

研究

鋼橋の工作と其監督 (八)

内務技師 青木楠男

附記 (其二)

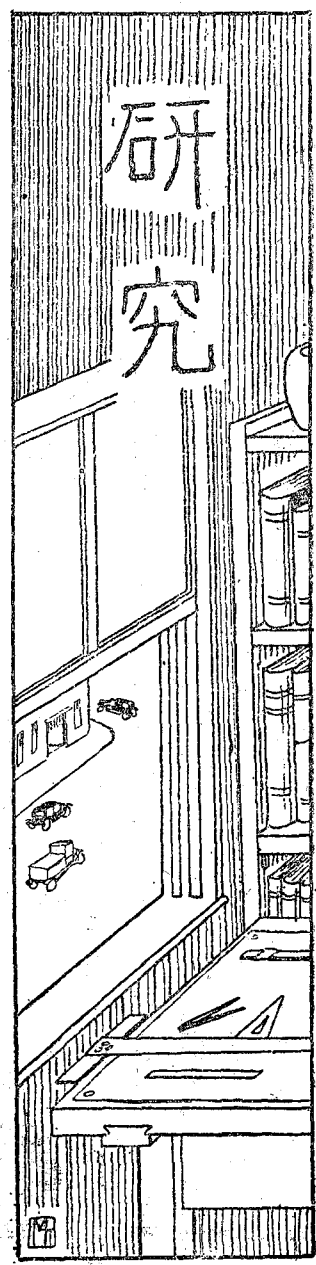
鋼橋の工作と電弧銲接 (つゞき)

銲接作業 銲接作業の結果を良好ならしめんがためには

常に次の如き諸要點を考慮せねばならぬ。

- 一 被銲接體の表面は清掃せらるべきこと
- 二 被銲接體の大きさ材質に従つて銲接部を適當なる形状に作成しこれに應ずる太さ、材質の電極棒を使用すること
- 三 作業中の電弧は常に不變にして浸透性の接合をうる

研究



に適當なる長さなるべきこと

四 電極棒移動の方向ならびに早さは、接合部の位置形状、大きさに應じ最適のものたること

五 構造物の銲接をなすに當つては其銲接順序を出來うる限り、溫度による内應力を残存せしめざる方針をとること

第一項の目的は銲融體の銲着を完全ならしむるのが、其目的である最も起り易い銲接部の附着物は Loose scale、鏽、ヘンキであるこれ等は Brushing, Chipping, Hammering 等の方法で除くことが出來る。鏽止めの亞麻仁油の少量は大した害はしない様である。鋼材工作後組立銲接の行はれるまで接合部は亞麻仁油で鏽止めされるのもこの理由によるのである。このほか特に注意を要することは銲接部が大きく、銲接を幾層にも重ねて行ふ場合、前の層を覆ふておる Silica を完全に取り除いて次層の銲接をなすことである。Hammering によつて容易に其目的を達しうる。

多くの場合は銲接部の材質が被銲接材の材質と全く同一

になることを理想とする、これがためには裸電極棒にしても被覆電極棒にしても、其目的に従つて被銲接材に應じたものを選定せねばならぬ。鋼構造物に於ては其本體が構鋼であるから、これに最適な電極棒が自ら定まつて來る。裸電極棒で直流電氣を用ふる米國にて最適と認められておる裸電極棒用軟鋼の化學成分は次の様である。

	A號(手動用)	B號(自動銲接機用)
炭素	0.13~0.18%	0.10%以下
錳	0.40~0.60%	0.25~0.45%
硫黃	0.045%以下	0.045%以下
硅素	0.06%以下	痕跡

被銲接材の厚さ又は徑に應じて、銲融材が十分に銲接部へゆき渡る様に銲接部の形状を作成する、第十一圖は突合銲接の際一般に用ひられておる銲接部間隙の形状を示す。電極棒の太さは被銲接材の厚とこの間隙とに應じて同圖に示した程度のもが使用される、電柱棒の太さに對して間

