

成形限界の簡易測定法の開発

機械科 長津義之*

Development of a Simple Measurement Method for Forming Limit Strains

Yoshiyuki NAGATSU

Keywords : high tensile strength steel sheet, sheet metal bending, sheet forming simulation, forming limit diagram
キーワード：ハイテン材、板曲げ加工、成形シミュレーション、成形限界線図、FLD

1 はじめに

自動車軽量化のために導入が進むウルトラハイテンは、伸びが小さく、プレス成形時に割れが発生しやすい難加工材である。そのため、現在多く用いられている板厚減少による割れ判定に替わり、より予測精度が高いといわれる、二次元的なひずみ限界を示す成形限界線図 (FLD) の活用が期待されている。FLD測定では、球または平頭パンチでサンプルを張り出して割り、割れ周辺の、予めサンプル表面に印したマークの形状変化によりひずみを測定する方法が用いられるが、大きな加工力のため、高額な専用設備を要するという問題がある。

本センターでは小型パンチと汎用的な材料試験機を用いた安価な測定法の開発を目指している。ここでは、まず軟鋼板を対象とし、サンプル形状及びその加工法並びにレーザーによるひずみ測定用マーキング法等について検証した結果を報告する。

2 方法

図1左の試験金型を精密万能材料試験機 (島津製作所製AG-250kN) に取り付け、パンチによってサンプルにひずみを与え、割れを発生させた。潤滑のため、パンチとサンプル間にPTFEシート (厚さ0.05mm) を用いた。サンプル形状は図1右で、くびれ部幅によりひずみ比を調整した。対象材料は引張強さ270MPa、厚さ0.8mmの軟鋼板 (0.2%耐力218MPa、一様伸び25%) を用い、サンプルの切り出しはワイヤカット放電加工及び炭酸ガスレーザーで行った。ひずみ測定用のマークは、サンプルの小型化にあわせ直径1mmの円形状とし、YAGパルスレーザー (ナビタス製ALFALAS SK-86) を用いた。マイクロスコープ (キーエンス製VHX-1000) で、割れ周辺の変形した円マークの長軸及び短軸長さ

を計測し、それぞれ最大主ひずみ、最小主ひずみとした。

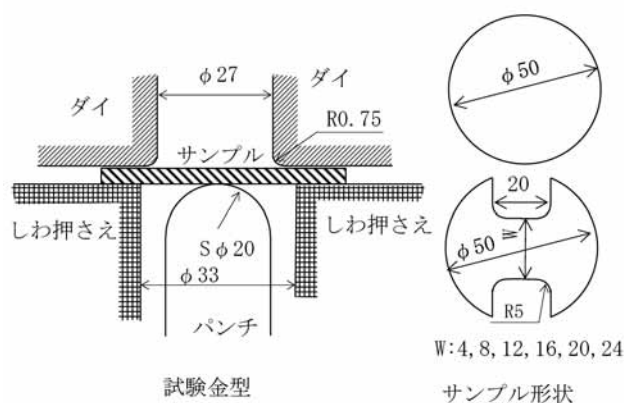


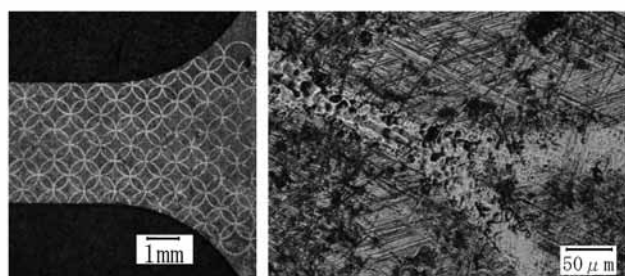
図1 試作金型及びサンプル形状

3 結果および考察

図2はレーザーマーキングのパターン及びマーク線の拡大図である。マーク線幅は30~50 μm 、深さは5 μm 以下と推測される。また、円形状サンプルの張り出し荷重を図3に示す。サンプルが割れた際の荷重及び押し込み量 (変形量) は、レーザーマークの有無による差がほぼなく、レーザーマーキングがサンプルの成形限界へ与える影響は微小と考えられる。また、PTFEシートが無い場合、摩擦によりひずみが局部的に集中し、早い段階で割れの発生が確認された。図4は、試験後のサンプルである。頂点付近が割れたサンプルは、割れ周辺のひずみの変化が小さいため、ひずみ測定が可能であったが、くびれ部幅が20mm及び24mmのサンプルは、ダイへの流れ込み部分で破断したため、測定不可能であった。測定したひずみに対する割れの発生を図5に示す。くびれ部幅が小さくなるほど、割れ発生時の最小主ひずみを小さく制御可能であること

