抵抗溶接特集

7―11面

抵抗溶接の主なユーザーは自動車関連事業者・板金加工業者などとなる。溶接技能の中では作業が容易とされる抵抗溶接だが、昨今では、構造物の軽量化を目的としたマルチマテリアル化の需要を受けて、アルミやハイテン材などの難溶接材への適応が求められている。くわえて、品質確保・接着剤との併用など顧客要望の多様化も進んでおり、過渡期を迎えている。本特集では抵抗溶接を軸に事業を展開する溶接事業所、メーカー、ディーラーを取材し、多角的に抵抗溶接の現状と、今後の可能性を把握する。

ものづくりの現場を訪ねて

齋鐵（新潟県三条市）

スポット溶接の設定見直しで収益改善
8万回を超える挑戦が生んだ新条件

中小ものづくり企業が軒を連ねる新潟県燕三条地域で、溶接・板金・プレス・組立までの一貫生産を強みとする齋鐵（新潟県三条市、齋藤孝之輔社長）では、このたび「板厚・表面処理が異なる異種材のスポット溶接」に挑戦し、実現した。結果として生産性が約3割向上するとともに、同溶接作業における不良率をゼロ%にすることに成功した同社だが、「技術革新の成功といった文言では語り尽くせないほどの地道な努力の積み重ねがあった」と話すのは製造本部・製造本部長付を務める武内和夫氏と、製造二課課長を務める茂野徹氏だ。2人の技術者に、取り組みが成功するまでの努力と軌跡について取材した。

◇　◇

■取り組みの概要

住設・暖房用機器の部品などを、一貫生産体制を駆使して製造している齋鐵。現在、同社の安定した受注状況は、高難度な単一案件を獲得しつつ、それらを小ロットから大量生産までの幅広い生産需要に対応していることによるものだ。創業から現在まで顧客の信頼を得ながら着実に成長を続けてきた同社だが、「度重なる経済不況や季節変動による生産調整と様々な困難に立向い、また、ここに来て感染症や世界情勢による混乱で操業度の変動は大きく、対応に追われることとなった。当然社内の生産体制を安定させなければならないと共に、いかに各案件の収益性を高めるかが必要であった」という。

そんな背景の中で、同社がターゲットにしたのは、条件設定に常に苦慮し、生産性の向上や不良対策に徹底的に向き合う必要性があった抵抗溶接だ。具体的には年間3万個の大量生産品を選定。2006年より受注が続いている案件ではあったが、設計変更により使用する素材が変更になってから不良率が高まり、8―10%が不良品となっていた。

同社は徹底的に自社のスポット溶接条件などを見直した。在籍する技能者の勘所にくわえて、課題を数値化していき、学術的なアプローチ（タグチメソッド「明日のために！」など）を駆使することで、結果的に不良率をゼロにして、黒字化することに成功。中量・大量生産案件の生産性を高めたことで収益を安定させ、持ち前の技術力に磨きをかけたという。

■案件見直しの背景

今回対象とした製品は、三つの部品を計15打点のスポット溶接で接合して製造している。素材としては表面を潤滑処理された電気亜鉛ニッケル系合金めっき鋼板1・0㎜と、有機系処理電気亜鉛めっき鋼板1・2㎜の二つだ。板厚と表面処理の状態が異なる異種材をスポット溶接する場合、各部品の融点には差が生まれるため、発生するスパッタの量が倍増する。

武内氏は「受注当時から板厚違いという難しさがあったものの、使用する素材は全て有機系処理電気亜鉛めっき鋼板だった。設計変更により部品の一つが潤滑皮膜に変更となった背景には、プレスでの絞り工程における潤滑油の削減と、それにより洗浄工程をカットするコスト削減策があった。そもそも表面処理鋼板はスパッタが出やすい素材である上に、異種材をくわえたことで、さらにスパッタが増加。そのため、溶接条件を12打点と31打点に分け、段取りを一回はさみ、スパッタを取り除きながら加工していた。改善していくためには『1回の同一条件設定』で、尚且つ『不良を減らす』という溶接条件を探すしかなかった」と当時を振り返る。

