

# 未来を打ち抜く プレス加工技術

—後編—

イ レ ム 工 技 術  
Produced by Working Group 0

学生編集委員会（WG0）では、企画立案から取材、記事執筆にいたるまで、学生が主体となり活動を行っています。記事は1月号と6月号の年2回発行しています。今年度はプレス加工技術にスポットを当て、基礎的な技術から企業が取り組む最先端な技術まで紹介します。後編ではこれまでのプレス加工の歴史と今後の展望、そしてものづくり日本大賞を受賞したプレス加工技術についてお届けします。

## 〇〇〇はじめに〇〇〇

今年度の学生編集委員ではプレス加工技術を取り上げ、プレス加工の基礎的な部分から、各企業が行っている最新のプレス加工技術・製品について紹介しています。前編（1月号）<sup>1)</sup>では、プレス加工の基礎的な技術、そして環境に配慮した新たなプレス加工技術等について紹介しました。本編ではこれまでのプレス加工の歴史と今後、そして『世界一のものづくり』を掲げる石関プレジジョンで独自に行っている新しいプレス加工技術についてお届けします。

## 〇〇〇プレス加工の歴史<sup>2)</sup>〇〇〇

金属の棒や板を加熱し、叩いて伸ばしながら形を作る鍛造に1795年英国のJohn Bramahが作った水圧機を用いたのがプレスの始まりといわれています。1933年には英国のW. Wilkinsが両側駆動のクランクレス機構を考案し、この考案によって500トンプレスが作られました。1954年にはリンクモーションプレスがWeingarten社で作られ、プレスの高速化の先鞭をつけました。

1955年には米国の自動車工業の大規模な近代化がはじまり、大型機械プレスでトラックのサイドフレームなどの成形が行われました。大戦中は5000トン油圧プレスが航空機に使用する軽合金薄板の成形や鍛造に用いられていましたが、戦後は生産性の点から油圧プレスは次第に影をひそめ、機械プレスが主流を占めるようになりました。

近年のプレス加工技術は、より効率的な生産ラインを構築するためプレス機械の高速化が求められ、自動車業界では超大型3次元トランスファと大型全自動プレスラインを結合したコンビネーションラインなどを導入しています。また、エレクトロニクス工業の発達により、半導体のリードフレーム（図1）やコネクタなどのプレス加工では、ミクロン単位の精度が要求されるようになり、金型精度の維持を含めたプレス機械周辺機器・装置、型材料、被加工材

料、加工条件ならびに加工方法などの面で大きく進展しています。

## 〇〇〇石関プレジジョン<sup>4)</sup>〇〇〇

群馬県前橋市箕郷町の自然豊かな土地に会社を構える石関プレジジョン株式会社は2002年創業、従業員数18人の小さな会社です。電池メーカーや電子部品メーカー向けの金属部品製造を中心に行っています。

『世界一の製品づくり』をスローガンに、金型設計・製作からプレス加工・洗浄、さらにはメッキ、樹脂まで一貫して請け負っています。

また多列高速絞り加工、深絞り加工、リードフレーム加工、金属ケース加工、精密プレス加工などのあらゆるプレス加工技術を網羅しており、元気なモノづくり中小企業300社2009に選定されました。その他にも第3回ものづくり日本大賞 内閣総理大臣賞に選定されるなど石関プレジジョンはあらゆる賞を総なめにしています。

そんな会社を支えているのは『匠の五感』であると社長の石関誠二氏は語ってくれました。プレス加工の要ともいえる金型を設計、製作するためにはセンスが重要であり、



図1 プレスリードフレーム<sup>3)</sup>

匠の技が必要となってくるそうです。

その匠の技をもつ金型設計者が、石関プレジジョンには五人います。五人のうちの一人は社長自身であり、社長は『ものづくり名人』にも任命されています。他の四人も金型製作技能士試験に合格しており、群馬県での金型製作技能士五人のうち四人が石関プレジジョンの社員であるというのですから驚きです。

また、石関プレジジョンでは自社の技術と品質工学を融合させ、生産性向上のために研究開発に力を入れています。そのために積極的に産学連携を行い技術・製品の開発を同県内の大学や研究機関と共同で行っています。

