

【学位論文審査の要旨】

(論文審査の要旨)

本学位申請論文に関して、3回の審査会および公聴会を開催し、論文内容に関する慎重な審査を行った。審査結果について以下のように報告する。

本研究では、ステンレス薄材のマイクロせん断加工において、切口面を全せん断面で加工可能な新工法の開発を目的とし、ダイ直径よりもパンチ直径を大きくする負クリアランスによる押し出し加工とせん断加工を組み合わせたハイブリッド工法を提案し、その有効性及び実用性について評価している。具体的にはオーステナイト系ステンレス鋼 (SUS304) を用いたプレス実験による切口面状態の評価、新工法における被加工材の変形挙動を有限要素法 (以下 FEM) によって解析し、新工法の破断抑制メカニズムの解明、さらに実用化に向けた金型形状やプロセス条件の最適化を行っている。研究成果を以下にまとめる。

1. 従来技術の仕上げ抜き法では切口面の破断抑制ができなかったのに対し、新工法においては破断を抑制できることを示し、その有効性を実験的に検証した。
2. 新工法における素材変形メカニズムを FEM 解析及び金属材料の微細構造を定量的に評価することが可能な電子線後方散乱回折 (以下 EBSD) を用いて分析し、新工法の負クリアランスと従来工法の仕上げ抜き法とでは、ダイ付近における被加工材の流動方向や流動速度が異なることを明らかにした。被加工材の内部では仕上げ抜き法では引張応力、新工法の負クリアランスでは圧縮応力が生じており、破断発生の指標となるダメージ値 (加工履歴に伴うひずみと応力の積分値) は新工法の方が小さくなることが分かった。さらに EBSD 観察結果からは新工法と従来工法とでは、パンチとダイの角部 (刃先) を結ぶ加工進行経路の Kernel Average Misorientation が異なることを明らかにした。
3. 全せん断面で加工可能且つ、パンチへの負荷が最小となるクリアランス値及び金型形状を探索した。切口面の破断を抑制でき且つパンチ荷重が最小となるパンチとダイの面取り寸法とクリアランスの最適値を FEM 解析で明らかにした。その条件でプレス打抜き実験を行い、10,000 ショットの加工に耐えられることを示し、実用化の可能性を見出した。

以上に示す成果より、切口面を全せん断面で加工可能な新工法を提案し、理論解析及び微細構造観察による変形メカニズムの解明と全せん断面加工を実施し、さらに量産技術としての可能性を示した。マイクロせん断加工に適した新工法の方向性

を示したことからマイクロプレス加工技術の向上に大きく貢献されるものであり、学術的に高く評価でき、工業的にも寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位を授与するに十分な価値があるものと認められる。

（最終試験および試験の結果）

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上（オンライン）で論文発表を行い、多数の学内外の専門家による質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に審査した結果、専門科目についても十分な学力があるものと認め、合格と判定した。