

面から簡単な説明を加えた。

異材質の溶接ということから、上述のような種々の問題の外に母材とオーステナイト溶接金属の熱膨脹係数等ももちろん異っている。従つて疲労その他動的作用を受ける部分、あるいは加熱冷却を繰返し受ける部分等に使用しようとする場合には、予め適当な試験を行うことが必要ではなからうか。

(参 考 文 献)

1) A. L. Schaeffler, "Selection of Austenitic Electrodes for Welding Dissimilar Metals," *Welding Journal*, Vol. 26 (1947), No. 10, p. 601s-620s.

2) A. L. Schaeffler, "Welding Dissimilar Metals with Stainless Electrodes," *Iron Age*, 1948, July

1, p. 72~79.

3) H. Thielsch, "Stainless-steel Weld Deposits on Mild and Alloy Steels," *Welding Journal*, Vol. 31 (1952), No.1, p.37s-64s.

4) M. Okada and H. Ikawa, "Fundamental Researches on Austenitic Welding of Various Plain Carbon and Alloy Steels-Part I", *Technology Reports of the Osaka University*, Vol. 4(1954), No. 105.

5) *Welding Handbook*, 1950 ed.

6) 井川, "Cr-Mo 鋼電弧溶接部の加熱による硬度変化について", 昭和29年4月、溶接学会春季講演会講演

溶 接 ペ ン ス ト ツ ク

大阪大学工学部 渡 辺 正 紀

ま え が き

電源開発はわが国における最重要事業の一つであつて通産省公益事業局の電力5ヶ年計画によると昭和32年度の電力需要を534億K.W.H (昭和27年度378億K.W.H)とみて⁽¹⁾これに応じうるために

水力398万K.W. 火力148万K.W. 合計546万K.W.

(昭和27年度末 水力609万K.W. 火力302万K.W.)

を開発しようとしている。上記の予定開発額をみてわかるように開発の主力は水力発電におかれていることは明らかである。

このような時期に水力発電所においてダムあるいは水槽と水車を連絡しているペンストツク (これはもし破損した場合を想像すると水車、発電機の破壊、流失などの発電所の機能を完全に停止させるような大きい被害が考えられるため非常に重要視して、些少の事故も起きないように特に充分な注意の下に設計、製作されるものである。) について説明をすることも無意義でないと思ひ筆を進めることにした。

なお題名を「溶接ペンストツク」としたのは最近溶接技術が進歩してきたため、ペンストツクの製造は以前の鋸接に代り、溶接によることが常識化されつつあるので特に溶接によつて作られるペンストツクを対象として記述しようと考えたためである。

I 概 説

水力発電所において水槽と水車を連絡している圧力管はペンストツク (Penstock) と呼ばれているが、これに使用する管は鉄管だけでなく木管、鉄筋コンクリート管などもある。しかし木管は寿命が短かく危険であり、鉄筋コンクリート管は不経済なことが多いため普通は鉄管が使用されている。

ペンストツクには管内の水圧に異常上昇を来す水槌作用 (Water Hammer) などがあるため引張強さならびに延性に富んだ軟鋼管が多く用いられ、薄鉄管は余り用いられないのが普通のものである。この軟鋼管も製作法によつて鋸接管、溶接管あるいはその混用管に分けることができるが、最近は溶接技術の進歩に伴ない溶接管がペンストツクを中心になりつつある。

溶接管の長所としては次のような事柄が考えられる。

a) 鋸接の場合にはその接手効率が60~80%にとられているが、溶接の場合には80~100%にとることができるから管胴板を薄くして、材料の節減が可能となる。

b) その他にも溶接を採用した場合には鋸材や当て板などの節減ができ、また工程も簡素化されるため製作経費の節約が期待できる。

c) 鋸接の場合には接合し得る板厚に制限が考えられるのに反して、溶接の場合にはいくら厚板になつても接合ができるから、最近のように大口径でしかも厚板を使

用するペンストツクには熔接の方が適している。

d) 紙の頭は管中の流れにたいして抵抗力を及ぼすが熔接管の場合には内面が滑らかであるため摩擦損失水頭が少ない。

e) 紙接の場合には紙頭で腐蝕が促進せられるが、適当な熔接を行えば、このような心配は少ない。

f) 紙接の場合設計時に考慮したよりも大きい圧力が何等かの原因によつて作用した時、紙のゆるみのため漏水するおそれがあるが、熔接の場合には破壊を生ずるまで漏水にたいする心配は不要である。

