

運送負擔力説に依る運送價値を最高とし合理妥當性を有する料金を徴收せしむべきであつて、かくすることは必ずしも布告の法意を破ることゝ爲らないのである。故に當局者は吾人が主張する改訂を斷行し此布告に依つて以上述べた新式交通機關を規律し、他の交通機關との權衡を保持せしめむことを切望するのである。唯だ此改訂を爲すも他の交通機關に於けるが如く事業保護の制度を缺くが、是等の點

に對してこそ後日の立法に俟つの外ないであらう。今や科學の進歩に依つて古人の想像だにせなかつた各種新式交通機關が續出するとき、一新物を捉へては一法案を捻る、夫れはまだ恕すべしとしても、法案作製の爲に數年を空費し此間發達せむとする民間事業を抑壓するが如きは、折角明治文化の建設者が制定して呉れた法の運用を辨へざるものである。

## 鋼橋の工作と其監督

(六)

内務技師 青 木 楠 男

### 第十三章 工作監督

四五 工作監督 工作依頼者側の Inspector が鋼材の到着から工作完成せる全鋼材の發送を終るまで工作工場に滞

在し、材料の検査並びに工作の可否、其進行の程度、隨時に生ずる工作上の疑點に對する監督指揮判斷をなすことが出來ればこの上もないことであるが、この様な理想的な方法は極めて稀な場合のほか先づ望めないものと考へる。と

云つて又工作は特殊の仕事であるから工作會社に委しておけばよい、出來た橋が落ちる様なことはあるまいと云ふ位な考へから全工程の間に一二回工作工場の見物に出掛ける程度で全然工作監督らしい監督を行はなくて仕舞ふのもあまりに無理解なやり方と云はねばならぬ、何人もが下構の現場工事に現場監督の必要を認めないものがない様に、上構の工作に對しても工作監督の絶對必要を理解してもらいたいと思ふものである、橋梁工事費中の上構材料並に工作費の割合を考へても充分検査監督をしないと云ふことは無責任なりとの謗を免れないものと思ふ。

勿論工作工場によつては全然監督を必要としない程度の仕事をやることも稀にはあるが何れの工場もそうだと云へぬ、多くの場合工事費等の關係から相當信頼しうる一流工場でなくむしろ工作監督の必要を痛切に感ぜしめられる二三流の工場が製作を受負ふ場合が多い。

元來工作監督の必要があまり認められない理由は工作が一般土木の仕事から見ていくらか特殊のものとして考へられて

これに理解をもつ人が比較的少ないことである、混凝土桁橋の打繼ぎの良否をすぐ注意する人はあつても、鋼橋部材の接頭の良否を見分け様とする人は少ない、加ふるに鋼橋工作中監督を要する主要部分、例へば鉋孔の仕上げの可否部材端の切上げの良否鉋の締め加減等は鋼橋が架設せられた後では全然見分ることが出來ないと云ふことが工作に注意をむける人の少い原因である、併しこのことは一面から考へると工作監督の必要を一層高唱しうる理由ともなるのである。

以上の様な諸點から考へて筆者は少くとも鋼橋の部材が假組立を行はれる以前に其材質、寸法、材片の仕上げ、鉋孔の仕上げ鉋の良否等につき一應の下検査をなしうる程度の監督を行ふと云ふことを標準としたい、これがためには工作工場の設備並び製作物の量にもよるが製作に油のつた時期には一人の監督官が先づ五日乃至七日に一回くらい永くも二週に一回は工作検査に行くことを必要とする、これ以上の期間においては一人の監督官では工作の進行に追

ひついて検査を行ふことは出来ぬ、又多くの工場にては場内の整理のため仕上り部材の積重ねを行ふから工作の進行が早い時は検査前に積重ねをなすの止むなきに至り、部材の検査を行ひ得ざるに至ることもある。

