

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 小島 久義

自動車産業は 1970-1980 年代に急速な発展を遂げ、それとともに自動車用鍛工部品・焼結機械部品の生産量も飛躍的に増大した。1990 年代から 2000 年にかけて、両部品生産量は定常状態に入ったが、自動車生産コンセプトの変革に応じて、部品製造技術もそれまでの量の視点から質の視点への転換が行われてきた。その中で、顧客対応の迅速化を図る生産方式の実現に向けた新しい動きが始まっている。本論は、メインラインの順序遵守率向上、生産リードタイム短縮など同期生産技術の確立を目指し、研究者が自ら行ってきた自動車部品生産に係わる数多くの塑性加工技術開発事例、粉末冶金技術開発事例を踏まえ、同期生産確立に不可欠な塑性加工ネットシェープに着目し、その要素技術の開発・適用を通じて、次世代の自動車部品製造の基盤となるべきネットシェープ技術を提案している。本論は、7章からなる。

第 1 章は緒言であり、これまでの自動車部品産業の推移、最近の自動車産業が目指している生産方式に関するコンセプトの概要、特に同期生産方式を例として、より高品質な自動車生産技術の必要性を述べている。

第 2 章は、この質的な自動車生産技術転換の必要性を、これまでに行ってきた部品製作事例を分析する中で、研究すべき具体的な開発課題として認知している。すなわち、ネットシェープ鍛造技術に関しては、広義の CAD/CAE としてのシミュレーション技術の開発とその展開、ネットシェープ粉体粉末冶金技術に関しては、焼結接合・アンダーカット成形技術の開発とその展開に集約できることを主張している。

第 3 章は、ネットシェープ鍛造のためのシミュレーション技術開発と適用について述べている。自動車鍛工品の代表格であるメインギヤを対象として、剛塑性シミュレーション技術と品質工学手法を組み合わせることで、ギヤ歯先プロファイル実験値を再現できる解析条件を探索した。その条件下で、ヘリカルギヤネットシェープ鍛造方案を最適化する手法を開発した。これにより、欠肉量を最小化するネットシェープ鍛造に成功している。

第4章は、ネットシェープ鍛造部品の最適化システムに関する研究であり、鍛造予備形状設計・金型設計を含む総合的 CAD/CAE の検討である。対象は、ホイールハブ部品ネットシェープ鍛造における型形状設計・金型摩耗量推定・粗地最適化・材料流動評価であり、一連の操作により、型摩耗最小化と最適ネットシェープ鍛造工程設計とを同時に行うことに成功している。

第5章は、ネットシェープ焼結接合に関する研究であり、焼結部品技術で最大の課題の1つである機械加工工程の省略による100%ネットシェープ粉末冶金技術の可能性を追求している。具体的にはこれまで焼結後の機械加工を不可欠としてきたアイドラースプロケットに注目し、使用する Fe-Cu-C 系合金粉末の最適組成比を、焼結時の熱膨張特性・スプロケット内外部材間の接合強さなどから最適化し、使用粉末の形状係数を3点曲げ試験の割れ限界たわみ量で決定することで、実体部品試験における静的ねじり試験・ねじり疲労試験にて実用化できる焼結接合プロセスを開発した。これにより全く機械加工工程なしにアンダーカット部品を開発できることを実証した。

第6章は、ネットシェープ粉末成形のフレキシブル化に関する研究であり、接合を用いずに複雑なアンダーカット部品を生産する成形法を提案している。新たに油圧サーボ式 CNC プレスを開発し、基礎実験においてプロセス工程の最適化をはかるとともに、ダブルチェーン・スプロケット部品を対象にして、開発した金型形状・成形工程最適化により、バリのないアンダーカット部品を生産できることを実証した。

第7章は総括である。

要するに、本論文は、自動車生産技術の質的転換をはかる上で不可欠な塑性加工ネットシェープ技術に着目し、それを構成する要素技術を開発、評価するとともに、新しい生産方法の提案、新規な自動車部品の製造を成功裏に行っており、材料加工学への貢献が著しい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。