

自動車用980MPa冷間圧延鋼板の開発

Developments of Ultra-high Strength Cold-rolled Steel Sheets for Automotive Use

野中俊樹^{*(1)} 後藤貢一^{*(2)} 谷口裕一^{*(3)} 山崎一正^{*(4)}
 Toshiki NONAKA Koichi GOTO Hirokazu TANIGUCHI Kazumasa YAMAZAKI

抄 録

自動車では軽量化と衝突安全性能向上を両立させる対策として、部品に使用される鋼板の高強度化が図られ、また、その適用部位が拡大している。最近では980MPa級超高強度鋼板が使用されるケースも増えている。鋼板は高強度になるほど加工特性が低下するため、部品に応じた特性を付与する必要がある。980MPa高強度鋼板では全伸びを重視したタイプ、局部延性を重視したタイプ、ならびにその両者のバランスをとったタイプをメニュー化した。その特徴と適用部品の事例を紹介する。

Abstract

In the automotive body designing, high strength steels are applied in order to achieve weight reduction and high crashworthiness. 980MPa class ultra-high strength steel is recently applied to seat parts. However, it has less formability than that of conventional high strength steels. To meet this demand, three types of 980MPa ultra-high strength steels are developed, which are good elongation type, high stretch flangeability (high hole-expandability) type and balanced type.

1. はじめに

地球温暖化対策として日本政府は、ガソリン自動車の燃費を1995年度(実績値12.6km/l)に対し2010年度(目標値15.3km/l)までに約20%向上させる計画¹⁾を策定した(図1)。一方で、衝突安全性に関する規制の法制化や基準の引き上げにより、構成部品の強度向上が要求されている。

軽量化と衝突安全性を両立するには、使用鋼板の強度上昇が必須となっている。従来より、高強度鋼板は多用されてきたが、車体の

骨格部材では引張り強さ440~590MPaまでが主体であった。また、バンパーやドアビームのように高い強度が必要な部材には980~1180MPaクラスの超高強度鋼板が適用されてきた。最近ではさらなる軽量化を図るために、この超高強度鋼板の適用が拡大している。その一つの新たな用途として、シート骨格部品への980MPa級超高強度鋼板の適用が進められている。超高強度鋼板は高い成形性を有していないために、どの部品にもすぐに適用できるというものではない。そこで新日本製鐵では、部品の必要特性に応じて、優れた全伸びを有するタイプ、曲げ加工を可能にするために局部延性を向上させたタイプ、およびそれらの特性をバランスさせたタイプを開発した。本報では、これらの980MPa冷間圧延鋼板の特長とシート骨格部材への適用事例について述べる。

2. 超高強度鋼板が適用される自動車部品の要求特性

超高強度鋼板は、主にバンパーリフォースやドアインパクトビーム、シート部品に使用されている。一般的に鋼板は、高強度になるほど伸びや局部延性等の加工性が低下する。一方、使用する側では少しでも部品を軽量化するために、その形状を複雑にする傾向にあり、鋼板には一層の加工性の向上が要求される。

図2に、最近980MPa高強度鋼板の適用が拡大している自動車シート部品を示す。これを例に必要な特性を整理すると以下ようになる。シートバックサイドでは、成形後の歪み防止のため、高い歪み伝播性が要求され、低降伏強さ、高伸び、高n値が有効となる。

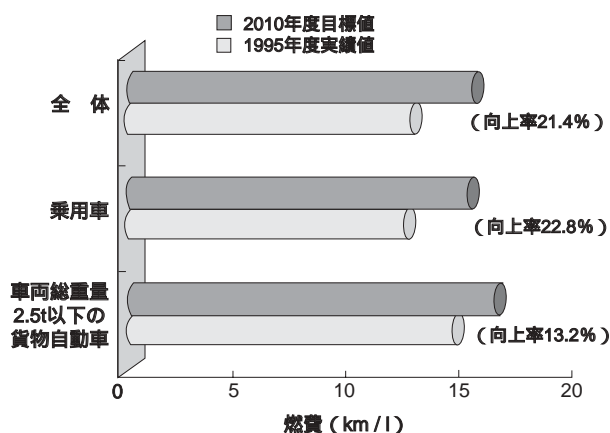


図1 ガソリン自動車の燃費目標値

^{*(1)} 名古屋技術研究部 研究員
 愛知県東海市東海町5-3 〒476-8686 TEL:(052)603-7631
^{*(2)} 名古屋製鐵所 品質管理部 薄板商品管理グループ マネジャー

