

板成形用大型金型の変形計測に関する研究

日大生産工 (院) ○船田 寿岳 日大生産工 高橋 進 (株)昭芝製作所 植木秀典
(株)昭芝製作所 竹澤広光 (株)トライアルパーク 須長秀行 理研 高村正人

1. 緒言

近年, 自動車の軽量化を進めるため高張力鋼板やアルミ合金板などの適用が拡大している. しかし高張力鋼板の成形には高い成形力が必要となり, それにより金型が変形し, 圧力分布に変化が生じ, 製品の成形性に影響を及ぼすが, シミュレーションでは金型は剛体で通常解析される. そこでシミュレーションでの圧力分布が得られる金型が設計できれば, よりシミュレーション結果に近い成形品が得られると考える.

本研究では, 上記課題の要素技術である金型変形シミュレーション結果の検証データとするために, 渦電流変位計, 治具, 対象板から構成された, たわみを計測するシステムを考案した¹⁾. そして, 金型の形状計測精度の高精度化を行うため, 計測システムの改良を行い, 仮想実部品成形用金型の変形計測実験を行った. 本報告では, その結果から更なる計測の高精度化も行ったので報告する.

2. 金型変形計測システムの概要

金型の変形を計測するためのシステムを考案した. 3箇所の変位計(KEYENCE社製)より変形に伴う対象板と渦電流変位計間の距離の変化量を計測し, 金型変形によって生じる左右の渦電流変位計と対象板の距離の変化量の平均を算出し, 中央部の渦電流変位計と対象板との距離の変化量との差をたわみと定義した¹⁾.

3. 金型変形計測システムの課題

考案した金型変形計測システムでは, 金型変形は計測できるが, 渦電流変位計を金型に固定する治具が金型にネジ止めされているために, 金型の変形を任意の位置で計測することが困難である. したがって, 渦電流変位計の3ヶ所の計測位置からの得られた結果のみで金型の変形形状を評価することとなるため, 金型の詳細な変形形状を評価可能とする必要がある.

4. 金型変形計測システムの改良

改良後のシステムのCAD図をFig.1に示す.

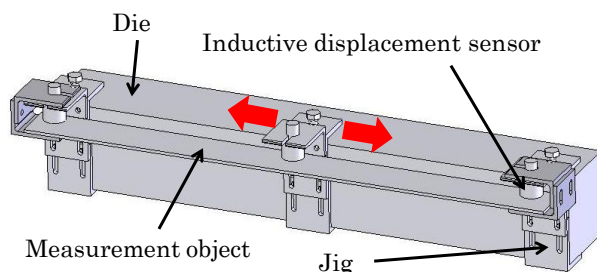


Fig.1 Measurement apparatus of bend

金型の変形を任意の位置で計測可能とするために, 渦電流変位計を固定する治具を従来のネジ穴を加工した金型へのネジ止め方式から, ビスを用いて金型と締結する方式に変更した. 本改良により金型の外周であれば, どの位置でも成形中の金型変形が計測でき, より詳細な変形形状が計測可能となった.

5. 仮想実部品成形用金型の変形計測実験

5.1 実験内容と実験結果

仮想実部品成形用金型で成形される部品をFig.2に示す.

Fig.3に示す改良した金型変形計測システムを用いて5ヶ所の計測位置から成形に伴う金型の変形を計測した.

計測システムの設置位置は, 仮想実部品成形用金型を固定した500×650×85mmプレートの側面とした. 試験材料としてSAPH440(t=6mm)を使用した. プレス成形時の金型変形計測実験結果をFig.4に示す. 計測対象板の支点①,⑤での計測結果以外では, 変位が周期をもって振動していることが判明した. この振動は, 計測対象板が長いために成形時の衝撃で振動していることが考えられ, その振動の周期は32Hzであった. 振動の有無を判断するために, ハンマで対象板を叩いて振動を与える検証実験を行ったところFig.5と近い結果(29Hz)が得られた. 以上より, 変位の計測結果の振動は, 成形中の金型の衝撃が計測対象板に伝わり, 計測対象板が振動していたことが判明した.



Fig.2 Formed part

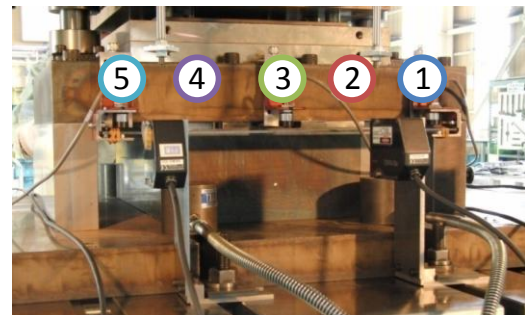


Fig.3 Location of displacement measurement and number of measurement points

Deformation measurement of the large sheet metal forming die.