以上のような利点を考えると熔接管がペンストツクの中心となりつつあることも首肯できるであろう。

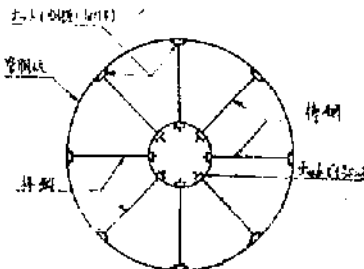
しかしながら未だ熔接ペンストツクの設計製作にあつてその基準となるCodeはわが國においても、その他の國においても全国的に統一され、成文化されたものとしては存在していないようであるから早く權威ある統一された Code が出る事が望まれる次第である。米國においても設計は ASME Code for Unfired Pressure Vessels および API-ASME Code for Unfired Pressure Vessels for Petroleum Liquids and Gases に従つて行い、製作は註文主の出す指示書によつて行つて完全には統一化されてはいないがこれらの Code はかなり参考にするべきことが多い。

以下数節にわたつて熔接ペンストツクの設計、製作時に考慮すべき点を、著者の関係している関西電力水圧鉄管研究会で研究作製中の「熔接ペンストツク標準指示書」の資料を参考としながら述べることにする。

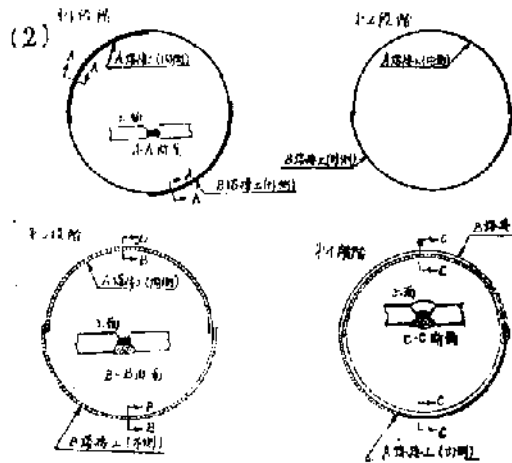
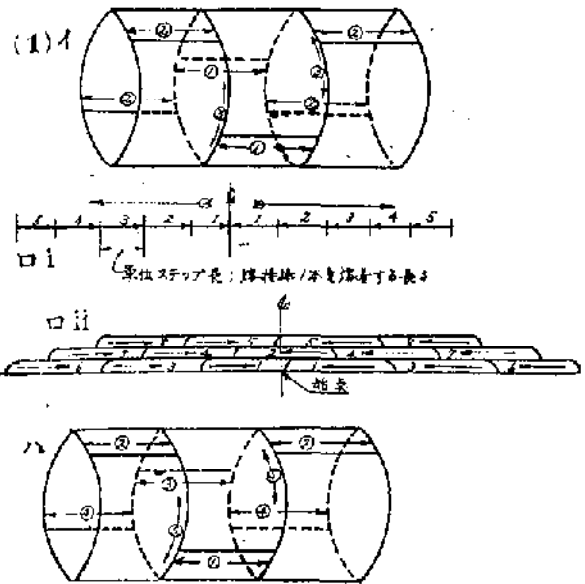
Ⅰ 設計時に考慮すべき点

設計時には最低経費をもつてしかも優秀な製品ができるように最適な熔接法を決定することが必要である。そのような見地からすれば熔接法の選択を製作工程にゆだねることは妥当なことではなく、熔接を工場で行うか、現場熔接にするかの決定や熔接条件、熔接順序などは設計時に検討して製作図の中に明示しておくべきである。

設計時において、強度部材の熔接には突合せ熔接の方が隅肉熔接よりも強度上信頼がおけ、しかも重なり代がないため材料の節約もできるから極力突合せ熔接



水2圖 異径保持器の一例



水1圖 熔接順序の一例

(1) 異径管用の工場内熔接順序

(イ) 平接熔接順序

注1. 熔接は回転器具上にて下向き姿勢にて施行すること。

2. 内面の熔接を完了し裏ハツリ後外面の熔接を完了す。

3. ○内の数字は熔接順序を示す。

(ロ) 丁差し熔接順序、斜接後進法を示す。

(イ) 斜接の一般方向

(ロ) 多層底の場合の熔接順序

(ハ) 自動熔接順序

注1. 外面の熔接を完了後内部スライダを取出し内面の熔接を完了す。

2. ○内の数字は熔接順序を示す。

(2) 現場内異径手組熔接順序 (A.W.S. Welding Hand Book P-1 31による)

