

自動車用鋼板のプレス成形における摩擦特性の 速度および圧力依存性

日大生産工(院) ○宮本 康司

日大生産工 高橋 進

日大生産工 鈴木 康介

1. 緒言

現在、地球温暖化対策として車体の軽量化が必要であり、軽量化材料（高張力鋼板、アルミニウム合金板等）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。そのため効率的な金型開発には数値シミュレーションを使用が必要である。通常の摩擦試験は0.167mm/s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。

そこで本報告では、高張力鋼板と金型間の摩擦係数の速度依存性と圧力依存性に関する実験を行ったので報告する。

2. 試験方法

2.1 実験装置

プレス成形時にプレススライドの速度を任意に指定・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 アマダプレスシステム社製)を使用した。このサーボプレス機に開発したFig1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(JSC590-F)であり、試験片の切り出し方向は圧延(0°)及び圧延垂直方向(90°)とした。表面粗さは表面粗さ測定機(SURFTTEST SJ-210 ミットヨ社製)を使用した。

2.3 金型

金型の材質、硬さ及び表面粗さ(Ra)はそれぞれSKD11, HRC59, 0.060 μm であった。試験片との接触面積は、234 mm²である。

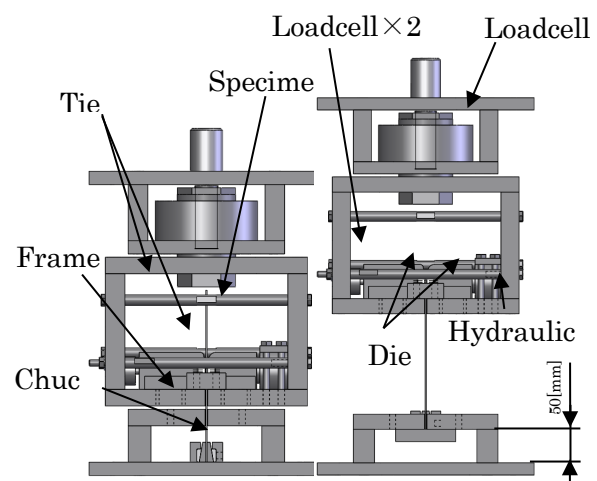
2.4 潤滑油

試験片をアセトンにて脱脂後、試験片両面に潤滑油として、洗浄油のG-3033S(日本工作

油製)を約0.08g塗布して使用した。目付け量は8.3g/m²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。サーボプレスのスライドは、最大で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/s必要である。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。実験は、潤滑剤を塗布した試験片を二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圧縮荷重を作用させる。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)を二個用いて測定した。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。



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

Velocity and Pressure Dependence of Friction Phenomena in Press Forming of Steel Sheets for Automobile

Koji MIYAMOTO, Susumu TAKAHASHI and Kosuke SUZUKI

3. 実験結果及び考察

3.1 試験条件および結果

試験条件は、引抜き速度5, 500mm/sおよび面圧5, 50, 80MPaを各3本ずつ行った。金型と試験片間の面圧が5MPa, 引抜き速度5mm/sにおける試験時間と摩擦係数の関係をFig.2に示す。またFig.3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。

Fig.2における摩擦係数の評価区間は、図1に記載した50mmを加速域とし、治具のフレームと試験片を固定しているチャックが当たり、安定して摩擦が開始したところを確認し、その区間を評価範囲とした。評価区間は5mm/sで15s, 500mm/sでは0.05sとしている。

次にFig.3に摩擦係数と面圧, 切出し方向, 引抜き速度の関係を示す。

試験片の切出し方向には、同条件の実験で差はなく、摩擦係数に関する切出し方向の依存性はないことが分かった。

Fig.3のグラフより、引抜き速度が高速になると摩擦係数が減少する傾向があった。また面圧の上昇に伴って、摩擦係数が小さくなっており、速度依存性と圧力依存性を確認できた。

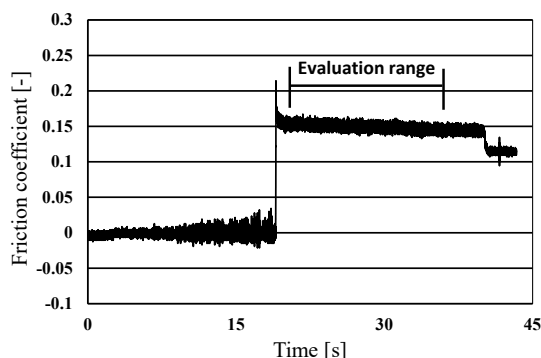


Fig.2 Friction coefficient during experiment
(Drawing speed 5mm/s, pressure 5MPa)

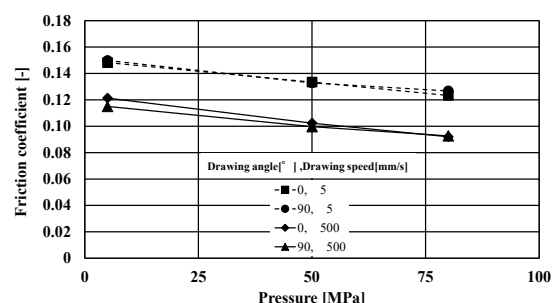


Fig.3 Relationship between friction coefficient, drawing speed and pressure

3.2 考察

3.2.1 引抜き速度と摩擦係数の関係

引抜き速度が速くなるほど摩擦係数は減少しており、速度依存性がみられた。この理由として、潤滑油の流出が考えられる。引抜き速度が低速の試験では、高速の試験より試験時間が長いので、試験片と金型間の潤滑油が流出しやすくなる。そのために速度が遅いと潤滑油内の圧力が減少することにより試験片と金型が直接接する部分の圧力が高くなるので摩擦係数が増加したと考えられる。

また、今後引抜き速度の違いによって発生する摩擦熱が潤滑油の粘性や摩擦係数にどのような影響を与えるかを調べる。

3.2.2 面圧と摩擦係数の関係

Fig.3より、高圧になるほど摩擦係数が小さくなることが分かった。この理由として、高圧になるほど材料と金型の隙間が小さくなり、潤滑油内の圧力が上昇したためだと考えられる。

また引抜き速度が500mm/s, 面圧が5MPaの条件では引抜き初期に引抜き力が振動していたので今後原因を究明していく。

4 結言

JSC590を試験材料とし、摩擦試験を行った結果、以下の結言を得た。

- 1) 摩擦係数に速度依存性と圧力依存性が確認できた。
- 2) 試験片の切出し方向による摩擦係数の差は無かった。
- 3) 今後はより高精度化を図るために、摩擦熱が摩擦係数に与える影響と引抜き初期に引抜き力が振動している原因を調べる。

謝辞

本研究で試験機として使用したプレス機をお貸しいただいた(株)アマダプレスシステムの方々と試験片をご提供いただいたユニプレス技術研究所の方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本塑性加工学会, プロセス・トライボロジー・塑性加工の摩擦・潤滑・摩耗のすべて・, コロナ社(2020)pp133-139, pp278-311
- 2) (社)日本金属プレス工業協会, プレス加工のトライボロジー, 日刊工業新聞社(2002)pp41-46