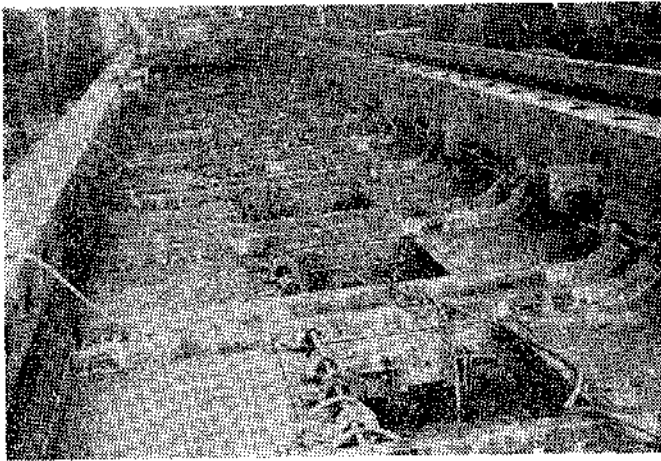


第8図に示すものは客電車の側構組立用治具である。客電車の側構は長さ20m、高さ3mもある関係からその組立は床面積を奪う意味もあつて堅型治具で行うのが普通である。堅型治具で強力な拘束溶接



第 8 図

を行うことは一寸と困難であり、且つ溶接姿勢が立向、横向が大部分であるためスムーズな作業が行えない懸がある。この欠陥を除き且つ治具の使用効率を上げるために蝶番式廻転治具が案出されたわけである。この外、治具のベツトを固定式(定盤)にして各車種に適用できるようにスリットを設けたいわゆるユニバーサル治具も最近試作された。これに移動式の拘束装置を併用するわけであるが、この装置の代りにワンサイド式のスポット溶接機を備付ければ面白い作業が出来るのではないかと関係者でその活用方を研究中である。

8. スポット溶接の活用

車輻溶接の新しい分野として一番利用の面の多いのはスポット溶接である。アメリカでは、ユニオンメルトで板接ぎした外板を骨組に溶接するのは皆スポット溶接に拠つているようである。わが国でも車輻部会が中心となりスポット溶接の実用化について研究をはじめて2年あまりになる。すでに鋼板のスポット溶接に関する基礎実験は終りその成果の一部は溶接学会26年度春季講演会で鉄道技術研究所平塚氏により発表されている。実用化の面では、バナル式スポット溶接機によりドア類の製作が行われている程度で道達しの感がある。これは一つに設計と設備の問題に帰するのである。車輻構造が手溶接を主とした設計に基づくものであり、スポット溶接機のポータブル式のもの、ワスサイドシステムのもの或は多電極

式のものより安価に提供される日が来ない限り車輻のスポット溶接化にはかなりの時間を要することと思われる。

9. む す び

以上で車輻溶接の概要を述べたわけであるが、車輻の溶接作業は地味乍ら堅実な歩みをみせて居り、手溶接より徐々に自動溶接化の方向に進んでいる。併し乍ら車輻の組立作業をすべて自動化することは、わが国の車輻の需給関係から考えて不可能な面がある。従て手溶接作業をもおろそかに出来ないもので絶えず関係者間で実地作業を再検討している。

高温高圧ボイラーの溶接に就いて

新三菱重工業K.K.神戸造船所 高 木 乙 磨

(井川助教授紹介)

1. 緒 言

最近に於けるボイラーは、火力発電所用は勿論船舶用汽機の温度及び圧力も急激に上昇の傾向にあつて、その蒸発量も増加しつつある。蒸汽タービンの負荷の増大と能力の向上の為には更らに大型或いは高速が要求されるので、従つてボイラーの経済性や運転の安定性を考慮して増々高温高圧の高効率の新設備乃至装備が必要となつたのである。

例を米國に於ける火力発電用ボイラーにとつてみると

温度に於いて510°C から538°C 更らに566°C と上昇しつつあり、圧力は69kg/cm² から88kg/cm² と上昇し、更らに125kg/cm² にまで到りつつある状況である。

