未来につなぐ構造化技術研究
・開発のコンセプト

① これからの産業開発 —新しい重工業の方向の提言—*

須 清 修 造**

Development of the Industry in the Future
—The New Direction of the Heavy Industries—*

by Shuzo SUSEI**

キーワード：重工業、産官学コラボレーション、造船、高張力鋼、ビーム溶接、環境、グローバル・ネットワーク、コアコンピテンス、浮体構造物、巨大プロジェクト

1. はじめに

戦後50年を超え、21世紀を目前に、社会・産業共に大きな変革期に揺れている中で、産業としての日本の重工業は大きなパラダイムシフトを乗り越えて新しい展開をなすべく探索中と思われる。

この日本産業の50年は、産業と共に発展した溶接技術の50年でもあり、そこで重工業の果たした主導的役割は大きかったと評価出来よう。一方、軽薄短小の発展と優位性が云われ出してから久しく、重厚長大の伸びの鈍化あるいは停滞感の潜在する中で、これ迄の緩い波とは明らかに異なる世界規模のしかも、この日本に焦点の当たった産業の変革に対してどのような解決策が、重工業と溶接とを共有する立場から想定されるか、50年の歴史認識を基盤に置いて提言することとしたい。

2. 戦後50年重工業と溶接界の変遷

たまたま溶接ニュース創刊50周年記念特集号が去る11月に発行(1998年12月1日発行、第2309号)されて、造船業を中心とした重工業と中・厚鋼板のアーク溶接技術の発展を垣間見ることが出来る。

戦後復興で、加工貿易型日本産業の先鋒として輸出産業のトップを行く外貨獲得の柱となった造船業は、'50年代後半より既に40年間世界のトップを走り、40%前後の高いシェアを得ている。

この業界発展と厚板鋼構造用アーク溶接の技術発展とは全く相互補完型に機能したと認められる。

大型構造物としての船殻構造を鋸構造から溶接に変えた鋼構造物接合様式の大きなパラダイムシフトは20世紀中盤に於ける一大変革と捕らえることが出来る。その影響は甚大で重量軽減、構造継手型式の合理化、生産プロセスの変革、特に大ブロック建造法の発展へと連り、日本造船業を国際的優位企業に押上げた。

先達としての米国艦船建造における溶接技術の先行展開と実績は日本での技術発展を急速に立上げ、かつ次世代バージョンへの展開へ大きく寄与した。

殊に溶接品質の信頼性の向上の鍵を握る欠陥の防止と大型溶接鋼構造物に於ける脆性破壊や疲労亀裂の多くの事例に於ける示唆は、日本での産・学共同での研究開発展開に大きな刺激となった。同時に、溶接性に優れた鋼材・溶材を造船界と歩調を合せて積極的に開発した鉄鋼業の果たした役割は極めて重要であり、日本型とも云える優れた材料を活用しての川下産業展開の先鞭を付けたと云えよう。

日本産業の非大陸的な島型・村型構造として、一業種に多くの企業が競合し、類似展開を図る様式は、造船業も例外ではなく、現在でも20数造船所が中・大型船の建造を行っている。戦後の発展期には、こうした業界形態は相互研鑽・補完の意義があり、産業拡充に貢献した。また造船では旧海軍を中心とした統合連携した基盤があり、また数少ない大学の専攻技術者の結束によって、業界団結型の産学共同研究開発を推進することが出来た。

造船工作法委員会等では卒業間もない若手技術者が個別企業を越えて大先輩と交流し、各人手弁当で独自のネットワークを構築出来た。これが主要な技術者を育成し、技術と事業に寄与出来たと云える。

VLCCに連なる船舶の大型化、LPG、LNG船等の多種多様の船舶自体の発展と、各種自動アーク溶接法の適用等の急速な発展は業界全体の規模の拡充と多様化の中で、日本独自の産業発展を示したと云えよう。

*原稿受付 平成10年12月1日

**正 員 川崎重工業㈱ Member, Kawasaki Heavy Industries, LTD

各種鋼材やアルミニウム合金の活用でも、その溶接技術の開発と共に新しい一翼を開いた。

潜水艦船体に於ける高張力鋼の開発とその施工技術は高張力鋼利用の嚆矢を行くもので、これに続く技術として HT 60, HT 80 等が高圧容器や橋梁等への応用の道を開いたものであり、昨今の米国流のデュアルユーズ指向の先鞭をつけたものと云えよう。なお、潜水艦用高張力鋼は我が国では HT 90 迄使われており、この関連技術は日米防衛技術交流に於いて日本側として優位性をもってリード出来る数少ない技術綱目の一つである。

