

連載



Vol.34

自動車用ハイテン

キーワード 自動車、ハイテン、衝突安全、車体軽量化、燃費向上、CO2排出抑制

JFEスチール(株)
櫻井 理孝



【経歴・資格】
技術士(金属部門)
日本技術士会中国本部
化学繊維金属部会副会長 広報委員会副委員長 日本技術士会金属部会地域連携幹事

●当連載について【広島県中小企業団体中央会】×【日本技術士会中国本部】

急激な社会変化への対応が求められている中小企業に、より適切な支援が実施出来るように、広島県中央会では日本技術士会の中国本部と連携し、技術的側面の支援体制を強化しました。
組合内あるいは企業内に、自社単独で解決困難な技術的課題がある場合は、連携支援部にご相談下さい。(TEL 082-228-0926)

■ハイテンとは？

硬くて強い鋼板を高強度鋼板または高張力鋼板と言います。英語のHigh Tensile Strength Steel(ハイ・テンサイル・ストレングス・スチール)を縮めて国内では「ハイテン」と呼び、海外ではHigh Strength Steelを縮めて「HSS」と呼びます¹⁾²⁾。ハイテンは自動車車体に欠かせない材料で、社会的に大きな役割を果たしています。本記事では、ハイテンの始まりから、どのような材料か、そして、社会的に果たしている役割について解説します。

■ハイテンの始まり

1960年代にモータリゼーションが急速に進展し、交通事故の多発が、深刻な社会問題となっていました。1969年に米国運輸省が乗員の生存空間確保を目的とした実験安全車計画を提唱し、ハイテンの開発が始まりました。1973年の第1次石油危機でガソリン価格が高騰したことを契機に自動車の燃費向上に対する要求が厳しくなり、車体を軽量化できるハイテンが、自動車に採用されるようになりました¹⁾²⁾。

ちょうどそのころ日本では、その後の自動車用鋼板製造に変革をもたらす連続焼鈍プロセスが誕生しました。1971年から1982年までに国内では10基の連続焼鈍ラインが稼働しました。連続焼鈍は、それまで箱型焼鈍炉での焼きなましとその前後工程で10日近くを要していた冷延鋼板の焼鈍工程を10分以下までに短縮した画期的なラインでした。この設備は、本来は軟質鋼板の安価大量生産を目的に開発されましたが、急速加熱、急速冷却が可能で、焼き入れ処理、焼

き戻し処理に適していたことから、ハイテンが日本で先駆けて開発・実用化されました³⁾。

■ハイテンが必要な理由

①衝突安全性向上

衝突安全性とは、自動車が衝突した際に、乗員を安全に保護できる程度のことです。自動車のボディには、万が一の衝突時にも強い衝撃に耐えられる頑丈な作りが求められます。乗員が入る空間をハイテンで覆うと、強い衝撃に耐えられる頑丈なボディとすることができます。近年、衝突安全性要求の高まりによってボディのさらなる高強度化が進んでいます。

②自動車車体軽量化

自動車のボディは鋼材、アルミ材、樹脂など、さまざまな材料で構成されています。その中でも鋼材は主要な材料であり、車体重量の約70%を鋼材が占めています。そこで鋼材をハイテンに置き換えると、小さな板厚でも車体の強度を確保することができ、車体を軽量化できます。また、ハイテンは高強度材であるほど、その軽量効果が大きくなります。

③CO2排出量削減

2022年時点で国内のCO2総排出量のうち、自動車からのCO2排出量が約2割を占めており、自動車からのCO2排出量を抑制することは重要な課題となっています。その有効策の一つとされているのが、車体重量の削減です。車体重量が大きくなると、CO2排出量も増加していきます。そのため、CO2排出量を抑制するには車体重量をできるだけ減らすことが重要になります。