このように石関プレジジョンでは社員全員が高い意識をもち、日々進歩し続けています。

### ☆多列高速絞り加工<sup>5)6)</sup>☆

一般的に切削などの他の加工法と比べて高い生産性を持つプレス加工ですが、石関プレジジョンで開発され、平成18年度の科学技術分野の文部科学大臣表彰を受賞した『多列高速絞り加工』では、従来の限界を超えた500rpm以上の速度で、3列同時に順送絞り加工を行うことにより、毎分1500個以上もの高い生産性を実現しています。その速度は大手鉄鋼メーカーの技術者をも黙らせてしまうほどの速さです。

図2は多列高速絞り加工により製造された製品です。この加工法で作られている単3型ニッケル水素蓄電池のプラス極の部品では、なんとシェア100%であり、スローガンの『世界一の製品づくりを目指す』を達成した製品であるといえます。

今でこそ500rpm以上の加工速度を達成していますが、開発当初の加工速度は200~300rpm程度で、1列での加工から3列同時加工を実現するためには、問題の解決におよそ10年間かかったそうです。

例えば、列の内側の製品と端の製品では、熱から生じる $\mu\text{m}$ オーダーの材料の膨張が異なるため、これにより生じる精度のバラツキを抑える必要があります。また、材料として、図3の帯鋼と呼ばれるコイル状に巻かれた長い帯状の金属板を用い、これをターンテーブルによって高速で供給し、加工していきます。しかしながら、送り速度が速くなると帯鋼が波打ってしまい、これもまた加工精度の悪化につながります。こういったトラブルを一つ一つ解決していきます。例えばこの問題では、材料の送りガイドやターンテーブルの巻き戻し、速度制御の工夫を施し、多列高速絞り加工が実現されたのです。

多列高速絞り加工の実現には、金型職人の『匠の技』が欠かせません。加工に用いる金型は、200点もの $\mu\text{m}$ オーダーの精度で作られた精密金型であり、職人技により作られています。この金型を用いることで、従来200万パンチごとに行っていた金型のメンテナンスが、1000万パンチごとと大幅な改善が可能となったそうです。

このような高い生産性を実現した多列高速絞り加工です

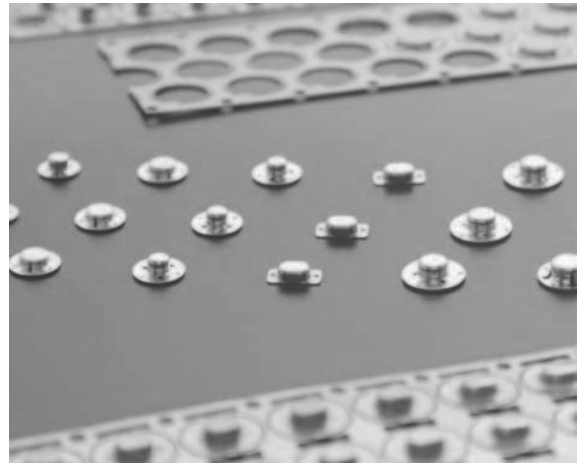


図2 多列高速絞り加工により製造された製品<sup>4)</sup>



図3 プレス機械へ高速で送られる帯鋼

が、石関プレジジョンでは、現在でもリード部分の削減を試みるなど加工法の改良を続けており、将来的には加工速度のさらなる向上も検討しているそうです。

### ●品質工学を導入した独自の研究開発●

石関プレジジョンでは開発型企業を目指し、匠の技と品質工学を融合させ、生産性の向上のための研究開発を行っています。品質工学とは高品質と生産性の確保を同時に実現するための技術的方法論<sup>7)</sup>であり、適切な変動因子を設定することで最低限の実験から多くの成果を得ることが可能となります。現在では多くの企業を取り入れている手法ですが、中小企業への導入は難しいとされています。そのような手法ですが、石関プレジジョンでは品質工学の重要性を理解し、導入を決めたそうです。