潜水艦ではシュノーケルに Ti 合金が使われ、TIG 溶接が使われているが、深海潜水調査船では耐圧球殻に Ti 合金が用いられている。また、潜水艦救難艇 (DSRV) では耐圧球殻に HT 100 が使われ、更に将来潜水艦用として HT 120 級鋼材の研究も続けられて居り、現在、国家プロジェクトとして鉄鋼協会等で開発中のスーパーハイトンの先駆の開発実績がこれらの特殊艦船で積上げられている。

一方、近年、開発で一段落を迎えた超高速船では、ジェットフォイルやテクノスーパーライナー (TSL) で水中翼等で Ti 合金や超高張力鋼が用いられている。

MOSS 型 LNG 船における極厚 Al 合金製球型タンクの溶接技術は Al 合金自動溶接技術の一面を切開いたものであり、材料、設備、施工技術、人材の殆どの面で新規開発を行ったことは記憶に濃く、また建造された船団は日本のエネルギー供給の一翼を担っている。

船舶はプラント・システム製品として先駆の製品であり、多くの関連製品企業を発展させて来た。欧州が造船の量的分野の地位を日本に明け渡した後も、多目的な船舶・海洋機器の製品での特徴を保持し得たし、一方、後発の韓国が大型かつ近代的な設備投資によって日本の造船を急追して来た中でも関連企業の育成には多少時間がかかる面も技術と製品の複合的要素の一つと考えられる。

日本独特の多角事業型重工業と云う産業はシステム製品としての造船業から発展したと云っても過言ではない。特に工場製作を基盤とするハードベースの加工・組立産業製品は船を出発点とするものが多い。造船学会も 100 周年を超え、航空機学会は造船学会から分離設立さ

れた経緯もある。

重工業としての造船業からは一世紀の企業歴の中で、各種構造製品としての圧力容器、水圧鉄管、水門扉、橋梁、建築鉄骨の製作を事業化し、また各種機械機能製品としての原動機、機関、車両、荷役機械、土木機械、航空機等多様な製品を手掛け、それらの製品製造を専業とする各企業にも互して事業範囲を拡大して行った。この多角化の路線は戦後の事業展開にも見られ、殊に欧米の先駆の製品のライセンスとしての事業機会の捕捉から出発したものも多く、次第に独自製品あるいは優位製品へと育って行ったものが多い。

これらの製品の中でも構造系の製品では造船での溶接技術あるいは鋼材の溶接性の改善のシナジー効果の生かされたものが認められる。

明石大橋に代表される本四連絡橋には橋梁として比較的多量の高張力鋼が使用されており、標準化も進んでいるが、遡れば'70 年代中頃に大阪南港の港大橋に大量の厚板高張力鋼の適用によって実用の基盤の確立を見た訳であり、またその前哨としては重工 3 社連合によって米国サクラメント市郊外のオーバン橋での板厚 4 インチ迄の厚板 HT 80 鋼での溶接施工実績が直近の技術発展の系譜となっている。

なお、米国では HT 80 鋼使用の橋梁ではカルキネツ橋等で拡散性水素に起因すると思われる遅れ割れが多数認められたが、オーバン橋等日本の厚板高張力鋼溶接では鋼材・溶材の改善と、以前潜水艦の溶接で導入された電熱予熱方式 (ストリップヒーター) の転用によって割れ防止が確立出来たことは、技術の相互活用の点で面白いと思う。

高落差・高揚程の大型水圧鉄管での厚板高張力鋼の溶接技術においても長大橋と同様に重工業各社の果たした役割は大きい。ここではガスシールド型アーク溶接での鉄管全周片面自動工法の開発を実施し、現場の困難な環境問題及び全姿勢型自動溶接拡大への基盤となった。

超高層ビル建築鉄骨ではエレクトロスラブ溶接や多電

図1 テクノスーパーライナー (TSL-F)

図2 明石海峡大橋

極大入熱サブマージアーク溶接での高効率溶接に先駆的役割を果たすと共に生産ライン全般の高効率システム及び建築現場に於けるガスシールドアーク溶接の自動化や機械化システムの開拓に貢献して来た。

このような各種製品の開発や溶接等の生産システムの合理化・近代化に主体的役割を果たして来た重工業であり、多様な機能集団としての役割を發揮した基幹産業型の重工業ではあるが、今や50年の変革の中で積上げた強味と共に、負の遺物としての問題も含んでいると思われる。

