

4

船舶・鉄構海洋構造物部会 (旧・造船部会)

4.1 部会の組織と運営

現在の当部会の組織を図4.1に示す。委員会は各事業所・研究所，中立機関委員及び鋼材・溶接材料・溶接機器メーカー委員の協力を得て運営されている。

現在，当部会は次のような運営方針をあげて活動している。

部会関係溶接技術の基準化，標準化及びその普及を図る。

関連技術の問題点の提起・検討，必要とあれば関係先への働きかけを行う。

新技術の導入推進に関して，溶接施工面からの評価とともに，溶接施工法の確立を図る。

溶接技術者の育成，相互研修，懇談，情報ネットワーク作りをする。

他団体，他分野との交流，工場見学などにより委員の視野の拡大を図る。

溶接材料，機器

装置及び施工法に関する調査，年間データのとりまとめを行う。

この部会運営方針は，当協会より少し早く設立された当時の造船部会の運営方針を伝統的に引き継いでおり，溶接施工に関する分野では世界にも類を見ない委員会であると自負している。

50年間の部会の歴史と活動成果を振り返るとともに，最近の活動状況を述べる。当部会の経歴及び組織を図4.2（144ページ）に示す。

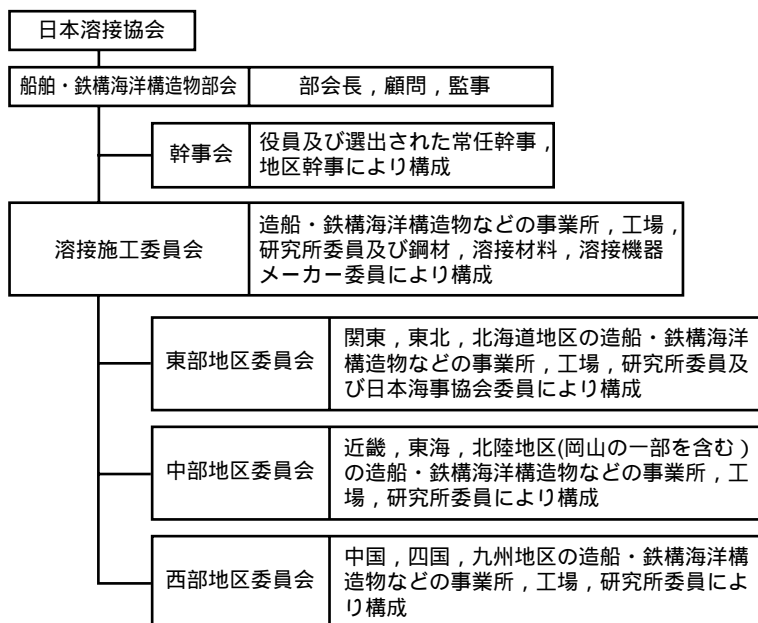


図4.1 船舶・鉄構海洋構造物部会の組織

4.2 船舶・鉄構海洋構造物部会の特徴

第二次大戦により破壊的打撃を受けた日本の造船産業は、それから十余年、1950(昭和25)年代後半には世界第一の建造量を誇るまでに立ち直り、その後の数回の好不況の波を受けながら、世界一の座を維持しているが、これを支えた支柱として溶接技術の目ざましい開発と展開があった。

この造船溶接技術の進歩は、溶接技術分野における学会、技術界の進歩的風土の中で、溶接学会、造船学会及び当協会などを中心とする各関連技術団体の協業のもとに育成されてきたものであるが、その推進・展開は「船舶・鉄構海洋構造物部会(旧・造船部会)溶接施工委員会」の活動を通して、各造船所の切磋琢磨によるところが大きい。

この溶接施工委員会は設立当初から、造船界の特色ともいえる技術的にオープンな性格を有して

おり、このため、企業間の技術を補完しあい、かつ委員会相互に連帯感を生み、これが大きなベクトルとなって、急速な溶接技術の開発、展開そして改善の原動力となっている。

さらに、この特徴が生み出した大きな功績は幾多の溶接技術者を育成してきたことである。戦後の造船における溶接技術を背負ってきた技術者のほとんどは、この委員会から巣立っていったといっても過言ではない。

また、溶接施工に関する問題の提起とともに、標準化を推進し、関連図書を発刊している。ただし、これらの書籍は現場の生データが直接引用されている場合があり、委員会限定配布として発刊されたものも多い。

4.3 当部会の委員会の誕生

1947(昭和22)年の秋にアメリカのキャンベル調査団に同行してきたアメリカ溶接協会副会長H.W.ピアースの来日は、日本における溶接技術と考え方に大きな刺激を与えた。この刺激は当協会をはじめとする各種研究会の設立の契機となり、まずは欧米溶接技術の導入、さらにはその後急速な発展を遂げた溶接技術開発の下地作りを完成させていった。

このような環境のもとに、造船部会溶接施工委員会の前身である「第8部会(造船関係)」の設立準備会が戦後いち早く1948(昭和23)年12月4日に開催された。また、これと相前後して他の部会の設立準備会が開催され、これを素地として翌1949(昭和24)年3月7日に当協会設立準備会が開かれた。1999(平成11)年1月には当部会の50周年記念行事を開催している。

