

溶接管理技術者の体験紹介

溶接技術競技会参画を通じた人材育成について

川重冷熱工業株式会社
齊藤 拓真

1. はじめに

日本溶接協会が主催する全国溶接技術競技会は、1951年第1回大会に始まり2019年度で65回を迎えた(2020年度66回大会はコロナ禍のため延期)、日本を代表する溶接競技大会である。歴代の最優秀者は鉄鋼・造船業界の印象が強いが、2000年以降は自動車業界が圧倒している感がある。当社も過去4名(前身の自動車製造3名、川重冷熱工業1名)の最優秀者を輩出しており、全国大会へは1999年度から現在に至るまで21年連続出場している(うち被覆アークとCO₂半自動のアベック出場は13回)。

当社はボイラ(図1)および吸収式冷温水機(図2)の開発・設計、製造、販売、保守・点検等アフターサービスを一貫して行うメーカーである。高圧蒸気を発生させるボイラ製品群は、大規模工場の生産ラインで使われる大型ボイラや、ビル・病院などで使われる簡易・小型ボイラ、さらに排ガスを活用した排熱ボイラまでを豊富にラインアップしている。冷水・温水を作る吸収式冷温水機は、ビル・駅や工場といった大規模施設の空調で使用される熱源機器であり、廃熱利用による省エネに特化したジェネリンクなど用途に応じた数多くの製品をラインアップしている。ボイラは内圧がかかる圧力容器であり、一方、吸収式冷温水機は負圧の真空容器である。



図1 大型貫流ボイラ (イフリート)



図2 吸収式冷温水機 (エフィシオ)

高い耐圧性や気密性を確保するため溶接継手の性能は特に重要であり“溶接”は当社コア技術の一つとなっている。健全な溶接部を作るためには優れた技能を持つ溶接士の存在が不可欠であるが、その溶接士の育成ならびに“ものづくりマインド”向上の一施策として、溶接技術競技会に参画を続けており、その取組みについて以下に紹介する。

2. 溶接技術競技会取組みの課題

当社滋賀工場は、生産現業職のうち約 8 割が JIS 溶接免許を保有する溶接工場であり、前述のとおり溶接技術競技会に積極的に参画を続けているが、2015 年度からは次に示すガイドライン(抜粋)を設け、本来の生産業務との両立を図りながら人材育成を推進している。

- (i) 練習時間と供試材は制限する。例えば社内予選の練習時間は一人 16 時間まで
- (ii) 前年度滋賀県大会優勝者は当年度社内予選へのエントリー不可 など

全国大会への出場は滋賀県大会で優勝することが必要となるが、当社は社内予選により県大会への出場選手を選抜している。毎年社内予選を実施できる人材がいることが当社の強みであり、県大会で優勝を続けていることの一要因と考える。しかしながら、全国大会では滋賀県代表の上位入賞が少ないことは事実であり、できることならば常に全国の上位クラスであり続けたい。そのためには限られた時間の中で“練習の質”をいかに向上させていくかが近年のポイントであり、2019 年度の課題を以下として取組みを開始した。

① 指導体制の見直し

当社の基本方針から毎年違う選手(若手溶接士)を全国大会に出場させているが、出場選手の所属先によって指導者も変わるため、前年度の経験を十分に生かせず毎年ゼロからに近いチャレンジとなっている。練習や大会のサポートをより組織的にバックアップし、複数年で一貫した指導ができる体制への見直し、および PDCA を廻して短期間でスパイラルアップしていく指導の“しくみ”構築が必要と考えた。

② 溶接条件の客観的評価

競技する溶接条件の妥当性は、練習段階において WPS や外観・RT・曲げ検査で評価してきたが、選手個々の能力に依存した属人的指導の下に生み出した溶接条件であり、より良い条件を探る他の手法について検討の余地があると考えた。

3. 課題解決の取組み

① 指導体制の見直し

2019 年度滋賀県溶接技術競技会では CO₂ 半自動溶接の部で優勝することができたので、9 月関西大会および 11 月全国大会に向け、指導体制を一新することにした。従来、溶接指導者は各職場から 8 名が選出され、溶接出来栄えなどをその 8 名で評価していたが、選手への指導は 1 名につき 1 名の指導者が専任する体制であった。限られた時間の中でいかに合理的に指導を行うことができるかが重要となる。そのため 8 名の指導者について役割分担を定めて指導のポイントを絞りそれぞれの指導者の権限と責任を明確にし、複数の指導者が選手をバックアップする体制に変更した。具体的には、競技工程を材料加工・溶接・清掃・工具準備の 4 工程に分類し、それぞれに 2 名の指導者を付けて、練習にあたらせることにした。練習時間はこれまでどおり、関西大会前 2 週間のうち 20 時間、全国大会前 3 週間のうち 32 時間である。

