

最近のアルミニウム合金製鉄道車両とFSW

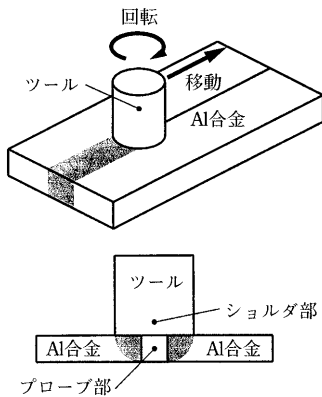


図 1 FSW工法の概要

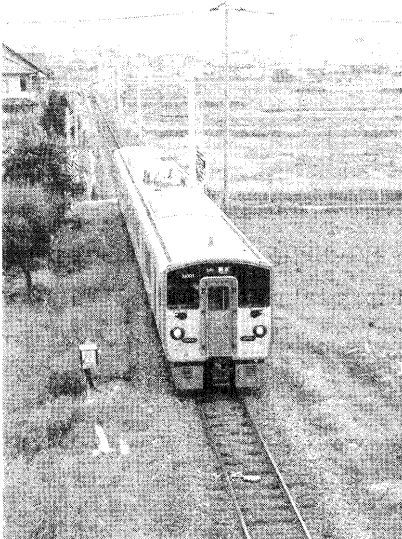


図 2 JR九州豊肥線を走る815系アルミニウム合金製車両 (撮影: 細川健司)

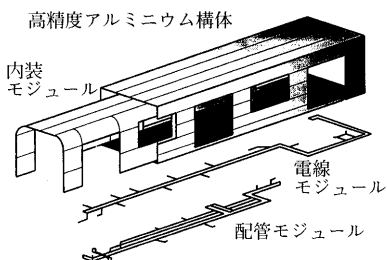


図 3 A-trainコンセプト⁽³⁾

1. はじめに

近年、機械工学のあらゆる分野で環境問題が取りざたされ、特に輸送部門では省エネルギー化が強く要求されている。鉄道車両に関しても例外ではなく、製造に係わるエネルギー低減から軽量化によ

る運行燃費の向上、さらには製品の環境コストまでが改善目標にされている。

このような背景から、最近アルミニウム合金を主体とする車両が開発され、多くの鉄道で利用されるようになっていく。このアルミニウム合金製車体を実現する新しい溶接技術として、FSW (Friction Stir Welding: 摩擦かくはん接合法) が注目されている。筆者は溶接に関して門外漢であるので理論的な問題は専門の方にお願ひすることにし、最近の鉄道車両の技術とトレンドに係わる部分でFSWを紹介したいと考える。

2. FSW⁽¹⁾

FSWは、1991年にイギリス溶接研究所(TWI)で開発されたもので、従来のアーク溶接法とは全く異なるプロセスで金属を接合する方法である。FSWでは、図1に示すように、すき間なく突き合わされた二つの金属の接合面の上から、平らなショルダ部と円筒状のプローブからなるツールのプローブ部分を高速に回転させながら押し込み、そのまま接合面に沿って移動させる。これにより、ツールとの摩擦熱で軟化した金属をかくはんすることで接合できるのである。特許が複雑に絡合うようなノウハウを必要とするが、接合のシステムそのものはいたって単純である。

摩擦に伴う温度は金属の融点以下であるため、固相状態のまま接合が行われる。したがって、①熱によるひずみや変形が小さい、②熱による材料特性の劣化や欠陥・変色がほとんどない、③完全な機械的処理のため溶加材が不要で、ガスや紫外線などの有害な成分が排出されない、など従来の溶接法にない優れた特徴がある。一方、現在のところ鉄系金属の接合が困難であり、ギャップの許容値が低いいため接合面の寸法精度を高める必要があるなどの問題点もある。

3. 鉄道車両への応用^{(2)~(4)}

現在、FSWに関する技術開発が各国で進められており、船舶や宇宙・航空分野に応用されつつあるが、鉄道車両については、日本のメーカが高い成果を上げ、世界をリードしている(図2)。

鉄道車両製造にFSWを導入することのメリットとしては、仕上がり面の後処理行程を軽減できるという消極的なものばかりでなく、熱ひずみの低減による車両構体精度の向上が期待でき、それを生かした新たな設計概念をうち立てる基礎として利用できることがあげられる。

一例として、A-trainコンセプトと称して、図3に示すように、FSWで接合したダブルスキン高精度アルミニウム合金製構体を中心に、内装や電線・配管系等をモジュール化して組み立てる設計法を提案しており、従来の車両に比べ部品点数を大幅に削減し、軽量化に成功している。また、構体そのものの最適設計による剛性・強度の向上、製造工程の短縮や環境コストの低減など、アルミニウム合金製構体とFSW導入によるさまざまな成果があげられており、今後アルミニウム合金製車両の導入が進むものと思われる。

4. おわりに

FSWは開発されてから間もない技術でありながら、急速に実用化が進んでいる。その理由は、FSWの特徴がこれまで解決困難であった技術的な問題に一石を投じるものであったためではないかと考える。これは製造工程に関する技術革新が、機械工学の大きな発展に貢献するよい例であると思われる。

(原稿受付 2000年8月11日)

[松本金矢 三重大学]

文 献

- (1) Wylde, J. G., Friction Stir Welding Creating Opportunities for the Future, *Journal of Japan Institute of Light Metals*, 50-5 (2000), 189-197.
- (2) Kawasaki, T., Makino, T., Todor, S., Takai, H., Ezumi, M. and Ina, Y., Application of FSW to the Manufacturing of Next Generation "A-train" type Rolling Stock, *Proceedings of 2nd International Symposium on FSW*, (2000-6).
- (3) 戸取征二郎・岡村久宣, アルミニウム合金の摩擦攪拌接合(FSW)と鉄道車両への適用, 車両技術, (2000-3).
- (4) 戸取征二郎, 最近のアルミニウム合金製車両の技術とトレンド, 鉄道ジャーナル9月号, (2000), 46.