

第六章 銲接の施工

第一節 一般設備

44. 電氣銲接法

今日電氣銲接法として考へられて居るものに、接合せられんとする2金屬間に電流を通じ其接觸抵抗による電熱を利用して兩金屬を銲着せんとする抵抗銲接法と、被銲接材即ち母材と電極棒又は2電極棒間に發生せしめた電弧の熱を利用して銲材を接合部に銲着せんとする電弧銲接法とがある。前者を更に區分すれば被接合材を衝合せて銲接する衝合銲接法、被接合材を重ね合せ鋸打ちの如く處々局部的に銲着して行く點銲接法、被接合材の重ね目に沿つて連續的に銲接して行く繼目銲接法、特殊のものとしては被接合材間に瞬間的に電弧を發生せしめ接合面の銲融状態となりたる時衝撃的の壓力を加へて銲着する電氣衝撃銲接法、サイクアーク銲接法等あるも、之等は橋梁等の鋼構造物用としては今日殆んど應用されて居らぬ。後者は之に使用する電流の種類によつて直流電弧銲接法と交流電弧銲接法とに區分する。現今鋼構造物用としては孰れのものも使用されて居るが、交流銲接機の價格が直流銲接機に比して遙かに安價なること、電極棒の進歩に伴ひ交流銲接法の持つ缺點が漸次除かれてゆく關係から、今後鋼構造物としては主として交流銲接機が使用せられ、特殊の鋼材其他交流にては施工に困難を感じる場合、又は電力の供給をうる事能はざる爲ガソリン機關等にて自己發電をなす場合等にも直流銲接機が使用せらるゝに至るものと信ずる。但し今後水銀整流器又は眞空管の應用等による直流機が發達し直流銲接機の價格が低下するとき、今日の交流機と直流機との關係は全く異なる状態におかるゝに至ることは勿論

である。今兩銲接機の得失を擧ぐるならば

1. 直流機は電極一定せる關係上電弧に集中性あるに比し交流機は電極瞬間的に變化するが故に、電弧に集中性少く電弧の安定度低く直流機に比して銲接作業困難である。

2. 直流機は正負兩極一定せるが故に正極の熱量大なる事を利用し、被銲接材の形狀大いさに應じ銲融作業の容易なる様適宜正負電極の位置を定め得るに對し、交流機は兩極の熱量同一なるが故に電極棒の方が先づ銲融する傾向あること、又一方より考ふれば被銲接物の過熱、歪等を過大ならしむる憂きこと。

3. 直流機が裸、被覆孰れの電極棒にも使用し得べく且又特殊合金類の電極棒をも用ひらるゝに反し、交流機は被覆棒のほか使用困難である。

電弧銲接法は更に之に使用する電極棒の種類によつて金屬電弧銲接法と、炭素電弧銲接法とに區別する。前者は電極棒として金屬棒を使用し、この電極が同時に銲材であつて電弧によつて漸次銲着してゆくものである。今日鋼構造物の銲接に用ひらるゝものは主として此の種のものであつて、最近の電弧銲接法劃期的の活躍は主としてこの金屬電弧銲接の發達進歩に基づくものである。後者の炭素電弧銲接法は一つの炭素電極棒と被覆材間又は2炭素電極棒間に電弧を發生せしめ、其の電熱によつて他の銲材を銲融せんとするものである。此の種のもは金屬電弧銲接法に壓迫せられて僅かに電弧切斷及び非鐵金屬の銲接に使用せらるゝの状態なりしも、最近自動銲接機の發達と共にこの方面に顯著なる應用を見るに至つた。金屬電弧銲接の特殊のものとして、2本のタングステン電極棒間に發生せしめたる電弧へ水素瓦斯を吹きつけ、水素を原子化せしめ之が分子状態に復歸する時の高熱を利用して、銲材を銲融せしむると共に銲融金屬の空氣との接觸を妨げ之が酸及び窒化を防ぐ原子水素電弧銲接がある。現今一般鋼構造物の工作には未だ充分なる應用を見ないが、將來此の種のもが一般工作に使用せらるゝに至ることは疑ひを入れざるところである。又最近の交流銲接機にフレックス・アーク銲接機と稱し、普通交流と同時に高周波電流を通じ、交流機が比較的弱電流を使

用する場合、電弧の斷絶し易き缺點を除いたものがある。今日薄鋼板類の銲接には缺くべからざるものとなつてをる。

電弧銲接法は更に其作業上より分類して手銲接法と自動銲接法とに分類する。元來電弧銲接法が手銲接として考案されたものである關係上今日でも尙手銲接が主として使用されて居るが、最近の自動銲接機の發達は其の能率の大なる點、其製品の均等なる點等から其の應用の範圍を漸次廣めて居る。併し自動銲接機は其の本來の性質上複雑した細部の銲接には適用し難きが故に、將來は現今鉸打ちに於ける空氣鉸打機に對する水壓鉸打機の立場と類似の關係を保つに至るものと考へられる。

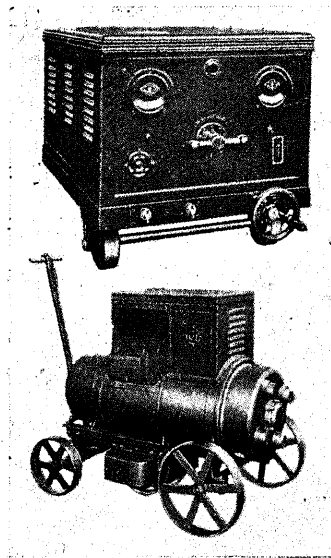
45. 電弧銲接設備

こゝに説かんとする銲接設備は構鋼類の銲接を目的とする手働金屬電弧銲接に關するものに限る事とする。

銲接機 銲接機の良否が直接銲接の巧拙に大なる影響を有する事はこゝに多言を要せざるところであるが、今日銲接機に對する確固たる規格の制定せられたるもの無き爲め、坊間製造販賣せらるゝ銲接機には其の機能上に疑はしきものなきに非ざる状態なるが故に、之が購入に當りては著名なる製作所の製品、定評ある機械の選定が絶対に必要である。銲接機の構造並びに機能に關する記述は本稿の目的外の事項なるが故に省略する。

銲接機には單用型と複用型とありて、一工場内にて常に多數の銲接工が作業する場合は後者を利益とする事あるも、現場作業又は比較的集中作業のなき場合は、電力の節約、所要電纜の長さ等の點から考へて單用型を利益とする。

銲接機の容量は被銲接材の厚さ大きさによつて決定せらるべき問題で、普通の鋼構造物用の銲接機としては、直流交流とも 100, 200, 300, 400 A 程度のものが使用されて居る。又複用型となれば作業單位數によつて異なる事は當然であつて 500, 700, 1000, 1500 A 等のものが用ひられて居る。銲接機の無負荷電壓は、作業

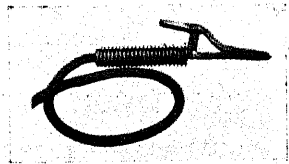


第 277 圖 単用銲接機

者の電撃の危険なきためには、なるべく低きものを可とし出来るべくんば 80 V、少くも 100 V 以下のものたることが必要である。第 277 圖の上は 30 A 交流単用銲接機、下は 200 A 直流単用銲接機の一例を示したものである。

電極棒保持器 導線の一端に取り付けられ、之に電極棒を固定し、之の握手を把握し、作業を行ふもので、成るべく軽量なること、電極棒の取附には發條又はクランプを用ひ、取り付け取り外しも容易なること、電極棒の取附角度が自由に變更し得る事等が考慮されねばならぬ。第 278 圖は保持器の一例である。

電 纜 銲接機と電極棒保持器との間に取付けらるゝ導線である。保持器には普通 2 m 位の電纜が直接取附られ、そのさきは床面用ケーブルで銲接機へつなぐ、保持器に附屬してをる電纜は銲接工が、作業中常時牽引することゝなるから銲接工の疲勞の原因とならざる様、出來得る限り可撓性に富み、且つ使用電流に對して必要以上に大ならしめず成るべく軽量ならしむる事が必要である。又これに用ふる被覆は其の絶縁が完全なると共に、仕事の性質上磨損の憂ひ大なるが故に充分強靱なるものでなくてはならぬ。

