

291-20105582 自動車車体修理における高張力鋼板の切削性調査*

藤田 光伸¹⁾池田 浩和²⁾

Reparability of Welded High Tensile Strength Steel in Repairing Work of Damaged Cars

Mitsunobu Fujita

Hirokazu Ikeda

After a car meets with a traffic accident, replacement of the welded body parts is sometimes necessary. Regarding ultra high tensile strength steel (980 MPa or greater) adopted into many passenger cars in recent years, it is often said that such high strength steel might be difficult to cut with traditional tools for removal. In this paper, several works of cutting such parts with traditional tools are time-studied, and then obtained data are compared with those of lower strength steel studied in 1995.

Key Words: Material, High-tensile Steel, Repair / Spot Welding, Spot Cutter, Welded Part (F2)

1. 背景と目的

近年、自動車の環境性能に対する重要性が特に大きくなっている。EU 法規による CO₂ 排出量上限値は、メーカ加重平均で 2015 年までに 130g/km を達成するというものであり、米国でも、連邦とカリフォルニア州の燃費基準を統一する提案がされている。日本においては 2020 年までに 1990 年比で 25% の温室効果ガスの排出を削減する目標を掲げている⁽¹⁾。このように、全世界において温室効果ガス排出量の低減は重要な課題となっており、その気運は衰えるところを知らない。

また、そのような規制だけではなく、日本におけるハイブリッド車の販売台数増加にみられるように、ユーザの環境に対する意識も強くなっていることは疑いない。

これら環境性能向上のためには、エンジン効率の向上やハイブリッド化・EV化というパワートレイン系の改良だけではなく、車両重量の低減も非常に重要な課題である。日産自動車は車両重量を 2015 年に 05 年比で 15% 低減する目標を掲げ、富士重工業も 14 年に 10% 以上の軽量化を目指している⁽²⁾。このように、自動車の車体構造においては軽量・高強度な高張力鋼板の採用拡大が進み、環境性能の向上に寄与している。同時に、衝突時の乗員の安全性を確保するための強度確保という目的においても、高張力鋼板は重要な役割を果たしている。

つまり、高張力鋼板の採用は自動車および自動車によって構成される社会そのものの持続性に大きく寄与している。しかし、そのような高張力鋼板が採用された自動車が不幸にも交通事故に遭い、その衝突によって車体の修理が必要になると、高張力鋼板の強度の高さが逆に修理性 (Reparability) の悪化へとつながる可能性がある。日本の保険データ⁽³⁾によ

れば、日本における事故車の保険による修理費は 1 兆円を優に超えており、その修理性が社会的損失に与える影響は無視できないレベルにあると考えられる。

以上の背景の下、高張力鋼板による修理性への影響を調査することを目的とし、種々に考えられる修理作業の中のひとつとして 980MPa 級以上の高張力鋼板が採用された部位の溶接接合部の切削作業を対象に、その切削時間を計測したので、本報ではその調査結果を報告する。

2. 高張力鋼板の採用状況とその修理

2.1. 主な高張力鋼板採用部位

日本において現在市販されている自動車では、様々な強度の高張力鋼板が骨格構造を中心に採用されている。図 1 は修理書等の公開された情報を基に、780MPa 級以上の強度 (引張り強さ) を持つ高張力鋼板 (High Strength Steel (HSS)) が採用された部位数を、その部位および発売開始年別にまとめたものである。このような高強度の鋼板は、センタピラーやサイドシル (ロッカパネル) といった客室空間を形成する部位への採用例が多いことが分かる。

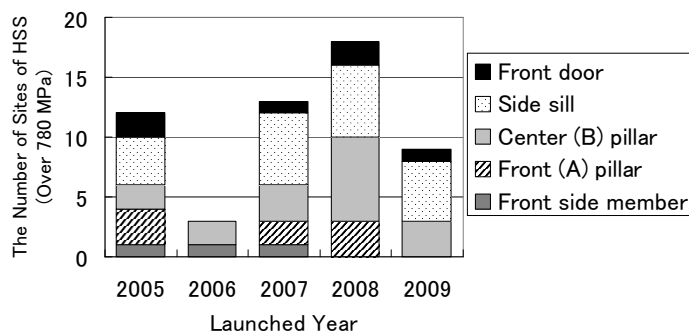


Fig.1 The Number of Sites of High Strength Steel (over 780 MPa) Classified by Part

*2010年10月1日自動車技術会秋季学術講演会において発表。

1)・2) (株) 自研センター(272-0001 千葉県市川市二俣 678-28)

