

地域連携スマート金型技術研究センターと衝撃分野の研究紹介

地域連携スマート金型技術研究センター / 工学部機械工学科 山下 実

1. はじめに

我が国にとって「ものづくり」は最重要生命線であり、そのため優秀な技術者を高等教育機関が中心となって産業界に輩出し続けなければならない。基礎知識や専門知識を駆使して諸問題の解決を図る力の取得には、現場、現物で知識応用力も併せて身に付ける実践教育が有効である。

岐阜大学では、地元金型産業界、大垣市、岐阜県の支援を受け、文部科学省科学技術振興調整費事業の採択により金型創成技術研究センターを2006年に設立、その後、次世代金型技術研究センターを経て、2018年4月より現在の地域連携スマート金型技術研究センターに至っている。

当センターでは、金型や生産技術に関する研究以外に、ものづくりのマザーツールである金型を題材とした実践教育カリキュラムを構築し、改善を加え運用していることが大きな特徴である。

本稿では、まず当センターの概要を述べ、実践教育についてはやや詳細に紹介し、著者の専門である衝撃塑性分野について、衝撃接合の話題を紹介させていただく。

2. センターの概要

当センターは、ものづくり産業界への貢献を目的とし、表1に箇条書きで示すように、4つの研究部門に加えて人材育成と地域連携を担う2部門から構成される。

表1 センターの部門と概要

加工技術研究部門 部門長: 上坂裕之教授	各種材料の塑性加工, 射出成形, ダイカスト, 切削, 研磨などの基盤技術開発を行う。
3D 造形技術研究部門 部門長: 新川真人准教授	金属 3D プリンタ等を活用する高性能部品の積層造形技術の開発を行う。
設計技術研究部門 部門長: 屋代如月教授	製品や部品の高信頼性設計技術の開発を行う。
データ解析技術研究部門 部門長: 山本秀彦教授	センシングと加工・設計・造形へのフィードバック技術の開発を他の研究部門と連携して行う。
人材育成部門 部門長: 吉田佳典准教授	学生対象の教材開発と実践教育を行う。学生は, 塑性加工や射出成形の金型設計～量産までのプロセスを学ぶ。
地域連携部門 部門長: 王志刚教授	ぎふ技術革新センター運営協議会, 次世代金型研究会等と連携し, センターの研究成果の社会実装と社会人のリカレント教育を行う。

研究部門を製品設計～量産加工のものづくりの流れと製品稼働時について図1に示す。それぞれの工程や製品稼働中において、センシングによるデータの取得、信号処理の結果として製造条

件などについてフィードバックが行われるイメージである。

地域連携スマート金型技術研究センター Center for Advanced and Smart Die Engineering Technology (G-CADET)

