

グローバル化に対応する溶接・接合技術の現状と課題

平成 17 年 10 月 26 日(水)13:00～19:10

(開会挨拶) 名古屋大学大学院教授

(社)日本溶接協会会長

宮田隆司氏

グローバル化の問題には 1990 年代から各産業・企業で対応されており、特に溶接関連の業界がグローバル化についてどのような対応をされているか興味があり今回の企画を立案した。日本の場合、1995 年に労働生産人口がピークに達し、来年には恐らく総人口が減少過程に入ると言われている。このような情勢の中で国際化の流れは急速に進むと考えられ、各産業・企業は生産拠点を海外に移すことも含めて、生産性の向上を徹底的に行うとか、国際的に連携協力しながら自社のアイデンティティ、ブランドを確立する、即ち、ワリイワとなる方向に進むことになるのではないかと考える。そこで、モジュール化された技術を積み重ねてものを作るか、あるいは垂直統合型のタイプで生産するとか、後者の方が日本の場合には成功している例が多いと言われているが、これらの視点から話しを聞きたいと考えている。

もう一つの視点としては、人の問題で、人をコスト要因として見ないで、知を創造する、付加価値を高める、独創的な技術革新を継続的に進めていく主体として捉える企業が成功している。人材の育成と活用が大きな柱になるようで、ビジネスモデルとの対応とか、人の活用の問題について溶接界はどの方向に進むのか興味を持って講演を聞きたいと考えている。

(総司会) 埼玉大学名誉教授

大嶋建司氏

(講演)

1. 建機におけるグローバル生産の現状と要求される溶接・接合技術

コマツ(株)生産技術開発センター主幹研究員 堅田寛治氏

コマツ(株)の建設機械の溶接概要説明から始まり、次いで同社におけるグローバル化のあゆみと生産体制について説明された。

建設機械には多種類有り、その車体構造は溶接構造物から構成されている。疲労強度を考慮して設計されているが溶接部の強度が支配的である。鋼板の構成は 90%が軟鋼で、50～60 キロ鋼は 8%、110～150 キロ鋼は 2%でプレート材等の耐摩耗用である。溶接構造物としては、単価 150～200 円/kg 程度で付加価値の低い溶接であり、溶接材料としては国内 3 工場で 250T/M 程度で、70～80%は安価な外国製ワイヤ(1.4mm 径)を使用している。溶接電源は定格電流 500A、定格使用率 100%で、溶接電流 450A で使用している。溶接法としては、スポット溶接、パルス TIG、摩擦圧接、電子ビーム溶接等が適用されている。

スポット溶接が主で、スポット溶着率(自動化率)は 90%を超えているが、残りの手溶接の能率化が課題である。建機溶接では天井走行型が主であり、ワイヤーフィーディングをティーチングボックスで行うシステム(ティーチア)を開発している。また、能率向上のために、タングラム溶接を多用しているが、1 本トーチに切り替えが可能なフィンガー方式、スライフトングラム方式を開発しており、現状の自動化率を下げないでタングラム化するときはフィンガー方式を採用している。

グローバル化に関して、80 年代は「海外生産拡大の時代」であり、現地企業との合弁会社を設立し現地生産化を促進した。90 年代は「グローバルな連結経営の時代」で東南アジアが重視した拡大を行い、又中国にも製造拠点を築いた。生産拠点としては、米州 10、欧州 8、中国 4、アジア 4、日本 8 拠点の合計 34 拠点を確立した。その結果、2003 年に海外生産高は 3,970 億円、海外生産高比率は 46%、現地生産比率は 70%に達している。

グローバル生産では、マーケットに密着した生産を行うことを原則としており、マーケットの有る所で生産する事を基本としている。そのための施策として、コンポーネント供給、マザー工場制度を採

用している。工場・拠点供給では、A)1 箇所生産する全世界集中工場、B)承認されたメーカー・拠点を生産する海外集中工場、C)各拠点毎の最適メーカー・拠点を生産する拠点分散工場に区分され、それぞれ 19%、36%、45%である。

マザー工場制度は、開発拠点のある工場の位置付けで、グローバルものつくりの核としている。マザー工場は、開発機種の品質とコストを作り込み、技術・製造標準を量産工場に移転する役割を持っている。

溶接構造物は C 工場海外拠点が自工場で製造している場合が多く、グローバル生産に要求される溶接・接合技術として、デジタルエンジニアリングの世界同時立ち上げのために、海外の溶接法に合った溶接条件の変更、例えば、シールドガス組成等の問題がある。逆に、海外設計部品の日本生産では、例えば、海外基準に合致する鋼材を開発する必要等がある。

