

解説 6

ハイテン材成形のための成形機械の機能と留意点

アイダエンジニアリング(株)
鈴木利彦*

自動車部品に多用されてきているハイテン材(高張力鋼板)は、軽量化(低燃費化)競争の中で選択される材料の1つである。ハイテン材は引張り強度に優れるが材料硬度が高く、一般的には伸びが少ない難加工材として知られている。最近では鋼板メーカーによる材料改良も進む一方、合わせてさらに高張力化(390 MPa~590 MPa⇒980 MPa~1,180 MPa)した材料を通常のプレス機械で成形をする動きがある。ハイテン材が成形過程で及ぼす影響について言及するとともに、プレス機械を使用するに当たって勘所を紹介したい。

プレス機械の構造特性

昨今、目立って張力値が上がってきているのが自動車の骨格系部品で、これらの部品の生産には生産効率のよいトランスファ加工が用いられることが多い。トランスファ加工にはエリアの広い2ポイントや4ポイントのプレス機械を採用することが多い(トランスファプレス加工は多工程部品を1台のプレス機械で成形する非常に生産性の高い加工方法である)。ハイテン材の成形は素材特性により難加工であるため、プレス能力は増大する傾向にある。また、成形工程数の増加、特定工程への成形荷重の集中、ダイクッション圧力の増大、ブレークスルー時の振動増大などによる影響がある。その結果より大きな力が必要になるため

プレス機械の能力は拡大し、それに伴い、プレス機械のサイズも大きくなり工場設置面積を拡大させる要因ともなっている。

1台のプレス機械にて、多工程で成形する場合には成形工程のレイアウトの関係により、偏心荷重となる場合が多い。このため、スライドの傾きが比較的大きくなる傾向にあり、各行程の型合わせも難しくなる。合わせて機械への負担も過大となる。さらにハイテン材は成形時のスプリングバックが大きく、形状凍結させるためにより大きな荷重を必要とすることからプレス機械への負担も大きくなっている。また、板厚の違う板材をつなぎ合わせて使うテーラードブランクといわれる材料の成形もあるが、こちらも材料のつなぎ方が前後方向であることが多い。この場合、プレス前後方向の偏心荷重を受けやすいことや材料幅の関係もあり4ポイントのプレス機械が使用されることが多い。

ハイテン材の成形には、これら成形荷重や振動の増大に対処するため、より高い剛性のプレス機械の使用をお勧めしたい。

一般的にプレス機械の剛性維持は①スライドの傾き、②フレームの伸び、③スライド・ベッドのたわみへの対処により確保される。

スライドの傾きは、高荷重の成形を行う工程を分離し、独立したプレス機械で成形することで改善が可能である。フレームの伸びについては、スライドの傾きが少なれば機械は平行に伸びるため、ダイハイトの追込み量により補正はできる。スライド・ベッドのたわみは高荷重の成形工程を

* (すずき としひこ) : 営業本部 営業技術部 部長
〒252-5181 神奈川県相模原市緑区大山町 2-10
TEL : 042-772-5271

分散し、独立したプレス機械で成形すればエリアが狭い分、有利ではあるがこれが絶対的な解決とはならない。

支持構造の違いによるたわみ

先に述べたトランスファ加工などに使用される2ポイントのプレス機械において、プレスの中央に集中荷重が加わる場合、ポイントピッチの中間に荷重が加わるため、スライドとベッドのたわみが大きくなる傾向にある。スライド側のたわみ形状は上に凸状だが、ベッドのたわみ形状は下に凸状となり、形状が相反する(図1)ため、荷重が大きくなればなるほど金型形状を対象材料に正しく転写することが難しくなる。これにより金型の調整時間も多く必要となる。上記のような複数のポイントを有するプレス機械に対し、1ポイントのプレス機械は比較的面积が小さく、ポイント直下で荷重を受けるためスライド・ベッド双方ともたわみは少なくなる。また、たわみ形状はスライド・ベッドともに下に凸状となるため、金型形状を製品に正しく転写しやすいため金型の調整時間も抑制することができる。

1 ポイントプレスの多工程化対応

成形する材料サイズによりプレス機械の大きさは変化するが、以下に紹介するのは当社の小型1ポイントサーボプレスに注目し、タンデム化した事例の特徴である。タンデム化により1工程ごとの加工となるため、各プレス機械のエリア中心に荷重中心を持っていくことが可能となる。さらにトランスファ加工ラインでは絞り・曲げ・トリム・抜き・コイニングなどの成形行程があるが、サーボプレスをタンデム化することで各行程で独立してそれぞれのモーションを組み合わせることが可能となる。たとえば、成形工程におけるリンクモーションはインパクト速度低減により、しわ押さえ圧力より安定させることができるスライドモーションの特徴を出せる。また、低速加工から下死点停止によるコイニング精度のアップ、リストライク効果の向上、絞り加工などそれぞれの行程で必要となるワークの成形要素をスライドの動きを変化