尙工場によりては監査部を有するものがあるが故にこれを利用すれば監督上の手不足を幾分補ひ得るの便がある。

#### 四六 工作監督上の注意事項

工作監督に當つての注意事項はすでに前章までに各項目につき其大略を記述したつもりである本節に於てはこれ等を總括して工作監督に當らるゝ場合の便に供したいと思ふ。

記述の便宜上項目を一、一般事項 二、鋼材検査 三、部材工作中的検査 四、仕上り部材の検査 五、假組立の検査 六、發送前の検査の六項に分つ。

### 一 一般事項

- 1 仕様書並びに圖面を熟讀了解すべし。
- 2 常に工作場に臨み、工作進行の度に注意すべし。

- 3 検査用具として次のものを用意すべし。

鋼製卷尺、檢鋏ハンマー、キヤリツバー、水糸、物指チヨーク、關係仕様書、圖面一式

### 二 鋼材検査

- 4 到着鋼材の表面瑕疵の有無。
- 5 規定數の試験片を規定の位置より切り取り所定の形状に製作をせしむること。
- 6 試片の強度試験の結果より鋼材の合格不合格の決定
- 7 鋼材保管方法の良否。

### 三 部材工作中的検査

- 8 各部材の材片の寸法並びに切取り寸法、鋏孔の位置の正誤。
- 9 鋏孔は Subpunched and Reamed 又は Drilled たるたるや。
- 10 組合せに際し充分なる假ボルトを用ひおるや、材

片が充分切觸し、切觸面は塗料を施されたるや（附記  
其一参照）

11 中間補剛材、端補剛材共に兩突縁間に完全に埋せ  
るや、Reamed せる銚孔の Burr を取り去りたるや、

又銚孔は正しく Cylindrical なるや。

12 工作中に鋼材の瑕疵の現はれたるものなきや。

#### 四、仕上より部材の検査

13 組合せたる部材に扭れ、曲り等なきや、其材片に工  
作中 Bucking 又は Crack を生じたるものなきや。

14 全銚の検査を行ふべし、殊に連結部のものに注意す  
銚の外観、位置、銚頭の缺點、Caulking Recupping の  
有無、を検し Hammer test を行ふ。不良銚は適當の  
方法による打ち換へを命ず。

15 各 Members 各 Girders の寸法を精密に照査すべし  
End Finish を要する弦材、床桁、縦桁等の端面仕上  
の良否、端面の傾斜度、仕上端面間の寸法の良否。

16 罅孔の寸法並びに位置の照査。

17 鑄鋼材の Blowhole 其他の缺點の検査。

#### 五、假組立の検査

18 現場銚孔の Reaming 完全に行はれたるや。

19 構造物全體の長さ、幅、反りの完全なる測定、すべ  
て鋼製巻尺を使用すること、現場用の巻尺と對照した  
るものを用ふれば最も安全なるべし。

20 標記せる Match Mark と Erection Diagram の記號  
と一致せるや否や。

#### 六、發送前の検査

21 仕様の方法により充分なるケレンの後塗工を施せる  
や否や。發送に當り塗料は完全に乾燥せるや。

22 各部材の Match Mark 誤謬なく明瞭なりや。

23 Bolt Nut 等小物類送附用の箱又は袋には其内容品  
を明示せる荷札を有するや。

附 記(其一)

一九二九年 A.R.E.A 公道鋼橋示様書

米國鐵道協會 (American Railway Engineering Association)

は其 Bulletin Vol. 30, No 314 上同協會の Committee on Iron and Steel Structure の定めた公道鋼橋示様書を發表してある、これを見るに同協會一九一〇年發表、其後一九二〇、二三年改正の鐵道鋼橋示様書、其他米國從來の示様書に比して目新しい點が相當に見受けられる、工作に關する示様に於ても特筆しなければならぬ多數の點を有してある、以下前掲の拙稿を補足する意味に於てこれ等の點に就いて論じて見たい。

Punched Work 從來 General Beaming を要求されない Minor Part に於ける鉄孔は鋼材の厚さが  $\frac{3}{4}$  吋以下なる時鉄の公稱直徑より  $\frac{1}{16}$  吋大きく Full Punch する事を許しておつたが、新示様書は鋼材の枚数が 5 枚以上となる部

