

審査の結果の要旨

氏名 小野塚 英明

社会インフラ製品の主要部品や治工具等の製造ではミーリング加工が多用されているが、加工メカニズムが複雑なため、ノウハウや経験が長年にわたり重視されてきた。しかし、近年、切削モデルベースの力学的アプローチが、ミーリング加工のトラブルの解明と飛躍的な加工能率の向上を実現するための手段として注目されている。本論文では、エレベータの長尺レール頭部の高精度加工、金型の小径テーパ穴加工、マスダンパを有する正面フライス切削用のアーバの設計に対し、ミーリング加工プロセスの新たなモデリング手法を提案し、加工精度や工具寿命などの加工状態予測と加工能率の飛躍的な向上を実現するとともに、構築したプロセスモデリングの予測性、有用性を実証した。

論文は5章で構成されている。第1章は序論である。第2章では、エレベータの長尺レール頭部の高精度加工を平削りから正面フライス加工に転換するため、レール頭部の変位と切削力に関する新しい力学モデルを提案した。本モデルにより、5mの長尺レールを基準値以内の精度でセットすれば、十分な加工精度が得られることが明らかとなり、加工能率6倍の高精度な高速高能率加工を実現した。第3章では、金型の小径テーパ穴のヘリカル加工における力学モデルを構築し、これによりHRC58の高硬度材の小径穴を高速高能率加工する技術を開発した。ヘリカル送りの半径が非常に小さいため切削条件は大きな拘束を受けるが、力学モデルを用いた詳細な解析により、アップカットを採用すると工具の曲りが減少し工具寿命が延びることが明らかとなり、ダウンカットによる通常の加工法と比較し、工具寿命と加工能率が共に約2倍の加工法を実現した。第4章では、マスダンパを有する正面フライス切削用のアーバを設計するため、動剛性と静剛性を両立させるための力学モデルベースの最適化手法を提案し、高能率加工用防振アーバを製品化した。これにより、びびり振動を抑制し加工能率を6倍に向上させることが可能となった。最後に第5章では、結論と今後の展望を述べている。

本論文では、複雑な機械部品の加工に不可欠なミーリング加工を対象として力学モデルを構築し、それにより加工状態の予測と大幅な加工能率の向上を実現したもので、工業的な価値は非常に高い。また、3種類のミーリング加工に対し、加工精度や工具

寿命, びびり振動抑制に関する新しい力学モデルを構築し, その有用性を実証したことは, 工学的にも高く評価できる。

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。