以下に現在石関プレジジョンで行われている研究開発について簡単に説明していきたいと思います。

### ☆ランプ用リフレクター☆

従来自転車のランプ、カメラのフラッシュなどに用いられている反射板は金属メッキ、樹脂凝着によって製造されています。石関プレジジョンではその製造を得意な絞り加工で行おうと技術開発を進めています。

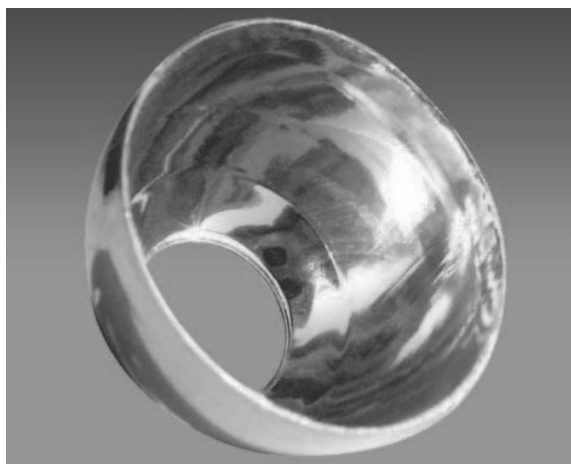


図4 絞り加工で作製されたりフレクター<sup>4)</sup>

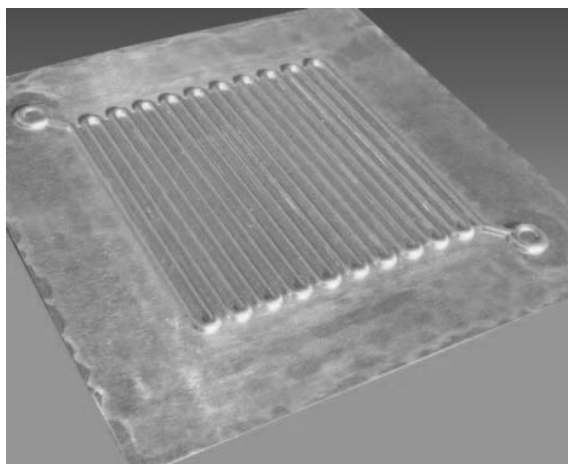


図5 プレス加工で作製されたセパレータ<sup>4)</sup>

現状では絞り加工後に表面処理(鏡面仕上げ)が必要となっていますが、最終的には絞り加工のみでの鏡面加工を目指しています。この技術開発が完成すると、従来品の1/5のコスト削減が見込まれています。

またこの研究は、品質工学の普及を広めようと旗振り役をしている群馬大学の久米原教授の指導のもと研究開発が進められています。県内初の中小企業への品質工学の導入成功例となるのではないかと関係者の期待は高まっています。

#### ☆水素燃料電池セパレータ☆

水素燃料電池は水素と酸素を反応させて電気を発生させるため、クリーン性や効率性に優れているとされ、自動車エンジン用などとして研究が進められています。セパレータはその中で水素と酸素を供給したり、発生する水を排出したりする流路となる板状の部品です。

従来「セパレータ」の製造は切削加工が中心であり、その製造コストの高さが課題とされてきていました。石関プレジジョンではその製造をプレス加工技術(絞り加工、コイニング加工)で大量生産しようと技術開発を進めています。

ここに品質工学を取り入れることで、平坦度や流路溝の深さなど技術開発の合理化を図っています。

この技術が完成すると、従来の1/100のコスト削減が見込まれています。

#### ☆その他の研究開発☆

石関プレジジョンのプレス技術を発展させ、従来切削工で製造している製品をプレス加工で、冷間鍛造加工で製造している製品をコイニング加工で製造することを実現しました。プレス加工によって製造することで従来加工法と比較して生産数が増大し、大幅なコストダウンが見込まれています。

