

プレス成形速度における軟鋼板の摩擦特性

日大生産工(院)
日大生産工

○丸山 拓真 日大生産工 高橋 進
鈴木 康介 日大生産工(学部) 宮本 康司

1. 緒言

現在, 地球温暖化対策として車体の軽量化が望まれており, 軽量化材料 (高張力鋼板, アルミ合金板等) が使用されている. しかし, 軽量化材料はスプリングバックが大きく成形性が低いため, 金型開発に多大な時間がかかる. 効率的な金型開発には数値シミュレーションを使用した金型開発が必要である¹⁾. 通常の摩擦試験は 1mm/min に対し, 実際の成形速度は 300mm/s のため摩擦特性の違いによりシミュレーションの結果に影響を及ぼすことが考えられる. そこでプレス成形速度での摩擦試験治具を開発し, 冷間圧延鋼板摩擦特性の計測を行った. その結果, 素材の切出し方向で摩擦係数が異なる結果となった. しかし, 当該鋼板の場合, 表面性状の異方性がないことから知られていることから, 計測方法の検討が必要になった.

そこで, 本報告では, 試験順のランダム性を考慮した金型と素材に接触させる圧力と引抜き速度を変化させて実験を行い摩擦特性を評価したので結果を述べる.

2. 試験方法

2.1 試験装置

プレス成形時にプレススライドの速度を任意に指定及び変化させることができる特徴を有するサーボプレス機(SDE-2025 2000kN アマダ社製)を使用した. このサーボプレス機に開発した摩擦試験装置を取り付け, 実験を行った.

2.2 試験片

試験片は, 長さ260mm, 幅30mm, 厚さ1mmの冷間圧延鋼板(JSC270-F)である. 試験片の切出し方向は圧延および圧延垂直とした. 試験片の表面粗さを表面粗さ測定機(SURFTEST SJ-210 ミットヨ社製)を用いて測定した.

2.3 金型

材質 SKD11, 硬さ HRC59 を使用した. 試験

片との接触面積は 234mm² である. 摩擦試験前と摩擦試験後に表面粗さを表面粗さ測定機(SURFTEST SJ-210 ミットヨ社製)で測定した.

2.4 潤滑剤

潤滑剤は, 洗浄油の G-3033S(日本工作油製) 約 0.8 g を試験片の下端から 100mm 以上に塗布した. 試験片両面の潤滑油の目付け 0.001 g/mm² とした.

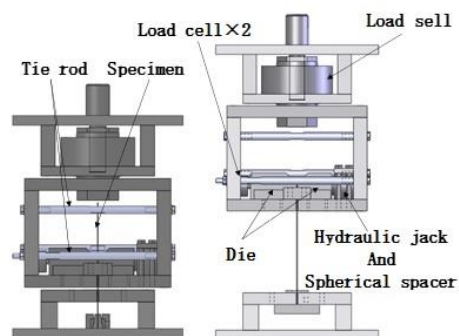
2.5 試験方法

摩擦試験装置の試験前と試験後の様子を Fig.1 に示す. a)が試験前, b)が試験終了時の状態である. 実験は, 潤滑剤を塗布した試験片を 2 つの金型の間に挟み, 油圧式の手動ポンプ(TWA-0.3 大阪ジャッキ社製)と油圧ジャッキ(EF10S1.1 大阪ジャッキ社製), 球面座金を使用して片側から面圧が 5, 7, 10MPa になるように圧縮荷重をかける. この時, 荷重の測定は, 圧縮型ロードセル(LCX-A-10kN 共和電業社製)を 2 個用いて測定した. 荷重を負荷した状態で, サーボプレスで金型を高速でスライドさせ, 金型と試験片との摩擦力を引張型ロードセル(LUK-A 100kN 共和電業社製)で測定した. 摩擦力を圧縮荷重の 2 倍で除することで摩擦係数を求めた. サーボプレスのスライドは, 500mm/s で移動可能であるが, 当該速度に達するまでに加速距離として 50mm 必要となる. そこで, Fig.1.a)に示されているように, スライドに固定されている金型が 50mm 移動してから試験片に引抜き力が作用する構造とした.

試験は各条件 3 本行った. 試験順が結果に影響を及ぼさないように, 試験は切出し方向が圧延方向と垂直方向の試験片を交互に行った. その際の圧力は 5, 7, 10MPa の順番で負荷し, 引抜き速度は 500, 5, 50mm/s の順で行った.

