

# 熔 接 技 術 管 理

## Management and Control of Welding Technique

矢 部 満\* 鈴 木 音 次 郎\*

Mitsuru Yabe Otojiro Suzuki

### 内 容 梗 概

熔接の発達に伴い、その健全な利用と確実な効果を収めるためには、徹底した技術管理が必要であるとの所信の下に、工場内の熔接全般について具体的にその実施を進めている。本文では、管理対象としての不良事項ならびにその要因の決定、管理の方法をあきらかにし、続いて、熔接設計管理、品質管理、能率管理の各項にわたって、具体的な管理の手法、実例とその効果について述べる。

### [I] 緒 言

近来、熔接技術の発達には著しいものがあり、熔接技術者は新しい熔接法の活用、新しい熔接材料の利用、新しい方面への熔接の利用など寧日なき有様であるが、一方すでに開拓された熔接技術を正しく適用して熔接の信頼性を確保し、施行方法の能率化を計ることは、熔接技術の進歩に欠くべからざるもので、そのためには熔接技術の徹底した管理がなされねばならない。

いかに深い基礎研究がなされても、いかに優れた自動化方式が確立採用されても、むしろ技術の進歩と共に熔接の結果を左右する因子がますます多くなつて、再現性の確保には困難が加わってくる。しかして、非破壊検査法が進歩するにしたがい、高度の熔接品質を要求する製品が日を追うて増加の傾向にある。このような状勢のもとで熔接を実施するに当つては、各種の要因が正しく管理されなければ、再現性の高い満足な熔接結果を望むべくもない。

熔接技術管理を大別すると、品質管理と能率管理との二つになると考えられる。しかして熔接においては、品質と能率とは決して相反するものでなく、むしろ品質の向上がそのまま能率化に通じているという観点のもとに、技術管理の問題を真剣に取扱うべきであると思われる。

### [II] 熔接技術管理の概念

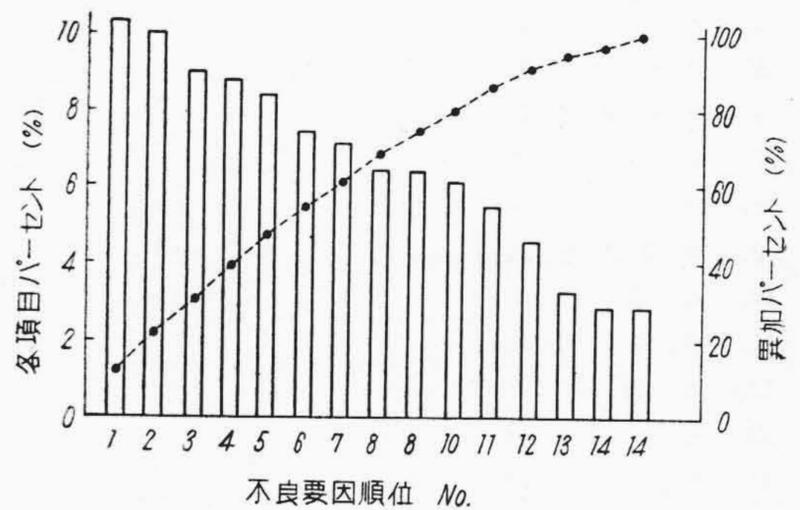
#### (1) 管理対象項目

ここにいう熔接技術管理とは、現在までの研究結果によつてわかっている技術的な問題を、忠実に設計および作業面に実施するために行う管理であつて、その目的は熔接技術の再現性を高め、品質の安定と能率の向上を期し、ひいては原価の低減を計らんとするものである。

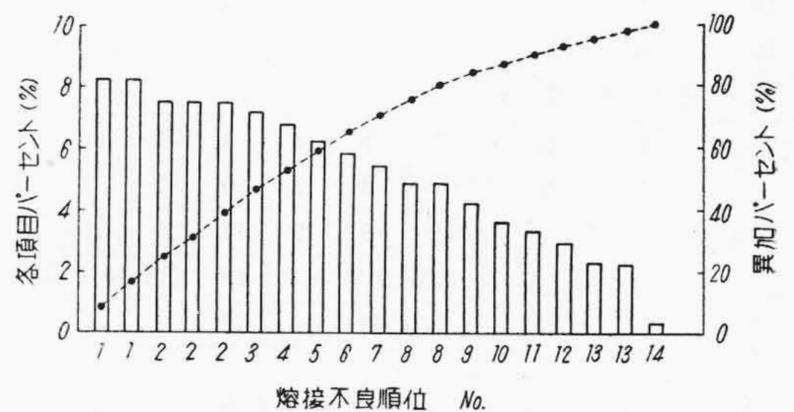
管理の対象とすべき事項の選定に当つては、正しくその要点を掴んで行うことが大切で、関係ある多くの事項の中から要因を見出す方法としては、

- (1) 不良の状況をつかむ、
- (2) これを分類し、
- (3) パレート線図を画いて見る。

\* 日立製作所笠戸工場



第1図 熔接不良パレート線図



第2図 不良要因パレート線図

この結果、不良項目や、不良要因の過半数を占める事項を摘出し、これらの事項について合理的な手段方法を調査決定し、不良低減の目標をきめて実施に移るべきである。

本文では主として電弧熔接作業について論ずることにするが、すでにわかっている熔接の結果から、技術を不安定にすると考えられる要因を摘出して、管理対象項目の決定を試みることにする。すなわち、各種の作業不良とその要因と考えられる事項とを列記して、それらの間の影響度の大小を過去の資料や経験によつて判定し、○と△とで区別して一覧表にしたものが第1表である。

この表で、○印や△印の多い事項は熔接技術管理の対象としてとり上げるべき重要事項になるので、この結果を第1表に示す方法で数値化し、各項目の割合を求めてパレート線図を画くと第1図および第2図を得る。表中、同じ○印、△印でも、それぞれ熔接結果に与える影響の

