



## アルミ溶接に今、求められているものは？ ～川崎重工業(株)車両カンパニー兵庫工場を訪ねて～

Field Interview with KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD

編集委員会  
Editorial Committee

川崎重工業(株)車両カンパニー兵庫工場（兵庫県神戸市兵庫区和田山通 2-1-18, TEL 078-682-3111）は、1906年（明治39年）に川崎造船所運河分工場として開設。1911年に国産化第1号となる蒸気機関車を製造。1962年に国内初のアルミ合金製電車を納入。また、1964年には開業したばかりの東海道新幹線に0系新幹線を納入するなど、国内の鉄道車両開発製造の一翼を担ってきた。

特に、新幹線車両の開発・設計から、電車、客車、機関車、気動車、貨車、新交通車両等の製造を一手に手掛け、鉄道輸送手段の発展とともに様々な車両を製造してきた。1980年代からはアメリカにも車両を納入し始め、その後、現地法人としてヨンカース工場とリンカーン工場を建設。グローバル化が進んだ現在では、アメリカを筆頭に、イギリス、中国、東南アジア、中南米諸国などに車両納入の実績を広げている。

そのマザー工場となる兵庫工場は開設以来、これまでに約9万両もの鉄道車両を製造。近年ではステンレス構体の接合にレーザ溶接を、アルミ構体の接合に摩擦攪拌接合（FSW）を適用するなど、最新の接合技術の開発・実用化に取り組んでいる。

兵庫工場の車両部門の従業員数は1402名（3月31日現在）で、関係会社や協力会社を含めると約3150名が従事している。その内、構内で働く溶接作業者は協力を含め約300名で、近年は若手の溶接作業者も増えているという。

月間標準生産能力は客電車80両、機関車8両。2013年度の車両生産実績はステンレス車両が113両、アルミ車両

が143両、機関車が4両の計260両。他にも、播磨工場では貨車を96両生産している。

構内は一本の公道を隔てて北工場と南工場に分かれており、北工場に艀装工場、部品配膳センターや塗装工場等が、南工場に車両構体の組立工場、構体部品工場、台車の組立工場等がレイアウトされている。また、2002年には西工場として艀装部品工場が建設された他、2007年には設計部門等が入る事務所棟が建設され、効率的な生産体制が整備されている。

車両の生産工程は、構体を骨組みとした車体と走行機能を持った台車で構成され、車体と台車はそれぞれ専用ラインで製造している。

構体は材質によって、ステンレス・アルミ・鋼の3種類があり、台枠・屋根・側・妻の各ブロックに分けてパネル製作した後、6面体の構体に接合し完成する。そのため、車両構体の組立工場は、客電車を生産するステンレス、アルミ専用の生産ラインが各1本、両材質ともに生産できるラインが1本、機関車専用の生産ラインが1本の合計4ラインで構成している。

車体組立の工程は、部材加工→構体組立→下塗り塗装→前艀装→仕上げ塗装→後艀装の順。また、平行して行われる台車組立の工程は、部材加工→台車枠組立→機械加工→輪軸・台車枠組入→機器・装置取付→台車完成検査を経て、最後に車体と台車を結合（台車組入）させて、機能・走行試験をクリアし出荷の運びとなる。

車体組立におけるステンレス車両の溶接では、側パネルの製作にレーザ溶接システムを適用している他、抵抗ス

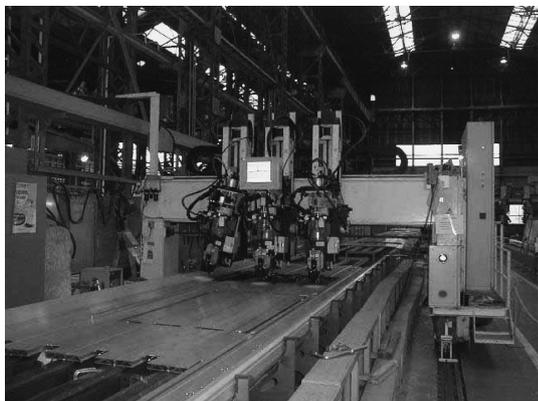


写真1 アルミ構体の接合に摩擦攪拌接合（FSW）を適用

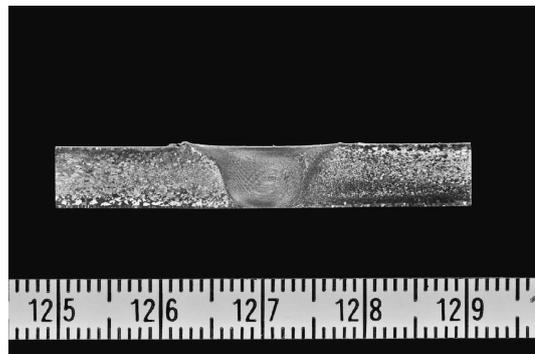


写真2 アルミの溶接構造用 A6N01 合金を FSW で接合した断面図

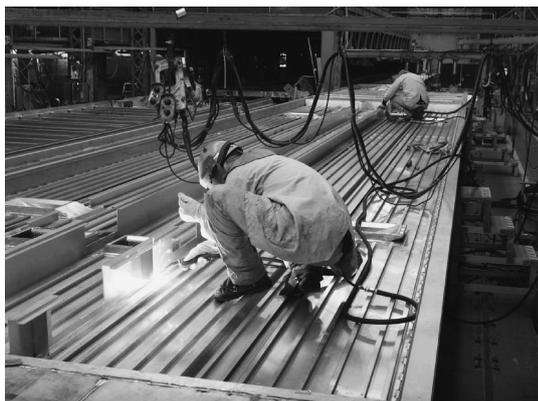


写真3 アルミ構体の台枠パネルをMIG溶接で施工

ポット溶接装置やMIG・TIG溶接機で施工。一方、アルミ車両の溶接では、側パネルや妻構体の製作にFSWを適用している他、MIG溶接機で施工。また、台車枠の組立には自社製ロボット約30台を設置し、MAG溶接で施工している。

