

平成 18 年度財団法人 溶接接合工学振興会第 17 回セミナー

～溶接・接合技術の次世代への継承と将来への発展～

日時 平成 18 年 10 月 26 日(木) 13:00～17:40

場所 東京 五反田 「ゆうぼうと」福寿の間

開会挨拶(東京大学名誉教授 野本敏治)

総合司会(大阪大学大学院工学研究科教授 南二三吉)

講演

1.モノづくりを支える溶接技術の未来(重工業分野を中心に)

川崎重工業(株) システム技術開発センター製造技術部長 長谷川壽男

ものづくりを支える溶接技術の未来に対して、川崎重工業(株)がどんなアプローチをしているかについて説明したい。製造業の現状について、企業での溶接技術の位置づけ、技術伝承、技術教育、夢の溶接技術開発の観点から説明する。

老齢化の現状については、学卒者の製造業への入職者は、1995年に約78%であったのが、2003年には、41%に減少している。これは製造業に魅力が乏しく、企業人がその魅力をアピールできていない事に起因しており、技術者・技能者の大幅減少は、下請化を助長している。また、中間年齢層が少ないことから、50歳代の技術者が20歳代の技術者に技術を伝承せざるを得ない状態にある。

一方、溶接については、成熟した技術であり、誰にでも良好な結果が得られる溶接となっている。これは、溶接性の良好な鋼材、溶接性と外観を両立させたフラックス入りワイヤの開発、溶接性を飛躍的に改善したインバータ電源等の開発による。溶接は成熟した技術であり、溶接現場の重要性が認識されなくなっている。その結果、溶接技術者は大幅に減少し、ものづくりは生産計画と工程管理のみで運用できるようになり、溶接技術は魅力ある座から転落することになった。

製品開発力と生産技術力が技術力の2本柱であり、企業が生き残りをかけて研究開発しており、溶接技術も同様である。その結果、開発した技術は、ブラックボックス化し、知財権利化が進み、技術力は世界をリードしているが、ものづくりの重要な基盤技術の一つである溶接は人気がなく、人が集まらない。

伝承すべき技能は、総合判断力、リーダーシップ、教育能力、特殊技能等であるが、若手に経験を積ませようとしても、新しい構造材料を用いるプロジェクトが少ない事も問題点である。教育訓練計画を作成し、個人技能を評価し、個人能力マップを整備し、人材育成計画を設定している。

技術者教育については、例えば、航空機生産部門では生涯で2プロジェクトしか経験できない実態があり、造船部門では特定の船種を連続建造して他の船種を経験できない場合もある。川崎重工業(株)では、徹底したムダの排除を根幹とするKSP(Kawasaki Production System)を基本理念として推進しており、人材教育プログラムを展開している。全社の情報共有化を目指して、@技開本をイントラネット上で運用し、技術者の育成・情報共有、技術伝承としての情報発信している。また、TQMナレッジとして、過去の失敗例をデータベース化している。人材開発では、独り立ちできる人材の育成、現場に行き、現場を見、現場の声を聞く、三現主場の徹底を柱に、下手にサポートせず、自助努力をさせて、ヤル気とヤリ甲斐を持たせている。

溶接技術開発では、生産合理化、コストダウンのみに取り組むのではなく、夢のある溶接技術開発に取り組む必要がある。鉄道車両技術では、世界的メーカーとのメガコンペに突入、新型車両の提案型ビジネスとなっている。アルミ合金車両の溶接は、FSWで様変わりし、特許も2005年6月現在で、1,217件出願されており、日本の出願は其中で、1,000件近くを占めている。川崎重工業(株)では、スポット溶接のSFJ技術を開発し、リニア新幹線車両のリベット接合の置換を進めており、高速新幹線では、ハニカム構造をFSJで接合している。また、ステンレス車両では、従来コルゲート構造を非貫通のレーザ溶接により、フラット構造化している。

今後の方針として、1)夢のある溶接技術開発に取り組む、2)溶接技術の重要さのアピール、3)魅力をきっちり伝えていく事が重要である。

2.自動車分野における接合技術の継承と発展

トヨタ自動車(株)シャシー生技部 FR 計画室主査

近藤正恒

自動車を取り巻く社会的要請と接合技術のかかわりとしては、自動車に要求される wants(デザイン、動力性能、操縦性、高速性能、高燃費、静粛性、耐久性、安全性、信頼性、無公害)に対して、ボディ、エンジン、シャシー、駆動系、電子部品等に関係し、それぞれに溶接関連の課題がある。車体の軽量化もその一つであり、鉄鋼材料から、非鉄材料、樹脂への置換が行われている。ハイテン材料は、足回り、ボディ、センターピラー等、Al はボンネット等の蓋物等、その他に Mg 材、樹脂等が適用されている。材料選択に当たって最近考慮していることは、リサイクル対応、環境負荷物質の低減、LCA(製造エネルギーのミニマム化)等がある。車体の軽量化に際しては、接合が重要な鍵を握っており、ハイテン材の活用、ハイブリッド化も含めたレーザ溶接の適用等がある。

