# 建設機械特集

8—11面

**建設機械は建設現場や土木工事、海外での鉱山採掘など、身近な所から過酷な環境まで様々な現場で活躍する。人が容易に入ることができないような原発の廃炉作業における無人建設機械の活用などその用途も広がりをみせている。建設機械の生産や溶接工程ではそのような多様かつ、過酷な現場での使用を想定し、厚板から薄板まで様々な鋼板が多く使用されている。自動車と同様に近年の電動化による複雑な設計や、部品点数の増加など溶接時の課題も多い。建設機械分野の溶接・関連技術、話題の製品を特集する。**

国内の建設工事やインフラ整備、また世界的な資源開発に欠かすことのできないのが建設機械。日本が世界に誇る輸出産業でもあり、代表的な製品である油圧ショベル、クレーンやダンプなどその種類は多岐にわたる。

建設機械は全体の構造に占める溶接箇所、溶接長の比率が高いため、溶接時間を短縮するために高電流化・高能率化が進められてきた。建設現場や鉱山現場など、車体や部品にかかる負荷が大きい現場で使用されることから、強度や耐久性を高めるための中—厚板が多く用いられ、溶接部の信頼性に対する要求は高い。定期的なメンテナンスではショベル部などの摩耗に対する補修溶接も多く用いられるなど、多様な溶接への要求があるのも特徴だ。

その一方で建設機械も自動車などと同様、IT化やネットワーク化といった高付加価値化が進むとともに、製品外観への要求も高まり、低スパッタ化なども求められている。

## 旺盛な需要、溶接の生産性向上が必須
## 高能率溶接施工に高まるニーズ

**■市況は23年度も好調続く**

日本建設機械工業会は4月下旬、2022年度通期の建設機械出荷を公表。前年度比19・4%増の3兆4768億円と1990年の調査開始以来、最高金額を2年連続で更新した。内訳は、内需は前年度比6・0%増の1兆573億円、外需は同26・5%増の2兆4196億円。内需、外需とも2年連続の増加となった。

内需を生産機種別にみると、トラクタは前年度比5・8%増の1132億円、油圧ショベルは同5・3%増の3204億円、建設用クレーンは同14・4%増の1917億円などとなったほか、部品関連も同3・9%増の1373億円となった。

外需も同様に、トラクタは同31・7%増の2843億円、油圧ショベルは同30・5%増の9656億円、ミニショベルは同23・5%増の4070億円、建設用クレーンは30・3%増の938億円など軒並み前年度から生産を伸ばしている。外需の地域別では、全9地域中、中国、CISその他東欧を除いた7地域で増加した。3大輸出先（アジア、欧米、北米）の中でも最大輸出先である北米地域は前年度比49・4%増と大幅増となっている。

**■溶接の効率化**

建設機械は重量物の運搬をその作業の中心とするため、装置自体にある程度の自重が必要になる。その重さの大部分が鋼板と鋳鍛造部品で占められ、溶接構造物の比率が高い。

機種や部位によるが、板厚は8—35ミリ程度の中厚板が多く使われる。油圧ショベルなどは高負荷・高サイクル疲労強度が要求されるため、使用鋼材は軟鋼が大部分を占める。またバケットなどの耐摩耗性が要求される箇所や、ダンプやクレーン車など車体軽量化による燃費向上が必要な機種には、60—100キロクラスのハイテン材も適用される。

また建設機械のIT化が進み、電気配線や付属部品が増加を見せる。こうした付属品を取り付けるため、構造が複雑化する傾向も進んでいる。

**■溶接材料**

建設機械の溶接はコストを含めた効率性の観点からソリッドワイヤを用いたマグ溶接が主体となっている。より外観やスパッタ低減が求められる箇所ではフラックス入りワイヤ（FCW）、パルス電源も用いられる。溶接継手は、油圧ショベルのブームを例にとると、突合せ溶接、すみ肉溶接、ガセット溶接、重ね溶接等が用いられるのが特徴だ。

軽量化や材料コスト低減のため、板厚や材質の異なる板を突合せ溶接することも多い。すみ肉溶接では、応力の大きさや方向に応じて片側溶接や両側溶接、開先のある継手が使い分けられる。

建設機械は溶接構造物の比率が高いことに加え、海外市場の動向に応じて大きく変動する需要サイクルを同一の生産ラインで吸収する必要があり、溶接の高能率化が求められてきた。厚板用途に適した専用の溶接電源が多く用いられ、特に高溶着が求められる箇所では2アークによるタンデム溶接も行われる。

高電流域の溶接は大量のスパッタ発生が問題になるため、FCWの需要も徐々に高まっている。近年はパルス制御やアーク制御技術の進歩により、ソリッドワイヤでも高電流域でのスパッタを低減する溶接電源が開発されており、採用を図る建機メーカーも増えている。

