

(解説)

溶接材料およびロボットシステムの展望

Prospects for Welding Consumables and Robot Systems



清水弘之*¹
Hiroyuki SHIMIZU



芝池雅樹*²
Masaki SHIBAIKE

Welding and joining technology has numerous control factors including welding arcs. There are many things that must be done before a welding solution can be suggested. This paper explains the latest market trends and needs, as well as the technology trends and development achievements, for each customer industry.

まえがき = 前回, 2013年のVol.63.No.1に続き, 4年ぶりに「溶接・接合技術」の特集を組ませていただく。今回は合計21編の論文, 技術資料, 解説を掲載した。産業発展に大きく貢献している技術・商品もあれば, まだ実機適用に至っていない技術もある。新しい着眼点や新しい現象の理解をもたらしてくれた技術は, 次なる開発の発端になっている。溶接・接合技術はアーク溶接技術をはじめとして非常に多くの制御可能な因子を有しており, 最新のデジタル技術を用いることで実際に制御できるようになってきている。溶接ソリューションの提案に向けてなすべきことは多い。本号では, 前回を超える22編の論文, 技術資料, 解説を掲載する。開発の成果と今後の方向性について, まず全体の解説として起稿する。

1. 市場動向と顧客ニーズ

図1に世界における鋼材¹⁾と溶接材料²⁾の需要状況を示す。中国の鋼材需要沈静化に伴い全世界の鋼材需要量は, 近年15億t/年となっている。世界的には鋼材需要量に0.4%, 日本では0.3%を乗じた数量が溶接材料需要量となる。鋼材需要の沈静化に伴い世界の溶材需要量も600万tを割り込んでいる。バブル期(1991年)には, 40万t/年を超えた日本の溶材需要量も, 足元では30万t/年を下回っている。被覆アーク溶接棒からフラックス入りワイヤ(以下, FCWという)・ソリッドワイヤへ, 手溶接から自動溶接へと市場は変化している。溶接の自動化や鋼材の高強度化がさらに進むことで, 溶接材料への要求も変化している。高能率で高品質な溶接を求めて自動溶接はさらに広がり強めている。10年単位での遅れはあるが, この傾向は海外市場でも変わりがない。市場の動向と顧客のニーズを的確に具体的に把握し, 限りある資源を組み合わせることで開発に集中することが企業の技

術開発においては重要である。

図2にアーク溶接ロボットの国内出荷台数を示す¹⁾。2010年以降のデータであるが, 全ての年で輸出が国内出荷を大きく上回っている。アーク溶接ロボットは自動車業界向けが多数を占めており, 自動車業界の傾向を表しているともいえる。いっぽう, 中厚板溶接分野を主な市場とする当社においては, 2020年東京オリンピックや政府が実施する補助金などの施策の効果で, 国内建築鉄骨向けの出荷が伸びている。本章では業種別市場動向と顧客ニーズをまとめてみる。

1.1 造船

日本, 海外(中国, 韓国)ともに市況は低迷しているが, 早期の底打ちと立ち上がりを期待したい。中長期的には海上物流は確実に増加すると想定され, 日・中・韓ほかの既存造船所は1億総t/年の建造能力を有し, 今後必要とされる建造量7千万総t/年には十分対応できる³⁾。新天地での新規造船ヤード建設も試みられたが主流にはなっていない。

造船ヤードが求めていることは, 溶接士数の減少, 労務費の高騰, 建造の効率化に寄与する溶接の自動化である。被覆アーク溶接棒からFCW, 片面SAWによる板継溶接, 可搬型小型溶接機による立向き溶接に加えて, 国内外ともにロボットなどを活用した溶接の無人化, 省人化に高いニーズがある。

