

簡単にして有効である。

4) 竹節のコンクリートと竹筋との附着力に及ぼす影響は著しく良好である。

5) 竹の引張強度は稈の内外部に依つて大差あり、マダケにつき試験した結果、内部の平均値  $1,766 \text{ kg/cm}^2$  に對し外部の平均値は  $3,710 \text{ kg/cm}^2$  にして、後者は前者の約 2 倍強い。

6) 竹の引張に對するヤング係数は引張強度と同様稈の内外部に依つて異なるが、竹筋コンクリートの設計にはマダケを使用する場合略々  $230,000 \text{ kg/cm}^2$  と考へてよい。

尙本試験に使用せると同一コンクリートにつき作成せる長期の試験體に關しては試験終了次第追つて報告する。

### 7. 竹筋コンクリート工作物に関する調査

竹筋コンクリートの使用例を大別すれば次の如くである。

1. 小規模の建築工事 (試験的に使用)
2. 重要な建築工事の一部
3. 門柱、塀、柵柱等建築工事の附屬物
4. 橋脚、地杭等
5. 農業方面の各種構造物支柱、サイロ、水槽、井戸側、家畜舎等
6. 公園の施設
7. 土木方面で短スパンの版橋、護岸、水制等。

#### (1) 竹筋コンクリート工作物の強度試験に関する資料

竹筋コンクリート工作物に就き實地に試験した例は數少く、最近發表せられたものを擧ぐれば次の如くである。

(i) 東京府に於ける竹筋コンクリート版の強度試験 (糸川一郎氏, 土木日本昭和 13 年 11 月)

東京府に於て  $60 \times 67 \times 8 \text{ cm}$  及び  $60 \times 67 \times 7 \text{ cm}$  の版に就き行つた試験結果は表-51 の如くである。竹筋は外徑  $4 \text{ cm}$  の丸竹を 8 つ割となし、一本の幅  $1.5 \text{ cm}$ 、長約  $60 \text{ cm}$  にして防水處理はしなかつた。コンクリートの配合は  $1:2:4$  である。

第 51 表 竹筋コンクリート版の試験結果

		龜裂荷重 kg	破壊荷重 kg
7 cm 版	無筋	957	957
	竹筋	815	1,560
	網形組立竹筋	733	1,319
8 cm 版	無筋	1,152	1,152
	竹筋	1,228	1,964
	網形組立竹筋	1,058	1,704

竹筋コンクリート版の龜裂荷重は無筋のものより幾分小となつてゐるが、破壊荷重は  $560 \sim 660 \text{ kg}$  増加してゐる。破壊面を見るに竹筋とコンクリートとの接觸面は滑かにして附着力が充分でなかつた。

(ii) 竹筋コンクリート版並に無筋コンクリート版の強度試験 (栗山寛氏, 建築雜誌昭和 15 年 1 月)

警視廳建築課材料検査所に於て、水洗便所用淨化槽の覆蓋に用ひる鐵筋コンクリートを竹筋コンクリートとなしたものに就き行つた強度試験である。

試験體は  $140 \times 100 \times 12 \text{ cm}$ 、 $140 \times 100 \times 14 \text{ cm}$  の版にして、中央に徑  $45 \text{ cm}$  の人孔を有するもの及び  $140 \times 100 \times 15 \text{ cm}$ 、 $140 \times 55 \times 15 \text{ cm}$  の版にして人孔を有せざるものである。

竹筋の間隙は縦  $10 \text{ cm}$ 、横  $7.5 \text{ cm}$  となし各筋の結束には 30 番鐵線を用ひた。

コンクリートは容積配合にて  $1:2:4$ 、水セメント比は  $65\%$  であつた。混合は總て手練りとした。

第 52 表 竹筋コンクリート版試験結果

版種	版厚 (cm)	番 號	材 齡 (日)	龜裂荷重 (kg)	破壊荷重 (kg)
無筋	12	1	29	1,340	1,340
		2	28	1,456	1,456
筋	15	1	29	2,500	2,500
		2	28	1,736	1,736

無筋	15	{	(幅55cm)	1	30	1,700	1,700
				2	30	2,310	2,310
	15	{	(幅100cm)	1	28	(4,000にて中止)	
				2	28	(4,000にて中止)	
丸	12	{		1	30	1,350	(2,000にて中止)
				2	29	1,300	(2,000にて中止)
				3	28	1,480	2,120
竹	15	{		1	30	2,070	2,990
				2	29	2,100	(2,000にて中止)
				3	28	1,930	2,770
割	12	{		1	30	1,500	(2,000にて中止)
				2	29	1,540	"
				3	28	1,465	2,715
竹	15	{		1	30	1,900	(2,500にて中止)
				2	29	2,240	"
				3	28	1,600	2,850

材齢約 28 日にて、支間 120 cm の 2 邊支持の状態にて人孔部を除きたる等布荷重を作用せしめて行つた試験結果は上表の如くである。

試験結果を考察すれば次の如くである。

- 1) 竹筋コンクリートは無筋コンクリートに比し龜裂荷重は殆んど同一なるも、龜裂發生後相當外力に抵抗する。併し一旦龜裂が入れば腐蝕を早めることにならう。
- 2) 竹材はコンクリートとの附着力弱く、丸竹のまま使用する場合殊に著しい。割竹のものは幾分良好である。何れにせよ加工又は薬品の塗布により附着力の増加を考ふべきである。
- 3) コンクリート中の竹材の耐久性に関しては相當の疑問があらう。
- 4) 之を要すに竹筋コンクリートは竹材の耐久性の確保と、コンクリートとの附着力の増大に對する考慮が完成されて初めて鐵筋コンクリートの代用として認め得るに至るであらう。

## (2) 竹筋コンクリート建築物に對する調査資料

農林省林業試験場に於ては既に白河(福島縣)、鷹巣(秋田縣)、釜淵(山形

縣)十日市(新潟縣)等の各試験地の建築物の一部を竹筋コンクリートで施工した。

之等の中白河試験地に於ては氣象觀測室及び雨量計地下室を竹筋コンクリートで施工した。

氣象觀測室の建築物の建坪数は 16.3 m<sup>2</sup> にして總工費は 1069.63 圓である。構造は栗石基礎の上に配合 1:2:4 の竹筋コンクリートを以て壁體を造り、天井は徑 9 mm の鐵筋を使用し、同一配合のコンクリートを以て鐵筋コンクリート造りとしたものである。

本工事に使用した竹筋に關する仕様書は次の如くである。

氣象觀測室新築工事仕様書

竹筋の部

天井・階段及床・パラベツトを除きたる壁の部分は竹筋を使用するものにして五分巾竹筋を六寸平方に組立て主筋及び横筋の交叉點はなまし鐵線二十一番を以て二本合せ斜一回掛けとし五卷以上に捻付くべし。

繼手は一ヶ所につき兩端を二本合せ二回掛五卷以上捻付くるものとし、横筋の兩端接續部は重ね合すことなく上下二段となし各々別個に捻付くるものとす。

基礎と壁との竹筋結合は長さ一尺六寸の主筋を三本間隔に配置し基礎コンクリート中に深さ八寸以上挿込み置き前記繼手仕様の方法により壁主筋の下部と接合せしむるものとす。

建物四隅の屈曲部は竹筋の外皮を外側とし大曲りの形とし壁厚の中心部より著しく外れざる様留意すべし。

出入口上部の横筋は三寸おきとし長さは間口の兩端に一尺以上延ばすものとす。

霧除の上部横筋は竹筋二本の内側を抱き合せとなし捻付け組立つるものとす。

窓の四隅に當る壁内に筋違ひとして各一本の竹筋を取付け補強用となす

べし。

雨量計地下室は建坪数 5 m<sup>2</sup> にして総工費は 254.28 圓である。 氣象觀測室と同様壁體は竹筋コンクリート、天井は鐵筋コンクリート造りである。

(3) 短徑間橋梁その他に使用の實例

土木工事に於ては道路橋として短スパンの版橋に竹筋コンクリートを使用する傾向が多くなり、岩手縣に於ては金澤村地内に 1.4 m スパンのものに富山縣高岡市では 4 m スパンのものに使用し、滋賀縣では虎姫附近で 2 m スパンの版橋に使用した。

朝鮮鐵道局では大同江及び大寧江の鐵道橋々脚の構圓形井筒に竹筋コンクリートを使用した。

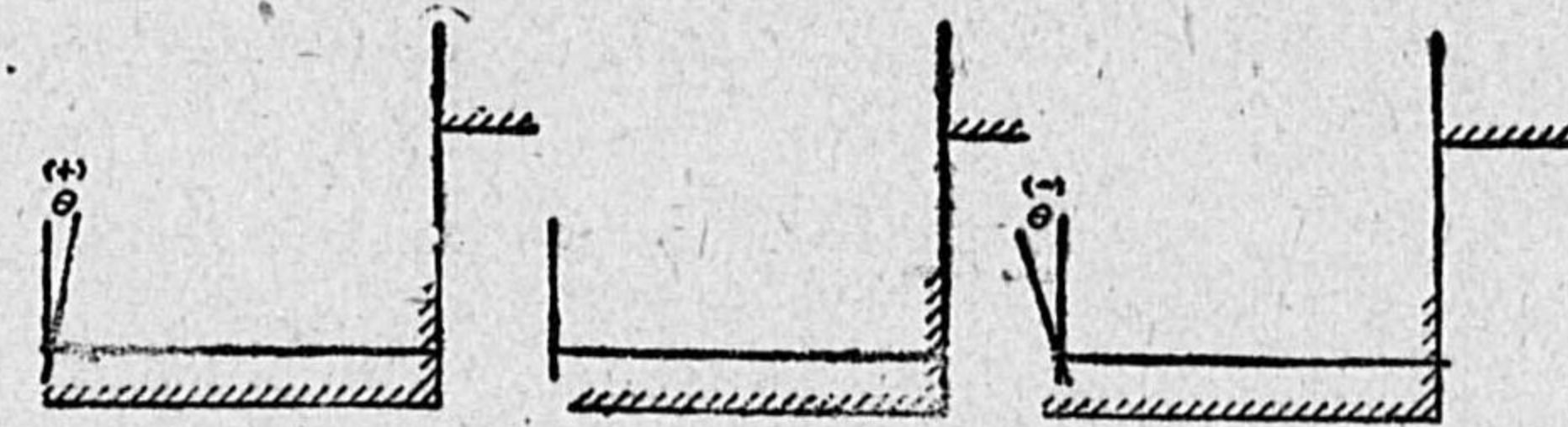
道路には昭和 13 年に豊橋市内の國道 30 號線に使用した例があり、又昭和 8 年に支那に於て使用した例がある。

内務省富士川改修事務所に於ては從來の鐵筋コンクリート水制に代へ、竹筋コンクリート水制を使用してゐる。

第三章 擁壁の材料節減に就て

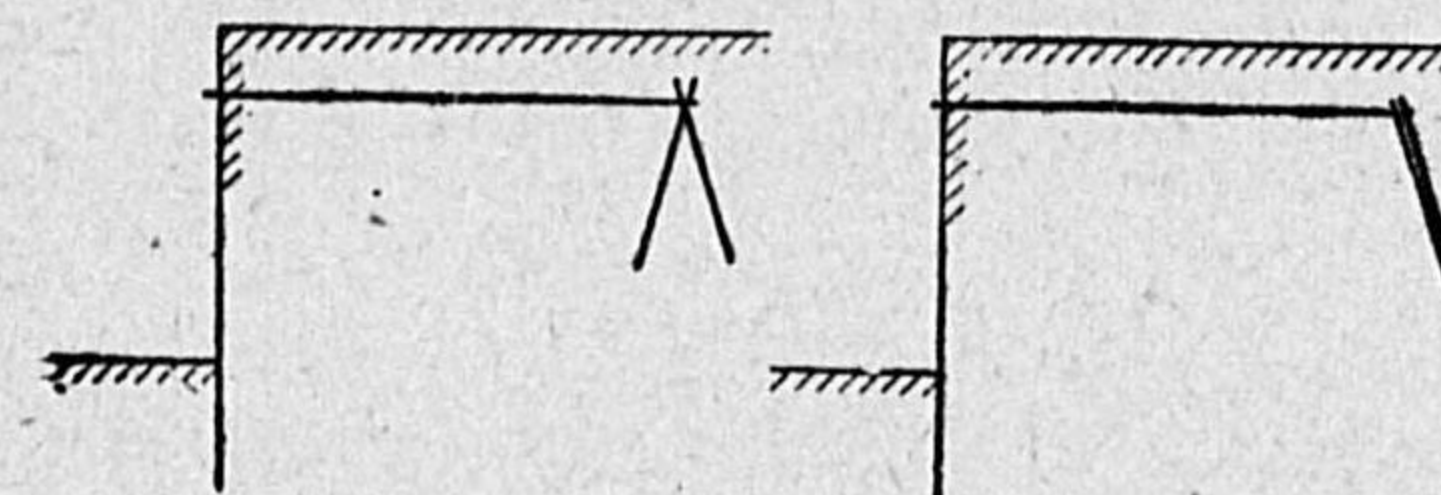
1. 擁壁控杭の節減工法

矢板擁壁その他に控桿を使用する場合に最も簡単な控の方法として杭が使用されることが屢々ある。 この場合杭の傾きを適當にすれば在來の普通の使用法に依るものゝ 2 倍位控杭としての支持力を大にし得る事を模型試驗及び實物



第 101 圖 矢板控杭の傾

- a) 最も有效な傾  $\theta = -15^\circ \sim -30^\circ$
- b) 稍有效
- c) 有效ならず



第 102 圖

- a) 組合はせ杭
- b) 控杭としては此の様に別々に 2 本を使用した方が a) よりも有效

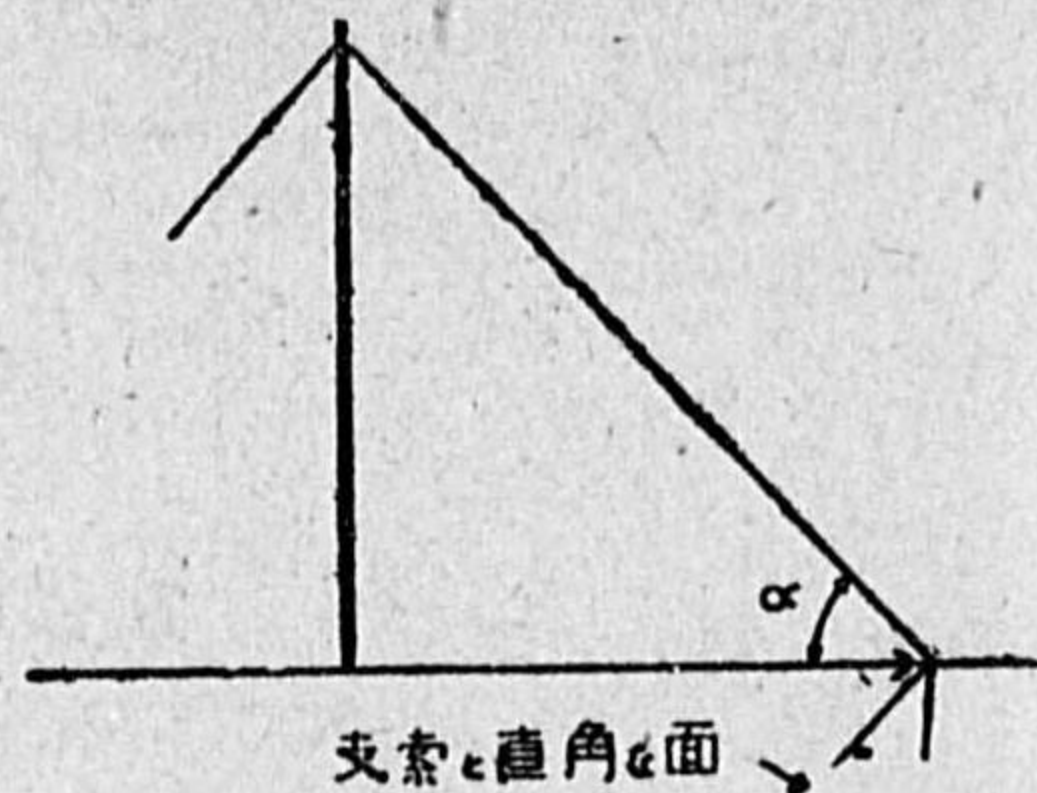
試驗に依つて確めた。 即ち普通杭の根が矢板側に近いやうに傾けるが、之と反對に傾け而もこの傾の鉛直線となす角を 15° ~ 30° にすれば支持力を 2 倍位になし得る。

一般に杭の長さが長い程、又杭の位置が地表面から深い程、この傾を大にした方が有效である。 地質に依つて影響を受けるが、實物試驗の結果に依るに水を多く含んだ粘土質の土の時にも、又砂質の時にも、最も有效な傾きにはあまり影響がなかつた。

又、圖-102 a) の如く 2 本の杭を 1 ヶ所に組合はせて用ふることは、屢々行

はれる工法であるが、之よりも圖102b)の傾を有する1本の控杭のある控を2ヶ所に別々に使用した方が控杭としては有効である。

高い塔や柱の支索の控杭として用ふる時の最も有効な傾きは其の支索に直角な面から  $\theta = -15^\circ - \frac{\alpha}{2}$  乃至  $\theta = -30^\circ - \frac{\alpha}{2}$  だけ杭の足が外になる様に傾けた時最も有効である。杭の長い程此の  $\theta$  の絶対値が大となる(試験結果の詳細は土木試験所報告 42 號及 46 號参照)。



第 103 圖  
柱の支索控杭の傾

### 2. 擁壁控壁の高さ

控壁の高さが低いと其の支持力が著しく低減すると考へられてゐたが、その理論内容に立入つて見ると控壁下端の地表面下の深さが變らなければ控壁の高さは支持力には餘り影響しない。

圖-104 に於て  $h_1/h = 2 \sim 3$  位ならば近似的に地表面まで壁の高さがあるときと同一に考へて良い(圖-104 及圖-105 参照)(詳細は土木試験所報告29號)。

