

第 1 圖 西鹿兒島驛跨線橋全景 右は舊橋、左は電氣銲接工を施したる新橋。

西鹿兒島驛跨線橋 伊萬里驛八千畝貯水槽 工事(電氣銲接)概要

鐵道省熊本 釘 宮 磐
建設事務所長

一、設計

跨線橋に於ては新に各部材料の應力度を算出して設計せるものではなく可及的鐵道省型式に依る。銲接長さの決定は銲数によつて算定する事が出来る。

銲接限界斷面を求むる實驗公式

$$(1) Sp \geq a \quad \begin{array}{l} s = \text{部材ノ厚} \\ p = \text{銲間隔} \\ a = \text{銲接斷面} \end{array}$$

$$(2) \text{銲接斷面} = \frac{\text{銲斷面}}{0.84} \times \frac{1}{0.9 \sim 0.95}$$

然し以上の實驗公式は銲接部の強度を基準として算定したもので本設計に當つては銲接強度不明なため 3800#/sq'' を最底強度とし次式によつて算定した。

$$(3) L = \frac{af}{ip} \quad a = \text{部材ノ斷面積(平方吋)}$$

f = 部材ノ最大強度
(封度/每平方吋)

t = 銲接斷面(平方吋)

p = 銲接部ノ最大強度(封度/每平方吋)

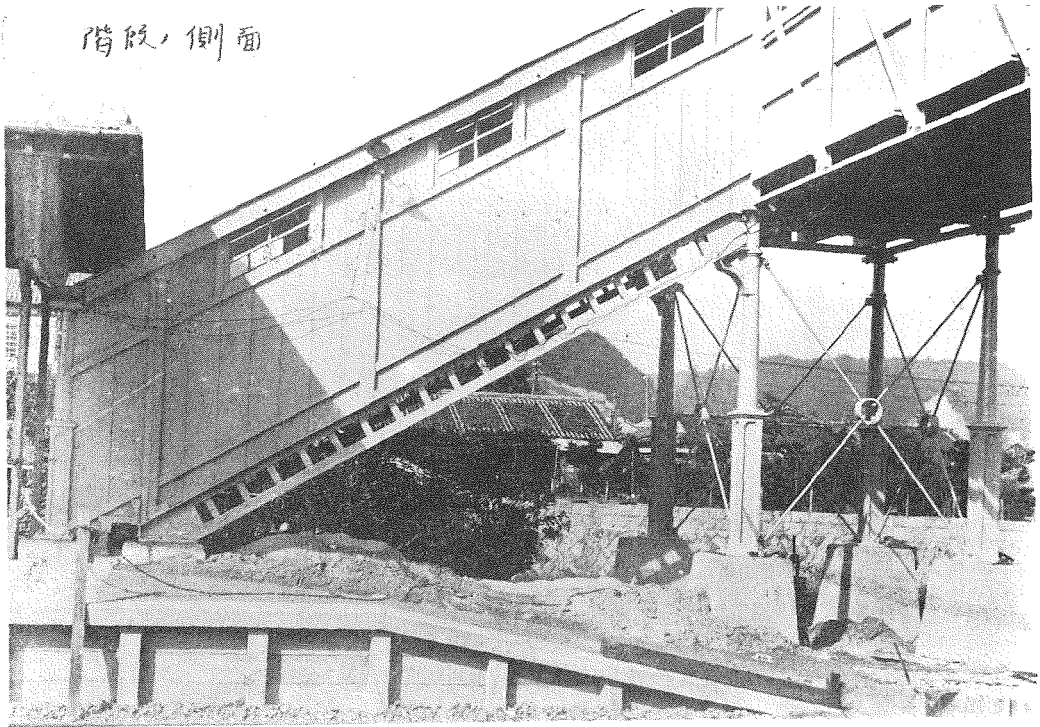
3/4' 銲の強度は約 1.1/2 乃至 2' の銲接長に相當するから或場合に於ては添接鉄の必要を認めないのである。

