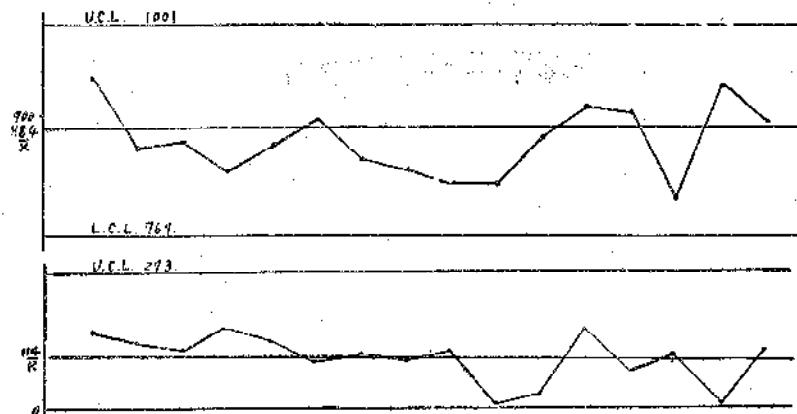


第 6 表 日 々 検 定 試 験

Al-Alloy 61S-T4



RANGE	166	145	130	181	152	107	124	114	133	11	41	186	98	126	21	142	
AVERAGE	942	863	871	839	870	899	855	844	830	830	881	916	911	813	944	902	
TEST	1	999	938	810	955	798	741	787	828	918	886	864	948	957	751	953	977
	2	995	858	863	774	861	834	868	907	785	825	905	994	864	810	946	892
	3	833	793	940	789	950	923	711	793	787	829	874	808	912	877	932	835
SETTING		O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.	O.K.
TIME		8-9-10	10-11	11-12	1-2	2-3	3-4	4-5	8-9	9-10	10-11	11-12	1-2	2-3	3-4	4-5	
DATE		12/1	"	"	"	"	"	"	12/2	"	"	"	"	"	"	"	
REMARK																	
TANK Sev.No.		3692	~					~3746	3747	~						~3805	

## 最近における車輛熔接の概要

鉄道機器製作監督事務所 条 芳 一  
(井川助教授紹介)

### 1. は し が き

・ 鉄道車輛の組立作業に熔接を適用すれば種々の利点があるので機関車、客電貨車共に昭和10年頃より全面的に銲構造を熔接構造に変更している。しかし機関車は高压容器であると同時に常に火焰に曝されて居り、客電貨車は薄鋼板を使用する部分が多くしかもこれ等の薄鋼板は相当大なる荷重を受ける重要な部材で、振動及び衝撃を受けると同時に外部は化粧面として美観も重視される特異な機械構造物である。実に車輛工業の技術のレベルを左右する大切な要素は熔接作業である。

終戦後二年の間は熔接せられる鋼材の不良、劣悪な熔接棒の氾濫、熔接工の技術低下等により車輛の出来栄は決して芳くなかつた。その後車輛工業界の自覚と国鉄並に關係部材メーカーの協力により熔接工技術検定及び

熔接競技会の実施、技術研究の遂行、日本熔接協会車輛部会を中心とした実地作業面の改善により従來の面目を一新して、最近はユニオンメルト熔接及びスポット熔接まで実用化され著しく出来栄が向上して來た。

この報告は最近の車輛組立作業において熔接が如何に利用されているかに重点をおいて取まとめたもので、機関車及び客電貨車の代表的車種について特色のある施工法を採り上げその概要を記したつもりである。何かの御参考になればこの上もない幸である。

### 2. 蒸氣機関車罐の熔接

高压容器の一種である蒸氣罐の製作は特に入念に行う必要があることは、蒸氣罐の熔接構造に関する規格案がすでに昭和17年9月に制定されていることでも明かである。

国鉄の蒸気機関車もその例に洩れず多年の傳統に基づいて製作されて来たが、たまたま大戦のため輸送力増強のための緊急製作、罐頭板の品質低下、溶接技術（棒を含む）の劣悪等の悪条件が重なり、戦時中及び終戦直後製作された機関車 D52、C61、C62 の罐頭板亀裂事故が発生している。