分及び締結せらる、鋼材の中一枚でも  $\frac{3}{4}$  吋以上の厚さのものがあるときは、これを許さず  $\frac{1}{16}$  吋小さく Subpunch して後  $\frac{1}{16}$  吋大きく Beam することに定めておる、又鋼材の厚さに鉄徑より大なるものあるときは全孔を Drill する様に示様してある。

この Full Punched の許容範圍に制限を附することが極めて當然であることは本文第十六節に述べたことから想像出来る、米國に於て尙 Full Punched Work に對する信頼さがかくの如き有様であるとすれば、本邦に於ては其一般工作技術の進歩の程度から考へて其信頼さがより低きものであらねばなるまい。

Accuracy of Punched Holes 從來の示様書には Punched Rivet Holes の Poor Matching は reject するとのみ記載されて其程度を明示しなかつた、従つてこれに對する標準は Inspector の勝手であつて極めて不確かなものであり其取捨に迷ふことが多かつたのであるが、新示様書は孔の喰違ひの限度を示様し鉄の公稱直徑より  $\frac{1}{8}$  吋小さい部

が鉄孔總數の 15% 以上を通らなければならぬことに定めておる、これに適合しないとき鉄孔の位置のわるい材片はねるようになる、この限度を定めた根據を明かにすることの出来ないのが残念であるが、ともかく一定の標準を定められたことは工作監督者にとつては非常な喜びである。

#### Accuracy of Reamed and Drilled Holes Punched Holes

に對すると同様の示様が Reamed 又は Drilled Holes に對しても定められておる、これは從來全然なかつた問題で Beam 又は Drill すれば鉄孔は完全に Matching するものと認ておつたのだが事實は全くこれと異つて、各部材片組合せ後の出來上りの鉄孔には可成りの喰ひ違ひを認めることが多い、殊に Supunched and Reamed のものでは Supunching の不良から Ream で取り切れない喰違ひが残ることが度々ある。

新示様の規定は <sup>1</sup> 1 吋以上の喰違ひのあが鉄孔數が全鉄孔數の 15% 以上あつてはならぬことになつておる。

#### Shop Assembling 從來は材片の組合せに當つて其接觸面

を Paint することを明記しておつたか新示様書に於てはこの項を削除して其表面を清掃すると云ふ字句を入れておる、この問題についての詳細は後節 Painting. のところで述べる。

Rivets 打ち込み前の鉄に關する項目は從來の示様書に於ては其鉄材としての材質と、鉄の形狀寸法に關するもののみで、鉄材より鉄を形成する Rivet Making に關するものは全然記載されておらなかつた。

然るに鉄の出來の良否は Rivet Making の操作に甚大なる關係を有しておつて、この作業で鉄の材質が變化をうけたとすれば Rivet Driving に如何に努力しても良好な鉄をうることは不可能である。

Rivet Making に於ける害の主なものとは鉄材のわかし過ぎである、徑の小なるものには起りにくい、7/8 吋以上のものになると作業を容易ならしめるために鉄材をとかく焼きすぎる、其結果として鉄頭に Furnace Scale が附着し、打ち込み後これが鉄頭の「あばた」の原因となる、も一

この起り易い缺點は本文第三十八節に述べた類の Rivet Making Machine を用ゐるとき起り易いものであつた。この Gripping Dies 此の繼目の位置に起る Burr である。この缺點を免れた Rivet Making Machine としては本邦で主に用ひられておる Vertical type のものがある。

新示様書に於ては簡單であるが前項の缺點についての示様を記載し、銚は銚頭に Furnace Scale 附着せざるものたるべしと規定しておる。

**Riveting** 手打銚は本邦でも橋梁工事ではめつたに見掛けなくなつた。殊に米國では Hand Riveting と云ふは Pneumatic Riveting を意味する位に眞の手打ちはなくなつたと云へる。この點から見て新示様書が「Hand Driving よりも Pneumatic Hammer を用ひよ」との従來の示様を削除したことを當然と考へる。この項の代りに「Pneumatic hammer を用ゐるとき出來うる限り Pneumatic bucker を用ひよ」と記載したことも Rivet Driving の技術の進歩に適應した定め方と信ずる。