ができるように設計するとか、下向熔接は立向、上向熔接に比べて作業がしやすく、したがって優秀な熔接結果が得られるため、できるだけ下向熔接が可能になるように心掛けることは当然のことであろう。また熔接はできるだけ工場内(仮工場も含む)で行い、現場熔接をさけるようにすべきであるが作業の都合でどうしても工場熔接ができないときには、現場熔接の行われる部分が管路系全体からみて最も応力の小さい部分になるようにするべきである。

熔接順序は変形および応力を最少にするように定めるべきであつて熱が接手の方向に分散するような対称法、後退法、飛石法などの熔接法とともに変形をできるだけ周辺に逃し、変形を打消すように熔接順序を採用するのが原則である。現在行われている熔接順序の一例を示すと第1図の如くである。

一般に管周板の板厚の決定にあつては普通次式が用いられている。

$$t = \frac{PD}{2Sf} + C$$

ここに t : 板厚 cm , P : 設計内圧 kg/cm^2 , D : 管内径 cm ,
 S : 材料の許容応力 kg/cm^2 , f : 接手効率,
 C : 腐蝕に対する余裕 cm ,

この式で f が大きくとれると t は他の条件が同じであれば当然小にすることができる。関西電力水圧鉄管研究会では接手効率として突合せ熔接の場合には第1表の値をとることを推奨している。このような値を与えたのは熔

第1表 接手効率

	炉中燃焼	低温応力緩和法又は局部焼鈍	X線検査	接手効率
応力除去の必要なもの	施行	---	施行	100%
応力除去の不要なもの	---	施行	施行	95%
応力除去の必要なもの	---	---	施行	100%
応力除去の不要なもの	---	---	---	85%

接構造物の信頼度は結局熔接の質如何に支配され、その質の判定にはX線検査が最も有効であるため、熔接後X線検査を行つて合格したものは信頼性が非常に大きいと考えることができるからである。なお一般に板厚の決定には上式が使われているが、これは薄肉内圧円管とみなした場合の式であつて内圧のみに重点をおいているがその他次のような応力についても、応検討を加えておく必要がある。

管および水の重量による交台における応力

外圧による撓曲応力

管を小交台によつて交えられた連続梁と考へたときの曲げ応力

管の温度差により生ずる応力

管の軸方向自重による応力

補剛管陸近の影響による曲げ応力

(その他にも各種応力が考えられる)

鋼材および熔接棒について

ベネストツクも製造方法が銲接法から熔接法に代るとともに銲接時代には余り問題とならないようなことでも熔接の場合にはかなり問題となることがあり、鋼材の選定に際しても良好な熔接ができるように化学成分などにより制限が加えられるようになり銲接管の場合よりも一層の注意が必要となつた。

またいくら鋼材がよくても熔接棒が適当なものでなければ完全な熔接は得られないから、鋼材の選定と同様に熔接棒の選定も重要なことである。

a) 鋼材

熔接構造用鋼材で最も重視しなければならないものの一つは切欠感度である。これは切欠感度の高い鋼材を構造物として使用した場合、脆性破壊を起す可能性が大きくなり非常に危険なためである。しかるにこの切欠感度は板厚や化学成分によつて変るため、鋼材の規格を板厚によつて何段階かに分けて定めている例が多いようである。関西電力水圧鉄管研究会では将来益々大型のベネストツクが製作せられる状況にあり、又自動熔接が広範囲に採用せられることを考慮した日本の製鋼技術などの点からみて次のように分けることが望ましいとしている。

- 1) 厚さ 12.7 mm 以下の管周板にたいしては JIS G 3016 の SM41 または同等の性質を有するもの。
- 2) 厚さ 25.4 mm 以下の管周板にたいしては JIS G 3016 の SM41W,
- 3) 厚さ 25.4 mm をこえる管周板にたいしては鉚性鋼またはこれと同等の性質を有するもの。

