

自動車の軽量化技術

目次

- 1. はじめに
- 2. 自動車の軽量化
- 3. アルミ材の自動車車体部品への適用化技術の概要 (1)
— * — * — * — * — * — * — * — * — * — * — * — * — *
- 4. アルミ材と鋼板との接合に関する特許出願
- 5. まとめ (2)
— * — * — * — * — * — * — * — * — * — * — * — * — *

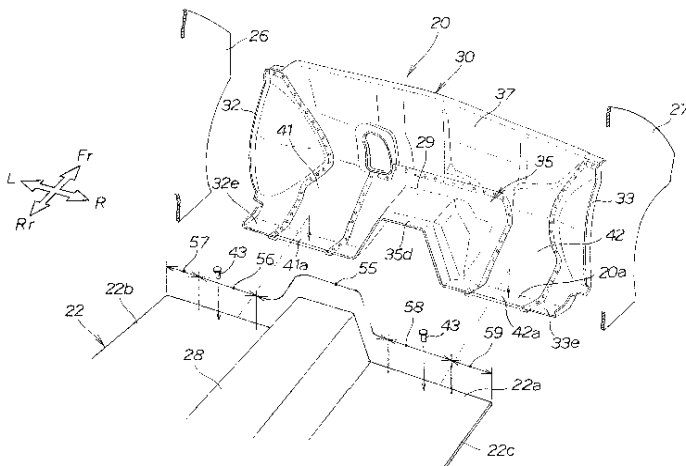
4. アルミ材と鋼板との接合に関する特許出願

以下、アルミ材と鋼板との接合に関しどのような特許出願がされているか、代表的な例について説明する。

1) アルミ材化する部位又は部品

下記の特開2008-120231に係る発明は、アルミ材化する自動車の部位又は部品によっては、従来自動車に使用されてきた鋼板部分をアルミ材化するという材質変更のみで、特許として権利を取得できる可能性があることを示す例である。特開2008-120231は、ダッシュボードロアをアルミ合金製にすることにより、車体の軽量化を図るとともに、キャビンを広げることができるとされる。

本願の特許請求の範囲は以下の通りである。なお、発明の構成の理解のため、請求項の () 部分に示すように、下記の図面に合わせて符号を追加した。



【請求項 1】

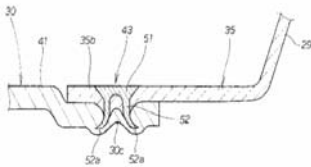
エンジンルームおよびキャビンを仕切るダッシュボードロア(20)が設けられ、前記ダッシュボードロアの下端部にフロアパネル(22)が設けられた自動車の車体構造において、前記ダッシュボードロアは、前記エンジンルームおよび前記キャビン

自動車の軽量化技術

金製のボード本体(30)と、前記ボード本体の左端部に設けられ、左ホイールハウスの後部を形成する鋼製の左ハウス湾曲部(32)と、前記ボード本体の右端部に設けられ、右ホイールハウスの後部を形成する鋼製の右ハウス湾曲部(33)と、前記ボード本体の下部中央に設けられ、前記フロアトンネル(28)の前端部を形成する鋼製のトンネル殻状部(35)と、を備えたことを特徴とする自動車の車体構造。

本発明においては、アルミ合金製のボード本体(30)が、鋼製の左ハウス湾曲部(32)、鋼製の右ハウス湾曲部(33)あるいはトンネル殻状部(35)とセルフピアッシングリベット43 (SPR) により接合される。

SPRは、下記図面に示すように、鋼板製のトンネル殻状部(35)とアルミ合金製のボード本体(30)が重複する部分に、トンネル殻状部(35)からボード本体(30)に打ち込まれ、SPRの脚部52が半径方向外側に拡径してボード本体(30)に食い込むようになり、鋼板とアルミ合金板を一体に結合することができる。



SPRは、この他にも広く使用されており、例えば、ランサーエボリューションのアルミルーフ採用に関する「ランサーエボリューションの運動性能向上のための軽量化技術開発（村松吉修他三菱自動車テクニカルレビュー2004 NO. 16p82）」によると、以下のような記載がある。

すなわち、「アルミルーフとスチールボデーを接合する場合、スチール同士の接合で一般的に使用されている抵抗スポット溶接は使用できない。今回図5に示すアルミとスチールの異種金属接合が可能な3つのタイプの接合方法を検討した結果、欧州車でも実績のあるセルフピアスリベット（以下SPRとする）が最適であると判断し使用した。・ ・ SPRは、特殊な接合方法で設備費用は安価ではないため、リペア用には適していないと考える」とされる。