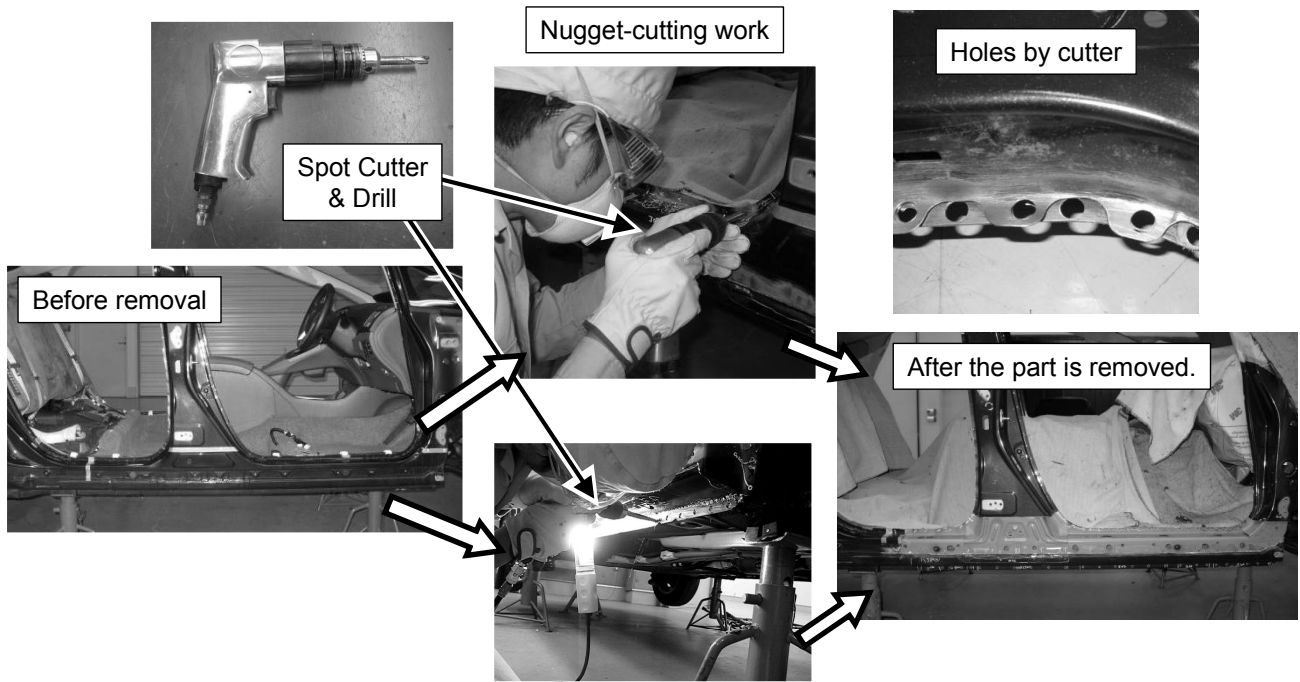


Fig.2 An Example of Procedure of Nugget-cutting Work Using a Spot Cutter to Remove Damaged Panels

2.2. 高張力鋼板採用部位の修理作業

自動車の車体を構成する部品は、溶接で接合される溶接部品と、ボルトなど溶接以外の方法で接合（締結）される部品とに分けることができる。前者はルーフパネルやリヤフェンダ（クォータ）パネル、各種サイドメンバやフロアパンなどが該当する 경우가多く、後者はバンパラインホースメント（バンパビーム）やクラッシュボックス（バンパステー）、各種ドアパネルなどが該当する場合が多い。

本報で対象とする溶接部品は、一般に、スポット溶接により部品間が接合されている。この溶接部品が衝突により損傷を受けた場合、その程度が小さい場合には板金修正により形状を復元するなどの修理作業を実施可能であるが、程度が大きくなると部品の取替が必要になる。この部品の取替作業においては、損傷した部品を取り外した後に新品部品を取り付けるという作業手順となる。つまり、スポット溶接部位を切除することで溶接部品の取り外し作業が可能となる。事故車修理においては、スポット溶接部（ナゲット部）をスポットカッターで円形穴状に切削することで、損傷部品を取り外す場合が多い。このスポット溶接部の鋼板強度が増すと切削が困難となり、取り外し作業に影響がある可能性があると考えられたため、その点を調査することを目的とし、スポット溶接部をスポットカッターで切削する作業の作業時間を計測した。図2に、溶接部品の取り外し作業の一例を示す。