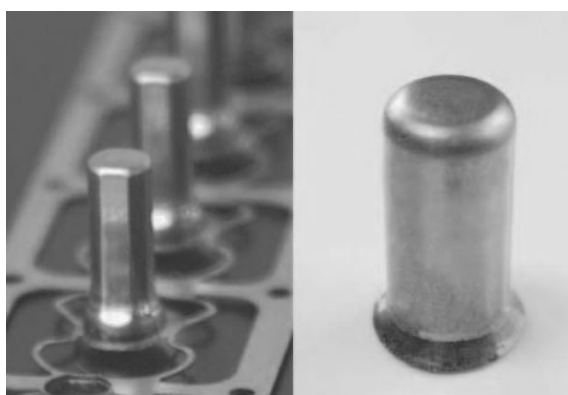


図6 プレス加工製品(切削代替品)<sup>4)</sup>



図7 プレス加工製品(鍛造代替品)<sup>4)</sup>

#### ☆インタビュー☆

ものづくりに対する考え方、職人による匠の技について、石関プレジジョンで、『現代の名工』にも選定されている、代表取締役・石関誠二氏、企画や運営を担当する、企画室室長・石関成彦氏にお話を伺いました。

Q. なぜ御社でプレス加工を始めたのでしょうか?

ものを速く正確に作る方法として、プレスがまず挙げら

れるんだよね。試作を作るときは削りだす場合もあるけど、それだとどれだけ時間がかかるか……でもプレスだと多列高速絞り加工のように1秒に10回も落とせるわけだよ。機関銃より速いだよ。だからものを作る速さは、一番プレス加工が得意としているんじゃないかなと思うんだよ。

Q. プレス加工でものを作る上で、こだわっていることはありますか？

一番こだわるのは、やっぱりバラツキを抑えることかな。バラツキの少ないものの方がお客さんも使いやすいし、お客さんの方を向いて仕事するっていうのが一番のこだわりだな。ある会社から0.2mmの板厚を半分にするような加工の依頼がきて、それは物理的に無理だから、できないって断ったんだけど、金属っていうのは変形させることによって組織が変わるんだよね。加工硬化するから加工が進まない。金型が壊れるか材料が壊れるか機械が壊れるか。物理的に不可能なものは不可能なだから、それを証明してあげるのをお客さんに対するサービスで、実際に潰してみても潰れなかったということを見せてあげるんだよ。お客さんの要求に応える中で、社会に貢献できるっていうものが生まれれば一番いいと思うんだよ。

Q. プレス加工における『匠の技』とはどういった技術なのでしょう？

例えば、何工程かに分けて最終的に要求された三角の穴をあける場合に、最初に違う形状の穴をあけていて、その穴がいろいろ計算されて三角の穴になるんだよ。他の人を見ると最後にあけたって思うかもしれないし、そういうところがおもしろいよね。ものを作ることが最終的な結果なんだけど、その結果を出すための方法っていうのがいろいろあるし、その方法が一番適切かどうかっていうのは、作ってみて結果が出てくるわけだ。同じものでも人によっては、材料の違うところから品物を取ったり、いろんな加工方法があるんだよ。結局その品物にどういったものが要求されてるか、要するにコストであり品質であり、安く大量に作るかとか、少しでもイニシャルを安く抑えたいとかっていう、いろんなやり方・方法っていうのがある。そん中で適正なものを選んで実現させるっていうことだと思うんだけどよ。お客さんの要求事項を満足させるためのいろんな引き出しもってて、この要求にはその引き出しを使えばいいのかな。ものを作るためのいろんなノウハウをもって、それを組み合わせて現実の品物を作ることができるっていうことが、技術にイコールじゃないかと思うんだ。匠なんて誰がつけたんか知らねんだけどな(笑)

Q. 学会誌を読む学生に対して、メッセージをお願いします。

昔習ったことだと日本は貿易加工国、要するに材料を仕入れてそれを加工して、もの作って売って利益を得るって



図8 石関誠二氏、石関成彦氏と学生編集委員

いう……そういう風に教わったんだけど、あるゼミでそこには外国人の学生がかなりたくさんいて、日本人が少なかったってゆうゼミがあったんだよ。今はいろんな仕事とか出てきてるから、日本人のものづくりに対する関心はかなり低くなっちゃってるんかなって。そうすると日本のものづくりどうなんかなってのが不安だなあって思ってね。日本のいろんな技術もった人が中国とか海外に行って、いろんな指導して教えるのはいいんだけどさ、日本の空洞化はどうするんだっていうのが一番心配だよ。