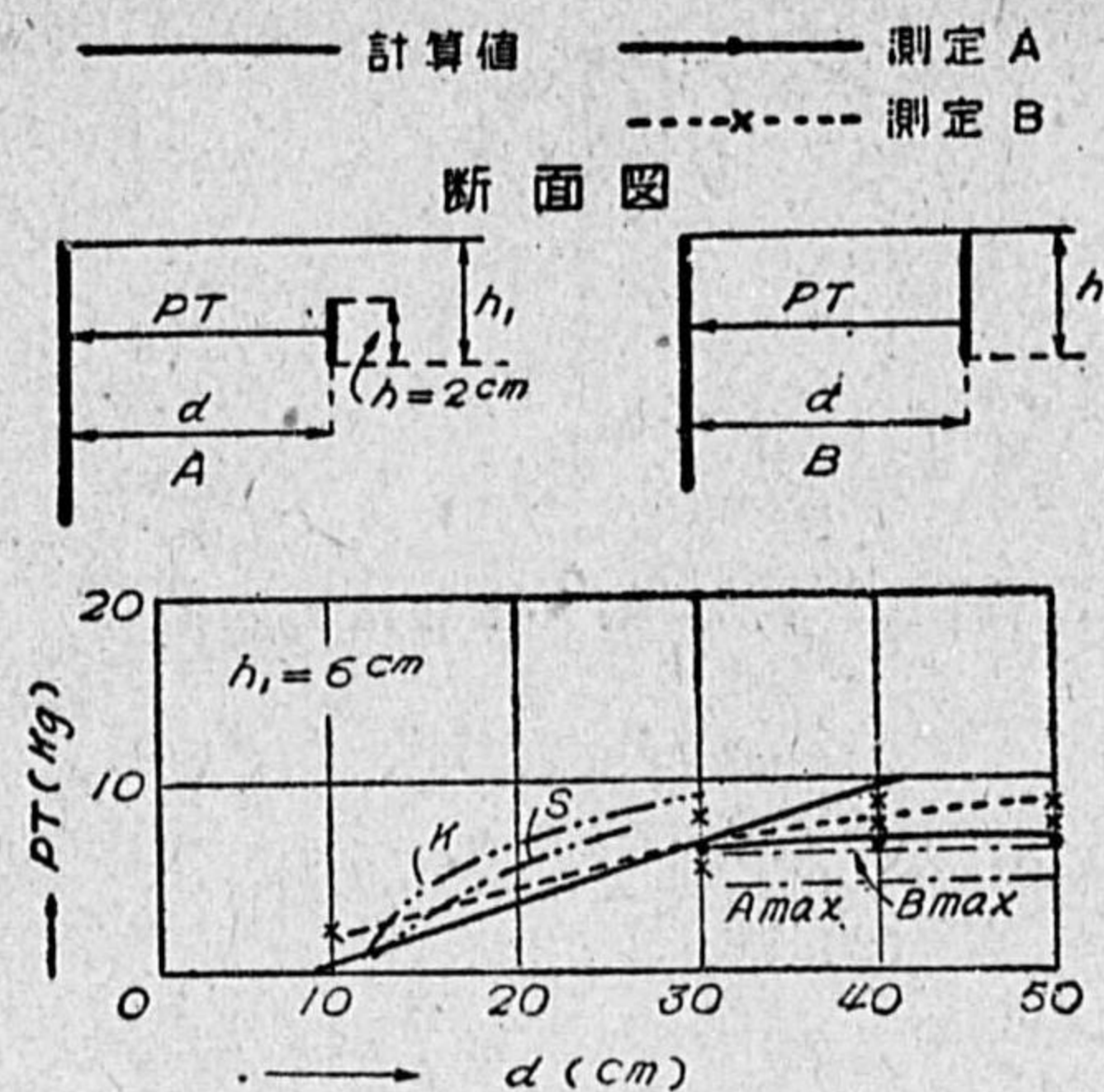
従つて控壁は其の頂を地表面まで出す必要なく底面を成るべく深くして高さを地表までの 1/2 位にして用ふるのが有効である。

### 3. 控壁の擁壁からの距離

圖-106 の如く控壁の下端は抵抗土壓崩壊面よりも上になければならないと定義されてゐるが、之より近い位置にあるときにも充分有効であつて、その支持力は壁の單位長に就て近似的に

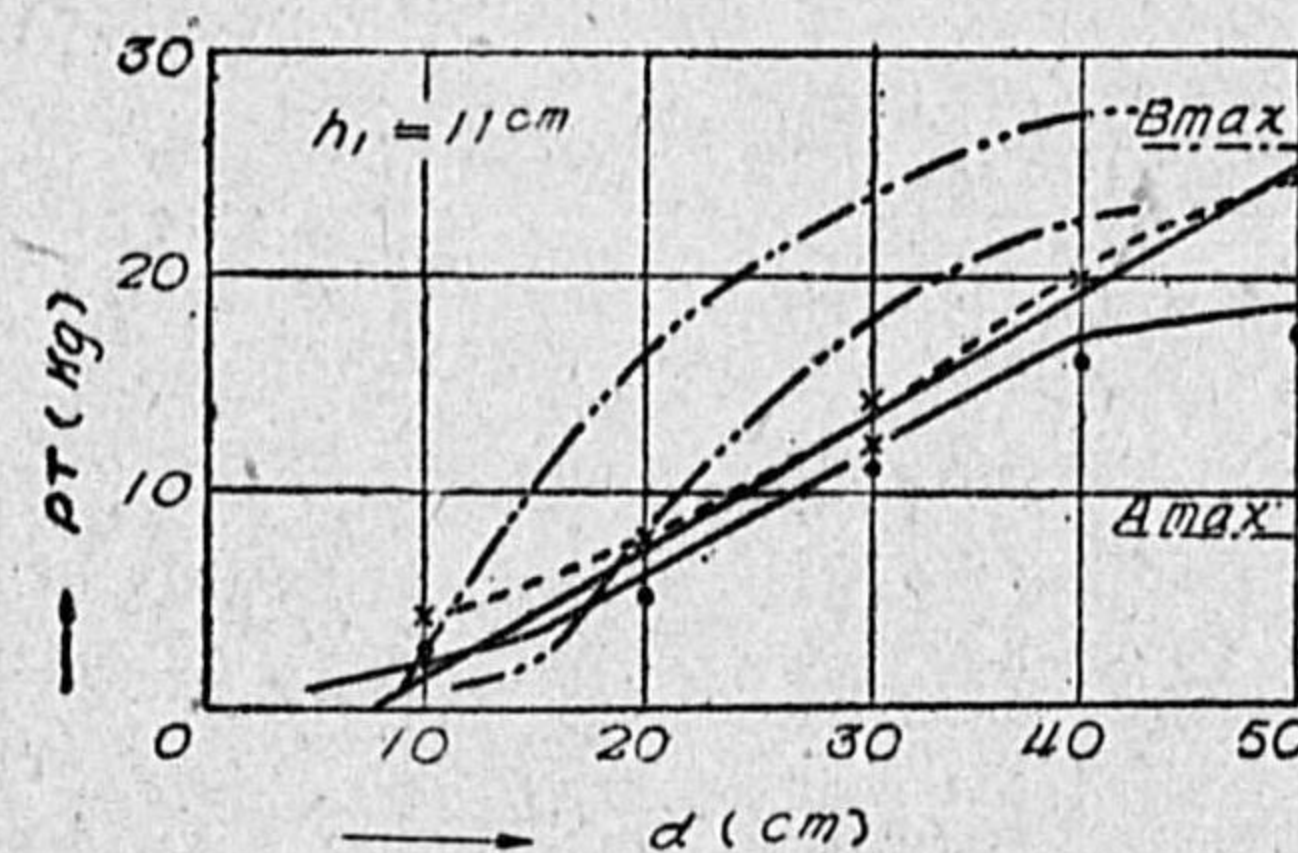
$$P = wbh_1 \tan \varphi$$

で表はされる。茲に  $w$  は土砂の單位重量、 $b$  は控壁底面からの水平線が正土壓崩壊面を切るまでの長さ、 $h_1$  は控壁底面の地表面よりの深さ、 $\varphi$  は土砂



第 104 圖 控版の試験結果

計算値とあるは著者の方法によるもの圖中の S, K は Streck 氏及び Krey 氏の計算による値である。何れも版頂が地表面までである場合。Amax 及び Bmax は  $d$  が十分に大なる場合の普通のクローマ抵抗土壓理論による計算値  $A$  及び  $B$  に相當する場合である。



第 105 圖 控版の試験結果

方の内部摩擦角である。之について試験の結果は圖-104 及圖-105 に示した通りである。直線は前記計算法による値(詳細は土木試験所報告 29 號参照)である。

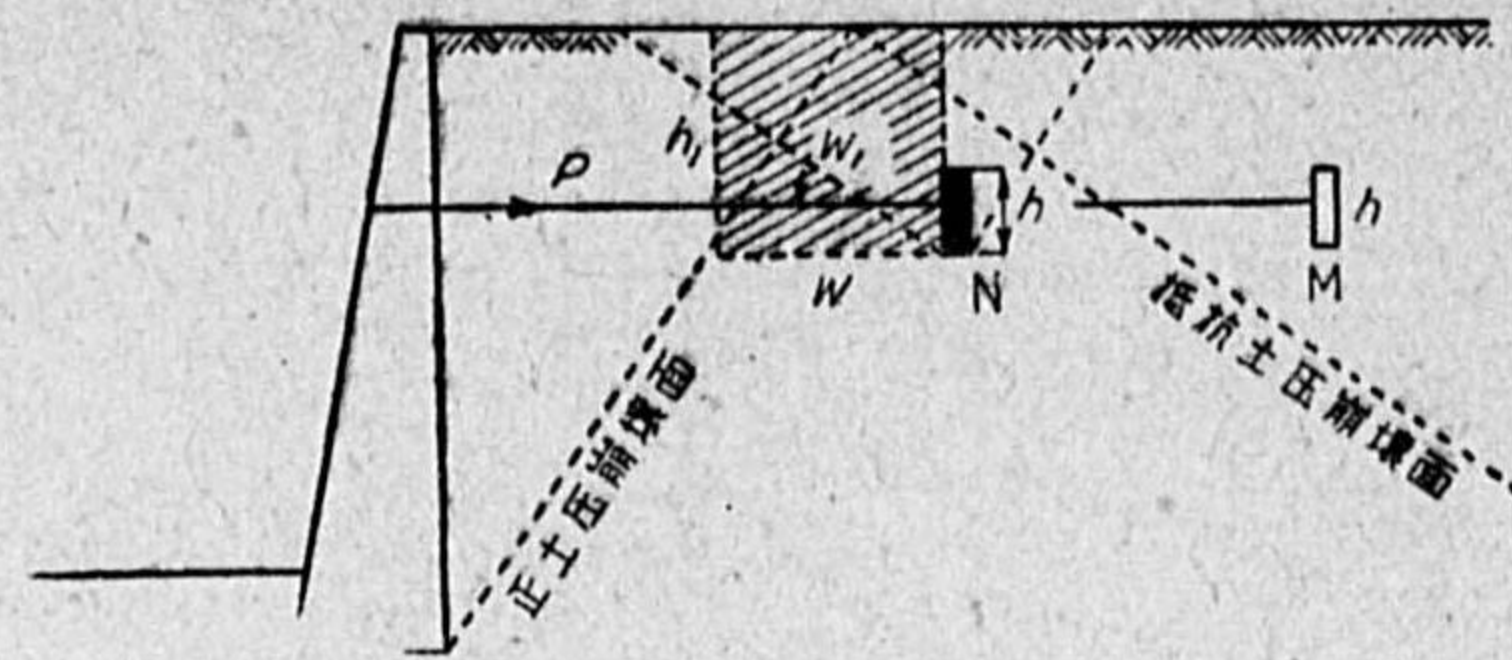
4. 控壁の傾き

控壁に述べたと同様のことが控壁に付いても云はれる。但し  $\theta = -15^\circ \sim -30^\circ$  が最も有効であるか否かは更に試験の結果を待たなければ明言出来ない。尠くとも鉛直よりも後倒させることは不利である。

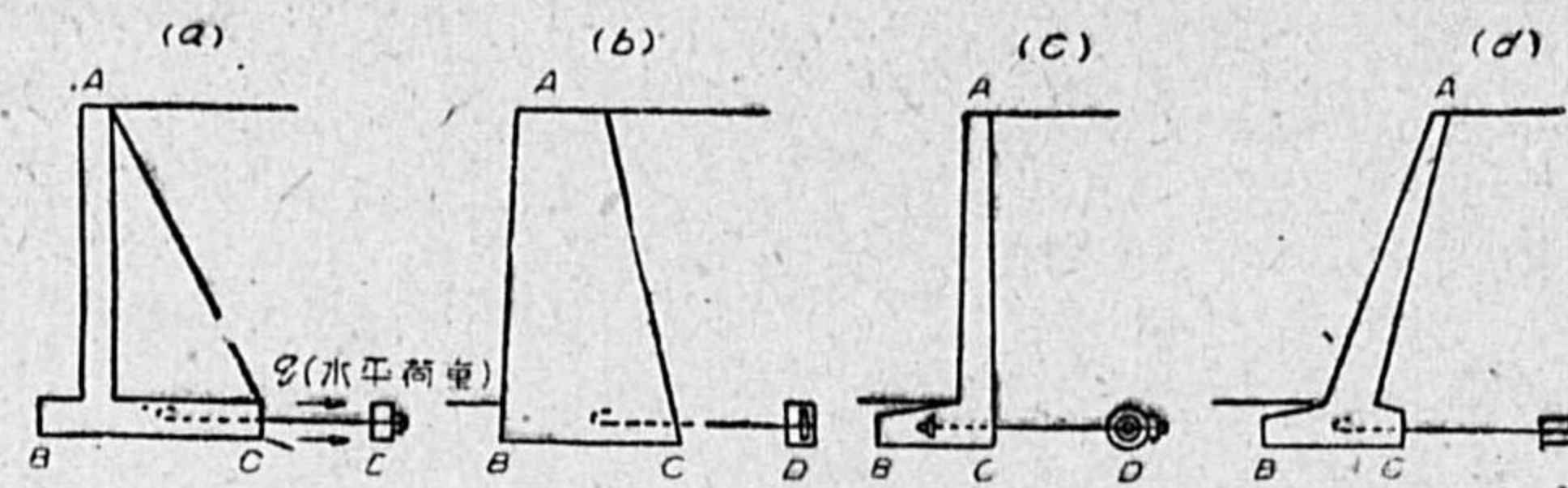
5. 擁壁の滑出に対する最も有効な補強法

地盤軟弱にして滑出に対する危険がある時に次の如き工費低廉なる鎮定材設置工法が考へられる。即ち壁底面後方に圖-107 の様な桁を丸鋼で壁主體と連結するのである(尙地盤良好支持力大なる場所に於ては(c)(d)の如き構造も考へられる)。かくすることによつて擁壁の滑出に対する安定は(a)の場合には底版がBD全體にある時よりも更に安定である。

一般に擁壁の安定は滑出に対する危険が最大であるからこの工法は極めて有効と思ふ（詳細は土木試験所報告號参照）。



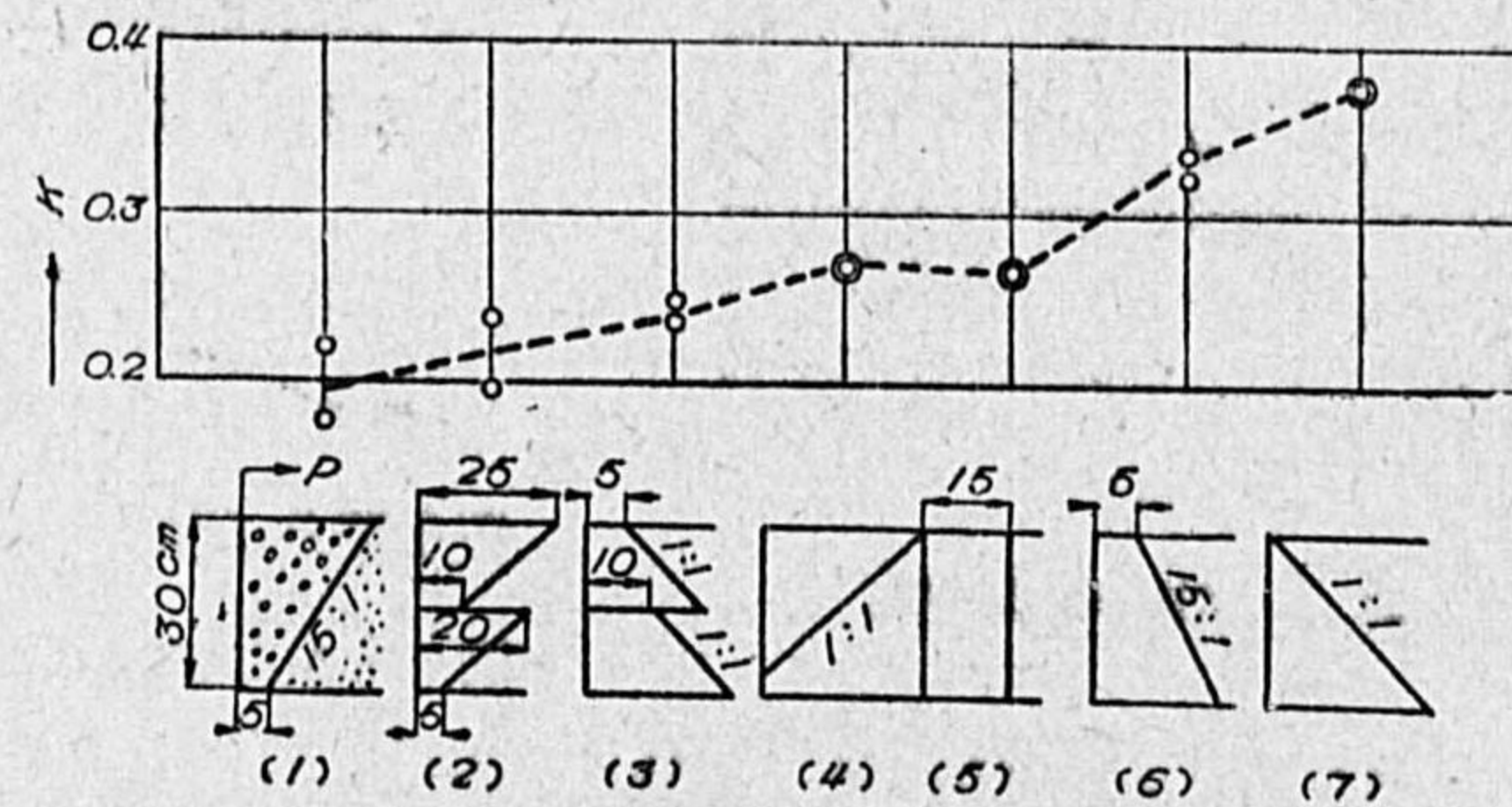
第 106 圖 鋼矢板岸壁断面



第 107 圖

### 6. 裏込材料の節約に就て

擁壁に接した部分に良質の裏込材料を用ひて土壓の軽減を圖る場合に同數量の材料を如何に配置すれば最も有効であるかに付いて試験して圖-8 の結果を



第 108 圖

得た。即ち (1) が最も有効で順次右に及ぶのである（詳細は土木試験所報告號参照）。

## 第四章 無筋コンクリート拱橋に就て

### 1. 緒言

最近鋼材の入手難からコンクリート橋梁に無筋のアーチを以てする工法が關心を持たれて來た。無筋コンクリートアーチは嘗てコンクリートが實用化された時期に於て、石拱橋 (Masonry Voussoir Arch) に代つて登場したもので、其の後間もなく出現した鐵筋コンクリートの發達によつて一般に忘れられてゐたものである。1869 年にフランスの Fontainebleau に築造された徑間 35 m の水路橋がヨーロッパに於ける最初のもので、爾來各所にスリーヒンジの型式で普通し、60 m 以上の長徑間のものも築造せられるに至つた。我國に於てはこの種の構造物は餘り發達せず、従つて往時に築造した無筋コンクリート拱橋の著名なものもない。

### 2. 最近に於ける無筋コンクリート拱橋の趨勢

最近 5 ケ年間世界的鋼材不足並に今次事變に依る統制の結果、鋼材不足を打開する工法として無筋コンクリート拱橋が再認識せられるに至り、鐵道省に於ては卒先して昭和 10 年度より之を築造し、最近に至る迄に既に 208 徑間を竣功し、列車の通行に供してゐる。本年 5 月に調査せる鐵道省建設關係無筋コンクリート拱橋實施例は次表の如くである。

第 53 表 鐵道省建設關係無筋コンクリート拱橋實施例 昭和 15, 5 調査

線	區間	名 稱	連	徑間	拱頂厚	形狀	活荷重	着手竣功	年月	方法	記 事
伊	潜	福 井 川	3	20 m	75 cm	半圓	ks 15	着手	14—2	直轄	九 州
佐	龍	吉 田	5	10	70	"	"	竣功	14—10	及	
線	吉	吉 井 川	4	10	70	"	"			請負	