グローバル化とは、何処で作っても同じ品質と信頼性を確保しながら、現地スタッフによる作業を行う事であり、グローバル化に必要な溶接・接合技術とは基本に忠実な普遍的な技術知識であり、常に新技術を開発して品質・生産性を向上し、世界の工場であり続ける事が必要である。

2.造船業界のグローバル競争における生産技術の現状と将来

ユニバーサル造船(株)生産技術センター長 宮崎建雄氏

造船業界のグローバル化における生産技術の現状と将来について、国際環境の変化と対応、生産技術の現状と今後の開発指針、将来技術の姿とブレークスルーに向けた事例について説明された。

韓国、中国の進出により、日本はもはや圧倒的なリーダーの立場になく、技術・技能の円滑な伝承など人的基盤の脆弱性が顕在化しつつある等大きな転換点にさしかかっている。「造船産業競争戦略会議」がその提言の中で、海外生産や海外調達についての我が国造船業の基本的な考え方として、「国内立地を長期的に維持できる強さを有すること」との理念を提唱している。一方、日中韓 3 国の造船業については、生産性、賃金等で優位性を持つ中韓国に対して、日本は、製品の経済性・安全性・環境保全性の総合技術力でトップの座を追求するとともに、海上輸送・海洋空間利用のコンセプトとそれを支える新技術を発信し、グローバルスタンダードとなりうる技術開発力と企画力の強化が必要である。

造船での溶接・材料分野では、1980 年代の「全姿勢用細径ワックス入りワイヤ」の出現を契機に、半自動炭酸ガスアーク溶接法が全国規模で造船溶接に普及し、半自動化が定着した。その後、溶接高速化技術の進歩、専用溶接ロボットの実用化、曲がりブロック組立工程へのロボット溶接の挑戦が行われた。今後は、屋内総組ブロックのダブル内溶接や外業溶接の自動化の拡大が焦点である。加工分野では、レーザー切断がプラズマ切断の代替後継技術化の可能性、研掃・塗装では造船用塗装ロボットの開発・実用化、建造法分野では研掃・塗装の合理化を重視した建造技術の研究や船体統合生産の実践が課題である。ロボット適用技術は、溶接分野から塗装や取付作業等の分野への応用展開が急速に進展すると考えられる。すなわち、これまで人手に頼っていた作業分野に対する機械化・自動化がブレークスルー技術の一つとなると予測される。

今後グローバル競争に勝ち残っていくために我が国の造船業は、差別化指向生産自動化の拡大、造船所 CIM の高度化が重要である。造船加工に於ける印字・マーク・溶断・曲げ作業で NC 化が進んでおり、NC 印字装置の適用、水素利用の NC 溶断技術の適用が進められている。溶接では、屋内総組ブロックのダブル内溶接、渠中ダブル内溶接の突合わせ溶接の自動化ニーズが高く、また、超軽量化ロボットの開発、更には、熟練したスタッフの高齢化環境に対応するために、SBM(Simulation Based Manufacturing)構築への取り組みがグローバルな競争環境において効果的と考えられる。

3.自動車業界のグローバル生産における溶接・生産技術の現状と課題

ホンダエンジニアリンク(株)生産技術主幹 川崎隆司氏

世界の自動車生産は 6,000 万台市場であり、10 大グループに分かれて生産している。ホンダ

は自主自立で独自の道を歩んでおり、グローバル生産についても他社とは若干考え方が異なっている。溶接生産技術は、本来商品の進化及び生産性の向上の二つの観点での技術であり、その一部として溶接技術があり、本日はその溶接技術を中心に説明する。

会社の取り組み、基本理念として、人間尊重と三つのよここばで取り組んでおり、これは存在を期待される企業になることである。社是としては、創業当初から「地球的視野に立って世界中の顧客のために質の高い商品を適正な価格で提供すること」にある。

ホンダエンジニアリング(株)は、生産技術開発・生産設備製造を担当しており、ホンダ生産の全車種のパートレイン、車体、機能部品、生産設備製造を実施している。車体溶接設備の主として鉄系材料、アルミ材料の溶接設備開発、生産ライン開発、自社製の溶接ロボット・コントローラの開発(3000台の実績)を行っている。

グローバル生産の基本概念としては、1982年米国で生産開始し、需要有るところでの生産をモットーに、需要に応え、最適な調達と生産を実施し、特徴の有る製品(フィット、シビック、アコード、CRV等)を世界で生産している。世界生産は先進国(日本、米州、欧州)中心に特化しており、更に2004~5年には中国生産も開始している。