事業の多角化と技術の多様化の中で技術集約の機能を發揮して来たが、専門技術の分散発展が加速されるにつれ、これに対する企業としての捕捉追従機能は薄く弱くなりつつある。

特に量産分野や小量特殊分野は別の企業やアウトソーシングの分野となる。

こうした傾向は重電機分野にも認められるが、電機では電子等上流機能から量産系、更に官公需・産業用・民生用の多面需要特性への対応でより複雑でありかつ、製品のライフサイクルの長短の混合等格段の複雑な工営管理要素を包含していると推察する。

重工業の場合は、社会基盤型製品を提供する公的色彩の事業をベースとして居り、プロジェクトやプラント・システムを追う機会獲得型事業が中核と考えられる。この意味で陸・海・空のインフラストラクチャー、輸送機器、エネルギー、環境と云った領域への対応が多く、事業機会の間歇性及び変化が常であり、多角機能の分散と統合のダイナミズムこそ各プロジェクトに対応可能な企業力の發揮に結び付くと思われる。

3. 重工業に於ける溶接技術展開の課題

製品事業の多角化は重工業の特色であるが各製品は多様な市場と業界特性、ひいては多様な技術特性を持って居り画一化は不可能に近い。かつて鋼構造協会設立の主旨の一つに標準や基準の統一を掲げたが困難であった記憶がある。一方、技術進歩や水準の凹凸は常に存在し、ここに技術移転やシナジー効果の發揮出来る場がある。溶接自体が多様な要素の複合体であり用途や適用の拡大に限界がないとも考えられる。唯、品質機能、経済性等の効果發揮のために解決すべき課題が複雑で多過ぎるだけであり、目標の設定、計画、評価のアルゴリズム等困難を極めることに由来する停滞である。適用の簡単な効果の發揮し易い分野はかなり埋められている。

造船に於ける溶接自動化、ロボット化は各社共に年を追う毎に整備されつつあるが、正直な所、遅々としている。大型の船体構造適用の船台用ロボットでは設備投資も大きく、工場内小組立等に比べ稼働率の確保も大変で、第一、船殻構造継手自体に大きな付加価値は求め難い。かつては造船工作から研究開発費を投資しての新技術、新設備が適用され実現されて行つたが、今後は大き

なパラダイムシフトを狙うか、又は十分実証された技術設備の導入を図る2極化展開が主なものとなろう。

いずれにしてもコスト競走力が支配要素である。それともグローバルな優位性を確保することが必要である。

需要限界に対して供給能力過大な体質は海外勢に限れば管理外の様相であり、内部能力の充実が重要である。戦後初期に実施した業界協調の集約力の發揮、研究開発課題の相互分担と交換が期待される。

かつての手弁当時代には、各社の知的工業所有権に鈍重であったが、今日では夫々が自分の権利を確保して相互交換する方が権利の価値を高めかつ範囲拡大やデファクトスタンダード確立に役立つであろう。

当社では船殻に類似し、かつ繰返し頻度の高い建築・橋梁構造物で溶接や塗装ロボット化の要素技術を十分実証してから造船工作に導入する路も試みている。

内部充実のシステムとして経営及び統合管理の面で、ERP、CIMは重要となっているが、設計を中心とした内部の作業特性や外部とのCALS領域への展開が今後共継続的な時間をかけた開発課題である。

溶接施工でのCAMやロボット化における応用ソフトをCIMに取込むことも造船固有の分野と類似分野での解決技術の相互活用が期待される。

VEによるコストダウンは工場内外の情報と徹底した検討が効果を發揮出来るが、このためには現場技術者よりも上流に位置し、多人数である設計技術者が溶接は勿論、現場の情報を把握し、技術力を發揮せねばならない。技術並びに情報の中核機能を設計部門に充実させるためのCIM機能、教育は強化されねばならない。現場QCサークルは現場タスクであるが、現場での課題を解決するためだけでなく、上流への情報フィードバック機能としても十分に活用すべきである。

同一船種がシリーズで継続する期間は短く、一船一船での情報の速いフィードバックと問題処理で習熟効果やバージョンアップの改善を図ることが情報ネットワークの整備充実と共に進められる。

仕掛り在庫、部材配膳、精度や溶接の出来ばえの品質情報のリアルタイム情報処理機能は異なる向上課題である。

特に部材精度とその精度の累積の結果は船台ブロック精度に影響し、船台に於ける建造工程の生産性を左右するので、精度情報追跡のための光計測等の技術向上は、溶接歪の追跡と平行して一層充実した技術として発展することが期待される。