又添鉄を切斷加工する必要を省く爲めに必要以上に各部材を銲接した事は鬼に金棒の謗はまぬかれない處である。

銲接長さは前記計算長さに對して吋 1/2 を附加したのである。

部材幅の四倍より少なる長さの隅肉銲接は如何なる接合點に於ても其の一部として算入しない。

階段の側面



第 2 圖 西鹿兒島驛、電氣銲接にてなりし跨線橋の階段側面

山形鋼部材の銲接は中軸線からの距離に逆比例して銲接長さを定むべきであるが本設計では添接板との接觸部全部を銲接する事とした。

銲接は銲接部の冷却收縮により建造物に相當な歪を生ずるから此の點を考慮し斯る部分は「ボルト」締とした。

貯水槽は下底を重合はせの銲接とし外側は三吋幅の添接板を使用し衝頭銲接を行ふ。貯水による腐蝕と銲接による歪を慮り全部「フルウエルド」で「ライト」とし貯水目的にかなはしむ。

仕事の確實と迅速のため可及的工場銲接を主眼としたのである。

工場及現場に於ける銲接部分

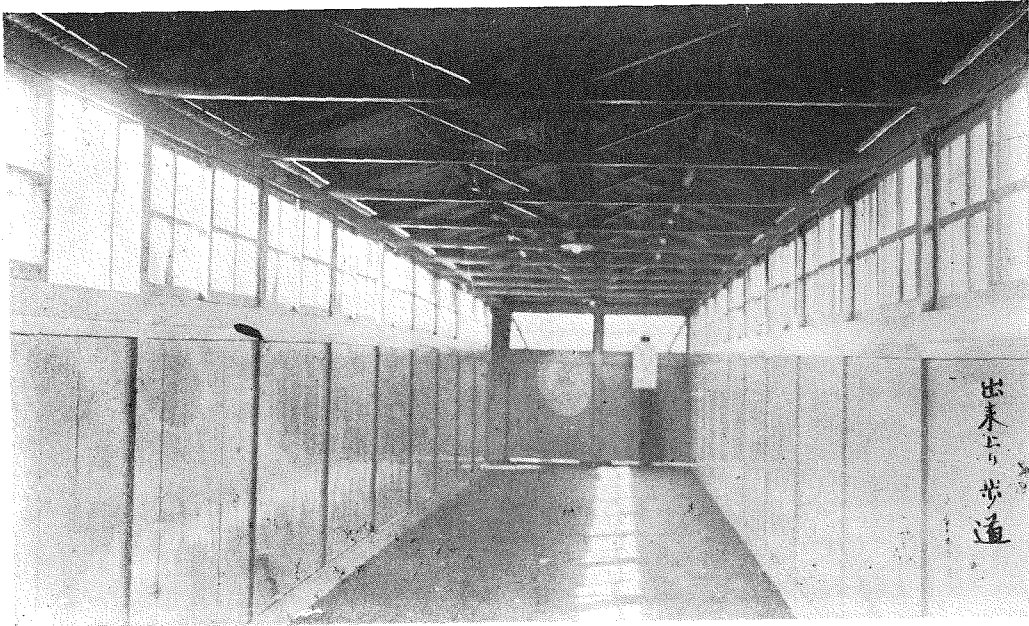
現場銲接部分

- | | | |
|-----|---|---------------|
| 跨線橋 | { | 階段及支柱との取付 |
| | | 屋根鐵骨部と上弦材の取付 |
| | | 構桁垂直材料及弦材との取付 |
| | | 横部材の取付 |

- | | | |
|-----|---|-------------------|
| 貯水槽 | { | 貯水槽臺支柱間の取付 |
| | | 鐵管の取付 |
| | | 付工形桁の取付
工場銲接部分 |
| 跨線橋 | { | 各構節内に於ける屋根組立 |
| | | 階段の組立 |
| | | 弦材 (240") 組立 |
| | | 垂直部材と添接板との取付 |
| 貯水槽 | { | 貯水槽 |
| | | 支柱組立及添接板取付 |
| | | 梯子其他區分組立 |

中軸線に對し左右兩側を銲接するを横側銲接と言ひ部材の兩頭を衝合はせて銲接する方法を衝頭銲接と云ふ。前者は軸線に對し四五度以上なる時は衝頭銲接となし四五度以下なる時は横側銲接として取扱つたのである。又後者の銲接方法は主部材に於ては避くる事を主眼とした。

