

討17

冷延高張力鋼板の自動車への適用

トヨタ自動車工業

オ5技術部

○朝倉昭二

越野健司

オ2生産技術部

岩崎誠夫

1. はじめに

自動車における最近の最も大きな課題として、燃料経済性があることは周知のとおりである。燃費向上のため自動車メーカーでは、エンジンの高効率化、動力伝達部の高効率化、更に走行抵抗低減のため空気抵抗の改善や車両重量の軽減など多面的に改善活動を推進している。軽量化の材料面からのアプローチは、軽量化主要材料の樹脂、軽合金、高張力鋼板の有効活用である。高張力鋼板は最近の材料研究開発とその進歩に支えられ、自動車の採用研究も盛んに行なわれて使用の域に至っている。ここでは更に採用展開するために、高張力鋼板がどうあれば良いか、特に冷延高張力鋼板について、利用する立場から考察する。

2. 車両軽量化と高張力鋼板

図1に車両重量と燃費の関係を示す。燃費に関連する諸々技術的なもの、上記エンジン性能、各部効率、抵抗などの影響によりデータに幅があるが、軽量化することは、即燃費改善につながるものである。

図2に自動車の材料構成を示す。

軽量材料の樹脂、アルミニウムなどは使用量増加傾向にあるが、最も使用量の多い鋼板材料をどうするかは最大の課題であり、また鋼板はボディ構成材料の大半を占めるものである。ボディ構成における鋼板に要求される性能要件は部位・部品により様々であるが、高張力鋼板を多用する場である。

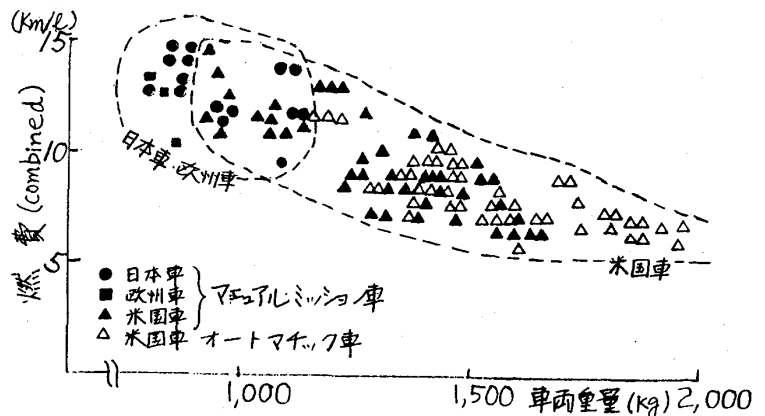


図1 自動車の車両重量と燃費（'79モデル車）
（自工会資料：EPA資料より作成）

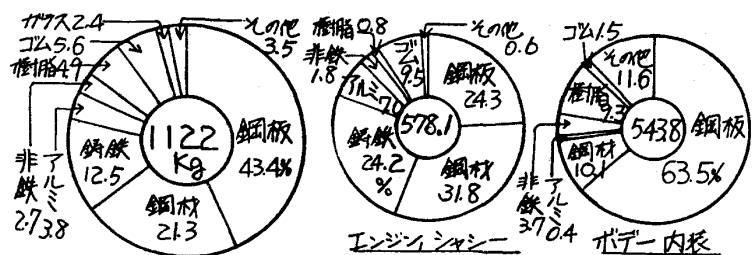


図2. 自動車の材料構成（マークII'78型車の例）

3. 適用部位

このようにボディ構成部材への高張力鋼板の適用は、車両軽量化の重要課題であり、使用材料の大半は冷延高張力鋼板である。高張力鋼板適用に際して部品ごとに要求性能が異なり、また周辺条件、評価項目も色々である。

① 外板部品の耐デント性

② 衝突安全性向上のため、強度増加の必然性がある部位、また衝撃エネルギー吸収特性向上を目的とした高張力鋼板の活用

など、よく話題となるところであり、また

③ 張り剛性、部材耐久強度、溶接接合部の強度、耐久性などを必要水準以上に保持する。

④ また生産上の問題として、成形加工性、溶接性などの観点からも生産性

の犠牲を最少限にとどめる。

など 採用に際しての検討課題は少くない。

図3に ボディ構成部品の中で高張力鋼板採用によるメリットの高い部位 部品を示す。 またこれらの部品には 車両防錆性能確保のため亜鉛めっき鋼板の使用を必要とする場合もあり 前記③、④の検討課題が重要となる。