4.4 活動状況

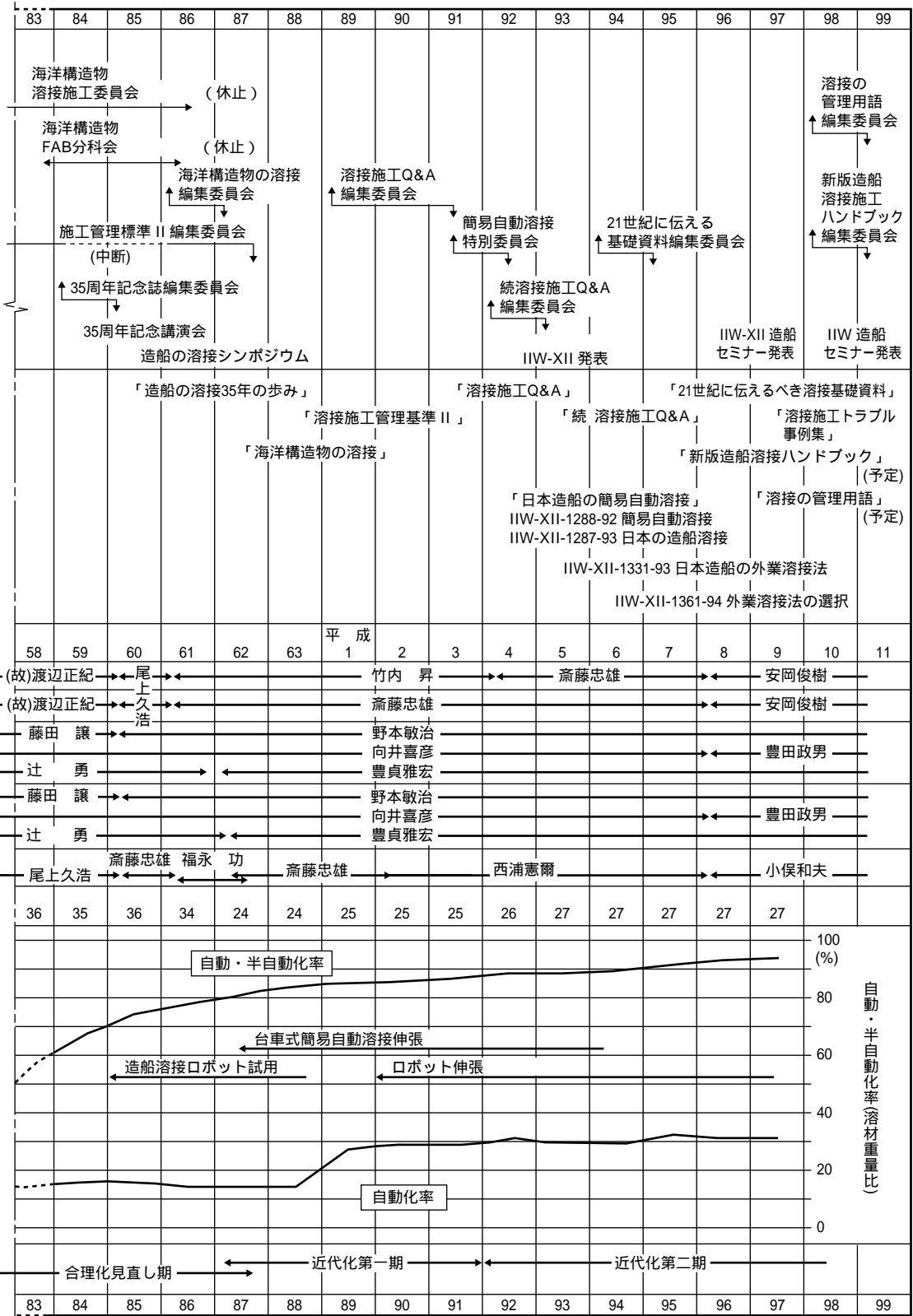
4.4.1 欧米技術導入期

(1947(昭和22)~1950(昭和25)年)

1947(昭和22)年、戦争により破壊的打撃を受けた日本海運界立直しを目的とした第一次計画造船が始まり、この建造第一船にアメリカ船級協会

(ABS)規則が適用された。このABS規則に盛り込まれた溶接施工基準、施工及び技量試験に関する考え方は日本における造船溶接技術への考え方を新たにし、大きく刺激した。

この刺激は、アメリカ造船界における溶接技術



経歴・組織・実績一覧

への関心とその導入をうながし、急速な溶接化への拍車となった。1948(昭和23)年に当部会が発足し、この欧米技術導入期の幕が開けようとする1949(昭和24)年には、早くも溶接化率(溶接継手長/溶接継手長+鋸継手長)が国内平均で約35%と急激な向上を見せている。

しかし、これに適用された溶接法及び溶接材料は戦前・戦中の溶接技術を用いており、欧米の造船溶接技術をトレースすることによって、溶接適用箇所拡大を図っていったのがこの時期であったといえよう。そして、この溶接適用化率の急向上は高能率化へのニーズとなり、独自の技術開発改善への幕開けとなっていったのである。

4.4.2 合理化第一期

(1949(昭和24)~1960(昭和35)年)

独自の技術開発のニーズのもとに、溶接技術界の組織化が着々と進行し、1949(昭和24)年に当協会が正式にスタートし、自己開発の時代へと入ってきた。ちょうどこのとき、第5次計画造船が始まり、戦後初めて当時の占領軍から外航船の建造が許可されて、大型船建造へのキックオフがなされた。また、同時に1950(昭和25)年に朝鮮動乱が勃発し、景気の活発化もあって、船舶建造量は約2.5倍と量的にも急増した。