Friction Characteristics of Mild Steel Sheet in Press Forming Speed

Takuma MARUYAMA, Susumu TAKAHASHI, Kosuke SUZUKI and Kouji MIYAMOTO



a) Before experiment b) After experiment
Fig.1 Movement of experimental apparatus

3. 結果及び考察

3.1 試験条件および結果

金型と試験片間の面圧が 5MPa, 引抜き速度が 500, 50, 5mm/s の場合の試験時間と摩擦係数の関係を Fig.2, 3, 4 に示す. Fig.5 に面圧, 試験片の切出し方向及び引抜き速度と摩擦係数の関係を示す. 各試験条件での摩擦係数は, 設定速度で定速に引抜かれている時の摩擦係数の平均とした.

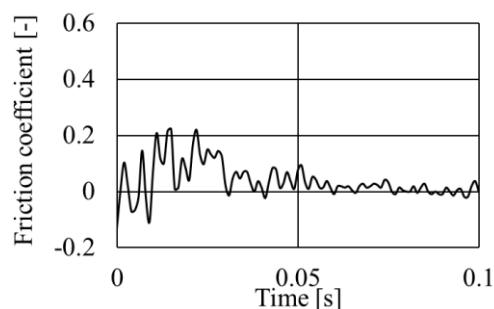


Fig.2 Friction coefficient during experiment
(Drawing speed 5mm/s, pressure 5MPa)

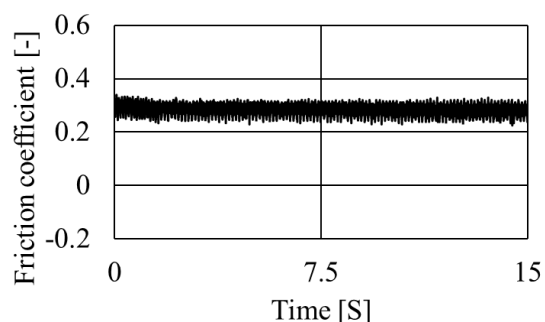


Fig.3 Friction coefficient during experiment
(Drawing speed 50mm/s, pressure 5MPa)

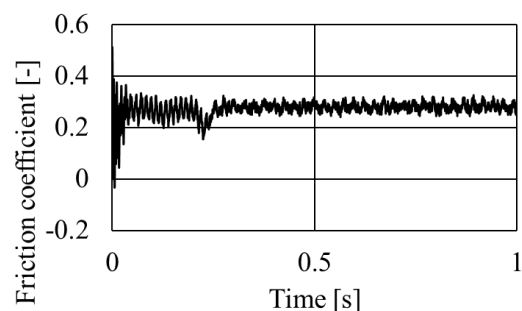


Fig.4 Friction coefficient during experiment
(Drawing speed 500mm/s, pressure 5MPa)

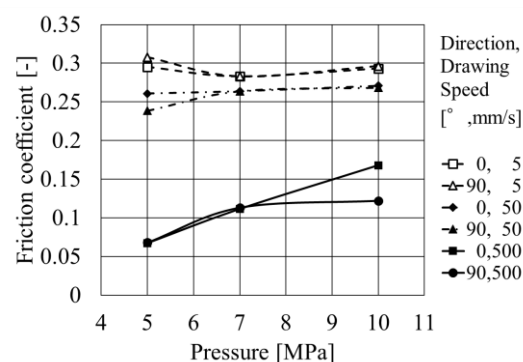


Fig.5 Relationship between friction coefficient, drawing speed and pressure

3.2 考察

Fig.5より, すべての切出し方向および面圧の条件で引抜き速度が低速であるほど摩擦係数が大きくなった. これは潤滑剤の流失が考えられる. 低速の試験では, 高速の試験より試験時間が長いため, 試験片に塗布した潤滑油が試験片の表面以外に多く流れる. そのため, 潤滑剤内の圧力低下が起き, 引抜き速度が低速になるほど, 摩擦係数が大きくなったと考えられる.

また, 試験順のランダム性を考慮して実験を行った結果, 試験片の切出し方向によっては摩擦係数は変化しなかった

4. 結言

- 1) 試験片の切出し方向では摩擦係数は変化しなかった.
- 2) 引き抜き速度が低速と高速における摩擦係数は低速の方が摩擦係数が大きかった.

参考文献

- 1) 高橋進, 板材成形とシミュレーションの技術展望, プレス技術, 32-1, (2017), pp.35-38