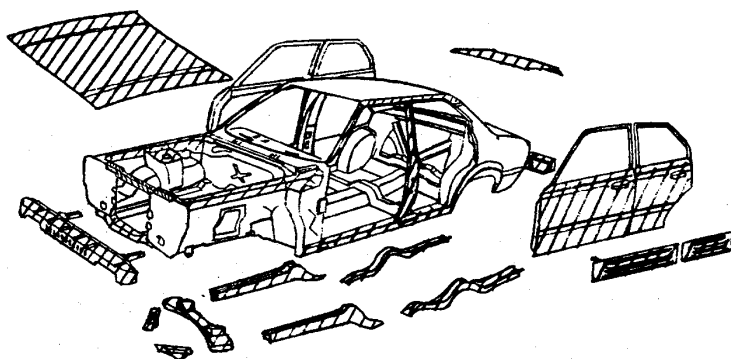


図3 高張力鋼板採用メリットの高い部位 (大物の例)

4. 材料への要求

現在の自動車技術では、ボデイスタイリング、振動・騒音・車内居住性、走行性能、排出ガス浄化性能、他諸々、非常に高度な技術レベルに至っており、この現状の上に立ち 更に自動車技術の向上を期待しての高張力鋼板の採用動向において、従来にはない急テンポな技術開発が展開されなければならない。幸にして 最近の高張力鋼板製造技術には鉄鋼各社とも 大いに力を入れられており、また自動車メーカー側でも大いに 適用検討を進めている現状である。この現状において、自動車技術展開の観点から冷延高張力鋼板を考え、自動車メーカー側からの要望のかたちで、技術全体を網羅しないが ニ・三の面から見解を述べることにする。

(1) プレス成形性

プレス成形の面では、まず破断・しわの問題 また局部的ひずみ、特定変形様式での破断の問題、更に形状凍結、スプリングバック(後工程の溶接に対して多大な問題を残す) などの問題がある。

図4に各種冷延高張力鋼板の成形限界線の例を示す。 一口に言えば 高張力鋼板は成形限界が劣ると言うことになるが、引張試験に代用される伸び、エリクセン試験に代用されるような変形特性では従来材と大差ない場合でも、平面歪変形状態或いは中間の変形状態では、変形能力非常に劣る場合もあり、プレス成形時にパネルのどこかに破断を来すことがある。

次に外板パネルの局部ひずみであるが、図5はドア・アウトパネルの局部ひずみの発生を明示している。当局部ひずみについて、モデルテストにより材料特性との関連を調査した結果を図6に示す。引張強さ60 kg/mm²級までテストした結果、強度レベルに関連する因子の

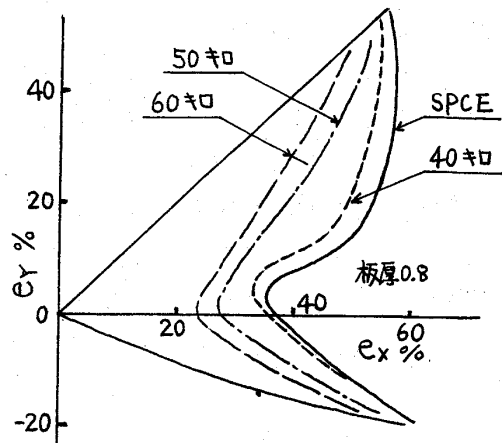


図4 各種冷延高張力鋼板の成形限界 (日本鋼管技術資料より)

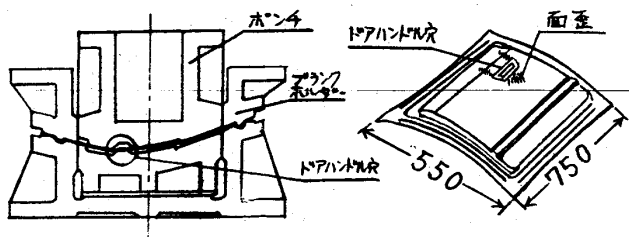


図5 ドア・アウトパネルの面ひずみ発生

降伏点、引張強さ、また全伸びとの相関が強いとの結果である。

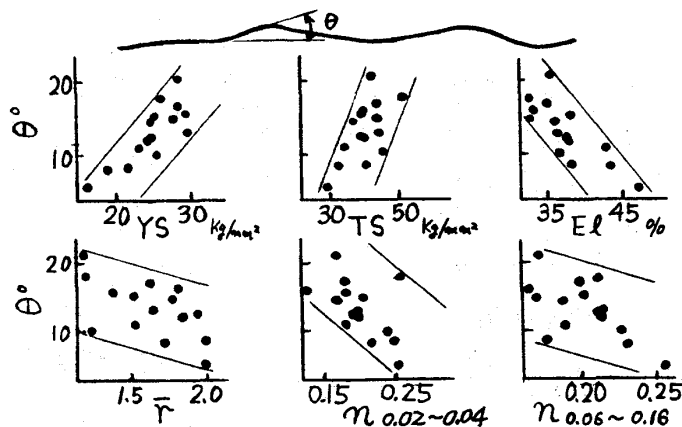


図6 ドア-アウトパネルの面ひずみと材料特性との関連

更に図7には 成形途中での Flow Stress の見方からのデータを示し、低歪領域での Flow Stress が支配的であり、当モデルにおいて 素材降伏点の低い材料が有用であることを示す。

