

# 鋸 接 鋼 橋 (十)

青 木 楠 男

## 44 鋼橋の組立並に架設の實際 Turtle-creek 單線鐵道橋——Washington 電氣會社の Linhart 工場と East Pittsburg

工場の中に 1927 に架設された最初の全鋸接鋼桁鐵道橋で、支間約 16.3 m、約 60° の斜橋である。

主桁は高 60" にて 3 枚の突縁鋸を有す、最内側の突縁鋸  $14\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$  は腹鋸  $54 \times \frac{3}{8}$  に  $\frac{3}{8}$  間内にて連続鋸

接せられ、其外側に  $15\frac{1}{4} \times \frac{1}{2}$ 、 $1" \times 38'$  及び  $16" \times \frac{1}{2}$ 、 $22'$  の蓋鋸が取付けられてをる。

主桁の工場組立は先づ勾側突縁鋸と腹鋸との下向の鋸接からはぢまる。突縁鋸には腹鋸の位置を保つために小形山形鋼が假付けされ、腹鋸の剛性を増すためには、其中央部に山形鋼がボールト締めされてをること第 196 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となる。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た。

主桁組合終了後、工場内にて、横桁 (24" 工形鋼)、縦桁 (18" 工形鋼) 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、架設しを了し、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

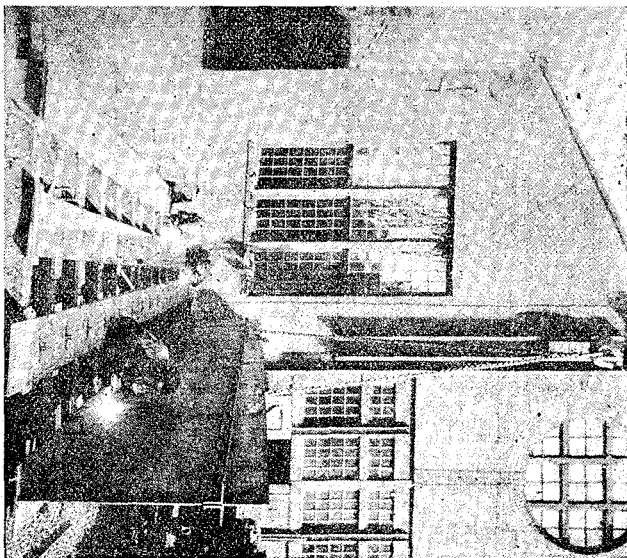
日数約3日である。

工場銲接に使用せる銲接工3名、現場銲接に6名、銲接の總長は  $\frac{3}{8}$  吋肉 1,057' 及  $\frac{5}{16}$  吋肉 501' に對し、約 500# 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——歐洲最初の全銲接トラス橋たる本橋の構造については本稿 31 (第十六卷第五號記載)、部材新面形については本稿 29 (第十六卷第四號記載) を参照されたい。

橋梁の製作は Warsaw 附近、Minsk-Mazowski の Radzki 工場にて行はれたものであるが、工場が此種銲接工事につきて無経験であつたために、Brussel の Soudure electrique Autogene よりの銲接技術者が其衝にあたり、電極棒には同社製“Arcos”の“Tensiland”印が用ひられた。

トラス部材の材片組合せに其位置を確保するために特別の縮付装置が用ひられてをる。第197圖乃至、第199圖は下弦材、上弦材、横桁用の縮付框で、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。縮付框の構造は直徑 20 mm の丸鋼を部材断面に適應した形状に曲げて框形と

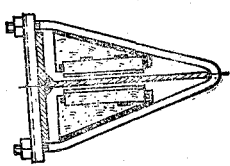


第 196 圖 Turno-creek 單軌鐵道橋主桁銲接作業

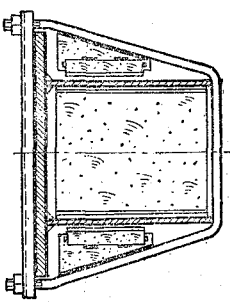
なし、これを 50 mm 溝形鋼よりなる底鉄にボルト締したものである、更にこの 20 mm 丸鋼には、これと部材材片との空際に相應する形の緊鉄が 5~6 纏の間隙を渡して銲接せられ、この緊鉄の間隙は更に挟まれる部材々片の厚さに應じた間隙を保つ2個の山形鋼にて調節される、これ緊鉄及山形鋼は銲接部より充分の距りがとつてあつて、銲接作業には何等の妨害を與へず、極めて實用向であると考案者 Bryla は報告してをる。