**Floorbeams and Stringers** 従來は床桁・縦桁の端面が、銚結終了後に Rotary Planer で  $\frac{3}{32}$  吋以内仕上げられる様に示様されておつた。これがために設計者がこれ等の桁の Hitch Angel としては  $\frac{1}{2}$  乃至  $\frac{7}{16}$  吋以上のものを用ひねばならなかつたのであるが、新示様書に於ては兩端面の仕上げを要求しておる事は同じであるが、仕上げ厚が設計圖の示す厚さ以下になつてはならぬと定めておる。この結果として従來定められておつた Hitch Angel の最小厚は  $\frac{3}{8}$  に減ぜられておる。

**Web Plates Cover Plate** など名の Web plates は従來 Flange Angle と同高であるか又は  $\frac{1}{8}$  吋以下突出せしめることになつておつた。これは凹みのあることが湛水の原因となり銹を誘起するものとなることを避けようとするものであつた。然るに新示様書は腹銚を突縁山形鋼の高さ以上ならしめず又  $\frac{1}{8}$  以上低からしめぬことになつておる。これはこの示様書が公道橋なるが故に床構は橋床にて覆はれることが一般で湛水の恐れのないこと、一方腹銚の

突出が橋床の築造上妨げをなすことがあることゝに原因するものと考へる。

**Pin Holes** 罅孔の位置に對する示様は、從來其中心間の長さ  $\frac{1}{8}$ " 以上の誤差のないことを要求しておつたが、新示様書に於ては抗張材では罅孔の外側間の距離、抗壓材では罅孔の内側間の距離に  $\frac{1}{32}$ " 吋以上の狂ひのないことを示様してある、從來よりも遙かに實際的の示様になつたと認めらる。

**Weather Condition for Painting** 塗工は Wet 又は Freezing Weather に行はないとのみ舊示様書は定めておるが新示様書に於ては天候の狀況を詳細に記述しておる、即ち塗工の際の温度は  $50^{\circ}$  以下たるべきこと、又ペイントが沸く程度に鋼材の温度が高まつたときに塗工せざることを、Misty Weather 其他係員の不良と認むる天候のとき施工せざることを定めらる。

**Painting on Contact Surfaces** 材片の接觸面へ Paint を塗ることは古くから定められておつた示様であるが、この

Paint が鉄打ちのとき焼けた鉄のために Bolting して、鉄の緊着を妨げる傾向があるとの説が近來喧しくなり、Paint をなるべく薄くぬるとか、片面塗にするとかの意見を有する専門家が多くなつてきておつた。

新示様書に於てこの點につき大英斷が行はれ、接觸面への塗工を禁ずると明記しておる、今迄の示様書には明かに塗工をなすべしと記され、新示様書にこれを禁ずると記され、其變り方があまりに急激の様にかへられるが、示様書の方が實際よりも遅れておつたことに原因するものであつて、何等の異議を挾むべき筋の問題ではない、製鐵技術に於ては餘程前から、この塗工は廢されておつたと聞くと、示様書の改正の遅かつたことを残念に思ふ位である。この問題は、この新示様書中工作に關する改正の最も大なるものである。

## 附記(其二)

### 鋼橋の工作と電弧溶接法



將來鉸鏈連結に代つて鋼構造物の細部構造を支配するものに電弧銲接連結のあることを信じて、こゝに其現況、工法の大體及其示様の概略を附記して讀者の參考に供したいと思ふ。

### 鋼鐵構造に於ける電弧銲接應用の現況

歐米に於て電弧銲接法が實驗的に其優秀さを認められて、機械類の製作や小規模の構造物の接合又は其修繕に用ひらるゝに至つてからすでに二十年近い年月を経ておるが、鋼鐵構造方面の應用が實用化して來たのはごく最近のこと、云はねばならぬ。

