

# 未来を打ち抜く

—前編—

# プレス加工技術

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，基礎的な技術から各企業が取り組む最先端な技術まで紹介します。本編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お届けします。

## はじめに

日本にはものづくりの文化があり，そのことが現代の日本経済を支えているといっても過言でないことは皆さんもご存知の通りです。そして，現代の生活でわれわれが使用しているもののほとんどが，機械加工によってできています。機械加工には切削加工や鍛造，溶接等さまざまなものがありますが，プレス加工は機械の上下運動のみで材料を打ち抜いたり，曲げたりすることで成形，接合等を行うことができる非常に興味深い加工法です。私たちがよくもち歩いている携帯電話やデジタルカメラの生産にも当然のようにプレス加工技術が用いられており，将来現れる新しい製品にもきっとプレス加工技術が利用されることでしょう。

そこで今年度の学生記事ではプレス加工技術を取り上げ，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ます。本編ではプレス加工の基礎的な技術，そして「美しいものづくり」を掲げる山陽プレス工業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。

## プレス加工とは<sup>1)~4)</sup>

プレス加工（press working）は，一組の対をなす工具を用いて工具どうしを強い力で押しつけることにより，工具の間に置いた金属その他の材料に成形荷重をかけ，材料の一部または前面に永久に維持する塑性変形を与え，せん断，曲げ，絞りなどの加工を行う加工方法です（図1）。一般には対となった工具のことを金型，加圧する機械のことをプレス機械と呼びます。今日ではプレス加工によって多種多様な加工品が作られており，特に工業製品の大量生産に大きく寄与しています。プレス加工によって大形の製品だけでなく，小形の製品も作製することができます。

プレス加工の最大の特徴として，切削加工と比べて大量生産に適することが挙げられます。すなわちプレス用の金

型を作製することにより比較的均一な精度の製品を多量に得ることができ，かつこの加工は比較的容易に自動化ができます。さらに作製する製品の数が多いほど生産性は高くなるためにコストやロスの削減につながっていき，また加工の速さも切削加工と比べて非常に速く，同一の製品を速く大量に作り出すことができます。それだけでなく加工硬化，析出硬化，残留応力などにより材料の材質が変化することも大きな特徴であり，製品の機能を害することも少なくないのですが，プレスで用いる素材は圧延などで十分に組織の改善が行われ，かつ素材表面あるいは内部の欠陥その他の改善が行われているなど，プレス加工の条件が妥当であれば材質を改善し，機械的性質の優れた製品を作ることができます。さらに切削加工のような切りくずを出す加工ではないので，切りくずとして捨てる部分が少ないことも特徴です。これ以外の特徴として，溶接作業との組み合わせにより複雑な形状の製品も得ることができる点などが挙げられます。このようにプレス加工は現在工業製品の生産に大きく寄与しています。

しかし，金型の製作に多くのコストがかかるために，多品種少量生産には向いていない特徴ももっています。基本的にプレス加工は塑性（柔軟で，一度固定された形が維持されること）があれば大抵の素材に利用できますが，特に

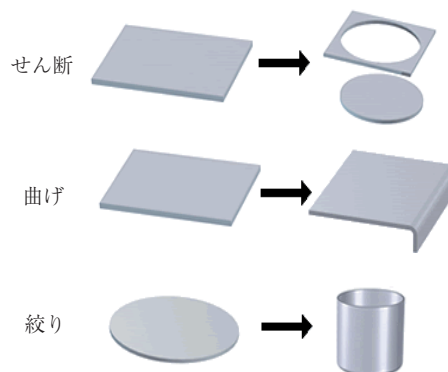


図1 プレス加工<sup>4)</sup>

金属加工(板金加工)が良く知られており、金属板を立体的に変形させることでさまざまな工業製品が製造されています。

今日では非金属材料としてセラミックスやゴム、ガラス、食物繊維、プラスチックなども用いられており、廃棄物の処理にもプレスが用いられることがあります。

### ●●●山陽プレス工業●●●

今回はさまざまな独自技術を有し、「美しいものづくり」をテーマにプレス加工を行っている山陽プレス工業株式会社にお話を伺いました。

山陽プレス工業は、光学機器、カメラ、自動車用メーター等を主体とする金型および精密プレス製品を製造する会社として、1947年に設立されました。その後、音響部品ヘッドシェル(図2)、携帯用音楽プレイヤー、携帯電話・デジタルカメラなどのデジタル機器、薄型テレビのスピーカーグリルなど、時代の移り変わりとともに常に最先端の製品をプレス加工によって作り上げてきました(図3)。

