

クラッシャー 1号の製作

～アルミ缶・プラスチックなどを破碎する機械の製作～

北海道滝川工業高等学校

電子機械科 3年 竹内 哲也 梶田 和宏

2年 高澤 秋成 鹿野 誠 川井 郁弥

1年 荒井 健吉

指導教諭 斎藤 寛 榎本 哲史

はじめに

近年、廃棄物のリサイクルや処理の問題で、さまざまな取り組みが始まっている。私たちは、資源の再利用に役立つ機械を作りたいと考えた。

本校では、以前から生徒会の活動として、校内だけではなく周辺住民の協力をいただき、空き缶の回収を行っている。その利益から、毎年市内の保育園等に図書券を寄贈してきた。空き缶の回収作業では、缶の体積が大きいため、保管・運搬などの面で改善すべき点があった。そこで、空き缶の体積を数分の1にすることができる破碎機の製作を考えた。

破碎機は全体の体積を減少させ、廃プラスチックなどは破碎することによって、初めて燃料として再利用することが可能となる。空



写1 空き缶の回収作業

き缶を回収・保管する際、運搬時のエネルギーの節約に大きく貢献する。

本格的な機械の製作とそれを自動運転させることは、これまで学んできたことの集大成であり、大きな目標となった。以上のようなことから廃プラスチック、ペットボトルやアルミ缶を破碎することを目的とした破碎機「クラッシャー 1号」の製作を行うこととした。

1. 調査・研究

(1) 廃棄物処理の流れと資源ごみの再利用について

回収された空き缶は、スチールとアルミに分別され、処理業者により圧縮されてブロック状にする。その後、660℃以上の高い熱で溶解し、再生地金とし、再びアルミ缶用の板になる。

また、滝川の周辺地域では、破碎された状態の廃プラスチックを、歌志内市にあるエコバレーというプラントで、燃料として使用している。

(2) 破碎する利点

空き缶のような体積の大きなものは、体積が4分の1から6分の1に小さくなるので、1回の輸送量を多くすることができ、輸送コストが下がる。また、ペットボトルなどは、チップ状に破碎されていれば、燃料用としてすぐに再利用することができる。

本校で回収しているアルミ缶なども、輸送にコストがかかっていたので、破碎して一度に運ぶことのできる量が増えると、コスト削減になると考えている。

(3) 破碎機に関する情報収集

破碎機ではどのように破碎するのか、私たちが製作することができるのかなど、全く手さぐりの状態から始まった。初めにインターネットを利用して破碎機を製造販売しているメーカーを探したところ、いくつかの企業が見つかった。

内容を検討した結果、私たちの考えているのと破碎対象が似ていて、大きさも製作可能なサイズのものがあった。そこで、それらの機械を参考に開発していくことにした。

2. 設計・仕様

(1) 破碎の原理 (図1)

ギヤダウンモータと歯車を用い、向かい合った回転刃が巻き込むように回転する。

刃と刃の隙間は0.1mmしかなく、はさみの要領で材料をせん断する。材料は上から下へ1回通るだけなので、破碎後の大きさは回転刃の刃幅、ピッチによってほぼ決まる。ただし、材質や形状によって、大きさは変化することもあ

(2) 設計

原理を理解してから、設計に入ることとなった。破碎対象物の決定で、破碎室の大きさ、破碎力の設定を行

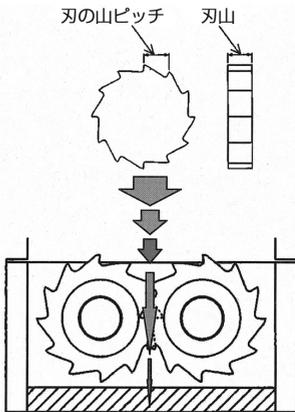


図 1

った。大きさ、破碎力が決定したところで、刃の形状、設置の仕方、回転スピードなどを決め、全体の様子を図面にあらわしていくこととした。

本格的な設計に入ってから、実際の加工に視点を移していくと、加工可能な設計を行っているのが問題となってきた。ワイヤー放電加工機の加工範囲に入っているのか、材料のセッティングは可能かなど、加工のできる設計を行っていない部分で試行錯誤を繰り返すことになっていた。特に、精度を求めた機械工作の難しさを実感した。

3. 製作

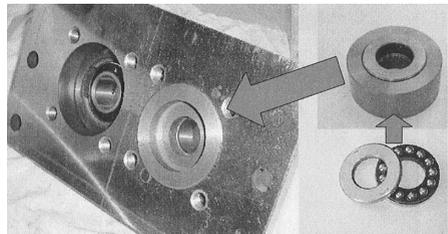
(1) プレート

荷重の受け方、軸受けの取り付け方法、加工可能な形状の条件など、さまざまな問題が重なり合う部分で、作業にも慎重さと正確さが特に必要であった。

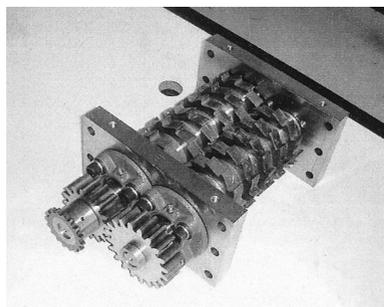
写真2で見えているのは内側の部分で、軸受け、スペーサーがはめ込まれている。

スラスト方向の荷重は軸受けの印ろうで受け持っていて、ラジアルベアリングにはスラスト方向の荷重がかからないよう工夫している。また、スペーサーは旋盤で作る、その中にスラストベアリングを入れてしまうことで、異物の混入などを防いでいる。