日本に於いても特殊なものを除いては発電用のボイラーが最高温度、最高圧力を保つていたがその圧力も40kg/cm² 前後から最近では65kg/cm² に、温度も439°C から485°C とまで上昇し蒸発量200T/H から最近では250T/H のものが製作されつつある状況である。尙お515°C、95kg/cm²、蒸発量270T/H のものが計画中であ

る。第一機目はプラント輸入の予定である。而してこの高温高压汽罐の発達に最も大きな貢献をしたものは溶接技術の発達であると云つても過言ではない。最近製作されている汽罐の中特に溶接に依らなければならない罐胴及び管に就いて一般的傾向乃至その一例を挙げて、如何に廣範圍に溶接が応用されているかその概要を述べてみたいと思う。

2. 主 罐 胴

ボイラードラムとしては汽水胴、又は集汽胴としての罐胴がある。米國に於ける圧力 70kg/cm² 以上の罐胴は 100~120 号級の厚板を曲げて全部溶接接手に依つて完成している。最も溶接工事中の重要な部分であり、殊に厚みが増すに従つて高度の溶接技術が要求されるのである。

我國に於ける最近製作された數例を示すと

九電築上発電所 140T/H 厚み 70 耗	長さ (円周部) 12 米
	内径 1 米 200
關電尼Ⅱ発電所 200T/H 厚み 55 耗	長さ (円周部) 14 米 300
	内径 1 米 370
中電名港発電所 250T/H 厚み 80 耗	長さ (円周部) 14 米 200
	内径 1 米 370

等がある。

使用される鋼板は勿論 Killed Steel で規格としては

SB45 が大部分である。その化学成分は次の雜なものがある。

C	Mn	Si	P	S	Cu
0.15	0.55	0.18	0.011	0.017	0.11

機械的性質は次の如きものである。

T.S (kg/mm ²)	E (%)	衝擊値 kg-m
46.1	27.0	6.7
46.4	26.0	8.4

一方特殊鋼 (低合金鋼) としては次の様な性質のものが米國に於ては使用されている。(ASTM. 3A-301)

C	Mn	Si	P	S	Mo	Cr
0.18-0.25	0.80	0.15-0.30	0.025-0.040	0.04-0.05	0.40-0.60	0.50-0.70

機械的性質は次の通り (P. SI)

Y.P	T.S #/□"	E(2")%
0.55 × T.S	70,000~82,000	1,750,000/T.S
最低 40,000		

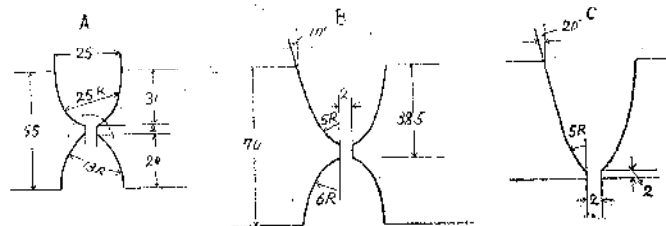
而してこれ等の材料を溶接する溶接棒としては主として ASTM の E6020 又は E7020 のイルミナイト系の Slag Shilded Type の棒が使用される。その化学成分及び熔金の機械的強度は次の様なものである。

	C	Mn	Si	P	S
E6020 (八崎)	0.10	0.33	0.061	0.028	0.021
E7020	0.082	0.40	0.03	0.013	0.026

	Y.P	T.S	E	衝擊値 (kg-m)
E6020 (八崎)	34.9	47.0	34.5	10.6/11.8
E7020	43.4	49.7	28.0	—

溶接施工に當つては特に厚みが増すに従つて注意が肝要であるのは勿論である。又開先の精度も要求が高くなる。

開先形状の二、三の例を示すと第 1 図の様なものがある。



第 1 図

手溶接の場合は両面開先であるが、最初に溶接を施工した反対側の溶接溝は、第一層目の裏側から研りつつ溶接する必要があるため両面对称ではない、この寸法は Drum 全体の歪を少くするためと溶接熱に依る内部応力の相殺を考慮の上決められるべきである。

又機械溶接の場合は片面開先が用いられている様である。従つて開先の開きは 20°位を適當としている。扱て熱々溶接施工となると先ず予熱を行い溶接線全般的に 150°C~200°C の範圍で平均に予熱をしてから溶接に移らねばならない。

