

# 産学連携による実践的技術者の育成

## — 豊橋技術科学大学 塑性加工研究室 —

豊橋技術科学大学 教授 森 謙一郎

豊橋技術科学大学塑性加工研究室は自動車の軽量化を目指して研究を行っており、ハイテン（高張力鋼板）、アルミニウム、マグネシウム、チタンなどの軽量材料の成形、中空部品、テーラードブランクなどの軽量構造部品の成形法を開発しており、それらを紹介する。

### 1. はじめに

当研究室は豊橋技術科学大学工学部生産システム工学系に属している。豊橋技術科学大学は高専卒業生を主に受け入れる大学として昭和51年に創設され、80%の学生は高専卒業後3年次学生として編入してきて、修士課程までが一般的なコースになっている。本校は工学部だけの単科大学であり、高専卒業生が主体であるため、ものづくりに興味を持っている学生が多い。また、4年生の卒業直前に2か月間のインターシップが必修になっており、学生は産業界での実務を経験する。生産システム工学系は、応用機械工学をベースとしており、加工学、材料学、生産計画学の講座で構成され、当研究室は塑性加工研究室と呼ばれ、精密加工研究室、接合加工研究室とともに加工学講座に所属している。生産システム工学系は、来年度改組して機械工学系になる。

教員は森謙一郎教授、安部洋平講師、前野智美助手であり、学生は修士課程2年生7名（留学生1名）、1年生7名、学部4年生8名（留学生1名）である。修士課程までが一般的なコースであるため、2学年となる修士課程の学生数が多いのが本学の特徴である。

愛知県の工業生産高は日本一であり、その半分ぐらいが自動車関連産業である。自動車部品の製造には塑性加工が多く用いられており、塑性加工が非常に盛んな地域であり、研究室においても産学連携研究を積極的に推進している。産業界から実際的な情報が入ってくる環境にあり、必要性が明らかである研究テーマが多く、学生が企業の技術者と対等にディスカッションをしており、学生の研究に対する意識も高くなる。加工関係の仕事に従事する卒業生が多く、実践的技術者として活躍している。

### 2. 軽量材料の成形法

ハイテン、アルミニウム、マグネシウム、チタンなどの軽量材料に関して次のような成形技術を開発している。

- 1) ウルトラハイテンのプレス成形性向上
- 2) セルフピアッシングリベット及びメカニカルクリンチングによるアルミニウム合金板とハイテンの接合
- 3) ウルトラハイテンの温・熱間プレス成形
- 4) 通電加熱を用いたウルトラハイテンの温・熱間せん断加工
- 5) アルミニウム合金鋳物の熱間スピニング加工
- 6) アルミニウム合金の熱間鍛造におけるモーショントリプル
- 7) マグネシウム合金板の冷間プレス成形
- 8) チタン板の多段深絞り加工

最近ハイテンの自動車部品への利用が急増しており、その成形技術を中心課題として研究を行っている。ハイテンの強度は大きく向上しており、引張り強さが1GPaを超えるウルトラハイテン材も開発されるようになってきている。ウルトラハイテン材は非常に高強度であるが、成形荷重が高くなって除荷時のスプリングバックも大きくなり、形状凍結性が低い。また、常温においては延性が低く、成形中に破断を生じる。板材はせん断加工された後にプレス成形されるが、曲げ加工において伸びフランジ変形が生じるような場合、角部に引張応力が作用して、延性が低い高張力鋼板では割れが生じやすい。高張力鋼板では、割れ感受性が大きいので、せん断加工された切口面の性状によって割れ発生は影響を受けるが、切断面では表面が粗い

破断面が多く現れ、プレス成形性を一層低下させる。そこで、図1に示すテーパーパーンチによって破断面にせん断と圧縮を加えて平滑にして、ウルトラハイテンの成形性を向上させている。

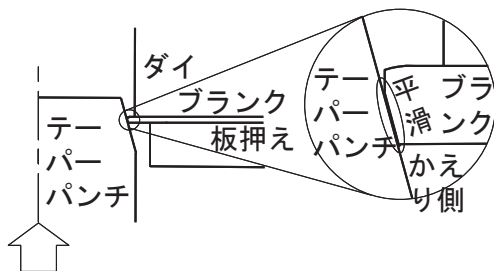


図1 ウルトラハイテンの伸びフランジ成形性を向上させるテーパーパーンチによる破断面平滑加工

ハイテンは高強度であるが、加熱することによってスプリングバック、延性などの問題点が解決されるため、温・熱間プレス成形が注目されている。熱間プレス成形においては、ダイスによる急冷で焼入れも行うダイクエンチ法も開発されており、成形品の引張り強さが1.5GPaにも達している。

温・熱間プレス成形では、一般に高温炉によって鋼板を加熱しているが、板材を炉から出してプレス成形するまでに温度が低下する問題がある。また、高温状態で空気に触れるため、板材表面の酸化が問題となっている。そこで、急速通電加熱を利用した温・熱間プレス成形法を開発した(図2)。型内にセットした状態で板材に通電して加熱し、直後に成形する。約2秒で800℃に加熱することができ、加熱装置とプレスの連動により加熱後0.2秒で成形が行える。