^{*(3)} 名古屋技術研究部 主幹研究員
^{*(4)} 技術開発本部 技術開発企画部 部長

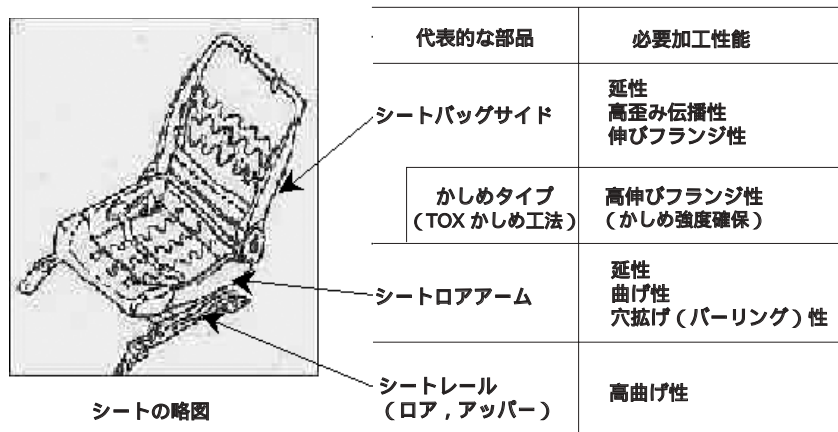


図2 使用部位毎に異なる必要特性(シート部品への適用例)

また、伸びフランジ成形も有するため、局部延性もバランスよく確保する必要がある。また、かしめタイプで接合される場合は、優れた局部延性が要求される。曲げ加工が主体のシートレールでは、局部延性に極めて優れた特性が要求される。

一方、シートロアアームでは、張り出し加工とパーリング加工の両方があるため、全伸びと局部延性のバランスが重要とされる。また、穴広げ加工が行われる場合には、局部延性に優れた特性が要求される。このように、超高強度鋼板は単に強度だけを確保すれば良いわけではなく、適用部位に応じて最適な特性を持つ鋼板が必要とされる。

3. 要求特性に応じた超高強度鋼板のメニュー化

新日本製鐵では上述の自動車部品の要求特性に応じた980MPa級超高強度鋼板の特性の改善とメニュー揃えを行った。必要特性を考慮して伸び重視タイプ、穴広げ重視タイプ(=高曲げ性タイプ)、そしてバランスタイプの3種類とした(表1)。

超高強度鋼板では、軟鋼板の場合と異なり、全伸びを向上させると、穴広げ(伸びフランジ)・曲げなどのような局部延性が支配する特性が劣化し、全伸びと局部延性は相反する特性となる。このためそれぞれの特性を向上させるにはそれぞれ異なった対策を講ずる必要がある。

伸び重視タイプでは、全伸びを確保するため、延性に優れたフェライト組織をベースに硬質な第二相を形成させたデュアルフェイズ(DP)的な組織とする必要がある。このために、フェライト生成元素の添加や連続焼鈍設備(C.A.P.L.)での焼鈍温度パターンの最適化を図った。

穴広げ重視タイプに関しては、組織が不均一な鋼では、歪みが局部的に集中すると硬質層近傍の軟質層に局部的な歪みが集中し、穴

表1 980MPa冷間圧延鋼板の商品メニュー

材質性能	高性能 (低降伏強さ, 高伸び, 高n値)		高局部延性 (高穴広げ性, 高曲げ性)
	高局部延性 (高穴広げ性, 高曲げ性)		
タイプ	伸び重視タイプ (低降伏強さ)	バランスタイプ (伸び・穴広げ率 バランス)	穴広げ重視タイプ (高穴広げ率)

広げ性や曲げ性を劣化させるとの知見^{2,3)}に基づき、フェライト相と第二相の硬度差を低減する事や、C.A.P.L.において高温で加熱し不均一組織を改善する³⁾などの対応を行った。

バランスタイプでは、伸びと穴広げ性をバランスさせるため、この両方の対策をとっている。バランスタイプでの、全伸び、穴広げ性はそれぞれに特長を持たせたタイプの中間的な値となる。

