

ボルト材の高周波焼入焼戻を見た。

IV. 各種熱處理爐

天然ガスの利用と耐熱鋼の高度の利用が米國の熱處理爐を著しく進歩せしめた感が深い。

同一處理をする量の非常に多い場合は例外なくトンネル式連續爐で床がコンベヤ式になつて居る。

焼戻爐、焼入爐、滲炭爐等其使用溫度により使用する耐熱鋼の程度が異なる。加熱は天然ガスを使用する場合が多く滲炭爐の様に製品の周圍の Atmosphäre が嚴格に所定のガスでなくてはならぬ場合はラヂアントチューブが使用され間接加熱である。

處理數量の少い場合は日本で現用されて居る様なバツ

チタイプの爐も多數あり、滲炭なども固體滲炭劑を用うる。

又ロータリーハース式の爐により焼入溫度、鍛造溫度に加熱する場合も相當ある。このタイプの爐は使用工員數が少くてすむことと場所が少くてすむ事が特徴である。ソルトバスも各種類多數に用いられ安價な滲炭、窒化、無酸化焼入等に廣く用いられて居る。

マルテンパー、オーステンパー等も理論的に正しい作業が連續爐から焼入れる場合に機械的に正しく行われる様に構造が出来ている。

以上の説明は圖面を伴はないので非常に不十分な點を遺憾とするが本報告の限られたページでは不可能であるから御許し願いたい。(昭和 27 年 7 月寄稿)

第5班 (熔接關係)

木原 博*・永井 信雄*

REPORT OF THE FIRST WORLD METALLURGICAL CONGRESS. GROUP (V): WELDING

Actual Status of Welding Technique in Europe and America

Hiroshi Kihara and Nobuo Nagai

The technique in the United States depended on a consistent mass-production system from the viewpoint of quantity rather than quality. Although there was an idea that articles the more excellent in quality and in uniformity might be available in correspondence with the more abundant mass production, still inavoidably there sometimes were produced some articles inferior in their quality because of their stage of transition. On the other hand, the authors found sometimes very excellent products and superior technique in European countries, especially in Germany and Switzerland. In the field of research, the practical studies were much observed in the United States as in cases of other engineerings.

The production equipment and production technique in the Great Britain were more behind those of other countries, excepting some specified industries such as steelmaking that depended on the capital from the United States. In the West Germany the authors found devastated remnants within bombarded cities, but once on entering the industrial zone in the suburbs, discovered a magnificent rehabilitation of industries. Though being mountainous and less-populated country with less resources, Switzerland indicated a high level of technique and an earnest spirits of the people. Italy had been widely recovered by the postwar help of the United States, showing a large stride as an industrial state. The argon gas for welding, there, was being already produced, while more than 40 units of the automatic welding machine were operated.

The possible markets marked by Germany, Italy and Switzerland are eastern countries such

* 運輸技術研究所熔接部長, ** 神戸製鋼所

as India, Pakistan Burma and Siam (Tai). Unless the Japanese make efforts for improvement in production technique, Japan would be an eternally defeated on earth.

I. ま え お き

我々は昨秋アメリカで開催された World Metal Congress に熔接班として出席した。會議に先立つて約一ヶ月間各班毎に見學會があり、歐州の技術者とその間行動を共にした關係上非常に親しくなり、後に歐州に行つてからも總て彼等の世話を受け、實に樂な旅を續けることが出來たのは幸いであつた。然し乍ら反面、その國に着くと彼等の樹ててくれた見學プランによつて一日中工場ばかり引廻された感があり、時間に餘裕がなく却つて強行軍すぎた恨みがあつた。