横側銲接の断面寸法は被銲接部材の厚さHを高さとし底邊Hなる二等邊三角形断面寸法



第 3 圖 西鹿兒島驛、電氣銲接にてなりし跨線橋の歩道。

とす。

銲接長—○耗に對する強度表

H(耗)	3.5	4	4.5	5
設計強度(砵)	700	800	900	1000
H(耗)	6	8	10	15
設計強度(砵)	1,200	1,500	1,870	2,400

上記強度により銲接長さを決定する計算法の一例

- (1) 平鋼断面寸法 = $50\text{m/m} \times 8\text{m/m}$ } とすれば
 緊張破斷内力 = 40kg/mm }

全張力 = $50 \times 8 \times 40 = 16,000\text{kg}$

銲接部を之と同等の強度たらしむる爲
 横側銲接の三角形の一辺の厚さ 10m/m
 とすれば表により其の強度 1870kg となる。

故に銲接線の長 = $\frac{16000}{1870}$
 左右兩側側に等分すれば

$\frac{16000}{1870 \times 2}$ により一側の長決定す。

- (2) 山形鋼の断面寸法 = $40 \times 40 \times 5$ } とす
 緊張内應力 = 40kg/mm^2 }

全張力 = $40 \times 40 \times 5 \times 40 = 15,400\text{kg}$

全張力を山形鋼の双と脊とに配分すれば

脊の方 = 10850kg 双の方 = 4550kg

$H = 5\text{m/m}$ なるにより

双の方の銲接長 = $\frac{4500}{10.00} = 4.5\text{cm} \approx 5\text{c}$

m 脊の方の銲接は厚さ H の制限なき
 故長さにより決定すべきである。

故に $L = 80\text{m/m}$ とすれば

$\frac{10850 \times 10}{80} 1360\text{kg} < 1500\text{kg}$

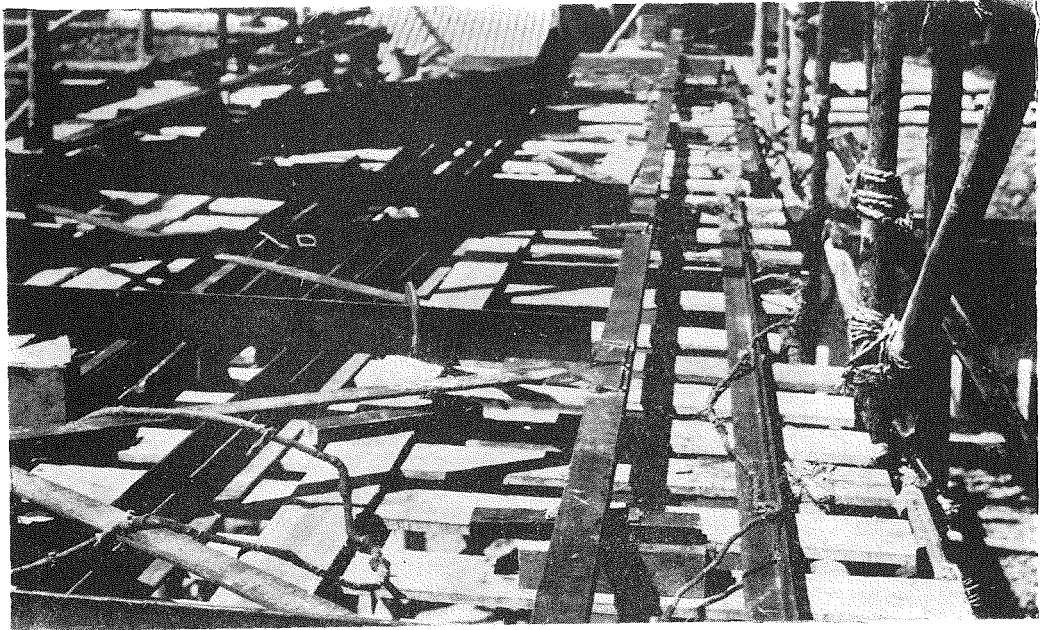
故に $H = 8\text{m/m}$ の銲接を採用す。

以上の結果跨線橋に於ける銲接長 580 呎貯
 水槽に於ては 420 呎となつた。

二、銲接に關する工事仕様書

○電氣銲接は定評ある製造會社に於て特に電氣銲接の爲め製作せられたる銲接發電機よりなり電流調整裝置を有し其各位置に於て自動的に一定電流及電壓を保持し得たるものたるべし。

