

プレス成形製品の加工硬化および微視組織解析

Analysis of microstructure on press forming products

西野 創一郎¹⁾

鈴木 裕士²⁾

Soichiro NISHINO

Hiroshi SUZUKI

¹⁾茨城大学大学院 ²⁾原子力機構

プレス加工によって多軸ひずみを受けた試験片を加工製品から切り出し、加工硬化による転位密度の変化を調査した。素材全体の転位密度を中性子回折によるプロファイル解析により計測して、加工工程との関係について検討した。

キーワード：プレス加工，多軸ひずみ，自動車用鋼板，中性子回折，転位密度

1. 目的

自動車部品は様々な加工方法で製造されている。その中でも板材のプレス成形は大きな割合を占めている。プレス成形では、被加工材に多軸方向から塑性ひずみが付与される。そのため製品形状となった時点で加工硬化などの組織変化が生じている。このような組織変化は製品の引張強度や疲労強度に対して影響を及ぼすと考えられるが、設計現場では組織変化を考慮せず加工前の処女材の機械的性質で設計しているのが現状である。

予ひずみが引張強度や疲労強度に及ぼす影響について調査した研究は数多いが、単純引張変形での研究⁽¹⁾⁽²⁾が大半である。多軸方向からのひずみについては、圧延後の強度特性を調査した事例⁽¹⁾⁽²⁾があるが、プレス加工製品の強度特性を直接調べた例は少ない。かかる観点から、著者らは実際の自動車に使用されているプレス加工製品から試験片を切り出し、3軸方向からひずみを受けた被加工材の引張強度を調査して、硬度および中性子回折によるピークプロファイル半価幅を用いて、加工工程における引張強度を定量的に評価することとした。

2. 方法

供試材には4mmの板厚のJSH440Dの高張力鋼板を用いた。この板材を直径195mmの円板にせん断加工でブランクしたものをプレス加工品の素材とした。プレスは3工程であり、各工程後のプレス加工製品から測定用サンプルをワイヤーカットによって切り出した。

3. 研究成果 (図1, 図2)

多軸ひずみ付与における加工硬化について、中性子回折における半価幅法を用いて転位密度という微視的観点から検討を行なった。各試験片のプロファイル解析から、ひずみを受ける前はシャープな立ち上がりを見せていたプロファイルが多軸ひずみを受けた後には回折強度が低く角度分布が広がっていることがわかった。一般に転位密度が増加した場合にはこのような傾向が認められる。また、工程数が増えると半価幅が大きくなっており、加工とともに転位密度が増大していくことがわかった。ピークプロファイルの半価幅とプレス加工製品の引張強度には相関がある。このことから、加工硬化の相違を微視的観点からも把握することができた。

4. 結論・考察

(1) プレス加工による多軸ひずみ付与で加工硬化した材料の硬度と引張強度との間には相関がある。

(2) 中性子回折・半価幅法による転位密度解析から、プレス加工における工程数とともに、転位密度が増大しており、加工硬化度が大きいことがわかった。半価幅は材料へのひずみ負荷形態のかかわらず引張強度と相関がある。

5. 引用(参照)文献等

(1) 日本材料学会編，疲労設計便覧，(1995)

(2) 自動車技術会疲労信頼性部門委員会，疲労設計ハンドブック，(2002)

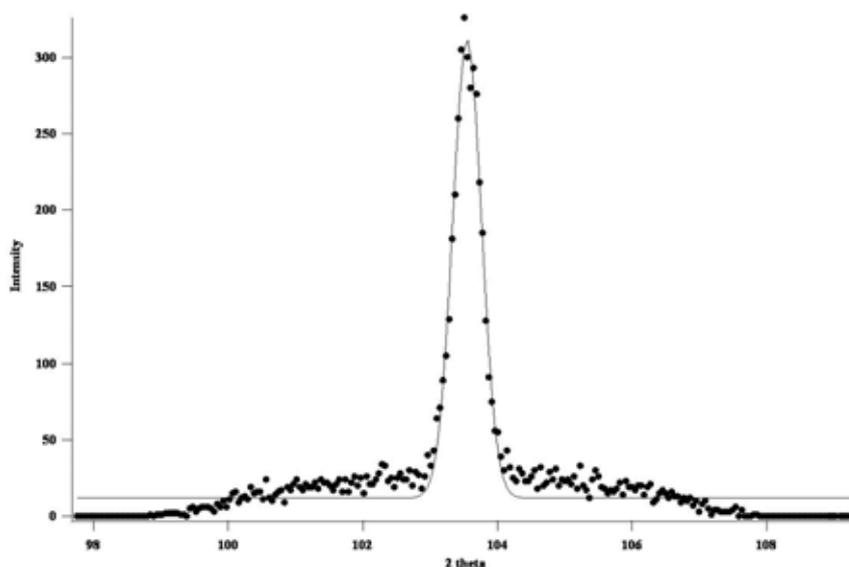


図1 高張力鋼板のプレス成形製品の中性子回折結果(<211>面)：加工前

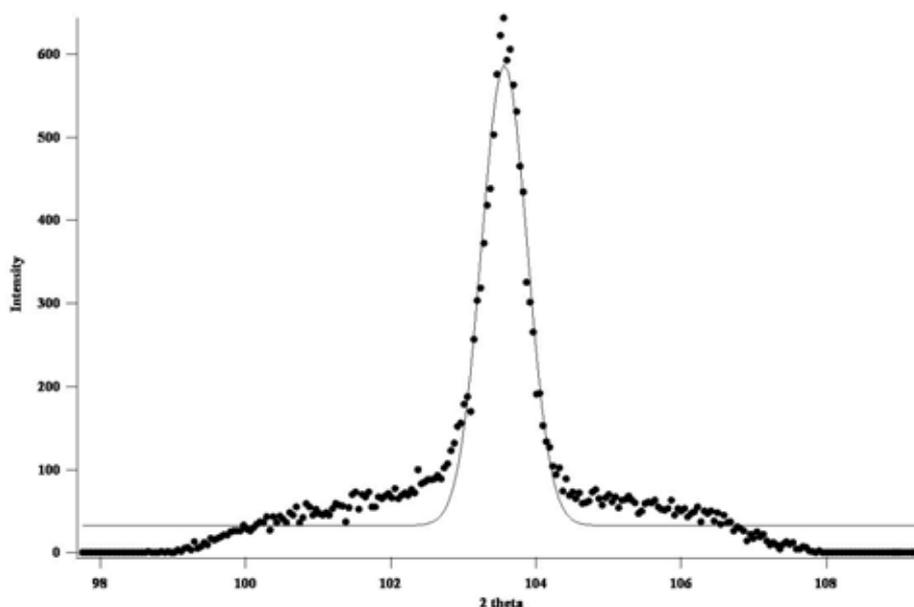


図2 高張力鋼板のプレス成形製品の中性子回折結果(<211>面)：加工後，第3工程