1.2 建築鉄骨

阪神淡路大震災などの度重なる地震により建築鉄骨の基準見直しが行われ, 日本国内の建築鉄骨, とくにその溶接部には高い信頼性が求められる。建築鉄骨の溶接部信頼性を高めている技術は, 多層溶接性に優れた高能率の溶接ロボットシステムとロボットにマッチし, 安定した品質の溶接用ソリッドワイヤである。2020年東京オリ

*¹ 溶接事業部門 技術センター 溶接開発部 *² 溶接事業部門 技術センター 溶接システム部

Left : 2015, Right : 2016 (10³ tons)

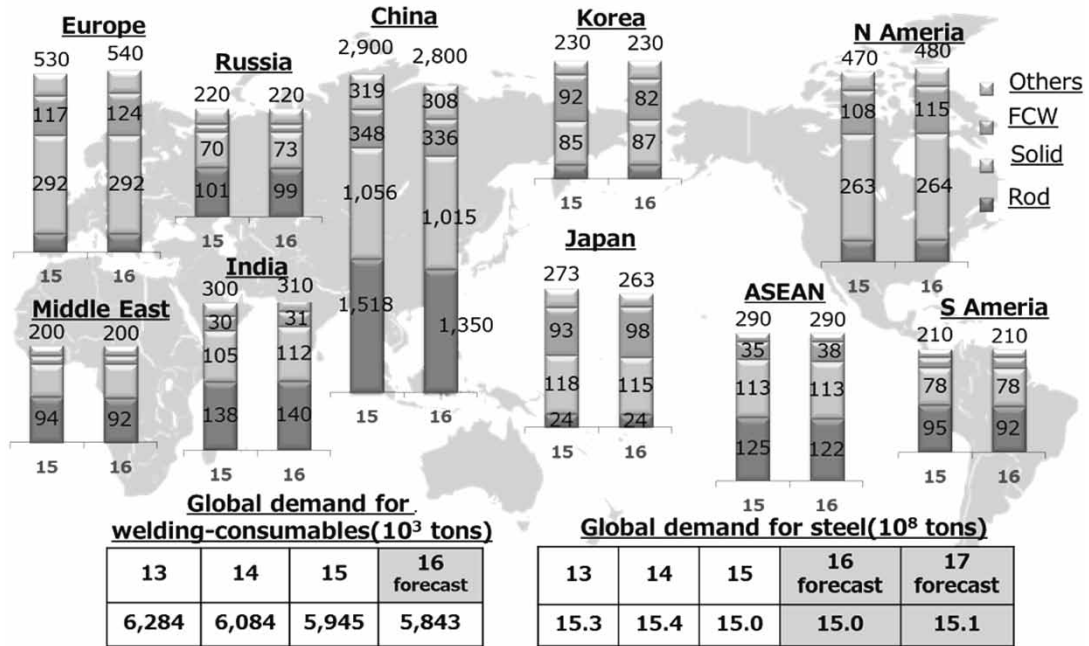


図1 鋼材と溶接材料の需要^{1), 2)}
Fig. 1 Demand for steel and welding consumables^{1), 2)}

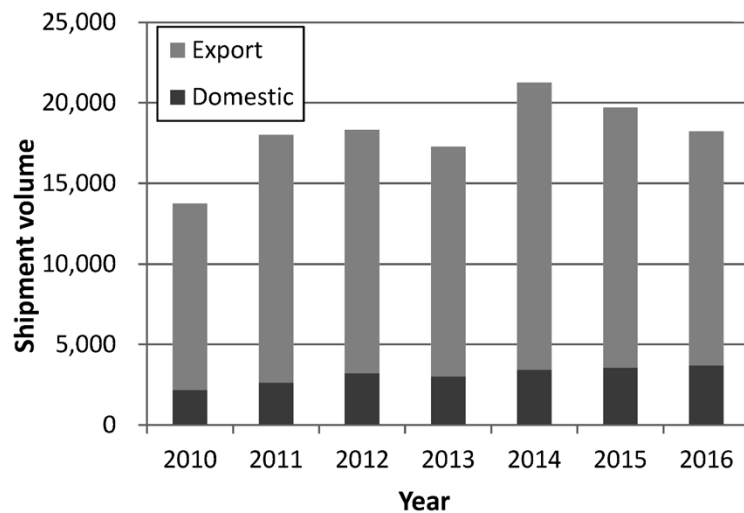


図2 アーク溶接ロボット出荷台数¹⁾
Fig. 2 Shipment volume of arc-welding robots¹⁾

ンピックに向けて、さらにオリンピック終了後も首都圏・大都市圏を中心に高層・広床面積のビル建設が計画⁴⁾されている。無人・無監視で連続溶接が可能な高能率な溶接技術に対するニーズは高い。さらに海外でも、日本の優れた建築鉄骨溶接技術に関心は高い。使用される鋼材・形状や溶接材料は地域性もあるが、連続溶接性に優れた高能率な溶接ロボットシステムの需要は大きい。

1.3 自動車

自動車において最大の関心事は、車体の軽量化であろう。炭酸ガスの排出量を抑制するために、車体の軽量化は動力源の種類を問わず最も有力な手段である。アルミ材の採用とそれに伴う鉄との異材接合は、欧米自動車が高級車を中心に先行している。鋼板の高強度化による薄板化・軽量化、ギガハイテン材の溶接・接合方法やアルミと鉄の異材接合へのニーズが高い。軽量化と高剛性化

および高変形能を有する材料と溶接・接合技術が求められているが、大衆車への適用にはコストが最大の課題である。