鋼建築物に銲接の多少なりとも應用された例はほとんど枚擧の出來ないほど數多いものであらう、又銲接作業のみで作り上げられたと認めて差し支へ程度のものも、白耳義、佛蘭西、英吉利、合衆國、波蘭、獨逸と各方面に其實例を多數擧げることが出来る。

白耳義に於ける *Donaba* 會社の全工場は殆んど完全に銲

接によつて作られ、又同國 80 米の大無線電信塔は大部分銲接工法を用ひておる。

合衆國に於ては最近 *General Electric* 會社、又は *Washington* 電氣會社關係のもので施工されたる銲接建築物の數は十指に餘るものがあると云へる、其内の最も大なるものは *American Bridge* 會社の *Sharon* 工場、*G.E.* 會社の *Philadelphia* 工場、市俄古附近に於ける *Mississippi Valley Structural Steel* 會社の新工場等である。

*Sharon* 工場は五階建、高を 28.4 米、敷 20 × 70 平方メートルの建物で構造其他に關しては土木建築雜誌第六卷第七號の拙稿を参照されたい。*Philadelphia* 工場は總面積 80,000 平方呎、一階建の工場で 187' × 474' の本棟と 77' × 167' の別棟を有し、本棟の間口は二張間に分たれ、徑間 58' 16" 及び 78' の小屋組が 25' 間隔に置かれ、別棟の徑間 77' の小屋組と共に高を 7' ~ 0" の並弦 *Pratt Truss* で其總數約 500 箇である。

本建築に關しての最も興味ある點は *Philadelphia* 市の

Building Department が市の Building Code の下で特許の銲接建築物の施工を認めたと、其許可に際して次の條件を附してある。

一、 $\frac{3}{8}$ 吋 Fillet Weld に對する長一吋の許容剪力強度を 3000 封度にて採ること。

二、銲接の工法はすべて指示の方法によること。

三、銲接手はすべて最優の技術を有するものなることを證しうる試験を経たるものたるべし。

M.V.S.S 會社の Melrose Park 工場は 150' x 150' の Punch Shop と 340' x 135' の Warehouse と 85' x 125' の Riveting and Assembling Shop からなり何れも銲接工法が用ひられ工場内には後述すべき自動銲接機を据えつけてある。Warehouse の小屋組は徑間 80' 高 11'  $\frac{2}{8}$  の曲杖結構で各部材とも山形鋼を用ひ、各格點とも隅鋸ぬきの重ね銲接を用ひてある。

次に電弧銲接が橋梁に應用された例を見るに、これを橋梁の補強、修繕に用ひた例は少なくない、其有名なもの、

一つとして佛國 La Youtle に於ける Rhone 橋、Suresnes に於ける Seine 橋の修繕を舉げることが出来る。兩橋とも Boulougue の設計になつた鑄鐵拱橋である。

又米國 Chicago Great Western 鐵道の Missouri 河橋の補強が全然銲接の應用である點で著名のものとなつてある。徑間 200 呎の可動橋 300 呎の兩側徑間は何れも列車の運轉を中止することなく、等布荷重 3,000 #/R の載荷能力から 55,000 # の汽罐車と 4,000 #/R の等布荷重に耐ゆる能力に補強された。

又最近の例としては Bound Brook, N. J. 附近の電車橋の補強がある、本橋補強工事の特長は、たゞに補強鋸の添接を行ふのみでなく、電車運轉を中心することなく、結構部材の取り換へを銲接應用で足場なしで施工してある點である。併し斯くのごとく補強、修繕にあらすして、全然銲接によつてのみ工作された橋梁の數はまださほど多くない、鋸鋼桁にせよ結構にせよ建築物に於ては相當の數が銲接で製作されてあるに拘らず、橋梁方面に其應用の進み方の遅か