アメリカと歐州とで第1表に示す様に約60ヶ所の工場研究所等を熔接と云う立場から見學したので各國の各種の工業水準を大體知ることが出來た。

第1表 見 學

製 鐵		
Lucken Steel	Coatville	U.S.A.
A. O. Smith	Milwaukee	U.S.A.
Redheugh Iron & Steel	Newcastle	England
Böhler Brothers.	Düsseldorf	Germany
熔 接 棒		
Harmischfeger	Milwaukee	U.S.A.
A. O. Smith	"	"
Eutectic Welding Alloy	Queen, N.Y.	"
Quasi-Arc	Wolverhampton	England
Knapsack-Griesheim	Frankfurt	Germany
Böhler Brothers	Dusseldorf	"
S. A. F.	Paris	France
Oerlikon	Zurich	Swiss
ガス切斷熔接器具		
Linde	Newyork	U.S.A.
Detroit Flame Hardening	Detroit	"
British Oxygen	London	England
Knapsack Griesheim	Frankfurt	Germany
Adorf Messer	"	"
Knapsack	Köln	"
L'Air Liquide	Paris	France
S. I. O.	Roma	Italy
"	Napoli	"
電氣熔接機		
Nelsou Stud	Lorain	U.S.A.
Sciarky	Chicago	"
Fusaro	Newcastle	England
English Electric	Glasgow	Scotland
Adorf Messer	Frankfurt	Germany
Brown Boueri	Baden	Swiss

壓力容器, 化學機械		
M. W. Kellogg	Jersey	U.S.A.
Chicago Bridge & Iron	Chicago	"
A. O. Smith	Milwaukee	"
Alfred J. Ampsler	Schauhausen	Swiss
研究所, 學協會		
Renssler Polytechnic Inst	Troy	U.S.A.
Bureau of Standards	Washington	"
Linde Air Product	N. Y.	"
Union Carbido	Niagara	"
Air Reduction	Murray Hill	"
Westinghouse	Pittsburg	"
A. O. Smith	Milwaukee	"
A. W. S.	N. Y.	"
A. B. S.	"	"
BWRA	London	England
Quasi-Arc	Wolverhampton	"
Balastungstelle Fur	Köln	"
Autogen technic	"	Germany
Böhler Brothers	Dussldorf	"
Knapsack Griesheim	Frankfurt	"
L'Institute de Sendure	Paris	France
L'Air Linquide	"	"
EMPA	Turich	Swiss
其 他		
Great Lakes Welding	Detroit	U.S.A.
(Metalizing Corp of America)	N. Y.	"
(Metal & Thermit)	"	"
(Canadian Radium & Urannium)	"	"

II. 熔接及び切斷技術

II-1 ガス切斷, 其の他ガスをを用うる技術

先づガス切斷であるが、日本では手動が常識であるに反し、諸外國ではすべて自動的である。それも直線部分にとどまらず曲線部分も magnetic roller で自動的に guide する system をとり、更に進んでは型を用いず、圖面から直接電氣的に行う所謂 electronic tracor あるいは electronic eye を用いている。AIRCO 社 (Air Reduction Co.) ではこの機械を既に400台賣つており現在製作中のものが100台もある。

酸素やアセチレンについては諸外國の大工場では酸素はボンベに詰めて運ぶことは少く、液體酸素として購入する例が多い。又アセチレンは日本は殆んど低壓 (水柱30mm以下) の發生器を用いているに反し、多くは高壓乃至中壓 (約 1kg/cm^2) を用い、理想的なガス切斷を行つている。

次にアメリカの特徴としては、アセチレンの代りに天然ガスや石炭ガス又は Selas gas と稱して天然ガスに酸素を混ぜたのを用いている。

その他ガスを用いる各種技術は素晴らしい發達を遂げており、實際に活用されているが、例へば、Al 合金或いは鑄鐵を切斷する powder cutting 法、ペイントを塗る前の鏽落しの flame cleaning 法、ペイントを剥がす paint burner、鑄物の肌を洗う flame metal washing 法、鋼塊の缺陷を除去するための frame scarfing 法、その他、flame gouging 法、各種の frazing 法、metalizing 法、gas pressure welding 法、low temperature stress relieving 等枚舉に暇がない程である。

II-2. 不活性ガス電弧熔接法 (Inert Gas Arc Welding)

この熔接法は Heliarc 又は Argonarc 熔接と呼ばれるもので今次大戦中に發達した熔接で特にアメリカで目覚ましい進歩を遂げている。

方法としては、電極にタングステン線を用いる unconsumable inert arc welding と金属心線を送る consumable inert arc welding とがあり、後者は會社により色々の名稱を用い、例へば AIRCO 社では Aircomatic Welding, Linde では SIGMA 法 (Shielded Inert Gas Metal Arc の略) と呼んでいる。

Inert gas の純度は、一般に Ar は 99.8%, He が 99.5% 以上のものが要求されるが、アメリカでは He を比較的少量に含んだ天然ガスがあるので Ar の 2/3 程度の價格で入手出来るが、アメリカ以外の國では却つて高價になる故、専ら Ar 丈が用いられている。