また、それには「針の糸を通すように溶接条件を見つけ出さねばならず、途方もない回数の実験が必要となる」という。

■作業時間短縮作戦

武内氏・茂野氏が生産性の向上のために、まず着目したのは「溶接スピード」だ。同社では高精度スポット溶接機である「サーボガンスポット溶接装置（ART―HIKARI製SP―MF40）」を導入して対応していた。理由は各社スポット溶接機を比較した中でも、同製品が「電流値と加圧力のコントロールができる」特性により接合性が優れていると判断したからだ。しかし、溶接スピードを向上させるために、溶接速度が速い定置型スポット溶接に変更して、実験を開始した。3ヶ月で24回の実験を繰り返したが、品質・工数ともに満足いく結果にはならなかった。

茂野氏は「スポット溶接を駆使する場合、JIS規格でナゲット径の大きさが定められており、それで溶接が基準に達しているかを判断する。定置型スポット溶接機での溶接は作業速度こそ向上しても、ある程度の回数を行うとナゲット径が基準を満たさなくなってしまった」と話す。

基準を満たさなくなる原因は、スポット溶接機の電極が途中で劣化してしまうことによるものだったという。表面処理鋼板を溶接する時にめっき皮膜が溶けて電極に付着し、それが酸化してしまう。作業スピードを上げても、電極が劣化してしまうため、頻繁に交換しなければ品質が安定しない。結果として、使用する溶接機を高精度な溶接に強みを持つサーボガンスポット溶接装置に戻した。「連続打点数を稼ぐことができなければ、生産性向上に至ることはない。やはり、『段取り替えが不要』で『不良が出ない』溶接条件を割り出すしかないと決意した」（茂野氏）

■8万回の実験

従来同社では、溶接条件を、汎用的な実験計画法で探り当てきた。しかし今回の場合、実験計画法では想像を絶する時間がかかってしまうため、武内氏は燕三条地場産業振興センター産業振興部技術支援課に相談し、品質工学タグチメソッド（イノベーションツール「明日のために！」）で溶接条件を見つけ出すのが最適だと判断した。具体的には、生産中におこる精度のばらつきの要因を集めて、実験・計算することで、最適溶接条件の設定回数を最小限減に押さえ込むというものだ。同製品のスポット溶接の条件項目を「電流値」「通電時間」「加圧力」「二段加圧力」を基準として、溶接強度が満たされて品質にばらつきが小さい条件を絞り込んでいった。

武内氏は「学術的なアプローチを使って、無限にも見えた溶接条件を絞り込み、数十個までは絞ることには成功したが、大変なのはここからだ」と話す。

その後、同社では電極への汚れの影響を最小にするために、割り出した条件に沿って現場で溶接を行い、都度、情報をフィードバック。情報をもとに技術的な原因を考えながら微調整を続けた。一つひとつ、条件通りに溶接を行い、スパッタの発生状況や電極の汚れの状態を記録していくとともに、基準を満たしたナゲット径を溶接し続けるための「限界打点」を見極めていった。

この作業は、一つの条件につき2000回以上の溶接と、破壊検査を行う。方法は、スポット溶接で接合した2枚の鋼板を、一度剥がしてナゲット径を一つずつ確認していくという地道なものだ。また、基準を満たすナゲット径が2000回分担保されていても、同社はその「限界打点の3分の1を社内基準とする」という独自規格でものづくりを行っている（この場合666回）ため、限界打数を増やすことは重要な取り組みだ。

武内氏は「ものによっては3000回、4000回のスポット溶接作業を行うため、限界打点を見極めるために多くの時間がかかる。ある程度習熟した技術者・技能者が作業にあたらなければ正確な結果が残せないため、実験は私と茂野の2人体制だ。通常業務もあるため、必然的に確認実験は生産作業終了後になる。毎晩スポット溶接を行い、検査して、部品を剥がすことを繰り返した。体力的には厳しい挑戦となったが、4ヶ月かけて13回の実験と、8万回の破壊検査を繰り返したことで、最適な溶接条件を割り当てることに成功した」と当時を振り返る。

■得た結果と今後の展開

得られた結果としては、板厚・表面処理材質の異なる3部品の溶接を1工程で、2基使用していたスポット溶接機は1基で作業することができるようになった。

段取り替えと取り置きが必要なくなったため、作業時間は短縮され、電極の交換頻度は30台ごとに1回から40台ごとに1回まで減少した。最終的に生産性は約26%向上し、従来発生していた不良品はなくなり、不良率がゼロになった。手直し、追加生産、手戻りもゼロになったことで、収益性が改善された。