3. 作業時間の計測

3.1. 対象作業

2009年8月時点で日本において市販されている車種の中で、980MPa級以上の鋼板が車体構成部品に採用されている車両の

Table.1 The Outlines of Studied Sites and Workers

Study	Car	Site	Strength (MPa)	Studied Date	Worker
[1]	A	Side sill	980	April, 2010	α
[2]	B	Side sill	980	July, 2009	
[3]	C	Center pillar	980	November, 2009	β
[4]	D	Front pillar	1350	December, 2009	γ
[5]		Front pillar Center pillar	980		

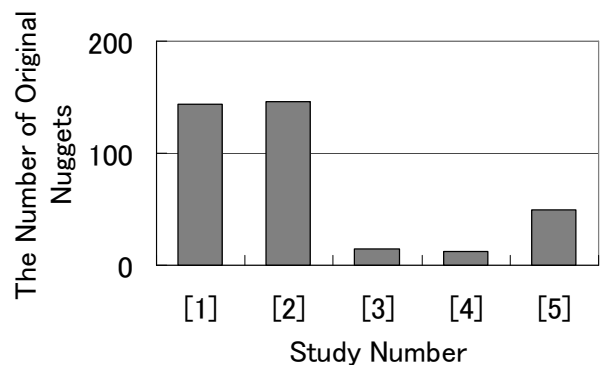


Fig.3 Total Number of Original Nuggets to be cut in Each Study

中から4車種（A, B, C, D）を対象とし、該当部位の取り外し作業を実施し、その作業時間を計測した。鋼板の強度については、メーカー発行の新型車解説書、修理書など、一般に取得可能な範囲の情報を基に、計測対象の作業部位を決定した。取り外し作業範囲・作業内容については、各車種において、メーカー発行の車体修理書に示された内容に基づき決定した。各計測（[1]～[5]）において調査対象とした車種、部位、強度、計測の実施時期、および作業者を表1に示す。（本報に

において、作業部位の硬度については調査していない。) また、それぞれの計測において切削した該当パネルのスポット点数を図3に示す。車種Dにおいては、フロントピラー部に980MPa級鋼板と1350MPa級鋼板が共に採用されており、双方の取り外し作業の計測が可能であったが、その他は全て980MPa級鋼板の作業となった。また、作業者は3名(α , β , γ , 全て男性, 経験年数10年以上)とし、車種A, Bの2車種について同じ作業員 α が実施し、車種C, およびDについてはそれぞれ別の作業員 β および γ が作業を実施した。これらの作業について、スポットカッターによるスポット溶接部の切削時間を計測した。

3.2. 計測条件

スポット溶接部の切削を多点数に渡り継続することで、スポットカッターの刃先部の切削性能が低下し、研磨済みのカッターへの取替が必要となる場合がある(通常、切削性能が低下したスポットカッターは、刃先部を再研磨することで再利用が可能である)。一般的な傾向として、強度の高い鋼板であるほど、早期に切削性能が悪化しやすいと考えられる。しかしながら、その他にスポットカッターの材質や刃先形状といった商品固有の特性、作業員の慣れや技量、作業姿勢など、スポットカッターの切削性能の持続性に関わる要因は複雑且つ多岐にわたると考えられる。

今回の調査においては、事前の予備検討時に様々な工具メーカーのスポットカッター(高張力鋼板専用ではなく、一般に広く使用されていると考えられた製品)を試用し、作業の計測時点で一般に入手可能な製品の中から、最も安定した作業が可能であると、3名の作業員によって判断されたものを使用することとした。しかしながら、この条件においてもスポット溶接点20点を連続で切削できる場合もあれば、数点で取替が必要となる場合もあり、現状はその要因の特定は困難であると考えられた。

よって本報においては、スポットカッターの切削性能の低下による影響については対象とせず、スポット溶接部を正常に(切削性能が低下することなく)切削できている時間のみを計測することとした。

3.3. 結果

(1) 980MPa部

980MPa級の鋼板部位におけるスポット溶接部の切削時間の計測結果を表2に示す。ここで基本時間(Base Time)とは、「1995年にスポットカッターの切削時間を計測調査した結果を基に、標準資料法を活用して、強度以外が同条件である1995年当時の鋼板部位を切削したとした場合の作業時間を予測した値」を表している。1995年に調査した車体用鋼板は590MPa級以下を対象としており、本報で対象とする鋼板よりも強度は低い。ただし、この1995年時点で使用のスポットカッターと、本報における計測で使用したスポットカッターを比較すると、スポットカッター自体の性能も向上していると考えられるため、単純な比較はできないことになる。しかし一方で、

Table.2 The Results of 980 MPa Steel Panels

Study	Car	Site	Studied Pure Cutting Time (SPCT) (min.)	(SPCT)/ (Basic Time*)
[1]	A	Side sill	83.8	1.01
[2]	B	Side sill	79.5	1.00
[3]	C	Center pillar	8.7	0.87
[5]	D	Front pillar Center pillar	35.6	1.00

Table.3 The Results of 1350 MPa Steel Panels

Study	Car	Site	Studied Pure Cutting Time (SPCT) (min.)	(SPCT)/ (Basic Time*)
[4]	D	Front pillar	17.4	2.04

* Basic Time means necessary time in the same condition except for strength, which is predicted based on data previously time-studied in 1995.