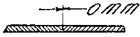
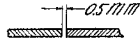
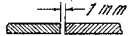
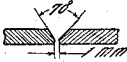
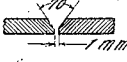
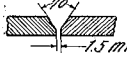
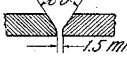

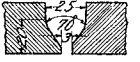

隙は廣すぎても狹すぎぬ方が安全である。

作業中の電弧の長さは銲接が被銲接材へ適當に Penetrate する程度のものでなくてはならぬ。これは材質並びに電極棒の太さ其他から適當のものが決定されるわけのもので、

其電弧長を作業中一定にして變化のない銲接をしてゆけると云ふことが銲接手の最も大事な技術である。而して Penetrate の良否の判定は、接接部の断面の顯微鏡試験によら

用の際の最適の電弧長として米國 G.E. 會社の Frank P. Meribon 氏の發表してあるものは次の通りである。

裸電極棒徑	電弧長	電壓(直流)	電流(直流)
1"	1"	15~18 Volt	40 Amp
3/8"	3/8"	20~22	175~200
1/8"	1/8"	18~26	250
1/16"	1/16"		

Blechdicke m.m	Art der Stoßverbindung	Electrode Dmf. m.m
1.5		1
2		2
3		2
4 6		3
6 8		3
8 10		4
10 15		4
15 20		5
20 35		6
über 35		6

第十一圖 鋼板突合せ銲接部の形状

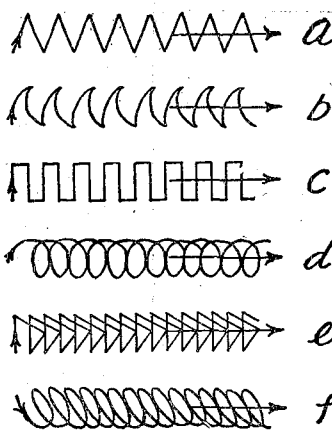
この電弧長並びに電壓電流は裸電極棒被覆電極棒でも差が起るしその太さ材質によつても變化があるから、使用電極棒によつて適當な電弧の狀態を判斷するのほかない、多くの製造所は自己の發賣の電極棒に對して適當な電壓電流を發表しておる。

ねば正確なことはわからぬが、後述する方法にて大體外見から判斷することが出来る。前記の程度の軟鋼裸電極棒使

は銲接部の大小形状及銲接が平銲接 (Flat Weld) 豎銲接 (Vertical Weld) 頭上銲接 (Overhead Weld) であるか

も違ふ。

銲接部の幅のせまいときは勿論電極棒のうごきは直線的でよいが、幅の廣いときは第十二圖 a 乃至 e の如き方法を用いる、豎銲接で横にすすむ時は同圖十の方法が便利である、上下の豎銲接では一般には下向きに進行するのが、銲



第十二圖 電柱棒の動かし方

接手によつては上向きに進むのを得意としておるものもある。電極棒の振り方は平銲接の

かねばならぬこと既述の通りである。

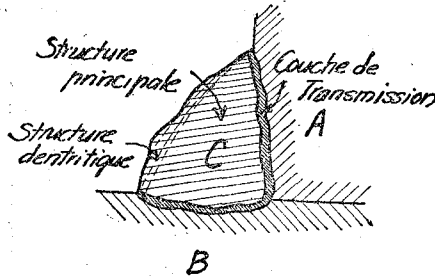
電極棒の進行の速度は電極棒の銲融の速さに應じてゆかねばならぬ、裸電極棒のときはとかく銲融に追はれることが多い。

ときと大差ない。銲接部の深さが大となれば一回電極棒を運んだだけでは充分に銲材を填充することは出来ぬから數回これを繰り返す、毎回毎に前回の銲材上に附着しておる CaO を取り除

