



アラカルト

若手研究者・技術者へのメッセージ-26

失敗を恐れず挑戦

Challenge without Fear of Failure

石川孝司

Takashi Ishikawa

中部大学
工学部機械工学科
教授



1 まえがき

著者は、大学の教員として40年間に亘り名古屋大学と中部大学に勤め、ものづくり基盤技術として重要な塑性加工について教育・研究をしてきた。過去を振り返り回想録として記すことで若い人たちに参考になることがあれば幸いに思う。

著者が大学に入学した1969年の頃は、各家庭に自家用車が広まり始める時代でモータリゼーションと呼ばれている。名古屋大学工学部では、学部4年生に研究室に配属になり卒業研究を始めるが、もともと自動車に関わる仕事に携わりたいと考えていたので塑性加工の研究室（鉄鋼加工工学講座；戸澤康壽教授）を選択した。当時の名古屋大学工学部金属学科および鉄鋼工学科ではほとんどが金属・鉄鋼に関する研究をしていた。4月の研究室配属後いくつかの卒業研究のテーマの中から自動車に関係ありそうな深絞り加工に関するものを選択した。ところが、8月に新日本製鐵（株）（現：新日鐵住金（株））名古屋製鉄所にて工場実習をすることになり、冷間圧延板の幅方向の板厚分布（板プロフィール）と、その素材に対応する熱間圧延板の板プロフィールとの関係を調査するテーマを行なった。結果を報告書にして戸澤教授に提出したところ、教授から研究室でも圧延板のプロフィールに関する研究をやっているので卒業研究のテーマを変更しようと提案があった。自動車に関わる仕事からやや離れる感があったが、これから圧延研究がスタートし、大学院生としてさらに大学教員としての研究人生が始まった。研究分野も圧延から鍛造に幅を広げていった。「失敗を恐れず挑戦、何事にも一生懸命、国際人、出合いを大切に」をモットーとしてやってきたつもりである。

2 チャレンジングな研究

研究というのは常にチャレンジングなものであるが、著者の研究の中で特に苦労したものを紹介する。

2.1 多点同時測圧ピン法による圧延圧力分布測定¹⁾（1980年ころ）

当時、板圧延の3次元解析結果の検証方法を模索しており、圧延圧力分布の直接測定を試みることとなった。1本の側圧ピンによる圧力の測定方法はすでにあったが、幅方向多点同時というのはなかった。データロガーもなければパソコンもない時代なので、データ収録装置の手作りから始めた。ボードコンピュータをベースに多チャンネルのサンプリング回路を組み、動作プログラムを機械語で作った。失敗の連続であったがなんとか完成した。次はロールのセンサー部分の作製である。ロールにバレル方向に13個の穴を設けその中に先端径1mmのピンとロードセルを挿入した。大変だったのは各ピンの感度調整であった。ロール面からの突出量に敏感に影響されるので、13個分を調整するのは至難のわざであった。実験が成功した時の喜びはひとしおであった。この実験結果をもとに解析結果の検証もできた。

2.2 板圧延におけるロールギャップ上流の応力分布測定²⁾（1980年ころ）

2.1項で開発したデータ収録システムを利用してロールギャップ上流の応力分布が計測できないかと考えた。最初はだれからも賛同はもらえずそんなの無理だよとの意見であった。2軸のひずみゲージを板の表裏面に貼りその板をロールに挟んで圧延し移動距離とともにひずみの信号を収録し、応力に換算して分布を表示した。ロールギャップ内の塑性変形の影響がかなり上流まで影響していることを初めて明らかにし、さらに解析結果の検証ともなった。無理といわれた時に諦めずにやった（挑戦）のがよかった。

2.3 モアレ縞による板形状測定³⁾（1990年ころ）

圧延板の形状不良を非接触で測定する方法としてモアレトポグラフィ法に挑戦した。ある先生が表面の凹凸をこの方法で測定しているのを見て試してみようと考えた。試料のすぐ

上に透過部と不透過部が等間隔に配列構成された基準格子の上から点光源で照射すると試料上に縞状の白黒パターンを形成する。これを決まった位置より見ると等高線モアレ縞として観察できる。基準格子はテグスを使って手作りし、点光源やカメラの位置設定など試行錯誤が続いたが、二値化処理等の画像処理を駆使して板形状を表現することに成功した。これも挑戦したからこそうまくいった例である。

2.4 圧延板表面疵に関する研究⁴⁾ (2000 年ころ)

2000 年度から日本鉄鋼協会創形創質部会の中で、「表面疵発生過程予測技術の開発」研究会がスタートしその主査を任された。圧延板の疵は製品品質を著しく損なうので本研究に対する現場の期待は高かった。しかし、表面疵は一種の欠陥であり、実際の疵に関するデータを持ち寄ることは各社の技術レベルをさらけ出すことにつながるため、データがなかなか出て来ず研究会を続けていく上で苦労が多かった。議論を続けながら有限要素解析により疵の要因マップを完成させた。このマップにより圧延前の欠陥が圧延後どうなるかが明確になり、現場の人からも役に立つと評価された。これもまず解析にチャレンジしたことの成果であった。

2.5 加工発熱を考慮した冷間鍛造における寸法変化の予測⁵⁾ (2010 年ころ)