日田線	彦山—岩屋	第二大川内川	{ 1 7 70	半圓	ks 15	着手12—6	請負	九州
			{ 2 10 80	"	"	竣功13—10		
日田線	寶珠山—岩屋	第一大川内川	{ 1 7 70	"	"	着手11—12	"	"
			{ 2 10 80	"	"			
日田線	寶珠山—岩屋	原柿原	3 7 70	"	"	着手11—12	"	"
		第二大行司	2 10 80	"	"			
日ノ影線	横峰—日ノ影	網ノ瀬	43 7 70	"	"	着手11—5	"	"
		興地	5 7 70	"	"			
日ノ影線	網ノ瀬	第一小崎	12 7 70	"	"	着手11—5	"	"
		第二小崎	6 7 70	"	"			
宮原線	廣畑	平田	9 7 70	"	"	着手11—12	"	"
		井川	4 10 80	"	"			
宮原線	生釣—宮原	山	3 10 80	"	"	着手12—2	"	"
		里	5 10 80	"	"			
宮原線	幸野	川	{ 2 10 80	"	"	着手12—2	"	"
			{ 4 20 73	"	"			
宮原線	幸野	川	4 10 80	"	"	着手12—2	"	"
		原川	4 10 80	"	"			
音更線	清水谷—隼平	第一音更川	3 10 70	"	"	着手10—5	"	北海道
		第二音更川	3 10 70	"	"			
音更線	清水谷—隼平	第三音更川	3 10 70	"	"	着手10—5	"	北海道
		第一音更川陸橋	3 10 70	"	"			
音更線	清水谷—隼平	第二音更川陸橋	3 10 70	"	"	着手10—5	"	北海道
		第三音更川陸橋	3 10 70	"	"			
同上	幌加—十勝三股	第五音更川	7 10 70	"	"	着手11—12	"	"
		第六音更川	6 10 70	"	"			
同上	幌加—十勝三股	ノ澤	5 10 70	"	"	着手11—12	"	"
		ノ澤	5 10 70	"	"			
大畑線	陸奥大畑—木野部	枚指川	7 12 65	"	"	着手14—2	"	東北工事中
		下水	1 12 65	"	"			
大畑線	陸奥大畑—木野部	清水澤	{ 2 12 65	"	"	着手14—2	"	東北工事中
			{ 2 8 56	"	"			
大畑線	陸奥大畑—木野部	木野部	8 8 56	"	"	着手14—2	"	東北工事中
		大澤目	2 8 56	"	"			
釜石線	宮守—柏木平	宮守川	{ 2 20 80	"	"	着手13—6	"	東北工事中 収縮及温度應力 に対し鐵筋挿入
釜石線	宮守—柏木平	宮守川	{ 6 8 70	"	"	着手13—6	"	東北工事中 収縮及温度應力 に対し鐵筋挿入

川口線	會津宮下—早戸	阿寺澤	1 10 70	半圓	ks 15	着手12—9	"	會津
		第二左	4 10 70	"	"	竣功14—10		
		山中	3 10 70	"	"			
		萬歲窪	1 10 70	"	"			
川口線	會津宮下—早戸	山	1 10 70	"	"		"	會津
		中棧控	1 10 70	"	"			

合計	83	7
	18	8
	88	10
	10	12
	9	20
	208	

其の他内務省直轄、各府縣に於ても大いに研究され、實施されたもの、計畫中のものもある。

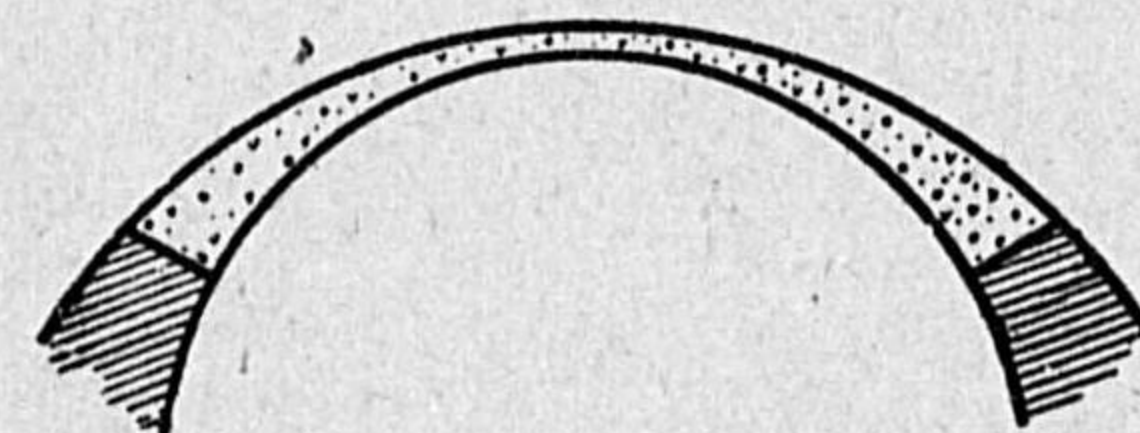
### 3. 無筋コンクリート拱橋の構造

最近本邦に於て築造せられた無筋コンクリート拱橋は、殆んど全部二鉸拱と考へたもので起拱點はアスファルトで絶縁したものが多し。拱環は半圓形で、約 120° の間を拱としてゐる。拱環は徑間の大小に依つて施工繼手のあるものとないものがあり、大體次の3種類に分類出来る。

- a) 1 回打 徑間 10 m 程度のもの (圖-4)
- b) 2 回打 徑間 15 m 程度のもの (圖-5)
- c) 3 回打 徑間 20 m 程度のもの (圖-6)

### 4. 無筋コンクリート拱橋構造に對する考察

無筋コンクリート拱橋は之を單一的な構造とした場合には、無鉸拱又は二鉸拱と見做して考へねばならない。



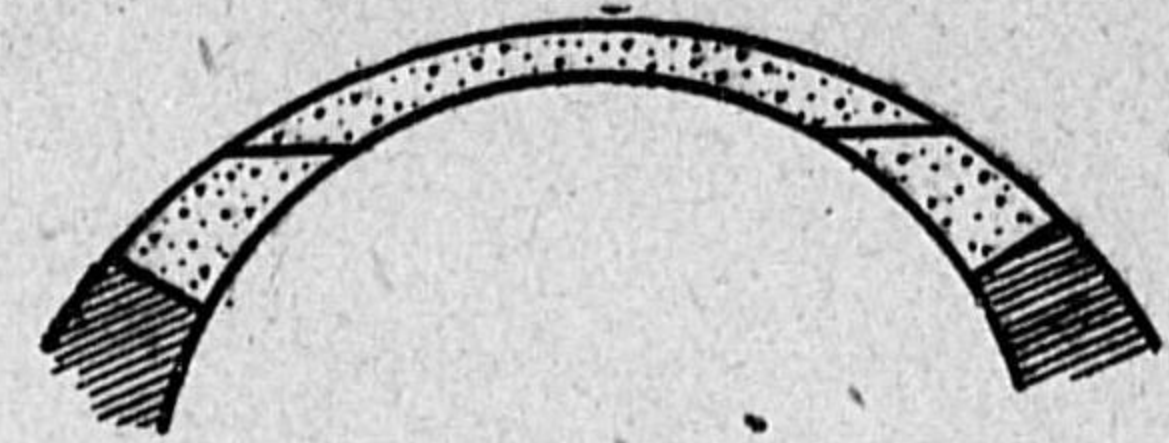
第 109 圖

この場合には温度變化に依る應力、硬化收縮に依る應力、更に基礎の沈下に依り生ずる應力が考へられ、前二者に依るものゝみでも相當の引張

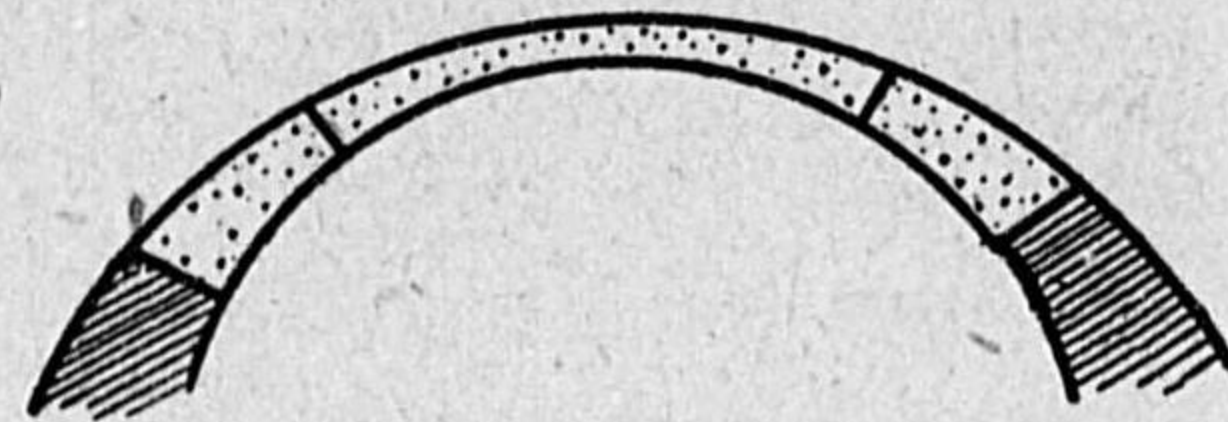
り應力が拱頂附近に生ずる<sup>(1)</sup>。

以上の原因に依り現在の二鉸拱の無筋コンクリート拱橋の大多數はその拱頂に毛髪状龜裂を發生し、その結果三鉸拱として働いてゐる様である。故に最初より三鉸拱の構造として築造するのが適當でないかと考へられる。

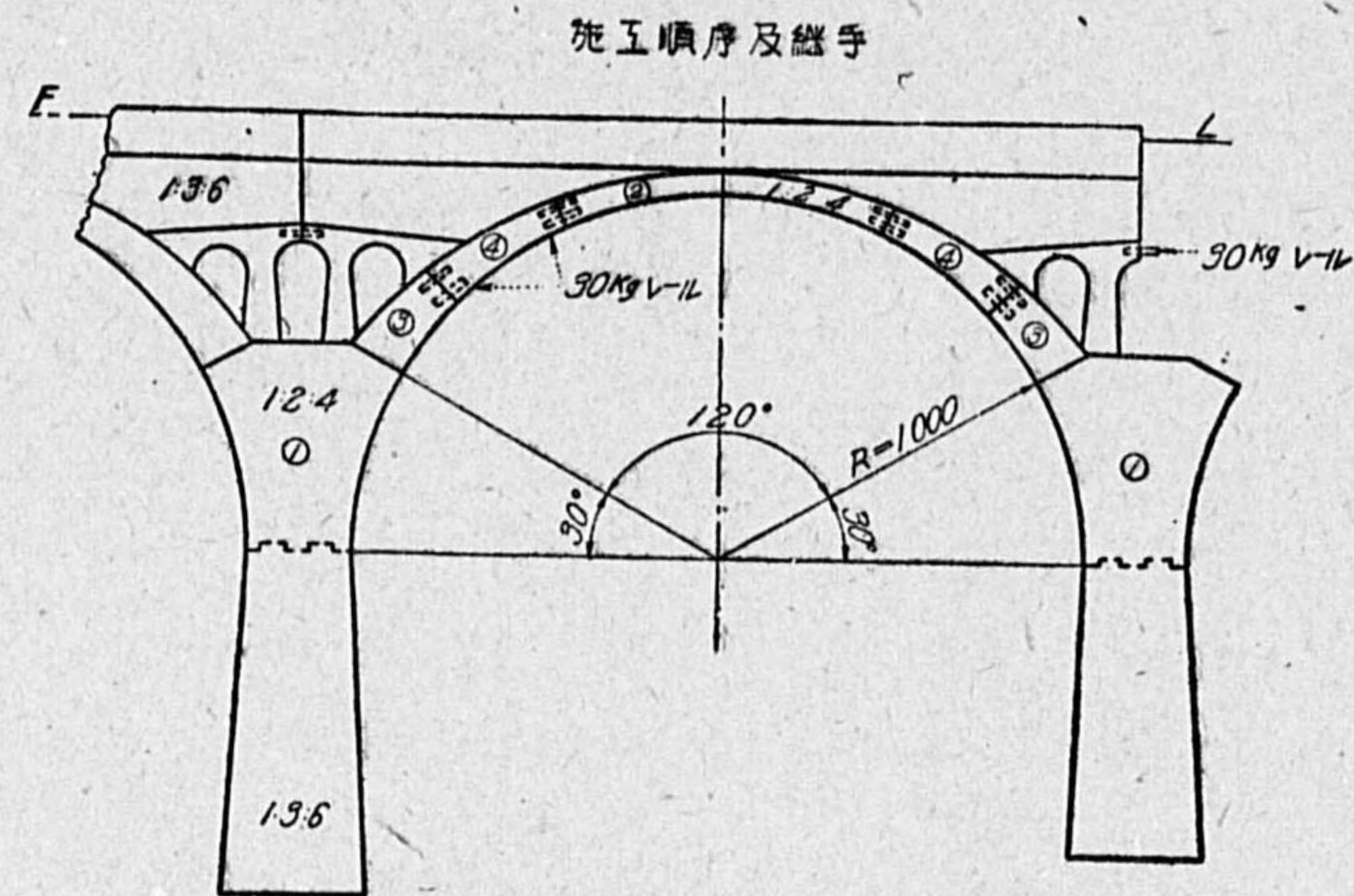
次に考へねばならぬことは無筋コンクリートブロック積拱橋であ



第 110 圖 (a)



第 110 圖 (b)



第 111 圖

る。これは Voussoir arch であつて、昔石材を使用した代りにコンクリートブロックを用ひ様と云ふのである。コンクリートブロックは現地で所要の型を容易に築造出来、積上げ完成と同時に交通に供することが出来、更に温度變化、硬化收縮の影響も心配が無いと云ふ利點がある。最近の早期高強度コ

註 (1) 徑間 20 m 拱頂厚 80 cm 程度のもので温度變化  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 、硬化收縮 0.6 % を考へると拱頂に於て約  $18 \text{ kg/cm}^2$  の張應力を生ずる。

ンクリートの發達に伴ひこの方法は頗る有望視され現に築造計畫中のものもある。

之を要するに、これからの無筋コンクリート拱橋は (1) 拱環の形狀を如何に選定するか (2) 無鉸か、二鉸か、三鉸か、更に鉸構造を如何に解決するか (3) それとも pre-cast のブロック積 Voussoir arch にするかの諸點に關し大いに研究検討して、その構造の進歩を圖らねばならない。

之に對して一方此の種コンクリート構造に關する基本的研究を行ふと同時に既往の實績に鑑み之が實施を行ひ實施せるものにつき工學的觀察測定を行ひ、以て此の種無筋コンクリート拱構造工法の指針を求めることは現下の緊急事である。

## 第五章 熔接工法の基準と熔接棒の選定

### 1. 鋼材の節約と熔接

電気熔接の實用化は第一次世界大戦の頃にはおまる。鐵材と勞力との極端なる節約を必要とする時代に遭遇して、前世紀末よりスラビヤノフ等によつて涙ぐましき研究のつゞけられてををつた電弧熔接法は一躍時代の寵兒となつた。

本工法の最初の應用としては當時英國海軍の作つた 300 噸のパーチと民間でつくつた 500 噸の石油發動機船とであらう。爾來熔接工法の造船界への躍進は目覺しいものがあり、今日ではロイド、ブリテイシュ・コーポレーション、海軍協會等何れも熔接による造船規格を確立してをる。この間艦船方面にて最もセンセーションを起した問題は獨逸の袖珍戰艦の建造であらう。ドイツエランド其の他の艦體に於て 550 噸、機械部分に於て 100 噸の鋼材節約をなし、これに伴ふ搭載力の増加は 1 萬噸級戰艦にしてよく 11 吋砲 6 門を備へ得た事は一つに熔接の大々的應用の賜物と云はねばならぬ。

1926 年以降に至つて陸上構造物への熔接應用が顯著となり、各種建築物、橋梁等の同工法によつたものゝ數が漸次増加して來た。各國ともこの時勢に對應して 1928 年～1934 年の間に大體熔接建築物並に熔接橋梁に對する設計基準を制定してをる。本邦橋梁界に於ても 1931 年鐵道省が秋田檜山川の鈹桁橋補強に熔接を應用せるを手初めに、今日にては鐵道橋の補強法としては殆んど同工法のみが使用せられてをり、全熔接橋としても川崎埠頭の昇開橋、田端の跨線橋、横濱の瑞穂橋、八號國道の鶴川橋、其の他東京府施工の鈹桁橋等多數に昇つてをり、曩に鐵道省では熔接鐵道橋の規定を發表し、本年に至り内務省では電弧熔接道路橋の示方書案を決定するに至つた。

この外水道用の鐵管に、發電用の壓力管に、電氣、機械器具製造組立に熔接

の利用せらるゝ範圍は増大の一途をたどつてをり、更に軟鋼以外の特殊鋼非鐵金屬の熔接が着目せられ、これらの研究は日一日と新しい分野を開拓しつゝある。然らば熔接が如何なる點にて鋼材の節約となるか、これを要約して見ると結局次の 6 項目となる。

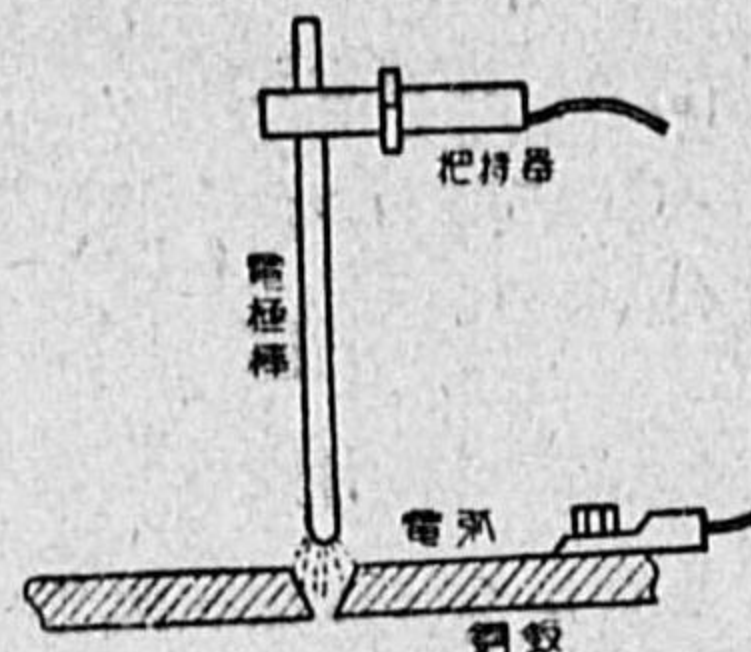
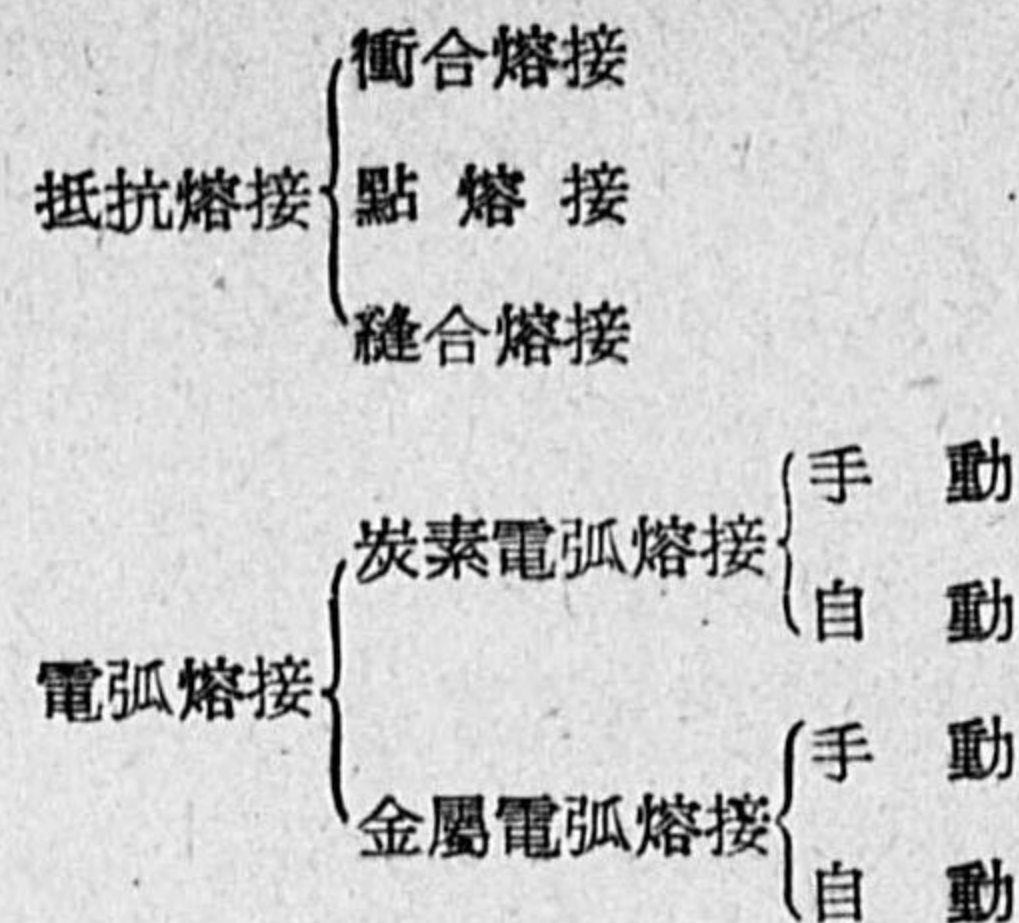
1. 細部構造を簡單ならしむることによる用材の節約
2. 鈹孔による斷面の減少を免れ得ることによる用材の節約
3. 連結部に於ける連結性を完全に認め得ることによる用材の節約
4. 上記の理由による靜荷重の減少による間接的用材節約
5. 鋼材工作の容易なること、架設の簡單なることによる工費の節約
6. 部材の斷面形狀を今日以上に剛性大なるものに改革し得べきことによる鋼材の節約