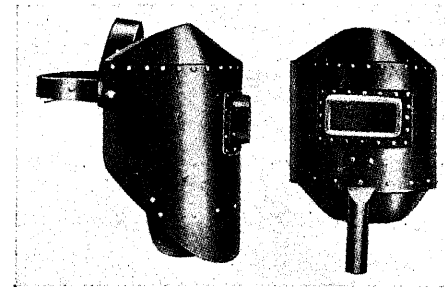


第 278 圖 電極棒保持器

普通銲接機に附屬して居る電纜の長さは 4~5 m にして必要に應じては連結使用する。

ヘルメット及びハンド・シールド 電弧から發生する紫外線が顔面、首の皮膚、眼球等に及ぼす害を防止する爲にヘルメット又はハンド・シールドを使用

する。ヘルメットは多く輕きファイバー類にて作られバンドにて頭部に締めつける様になつて居る。ハンド・シールドは同じくファイバー又は木製にて握り手ありて、左手にて支持して顔面を覆ひつゝ作業する様になつて居る、第 279 圖はこれ等の一例である。兩者共目に當る部分に後述の紫外線よけの硝子をはめこんで居る。ヘルメットとシールドとの得失は、前者が頭部にバンド締めされ両手が自由であるから作業殊に上向銲接等には至便である、最近のものは樂にヘルメットを頭上へはねあげることが出来るから、バンド締めの際の鬱陶しさにさへ馴れればこの方がはるかに優つてをる、併し今日ではまだ取扱ひの自由なるシールドの方を喜ぶ者も多い。



第 279 圖 ヘルメットとハンド・シールド

近のものは樂にヘルメットを頭上へはねあげることが出来るから、バンド締めの際の鬱陶しさにさへ馴れればこの方がはるかに優つてをる、併し今日ではまだ取扱ひの自由なるシールドの方を喜ぶ者も多い。

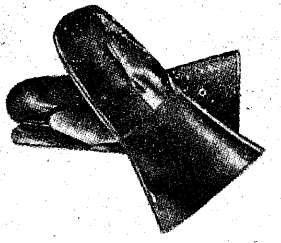
色硝子 電弧の發生する有害光線から限球を保護し、銲接工をして安堵して作業に當らしめ得る意味から、極めて重要な使命を有するものである。要するに有害光線を完全に吸収し、可視光線を成るべく多量に通過するものを可とする。此の硝子の研究は今日尙各方面で進められつゝあるが、現今でも特許品にて相當優秀なるものが發賣されて居る。シールド又はヘルメットに此の色硝子をはめこむ場合は、銲融金屬の飛沫の爲めに損傷せざる様 2 枚の透明硝子にて挟んで使用して居る。特殊の銲接用色硝子無き場合は良質の色硝子の組合せにて、間に合せる事も出来るが視野の暗い事は免れない。色硝子の組合せの一例としては 100 A 程度の電弧の時暗赤色、200 A 附近にて暗赤色と綠色、350 A 附近にて暗赤色と暗綠色とを組合せばよい。

スクリーン 銲接作業中其の附近にて他の仕事に従事するものが弧光の爲に害をうける事が屢々ある。之を防止せんが爲に作業箇所を圍んで、金屬板製又はカンパス製の遮光衝立をたてるか、又はカンパス製の遮光幕を垂れる。之等の内面

は弧光の反射を避ける爲に、なるべく黒色に塗り外面へは危険を示す警告記號を

赤書する。又建築現場にては階上にての作業中、銲融金屬の落下を防止する目的にて作業箇所の方にカンパス類を張つた例もある。

被服 露出せる皮膚が弧光の害を受けざる爲、又飛散する銲融金屬による焼傷又は、衣服の損傷を防ぐために、手袋、袖蔽、前掛、靴覆等を使用する。黒色の皮製等なるべく弧光を反射せ



第280圖 作業用手袋

ず、發火の憂ひなく且つ可撓性にて作業の容易なるものを可とする。第280圖は

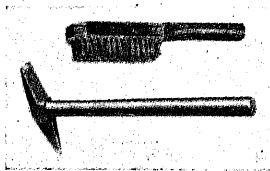
作業用の手袋、第281圖はこれ等の被服を用ひて作業中の狀況を示すものである。

槌、タガネ、ブラシ 母材の銲、母材が瓦斯切りの場合断面に附着せる酸化物、銲着金屬表面の銲滓等を清掃する目的に使用するもので其程度に應じ



第231圖 銲接作業中の銲接工

て空氣タガネ、槌、針金ブラシ等が用ひられる。場合によつては、サンドブラストを掛ける事もあるが一般的ではない、母材に附着してゐる油類の除去にはガソリンを用ふることが多い。第282圖は槌とブラシとを示す。



第232圖 作業用の槌とブラシ

46. 電 極 棒

銲接機と共に銲接の良否を決定する最も重要な要素は電極棒である。電極棒に裸棒、塗布棒、被覆棒があり、直流銲接機使用の場合にのみ裸棒の使用が可能

である、併し最近の傾向では直流機に於ても塗布棒が用ひられることが多い、交流機に於ては塗布棒又は被覆棒が使用される。

電極棒は元來電弧熱によつて被銲接材と銲融合體し、完全に同一材質となつて繼目を銲填することが理想であるが、電極棒に如何なる心鐵を使用したらよいかは仲々困難な問題で、電弧熱による塗布劑、被覆劑の混入、含有元素の燃焼、空氣中の酸素、窒素の影響のために銲着した金屬は、銲融前の電極棒の心鐵とは其質に於て著しき差異を生ずるが故に、電極棒の心鐵の材質を指定することは頗るむづかしい問題である。

殊に作業を容易ならしむる必要から、其銲融度が適度のものでなくてはならぬこと、銲着鋼に附着する銲滓は取除きが容易なものでなくてはならぬこと、塗布劑、被覆劑によつて銲着鋼の材質を可なり自由に變化せしめうる點等を考ふるとき、電極棒に對して一定した仕様を定むることは容易なことではない。

たゞ直流銲接機にのみ使用せらるゝ裸電極棒については、其用途に應じて其材質を指定することは左程困難ではない。

下掲は米國鐵道協會銲接鋼構造物假仕様書に規定された電極棒の材質である。

	炭 素	マンガン	磷	硫 黄	珪 素
軟 鋼 銲 接 用(E-No. 1B) _(%)	0.13~0.18	0.4~0.6	0.04以下	0.04以下	0.06以下
高炭素鋼銲接用(F-No. 1C) _(%)	0.85~1.10	0.3~0.6	0.04以下	0.04以下	0.02以下

塗布棒又は被覆棒に於ては、上述の如く、其塗布劑と心鐵との兩者の組合せによつて、銲着鋼の性質が決定せらるゝものとせば、これに對して一定の仕様を規定することは困難なるが故に、こゝには主として使用せらるゝ塗布又は被覆劑の特性を記述するに止める。

元來塗布劑又は被覆劑として用ひらるゝものゝ働きは、これを3種に區分することが出来る。1は其還元作用を利用して銲融金屬の酸化を防止し、同時に銲滓氣泡等の發生をも妨げんとする脱酸劑にして、これに用ひらるゝ主なるものにアルミニウム、マンガン、苦土、炭素、黃血鹽、青酸加里等がある。

2 は銲滓の銲解を容易ならしめ、これを表面に浮び出でしめて、銲融鋼に銲滓の包容せらるゝことを妨げんとする銲劑であつて、これに用ひらるゝ主なるものに、珪酸、硼酸等の酸性のもの、酸化カルシウム、酸化マンガン等の鹽基性のものがある。

3 は銲融鋼に含有せしめんとする各種の元素であつて、これによつて其組織、強度等を所期のものたらしめんとするもので、心鐵の材質に応じて各種のものが加へられる。

以上の如く電極棒について、其の心鐵並に塗布劑を一律に仕様することが甚だ困難なること、従來其良否の銲着鋼の性質に及ぼす影響が多少輕視されてをつたこと、其製造が比較的小規模の設備にて行ひうること等の理由によつて、今日尙雜多の電極棒が賣出されてをり、市販のものの中には往々粗悪なるものゝ存在が避け難い状態にある。

