

冷間据え込み加工時の工具の熱応力と 変形の数値解析

明治大学 理工学部 機械工学科

助手 村田良美

(昭和63年度奨励研究助成 88031)

1. 研究の背景

塑性加工においては、加工圧力や素材の変形熱などにより工具が弾性変形し、それが加工品の寸法精度に重要な影響を及ぼすことが知られている。特に鍛造加工においては製品の高精度化が要求されており、この問題についても様々な角度から検討がなされている。しかし、多様な影響因子を考慮して工具弾性変形を予測する手法は現在のところ存在しない。また実際に工具の弾性変形を定量的に測定した例もほとんど見られない。本研究は、鍛造加工における工具の弾性変形を予測する手法の開発、及び工具弾性変形の定量的な測定手法の開発を、最終的な目的としている。

2. 研究成果の概要

具体的な対象として、鍛造の基本形である冷間据え込み加工をおもに取り上げ、数値解析、計測実験の両面から研究を行った。

2.1 仮要素法による工具面圧の数値解析

筆者は、塑性加工時の材料-工具接触面における圧力分布を求める手法として、上界法に基づく仮要素法を提案しており、この手法により、据え込み、後方押し出し、前後方押し出しにおける工具接触面圧力分布を容易に求められることを示した。この手法を工具傾斜部における接触圧力分布の解析に適用できるように拡張することにより、据え込み、後方押し出しにおける工具傾斜部の圧力分布の数値解析を行った(図1)。

被加工材のアスペクト比、工具傾斜角、摩擦条件などをパラメータとして計算を行い、得られた

結果を初等解法(スラブ法)による計算結果の比較を行い手法の妥当性を検討した。

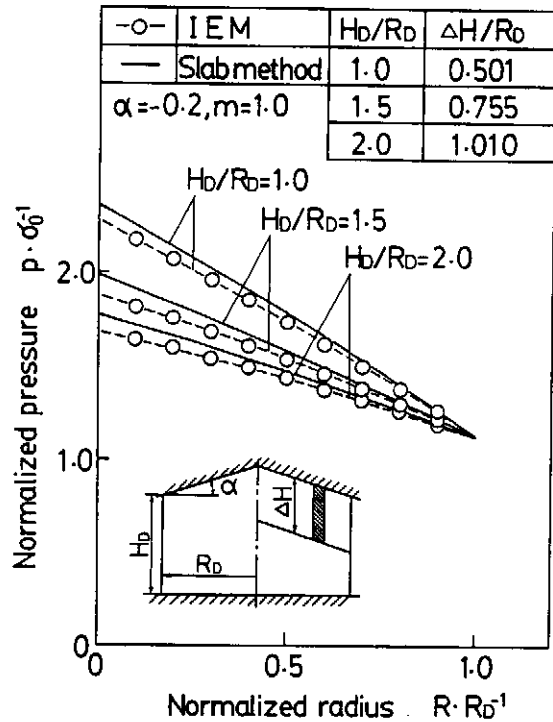


図1 解析結果の一例

また仮要素法の今後の課題、改良すべき点について検討を加えた。据え込み加工では、数値計算により得られた圧力分布はすべていわゆるフリクションヒルの傾向を示し、その大きさは、工具傾斜角度、摩擦条件の影響を大きく受けることが分かった。後方押し出しでも同様の傾向であるが、拘束が厳しいためフリクションヒルの傾向はさらに著しくなった。

2.2 静電容量型変位計による工具変形の測定
 塑性加工の際の工具の応力、ひずみ、変形状態を測定することは工具設計、製品精度の面などから非常に重要である。このため従来から多くの実験がおこなわれており、特に測圧ピンや感圧箔をもちいての接触圧力分布の測定例はきわめて多く、有用な情報が得られている。また、抵抗線ひずみゲージによる工具のひずみ分布の測定例もみられる。しかし実際に工具の弾性変形を測定した例は非常に少ない。この理由として、工具の微小な弾性変形を正確に測定することが難しいことがあげられる。電極間隔変化式の静電容量型変位計は、微小変位を高感度に測定できるため、この目的に適しているが、出力の非直線性や零点調整が容易でない欠点がある。本研究では、この欠点を電氣的に解消した高感度で直線性の良い静電容量型変位計をもちいて平行ダイスによる単純据え込み加工における工具の弾性変形の測定を試みた。(図2)

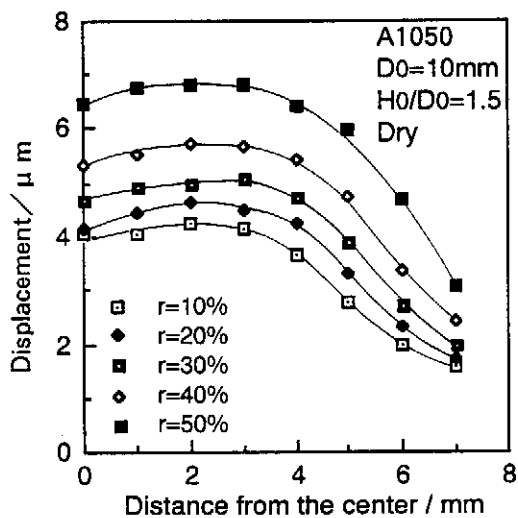


図2 測定結果の一例

実験結果より、鋼製試験片の弾性圧縮においてはダイス中央部はほぼ一様に変位し、外周部に近づくにつれ変位がなだらかに減少すること、またドリット径が大きいほど工具弾性変形量の絶対値が増加することが分かった。アルミニウム試験片の据え込み加工においてはアスペクト比の小さいドリット程工具変形量が大きく、また初期高さ比が1.0以上の時にダイス中心部より若干離れた位置の変位が大きい場合があった。これは、初期高さ比が大きいドリットを据え込む場合にみられる凹型の接触圧力分布と関連があると考えられる。さらに工具の弾性変形量より接触圧力分布の半定量的推定ができる可能性があることを示した。

3. 謝辞

本研究は、天田金属加工機械技術振興財団の奨励研究助成によりなされたものであり、財団に対し厚く御礼申し上げます。

発表論文

- (1) 村田良美：仮要素法による工具面圧の解析
 1、第40回塑性加工連合講演会(1989.10), 539
- (2) 村田良美、矢吹豊：静電容量型変位計による工具変形と接触圧力の測定、第41回塑性加工連合講演会(1990.10), 409