以上のように、それぞれに特長を持たせた鋼板が開発されているので、部品の必要特性に応じた選択がなされることにより、超高強度鋼板の適用が可能になるものと考えられる。

4. 各タイプの材料特性とシート部品への適用事例

図3に開発した各タイプの980MPa級鋼板の伸び(EI)と穴広げ率(%)の相関を示す。

穴広げ試験は、図4に示すように、先端角度が60°のボンチを用いて、直径10mmの打抜き穴に押し込み、発生した亀裂が試験片の板厚を貫通した時点の穴広げ率を計測した⁴⁾。穴広げ率(%)は次式で求めた。

$$(\%) = \{(d - d_0) / d_0\} \times 100$$

d: 亀裂が板厚を貫通した時の穴径 d₀: 初期径

伸び重視タイプは17%程度の全伸びを示しており、他のタイプに比べて高い全伸びを示している。一方、穴広げ重視タイプは穴広げ率90%を示し、高い穴広げ性(パーリング性)を有していることがわかる。バランスタイプは上記鋼板の材質特性(EI, %)の中間値を示し、延性(EI)と穴広げ率(%)の両方が求められる場合に有効な鋼板

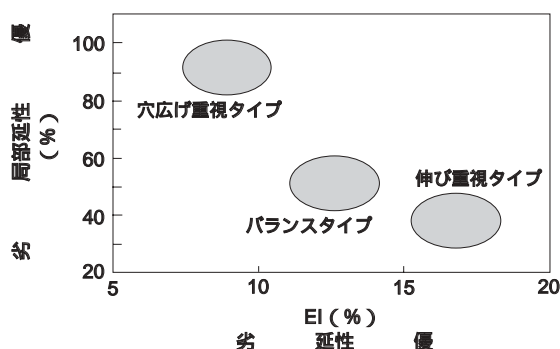


図3 延性と穴広げ率の相関

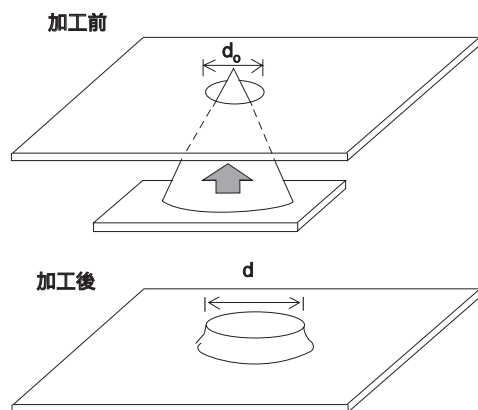


図4 穴広げ試験

表2 材質特性の参考値(板厚1.4mm)

タイプ	YS (MPa)	TS (MPa)	EK (%)	(%)
伸び重視	624	1 008	17	43
バランス	737	1 012	13	55
穴広げ重視	843	1 011	10	92



写真1 シートアームプレス成形例

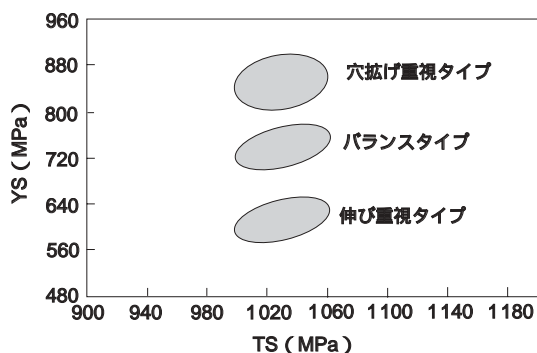


図5 降伏応力と引張り強さの相関

5. おわりに

本報では、980MPa級超高強度鋼板の特性と適用例について簡単に述べた。

従来から適用が難しいとされていた超高強度鋼板も、必要に応じた特性を高めた3つのタイプの鋼板、すなわち、バンパーリンフォース等に最適な「伸び重視タイプ(低YP型)」、シートロアアーム用に最適な「バランスタイプ」、シートレールやパーリング加工部品に最適な局部成形性に極めて優れた「穴広げ重視タイプ」の3種類のメニューを揃えることにより、その適用範囲が拡大したと考える。今後とも自動車メーカー、部品メーカーとの密接な連携のもと、さらなる改善を図り、よりその適用範囲を拡大し、軽量化と衝突安全性の向上に寄与していきたいと考える。

参考文献

- 1) 日本自動車工業会ホームページ
- 2) 水井正也, 武智 弘, 関根和雄: 鉄と鋼, 76, 414(1990)
- 3) 山崎一正, 水山弥一郎, 岡 賢, 徳永良邦: 塑性と加工, 36(416) 973(1995)
- 4) 日本鉄鋼連盟規格

である。

図5, 表2に降伏強さ(YP)と引張り強さ(TS)の相関を示す。異なるタイプの鋼板を選択することで、同等の引張り強さであっても、要求に応じた降伏応力の鋼材を得ることが可能であることが分かる。

写真1は、バランスタイプをシートアーム部品へ適用したときの例である。成形時に割れの発生もなく、形状凍結も良好であった。