

# 押出し工具表面の摩擦力の測定に関する研究

鹿児島大学 大学院理工学研究科技術部  
木通 克男

## はじめに

塑性加工では、金型の設計や加工において、型と被加工材間の摩擦の影響を知ることが、工具の摩擦や局部損傷を含む金型強度の観点や製品精度の点からも重要で、冷間加工においては、特に潤滑油の特性を理解して、加工に最適な特性のものを使用することが望まれている。<sup>1) 2)</sup>

キーワード：塑性加工 トライボロジー

## 1. 緒論

平面工具の一部に摩擦力検出部を設けた摩擦力測定装置を用いて、平面ひずみ押し出し加工実験を行い、塑性変形領域内に設けた摩擦力測定部での押し出し加工過程における圧縮力を測定し、摩擦力と摩擦係数の算出を行った。被加工材には純アルミニウム A1050(JIS)とアルミニウム合金 A5052(JIS)を用いて、試験用潤滑油にパラフィン系鉱油を使用した。本方式では、摩擦力と摩擦係数の算出のために、2種類の測定用工具を使用し、それぞれの工具を用いて同一実験を実施し各圧縮力を測定した。両者の圧縮力測定値より摩擦力と摩擦係数の算出を行った。<sup>3)</sup>

## 2. 実験装置および実験方法

30ton 複動油圧プレスを使用し、平面ひずみ押し出し加工実験を行った。押し出し加工実験を行う際の押し出し荷重と押し出し変位、摩擦力測定はそれぞれロードセルと変位変換器、平面工具摩擦測定部にて測定を行い、動ひずみアンプに通してアナライジングレコーダに記録した。コンテナにはSKD11をダイおよび平面工具にはSKD61を使用した。また、ピレットには純アルミニウム A1050 とアルミニウム合金 A5052 を使用した。平面工具とピレットの接触面が試験面となり、この試験面に実験用潤滑油を塗布した。

ダイおよび平面工具には通常の焼入れ・焼戻しを施した。ダイおよび平面工具のビッカース硬さは約 650HV である。また、実験で用いたピレットは、焼鈍(350 °C-30 分)後、炉冷を行った。ビッカース硬さは、純アルミニウム A1050 が焼鈍前は約 43.7HV で、焼鈍後のビッカース硬さが約 22.4HV、アルミニウム合金 A5052 が焼鈍前は約 75.7HV で、焼鈍後のビッカース硬さが約 57.6HV である。

平面工具の一部に摩擦力測定部を設けて摩擦力測定装置を用いて、平面ひずみ押し出し加工実験を行い、塑性変形領域内における押し出し加工過程の圧縮力を測定した。ひずみゲージを測定部工具側にそれぞれ 1 枚ず

つはり 2 ゲージ法で測定した。それぞれ試験面から時計回りに 45 ° 方向の圧縮力(A)を測定する工具を T45D とし、試験面から時計回りに 135 ° 方向の圧縮力(B)を測定する工具を T135D とした。ピレットの変形領域における摩擦力の測定を行った。この 2 種類の工具を使用し同一条件で実験を行い、実験より得られた圧縮力(A)と圧縮力(B)を元に摩擦力と摩擦係数の算出を行った。

## 3. 摩擦実験結果と考察

工具 T45D と工具 T135D で複数回、押し出し加工実験を行った。これら 2 つの工具で行った実験結果から摩擦力、摩擦係数の算出を行った。各実験での工具の組み合わせごとに実験結果(押し出し荷重、圧縮力-変位、変位-時間、摩擦力&摩擦係数-変位、摩擦力測定部周辺の算術平均粗さ、摩擦力測定部周辺の最大山高さを測定して結果をまとめた。

ピレットにアルミニウム合金(A5052)を用いた実験結果では、押し出し荷重が約 75(kN)から 80(kN)の値を示した。圧縮力に関しては T45D5 より得られた圧縮力が約 14(kN)の値を示し、T135D5 より得られた圧縮力は約 16(kN) の値を示した。摩擦力、摩擦係数に関しては、T45D5-1 と T135D5-1 の摩擦力が 1.07(kN)で摩擦係数が 0.05、T45D5-1 と T135D5-2 の摩擦力が 1.13(kN)で摩擦係数が 0.05、T45D5-2 と T135D5-1 の摩擦力が 1.54(kN)で摩擦係数が 0.07、T45D5-2 と T135D5-2 の摩擦力が 1.60(kN)で摩擦係数が 0.07 の値を示した。

ここで、T45D5-1 と T135D5-1 の実験結果に着目すると、算術平均粗さ Ra が異なった値が生じている。原因としては工具面とピレットの面のあたりの誤差などが考えられる。

次に、T45D5-2 と T135D5-1、T45D5-2 と T135D5-2 の実験結果において荷重に差が生じている。原因として、押し出し加工実験の過程において、試験片とエンドプレートが接触したためであると考えられる。

ここで、T45D5-1 と T135D5-2 の摩擦力測定工具を使用

した実験での押し出し荷重がほぼ一致しており、ビレット表面における算術平均粗さ Ra と最大山高さ Rp がほぼ同じ値を示し、またビレット表面の状態や摩擦力や摩擦係数の比較から、全ての実験のうち、T45D5-1 と T135D5-2 が最も実験の再現性が得れた実験と考えられる。したがって本実験条件における摩擦係数は 0.05 を採用した。

#### 4. 結論

- 1) 摩擦測定工具の強度改善をはかった結果、被加工材（ビレット）にアルミニウム合金 A5052 を使用した場合でも測定ができるようになった。
- 2) 被加工材（ビレット）に純アルミニウム A1050 を使用し、試験用潤滑油にパラフィン系無添加鉍油 VG1000(P4)を使用した平面ひずみ押し出し加工実験より、摩擦係数が 0.06 程度の結果が得られた。
- 3) 被加工材（ビレット）にアルミニウム合金 A5052 材を使用し、試験用潤滑油にパラフィン系無添加鉍油 VG460(P3)を使用した平面ひずみ押し出し加工実験より、摩擦係数が 0.05 程度の結果が得られた。

本研究の発表に対して、色々助言をしていただいた上谷俊平准教授、実験とデータの整理に協力していただいた大学院生の西野健太郎に感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 塑性加工におけるトライボロジ、コロナ社
- 2) 加藤秋男、パーム油・パーム核油の利用、幸書房、p.34(1990)
- 3) シャルライル サミオン、中西賢二、上谷俊平、平面ひずみ押し出し加工によるパーム油あるいはパラフィン系鉍油潤滑の摩擦拘束が塑性変形に及ぼす影響の解析、トライボロジスト、第 50 巻、第 12 号