さらに、指導手法の見直しにも着手した。KPS(Kawasaki Production System)の導入である。KPS とはトヨタ生産方式をベースに川崎重工業グループが独自に展開する生産方式で、多種少・中量生産における JIT 生産を理念として、生産現場での人・物・設備に係るムダを徹底的に排除することに努め、人間性の尊重を基盤に人の能力をフルに活用しようとする“生産性向上のしくみ”である。2019 年度は上述の材料加工・溶接・清掃の 3 工程についてタイムスタディを行い、そ

それぞれの指導者が標準作業表(作業手順と作業時間)を作成した。選手はその標準作業表(Plan)に倣い競技練習を行う(Do)。練習の結果を選手と指導者が分析(Check)し、指導者が標準作業表を改善(Action)するという指導手法の導入である。また、歴代の全国出場選手の溶接条件を WPS とし、整備し、選手の参考になるようにしている。PDCA サイクルを廻しながら、溶接条件は決め打ちではなく、選手の個性を尊重して選手と指導者が共に悩み考える部分を残して指導する方針とした。

② 溶接条件の客観的評価

選手が採用した溶接条件の妥当性を評価するものとして、アーク溶接ロボットによる再現テスト(図3)を試みた。ロボット溶接は当然のことながら好不調の波がなく、かつ人間が行うように状況に合わせてリアルタイムに運棒動作を変えることもできないので、溶接ビードの再現性は高く、より良い溶接条件を探る手法としての可能性が期待できる。手始めに薄板(4.5t)でトライした。表1に溶接条件を比較して示す。ロボット溶接の懸念は裏波ビードの形成にあったが、ワイヤ送給量(電流値)や開先の調整およびウィーピングの工夫などで良好な裏波ビードを含む溶接外観が得られることが解った(図4)。因みに、選手の電流値条件でロボット溶接したところ“溶落ち”で溶接できない状況となったが、これは選手のトーチ傾斜角度がかなり寝かせた前進角であったことが原因と推察され、選手は“溶落ち”を抑えるため多少強引な運棒を行っていた可能性も考えられた。今回の取組みでは、ロボット溶接で得られた条件を選手にフィードバックして最適解を探るまではできなかったが、今後は次の取組みを実施し、選手・指導者がさらなる工夫を検討できるよう支援していく予定である。

- 選手の溶接条件に条件を合わせてロボット溶接することに加えて、逆にロボットの溶接条件に合わせて選手が溶接施工し、両者を比較・検証する。
- ロボット溶接の検証範囲を拡大する。薄板だけではなく、中板(9t)にトライし、ビード継ぎ・多層盛りなどにもチャレンジする。ロボット溶接を選手・指導者が実際に見て考える機会を作る。

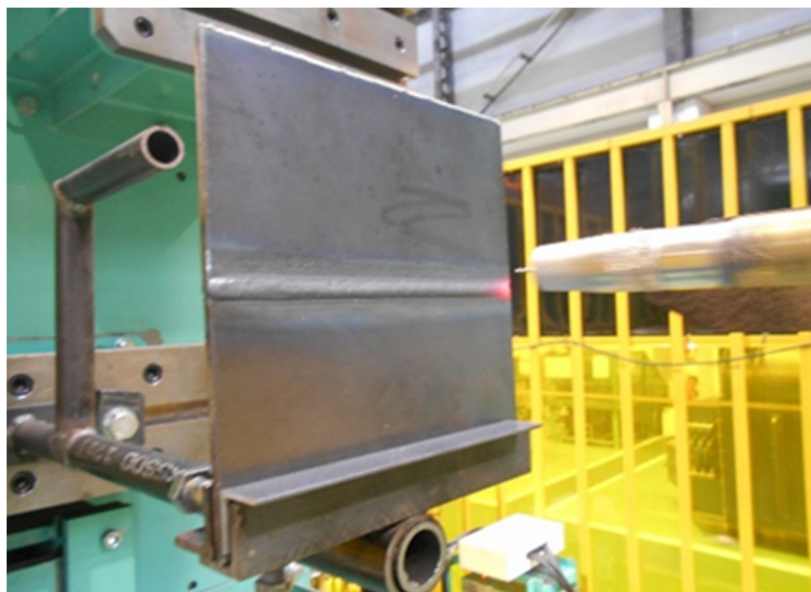
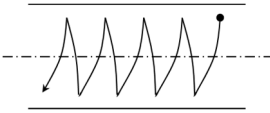
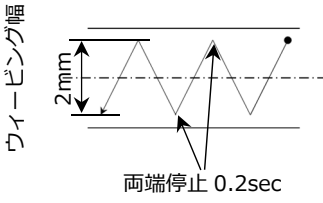