○電極棒は此の目的のために作られたるもの



第 4 圖 西鹿兒島驛跨線橋の電氣熔接工事。垂直材及斜材を水平位置に於て、熔接して組立中の景。

にして均等なる物理的化學的構造を有し不規則、分凝、異物、收縮隙、縦摺或其他の欠點なき良質のものたるべし。

○電極の太さ、電流の強さは大略左の標準による。

電極棒の 電流(時)	電流の強さ (アンペア)	鋼鈹の厚 さ(吋)
16分ノ1	40乃至50	16分ノ1迄
8分ノ1	80乃至110	16分ノ3迄
16分ノ3	120乃至160	16分ノ3乃至 8分ノ5迄
4分ノ1	150乃至180	16分ノ11以上

○電極棒の寸法並に電極移動の速度は被熔接金屬及熔接金屬が過熱されざる様被熔接金屬の厚さ及排列によつて適當に定むべし。

○被熔接金屬の表面は鐵鱗、錆、ペイント、グリス、等附着せざる清淨なるものたるべし。但し亞麻仁油の薄層は之を除去せざる事を得

○電弧の長さは良好なる熔接を作るに對し適當なる長さたるべし。

○熔接者は電氣熔接に於て訓練され、熔接構造物並に設計圖を理解し且凡ゆる位置に於て

一様に信賴し得る衝頭及隅肉熔接を爲し得る者たるべし。

○集成部分は熔接完成する迄適當なる方法により緊結し正しく且つ密着せしめ保持するを要す。

○熔接作業中は高熱によつて生ずる歪を最少ならしむる様注意すべし。

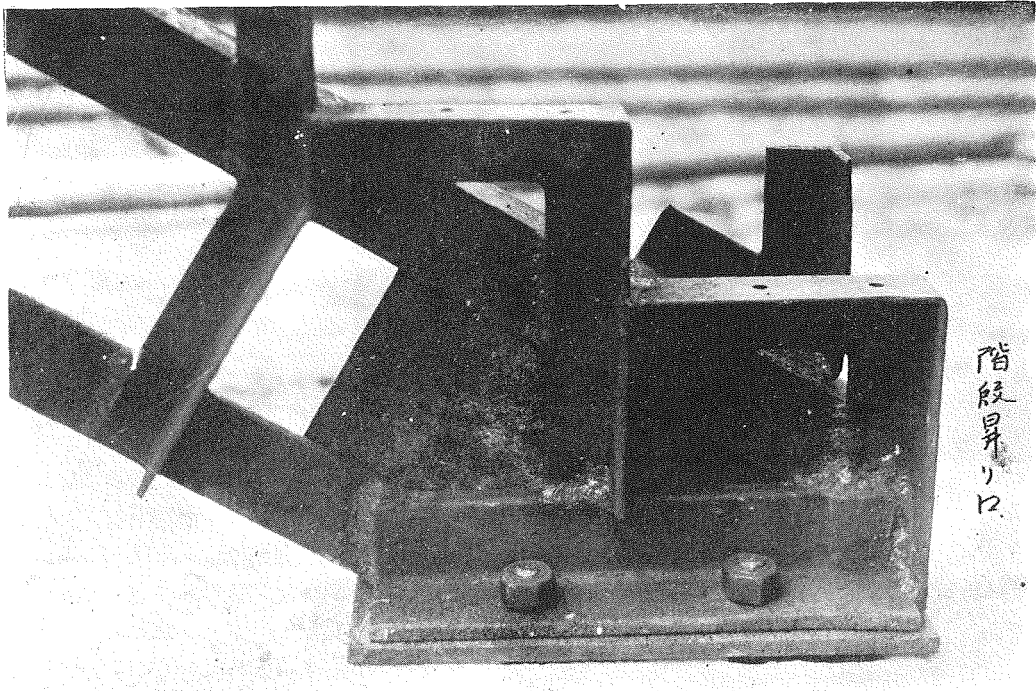
○使用鋼材は熔接前塗料を用ふべからず鋼材の一部を工場にて成て熔接する場合は適當なる防銹法を行ひ現場熔接終了後塗料を用ふるものとす。