造船技術の進展はこのような環境によって加速され、さらに溶接化率向上のための技術改善がなされ、1975(昭和50)年にはビルジキール、舷側鋼板など一部の継手を除いて、その95%の溶接化に成功した。この溶接化率の向上によって建造工程数は半減したのみでなく、鋸構造の場合のラップ代がなくなるので、船殻重量の10~25%の減という大きなメリットを生んだ。

一方、溶接高能率化については、1949(昭和24)年にアメリカから導入されたサブマージーク溶接機が1953(昭和28)年に国産化されるに至り、全国的に普及のピッチを早めだした。また、前期末、開発の芽を出していたコンタクト溶接棒(高酸化鉄系水平すみ肉棒)についても、精力的な共同研究の結果、急速に実用化されていった。

高酸化鉄系溶接棒を先陣として、その他の系統の溶接棒についても開発・改善が加えられ、その特性調査、使用区分などについての整理も部会の任務として加えられてきた。

溶接技術が質的に変化するようになってくると、より充実した委員会活動が要求され、造船部会の下部組織として1955(昭和30)年に溶接施工委員会が設立された。

時を同じくして、中近東にスエズ動乱が勃発し、世界の船舶需要が急激に増大した。これにより、わが国の船舶建造量も1956(昭和31)年には前年度の約2.5倍という急増を見せている。特筆すべきことは、第一に本格的輸出船時代を迎えたことであり、第二にその結果わが国の船舶建造量は世界第一位となったことである。

このような背景のもとに、スタートしたばかりの溶接施工委員会に課せられた命題は、まず定着しつつあるサブマージーク自動溶接の適用拡大と、このための問題点の解決であり、また高能率溶接棒の改善改良であった。

このために、早くも1956(昭和31)年にはサブマージーク自動溶接部のサルファークラックを取り上げ、当時鋼板の主流であったリムド鋼の硫黄の偏析が原因であるとし、鋼板の改良、すなわち、セミキルド、キルド鋼の開発・実用化を推進させた。

また、高能率溶接棒の適用として高酸化鉄系溶接棒の一般的普及で歩を止めることなく、さらにすぐれた特性をもつ鉄粉酸化鉄系溶接棒の開発・改善、そして普及を推進した。この鉄粉酸化鉄系すみ肉棒の出現は、高能率性とともアークの安定性にすぐれたコンタクト棒であることにより、その後造船溶接の重要な武器となったグラビティ溶接の実用化に大きな貢献を果たした。

また、1959(昭和34)年に「裏波溶接棒幹事会」を設け、国産裏波溶接棒の開発と実用化をなし、現在では配管の周継手などに用いられている。

以上の高能率化と平行して、船舶の大型化、溶接化率の上昇に伴って生ずる変形、残留応力、拘束割れなどについても共同研究が行われるとともに、感電事故に対する共同調査及び対策が議題として取り上げられた。その結果、安全ホルダー、自動電撃防止装置の開発、普及に中心的な活動をした。

一方、溶接品質管理については、イルミナイト系溶接棒の他に各種溶接棒が開発実用化されはじめ、その使用区分の統一化や、非破壊検査の本格的採用などが委員会のテーマとなった。

また、その後長い間、溶接品質基準のバイブルとなった「溶接施工管理上の二・三の問題点」が委員会としてまとめられ、さらに追加され、「溶接品質管理マニュアル」としてこれ以後作成される品質基準の参考書となっている（写真 4.1 参照）。

さらに、溶接関連としてはブロック建造法が採用され、クレーン能力の増大、地上組立場の拡大、溶接工場の新設などに多大の投資がなされ、生産量増大体制が着着と結実していったのもこの時期である。これはサブマージアーク自動溶接法をはじめとする溶接技術の進歩が、これを加速できたといつてよいであろう。

4.4.3 合理化第二期

（1961(昭和36)～1967(昭和42)年）

まず、この時期における溶接技術的背景について述べると、サブマージアーク自動溶接は実用化が軌道にのり、適用拡大へと前進していたが、さらに高能率化を求めて各種の方式などが開発され、一部に実用化されたが、一般的な普及には至らなかった。また、前期末に実用化の芽生えを見せたグラビティ溶接法、炭酸ガスアーク溶接法が、一般に普及しはじめて実用化の軌道にのっていた。

この期において、新しく導入あるいは開発され実用化に入った溶接法は、エレクトロスラグ溶接（ES溶接）、エレクトロガス溶接（EG溶接）、消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接（CES溶接）及び立向下進溶接法である。

このうち、立向下進溶接法は小委員会を設け、溶接材料メーカーと協業のもとに開発・実用化した溶接法であって、立向溶接の高能率性に加え、切欠きじん性及び滑らかな溶接ビードが得られるなど、すぐれた特性を有していることから、急激に採用が進み、最盛期には全溶接材料の10～15%を占めるに至った。

また、エレクトロスラグ溶接、エレクトロガス溶接、消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接法の実用化についても、委員会において各々の実施報告が活発になされ、技術の交換がなされた結果、急速に採用が拡大されていった。

一方、溶接品質に関しても「溶接部定量的検査基準作成小委員会」を設け、「船体外観の定量的検査並びに管理基準」を制定した。これは、品質は自ら確保するものであるとする自主検査思想の根