垂直材は 4 山形鋼と 1 腹鉄よりなり、組合せには特別なる締金物は用ひず、兩端部固定の上銲接してをるが、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 200 圖の如く溝形鋼の小片をボルト締めし、中間には第 201 圖の如き切欠きを有する腹鉄を用ひてをる。

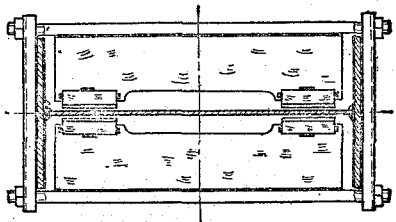
現場の架設は組立足場上に先づ橋床を組立て、然る後に主構の組立を行つてをる、これ等の組立には木製起重機が、使用されてをる、各部材の格點假接合は添鉄なしに數箇の組立ボルトを用ふのみで、垂直材、斜材には幾分の假銲接を併用してをる、本銲



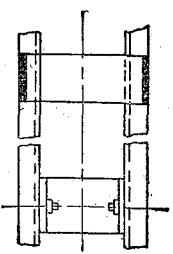
第 197 圖



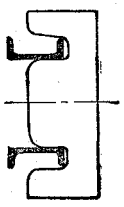
第 198 圖



第 199 圖



第 200 圖



第 201 圖

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、比較的少量の時間を費してをる、この原因は工事が初めての未経験のものであつたことと、現場施工時期の嚴寒に當れることによると云はれてをる、尚工事に當つた銲接手は 3 名である。

Schlachhof 橋——Dresden 市外 Elbe 河の洪水敷に架設された本橋の構造については本稿 24 (第十六卷第二號記載) を参照されたい。

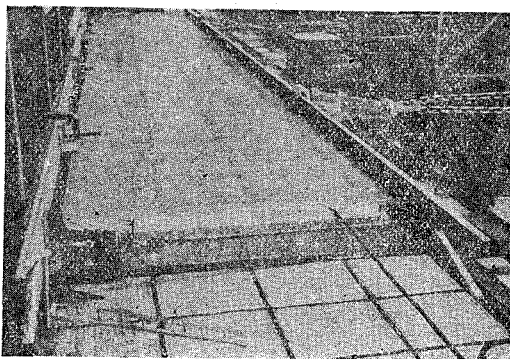
主桁、横桁共に工場にて銲接され、雨桁の取付けが鋸削なる關係上、現場銲接として施工されたものは主桁の中間接合と其他の附屬部分のみである。

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、これは突條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、兩鋼接合は全部自動銲接を採用してをる。

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、假付けによつて其形が決められる、第 202 圖は主桁材片の組合狀況を示す。

假付けにて組合された主桁は走行起重機にて自動銲接機に運ばれ水平の位置にて本銲接されること、第 203 圖の如くである。

手銲接による横桁突條及腹鋸の銲接は作業の便宜上桁を約 45° 傾斜せしめ行つ



第 202 圖 主桁材片の組合

てをる。

銲接作業を出来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。

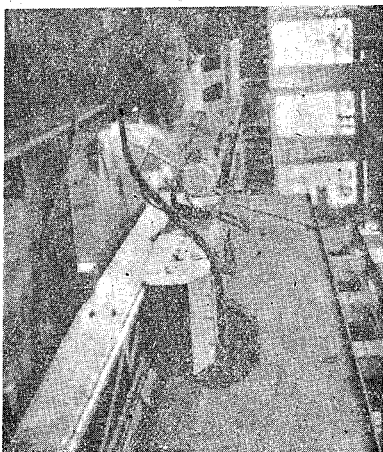
工事に當り 15 名の銲接手が DIN 4,100 による技術試験をうけてをる、(本稿 5.D 参照 第十五卷第十二號記載) この結果は規格  $25 \text{ kg/cm}^2$  に對し、平均 31.25 最小 25.13 最大 38.05 の成績を示してをる。

使用電極棒は手銲接用には被覆電極棒 "Kjellberg" St 37 A 及 B、自動銲接には Böhrer の裸棒 "Elite" を使用してをる。

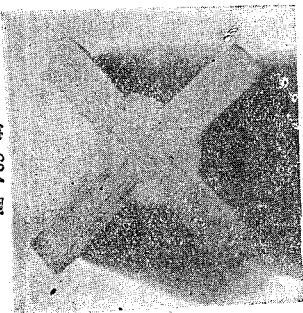
銲接機は Kjellberg, Siemens-Schuckert 及 A.E.