第1表 熔接不良と要因との関係一覧表

不良項目	不良の要因															○の数	△の数	得点	%	順位
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
	材料の保管 清浄	使用材料の 材質	溶接機の 管理	電源および アース	治具および ポジションナ	溶接員教育 管理	溶接棒の選 定	溶接棒の管 理	設 計	開 先 寸 法	組 合 せ 精 度	溶 接 姿 勢	溶 接 順 序	溶 接 条 件	溶 接 作 業 基 準					
1. アンダーカット	○		○	△	○	○	○	○	△	△	○	○		○	△	9	4	22	7.2	6
2. オーバラップ			○	△	△	○	○	△	△	△	△	△		○		4	7	15	4.9	11
3. ビード不整	△		○	○	○	○	○	○	△	○	○	○		○	△	10	3	23	7.5	3
4. 亀 裂		○	△			△	○	△	○	○	○		○	○	○	8	3	19	6.2	8
5. スラッグ残留						○	△						△			1	2	4	1.3	19
6. スパッター附着	△		△	△		○	○	○				△		△		3	5	11	3.6	14
7. ピッティング	○	△				△	○	○						△		3	3	9	2.9	16
8. ブローホール	○	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○		○	△	11	3	25	8.2	1
9. スラッグ巻込			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	△	11	1	23	7.5	3
10. 溶込不良			○	○	△	○	○	△	○	○	○	△	△	○	△	8	5	21	6.8	7
11. 歪, 寸法不良					○	○	△		○	○	○	△	○	○	○	8	2	18	5.9	9
12. 残留応力						△	△		○	○	○	△	○	○	○	6	3	15	4.9	11
13. 接合部破壊		○				○	○	△	○	○	○	△		○	△	7	3	17	5.5	10
14. 腐 蝕	△	○					○		○					△	○	4	2	10	3.3	15
15. 溶接寸法不良						○			○		△			○		3	1	7	2.3	17
16. 溶接位置不良						△			○		○			○		3	1	7	2.3	17
17. 不 安 全			○	○	△	○	○	△	△			△		△		4	5	13	4.2	13
18. 工 費 増 大	△	△	○	△	○	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	10	5	25	8.2	1
19. 材 料 費 増 大			△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	10	3	23	7.5	3
○ の 数	3	3	8	4	7	14	14	7	12	10	12	6	3	12	8	126				
△ の 数	4	3	3	6	3	4	3	6	4	2	2	8	3	3	7		61			
得 点	10	9	19	14	17	32	31	20	28	22	26	20	9	27	23			307		
(%)	3.3	2.9	6.2	4.6	5.5	10.4	10.1	6.5	9.1	7.2	8.5	6.5	2.9	8.8	7.5				100	
順 位	13	14	10	12	11	1	2	8	3	7	5	8	14	4	6					

度合が異なり、これを一律に2点、1点として採点した集計法には疑問があるが、一応重要度の目安をつけるには差支えなく、第1表に示された重要度順位もあながち不合理なものではないであらう。

(2) 管理の方法

以上のように、管理対象としての不良事項とその要因があきらかにされると、次にはこれをいかなる方法で、いかなる基準にしたがつて管理すべきかが問題になる。

(A) 不良の管理

不良の管理には、まず溶接作業の結果を検査測定して不良の状況を判定し、これを管理図に打点するか、あるいは適当な方法によつてその推移を管理せねばならない。しかして今、不良管理項目別に適用すべき判定ならびに管理手段を示すと、第2表のごとくなる。いずれも、検査測定法および合否判定の基準を制定し、これに準拠して行い、結果を一定の方式にしたがつて管理し、管理結果を検討して、各項目ごとに改善対策を講ずることが必要である。

第2表 不良の判定管理方法

不良項目	検査測定法	検査測定の基準	管理法
1. アンダーカット	外観検査	標準サンプルによる外観検査標準	管理図
2. オーバラップ	"		
3. ビード不整	"		
4. 亀 裂	磁気検査, カラチエック		
5. スラッグ残留	"		
6. スパッター附着	"		
7. ピッティング	X線検査		
8. ブローホール	"		
9. スラッグ巻込	"		
10. 溶込不良	"		
11. 歪一寸法不良	寸法測定, 歪測定	歪, 寸法検査基準	管理図
12. 残留応力	残留応力測定	必要により実施	確認
13. 接合部破壊	強度試験, 事故記録	強度試験基準	確認または管理図
14. 腐 蝕	腐蝕試験, "	試験標準	
15. 溶接寸法不良	寸法測定	図面との照合 公差による	確認
16. 溶接位置不良	"		
17. 不 安 全	安全統計	安全管理規定	管理図
18. 工 費 増 大	工数測定 アークタイム測定	工費算定基準, アークタイム管理基準	管理図
19. 材 料 費 増 大	棒使用量, 残棒測定		