然らば幾何の鋼材節約をなし得るか。これを實例に就て見ると、米國に於ける全熔接建築物として最初に出來た シャロン・ビルディング については、鈹結の場合の鋼材所要量 900 噸に對し熔接を使用した爲の節約が 100 噸に達してをり、又米國のチョコピー・フォルス橋では支間 134' ~ 8' のトラスで E-50 の荷重に對し、鈹結で 120 噸、熔接で 80 噸で約 30% 節約、横濱港の瑞穂橋の鈹桁部は鈹結 49 噸、熔接 42 噸約 15% の節約、八號國道の鶴川橋では 70 m の 3 徑間連續鈹桁橋で、鈹結 96 噸に對し熔接 78 噸で約 19% の節約となつてをる。

### 2. 電弧熔接法

電気熔接の中に多くの種類があるが、何れも電氣的エネルギーを熱に變へて金屬を熔融密着せしめんとするもので、接觸面及び金屬固有の抵抗を利用するもの、火花を利用するもの、或は種々の電弧を利用するもの等各種に分類することが出来る。これらの中鋼材の接合に主として用ひらるゝものは抵抗熔接と電弧熔接とで、この中鋼構造物の接合に用ひらるゝものは後者の中の金屬電弧熔接である。

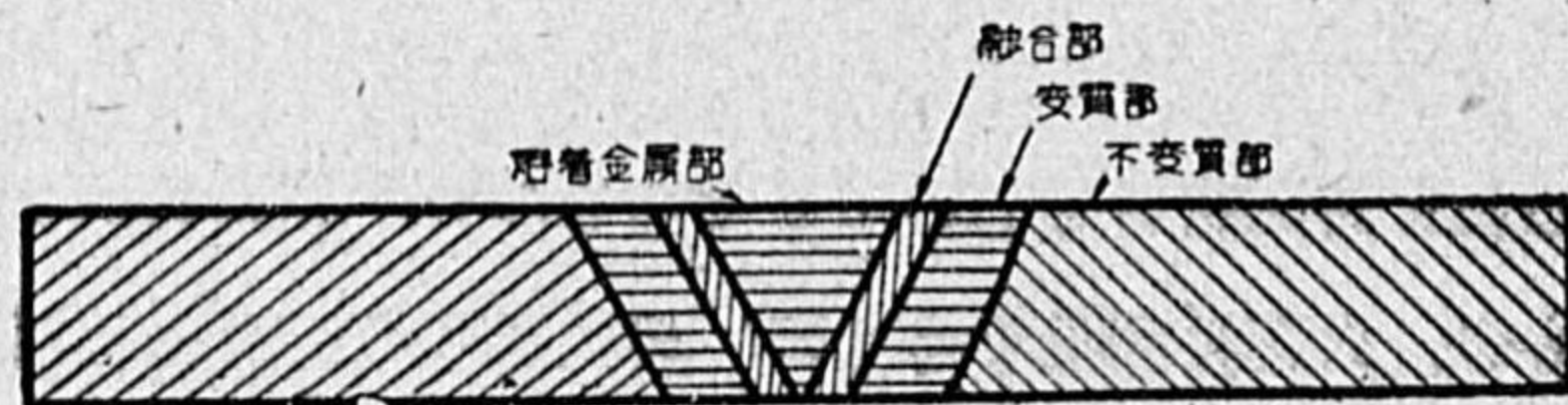




第 112 圖

金屬電弧溶接は第 112 圖の如く溶接すべき金屬例へば 2 枚の鐵板と略それと同じ材質の金屬電極との間に電弧を發生せしめ、電弧の高温に依つて電極それ自身が熔融或は蒸發して電弧中を移動し相手方の溶接金屬上に附着する。普通の目的には交流、直流何れもが使用されてをる。古くは電弧の安定なことと安價な裸電極棒で仕事が出来る等の理由で直流が喜ばれてをつたが、最近では直流でも裸電極棒では充分良質な溶着鋼が得られぬこと、優秀な被覆電極棒を使用すれば交流でも電弧が充分安定し溶接部の性質も直流と劣らぬものが出る様になり、設備費の遙かに低廉な交流溶接が喜ばれる様になつて來た。

溶接すべき金屬の表面は相當よく熔融し、熔融せる電極棒とよく融合密着しなければならぬ。溶接せらる金屬表面の熔融する深さを「熔込」と稱し溶接の良否を判斷する重要な要素をなしてをる。電弧内の温度は攝氏 3000 度乃至 3800 度と考へられ、この高熱のために金屬表面は幾分變化を受ける。一度熔融して粒狀組織に再結晶する「融合部」と熔融温度以下に熱せられ組織の緻密となつた「變質部」とに區分する。



第 113 圖

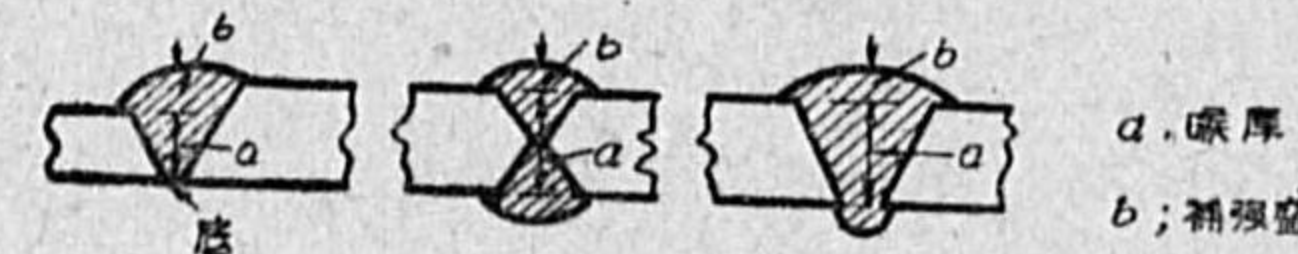
とに區分する。熔融附着せる電極即ち「溶着金屬」は比較的短い時間に凝固するために

母材並に空氣に接した部分は急冷の鑄物組織を呈する、この點が電弧溶接の弱

點の一つであつて、この溶着金屬が母材と同質となることが、電弧溶接の理想である。この目的の爲に電極材並に其の被覆の改良工夫が行はれてをり、溶接後の熱處理、鋸打、溶接の多層施工等もすべて溶着金屬の鑄物組織化を避けんとすることを目的の一つとしてをる。

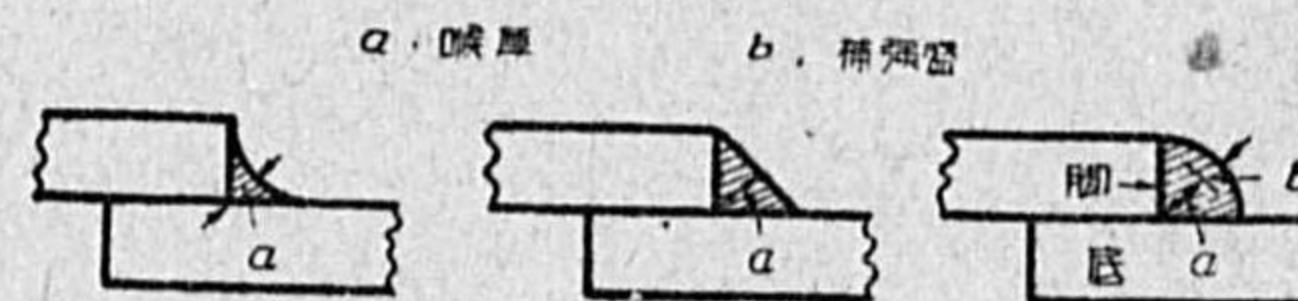
### 3. 溶接接手の構造とその應力計算

溶接構造物に於て應力の傳達の目的にて使用せらるゝものは「衝合溶接」と「隅肉溶接」とである。衝合溶接は其の設計強度を決定すべき喉厚の方向が少くとも一方の母材の表面と直角又はほぼ直角をなすものを云ひ、隅肉溶接は喉厚の方向が母材の面と 45° 又はほぼ 45° をなすものを云ふ。第 114 圖及び第 115 圖はこれらの代表的ものの形狀を示す。



第 114 圖 衝合溶接

衝合溶接の喉厚は接合せらるゝ鐵材部分の厚とし、接合せらるゝ兩板が厚さを異にする場合は薄き部分の厚さを採る。



第 115 圖 隅肉溶接

隅肉溶接の喉厚は内接二等邊三角形の高さをとる。

兩溶接とも表面を凸形ならしめ喉厚外部へ相當量の「補強盛」を付けることが多い。

接手に引張力、壓縮力又は剪斷力の作用する場合、隅肉又は衝合溶接に生ずる應力は次式に依つて算出する。

$$\sigma \text{ (又は } \tau) = \frac{P}{\Sigma(al)}$$

$\sigma$  = 接手に生ずる引張力又は壓縮應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  = 接手に生ずる剪斷應力 ( // )

- $P$  = 接手に作用する外力 ( kg )
- $a$  = 熔接の喉厚 ( cm )
- $l$  = 熔接の有効長 ( cm )
- $\Sigma(a_i)$  = 接手有効断面積の合計 (  $\text{cm}^2$  )

曲げモーメントをうける桁の熔接接手には次式による縁應力が生ずるものと假定する。

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$\sigma$  = 熔接接手に生ずる縁應力 (  $\text{kg/cm}^2$  )

$M$  = 熔接に作用する曲げモーメント (  $\text{kg.cm}$  )

$W$  = 喉厚を接合面に展開して得らるゝ平面形につきて算出せる熔接部の断面係数 (  $\text{cm}^3$  )

#### 4. 熔接接手の許容強度と熔接構造物の安全率

熔接構造物の設計に用ひらるべき許容強度は構造物の種類、設計荷重の大きさ、載荷方法、衝撃の計算法等に依つて相違すべきものである。従つて下掲の如き熔接接手許容應力のみの数表は何等の意味をもたないのであるが、現在各國がどの程度までの強度を許して居るかを知らる點では充分役立つものと信ずる。

第 54 表 熔接接手許容應力表

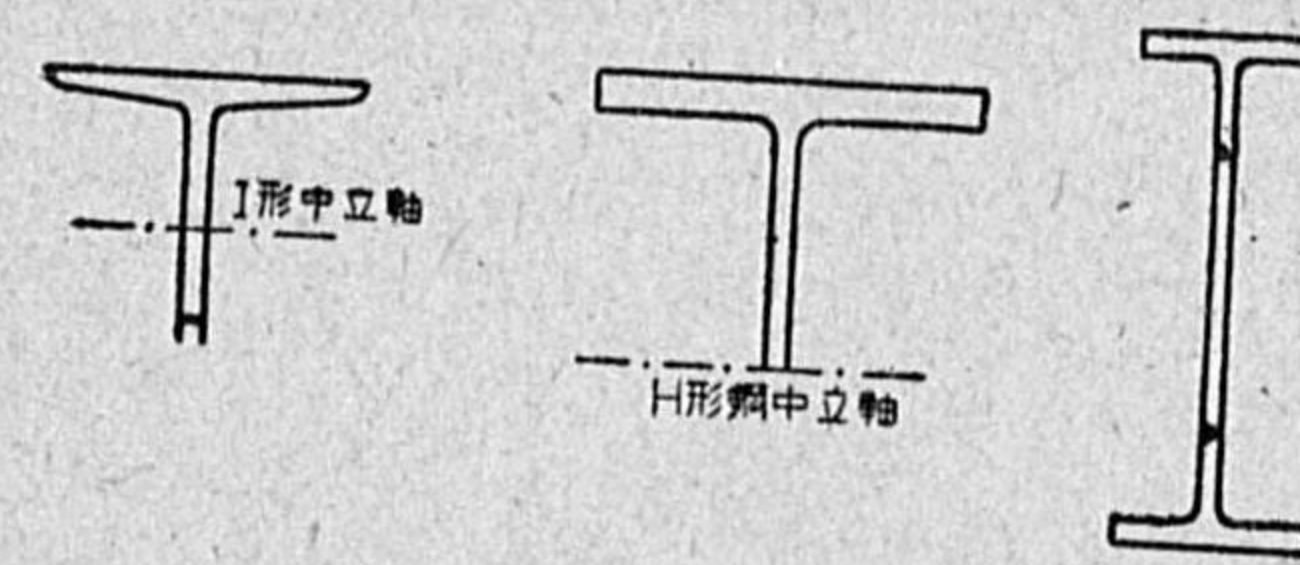
規格	熔 接 接 合					隅 肉 熔 接	備 考
	引 張	壓 縮	曲 げ		剪 断		
			引 張	壓 縮			
獨逸鋸桁道路橋 米國熔接協會	0.8 $\sigma$ 許 9.14	1.0 $\sigma$ 許 12.99	0.8 $\sigma$ 許 9.14	1.0 $\sigma$ 許 12.99	0.65 $\sigma$ 許 7.95	0.65 $\sigma$ 許 7.95	1936 年 ( $\text{kg/mm}^2$ ) 1934 年
英國標準規格	0.85 $\sigma$ 許	1.0 $\sigma$ 許	0.85 $\sigma$ 許	1.0 $\sigma$ 許	0.85 $\sigma$ 許	0.85 $\sigma$ 許	1934 年
内務省示方書案	0.7 $\sigma$ 許	0.9 $\sigma$ 許			0.6 $\sigma$ 許	0.6 $\sigma$ 許	工場 現場
	0.6 $\sigma$ 許	0.8 $\sigma$ 許			0.5 $\sigma$ 許	0.5 $\sigma$ 許	

上記の程度の許容應力を採つたとして熔接橋梁と鋸結橋梁との安全性にどの程度の差があるか、この問題に就ては田中豊教授によれば、熔接部に大なる缺陷なき熔接橋の引張部材強度より見たる安全率は、鋸結橋を對象として熔接橋の潜應力度が許容應力度の 50% 程度なるとき、静力强に於ける安全率は鋸結橋に比して幾分大であり、疲勞強に於ける安全率は實用的に鋸結橋と略々同等である。併し潜應力度の増大はこの安全率を低下せしめる、従つて熔接橋に於ては潜應力の軽減が耐久力増大上極めて重大である。

#### 5 熔 接 鋸 桁 橋

熔接鋸桁橋の突縁の断面も其の應力に應じて漸變すべきものであるが、この目的を達するために鋸結に於けると同様數枚の鋸を重ね合して使用するものと、一枚鋸の突縁を用ひ漸次其の厚さを變化する場合とがある。前者は各層の突縁鋸の連結に多量の隅肉熔接を必要とすること、隅肉熔接施工の爲に各突縁鋸の幅員を變化せしむる關係上断面利用率低きこと、熔接施工のために非對稱断面を必要とする等の不利益のため一枚鋸の突縁が使用される傾向が多い。

突縁に平鋼を使用するとすればこれと腹鋸との接合には隅肉熔接が用ひられる。その接手は鋸桁として最も重要な點であるからこの部分の接合を避ける



第 116 圖

ため第 116 圖の如く突縁として I 型又は H 型鋼を折半せるもの、又はこの點の接合の完全を期するために第 117 圖の如き熔接桁突縁用の特殊壓延鋼が用ひられる。この特殊壓延鋼は獨

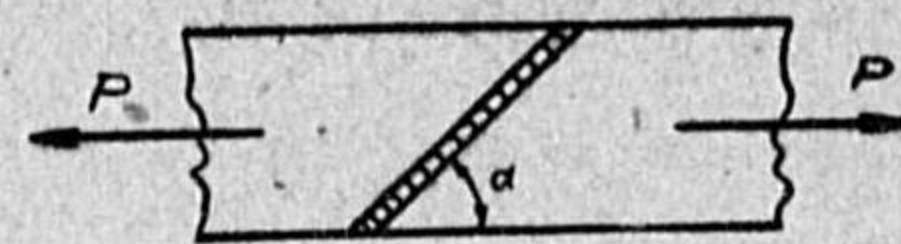


第 117 圖

逸にて最初に製品を出してをるが、本邦でも同一目的に適する鋼材の型が標準

規格として決定せられんとしてをる。

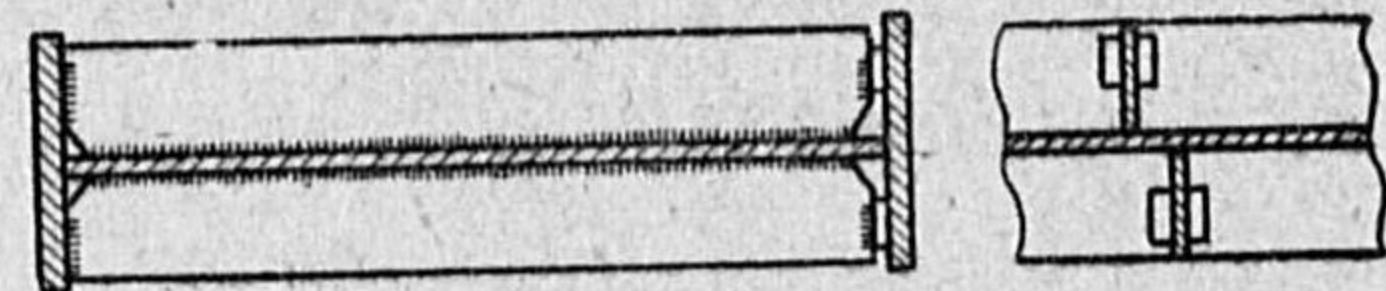
突縁に一枚鋸を使用した場合の突縁鋸の衝合接合には之が許容應力の低値を補はんがために第 118 圖の如き接手の斜截が行はれる。破壊強度は破壊が最大剪力説に従ふものとせば斜截角  $\alpha$  が  $90^\circ$  から減少するにつれて一度低下し再び増大する。



