



FSWは次のような特徴をもつ。

- (1) 入熱量が小さく、溶接によるひずみ・変形は極めて小さい。裏面は溶接時の裏当材の形状が転写され、ビード余盛のない平滑面が得られる。このため、溶接後のひずみ矯正や余盛切削が不要である。
- (2) アークやヒューム、粉塵が発生せず、地球環境にやさしい接合法である。
- (3) 溶加材やシールドガスなどの副資材が不要である。
- (4) 作業者の熟練度に依存することがなく、安定した品質が得られる。

当社では1996年に本技術を導入し、各種輸送機器への適用技術ならびに装置開発を行い、実適用を進めてきた。本稿ではその概要を紹介したい。

### 3. 輸送機器へのFSW適用

鉄道車両はステンレス車とアルミニウム車に大別されるが、軽量化による高速性と省エネ性を狙い、新幹線などの高速車両や通勤車両、地下鉄車両にアルミニウム製車両が多く採用されている。構体は6000系の押出し型材で構成されるが、図2に示すようにミグ溶接に替わってFSWが通勤車両のみならず特急車両にも本格的に採用されている。

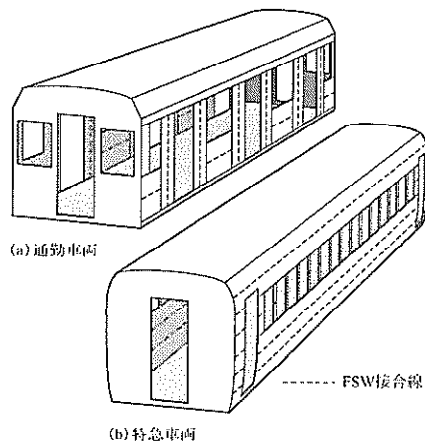


図2 アルミニウム製鉄道車両へのFSW適用箇所

新幹線構体は気密耐圧構造で、トンネル突入時に気圧変動を受けるため疲労強度が要求される。現在はFSW適用は床構造などに限定されているが、大幅な高速化を目指す次世代高速新幹線車両やリニア新幹線試験車両では軽量化と低騒音化の達成が必須

であり、FSWが本格的に適用される可能性が高い。

一方、航空宇宙分野では溶接が困難な2000系や7000系高力アルミニウム合金が用いられ、リベット構造が採用されてきた。FSWは非溶融合合のため、これら材料でも優れた継手性能が得られ、欧米では既に実適用が進み、商用大型機への適用検討が盛んにすすめられている。

Boeing社はDeltaロケットの燃料タンクに本格適用し、大幅なコスト削減と工期短縮を実現している。また、Airbus社も次世代機A380へのFSW本格適用を目指して開発を進めている。米国Eclipse社は小型ビジネスジェットEclipse500の胴体パネル外板とスチフナの重ね継手にFSWを全面的に採用し、連邦航空局(FAA)承認を取得、試験飛行にも成功し、低価格で大量の受注を獲得している。当社も航空機等への適用を目指し、耐食性を含む継手性能評価や模型試作を行う一方、3次元曲面部材を対象としたFSW装置を開発中である。

船舶分野では、欧州で大型の高速フェリー建造に押し出し型材をFSWで複数枚接合したプレハブパネルが用いられている。国内でも小笠原航路に高速貨客船テクノスーパーライナーが運行される計画があり、この船殻構造あるいは上部構造にFSWが適用される予定である。当社は建造メーカーである三井造船殿にFSW接合技術と装置技術を供与している。

一方、クリーンエネルギーとして注目されるLNGの運搬船には5000系の厚板アルミニウム合金製の球形タンクが搭載されるが、これに対してもFSWの適用を検討している。図3に示すように片面から25mmを1パス施工、40mmの厚板を両面から1パス施工できる装置ならびに施工技術を開発している。実適用に向け、船級の施工法承認用データを蓄積中であり、近い将来、船舶分野でもFSWの適用が急速にすすむと予想される。

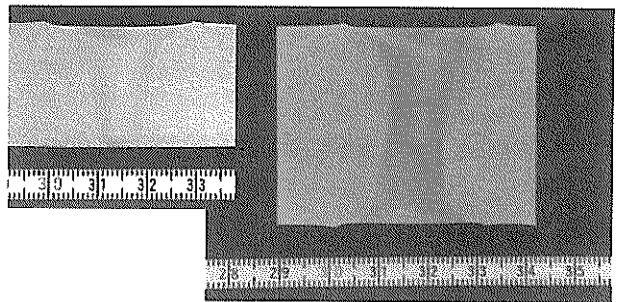


図3 厚板アルミニウム合金へのFSW適用例(断面写真)

FSWはアルミニウム合金の他、銅合金や難溶接材料とされてきたマグネシウム合金の接合も可能であり、国内外で接合性あるいは性能評価の研究開発が行われ、一部では実適用されている。さらに、ステンレス鋼やチタンなどへの適用や異材接合技術も検討されている。大阪大学接合科学研究所にも図4に示す設備が導入され、精力的に研究が進められている。

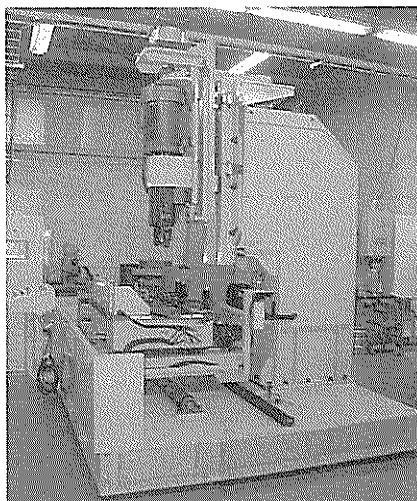


図4 FSW装置例(阪大接合科学研究所)