(B) 不良要因の管理

不良の要因となる事項は、これらが適切でないとき不良

第3表 熔接作業各要因管理に必要な諸基準

要因項目	制定すべき基準や標準	管理法
1. 材料の保管と清浄	1. 材種別, 防錆, 変形防止取扱基準 2. 材質別, 色別, 保管規定 3. 自動熔接, 点熔接等に対する清浄基準	確 認
2. 材料の材質管理	1. 用途別材質基準 2. 材質別試験基準 3. 熔接用材料としての検査基準	確 認
3. 熔接機管理	1. 熔接機保守基準 2. 熔接機管理規定 3. 自動熔接機, 点熔接機整備保守基準 4. 熔接機稼働率管理基準 5. 機械熔接活用基準	保守整備 管理台帳 確 認 管理図
4. 電源およびアース整備	1. 電源整備基準 2. アース整備基準 3. 熔接電線, ホルダ整備保守基準	定測点検 確 認
5. 治具ポジショナ	1. 治具, ポジショナ整備基準 2. 同上, 活用基準	点 検 票 管 理 図
6. 熔接員教育管理	1. 熔接員教育訓練基準 2. 特殊熔接教育基準 3. 技術検定基準 4. 技能競練実施基準 5. 熔接員配置基準	実 施 記 録
7. 熔接棒選択	1. 軟鋼熔接棒使用基準 2. その他熔接棒使用基準	点検票による確認
8. 熔接棒管理	1. 受入れ検査基準 2. 熔接棒受払基準 3. 熔接棒保管乾燥基準 4. 棒所要量算定基準 5. 棒使用量算定基準 6. 熔接棒残棒管理基準	確 認 管 理 図 管 理 図 管 理 図 管 理 図 管 理 図
9. 熔 接 設 計	1. 熔接設計標準 2. 熔接構造要素標準 3. 熔接構造標準 4. 熔接記号, 図示法基準 5. 隅肉熔接寸法 6. 栓熔接寸法標準 7. 各種継手標準	図面検討および確認
10. 開先寸法	1. 突合せ熔接開先寸法標準 2. T型突合せ継手開先寸法 3. 管継手開先寸法標準等	設計図面検討 工作指導票により指示 開先管理票により確認
11. 組合せ精度	1. 組合せ寸法標準 2. 開先合せ寸法公差	点検票により確認 組合せ検査成績
12. 熔 接 姿 勢	1. 作業標準または作業指導票	点検確認
13. 熔 接 順 序	1. 作業標準または作業指導票	点検確認
14. 熔 接 条 件	1. 作業標準または作業指導票 2. 電流測定管理基準	点検確認 管 理 図
15. その他の熔接作業基準	1. 高張力鋼板取扱工作基準 2. その他材質別, 熔接作業標準 3. 板厚, 棒径別, 開先別, 積層基準 4. 予熱, 後熱, 焼鈍基準 5. ピーニング施行基準 6. 自動溶弧熔接作業標準 7. 点熔接作業標準 8. その他熔接作業標準	それぞれの作業指導票に織込む 確認票により 点 検 確 認

発生危険があることを示すものであつて、それぞれ必要な調査研究によつて合理的な基準を定め、これを厳格に実施することが必要になつてくる。したがつて、まず各基準の整備が第一で、次にはこの基準をいかに実施し、また実施の結果をいかに確認管理するかが問題である。各項目ごとに制定を必要とする基準を示すと第3表のごとくなる。

(C) 理管体系

以上のごとき各種の基準が整備され、これに基づいて作業指導票を作り、その実施状況を確認して必要な事項はその結果を管理図により管理し、(A)の不良管理結果と対比して対策を考究し、逐次改善を行うことにより、熔接技術の安定と進歩とが得られるわけである。

しかしてこのような管理を実施するには、基準の制定、作業の管理、結果の検討までのすべてを含めた、合理的で系統立つた管理体系(作業の規模や管理の範囲によつて自ら異なる)を確立し、さらにこの体系の各部に必要な人員を配置して、計画を確実に実施することが大切である。

〔III〕 熔接設計管理

熔接の利点の一つに接合の自由があり、ほかの接合法に比べてその利用が著しく自由広範である。しかし、熔接作業には必ず熱現象が伴い、接合形式が不都合であると、大きな内部応力や思わぬ変形を生じて熔接施工上の困難を招き、ひいては熔接工費の増大をきたす。また熔接部に重大な欠陥を残したり、応力集中などのために、組立作業中または完成後に事故発生の原因をなすことがあり、熔接不良原因中のきわめて重要な因子であることは、第1表によつてもあきらかである。

(1) 熔接記号

熔接記号は熔接設計の基礎をなすもので、すでに日本工業規格として統一実施されるにいたつたが、設計者はこれを十分に理解して図面に適用することが大切で、この際卒先してその活用に努めるべきであろう。なお材質や用途によつて、余熱、後熱、応力除去焼鈍などに対しても適切な指示ができるよう基準化しておくことが望ましい。

(2) 熔接継手の基準化

熔接継手には種々な形式があり、これらを標準化して用途によつてその使用の適正を期することが大切である。たとえば、突合せ熔接開先寸法、角熔接、縁熔接の寸法、フランジ継手、パイプ継手などすべて標準化して、設計者によつてまちまちにならぬようにしなければならぬ。また、アーク熔接に限らず、点熔接などの抵抗熔接継手においても同様なことが望まれる。突合せ熔接開先寸法標準の一例を第4表に示す。

(3) 熔接設計要素標準

次に熔接構造物においてしばしば用いられる単位構造の形式を、設計要素標準として規定しておき、つねに合理的な設計が迅速にできるようにしておくことが大切である。この考え方のもとに規定すべき設計要素としては、

(1) 当板類, (2) 支え類, (3) 型鋼の組合せ形式などがある。しかしてこれらの要素標準の決定に対してとるべき基本的な考え方として、



第5表 治具点検カードの一例

治具定期検査票 (No. ) 課 係									
作 番	車 種	機 数	治 具 名 (妻治具)	測 定 者	合 格 印				
						備考 治具寸法 治具抜後 製品寸法 ( )			
注 意 事 項					手 直 事 項				
測 定 ( ) 補治具抜後治具寸法					( ) 補治具抜後製品寸法				
測 定 箇 所	測 定 値	結 果 の 対 策	月 / 日	測 定 者	所 要 寸 法	測 定 値	結 果 の 対 策	月 / 日	測 定 者

なつて、治具の製作費はもちろん熔接工数の低減に役立つ。しかしてこの場合、各ブロック別の製品は一定の精度に仕上げ、親治具に入れることが大切である。

(vii) 締付け金具の機構は簡単で、加圧力と加圧の方法に注意して設計すること。一回の操作で締付けできるいわゆるワンストローク締付け具や、適当な加圧力が熔接線全線に均等に配分される加圧方式の採用が望ましい。