ビデオによる製造ラインの紹介があり、自動車産業で使用される接合技術として、鋼車体では、スポット溶接が90%以上、他にアーク溶接、接着、機械的締結が使用され、アルミ材に対しては摩擦接合、レーザー溶接等が使用されている。車体用の鋼種としてはハイテン化車体が衝突安全性、環境性・経済性、走行性能面で進化しており、軽くて強度の高い高強度材の適用を進めている。ハイテン材の接合技術での問題点として、溶融しやすい、母材隙間の影響が大きい、割れ、ブローホールが発生し易い等の問題があるが、高加圧化、板合わせ管理、多条件化、検査手法の見直しで対応している。

グローバル化に対する課題として、鋼材調達先の多様化、高強度材の適用、材料の進化による溶接技術システムの再構築が急務である。従来、溶接技術の進化「溶接システムの最適化」のために、ボディ構造の進化、鋼種多様化、品質検査進化で対応して進めていたが、グローバル化により更に材料調達先の多様化を加えて対応している。

4.鉄鋼のグローバル生産の考え方と鉄鋼材料の性能

JFEスチール(株)スチール研究所接合・強度研究部長 安田功一氏

日本鉄鋼業の発展と海外展開の歴史、中国自動車鋼板市場への進出、自動車鋼板に要求される材質特性について解説された。

日本の鉄鋼業は、転炉法の導入を機軸に鉄鋼一貫体制を確立、最新鋭コンピュータの導入により大規模一貫生産する製鉄所が操業を開始した。現在、日本の鉄鋼業は、業界再編によって新日鐵を中心とした企業グループとJFEスチールの二極化が進展している。1973年以降日本の粗鋼生産は1億トンを超えているが、中国の生産量は急速な伸びを示し、1996年には日本を追い越し、現在2億トンを超えている現状にある。

日本の鉄鋼業のグローバル展開と海外との関わりについては、1)製品の輸出量拡大のための直接輸出、2)年間1億トンを超える粗鋼の製造には、鉄鉱石1.2億トン、原料炭約6000万トン、その他の合金原料を必要とするため原料確保のための海外鉱山開発、3)焼結やペレット原料処理工程や製鉄の上工程である銑鋼工程を原料国で行う原料確保のための上工程の現地生産、4)海外への技術協力要請、技術販売に対応するエンジニアリング事業の海外展開、5)輸出先確保を目的とした下工程の現地生産による海外展開、6)国内自動車産業の海外シフトに対応した現地生産による鋼材供給等の各局面で実施されている。

中国の自動車生産会社は120社に達するが、年間50万台以上を生産する会社は2社で、何れも複数の海外自動車メーカーと提携して海外企業の車種を製造している。一方、中国の粗鋼生産は2004年に2.7億トンに達して世界第1位の生産量を達成しており、約190社の製鉄メーカーが鉄鋼を生産しており、年産500トンを超える大手12社が全体の45%程度を占めている。

自動車鋼板に要求される材質特性は、軽く強く錆にくいことであり、高強度、表面処理

鋼板の適用が積極的に進められている。DP 鋼、TRIP 鋼等高強度で成型性の良い鋼板が開発され、又、アンダーボディ等への適用には合金化亜鉛めっき鋼等の表面処理化が要望されている。自動車の組立には、1 台当たり 4000～5000 点のスポット溶接が採用されており、抵抗溶接性の安定化が要求されている。特に、高強度鋼では、溶接部の割れ、ブローホール防止対策が求められ、腐食防止の目的で使用される表面処理鋼板では良好な抵抗溶接性に加えて、連続打点溶接性が求められている。

5. グローバル化に対応した重工業の生産技術の取り組み

石川島播磨重工業(株)生産技術センター副所長 中西保正氏

重工業のグローバル化に対する取り組みとして、海外橋梁、海外 LNG 基地及び LNG タク、発電ボイラの生産技術に関するグローバル化について解説された。

海外橋梁市場は、需要が大きい対象国には技術が充分でなく、建設資金の調達も困難な国が多く、リスクの大きな本格的競争市場と言える。ビジネス展開には 2 種類があり、ブロックを生産・供給するサプライヤ工事とコントラクトとして桁、跨などの上部工だけでなく、土木基礎部分(下部工)及び道路も含んだフルターン(FTK)工事がある。IHI の FTK 工事には、新・旧ゴールデンホーン橋、マティ橋、第 2 ボスラス橋、イルティシュ河橋梁がある。オクランドハーバーベイ橋では、ヒールラックが問題となり、仮付ピット長の規格を決める基礎データとなった工事であり、ゴールデンホーン橋では、供用後の交通量激増、車輦重量増大による疲労損傷を初めての供用下での溶接補修技術を適用して完成した。それぞれの橋の製作時の特徴等について詳細に解説された。

