

造船の立向溶接にみる最近の技術革新 ②

川崎重工業KK 寺 井 清

4. 下進溶接棒の適用方法

4-1 適用の第1段階（計画準備の段階）

(1) 施工基準の確立

適用にあたってまずなにより大切なのは施工基準を確立することである。

もっとも溶接棒メーカーの側からもこれにちかいかたちのものをもちこむことも多い。たとえば溶接棒を使用するための標準条件なるものはいつの場合でも製品につけられてくるであろう。しかし概してこの標準というものは造船所により異なるし、試験庁と実際構造物を対象とするメーカーとユーザーのそれぞれの溶接工の習へきの相違などの点もあって、とにかくもちこまれた溶接棒の作業基準は造船所側で一応 check する必要がある。

立向下進棒についてこれをみれば、たとえば神戸製鋼のLB26Vを使用する場合、メーカー側の提示する溶接条件と筆者の造船所における技量教育用の標準条件とのあいだにはスミ肉、突合せの両継手に対しそれぞれ表2に示すごとく若干の数値の差があり上述のことがらを実証している。

(2) 施工法に対する承認の取得

施工基準を決定するとつぎにこれにもとづいて関係する船級協会の施工法承認試験を取得する必要がある。ただし船級協会にもその承認に対する態度に2とおろあって、その船級規程にきめられた実施要領の詳細をフォーマルに要求する場合と、溶接棒に対するメーカー承認があればユーザー側の施工承認は省略して実際に造船所の現場で使用させてみてその成績により判定する場合がある。前者においてはつねに協会全体としての見解がつよくはたらくため、個々の造船所の特殊事情よりむしろ溶接棒固有の欠陥というような全般的な問題が重視される傾向にあるが、いっぽう後者においては造船所ごとに判定される傾向がつよいから、たとえそれが溶接棒固有の欠陥によるものでなく単なる適用上のミスにもとづくものであっても局部的に禁止されることが多い。すなわち前者では局部的なトラブルの追求もさることながら、それらのトラブル間の共通の原因がもととなって全般的に

禁止される可能性がつよく、こうなるとトラブルが一造船所の範囲にとどまらず累を他の造船所にも及ぼすことになりかねない。したがってこのような場合既述のごとく造船所の溶接担当者は他の国内造船所に対しても重要な責任をもつことになる。また後者の場合ひとつの造船所における適用上のミスが溶接棒の全般的禁止にまで波及する公算は少なく、トラブルは局部的範囲にとどまるかわり、わずかなミスでもその造船所内での使用禁止のもととなる可能性が多い。故にこの場合担当者は他の造船所に対する責任は少ないかわり、造船所はその担当の適用技術上の能力による影響を大きく受けることになる。

(3) 工数節減効果の計算

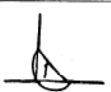
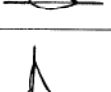
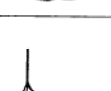
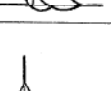
適用の第1段階ではまず施工基準を確立したのち、これにより船級協会の承認の取得手続を行なうが、これと平行してこの施工基準にもとづいて溶接工数の節減効果を計算しておく必要がある。

このように type ship 工数節減量を用いて明らかにしておくことは現場で実際に配員を行なう際その目標を設定するうえで重要である。すなわち図⑦、図⑧のそれぞれの上部欄外には下進棒と従来の上進棒の両者による場合の工数比を示しているが、これにより作業監督者は工事に着手する場合大体の脚長なり板厚なりを知れば、これらに相当する比率を従来の配員数にかけることにより新しい適正配員数をかんたんに求めうる。またさらに表3の結果からそれぞれの所属する工程における全般の工数の節減目標をも十分理解することができるのである。

(4) 新技術導入についての作業監督者の教育

「生産性とは態度である」ということがいわれる。筆者は造船のように手作業を主力とする産業においては生産性を向上させるのはとくに作業員の態度にかかっており、ひとつやふたつの新技術によるものではないと考える。ただしもちろん新技術の導入もたしかに重要であるが、これも単にその技術の採用によりそこに計算される効果もさることながら、これにより貴重な労力（工数）を少しでも節減したいと経営者が考えていることを一般の作業員に具体的に知らせていくことに、より大きな目的があると思う。したがって立向下進棒の採用にあたっ