次に重要な事は溶接による応力除去の手續である。罐

生産と技術

鈍は電気炉又は瓦斯炉に依り全体焼鈍を次の標準で行うのが普通である。

温度上昇 品物を均一に温めるように最少6時間以上費して徐々に熱する

保 温 60°C ± 12°C (T/25時間) Tは熔接部の最大厚さ mm

温度下降 徐冷

放 冷 250°C以下、静止せる空気中にて冷却してもよい。

尙低合金鋼の場合は合金の割合に依り異なるがCr 1%、Mo 0.5%程度のもは次の標準が推奨されている。

温度上昇 316°C以上 704°C迄 204°C/hr
又は 204°C/T

保 温 704°C ± 4°C (T/25 × 2) 時間

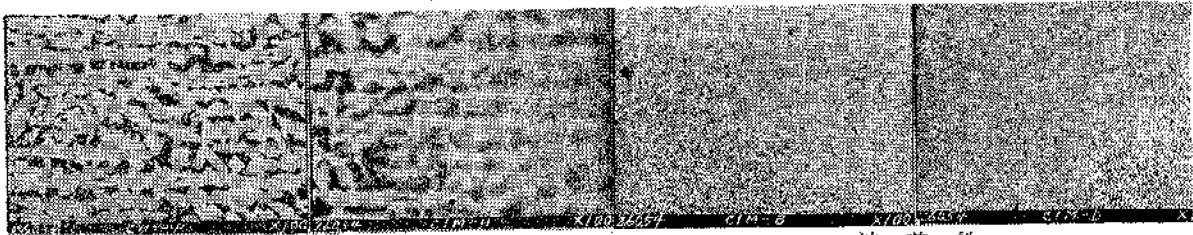
温度下降 204°C/T/25

放 冷 316°C以下、空冷

焼鈍が済んだら全接手に亘つてX線写真を撮つて検査を行う訳である。

厚み50耗位迄は25万ボルトでよいが70耗以上になったら40万ボルト乃至100万ボルトX線装置によつて検査されるべきである。何故ならば規格に示された Penctranter は板厚 2%の欠陥が判定されれば良い事になつてゐるが板厚 100耗にもなれば2%でも2耗の欠陥となるので特に重要な Drum 等に於いてはせめて1耗程度の欠陥をも検出し得る位にせねと成品としての信頼度が低い事になる。従つて 100万ボルトX線を使用すれば板厚の1%まで検出し得るからである。

X線に依る検査が終了したら水圧検査をして最後の機械加工に移される訳だが、若しX線検査に依り欠陥が見出されたらその部分を切り取り再熔接する事になる。勿



母材 境界部 熔着鉄

第 3 図

論再熔接した場合は焼鈍を再びやり直す事になるので、この点からも非常な手数であるから Drum の熔接は極めて慎重になされる必要がある。

この外に試験板を Drum の熔接と同時に行ふ必要があり、水圧検査までにはその試験板から各種の試験がなされるのである。筆者の担当した最近の Drum の試験成績の一例を示すと次の様なものがある。

A 接手試験

	抗張力 kg/mm ²	切断位置	伸 %
母 材	48.1~52.0		21.0~30.5
試片 A	48.2	熔 接	38.6 ※
試片 B	47.7	〃	38.4 ※

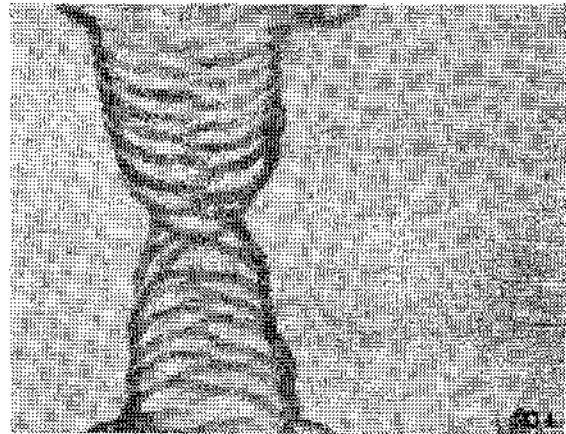
※自由曲げ試験で180°まで曲げた時の伸率

B 熔金試験

	降伏点	抗張力	延伸率	衝撃値 kg-m	比 重
A	39.0	45.9	28.9	8.4	7.8335
B	39.7	47.1	29.8	9.5	7.8360

C 顕微鏡試験

① 断面の Macro 写真 (板厚 68%)