写真 4.1 「溶接品質管理マニュアル」

流をなすものであった。

上記以外としては、前期末に、一部に採用されはじめていたクラックアレスタ材としてのE級鋼及び50キロ級高張力鋼の採用が一般化するに伴い、高切欠きじん性が得られるサブマージアーク溶接材料としてボンダタイプのフラックスが出現した。

また、炭酸ガス半自動アーク溶接の普及を阻害していた耐風問題、可搬性などを解決するセルフシールド溶接法がこの時期に開発・実用化されたが、低継手性能及び溶接ヒュームが多量に発生するなどの短所から、一時爆発的な普及を見ながら、1970(昭和45)年を境に消滅していった。

溶接施工管理については、引き続き「溶接施工管理上の二・三の問題点」がまとめられていき、さらに狭隘箇所の溶接限界についても各社の分担当実験の結果がまとめられていった。

4.4.4 合理化第三期

（1967(昭和42)～1973(昭和48)年）

この期の背景としては、建造船の大型化と建造量の急上昇である。大型タンカー船の量産時代を迎え、これに伴い各造船所は定形的船殻ブロックの量産体制設備への切り替え、さらにはこれら設備をもった新鋭造船所の新設へとダッシュしていった。

溶接分野においては、まず大型化に伴う高張力鋼の使用量が急増し、これに対する溶接施工法及び施工基準の確立が要求された。これに対し、溶接施工委員会は高張力鋼の溶接をテーマに取り上げ「高張力鋼溶接施工基準」の作成にとりかかった。

その一環として、1967(昭和42)年末に「高張

力鋼グラビティ棒小委員会」を設け、グラビティ溶接棒の作業性、耐割れ性、耐ピット性を主眼とした溶接性の改善について、棒メーカーを交えて取り組んでいった。

さらに、1970(昭和45)年には鋼材専門委員会を設け、横向、上向溶接など小入熱における溶接割れの問題に取り組み、耐割れ性高張力鋼用溶接棒の開発を実現した。

次にこの期において特筆すべきことは、片面自動溶接法の開発と展開である。1964(昭和39)年に開発実用化された銅当金式片面自動溶接法は、さらに改良を加えられて、この期にフラックスカップ裏当て式又はフラックス裏当て方式片面自動溶接法として開花していった。

もちろん、この溶接法が急速に普及されていった背景には、先に述べた定形的平板板継溶接継手の多い大型タンカー船の建造時代であったことにもよる。

さらに、片面自動溶接の魅力と高度な溶接技術水準は、上記平坦板の溶接片面化に踏み留まらせることなく、曲り板の突合せ溶接継手を対象とした消耗裏当て式片面自動溶接法の開発と実用化を成し遂げさせた。

このようにして実用化されていった片面自動溶接法は、それまでの溶接技術と大幅に異なった意義もっている。すなわち、従来の溶接技術改善は、溶接そのものだけの高能率化、省力化及びコスト低減にその目的を達していたが、片面自動溶接法の出現は生産システム全体の改善をなさしめた。

すなわち、片面からの溶接が完成するので反転工程が省略され、平坦ブロックのみでなく、曲面ブロックにおいても、板配材から溶接、仮付け、組立完了までのコンベア生産化を可能にした。1970(昭和45)年には国内28造船所が片面自動溶接法を採用するに至った。

しかし、このような魅力ある片面自動溶接法にも問題点はあった。その一つは溶接終端部の割れである。この解決のため、溶接施工委員会は1971(昭和46)年に片面溶接小委員会を発足させた。この小委員会は、力学的な面からアプローチする「A分科会」と、冶金的なアプローチから解決を図ろうとする「B分科会」から構成されていた。この小委員会の活動によって、統一施工基準が確立さ

れた。

さらに、この溶接法は、その適用を軟鋼、50キロ級高張力鋼にとどめることなくLPG船の低温用アルミキルド鋼にまで適用を成功させている。

一方、溶接技術の急激な進歩と大型船化は、その裏付けとして品質保証がなければならない。この面においても溶接施工委員会は活発に活動し、1971(昭和46)年に精度小委員会を設け、造船工業界から諮問もあり、造船溶接品質基準を定めて答申した。さらに1972(昭和47)年に検査基準小委員会を設けるなどして、自ら品質を保証する気運を盛り上げていった。

以上の集大成として、1973(昭和48)年に「造船溶接施工法ハンドブック」をまとめ発行した(写真4.2参照)。さらに、鋼材と溶接施工、片面自動溶接の割れ防止に加えて、大型タンカー建造用足場ユニット及び超大型ブロック回転ジグなどをテーマにしたシンポジウムを開催した。

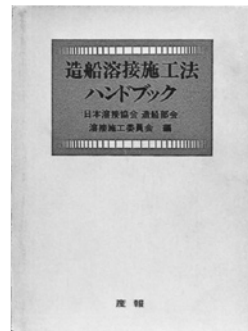


写真4.2 刊行した「造船溶接施工法ハンドブック」

以上合理化の第三期の業績をまとめてみると、高張力鋼統一溶接施工基準の確立と、片面自動溶接法完成の時代であったといえよう。そしてまた、自主品質管理の気運が盛り上がり、定着した時代でもある。

4.4.5 合理化第四期

(1973(昭和48)~1979年(昭和54)年)