名称	接合断面	接合方法
SPR		
メカニカルクランチ	TOX	
	TOG-L -LOC	

図5 異種金属接合が可能な各種接合法

自動車の軽量化技術

2) 抵抗スポット接合によるアルミ材と鋼板の接合

抵抗スポット接合は、広く使用されており、自動車の車体ライン工場における重要な設備になっている。このような設備がアルミ材と鋼板の接合に適用できるならば非常に好都合である。

アルミ材と鋼板の接合においては、かかる観点から以下のような特開2004-17148、特開2004-98107出願がほぼ同時期になされており、境界部に脆いFe-Al系金属間化合物が形成されないように溶接条件、あるいは電極チップの形状を選択することが重要であることが示されている。

①特開2004-17148（出願日2002.6.20）

【請求項1】

異種金属材料の抵抗溶接において、高電流をごく短時間流すことにより前記異種金属材料間に微少の溶融部分を生成させ、同時に高加圧力を加えることで前記溶融部分を飛散させて清浄な金属面同士の接触と原子の拡散による固相接合部を得ることを特徴とする異種金属材料の接合方法。

【請求項2】

前記異種金属材料は、鉄または鉄合金とアルミニウムまたはアルミニウム合金である請求項1に記載の異種金属材料の接合方法。

【請求項3】

溶接時間 T (m s e c) が、 $T \leq 20$ で、かつ、溶接電流 I (k A) と溶接面圧 P (M P a) (F (N) / A (mm²))、ただし、 A は電極断面積)とが、 $1 \leq (I - 15) / 0.6 P$ の関係を満たす請求項1または2に記載の異種金属材料の接合方法。

【請求項4】

前記抵抗溶接に使用する電極チップの形式はJ I S C 9 3 0 4で規定するR型、C型またはF型のいずれかである請求項1から3のいずれかに記載の異種金属材料の接合方法。

なお、上記出願は拒絶理由通知を受け、以下のような補正をして登録（特許第3941001号）になっている。下記に示すクレームによると、鋼板とアルミ材の抵抗溶接に係る発明においては、すでに2002年の出願時において、相当限定したクレームでないと登録されないことが分かる。

【請求項1】

鉄または鉄合金とアルミニウムまたはアルミニウム合金との抵抗溶接において、溶接時間 T (m s e c) が、 $T \leq 20$ で、かつ、溶接電流 I (k A) と溶接面圧 P (M P a) (F (N) / A (mm²))、ただし、 A は電極断面積)とが、 $1 \leq (I - 15) / 0$

自動車の軽量化技術

・ 6 P の関係を満足するように、高電流をごく短時間流すことにより前記鉄または鉄合金とアルミニウムまたはアルミニウム合金との間に微少の溶融部分を生成させ、同時に高加圧力を加えることで前記溶融部分を飛散させて清浄な金属面同士の接触と原子の拡散による固相接合部を得ることを特徴とする異種金属材料の接合方法。

【請求項 2】

前記抵抗溶接に使用する電極チップの形式は J I S C 9 3 0 4 で規定する R 型、C 型または F 型のいずれかである請求項 1 に記載の異種金属材料の接合方法。

②特開2004-98107（出願日2002.9.6）

本願に係る発明も、鋼板とアルミ材の抵抗溶接において、溶接部の加圧条件、通電条件を要件とする発明である。

【請求項 1】

アルミニウム又はアルミニウム合金からなる被溶接材を 1 対の電極で抵抗スポット溶接する方法において、前記電極間に 3 0 0 乃至 9 0 0 N の第 1 加圧力を印加した後、前記電極の軸方向における前記被溶接材の熱膨張量を 0.5 mm 以下に制御した状態で 4 0 乃至 1 4 0 m 秒間だけ溶接本通電を行い、前記溶接本通電終了時点より 2 0 m 秒間前の時点から前記溶接本通電終了時点より 2 0 m 秒後の時点までの期間に 1 1 0 0 乃至 8 0 0 0 N の第 2 加圧力の印加を開始すると共に、前記溶接本通電終了後、前記溶接本通電の電流値の 2 0 乃至 7 0 % の後熱電流を 4 0 m 秒間以上通電することを特徴とするアルミニウム系材の抵抗スポット溶接方法。