第五項に擧げた熱による内應力の問題は二つに分かつことが出来る、一つは銲融材の凝固の際の收縮による内應力であつて、鑄物作業に於ける收縮應力の問題と似通つておる、従つて設計者及銲接手がこの點について充分な知識があれば、銲接の順序及び銲融材の收縮の方向を考慮してこれを最小ならしむることは困難でない、銲接される部分が常に自由であつて收縮に對して可動的である様な順序に銲接を進めることが其主要點である。例へば前掲鐵道省の實驗に供した銲接鉸桁の施工に當つて孕石氏の採られた銲接順の如きはこの點を充分考慮したものと云ふことが出来る。其銲接順を見るに先づ腹鉸と補剛平鋼の假付け、ついで突縁鉸の假付けをなしたる後、内應力の起らざる様順次補剛平鋼より突縁鉸へと對稱的に本銲接を行つてお

る。

温度の問題の第二は銲接の附近の鋼の加熱のために生ずる伸長が原因となつて構造物に歪を起すことである、併しこれも銲接の順序を出来る限り對稱に行つてゆくことによつて容易に防ぐことが出来る。



第十三圖 銲接部断面圖

銲接の良否判定

銲接の融着が完全であるか否かは試験材の場合は接合部を切斷して見て断面の顯微鏡試験を行へばよいのであるが、出来上つた構造物の場合にはこれをやつて見るわけにはゆか

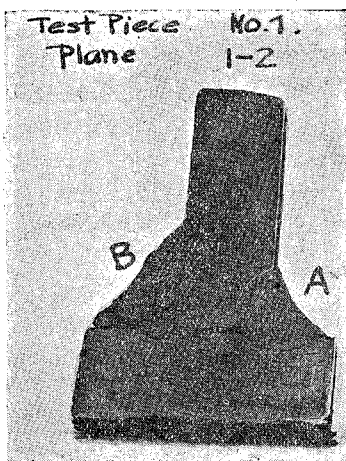
ぬ、従つて今日のところ出来上つた銲接部の外觀から判断するの外はない。

銲接断面を見る大體三つの部分に區分出来る。第十三圖

はこれを示したものでA及Bなる構鋼をCなる銲融體で接合した場合である、第一の部分は銲融體CとA又はBとの接觸部に存する厚一耗程度の薄層で Ferrite の粒が極く細かく、構鋼と銲融體との結晶の交錯が見られる。第二の部分は銲融體の本體であつて Ferrite の粒は甚だ不規則で、多邊形をなし其方向も種々雜多である、構鋼の部分では、Ferrite の粒は壓延の結果、其方向に並らんでおるから、すぐに區別することが出来る。第三の部分は銲融體の最外側の表面で組織が甚しく粗鬆で其の強度は信頼出来ぬ、従つて強度計算の際の銲接断面積としては無視しなければならぬ部分である。

尙構鋼A及BのCに接觸しておる部分は、或範圍内銲接の温度其他の影響をうけて、化學的にも物理的にも其質が變化する、多くの銲接材の強度試験に於て、破壊が銲接點のごく附近の母材で起るのはこの原因による母材の強度の減少に起因しておる。銲接はこの母材の變質を出来る限り少なくするものでなくてはならぬ。

而して母材の接合が最も完全に行はれるためには、銲融材が深く母材間に入り込み兩者を充分に融合せしめねばならぬ、これかためには、電極棒の銲融温度、母材の加熱度従つて電弧の長短電流電壓等の加減が、適宜に調へられねばならない。第十四回A部はこの Penetration が比較的長



第十四圖 銲接部の Penetration

く行はれたものである例である。B部はAと同様の銲接の後更に一層

を融着せしめたものである。

以上の如く切断面を見れば、其組織の工合又 Penetration の程度を知ることが容易であるが、これを銲接部の外見から判断すると云ふことが、甚しく危ふまれ、銲接法の缺點の一つとして擧げられ、或程度まで其應用の進歩を阻害し