造船溶接技術は、この期において全姿勢自動溶接及び無人溶接へと指向した。それまで開発され実用に供された自動溶接法は、下向あるいは鋼材と銅板で囲まれた中に溶接金属を流し込むという方式の立向溶接法であり、これらはいずれも重力に逆らわない溶滴移行法によるものであった。

この方法以外で全自動溶接を行うとするならば、

自動溶接に被覆アーク溶接と同様な運棒操作を行わせればよい。このような着想のもとに開発されたのが、オシレート方式自動溶接機である。

また、省力化を目指して、骨材と皮材との四周すみ肉溶接を無人で溶接する装置が開発され、オシレート方式全自動溶接法とともに実用化しはじめた。しかし、これらの完成を目前にして1973(昭和48)年暮のオイルショックが引金となり、造船界は未曾有の継続的構造不況に落ち込んでしまった。これによって、造船用溶接技術進歩を加速してきた大型タンカーの発注がなくなったばかりか、既受注船のキャンセルも多量に発生した。時代は小型船多種少量生産時代へと急激に変化し、約20年逆戻りしたのである。

これに伴い、委員会の活動内容も急激な転換を余儀なくされた。すなわち、それまで継続的に積み重ねてきた溶接技術革新をストップさせたばかりでなく、現有技術が適合しなくなったための溶接自動化の見直しであり、撤退であった。

これに代わって、薄板のひずみ対策や、小脚長グラビティ溶接などの小型船の溶接工作が議題の中心となってきた。そして、これらの対策を整理する意味において、1978(昭和53)年に各種自動溶接の再評価に関するシンポジウムを開催した。

また、委員会における共同研究、提出資料を中心として、鋼材、溶材の選択と管理、片面溶接の開先標準、各種溶接割れ防止法などをまとめた「溶接施工管理標準」を1979(昭和54)年に発刊した(写真4.3参照)。

4.4.6 合理化見直し期

(1978(昭和53)~1987(昭和62)年)

建造船の小型船化、対象製品の多様化に伴い、専用化が進められてきた専用高能率溶接法から、



写真4.3 「溶接施工管理標準」

汎用性の高い半自動炭酸ガスアーク溶接への転換が進んだ。

半自動炭酸ガスアーク溶接は、当初全姿勢溶接が困難、直流溶接機が高価、狭あい箇所での換気や屋外での防風対策が難しいなどの理由から、普及が伸び悩んでいた。1980(昭和55)年代前半に細径フラックス入りワイヤが開発され、また溶接機器の進歩も同時に進められ、高溶着速度を有し、アーク発生率も向上するという状況の出現が、炭酸ガスアーク溶接の造船における拡大につながった。この時期4年間の委員会提出資料を見ても炭酸ガスアーク溶接に関するものが約60%を占め、いかに重要な課題になっているかがわかる。

次に、自動溶接については、大型船連続建造時代の専用機的な装置は使いにくいものも多く、例えば従来のゴンドラ方式のエレクトロガス溶接に代わって、簡易式エレクトロガス溶接の使用が多くなっている。

また、炭酸ガスアーク溶接による各種の自動、簡易自動溶接機器が開発されている。ここに、簡易自動とは、炭酸ガスアーク溶接のトーチと軽量の自走台車を組み合わせたものをいい、造船所自社開発からスタートし、機器メーカーも参加して年々拡大している。

1980(昭和55)年は「産業用ロボットの普及元年」といわれているが、造船界では大型構造物への適用の困難さなど、他の組立産業とは異なった機能を必要とするため、この時期の実用化事例は少ない。1982(昭和57)年からのいわゆる造船溶接の超近代化を目指した「造船工業会生産技術部会」の主要テーマの一つとして、造船用可搬式溶接ロボットの開発も行われたが、大幅な実用化にはいたらなかった。

一方、造船鋼材においては前期に開発された溶接性のよい50キロ級高張力鋼が使用されていたが、1970(昭和45)年代後半からコンピュータ制御技術などの周辺技術の進展に支えられて、厚板製造技術が進歩し、低炭素当量の溶接性のよいTMCP鋼が実用化された。

1970(昭和45)年代後半は非水冷型が主であったが、その後は水冷制御圧延が主流となった。これにより、高張力鋼のグラビティ溶接で作業性のよい非低水素系溶接棒(中水素系溶接棒)の採用、ひずみ取りなど熱加工における温度制限の緩和な

ど作業性は向上した。

また、前期に発行された「溶接施工管理基準」の続編として、炭酸ガスアーク溶接の急速な普及とTMCP鋼の造船への大幅適用に関連する項目と、試験検査及び付録として薄板施工マニュアルを加えた「溶接施工管理基準」を1987(昭和62)年に刊行した。

4.4.7 近代化第一期

(1987(昭和62)～1991(平成2)年)

韓国をはじめとする中進国の造船業の競争力強化や円高不況により、1988(昭和63)年には再度の建造能力の削減が行われた。この結果、施工委員会のアンケートによると、1987(昭和62)年にはピーク時の1975(昭和50)年に比べて、参加製造所数が37から24に、溶接技能者数が18,600人から3,600人に、溶接材料の使用量は4,000トン/年から800トン/年に激減した。

このような中でプロダクトミックス化はますます進み、汎用性のある炭酸ガスシールドアーク溶接の使用がさらに加速された。1988(昭和63)年には半自動化率(全国平均)が67.9%と最大を示している。