上記の鋼材であれば熔接棒さえ良ければ熔接性も良好であり、満足すべき結果が得られる。参考のため JIS G 3016 の SM41 および SM41W の化学成分および機械的性質を第2表に、また米国において広く用いられている鋼材のそれらの一例を第3表に示しておく。

b) 溶接棒

上記の鋼材を使用した場合には熔接棒としては日本工業規格軟鋼用被覆電弧溶接棒 (JIS G 3524) に規定する棒を、それぞれの特性に応じて使用すれば良好な熔接結果が得られるであろう。その特性は第4表に示す通りである。今までは D4301 型 (イルミナイト系) 熔接棒が多く使用されていたが今後は D4315, D4316 型 (電気索系) 熔接棒の使用が多くなる傾向にあることは好ましいことである。

第 2 表 JIS G3106 に規定せる化学組成ならびに機械的性質

記 号	化 学 成 分			機 械 的 性 質		
	Mn/c	P%	S%	引張強さ kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸 び %
SM 41	—	0.040以下	0.050以下	41~50	23以上	21以上
SM 41W	2.5以上	0.040以下	0.050以下	"	"	"

第 3 表 米國で使用されている鋼材の例 (ASTM A285)

Grade	化 学 成 分						機 械 的 性 質		
	C %		Mn%	P %		S %	引張強さ kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸 び %
	t<19mm	19<t< 50.8mm		酸 性	硫 基 性				
A	0.16以下	0.17以下	0.80以下	0.04以下	0.035以下	0.04以下	31~38	17以上	1085 引張強さ以上
B	0.20 "	0.22 "	"	"	"	"	35~42	19以上	"
C	0.25 "	0.33 "	"	"	"	"	38~45	21以上	"

但し t; 板厚

第 4 表 JIS 規格軟鋼用被覆電弧溶接棒の特性

溶接棒の 級別番号	D4300	D4310	D4311	D4312	D4313	D4315	D4316	D4320	D4330	
被覆剤の系統	—	高セルローズ系		高酸化チタン系		低水素系		高酸化鉄系		
熔着金属の 機械的性質	引張強さ kg/mm ²	44~50	44~50	44~52	45~55	48~55	48~54	48~54	44~48	44~48
	降伏点 kg/mm ²	37~41	37~41	37~43	39~46	39~46	30~44	39~44	37~41	37~41
	伸 び %	25~30	22~28	22~28	17~22	17~22	22~35	22~35	25~30	25~30
	断面縮少率 %	≧ 40	≧ 35	≧ 35	≧ 25	≧ 25	55~75	55~75	≧ 40	≧ 40
	衝 撃 値 kg.m/cm ²	10~14	7~11	7~11	3.5~7	3.5~7	10~18	10~18	7~10	7~10
電弧の状況	吹付型	強力吹付型		總 括	D4312より 一層安定	短かく保つて要あり		吹付型	吹付型	
熔 込	大	大		中 庸	D4312より 少	中 庸		大電流にて大なる熔込を得	大	
スラッグ の 状 況	多量、カ パー完全	少量、カパー完全、剥離容易		稠密、カ パー完全	同 左	多量、剥離容易		多量、カパー完全	少量、稠密流動性少し	
ビード外観	美	稍 雑		美	同 左	美		美	美	
内部組織	優 秀	良 好		不 純 物 在	D4312より 良	良 好		優 秀	優 秀	
主なる特徴 或いは用途	D4300はイルミナイト系を使用した場合にA、B、SではD4311型として暫定的に認められているが、D4320に属するものである。軟鋼に使用して造船建築に用いられる。	オールポジションの溶接、特にX線の検査を必要とする複雑な立向及び上向の溶接に推奨される。軟鋼に最も多く使用、しかし亜鉛メッキ鋼板や低合金鋼にも使用し得る。代表的利用分野は造船、建築、橋梁等の構造物貯蔵タンク、管および高圧容器の附属物等。		オールポジションの溶接棒であるが立向と上向の溶接に多く使用される。特に一層高速の水平開肉溶接に推奨される。工作および取付の不整な接合、高炭素鋼に適用。	溶接の立向下通溶接に最も適す。	D4310、D4311より機械的性質良好。合金鋼、高炭素鋼、高純度鋼への利用の外に可鍛鉄、鋳鉄、鋁銅や鍍板の溶接その他溶接棒の用途に適用できる。		この溶接棒は厳重なX線検査を必要とするよび下向の溶接に推奨される用途は高圧容器大型機械台等厚板の下向高速溶接に適用する。		D4320より下向の高速溶接に適用して深く深い溶接に特に適している。用途はD4320と同じ。