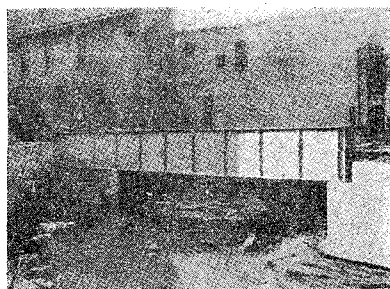
つたことは動荷重に對する銲接の強度に疑問があつたためかとも考へられる、併し今や多くの實驗がこれ等の疑點を解決するに至り、銲接による公道橋、鐵道橋が各所に架設せらるゝに至つた。

鋼桁橋の一例としては瑞西 Zurich の Linmat 河の歩道橋がある、全長 63 米、幅 6 米、N.P.S. が用ひられ、約 2 米の三徑間からなつておるが、主桁が I 型鋼であるから、これが其支點に於て全部連結せられ連續桁として取扱はれたと云ふことゝ、支點負彎曲率に對して銲接により桁の高さを大ならしめたと云ふことのほか特筆すべき點をもつておらぬ鐵道に於ける鋼鈹桁橋の最初のものは合衆國 Westinghouse 電氣會社の Linhart 工場と East Pittsburg 工場との連絡線中に設けられた徑間 53 呎のものである。

設計に用ひた荷重は總動輪荷重 185,000 封度の汽罐車で約 Cooper's E 45 位に相當しておる。橋は約 60° の斜下路橋で、兩主桁は夫々 57' 6" 及 53' 9" の長さを有し、共に高さ 8 呎一主桁の重量 11,600 封度である。第一圖は同鋼

鈹桁橋の全體を示す。

銲接鐵道鋼構橋では合衆國 Boston and Maine 鐵道の支線で Westinghouse 電氣會社の工場への單線鐵道が Chicopee Falls Mass. で幅約 50 呎の運河を横切る處に架設せられものが最初のものである。



第一圖 銲接鋼鈹桁橋

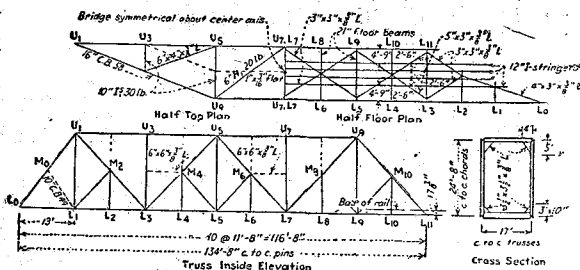
が最初のものである。

約 72° の斜橋で兩主構の徑間長 184' 6"、橋の總長 175 呎、構橋の幅員 17 呎、高さ中央にて 21' 6" の並弦構橋で第二圖は其 Skelton を示す。

設計に用ひられた荷重は Cooper's E 50 で鈹結の場合鋼材所要噸數 120 噸に對し銲接にては 8 噸を要するのみで約 1/3 の材料節約となつておる。

銲接鋼構橋の他の實例として特筆すべきものに一九二八年末に架設せられた波蘭士 Lowitz の公道橋がある。徑間

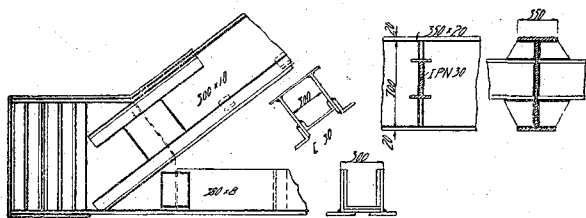
式會社の努力に多大の敬意を表さねばならぬ、大正四年同會社が瑞典へ其技術者を派して鑄接法を習得せしめたことが我國に於けるこの技術のそもその濫觴である、其後同會社がこの工法の造船技術への應用に甚大なる努力と犠牲とを拂はれた結果は、特殊瓦斯中に於ける鑄接工法の發見



