

# パネル接合に求められる「素直さ」

ボデー修理書上では、スポット溶接、ウェルドボンディング（スポット溶接＋接着剤）、ミグ溶接、車種によってはブレージング（ろう付け）など、様々な接合方法の指示が混在する中、「なぜこの作業指示がされているのだろう」と疑問に思うことがあるかもしれない。

なぜこの接合方法を用いなければならないのか。

接合の原理や得意・不得意を知ることから、その理由に迫っていく。

## なぜ接合方法が指定されるのか

钣金塗装工場に求められる接合の技術は自動車の製造技術の発展に追従して多様化している。古くからある溶接やリベット接合に加え、接着工法、レーザー溶接なども登場し生産性を向上させている。

接合方法の選択肢が増える一方で、钣金塗装工場はカーメーカーが発行するボデー修理書に従って修理することが求められている。

時には、なぜこの方法で修復しなければならないのか、なぜ従来の修理で

はいけないのか、疑問を持つこともあるかもしれない。

本特集では、各専門の有識者に話を聞くことができた。専門家の見解は後のページで触れ、ここでは「なぜその接合方法が使われるのか」を中心に記したい。

## 接合方法の種類

下表に代表的な接合方法のメリット・デメリット、主な適用部位についてまとめた。

まずスポット溶接・ミグ溶接は冶金学的接合、構造用接着剤は化学的接合、最後にリベットは機械的接合と分類で

きる。それぞれをととても大まかに言えば、冶金学的接合は「金属に熱を加え、溶かして融合させる」ことである。化学的接合とは化学反応を用いて、機械的接合とはネジやボルト、そしてリベットなど部品で素材を接合することをいう。身近なところでは、のりで紙を貼り付けるのが化学的接合、ホッチキスで紙を留めるのが機械的接合だ。

冶金学的接合と化学・機械的接合は加熱と非加熱に分けられる。一般的な車体パネルの接合には溶接による冶金学的接合を用いるが、高張力鋼板に対する熱影響は周知のこととして、アルミパネルや異種材同士の接合が多い輸入車

## パネル接合方法のマトリクス

接合方法	スポット溶接	ミグ溶接（半自動溶接）	構造用接着剤	ウェルドボンディング	リベットボンディング
分類	冶金学的接合		化学的接合	化学的接合＋冶金学的接合	機械的接合＋化学的接合
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>3大条件（加圧力、溶接電流、通電時間）が正しく設定できれば技術に差が生じにくい</li> <li>鋼板へ与える熱影響が少なく薄板に適する</li> <li>溶接材料が不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スポット溶接しにくい車体下部などに使える</li> <li>スポット溶接の3大条件を満たせない場合の選択肢となる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大がかりな設備・工具が不要</li> <li>非加熱で作業できる</li> <li>接合部を接着剤で塞ぐため防錆・気密効果</li> <li>溶接困難な異種材を接合できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>点＋面接合で応力を分散できる</li> <li>スポット溶接の打点間の剛性を確保</li> <li>車体剛性の向上や疲労強度の改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非加熱で接合が完了する</li> <li>異種材（鉄＋アルミ）を接合できる</li> <li>技術習得がしやすい</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>工場の電圧を対応させる必要がある</li> <li>板組みによってナゲット形成が難しい</li> <li>アルミへの施工は（工場の電圧では）ほぼ不可能</li> <li>異種材接合が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱影響により構造用接着剤と併用できない（接着剤が炭化してしまう）</li> <li>接合するパネルの枚数によって高い技術力が求められる</li> <li>異種材接合ができない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>接着面への前処理が必要</li> <li>乾燥までの時間がかかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>接着面への前処理が必要</li> <li>接合コストの増加</li> <li>接着材の可使時間内に作業する必要がある（完全に乾いた後だと通電を妨げるため）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>認定工具及びメーカー指定の金型が必要</li> <li>パネルの板厚や種類によりリベットの使い分けがあり、ボデー修理書を参照しなければならない（認定取得が必要）</li> <li>国産車では作業経験が積みにくい（採用車両が少数のため）</li> </ul>
主な適用部位	メンバーやピラーなどの内板骨格部位	ロッカーパネルやフロアパネルなどスポット溶接機ではさみにくい部位、切り継ぎ交換が指定されている部位	ルーフパネル、リヤフェンダー（リヤクォーター）、ホイールアーチ（ボデーシーラーとの併用）など	ルーフパネル、リヤフェンダー（リヤクォーター）など	フェンダーエプロン、サイドメンバー、ロッカーパネル、リヤフェンダー、リヤエンドなど

