

# 冷間鍛造工程設計エキスパートシステム

大阪大学基礎工学部機械工学科

教授 小坂田宏造

(昭和63年度研究開発助成 AF-88018)

## 1. 研究の背景

最近、冷間鍛造分野に対してコンピュータ支援による自動工程設計システムを開発する試みが各方面で行われている。この試みを具体化する方法としてエキスパートシステムによる技術が検討されている。エキスパートシステムは本来、熟練者(エキスパート)による長年の経験と技術の蓄積である大量のデータ、及び、知識の積み重ねの上に成り立つべきものであり、データ蓄積と知識獲得がシステム全体の能力を決定する。しかしながら、冷間鍛造分野においては近年生産準備時間の短縮に対する要求の高まり、新製品、及び、新材料に対する需要の増大に伴ない必要とされるデータの蓄積、知識の獲得を行うことが困難な状況に陥っている。このためシステムの能力を左右する知識ベースは数少ない過去の経験に頼らざるをえず、システム全体の信頼性を損なう結果となっている。

したがって、冷間鍛造工程設計用エキスパートシステムを更に実用可能なものにするためには、信頼の置ける大量のデータを蓄積し、そのデータをもとに知識ベースを構築するとともに、その能率的な利用技術を確立することが必要である。

## 2. 研究成果の概要

本研究では、冷間鍛造工程設計用エキスパートシステムの問題点を解決し、更に信頼度の高い実用可能なシステムを構築することを目標とする。具体的には、次の二つの過程：

①信頼の置けるデータを蓄積し、データベースを作成する

②作成したデータベースから実際の知識として利用可能な知識ベースを構築する

を経て、冷間鍛造加工の中で特に代表的な加工法である前方、及び、後方押し出し加工に対する加工可能性評価システムのための知識獲得方法を開発する。

冷間鍛造加工の中で特に代表的な加工法である後方押し出し(図1)、及び、前方押し出し(図2)加工に対する加工可能性評価システムの信頼度を高めるために、①剛塑性FEMシミュレーションを用いてデータベースを作成し、②多変量解析による手法と、③ニューラルネットによる手法を応用して知識ベースを構築することを試みた。加工可能性評価システムは加工条件と加工可能性に関する知識をもとに構成され、与えられた加工条件で加工を行なったときの製品欠陥の発生の有無、工具破壊発生の有無を予測するシステムである。

①剛塑性FEMは、複雑な材料流れの解析、計算時間の短縮をはかることができるなどの利点を持

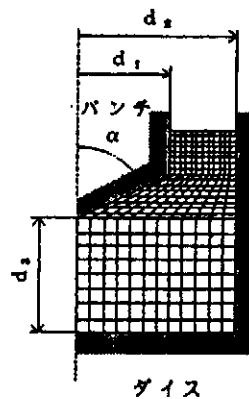


図1 後方押し出し加工

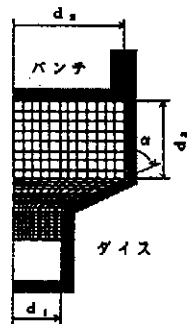


図2 前方押し出し加工

っており、計算精度も非常に高く、十分に実際の加工状態をシミュレートできると考えられる。

そこでシミュレーターに入力データとして加工条件を与え、出力データから加工可能性を判断し、加工条件と加工可能性を示すパラメータを一組のデータとする簡単なデータベースを作成した。

②多変量解析は多変量からなる多次元空間内のデータの処理に優れている。

従来、冷間鍛造工程における加工可能性と加工条件を示すパラメータは、多変量からなる他次元空間を構成しているためにその関係が複雑であり、加工条件から簡単に加工可能性を判断することが困難であった。そこで工具破壊発生の予測に対して重回帰分析、製品欠陥発生の予測に対して判別関数法を応用して知識ベースを構築する試みを行なった結果、有効な成果をあげることができた。

③ニューラルネットはより人間に近い能力を持つ情報システムを実現するために、人間の情報処理の中核である脳をモデルにして開発されてきたシステムである。ニューラルネットはまだ開発の緒にいたばかりであり、その能力は未知数であるが、応用例の1つとして、バックプロパゲーション型のニューラルネットによって、入力情報を学習することにより所定のカテゴリに分類する学習型エキスパートシステムを開発することが挙げられている。そこで、データベースをもとに、加工条件を入力情報、加工可能性を出力情報として学習データを与えることにより知識ベースを構築す

ることを試みた結果、鍛造加工での工具の破壊、製品の表面欠陥と内部欠陥の発生の有無の予測は多変量解析法よりも正解率が高く、効率がよいことがわかった。

本研究では、エキスパートシステムとFEMシミュレーションのような理論的な方法を統合したシステムを構築する試みを行い、簡単なデータベースを作成した。そして、作成したデータベースに基づき、多変量解析とニューラルネットワークの2つの方法を応用して知識ベースを構築することを試みた結果、どちらの方法を利用しても90%程度の信頼度で推定を行えることが認識され、エキスパートシステムと、FEMシミュレーション、多変量解析、及び、ニューラルネットワークを統合したシステムを開発することが可能であることが明らかになった。

財団法人天田金属加工機械技術振興財団の研究助成金を得、有意義な研究を進めることができたこと、また、この機会に研究室の設備の充実を図ることができ今後の研究実施に役立てることができ、ことに感謝の意を表します。

## 発表論文

- 1) 小坂田宏造、楊国彬：冷間鍛造用工程設計エキスパートシステム、平成元年度塑性加工春期講演会講演論文集（1989 - 5）、p467 - 470
- 2) 小坂田宏造、中村健志、楊国彬：FEMシミュレーションを用いた冷間鍛造エキスパートシステム、第40回塑性加工連合講演会（1989 - 10）、p543 - 546
- 3) 小坂田宏造、楊国彬、中村健志：ニューラルネットワークによる鍛造工程ルールの学習、平成2年度塑性加工春期講演会（1990.5）、p.511 - 514
- 4) G.B.Yang and K.Osakada：An Expert System for Process Planning of Cold Forging, Annals of the 3rd ICTP, 1990, in print
- 5) K.Osakada, G.B.Yang, T.Nakamura and K. Mori：Expert System for Cold Forging

Process Based on FEM Simulation,Annals  
of CIRP,1990,in print