CO₂溶接の適用は、ロンジ溶接など溶接長の長いワークのすみ肉自動溶接や厚板の半自動片面溶接から始まった。その後、フラックス入りワイヤや長尺トーチ、長尺ケーブルの実用化によって作業性が向上し、溶接トーチを搭載した軽量台車を用いる簡易自動溶接がすみ肉溶接に使用され、小組立や大組立での適用が飛躍的に拡大された。

次に、溶接ロボットについてもロボット適用の観点からの設計変更を含め実用化が研究され、小組立や大組立工程において溶接ロボットが適用されはじめた。



写真 4.4 「溶接施工 Q & A」と「溶接施工 続 Q & A」

さらに、溶接技能者のみならず各事業所の溶接技術者数も大幅に減少しており、施工委員会として溶接技術者の技術伝承を図ることが重要な課題となってきた。蓄積されたノウハウを使いやすい形で著すために、Q & Aの形式で溶接管理上のポイントを取りまとめた。「溶接施工Q & A」を、1991(平成3)年に発行した(写真4.4参照)。

造船市場は1990(平成2)年前後から、ある程度回復しはじめた。

4.4.8 近代化第二期

(1992(平成4)年～現在)

造船市場もある程度回復し、船台又はドックの建造能力を増大させずに生産量を増やすべく、組立工作法や溶接工作法の見直しが行われた。溶接に関しては従来技術の高速化、簡易自動溶接機のマルチアーク化、溶接ロボットの適用拡大などが実用化されている。

高速化の事例としては、FCBサブマージアーク溶接の4電極化、ロンジ先付け溶接機の超多電極化、すみ肉溶接機の高速化などがあげられる。高速化の障害となるのは鋼板表面のショッププライマによるポロシティの発生である。溶接ワイヤやプライマ除去方法の改良が進められた。

簡易自動溶接機はますますその種類が増え、適用台数は全国合計で1992(平成4)年には前年度の2倍の伸びを示し、1994(平成6)年までは年々400台程度増加している。非熟練作業者が1台の簡易自動機を使用する場合、1人で複数台使用する場合、1人でツイントーチ機を使用する場合などのバリエーションがあるが、いずれも作業の効率化が図られている。

溶接ロボットの適用は、CADからCIMSへと技術革新が進み、施工委員会の総合アンケートでは、1994(平成6)年に稼働台数が100台を超え、1995(平成7)年には200台を超えたが、最近では多少減少の傾向にある。

このように溶接技術が見直され、近代化が進むにつれて、一時期頭打ちであった自動化率は徐々に増加し、30%を超えた。造船所による差異は大きいですが、最先端をゆく事業所の自動化率は、50%を超えている。

溶接技術の進歩は、トラブルの解決によって加速されてきている。最近ではトラブルの発生は少な

くなってきてはいるが、新しい技術の導入時には発生しやすいものである。過去に本委員会に提出された各種のトラブルを見直し、一部の表現を共通化して一定の様式にまとめ、1997(平成7)年に「溶接施工トラブル事例集」として発刊した。今後とも本委員会に提供されるトラブルを追加して役に立つ資料としてゆく。

溶接技術は1960～1970年代を中心とする貴重な文献を背景に発展してきたが、これらの技術情報が散逸しないように、これらの文献要約を「21世紀に伝えるべき溶接基礎資料」として1995(平成5)年に発刊した。また、1993(平成5)年には「続溶接施工Q&A」を発刊した。

4.5 溶接材料、溶接機器、施工法に関する調査

1963(昭和38)年から、関西地区(担当：川崎重工神戸)で、当部会の委員である日本の主要造船所における溶接材料、溶接機器、施工法についての調査が始まり、調査内容は時代とともに多少の変更はあるが、現在まで続いている。

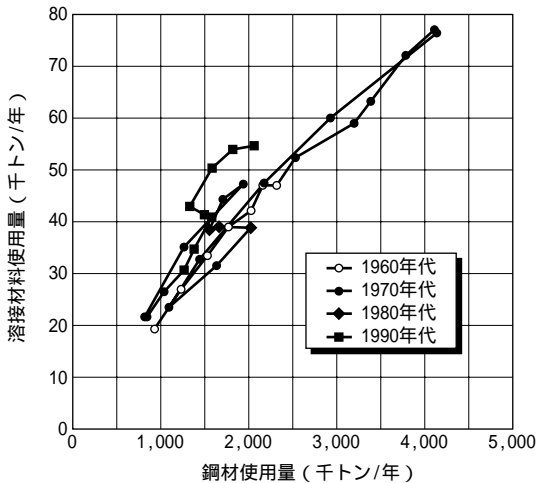
このデータは造船溶接の状況を示すものとして多くの文献に引用されているが、各造船所が切磋琢磨して新技術を自社に導入するための資料として活用された。