Inert gas arc welding は Al, Mg, Cu 等及びその合金並びに Stainless 等には最も理想的な方法であり、Ti (チタニウム) はこの方法以外では熔接出来ない。従つてアメリカでは軟鋼以外の特殊なものは總てこれに置き換えられ、歐州も各國が今やこの熔接技術導入に努力しつつある。

最近 Consumable の場合には Ar に數%の酸素が入つたものがよいと言われ、Linde では Sigma Grade Argon と稱して賣出している。

II-3. 抵抗熔接

我が國に於ける抵抗熔接は終戦と共に消滅して了つたに反し、アメリカでは戦時中發達した輕合金の抵抗熔接技術は直ちに鐵鋼のそれに應用され、その熔接装置は日本の曾ての輕合金用のものに近い大容量のものを使用している。又輕合金用のものは一段と進歩し、大電流、短時間、大加壓方式に移行しているが、かゝる大電流を用

うるためには従來のような单相でなく、三相にして始めてなし得るので、要するにアメリカの抵抗熔接の發達は實に驚嘆に値するものである。

II-4. 自動熔接

アメリカにおいては、凡ゆる熔接法が自動化されているが、自動熔接の花形は何と云つても Submerged arc (わが國では unionmelt の名が有名であるが、これは Linde 社の商品名) 熔接法である。これが最も活用されているのが壓力容器に對してで、その多くは圓筒形狀で縱方向の接手は熔接機を動かし、圓周方向は容器を廻轉すればよいから最も適している熔接方法と云い得る。

英國では寧ろ Visible arc の一種の Fusarc の自動熔接が盛に用いられ、その數も Submerged arc の數倍に達している。

瑞西の Brown Boveri 製自動熔接機は本來の使命たる "Uniweld" 以外に、Fusarc にも Submerged にも使用可能で、電弧の調整も頗る鋭敏である。これは最近運研熔接部に入荷した。

II-5. 熔接棒の種類及びその製造技術

a) 熔接棒の種類

アメリカの一年間の電氣熔接棒の使用量は約 200,000 ton で、Submerged arc 用として 50,000ton 位は使用しているようで、これに比してガス熔接棒は大體その 10%位と考えられる。その使用熔接棒の種類としては、大體の想像ではあるが第2表に示すようである。すなわち E6010, E6011 等の高セルローズ系の萬能棒が最も愛用されている譯であるが、最近ではそれが低水素系の棒に食われて來ている。

第2表 アメリカにおける軟鋼用熔接棒の使用割合

熔接棒種類	被覆劑の系統	使用割合	
		戦時中	現在
E 6010	高セルローズ系	70%	60%
E 6011			
E 6012	高チタニウム系	15%	15%
E 6013			
E 6015	低水素系	5%	15%
E 6016			
E 6020	高酸化鐵系	10%	10%
E 6030			

歐州では高酸化鐵系及びチタニウム系が愛用されており最近に至つて特に低水素系が台頭して來た。

これ等の他、例えば deep fillet 又は deep penetration 用と云つて熔込の大きい棒が作業能率を上げるた

めに用いられ始め、又銅合金、輕合金、表面硬化用及び耐蝕耐熱用等、特殊な棒が多量に生産されている點は我々の垂涎措く能はざるものがある。

b) 熔接棒の製造技術

熔接棒の量産の點ではアメリカは斷然群を抜いている。すなわち歐州では毎分 100~300 本程度に對し、アメリカでは 200~1000 本と云う高速の塗裝機を有しており、乾燥爐にしても、一例を挙げれば Harnishfeger 社では低水素系熔接棒用の乾燥爐は長さ 100 呎で約 800 °F に保ちうる優秀なものがある。これに反し英國では Quasi Arc 社のような月産 2000ton 近い大工場でも極めて低速な塗裝機を數十台持つてに過ぎない。唯、瑞西の Oerlikon 社が Cylinder 内の壓力 800 氣壓と云う高速塗裝機を作つて輸出していることは甚だ興味深い。

II-6. 電氣熔接機

電弧熔接機に關しては、アメリカでは昔は直流熔接機のみと云つても良い位であつたが、最近では交流の方が流行である。新しく熔接機を擴充する時には交流熔接機を新設している處が多い。歐州では昔も今も交流の方がよく使はれている。交流電弧熔接機としてはわが國では可動鐵心型のみだが、諸外國では最近可動線輪型の方が性能がよいので、これに變りつゝある。又 Westinghouse 社が作つているセレン整流型はアメリカでは非常に評判が良く、電弧熔接のみでなく、Stud welder の熔接機として用いられている。これ等が最近わが國でも作られ始めた事は周知の通りである。