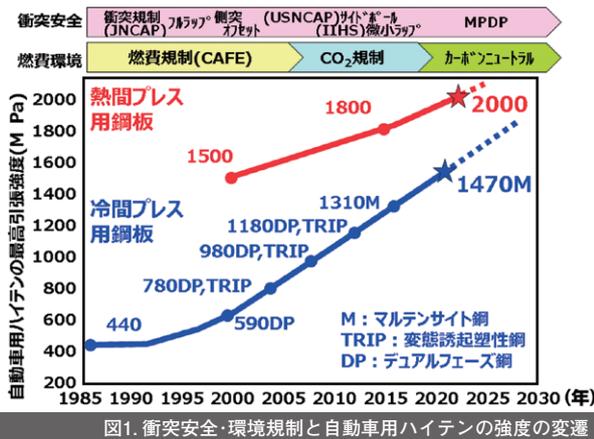


図1. 衝突安全・環境規制と自動車用ハイテンの強度の変遷

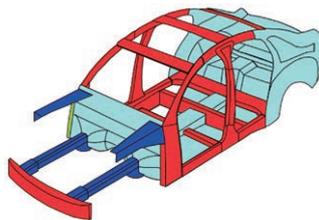
■ハイテンの高強度化

ハイテンの強度は引張り強さで表します。一般的な軟鋼は強度が270MPaです。日本産業規格(JIS)では、340MPa以上の強度を持つ鋼板が「高張力鋼板」と規定されています。図1に自動車用ハイテンの最高引張強度を実用化された時期と「衝突安全規制」「燃費環境規制」の変遷と対応して示します。ハイテンを用いて室温でプレス成形する冷間プレスでは、2020年に1470MPa材が実用化されました。900℃程度に加熱した鋼板をプレス成形し、そのまま金型内で冷却することで高強度化する熱間プレス(ホットスタンプ)では、2022年に2000MPa材が実用化され、高強度化が進んでいます。

■ハイテンは強いだけではだめ

①自動車車体における部位別の必要特性

自動車車体は、「衝突時に乗員を保護するため、極力変形させない座席のあるキャビン部」と「衝突時のエネルギーを吸収し、乗員への衝撃を小さくする車体の前後部」に分けて設計されています。図2に部位別のハイテン適用の考え方を示しました。



エネルギー吸収 安定した 圧壊特性	乗員保護 高強度材適用 変形させない
-------------------------	--------------------------

図2. 部位別のハイテン適用の考え方

キャビン部とバンパーの赤色で示した部品は、極力変形させないために、引張強度が高く(1300-2000MPa)、降伏点の高い超ハイテンが使われます。

一方、前部の青色で示した部品では、安定して圧壊させることにより、衝突時のエネルギーを吸収させるため、引張強度と延性のバランスが良いハイテンが適用されています。

②ハイテンはプレス加工が難しい

図3に冷延ハイテンの引張強度と伸び、穴広げ率の関係を示します⁴⁾。ハイテン材は、強度が上昇すると延性が低くなるというトレードオフの関係にあり、割れやしわが発生しやすく、プレス除荷後の弾性回復がハイテンでは大きいため、スプリングバックが発生し、部品の寸法精度が出にくいという課題があります。

そこで、ハイテン材の開発には、図3に矢印で示したように、より強度が高い超ハイテンを開発する一方で、伸びや穴広げ性を高めて加工性を向上させたハイテンが期待されています。

③ハイテンは溶接が難しい

ハイテンには、強度の上昇や加工性の向上を図るために、炭素をはじめ、様々な強化元素が添加されています。合金元素の含有量が多い鋼を溶接すると、その箇所が急激に冷やされること

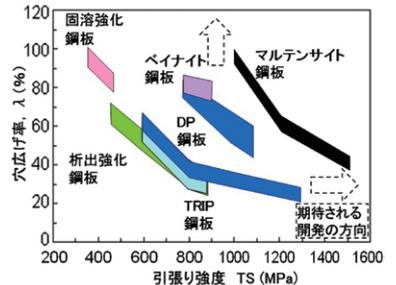
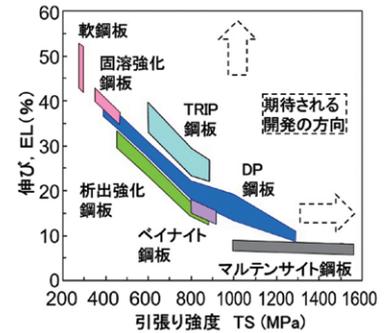


図3. ハイテンの機械的性質と開発の方向

によって割れが発生したり、強度が低下したりすることがあります。そのため、合金元素添加の工夫や、熱処理による変態組織強化により鋼の高強度化を図っています。

■ハイテン適用におけるソリューション技術

部品によってプレス成形、組み立て、溶接、製品としての質などに様々な課題が現れます。鉄鋼メーカーでは、成形性の優れたハイテンだけでなく、これらの実車適用時の課題を解決するソリューション技術も提供しています⁵⁾⁶⁾。成形性の中では「割れ」が最大の課題で、次にスプリングバックによる寸法精度が課題です。自動車メーカー、部品メーカー、素材メーカーが協力し、コスト、生産性、既存設備活用などの観点で、ハイテンの適用技術開発が進められています。

■おわりに

今回は、自動車のハイテンを主にとりあげましたが、御社の製品で強度が欲しい、軽くしたい、もっとコストを下げたい…時はハイテンの適用を考えてみませんか？これらに関してお困りの点がございましたら中央会を通じてご相談ください。

【参考文献】

- 1) スーパー鉄鋼「先進ハイテン」(2009)文藝春秋
- 2) ハイテンハンドブック(2008)日本鉄鋼協会発行
- 3) 細谷佳宏:工業加熱, Vol.61 No.1, pp.5-11(2024)
- 4) 占部、細谷:塑性と加工, Vol.46(2005) No.534, pp.560-564
- 5) <https://www.jfe-steel.co.jp/release/2019/12/191224.html>
- 6) https://www.nipponsteel.com/news/20210525_100.html