第 5 表

(a) 現在我国において使用されている自動溶接心線、フラックスの組合せの一例

溶 接 法	フ ラ ッ ク ス		心 線		製 造 者
潜 弧 溶 接 法 (Submerged Arc Welding Process)	Unionmelt	キ 20	OxWeld	No. 30	Linde Air Product 社 (米)
	"	キ 80	"	"	"
	"	キ 50	"	No. 43	"
	Lincolnweld	780	Lincoln	L-60	Lincoln Electric 社 (米)
顕 弧 溶 接 法 (Visible Arc Welding Process)	Seamec Electrode			Fuscare 社 (英)	

(b) 心線の化学成分、一例

化学成分 (%)		C	Mn	Si	P	S	Cu
Oxweld	No. 36	0.14	2.05	0.08	0.018	0.018	0.14
"	No. 43	0.06	0.25	0.01	0.009	0.013	0.07
Lincoln	L-60	0.13	0.54	0.01	0.006	0.023	0.06
Seamec		0.08	0.57	0.01	0.017	0.037	0.12

(c) フラックスの化学成分一例

(化学成分%) フラックス名称	SiO ₂	MnO	MnO ₂	FeO	CaO	CaF ₂	MgO	Al ₂ O ₃	BaO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	F	P	S
Unionmelt ≒20	54.52	0.30	—	1.03	31.82	—	9.24	3.81	—	0.20	0.40	0.24	0.70	0.11	0.042
" ≒80	37.95	7.20	—	1.60	25.30	—	12.10	10.55	—	0.60	2.21	0.35	1.70	0.022	0.025
" ≒50	40.20	40.69	—	2.93	6.21	—	0.90	3.42	2.36	—	—	0.43	2.38	0.061	0.028
Lincolnweld 780	43.56	22.32	21.41	5.87	3.24	—	0.10	3.74	0.96	—	1.04	0.40	0.90	0.102	0.125
Seamec	24.96	17.33	—	3.219	0.77	—	—	4.18	—	—	0.74	2.89	—	—	—

また自動溶接機により溶接を行う場合には心線とフラックスとの組合せについて充分な考慮を払うことが必要であるがわが国において最も多く使用されている例は第5表の通りである。

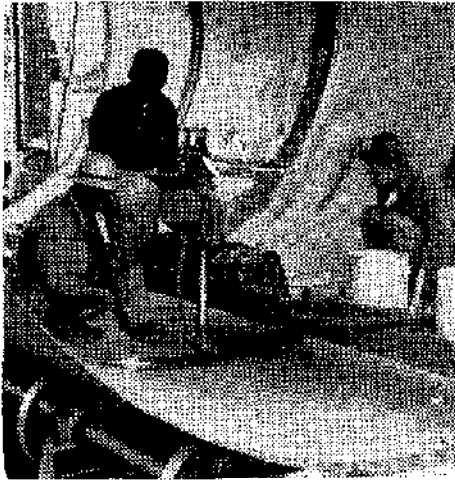
III 製 作

欠陥のない優秀なものができるか否かはこの製作工程中の成績の如何に影響されることが非常に大きいことは言うまでもないから製造者はこの工程中の各段階にたいして細心の注意を払わねばならない。

まず製作図面によつて現図を描きそれによつて正確な研ぎを行い、その研ぎに従つて溶接線などを自動ガス切断または機械切削で仕上げるのであるが、溶接線は普通自動ガス切断によつて作られることが多い。その後

管胴板はローラーならびに水圧機を使用して正確に円形に曲げられるのである。このようにして曲げた管胴板は真円保持器(第2図)などを用いて真円に保ちながらローラー支持台上にのせて下向突合せ溶接を行う。なお溶接は自動溶接を行う方が手溶接より便利が多く、American Bureau of Reclamation ではベンストックはできるだけ自動溶接で作製することを要求しているほどである。自動溶接中の一例を第3図(中)に示す。

