

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	齋藤 直子
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 ナノ析出強化型高張力鋼板の高温弾塑性挙動のモデル化と温間成形スプリングバック (Elasto-Viscoplastic Behavior of Nano-Precipitation Strengthened Steel Sheet at Elevated Temperatures and Springback in Warm Bending)			
論文審査担当者			
主 査	特任教授	吉田 総仁	印
審査委員	教 授	松木 一弘	印
審査委員	准教授	山本 元道	印
審査委員	准教授	日野 隆太郎	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究は、加熱および冷却による材料強度の低下がないナノ析出強化型高張力鋼板について、その温間成形によりスプリングバックの大幅な低減を目的とするものである。</p> <p>第1章では、高張力鋼板に関する自動車産業および学問的背景を述べた上で、高張力鋼板の成形に関する従来の研究を展望し、スプリングバック低減における課題を明らかにした。</p> <p>第2章では、ナノ析出強化型高張力鋼板の高温弾塑性挙動を明らかにするため、高温での単軸引張試験を行った。単軸引張における応力-ひずみ応答は温度に強く依存し、材料の応力（変形抵抗）は温度の上昇に伴いより顕著に低減することがわかった。さらに、応力はひずみ速度に依存し、その依存性は高温になるほど強くなることを確認した。ヤング率は、応力やひずみと同様に、温度に依存し、温度上昇に伴い減少することがわかった。一定のひずみを与えたもとで生じる応力緩和は、ひずみを加えた直後に急速に進行した後、緩やかに進行する。また、応力緩和による応力の低下率は温度上昇に伴い増大することがわかった。</p> <p>第3章では、板材成形で最も単純な形状であるV型、およびフォーム成形であるU型の曲げ成形試験を室温から923 Kで行い、スプリングバックに対する温度と成形速度の影響について検討した。スプリングバックは温度の上昇に伴い低下し、成形速度が低速で高温の場合では、スプリングバックは大幅に減少することがわかった。また、スプリングバックは、高温で成形後の試験片を金型で保持することにより低下し、低減後は保持時間を延長しても変化しないことがわかった。このスプリングバック低下は、試験片が高温かつ一定のひずみで保持されることにより生じた応力緩和の結果である。</p> <p>第4章では、高温における材料の応力-ひずみ応答を記述するための、温度とひずみ速度依存性を考慮した弾粘塑性構成モデルを検討した。この弾粘塑性モデルは、温度に依存するパラメータ、および温度とひずみ速度に依存する抗応力および応力感度指数を含むことで、温度とひずみ速度の依存性を表現できることを特徴としている。構築した弾粘塑性モデルを用いて高温での単軸引張および応力緩和の数値解析を行った結果、解析結果は第2章の単軸引張試</p>			

験で得られた結果と良い一致を示し、構築した弾粘塑性モデルにより本鋼板の高温弾塑性挙動を再現できることがわかった。

第5章では、構築したモデルを用いて高温における板材の曲げおよびスプリングバック過程の数値解析を行い、それぞれの過程における応力緩和およびクリープの影響について検討した。解析結果は前章までの各種実験結果と同じ傾向を示し、材料の変形抵抗が温度とともに小さくなることでスプリングバックが低減し、さらに板材の金型保持（数秒間）中の応力緩和もスプリングバック低減に大きな効果があることがわかった。さらに、低速除荷プロセスではクリープにより曲げが進行し、このこともスプリングバック低減に寄与していることを明らかにした。また、解析結果から、板材の応力およびスプリングバック後の残留応力は、高温での成形により著しく低下することを確認した。

第6章では、本研究で得られた主な成果をまとめてある。すなわち、ナノ析出強化型高張力鋼板の温間成形を適切な温度、速度、工具保持の条件で行うことにより、スプリングバックを大幅に低減できることが明らかになった。また、温間成形は板の成形後の残留応力の低減に極めて有効であることがわかった。

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。