図3 ロボット溶接状況

表 1 人間(選手)とロボットの溶接条件比較表

項目	選手	ロボット
溶接方法	CO ₂ 半自動	CO ₂ ロボット
姿勢	横向き	同左
板厚	4.5t	同左
溶接ワイヤ	YM-SCV φ1.2	YM-26 φ1.2
ルートギャップ	2.9 mm	3.0 mm
ルートフェイス	2.0 mm	2.2 mm
積層/パス数	1層/1パス	同左
電流/電圧/速度	145A、16.3V、24cm/min	98A、18.4V、23cm/min
運棒	 <p>動作パターン：三角 ※詳細データはとれていない</p>	 <p>ワイバーピング幅 2mm 両端停止 0.2sec 動作パターン：一次関数(直線) 周波数：2.5Hz</p>

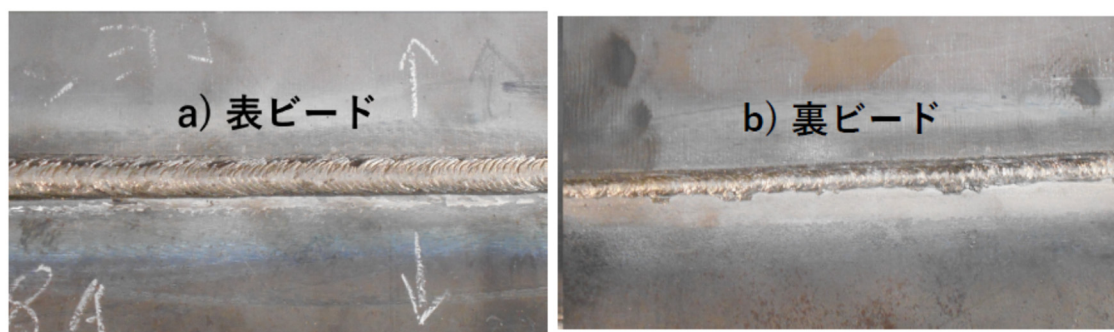


図 4 ロボット溶接ビード外観(a:表、b:裏)

4. おわりに

取組み初年度の2019年度は、指導のPDCAサイクルを何度も回すことはできなかったが、KPS思想やアーク溶接ロボットによる支援等の折込みによって、より組織的・科学的に選手をサポートする指導体制のカたち作りを始めることができた。全国大会では選手が練習どおりの力を出すことができれば上位入賞確実と指導陣一同自負するところであったが、11月17日に行われた全国大会では、プレッシャーもあり実力発揮できず上位入賞には至らなかった。残念な結果ではあったが、プロセス

が重要であることを指導陣・選手で再認識し、今後の指導体制をさらに強化していく必要がある。

溶接競技会には若手溶接士が出場しているが、そのメンバーの多くが日常業務においても耐圧容器や真空容器の重要な溶接部の施工を任されていくことが多く、当社のものでづくりの中心的役割を果たす人材となっている。溶接外観だけではなく溶込みや内部欠陥など溶接品質のポイントを競技会の経験から得て、それを仕事に生かしていることも一因だが、なにより溶接に前向きに取り組む姿勢が育まれると考えている。

溶接界においても人材不足は懸念される場所である。女性・若年者・外国人の活用も拡大されていくであろう。筆者は、溶接競技会参画の取組みを通じて、選手の溶接技能だけではなく指導者の管理技術を含め質の高い人材を育成するとともに、“溶接”の大切さ・面白さを伝承し続け、溶接界の人材不足に微力ながら貢献できるように努めていく。

齊藤拓真(さいとう たくま) 溶接管理技術者特別級

<略歴>

1997年 広島大学 大学院 工学研究科 構造工学専攻 修了

1997年 川崎重工業株式会社 入社 播磨工場 製造部 鉄構工作課 配属

2007年 川重冷熱工業株式会社 生産総括室 製造部 転籍

現在に至る