輸出を中心に需要が高まる建設機械

---

## 工場ルポ

## コベルコ建機五日市工場（広島市佐伯区）

## 溶接条件を突き詰め、自動化率高める
### 先端技術で計測効率化

ジグの情報を活用し溶接を効率化

コベルコ建機の五日市工場は、7—85トンクラスの中・大型油圧ショベルを主に生産する同社のマザー工場だ。約10万平方メートルの広い敷地を生かし、材料搬入から溶接ライン、組み立てラインへと直列的に流れるレイアウトで効率生産を行っている。2012年に旧祇園工場から移転開設して以来、生産能力の増強を進め、現在の能力は年間1万500台となっている。

**■溶接の効率化、細かい見直しで**

厚い部材を高電流域で溶接することが多いため、工程によっては2台の溶接電源をつないで大電流にしたり、2トーチによるタンデム溶接を行ったりしている。神戸製鋼グループの技術を生かし、溶接電源「SENSARC」や溶接ロボット「ARCMAN」を活用する。

溶接の自動化率は工場全体の約8割にのぼる。カーボディフレームでは、ほぼ100%の自動化を実現した。生産本部広島事業所五日市製造室の山路英文班長は「カーボディは溶落ちしやすい箇所があり自動化が難しかったが、溶接条件を厳しく突き詰めることで自動化率が高められた」と説明する。

五日市工場は、溶接の効率化を図る「Robotsプロジェクト」を2年前に立ち上げた。「根底に立ち返る」という狙いで、「溶接ロボットの無駄やエラーを減らすために様々な工程を見直した」と山路氏は話す。例えば、ワイヤタッチセンシングを少なくする仕組みを考案した。ロボットと組み合わせる回転ポジショナの、回転角度の細かな情報をロボット側に送り、プログラムとのズレを補正することで、タッチセンシングの回数減につなげた。

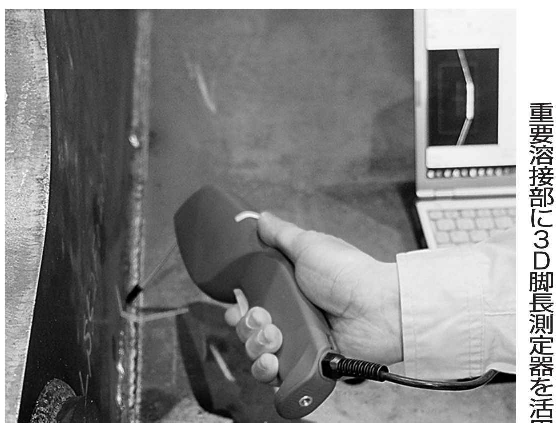
山路氏と五日市工場主力生産品のパワーショベル模型

溶接ではトーチのズレの量をフィードバックして補正し、アークスタートのエラーを低減する仕組みを取り入れた。「今年度上期でプロジェクトは終了するが、ロボット動作の最適化などにより、時間短縮や溶接の効率化といった成果を上げることができた」（山路氏）

**■重要部の検査に先端技術**

溶接部の外観検査は2種類が行われる。ひとつは一般的な溶接部で、溶接ゲージを使った脚長測定を行う。もう一方は構造上重要な溶接部で、ビード形状の型を取る検査を行い、記録して成績書として保管する。

この型取り検査は従来、コルトフラックスと呼ばれる粘土状の物質を使用していた。ビードの上から貼り付けて5分ほど放置すると硬化するので、垂直方向に切断してインクを付け、紙に押印してビード形状を記録する。


重要溶接部に3D脚長測定器を活用

この方法はコルトフラックスの準備や後処理の手間がかかり、溶接後の冷却やコルトフラックスの硬化の時間が必要なことも課題だった。型取り検査は1台につき140箇所あり、測定～成績書作成までに費やす時間は建設機械1台あたり20時間に及んでいた。手で押印するため、力加減などで結果に誤差が発生する恐れもある。しかしながら、より良い代替手段がなく、コルトフラックスによる検査を長らく続けてきた。

そこで同社は3年前から、レーザによる3D脚長測定器「LC—GEAR」の活用をはじめた。コムビックス（大津市、松村繁社長）が開発・販売する製品で、バーコードリーダのような小型のハンディスキャナだ。「測定が素早く完了することや、人手による測定や判断のムラが起こりにくいことが大きなメリット」と山路氏は説明する。

同製品は、計測したい位置に装置を近づけて、スイッチを押すとレーザが照射されて瞬時に計測が完了する。1回の操作で「脚長」「アンダカット」「余盛」「交角」「のど厚」「止端間距離」「フランク角」が取得できる。

計測できる継手形状は、①すみ肉②重ねすみ肉③突合せ④差圧溶接に標準対応しており、コベルコ建機の要望を受けて⑤層間ラップ角度にも対応した。

LC—GEARの導入による改善効果は大きい。報告書作成にかかる1台あたりの時間は、20時間から72分にまで短縮された。山路氏は「計測箇所ごとに結果の画像と数値が出力されるので、そのまま成績書に貼り付けることができる」と説明する。経費削減効果の試算は、年間およそ295万円という。

