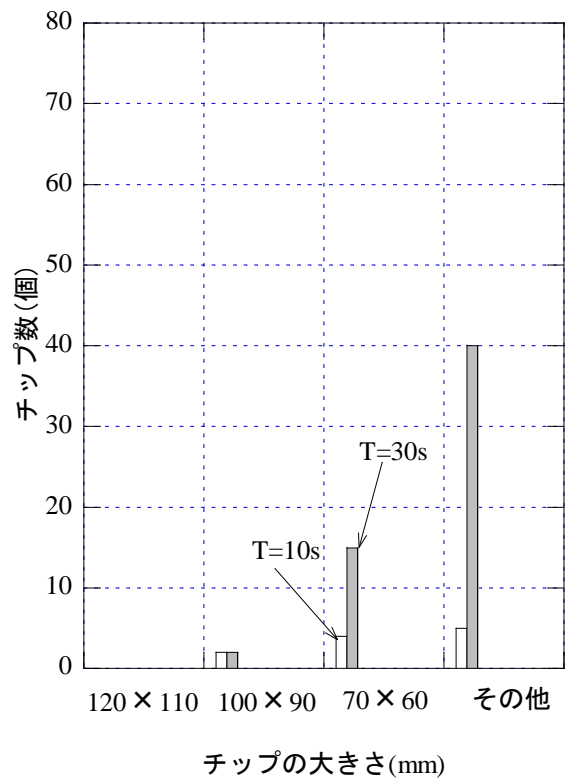


図 14 500ml ペットボトルのチップ数とチップの大きさの関係