溶接部の開先形状は溶接結果に大きい影響を与えるから正確に作製しておかねばならない。特に自動溶接ではこの影響が大きいから注意する必要がある。また開先面に錆、塗料、水分、油分、塵芥などがあると溶接時の機械性質を劣化させるから溶接前にワイヤブラシやガス筒などで清浄、乾燥することが必要である。また二層以



第 3 圖

上の熔接を行うときには前の層のスラッグなどを丁寧に
 取除いておかねばならぬことも当然のことである。

熔接を行う場合の順序は変形および残留応力をできる
 だけ小さくすることに定められたものであるからこの定
 められた順序通り行う必要がある。

風雨空中の熔接は溶接部に種々の悪影響を残すから、
 さげるようにするべきである。また冷却時の熔接も亀裂
 を発生するおそれがあり望ましいものではないが、気温
 10°C以下の場合でも熔接線上を巾約75mmにわたって約
 70°Cに加熱すれば熔接を行つても 差支えなどされてい
 る。

熔接後応力除去のため炉中焼鈍とか局部焼鈍、低温応
 力緩和法などが要求されることが多い。普通板厚 25.4
 mm 以上の板を使用した場合には管全体を炉中に入れて
 600~650°C に熟し徐冷する 炉中焼鈍をしているが、こ
 の方法が適用できないような場合には局部焼鈍とか溶
 接線の 両側をおのおの 100 mm の巾にわたって 150°~
 200°C の温度に加熱し直ちに水冷する低温応力緩和法を
 行うとよいであろう。低温応力緩和法でどの程度の応力
 緩和ができるかの一例を第 4 圖に示しておく。

V 検 査

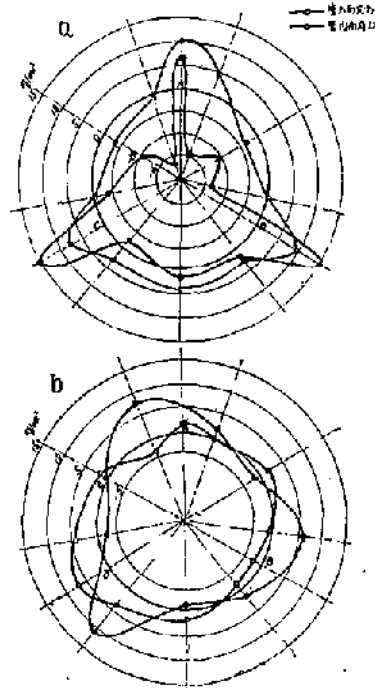
完全な溶接を得るためには十分な検査が必要である。
 検査は溶接終了後のみに行うだけでなく、溶接施工前、
 施工中、施工後の三期にわたって行うべきである。

まず溶接施工前の検査では開先の角度、間隙の寸法、
 目遣いの程度、溶接部表面の清掃の良否などを調べるの
 であるが、これらが不適當であれば好結果は得られない
 から厳重な検査を行う必要がある。

溶接施工中には溶接順序が定められた 通りになつてい
 るか、棒径、電流、進轉法、アーク長、熔込みなどが適當

であるか、また各層間のスラッグの清掃が完全かなどを
 調べると同時に裏ハツリの状況は特に厳重に調べなければ
 ならない。

熔接終了後の検査には外観検査、トレバノンダや X
 線などの透過検査がある。外観検査ではビード表面の良
 否、アンダーカット、オーバーラップ、ピンホール、ク
 ラックなどの有無、クレーターの状態、スラッグ、スパ
 ッターの除去の良否を検査するとともに隅肉の脚長、突
 合せ部間の余盛などの寸法についても、規定寸法以上の
 ものは歪を増大し応力を集中する可能性があるから、規
 定寸法になつていないか否かを調べるべきである。内部欠



第 4 圖 低温応力緩和法による応力緩和の一例

- (a) 溶接のままの縦方向残留応力分布
 - (b) 低温応力緩和後の縦方向残留応力分布
- 注: 試験鋼管寸法

- 1. 内径 1,450mm 板厚 25mm 管長 1,000mm
- 2. 管長中央部における残留応力を示す。
- 3. A, B, C は溶接を手位置を示す。
- 4. 溶接開先は X 型にして手溶接 10 層施

隙を調査するには X 線透過検査を行うことが原則である
 が、γ線検査や超音波または磁気検査によつて代用する
 こともある。重要な接手部は外観検査のみですますこと
 なく必ず X 線検査を行い良好な溶接であるとの保証をも
 つべきである。