○定着後は金屬刷毛にて熔接ヶ所を研磨すべし。

○二分ノ一時より厚き部材の衝頭に於ては被熔接金屬の縁端は單一V形或は二重V形とし前者は30度、後者は37.5度より小ならざる様各鈹の各端を傾斜せしむべし。

如何なる場合と雖も八分ノ一時乃至十六分ノ三吋の遊間を保持すべし。

○熔接形式の如何に關せず次の標準に據るべし。



階
段
昇
り
口

第 5 圖 跨線橋階段入口取付銲接部分。

鈹の厚さ(吋)

- 4分の1乃至16分の7 一層銲接
- 2分の1乃至16分の11 二層銲接
- 4分の3乃至1 三層銲接

○二層以上の銲接は各層毎に金屬刷毛によつて研磨するか他の方法によつて次層銲接前清淨にすべし。

三、工事施行

使用銲接機械は工場現場共に同一の機械を使用した。

- 國産品 一臺
- 米國製 二臺

銲接棒は中軟鋼の被覆棒を使用す。直流に於ては裸棒を使用交流に於ては被覆棒を使用するのが一般の様である。銲接棒は種類多く夫々「パテント」になつて居る。

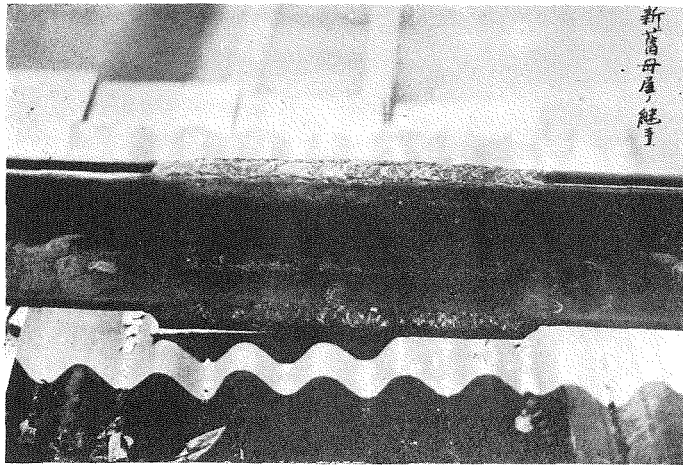
電熱によつて電極棒は銲け同時に被銲接鈹の銲融部と結合するのであるが被覆劑は遊離炭素の生ずるを防ぎ電弧の方向を一定するのに効力あるもので従て強度にも影響するもの

であると云はれて居る。電極棒の撰擇の如何は銲接ヶ所の強度に影響する事大であると云はれて居るから充分に撰擇したのである。又銲接は炭素の含有量 0.12% 乃至 0.15% で長 14 吋乃至 18 吋のものが普通である。銲接棒の直径は被銲接鈹の厚さに依つて居るが大體次の様である。

鈹の厚(吋)	徑(吋)	銲接層數
1/4	$\frac{1}{8} \sim \frac{3}{16}$	1
1/2	$\frac{3}{16}$	2
3/4以上	$\frac{3}{16} \sim \frac{1}{4}$	3

本工事に於ては銲接棒は炭素含有量 0.12% 外径 16 分の三吋長 14 吋の清水式被覆棒を使用した。本被覆劑は絶縁性のもので銲接を正確容易ならしむると共に氣泡の發生を防ぎ銲接部分の急に冷却するを保護するものである。

工場に於ける長一呎の銲接に要す



第 6 圖 新舊跨線橋の母屋の継手を電氣銲接したるもの

る材料工費及所要時間表

棒徑(吋)	延長一呎ニ對スル所要棒	同上所要時間(分)	電壓
3/16	3	8	25v
''	13	24	25v

電 流	水平銲接ト垂直銲接トノ棒及時間ノ割合	記 事
165アムペア	1.2	1層銲接
165	1.4	2層銲接

各種銲接棒の價格

一箱 1000本入=1500呎分

種類	レフオーメンド	ノルメンド	フルセンド	テンシレンド
直徑m/m				
2	41,000	46,000	68,500	70,500
2.5	48,000	53,000	73,000	76,500
3.25	57,000	65,000	83,000	87,000
4	67,000	75,000	99,500	103,000
5	83,000	88,000	134,500	140,000
6	123,000	136,000	172,500	178,000

