【ノート】

アルミ冷間鍛造における環境対応型潤滑剤の性能評価（第1報）

機械科　鷺坂芳弘
住鉱潤滑剤株式会社　石橋　格
静岡大学　中村　保　笹岡英嗣　早川邦夫

Evaluation of Environmentally Friendly Lubricant for Aluminum Cold Forging (1st report)

Yoshihiro Sagisaka, Itaru Ishibashi, Tamotsu Nakamura, Eiji Sasaoka and Kunio Hayakawa

1．はじめに

アルミ合金は変形抵抗が低く、成形性も優れているため、加工度の高い冷間鍛造に供されることが多い。一方でアルミ合金は金型に焼付き易いため、冷間鍛造用潤滑剤には高い加工度に追従できる高性能なものが要求される。従来はフッ化アルミ皮膜という化成皮膜が多用されてきたが、成膜工程においてフッ素を含んだ廃棄物が排出されるため、その廃棄コストや環境負荷は鋼材の化成皮膜よりも深刻とされていた。近年、鋼材には化成皮膜に替わる環境対応型潤滑剤が採用され、コスト削減と環境改善に効果を上げつつある。これらの効果はアルミ鍛造ではさらに大きいと予想される。そこでアルミ用潤滑剤の切り替え促進を目的として、アルミ合金に環境対応型潤滑剤を適用し、その潤滑性能を評価した。

アルミ鍛造での潤滑性は、その加工度を再現できるよう、表面積拡大の大きい摩擦試験で評価する必要がある。本報では、スプラインなどの前方押出しを模擬した摩擦試験法を採用した。また、成膜処理前の表面性状は潤滑性能に大きく影響する。そこで複数の前処理を行って摩擦試験を実施し、潤滑性能に有効な表面特性について検討した。

2．実験方法

評価した環境対応型潤滑剤は住鉱潤滑剤製の2液2層型乾燥皮膜潤滑剤[1)]である。これは薬剤への浸漬と乾燥を2回繰返して、素材への密着性の高い下地膜の上に潤滑性に優れた上塗り膜を成膜する潤滑システムである。下地膜が耐焼付き性、上塗り膜が摩擦低減を受け持ち、化成皮膜と似た構造の潤滑膜が得られる。鋼材用に開発されたものをそのままアルミに流用した。

潤滑性能は突起付きダイスを用いた前方軸-後方缶押出し形摩擦試験[2)]にて評価した。摩擦試験の概略を図1に示す。断面減少率ReU＝50％のパンチで円柱試験片を加圧し、前方に軸、後方に缶が押し出される。ダイス摩擦の大小によって製品形状は図2のように変化する。あらかじめ複数の摩擦せん断係数に対してFEM解析を行い、製品形状を解析の結果と比較することでダイスの摩擦せん断係数を特定することができる。ダイスのテーパ面には異形の

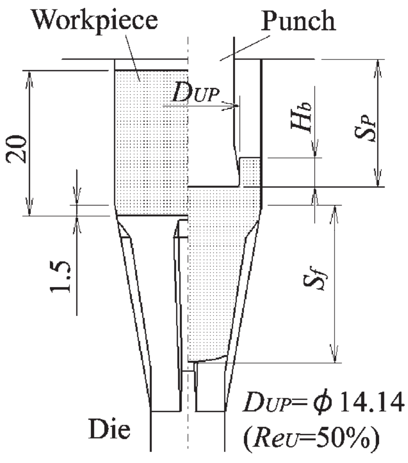

図1　摩擦試験法概略

図2　試験後の摩擦試験片の例（左：低摩擦、右：高摩擦）

前方押出しを模擬した６ヶの突起を設けた。突起が試験片に局所的な表面積拡大を与えることでアルミ鍛造の高い加工度を再現できる。表面積拡大は、突起高さの異なる２種類のダイスを用いることで変更した。解析により、表面積拡大比の最大値$Xmax$は大きい突起で26倍、小さい突起で14倍と推定された。

試験片は皮膜の性能差が出易いよう、析出硬化したアルミ合金A6061-T6をϕ20×20に旋削して使用した。表面性状の影響を見るため、潤滑処理の前にウェットブラスト（WB）、ショットブラスト（SB）、アルカリエッチング（AE）の前処理を行い、切削のみの場合（AM）と比較した。WBでは0.2mmのSUSグリット、SBにはϕ0.2の鋼球を用いた。