調査対象の造船所数は1963(昭和38)年の24造船所から1975(昭和50)年の37事業所まで増加し、現在は27事業所となっている。図4.3に鋼材

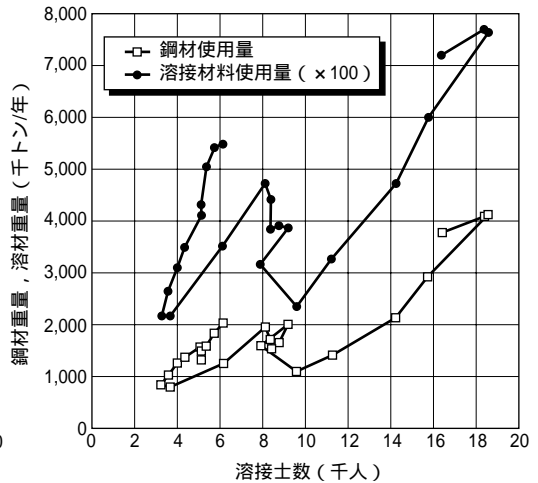
及び溶接材料使用量の暦年変化を示す。鋼材使用量は、ハイテン化率が増加するにつれて減少している。

また、溶接技能者1人当たりの溶接材料使用量は、最盛期(1973(昭和48)年)と比べて2倍程度に高能率化している。図4.4(次ページ)に自動化率の暦年変化を示す。機械化、半自動化、自動化・ロボット化の変遷が示されている。

図4.5に溶接機器の暦年変化を示す(次ページ参照)。自動溶接機はほぼ一定であるが、簡易自動機、ロボット溶接機の増加が著しいことがわかる。

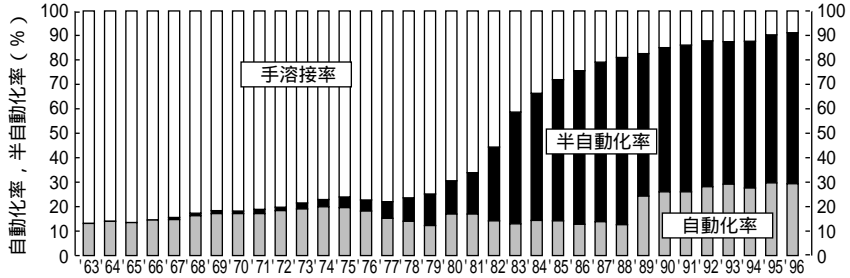


(a) 鋼材使用量と溶接材料使用量の変遷

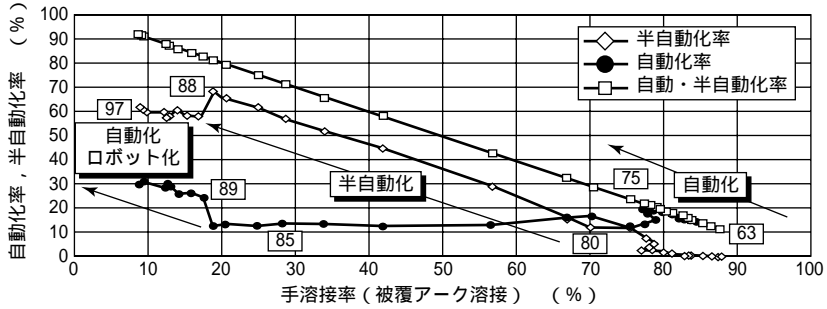


(b) 溶接技能者と鋼材使用量・溶接材料使用量の変遷

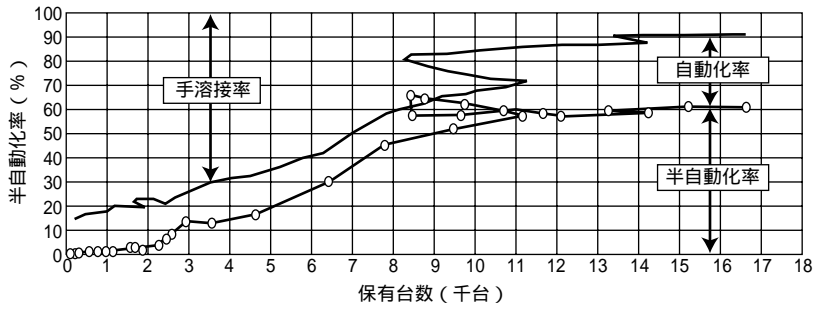
図4.3 鋼材使用重量(加工重量)と溶接材料の変遷



(a) 自動化率，半自動化率の暦年の変遷



(b) 自動化率，半自動化率の変遷



(c) 半自動溶接機保有台数と半自動化率の変遷

図 4.4 溶接自動化率，半自動化率の変遷

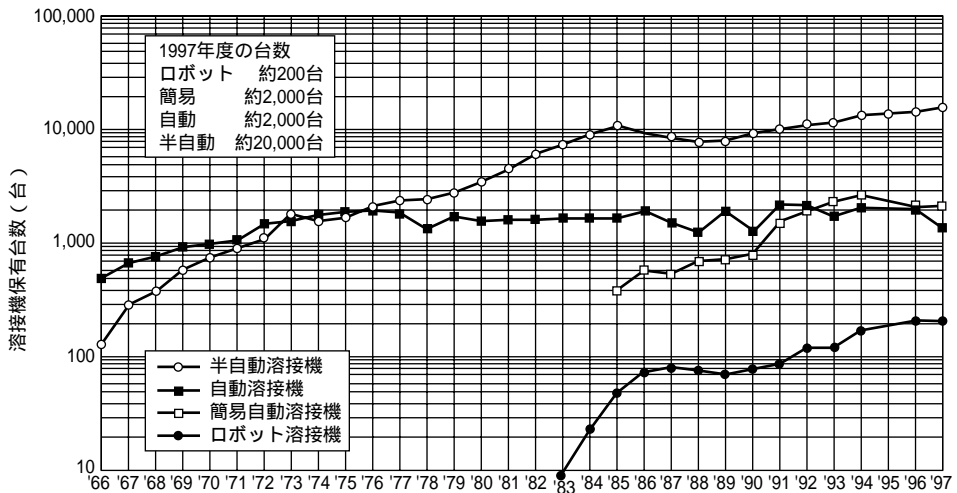


図 4.5 溶接機台数の変遷

4.6 技術の基準化 標準化

4.4節「活動状況」においても一部記述されているように、当部会では特定テーマ活動の成果や、その時代の溶接管理項目をとりまとめ、適宜基準化、標準化して、種々の書籍、資料を刊行し、造船のみならず各方面で活用されている。表 4.1 に当部会関連の文献リストを示す。