1.4 エネルギー

火力発電用のボイラは、発電効率向上のために高温・高圧に耐える鋼材にマッチした溶接部を実現する溶接材料にニーズがある。Cr添加量を高め微量添加元素を調整した鋼材に適合し、不純物を極微量に制御した溶接材料が求められている。海洋構造物は、原油価格の低位安定化に伴い、採掘コストが高い極地・深海などへの投機的投資は見送られているが、手堅いプロジェクトからの需要はある。低温環境下での構造物の健全性、すなわち溶接部の健全性が求められている。溶接部には従来にも増して、高強度・高破壊靱性（じんせい）と低水素化ニーズが高まっている。ラインパイプ、石油リアクタ、ガ

スタービンなどの継手形状が単純なものは、すでにMAG、SAW、TIGなど溶接の自動化は進んでいる。いっぽうでエネルギー系でも大型かつ継手形状が複雑な構造物の溶接自動化は進んでいない。自動化実現のための要素技術の開発が期待されている。

1.5 建設機械

建設機械は、すでに自動化率が高い分野であり、ロボット溶接が広く採用されている。最近ではさらなる増産に対応するニーズも加わり、より効率的にロボット溶接システムを使用すること（生産性の向上、生産リードタイムの短縮、溶接品質向上）、さらなる高溶着プロセスが求められている。また、IoTを活用した生産状況の見える化に対する期待も大きくなってきている。

2. 最新の技術動向

2.1 溶接・接合技術

主要構造材料である鋼とアルミ、とくに厚板においてはアーク溶接が主要な接合技術であることに変わりはない。アーク溶接電源の制御は、時間応答性に関して試行が完了した感がある。20 ns間隔での演算も可能となっていて、信号さえ検出することができればアーク溶接のほとんどの現象が制御可能となっている。CMT技術（CMTはフローニクス社の商品）、すなわち溶接用ワイヤの送給制御と電源の波形制御をより高い電流で志向し、高電流域でのスパッタ低減などの溶接品質を高める開発や埋もれアーク安定化の開発が行われている。