山陽プレス工業の掲げる「美しいものづくり」とは、単に形状や外観が美しいだけではなく、加工工程、環境への影響など、すべてに配慮した美しさだそうです。こういったこだわりの中で山陽プレス工業はさまざまな独自のプレス技術を育んできました。

### ☆ドライプレス加工☆

プレス加工では金型に材料を挟み込み、大きな圧力を加えることで製品を成形するため、金型と材料との間に非常に大きな摩擦力が加わります。この摩擦を低減するため、通常のプレス加工では潤滑油を使用して加工が行われます。この潤滑油は加工後の洗浄工程において洗い流されるのですが、この潤滑油と洗浄用溶剤は環境に対して非常に大きな負荷を与えています(図4)。

潤滑油を全く使用しないプレス加工は不可能である、というプレス加工業界のもっばらの常識に対し、山陽プレス工業が確立したのが「ドライプレス加工」技術です。このドライプレス加工では、金型にDLC(ダイヤモンドライクカーボン)皮膜を蒸着させることによって、金型表面にとっても滑らかで硬質な皮膜を作り、潤滑油を全く使用することなく摩擦を低減させプレス加工を行うことができます(図5)。このドライプレス加工では潤滑油を使用しないため、溶剤等による加工後の製品の洗浄工程がなくなり、生産コストや環境への負荷を大きく低減することが可能となりました。さらに、油剤との相性が悪い複合材料や、加工後に洗浄することのできない薄材(例:膜厚20 $\mu\text{m}$ のステンレスの板材)などのプレス加工による成形も、このドライプレス加工によって実現しました。

これまでの研究開発によって、現在ではドライプレス加工によって年間1万個以上の生産が可能となり、今後は電気自動車の部品の生産に展開していく予定だそうです。ま



図2 音響部品ヘッドシェル 会社設立当初の主力製品。たったの2工程で成型されている。

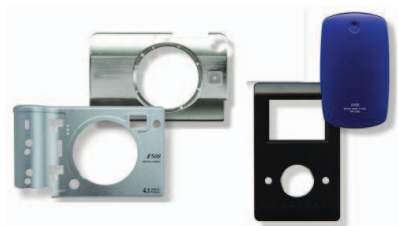


図3 外装プレス加工 現在は大手電器メーカーの製品の外装部品などを生産している。

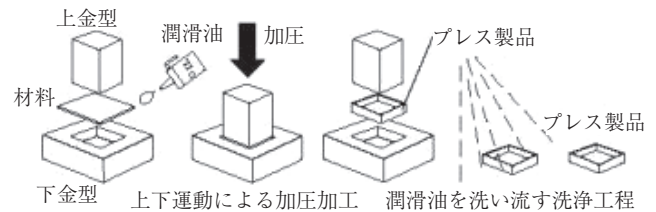


図4 通常のプレス加工<sup>5)</sup>

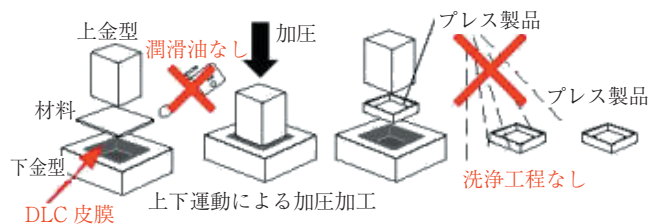


図5 ドライプレス加工<sup>5)</sup>

た、今日でも山陽プレス工業では、このドライプレス加工のさらなる普及のためにさまざまな研究開発を行っており、現在は膜厚1mm以上の製品のドライプレス加工による成形にチャレンジしています。さらに将来的には、日本の硬貨をすべてドライプレス加工によって生産する、という大なる野望も抱えています。