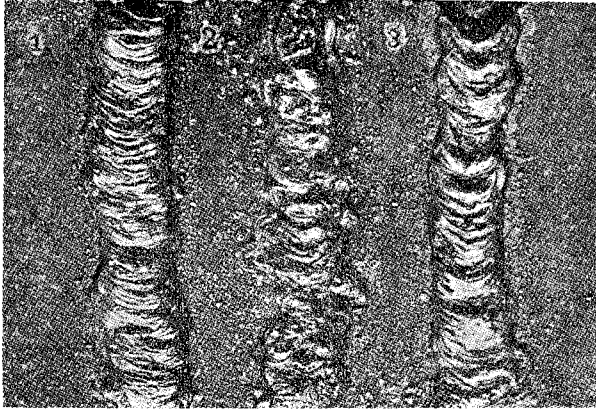
ておつた様に見受けられる。

併し今日では多くの實驗の結果この判断を充分信頼出来る程度に行ひ得ると云ふことが認められておる、前掲の Philadelphia 工場の建築に當つて同市の建築監督官が Surface Inspection によつて充分銲接の良否を見別けると公言しておる點から考へても、この點に懸念をもつてこれの施工に躊躇すると云ふことははや新しい工法に對してあまりに臆病すぎるとの謗を免れないであらう。殊に今日混凝土構造物に對する出来上り混凝土の良否を判断する方法が問題にされておらない事などから比べると、遙かに安心の出来る識別方法をもつておると稱して差し支へあるまい。

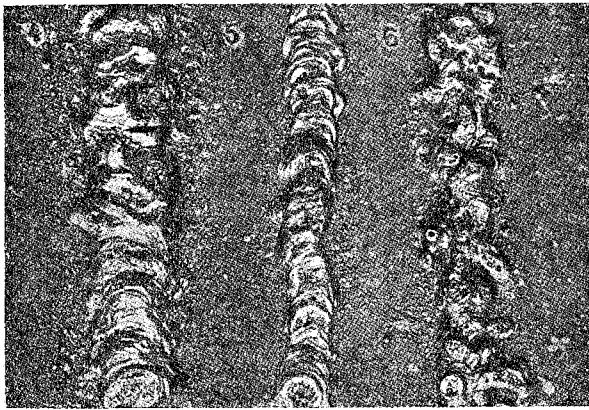
電弧長適當にして電流電壓の調節よく、巧みに行はれた銲接部の外見は、極めて一様にして Blow Hole、銲融體の飛沫等を見ず、只表面に電柱棒の動きによる髒を表はすのみである、然るに電弧長大に失するとき、銲融體の飛沫は附近に飛散し Penetration 充分ならず、電流大に失すると

材料の酸化甚しく、 FeO 、 Fe_2O_3 多く現はれ、酸化物の包含を見るに至る、第十五圖乃至第十八圖は、各種の銲接の外

ものであるが、銲接の方向があまり確つかりしておらぬ。



第十五圖 銲接部の外觀 (一)



第十六圖 銲接部の外觀 (二)

面の不整、銲融物の飛散、酸化物の包含が認められる。

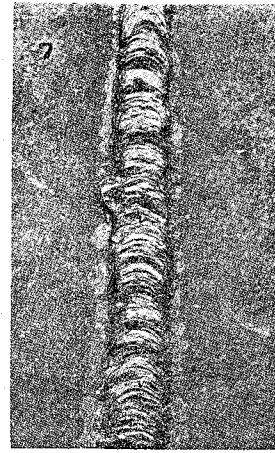
(3) は正しい電弧長で強すぎる電流を用いたもので圖では見えぬが材料の甚しい燃焼による酸化物が多量に包まれておる、第十六圖の(4) は正しい電弧長であるが、電流が弱すぎ且つ太すぎる電極棒を用いた例である、銲融部の幅が甚だ大に、且つ不規則で、電極棒の銲解が充分でないこ

観を示したものである。

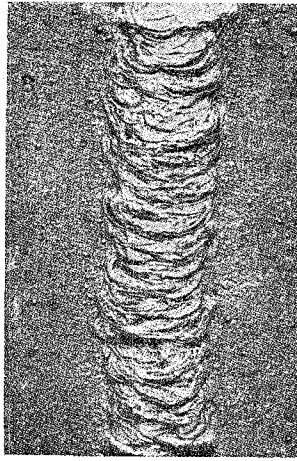
第十五圖(1) は正しい短弧長で適當な電流で行はれた

とがわかる。(5) は細すぎる電極棒を用いた場合(6) は初心者をやつた最も拙劣なる銲接の一例である。第十七

圖、第十八圖は熟練せる銲接手による巧みなる銲接の例で



第十七圖 銲接部の外觀 (三)