ものづくりに携わってる人ってのは自分で何かを作ろうとして、それができたときの感動ってのは絶対あると思うんだよ。そういった感動を、まず忘れねえほうがいいかなって思う。勉強して自分で思ったとおりになんかできたときに面白いと思わない？ それまでが大変だけれどね。その大変さが大変なほど、うれしさが大きくなるんじゃないかな。だから工学部の人たちはぜひ、ものづくりのおもしろさを味わえるように、今まで以上力入れて勉強してもらいたいなって思うんだ。

### ○●○今後のプレス加工<sup>2)</sup>○●○

プレス加工のこれからの技術的な発展の方向を大別すると、高精度化、能率向上、新素材の開発が挙げられます。

高精度化についてみると、従来はプレス機械と金型と材料の精度を厳密に維持しながら高精度の加工を行ってききましたが、サーボプレスの出現により加工速度や位置決め精度を高レベルに制御することによって高精度の加工を可能としました。また、板厚一定を原則としていた技術から板厚を積極的に変える工法もみられるようになりました。

能率向上は、従来機械加工していたものをプレス加工したり、複数部品を一体化することにより加工能率の向上を図ることができます。また、絞りや打ち抜きなどの板金成形と冷間鍛造を組み合わせた複合成形による加工も一つの方法です。

さらに新素材の開発もこれからの課題であり、チタンなどの難加工材の成形や静水圧プレスなどの超塑性加工分野の加工技術の開発も積極的に進められています。

○●○お わ り に○●○

今回取材を行いました石関プレジジョンでは『夢を育むクリエイター～世界一知恵を絞るプレス屋～』というキャッチコピーのもと、社員全員が高い意識をもってものづくりに取り組んでいます。大きな夢をもってひたむきに努力することは日本のものづくりの原点であり、現在低迷しているといわれる日本のものづくりを復活させるためにも私たちが常に意識する必要があると感じました。

前編(1月号)と後編の2回にわたってプレス加工技術について紹介してきましたが、いかがでしたか。参考書では学べないようなプレス加工技術や、実際に現場で加工を行う際の苦勞を知ることができたのではないのでしょうか。今回は2社のプレス加工会社に対して取材を行いました。どちらの会社も独自の技術を作っていくことによって、未来の日本のものづくりを守っていききたいという熱い思いを感じることができました。読者の皆様にもこの記事を通して日本の未来を打ち抜くような熱い思いを少しでも抱いていただければ幸いです。

最後になりますが、ご多忙な中、取材および資料の提供にご協力くださいました、石関プレジジョン株式会社石関誠二氏、石関成彦氏に深く御礼申し上げます。

12月号に添付予定のDVD-ROMにさまざまなプレス加工の様子を取めたムービーが収録される予定です。

### 参 考 文 献

- 1) 精密工学会学生編集委員：未来を打ち抜く プレス加工技術—前編—, 精密工学会誌, 77, 1 (2011).
- 2) 経済産業省 特許庁：技術分野別特許マッププレス加工, <https://www.jpo.go.jp/shiryousonota/map/kikai21/frame.htm>, (2010.12.22).
- 3) DNP 大日本印刷株式会社電子デバイス事業部 <http://www.dnp.co.jp/semi/j/lead/index.html>, (2010.12.22).
- 4) 石関プレジジョン株式会社：<http://www.i-precision.co.jp/>, (2010.12.22).
- 5) 石関プレジジョン株式会社：世界一の製品づくりを目指して。
- 6) 独立行政法人 高齢・障害者雇用支援機構：技を支える 斬新な金型設計と職人技が融合した世界一の精密プレス技術, エルダー, No.360 (2009).
- 7) 品質工学会：Learn About QE 品質工学とは?, <http://www.qes.gr.jp/introduction/index.htm>, (2010.12.22).

—会誌編集委員 WG0 メンバー (平成 22 年度) —

石井利絵 (東京工業大学 M2), 遠藤崇訓 (埼玉大学 M2), 工藤良太 (東京大学 D2), 佐藤吉景 (千葉大学 M1), 杉原達哉 (大阪大学 D1), 高野広樹 (埼玉大学 M2), 中野晃太 (埼玉工業大学 B4)