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 乃至 1.7 kg、喉厚 6 mm の間内で 1 時間に 5 m を銲接する、施工の結果は極めて良好にて、銲込みの工合、氣泡銲滓を含まざる點等、上上の成績を示してをる、第 204 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 & U. Maak 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、



第 203 圖 主桁の自動銲接



第 204 圖  
自動銲接部の腐蝕試験所

トロ車にて現場へ運搬兩側の主桁と一部の横桁から組合され架設用走行起重機にて、橋脚上に架渡される、第205圖は架渡中の状態を示す。

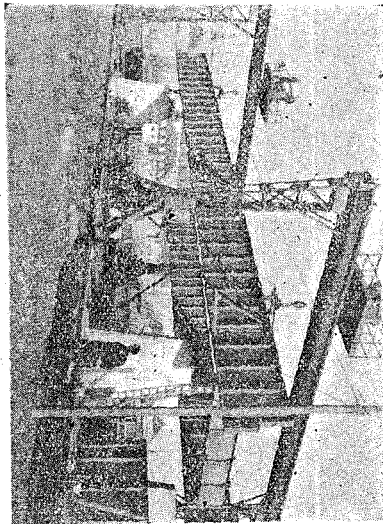
本橋の鋼材總重量468噸、施工鑄接長14,000 m に對し電極棒使用量5.4噸（但横桁取付用鋸頭を含む）となつてをる。全橋梁各部の重量に對する鑄接の重量比を接ぐれば、

主桁にて	1.32%
横桁にて	0.55%
全橋梁にて	1.0%

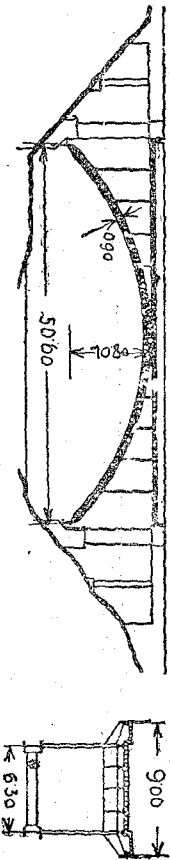
となる。

Radhusa 橋——歐洲最初の全鑄接鋼拱橋として1933年秋、Tschecoslowakei の Pilsen に架設せられた本橋は支間50.

6m、拱矢10.4 m の2鉸拱橋である2列の主拱肋は腹銀900 mm × 16 mm 突縁銀幅400 mm で厚さは曲げモーメントの大きさに従つて22乃至38 mm を有してをる、第206圖は同橋の略圖である。兩側主拱肋は各格點の鑄接横桁と、各格點に設けた菱形プレートで連結され、各格點に取付けた鑄接工形柱にて床桁を



第205圖 走行起重機による主桁の架設



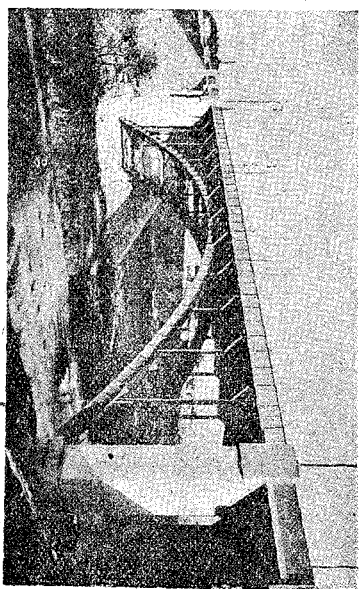
第206圖 Radhusa 河橋 Pilsen/CSR

支へ、これに縦桁が取りつけられてをる。路床は鐵筋混凝土床版にて中央 6 m には小鋪石の車道、左右 1.5 m にはアスファルト歩道を有してをる。

鋼拱部の工作は其断面形状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 枚の突縁鋼と腹鋼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、蓋板の取付、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 の數箇に分ちて現場に運ばれ、足場上にて組合ボールドにて締めつけた後、接合部の銲接が行はれた、接合は突縁、腹鋼を通して一断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 207 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 噸にて、銲結の場合の 135 噸に比して 22% の節約となつてをる。