銲接工事に當つては電極棒の先端と被銲接部材との間隔を一定に保つ事は尤も技巧を要する事で又至難な事である。職工の技能は之に依つて定まると云つても可い。

本工事に於ける銲接方法としては大略次の三種類に分類する事が出来る。

1、水平又は水平に近き角度に置かれたる

部材の銲接(水平銲接)

ロ、垂直又は垂直に近き角度に置かれたる部材の銲接(垂直銲接)

ハ、上向位置に於て銲接する法(頭上銲接)

此の銲接は部材の緊結保持が困難であり従て不確實なる結果を得るから出来る丈避けたのである。

四、本工事に於ける検査試験の方法及其の結果

電氣銲接は鉸鋸に比較して誰しも疑問を抱いて居る

であらう。種々の調査の結果は我々の満足する所ではあるけれ共實際工事に當つては或疑問が起らないでもなかつたのである。然るに事實試験の結果は満足と云ふ程でもなかつたけれ共杞憂に過ぎなかつたと云ふ事が判つた

其處で本工事に於ては特に示方書に検査の項を設けたのである。

検査示方書

○凡て銲接は表の均一性、削端、銲滓、變色、等に就き検査を行ふものとす。

○多層よりなる銲接は各層毎に検査を受くべし、下層の検査を爲し得ざる場合は監督者の判断により時々切り取り内層を検査する事あるべし。

○工場にて銲接し現場へ運送する場合は運送方法の如何に關せず部材の検査を受け然る後組立つるものとす。監督員に於て必要と認むる場合は切斷の上再銲接を行はしむる事あるべし。

○銲接者は監督員の指示により目前に於て監督の要求する見本銲接を行ひ試験片を提出すべし但し左記標準に不合格と認むる場合は交代せしむる事あるべし。

銲接方法 抗張強度(封度毎平方吋)

衝頭銲接 44000—38000

隅肉銲接 44000

但し最低38000封度毎平方吋、平均44000封 右により立會試験の結果は次の様である。
度毎平方吋とす。

電氣銲接強度試験成績表

鐵道省熊本建設事務所指宿線跨線橋工所用

試験依頼者 清水造船鐵工所

立會試験日 昭和五年八月二十日

昭和五年八月二十日三菱造船所材料實驗場

試験種類	銲接方法	試験片記號	試験片寸法				抗張力		延伸率(%)	摘要
			標點巨リ(吋)	厚ミ(吋)	巾(吋)	面積	試験片(屯)	听/平方吋		
抗張力試験	原材	O-1	8	0.536	1.5	0.804	26.6	74109	24.8	
		"-2	"	0.524	"	0.786	27.2	77517	19.5	
		F-4	"	0.546	"	0.819	14.1	38563	0.8	
		"-5	"	0.504	"	0.756	13.1	38815	0.8	
	水平位置ニ於テ銲接	"-6	"	0.513	"	0.770	16.0	46545	1.6	
		V-4	"	0.540	"	0.810	16.9	46736	2.5	
		"-5	"	0.528	"	0.792	14.6	41292	1.6	
		"-6	"	0.505	"	0.758	17.8	52602	2.3	

規格 平均44000以上
最低38000以上

試験種類	銲接方法	試験片記號	切斷面積(口")	抗剪力	
				試験片(屯)	听/平方吋
抗剪力	水平位置ニ於テ銲接	F-1	0.176" × 2" × 4 = 1.41	32.6	51790
		"-2	"	28.8	45753
		"-3	"	28.1	44641
	垂直位置ニ於テ銲接	V-1	"	30.6	48613
		"-2	"	32.5	51631
		"-3	"	29.9	47501