国鉄においてもかかる事故を再び繰返さないため溶接作業標準を制定し、一般法則及び接手別の溶接順序、方法及び開先の形状寸法を決定した。その要旨は次のとおりである。

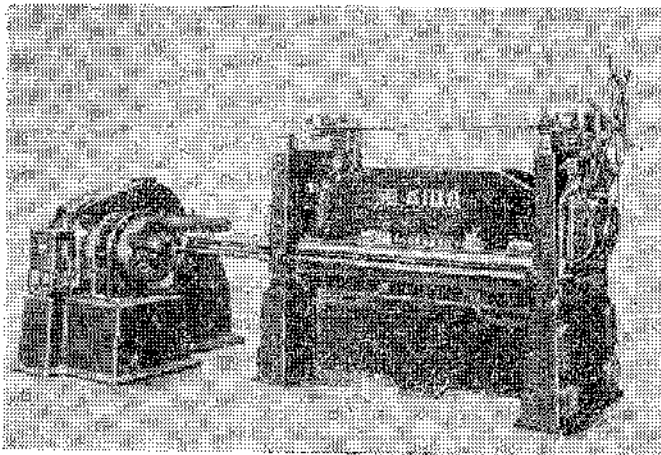
1. 溶接方法は下向溶接を原則とする。
2. 溶接棒は D4320 又は 4330 型を使用し、第1層は 4mm 棒、第2層以上は 5mm 棒を使用する。
3. 溶接開先は機械仕上を原則とし、構造その他の理由によりガス切断を行った場合はこれによる欠陥部を必ず除去すること。
4. 炉内焼鈍を原則とし、やむを得ない場合は局部焼鈍してもよい。
5. 特に指定のないかぎり必ず X 線検査を施行すること。

### 3. 薄鋼板の歪とり作業

客電貨車の外側は薄板の平面構造なので、溶接組立後ともすれば歪が目立ちがらである。殊に客電車は美観が頗る重要視されるのでこの歪除去に関係者がひとしく苦心するところである。

鋼体外板の歪を出来るだけ少くするためには、歪の少ない材料を吟味すること、原板の歪とり作業を完全に行うこと、適切な拘束により溶接歪を抑制すること、鋼体結合後加熱急冷法（お灸作業と俗に呼んでいる）による歪とり等の Element Work を一つ一つ着実に施行しなければならない。これらに関する作業研究の結果得た標準を記すと次のとおりである。

#### A. 原板の歪とりロール作業（第1図参照）



第 1 図

1. 原板の状態が悪く歪が 10mm 程度ある場合には、ロール直径の大なるもの（90φ程度）で荒引きし、次にロール直径の小なるもの（45φ程度）で仕上げる2段作業が極めて有効である。

2. 歪とり効果から言えばロール直径の小さい方がよい。

3. 1段作業で歪とりロール作業を行う場合、ロールの大きさその他は次の標準によると効果的である  
ロールの大きさ 70φ×9本   ロール回数 7～8回  
1hr当りロール枚数 3～4枚

当板皮革類

厚さ、原板と同じ  
幅、100～150mm

#### B. 点加熱急冷法による溶接歪とり作業

1. 加熱温度 最高 600°C とし 500°C 前後が望ましい。

2. 加熱時間 吹管火口 500乃至750番で 2 sec以内

3. 加熱孔径 25mm を標準とする。

4. 加熱孔のピッチ及び配列 客電車では 50～60mm、貨車では 60～100mm とし、孔の配列は正方形又は千鳥形とする。

5. 当板の厚 表、裏当板とも 12mm 以上とする。

6. 当板の締付け 均等に強固に締付け原板との隙をなくなることが大切である。

（註）この作業の詳細については鉄道業務研究資料第8巻第5号参照のこと

### 4. 薄鋼板用高チタン系細径溶接棒とその実用化

従来わが国の溶接棒は JISG8524 に示される D4300 グループに属するイルミナイト系のものが大部分で他の被覆剤の系統（高セルローズ、高酸化チタン、高酸化鉄系）のものは皆無と言つてよかつた。