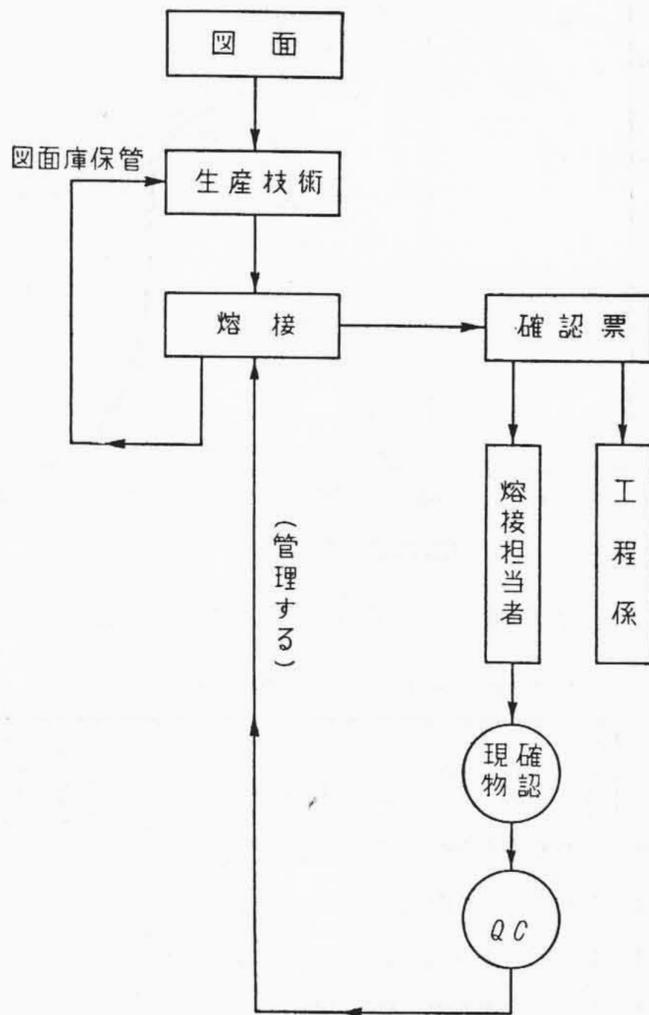
このようにしてでき上つた治具は、点検カードを準備し、定期的に寸法測定を実施して、つねに一定の精度を確保するようにしなければならない。治具によつて定期検査の期間は異なると思うが、各治具について精度管理の基準を作成して、その測定記録をとるようにする。第5表は治具点検カードの一例である。

(2) 熔接準備作業の管理

熔接組合せ構造物の精度の高いものを作るには、これを構成する各組合せ部材の寸法精度を高める必要がある。たとえば、長さ  $x_1, x_2$  なる部材を間隙  $x_3$  で突合せ熔接して長さ  $x_4$  のものを作る場合、でき上つた製品の寸法精度のばらつき  $\sigma'_4$  は、 $\sigma_4^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2$  式のごとく、各部材寸法誤差のばらつきが加算されて非常に大きくなることがあきらかで、また  $x_4$  を標準値に抑えると、間隙寸法  $x_3$  の誤差のばらつきが同様な計算で大きくなり、その結果予想外の変形や熔接欠陥を生ずることになる。

熔接によつて縮んだり変形したりするので、熔接後纏めて歪取を実施すればよいという考え方は根本的に誤っているもので、組合せ部品の精度を高めることによつて、縮み代が一定範囲内に収つて、熔接後の歪取り作業がほとんど不要であつた例がしばしばある。熔接による縮み代の基準を作つて、これにしたがつて組合せ各部品の寸法精度を決定し、これをよく管理することが熔接品質管