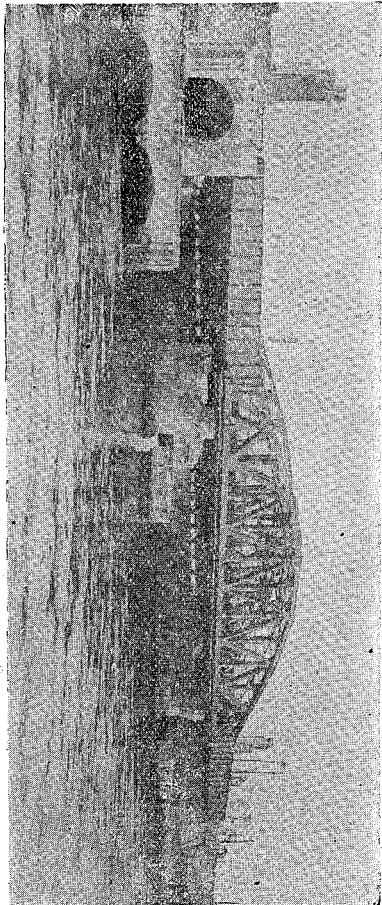


第 207 圖 完成せる Radbusa 橋

瑞穂橋——内務省横濱土木出張所が本邦最初の銲接鐵道橋として横濱港北大堤内開外國貿易施設用新埋立地に至る水路

に架設した、曲弦ワーレントラス（中央徑間）及下駄鉸桁（側徑間）とよりなるゲルバー型複線鐵道橋である、中央徑間 36.0 m、側徑間 20.0 m、内中央徑間トラスの突出 3.6 m にして側徑間鉸桁の純支間 17.0 m である、主桁中心間隔 8.25 m、設計荷重 K515 が採用された、第 28 圖は其全景を示すものである。

中央徑間の主トラスは鉸接を用ひず、鉸結としてをる。これは衝撃の多い鐵道橋の部材連結へ鉸接接手を使用することに一棼の不安の抱かれてをる現況に於ては止むを得ないことと考へる、中央徑間トラスの床構、並に側徑間鉸桁橋は全部鉸接が採用されてをる、鉸接部の設計方針を見るに出來得る限り工場鉸接にて作業を行ひ、現場架設後の足場上の鉸接を最少限度に止めてをる。

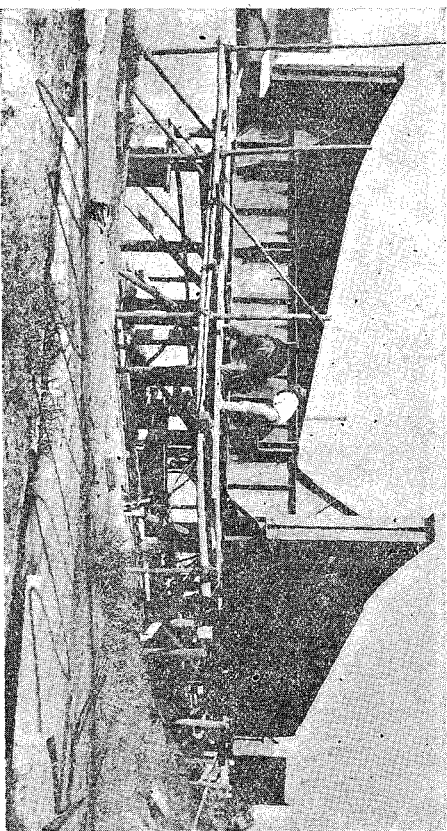


第 203 圖 瑞 穂 橋 全 景

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横濱土木出張所が直營施工してをる、工作並に架設の状況をみるに中央徑間トラス橋は、トラス部材の製作並に床桁類の鉸接終了後、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主トラスのみの組立、鉸打を完了したる後、兩側トラス別々にローションズ、クレーンに



て橋脚上へ兩トラス間隔を約 200 mm 廣めて据えつけ、工場にて銲接組立を了したる床桁と縦桁とを、トラスの一端より順次交互に趣込みたる後、トラスをボルトとヂヤツ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ポールトの本籍をなし、終つて床構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チング・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る工法ではないが、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。側徑間鈹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縱橫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、橫桁鈹桁の組立、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フローチング・クレーンにて其まゝ据えつけてをる。第 209 圖は陸上足場上にて組立銲接作業中の側徑間鈹桁であり、第 210 圖はこれをフローチング・クレーンにて吊り卸し中の圖である。