現在、予備機や出張用も含めて、CO<sub>2</sub>/MAG溶接機を約650台、MIG溶接機を約300台、TIG溶接機を約150台保有。それ以外に、屋根や床パネルの製作用に自動MIG溶接装置等を導入している。

その中で、アルミ車両の構体外板の接合にFSWを導入したのが1998年。FSWは、円柱状工具を回転させながら突合せ継手部に挿入し、母材を摩擦熱で軟化させるとともに回転力による塑性流動で継手部を接合させる施工法の事。アーク溶接のように材料を溶かさなため、ワークに歪みや変形が生じにくく、表面の仕上げが非常にスムーズで接合強度も高いため、鉄道車両業界に広く普及している。

主にアルミ車両構体の構造は、一体成形された押出型材を柱や梁となるT字状の骨材に繋ぎ合わせて構成した「シングルスキン構造」と、内板と外板の間に斜めのリブを入れ大型中空押出型材で構成された「ダブルスキン構造」に大別されるが、「ダブルスキン構造」の場合、骨材が不要となるため広い客室が実現でき、また組立工数も削減できることから、兵庫工場でも適用が拡大しているのが現状。

FSWは、シングルスキンとダブルスキン双方の側パネルの組立に使用しているが、最近ではポビン（糸巻き）形状のツールを用いる事により、裏当て治具無しで比較的厚い型材の接合ができるようになったため、構体のパネル製作に採用を進めているという。

なお、台枠・屋根・側・妻の各ブロックを6面体にした後の溶接は側と台枠や屋根の溶接は自動MIG溶接でそれ以外は溶接作業員による半自動溶接で施工している。また、新幹線の先頭構体の製作工程でも曲げ加工された外板をパネルごとに骨組に合わせてMIG溶接する板張り作業があり、ここでも高度な溶接技能が作業員に求められるという。

工作部構体課アルミ車両台枠担当・田洋介班長は、「新幹線の先頭構体は高速走行による振動騒音の低減を図るため、複雑な曲面の形状が施されている。しかも納入先に応じて多種多様な曲面の加工が求められるため、作業員は下向、立向、横向姿勢でも溶接できるように様々な資格を取得する事が大切となる」と話す。

そのため、同工場では作業員の人材育成や技能伝承も重視しており、高い技能を持った熟練者がマンツーマンで技術指導する「範師制度」を取り入れている。また、各作業

者の資格取得状況が一目でわかる技能マップを作成し計画的に指導する一方、高卒の新入社員を1年間に亘って集中して技術指導する訓練生制度も導入している。

今回の取材に応じてくれた生産技術部・伊藤敦部長は、「顧客ニーズの多様化によって、ますます多品種少量生産となってきた。そのため、様々な仕事ができる多能工が必要で、その人材育成に力を入れている。また、その都度生じる現場の課題を各部署単位で取り上げ解決する改善力の向上にも注力してきた。一方、設計開発部門とも連携を深め、上流工程から生産効率化を図る取り組みも実施している。その成果のひとつとして通勤車両をターゲットにした標準化車両「efACE（イーフェイス）」の開発があった。今後もお客様満足度の高い車両を提供していくためにも、時代のニーズに合った車両の開発・製造に注力していきたい」と話を締め括った。

車両カンパニーでは、海外対応新型高速鉄道車両「efSET（イーエフセット）」も開発しており、国内のみならず世界の交通網の発展に寄与する鉄道車両技術の開発・製造に取り組んでいる。

## ベテラン技能者 アルミ溶接を語る！

### わが社の名工はこの人



川崎重工業㈱車両カンパニー  
工作部構体課  
アルミ車両台枠担当班長 田  
洋介氏。

アルミ車両台枠担当の田洋介さんは、入社17年目の35歳。高校卒業後、同社の職業訓練校で1年間に亘って様々な施工の基礎を学んだ後、アルミ

製車両の6面体の構体結合に関する仕事に長年携わってきた。現在では、アルミニウム合金構造物の溶接管理技術資格認定である「JIS Z 3811」の資格など計10種類の資格を保有。台枠組立の職場でMIG溶接の技能を活かし活躍している。

普段、アルミ溶接の条件設定で気を使っている点を聞くと、「アルミ溶接の場合、融合不良やブローホールが出やすく、気象条件等にも左右されやすいため、溶接欠陥が発生しやすい。溶接姿勢も横向き、上向きなど色々な姿勢での対応が求められるため、現場での経験が物を言う。当社では社内競技会等を開催して積極的に技能を磨く事を奨励しており、若い技能工が確実に育ちつつある」と話す。

実際に、田班長も教える立場に回る事が多いようだが、歪のない施工を行うには入熱制御などの技術が必要で日々の研鑽が求められる。そんな仕事のやりがいを聞くと、「新幹線の先頭構体の接合は三次元加工を施した曲面のアルミ材を組み合わせる溶接する手作業に頼る部分が多く、溶接後の外観も非常に高い品質が求められる。そうした部分を任せられ、理想のビード形状が形成できると非常にやりがいを感じる」と話してくれた。

最近ではデジタル溶接機が普及し条件設定も幾分楽になったとの事だが、熟練工が減って若手作業員が行うべき作業項目も非常に増えており、当社では一人何役もこなせる多能工化を図る人材育成にも力を入れているという。

(取材協力：新報㈱)