計測の品質向上効果もある。「コルトフラックスだと計測誤差が溶接条件によっては1ミリ程度発生していたが、LC—GEARでは基準線が定まるため誤差なく計測できるようになった」「測定した溶接ビードの断面図がPCソフト上に表示されるため、アンダカットなどの不具合も判断しやすい」と評価する。現在、国内すべての生産拠点でLC—GEARを活用するほか、海外はタイですでに使用し、インドでも導入を検討している。

広島事業所はこのほか、アッパーフレームやロワフレームの溶接後の精度計測で海外製の3Dスキャナやトラッカーを活用する。3年前に新たに導入したアッパーフレームは裏側加工面の平面度をスキャナで自動計測する。ロワフレームは、計測ポイントにプローブと呼ばれる機器を接触させてトラッカーで位置情報を読み取り寸法を記録する。後工程には1台約5～8分で流す必要があるが、これらの手法であれば素早く計測できるため、アッパーフレームは13～30トンクラスの製品を対象に、ロワフレームは7～30トンの製品でほぼ全数計測している。

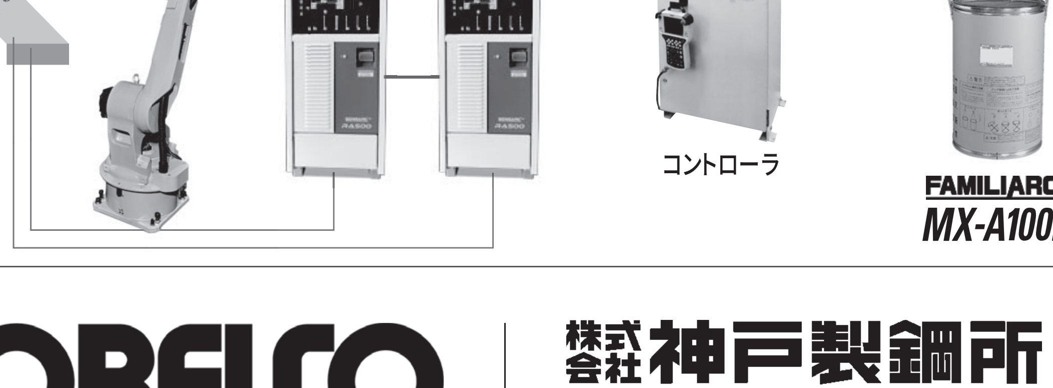
「計測で溶接ひずみを管理することで、組み立て工程の取り付け精度を改善した」（山路氏）。先端の計測技術を取り入れることで製品の品質向上を図る。その取り組みが、同社の強みを生み出している。

---

# 高品質な自動化を支える建設機械向け溶接ソリューション

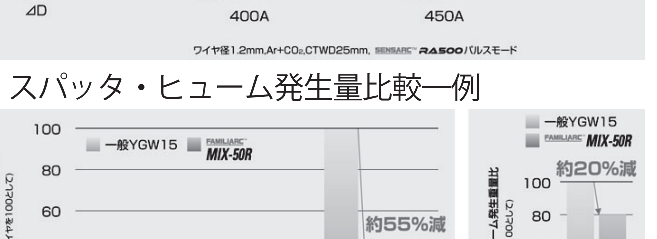
シングルアークで抜群の操作性　高能率＆低スパッタ溶接プロセス
**大電流 MAG プロセス**

☑ 溶接電源 SENSARC™ RA500 を並列接続し 700A-100% 出力が可能
☑ シングルトーチで従来タンデム溶接法並の高溶着速度
☑ 専用フラックス入りワイヤ FAMILIARC™ MX-A100D
大電流域においても、極めて安定した溶滴移行で
低スパッタ・低ヒューム、優れた耐気孔欠陥性を実現

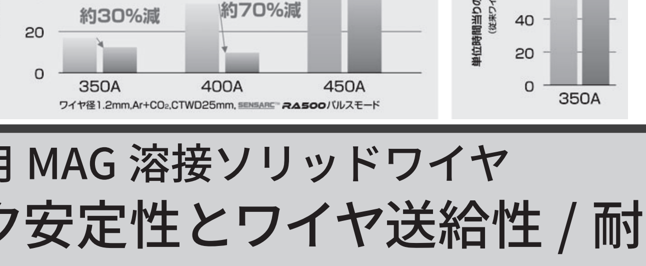


SENSARC™ RA500 との組み合わせで高能率化に貢献
FAMILIARC™ MIX-50R

■耐チップ摩耗性比較一例



■スパッタ・ヒューム発生量比較一例



MIX-50R
衝撃禁止
横転禁止
湿気厳禁

490MPa 級鋼用 MAG 溶接ソリッドワイヤ
優れたアーク安定性とワイヤ送給性 / 耐チップ摩耗性も向上！

KOBELCO　株式会社神戸製鋼所　溶接事業部門
〒141-8688　東京都品川区北品川 5-9-12（ON ビル）
マーケティングセンター　マーケティング企画室
TEL. 03-5739-6321　FAX. 03-5739-6958
https://www.kobelco.co.jp/welding/

溶接ソリューションを、もっと身近に。
KOBELCO WELDING アプリダウンロードは
KOBELCO　アプリ　検索