自動車の接合技術の今後のトレンドとしては、今後、低入熱化、溶かす溶接から溶かさな溶接への転換等が一般的である。最終的には、どんな形状の組立でも、どんな材質でも、強固に、美麗に、安価に、そしてリサイクル性を配慮する事をターゲットとしている。

溶接分野を支える工学分野としては、異種材料の溶接とか多様な分野の学問を溶接設計工学に落とし込む事が必要と考えられている。

技術者教育として溶接技術者に必要な技術としては、現在生産に適用している専門固有技術、今後の商品ニーズを捉えた接合技術の研究開発が必要である。技術者としては、創造力は重要である。社内教育のカリキュラムとして、溶接の基礎、溶接実習による溶接法の特徴の把握、検査法、自動車生産の実際等が組み込まれており、特論として、亜鉛メッキ鋼板、アルミ合金板、ステンレス鋼板の溶接がある。

産業のグローバル化に対応する技術者教育としては、従来は終身雇用・年功序列型賃金体系で、企業内教育で対応できたが、国際化が進展するにつれて契約社員、途中入社社員等の混在が顕在化し、教育も公的機関による個人教育、資格教育が必要になるのではないかと個人的に考えている。大学レベルの常設教育機関が無いと対応ではないのではと考えている。

産業の高度化に対応する研究開発体制としては、現状の生産技術の進化と発展は当然の事として、先端技術領域での新生産技術の創製が必要で、これにより新たな商品を生み出さないと日本の発展は無いと考えている。日本学会会議の「溶接・接合技術の進歩と 21 世紀への展望」の実現が必要である。

3.エレクトロニクス分野における接合技術の継承と発展(はんだ接続技術を中心にして)

(株)日立製作所 生産技術研究所 主管研究員

芹沢弘二

はんだ接続技術には 4 段階あり、半導体内部、半導体パッケージ、基盤実装、筐体実装に分けられ、それぞれに適用する接続技術が異なっている。この中で最近話題の鉛フリーはんだについて主に説明する。

エレクトロニクス分野での接合は、電工作業と称されており、その中心課題は半導体実装である。電子部品実装形態の変化は実装密度の大きくなる方向に進んでおり、はんだ接続技術の動向としては、1)高密度化に対応した微細接続、2)三次元実装による小型・高密度化・多様化、3)環境に対応した技術(材料、資源循環)、4)低コスト化等が要求されている。

はんだ技術は、1950 年代に現在のはんだ付けが始まり、1990 年後半に鉛フリーはんだへの移行を開始し、2000 年代に鉛フリーはんだの適用が拡大している。これは鉛の人体への有害性の指摘から、2006.7 に施行された欧州 RoHS 規制(Pb;0.1%以下)対応であり、第二次 RoHS 規制(2010 予定)に向けて材料の開発が行われている。具体的には材料のファインチューニングと RoHS 除外項目である高温高鉛はんだ代替接続材料の開発である。

日本のはんだ用鉛使用量は、年間 8,000 トンで、世界では年間 45,000 トン程度である。鉛は酸性雨により溶出し、地下水汚染、土壌汚染を惹起し、人間の中枢神経に悪影響を及ぼす。処分場での鉛溶出基準は 300 $\mu\text{g}/\text{リットル}$ が現在も適用されている。

鉛フリーはんだは、Sn-3.5Ag-0.5Cu 系材料が主流で融点は 220 程度であり、従来の共晶はんだが 183 であるのに対して高い。代替はんだに求められる性能は、Sn-Pb 共晶はんだの特性に近づ

けることであり、そのための各種のプロジェクトが検討されている。

(株)日立製作所としては、平成 15 年度末までに、電子機器の日立グループ製品を対象として、一部を除いて基盤接続用はんだの鉛使用量を全廃している。

技術伝承については、1)技術のビジュアル化(E-Meister 活動、数年実施中)、2)社内技術研修制度、3)技術認定(溶接協会)を実施しており、また、社内研修制度として、1)技術研鑽(社内研修)、2)他流試合(産学連携、学会活動)、3)国際的センスの醸成(グローバル R&D)等を実施している。