又一般に銲接業者が定評ある電極棒の使用を喜ばざる傾向あるは、従來これ等電極棒が多く外國品にして、比較的高價なることにも基因するものと認められるが、今日では國産電極棒にて優秀なものが相當賣出されてをる。又多量の電極棒を消費する工場に於ては漸次自家製の電極棒を使用するの傾向が著しい。

更に電極棒につきて考慮を要する問題は、電極棒は其種類毎にこれに最適の電弧長、電流、電壓、銲接方向を有し、其電極棒によつて得らるゝ最良の銲着鋼を施工せんがためには、銲接工が其の棒に對して充分なる理解と熟練とを必要とする點である。

今一般に塗布又は被覆棒に對して考慮せらるべき要點を掲げると次の如くである。

- 1) 被覆(塗布)劑は電極棒の心鐵と同心にして均等に被覆せられ、貯藏、運搬等の取扱ひにより變質又は剝脱せざるものたること。
- 2) 被覆(塗布)劑は銲接の際有毒瓦斯を發生せず、銲接部分に悪影響を與ふるが如き材料を含有せざること。

3) 被覆劑は心鐵に比し幾分銲融速度遅く、下向、上向、横、豎銲接等各其用途に従つて銲接作業を容易ならしむるものたること。

4) 銲着鋼に附着せる銲滓は取除き容易なるべきこと。

上述の如く被覆材を有する電極棒の仕様をなすことは困難なるが故に、こゝには其成分の數例を掲げるに止める。

第二十一表 電極棒被覆劑(%)の數例

試被覆料	珪砂	アルミニウム	二酸化マンガン	フェロマンガ	炭酸石灰	酸化石灰	炭素(木炭)	珪酸ソーダ	無水炭酸ソーダ	重炭酸ソーダ	炭酸バリウム	酸化チタン	硼砂	黄血鹽	アスベスト
A	—	—	25	—	22	—	10	—	—	8	10	8	燒17	—	—
B	7.6	—	20.2	—	—	20.2	10.1	—	—	12.8	—	—	24.25	5.05	—
C	—	—	19.2	10.4	—	10.4	—	8.6	—	—	—	—	燒23.6	8.6	19.2
D	—	7.4	10.3	23.6	—	20.5	—	5.3	—	—	—	—	22.7	10	18
E	—	8.3	16.5	8.3	—	12.4	—	6.3	6.6	—	—	—	24.8	16.5	—

第二節 銲 接 作 業

47. 作業上の一般注意

銲接作業が一般鉸鉸作業等と著しく異なる點は、銲接工の責任觀念の有無と精神状態の可否とが、作業の結果に極めて重大なる影響を有することであつて、決して優秀なる銲接設備と拔群の技術のみが完全なる銲接を齎らす所以でない事である。

技術試験に於て如何に優れたる技術を示し得る銲接工たりとも、作業に忠實ならず、工事に理解と責任感なく徒らに工程のみを急ぐとき、銲接作業の完全を期することは全く不可能であり、又銲接工の精神状態に平靜をかきたる點あるとき、

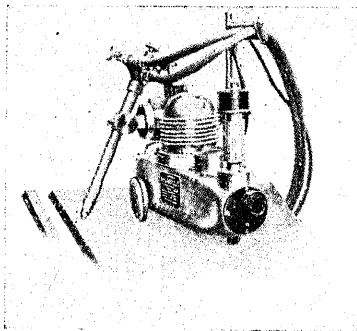
或は作業場の環境に不備なる點あらんか、作業者は其技術の全能力を發揮することは全く不可能となる。

これ等の諸點に鑑るとき銲接作業に際して、常に下掲の諸點に充分なる注意を拂はねばならぬ。

1. 銲接工は病氣、疲勞、寝不足、倦怠等のことなく、常に最良の精神状態にある事。
2. 作業上の災害等に對し完全なる防止設備を設け、作業足場等は完全強固にして且作業姿勢に何等の無理なからしめ、極めて平安なる状態にて作業せしむる事。
3. 銲接工は他の力業に當らしめず、専心銲接にのみ當らしむること。
4. 銲接工は常時銲接作業に當らしめ、其技術の練磨を怠らしめざると共に、技術的良心と工事に對する責任觀念の養成に留意すること。

48. 作業の順序

鋼材の整正に引きつゞき、罫線、切斷の行はるゝ事は銲結構造と同様である。切斷後の作業は銲結構造物に於ては銲孔の穿孔、材片の組合、銲孔の孔さらい等にて、これを終つて銲打となる。即ち鋼材の切斷と鋼材結合の主要作業たる銲打との間に、銲孔工作の爲めに消費さるゝ時間と勞力とは可なり量の差に達する。



第 283 圖 自動瓦斯切斷機

之に反して銲接結合に於ては鋼材切斷後稀れに少數の組立用ボルト孔の鑽孔をなすことあるも、多くの場合直ちに各材片の組合せが行はれ、銲接に着手する。

従つて工作上に於ては銲結に比して遙かに工費を節約しうる事となる。併し最近に於ける本邦銲接工事の實例に徴するに其工費は必しも安價とは云はれぬ、この原因

は此種銲接工事が未だ初期時代にあるため、各種工場設備に要したる固定資本に對する消却費の割合大なること、銲接工の資格検査が甚しく嚴格なるため勞力費の大なる事、更に大なる問題は銲接せらるゝ鋼材縁部の仕上げに、銲工法の場合以上に費用をかけてをること等にある。第一、第二の原因は銲接工事の盛んとなるにつれて自然に取除かるゝ問題であり、第三の原因は鋼材縁部仕上げを行はず、瓦斯切りのまゝにて銲接することに充分なる自信を有するに至らば、これ又漸次消滅せらるべき事柄である。殊に最近自動瓦斯切斷機の進歩著しく、各種の曲線切斷、傾斜切斷が極めて容易に、又極めて滑らかに作業しうるに至つたから、早晚鋼板縁部の削成に多額の費用を失ふの缺點は除かれるに至るであらう。第 283 圖は自動瓦斯切斷機の一例を示す。

49. 材片の組合

銲接作業の開始に先立ちて鋼材は所定の形に組合せられねばならぬ。之の正確不正確は製品出來上りの形状、寸法に影響するところ頗る大なるが故に、この仕事は銲接作業中重要なる位置を占むるものと考へる。材片の組合法は其の工法によつて大體之を次の 5 種に分類することが出来る。

1. 締附金具を使用する法 製作箇數が少く特殊の組合設備を用意することの不利なる場合に採用せらるゝ法で、鋼材の組合を組立臺上にて行ふことが出来、材片の吊り下げ等の必要な場合に適用される。材片の組立締附には材片の形状に應じ各種の形状をなしたる萬力、ジャッキ、ターン・バックル等が使用される。
2. 組立ボルトを使用する法 材片が懸垂状態にて取付けらるゝ時、又は材片に充分なる支臺を與ふる事困難にて締附金具のみにては其の位置を安全に保持し難き場合に、必要の範圍にて最少數の組立ボルトを利用する。ボルトの位置の選定には其の構造物に對して最適最有效の場所を選定する必要があり、この意味から之の選定は相當の熟練を要する。この工法は其の性

質上現場組立の場合に主として使用せられる。

3. 外枠を使用する方法 製作せらるゝ構造物の外廓に沿つて古鋼材等を用ひて強固なる外枠を作り、この外枠と構造物の各材片とを柄孔締附金具、楔等を用ひて定着し、構造物を所定の形状に固定したる後銲接に着手する方法である。此の工法は製作後外枠材が廢品として残る點が不經濟なるも、組立に手数を要せざる點から、製作個數多き場合極めて有利なる工法である。
4. 組合臺を使用する方法 本法は工場に設けられたる組合臺上にて材片の組立を行ふもので、組合臺は適當の高さに古鋼材等を用ひばゞ格子型に組み並べ上面を一平面となしたものである。構造物を形成する各材片は此の臺上にて組合され、其位置は材片を挿し挟みて組合臺の鋼材に固定されたる山形鋼類或は楔等にて確保せられる。
5. 既製品を原型として使用する方法 製作個數多き場合は前掲適當の方法にて組合の上、正確に製作せられたる製品をとり、之を原型とし之に各材片を固定して所定の位置に組合の上銲接を行ふ。