表2 立向下進棒の標準溶接条件（スミ肉継手の場合）

脚長 スミ肉 サイズ (mm)	継手形状 (溶着順序)	神戸製鋼				川崎重工			
		パス 数	棒径 (mm)	電流 (amp.)	溶接速度 (mm/分)	パス 数	棒径 (mm)	電流 (amp.)	溶接速度 (mm/分)
5		1	4	180~210	290	1	5	250~260	400
6		1	4	180~210	210	1	5	250~260	350
7		I	1	5	250~280				
		II							
		III	1	4	180~210				
8		I	1	5	250~280	290			
			2	"	"	340			
		II	1	4	180~210	330	1	4	180~190
			2	"	"	"	2	"	"
			3	"	"	"	3	"	"
			1	5	250~280	240	1	5	250~260
			2	"	"	340	2	"	"
			3	"	"	"	3	"	"
			1	5	250~280	290	1	5	250~260
			2	"	"	340	2	"	"
9		I	1	5	250~280	290			
			2	"	"	"			
		II	1	4	180~210	230	1	4	180~190
			2	"	"	290	2	"	"
			3	"	"	"	3	"	"
			1	5	250~280	290	1	5	250~260
			2	"	"	390	2	"	"
			3	"	"	340	3	"	"
			1	5	250~280	290	1	5	250~260
			2	"	"	340	2	"	"
10		I	1	5	250~280	220	1	5	250~260
			2	"	"	340	2	"	"
			3	"	"	"	3	"	"
			4	"	"	"	4	"	"
		II	1	4	180~210	290	1	4	180~190
			2	"	"	"	2	"	"
			3	"	"	"	3	"	"
			4	"	"	"	4	"	"
			1	5	250~280	220	1	5	250~260
			2	"	"	340	2	"	"

でも当面の計算効果だけに満足せず、担当者は作業員の態度の面において副次的効果があがるように指導する必要がある。この点で新技術の導入、技術の改善にあたってはなにをおいてもまず第一に作業監督者にそれらの目的と方法を教育しかつ啓蒙することが望ましい。

とくに造船所の溶接作業の場合、近代化はかならずしも機械化、自動化とはつながらず、むしろ作業形態はそのままでこれが作業性と溶融特性にすぐれた溶接棒に期待される場合が多い。したがって作業員の労働意欲の多寡によって技術改善の効果も大きく左右されることにな

るだけに、技術の導入、改善に対する作業監督者の協力やあるいはこれについて部下を指導する際の積極性などの有無が今後の工数節減の決め手となろう。

以上の理由から筆者は適用の第1段階を仕上げる意味で、技術改善の目的（工数節減の効果）とその施工基準の内容をまずすべての作業監督者に理解させ、そして技術習得のための実習をさせることにしている。

4-2 適用の第2段階（局部試用の段階）

(1) 技術改善教育の実施

表3 立向下進棒が溶接工数の節減に及ぼす効果
(アーク発生率35%)

船	施 工 法	継 手 工 程	スミ肉	突合せ	合 計
貨物船(12,000DWT)	上進法(A)	小 組	118	34	152
		大 組	6,539	1,354	7,893
		船 台	4,755	5,492	10,247
		合 計	11,412	6,880	18,292
	下進法(B)	小 組	64	11	75
		大 組	3,825	587	4,412
		船 台	2,674	2,363	5,037
		合 計	6,563	2,961	9,524
	差(A)~(B)	小 組	54	23	77
		大 組	2,714	767	3,481
		船 台	2,081	3,129	5,210
		合 計	4,849	3,919	8,768
タンカー(50,000DWT)	上進法(A)	小 組	857	274	1,131
		大 組	14,206	2,511	16,717
		船 台	8,528	15,004	23,532
		合 計	23,591	17,789	41,380
	下進法(B)	小 組	496	122	618
		大 組	8,159	1,223	9,382
		船 台	4,819	6,531	11,350
		合 計	13,474	7,876	21,350
	差(A)~(B)	小 組	361	152	513
		大 組	6,047	1,288	7,335
		船 台	3,709	8,473	12,182
		合 計	10,117	9,913	20,030