4.溶接・接合技術の人材育成

大阪大学大学院工学研究科教授

平田好則

IIW 溶接技術者資格制度は、製造現場で必要とされる溶接工学・溶接技術を、モジュール 1) 溶接法・機器、モジュール 2)材料・溶接性、モジュール 3)設計・力学、モジュール 4)施工・管理の 4 分野に分類し、専門教育の履修時間とその知識の修得度、実務経験によって I I W ディプロマ資格(IWE,IWT,IWS)を与えるものである。標準コースと特認コースがあり、前者は教育訓練機関(ATB)での教育・訓練により、後者は各歴、職歴、経験などの書類審査を満足すれば最終試験を受験できる制度である。標準コースでは、IWE では 439Hr、IWT では 338Hr、IWS では 224Hr、IWP では 137Hr の履修時間が必要であり、現在世界で有資格者は 98,000 名、日本では 1,700 名である。

IIW 特認コースの運営に当たって、溶接学会に所属する大学・高専の先生方対象に実施したアンケート結果では、IIW 資格制度については平均 70%の認知度、90%が関心ありとの回答で、IIW 資格制度が大学・学科に役立つ程度については 65%が役立つとの回答を寄せられた。本資格制度の教育効果としては、学生の修学意欲を高め、将来の進路を選択する上で具体的なイメージを与える事ができると考えられる。

大学での授業科目の IIW 履修ポイントへの読替については、マテリアル生産科学科目生産科学コース(旧溶接工学科、生産加工工学科)では、結論的に IIW 標準コース換算で 42%程度の履修が可能であり、不足分は大学院の講義、卒業後の講習会・セミナー受講により獲得することで、IIW 資格取得が可能と考えられる。

溶接技術者の資格認証制度は、資格取得が目的でなく、溶接による物作りを支え、信頼できる人材を育成する手段として価値があると考えている。

5.溶接技能デジタル化による技能伝承支援

(株)東芝 京浜事業所生産技術部経営革新エキスパート・主幹 浅井 知

熟練技術者の不足が顕在化し、技能ノウハウの継承が大きな問題となっている。溶接分野においても同様であり、特に製造現場では品質の維持が重要な課題となっている。溶接の自動化、ロボット化も推進されているがすべての作業を置き換えるには限界があり、熟練者が必要である。技術をいかに継承していくかについては、ノウハウそのものを数値化、定量化する必要である。

そこでビジュアルセンサーを用いて溶接士の挙動計測を行い、コンピュータなどの IT 情報技術を用いて「技能」を数値化することにより、熟練溶接士の技能やノウハウを定量化、デジタル化が可能なシステムを開発することで効率的な溶接訓練システムの導入並びに技能継承への取組を進めて来た。

溶接士の挙動計測のために、多方向からの計測が可能な CCD カメラを中心としたビジュアルセンサーを複数用いる事で、遠隔非接触による計測と多次元特徴量の同期的な抽出を可能とし、更に得られた映像を画像処理するシステムを構築した。本機構を TIG 及び MAG 溶接に適用し、TIG 溶接では初心者訓練に、MAG 溶接では半自動計量資格取得訓練に適用し、良好な結果を得ている。

技能継承への応用については、本システムを技能ノウハウの分析に適用し、定量化、明示化が十分可能であり、技能継承への有力なツールとなることを確認している。即ち、技能分析による製品品質の向上、溶接し支援システムへの展開を図っている。

6.溶接情報センターの現状と将来への展望

日本溶接協会 情報センター運営委員会委員長

百合岡信孝

我が国の製造業の溶接・接合技術の維持と発展に資するために、日本溶接協会では、溶接界に溶接・接合技術に関するあらゆる知識と情報を提供する目的で、IT 技術を活用した「溶接情報センター」を設置することを平成 16 年に決定し、溶接情報センター設置委員会と運営委員会により活動を開始した。目的は、コンテンツ(技術コンサルタント、技術資料、文献、規格、溶接用語、溶接技術オンライン計算、溶接技術ギャラリー(写真、動画)、溶接教育(動画、e - ラーニング))の充実により、溶接技術者に幅広く情報を提供し、支援すること等である。