図8は 伸びフランジ性に関するデータ例である。 ニンでも強度レベルが支配的因子となっている。

一方 スプリングバックについて、ハット型断面のメンバ類の側壁の反りについてのデータ例を図9に示す。 R_d/t の非常に厳しい領域を含めてのテストであるが、強度レベルの高い材料では 反りは急激に増大する。 これは後工程の溶接に大きな問題を来す。

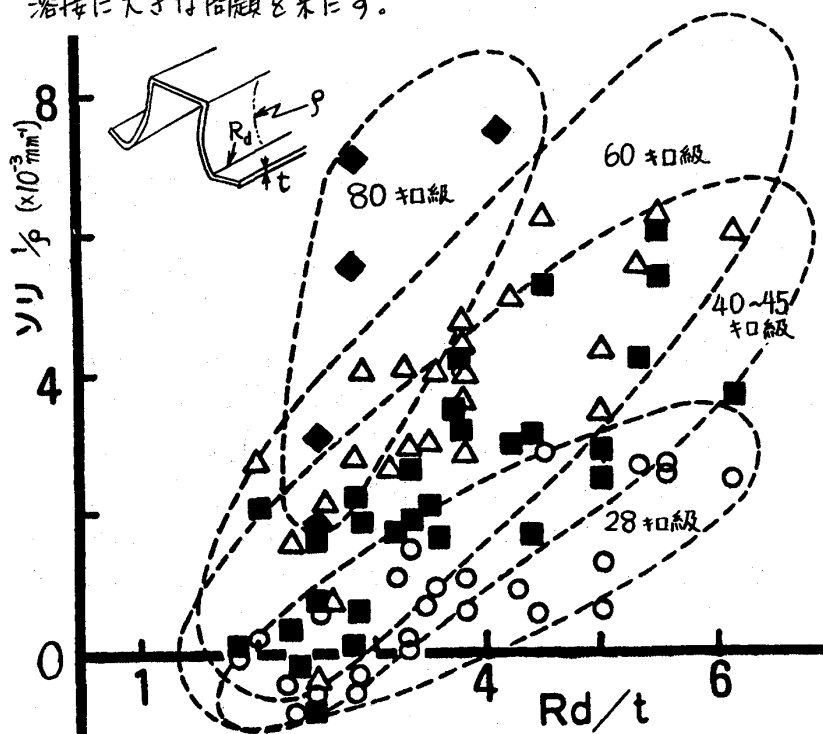


図9 立壁のソリとダイスRとの関連

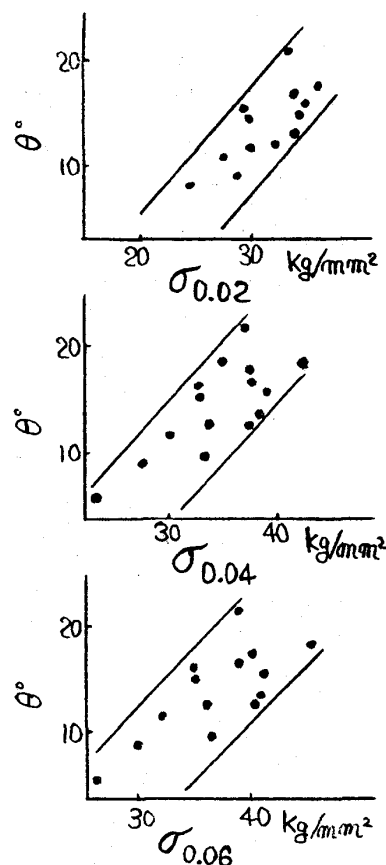


図7 ドア-アウトパネルの面ひずみとFlow Stressとの関連

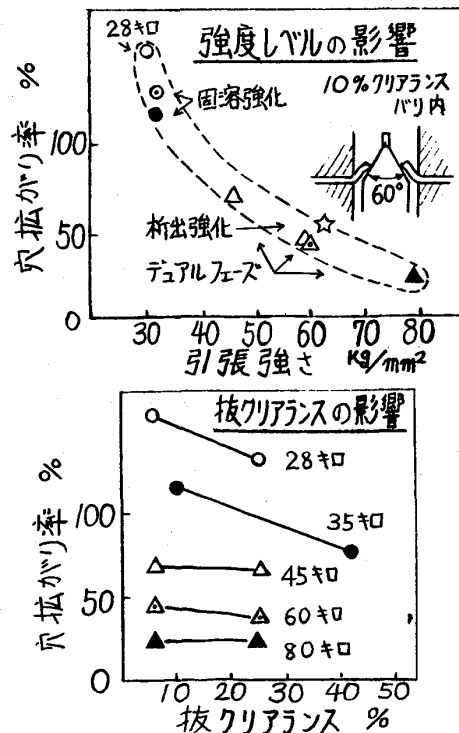


図8 伸びフランジ性試験結果

(2) 溶接

図10は 材料強度レベルと溶接条件範囲のデータ例である。強度レベルが高くなるに従い、許容範囲がずれるとともにその範囲が狭くなる。加圧力アップなどの条件変更、関連して溶接設備の変更、また散りの発生、更には極端な散り発生による溶接金属の飛散(爆飛)によるナゲット不形成の問題(亜鉛めっき鋼板の場合に問題多い)となる。

図11は、スポット溶接部の十字引張強さに関するデータ例である。母材強度レベルの上昇とともに 引張剪断強さは上昇するが、十字引張強さはあまり上昇せず、図11のようにバラツキも大きく 要注意である。

また プレス成形性の関連(形状凍結性)で なじみ不良問題があり、加圧力、通電時間の増大をきたし、設備の制約や設備対応が困難になる。

(3) 疲労強度