II-7. 非破壊検査法 (Non-Destructive Testing Method)

諸外國において、熔接部の非破壊検査法として主に用いられているものは次の 4 種類で、夫々特徴を持つており適切に使用されている。

1. X 線検査法 (X-ray)
2. γ 線検査法 (γ -ray)
3. 超音波検査法 (Ultra-sonic)
4. マグナフラックス検査法 (Magnaflux)

この中 X 線法は古くから用いられ經驗も豊富である故最も廣く用いられている検査法で 1000KV と云う大容量のものも、使用されている。 γ 線法は携帯には便であるが長時間を要する不便があり、使用範圍が狭い。超音波は熔接部と云うより寧ろ熔接前或は機械加工前の素材の缺陷を發見する目的に用いられている。マグナフラックス法は歐州では見かけなかつたが、アメリカにおいては油氣水密を要求しない部分の熔接部の検査法として盛

に用いられていた。

以上は、熔接に關する一般的事項について述べて來たが、次に各種工業が熔接技術を如何に採り入れているかについて擧げて行き度いと思う。

III. 各種工業について

III-1 製鐵工業

a) Lucken Steel 社 (アメリカ)

この會社はアメリカ製鐵所の例に洩れず酸素製鋼法を採用しており、生産量は月産 50,000 ton でその中熔接加工までして出荷する量が 10,000 ton にも達している。この會社で最も感心した事はプレス又はスピニング加工を熱間冷間を問はず縦横に驅使し、自動ガス切斷機を 70 台以上動かしており、その中 1 台は吹管が 22 本の多吹管方式を取つていと云う事である。又完備した熔接工場を持つており Welding positioner を 100 台以上も使用し、熔接施工としては 90% 以上が手熔接であり、自動熔接機は寧ろ stainless-clad steel の生産に用いられていたようである。

b) A.O. Smith のパイプ製造工場

これは電流 1,000,000 Amp の容量 6,000 KVA の flush welder を 3 台持つており、大型パイプの縦方向の seam を flush butt weld して多量生産している。又熔接後パイプの内部に水壓を加え、水密検査及びパイプを眞圓狀に矯正する操作を行つていたのは興味深かつた。

III-2 壓力容器及び化學機械

a) Kellogg 社 (アメリカ)

この會社は従業員 1,200 人で月産 1,000 ton 位の製品を出している。rolling machine は長さ 30 ft × 徑 5 ft × 厚 4 in までの形のを roll しうる設備を有し、板の開先準備、補修のためのはつりも總てガス作業により、熔接の 75% が自動熔接される。要するにガス切斷と熔接のみを採用しているため騒音が少く、わが國の製罐工場と異り非常に静かである。

厚さ 2" 以上の壓力容器は X 線検査後必ず應力焼鈍を行う。又耐熱鋼として Cr-Mo Steel を用ゆる時は熔接により減つた Cr を補う目的で Cr の多い熔接棒を特に作つて用いていた。

b) Chicago Bridge & Iron Co. (アメリカ)

この會社は球狀或は楕圓の短軸を軸として回轉したような形の貯藏油槽を作るので有名である。従業員 550 人自動熔接機は Kellogg 社程 Submerged arc を活用してない。自動ガス切斷は餘り用いず、油槽の外板を球面

にするために 500 ton プレスを2台持っている。又 Stainless clad steelの容器を作っているが、切斷は powder cutting を用い、熔接は軟鋼の部分が完了後 X線で確かめてから Stainless を熔接していた。

c) A.O. Smith の壓力容器工場 (アメリカ)

容器製品の半分は Stainless clad steel で、この Clad Steel は壓延されたものでなく、軟鋼板の上に豫め熱處理した Stainless を重ねて點熔接したものを全面的に採用している。この Stainless の厚みは點熔接の關係から 1/4" までの制限があり、又點熔接は細かい pitch ではあるがこの clad plate の曲げ半徑には自ら制限があり、同社の深い研究がなされている。

d) その他

アメリカに對して、獨佛等は Submerged arc を、英國は Fusarc を瑞西は手熔接を用うる等各々特徴を持っている。

III—3 鐵道車輛工業

a) Electro-motive Division of General Motor (アメリカ)