システムの考え方として、OS として、サンマイクロシステムズの SOLARIS を、プログラミング言語として JAVA を採用した。システムとして重要な事は、利用者の個人認証システムと情報コンテンツの検索システムで、アクセス者のメールアドレスで個人を認証してアクセス権を与える個人認証システムを立ち上げている。コンテンツの閲覧は、アクセス者により一部制限をもうけることにしている。

利用できるコンテンツは、溶接に関する Q&A(1300 項目)、コミュニティサイト/技術コンサルタント、IIW 溶接技術者教育シラバスに則ったテキストの検索・閲覧、溶接資料の検索・閲覧、溶接関連規格の閲覧、溶接技術データベースの検索・閲覧、溶接技術オンライン計算、溶接教育ソフトの閲覧、溶接技術ギャラリーの閲覧、溶接関連ウェブサイトへのリンク等多岐にわたっており、溶接技術者にとって福音となることは間違いが無く、早期完成が期待される。

7.総合討論(座長:南二三吉)

コメンテーターの話

(1)溶接学会若手の会前代表(東京大学工学系研究科助教授)

武市祥司

「溶接学会若手会員の会(WELNET)」は、35 歳以下の会員 200 名で構成され、20 名の運営委員により運営されている。1990 年に設立され、16 年の歴史を持っており、年間 100 万円の予算(溶接学会 50 万円、(財)溶接接合工学振興会 50 万円)で運営されており、暖かい目で見守って頂いている。

活動は、溶接学会誌の編集、運営委員会 2 回、イブニングフォーラム 2 回を実施し、また、グローバルネットワークの形成に努力しており、日本が提唱して始まった AWF(Asian Welding Federation)に過去 5 回参加しており、積極的に活躍している。また、韓国の若手との合同シンポジウムも 2 回開催しており、今後も活発に進めたいと考えている。

現在の問題点は、溶接学会 3,400 名の会員の中で、35 歳以下は約 600 名で 18%に過ぎず、若い人が少ないのが問題である。マイクロ接合分野は活発であるがその他の分野は必ずしも活発とはいえず、提言として、例えば 30 年後の溶接業界の業界全体のビジョンを確立する必要があると考える。次の時代を背負う人には手を打っているが、20~30 歳代の人が 10 年後どうしたいかを調べて見ることも必要でないか。

(2)三菱重工業(株)高砂研究所製造技術開発センター主席研究員

石出 孝

溶接からものづくりを見た場合に次の 4 点について意見を述べたい。

1)さきほどから溶接に対して夢が無いとの話があるが、新技術、差別化技術への取組、マーケットチェンジャー的な物への取組が必要で、溶接分野では、FSW、レーザ技術等は差別化技術と考えられる。水中 FSW、ステンレスとか高合金への FSW の適用、40kw レーザも実施している。これらは先行きのおもしろい話と考えられ、夢がないと言う話ではない。各社で色々と新技術を開発しているはずである。

2)バリューチェーンの確立 製品受注から完成、最後のメンテナンスにいたるまでの価値の変化、全体をつなげる利益率向上を検討することである。特に、溶接自体の現象を数値解析するデジタル化、数値化を確立する事が重要である。コンピュータ上でいろんな事ができる世界を構築することを考えるべきである。

3)人材育成 研究所の中で、一つの研究室で 20 以上の育成システムをつくっており、どう使うかが重要である。研究所全体で 3000 以上の伝承技術があるが、最後には、人 人の伝承が最後への

こり、これが最も重要である。

4) 工作現場で困っている事をすぐに解決する動きをしている。巡回している 20 の工場の中で、1 回巡回すると 200 件程度出てくるが、60% が溶接問題である。次いで塑性加工、鋳造関連の問題である。

(3) 積水化学工業(株)住宅カンパニー技術部・住宅技術研究所所長 野原和宏

積水ハウス研究所で開発統括をしている。溶接は一部に使用しているが、ユニット工法では柱と梁の仕口溶接がある。造船会社から転職して、積水化学に勤務して今年で 20 年、バックボーンとして、大学時代を通して、冶金系、力学系、制御系等の基礎学問を勉強してきた。溶接出身者の技術者としては、バックボーンの学問、経験が役立つ事を教える必要があると考えている。

研究所では、現在、T 型人間を養成している。設計分野では、横棒が広くて更に専門分野で深い知識がある人材が必要で、研究所長会でも T 型人間を作ることを話し合っている。

コメンテーターの意見に続いて、会場の出席者から多くの質問があり、本日の講演者との間で活発な質疑応答・意見交換が行われた。

8. 閉会挨拶(東大名誉教授 野本敏治)

9. 懇親会(重陽の間)