第十八圖 銲接部の外觀 (四)

に示した様なものは充分なる Penetration が行はれておるわけであるが、この Penetration の良否を特に見別れる方

前者は5

耗、後者

は15耗の

鋼板のV

型接頭銲

接である

上記の

數例で大

體の銲接

の善悪は

判断出來

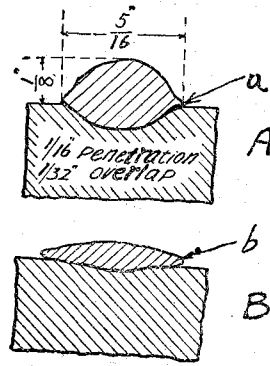
るわけだ

第十七、

第十八圖

法としては銲融體の母材との接觸點の爪の形を見ることである。

銲接に際して銲融狀態の電極棒がアークに包まれて母材に融着し、母材のうけるエネルギーも充分であつて其融解も適宜であつた場合には、兩者の融合が行はれ充分



第十九圖 Penetrationの判定

な Penetration が

期待出來る。この

とき銲融體と母材

との接觸部の線を

見ると第十九圖A

のa部に於けるが

如く、附着がごくならかに出來る、然るに電弧が長きに

すぎると電極棒の融銲のみ進み、母材の融解が不充分とな

り、充分の Penetration は望めず、銲融體の断面を見ると

第十九圖Bのb部の如く母材に銲融材が附着したまゝで、

Penetrationせず縁に凹部を見せる様になる。斯くの如く、

銲融體の爪の形狀によつて大體 Penetration の良否は見別

けることが出来る。

銲接手

銲接の結果が、電極棒、電流、電圧、電弧長等が同様であつても銲接手の技術で大變に相異なることは銲打手の技術が、銲の強度に變化を起すよりもつと甚しい、相等に訓練された銲接手の間に於ても銲接の強度に二〇%以上の相異の生ずることがめづらしくないことは Philadelphia 工場の工事の時の試験の結果からも云はれておる。

従つて G.E. 會社、Westinghouse 會社孰れも銲接手の養成に非常な力を入れており最近出来る銲接構造物の施工は多くこれ等の訓練をうけた銲接手によつて行はれておる。

本邦にても今日各方面に相當銲接の應用が見られておるから相當の銲接手が養成されておるわけであるが、また中々實際の工事に當つて銲打手をうるほどに容易に求めることが出来ぬ。これが一面銲接工法の充分な應用を見ない一つの原因かもしれない、併し早晚銲接手と云ふものが、銲打手の今日の位置に立つ様になることは明かである。

銲接の良否に斯くの如く銲接手の技術が影響するとすれ

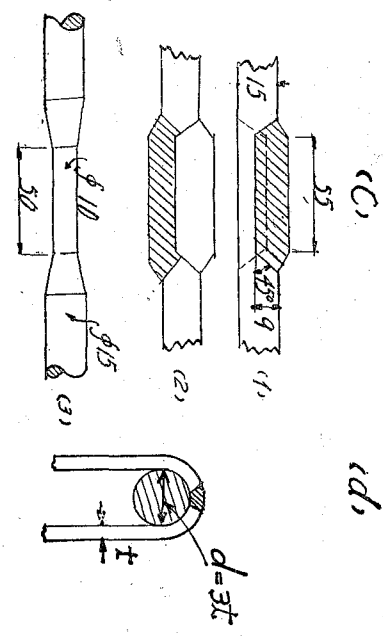
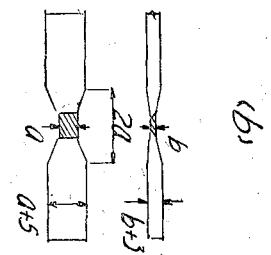
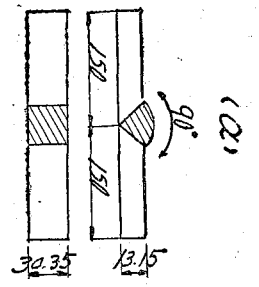
ば工事に際して銲接手の技術の試験を行つて採用しなければならぬ、後掲の銲接示様書に於ても銲接手の資格を規定してある、簡単に銲接手の技術見るには Flat Weld, Vertical Weld, 及び Overhead Weld をやらして見て其出來榮えを見れば、すぐ判断することが出来る、Flat Weld, 及び Vertical Weld はさつても Overhead Weld の充分に出来ないものが多い。