50. 銲 接 作 業

所定の形状に組合せを終へたる材片は其要所要所を假着したる後、豫め銲接の寸法並に位置を示す爲に正確に標されたる罫線に従つて順次銲接される。此の假着は各材片が無理な應力を受けざる状態にて施されねばならぬ。

銲接作業に於て最も困難を感じる事は、銲接終了後に製作物に残る熱歪みと内應力とである。之等を出來得る限り減少せしむる爲には必要以上多量の熱を發生せしめざる事で、之が爲には電極棒には適量の炭素含有率を有せしめ、必要以上に直径の大ならざるものを用ひ電流を過大ならしめず、必要以上銲着鋼を盛らない事等が絶対に必要である。尙熱歪みの發生を防ぐ目的にて次の様な工法が考案されて居る。

1. 對稱法 銲接部の配置をなるべく材片の中立軸に對して對稱に配列し其作

業も、2名の銲接工をして左右前後對稱に進行せしむる方法である。

2. 逆歪法 銲接終了後に生ずべき歪みを豫め推測し、之に相當する量だけ母材を豫め逆に變形せしめて作業を行ひ、銲接によつて起る歪みを相殺せしめんとする方法である。
3. 多層法 多量の銲着鋼 施工する場合1回の作業にては熱の發生著しく、歪みの懸念大なる場合、必要以下の小徑の電極棒を用ひ、銲接を數層に行ひて、歪みの發生を最少限度に止めんとする方法である。
4. 抑制法 特に考案せられたる特殊の締附具を用ひて、作業中に生ずる歪みを抑制しつゝ銲接を行はんとする方法である。
5. 冷却法 歪みの原因たる高熱の冷却を速かならしめ、歪みを最少限度に制限せしめんが爲めに適當なる部分を水冷せんとする方法である。
6. 導熱法 歪みの原因たる高熱の蓄積をさげんが爲、熱傳導率のhigh鋼鉄等を下敷となして銲接作業を行ひ、歪みの發生を僅少ならしめんとする方法である。

衝合銲接と隅肉銲接とを問はず銲着鋼の量は鋼材厚を増加すると共に増すが故に、之を1ビードにて施工すること困難となり數層に施工して行く、この場合各層毎に表面の銲滓の清掃を必要とする。第二十二表は普通に用ひられて居る層數を示したものである。

第二十二表 鋼材厚と銲接層數

鋼板厚 (mm)	衝 合 銲 接					隅 肉 銲 接			
	6-8	9-11	12-16	19-22	25	6	8-16	19-22	25
銲 接 層 數	1	2	3	6	7	1	2	3	4

電極棒の太さ並に銲接に要する電流量も鋼材厚の増加と共に増す。而して其の程度は電極棒並に銲接機の種類被銲接材の大きさ銲接の工法等にて一定し難い。

第二十三表は某工場に於ける實例とアーコス社の標準とを示す。

第二十三表 鋼材厚と電極棒の太さ及使用電流

某 工 場			アークス社標準			
鋼材厚 (mm)	電 流 直 流 (A)	電 流 交 流 (A)	電極棒直徑 (mm)	鋼材厚 (mm)	電流量 (A)	電極棒直徑 (mm)
3	45~80	45~90	2	1.5~3	45~55	2
5	75~110	100~155	2.5	3~5	55~70	2.5
10	115~150	150~220	4	5~10	70~110	2.5~3
15	130~170	150~225	4	10~14	110~125	4
20	152~200	150~250	5	14以上	125~155	5~6
25	175~225	150~300	5			

銲接作業に當つて良好なる融合を得んが爲には、電流量並に電弧の長さを適當に選ぶ外に銲接の速度を適度に調節しなければならぬ、而してこの速さは鋼材厚の増加と共に減少する、第二十四表はその一例を示す。

第二十四表 銲 接 速 度 (m/hr)

鋼材厚(mm)	衝合銲接	隅肉銲接
3	4.5	4.5~5.0
5	3.5	3.5~4.0
6	2.25	2.5~3.5
9	1.5	1.5~2.0
12	1.0	1.0~1.5
19	—	0.75

銲接速度過大なるときは作業中融銲金屬は壺の外に落ち充分なる融合を期待し難く、速度遅きにすぐれば銲融鋼のオーバーラップを生じ、速度不同なる時表面不整にして外觀上並に強度上均等を缺くに至る。

銲接に際しての電弧の長さは銲融鋼の酸化、窒化、氣孔の發生其他の害を防止するため、充分なる銲け込みを期待し得る範囲内にて出來得る限り短きを可とする。普通 3mm 程度にて電極棒直徑を越えざることを標準として居る。

以上のほか銲接作業に當つての注意事項としては雨露風雪をうくる際、氣温水

點下 5°C 以下の場合に施工せざること。被銲接材の表面は塵埃、銲、塗料、銲滓等の有害物を豫め清掃すること等が擧げられる。但し防錆用として塗布せる僅かの亞麻仁油は取除きの必要を認めない。

51. 銲 接 工 費

銲接構造物が、銲結構造物に比して、鋼材を節約しうること、細部構造簡單にして鋼材工作の費用少きこと、銲打ちに比して銲接が作業勞力の少きこと、等を考ふるとき、前者の工費が遙かに低廉なるべきことは何人も想像するところであつて、事實歐米に於ける銲接鋼橋乃至銲接建築物に於て 20~30% の工費節約をなし得たりと報告してをるものが少くないのである。然るに本邦に於ける今日までの實例を見るに、決して銲結構造物より著しく安價であつたと云ひ得るものが少いのである。この原因は § 48 に説いたところによつて明かであつて、この不自然さは近き將來に於て除れるものと信ずる。

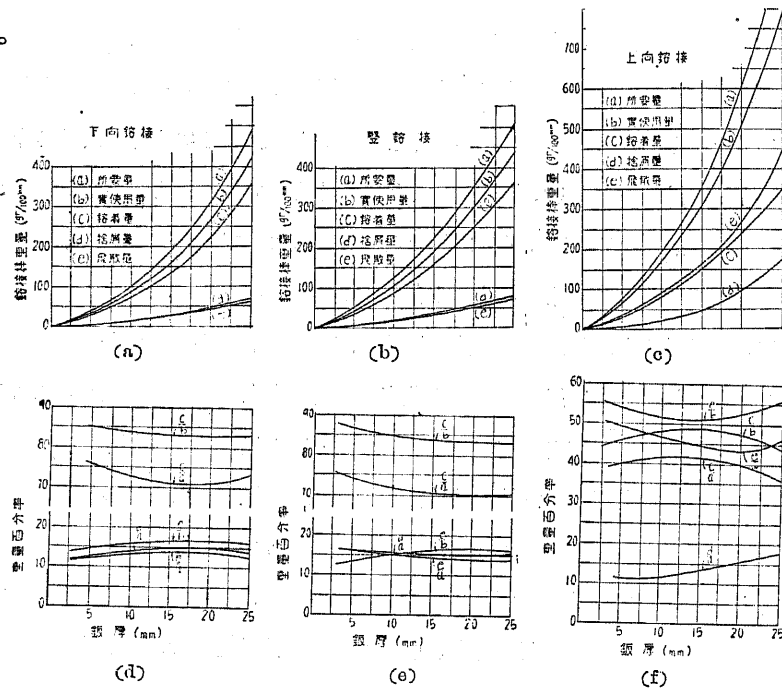
然らば銲接作業に如何程の工費を見積ればよいか、不幸にして今日未だこれに對して、銲結構造物に對するが如く豊富な資料が發表されてをらぬが、こゝに、極めて概括的な工費算出の方法を記述して見たいと思ふ、作業費中、鋼材の工作鋼材の組立等の費用は、直接の銲接作業ではなく、從來の銲工法の場合と同様に見積ることが出来るから、こゝでは觸れないこととする。

