

氏 名	やま ざき かず まさ 山 崎 一 正
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3552 号
学位授与の日付	平 成 12 年 11 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	超高強度鋼板の成形性向上に関する金属組織学的研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 牧 正 志	教 授 山 口 正 治	教 授 長 村 光 造
--------	--------------------	-------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、自動車の軽量化、衝突安全性向上に重要な役割を果たす高強度鋼板の中でも、特に強度が高い引張強さ1.0～1.4GPaを有する超高強度鋼板を対象に、成形性や耐遅れ破壊特性を支配する金属組織学的因子の解明および成形性に優れた超高強度鋼板の開発を目的として行われた研究成果をまとめたものであり、6章より構成されている。

第1章は、序論であり、自動車用鋼板に関する従来の研究と超高強化に伴う問題点を金属組織学的観点から総括し、本研究の意義、目的について述べている。

第2章では、成形要素の中でも最も基本的な曲げ性に関して研究している。超高強度鋼板の成形性は、一般に軟質鋼板で考えられるような全伸びで表されるのではなく、局部延性を示す代表的な指標である曲げ性によって表されることを明らかにしている。さらに、曲げ性を支配する因子を究明するために、曲げ性と金属組織との関係を調べ、曲げ性は微視組織の不均一さに支配され、組織の均一性を高めることにより曲げ性が向上することを見出している。微視組織の不均一性は、鑄造時のMn等の偏析によってもたらされるが、この影響を回避して微視組織を均一に保つには、熱間圧延後の急速冷却と冷間圧延後の焼鈍の際の保持温度を高めること、好ましくは A_3 変態点以上の高温に保持し、極力高温から急速冷却することが有効であることを述べている。この均一な組織を工業的に得るには、ベイナイト単相組織にすることが好ましいことを明らかにしている。

第3章では、曲げ性以外の成形要素に対する金属組織の影響について研究している。成形要素としては、深絞り性(縮みフランジ性)、伸びフランジ性、張出し性、2次加工脆性等について研究している。その結果、伸びフランジ性、および成形工具の肩半径が小さい場合の張出し性、深絞り性では、微視組織の均一性の影響が顕著であり、組織を均一化することによりそれぞれの成形性を向上させることができることを明らかにしている。また、縮みフランジ性に関しては、残留オーステナイトの影響を見出し、残留オーステナイトが多いと縮みフランジ性を劣化させることを明らかにしている。さらに、2次加工性に関しても、残留オーステナイトの影響を見出し、残留オーステナイトが多いほど2次加工脆性が起こりやすくなることを明らかにしている。これらは、いずれも加工誘起変態にともなう体積膨張の影響であり、その作用について考察している。残留オーステナイトを減らす方法としては、高温での焼鈍が有利であり、金属組織としてはベイナイト単相が工業的に造りやすいことを示している。

第4章では、超高強度鋼板の遅れ破壊の問題を取り扱っている。従来、薄鋼板では、板厚が薄いので水素が侵入したとしても容易に放出され、遅れ破壊は起こりにくいと考えられていたが、超高強度鋼板の場合には板厚の薄い冷延鋼板においても遅れ破壊が発生することを見出している。加工によりマルテンサイトへ変態する不安定な残留オーステナイトが多く存在するほど遅れ破壊が発生しやすくなること、また、遅れ破壊発生には塑性歪が加えられていることや、残留応力が存在することが必要であると述べている。対策としては、残留オーステナイトを減らすことが重要であり、高温での焼鈍が有効であること、これは組織の均一性の向上、成形性の向上と同じ対策であり、成形性の向上と遅れ破壊の対策は両立するものであることを示している。

第5章では、スポット溶接性、母材の疲労特性、アーク溶接部の疲労特性について研究している。スポット溶接継手のせん断引張強さは強度に見合って上昇するが、熱影響部の軟化が避けられず、強度が高くなるほど従来からの推定式よりも低下する傾向にあること、十字引張強さは、母材の強度によらずほぼ同じ値となることなどを示している。スポット溶接継手の疲労特性に関しては、軟質な鋼板との組み合わせにおいて、せん断引張モード、十字引張モード、曲げモードのいずれにおいても疲労強度はほぼ同じ値を取ることを示し、超高強度鋼板のスポット溶接等における実用使用上の留意点を明らかにしている。

第6章は、総括であり、本論文の研究成果を要約するとともに、本研究で得られた知見に基づいて開発された成形性に優れた超高強度鋼板の実用化の事例を示している。

論文審査の結果の要旨

自動車の軽量化と衝突安全性の観点から、近年、自動車用鋼板のより一層の高強度化が望まれているが、高強度になるほど成形性の低下やスポット溶接特性の劣化がおこる点に高強度鋼板の開発の難しさがある。本論文は、引張強度1.0～1.4GPaを有する超高強度鋼板を対象として、成形性を支配する金属組織学的因子の解明および成形性に優れた超高強度鋼板の製造技術の確立を目的として行った研究をまとめたもので、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 超高強度鋼板の成形性は、一般に軟質鋼板で考えられている全伸びではなく、局部伸びによって支配されることを見出し、その代表的な指標である曲げ性によって評価できることを明らかにした。

2. 曲げ性と金属組織の関係を詳細に調べ、曲げ性は casting 時の Mn 等の凝固偏析に由来する微視組織の不均一さに支配され、組織の均一性を高めることにより曲げ性が向上することを見出すとともに、微視組織の不均一性を解消する熱処理方法を確立した。さらに、これらの方法を実現するには、単相ベイナイト組織が最も好ましいことを明らかにした。

3. 超高強度化によって、従来の軟質鋼板では問題がなかったプレス成形後の遅れ破壊が起こることを見出し、その原因が残留オーステナイトのプレス成形時におこる加工誘起マルテンサイト変態にあることを明らかにし、遅れ破壊防止策を確立した。

4. 上記の研究結果から得られた開発指針に基づき、今まで自動車用鋼板として工業的に製造されていなかった引張強度1.2GPa程度の加工性、溶接性に優れた超高強度鋼板を開発し、自動車車体への適用、実用化に成功した。

以上、要するに本論文は、自動車用超高強度鋼板の加工性や耐遅れ破壊特性に及ぼす金属組織学的諸因子の影響とその制御法を解明し、加工性に優れた超高強度鋼板の開発に成功したもので、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成12年10月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。