第 118 圖

著者の實驗では衝合熔接の強度が母材の強度の 70~80% と見做すとき、この強度を補はんために必要なる斜截角は  $25 \sim 30^\circ$  である。

熔接鋸桁の補剛材としては平鋸又は山形、T 型鋼が用ひられる、腹鋸の兩面に同一個所で熔接することは腹鋸うすき場合これを避けた方が安全であり、引張突縁への直着も喜しくない。



第 119 圖

腹鋸の接合には疲勞強度の方からは衝合熔接を可と

することは勿論であるが、優良な熔接の施工が難しい場合當鋸接手が用ひられることが多い。

## 6. 熔接トラス橋

初期熔接構造物特に造船方面のものでは熔接の疲勞に関する研究の不充分であつた時代に、すでに反復應力の作用する部分に之を應用してをつたが、その後に至つて従來の工法に依る熔接の疲勞度の極めて低いことがわかつて來、また實際應用した部分に生じた各種の失敗から熔接工法の再検討が行はれた。

熔接橋梁に於ては元來橋梁設計が接手の疲勞性を重要視してをつた關係上、米國に於ける二三の例を除けば造船方面に於けるが如き大膽なる應用を見るに至らず極めて慎重に應用の歩を進めて來た。従つて今日橋梁方面で熔接應用の最も進んで居るのは鋸桁橋類であり、トラス橋に至つては靜荷重をうくる鐵管橋、荷重の輕き歩道橋、鐵筋コンクリート床版を有し、死荷重に比して動荷重

の影響少き道路橋をその限度とし、反復衝擊應力の大きなる鐵道トラス橋に對してはその應用は躊躇されてをる。

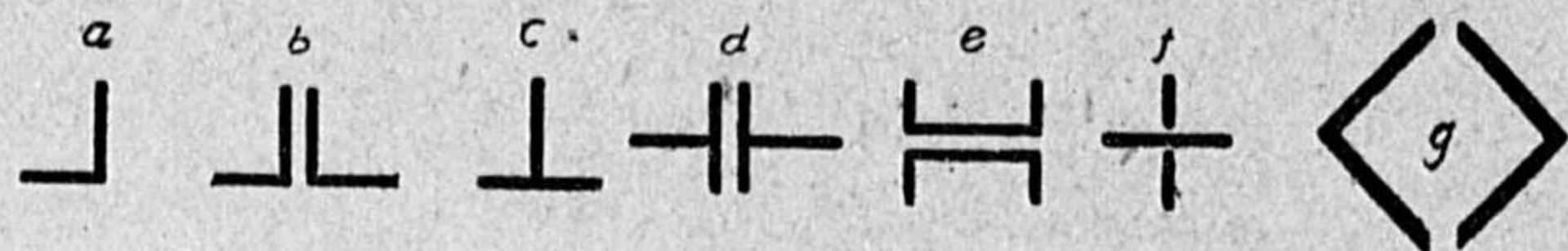
今熔接構造物の接手として用ひらるゝ衝合接手と隅肉接手とを比較すると、前者は今日の熔接技術に於ては其の引張許容強度が母材と同等と見做し得る程度に達せず、その 80% を限度とし之が強度の不足は添接鋸にまたねばならぬ状態にある。一方隅肉熔接について見ると、近年行はれた熔接接手の疲勞試驗の結果ではその疲勞限度著しく低く、持久性に乏しく、反復應力の甚しき構造物の接手としては充分の信頼を持ち得ざるものなることが結論された。そもそも動荷重を受くるトラスの部材連結部は激しい反復應力を受くるのが常であつて連結部の設計に際しては出来る限り應力の集中、偏り曲り等を避け、これによる疲勞性の破壊の生ぜざる事に留意せねばならぬ。

これを隅肉熔接について見るとその形狀に於て既に断面形の急激なる變化は避け難く、殊に側面隅肉にてはその應力傳達が單に鋸の縁邊についてのみ行はれ、應力線の偏りに甚しいものがあり又端部應力増積の傾向等があつて、反覆荷重をうくるトラス部材の連結法として好しからざる工法と云はねばならぬ。

これに對して衝合熔接の場合を考ふるにその表面の波形淺く規則的にして、母材との擦りつけなだらかに、氣泡、熔滓等の包有僅少なものであれば、その疲勞限度は隅肉熔接に比しては遙かに高く鋸結構造に於ける鋸孔を有する鋼鋸のそれと對等の値をうる事が困難でない。只今日これに認められてをる許容強度が母材のその 80% 程度にすぎぬ點に悩みがある。斯くの如く考へ來るとき熔接トラス橋の將來は一つに熔接技術の進歩如何にかゝつてをると云はねばならず、熔接鋼の強度が母鋸と著しい遜色のないものが得易くなり、衝合熔接許容應力が母鋸の夫れに匹敵するに至つて始めて熔接應用が橋梁技術界全面に亘り得るものと考へられ、その時期に至るまで強大なる反覆應力をらくするトラス橋部材の熔接接合は留保せらるべきものと信ずる。

熔接にて集成せらるゝトラス部材の断面形はその集成が鋸結に比して容易なる點より考へ、従來の鋸結トラス部材断面形に比し鋼材利用上一層有效なるも

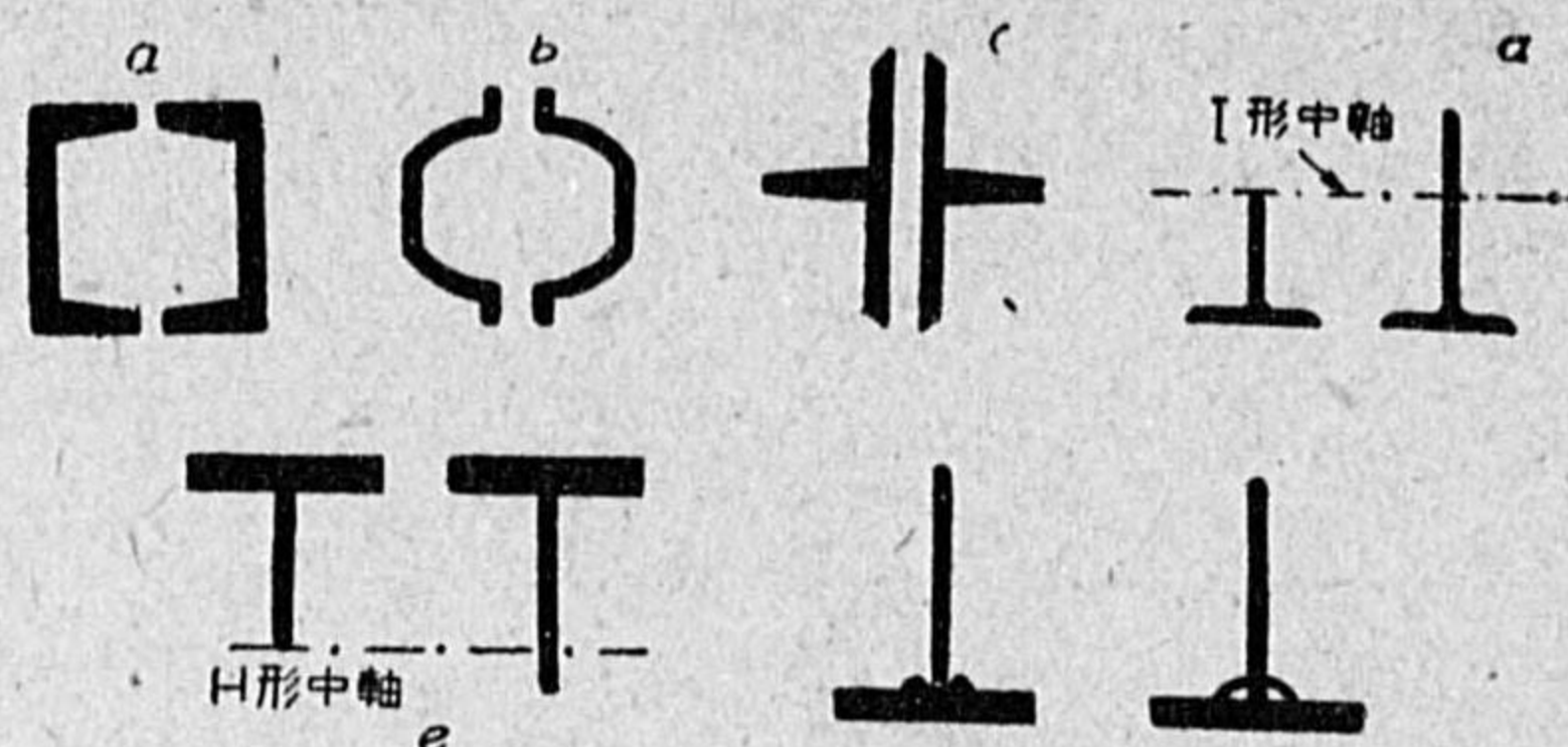
のが考察せらるゝに至るべきものと信ずる、之が爲には従來の鉸結に便利なる様發達し來れる壓延鋼が熔接に適應する様變更されねばならぬが、今日未だその域に達してをらぬ。従つて現状では従來の壓延鋼を幾分違つた型に使用す



第 120 圖

る場合がある程度で鉸結と著しい差は認められぬ。

第 120 圖は比較的單純な熔接引張部材の斷面で f 及び g は鉸結と幾分異つた型のものである。



第 121 圖

第 121 圖は壓縮部材斷面で a, e, f, の如き單突縁斷面が輕トラス橋の弦材として利用せらるゝこと多く腹板は繫板として直接腹材の取付に役立つてをる。



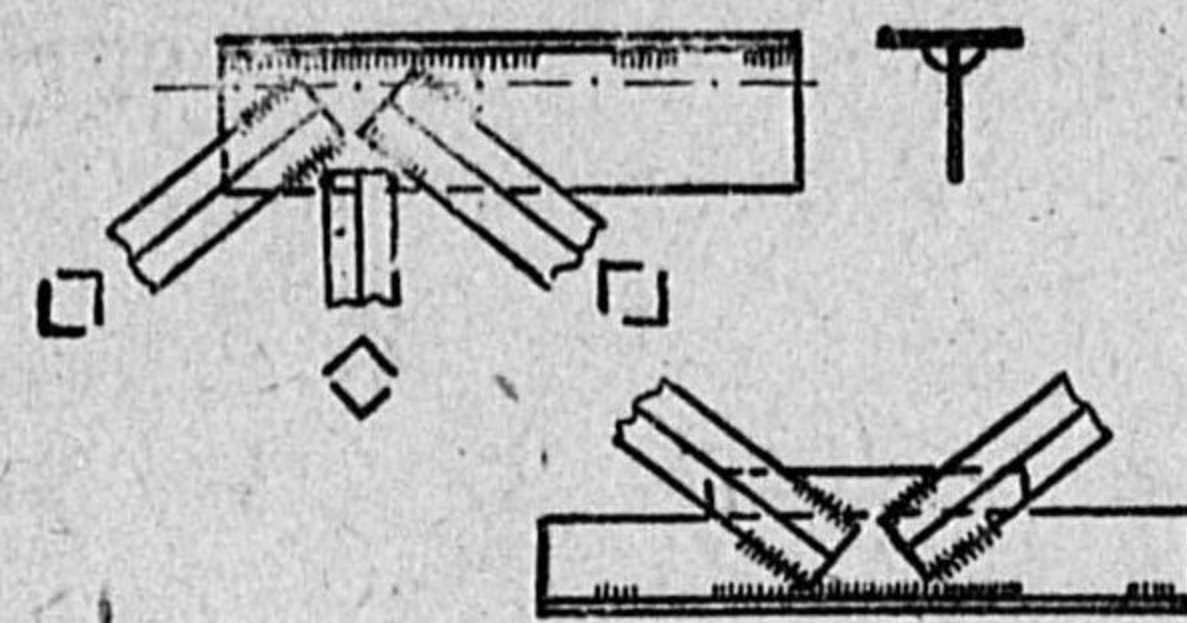
第 122 圖

第 122 圖は組合壓縮部材の斷面を示したものであるが鉸結と大同小異である。

前述の如く今日では未だトラス部材の連結に疲勞限度の高い衝合熔接のみを使用すると云ふことは、優良な衝合熔接の施工が困難である事、又其の引張強度が母材に比して低く且つこれを補ふ爲に熔接線を自由に増す事が出來難い事等の理由から實現困難で、比較的強度上の懸念の尠い隅肉熔接を使用する場合が多く、従つて反覆應力のひどい構造物では充分なる信頼を持つ事が出來ぬ。

第 123 圖に示すものは弦材に單突縁斷面、斜材に 2 山形鋼を使用した輕トラ

スの格點を示したもので、接合はすべて隅肉熔接を使用してをる。上弦では



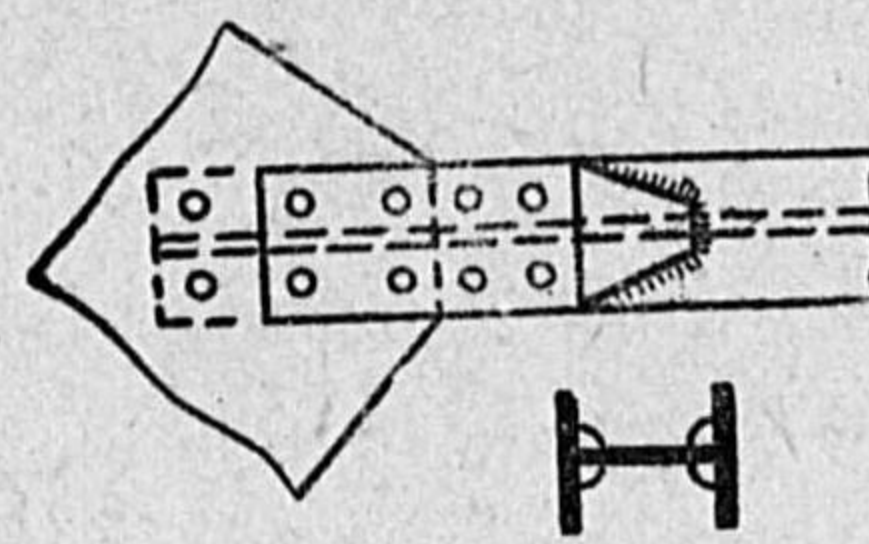
第 123 圖

弦材の腹板を繫板に兼用し斜材の 2 山形鋼の間へ差し込んでをり、下弦では弦材腹板の幅の不足を衝合熔接で取り付けて鋼板で補つてをる。

トラス部材の結合に隅肉熔接

使用の不利を避け且つ熔接に依る部材集成の利點を應用した工法として格點接合のみを鉸結として部材はすべて熔接によつたものが相當見受けられる、第

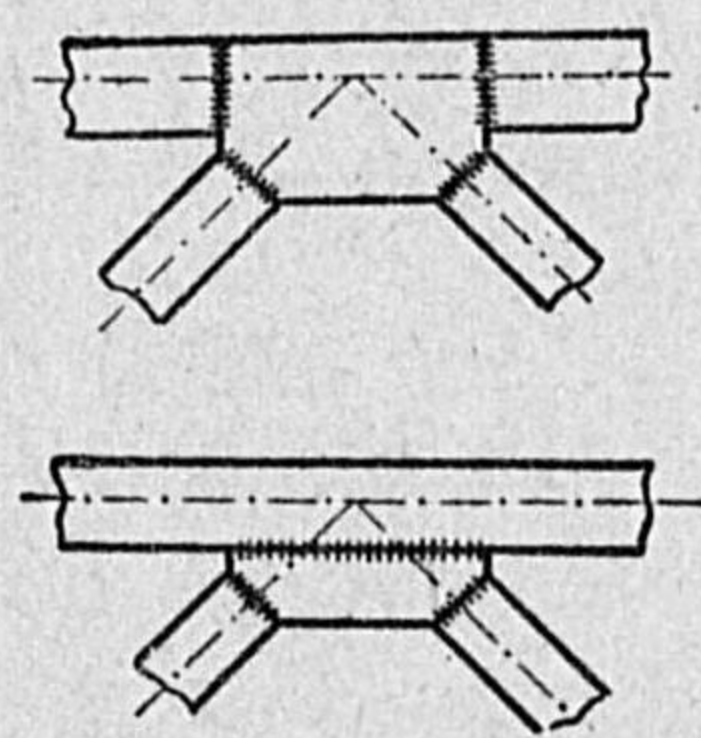
124 圖はこの工法によつた斜材のとりつけを示す。



第 124 圖

然らば衝合熔接の充分信頼出來るものを施工することが自由な時代が來たならば熔接トラスの格點がどんな工合に進んで行くであらうかは頗る興味ある問題で仲々豫斷は許され

ないが、先づ其の施工の容易なる點から見て隅肉熔接接合も仲々廢たらないで靜荷重構造物の接手として残り、動荷重を受ける構造物の接手としては第 125 圖の如きものが行はれるのではないかと想像される。



第 125 圖

鉸結橋に一般に使用される支承沓類は今日殆んど鑄鋼製であるが其の形狀が比較的複雑なること製作個數の尠きこと等の理由に依て其の單價は壓延鋼の價格に對し 2~3 倍となることが常である。従つてこれを壓延鋼の熔接組立とすることによつて著しく價格を減少することが出來る。

著者が瑞穂橋、柳川橋、鶴川橋等の熔接沓について試験したところでは、強度上の懸念は全然なくこれが組立に片双又は兩双熔接を使用し、隅肉熔接の使用をさけることによつて充分な應力傳達を期するこ

とが出来る。

### 7. 鐵筋の熔接接合

今日鐵筋として使用せらるゝ丸鋼の長さは普通 12 m 場合によつては 14 m 程度を最大限度としてをる (最近特殊な 實例として直徑 44 mm の鐵筋, 長 26 m のものを供給した製鋼所があるが, 壓延時の小運搬に際しかなりのうねりを生じたかに聞く。船積並に現場小運搬に當つては一層の困難を感じられたことゝ考へる)。又小規模の工事に於ては 4~6 m 程度の定尺物を使用しなければならぬ場合も多い。従つて鐵筋コンクリート工事に於ける鐵筋の接手は避く可からざるものと云はねばならず, この接手の工法として今日一般に用ひられて居るものは重襲に依る工法である。

