

非接触三次元変位・ひずみ測定器 ～三次元ひずみ分布の測定とプレス加工での活用～

キーワード：デジタル画像相関法、3D-DIC、ステレオ画像法、材料試験、プレス加工

はじめに

二台のカメラや単眼カメラの複数方向からの画像を用いるステレオ画像法では、三次元的な情報を得ることができます。さらに、測定物表面にランダムパターンと呼ばれる模様や等間隔のドットパターンを付与し、変形の前後的の模様の変化を観察すれば、三次元的なひずみを測定できます。

当研究所では、このような原理を利用した「三次元変位・ひずみ測定器」を2021年3月に導入しました。本テクニカルシートでは、本装置について紹介します。

三次元変位・ひずみ測定器の構成

本装置は、下記の二つの測定システムにより構成されています。一つ目は、3D モーション変形解析システム ARAMIS (GOM 社製) で、二台のカメラを用いた三次元のデジタル画像相関法 (Digital Image Correlation, 3D-DIC) によるひずみ測定を行います。

二つ目は、光学式プレス成形解析システム ARGUS (GOM 社製) で、単眼カメラを用いたステレオ画像法により三次元情報を取得しひずみ測定を実施できます。

3D モーション変形解析システム (ARAMIS)

図1に外観を示します。製品表面にランダムパターンと呼ばれる模様をスプレーで塗布し、その模様の変化を時系列データとして撮影することで表面のひずみを測定します。図2は、引張試験におけるひずみ分布を測定した例です。ひずみゲージを用いる方法と比較し、面としてのひずみ分布を測定できることが特徴です。試験片のくびれ部分のひずみが大きくなるのがわかります。

光学式プレス成形解析システム (ARGUS)

図3に外観を示します。等間隔のドットパターンをエッチングなどで印字し、変形後のドット間の距離変化を測定することで表面のひずみを算出します。図4は、エリクセン試験における割れ直後の試験片のひずみ分布を測定した例です。割れ部分周辺のひずみが大きくなるのがわかります。

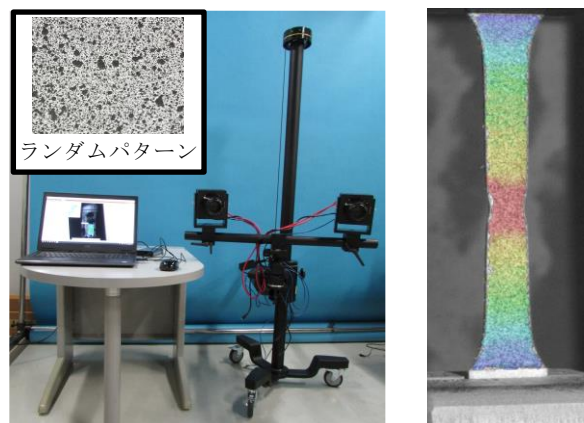


図1 3D モーション変形解析システム (ARAMIS) での測定例

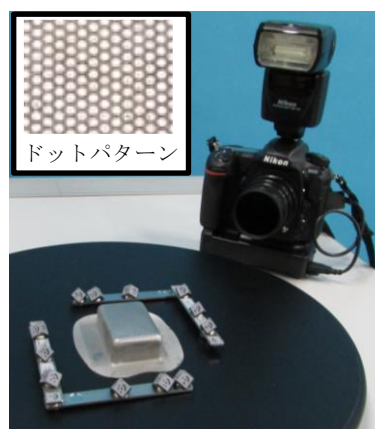


図3 光学式プレス成形解析システム (ARGUS)

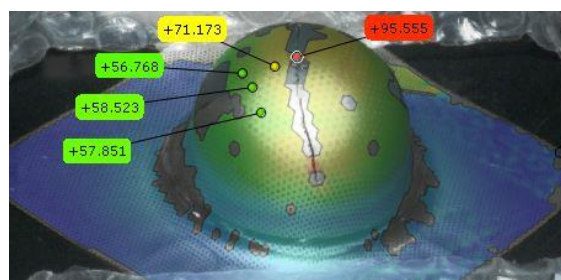


図4 ARGUS での測定例

中島法¹⁾による成形限界線の取得

プレス加工の成形限界を調べる方法として、中島法があります¹⁾。本試験では、板幅を変化させた試験片を準備し、張出し試験を行うことでひずみ比の異なる試験を行うことができ、成形限界に及ぼすひずみ比の影響を調べます。試験片と試験後の試験片形状を図5に示します。試験時のひずみの測定にはARAMISを用いました。図6は試験中の割れ発生時の主ひずみ分布を試験片画像にマッピングしたものです。局所的にひずみが集中し割れに至ることがわかります。