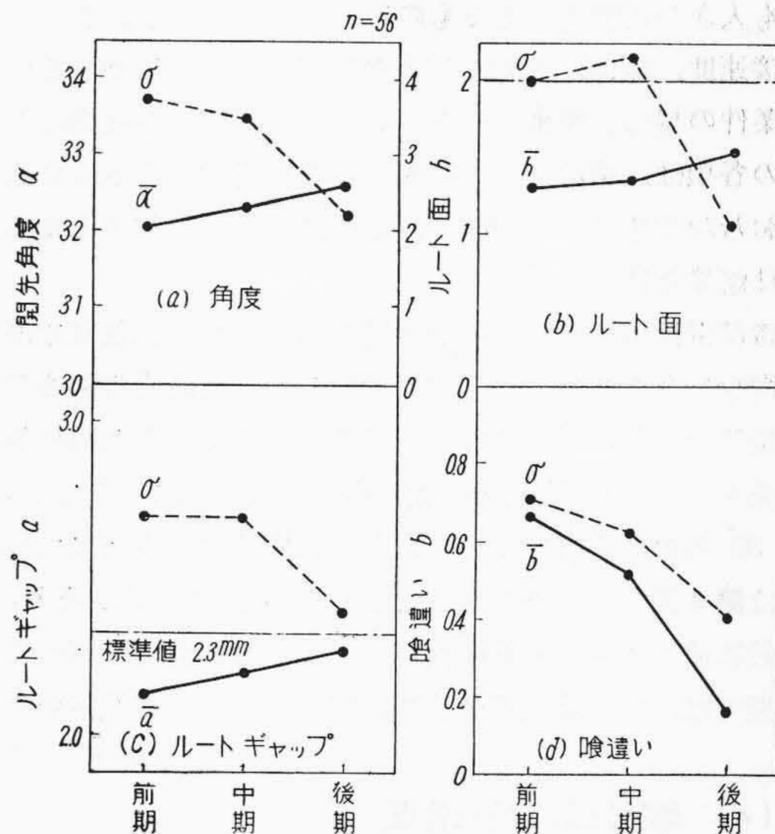
第6表 開先管理系統



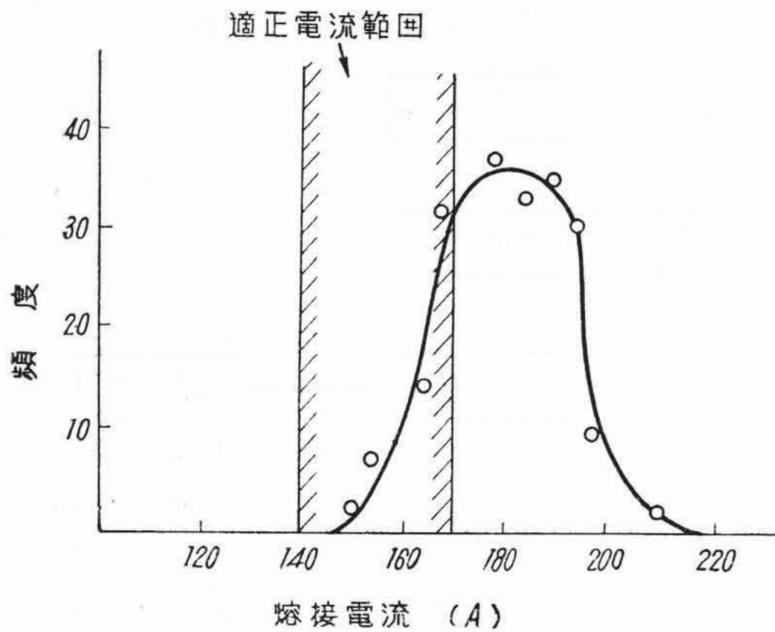
理の第一歩である。

熔接部開先の形状寸法管理が不良であると、思わぬ変形を生じて歪取り作業に苦心し、また熔接内部欠陥の原因となつたり熔接工費を増大するなど、熔接結果全般に影響するところが多いので、実際作業に当つて明確な管理体系を立てて、基準にしたがつて確実に管理することが大切である。

開先管理系統の一例を第6表に示す。すなわち確認票を2部作り、1部は開先加工指導に、1部は現品の開先



第3図 開先管理結果の一例



第4図 熔接電流頻度曲線の一例

第7表 熔接電流管理結果の一例

棒種	棒径	姿勢	適正電流範囲	測定値			備考
				平均値(A)	上限以上(%)	下限以下(%)	
PTN-32	3.2	水平すみ肉	90~100	116.5	71	0	初期
				100.5	0	10	後期
TB-24	4.0	下向すみ肉	160~190	183.0	20	0	初期
				174.3	0	0	後期
TB-24	4.0	水平すみ肉	140~170	180.9	82	0	初期
				158.6	27	0	後期
TB-24	4.0	立向すみ肉	110~135	116.2	0	0	初期
				130.7	0	0	後期
BL-17	5.0	下向突合	230~260	261.4	43	0	初期
				259.0	13	0	後期
TB-24	5.0	水平すみ肉	220~260	259.6	39	0	初期
				259.4	33	0	後期

確認用として運用される。開先管理の対象を、角度、ルート面寸法、ルート間隙、喰違い寸法の四つとして管理した結果を纏めて図示すると第3図のごとくなり、管理の効果が顕著に現れていることがわかる。

(3) 熔接電流管理

次に熔接品質管理上重要な問題は適正な作業条件の指示とその管理である。熔接条件のうちで熔接結果にもつとも大きな影響を与えるものに熔接電流がある。さらに熔接速度、順序、姿勢、拘束の程度、予熱、後熱各種作業条件の規定と実施の管理が必要であるが、熔接順序以下の各項は、熔接治具を整備し作業指導票で指示すればおおむね実施される問題で、もつぱら管理の対象となるのは熔接電流である。

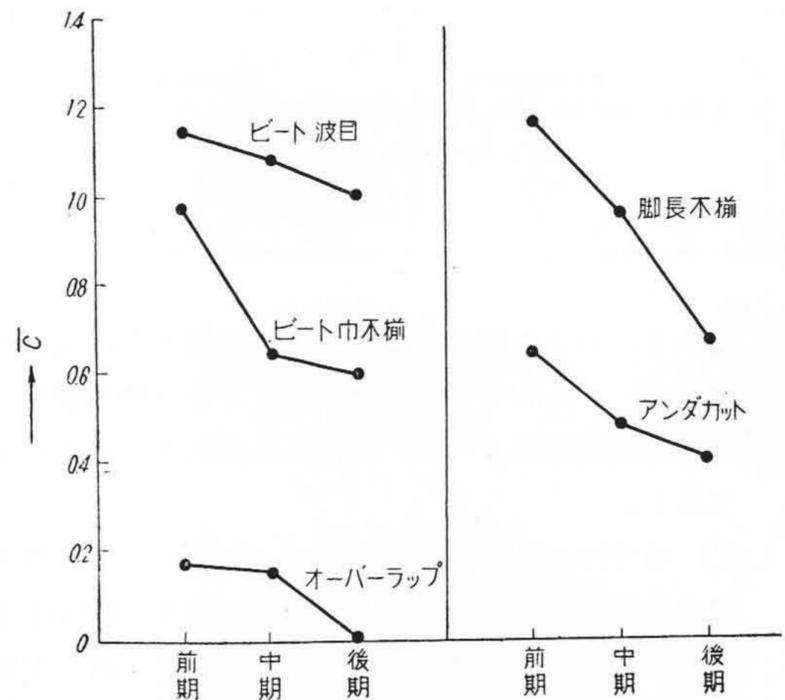
熔接電流管理には、必要な電流調整を行うに便利な諸設備を行うと共に、一定の計画に基づいて常時各作業者の電流測定を行い、標準のビードサンプルや内部欠陥検査結果を示して、不適正者の教育指導に当らねばならない。約30名の作業者について、月一回電流測定を行つた結果は第4図および第7表のごとくである。これによると、一般に使用電流が非常に高いが、6箇月間管理を行つた後期では、ほぼ適正電流範囲に収まっている状況がわかる。