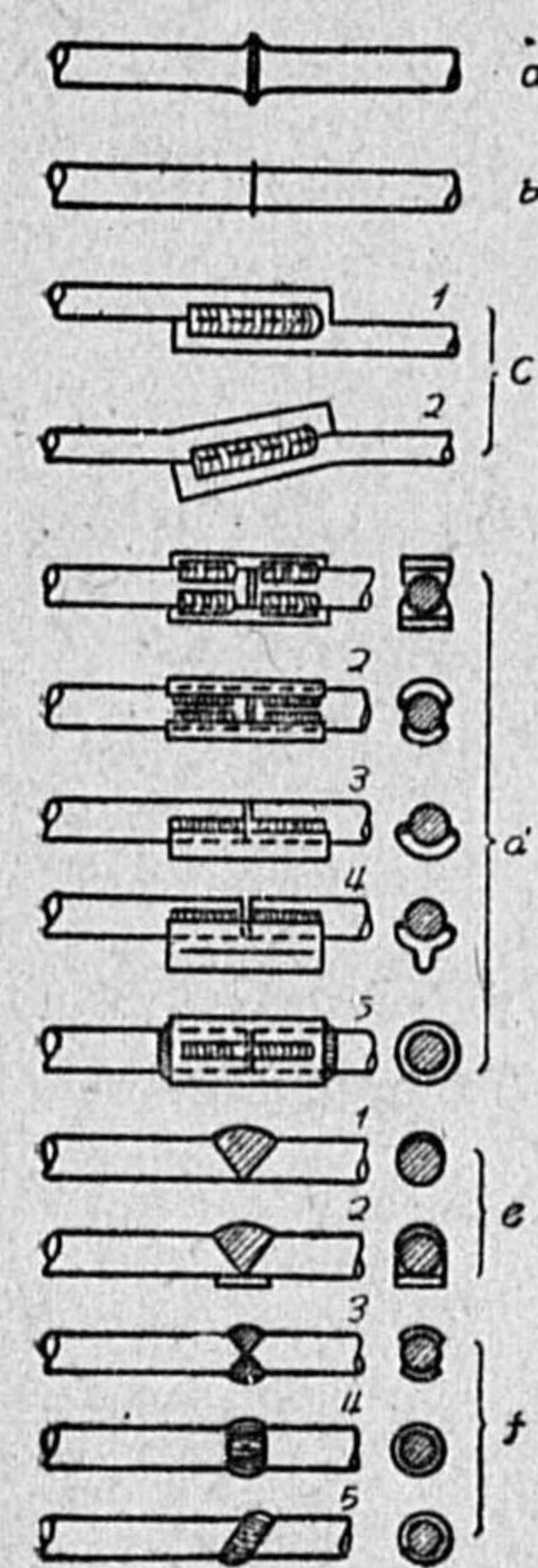
今重襲の工法を見るに, 重ね合せに  $30d$  ( $d$  = 鐵筋の直徑), 端部の曲げあげに  $12d$  従つて重ね合せと兩鐵筋端部の曲げあげとして  $54d$  が接手のために消費せらるゝことゝなる。今  $d = 32 \text{ mm}$  の場合を考ふれば長  $l = 32 \times 54 = 1.72 \text{ m}$ , 重量  $W = 6.313 \times 1.72 = 10.85 \text{ kg}$  これを最近の鋼材の適當り價格 200 圓にとれば,  $K = 0.20 \times 10.85 = 2.17$  圓これに鐵筋の加工費として適當 5 人歩 2.5 圓として 1 接手當り 0.14 圓結束線其他接手 1ヶ所當り 0.02 圓となり, 接手 1ヶ所の所要工費は計約 2.33 圓となる。25 mm 鐵筋にては同様にして一接手に 1.10 圓を要することゝなる。

今例を内務省東京土木出張所江戸川河水統制水門工事の基礎版にとるならば, 鐵筋の總量は 32 mm 及び 25 mm 鐵筋混合にて 262 噸に對し接手個所 3865 ヶ所, これに要する工費は重襲接手とするとき實に 8,270 圓の多額に達する。従つて重襲による接手に代るべき他の安價なる工法の研究が有意義なこととなる。

然らば鐵筋接手の他の工法として考へらるものに如何なる種類があるか。従來 25 mm 程度を越す大徑の鐵筋に對しては Turn-Buckle を使用した例がある。併しこの工法は其の費用が重襲によるもの以上に高價であり, 且つ鐵

筋端の upset を行はざる限り鐵筋の全強度を保有せしむることは不可能であり, 重襲工法の改良策たるの價値をもたない。従つて現在のところでは鐵筋端を直接接合することにより重襲を省きうる熔接工法によるを最も得策とする。而してこの熔接工法はこれを大別して瓦斯熔接法と電氣熔接法とに區別する。兩者各々特質を有し優劣は輕々に論じ難いが, 今は題意を主として電氣熔接による鐵筋接手工法に限ることとする。

電氣熔接法による鐵筋接手工法に對する所要條件として擧げねばならぬもの



第 126 圖

に次の5項目がある。

1. 強度並に其の延性が母材と充分似通つたものであること。接手の強度を母材の 60% 程度にて満足し, 接手の位置を其の應力が全強の 60% 以下なる點に集むる方法あるも, 接手が一局部に集中される懸念があつて面白くない。
2. 作業が現場にてなしうるものなること。出來得べくんば鐵筋組立の後, 型枠上にて作業し得るものなること。この目的のためには鐵筋の位置即ち熔接作業の方向により, 堅, 横, 下向と各方向毎に適當なる工法が考案せられなければならない。
3. 鐵筋端の加工に特別の工法を要しないものなること。

少くも鑿切り, 瓦斯切斷又は電氣切斷のまゝにて

作業し充分の強度を保ちうるものなること。

4. 使用材料のなるべく僅少なること。

使用電極棒の量, 添加物その他のなるべく少量なること, 即ち材料費の出來得る限り低廉なることが望ましい。

5. 作業の可否を容易に検査し得るものなること。

この種の立體的の構造部分については X 線磁力線等の特殊の検査法の適用は殆んど不可能であつて、一つに熟練した肉眼検査に依るの外ない。従つて接手構造はなるべく簡単にて照査の容易なるものでなくてはならぬ。

これらの諸條件を完全に満たし得る接手工法を示すことは困難であるが、今日各方面にて試みられた工法の主なるものを掲げてこれが得失を比較したいと思ふ。

1. 普通の抵抗衝合熔接 (第 126 圖-a)
2. 火花抵抗衝合熔接 (同圖-b)
3. 隅肉熔接を使用するもの
  - a. 添接材を使用せざるもの (同圖-c)
  - b. 添接材を使用するもの (同圖-d)
4. 衝合熔接を使用せるもの
  - a. X 型 (同圖-e)
  - b. V 型 (同圖-f)

普通抵抗衝合熔接によるもの、並に火花抵抗熔接によるものとは特別に接合用の材料を要しない點にも最もすぐれた工法であるが、これに使用の機械が定置式である爲めに他の電弧熔接による工法に比し其の適用範圍が狭く、現場工法として常に用ひ得るとは限らぬ。又熔接機が電弧熔接機に比して非常に高價である。接手の効率に施工に十分な注意が拂はれ、機械の能力に對して鐵筋の直徑が過大ならざる限り 90% 以上に達せしめることは困難でない。殊に火花抵抗によつたもの、接手は優良な成績を示すものが多い。普通抵抗のものは端部が幾分 upset されるが、火花抵抗のものにはこの傾向は少い。

隅肉熔接を使用し添接を用ひない場合第 126 圖 c<sub>1</sub> のものは偏心のために材片の屈曲が起り接手端部に破壊を生ずる原因となる。c<sub>2</sub> はこの偏心を當初より除いたものがあるが接手部の幅が鐵筋徑のほゞ 3 倍となるところに不自由がある。又 c<sub>1</sub> c<sub>2</sub> 共に熔着鋼をつける部分が圓と圓との接觸部であるために充

分中まで熔込みをきかせることが出来ぬ。この種のものでは鐵筋兩端の重ね合せ長  $l$  は

$$l = 1.5 D^2 \text{ 又は } l = 4 \sim 5 D$$

こゝに  $l$ : 重ね合せの長さ (cm)

$D$ : 鐵筋の直徑 (cm)

等の實驗式が發表されてをり、この程度の長さとするれば切斷は母材部で起ることが多い。

添接材をつけた隅肉熔接應用の接手には添接材の形狀で種々のものがある。第 126 圖 d に示したものはそれらの中の代表的なものであるが、添接材に特殊形のものを用ひた  $d_1$  及び  $d_2$  の如きは一般的でない。 $d_1$  は平鋸を兩側に添付たものであるが、熔接部分が狭い爲に深部までの熔込みが困難であるが、平鋸を鐵筋に沿つて弧形に曲げた  $d_2$  の方が大した手数をかけずに確實な熔接が出来る。 $d_3$  は添接材が片側であるから偏心が生ずる缺點がある。著者の關係した諸工事では  $d_2$  を使用した場合が最も多い。熔着鋼片が 8 個あることにより、下向で仕事をするには作業中一回鐵筋を廻さねばならぬ面倒があるが強度から云ふと最も確實なものが出来る。この接合で注意しなければならぬ點は、添接材の斷面積を母材の斷面積と同一にすること、添接材の 1 線に沿つた熔着鋼は圖に示した様に鐵筋の接合個所で斷續せしめ、決して連續した熔着鋼としないことである。連續して熔着鋼を置くと切斷は必ず接手個所で添接材に生ずる。この種のもの、接手長は片側で  $l = 1.5 D \sim 2.5 D$  の程度が用ひられてをる。

衝合熔接を使用する第 126 圖-e 及び f は特別の添接材を必要とせず。a 及び b について最も經濟的であるが、今日一般の町工場の熔接技術にて電弧熔接による衝合接手の強度を母材に匹敵せしむることには相當困難があり、著者の經驗からは特別優良の電極棒を選定し極めて優秀な職工に仕事をやらせた場合のほか、強度を一様に母材以上保たしむることは困難で、一般工事にこの工法を常に安全なりと推奨することは難しい。又この種の接手を施工する

爲には鐵筋端に特別の加工を要するの面倒がある。殊に  $f_1 f_2$  の如きは器械仕上を要する故に一般的ではない。V型とX型を比較すればX型の方が材料は少くてすむが底部の完全を期するためにはV型の方がよい。丸鋼のV型熔接は其の形が丸いために熔接作業が平鋼を熔接するに比してよほどやりやすいやうである。これを幾分でも軽減するために工夫したものが  $e_2$  の方法であつて平鋼のために施工はよほど楽になる。白耳義の Arcos 會社の推奨してをる工法で著者の實驗でも相當よい成績を示してをる。

以上の諸點を要約すると

1. 充分なる器械費を有し、電力に不自由なく壓力管の鐵筋の如く其の形狀單一にて同種のを多數施工する場合には、抵抗衝合熔接を得策とし就中火花抵抗熔接が優秀である。
2. 極めて優良なる電極棒を用ひ、其の技倆に於ても亦技術的良心に於ても全く懸念なき熔接手を得らるゝ場合に限り電弧熔接による衝合熔接を使用してもよい。殊に Arcos 式の接手は一側より作業し得る點から見ても、作業の比較的容易なる點から見ても他の工法に優つてをる。併し今日の一般熔接界の状態では特別の場合のほか孰れの工事に對してもこれを無條件に推奨することは出来ぬ。
3. 一般向きとしては添接材をあてた隅肉熔接による工法、殊に多數にある場合は第 126 圖  $d_2$  の工法を選定したい。

今これによる工費を内務省江戸川河水統制工事の場合に付て調べて見ると、新規に購入した電氣熔接機の費用を除き電極棒、電力料（江戸川の工事では自家發電）添接材、勞力費、其の他の諸雜費を見込み、接手 1 ケ所當 32 mm 鐵筋で 1.15 圓位になつてをる。普通の重襲による工法の約  $\frac{1}{2}$  で済んだこととなる。

## 8. 電 極 棒

- (1) 電極棒の種類と其所の要性質 電極棒は電弧熔接の成績に重大なる

關係あるもので、其の良否は熔接の品質及び費用に大なる影響を及ぼすものである。直流熔接機に於ては裸棒を用ひた事あるも、交流熔接の場合には必ず熔劑を塗布した被覆電極棒を使用してをる。電極棒の選擇はかなり難しい問題であつて、熔接すべき金屬の種類、継目の要求する機械的性質その他によつて夫々適當なるものを選定せねばならぬ。電極棒の性質に影響を及ぼすべき主なる要素としては

- (1) 電極棒心線の化學成分
- (2) 電極棒心線の製造工程に於ける物理的處理
- (3) 被覆の化學的成分並其の塗布處理法

電極棒としては均等なる材料で、瓦斯及び熔滓の含有量少く、電弧熱にて熔融せる電極端の移行穩かにして規則正しき硬引線或は特別な場合には鑄造棒が使用されるが、化學的成分の吟味と同時に製造時の物理性處理による組織の變化も熔接棒としての性質に大なる關係をもつ。

電極棒としては原則として熔接金屬とほぼ同一の化學成分のものを選ぶのであるが、熔着のとき一度熔融するので熔着金屬は鑄物狀組織に變質するのみならず、電弧の高熱のために含有成分中の或る物は燃焼して失はれるので熔着金屬を母材と同一成分ならしめることは仲々困難である。心線の化學的及び物理的性質が上記の如く頗る大事な問題ではあるが、更に其の被覆の組成及び其の塗布方法が心線の性質と密接不離の關係にあるもので兩者とも性質が優良であつて且つ全部が調子よく一致合體して居るものでなくてはならぬ。

電極棒選擇の目安としては、

- (1) 電弧の發生が容易なること。
- (2) 電弧は靜穩にして維持容易なること。
- (3) 熔接速度大なること。
- (4) 酸化及び窒化の影響が出来るだけ少きこと。
- (5) 熔接金屬及び生成熔滓が適當なる流動性を有すること。
- (6) 電極棒の損失即ち飛沫及び燃焼の少きこと。

(7) 垂直及び上向溶接にも適すること。

(8) 溶接電流により容易に赤熱せられざること。

(2) 國産電極棒の強度と其の選定 八幡製鐵所が海軍側の要求によつて電弧溶接用電極棒の心線を作りはじめたのは昭和9年以來のことである。

當初最初に定められた規格は

C	Mn	Si	P及S
0.12	0.35~0.55	0.05以下	0.04以下

であり、其の後この規格は更に嚴格となり、内規的に

C	Mn	Si	P及S
0.06~0.08	0.25~0.40	0.03以下	0.03以下

に定められこれを使用した被覆電極棒が外國製の一流品と遜色なき成績を示したと傳へられてをる。併し斯の如き良質の心線は一般市場にては入手すること頗る困難であつて、昭和9年前後より續々として市場に現はれた多數の國産電極棒の質は幾多改良せらるべき點を有し、漸次改良の歩を進めては居つたが尙外國一流品に匹敵し得るものゝ數は寥々たるの狀況が續いたのでは誠に遺憾なことであつた。

更に時局の進展と共に鐵鋼の統制さるゝあり、爲に電極棒用心線の配給極めて圓滑を缺くの状態となり、一方に於ては重工業方面へ需要増加があり、ひいては市場への粗悪品の出現となり、こゝに大恐慌を來たすに至つた。昭和14年末には遂に商工省に於て心線の配給統制の途を講ずると共に、心線に對し臨時規格の制定を見るの止むなきに至つた。

臨時日本標準規格、第40號被覆溶接棒心線(昭和14年11月20日決定、昭和16年9月29日改正)

(本規格ハ時局ニ鑑ミ臨時的ニ制定シタモノニテ當分ノ内之ニ依ルモノトス)

第一條 本規格ハ主トシテ鋼材ノ電弧溶接ニ使用スル被覆溶接棒ノ心線(以下單ニ心線ト稱ス)ニ之ヲ適用ス

第二條 心線ハ其ノ質均一ニシテ有害ナル鏽蝕、疵等ナキ鋼線タル事ヲ要ス

第三條 心線ハ次ノ成分ヲ有スルコトヲ要ス

	C(%)	Mn(%)	Si(%)	P(%)	S(%)	Cu(%)
甲	0.06~0.12	0.25~0.40	0.04以下	0.04以下	0.04以下	0.30以下
乙	0.15以下	0.25~0.45	0.04以下	0.04以下	0.05以下	0.30以下

第四條 心線ハ断面圓形ニシテ其ノ徑ハ次ノ通トス

1.	1.4	2	2.6	3.2	4	5	6mm
----	-----	---	-----	-----	---	---	-----

第五條 適宜ノ試験材ヲトリ軟鋼板上ニ堅向直線「ビード」ヲ作り心線ノ熔着性ヲ判定ス

本試験ニ於テ電弧ハ過度ノ「スパツタ」ヲ發セズ、且「ビード」ノ表面ハ不規則ナル凹凸ヲ生ゼザルコトヲ要ス

本條ノ試験ハ注文者ノ指定アリタル場合ニノミ之ヲ行フモノトス

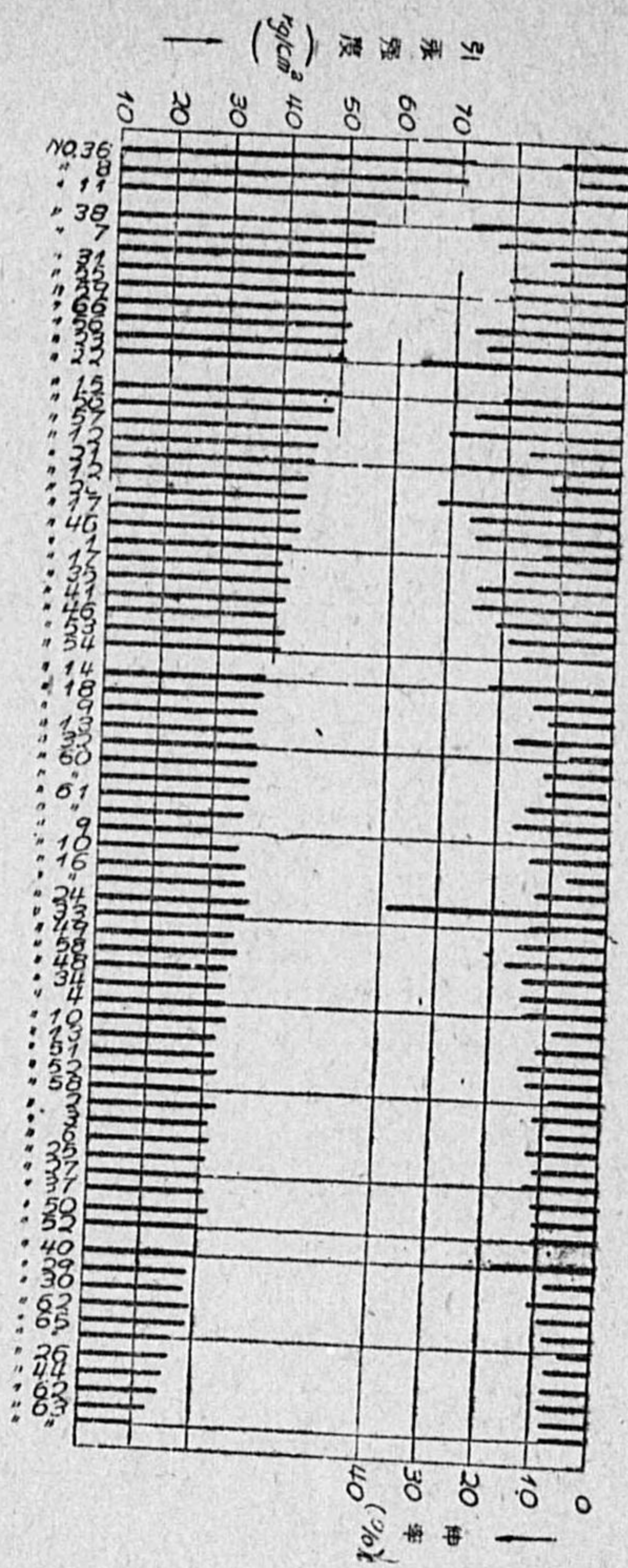
本規格の制定に當つて最も論議されたる點は炭素含有量と銅含有量とである。心線として低炭素鋼を可とすることは一般常識であるがこれを前掲海軍用のものゝ内規程度とすることは製鋼上相當の困難があり、八幡製鐵所側としては0.12%程度を限度としたしとの意見ありたるも、炭素許容含有量の範圍をあまりに廣くすることは製品の統一上にも疑點ありとの説多く0.06~0.1%の範圍に止むることに決定した。

次に含銅の問題であるが、本邦産の鋼は其の原石の關係上銅の含有を免れざる状態にあり、國産電極棒が外國品に及ばざる原因の一つとして心線の含銅を考慮する必要ありとなす説もあり。又銅の増加は赤熱脆性を生ずるの懸念ありとなし、現在本邦製鋼上に於て止むを得ざる含銅量を以て最大限とするために0.3%の制限を設けた。心線の成分として含銅量を定めたる規定は外國には其の例を見ざるところである。