ふつう技量教育と呼ばれるのは造船所の場合一般に新入の未経験者に対する職業教育的なものから、ある程度技量がすすんだものにおいては、それに相当する技量級(日本海事協会もしくはDet. Norske Veritasのような場合)を取得せしめるための準備教育までの一切のものを含んでいる。これらの教育は、高張力鋼が対象となるときは別として、いずれも汎用型のD4301を使用して規定どおりに行なわれるもので、その教育内容には船級協会などの規程に改正がないかぎりあまり変化はない。したがってこれは技量の習熟を主体とするものであって、筆者はこれを技量習熟教育と呼びここに述べる技術改善のための教育(以下これを技術改善教育と呼ぶ)とはきびしく区別している。というのはふつう造船所では新しい溶接棒や施工法を採用する際にこの両者を混同しがちであって、教育といえば前者の教育方法が主体となっており、また船級協会も一応これに相当する溶接棒なり溶接姿勢を用いた技量を有している場合、とくに改めて技量試験は要求しないから、後者の技術改善教育のほうはどうしてもおざなりとなりがちである。この結果後者の

教育はいきおい現場まかせとなり、「習うより慣れろ」式でぶっつけ本番となりやすい。そしてトラブルはつねにこういった際の穴をねらって生じてくる。筆者はこういう方法に反省を求めたい。もともと現代の職業教育は「習うより慣れろ」式のものを否定しており筆者ももちろんこれに反対するものではないが、しかし造船所の現場では開先形状、作業環境、溶接装置などがテキストどおりでなく、したがってこういった variation に対しては「習うより慣れ」なければならぬ多くの要素を含んでいるので、これらはある程度の期間をかけて習得しなければならない。しかし技術改善に対する教育はすでにその技術に相当するものをすでに取得した作業員に対して行なわれるのであるから、その習得は短期間に行なうるので、したがってこの場合には完全に「習って慣らし」ても教育に要する出費はわずかで済む。しかもこの場合トラブルの生じる確率は大きいのであるから、その教育にあたって現場まかせの方式を廃除する意義は大きい。すなわち筆者は技量習熟教育にはある程度現場で「習うより慣れろ」の要素があるとしても、技術改善教育では教育場で完全に「習って慣らす」以外に方法を認めないのである。

(2) 適用定盤の設定

造船所で新しい溶接棒の適用性を判定するのはその現場をおいてない。そして事実、溶接の担当者は少くも最終的にはこの現場における試用という段階に入らざるを得ないのである。

いっぽう船体建造の現場というものは造船所という生産会社の重要な生産設備であり、この工程はその経営上最大の重点をおかれるべきもののひとつである。したがってその生産工程に機能がまだ十分わからない溶接棒を安直に適用して、これを実験場と混同する結果となるようなことは絶対に避けなければならぬ。

しかし造船所の溶接担当者はわが国の場合、たとえば面的に研究業務にたずさわらないものでも、溶接棒や溶接機のメーカー側の試作品の試用研究の一端を受けもった形となっており、また事実この結果生じる共同研究体制(これらの多くは非公式なものにすぎない)から、メーカー側のみならずユーザー側も大きい利益を受ける場合も多い。

以上述べた諸点を総合して考えるとき、造船所の溶接担当者はその業務の過程においてひとつの矛盾に縫着せざるを得ない。すなわち溶接という日進月歩の技術の担当者として新しい溶接棒の採用は絶えず検討しなければならないが、その反面、この検討に必要な現場工程への試用という段階には多くの危険性が内含されている。そしていっぽう溶接という実際工事の重要な部門の担当者