(4) 熔接結果の特性管理

前述の熔接作業条件の管理と併行して、これらの結果

第8表 ビード外観判定基準

欠陥別	欠陥の限度	採点法	1m当りの許容欠陥点数			
			1級	2級	3級	4級
波目不揃	< 1 mm	15mmで1点	1	2	4	8
ビード幅不揃	< 2 mm	20 " "	1	2	4	8
脚長不揃	< ±1 mm	20 " "	1	2	5	12
アンダーカット	< 0.2 mm	10 " "	0	1	3	10
オーバーラップ	< 1.5 mm	10 " "	0	0	2	6



第5図 ビード外観の管理による欠陥推移

系である熔接特性として、各種の欠陥管理が重要である。以下二、三の実例について述べる。

(A) 熔接ビード外観管理

熔接ビード外観の良、不良は一般に観念的に論ぜられる場合が多いが、これを管理するにはその数量的な表示が必要であると考え、第8表に示すごとき基準を定めた。27名の熔接員について週一回熔接線各1mを抜きとり、その外観を上記の基準にしたがつて測定管理した。その結果を統計的に処理し、平均欠陥数Cの推移を示すと第5図のごとくなる。各項目とも管理の継続によつて欠陥数が低下している。この管理によつて、ビード外観中ビード継目をもつとも問題であることが判明したので、ビード継目施工標準および第9表のごときビード継目管理基準を制定して個人管理を行つた結果、見るべき改善成果が得られた。

(B) X線検査不良率管理

圧力容器の熔接部などの重要熔接部に対して、上述の熔接諸条件管理の外に仮付不良の管理と共に、X線検査不良率管理を行つた結果、第6図のごとき結果となり、管理の実施により不良率が大幅に低減した。

(C) 薄板ユニオンメルト熔接部の欠陥管理

1.6~2.3 mmの薄板のユニオンメルト熔接は、突合せ間隙や板の表面処理のごとき熔接準備、熔接電流、速度、フラックスの処理などの熔接諸条件の適正化とその厳重

第9表 ビード継目管理基準

欠 陥 別	欠陥の限度	採 点 法	継目 10 個当りの欠陥数			
			1級	2級	3級	4級
継目高過ぎ	<0.5 mm	15mmで1点	1	3	5	8
継目肉不足	<0.2 mm	5 " "	0	1	3	6
ね ぢ れ	<±1.5mm	15 " "	0	1	2	4
幅 不 揃	< 2 mm	15 " "	1	3	5	8

な管理を行わないと、ビード亀裂やブローホールなどの欠陥が起り易い。慎重な実験によつて適正な熔接条件を決定し、各要因の管理を行つたが、管理前後の欠陥数の推移は第7図のごとくで、明瞭に管理の効果が現れている。

(D) 点熔接品質管理

点熔接の品質管理には、熔接機の保守整備管理、適正な熔接条件の決定と同時に、熔接強度の信頼度の管理が必要である。しかしてこの管理手段の便法として、験試片による熔着径の管理が採用される。管理結果の一例を示すと第8図のごとくである。

〔V〕 熔接能率管理

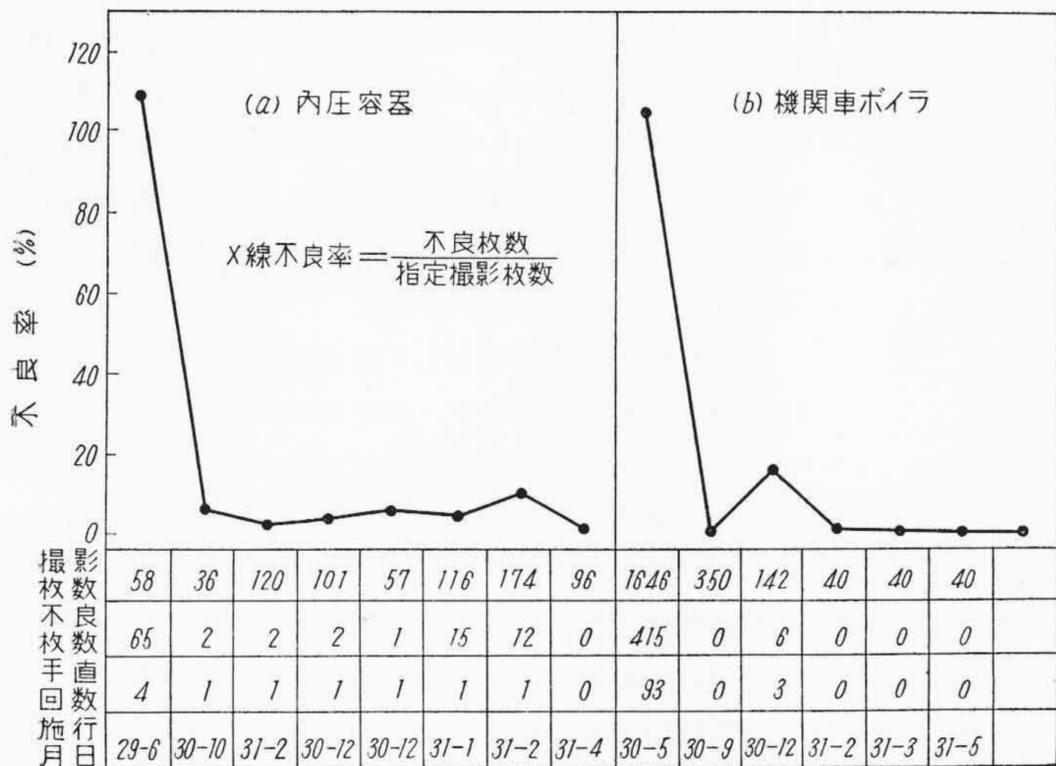
熔接能率管理は、前章までに述べたことを実行すれば結果的に可能となり、ことさらに章をあらためる必要がないと思われるが、熔接構造の採用は半面能率化を目的とすることが多いので、熔接能率の向上に対して一定の方針を確立しておくことが大切であろう。しかして熔接の能率化には、作業工費と材料費との二つの面があり、両者とも設計の合理化、作業の機械化、治具の活用などによる積極的な面と、不良低減や無駄排除などの消極的な面との二つがある。