精度についてはレーザ切断の導入によって一段と部材精度の向上が得られるようになって来たが、一層の厚板や開先切断への適用等期待する所は多々あり、こうした一段と精度向上に期待出来る生産プロセス技術の広範囲の適用によって、例えば100 μ m級の部材源流の精度を出発点として、累積されるブロック精度のシミュレーションによって、組立溶接ラインの新しい概念が開発展開されることを提言したい。こうした高精度・高効率な

図3 宇宙ステーション (NASA 提供)

生産ラインには、群制御のロボットは勿論、レーザービーム溶接のようなビーム溶接や更にビーム溶接適用性の良い構造継手や部材設計を創出し、かつての鋸継手から溶接継手へのようなパラダイムシフトへの道を開拓すべきかと想像する。但し、こうした道程は条件の厳しい造船工場固有の展開ではなく、重工業の取扱う各種製品の場を活用して総合的に積重ねるべきであろう。更に学問の分野としても、これ迄溶接力学やアーク物理の領域が示したような要素展開、評価、標準化と云った面での横断的な機能展開が活用出来ると思う。

やや細いことではあるが、溶接作業に付帯するプレ・ポスト処理を徹底して合理化することも加工組立生産性の総合的向上に寄与する。プレ・ポスト処理としては開先、仮付、エンドタブ、余盛仕上げ等があるが、ロボットの活用により高度な制御溶接が適用されるに当たり、こうした関連技術の合理化の必要性は高くなる。

重工業における溶接施工環境の改善には何時か天候に左右される屋外作業の削減や全天候型設備の工場生産も実現するであろうし、省エネ、環境調和型工場運営と云った視点での溶接技術の展開が期待される。

高コスト体質の労務構造に対しては、自動化等の省人化に加え、非熟練者の即時習熟型の操作盤や遠隔機能等の簡便簡易操作型の施工プロセスの開拓等先進国日本として労働集約型から技術集約型の工場へと発展を期待したい。難しい溶接作業に対してもセンサーやアークモニター等を活用した確実で容易な作業環境を整え、女性、高齢者等にも無難な作業形態が出来るべきであろう。更に従業員自体の国際化や期間雇用形の就業者の活用等グローバル化の展開如何によっては国際競争力維持確保の施策が社会構造や制度の変革の中で進められることも考えられる。

4. 重工業発展の基盤

日本型重工業の多角的特殊性を維持しつつこの変革の

時期に製造業として更なる発展を期するには製品開発力と生産技術力を一層高度化して、グローバルな市場需要に適合した事業展開を図ることが必要である。

その為には金融・行政に劣らず、既成概念に捕らわれず、規制を撤廃し、無駄を排除してコストコンペティティブな体質転換を図ることとなる。

まず、経営資源の高度化を推進すべきであり、人・物・金・情報と云った資源・資産の質的充実を期した改革が進められる。

当社では、社長主導の「コスト半減活動」を推進している。必要なものを必要な条件でと云うニーズの源点を掘り下げる一方で、実現の方法については知恵と発想を最大限に働かせて答えを出すことが肝心である。コンピュータネットワークによる業務遂行も迅速に展開し、業務・組織構造の合理化が進められる。

こうした構造改革と並行して製品の高度化と収益性の向上を推進する。

技術の高度化によって高速化、軽量化、高機能化と信頼性の向上が図られる。社会性の変化の中では環境負荷低減やリサイクル等の技術も必要性が高くなる。

溶接のような接合部を有する構造製品では、接合部が強さ耐久機能を支配することが多い。

溶接継手強度は母材と同等だと云っても、継手設計許容応力は相当に割引されて実用に供する。もし継手の無い母材のみの構造が可能なら、数値解析と実証実験を駆使して設計許容応力を大幅に高く取れる構造物も実現するであろう。軍用製品には機能要求の高さからこうした意味に近い軽量化製品が実用に供されている。こうした高機能製品はコストを無視した高コスト製品だとの考えもあるが、軍用的軽量製品を民需単価に迄下げ得た製品も技術進歩によって可能であろう。筆者の経験でも、軌条台車の購入に際して日・米の企業に引合を出した時、日本企業はどうしても米国企業の2倍の重量で2倍の価格迄にしか下らなかった事があった。米国企画は車輪圧を2倍に取り車輪径を半減し、これに耐える焼入れ軌条材と軍用で開発した徹底した実証試験で安全率を1.2程度に迄下げた減速機を採用したのであった。この米国製品は十分長期の使用に問題なく使われた。