16 氣筒の 1,500 馬力のディーゼル機關車を 2 shift で一日 10 台の割で製作している。機關車の台枠や機關台は全熔接で1本の銚もなく、手熔接 85% 残りが自動熔接で5年後には逆に 85% を自動熔接に置き代えると云っている。

は共に斷續熔接接手であるが、熔接は A → B → C を連続的に行い Crator の無い熔接をしている。又高抗張力鋼の T型接手を第2圖のように A材に溝を作つて自動熔接している。

b) Pullman Standard (アメリカ)

2 shift で1日 54 台の貨車を1台 15 分のタクト式で多量生産している。故に外板は左右兩側を夫々 7 分タクトで作ることになるから、5 台の自動熔接機を、3 台は横方向、2 台は縦方向の接手の熔接に用いると云うようにしている。

c) Waggons & Aufzurfabrik 社 (瑞西)

車は全熔接ですべて plate work で台枠に相當する部分は船體の二重底の如く、底板は波板で、縦方向の主強度部材として兩側に厚板が一枚通つてゐる。外板はガス熔接を行い、歪取ローラーにかけ肋骨との取付は點熔接を用いている。完成した客車に乗つて目につく機装品は全部アルミ合金でチューリッヒの町を走る市電も台枠その他全部輕合金である。

III—4 自動車工業 (アメリカ)

a) Main Frame の工場

Murray Corporation では自動車の flame を3種類製作していて、1種類は submerged arc を他の2種類は手熔接を銚と共に廣範圍に使用している。A.O. Smith の flame 工場は典型的多量生産で、日産 10,000 台で熔接は比較的少い。

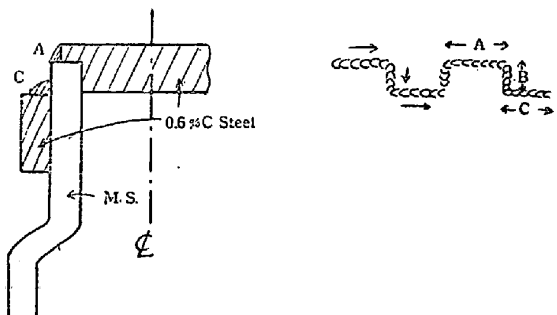
b) Murray Corp. の Body 工場

我々が訪問した時には Willys-Overland 1952 年の新型の量産をしていたが、深絞りした板を點熔接で組立てている。

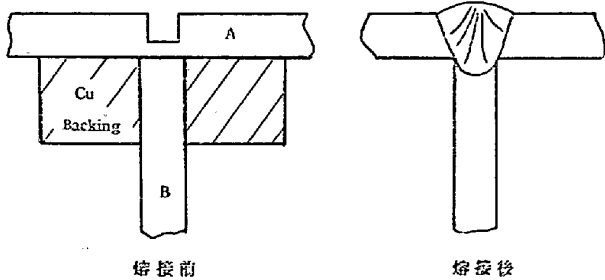
點熔接機は自動的の定置式が約 400 台、手動の可搬式が約 700 台で、自動式は 66 點と云う多極式で3段階に電流を通じる。可搬式の gun spot welder は 7,000 Amp の電流を用い、1 分間 220 點位の高速で熔接し、これは正確な位置に熔接するより、不正確でも澤山點熔接の方が工数を節減し得ると云うことである。

c) 自動車部品製造工場

McCord Corp. では主として冷却器及び加熱器を作っている。冷却器の tube が連續ストリップで毎分 150ft の速度で自動的に曲げ加工され且自動的に鍍付される。Delco-Romy Division of General Motors では各種部品を完全な流れ作業で製作しており、welding, brazing, soldering 等 10~12 種類の廣い意味の熔接法が駆使されている。抵抗熔接としては、銅線相互、銅線と亜鉛メッキした鐵の Screw head 或は薄鋼板との接合等



第 1 圖



第 2 圖

この工場に興味ある事は高炭素鋼(0.6% C)の熔接で第1圖に示す如く、高炭素鋼の中に軟鋼を用い、A, B

に盛んに點熔接が用いられ、4~6 點同時に熔接する projection welding も盛んに用いられていた。概して普通の電弧熔接は殆ど用いられず、原子水素熔接は工具の修理に、又 unconsumable の inert gas arc が poleshoe の熔接に用いられていた。