(1) 製作工費の能率管理

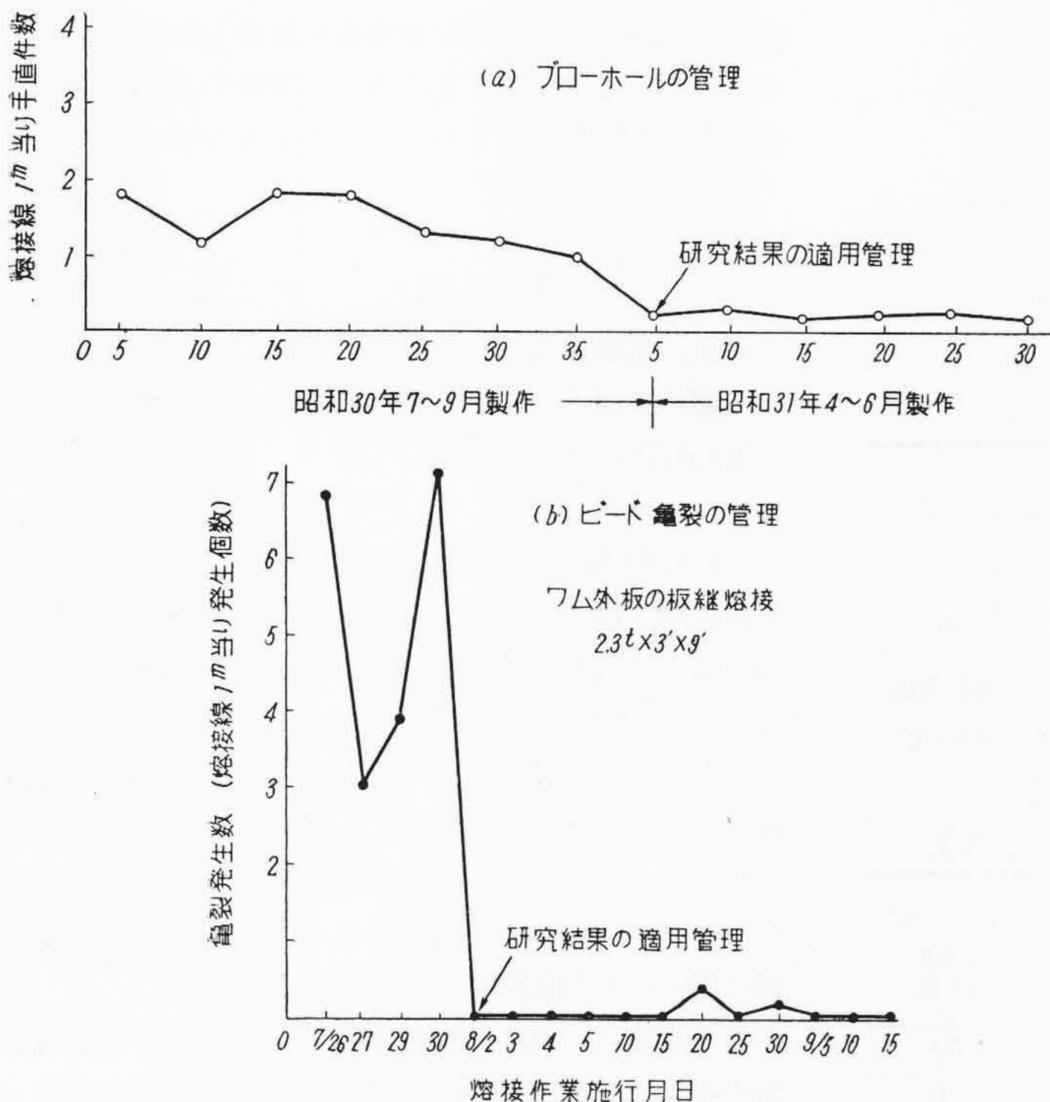
工費低減に関する事項はきわめて多く次のごとくである。

- (i) 合理的な設計—開先形状の適正、熔接線の短縮など。
- (ii) 作業の機械化—自動潜弧熔接、点熔接などの抵抗熔接、治具、ポジショナーなどの活用
- (iii) 熔接歪および変形の防止—適切な治具の利用、熔接順序の検討など。
- (iv) 高能率棒の利用、半自動熔接の採用など。
- (v) 熔接量の適正化—組合せ精度の確保、適正熔接量の指定など。
- (vi) アークタイムの増大—一段取りの能率化と工程管理
- (vii) 熔接欠陥の防止—適正な熔接棒の使用、熔接電流のほか熔接諸条件の適正化など。