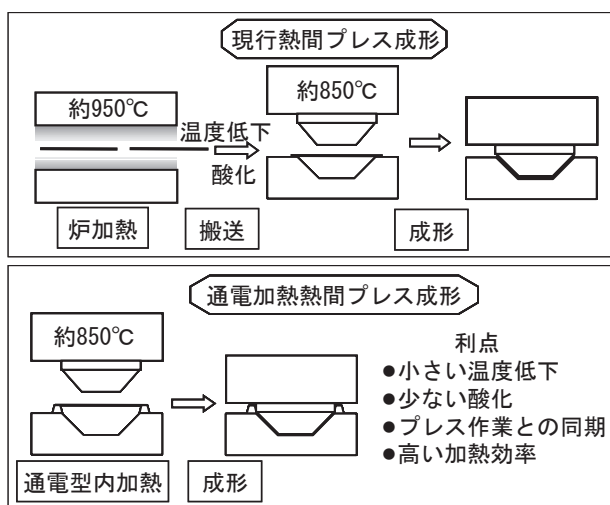


図2 急速通電加熱を利用した熱間プレス成形法の利点

### 3. 軽量構造部品の成形法

中空部品、テーラードブランクなどの軽量構造部品に関して次のような成形技術を開発している。

- 1) 板鍛造による局部増肉テーラードブランクの成形
- 2) ホイールディスクの角部増肉プレス成形
- 3) アルミニウム管の熱間ガスフォーミング
- 4) 管材の内圧振動ハイドロフォーミング
- 5) 薄肉部品の荷重振動鍛造
- 6) 自動車用エンジン中空弁の多段プレス成形
- 7) 押し出し加工における金型の弾性変形の制御
- 8) 摩擦圧接されたテーラードビレットの鍛造加工

構造を最適化することによって部品の重量を低減することができ、自動車に中空部品が多く採用されるようになってきている。中空部品の成形法としてチューブハイドロフォーミングが注目されているが、アルミ合金のような延性が低い材料ではほとんど張出すことができない。そこで、図3に示すような熱間ガスバルジ成形を開発している。管材を急速通電加熱して軟化させるとともに延性を向上させて、空気圧で張出しを行っている。

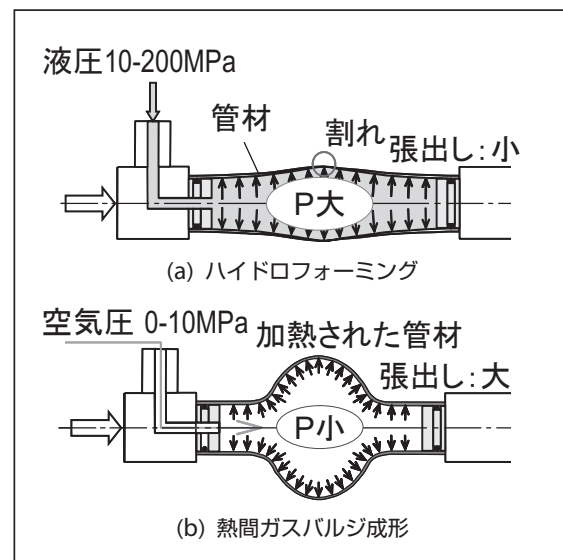


図3 管材のハイドロフォーミングと熱間ガスバルジ成形の比較

### 4. 研究設備・装置

研究室では次のような装置を有しており、ほとんどの装置は数年以内に購入した新しいものである。

- サーボプレス (80tf、150tf)
- 精密万能試験機 (25tf・2台、5tf・1台)



写真1 左より、100tf 油圧サーボ万能試験機、2台の25tf 精密万能試験機、80tf サーボプレス、通電加熱用電源などが設置されている実験室

- 油圧サーボ万能試験機 (100tf)
- 通電加熱用電源 (2台)
- 小型圧延機
- しごきスピニング加工装置
- カラーレーザー顕微鏡
- 走査電子顕微鏡
- デジタルマイクロスコープ (2台)
- デジタル光学顕微鏡
- デジタル表面粗さ測定器
- レーザー式3次元形状測定器
- 熱機械分析装置
- サーモグラフィー
- 超音波厚さ計
- 硬さ試験機
- 各種高温炉
- 旋盤
- ボール盤
- ファインカッター

写真1は実験室を撮影したものであり、サーボプレス、精密万能試験機等が撮影されている。学生には

1人1台のLANに接続されたパソコンが供与されており、研究活動に使用されている。企業との共同研究が多いため、試験材料だけでなく、金型も企業から供給され、実験が行いやすい環境にある。

## 5. 行事

研究打合せのミーティングが週1回、塑性加工、コンピュータ、TOEICなどの勉強会が適宜行われている。また、近隣地区に塑性加工関連の工場が多数あるため、研究室で年に1、2回塑性加工の工場を見学している。レクリエーションとしては、4月の新入生歓迎花見、連休前のロボット競技、就職決定・追い出しなどの各種コンパ、ソフトボール、サッカー、バスケットボール、スノーボード、サイクリング、水泳、小旅行などが行われている。写真2は毎年夏休み前に大学近くの海岸で行っているバーベキューであり、太平洋を望みながら食べたり飲んだりして賑やかに過ごす。



写真2 夏休み前に大学近くの海岸で行っているバーベキュー

研究室に関する情報は以下の研究室ホームページから得ることができる。

<http://plast.pse.tut.ac.jp>