### ☆微細孔加工☆

薄型テレビなどのスピーカー部品の軽量化と新しいデザインの表現を実現するための技術が、微細孔加工技術で

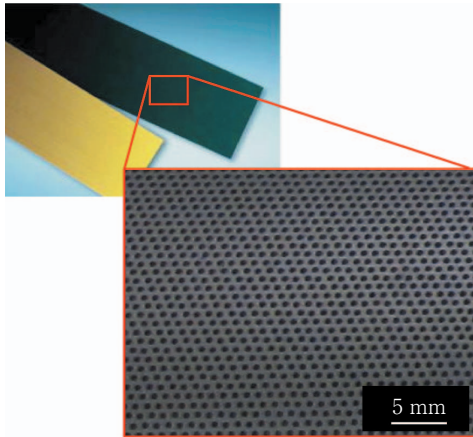


図6 スピーカーグリルとその拡大図 樹脂製のフィルム上に無数の孔が打ち抜かれている。

す。スピーカーグリルと呼ばれるスピーカーを保護するためのパネル部分の部品は、高級機種のテレビなどでは金属材料が、それ以外では布やプラスチックが主に使われていました。しかしながらコストや強度の面で難点があり、さらにテレビそのものの軽量化という動きのなかで、山陽プレス工業では樹脂フィルム材料を白化させずに微細孔パンチング加工する技術によって、フィルム製のスピーカーグリルを開発することに成功しました(図6)。このフィルム・スピーカーグリルは非常に美しい外観を有しているだけではなく、金属製スピーカーグリルで問題となる「びびり音」を抑制することができる、それまでネジ止めによって行っていた固定をシールによって行うことができる、コストを約3分の1程度まで低減できる、といったさまざまな利点を有しており、まさに美しさと機能を兼ね備えた製品となっています。

直径0.3~0.5mmの無数の微細な孔を、剣山のような金型によって打ち抜く微細孔加工では、いかにバリなしで孔を抜くかが重要となります。そのため、針状の金型の再研磨などといったメンテナンス技術に大きなノウハウがあるといいます。また、「抜きかす」と呼ばれる切りくずの処理についての対策が、製品の品質に大きな影響を与えるため、静電防止装置を設置する、金型内から抜きかすを排出する工夫をほどこす、といったさまざまな対策を施すことで、さらに高精度・高効率な微細穴加工を実現しました。

フィルム・スピーカーグリルは、生産工程にさまざまな工夫を施すことで、現在は一枚250円程度という驚くべき低価格で生産されているそうです。しかしながら、海外生産品との過酷な競争に打ち勝つため、さらなるコストダウンを目指しています。

### ☆独自の製品☆

山陽プレス工業は、さまざまな独自技術を開発しているだけではなく、非常にユニークな製品の生産も行っています。それが「オリジナルカードケース」と「オリジナルフリスクケース」です。オリジナルカードケースは、ドライ



図7 オリジナルカードケース プレス加工や表面処理技術などを駆使した、さまざまなデザインのカードケースが生産されている。



図8 オリジナルフリスクケース もととのロゴそっくりのフォントで好きな名前を入れることができる。

プレス加工技術を駆使して生産した非常にデザイン性の高いカードケースです(図7)。またオリジナルフリスクケースは、タブレットのフリスクのロゴデザインと同じデザインで名前を入れられるオリジナルケースという、非常に遊び心満載の製品となっています(図8)。山陽プレス工業では自社ブランド「SUNS」を立ち上げ、2000年よりこういった分野への挑戦をスタートさせました。