客電貨車の鋼体外板（板厚 2.3mm の）溶接もこの系統の 3.2mm 棒を使用していたが、鋼体の溶接が作業の性質上立向下進溶接となること及び溶接による外板の歪を極力軽減するためには、従来より作業上がはるかに良く適度の溶込みを有する細径溶接棒が必要なることが関係者に認識され、その具備すべき条件が研究された。

立向下進溶接における作業性能を左右する因子の主なものを挙げると。

1. 作業を最も困難ならしめるものはスラッグの問題で、運轉中スラッグが上方に退避しビードを完全に被覆することが第1要件である。

2. 次に重要なのはアークの安定性であるが、ア

ークの安定性は被覆剤の組成によつて独特の傾向を示すものである。

3. 薄板に対しては熔込みが適度であることも大切な条件である

等である。

これらの諸条件について日本溶接協会車輛部会が中心となり約2ヶ年間スラッグ及び被覆剤の主成分系の代表的な4種類の溶接棒 3.2mm、2.6mm 及び 2mm について研究の結果は

1. 立向下進溶接を行つた場合のスラッグの被覆性については、高チタン系は生成されたスラッグがビードを完全に被覆し、高セルローズ系及び薄被覆系は生成されるスラッグの量が少く薄くビードを被覆する。一般型のは生成されるスラッグの量が多く下部に滴下し一部はビードの両側に附着する。
2. スラッグの流動性に対してはスラッグの熔融点が高く、比重の軽いことが望ましい。
3. アークの安定性においては、高チタン系及び高セルローズ系が優秀な性能を示した。
4. 熔込み及び破面の状況は出来る限り実際に近い状態で観察する必要がある

ことが判明した。

かかる研究が進行されている間に溶接棒メーカー側も新 JIS の制定或は国鉄の購入試験制の実施等の影響もあつて、細径棒に対する関心が高まり神鋼 RB-26、福知山 FI-51 等が生産されるに至つた。

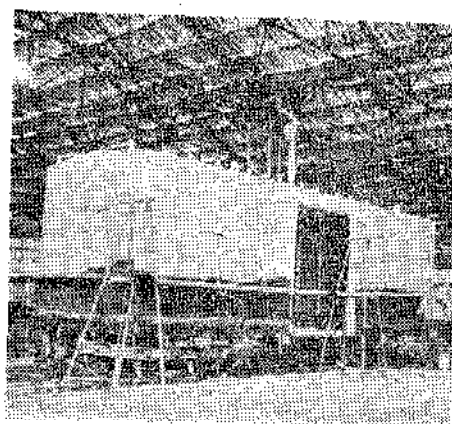
現在客車、電車製作の場合は、溶接棒の使用量、作業時間、歪み量等を総合して 2.0mm、2.6mm 及び 3.2mm を使い分けている。

## 5. ステンレス鋼使用の冷蔵車の

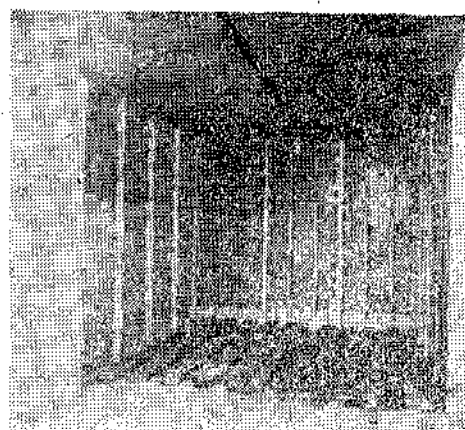
### 溶接

昭和25年度以降に新製されているレ 10000 形式の冷蔵車は、従来の木製冷蔵車と異り最新な設計で、その特徴とするところは内側に保冷層（フェルト）を取付けた普通鋼板製の外部鋼体と外側に保冷層（アルホール）を取付けたステンレス鋼製の内部鋼体とから成つていて、内部鋼体を全部溶接組立してから外部鋼体の屋根の部分からそう入して合枠に28本のボルトを以て締付けることになつていて、内、外部鋼体の遊間が 16mm しかなく鋼体の長さは 8200mm、幅 2700mm で且つ内部鋼体の水槽及び底板は 18-8 Cr-Ni 鋼、側妻板は 13Cr 鋼の合造構造であるから工作上寸度の正確さを極めて要求している点である。第2図は外部鋼体に内部鋼体をそう入したところを第3図は内部の状態を示している。