上記の特許出願に示されるように、アルミ材と鋼板との抵抗スポット接合においては、溶接条件が重要である。

アルミ材と鋼板との抵抗スポット接合において溶接条件がどのような効果を有するかを理解するのに参考になるデータを図 3 に示す。

本図面は、「抵抗スポット溶接法による Fe-Al 異種接合技術の開発（武田美桂子他 R&D 神戸製鋼技報 Vol. 57 No2/Dec. 2007 通巻 216 号 p70）」に記載された図面である。この図面によると、「界面反応層の厚さが 1~2 μm 程度に形成した面積が広いほど、接合強度が高く、プラグ破断となることがわかる。すなわち、単位面積あたりの接合強度は、1~2 μm 程度の厚さの反応層が薄く均一に生成された方が高いと考えられる。また、全体強度は、その厚さ範囲の反応層が広く形成された方が高いと考えられる。そのため、界面反応層を薄く形成できる短時間、広く形成できる高電流での条件にて、高い接合強度が得られたと推察される」と記載されている。

【図 3】

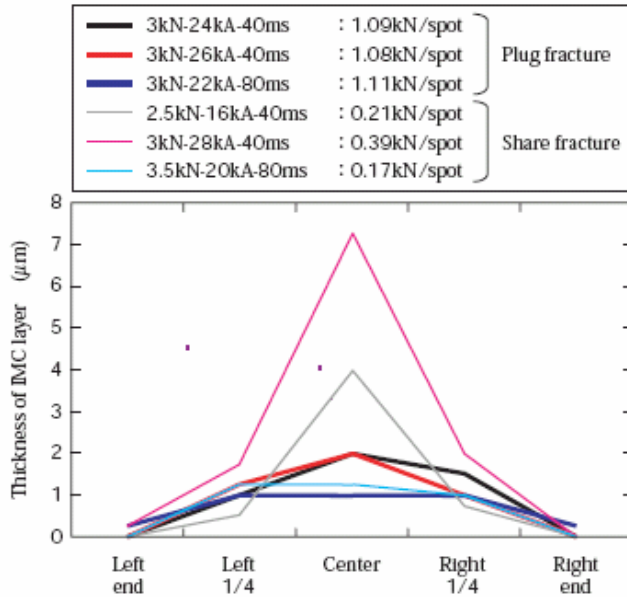


図3 冷延鋼板 / Al(板厚 1.0mm) 接合界面における反応層厚さ分布 (電極径: R150)

すなわち、アルミ材と鋼板との界面においてFe、Alが金属間化合物を生成しない程度の所定の深さに拡散させるようにすることがよく、その拡散部分の面積は広いほどよいとされる。

抵抗スポット接合において問題となるFe-Al金属間化合物の生成を阻止するために、種々の発明がなされている。

例えば、クラッド材等の中間物を設ける発明、特開平6-39558、特開2006-198679等が出願されている。

また、クラッド材等の熔融温度を下げるとともに鋼板への熱入力を少なくするためにレーザーを利用した発明、特開2006-198679が出願されている。

これらの方法は、アルミ材と鋼板との接合を金属間化合物が生成されない低温で行おうとする方法であるが、必ず金属の熔融を伴う接合方法である。

このような金属の熔融を伴う接合方法とは異なる方法が提案されており、例えば、特開2006-175504、特開2007-253172、特開2008-6451等に提案されている摩擦攪拌接合がある。

しかしながら、この方法は接合エネルギーが抵抗スポット接合に比較して少ないという利点はあるが、接合部分を加圧するための大型の設備を必要とするため自由な製造ラインの設置が容易でないという問題がある。

上記問題を考慮して、下記に示す特開2008-30100に、抵抗スポット接合と摩擦攪拌接

自動車の軽量化技術

合の両者の利点を利用した発明が提案されている。

【請求項1】

異種金属からなる2つの金属部材を、継手部材を介して重ね接合する継手構造であって、一方の金属部材に切欠き部を形成し、他方の金属部材と同種金属からなる継手部材を、該継手部材の一部が前記切欠き部から露出するように前記一方の金属部材に固相接合し、前記継手部材の前記切欠き部から露出した部分に前記他方の金属部材を融接法により接合することを特徴とする異種金属継手構造。

この発明は、予めサブライン等でアルミ材からなるパネル部品等に鋼製の継手部材を摩擦攪拌接合し、この結合体について本ラインで継手部材部分と鋼板部分を従来法による抵抗スポット溶接により接合するという発明である。

5. まとめ

アルミ材化による自動車の軽量化は、これまでコスト面が開発スピードのブレーキになっていた感があるが、最近の社会情勢の変化、また、図1、表1にも示すように次第にアルミ材化が増大していることを考慮すると、今後急速に進められると思われる。

また、上述のように、アルミ材化による自動車の軽量化においては、アルミ材と鋼板の接合による車体のアルミ化技術が重要なポイントになると思われる。そして、各種ある接合方法においてどの方法が最適かは未だ明確ではないことを考慮すると、接合方法及び接合機械設備を含めた総合的な自動車のアルミ材化開発が今後益々進められるものと思われる。

以上(2)