*) 現 機械電子科

が確認された。また、サンプルの加工法では、ワイヤカットとレーザーで割れ発生の大きな差は見られなかった。



レーザーマーキング
で形成したパターン

マーク線

図2 レーザーマーキング外観

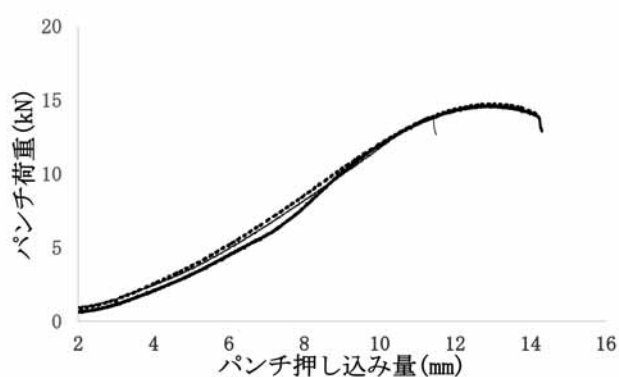


図3 ワイヤカット円形サンプル張り出し重荷

— 基準(レーザーマーク PTFE 使用)
- - - マークなし
— PTFE なし

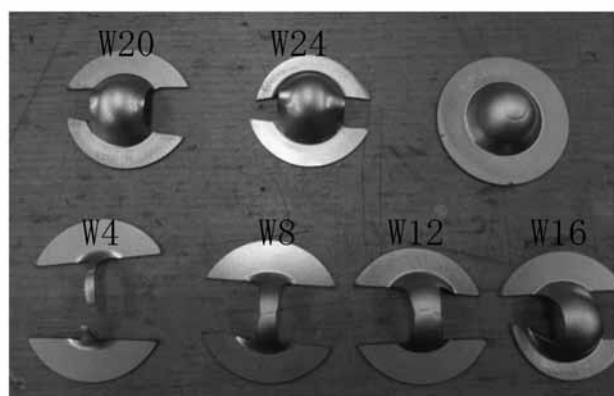


図4 割れを発生させたサンプル
Wはサンプルのくびれ部幅を示す

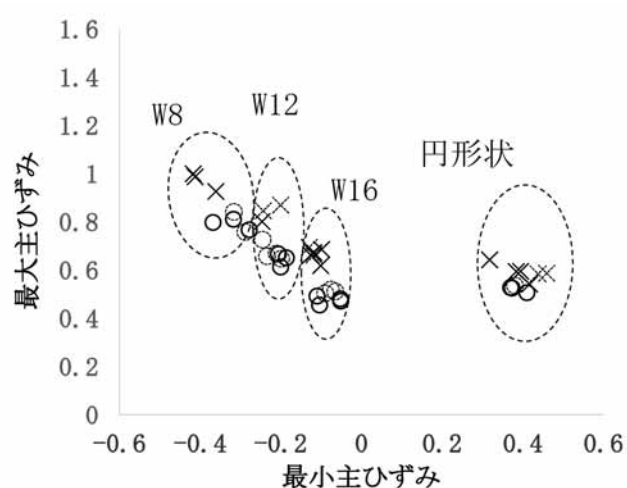


図5 最大及び最少主ひずみと割れの発生

× 割れ ワイヤカット
× 割れ レーザー
○ 割れなし ワイヤカット
○ 割れなし レーザー
○ サンプル形状 Wはくびれ部幅

4 まとめ

開発したFLD簡易測定法の検証を行った結果、決定したサンプル形状でひずみが制御可能であることと、レーザーマーキングによる割れ発生への影響が微小であることが示された。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、ご協力いただいたはままつ超ハイデン研究会の会員の皆様に深く感謝いたします。