

総説

軽量化における金属・樹脂接合技術

Joining Technology for Metal and Resin for Weight Reduction

鈴木 達雄*1, 三井 研一*2, 内田 安則*3

1. はじめに

地球温暖化，エネルギー問題などの施策に対し，自動車の低燃費化は最優先の課題のひとつとなっている。対策として，燃料電池・ハイブリッド技術に代表される先端技術開発のほか，軽量化技術も見逃せない技術開発のひとつである。

自動車創生の時代から，金属材料の軽量合金化，金属部品の樹脂化と着実に実績を残してきた技術でもある。

本説では，軽量化における技術動向として接合・接着技術の現状を調査してみる。

2. 軽量化動向

近年車両の進化に伴い，重量は増加の一途を辿っており（図-1），軽量合金・合成樹脂への置換も頭打ち状態と言えそうである。（図-2）

また合成樹脂の車両活用状況は，内外装まわりが主たる展開域であり，耐熱・強度部品に対する活用は進んでいないと思われる。（図-3）

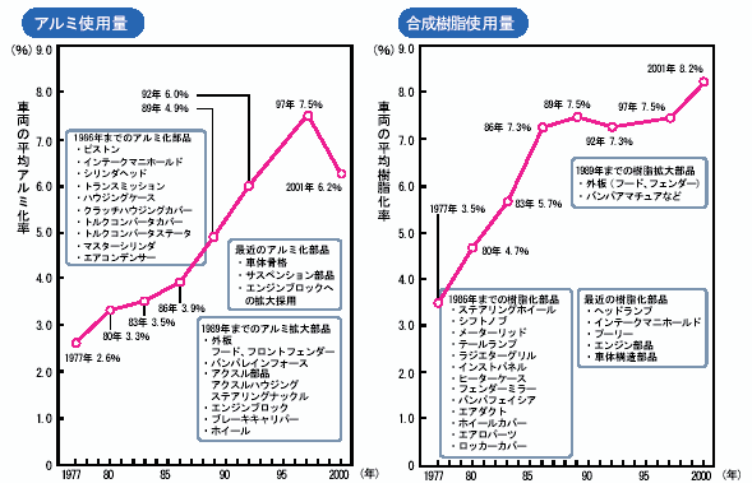


図-2 アルミ，樹脂の使用量推移 (2)

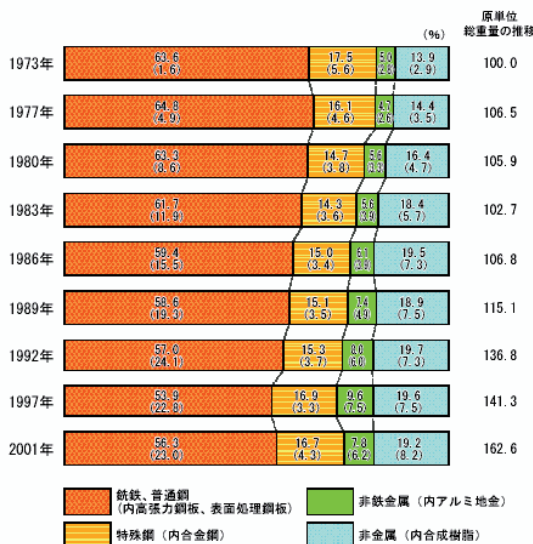


図-1 自動車構成素材の変化 (1)

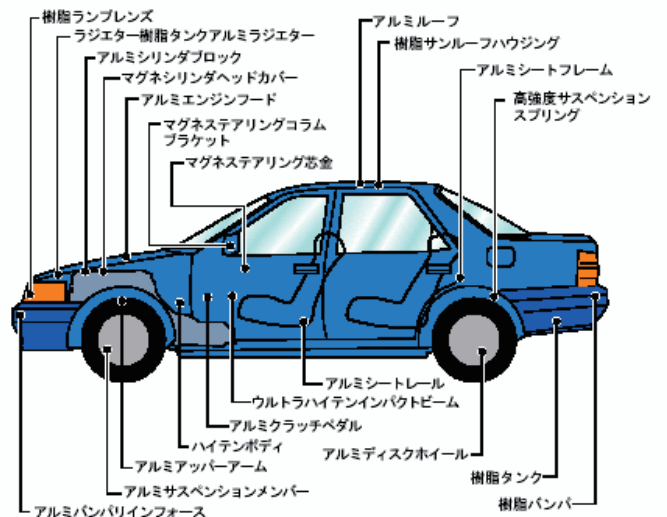


図-3 軽量化部品例 (3)