レーザーは発振効率が高まり、発振器の価格も下がっている。レーザー溶接は自動車を中心とした薄板の高エネルギー・高品質溶接に適用が拡大しているが、自動車車体軽量化で注目されているギガハイテン薄鋼板には、レーザー溶接は万能ではない。溶接部の強度調整が可能なアーク溶接が再注目されている。レーザー単体での熱源活用に加えて、例えばアークと組み合わせ使用しハイブリッド化することで、アーク溶接に新たな制御因子を加えている。すでに造船では実機適用⁵⁾が始まっており、熔融金属を伴わないkWクラスの付加熱源として、魅力的である。半導体レーザー（LD）を直接溶接熱源に使用する装置も市販⁶⁾されており、熱源複合化の試みは増える予想する。

FSWは、低融点で軟質なアルミ材、例えば新幹線車両等の長溶接線の板継溶接で成功している反面、複雑な形状の継手への適用は得意ではない。鋼材への適用も基礎実験レベルでは数多くの論文を見るが、実構造物に適用した事例はない。鋼構造物の実生産においてコスト的に十分な耐久性を有するFSWツールが存在していないことが最大の課題である。

2.2 ロボット・自動溶接技術

『サイクルタイムの短縮』『溶接品質の向上』『適用拡大』といった普遍的ニーズに対する技術開発が継続されている。加えて、昨今では、ICT・IoTが世界的に注目され

ており、たとえば、国土交通省では、海事産業の生産性革命i-Shipping⁷⁾を進めている。溶接工程におけるCAD-CAMは全ての業種で共通する重要なニーズである。

また、業種を問わず国内を中心に溶接士、とくに熟練溶接士不足が深刻な状況になっており、熟練士に代わる自動化への期待は、より大きくなってきている。これらニーズに対応するため、ICT、IoTを活用した生産システムの開発が進んでいる。

3. 開発成果

3.1 溶接・接合技術

溶接プロセスとしては、新たなすみ肉溶接法である「ハイブリッドタンデムマグ溶接法」、拡散性水素を低減できる「水素吸引トーチ」、終端割れを防止する「片面SAWプロセス」、異種金属接合法「エレメントアークスポット溶接法」、「ダボスポット溶接法」、熱源の複合化「レーザーアークハイブリッド溶接法」である。新たな溶接材料としては、「高強度鋼用SR仕様FCW」、「9Cr耐熱鋼用溶材」、「高温操業石油リアクタ用溶材」、「連続溶接性に優れた建築鉄骨用溶材」の開発成果を報告する。被覆アーク溶接棒は、ASEANなど今後経済成長が期待される地域においては図1に示すように構成比率がまだまだ高く、開発要素も多い。「被覆アーク溶接棒被覆剤の機能」についても掲載する。

3.2 ロボット・自動溶接技術

建設機械などへの適用が期待される「高速水平すみ肉溶接法」は、熟練溶接士の技をロボット機能化して高エネルギー・高品質溶接を実現した技術である。造船分野では、3D-CAD連係により大組立溶接工程の自動化を実現した「造船大組立溶接ロボットシステム」、建築鉄骨では、3D-CAD連係と最適な溶接ワイヤによりH柱溶接工程の自動化を実現した「鉄骨H柱溶接ロボットシステム」について掲載する。

むすび=溶接に対するニーズはより高度化し、より多様化している。当社は、顧客が必要とする「質の良い溶接」を提供するため、「溶接」に関する課題解決に向け、溶接材料、溶接プロセス、溶接ロボットシステムに対する要素技術の開発を推進し、世界の顧客に対して溶接ソリューションを提案していく。

参考文献

- 1) 新報株式会社. ウエルディングMART2017.
- 2) World Steel Association (2016年10月).
- 3) 国土交通省HP, 日本造船業の目標, 将来の建造需要(理論建造量), p.5.
- 4) 鉄鋼技術. 2017, VOL.30, No.348, p.30.
- 5) 小野直洋ほか. 三井造船技報. 2016, No.216, p.13-19.
- 6) 藤原潤司ほか. 溶接技術. 2015, Vol.63, No.11, p.53-61.
- 7) 国土交通省ホームページ.
http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji05_hh_000110.html
(参照2017-06-07)