としては、経営上のリスクはたとえそれがわずかなものであっても避けなければならぬという点である。またこの危険性があるがために造船所側としては、真に実用化を顧慮する立場にあるものほど、新しい棒の試用においてつねに消極的態度をもつはめにおち入らざるをえないのである。そして、このような消極さは従来メーカー、ユーザー側の両者にとって大きなマイナスとなってきた。

筆者はこれらの点の解決策として「適用定盤」の設定を手順化している。この適用定盤とは筆者が仮りにつけたなまえてあって、要するに新しい溶接棒なり施工法なりの適用に際してその完全を期するため、現場工程の一部を区切って試用の場所としたいわばパイロット工場的なものをいう。これにはできればあらゆる場合について同一場所を固定するのが好ましいが、実際の現場の事情としてこれは望めぬ場合もあろうから、時と場合によって場所を変えるのもしかたがない。

立向下進棒の適用定盤としては、筆者はスミ肉継手の場合地上組立工程のうち油槽部ブロックの枠組みを行なう定盤を1カ所と、突合継手の場合、タンカーの船台工程のうち油槽部分をえらんでこれにあてた。

(3) 試用範囲の局所限定

さきに一般作業員の技術改善教育について述べたが、この教育を最初に受けるのがこの適用定盤で作業するグループである。そしてこの全員に教育がくまなくいきわたってから徐々に試用がはじまる。試用の範囲は溶接部の品質に問題がないと認められるかぎり、拡大されていく。この判定のために、またこの適用の指導のために、その定盤には定盤の本来の指導者である作業監督者以外にもその技術改善の内容に詳しい研究担当の作業監督者がつくし、とくに制限された個所であるからさらに上級の監督者の管理の目もいきとどく。そして工事の結果細大をもらさず担当者に報告される。この場合もし欠陥ないしはトラブルの原因となりうるなんらかの現象が認められればその原因が追求され、これの早急な対策がたたぬ場合には新技術は即時に従来の方法にきりかえられることもある。すなわちこのあたりでは技術改善は進むもしりぞくも自由な状態にしてあり、もちろん外部に対して表面化してもいいのでこの点において担当者は面子にこだわることもないのである。要するに試用の当初はとくにその推進に対して flexibility を与えておくわけである。いま万一問題がこじれた場合を考えて、この定盤における成果は溶接担当者を通じて社内の研究担当者ならびにメーカー側にフィードバックする回路が設けられており、必要に応じて原因究明とその対策がたえられるよう配慮がなされている。

以上から適用定盤というのは試用範囲を局所化することにより技術改善教育、緻密な監視、問題点の徹底した抽出などを可能としたいわば上記の各手順により工程を武装する手段とみてよい。

またさらに上記の技術的問題点の対策と平行して、工数節減効果の追求と確立もこの定盤で行なわれる。たとえば所定の配員に対し予定どおりの工事の進歩が認められない場合、ここでは単に増員などにより解決してこと足れりとするのではなく、その根本的な理由に検討の重点がおかれるのである。そしてここで表3で計算された工数節減効果を実証すべくあらゆる努力が払われる。

適用定盤における以上の技術と工数の両面に対するすべての検討はじっくりと時間をかけて行ない、未解決の問題点がひとつでもこのかぎりつぎの段階に移ることはできない。一般に筆者は開発から適用の第1段階にいたるまでの手順についてはある程度のスピードを関係者に要求するけれども、この適用定盤の試用の段階に1歩でも入れば、そのテンポを大巾におとして臆病ともみえる慎重さと周到さでことを行なうのをつねとする。そして問題点はいかなる種類のものも出しつくし、かつ解決した上ではじめてつぎの段階である第3段階（一般にはこれが実用化の最初の action とみられている）に入ることが許されるのである。

4-3 適用の第3段階（全面適用の段階）

(1) 逐次適用法の採用

適用の第2段階において実施手順の確立されたあとはこれとまったく同様のことを真似ていけばよい。ただこの真似る過程にさらに慎重策を加えておけば適用はより完全となる。

筆者は溶接棒の第3段階における全面適用に2つの方法があると考え。1つは同時適用法であって、第2段階で実施手順を確立したのち、この手順にしたがって同時に適用範囲を全面的に拡大する方法である。この方法は溶接棒が同一種類内で作業性を改善したようなもの、すなわち適用にあたって技術改善教育をあまり必要としない場合に向いている。