銲接工費として見込まねばならぬものを擧げると、(1) 電極棒費、(2) 電力費 (3) 勞力費、(4) 機械器具償却費、(5) 消耗品其他雜費等である。今此等について其概略を述べることとする。

(1) 電極棒費 電極棒費は其單價と、消費量とが解れば算出することは容易である。市販の電極棒の單價は舶來品であるか國產品であるかで大なる差があり、國產品でも其製造所によつて著しい相違があるが、著者の知る範囲で、信頼しうる電極棒は大體 1kg 當り 0.50~1.20 圓程度のものである、自家製の電極棒を使用する場合には、數割を節約しうであらう。

電極棒の消費量は、下向銲接にて補強盛を見込んだ銲着鋼の理論體積の 30~40%増、上向銲接となれば 100~150% 増と見なければならない。

第 284 圖に示す圖表は衝合銲接に於ける消費電極棒と銲着鋼體積との關係を示すもので、秋山兼良氏の實驗によるものである。實驗は交流を用ひ、被覆電極棒によつて軟鋼を V 接手による衝合銲接したもので、銲接部には適當な補強盛が附せられてをる、電極棒の重量として被覆を除いた心鐵のみ測定されてをる。試片の製作に當つた銲接工は浦賀船渠株式會社の職工中上位に屬するもの 1 人である。



第 284 圖 使用電極棒と銲着鋼の體積

第 284 圖 (a), (b), (c), は下向銲接、豎銲接、上向銲接夫々の、母材厚の變化に伴ふ電極棒の所要量、實使用量、銲着量、捨屑量、飛散量の増減を示したものであり、(d), (e), (f) は此等の諸量の比率を與ふるものである。この曲線によると下向と豎銲接とは其傾向が殆んど相似てをり、上向銲接のみが格段に違つてをる、先づ電極棒の所要量と銲着量との比を見るに、下向と豎銲接にては大體

70~75%、上向銲接にては 36~41 %で、所要量中の捨屑量は各種銲接共大體消費量の 15% 前後であるから、飛散量が上向銲接に於て著しく大きいことがわかる。隅肉銲接の場合も喉厚は普通鋼厚に等しいから、V 接ぎの開先が 90° になつた時と考へればこれ等の比率には大差ないと考へて過りない。

今本圖表を用ひて鋼厚 15mm の場合の、V 接手長 2m の電極棒所要量を算出すれば

$$\text{下向銲接の場合} \quad 185 \times \frac{2,000}{100} = 3,700 \text{ g}$$

$$\text{豎銲接の場合} \quad 230 \times \frac{2,000}{100} = 4,600 \text{ g}$$

$$\text{上向銲接の場合} \quad 355 \times \frac{2,000}{100} = 7,100 \text{ g}$$

となり、これ等の利用率は第二十五表の如くなる。

第二十五表 電極棒利用率

	所要量に對する百分率		
	銲着量	飛散量	捨屑量
下向銲接	71	14	15
豎銲接	71	15	14
上向銲接	42	45	13

以上の結果から今

W : 銲着鋼理論重量 (kg/m)

W_a : 所要銲着鋼重量 (kg/m)

とすれば

$$W_a = \frac{W}{a} \text{ kg/m}$$

a : 0.70~0.75... 下向、豎銲接に對し、

0.35~0.40... 上向銲接に對し、

(2) 電力量 普通 1 kWh の電力は 0.27 kg の鋼を銲融する、よつて 1m 當 W_a kg の銲着鋼を得るためには

$$p' = \frac{W_a}{0.27} = 3.7 W_a \text{ kWh}$$

を必要とする、他に銲接電力の損失があるから、これを 20% 見込むと

$$P = \frac{p'}{0.8} = \frac{W_a}{0.27 \times 0.8} = 4.7 W_a \text{ kWh}$$

を要する、尙實際の作業では更に安全を見込んで、この値に相當の餘裕を加へて設計書上には計上さるべきである。

(3) 勞力費 勞力費としては銲接工、銲接工手傳、電工等の費用を見込まねばならぬ、銲接工手傳としては銲接工の歩掛の $\frac{1}{2}$ 、電工は其 $\frac{1}{10}$ を見込めば充分である。

銲接工の所要歩掛りは、銲接 1 m 當りの所要作業時間がわかれば、其従業時間數から、容易に算出することが出来る。

今 1 m 當りの所要銲着鋼 W_a を銲融するに必要な電力量が $4.7 W_a$ kWh とし、作業時の電弧電力が P で表はされるとすれば、 $4.7 W_a$ だけの電力量に達するまでの時間、即ち W_a を銲着するに要する時間 t は

$$t = \frac{4.7 W_a}{P} \text{ (h/m)} = 282 \frac{W_a}{P} \text{ (min/m)}$$

となる、こゝに P は板厚 d mm (隅肉銲接の場合はほぼ脚長をとつて差し支へない) に對して、次式を適用する。

$$P = (2.25 + 0.08 d) \text{ kW}$$

併し實際の仕事では材料器具の運搬、移動、電極棒の取換へ、銲接工の休息等のために、作業は中絶されることを見込むと 1 m の作業に要する時間は上記の値の 2 倍位には見ねばなるまい。

(4) 實例 銲接の寸法が定まれば其断面から前掲の方法にて電極棒所要量を求めることが出来るが、更に概括的に銲接鋼橋の鋼材 1 t 當りの電極棒所要量の概數を知る必要が屢々起るものと考へる、これは永い間には多數の實例から、統計的に求めて、各橋種に對する數値が擧げらるに至ると思ふが、今日未だ本邦に於ける實例乏しく其時機に達してをらぬ。

第二十六表は本邦施工の銲接鋼橋の數例から求めた電極棒の所要量である。

第二十六表 銲接鋼橋 1 t 當り電極棒消費量

橋 種	鋼 材 重量 (t)	電 極 棒 重量 (kg)	鋼材 1 t 當り 消費量 (kg)
鐵道板桁橋(支間32m)	75.369	2,390	31.7
鐵道トラス橋(支間32m)	21.196	729	34.4
道路トラス橋(支間32m)	16.225	480	29.6
複線板桁橋(支間17m)	148.000	4,490	30.4

上表の電極棒消費量は、初期の銲接構造物で、比較的多量の銲接が行はれてをると考へらるゝものについての割合であるから、將來この比率はもつと減少するであらうと考へる。

隅肉銲接の施工費の一例として、中原壽一郎氏の報告せらるゝところによると、板桁橋補強用の 6 mm 隅肉銲接の請負工費が、工場銲接の場合、銲接工費、電極棒費、電力費其他を含んで 1 m 當り 1.10 圓であり、現場銲接にて引込線及器具損料、機械消却費、消耗品費を含んで約 5 割増の 1.66 圓となつてをる、併し現場銲接費としては、このほかに補強材の取附費、監督費、塗工費、雜費を見込まねばならぬので、結局 6 mm 隅肉銲接 1 m 當 2.30~2.50 圓となつてをる。

52. 鋼橋の組立並に架設の實例

Turtle-creek 單線鐵道橋 Westinghouse 電氣會社の Linhart 工場と、East Pittsburg 工場の間 1927 年に架設された最初の全銲接板桁鐵道橋で、支間約 16.3 m、約 60° の斜橋である。

主桁高は 60'' にて 3 枚の突縁板を有し、最内側の突縁板 $14 \frac{1''}{2} \times \frac{5''}{8}$ は腹板 $51'' \times \frac{3''}{8}$ に $\frac{3''}{8}$ 隅肉にて連續銲接せられ、其外側に $15 \frac{1''}{4} \times \frac{1''}{2} \times 38'$ 及び $16'' \times \frac{1''}{2} \times 22'$ の蓋板が取付けられてをる。