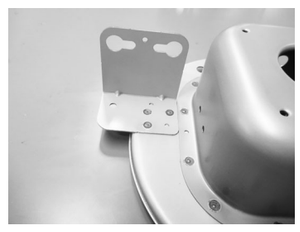
茂野氏は「実験の成功には喜んだ。また、得られた結果はそれだけではない。現在当社では、さらに複雑な異種材料接合にも対応できている。具体的には『溶融55%アルミニウム亜鉛合金めっき鋼板』めっき厚さ54㎛メートルの溶接だ。今までは3㎛メートル程度のめっき厚さ鋼板を溶接することが多かった当社にとっては、約18倍のめっき厚をスポット溶接で接合できている」と話す。

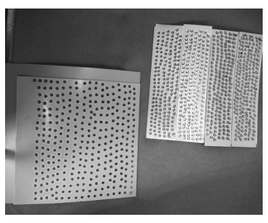
武内氏は今回の取り組みの成功についての一連を振り返り、「技術力と学術的なアプローチが大きな改善効果になることを改めて知った。しかし、実際は泥臭い作業の連続だった。技術者・技能者が手を動かし、作業を繰り返して、微調整を繰り返すことでしかたどり着けなかった大きな成果がそこにあった。ものづくりに限らず、時代の変化とともに顧客要望も変わっていくため、保有する技術力も変化していく必要がある。都度、しっかりと向き合って、顧客の期待に答えていきたい」と話す。

ART―HIKARI社製スポット溶接機での作業

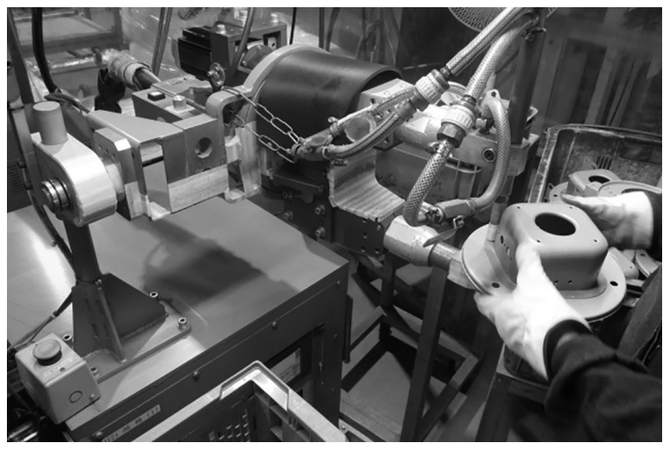
武内氏

茂野氏


スポット溶接技術で製造している暖房機器部品


スポット溶接した鋼板を剥がして一つずつスポット径を確認

作業中にチップが汚れてしまうのが課題だった


ART―HIKARI社製スポット溶接機で作業する

YASKAWA

私たちがメカトロニクスの概念を提唱し、1977年にロボットを発売した当初は
モノづくりの現場で人間の代わりに作業をする、産業用ロボットが主流でした。
しかし今では、正確で高速な動作といったロボットの特性を生かし、
独自の適用領域も増えています。
人間の「代替」から、人間「以上」の働きをするロボットの活躍の場を創造し、
安川電機はこれからも新しいロボットの可能性に挑戦し続けていきます。

アーク溶接用 MOTOMAN-AR1440
アーク溶接用 MOTOMAN-AR2010
スポット溶接用 MOTOMAN-SP100B
スポット溶接用 MOTOMAN-SP225H
アーク溶接電源 MOTOWELD-X350/500
アーク溶接電源 MOTOWELD-SR350/500
レーザ溶接対応 MOTOMAN-GA50
レーザー溶接パッケージ MOTOPAC-RL2D300-GP25JP

株式会社 安川電機　ロボット事業部
〒806-0004　北九州市八幡西区黒崎城石2番1号　TEL（093）645-7703　FAX（093）645-7802
【オフィシャルサイト】http://www.yaskawa.co.jp　【製品・技術情報サイト】http://www.e-mechatronics.com