第 2 図

② 境界部の顕微鏡写真 (第3図)

第4図写真は Drum の熔接部を100万ボルトX線装置で検査している状況である。

3. 過 熱 管

我国に於ても過熱蒸気の温度は 485°C まで実用されている状況でその管の材料も殆んどが Cr-Mo 鋼である。斯くの如き合金鋼は加工も困難であるのみならず、

熔接の様に熱を加える場合には急冷硬化の傾向があるので特にその施工には細心の注意がなされるべきである。

次に示すものは Cr-1% Mo-0.5% の低合金鋼の材料及び熔着金属の諸性質である。

A 管材の化学成分及機械的性質

C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S
0.20	0.13	0.39	0.94	0.49	0.027	0.027

降伏点 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸率 %
34.0	44~60	28~30

B 熔着金属の諸性質

C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S
0.10~ 0.12	0.19~ 0.21	0.39~ 1.48	0.97~ 1.09	0.27~ 0.32		

降伏点	抗張力	伸率	衝撃値 kg-m	Creep limit (530°C)kg/mm ²
39.9	52.7	28.5	8.85	24



第 4 図

C 顕微鏡組織 (第 5 図)

管の熔接は工場内では Flash butt welding か Induction welding が行はれるが管密とか又は現地に於ける熔接はすべて電弧熔接に依るのが普通である。

米国に於ける過熱器用材料としては次の様なものが用いられている。即ち 875°F までは、C-Mo 鋼 (Mo0.5%) それ以上は上記の様に Cr-Mo 鋼 (Cr0.5%, Mo0.5% 又は Cr1%, Mo0.5%) である。特に高温部に対しては Titanium 又は Columbium を加へたものや Vanadium を加へた Mo 鋼 (Mo-1.35%, V-0.16%) から、18%Cr 8%Ni の Stainless 鋼を用いている。

これ等のものは熔接技術も特殊な考慮がなされねばならない。

4. 主 蒸 汽 管

この管はバルブと共に高温高压になると最も重要な部分の一つである。

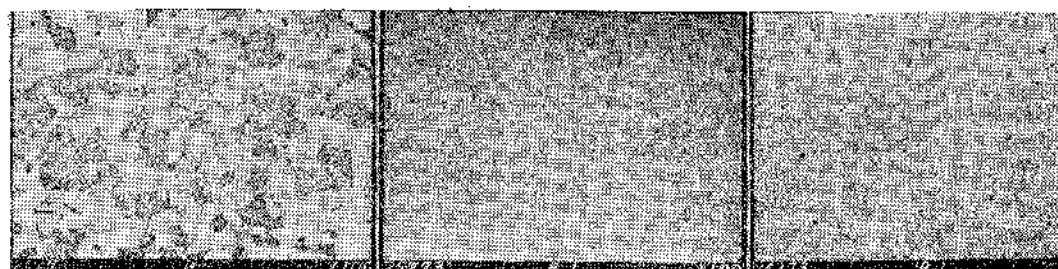
而も管に至つては熔接を利用されねば製作不能なところに慎重な研究がなされつゝある。

特にその高温用管材としては、Creep 及応力に依る破壊、高温に於ける材料の安定性即ち腐蝕又は酸化に対する耐力、加齢脆化、黒錆化等から材料の加工性、熔接性、膨脹系数に至るまで、材料製造者、汽機製造者、並びに使用者等に依る密接な運籌の下に使用されねばならない。就中熔接棒の選定、熔接施工法、熔接工の訓練等、熔接技術の研究がなされつゝある現況である。

我国に於ても最近、製造後 10 年~15 年経過した主蒸汽管が相次いで事故を起しつゝある現況に鑑み、既設の Pipe の修理も勿論、新製作に當つては特別な考慮が払はれている一つの証左として、関西電力を中心に、学者、使用者、製造者の技術者をもつて研究が進められている状況である。