ここでは 前記で問題視したスポット溶接部の十字引張疲労強度に注目し、図12を示す。高張力鋼板の接手部では疲労強度の低下が見られ、また軽量化のためのゲージダウンを考慮すると、製品としての性能確保には別途な方法を要する。

(4) その他

他に、非常に大きな課題として、高張力防錆鋼板の使用があり、プレス成形性、溶接性との関連を含め、今後の最大の検討課題となるであろう。

4. まとめ

製品としての要求特性と加工面からの要求特性とが 相矛盾する様相をもちながら、我々は果物でのトライも繰返しながら 可能な部位から実用化すべく努力している現状である。良い車を作るべく、高張力鋼板を有効活用したく、加工性の良い高張力鋼板の開発・製造を望んでいるしだいである。

現状では、まず外板部品では 張り剛性と耐デント性のバランス から 35~40kg級までを使いこなし、また内板部品では 45~60kg級、バンパ、ドアインパクトビームのように 部位によっては 60~80kg級またはそれ以上の材料の使用を、少しでも早くマスターしたいと望んでいる。

材料に対しては、繰返しではあるが 加工性と高強度の追求、最近開発が進められている焼付硬化型の材料の実用化、更に防錆性能にからみ高張力防錆鋼板の使用を目前の課題としている現状から、その積極的開発 等々を切に望んでいる。

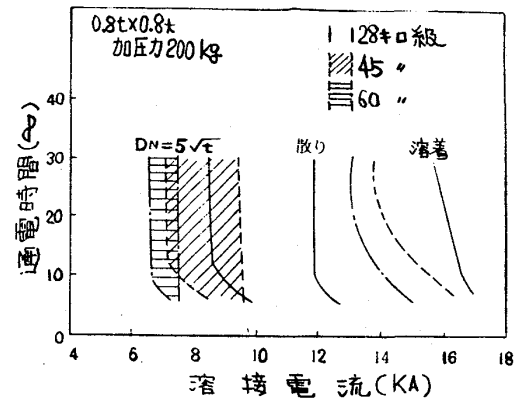


図10 スポット溶接条件範囲

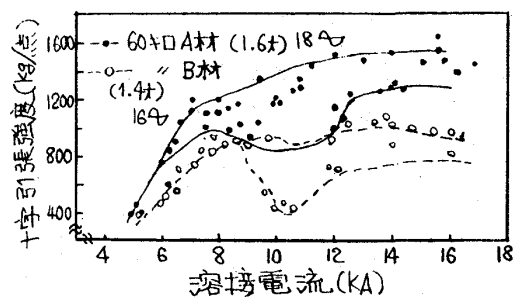


図11 デュアルフェーズ高張力鋼板の十字引張強さの比較

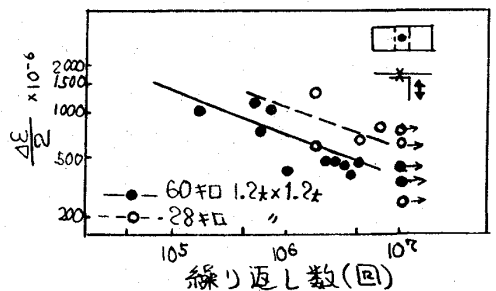


図12 スポット溶接部の十字引張疲労強度