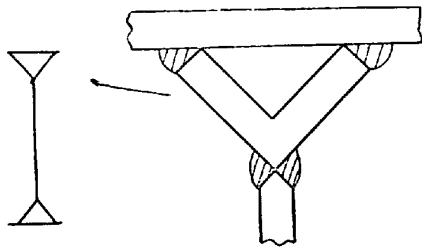
III—5. 橋梁建築工業

(a) G.H.H. (Gute hoffnungshütte) 社 (獨逸)

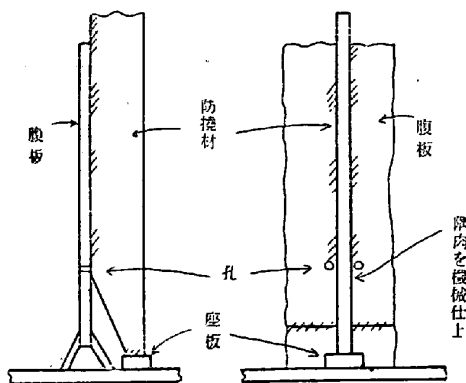
この會社は製鋼、鑄造その他廣範圍な仕事をしているが、最も興味深いのは橋梁であつた。最近の獨逸の橋梁の特色は箱形にしている事で、これによれば、従來のものに比して約 20% の鋼材の節約が可能で、我々が丁度 G.H.H. 社を見學した時は縦肋骨式箱船を建造している造船所にいるような錯覺を覺えた程であつた。この工場の熔接法で面白いのは隅肉に EHV 式 (Elin-Hofergut-Verfahren) 熔接法を實際に採用していたことで、この方法は丁度日本の赤崎式に類似した方法であつた。

(b) Wartmann & Cie 社 (瑞西)

Brugg にあるこの會社を見學した時には、鐵道橋及び道路橋を製作中であつたが、これらの橋梁は現場接手を除いては全熔接である。主桁は第3圖左にある如く腹板と縁板の間に山形材を用い、その熔接は同圖右の如くする。腹板の下部は繰返引張應力を受けるので、この衝



第 3 圖



第 4 圖

合熔接の下方 1/3 は平らに機械仕上して切缺を無くして應力集中を避けている。又第4圖の如く防撓材の端部に座板をおくが、防撓材とは熔接するが大切な腹板とは應

力集中を避けるため熔接しない。又防撓材が腹板と離れるところは隅肉を機械仕上して、且そのすぐ近傍に圖の如く孔を開けて應力集中の緩和をはかっている。これらはほんの一例だが、應力集中を生じそうなところはすべて熔接部を機械加工して、どんな些細な切缺をも作らぬ細心の注意を拂っている。要するに設計、工作すべて頗る丁寧すぎると思われる程で、最も軽く、強い橋梁を作ることが念願であるそうである。

III—6. 造船工業

アメリカ並びに英國においては國防法の關係で突然見學ができず残念であつたが、フランスに来てはじめて Ciotat 造船所を見學する機會を得た。我々が Toalon にあるこの造船所を訪れた時には總噸 4200 ton の船が1隻艤裝中、1隻が船台上にあつたがこれらの船は縦縁が銲接手、外板と肋骨が銲結合になつている以外はすべて熔接構造であつた。鋼板が marking 及び切斷工場に入ると銲接される板は左、熔接される板は右と分れる。肋骨や肘板のような小さいものは marking なしで自動ガス切斷機に運ばれる。自動切斷のための型板は無数の鋭い V 溝のある鋼板であつて、自動的に回轉する車の附いたガイドをその内の一つの溝に沿つて導いてやれば、吹管が 2 本ついているから左右兩舷の分が一度に正確に切れる。我國のように木型によつて鋼板に marking して、それに沿つて切斷する方法に比べると鋼板に鋭い V 溝が掘つてあるので氣候による溫度差の影響もなく、正確な切斷が出来る。