この組立作業に関しては



第 2 図



第 3 図

1. 歪防止のため加工順序及び方法をよく考える。
2. 適当な治具を使用して歪防止のため強力な拘束溶接を行う。
3. ビード量の過多は歪を大きくするからビード幅を狭くして過度の盛り汗をさける。
4. 溶接棒として C% の低い 18-8-2Cr-Ni-Mo タイプのものを使用する

こととし、更に 13Cr 鋼の溶接条件としては

1. 開先間隙 1.3~1.5mm (板厚2.3mm)
2. 溶接速度 約 6 mm/sec
3. 適正電流値 (A.C.)

棒径 2.6mm に対しては 突合接手 65Amp.

重ね接手 70Amp.

棒径 3.2mm に対しては 突合接手 85~90Amp.

重ね接手 95~100Amp.

を採用した。

なお 13Cr 鋼の C% の限界については、引張、曲げ、ビード曲げ試験及び亀裂試験を実施した結果から C=0.12% を最高とし、できれば C=0.10% 以下のものを使用すべきであるとの結論を得た。

## 6. 貨車製作作業にユニオンオンメルト溶接法の活用

## 生産と技術

車輛の薄板溶接にユニオンメルト溶接法を応用することとはアメリカでは1940年頃から行われているが、わが国ではここ一二年來のことである。

車輛のユニオンメルト溶接に先鞭をつけたのは名古屋の日本車輛本店で、先ず板厚 2.3mm の鋼板の板接ぎ溶接をユニオンメルト化し、次いで台枠の長手メンバー（板厚 9 mm）及びタンク車のタンク（板厚 9 mm）の縦接手及び円周接手に応用し、更に前述の冷蔵車の 18-8 Cr-Ni 鋼の板接ぎに施工中である。これらの効果を要約すると次のとおりである。

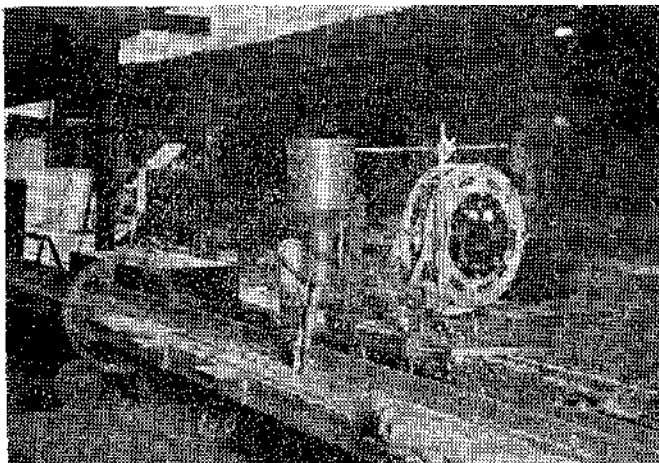
### A. 薄鋼板のユニオンメルト

1. 鋼板（厚さ 2.3 mm）の引張試験成績は第 1 表のとおりである。

第 1 表

試験番号	溶 接 条 件				抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	切断 箇所
	電 流 Amp.	電 圧 Volt	速 度 cm/min.	心線径 mm.		
1	200	24~28	100	2.0	38.8	母材
2	210	"	105	"	38.1	"
3	190	"	95	"	38.2	"
4	230	25~30	100	2.6	38.2	"
5	240	"	110	"	38.1	"

2. 突合溶接の開先間隙は出来るだけ少くすることでその基準は板厚 2.3mm では 0~0.5 mm である。
3. 薄板溶接で特に注意すべき点は、電弧電圧の変動がビードに非常に影響すること、開先間隙が 0.5mm 以上になると Blow hole を生じ易いこと及び板の抑制を十分にすること等である。
4. 板接ぎの工数を貨車 1 輛分について比較すると、ユニオンメルト 6.2hr に対し溶接は 13hr である。



