

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	GUSTAVO	CAPILLA
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		GONZALEZ	
論 文 題 目				
Determination of large-strain anisotropic workhardening behavior on high strength steel sheets (高張力鋼板の大ひずみ異方硬化挙動の決定)				
論文審査担当者				
主 査	特任教授	吉田 総仁		印
審査委員	教 授	菅田 淳		印
審査委員	教 授	松木 一弘		印
審査委員	准教授	日野 隆太郎		印
〔論文審査の要旨〕				
<p>金属板材の成形では弾塑性有限要素法（FEM）を用いた成形シミュレーションにより板のスプリングバック、割れ、しわなどの成形不良を予測して、その対策を考えて金型設計を行うことが一般的といなっている。この成形シミュレーション精度を大きく左右するのが材料モデルであり、とりわけ異方性と加工硬化挙動のモデル化は最も重要なものである。異方性材料モデルは様々なものが提案されているが、これらのモデル中の材料パラメータを実成形で生じる大きなひずみ領域で定める方法は確立しているとはいえず、このことが大きな課題として残っている。そこで、本研究では、板の面内引張り曲げ実験と対応する数値シミュレーションを用いて大ひずみ領域における異方性材料パラメータ（加工硬化と r 値の特性）を決定する方法を新しく提案している。</p> <p>第1章では、大ひずみ塑性モデルとその材料パラメータ同定に関する従来の研究について、それらの特徴と問題点を明らかにするとともに、本研究の目的と論文の構成について述べている。</p> <p>第2章では、本研究で用いた材料モデル（Hill 異方性降伏関数、Yoshida 6次異方性降伏関数、Yoshida-Uemori 移動硬化モデル）の概要を述べるとともに、従来の試験法によって 590MPa, 780MPa, 980MPa 高張力鋼板の低ひずみ領域（ひずみ 0.15 以下）における材料パラメータを決定している。</p> <p>第3章では、本研究で新しく提案する板の面内引張り曲げ実験法の詳細について記述している。また、実験から得られるパンチストローク、パンチ荷重、最大曲げひずみの挙動が材料の異方性硬化特性にどの程度敏感であるかについて、弾塑性 FEM シミュレーションにより明らかにした。このことより、最適な引張り力（590MPa, 780MPa, 980MPa 高張力鋼板では降伏応力の 25%）を与えることにより、パンチストロークと最大曲げひず</p>				

みの応答は大ひずみ領域における加工硬化特性を敏感に反映することがわかった。なお、工具摩擦の影響はマイナーであることがわかった。

第4章では、面内引張り曲げ実験から得られたパンチストロークと最大曲げひずみの応答と対応する数値シミュレーション結果が最も一致するような加工硬化パラメータを逆問題として決定する方法について述べている。これは、大ひずみ領域でも加工硬化が継続する Swift モデルとそれが収束する Voce モデルの複合モデル中の重み係数 ( $\mu$  パラメータ) を決定する問題として定式化している。これを 590MPa, 780MPa, 980MPa 高張力鋼板 (圧延方向) に適応し、それぞれひずみ 0.410, 0.368, 0.268 までの大ひずみ領域までの加工硬化特性を決定することができた。また、Yoshida-Uemori モデルを用いたシミュレーションにより、この応答はバウシンガー効果には不敏感であることも明らかとなった。

第5章では、この方法を異方性発展モデルに拡張し、板の圧延方向に対して 0°, 45°, 90° の三方向の大ひずみ硬化特性、さらに  $r$  値について決定する方法を新しく提案した。また、得られた単軸硬化特性がバルジ試験における二軸硬化特性と異なる様子を示した。

第6章では、本研究で得られた主な成果を総括している。

以上のように、本研究では、本研究では従来は不可能であった板の大ひずみ領域における異方硬化特性を決定する新しい方法論を提案している。このことは工学的に大きな意味を持つと同時に板材成形産業界にも大きなインパクトを与えるものと言える。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士 (工学) の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。