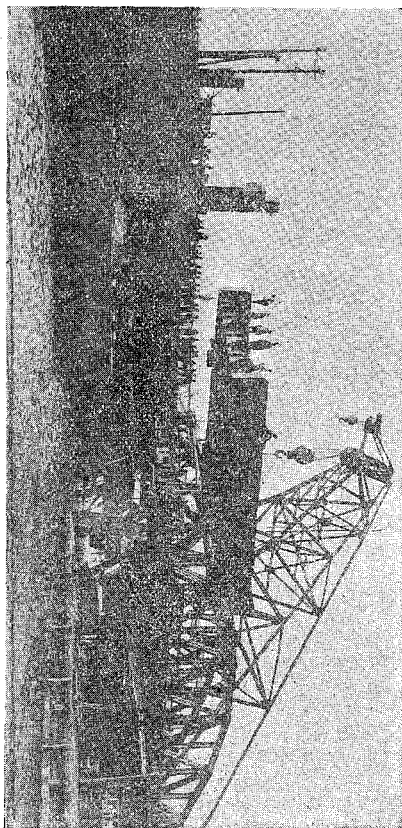


第 209 圖 現場陸上足場上にて組立銲接作業中の側徑間鈹桁

これをフローチング・クレーンにて吊り卸し中の圖である。

工場に於ける鋼桁類の工作の代表として側徑間鋼桁橋の主桁の銲接圖を示すに、主桁は腹鋼に2箇所の接手あり、よつて主桁を接手にて分れたる3區分にち各々につき先づ下突縁と腹鋼とを締めつけ金物を用ひて豎位置にて組立、下向の假銲接にて位置を固定して、反轉、上突縁を同一にして假付けし、これを横位置に倒して、一側補剛材を下向きにて假付けし、反轉、他側の補剛材の假付けを行つた、斯くして其假付けの完了せる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銲接を行ひ、腹鋼挿釘接手の假付けを行ひ、上突縁接手の本銲接を行ひ、つづいて上下蓋鋼の萬力による締付けと假付けを施工してこゝに主桁全體の形態が假付けて完成されたこととなる。本銲接の施工は、先づ下突縁と腹鋼の銲接よりはちまる主桁を4等分し、各部分兩側に銲接手を配し、中央より端部にむかい各部同時に下向き銲接を行ふ、

この時下突縁と、補剛材との取付けも下向きにて施行し、腹鋼接手は其下半を豎銲接にて行つてをる、ついで蓋鋼の取付けが下向きにて銲接される、この作業終つて、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銲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、こゝに主桁の組立銲接を終る。主桁



第 210 圖 架 設 中 の 側 徑 間

以外、床桁類の作業順もこれと大同小異である。第211圖は中央徑間トラスの床桁假付け作業中の状況である。

これ等の桁類はすべて銲接による長さの縮まりに對し全長の  $\frac{1}{1000}$  を見込んで罫線をなし、仕上り材の寸法は所定のものが得られた。假付銲接の寸法は大體 6 mm 間肉にて、長 50 mm のものを心々 250 mm 間隔に施工してをる、斷續銲接の部分は所要の銲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。

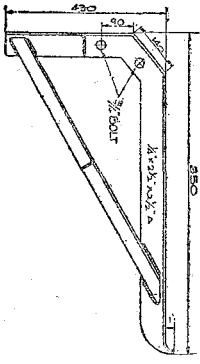
本橋鋼材總重量 257 噸 (但脊を除く) 中銲接構造の部分 148 噸、これに對する總銲接長、約 6,000 米、使用電極棒 4,490 噸、銲接作業時間 7,022 時間と報告されてをる。

鐵道鋼桁橋の補強——本稿第 64 圖 (第十六卷第六號記載) 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' の木柱にて補強鋼桁の高さまで神樂捲きされてをる。