全面適用の他の1つは逐次適用法であって、第2段階で適用定盤を設定して実施手順を確立したのち、この方法をそのまま順次に踏襲して、いわば第2、第3の適用定盤を設けていくものである。この方法は立向下進棒のように作業方法が大巾に変わって技術改善教育の実施が必要な場合に適している。

(2) 適用範囲の拡大

川崎重工においては立向下進棒の適用範囲の拡大は上述の逐次適用法により漸進的に行なわれたが、この場合

その内容はさらに数種の過程に細分された。すなわち立向下進棒の適用対象にスミ肉と突合せの両継手があることはすでに記したがこれらはさらに船台と定盤上で開先精度その他によりその実施方法に若干の差異があるし、また水密部と非水密部とでもその重要度が異ってくる。

さらに最近ではこれに各種の塗料の影響も考慮する必要があるし、その他継手の長短、垂直線となす角度の大小など多くの因子も問題となる。適用に際してこれらのうちどれがとくに重要であるかは施工者の意見も入れて慎重に判断しなければならない。そして真に重要な問題点については決して無理押しをせず十分時間をかけて解決すべきであろう。またこの点を作業監督者や作業員にも十分納得させることが大切である。たとえばこの適用のごく最初にあつて筆者は水密を要するスミ肉継手に対しこの棒では信頼性があるかどうかという質問を地上工程のある作業監督者から受けた。その際水密継手も問題のない旨説明はしたが、万一危惧を感じるならば最初の適用船ではブロック1コだけをえらんで実施し、これらの構成する船台上の区画の水圧試験にその作業監督者も立会させ十分その安全性を確認させてからはじめて全面的に実施させている。このような慎重策はずい所にみられたため、川崎重工の場合この棒の最初の適用こそおくれたがその後順調に使用範囲を拡大しつつあり、昭和39年末現在（10，11，12月3カ月間平均）では図10に示すごとくその溶接棒の使用比率は8%を超え、これは同期間における全国平均の2%台を大巾に上回っている。またおなじ時期にあつて同造船所の全溶接棒の使用量は全国主要造船所の合計の6.1%にすぎないが、この立向下進棒の比率では全体の20.5%を超えているのである。

最後にこの逐次適用法の長所について付記しておくことつぎの諸点となる。

(イ)まず4—2(1)項に示した作業員の技術改善教育にグループ別の順序をつけることができる。したがって一度に教育を実施しないでもこれにより現場の適用にさしかへはないし、またこのようにすれば溶接実習場の収容能力の問題も解決しうる。(ロ)つぎに逐次適用法の実施により1カ所の定盤の適用が完了しつぎの定盤に適用の対象が移るとき、万一つぎの定盤で現場的な問題点が発見されても、その作業監督者はそのまえの段階の定盤の見学を行なつて十分納得することができよう。新しい技術の実用化の場合他の造船所にまで見学に行くことは百聞は一見にしかずのたとえをまつまでもなく十分効果がある。まして後者の場合ふつうは見学はごく上級の技術担当者にかぎられるが、前者の自己の造船所の場合ではあらゆる作業員は自分の目で直接その解決策を感じとることができる。この場合の解決は上級担当者からのまかぎきではなく文字どおり百聞は一見にしかずの効果があることになる。(ハ)このようにしてこの適用法では適用の順序があとになるほど完全さが増すが、そのかわり最初に担当するものは開拓的気分がつよく、新技術の実用化にあたつて「えらばれた」^クという一種のエリート意識が働いて技術習得上多くの注意を払うのに積極的となろうし、また新しい技術の実用化に際して技術上の問題点の解決のみならず、作業員の態度という人間関係の面においても計画された工数節減に対して意欲的となろう。すなわちいずれにしてもこの方法には同時適用法に比較して多くの利点が認められることになる。