Jugaku FUNADA, Susumu TAKAHASHI, Hidenori UEKI,
Hiromitsu TAKEZAWA, Hideyuki SUNAGA and Masato TAKAMURA

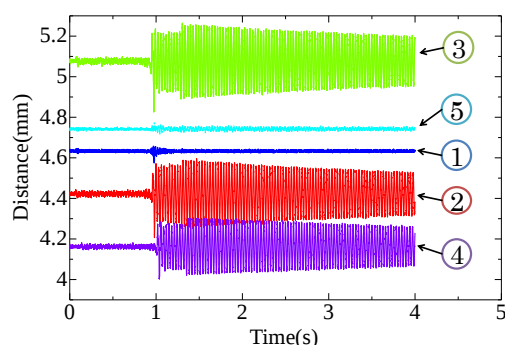


Fig.4 Distance to measurement object at each sensor

5.2 金型の形状計測の高精度化

実験結果より、対象板が振動していることがわかった。そこで、本実験での成形時の金型の変形を、振動を考慮して、移動平均を適用して求めた。それぞれの計測点での変位を Fig.5 を示す。

それぞれの渦電流変位計から得られた変位量は微小ではあったが、③の中央部の渦電流変位計の変位量が最も大きかったことから、下に凸の変形を示したことがわかった。また、改良前の金型変形計測システムでは 3 ヶ所の渦電流変位計から得られた変位量から変形時の金型形状を観察しているのに対して今回は、5 ヶ所の渦電流変位計から得られた変位量から変形時の金型形状を観察しているため、より詳細な形状を把握することができた。

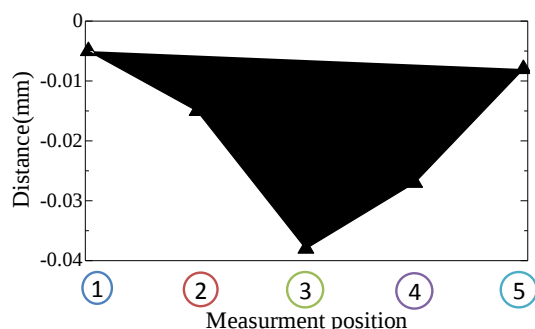


Fig.5 Bend of Dies

5.3 対象板の振動抑制

5.3.1 抑制方法の検討

仮想実部品用金型の成形はせん断加工であるため、衝撃荷重によって金型に設置されている対象板が振動しやすいことが考えられる。したがって、仮想実部品用金型でも変形計測が可能となる計測対象板の振動抑制が必要であり、以下に対策案を示す。

振動を抑制する方法としては、対象板の高剛性化と軽量化が必要であると考え、対象板の材質を SPCC から GFRP に変更した。対象板は渦電流変位計の測定対象物であるため、対象板の表面は金属である必要がある。したがって GFRP の表面に板厚 0.6mm の SPCC の板を張り合わせた。また、より剛性を高めるために、GFRP 製の対象板の板厚を SPCC 製の板厚の 2 倍にし、6mm とした。

5.3.2 検証実験

GFRP 製の対象板と SPCC 製の対象板の双方を用いて、成形の衝撃による対象板の影響を比較した。金型と仮定した土台に改良後の計測システムを設置し

た(Fig.6)。更に Fig.6 に大矢印で図示した箇所をハンマで 150mm の高さから叩き、その際の対象板の状態を観察した。以下の Fig.7 に実験結果を示す。

SPCC 製の対象板 a)は振動を受けた 2s 後に振動が収まっている。一方で、GFRP 製の対象板 b)は振動を受けた 0.3s 後に振動が収まる結果となり、対象板の材質・形状を変更したことで、振動の影響を受けにくくなることが確認できた。

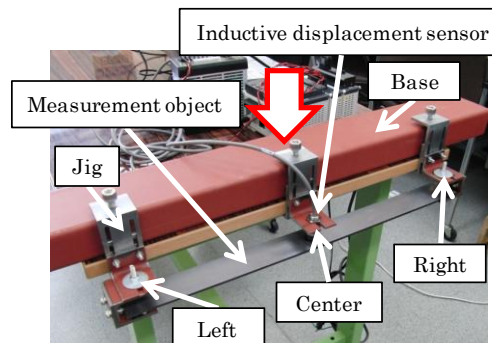
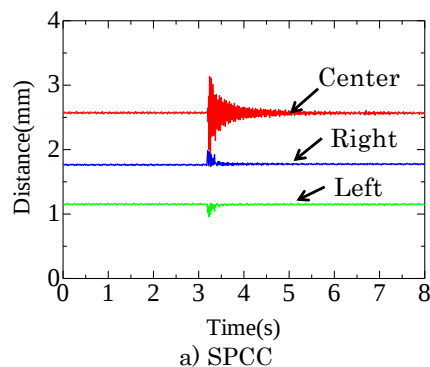
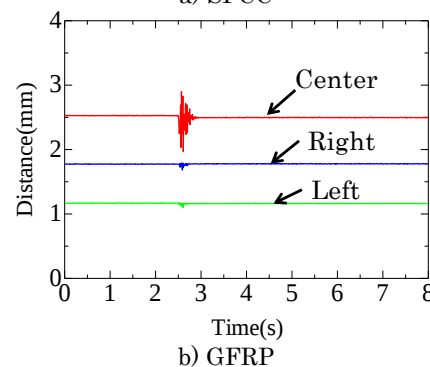


Fig.6 Device of verification experiment



a) SPCC



b) GFRP

Fig.7 Measurement object of free vibrations

6. 結言

- 1) 計測システムの改良によって、金型形状計測の高精度化を確認することができた。
- 2) 成形荷重の衝撃によって生じる対象板の振動を抑制するために対象板の高剛性化を行ったことで振動の影響を受けにくくすることができた。

謝辞

本報告は、社団法人日本金属プレス工業協会が関東経済産業局の委託を受けて実施した戦略的基盤技術高度化支援事業「革新的デジタルプレス加工技術による精密厚鋼板成形システムの開発」成果の一部である。

参考文献

- 1) 船田ほか：第 43 回学術講演会，(2010),81-82