第二圖 鑄接鋼構鐵道橋

27.00米其詳細なる報告を知るを得ざるも端格點に於ける細部構造並びに床桁、縦桁の連結に第三圖に示す様なものを用ひておる。

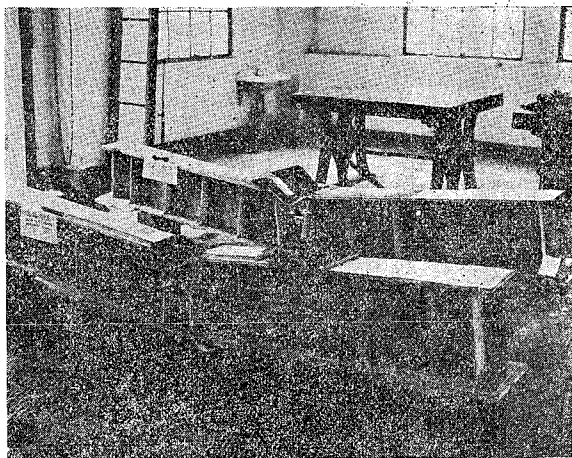
翻つて本邦鑄接界の沿革、及現狀を見るに、先づ斯界の先驅者とし我國造船工業界に於ける鑄接技術の進歩を今日に至らしめた三菱造船株



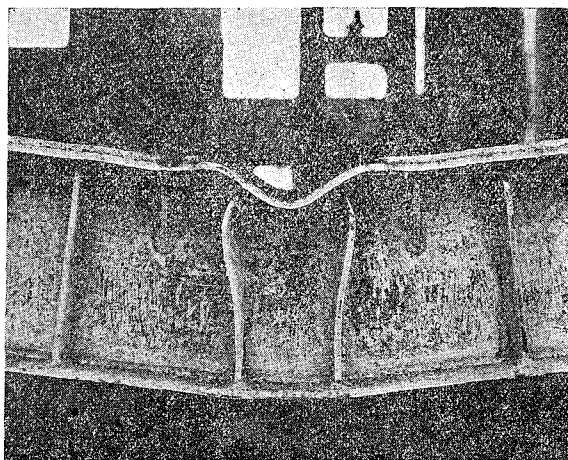
第三圖 波蘭土 Lowicz 公道橋細部構造の一部

となり、世界的とも稱すべき鑄接棒の研究となり、鋼への窒素侵入の研究ともなつて鑄接界に至大なる効驗を示しておる、更に其應用方面への實例を見るに長崎稅關用滿珠丸、兼仁浦製鐵所用二十五噸起重機船長崎造船所用三百噸積重油船等の船體大部分の鑄接、開釜連絡船、景福丸、德壽丸、昌慶丸のマスト、煙突。キールの一部への鑄接應用、鐵道省關門海底隧道地質調査用臺船の鑄接等と着々其應用範圍を擴めておる、又同會社の船舶以外の方面への應用としては五噸天井走行起重機、船渠止水扉、水壓平方吋三千封度に耐ゆる高壓導水管の施工等を擧げることが出来る。

現今に於ては相當の鐵工場



第四圖 鐵道省施工銲接桁破壞試験



第五圖 同上載荷點の破壞狀況

にて銲接設備を有せざるもの殆んどなるべく、銲接工事並びに其工具材料の取扱ひのみをなす、商店會社も極めて數多く、或は水力電力導水管の接合に、或は軌條の接合に或は建築物の補強工事にと其應用方面は極めて廣いものとなつてきた。

米の銲接鋼構造物の現況に比すると甚しい懸隔を有するものと云はねばならぬ。第四圖第五圖は鐵道省に於ける試験桁の破壞狀況を示すもので桁は横川橋梁會社の寄贈にかゝるものである、試験の結果は未だ發表されておらぬが銲結のものより遙かによい結果を示しておる様である(つゞく)

併し未だに構造工學方面に於ては橋梁にしても建築物にしても完全に銲接工法によつたものゝ實現を見ないのである。僅かに昭和三年の秋、全長〇呎支間〇呎の銲接鋼桁橋と銲結鋼桁橋との比較破壞試験を鐵道省官房研究所に於て行つた程度であつてこれを歐