金属板のプレス成形速度での摩擦特性

日大生産工 〇大木健太郎(院) 日大生産工 高橋進

1. 緒言

現在,自動車メーカーは地球温暖化対策として自動車の排 出ガス削減が求められている.その為,車体の軽量化が進め られている.車体軽量化には高張力鋼板やアルミニウム合金 板など軽量化板材が使用されているが,普通鋼板と比較して スプリングバックが大きく,また成形性が低いことから金型 開発に多大な時間を必要とする.そこで,金型形状を検討す る際に成形シミュレーション技術が適用されているが,成形 中の金型と素材間に発生する摩擦は,シミュレーション結果 に大きく影響する.

プレス成形時の成形速度は、300mm/s と高速であり金型と 素材間の摩擦は、素材の摺動速度に影響されると考えられる. しかしながら低速での摩擦試験の報告はあるが、プレス成形 時のような、高速での試験の報告はほとんどされていない.

そこで本研究では、プレス成形時の速度で摩擦試験を行い、 プレス成形速度等が摩擦係数に与える影響を検討したので報 告する.

2. 試験方法

2.1 実験装置

本報告での試験は高速で摩擦試験を行う為に,サーボプレス機(SDE-2025 2000kN アマダ社製)を使用した.

サーボプレス機を使用することで試験速度を自由に設定す ることが可能になる.開発した摩擦試験装置をサーボプレス 機に取り付けて試験を行った.

2.2 試験片

使用する試験片は長さ 300mm,幅 30mm,厚さ 1mm の A6022-T4-MF(長手方向が圧延方向に対して平行と垂直の2種 類)とA5023-O-ダル(長手方向が圧延方向に対して平行の1種 類)を使用した.

2.3 試験方法

試験装置の試験前と試験後の様子を Fig.1 に示す. Fig.1(a)が試験前, Fig.1(b)が試験終了時である.

実験は, 試験片を金型で挟み, 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)を使用して片側から圧縮荷重 P をかけた.この時, 荷重 P を圧縮型ロードセル(LUK-A 20kN 共和電業社製)を2個使用 して測定した.

金型は、材質を SKD11 と FCD600 とし、熱処理後の硬さと表面粗さはそれぞれ、Ra 0.30~0.55 μ m、HRC59、Ra 0.30~0.68 μ m、HRC10 である.金型の試験片との接触面積は 234mm² である.

潤滑剤は,洗浄防錆油(プレトン R303P:スギムラ科学工業

社製)を試験前に素材両面にハケで塗布した.

荷重が負荷した状態で、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Fを引張型ロードセル(LUK-A 100kN 共和電業社製)で測定し、摩擦力Fを2つのロードセル で測定した圧縮荷重の合計値で除し摩擦係数を求めた.

金型の試験片への圧縮荷重は1.1~1.9Nに変化させた. そ の時の圧力は5~10MPaである. 試験片の引抜速度は,自動車 用パネル部品の実際の成形速度より高速な,500mm/sで試験 を行った.



Specimen

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

3. 結果及び考察

試験片材料にA6022-T4を使用し、圧縮荷重1454N,引抜速度 を500mm/sの長手方向が圧延方向の試験片を用いた時の圧縮 荷重と時間の関係をFig.2に示す.摩擦係数は、素材の上昇速 度が設定速度に到達し、一定の速度の間の荷重の計測結果を 用いて求めた.引抜速度が500mm/sの場合、一定速度時間は 0.1sである.当刻時間における摩擦係数の変化をFig3に示す. アルミニウム合金板は、鋼板に比較して軟らかい材料なので表 面にキズが付き易いために、摩擦係数が変動したと考えられる.

摩擦係数は,計測値の平均とした.素材の引抜方向の違いが 圧縮荷重と摩擦係数の関係に及ぼす影響をFig.4に示す.試 験片材料は,A6022を用い,金型はSKD11,引抜速度を500mm/s で行った.

Friction characteristics in the press molding rate of the metal plate

Kentarou OOKI Graduate Student, Nihon University Susumu TAKAHASHI Department of Mechanical Engineering, Nihon University



Fig.2 Compression load of each load cell during experiment



Fig.3 Friction coefficient during experiment

試験片への圧縮荷重が大きくなると摩擦係数は減少した. また,試験片の引抜方向が圧延方向の試験片の摩擦係数に対 して,圧延と垂直方向の試験片の摩擦係数が,約35%減少し た.これは,通常のプレス成形において,ダイフェース上に ブランクを置く場合の方向によって摩擦係数が異なり,成形 中の材料の流入等に影響をおよぼすと考えられる.したがっ て,アルミニウム合金板を適用した板成形シミュレーション において,材料の金型上の移動方向に依存した摩擦係数を設 定可能とすることにより,解析精度向上につながると思われ る.

試験片の引抜き方向が圧延方向にある試験片の方が垂直方 向の試験片より摩擦係数が大となった理由として潤滑効果の 違いが原因だと考えられる. 圧延方向の場合, 圧延によるキズ が引抜き方向にある. よって面圧が加わると潤滑剤がキズに 沿って流れ、潤滑効果が少ない. 一方, 垂直の場合に, 圧延キズ 内の潤滑材が流出しづらいので, 潤滑効果が高く圧延方向よ り摩擦係数が小さくなったと考えられる.

金型材質の違いが圧縮荷重と摩擦係数に及ぼす影響を Fig.5に示す. 試験片材料は, A5023-0を用い, 引抜速度を 500mm/sとした.

試験片の引抜方向が圧延で,引抜速度は500mm/sである. FCD600の方がSKD11より低い値となった.また両金型とも圧縮荷重が増加するに伴って,摩擦係数が減少した.

金型に SKD11 を使用した場合,試験片の引抜方向が圧延と 垂直方向の試験片の摩擦係数が圧縮荷重 1.3~1.8(kN)の間 で急激に減少した理由として油圧効果があげられる.面圧が 増すとキズがつぶれ潤滑材の内圧が上昇して油圧効果も上が ったため摩擦係数が減少したと考えられる.

SKD11 の場合, 圧縮荷重が小さいと接触面からの潤滑材の 流出により摩擦係数が FCD600 より大となったと考えられる.



Fig.4 Influence on friction with difference of longitudinal direction of specimen (Specimen : A6022-T4, Die material: SKD11, Drawing speed : 500mm/s)



Fig.5 Influence on friction with difference of material of dies (Specimen : A5023-O, Drawing speed : 500mm/s)

4. 結言

- 1) 試験片材料に A6022-T4 と A5023-0 を用いた時, 共に試験片 に負荷した圧縮荷重の増加に伴って, 摩擦係数は減少した.
- 2)試験片材料にA6022-T4を用いた場合,試験片の引抜き方向が圧延に垂直の方が,圧延方向より約35%摩擦係数が大きく減少した.部品の板成形において,板材の流入方向によって摩擦係数が変化すると考えられ,解析の高精度化のために、摩擦係数の流入方向依存性の導入が有効であると思われる.
- 3) 試験材料にA5023-0を用いた時, FCD600の低圧縮力とSKD11 の高圧縮力での摩擦係数は約0.16であった.

謝辞

本研究は、公益財団法人天田財団の一般研究開発助成 (AF-2012021)と日本塑性加工学会・サーボプレス利用技術 の高度化研究委員会での共同実験の一部として行われま した.ここに深甚なる謝意を表します.