主桁の工場組立は先づ内側突縁板と腹板との下向銲接からはじまる。突縁板には腹板の位置を保つために小形山形鋼が假着けされ、腹板の剛性を増すために

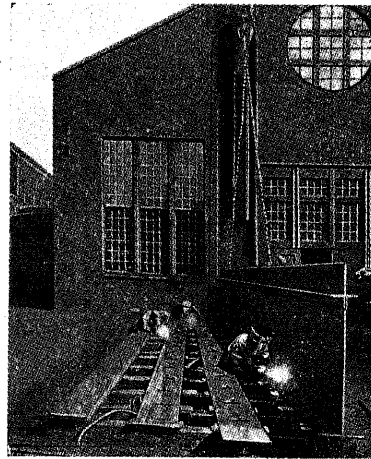
は、其中央部に山形鋼がボルト締めされてをること第 285 圖の如くである。この突縁鋸取付けの後に腹鋸兩側へ補剛材を鋸接してをる、かくすることによつて補剛材端と突縁鋸との鋸接が下向きで施工出来ることゝなる。片側施工の後、桁は反轉せられ、反對側の突縁鋸と腹鋸とが下向鋸接される。外側突縁鋸のとりつけには、其幅員を外側ほど大となし、内側よりの下向鋸接を可能ならしめてをる。

主桁組合終了後、工場内にて、横桁(24'' I 形鋼)、縦桁(18'' I 形鋼)と共に橋梁全部の假組合せを行ひ、各部の吻合を検査したる後、再分解の上、現場に運搬、架渡しを了し、横桁、縦桁の現場鋸接を施工してをる、現場作業に要したる日數約 3 日である。

工場鋸接に使用せる鋸接工 3 名、現場鋸接に 6 名、鋸接の總長は $\frac{3''}{8}$ 隅肉 1,057' 及 $\frac{5''}{16}$ 隅肉 501' に對し、約 500 lbs の電極棒と延 320 人時の勞力を使用してをる。

Lowicz 附近 Sludwia 河道路橋 歐洲最初の全鋸接トラス橋たる本橋の構造については § 32. 部材断面形については § 35 を参照されたい。

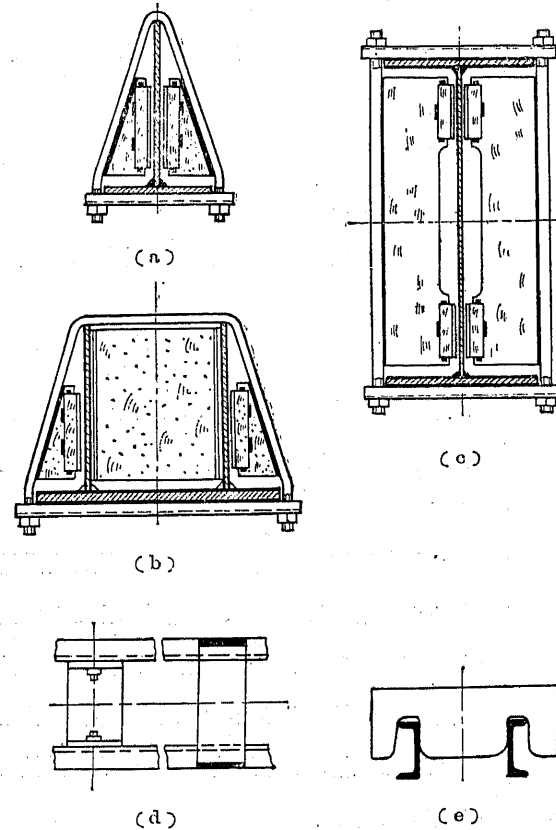
橋梁の製作は Warsaw 附近、Minsk-Mazowicki の Rudzki 工場にて行はれたものであるが、工場が此種鋸接工事につきて無經驗であつたために、Brussel の Soudure electrique Autogene 社より派遣された鋸接技術者が其衝にあたり、電極棒は同社製 "Arcos" の "Tensilend" 印が用ひられた。



第 285 圖 Turtle-creek 單線鐵道橋主桁鋸接作業

トラス部材の材片組合せにあたり其位置を確保するためには特別の締附装置が用ひられてをる。第 286 圖 (a) 乃至 (e) は下弦材、上弦材、横桁用の締附框で、

大體 1 m 間隔にこれを配置、長 7 m 部材に對し 6 個を使用してをる。締附框の構造は直徑 20 mm の丸鋼を部材断面に適應した形狀に曲げて框形となし、これ



第 286 圖 Lowicz 橋鋼材組合用具

を 50 mm 溝形鋼よりなる底鋸にボルト締したものである、更にこの 20 mm 丸鋼にはこれと部材々片との空隙に相應する形の繫鋸が 5~6 cm の間隙を残して鋸接せられ、この繫鋸の間隙は更にこれに挟まれる部材々片の厚さに應じた間隙を保つ 2 個の山形鋼にて調節される。これ等繫鋸及山形鋼は鋸接部より充分の距りがとつてあつて、鋸接作業には何等の妨害を與へず、極めて實用向であると考

案者 Bryla は報告してをる。

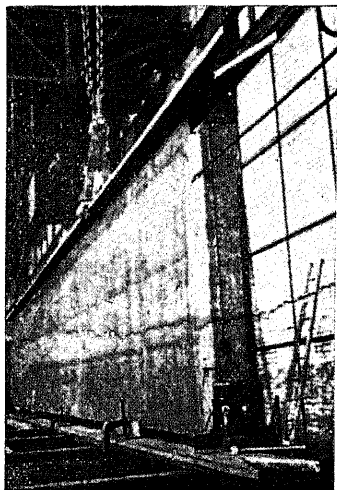
垂直材は 4 山形鋼と 1 腹鋸とよりなり、組合せには特別なる締金物は用ひず、兩端部固定の上鋸接してをるが、2 溝形鋼よりなる斜材は、兩材片の位置を固定するために其兩端に第 286 圖 (d) の如く溝形鋼の小片をボルト締めし、中間には (e) の如き切欠きを有する鐵鋸を用ひてをる。

現場の架設は足場上に先づ橋床を組立て、然る後に主桁の組立を行つてをる、

これ等の組立には木製起重機が使用され、各部材の格点假接合は添鋸なしに數箇の組立ボルトを用ふのみで、垂直材、斜材には幾分の假銲接を併用してをる、本銲接終了後これ等のボルト孔は皆埋め金されてをる。

橋梁鋼材總重量 55 t に對し、銲接に要したる延時間は工場銲接 1,100 人時、現場銲接 900 人時にて、比較的多量の時間を費してをる、この原因は工事が初めて、未経験のものであつたこと、現場施工時期が嚴寒に當れることによると云はれてをる、尙工事に當つた銲接工は 3 名である。

Schlachthof 橋 Dresden 市外 Elbe 河の洪水敷に架設された本橋の構造に



第 287 圖 主桁材片の組合

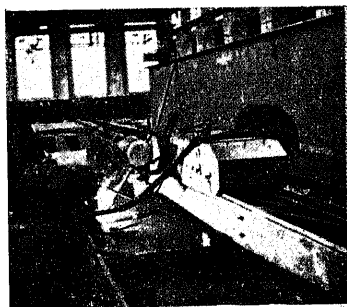
主桁、横桁とも先づ組立山形鋼と萬力とにて豎位置に組合し、假着けによつて其形が決められる、第 287 圖は主桁材片の組合狀況を示す。

假着けにて組合された主桁は走行起重機にて自動銲接機に遇ばれ水平の位置にて本銲接されること、第 288 圖の如くである。

については § 28 を参照されたい。

主桁、横桁共に工場にて銲接され、兩桁の取付けが眞結なる關係上、現場銲接として施工されたものは主桁の中間接合と他の附屬部分のみである。

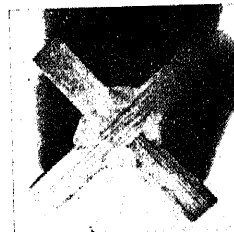
主桁、横桁の工場銲接には手銲接と自動銲接とが併用されてをる、手銲接は主として横桁に用ひてをる、これは突縁鋸と腹鋸との接合が斷續銲接であるためで、連續銲接を使用してをる主桁の、兩鋸接合は全部自動銲接を採用してをる。