#### 4. スポットFSW技術と装置開発

スポットFSWはFSWと同様の接合ツールを重ね合せた部材に圧入・攪拌接合後、ツールを移動させることなく引き抜く点接合法であり、自動車ボディ製作時などに多用される抵抗スポット溶接やリベット等の代替接合法として注目されている。図5に示すように接合部中央にはピン穴が残存するが、せん

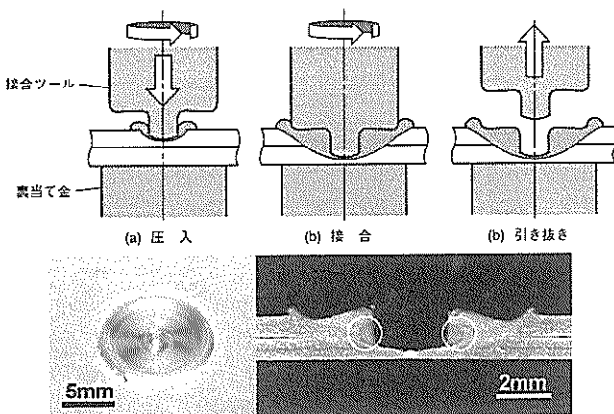


図5 スポットFSWの概念と概観および断面

断荷重は接合部の外縁近傍が荷重分担するため、抵抗スポット溶接にはほぼ匹敵する引張せん断あるいは剥離強度が得られる。

その特徴は、FSWとほぼ同じであるが、アルミニウム合金の抵抗スポット溶接と比較して、以下の特徴をもつ。

- (1) ツール損耗が極めて少なく、連続打点でも強度・品質が安定して確保される。
- (2) 所要強度に応じて近接打点が可能である。
- (3) 溶接に副資材が不要で、溶接電源や高圧ケーブル、水・エア等の配管設備も不要である。
- (4) 所要電力は抵抗スポット溶接の数十分の一と省エネであり、地球環境に優しい。

スポットFSW技術は自動車ボディなどの薄板アルミニウム構造を対象として共同開発したものであり、大型の3次元形状の部材接合に対応するため、当社製の多関節ロボットとC型のFSWガンを組合せた図6に示すような加工システムを開発している。

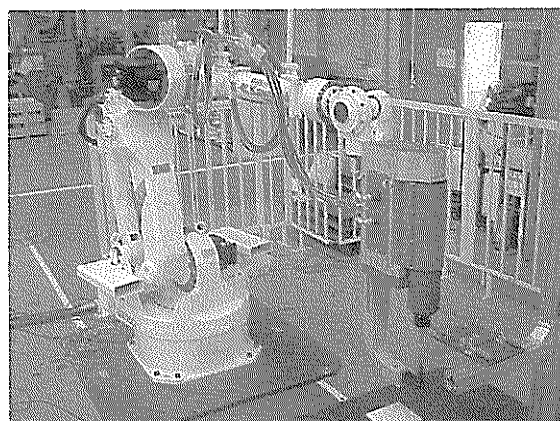


図6 スポットFSWロボットシステム

接合ツールの回転、圧入もロボットコントローラで一元制御することにより、回転速度やトルク、圧入変位量などが精緻に制御されるため、安定した品質・強度が得られる。

本システムは既に国内の自動車製造ラインに複数導入され、蓋ものと称されるボンネットやトランク、ドア等のアルミニウム製コンポーネントへの適用が進められている。全アルミニウム車の取組みが進む欧米自動車メーカーでも同様の適用検討が進められている。

自動車分野のみならず大幅な軽量化達成に向け種々の構造形式が検討されている次世代高速鉄道車両で

も、スポットFSWの適用検討が精力的に行われている。

アルミニウム製小物部品の製作では作業者がワークを把持してスポット接合する形態が設備コストが

安くしかも作業効率が良い場合が多い。このため、図7に示すような定置式のスポットFSW装置も開発しており、家電や機械装置等のより幅広い産業界での活用が期待される。

## 5. あとがき

総合輸送機器メーカーであり、機械装置メーカーでもある川崎重工業(株)は、省エネと脱技能でありながら飛躍的な生産性向上が実現できるFSWあるいはスポットFSW技術ならびに装置を開発してきた。本技術を適用した高性能・高品質な輸送機器を社会に提供すると同時に、装置を提供し、産業界の生産性向上に寄与するとともに地球環境保全にも貢献する所存である。

大阪大学工学部ならびに接合科学研究所が、今後とも溶接技術さらには“ものづくり技術”の研究開発拠点として、学協会ならびに産業界をリードして頂くようお願いしたい。

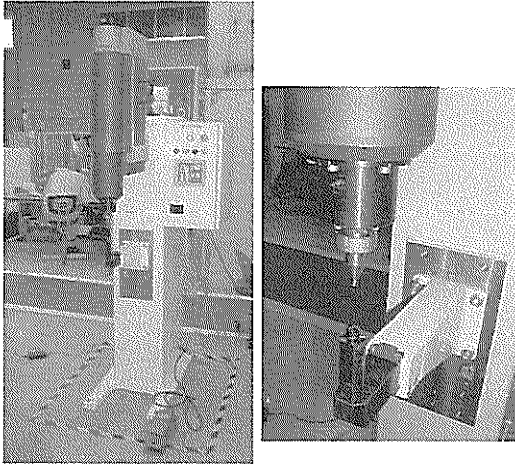


図7 定置式スポットFSW装置