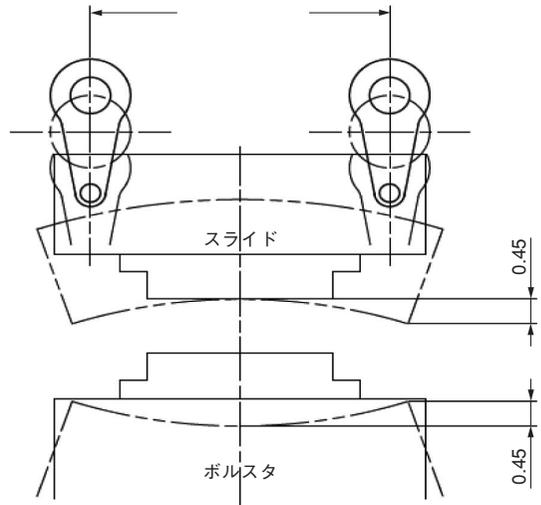


図1 スライド側のたわみ形状とベッド側のたわみ形状させることで追及できる。多行程の成形動作を1スライドで成形するトランスファプレスに比べてよりサーボプレスの特徴を出すことが可能となる。

材料が成形時に プレス機械におよぼす振動の違い

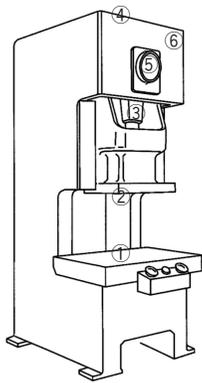
材料の違いがプレス機械におよぼす影響を実機を使用して調査をした。以下に1,500 kN ギャップフレーム(Cフレーム)1ポイントプレスを使用し、材料の抜きテストを行った事例を紹介する(図2)。

抜きテストに使用する材料は丸ブランクとした。プレス各部にセンサを取り付け、振動(加速度)測定をした結果を示す(グラフは上下動の一方方向のGを表示)。

テスト材：SPCC t:2.0/3.2
SPFC 390 t:2.0
SPFC 980 Y t:2.0

60 spm での測定評価例

ハイテン 980 MPa 鋼板 t.2.0 の抜きを行った際のコンロッド上部の加速度を測定した結果、ブレークスルーによって発生する振動が90 G 近く発生している。普通の軟鋼板 t.3.2 とハイテン 390 MPa 鋼板 t.2.0 おいてはほぼ同じような振動特性が現れた。ハイテン 980 MPa 鋼板 t.2.0 の抜き加工は対象機の機械能力の許容範囲を超える結果となった。



測定箇所名称

- ① ボルスタ上面
- ② スライドプレート上面
- ③ コンロッド上部
- ④ フレーム上部
- ⑤ Bケース (クランク軸受)
- ⑥ ドライブユニット

図 2(A) 測定箇所名称

抜きテスト時の加圧能力

- 1 : SPCC板厚2.0 ⇒ 232kN
- 2 : SPCC板厚3.2 ⇒ 584kN
- 3 : SPFC390 2.0 ⇒ 337kN
- 4 : SPFC980 2.0 ⇒ 709kN

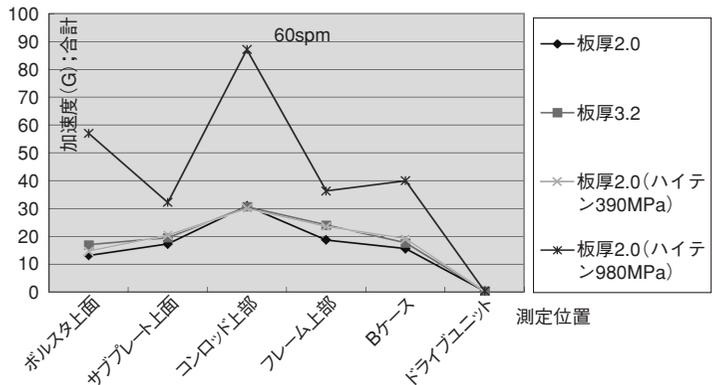


図 2(B) 抜きテスト時の振動測定



図 3 2,000 kN のプレス機械を使用したスライドの加速度を測定した波系

この抜きテストの結果からフレーム構造や型構造(シャー角を付けるなど)により、発生する振動

数値は変わるが同金型条件の中で材料の引張り強さの違いで振動発生値が大きく変わる。これら材料条件によって発生する振動の違いは機械フレームの寿命(疲労破壊)に影響する。