これらのオリジナリティあふれる製品は、素材の特性を生かしたデザインを知り、納得のいくまで製造過程を確認し、新しい技術をすばやく採用するといった、60年以上にわたって培ってきた経験が可能にした製品だそうです。また、アイデア次第で新しい製品はいくらでも創りだせる、という山陽プレス工業の信念を具現化した製品となっています。

### ☆インタビュー☆

山陽プレス工業株式会社のものづくりに対する姿勢やこだわりについて、社長の檜垣昌子氏にいろいろとお話を伺いました。

Q 「御社が提唱している、美しいものづくりとは具体的にはどのようなものでしょうか？」

檜垣社長：「弊社の掲げる“美しいものづくり”とは、単に製品の形状が美しいということではありません。デザイン・設計から作業工程、環境への配慮といった製品に関係する事柄はもちろん、経営のあり方についても他企

業を蹴落とすような方法ではなく、共生する、つまり人と人とのつながりを大切にしよう心がけております。これらすべてを含めた意味での“美しさ”です」

編集員：「なるほど。一貫して“美しさ”にこだわっているのですね。それでは具体的にどのような点に着目して、美しさを実現しているのですか？」

檜垣社長：「そうですね……製品に関係する事柄で最も重要なことは、作業工程の削減です。作業工程が多ければ多いほど、時間やエネルギーを無駄に浪費してしまい、コスト面も環境への影響面も負担が大きくなってしまいますからね。無駄な工程はないか、作業を短縮できる方法はないか、日々試行錯誤をかさねています。その成果もあり、以前は15工程必要であった作業を、現在では12工程まで削減することができました」

編集員：「ということは、単純計算で20%ほど削減できたわけですか。すごいです！ そうなると、これほど削減できた理由が気になりますか……」

檜垣社長：「それはやはり“ドライプレス加工技術”の開発の恩恵が大きいでしょう」

編集員：「どらいぶれす？ これまでのプレス加工の歴史上では、聞いたことのない方法ですね」

檜垣社長：「それは当然かもしれません。ドライプレス加工、つまり潤滑油を使用せずに加工を行う技術は、弊社が考案し、長年の苦労の末に確立したものですからね。この方法を考案した当初は、プレス加工には油を使用するのが常識でしたので、そんなことは不可能だと、周囲からは言われ続けてきました。しかし、あきらめずに研究を重ね、今日の成果がでるまでに至ったわけです」

編集員：「努力が報われ、業界に誇れる独自技術を確立できたわけですね。しかし、檜垣社長はこれほどまでに苦労して得た御社独自の技術を、セミナー等を開催して他企業の方々にも情報開示をなさっていますよね？ 通常であれば、いわゆる“ライバル”に情報は渡したくないと思うのではありませんか？」

檜垣社長：「不思議に感じられるのも無理はありませんが、これは美しいものづくりを目指す上での“共生”の考え方に基づくものなのです。有用な情報は互いに共有し、この業界全体で発展していくことが重要であると考えているのです」

編集員：「……。感心して言葉もありません」

Q 「ドライプレス加工を考案した、きっかけのようなものはあったのですか？」

檜垣社長：「きっかけ、ですか……。ところで皆さん、海は好きですか？」

編集員：「え？ あ、はい好きです」

(心の声)：(イキナリですね……汗)

檜垣社長：「私も海が大好きなのです。昔、沖縄に行ったときに見たあの透き通ったエメラルドブルーの海！ きれいなサンゴ礁!! とても感動したのを覚えています。それから20年後、また同じ海を見に行っただけです」



図9 サンゴ礁の変化

……産業廃棄物によって海は汚され、サンゴ礁は壊滅していました(図9)。愕然とした私は、われわれのような企業が環境に及ぼす影響について、今まで以上に深く考えるようになりました」

編集員：「壊滅ですか……。心が痛みますね……」

檜垣社長：「本当に……。通常のプレス加工においては潤滑油が必ず使用され、潤滑油を使用すれば“洗浄”の工程が必要になります。この油と、洗浄に使用される塩素系の溶剤が主に環境汚染の原因となります。ですから私たちは、なんとか潤滑油を使わないでプレス加工が行えないか、と考えたわけです。ドライプレス加工によって油の使用と洗浄工程がなくなれば、環境への負担は大きく減少します。そもそも、企業は法が定めた廃棄物の基準値を守っていれば良いというわけではなく、環境に対してできる限りの配慮をしなければならないのだと思います」