*1 Tatsuo Suzuki 機能部品事業部 開発室
 *2 Kenichi Mitsui 機能部品事業部 開発室
 *3 Yasunori Uchida 機能部品事業部 開発室

3. 耐熱・強度部品の樹脂化

近年の樹脂材料においてはスーパーエンジニアリングプラスチックと呼ばれる耐熱・高強度材料が開発され、常温レベルにおいては軽量金属に匹敵する高強度材料まで存在するようになってきている。しかし、部品単位における材料置換の軽量化では限界があり、特に耐熱・強度部品への適用については、高分子の宿命ともいえる温度依存性が阻害要因であることは否めない。(図-4)

また、樹脂化を推進するためには金属と樹脂の特性を把握した上でお互いの欠点を補いあうことが必要になる。このような強度の温度依存を克服する方策として金属・樹脂の複合がある。例えばエアープайプ樹脂化において、締結応力による座屈防止の金属パイプ補強や、中間保持強度のための金属ブラケットの適用があげられる。(図-5)

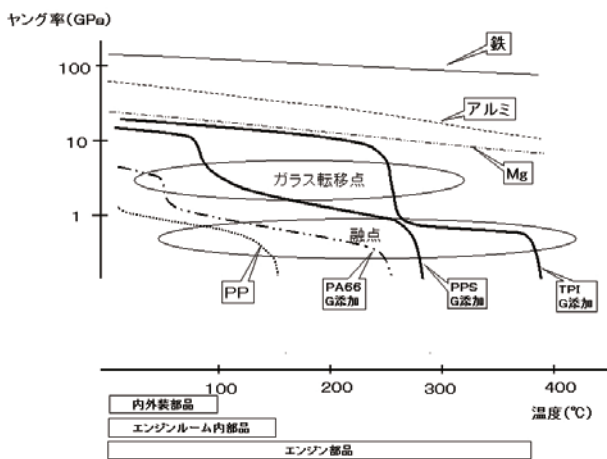


図-4 各種材料強度の温度依存性

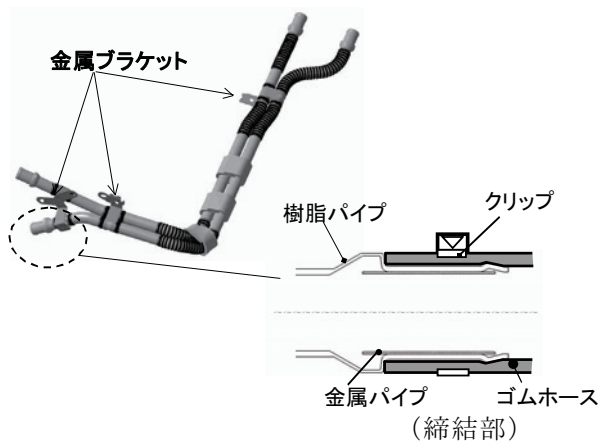


図-5 樹脂製エアerpайプ (4)

4. 接合技術の動向

軽量化の手法として、部品単位での材料置換から機能分離(展開)による部分的樹脂(金属)の採用を考える時に、双方の素材をいかに接合するかという技術が必要となる。

また自動車においてエンジンは、耐熱・強度要求が厳しく、内部には燃料、冷却水、オイル、空気などを密閉して、あるいは循環させており、部品を構成するにあたり、この密閉・循環に不可欠なシールは重要な要素である。シール信頼性向上にはシール部位を減らすことが重要であり、金属・樹脂の接合に対し、強度+シールを備える技術が必要となる。

一方、現状の接合技術として、接合強度のみを追求する技術は、ボルト、ネジ、かしめ締結やインサート成形などの接合から、接着剤による接合まで幅広く存在しているが、シール機能をもつ接合技術としてはまだ不十分である。(表-1)

接着剤の中には、シール機能を有するものもあるが、硬化時間・歩留り等の点で適用を控える場合も多い。

これに対して近年、部品点数削減・生産性向上・シール締結品質の向上の観点から金属と樹脂とを接着剤を用いずに接合する技術が提案され、一部実用化されている。

以下にその一部を紹介する。

4-1. レーザー(LAMP)接合技術

LAMPはLaser-Assisted Metal and Plasticの略で大阪大学接合技術研究所にて開発中であり、金属とプラスチックを重ねたところにレーザーを直接照射する技術である。

重ね部界面のプラスチックを溶融させ、その溶融部内部に気泡を発生させることにより接合界面に高圧を発生させて接合する方法で樹脂母材が破断するまでの接合強度を確保している。(図-6)