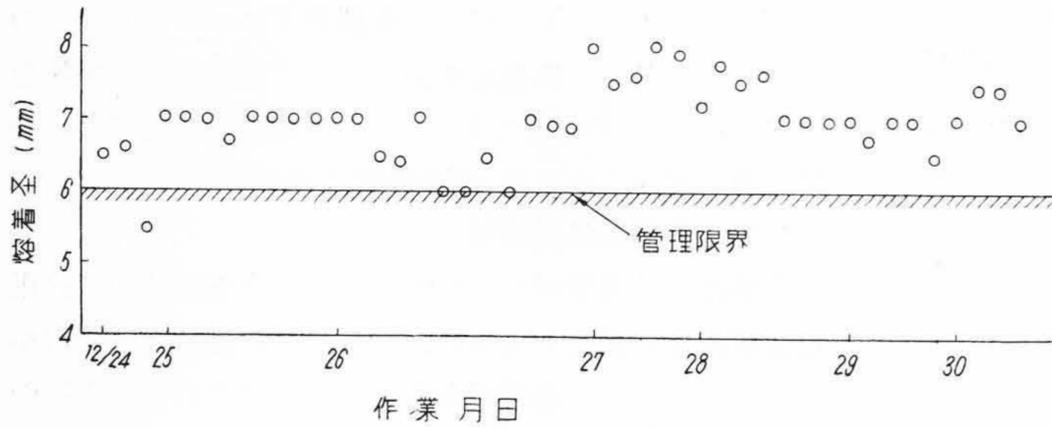
以上の諸項目について、それぞれ必



第6図 X線検査不良管理結果



第7図 薄板ユニオンメルト熔接欠陥管理結果



第8図 点熔接熔着径管理の一例

要に応じて検討を加え改善を図ると共に、実際の作業において次のような原単位量を把握し、標準値と比較して能率を判定し、常に合理化への努力を続けることが、製作工費の能率管理である。

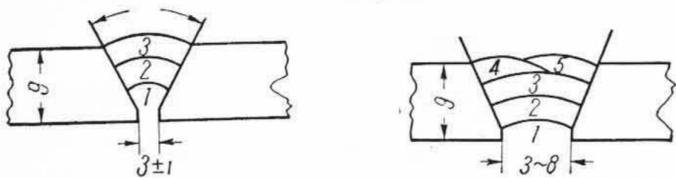
- (i) 単位時間当りの熔接線長さと棒使用量
- (ii) アークタイムの統計
- (iii) 自動熔接, ポジショナーの活用率

第10表 開先不良と熔接能率比較例

測定項目	(A)	(B)
熔接層数	3	5
熔接線長さ (mm)	1,330	1,330
熔接棒使用本数 (本)	35	50
棒熔融長さ (mm)	10,730	15,020
使用棒重量 (kg)	1.17	1.60
作業時間 (min)	70	110
アークタイム (min)	45.5	60.5
棒使用量比 (B/A)		1.37
作業時間比 (B/A)		1.57
アークタイム比 (B/A)		1.34

(A) 正規開先

(B) 異常開先



第11表 熔接棒所要量計画係数 (β)

熔接種別	熔接姿勢	熔接姿勢を考慮した時 (β <sub>1</sub> )	熔接姿勢を考慮しない時 (β <sub>2</sub> )	種別, 姿勢をすべて考慮しない時 (β)	計算式
隅肉	下向	0.4	0.42	0.48	$E_w = \begin{cases} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta \end{cases} Lw$
	立向	0.7			
突合	下向	1.3	1.2		
	立向	0.7			

$E_w$ : 棒所要量 (kg)  
 $L_w$ : 熔接全長 (m)

第12表 熔接棒計画数量と実績数量との比較表

No.	熔接種別, 姿勢を考慮した時		考慮しない時	
	計画量 (kg)	使用量/計画量 (%)	計画量 (kg)	使用量/計画量 (%)
例1	721.4	105	660	115
例2	336.5	92.5	328	95
例3	453.8	106.5	420	115

- (iv) 熔接時間当りの歪取り時間
- (v) 不良率, など。

開先寸法の不良が熔接能率に影響する一例を示すと第10表のごとくで、開先寸法不揃いなBの場合が、作業時間で1.6倍、棒使用量で1.4倍の非能率になっていることがわかる。

(2) 熔接材料費の能率管理

熔接材料費の能率管理は熔接棒に重点がおかれる。標準作業法に基いて理論的に算出するか、あるいは過去の使用実績から基準使用量を決定しておいて、実際の使用量とこの基準量とを比較検討し、逐次その節減を目指して合理化を図ることである。

熔接棒使用量の管理としては、熔接線1m当りあるいは鋼材屯当りの使用量と、作業時間1時間当りの使用量との二つがある。材料費節減の見地からは前者をできるだけ少なくすることで、作業能率化の立場からは後者をできるだけ多くすることが目的である。大物製確品に対する熔接棒使用量算定基準の一例を第11表に、基準量と使用実績との比較の例を第12表に示した。

熔接棒使用量の節減には、製作工費に関する事項中の(i), (v)項の外に残棒管理の徹底が重要である。熔接棒使用量の管理には、熔接線長さを板厚別に区分せず一括してメートル当りで管理する方法もあるが、できれば、ある特定板厚の突合せ熔接に換算した熔接線長(m)当りについて管理すると、さらに設計の良否、作業法の優劣などが明確になるので、このような管理方式を確立することが望ましい。

[VI] 結 言

以上、熔接技術管理の概要について述べたが、このように纏めて見ると、熔接の技術管理がいかに重要であるかと同時に、これを徹底して行うことの困難さが感ぜられる。

これらの管理をもつとも理想的に行うには、まずそれぞれの項目について、必要な多くの基準を制定せねばならぬことに気付くが、現在熔接作業は日々行われており、なんらかの管理が直ちに必要なことはいうまでもない。したがって、やや不十分な規定や基準でも、まず現状で可能な管理から実施に移すことが大切であり、管理結果を検討して作業改善や、不都合な規定や基準の改訂を行って、一步一步正しい管理に近づけることが、熔接技術者に課せられた任務であるとする。

終りに臨み、本文の取纏めに当って、資料の提供や協力を得た、日立製作所笠戸工場の田中, 小林, 石丸, 山川の諸氏に感謝する次第である。