

平成 21年 4月 13日現在

研究種目：基盤研究（C）  
研究期間：2007～2008  
課題番号：19560111  
研究課題名（和文） 冷間鍛造用線材表面潤滑被膜の実用的評価法の開発  
研究課題名（英文） Development of a tribometer for evaluating lubrication coating on wire surface in cold forging  
研究代表者  
王 志剛（WANG ZHIGANG）  
岐阜大学・工学部・教授  
研究者番号：30244510

## 研究成果の概要：

冷間鍛造用線材表面潤滑被膜の実用的評価法として、据込み一押し形摩擦試験法を開発した。本試験法を用いて、従来から多用されているボンデ被膜と試作した代替被膜との性能差異を明らかにした。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学・材料加工・処理

キーワード：塑性加工，トライボロジー，鍛造，摩擦試験法

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、ボンデ被膜に代わる新しい潤滑被膜の開発が盛んである。一般に、代替被

膜は、鍛造加工をシミュレートした潤滑評価方法の結果に基づいて設計される。したがって実用性に優れた潤滑被膜の開発には的確な潤滑評価方法が必要である。種々の試験法が提案されており、これらの潤滑評

価方法を利用して設計された代替被膜が市場化されている。

(2) パーツフォーマーなどの多段鍛造機を用いて複合的な加工により複雑な形状を有する冷間鍛造品が製造されている。そのような加工での潤滑被膜は様々な加工形態に繰り返し曝され、大きなダメージを受ける。

現在のところ、このような多段鍛造における市場評価ではボンデ代替被膜の性能は必ずしも十分とはいえず、さらに的確な潤滑評価方法に基づいた開発が望まれている。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究では、パーツフォーマーなどの多段加工工程を想定し、線材などの円柱側面を対象に、端面拘束での据込み加工と押し出し加工とを組み合わせた潤滑被膜評価方法を提案する。

(2) ボンデ被膜と各種代替被膜との潤滑性能の差異を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 有限要素法解析を用いて、摩擦試験法を設計し、表面積拡大比などの摩擦条件を明らかにする。

(2) 評価試験を行い、各種被膜の摩擦特性と耐焼付能を明らかにする。

## 4. 研究成果

### (1) 試験法の原理と特徴

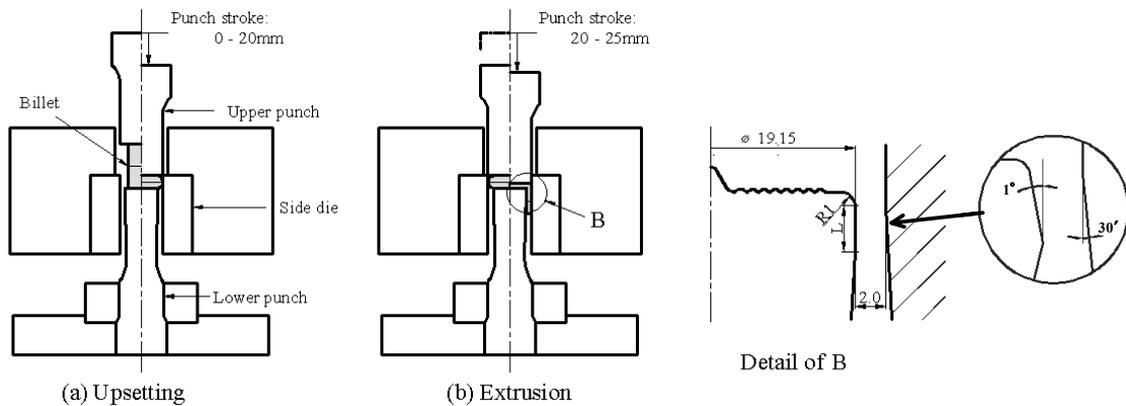
下図に据込み-押し出し形摩擦試験法の原理図を示す。試験部は、上パンチ、下パンチ、サイドダイで構成されている。上パンチとサイドダイとははめ合いになっており、下パンチとサイドダイの間には2mmのクリアランスを有している。