第 288 圖 主桁の自動銲接

手銲接による横桁突縁及腹鋸の銲接は作業の便宜上桁を約 45° 傾斜せしめて行つてをる。

銲接作業を出來うる限り工場にて行ひ現場の施工を極度に避けてをる、又上向銲接は全然使用してをらぬ。

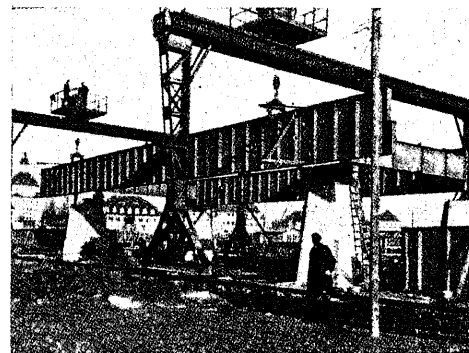


第 239 圖

自動銲接部の腐蝕試験片 St 57 A 及 B、自動銲接には Böhler の裸棒 'Elite' を使用してをる。

銲接機は Kjellberg, Siemens-Schuckert 及 A.E.G. のものが用ひられてをる、自動銲接機は A.E.G. のもので、初めてこの工事に供給されたものである、電極棒の消費は喉厚によつて 1 m 當り 0.2 ~ 1.7 kg、喉厚 6 mm の隅肉で 1 時間に 5 m を銲接する、施工の結果は極めて良好で、銲込みの工合、氣泡銲滓を含まざる點等、上々の成績を示してをる、第 289 圖は自動銲接部の腐蝕試験片で横の銲込みは約 2 mm である、作業費は Firma Christoph & Unmack の報告では手銲接に比し 25% 高價と云はれてをる。

現場での組立は汽車運搬された主桁、横桁が、附近の引込線にて起重機にて卸され、トロ車にて現場へ運搬され兩側の主桁と一部の横桁が組合され架設用走行起重機にて、橋脚上に架渡される、第 290 圖は架渡中の狀況を示す。



第 290 圖 走行起重機による主桁の架設

本橋の鋼材總重量 468 t、施工銲接長 14,000 m に對し電極棒使用量 5.4 t (但横桁取附用銲頭を含む) となつてをる。全橋梁各部の重量に對する銲接の重量比を掲ぐれば、

主 桁 にて	1.32 %
横 桁 にて	0.56 %
全橋梁 にて	1.15 %

となる、この電極棒消費の比率は §51 に掲げた本邦の實例に比べて甚しく少い。

Radbusa 橋 歐洲最初の銲接拱橋である、本橋の詳細については §28 を参照されたい。

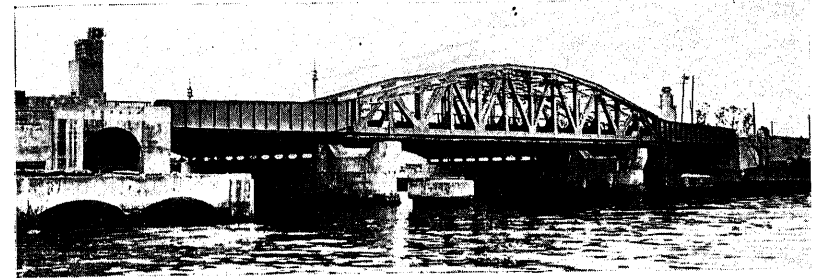
本橋鋼拱部の工作は其斷面形狀が簡單であるだけに何等の困難なく施工されてをる。殊に 2 枚の突縁鋸と腹鋸とからなる主拱肋の銲接組立を、銲結拱肋の場合に必要な突縁山形鋼の曲げ方、蓋鋸の取附、銲孔の鑽孔等の仕事に比較するとあまりにも簡單である。

拱肋の現場架渡しは組立足場上で行はれた、拱肋は夫々長約 11 m の數個に分ちて現場に運ばれ、足場上にて組合ボルトにて締めつけた後、接合部の銲接を行つてをる、接合は突縁、腹鋸を通して一斷面の衝合接手が採用されてをる。拱肋の組立及びこれが連結完成の後、上部の橋床部の組立銲接が行はれ、工事は極めて順調に何等施工上の困難なく遂行されたと報告されてをる。

第 6 圖は完成せる Radbusa 橋を掲げたものであるが、銲接工法によつて得られた細部構造の簡單さが、橋全體を極めて輕快ならしめてをることが感ぜられる。因に St 37 を使用しての本橋鋼材總重量 111 t にて、銲結の場合の 135 t に此して 22% の節約となつてをる。

瑞穂橋 第 291 圖に掲げた本邦最初の銲接鐵道橋たる本橋の構造に關しては §28 を参照されたい。

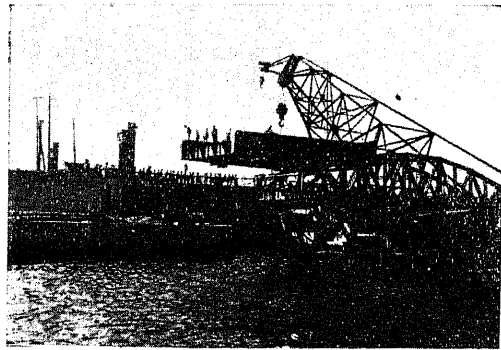
本橋は横河橋梁製作所東京工場の製作にかゝるもので、其架設は内務省横濱土木出張所が直營施工してをる、工作並に架設の狀況を見るに中央徑間トラス橋は、



第 291 圖 瑞 穂 橋 全 景

トラス部材の製作並に横桁類の銲接終了後、工場假組立を了へて、分解現場へ舟運搬し、架設箇所附近の陸上足場上にて主トラスのみの組立、銲打を完了したる後、兩側トラス別々にフローティング・クレーンにて橋脚上へ運び、兩トラス間隔を約 200 mm 廣めて据ゑつけ、工場にて銲接組立を了したる横桁と縦桁とを、トラスの一端より順次交互に建込みたる後、トラスをボルトとヂャッキとを用ひて正規の位置に引き寄せ、トラスと床桁との組立ボルトの本締をなし、終つて床桁部各部の銲接をトラス中央部より兩端へ向つて對稱に施工してをる。架渡しに足場を用ひずフローティング・クレーンを使用せることは、孰れの現場にても應用可能な工法ではないが、舟運の繁き水路上の工事にて斯くの如き強力なる設備を利用して、水上運輸を妨害することのなかつたことは極めて當を得たる處置と考へる。側徑間鋸桁の架渡しも同様で、工場にて組合銲接を完了せる主桁並に縦横桁は工場にて假組立して其吻合を照査し、一旦分解現場に舟運搬し、現場附近陸上足場上にて主桁、横桁縦桁の組立、各部連結銲接を完成したる後、すでに中央徑間トラスの架渡しを了したる、現場側徑間へフローティング・クレーンにて運搬し、其まゝ据ゑつけてをる。第 292 圖はこれをフローティング・クレーンにて吊り卸し中の圖である。

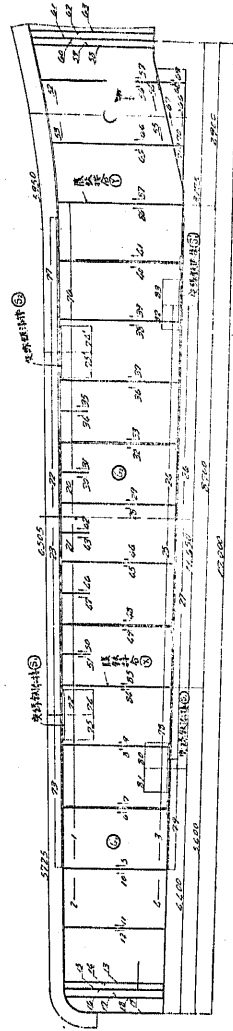
工場に於ける鋸桁類製作の一例として側徑間鋸桁橋の主桁の銲接順を示すに、主桁は腹鋸に 2 箇所の手接あり、よつて主桁を接手にて分たれたる 3 區分に分ち各々につき先づ下突縁と腹鋸とを締めつけ金物を用ひて豎位置にて組立、下向の