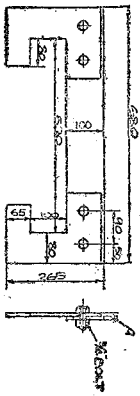
上突緣補強鋼の取付作業には第 212 圖の



第 211 圖 假付け施工中の床桁



第 212 圖 足場受金物



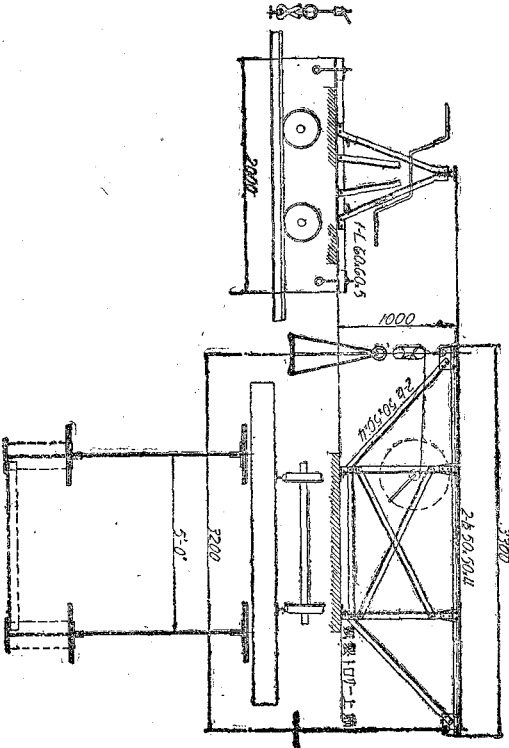
第 213 圖 補運材締付金物

足場受金物を利用し、径間約 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 噸「ヂヤツキ」8 箇を軌條片側 4 箇づゝに置き、列車運行の合間を見越して、枕木諸共に軌條を持ち上げ、上部突縁補強材を挿し込み、軌條を再び押し、補強材の假締付を行ふ。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 213 圖の金物を用ひ本締付けをなし、補強材兩側約 1.5 m 間隔に假着けをなし、更に改めて本締接に着手する、本締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数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 1.5 cm の丸木による吊足場上にて行はれてをる。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。本締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。

下部突縁補強材取付終了後、上下横構並に對傾離が銻接されてをる。

第 214 圖 補強材吊下げ装置



次に本稿第 168 圖（第十六卷第六等記載）の工法による鐵道鈹桁橋補強作業の一例として横川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。

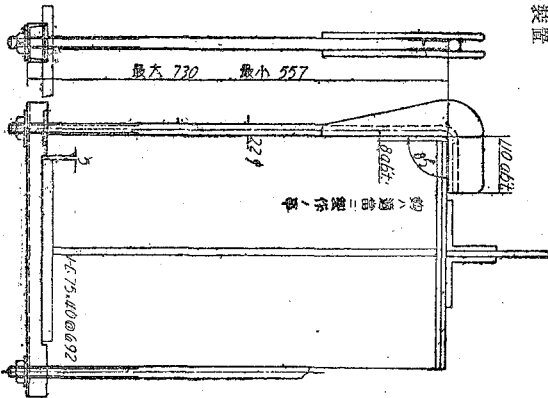
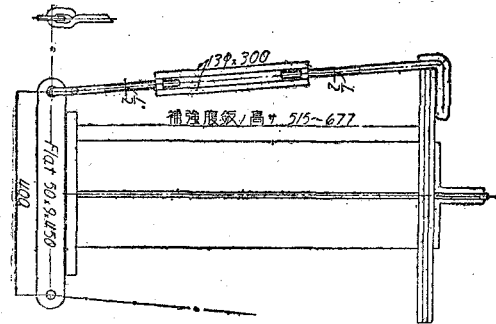
本工法は前掲の方法の如く、軌條の取除きを要しないことが非常な利點である。補強材の取付は先づ第24圖の如き、鐵道軌道上を走る臺車上に設けた補強材吊下げ装置によつて、鋼桁橋下端まで補強材を卸し、これを第215圖の如き配置の縮付金物にて、本締めをなし、假付け施工の上、左右前後對稱に本銲接を行ふことと同様である。第216圖は補強材の新付に使用する金物の2種を示したものである。

**45 銲接の外観検査** 銲着鋼は其母材と均一なる材質を有することが理想であり、其内容は充實し、酸化物、銲滓、氣泡等を含まず、表面に銲融鋼の飛沫なく、其波状滑かにして一様なものでなければならぬ。

接手に於ける銲着鋼と母材との融合は接觸面

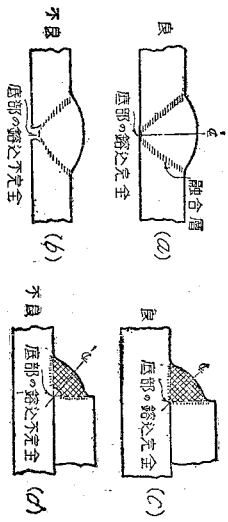


第21圖 縮付金物の装置



第216圖 縮付金物

の間々まで完全でなくしてはならぬ。第217圖は衝合及、隅肉鑲接に於ける底部の融合不完全の例を示したもので、(a) (b) (c) は融合完全なるもの、(d) (e) は不完全なるものを示す。