要は溶接及び継手の信頼性を徹底して母材と差のない構造設計を可能とする溶接技術が開発されれば、鋸から溶接へのパラダイムシフトと同様の変革が期待出来る。

航空機の機体・胴体には溶接は使われず、鋸又はスナップと接着剤であるがこれも溶接継手の信頼性と溶接歪みの制御の困難なことに要因があろう。今後、信頼性の高いビーム溶接や摩擦圧接等の開発によってこのような難溶接分野の開拓に期待したい。

溶接疲労強度のS-N曲線においても曲線の信頼度の分布巾の極めて狭くなるような均質な母材、均質な継手を確立出来ぬものかと思う。宇宙機器等で使い易い材料、継手となるであろう。

殆どの構造物は高応力部やホットスポット、あるいは弱点をどこかに持っているが、この部分改善や部分補強を合理的に行えば構造物の限界機能を向上させ、また、耐久性や寿命の向上等地球環境に対応する技術発展が期待出来る。

隅肉継手の趾端部ドレッシングやピーニングもこうした部分改善手段であろうが、ガスタービンの翼部品には高温対応のため単結晶材と流体冷却と翼面コーティングの複合対応によって耐熱記録を塗り換えている。

構造物の高機能化によって、材料の持つ特性を最大限に発揮し、かつ部分や表面の処理によって機能を発揮する機会は増えており、高機能化の進む原動機分野等で散見される。

使用環境の複合化、破損機構の複合化等で要素技術研究と信頼出来るデータベースの欲しい分野でもある。

溶接継手の信頼性向上の極限とこうした構造機能とは極めて近接領域にあるであろう。

セラミック部品、傾斜機能材料、複合材料と云った将来の高機能材料の加工組立に関連するプロセス技術及びその部材利用の設計基礎技術が広く研究されることを期待したい。

製品の高度化は社会的要請をも先取りすべきかと思う。戦後50年は日本の社会経済はフローの拡大の展開であって、今日世界第2位の技術力、経済力を持つ国ではあるが資産的ストックは相変わらず貧弱である。政府は住宅面積の拡大を政策として打出したが、江戸時代の子孫に美田を残さずや火事は江戸の華感からの脱皮であれば、少なくとも一世紀の耐久住宅を基盤とするストック形成が必要であろう。

橋梁では皇居の二重橋掛換えの時に100年寿命の仕様が出来、本四連絡橋等の長大橋は100年対応型となっている。一部の土木分野では300年耐久の検討も行われているとしている。

錬鉄時代の隅田川の永代橋や清洲橋は腐食進行の少ない長耐久性の橋梁であるが、溶接構造物の腐食進行について再考すべき時代に来たのではなかろうか。

これ迄は、経済発展による陳腐化等の、時代に合わない早期造り換えのものが多かったが、今後は文化的適合性をも吟味して良質の構造物文化とも云えるような物件を遺産とすることが肝要となるであろう。

さて、重工業が社会へ寄与する役割はこうした国土整備面での各種プロジェクトで発揮出来る一方で、グローバルな展開で海外ネットワークを駆使した多角・多面的コラボレーションが必要である。

日本企業は1業種多企業競合型である為もあって、国際的な海外大手企業と比較すると規模が小さいと云える。

原子炉のようなものでも、一国で3~4グループ企業があり、他国の一国一企業形に対して単独の力を小さくならざるを得ない。それでも各グループ別に特色ある独

自の型式製品で事業を展開出来ている時代は良いが、次期巨大開発プロジェクトでは核融合のITERのごときは地球規模で1プロジェクトの国際共同開発となり、民需大型航空機でも米欧の2極化に優占化して居り、日本企業としてはシェアーパートナーとしての役割発揮に焦点を当てざるを得ない。

従って、このようなネットワーク型分担機能で主体性を発揮出来る開発基盤を確保することが重要であり、個別事業の縦割構造の中でイニシアティブの発揮出来るコアコンピテンスの明示度が必要である。

現状で日本の強い事業・製品としては、鉄鋼、造船、重電機、工作機械、建設機械、荷役機械、自動車(4輪・2輪)、複合機、セラミック、液晶、産業用ロボット、超大型構造物、深海艇等があげられる。

これらの強味の産業領域では当面の市場拡大は停滞と見られるが、中国や途上国の発展等の大きな流動要素が潜在し、日本企業としては競争力と技術開発力を維持しながら市場展開の変化に対応せねばならないであろう。