VI 結 び

以上溶接ベネストックの設計、製作時に考慮すべき点
 について簡単に述べた。

現在わが国においては非常に多くの溶接ペンストックが製造されているが、未だその設計、製作時に基準とすべき Code が決められていないため、各注文主と製造者によつてそれぞれ異つた観点に立ち、設計製作が行われ、考え方に混乱を生じていることも少なくないと思う。故に早く統一された思想の下に Code ができることが望

まれるわけである。

文 献

- (1) 藤波恒雄：日本機械学会誌 第56巻 第413号 (昭和28年6月) P. 453～P. 460
- (2) 川崎造船所提供の資料による

船 舶 の 溶 接

三井造船株式会社* 笹 山 徳 太 郎

1. ま え が き

終戦以来既に9年を閲するが、其の間にあつて船舶に関する論議を行う場合、主材料である鋼材、及び、船体設計、工作法、さては造船所論から設備さるべき一つの機械に至るまで溶接との関連を度外視しては全く話が成り立たなかつた。

我國は勿論、米・欧の造船、溶接界の学者、技術者は、あらゆる角度から、然もあらゆる問題に亘つて検討し、発表もされて來て居るが、此の分野に於て、研究されねばならぬ問題は、地球の廻転と共に、はてしなく続くが如き現状である。

想ひ起す昭和24年發表された技術白書は、我國溶接技術が、米・欧の夾れに比しやく40年ズレがあるとキメツケて居たが、優秀なる我國工学者の懸命の努力は短年月でよく米・欧・に比肩し得るまでになつて居ると云えよう。

溶接学、技術の驚くべき発達は、船体構造への適用を容易にし所謂、Block 建造法の因をなし、引いては造船所に於ける工場配置、機械に大いなる変革をせざるを得なくしたのであつた。

2. 我國に於ける船舶の溶接の概観

日本に於ける溶接の発達をヒモトカンには、旧日本海軍に於ける溶接艦艇の建造推移を知れば凡その概観を知り得よう。

即ち昭和5～6年、元海軍工廠に於て建造された、軍艦、「八重山」に溶接が大々的に応用されたのを手始めに、昭和8年、元横須賀海軍工廠に於て建造された潜水母艦、「大鯨」の溶接使用範囲、是は当時内外を亘じて其の比を見ずと云われたものであつた。

今で云う溶接使用率90%とでも云えようかと思ふ。惜しい事に此の艦の建造上の記録、殊に、溶接施行途上に於ける船体の変形の状態と、天候に依る船体変形の状態との関係は、大きい船を溶接で建造する場合貴重な参考となつたと思ふが、終戦のドサクサ時燻却してしまつた。

前者は	水線長	89.00m
	最大巾	10.65m
	基準排水量	1,135t
後者は	水線長	210.00m
	最大巾	19.58m
	基準排水量	13,360t

又今日残つて居る文献を見るに、旧海軍技術官に依つても幾多の貴重な研究実験が行われて居た事が伺へる。

然しながら、昭和7年～8年元海軍工廠に於て建造の巡洋艦「最上」に於ける建造時と、それにも増して、昭和10年9月突如として起つた第4艦体事件(駆逐艦「初雲」「夕霧」「世月」空母「龍驤」「鳳翔」等が船体切斷、又は艦橋、飛行甲板、等を圧壊し乗組將兵に多数の犠牲者を出した大事件なるも一般国民には当時真相は秘匿されて居たものであつた)以來旧日本海軍では僅かに戦争末期に潜水艦体に可成りの溶接を使用した以外に、水上艦艇には甲板に「滑り止めストリップ」を溶接するのさえ慎重であつたと云つた方針が採られたのであつた。

一方当時の商船建造への溶接使用は誠に微々たるものであつた。

我國民間溶接の沿革を尋ねれば、遠く大正3年三菱造船所の福垣氏(故人)、岸武氏(後三井造船に移り而して溶接を確立し現在宇野に健在)等が「スエーデン」に渡り「ケルベルヒ」工場より溶接技術をもたらしたのが嚆矢であつて、其の後藤波孝四郎氏、平石元照氏、岡本

* 三井造船KK 岡山県玉野市玉