第292圖 架設中の側桁間

假着けし、反轉、他側の補剛材の假着けを行つた、斯くして其假着けの完了せる3部分を豎位置にて所定の如く組合せ、先づ下突縁接手の本鋸接を行ひ、腹鋸横鋸接手の假着けを行ひ、上突縁接手の本鋸接を行ひ、つづいて上下蓋鋸の萬力による締着けと假着けを施工してこゝに主桁全體の形態が假着けで完成されたこととなる。本鋸接の施工は、先づ下突縁と腹鋸の鋸接よりはじまる主桁を4等分し、各部分兩側に鋸接工を配し、中央より端部にむかひ各部同時に下向き鋸接を行ふ、この時下突縁と、補剛材との取附けも下向きにて施工し、腹鋸接手は其下半を豎鋸接にて行つてをる、ついで蓋鋸の取附けが下向きにて鋸接される、この作業が終つて桁は反轉され、上突縁部について同様の仕事が行はれ、これが完成後、桁は横に倒され補剛材の鋸接が下向きにて施工され、反對側も同様の作業が行はれて、こゝに主桁の組立鋸接を終る。主桁以外、床桁類の作業順もこれと大同小異である。第293圖は主桁の鋸接順を圖示したものであり、第294圖

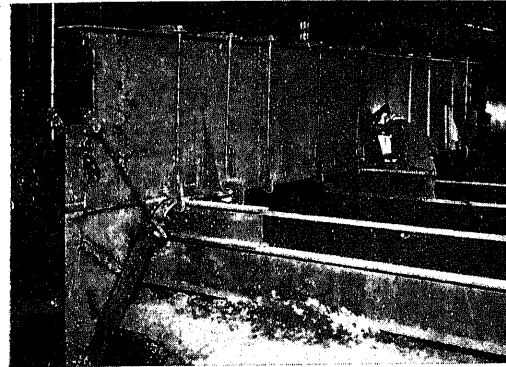
假鋸接にて位置を固定して、反轉、上突縁を同様にして假着けし、これを横位置に倒して、一側補剛材を下向きにて



第293圖 主桁鋸接順

及第295圖は中央徑間トラスの床桁假着けと主桁の本着け作業の状況である。

これ等の桁類はすべて鋸接による長さの縮まりに對し全長の $\frac{1}{1,000}$ を見込んで



第294圖 假着け施工中の床桁

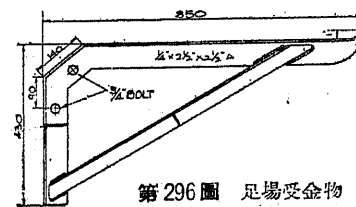
罫線をなし、仕上り材の寸法は所定のもののが得られた、假着け鋸接の寸法は大體6mm隅肉にて、長50mmのものを心々250mm間隔に施工してをる、斷續鋸接の部分は所要の鋸接の位置にて大體上記の標準の箇所を選んで施工してをる。

本橋鋼材總重量257t(但沓を除く)中鋸接構造の部分148t、これに對する總鋸接長、約6,000m、使用電極棒4.490t、鋸接作業時間7,022時間と報告されてをる。

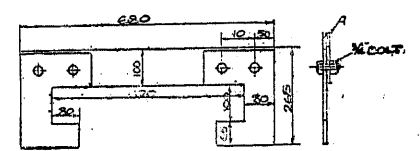
鐵道鋸桁橋の補強 §40 第292圖に示せる補強方法を採用せる鐵道省手取川橋梁の補強工事にては工作完成せる補強材は、牛車にて架橋現場の川原に小運搬せられ、各徑間の中央部附近に建てられたる、高25'の木柱にて補強鋸桁の高さまで神樂捲きさ



第295圖 主桁鋸接中の圖



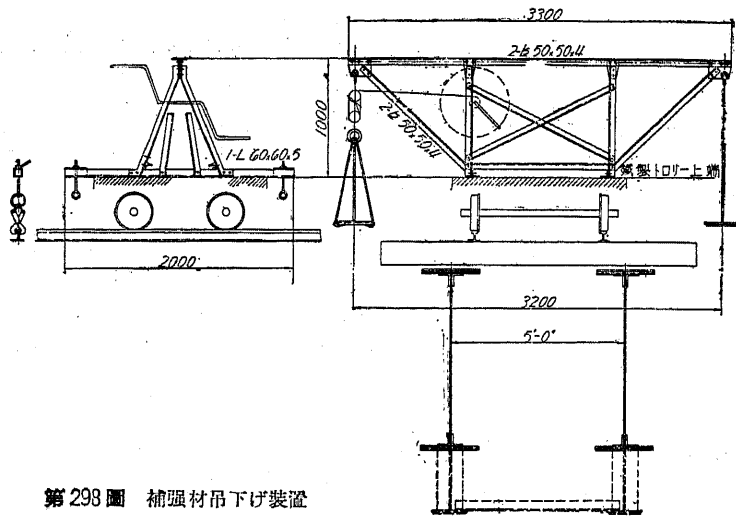
第296圖 足場受金物



第297圖 補強材締附金物

れてをる。

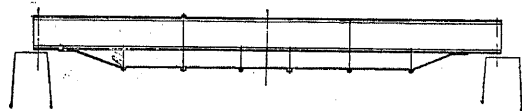
上突縁補強鋁の取付作業には第 296 圖の足場受金物を利用し、徑間約 22 m に對し、主桁兩側へ長 4 m の足場板 3 箇所を配置し、15 t デヤッキ 8 箇所を軌條片側 4 箇所づゝに置き、列車運行の合間を見越して、枕木諸共に軌條を持揚げ、上部突縁補強材を挿し込み、軌條を再び卸し、補強材の假締附を行ふ。この間に要せし時間約 35 分である。補強材は更に其位置を正しつゝ、第 297 圖の金物を用ひ、



第 298 圖 補強材吊下げ装置

本締附けをなし、補強材兩側約 1.5 m 間隔に假着けをなし、更に改めて本鋁接に着手する、本鋁接は桁の中央より左右兩側對稱に施工してをる。

下部突縁補強材の取付は軌條取除きの手數を要せざるが故に比較的簡單である、作業は桁下約 1 m の高さに設けた徑約 15 cm の丸太による吊足場上にて



第 299 圖 締付金物の配置

行はれてをる。下部突縁補強材の假着けは上突縁の場合の約 2 倍、75 cm 間隔に施工されてをる。本鋁接が

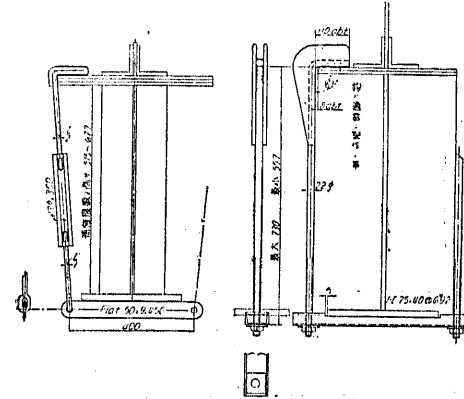
桁中央より左右兩側對稱に行はれたことは上部と同様である。

下部突縁補強材取附終了後、上下横構並に對傾樑が鋁接されてをる。

次に § 40 第 235 圖の工法による鐵道鋁桁橋補強作業の一例として、横河橋梁

製作所の用ひてをる工法を掲げると次の如くである。

本工法は前掲の方法の如く、軌條の取除きを要しないことが非常な利點である。補強材の取付は先づ第 298 圖の如き、鐵道軌道上を走る臺車上に設けた補強材吊下げ装置によつて、鋁桁橋下端まで補強材を卸しこれを第 299 圖の如き



第 300 圖 締付金物

配置の締付金物にて、本締めをなし、假着け施工の上、左右前後對稱に本鋁接を行ふこと前同様である。第 300 圖は補強材の締付に使用する金物の 2 種を示したものである。