狭い日本の国土における産業・社会資本の充実の将来の中には、移住空間拡大の確保に連れて、これ迄以上の巨大プロジェクトが展開する可能性もあろう。高規格高速道路は第二東名で始まったし、浮体構造物と同様の空間開拓を陸上に求めれば、高さ1,000m級の超高層ビルや大型地下空間建設等も開発対象と考えられ、関連する設備・機械からシステム構成技術分野での重工業の役割発揮が期待出来る。

5. 新産業への重工業の取組み

21世紀に発展が予想される情報通信、バイオ、新素材、環境、フロンティア等の各分野に対しては、重工業はインフラ設備対応を基盤とした役割発揮が期待されよう。

環境・エネルギーでは構成機器設備を含めてのシステムインテグレーターとして展開すると考えられる。

情報通信分野に対しては利用・応用系のエンジニアリングを固め、ロボットや物流のごときメカトロ分野では多様な設備機器やシステム展開形の事業分野で力を発揮すると思われる。ソフト面でも各シュミレーター等のマルチメディア感覚の事業機会を捕らえ、解析計算設計や公的広域複雑情報の処理等プロジェクト型ビジネスを展開するであろう。ITSのような交通システムの自動化、防災システム等参入機会は多いと思われる。

バイオについて不透明ではあるが、環境バイオや動物機能、人間機能等のマクロバイオからの参入が考えられる。要はネットワークの構成によって変るであろう。

新素材については構造系であれば何でも活用する機会を持つが、機能材料については材料そのものの多様性の中で、触媒、固体燃料電池、超伝導、センサー等ケースバイケースの展開となろう。

フロンティアの中では宇宙と海洋、更に沿岸、極域等

図4 深海調査研究船：かいよう（上）と1万m級有索自航式無人探査機：かいよう（下）
（下：日本造船学会編「日本造船技術百年史」三井造船(株)提供より）

の展開が期待される。

特に海洋では、かつては海に囲まれた造船王国でありながら、仏、伊等の後塵を拝していたようであったが、何時の間にか世界の最水深部で活躍出来る設備を以って、日米の共同研究によって国際的な活躍に参加出来るようになり、今後有望な分野ではあるが、稀薄な陣容に対し、十分な人材の確保や関係機関の統合的機構の確立等推進・課題が山積している。

海を支配する造船のイメージはあるものの昔、源氏に破れた平家のごとく沿岸構造への取組みは弱い。浮体構造物を洋上空港はじめ海洋性レジャーの拠点インフラ、洋上廃棄物処理、養殖基地、エネルギープラント、防災基地等の多目的活用を期待したい。

メタンハイドレード等海洋資源に関連する課題は超長期のものであろう。

さて、浮体構造物のごとき巨大プロジェクト指向では、これ迄の工場製作のごとき城で守る戦争から野戦で闘う技術及び人的資質の育成が強化されねばならない。

図5 メガフロート浮体モデル(メガフロート技術研究組合提供)

特に海外プラント等では一層その必要性が高く、これ迄の海外プラントの受注納入によって実績を積んで来たとは云え、欧米企業に比べれば国際人の拡充の面でも、プロジェクトマネジメントエンジニア育成の点でも今後一層の充実が必要である。巨大化するプロジェクトの一方で、国内のプラント等は工場でのブロックの大型化や艤装品等の機能部品一体化のモジュール製品化の傾向にあり、こうした面からの加工組立技術の高度化も一つの傾向である。

グローバル化の中で海外調達の拡大充足は増々重要となるであろうが、この場合の品質・納期の信頼確立のための情報の充実や取引慣行の積上げ蓄積等企業として解決すべき課題が山積している。

6. おわりに

重工業の中での接合技術としての溶接は最早、日常性の中に融合して居り、問題を起した時に注目される品質要素の要の一つである。

新素材、新製品、極限機能の展開では常に注目されるが、信頼の水準は複雑多様である。

溶接技術との付合いを設計技術者や海外調達と云った広い基盤でより強固にする必要がある。

誰でも取扱う魅力ある技術としての啓蒙が継続され、環境調和と広い技術との交流・融合が必要であり、そのために産・官・学の協力関係の強化が一層期待される。

また、国際的人材交流や外国人の学会参加を促し、更にマスメディアやNGOのごとき社会各層への情報開示機能の展開を推進すべきと考える。これらの諸活動の活性化によって、学会の新たな来世紀での飛躍を願いたい。