電極棒の心線に關する現況は以上の如くであるが、熔着鋼の性質はこの心線の性質のほかには被覆劑の適否に左右せらるゝところ頗る大きく、同一心線を用ひても、こゝに電極棒の優劣を生じて來る。著者はさきに横濱港瑞穂橋、後に山梨縣鶴川橋の溶接橋を實施にあたり、國産電極棒の使用を考へたのである



が、100種に餘る多數の國產電極棒に對してこれが優劣の判定と、これを取捨に非常なる當惑を感じ、これらの中著名なるもの數十種を選び、これが熔着鋼について強度、伸率、金屬組織の試験を行ひ、優劣判定の資料とした。試験は昭和11年及び14年の兩度に集めた試料について行つたもので第127圖は前者に對する試験成績の概要である。試料72種の強度並に伸率を強度順に圖表したもので、強度40kg/mm<sup>2</sup>を越すものは28種、總數の40%に達せず、更にこれらの中伸率10%を越すものは17種、總數の24%、伸率25%以上に達するものは僅に、11種、總數の15%に過ぎない。即ち鋼構造物の熔接用として、充分なる強度と靱性とを有する電極棒の數は所要伸率を25%と假定して約10種、所要伸率を28%と假定するとき僅かに數種に過ぎないの状況である。斯くの如き状態では電極棒選



第127圖

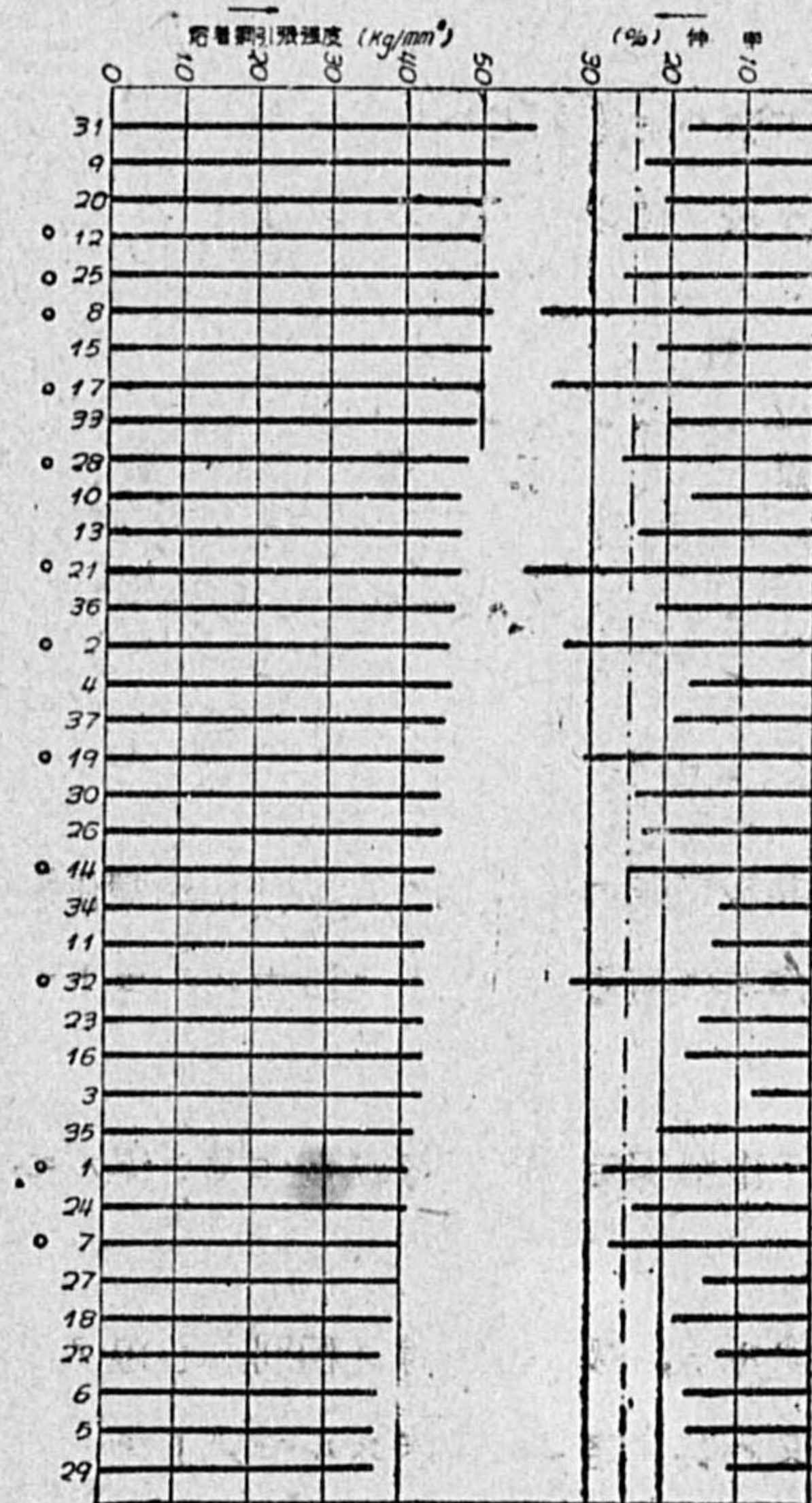
定の誤による熔接工事失敗の機會は頗る多かるべしと懸念された。昭和14年の試験に於て其の成績は昭和11年度に比して幾分優良なる結果を見せてをるが、一般構造物の熔接用として信頼するに足るもの數は全試料中の30%にすぎぬ。第127圖は其の成績である。これによつて見るに36種中40

kg/mm<sup>2</sup>以上の強度を示すもの31種に達してをる其の伸率に至つては尙成績思はしからず、上記31種中にて伸率25%以上を示すものは僅かに12種である。これらの成績を本邦にて比較的少量に使用せられつゝある外國產電極棒の成績に比較して見て甚だ遺憾の念を深くしたのである。併し其の後昭和16年9月商工省は臨時日本標準規格第196號を以て鋼材用電弧熔接棒の規格

第55表 外國產電極棒引張程度並屈曲伸率

	L. F. W	G. E. 22	W.H.No.6	W.H.No.18	Arcos S
引張強度	47.4	48.0	55.0	52.3	51.6
屈曲伸率*	45.7	48.5	36.5	51.1	50.0

\*伸率は屈曲によるものにて圖-127の伸率とは幾分その性質を異にす。



128圖

を制定し、これによる市販品の檢定を熔接協會をして施行せしむることとなり。こゝに國產電極棒の品質は嚴重に取締られることとなつた。

9. 電極棒規格案

昭和16年工業品規格調査委員會に於ては熔接協會提出の原案をもととして國產電極棒の規定を決定した。

臨時日本標準規格第196號

鋼材用電弧熔接棒(昭和16年9月20日決定)

(本規格ハ時局ニ鑑ミ臨時的に制定シタルモノニシテ當分ノ内之ニ依ルモノトス)

第1條 本規格ハ主トシテ鋼材ノ

電弧熔接ニ用フル電弧熔接棒（以下單ニ電極棒ト稱ス）ニ之ヲ適用ス

第2條 電極棒ノ品質ハ之ヲ分チテ1級及2級トス

第3條 電極棒ノ心線ハ臨時日本標準規格第40號ニ合格セルモノタルコトヲ要ス

第4條 熔接棒ノ表ハ第1表ノ通トス

第 1 表

心線ノ徑	1.	1.4	2.	2.6	3.2	4	5	6
熔接棒ノ長	150	200	250	300	350	400	400	400

第5條 電極棒ノ品質ハ全熔接金屬ニツキ下記ニヨリテ定ム

1. 引張試験
2. 衝撃試験

各試験ニ於ケル試験片ノ製作及試験方法ハ附録（省略）ニヨル

第6條 前條ノ各試験ニ於ケル成績ハ下表ノ値以上ナルコトヲ要ス

第 2 表

試 験 品 種	抗 張 試 験		衝 撃 試 験	
	抗 張 力 (kg/mm <sup>2</sup> )	伸 (%)	シャルピー kgm/cm <sup>2</sup>	アイゾット kg.m
1 級	41	32	12	8
2 級	41	26	6	4

第7條 熔接棒ノ被覆ハ厚均等ニシテ其被覆若ハ挿入劑ハ容易ニ化學變化濕氣ノ吸收或ハ剝離スル等ノコトナク熔接作業中有毒「ガス」ヲ發生スルコトナキモノタルコトヲ要ス

第8條 熔接棒ハ其指定作業状態ニ於テ電弧安定ニシテ容易ニ作業シ得ルモノタルコトヲ要ス

第9條 熔接ニハ充分ナル包裝ヲ施シタル上、級別、心線ノ種別、心線ノ徑長、重量、本數、製造年月日、製造者名又ハ其ノ略號ヲ表示スルモノトス。作業方向及電流ノ種類ガ特定ノモノハ之ヲ表示スルモノトス。

## 10 熔接工資格檢定

熔接作業が一般鉸鉸作業と著しく異なる點は熔接工ノ責任觀念ノ有無と精神状態ノ可否トガ、作業ノ結果に極めて重大なる影響を有することであつて、決して優秀なる熔接設備と拔群ノ技倆ノみが完全なる熔接を齎す所以でない事である。

技術試験に於て如何なる優れたる技倆を示しうる熔接工たりとも、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、熔接作業ノ安全を期すことは全く不可能であり、又熔接工ノ精神状態に平靜をかきたる點あるとき、或は作業場ノ環境に不備なる點あらんか作業者は其ノ技倆ノ全能力を發揮することは全く不可能である。

これ等ノ諸點に鑑み熔接作業に際して、常に下掲ノ諸事項に特別ノ注意を拂はねばならぬ。

1. 熔接工は病氣、疲勞、睡眠不足、倦怠等ノ事なく、常に最良ノ精神状態にあること。
2. 作業上ノ災害等に對し完全なる防止設備を設け、作業工場等は安全強固にして且つ作業姿勢に何等ノ無理なからしめ、極めて平安なる状態にて作業に従事せしむること。
3. 熔接工を他の力業に當らしめず、なるべく専心熔接にのみ當らしむること。
4. 熔接工は常時熔接作業に當らしめ其ノ技倆ノ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ノ養成に留意すること。

以上ノ如き注意ノ下に技倆優秀なる熔接工を使用して初めて完全なる仕事ノ完成ガ期待出来るガ、其ノ技倆ノ優劣を判斷する爲に一定ノ檢定を必要とする。最近まで各方面各々獨自ノ檢定規定を以て標準としてをつたために熔接技倆界はこの點で可成ノ不自由と不經濟とを繰返してきた。商工省工業品規格統一調査會はこの點に鑑み、昭和十三年よりこれが標準規格ノ確立に急ぎ昭

和16年9月最後の決定案が発表さるゝに至つた。下掲の臨時日本標準規格第195號電弧熔接工資格検定規格が夫れである。

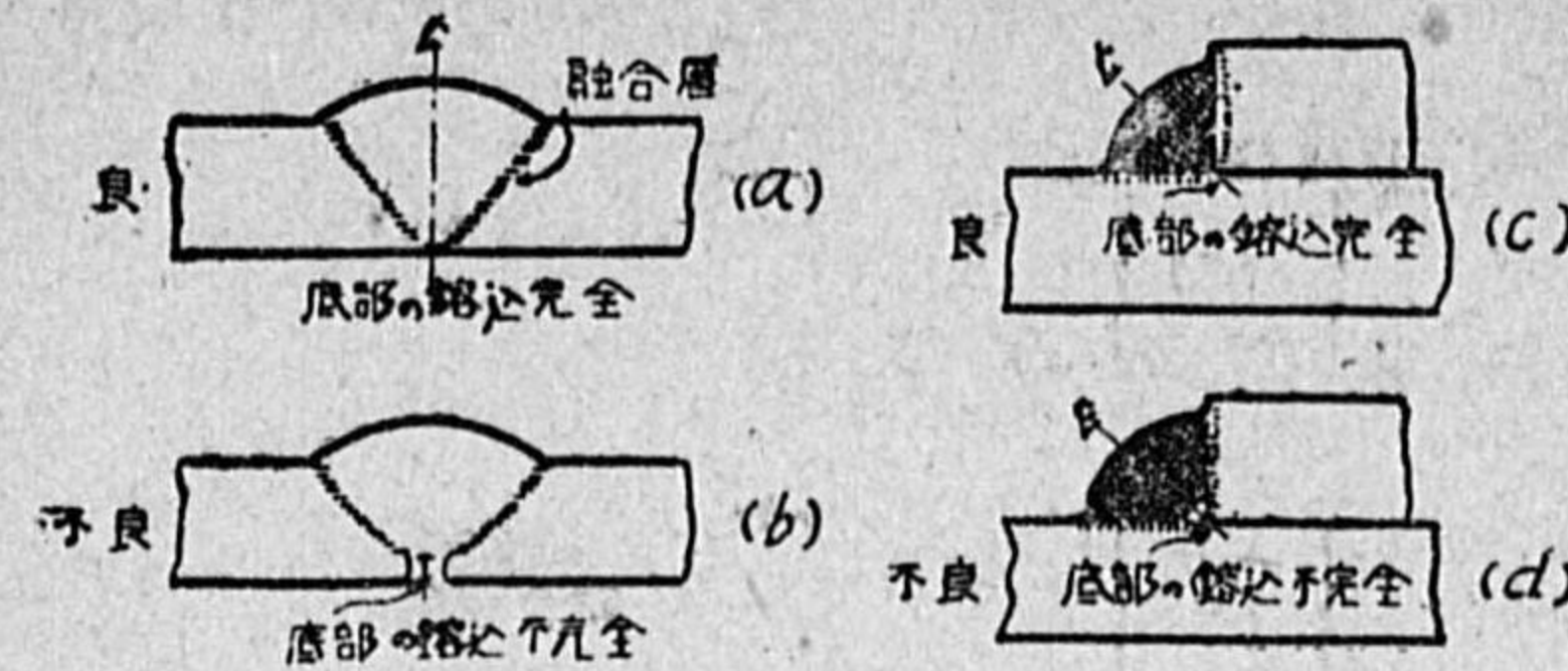
### 11. 熔接の缺點判別

「如何にして熔接の良否を判断し得るや」の疑問は新たに熔接工法を採用せんとするものゝ常に抱く懸念であるが、著者をして云はしむれば、現今の状勢にては最早や鐵筋コンクリート或は鑄物類の良否を判定することよりも遙かに容易に其の缺點を見出し得るものである。即ち一般構造物に對しては、その表面検査、削取検査、打診検査等に依つて、充分信頼し得る検査結果をうる事が出来、更に高壓罐及び反覆應力の大きな重要構造物に對してはX-Ray 検査法の適用に依つて詳細なる検査を行ひうるに至つた。

尙こゝに熔接検査が熔接工の養成と實際の工事に當つての熔接工の監督上著しい効果のあることを特記せねばならぬ。即ち熔接工の技倆習得に際してX-Ray 又は削取検査によつて自己の熔接の内部状況を了解することは技倆の進歩に絶大な効果を示すことが多く、又工事實施に當つて隨時内部検査の行はるゝことは従事する熔接工の責任觀と注意力とを向上せしむる上に顯著なる効果を示すものである。

以上の如くにして熔接検査設備の完備が優良なる熔接を實施するにつきて缺くべからざる要件ではあるが、土木工事等に於ては携帯用X-Ray 装置等を有せざる限り主として外觀検査によつて其の良否を判断しなければならぬ事が多い。以下主としてこの點についての注意事項を述べたいと考へる。

熔接鋼は其の母材と均一なる材質を有する事が理想であり、其内容は充實し、酸化物、熔滓氣泡等を含まず、表面に熔融鋼の飛沫著しからず其の波形滑かにして一樣なるものでなければならぬ。接手に於ける熔接鋼と母材との融合は接觸面の隅々まで完全でなくてはならぬ。第129圖は衝合及び隅肉熔接に於ける底部の融合状況を示したもので(a),(c)は融合完全なるもの(b),(d)は不完全なるものを示す



第 129 圖

熔着鋼の母材内への熔込は普通1.5mm以上を必要とするものと考へられてをる。熔込が充分でなければ熔接は完全な強度を示し得ない。これらの良

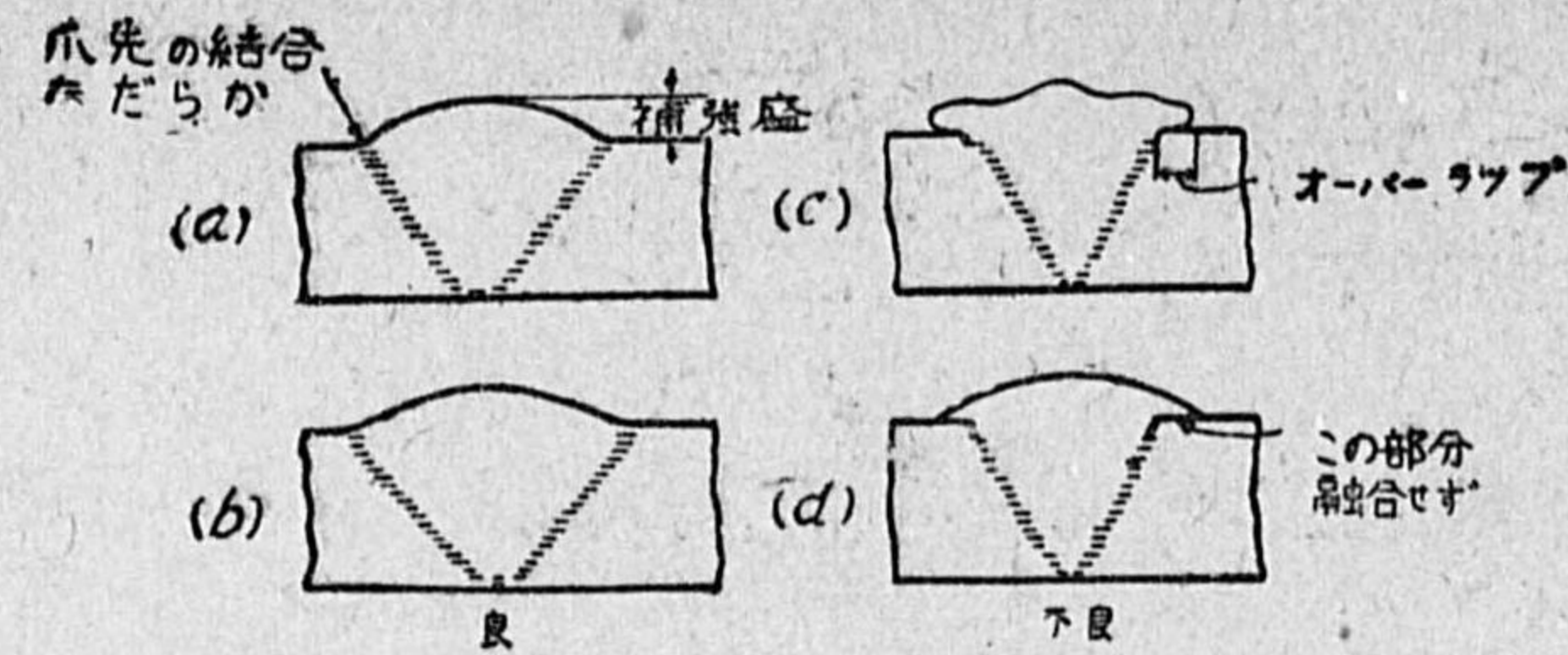
否を外観検査によつて直接判定することは出来ぬが、接手の表面状況から間接にその良否を推察することは決して不可能ではない。