A1050-H24(t=1.0 mm)材を用いて、中島法による試験を行った結果を図7に示します。割れが発生した時点での最小主ひずみを横軸に、最大主ひずみを縦軸にプロットし、試験開始時から割れ発生時までのひずみ変化を示したのも図示しています。ひずみ比の違いにより成形限界が異なることがわかり、本図を用いることで複雑なプレス成形品の割れ危険性を調べることができます。

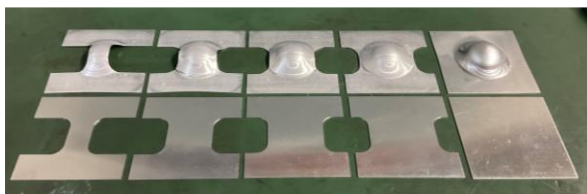


図5 中島法における試験片形状

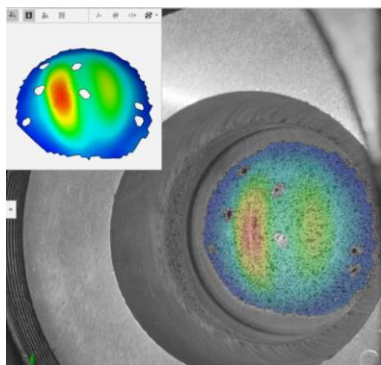


図6 試験中のひずみ分布

角絞り成形品の割れ危険性の評価

図8に示す形状の角絞り成形を行い、ARGUSにより成形後のひずみ分布を測定しました。図9に測定結果を示します。角部や側壁部では金型と素板が強く接触するためドットパターンが認識しにくくなりひずみの測定が十分ではありませんでしたが、頭頂部やフランジ部のひずみは測定できました。また、中島法による成形限界線図上に各ひずみをプロットすると図10のようになり、成形限界までの余裕度を評価することができました。

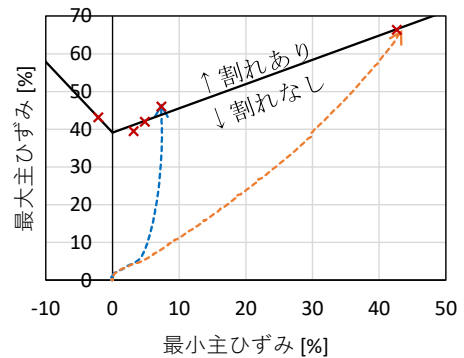


図7 成形限界線とひずみ履歴

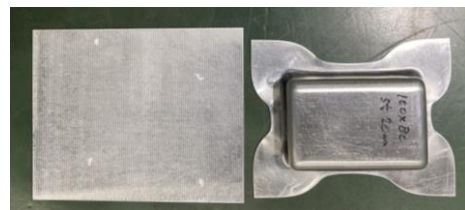


図8 素板(左)と成形品(右)の外観

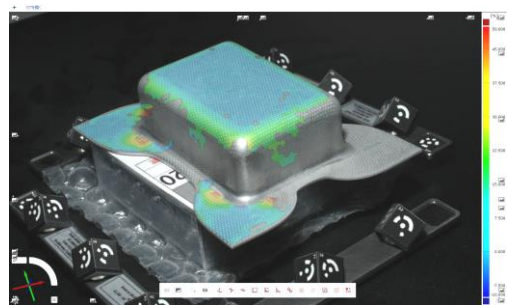


図9 角絞り成形品のひずみ分布

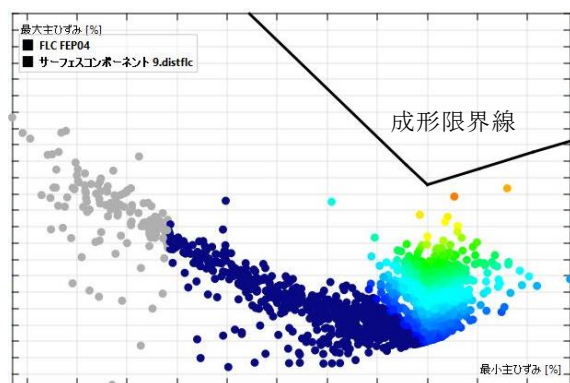


図10 成形限界線図での評価結果例

おわりに

三次元変位・ひずみ測定器について紹介しました。本装置は、プレス加工をはじめとした三次元ひずみ測定に有効です。ぜひ、ご利用ください。

参考文献

- 1) 林央、塑性と加工、50-580(2009)、392-397。