銲接作業の仕様

下掲のものは前掲波蘭土 Lowiez に於ける銲接鋼構橋の架設に當つて用ひられた示方書の要項である、大體米國に於ける Practice と大差ないものと認める。

- A 構鋼は波蘭土の標準示様書に合格するものたるべし
- B 電極棒の強度は $K = 3.800 \sim 4.200 \text{ Kg/cm}^2$ として 0.1% 以上の炭素、0.35% 以上の滿庵を含み、次の諸試験に合格するものたるべし。

(a) 抗張強度 a 圖及び b 圖の試験片を用ひ構鋼の抗張強度の 80% 即ち 2960 Kg/cm^2 以上の強度を有すべし。各 3 個の試片を用ふ。



第 十 圖 銲 接 試 驗 片

(b) 伸長率 $300\text{mm} \times 60\text{mm} \times 15\text{mm}$ の平鋼を。

圖 1. の示すが如く 9mm の深さに削り、これを電極棒にて銲填し更に。圖 2 の如く反對側を前同様に削り取り、これへ更に電極棒の銲填をなし、出来上りたるものより。圖 3 の如き試片を作り伸長率を測定す、伸長率少くも 15% なるべし。(試片數 3 個)

(c) 彎曲試験 $120\text{mm} \times 70\text{mm} \times (15\text{mm}$ 乃至 $17\text{mm})$ の

平鋼を其中央にて銲接し。圖の如く 180 度彎曲して裂け

目の生ぜざるものたるべし。(試片數 3 個)

(d) 線銲接抗剪強度、平鋼を鋼板へ $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ $15\text{mm} \times 15\text{mm}$ の三角型線銲接にて長 5cm 銲着し其強度 Ws 以上たるべし。(各試片 3 個計 9 個)

$d = 5\text{mm}$ $Ws = 1.0 \sim 1.0 \text{ kg/l.c.m.}$

$d = 15\text{mm}$ $Ws = 1.800 \text{ kg/l.c.m.}$

$d = 15\text{mm}$ $Ws = 2.400 \text{ kg/l.c.m.}$

(e) 銲接抗剪強度 平鋼の厚のとする時、 d なる直

徑の點銼接の強さ S_s は次表の値以上たるべし。(試片數

各 2 個計 8 個)

$S = 8mm$ $d = 8^{1/2}$ $S_s = 750kg$

$S = 10mm$ $d = 10mm$ $S_s = 1100kg$

$S = 12mm$ $d = 12mm$ $S_s = 1600kg$

$S = 15mm$ $d = 15mm$ $S_s = 2500kg$

C 銼接手は上記の試験に、合格せる電極棒を用ひ、B の。及び d 試験を各 3 個行ひ、所定の結果を示しうる技術を有するものたるべし。(完)

骨材粒度の性状に就て

内務技師 藤 井 眞 造

Aggregate 骨材、混凝材は元來 matrix に對する言葉で

あつて matrix なきものは Aggregate でない、然し吾國では砂利道の砂利より更にその被覆砂利まで含ましめたる文

献があるが之らは Aggregate ではない、先般土木學會の「コンクリト竝に用語調査會では Aggregate を「骨材」として

「混凝材」としない様な意見に進んで居る、従つて勿論

Filler 填充材は含まれない。

然し今一般的に粒子よりなる材料につきその粒度に對する性質を考へて見たいと思ふ。

一 骨材々料の生成

砂利及砂はその分布、性状が河川の位置により異なるは勿