特に Flange 部の熔接は事故の基になる可能性が多いので Flange を極力少くして現場熔接が用いられているので熔接施行に就いては殊更らにその訓練を必要とする。

次に米国 Seward 発電所の主蒸汽管熔接の仕様と、我国に於ける九電築上発電所の主蒸汽管熔接の一例を示



母 材 境 界 部 熔 着 金 属

第 5 図

すと

A Sewaren 発電所

蒸気圧力 1730lb/□"-max., 1635lb/□"
-normal

蒸気温度 1100°F-max., 1050°F-
" "

管 材 ASTM-213-46 T-21

Cr 3% Mo 1% C 0.07
~0.10%

外径 16 1/2吋 肉厚 2 3/4"
" 12.75吋 " 2 1/8"

熔接棒 Murex No. 6215 (低水素系)

熔接施工

- ① 予熱 600°F (工場では Gas, 現地では Induction)
- ② 1/2"~5/8" の厚みまでで熔接施工した際に 1300~1350°F 4時間の焼鈍。工場では Gas, 現場では Induction)
- ③ 焼鈍後放射線検査
- ④ 更らに熔接続行し熔接終了後は工場内では 1550±25°F (Gas) 現場では 1400±25°F (Induction) にて1時に就き2時間で、最短2時間の熱処理を行う。
- ⑤ 熔接中は常に 600°F を保持する。
- ⑥ 終了後工場では X 線検査、現場では Gamma Ray 検査を行う。

B 九電築上発電所

蒸気圧力 65kg/cm² (Normal)

" 温度 485°C (")

管 材 住友鋼管 JICM

Cr-1% Mo-0.5% C 0.20

外径 340耗 肉厚 20%

" 50耗 " 6 3/8"

熔接棒 A. O. SMITH (U. S. A)

F. 9013

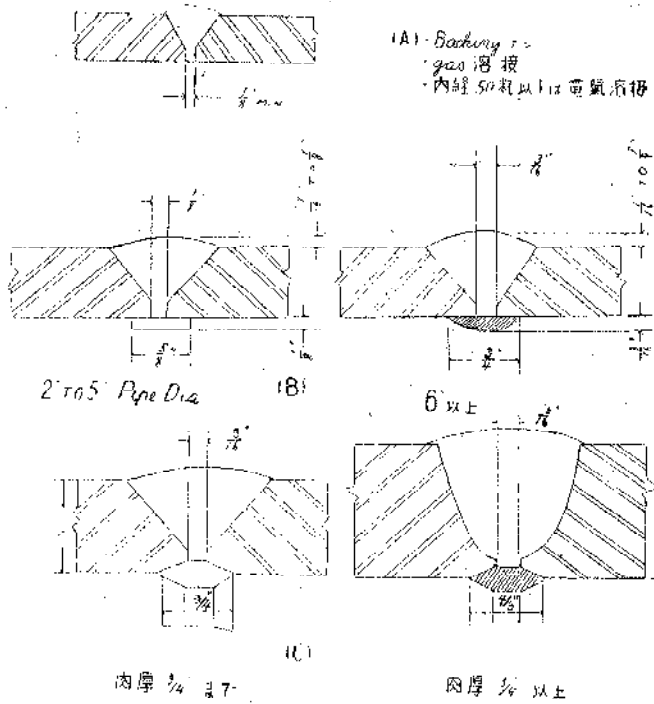
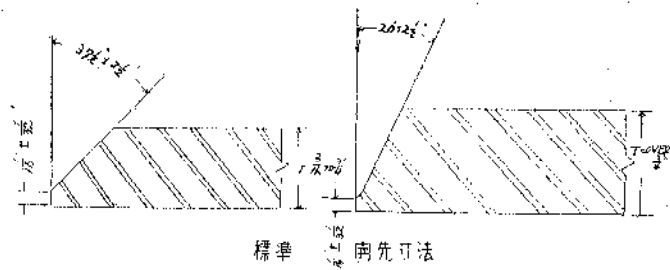
熔接施工

- ① 予熱 260°C Gas
- ② 焼鈍 704°C 工場 (電気炉)
704°C 現場 (Induction)
- ③ 熔接中は 200°C に保温
- ④ X線検査 (工場)
Gamma 線検査 (現場)