LNG タクは、9%Ni 鋼製地上タクと SUS 316L 鋼製地下タクに分けられ、9%Ni 鋼製タクは当初金属二重殻タク(内槽:9%Ni 鋼、外槽:SM 鋼)であったが、近年外層と PC 製防液堤を一体化した構造の PC-LNG タクが主流となっている。溶接技術としては、横向周継手は SAW で、縦継手は自動 TIG 溶接が一般的であるが、IHI では、2 電極高能率・高品質 TIG 法を開発し、周継手、縦継手共に同じ機械で溶接している。また、地下タクには、画像扱い機構付き自動 TIG 溶接機を実用化している。但し、海外工事の場合は、Ar の安定入手難から周継手は SAW、縦継手は手溶接で行われる場合がある。世界の天然ガス需要は今後も伸びが期待され、LNG の占める割合は増加傾向にあり、又、海外工事も増加傾向にある。

発電ボイラについては、石炭焚き超超臨界ボイラの火力発電用タービン入口蒸気圧力は現在 610 気圧に達している。更に、主蒸気 600 気圧/再熱蒸気 620 気圧のボイラを建設中である。蒸気圧力・温度の上昇に伴い、高温強度、耐酸化性、石炭灰の高温腐食に対する優れた耐食性を有する材料が開発・適用されている。また、その他の海外物件についても例をあげて詳細に説明された。

6. "MONOZUKURI" ニッポン実現のための溶接・生産技術

三菱重工業(株)高砂研究所製造技術開発センター長 石出孝氏

我が国の科学技術政策として、科学技術基本法に基づく科学技術基本計画の第 3 期計画(H18 年以降)が策定されている。ここでは、第 2 期での「3 つの基本理念」即ち、「新しい知の創造、知による活力の創出、知による豊かな社会の創成」を実現するための具体的な内容として、それぞれ、「知の創造と活用により世界に貢献できる国」、「国際競争力があり持続的発展ができる国」、「安心・安全で質の高い生活のできる国」の目標を策定している。この目標の「国」は「企業」と読み替えられると説明された。この理念を実現するための 6 つの政策目標の中の目標 4 の「イノベーション日本～革新を続ける強靱な経済・産業の実現」中に、「(7)ものづくりナンバーワン国家の実現」が挙げられている。

全産業の GDP498 兆円の中で、製造業は 102 兆円(22.0%)であるが、輸出に占める割合は全産業 52 兆円中、製造業は 49 兆円(94%)を占め、外貨を稼ぐのは製造業であり製造業こそが日本の強みである。

製造業での重大事故が最近数多く発生しているが、発生要因として、誤判断・誤動作、技術伝承不足、情報連携・教育不足等の人的要因が 76%を占め、設計・製造品質確保が不

十分、部品・材料劣化等の製品・設備要因が 18%であった。これらの要因に対する対策として、さまざまな変化に対応可能な設計・支援システムの構築(形態進化型生産システム)、設計・製造プロセスのデジタル化による信頼性・品質確保について解説された。

独自差別化製造技術(QCD 向上のための新しい接合技術)として、FSW(摩擦拡散接合)の航空宇宙分野・船舶分野への適用例、接合反力の低減、底面部の欠陥防止、接合速度の向上が可能なロボット方式 FSW の適用、YAG レーザーのタービンバルブへの適用、厚板のレーザー切断、レーザーハイブリッド溶接(MIG とレーザー溶接)、ファイバーレーザーの詳細及び将来性、リフト溶接について詳細に説明された。

今後のレーザー加工の展開については、高品質化(ハイブリッド化)、超高速化(リフト溶接、超狭間先厚板溶接)、低コスト化(LD 直接加工、ファイバーレーザー)を実現する究極の QCD 向上手段として、レーザーによるものづくりの改革について説明された。

(総合討論)