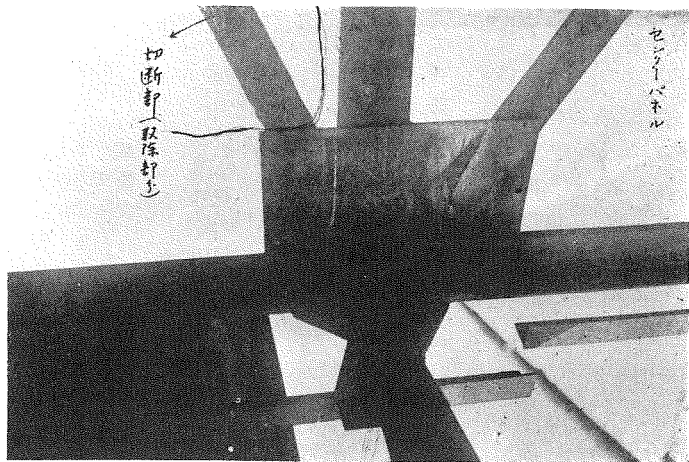
規格 38000以上

五、經濟的調査

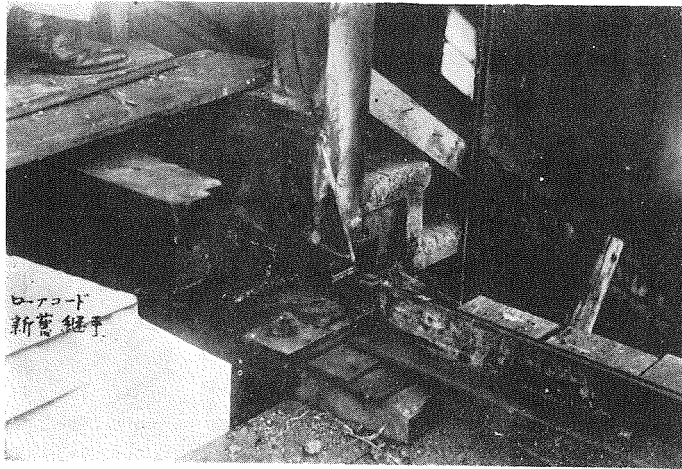
電氣銲接が鉸鉄に比し經濟的である事は一般の認むる處である。現在に於ては工費は鉸鉄と大差はないけれ共監督者として見た處では十分鉸鉄と競争し得るものと信する次第である。

職工一日間に銲接し得る銲接延長

厚(吋)	延長(呎)	層數	記事
1/4	40—45	1	工場
3/8	20—23	2	同
1/2	10	2	同
3/4			現場



第7圖 跨線橋センターパネルの電氣銲接部分



第 8 圖 跨線橋ローコード新舊継手の電氣銲接部分を示す

銲接による時は材料の10%乃至20%の節約を爲し得て而も強度も十分なる建造物を造り得るのである。又如何なる部分でも銲接棒の這入る丈の餘猶があれば可い。銲接は接合部分の冷却收縮に伴ひ歪が生じ易いから順序取付穴の位置等に細心の注意が必要である。殊に部材の兩端を緊結し餘裕を見込まない時や集成部材の銲接或は一側のみ銲接の場合は相當大きな歪が起り龜裂を生ずる事があるから充分に検査し斯様な場合は更に銲接しても差支ない。

名稱	銲厚さ (吋)	延長 (本)	材料 (本)	工費	電力	計
K.W.H.圓						
隅肉銲接	1/4	1'~0''	3	0.06	0.6	0.240
	3/8	°	6	0.12	1.20	0.480
	1/2	°	13	0.26	2.60	1.040
垂直銲接	1/4	°	4	0.08	0.800	0.320
	3/8	°	10	0.20	2.100	0.800
	1/2	°	18	0.36	3.700	1.440

記 棒一本=5錢 1K.W.H.=5錢

工費棒一本當り=2錢

熟練した職工一日に(十時間)使用する銲接棒は平均100本で棒の價格は施當り270圓(一本當り0.015圓)外に被覆劑其他工費共に一本當り五錢である。

跨線橋に就いて見るに銲接の場合と比較し

て材料に於て14%の節約となつて居る。又3370本の銲に對し銲接長 580呎と云ふ數字を示して居る。工費は此の兩者間に大きい差は認めない迄も材料費に於ては確に節約となつて居る。

跨線橋撓度試験成績表

本試験では現場で計重の枕木 100丁即ち五施を各構格點に一樣に積載したもので左支柱より各格點を夫々 a b c d e f g h の記號を以て表示する。

第一回100t積載の時の撓度(吋)