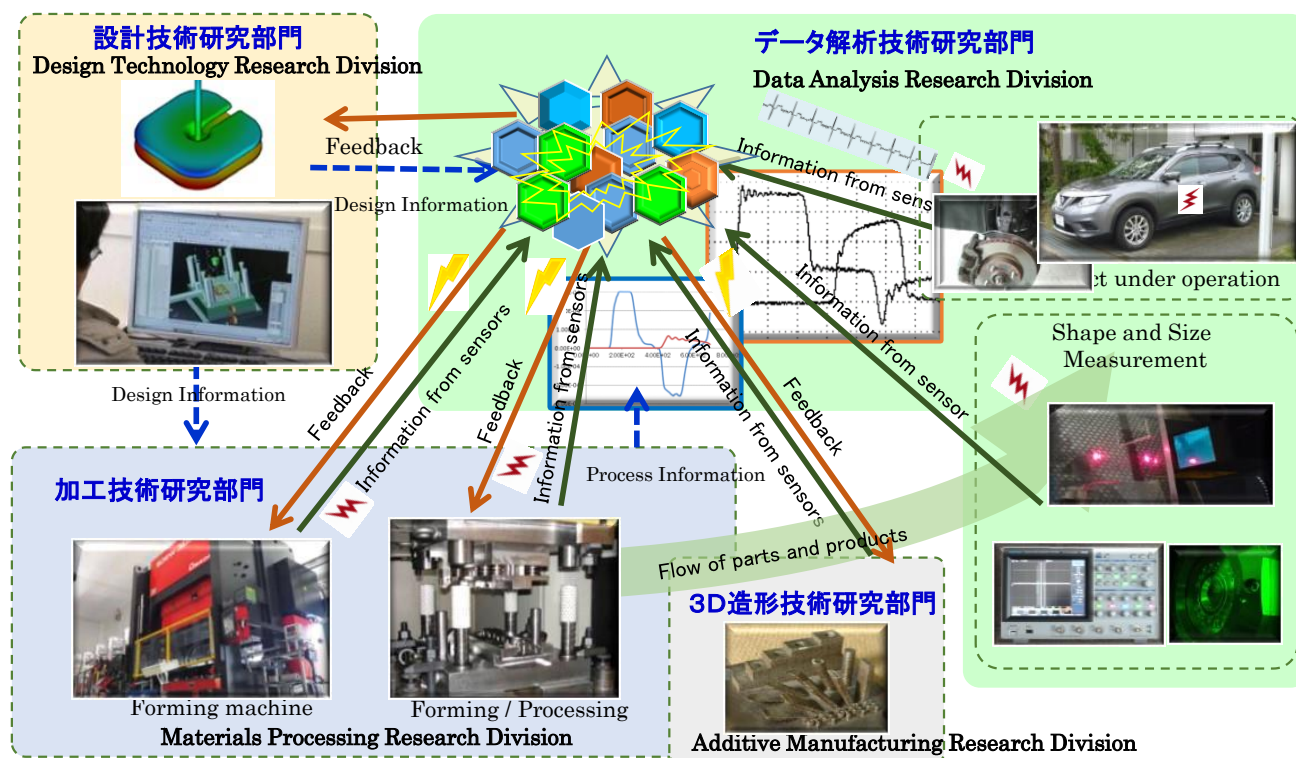


図 1 研究部門の概要図

3. 金型を題材とした実践教育

4 年生の学生と大学院修士課程生向けのカリキュラムを運用している。表 2 に学部生に対するカリキュラムの進行を、板金プレス成形と樹脂射出成形金型の 2 コースについて示す。学部生は後学期に受講し、大学院生はその発展カリキュラムを前学期に受講する。実践教育で行っている射出成形の CAE、マシニング加工と完成したプレス金型を一例として図 2 に示す。

特に 4 年生の実践教育カリキュラムでは、日本金型工業会主催の「大学金型グランプリ」(毎年 4 月開催)の課題に取り組んでいる。大変ありがたいことに「INTERMOLD (金型加工技術展) / 金型展」で発表、展示の機会を頂戴しており、プレス金型部門と射出成形の両部門に参加している。今回はプレス金型部門で金賞、射出金型部門で銀賞をいただいた。

表 2 カリキュラムの進行

日程	科目	内 容
10 月初旬～中旬	金型概論	板金プレス加工の基礎: プレス機械, せん断, 絞り, 曲げなど 射出成形の基礎: 射出成形機, ゲート・ランナー, 金型温度など

	金型設計基礎	板金:成形材料の塑性特性, 順送金型の基本設計法, 金型材料の選択など 射出:製品配置, 金型分割面, 入れ子金型, エジェクター, 冷却方法など
10 月中旬～11 月中旬	金型設計実習	金型の設計 CAE 解析に用いる金型 3D データの作成・計算・金型寸法形状の決定
11 月中旬～1 月中旬	金型加工実習	加工法案(加工機, 刃具等)の検討 CAM データの作成(最適ツールパスの検討, 加工シミュレーション), マシニングセンタ等による加工, 手仕上げ
1 月中旬～2 月中旬	成形加工実習	成形トライ(寸法測定, 外観品質の確認, 不具合現象の確認), 不具合対策案検討, 金型の再設計と成形品の確認
2 月中旬～下旬	まとめ	資料作成, 総括, 演習成果発表会(学内, 3 月初旬)