1. 「鉄道車輛におけるグローバル化」と講演に対するコメント

川崎重工業(株)技術開発本部システム技術開発センター技術監 中山繁氏

鉄道車輛のグローバル化についても説明して欲しいとの司会者の要望があったとのことで、鉄道車輛の現状等について説明があった。

鉄道車輛に求められる性能としては、高速性、耐久性、安全性、信頼性がある。生産額は国内のメーカー数社合計で 3500 億円程度の規模であるが、世界の三大メーカーの ALSTOM(フランス)、BOMBARDIER(カナダ)、SIEMENS(ドイツ)の生産額は合計約 2 兆数千億円で大差がある。国内市場は 1978 年頃に年間 4900 台程度生産していたが、ここ 10 年位は 2000 台程度の生産で推移している。国内メーカーはアジア、中国、アフリカ等への海外進出を考えているが、海外の大手メーカーと厳しい受注競争をすることになる。

車輛溶接の現状としては、材料としては、鉄鋼、ステンレス鋼、アルミ材が使用され、最近ではアルミ材による車輛が国内では全体の 6 割近い。溶接法としては、従来はスポット溶接、ガスシールド溶接が主体であったが、アルミ材の溶接では、FSW、川重で開発したスポット FSW、レーザー(レーザーハイブリッド)溶接が使用されており、FSW については車輛外板の縦向き、横向き姿勢の長尺溶接に適用されており、車輛溶接を一変させたと言われている。

人材育成は重要で、第 3 次科学技術基本計画では、人材の育成、創造的人材の強化が挙げられており、人材育成の重要性が強調されている。また、ものづくり技術はどうあるべきかについては、大量生産、大量消費、大量廃棄の量的充足から質的充足へ変化、即ち、適量生産、適量消費、少量廃棄を実現することに变化させる循環型社会の構築に於けるものづくりの考え方により溶接技術への取り組みを考える場若しくは環境づくり、更にはそれを実現出来る人材の育成が不可欠である。今年の春の学会のシンポジウムで報告された「我が国の製造業を支える溶接・接合技術はこれでよいのか～溶接技術、人材の現状と将来展望を考える」に報告されたように、知識・知恵を持った人材の育成とモラル、コンプライアンス遵守が重要である。また、決められたルールをしっかりと守る人材の育成が必要で、「臨場感豊かで、自主性と創造が豊かな人材の育成」が重要である。

2. グローバル化に対応するアジア溶接界の動き

(社)日本溶接協会 参与、JFE 工建 社友 野村博一氏

AWF(アジア溶接連盟)設立の背景、当面の活動の方向、今後の課題等について解説された。

AWF 設立は、(1)アジアの先進国における溶接要員の不足の顕在化、ものづくりを支える基盤の脆弱化が進んでいるのに対して、アジアの発展途上国では溶接技術が未発達で技術移転を強く望んでいること、(2)溶接のマーケットサイズを表す鉄鋼消費量からもアジア全体の消費量は伸びが大きく、アジア 17 ヶ国で世界の消費量の 50%を占めていること、(3)ヨーロッパでは、EWF が溶接要員の資格制度、標準化を積極的に推進し、世界の溶接界のリーダーシップを掌握し、アジア諸国にも EWF や IIW の溶接要員資格制度を普及させようとしていること、(4)ア

アジアでは各種の溶接規格が適用されていて経済的な競争力を減退させており、アジアの声を規格に反映させる必要があること、(5)アジア諸国には日本製品が普及しており、日本の技術移転や更なる製品の利用を望む声大きいこと、等から必要である。

当面の活動計画としては、アジア地区で統一され、整合化された溶接要員認証制度の確立と実施、アジアのニーズを反映した国際規格作り、アジア諸国への技術情報、技術・技能の移転、人材活用制度のアジア地区への普及と制度の拡張、加盟メンバーを結ぶITネットワークの構築、加盟各国のアジア地区でのビジネス支援等が設定されている。

AWFの活動の方向としては、アンケート結果からは、アジア地区で整合化された溶接要員認証制度の構築・実施が最も多く、ついでアジアの意見を重視し、反映させた国際規格作り等をまず進めるべきと考えられる。

更に、日本溶接協会が実施しているJISZ3410及びWES8103-04による溶接管理技術者認証制度を導入したいと希望するアジアの国々が増えており、日本溶接協会でも前向きに検討している。

(講演の総括)

埼玉大学名誉教授 大嶋建司氏

(懇親会)17:40～19:20 重陽の間

司会 溶接接合工学会振興会専務理事

吉武進也氏

挨拶 名古屋大学大学院教授、日本溶接協会会長

宮田隆司氏

乾杯 石川島播磨重工株式会社顧問

浜中順一氏

以上