第 4 図

### B. 台枠の中架

第 4 図に示すとおり廻転式治具により表、裏面よりユ

第 2 表

心線径 mm	開先間隙 mm	溶接条件	Finishing pass	Backing pass
4.0	0~1.0	電 流 Amp.	450	450
		電 圧 Volt	25~30	25~30
		速 度 Cm/min	40	42

ニオンメルト溶接を行っている。溶接長さは片側で 19.8 m でその溶接条件及び工数比較は第 2、3 表のとおりである。

第 3 表 工数比較 hr.

作業別	工数 (hr)					(計)
	仮付け	本付け	裏はつ り	歪とり	その他	
ユニオン メルト	16.0	14.0	0.2	1.0	0.8	32.0
手 溶 接	12.8	35.0	5.5	6.0	0	59.3

### C. タンクの縦及び円周接手

タンクの外径は 1888mm 及び 2340mm で、長さは何れも 10500mm である。

縦接手の場合は、内側より手溶接 1 層を行い、外側よりユニオンメルト溶接を行う。

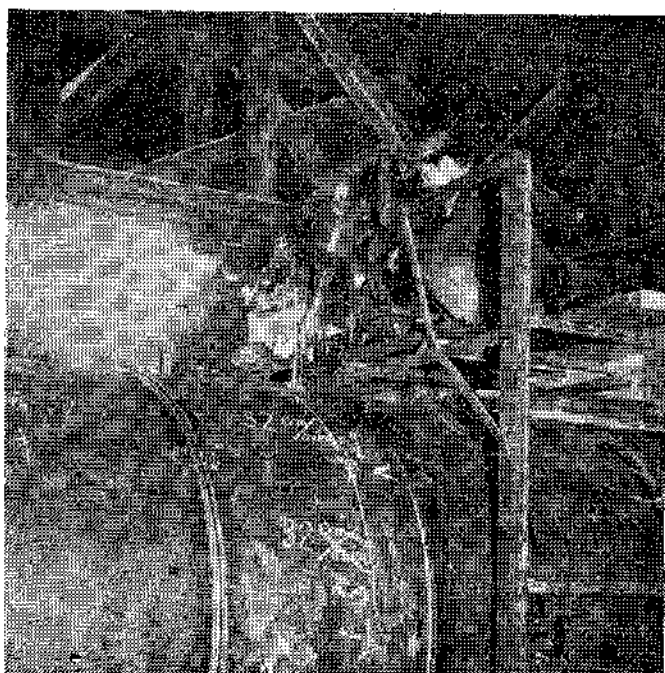
円周接手に対して、タンクを 4 個のゴム張りローラーに載せ、1 個のローラーを 75HP のモーターで駆動、廻転せしめ溶接機は第 5 図に示す如くタンクの直上においた。タンクのユニオンメルト溶接で注意すべき点は

1. 縦接手の場合は、内側よりサポートを入れて突張りをしないとビードが一樣にならない。
2. 予熱を十分に施すこと。
3. アースは胴体本体にとる。
4. 円周溶接は胴板の下側より行う。
5. 円周溶接で最も注意すべき点は、熔融金属が丁度タンク中心線上で凝固、硬化するように溶接位置と心線の角度を決定することである。すでに実施した外径 1888mm 及び 2340mm のタンクでは、中心線に先行すること 距離で 65~120mm、タンク中心角で 4~10° である。

なお円周接手における工数を比較すると、ユニオンメルト法では 16hr 手溶接では 36hr である。

### D. 18-8Cr-Ni 鋼の溶接

18-8Cr-Ni 鋼の溶接は手溶接では心線の融点が



第 5 図

低いので作業が困難でビードの盛上つた甚だ見苦しい外観を呈するが、ユニオンメルト溶接では溶込みも十分な美しいビードが得られた。しかしこの溶接作業実施後日も浅く、溶接熱によるオーステナイト結晶粒の粗大化或は炭化物析出の傾向の有無を確認しなければならないし、Cr 鋼のフラックスとしてはフェライト系のものでなく Ca-Si 系のものを研究する必要があるものと思われる。