格點	a	b	c	d	e	f	g	h	記事
1.	0	0	0	1/32	1/16	1/16	0	0	最大1/16''
2.	0	0	0	1/32	1/16	0	1/16	0	

第二回200積載の時の撓度(吋)

格點	a	b	c	d	e	f	g	h	記事
1.	0	1/32	1/16	1/16	1/8	5/32	0	0	最大5/32
2.	1/16	1/16	1/16	1/8	1/8	1/16	1/8	1/32	

第三回300t積載の時の撓度

格點	a	b	c	d	e	f	g	h	記事
1.	1/16	3/32	1/8	1/8	5/32	5/32	1/8	1/16	最大5/32
2.	0	1/8	1/8	3/16	3/16	1/16	1/3	1/16	(以上)

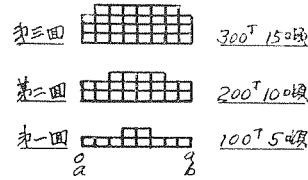
編輯餘語

電弧銲接法は從來他の銲接法と同様一部の
人々から種々な不安を以て見られてゐた様
である。表面はなるほど完全に銲接された様
に見えても、内部はどうかと云ふのも極く初
歩的疑問の一つであつた。之は此方法に依る
接合部分が、銲接法に依るその如くのもの
しく見えない處に起因する疑問であつたら
しい。然し最近に於ける電弧銲接技術の進
歩と各種試験の結果はこれ等の不安に對する
信頼度を著しく高め、重量の輕減、材料工費
等の節約の爲、ひろく鐵材を使用する各種
の工事に應用されるに至つたのである。熊本
建設の前記二工事は我國に於ける全電弧銲
接の處女工事で我工事界に於ける電弧銲接
發達史の最初の頁を飾るべきものである。

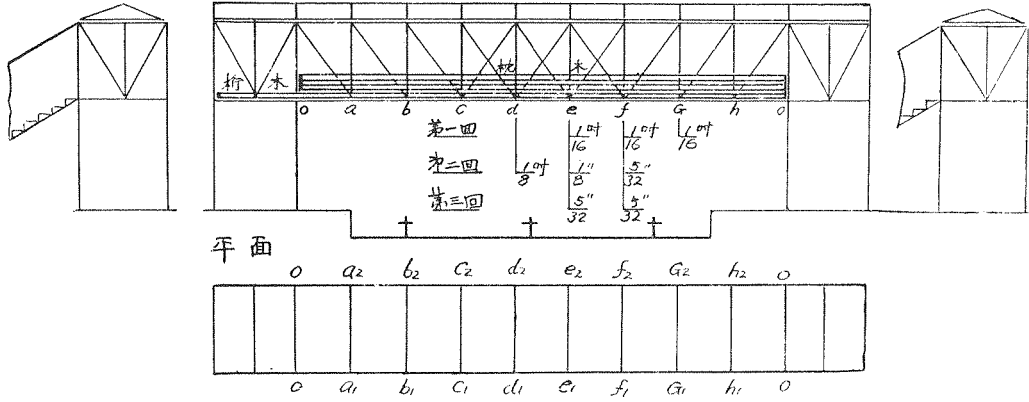
第 9 圖 西鹿兒島停車場跨線橋撓度試驗成績表

昭和五年十月一日午後三時試驗

西鹿兒島停車場跨線橋鐵骨組立(電氣銲接部分)が完成したので左圖の如く枕木(現場にて計重の結果 = 5噸と認む)を各構格間に一様に積載して試験した結果は圖の様である。



(右は各構格間に於ける枕木の配置を示す)



全電弧銲接 引戸式踏切扉

位 置 常盤線水戸保
線事務所管内、水
戸勝田間一ノ町踏
切道、水戸専賣局
前、

道路幅員 12米4

材 料 全部古軌條使
用電弧銲接

設 計 鐵道省水戸保
線事務所

製 作 株式會社横河
橋梁製作所東京工
場

工事請負 水戸市、秋山
俊貫

工事竣功 昭和五年九月

結 果 戸袋とも全部
電弧銲接にして、
手働にて軽く運轉
なし得べし。