第217圖 鑲接部底部の融合不完全

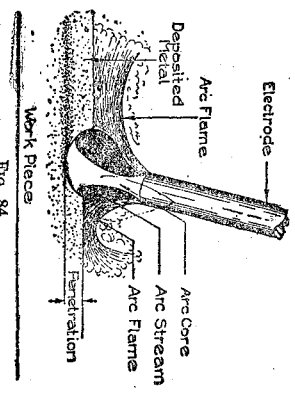
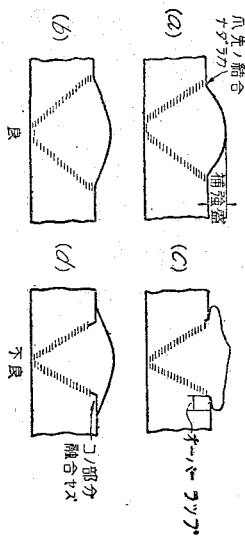


Fig. 84.

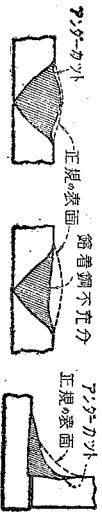
第218圖 鑲着鋼と母材との鑲込

通 1.5 mm 以上を必要とするものと考へられてをる。第218圖は鑲込 (penetration) の生ずる状況を示したもので、これが充分でなければ鑲着は完全な強度を示し得ない、これ等の良否を外観検査によつて正確に判定することは困難であるが接手の表面形状から間接にこれの良否を推察することが全然不可能ではない。

これが判断の資料として先づ問題にされるのは鑲接表面接合線に沿つて屢々見受けられる。第29圖 (e) (d) の如きオーバーラップである。電流調節良しきを得ず電弧長大に失し鑲接速度比較的遅き場合に起る、鑲接線部の鑲込み不完全なることは明かであり、内部



第219圖 鑲接部のオーバーラップ



第220圖 鑲接部のアンダーカット

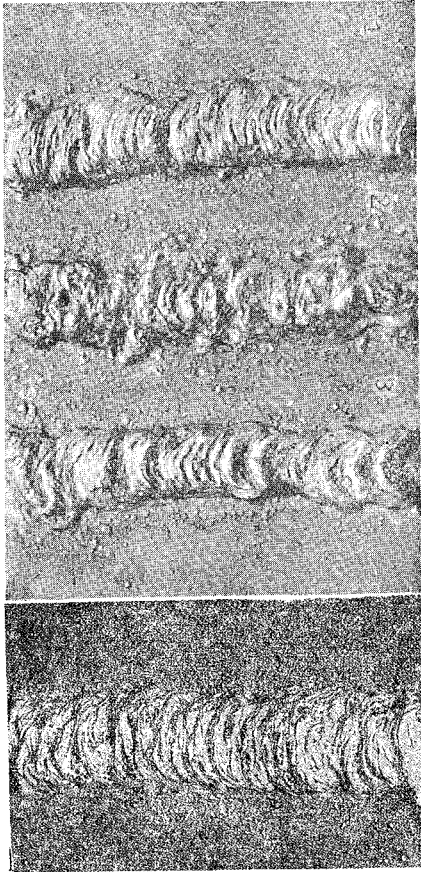
銲着鋼の質もまた害されてをるものと考へねばならぬ。電弧長適當にして電流の調節よろしきを得れば銲接線縁部は第219圖 (a) (b) の如く極めてなだらかにすり附けられる。

次に問題にされるのは第220圖に示せるアングラー・カットである。電流過大なるときに生ずるものであつて、電極棒の融解にて供給される銲着鋼に比して、母材の銲融が過多なるために銲接線の縁部に沿つて生ずる母材の凹みであつて、この部分に部材の弱點を生ぜしむる虞れあると共に、斯くの如き過大の電流にて施工されたる銲着鋼は氣泡の含有多く充分なる強度を示さない場合が多い。併し僅かのアングラー・カットは銲込みの完全を示す證據と考へられることもある。