二重底頂板や甲板のようなものは、2 枚の鋼板を熔接して正確な寸法に仕上げたものを one unit として熔接工場へ運ぶが、そのための特別な切斷熔接装置があり、それは 1 つの軌條の上を 3 つの truck が走り、1 つは 5 本吹管により multi-cutting 出来、2 番目には 2 つの吹管と熔接機が乗つていて、2 枚の板の横縁を parallel cutting しその横縁を自動熔接するようになっている。3 番目には 2 本の吹管があり、2 枚の板の四邊を仕上げ切斷する。かくして 2 枚の板が one unit として完成されると、submerged arc の熔接機で甲板なり二重底頂板なりに組上げる譯である。二重底の各部材の相互の接手には全く隙間がなくよく合つており、又何十噸と云う大きなブロック相互の開先もよく合つており、しかも V 型の開先等は双物のように綺麗にガス切斷出来ていて非常に立派であつた。同社顧問 Ravoille 氏の話でも船體の建造能率を上げるための要項として、ガス切斷の正確さが最も重要であることを指摘されたが、尤もなことゝ傾聴した。

III—7. 電氣機械, 家庭用品工業その他(アメリカ)

a) 電氣機械

Westinghouse East Pittsburgh Works では主として直流の motor frame を作つていたが, 板金加工と熔接とで組立てている。熔接は前は手熔接であつたが, 相當短い部分にも自動熔接を用い作業能率を上げている。

Hotpoint 社では heating element の tube から電氣レンダの完成品までの一貫作業をしており, 毎時 600 台の製品が出来ている。この製作には, 9 台の自動原子水素熔接機が用いられ, 今では水素に代つて cracked ammonia (N 25%, H 75% の混合ガス) が用いられている。本體の cabinet 組立には自動抵抗熔接を用いていたが, 多數の點が次々に點熔接されるのは見事であつた。

b) 家庭用品

Nash-Kelvinator 社では冷蔵庫を生産していたが, 銀蝨付け半田付け或は點熔接が用いられている。又 Cu 不足のため Al が代用されているが, その熔接には點熔接や Ar を用うる non-consumable の自動熔接が採用されていた。この工場の作業中特に興味深かつたことは Copper clad tube を sheet steel screen に 192 點の點熔接する所で 2 台の熔接機を用い, 1 台が 96 點で, 電流を 8 回に分けて通ずるので一回が 12 點, しかも三相にしているので 4 本の電極が一つの相に並列に入っているに過ぎないので容量は 80 KVA でも非常に能率が上つている。

その他罐詰製造工場等見學したが紙面の都合で省略する。

III—8. 材料試験機の製作工場

a) Carl Schenk 社 (獨逸)

Darmstadt の同社では, 珍しいものとして引張壓縮の疲勞試験機を作つていた。これは機構が全く機械的である點, 容量が種類の多い點, 他社と趣きを異にし, 興味を引いた。

b) Alfred G. Amsler 社

世界的に有名な Amsler 社では色々新しい試験機を見る事が出来た。例えば, 新型のグイッカーズ硬度計, 内壓疲勞試験機, 大型換り疲勞試験機 (8000~9000RPM 2000m-kg), 四段の積分器, 構造物疲勞試験用 ジャッキ, 引張壓縮疲勞試験機等で, この最後のものなど我國としては是非必要なものであろう。

c) Bawldwin 社 (アメリカ)

SR-4 歪計で有名な Bawldwin は又大型試験機の面でも世界的に有名で, アメリカの各大學, 研究所にある

500 ton 或は 1000 ton 以上の引張壓縮試験機はすべて Bawldwin 社製であり, 特にこれは堅型であるから非常に使用し易い。

III—9 研究機關

a) Bureau of Standard (アメリカ)

この研所には金屬關係として次の 4 部門がある。

(1) Thermal Metallurgy

(2) Mechanical "

(3) Chemical "

(4) Corrosion "

(1) の部門は匍匐現象等の高温における塑性の問題及び低温脆性を, (2) は疲勞, 造船用鋼板の熔接, 及び龜裂の進行等を, (3) は主として, pure metal の試作, (4) は腐蝕の基礎研究, 應力腐蝕, 單結晶の腐蝕, 航空機用輕合金の腐蝕等を取扱つている。

b) 瑞西國立材料研究所(Eidig, Material prüfungsanstalt)