フレーム形状の違いによる比較

C フレーム (ギャップ) 1 ポイントプレスとフレーム形状がストレートサイドプレスとの比較を行ったデータを以下に示す。同一金型でフレームタイプの違う同一能力のプレスを用意して行った。材料: 1.4 mm 980 MPa ハイテン材料を使用
対象製品: シートサイドフレーム用部品材料
成形荷重: 1,000 kN

図 3 より 2,000 kN プレス機械を使用したスライドの加速度を測定した波形である。それぞれギャップフレームとストレートサイドフレームでの違いが読み取れる。型式 NS 1-2000 D はストレートサイドフレームを、NC 1-2000 D はギャップフレームを採用している。計測結果よりブレークスルーによるスライドの挙動は下側への加速度は NS 1 で 22 G を示し、NC 1 で 41.8 G を示している。
※(両数値とも非常に高い値を示している。本実験では挙動の違いを確認するという目的で行っている。この数値で永続的にプレス加工できるということではない)

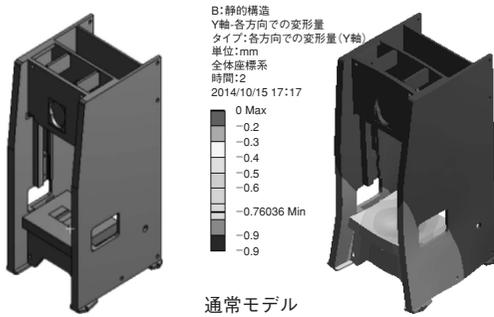


図4 通常モデル

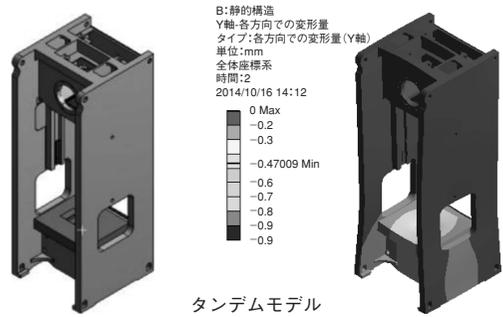


図5 タンデムモデル

小型1ポイントサーボの進化

当社では変化する成形対象の材料に対応して1ポイントタンデム用としてのプレス機械の開発を試みた。従来のプレス機械の骨格と溶接構造を見直し、さらにフレーム構造をバランスのよいシムメトリックデザインとした。通常モデルをタンデムで並べて使用することを考慮し、フレーム剛性も改良した設計とした。

特徴は

- ①フレーム応力集中緩和対応
- ②フレームの前後均等伸び
- ③ジャーナル軸受の高剛性化
- ④タンデム設置用スライドギブ調整である。

NS 1-2000(D) 通常モデルとの比較

通常モデルのNS1を基準に考えたベッドのたわみの剛性の実負荷による測定評価を行った。以下にプレスセンターへの集中荷重が2000kNの場合の測定結果を示す。

- ベッド前後方向 高さ変位 ⇒1.9倍向上
- ベッド左右方向 高さ変位 ⇒1.6倍向上

そのほかのフレーム各部の応力は全体的に見ると通常モデルの1/3程度に緩和されている。ギブ調整はタンデム化の際、左右方向に隣接するプレス機械との隙間を最小にするため、調整機構を通常の左右から前側に変更した。

前述と同様な抜きテストは実施していないが、たわみの比較において向上しており、成形時の挙動は抑えられると考える。図4に有限要素解析



写真1 1,500kNプレスのタンデム用サーボプレス

を行った通常モデルのフレーム図と静的構造を、図5にタンデムモデルのフレーム図と静的構造を示す。

☆ ☆

成形素材の変化による影響、それに対応するアプローチについて述べた。素材対応からくる1ポイントサーボプレス利用の可能性は高いと考える。ただし、成形性の向上は望めるが生産性の向上はライン同期制御技術、つまり搬送機的能力とサーボプレスの制御に委ねられる部分もあることを追記したい。今回紹介したサーボプレスは小型であるが、タンデム化により有効活用は見込める。

変化する経済情勢で工場設備を立ち上げるなか、生産量は現地情勢を見ながらでないといけない場合が多い。生産数を見込みで設備するケースが多いため、設備投資の回収が遅れることもある。

タンデム用1ポイントサーボプレスは必要なプレス機械を後から増やすことも可能なので、最初の段階から生産量にあわせた設備を行い、後に追加設備としての自由度を出せるのも特徴である(写真1)。素材がおよぼす機械への影響を加味し、プレス機械をより上手に活用してほしい。