このスペーサーで、回転刃やクラッシャーリングの位置を決めているので、 $10\mu\text{m}$ 単位での加工となった。



写2 軸受け取り付けプレートとスペーサー、スラストベアリング



写 3 組み立て

(2) 歯車

歯車も、ワイヤー放電加工機で加工した。軸間距離と回転比からモジュール5が最適ということになり、設計した。歯車の厚みが30mmもあり、1個の製作時間は3時間以上かかり、とても大変だった。二つの歯車の歯数は16枚、20枚とし、回転数の違いを作っている。また、モータの回転数は13rpmで、トルクは130N・mとした。

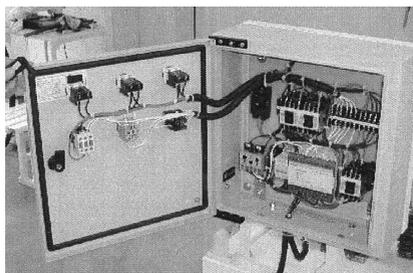
(3) 組み立て (写真3)

前後のプレートは組み込まれていないが、組み立てると想像以上に迫力があつた。

回転刃と、クラッシャーリングを交互に組み入れ歯車を取り付けた状態で、一番手前にはチェーンカップリングが取り付けられている。

チェーンカップリングは、センター調節の難しい部分に有効に働く接続部品で、機械的な安全装置としても機能する。

(4) 制御盤 (写真4)



写 4 制御盤

制御装置には小型のシーケンサを使い、自動運転、手動運転ができるようになっている。

自動運転のときは、モータが0.5秒間過負荷の状態になるとショックリレーが働き、約2秒逆転し一度くい込みをはずす。その後、再度破碎を試みるようにプログラムされている。ハードウェア的な安全装置として、非常停止スイッチ、インターロック回路を組み込んである。インターロック回路は、正逆転が同時に起きることを機械的に抑止している。

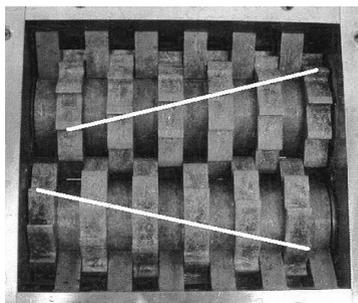
4. 工夫した点

初めの設計段階では、回転刃と回転刃の隙間は0.5ミリほどを考えていた。これは、0.5ミリ以上狭いと、私たちでは作ることができなと考へたからである。しかし、ハサミを参考にしながら、幾度も検討を重ねていくと、0.5ミリというのは、とても広い隙間だということに気がついた。

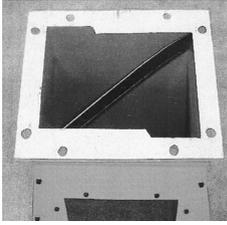
ハサミと同じ原理で破碎していくわけなので、思い切って0.1ミリの隙間で製作してみることとした。これは、大きなチャレンジであったが、成功の鍵となった。

回転刃は、どれも同じように見えるが、刃の位置をずらした3種類の回転刃を用意してある。

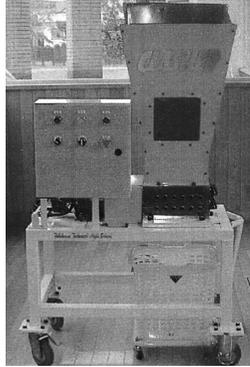
刃の位置をずらして取り付けることと、二つの軸の回転数を変えることで、スムーズな



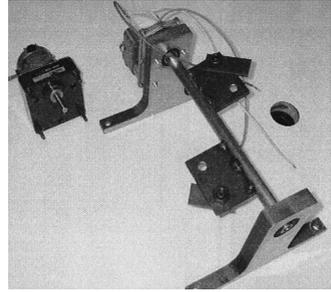
写 5



写 6



写 7



写 8

こと

巻き込みと、せん断を実現している。

ホッパー部分は、破碎物の食い込みをスムーズに行わせるために、色々な案が出されたが、最終的には、写真6のように対角線に板を渡すことになった。

こうすることにより、缶が横にならず傾いた姿勢となり、食い込みが連続的になり一応成功といえる。しかし、時には破碎されず、残ってしまう缶もあり、改良が必要となった。

5. 改 良

第1段階は完成としたが、現在も改良を加えている。課題の中でも一番の懸案であった、連続的な食い込みの確実性を実現するために、攪拌機の製作にチャレンジしている。

今考えている対応は、写真8のように破碎機の上部にステーを立て、モータで攪拌機を回すことである。モータの容量、攪拌機の大きさ、取り付け位置など、まだまだ研究しなければいけない事項が山積している。

また、攪拌機だけではなく、ホッパーの形状、回転刃の回転と攪拌機の回転のさせかたなど、最適化を目指し、制御系にも改良が必要と考えている。

6. 製作で得た成果は

●役に立つ機械、制御系を含めて作り上げた

●加工方法と図面の関連を深く学習できたこと

●軸と穴のハマアイを、1/100mmの単位で作りに上げたこと

●破碎されたアルミ缶は、これまでと比べて、約2倍の価値を生み出すこと

7. 今後の課題

滝川市役所を訪問した際に、カセットテープのような長い物を処理する機械がなく、破碎する装置の導入を検討しているという話であった。そこで今後、そのような物も破碎ができるように改良したいと考えている。

●回転刃の改良と、隙間0.5mmの部分を0.1mmに変更

●攪拌機の完成

おわりに

廃プラスチックの流れ、空き缶、ペットボトルの処理方法などについて、株式会社マテック、滝川市役所、周辺市町村から資料をいただいたことによって、この発表をすることができた。

また、製作にあたっては、遠藤工業、美唄工作所から貴重なヒントをいただいた。協力していただいた皆様に、感謝とお礼を申し上げます。