この EMPA には熔接々手の疲勞で有名な Rös 博士が居られたが, 今は退職されて Wyss 博士が金屬部長をしている。全體の職員 300 名, 研究者僅か 20 名で年間 4 億圓以上の研究費を使つている。各種の疲勞試験機が 40 台以上も並んでおり, 實際にそれ等が殆んど動いているのには驚いた。又 Schlieren の分室には大型の構造物試験装置が並んでおり偉觀であつた。

c) 佛國熔接研究所

1907 年に創立されたこの研究所は現在他の熔接關係の諸團體と一つのビルに入つて一體となつて活動している。研究所の仕事の内容としては, 熔接に關する研究, 檢定試験, 及び熔接に關する規格の制定を行つている。又一方熔接工の養成, 教育に意を用い, 毎年數多くの卒業生を出しているし, この他 Refreshing course と云べき特別講義を行つている。このような性格の研究所は瑞西, スペイン, 伊太利にもある。

d) BWRA (British Welding Research Association)

この英國熔接研究協會は金屬部門は London に強度部門は Kenbridge 大學にある。政府から年間 1,000 萬圓, 民間から 8,000 萬圓程度の金を集めて熔接の基礎研究から應用研究に至るまで良くやつている。

e) Rensseler Politechnic Institute の熔接研究室
有名な Hess 教授が居り, 基礎及び應用研究を行つている。主な研究項目を列擧すれば

(1) 電弧熔接々手附近の冷却速度及び組織

(2) 熔接棒の電弧の安定性

- (3) 自硬性鋼の點熔接
- (4) 軟鋼の火花熔接
- (5) 自硬性大なる鋼の aircomatic welding
- (6) チタニウムの熔接

以上にはジェットエンジン等に用いられる特殊鋼の熔接も含まれている。

D) 民間會社の研究

Submerged arc 熔接で有名な Union Carbide の Niagara 研究所や Nework の研究所, AIRCO 社の研究所, 佛國の Air Liquide の Paris の研究所等を見學したが, 何れも立派であつた。又需要者側の會社では A. O. Smith や Westinghouse の研究所も見學したが夫々立派な熔接研究室を持つており, 實際的研究を活潑に行つている。

IV. むすび

以上歐米の熔接技術の現状について述べて來たが, 熔接を取入れている各種工業に言及したため, 餘りにも概略的になり, 説明の足りない點も多々あるが, 最後に各國の技術水準を顧りみてむすびとしたい。

アメリカの技術は傾向としては質よりも量と云つた徹底した多量生産方式をとつており, 多量生産である程均

一性に富んだ質的にも優秀なものが出来ると云う考え方であるが未だ過渡期故質的に相當劣つたものもあるのはまぬがれない。しかしこれに反し, 歐州特に獨逸及び瑞西の製品は非常に優秀なものも多く技術的にも優れた點が多い。研究の面でもアメリカは實用研究が多い事は他の技術と同じ傾向と云い得る。

英國はアメリカから資本の入つている製鋼關係, の特別な工業を除いては, 一般に生産設備も古く, 生産技術も他に遅れている。西獨逸の町々は爆撃を受けたまゝの残骸を曝してはいるが, 一步郊外の工業地帯に入ると實に立派で, 工業再建の意氣が深い。

瑞西は資源的には恵まれていない山國で人口も少いが, 技術水準も高く, 眞剣である。

伊太利は大戦後アメリカの援助で大いに復興し, 工業國として立派に立上りつゝある。熔接用 Ar ガスもすでに生産に入つているし, 自動熔接機も 40 台以上近いものを動かしている。

獨逸, 瑞西, 及び伊太利が市場として虎視眈々と狙つているのはインド, パキスタン, ビルマ, タイ等の東亞の諸國で, 今こそ生産技術の向上に國を擧げて努力しなければ, わが國は地球上の永久の敗殘者となるであらう。

第6班 (試験, 検査關係**)

菊池浩介*

REPORT OF THE FIRST METALLURGICAL CONGRESS GROUP (VI) TESTING AND INSPECTION (ON THE PROGRESS OF THE METHODS OF TESTING AND INSPECTING IRON AND STEEL IN U. S. A.)

Kosuke Kikuchi

The author states in this report on the recent progress in the field of testing and inspecting iron steel in America for which he observed chiefly when he participated as one of the representatives of Japan in the World Metallurgical Congress held in U. S. A. in 1951.

He also mentions the impressions received on the present conditions of analysis, non-destructive test, destructive test and quality control.

I. 緒言

私は世界冶金會議に日本代表の1員として参加する機会を得たので米國に於て見聞して特に興味を引かれた事項

に就て述べて見る。私の参加したのは第6班の検査, 試

* 日本鋼管株式會社川崎製鐵所技術研究所長, 工博

** 昭和 26 年 12 月 8 日講演