編集員：「おっしゃる通りです。ドライプレス加工技術誕生の背景には、美しい海の痛々しい変貌があったということですね」

檜垣社長：「はい。ですが、きっかけはそれだけではありません。先程申しました通り、洗浄工程では塩素系の溶剤を使用しますので、身体に悪影響を及ぼす可能性がありました(図10)。ですから、弊社では洗浄室への女性の立ち入りを禁じておりました。また、先代の社長、つまり私の父は、社員の身を案じて自分一人で洗浄工程を行っておりましたので、それを見ていた私はとても心配で、洗浄工程なんてなくなれば良いと、いつも思っておりました。このこともドライプレス加工技術を確立していく上で、大きな原動力となりました」

編集員：「ということは“夫婦愛”がドライプレス加工技術の誕生を後押ししたのですか！」

Q 「御社が製造しているスピーカーグリルが、有名な大手メーカーのテレビに使用されているとのことですが、その点に関するお話をお聞かせください」

檜垣社長：「スピーカーグリルは以前、布やプラスチック、金属でできており、取り付けはネジ止めが一般的でした。これらには、破れやすい、見た目が悪い、音質を損



図10 人体に有害な溶剤



図11 檜垣昌子社長 (前列中央) と学生編集委員

ねる、重量が重いなどの欠点が存在しました。この欠点を解消するために、弊社では微細孔加工技術を用いて樹脂にプレス加工を施し、取り付けもテープのみで行える、コストパフォーマンスの良いスピーカーグリルを生産しております」

編集員：「有名な大手メーカーに出荷しているということは、やはり利益率も大きいのでしょうか。ずばり、御社のスピーカーグリルの原価率はどのくらいなのでしょうか？」

檜垣社長：「105%です！」

編集員：「え!? 原価割れしているのですか? つまり、この製品に関しては“赤字”だということですよね?」

檜垣社長：「残念ながらその通りです。海外企業の成長、円高などの事情が重なって、現在は原価割れの状態で生産しています。メーカーさんからも、お願いされておりますので」

編集員：「なるほど。利益だけではなく、人と人のつながりを大切にする精神は、こういったところにも表れているのですね！」

### ○○○お わ り に○○○

ものづくりによって日本の産業が発展したことは事実ですが、それによって環境が破壊されてしまったこともわれわれ工学に携わる人間は深く心に刻み込まなければなりません。今回紹介したような環境に配慮したものづくりに対する姿勢は、未来の日本や地球を守るためにも、私たちがものづくりを続ける上で基本とすべき考え方であると感じました。

さて、後編(6月号)では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最新のプレス加工技術について紹介します。

最後になりますが、ご多忙中、取材および資料の提供にご協力くださいました、山陽プレス工業株式会社 檜垣昌子氏に深く御礼申し上げます。

### 参 考 文 献

- 1) 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/shiryou/s\\_sonota/map/kikai21/4/4-1.htm](https://www.jpo.go.jp/shiryou/s_sonota/map/kikai21/4/4-1.htm), (2010.10.6).
- 2) 平井三友, 和田任弘, 塚本晃久：機械工作法, コロナ社, (2000).
- 3) ウィキペディア：<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%97%E3%83%AC%E3%82%B9%E5%8A%A0%E5%B7%A5>, (2010.10.6).
- 4) 株式会社 NTT データエンジニアリングシステムズ：プレス金型の基礎, <http://www.nttd-es.co.jp/e-trainer/jp/press/kiso/e-edition/chapt-01/index011.htm>, (2010.10.6).
- 5) 山陽プレス工業株式会社：ドライプレス加工, <http://www.sanyo-stamping-ico.jp/dry/dry.html>, (2010.10.6).

— 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)