図 2 実践教育における射出成形の CAE, マシニング加工および完成したプレス金型

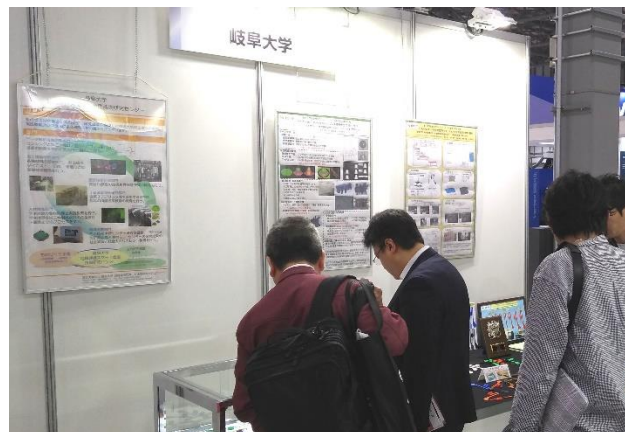


図 3 「大学金型グランプリ」での教育成果の展示

4. 衝撃せん断を利用した接合法の開発

接合プロセスを図 4 に示す. 高速せん断により昇温, 活性化した新生面を生じさせ, その面同士をオーバーラップさせて摺動させることによって板の端面同士で接合させる^{1, 2)}. 図 5 に示す衝撃試験機に図 6 の接合装置を取付け, 落錘をせん断パンチに 10m/s で衝突させた. 図 7 は軟鋼板(3.2t)とチタン板(3.0t)の接合板である. 接合境界を図 8 に示す. 表面近傍では接合しないため, 中央部分をワイヤー放電加工機で切り出して引張試験片を製作した. 図 9 に破断させた試験片を示す. 接合効率が 100 %の場合, 軟鋼材側でくびれて破断する. 三点曲げを行った結果を図 10

に示す. 降伏強度の差がやや大きいため, 曲げ試験中, 塑性変形は軟鋼のみに生じ, 板はアンビル上を滑ってしまった. 境界部は健全性を保った.

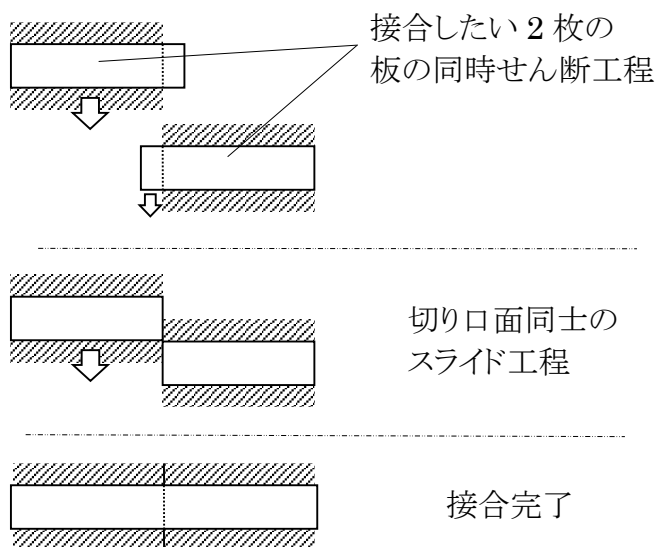


図4 衝撃接合プロセス



図5 落錘衝撃試験機



図6 衝撃接合装置



図7 軟鋼とチタンの接合板



図8 接合境界



図9 引張試験結果(軟鋼で破断)



図10 曲げ試験(降伏強度の小さい軟鋼で変形)

文献

- 1) 山下実: 特開 2016-078061, 「板端面衝撃接合方法および金属板端面接合体」
- 2) M. Yamashita, et al: Impact Joining of Similar and Dissimilar Metal Plates at their Edges, Materials Science Forum, Vol.910 (2018), 25-30.