# 接合の仕組みと 求められる技術力を理解し、 ボデー修理書を遵守した作業を

超高張力鋼板の採用拡大に伴うカーメーカーからの修理方法の指定や、車体整備の見える化など修理の安全性の見直しが求められている中、日本自動車車体補修協会・吉野一代表理事に高張力鋼板の解説と作業者に求められる溶接技術について見解を聞いた。



吉野一  
日本自動車車体補修協会 代表理事

## 加熱処理が 禁止される理由を理解する

カーメーカーのボデー修理書では原則、高張力・超高張力鋼板への高温加熱は禁止されている。なぜ禁止されているのかは鋼板の精製方法を知れば理解できる。

鋼板の硬度はその組織によって決まる。鋼板を加熱し、その後の冷却スピードによって精製される組織が異なり、硬度に差が生まれる。急冷した場合はマルテンサイトと呼ばれる一番高い硬度を持つ組織となる。高張力鋼板・超高張力鋼板はこのマルテンサイトが組成される熱管理により製造される。

熱した鋼板を徐冷（遅い速度で冷却）した場合は、ベイナイトからパーライト、オーステナイト、フェライトと速度に応じて精製される組織が異なり、また順に硬度が落ちていく。

このことを工場での作業に置き換えて考えてみる。超高張力鋼板をガス溶接により加熱して自然冷却した場合、高温になった鋼板は元のマルテンサイトから組織変形を起こし、冷却スピードによって硬度を落としベイナイト以下になる。これに伴って鋼板の強度・靱性も落ちるため元の性能から乖離してしまい、安全性を担保できない。

では、加熱処理後に急冷してはどうか。確かに急冷によってマルテンサイ

トを精製することは可能だが、冷却が行き過ぎると今度は鋼板が過剰な硬度となり、靱性が失われ脆くなる。

メーカーはこの微妙な温度管理を「冷却カーブ」と呼ばれる適切な硬度・靱性を得られる冷却温度と時間の曲線を割り出して製造している（図1）。その詳細は一般に公開されておらず、仮に公開されていたとしても工場での再現は難しい。だから自動車補修では鋼板に熱影響を与え難いスポット溶接（またはミグ溶接）が推奨されている。

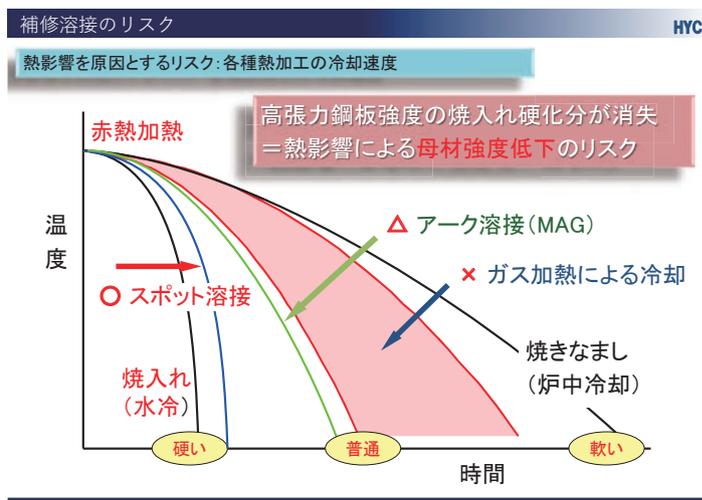
## 修理前にダイアグコードを 確認しているか

溶接の解説の前に、皆さんはダイアグコードを確認しているだろうか。

サービスマニュアルを読むと初めの総説に「ダイアグコードを点検し、バッテリーのマイナスターミナルを切り離し、不具合系統のコネクターをすべて切り離し、エアバッグコンピューター Assy のコネクターを切り離す（コードが出力されない場合、ワイヤハーネス及びコネクターの破損を点検する）……」とある。メーカーによって表現に違いはあるが、およそこのような指示がある。これには2つの意味がある。

1つはバッテリーに接続したまま大電流を流すと、ハーネスの燃焼やエア

図1 各種熱加工の冷却速度 出典：車体補修のための抵抗スポット溶接の基礎知識（JARWA、2012）より



Copyright 2013 HYC All Rights Reserved.