表 4.1 溶接施工委員会関連発表資料（委員会限定配布資料も含む）

	著 者*	“ 資料名 ” / 「 書籍名 」	発行所	発行年月
1)	M.Watanabe 他	“ Invention on the Practical Application of “ URANANI ” (Back Wave)Welding Electrode ”		1960-03
2)	M.Watanabe 他	“ Nondestructive Testing in Japanese Shipbuilding as Applied to Structure and Power Equipment ”		1960-03
3)	M.Watanabe 他	“ The pull-out Type Fracture in Rolled Steel Plate ”		1961-10
4)		「 溶接技術管理 」		1963
5)		「 船体溶接部の定量的外観検査基準 」	溶接技術	1964-06
6)	M.Watanabe 他	“ Practicability of Electrodes for Vertical Downward Welding at Japanese Shipyards ”	IIW Doc. XII-471-69	1969
7)		「 立向自動溶接ならびに片面自動溶接に関するシンポジウム 」		1966-08
8)		「 船体溶接施工上の二、三の問題点 」 “ Problems of Welding in Ship's Construction ”		1969-05
9)		“ A Summary on the Present Status of One Side Submerged Arc Welding in Japan ”	IIW Doc. XII-471-69	1969
10)		「 溶接技術とその応用 」		1970-06
11)		「 造船溶接施工ハンドブック 」		1973-09
12)		「 溶接品質管理マニュアル 」		1975-04
13)		「 溶接施工管理標準 」		1979-05
14)		「 造船の溶接 - 35年の歩み - 」		1985-04
15)		「 海洋構造物の溶接 」		1987-07
16)		「 溶接施工管理標準II 」		1987-12
17)		「 溶接施工Q&A - 現場ですぐ使えるノウハウ集 - 」		1991-05
18)		「 日本の造船の簡易自動溶接 」		1992-05
19)	T.Saitoh 他	“ The use of Welding Machines and Consumables in Japanese Shipyard -state of art- ”	IIW Doc. XII-1287-92	1992
20)	M.Yamada 他	“ Simple Mechanized Welding for Shipbuilding in Japan -state of art- ”	IIW Doc. XII-1288-92	1992
21)		「 続 溶接施工Q&A - 現場ですぐ使えるノウハウ集 続編 - 」		1993-05
22)	K.Nishiura 他	“ The Welding Process on Erection Stage of Shipbuilding in Japan ”	IIW Doc. XII-1331-93	1993
23)	T.Yasuoka 他	“ Selection of Welding Process in Erection Stage ”	IIW Doc. XII-1361-94	1994
24)		「 21世紀に伝えるべき溶接基礎資料 - 溶接技術資料文献概要集 」		1995-05
25)		「 溶接トラブル事例集 」		1997-05
26)		「 新版 造船溶接施工ハンドブック 」		1999-05
27)		「 溶接の管理用語 」		1999-09

* 空欄は、溶接施工委員会編、溶接施工委員会発行

4.7 今後の活動予定

現在の委員会活動をめぐる環境は、今後ますます厳しくなってくると思われる。50年の歴史を通して最も大きな変化の一つは、極論すると「溶接専任技術者（100%溶接に携わっているとみなされる溶接専門職）が工場から消えつつある」ということである。1965（昭和40）年代後期には、各造船所とも溶接専任技術者は数人、また兼任として溶接管理に携わる技術者を含めると10名を越すような状況であった。

しかし、造船という製品の設計・製造技術及び鋼材、溶接材料、溶接機器の著しい性能向上を背景にした造船における溶接施工技術の成熟から、今後は溶接も守備範囲であるというような技術者集団がそれぞれ分担して溶接技術管理が行われると予測される。

一方、技術者に課せられる課題は、商品製造技術にかかわるものだけではない。21世紀を次世代に引き継ぐためには、地球環境問題を避けては通

れない。製造メーカーとしてのコストダウンの追及だけでなく、宇宙船地球号の乗員として、環境コストが重要な管理項目になってくる。このような課題は溶接技術者だけで解決できるものでないことは明らかである。

このように、これからの溶接技術者は専門プラス関連領域の技術者であるべきだと考えられる。以前から溶接技術は多境界技術であるといわれているが、さらにプラスアルファとして、自身の活動領域を従来にも増して拡大していくべきであろう。溶接技術は常にその時代のハイテク技術を取り込んで進歩してきたが、今後はこれにエコロジーを追加するべきではないだろうか。

当部会も、このような観点から新しい環境変化に対応しつつ、メンバーの委員のニーズにあった対象を追加して、日本をそして世界をリードするレベルの委員会でありたいと念願している。