

SM-2 デジタル画像相関法による成形限界線図の作成

1171138 戸松 蒼・1171164 野澤 洸貴 (固体力学研究室) 指導教員 瀧澤 英男 教授

1. 緒言： 輸送機器や家電の外板には、複雑形状の板成形部品が利用される。板成形では割れやしわが生じない成形条件を設計する必要がある。成形中、板は二軸ひずみが与えられるため、板材の延性は成形限界線図 (Forming Limit Diagram : FLD) による評価が必要である。本研究では、開発中の Marciniak 試験治具を用いて適切な試験条件を探索するとともに、デジタル画像相関法 (Digital Image Correlation : DIC) を用いた測定によりアルミ合金板の FLD 作成を行う。

2 実験および測定方法

2.1 Marciniak 法： Fig. 1 に示す Marciniak 法は FLD の代表的測定法である。試験片の外周をビードで固定し、中央部を平頭パンチにより張出し成形し、パンチ天面部で二軸ひずみを発生させる。試験片とパンチの間には駆動板 (SPCC 材) と呼ばれる中央部に孔の空いたダミー板を挟み、天面部に試験片の割れを誘導する。試験片の幅 w を変えることで、ビードの拘束状態を制御し、面内のひずみ比を変化させる。

2.2 ひずみ解析法： 破断箇所の事前予測はできないため、非接触、広範囲のひずみ測定が必要となる。ここでは、ランダムパターンを塗布した試験片の変形を CCD カメラで撮影し、DIC ソフト VIC-2D によりひずみを解析する。Fig. 2 に実験の様子を示す。

3. 試験方法の改善： A1050-H24 (0.8mm) を用いた予察実験で観察された実験失敗状況の分類を Fig. 3 に示す。駆動板の板縁部が割れてしまった場合、パンチ天面部での割れを誘導できない。また、パンチ肩部での割れが生じる場合が見られた。図に示すように、試験片形状を単純な矩形からドッグボーン型に変更し、駆動板の板厚や孔径を変更することで安定して正常な割れを誘導する条件を見出すことができた。

4. 実験結果および考察： 実用的なアルミ合金である A5052-H32 (0.5mm) の FLD 測定を行った。代表的な試験片の割れ状況とともに測定した FLD を Fig. 4 に示す。試験結果にばらつきはあるものの、等二軸および単軸引張に近い変形で高い延性を示し、平面ひずみ状態で延性が低下する典型的な FLD が測定できた。DIC によるひずみ経路をみると、ひずみ経路は直線ではなく、また同じ条件であっても経路に差異が見られる。これらのばらつきは主に試験片幅 $w=110\text{mm}\sim 120\text{mm}$ で、ダイスでの拘束状態が不安定なために生じたと考えられる。

5. 結言： Marciniak 法での試験片形状および駆動板孔径を改良し、安定して天面部破断を誘導できた。また、DIC によるひずみ測定で FLD を作成することができた。今後はダイス拘束の安定化について検討が必要である。

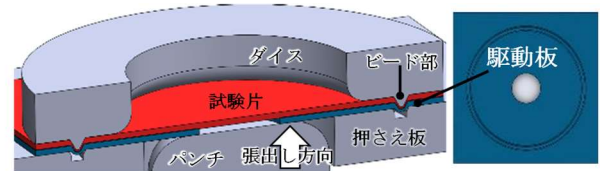


Fig. 1 Marciniak試験の概要

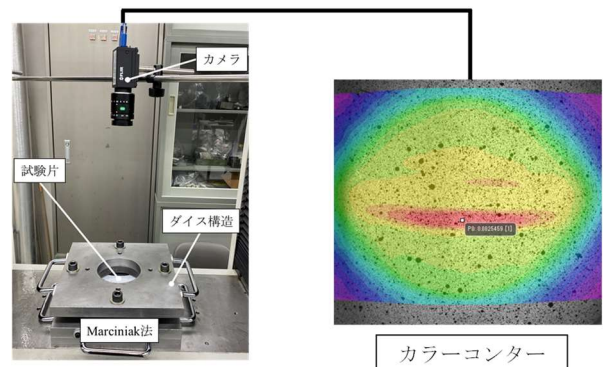


Fig. 2 実験の全体像

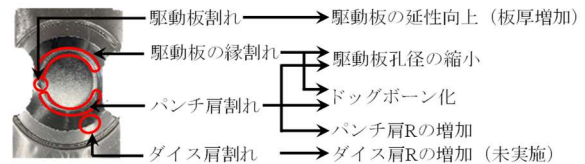


Fig. 3 実験失敗状況と改善策

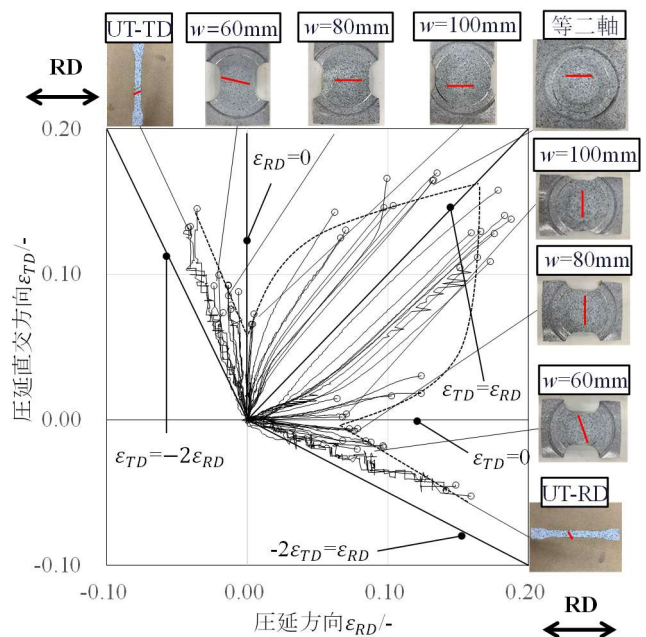


Fig. 4 A5052-H32 (0.5mm) のFLD