また、上下パンチの端面には同心円溝が加工されており、試料は、上下パンチにより端面拘束条件下で据込み加工される(図(a))。

このとき、試料側面は自由表面で変形し、潤滑被膜に軸方向の圧縮と円周方向の引張りひずみが付与される。さらに上パンチの下降加圧により試料側面を下パンチとサイドダイとのクリアランスに押し出す、押し出し工程に移行する(図(b))。

このとき、前段の据込み加工で張り出された試料側面の潤滑被膜は、大きな表面積拡大と高い面圧下での滑りに曝される。本評価方法では、下パンチのランド部長さ(L)を変更することにより、滑り距離を任意に設定できる。本試験でのランド部長さは0.5mmと3.0mmの2種類とした。

加工後の下パンチ引抜き時に発生する焼付きを抑制するために、ランド部と対応するサイドダイには1°以下の抜き勾配を付与した(図(Detail of B))。



本試験法の特徴は以下の通りである。

- ① 端面拘束での据込み工程では自由表面への張出しにより潤滑被膜が脱落し、被膜量、被膜成分比などに大きな変化が生じる。
- ② 端面拘束での据込み工程で被加工材の塑性変形特性を得ることができる。
- ③ 円柱側面を対象とした押出しでは、表面積拡大比が 35 以上となり、潤滑被膜の極めて薄膜状態における潤滑性能を評価することができる。
- ④ 予め罫書いた中心線の加工後位置と、任意のストロークでの成形荷重とを用いた校正線図により摩擦せん断係数を求めることができ、表面積拡大や滑り距離による摩擦せん断係数の変化を比較することができる。

## (2) 被膜間の性能差

- ① 各種潤滑被膜に共通して、滑り距離が長くなると焼付きが発生しやすい。
- ② ボンデ系被膜と比較して、試作した代替被膜は表面積拡大により摩擦せん断係数が高まりやすく、焼付きに至りやすい。
- ③ 焼付き現象に及ぼす金型表面性状の影響を表現するパラメータとしては金型表面の最大高さ Rz よりも突出山部高さ Rpk が適している。
- ④ 内壁部摩擦せん断係数の焼付き臨界値 0.12~0.16 と、外壁部摩擦せん断係数との差は小さく、焼付きが発生しなければ表面積拡大比による摩擦せん断係数の増大はみられない。
- ⑤ 突出山部高さ Rpk の焼付き臨界値は、被膜によって異なるが、およそ 0.045~0.056 $\mu\text{m}$  の範囲内にある。  
焼付き臨界値を越えない範囲においても Rpk の増大に伴い、摩擦せん断係数の上昇がみられる。
- ⑥ Rpk の臨界値を越えた領域での焼付き挙動は被膜により異なり、ボンデ被膜では焼付きの進展が緩やかであるのに対し、一液潤滑被膜では急激に悪化する。

スキンパス伸線相当の押出し加工を施すことによって焼付きの急激な進展が緩和される傾向がみられる。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

- ① 石川徹、日比庸之、王志剛、据込み一押出し形潤滑被膜評価法に関する研究 (第 2 報 パンチ粗さの影響)、日本機械学会東海学生会第 40 回学生員卒業研究発表講演会論文集、平成 21 年 3 月 16 日、岐阜大学 pp. 259-260.
- ② 小見山忍、王志剛、徳永龍一、山岡祐一、据込み一押出し形潤滑被膜評価法に関する研究 (第 1 報 試験法の設計)、第 59 回塑性加工連合講演会論文集、平成 20 年 11 月 8 日、広島大学 pp. 331-332.
- ③ Ryuichi Tokunaga, Zhrgang Wang, Shinobu Komiyama, Development of a method to evaluate tribological performance of lubrication coatings for cold forging, Proc. of 2008 ASME International conference on manufacturing science and engineering, Oct. 7, 2008, Evanston, IL, USA.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

王 志剛(WANG ZHIGANG)

岐阜大学・工学部・教授

研究者番号：30244510