表-1 接合技術

接合技術	性能		生産性
	接合強度	シール気密性	
・ボルト、ネジ、かしめ締結	○	×	×
・インサート成形	○	×	○
・接着剤	△	△	×

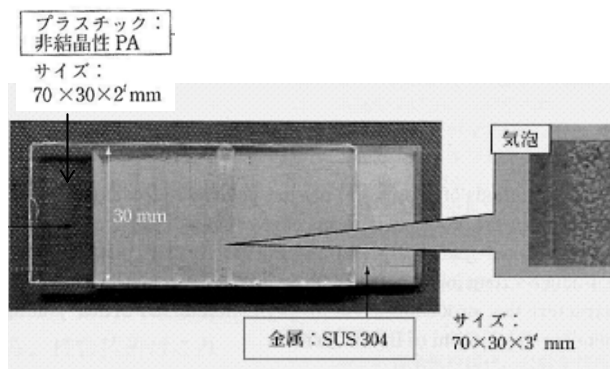


図-6 レーザー接合状態 (5)

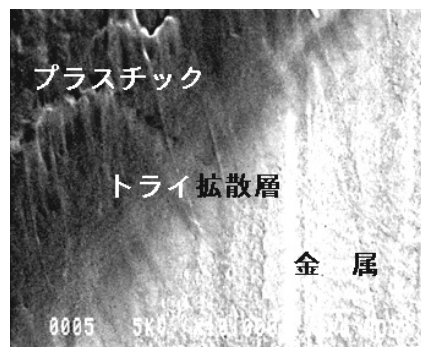
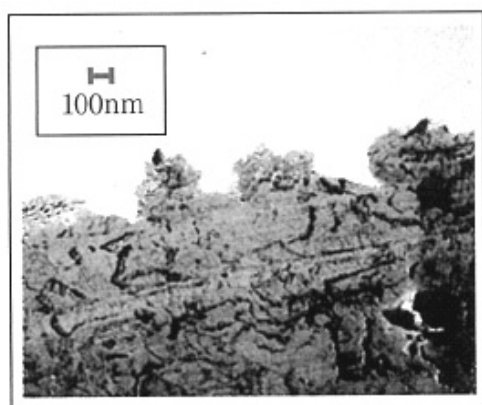


図-8 TRI接合断面 (7)



アルミニウムとPBTが接合している部分の断面

図-7 射出接合後の接合断面 (6)

4-2. NMT接合技術

NMTはNano Molding Technologyの略で、大成プラス(株)にて開発された接合技術であり、金属の表面処理によりナノレベルの凹凸を金属表面に形成し、この微細な凹凸に熔融樹脂を直接射出成形し、入れ込むことで金属と樹脂とを一体化するものである。(図-7)

アルミニウムとPBT樹脂、PPS樹脂では特に高い接合強度がえられる。ソニーのデータ・プロジェクトの筐体「VPL-シリーズ」で実用化されている。

4-3. TRI処理接合技術

TRIはTechnologies Rise from Iwateの略で、(株)東亜電化にて開発された接合技術であり、接着機能表面処理を施した銅やアルミニウム等の金属をインサート成形し、直接成形金型内で金属と樹脂を化学接合させることで接合一体化する技術である。(図-8)

金属と樹脂との接合技術は双方の凸凹部へのアンカー効果等による物理的な接合と双方の化学的な結合により接合強度とシール性を確保しようとしている。

5. 接合技術の今後の展望と課題

上記に代表される新規技術は、接合メカニズムや性能面での未知の部分も多いが種々の金属と樹脂の組合せでの性能評価とその改良が進んでいる。金属と樹脂との直接接合技術が開発されることで相互のメリットを生かした構造体の提案が可能となり、軽量化に留まらず、新たなモジュール化なども期待できそうである。

接合技術の背反として解体・リサイクルが挙げられるが、すでにNEDOに代表されるプロジェクトでも研究開発は実施されており、今後の実用化に期待したい。(8)

参考文献

- (1)(2)(3) 環境再生保全機構 HP
<http://www.erca.go.jp>
- (4) 豊田合成 技報 新製品紹介
「樹脂エアーパープ」Vol.49 NO.1 2007.
- (5) 自動車技術 Vol.61 2007. 4月号
「最近の接合技術」
- (6) 大成プラス(株)
「Taisei Plas CORPORATE PROFILE」
- (7) (株)東亜電化 HP
http://www.toadenka.com/tri_home/index.html
- (8) (社)自動車技術会2007. 10号特集
「進歩する繊維強化樹脂」