鍛造品の寸法精度に材料の弾塑性変形、塑性発熱、金型の弾性変形が影響する。それらがどう影響するかは解析でしかわからない。ただ、現状の有限要素解析の精度はその要因分析に耐えうるかどうか疑問であったが、実際の鍛造工程を入力して熱連成弾塑性有限要素解析を実施した。解析結果は予想以上に実験結果と一致し、金型の弾性変形の製品への転写量と塑性発熱で温度上昇した製品が冷却による熱収縮量のバランスで最終製品の寸法が決まること、またそのバランスを変えるためにサーボプレスが有効であることを見出した。

3 国際人を目指した挑戦

圧延解析の成果を国際会議で最初に発表したのは、1982 年にイギリスの Swansea で開催された NUMIFORM'82 であった。この会議は塑性加工の数値計算に関する会議で、有限要素法をはじめとした適用事例や開発状況が多数報告された。著者はこの会議に一人で参加し、会議後ケンブリッジ大学、オックスフォード大学、インペリアルカレッジを訪問し、ベルギーの大学、ドイツのマックスプランク研究所、アーヘン工科大学を訪問して帰国した。イギリスの鉄道のストライキや航空機の乗換え時のトラブルほかいろいろな体験をともなった3週間であったが、英語をもっと話せ、外国人との交

流ができないとダメだということを強く感じた旅であった。その後、圧延研究以外に研究の幅を広げるために鍛造分野に注目した理由の一つには、外国との交流をより積極的にしたいという思いもあった。鍛造分野では、ICFG (国際冷間鍛造グループ) という組織が毎年9月に総会を開催し、鍛造分野の研究状況の報告をしている。ここに参加すれば少なくとも毎年外国に出かけて行って世界をリードする研究者と交流ができる。1987年に日本塑性加工学会鍛造分科会に入会するとともにICFGに入れていただき、世界各地で開催される年次総会に毎年出かけて行ってすでに開始していた鍛造に関する研究成果を発表した。また、その頃から CIRP (国際生産工学会アカデミー) にも参加するようになり世界のリーダーたちとの交流もできるようになった。また、国際セミナーや国際会議の実行をいくつか手がける機会を得た。現在の若い研究者にもっと目を外に向け、国際的に活躍することを強く期待したい。

4 人材育成のプログラム作りへの挑戦

素形材産業のエンジニアの主な供給源は、大学、あるいは工業高等専門学校 (高専) であるが、高専はともかく大学においては実技教育よりも机上の講義が中心になりがちであり、実際にものづくりの現場に触れる機会は少ない。素形材の場合、高等教育機関における金属関連の学科は減少の一途を辿っていることから、このままでは我が国素形材産業の将来を担うエンジニアの輩出はますます困難になっていくことが考えられる。

このような状況の中で経済産業省の産学連携人材育成事業 (中核人材育成事業) に日本鍛造協会、日本塑性加工学会、名古屋大学が連携して作成した教育プログラムが採択され、平成21年度より実施された⁶⁾。このプログラムでは将来の鍛造業の中核を担う技術者 (実務経験5年程度) に対して、1年間に2日の科目を12コマ教育するもので、基礎理論は大学の教員が、実務教育の部分は企業の経験者が担当している。ここでの講義・実習の基礎部分 (名古屋大学で実施) に社会人 (20名) といっしょに学生 (6~7名) を参加させることで、鍛造技術を通じてのものづくりに対する意識を高め、数回のプレゼンテーションでコミュニケーション能力、発表能力等の向上を図ることをねらいとして、大学院修士課程学生を対象とする「鍛造特論」を創設して実施した。産学連携講義としては全国の大学でもユニークなものとして注目され、現在は岐阜大学に引き継がれて実施されている。著者は、本プログラムのカリキュラム/システム作成、講師人選から大学内への導入、単位化に貢献できたと思っている。

5 まとめ

若い時から自動車に関わる仕事がしたいとの希望を上記のような研究をすることで実現してきた。振り返ると、どうしたらよいか悩む場面に出会うことも何度あったが、挑戦しようという意思を持って一生懸命取り組むことで道が開けていったように思う。一生懸命やっていると周りからも自然と協力の手が加わった気がする。若い人たちに言いたいことは、失敗を恐れずチャレンジすること、そして仕事だけでなく色々なこと(遊びも含め)に対して常に一生懸命にやることである。若い人たちに「挑戦」と「一生懸命」の言葉を贈りたい。

参考文献

- 1) 石川孝司, 戸澤康壽, 中村雅勇, 加藤隆, 加藤憲明: 塑性と加工, 22 (1981), 816.
- 2) 石川孝司, 戸澤康壽, 中村雅勇, 加藤隆, 伊藤泰成: 塑性と加工, 22 (1981), 1030.
- 3) 石川孝司, 湯川伸樹: 塑性と加工, 33 (1992), 162.
- 4) 石川孝司, 湯川伸樹, 吉田佳典, 殿畑勇飛: 鉄と鋼, 89 (2003), 1142.
- 5) T.Ishikawa, T.Ishiguro, N.Yukawa and T.Goto: Annals of the CIRP, 63 (2014), 289.
- 6) 日本鍛造協会: 素形材, 50 (2009) 3, 41.

(2018年9月28日受付)