３．実験結果

２液２層型潤滑剤とフッ化アルミ皮膜をWBとAMについて比較した。ダイスの突起高さが大きいほうが潤滑性能差は明確に現れた。突起大でのパンチストロークS_Pに対する摩擦せん断係数m_Dの変化を図３に示す。S_Pが小さいときはフッ化アルミと２液２層型は同等の性能だが、S_Pが大きいと２液２層型の方が低摩擦であった。また、いずれもウェットブラストによって摩擦が大幅に低減しており、前処理の影響は潤滑剤以上に大きいことが分かる。

２液２層型潤滑剤について各前処理での潤滑性を図４に比較した。WBが最も摩擦が低く、AEとAMは同等、SBが高摩擦となった。この原因を探るため、前処理後の試験片の表面粗さを平均粗さRaと局部山頂の平均間隔RSで比較した。図５に結果を示す。SBは粗さは大きいがその間隔も大きいのに対して、WBは粗さが大きい上にRSが小さく緻密な凹凸を持つことが分かる。この違いは主に使用したメディアによるものである。粗さと共に緻密な凹凸を持つことが潤滑性能の向上に有効であることが判明した。

４．まとめ

２液２層型乾燥皮膜潤滑剤はフッ化アルミ皮膜と同等以上の性能を持ち、潤滑剤の切り替えは比較的容易であることが示された。また前処理にて表面に大きいながらも緻密な凹凸をつけることが潤滑性能の向上に有効であることが示された。

参考文献

１）　中村保他：環境対応型鍛造用潤滑剤の性能評価，第58回塑性加工連合講演会講演論文集，579-580（2007）.

２）鷺坂芳弘他：突起付きテーパダイスを用いた前方軸後方缶押出し形摩擦試験法の提案，第56回塑性加工連合講演会講演論文集，295-296（2005）.

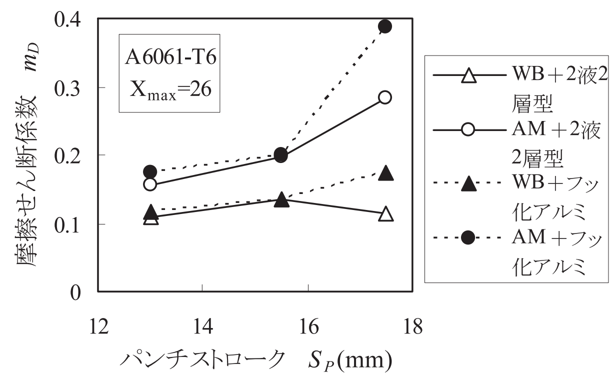

図３　潤滑剤による摩擦せん断係数の比較

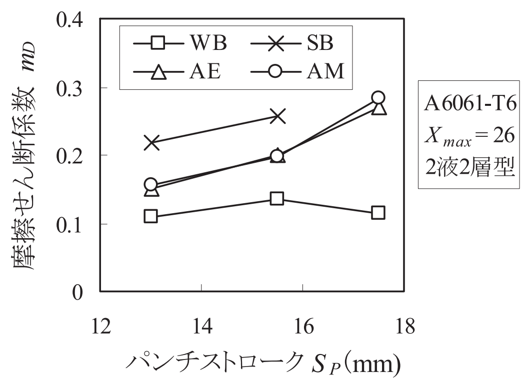

図４　前処理による摩擦せん断係数の比較

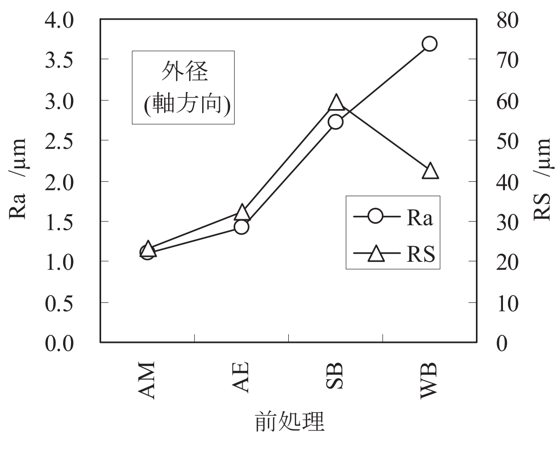

図５　表面性状の比較