又銲接線附近に銲融鋼の飛沫

を多量に散在せしめてをる場合がある、電流長過大なる場合又

電流の多過ぎた場合に起るもので、表面に光澤なく銲接の表面の仕上りは甚だ不規則に亂れてをることが多い、この場合



第221圖 銲接部の外觀

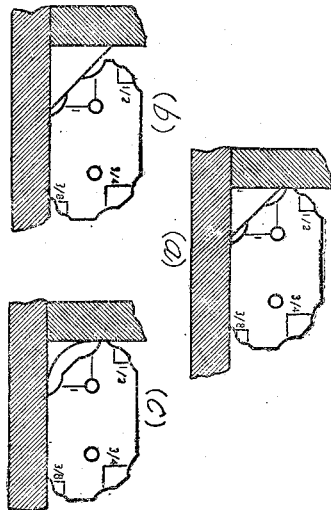
- (a) 標準電壓 標準電弧長 銲接方向稍悪し
- (b) 同上電壓 電弧長過大
- (c) 標準電弧長 電壓過大
- (d) 15 mm 銲の標準銲接

の鑄着鋼は質不良、鑄込みも不充分と認めねばならぬ。第 221 圖は鑄接部の外觀の實例を示したものである。

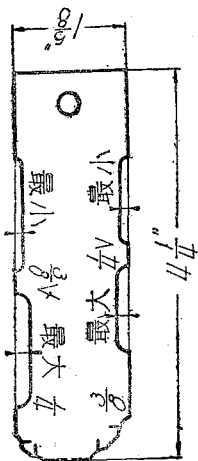
次は鑄接の大きさであるがこれは設計に従つて標された野線に正しく一致せしめ、みだりに其長さを増し、又其脚を大ならしむることがあつてはならない、斯くの如きは經濟上の不利益のみならず、出来上り構造物の強度の均等さを破り熱歪みを増大せしめ、收縮應力を大ならしめ、有害なる結果を齎らすこととなる。これ等の寸法を指定以下に縮小させしむることの不可は論をまたないが、多くはなるべく出来上り構造物を丈夫ならしめたいとの心持から、過大なる鑄接を施工し勝ちである。

既成の鑄接の寸法を檢查するためには専用のゲージが工夫されてをる第 222 圖は米國流の隅肉鑄接用のゲージである、補強盛を含んだ喉厚を測定する構造となつてをる、ゲージの鋼厚は  $\frac{1}{16}$  位、圖の (a)

(b) (c) は 1' 喉厚の隅肉が適當に施工された場合、過大の場合、過小の場合のゲージ使用の狀況を示すものである。第 223 圖は同じく米國流の同一ゲージで隅肉と衝合と兩用のもので、衝合用の部分に最大、最小と示せるは、許されたる補強盛の限度を示せるものである。第 234 圖は廻邊流の隅肉用ゲージで、この種類のものは米國流と異なり目盛でよむ寸法は脚長である。



第 222 圖 隅肉鑄接用ゲージ

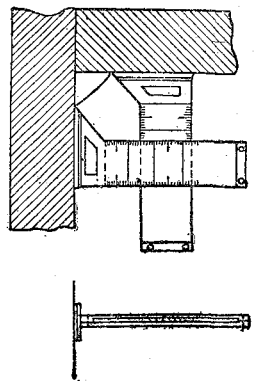


第 223 圖 隅肉、衝合鑄接兩用ゲージ



以上は銲着鋼について外觀により其良否を判断せんとするものであつて、これによる結果は極めて正確であるとは云ひ難きも其大勢を判定するに苦むものではない、殊に施工に當つて相當技術者が完全なる銲込と融合とを得ることに専心の注意を拂ひ、電極棒の運行、電弧の長、使用電壓、電流調節、電極の正負等に違りなくんば、非常高壓をうくる構造物等特殊のものにあらざる限り、外觀検査によつて一般鋼構物銲接作業の監督に支障を來すことは無いと信ずる。

重要構造物にて既成の銲接につき徹底的の検査を必要とする場合には、これに應じた内部検査を行はねばならぬ、この目的にて考察せられ検査方法に次に掲ぐるが如き各種のものがある。(未完)



第 224 圖 獨乙流筒内用ゲージ