以上で貨車の台枠、鋼体組立作業におけるユニオンメルト溶接応用の概況を述べたわけであるが、これによつて得るところは

1. 作業能率が著しく向上し工数が節減されること。
2. ビードが美麗で溶接歪が全然見られないこと。
3. 溶接による収縮が殆どなく、従来の如く台枠に逆反りを與えとか各部に縮み代を見込む必要が全然不要になつたこと

等である。

## 7. 組立用治具

最近の車輛溶接作業で改善の跡が著しいものの一つに組立用治具がある。台枠、鋼体(側構、妻構)用治具に分けて記す。

### A. 台枠用治具

車輛の台枠は、中梁(□180 ~ 250) 2本と側梁(E150~180) 2本と長手に通りこれを両端は端梁、中間は横梁で連結した平面構造のもので、これ

を組立てる際に用いる治具は矢張り同じ箱形の固定式のものであつた。

従て1個の治具内ですべての溶接作業を行うことは困難で、治具外に抜き出して溶接する作業が残るのが普通である。第6図に示す治具は円筒形の殻構造のもので、これをローラーで至極短時間に廻転できる廻転式治具である。この治具の利点は述べるまでもなく治具内ですべての溶接作業が無理な上向溶接を行わずに完了し得ることである。

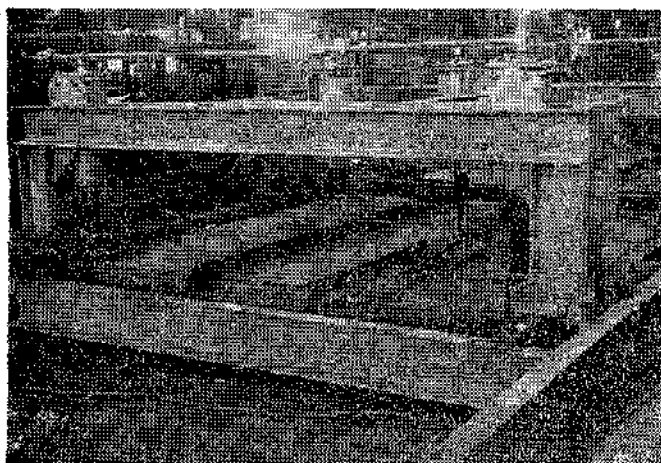
### B. 妻構用治具

第7図に示すものは有蓋貨車の妻構用治具である。定盤の上に外板を置きこれに隅柱、柱妻を各2本溶接するわけであるが、従来シヤコワ力その他で安直に拘束していたのを図に示す如く型鋼の門構にブレーキシリンダを取付けた移動式の拘束治具に改良している。溶接歪の防止と作業能率の向上をねらつたものである。

### C. 側構用治具

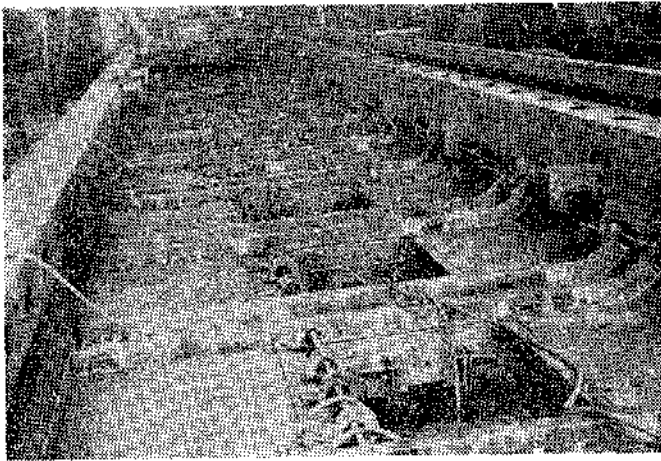


第 6 図



第 7 図

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っているようである。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、ベタ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

式のものが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汽機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/cm<sup>2</sup> から88kg/cm<sup>2</sup> と上昇し、更らに125kg/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup> 前後から最近では65kg/cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup>、蒸発量270T/H のものが計画中であ