第6図は Pipe の接手開先形状である。

(A) (B) (C) は米国に於ける一例でDは我国に於ける一例である。

第7図の写真は Pipe 熔接部の Gamma Ray を撮影



第 6 図



第 7 図

する時のGamma Ray Machineを準備しているところである。この Gamma Ray は筆者の工場に有するもので、その Source は Co-60 の Isotope である。

5. 結 言

以上述べたボイラーに使用される熔接は主として手熔接に依るものを概略説明したのであるが、最近熔接の自動熔接化が行はれていて、米国等では Drum に対しては殆んど自動熔接が用いられているが、我国に於ては未だ実施されていない。

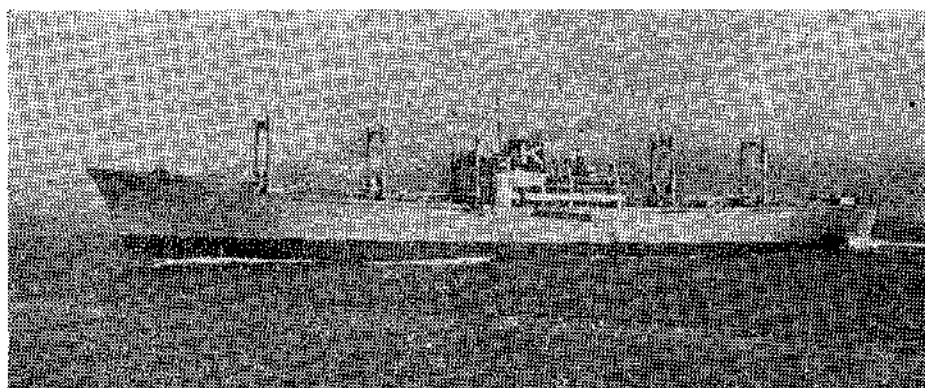
今後この方面の研究を速かに完成して一日も早く自動熔接を実施し、工期の短縮に努力しボイラー製作の

Speed 化を計らねばならない。

特に板厚が厚くなり 100 耗を越すのも間近い事であると思はれる。我国に於ても既に材料方面に於いては Cr 2.25% Mo 1% の Cr-Mo 鋼の試作も完成していると聞かし、最近計画されている Boiler plant の温度 510°C、圧力 90kg/cm² が完成される頃には更らに熔接技術も斯くの如き意味に於て一段と進歩されねばならないと確信する次第である。

造船における熔接の應用

川崎重工業 K.K. 造船工作部 第 2 船殻課 長 吉 田 俊 夫
(井川助教授紹介)



第 1 図

神 川 丸 (川 崎 汽 船)

昭和26年10月31日 川崎重工業 K.K. にて竣工

総噸数 6,965T 載貨重畳 10,853K.T 速 力 最大 19.5kn

熔接使用率： 85%

1. 緒 言

熔接は約20年前船体の余り応力の掛らぬ部分に使用されて来た。其後10年間に急速に進歩して、1940年初より全熔接船が大量に建造されて来た。

熔接を船の建造に応用するに當つて第一に船体への適用であり、第二には機製品への適用である。兩者共に熔接の重要性は極めて大であるが、量的には何と云つても船体への熔接が絶体的に大なる割合を占めているので、以下主として船体に対する熔接を述べて見よう。

戦前我国は造船国として、自他共に其の技術の優秀性を世界に誇つていた。然るに戦時中約10年間の「ブランク」の時代を経て戦後世界の造船界の様相が吾々の眼前に開かれた時、吾々は彼等の造船技術の進歩に先ず驚き

の目を見張つたのである。之を出来上つた船について云えば

1. 驚くべき熔接技術の発達
2. 劃期的な船体構造の採用
3. 廣範圍に渉る輕合金の採用

であり、建造過程を主とする造船所の工作技術の点より云えば、

1. 熔接をあらゆる部材結合に利用
2. 瓦斯切断を加工技術に全面的に導入
3. 強力なる運搬設備の設置
4. 1, 2, 3 項の採用により従来最も困難とされていた、造船工作の科学的管理を実現して質的に量的に又其の經濟性に於て従來の方式を全く一変した