「作業の計測時点で一般に入手可能なスポットカッターを使用した作業」を対象として比較するという前提であれば比較が可能であると考えられる。つまりここで示す基本時間とは、1995年時点で一般に使用可能な製品の中から、作業員によって最適と判断されたスポットカッターを使用するという前提の下、その時点の鋼板を対象とし、強度以外の条件(切削部品の部位や板厚など)が同一の作業を実施したと仮定した場合の作業時間の予測値である。

表2の結果より、980MPa級の鋼板部位のスポット溶接部の切削作業については、1995年の計測データを基にした作業時間の予測値と比較してその比が0.87~1.01と、ほとんど相違がないという結果が得られた(0.87の場合には、980MPa級の方が時間が短いということの意味する)。つまり、今回の調査においては1995年に計測した作業と比較して切削作業時間に大きな差は認められなかった。

(2) 1350MPa部

1350MPa級の鋼板部位におけるスポット溶接部の切削時間の計測結果を表3に示す。基本時間(Base Time)については、980MPa級の場合と同様に、1995年時点で強度以外の条件が同一のスポット溶接部の切削作業を実施したと仮定した場合の作業時間の予測値を表している。

今回の調査における表3の結果は、1車種(D)における1事例と傾向を把握するためには必ずしも十分な作業数であるとはいえないが、基本時間との比が2.04と、かなり大きな差が認められるという結果となった。

4. 結論

本報では高張力鋼板による修理性への影響を調査することを目的とし、980MPa級以上の高張力鋼板が採用されている4車種についての溶接接合部の切削作業を対象に、その切削時間を計測した。スポットカッターの切削性能の持続性にばらつきがあり、且つその要因の特定も現状は困難であるという理由から、スポットカッターの切削性能の低下による影響については無視し、スポット溶接部を正常に(切削性能が低下する

ことなく) 切削できている時間のみを計測することとした。そして、過去(1995年)に計測した切削時間と比較した。その際に、作業の計測時点で一般に入手可能な製品の中から作業者が最適と判断したスポットカッタを使用した作業を対象とするという前提とした。その結果、以下の調査結果が得られた。

- ・ 980MPa 級の高張力鋼板部位のスポット溶接部の切削作業については、1995 年の計測データを基にした作業時間の予測値と比較してその比が 0.87~1.01 と、ほとんど相違がないという結果が得られた(0.87 の場合には、980MPa 級の方が時間が短いということを意味する)。つまり、今回の調査においては 1995 年に計測した作業と比較して切削作業時間に大きな差は認められなかった。
- ・ 1350MPa 級の高張力鋼板部位については、1 車種(D)における 1 事例と、傾向を把握するためには必ずしも十分な作業数であるとはいえないが、一方で基本時間との比が 2.04 と、今回の調査においてはかなり大きな差が認められるという結果となった。

本報においては以上の調査結果が得られたが、あくまで現時点でのいくつかの車両を対象としたデータであるため、今後も継続的な調査が重要であると考ええる。

また、今回はスポット溶接部を正常に切削できている時間についてのみ注目している。実際の高張力鋼板に関わる修理作業を想定した場合、スポットカッタの切削性能の持続性も修理性に影響を与える場合があると考えられ、この点に関する調査・研究についても今後の重要な課題であると考ええる。

最後に、将来において、自動車を構成する部品は軽量化などの様々な設計改良によりその価値が更に高まっていくものと予想される。しかし、一方でそのような自動車用材料・構造の高度化は、事故車の修理の高難度化につながる可能性が高く、今後も修理性に関する調査・研究を継続し、報告していく予定である。

謝 辞

本研究における作業の計測において多大なご協力・ご助言を頂いた(株)自研センター 板金関係者の方々に感謝致します。

参 考 文 献

- (1) <http://www.marklines.com/ja/>, 自動車情報プラットフォーム, マークライズ株式会社 (参照 2010/05/25)。
- (2) 燃費性能向上へ軽量化. 2010年3月29日付 日刊自動車新聞.
- (3) 自動車保険の概況 平成 21 年度(平成 20 年度データ), 損害保険料率算出機構, 2010.
- (4) アジャスターマニュアル乗用車編 (社)日本損害保険協会監修, (株)自研センター, 2007.