これが判断の資料として先づ問題にされるのは熔接表面の熔接線に沿つて屢屢見うけられる。第130圖(c)(d)の如きオーバラツプである。電流調節良しきを得ず電弧長大に失し熔接速度比較的遅き場合に起る。熔接縁部の熔込不完全なことは明かであり、内部熔接鋼の質もまた害されて居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、熔接線縁部は第130圖(a),(b)の如く極めてなだらかにすりつけられる。

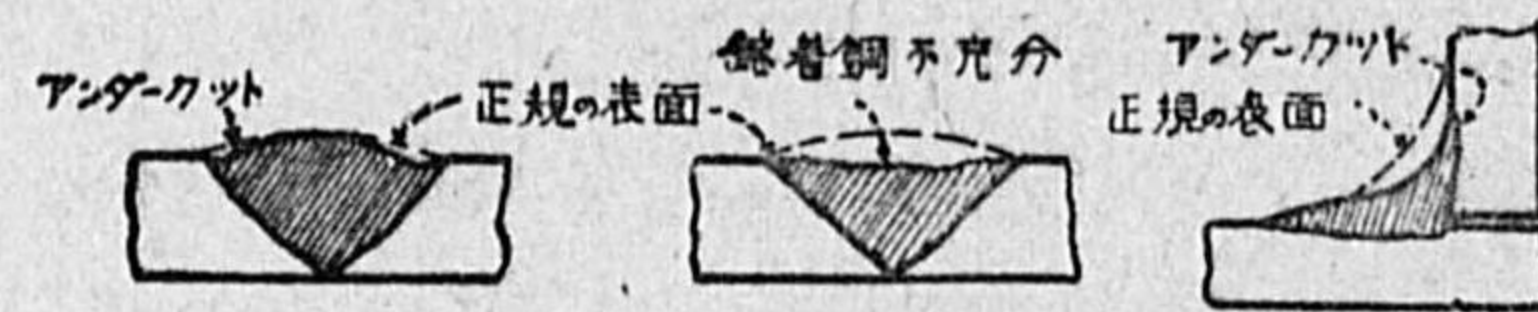
次に問題になるのは第131圖に示すアンダーカットである。電流過大なるときに生ずるものであつて、電極棒の融解にて供給される熔着鋼に比して母材の熔融が過多なるために熔接線の縁部に沿つて生ずる母材の凹みであつて、この部分に部材の弱點を生ぜしむる虞れがあると共に、斯くの如き過大なる電流にて施工されたる熔着鋼は、氣泡の含有多く充分なる強度を示さない場合が多い。併し僅かのアンダーカットは熔込みの完全を示す證據とも考へられてをる。

又熔接線附近に熔融鋼の飛沫を多量に散在せしめてをる場合がある。電弧長過大なる場合又は電流過多な場合に起るもので表面に光澤なく熔接表面の仕上りは甚だ不規則に亂れてをることが多い。この場合の熔着鋼は質不良、熔込みも不充分と認めねばならぬ。

次に熔接の大きさであるが、これは設計に従つて標された罫線に正しく一致せ



第 130 圖



第 131 圖

しめ、みだりにその長さを増し、又其の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を破り、熱歪みを増大せしめ、収縮應力を大ならしめ、有害なる結果を齎すこととなる。これ等の寸法を指定以下に縮少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にしたい心持から過大なる熔接を施工し勝ちであるから特に注意を必要とする。

### 12. 電弧熔接鋼道路橋設計及び製作示方書案

本示方書は内務省土木局に於て橋梁示方書委員會が昭和十五年四月制定したものであるが、發達途上にある熔接の事であるから、其の工法の進歩と共に漸次改訂せらるべきものであつて、其の内容に於ても暫定的と考へねばならぬ點も尠くないことを委員の一人として御断りしてをく。本示方書中第四條及び第四十七條に電極棒及び熔接工の檢定が内務省土木試験所の定むるところに依る事となつてをるが、兩者とも標準規格の制定を見た今日ではこれに準據すべきものと考へる。

### 第一章 總 則

- 適用 第一條 本示方書ハ鋼道路橋設計示方書案及同製作示方書案ニ於ケル銲結ニ代ルヘキ電弧熔接（以下單ニ熔接ト稱ス）ニ適用スルモノトス
- 熔接ノ表示法 第二條 熔接ノ接手ノ種類、母材端口ノ形狀、組合セ、熔接ノ種類、記號及接手ノ表示法ハ日本標準規格第353號ノ規格ニ依ルヲ標準トス
- 鋼材 第三條 熔接セラルヘキ鋼材ハ特ニ規定セル場合ヲ除クノ外日本標準規格第430號一般構造用壓延鋼材第二種 SS41 ノ規格ニ依ルヲ標準トス
- 電極棒 第四條 電極棒ノ規格及試験方法ハ内務省土木試験所ノ定ムル所ニ依ル
- 熔接機 第五條 熔接機ハ特ニ指定セル場合ヲ除クノ外直流熔接機又ハ交流熔接機ヲ使用スルコトヲ得
- 第六條 熔接機ハ豫メ製作監督員ノ検査ヲ受クヘシ
- 第二章 設 計
- 荷重 第七條 設計荷重ハ銲結鋼橋ノ規定ニ依ル
- 部材ノ設計 第八條 部材ノ設計ハ本示方書ニ規定セル場合ヲ除クノ外銲結鋼橋ノ規定ニ依ル
- 部材ノ許容應力 第九條 部材ニ對スル許容應力ハ本示方書ニ規定セル場合ヲ除クノ外銲結鋼橋ノ規定ニ依ル
- 熔接部ノ許容應力 第十條 應力ヲ傳達スヘキ熔接部ノ許容應力ハ母材ノ許容引張應力ニ次表ノ係數ヲ乘シタル値ヲ超過スヘカラス
- 熔接ノ種類 第十一條 應力ヲ傳達スヘキ熔接ノ種類ハ衝合熔接及隅肉熔接ヲ標準トス
- 熔接接手ノ寸法 第十二條 應力ヲ傳達スヘキ熔接接手ノ有效厚ハ其ノ

喉厚=依ルヘシ

溶接ノ種類	應力ノ性質	係 數	
		工場溶接	現場溶接
隅肉(側面,前面共)	剪 斷*	0.6	0.5
衝合溶接	壓 縮	0.9	0.8
	引 張	0.7	0.6
	剪 斷	0.6	0.5

\*隅肉溶接ノ設計ハ總テ剪斷力ニ依ルモノトス

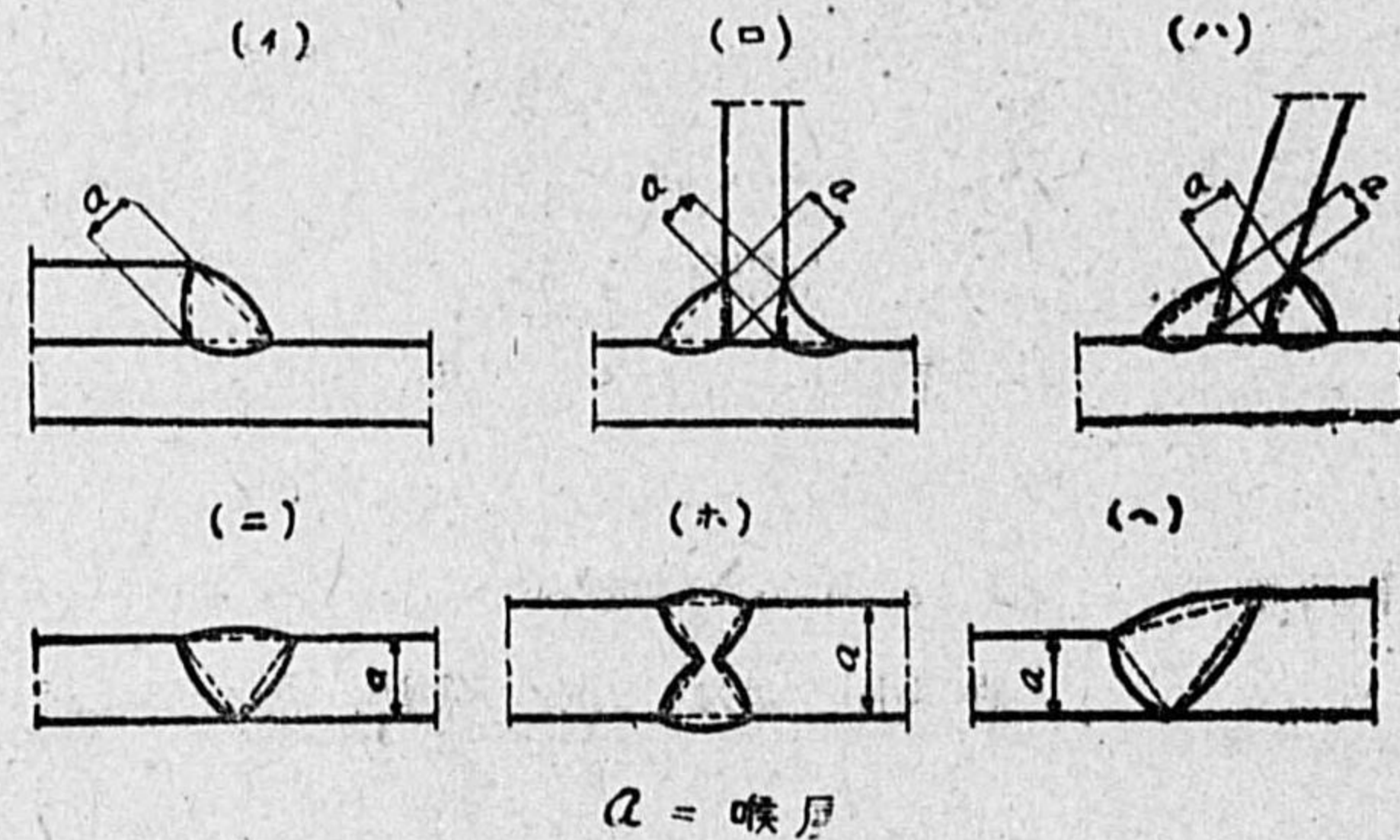
隅肉溶接ノ喉厚ハ内接二等邊三角形ノ高 a (第1圖)

トシ, 衝合溶接ノ喉厚ハ接合セラルル鋼材部分ノ厚トス但シ厚ヲ異ニスル場合ハ薄キ部分ノ厚ニ依ルヘシ

壺ノ影響 第十三條 應力ヲ傳達スヘキ溶接接手ノ有效長ノ算出ニハ壺ノ影響トシテ喉厚ニ等シキ長ヲ除外スヘシ

引張力, 壓縮力又ハ剪斷力ヲ受クル接手 第十四條 接手ニ引張力, 壓縮力又ハ剪斷力ノ作用スル場合隅肉又ハ衝合溶接ニ生スル

(第132圖参照)



第 132 圖 a = 喉厚

應力ハ次式ニ依リテ算出スヘシ

$$\sigma(\text{又ハ}\tau) = \frac{P}{\Sigma(al)}$$

$\sigma$  = 接手ニ生スル引張應力又ハ壓縮應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  = 接手ニ生スル剪斷應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

P = 接手ニ作用スル外力 (kg)

a = 溶接ノ喉厚 (cm)

l = 溶接ノ有效長 (cm)

$\Sigma(al)$  = 接手ノ有效斷面積ノ合計 (cm<sup>2</sup>)

曲ケモーメントヲ受クル桁ノ溶接接手ニ生スル縁應力ハ次式ニ依リテ算出スヘシ

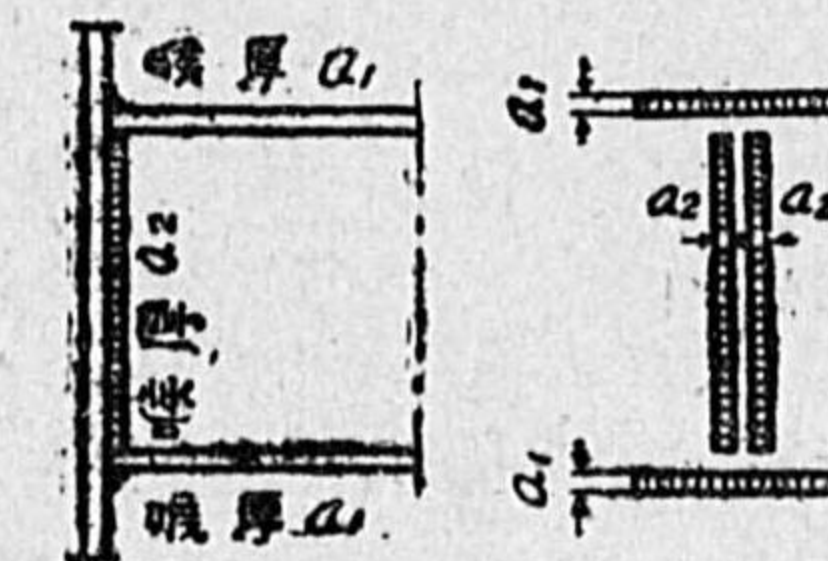
$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$\sigma$  = 溶接接手ニ生スル縁應力 (kg/cm)

M = 溶接ニ作用スル曲ケモーメント (kg.cm)

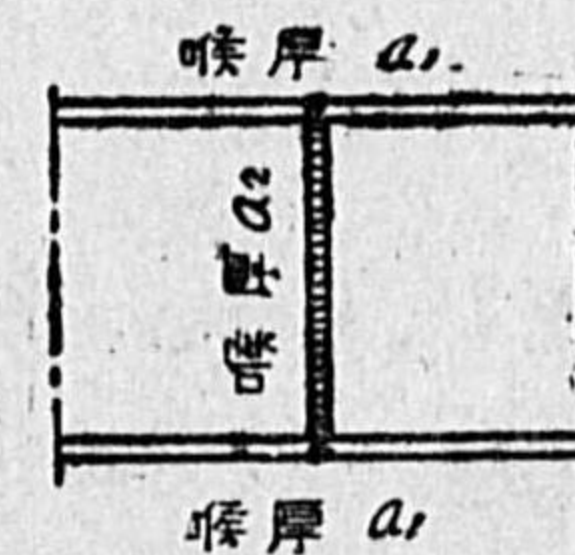
W = 喉厚ヲ接合面ニ展開シテ得ラルル平面形ニツキテ算出セル溶接部ノ斷面係數 (cm<sup>3</sup>) (第133圖参照)

桁ノ端部接手 展開有效斷面



桁ノ中間接手

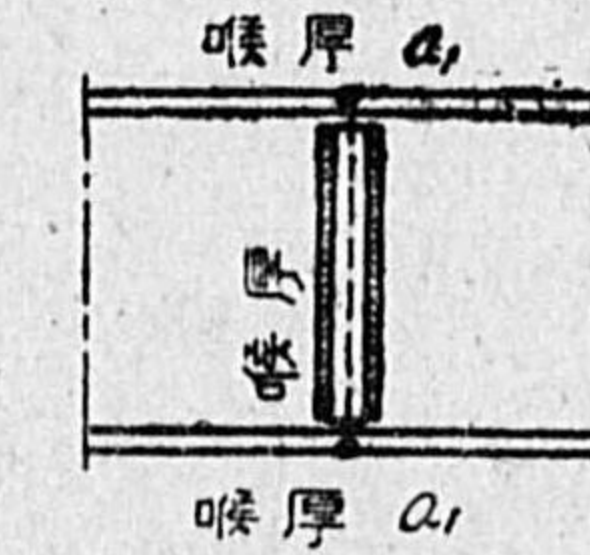
衝合溶接ノ場合



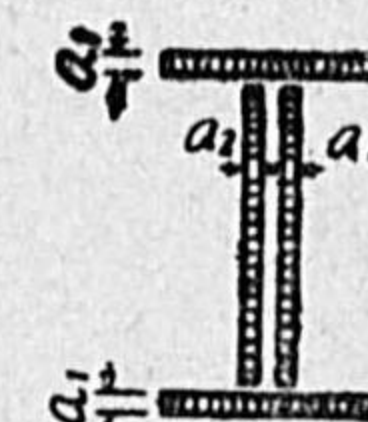
展開有效斷面



添接板ヲ使用セル場合



展開有效斷面



第 133 圖

第十六條 鋼桁ノ突縁ト腹板トノ接手ニ於ケル剪断應力ハ次式ニ依リテ算出スヘシ

1 衝合溶接  $\tau = \frac{QS}{Ia}$  (第 134 圖参照)

2 隅肉溶接  $\tau = \frac{QS}{2Ia}$  (第 135 圖参照)

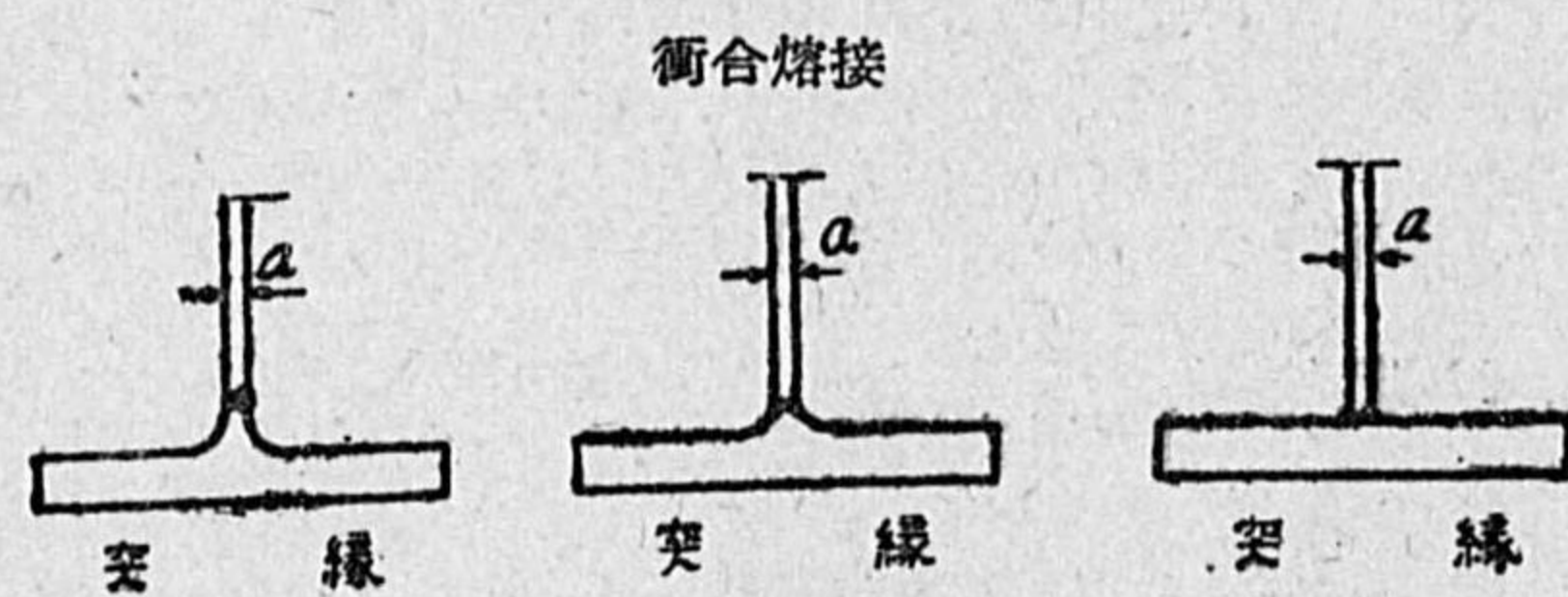
$\tau$  = 接手ニ於ケル剪断應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$S$  = 接手ノ最大剪断力 (kg)

$Q$  = 桁ノ中立線ノ周リニトリタル溶接線外ニ在ル 1 突縁断面ノ幾何モーメント (cm<sup>3</sup>)

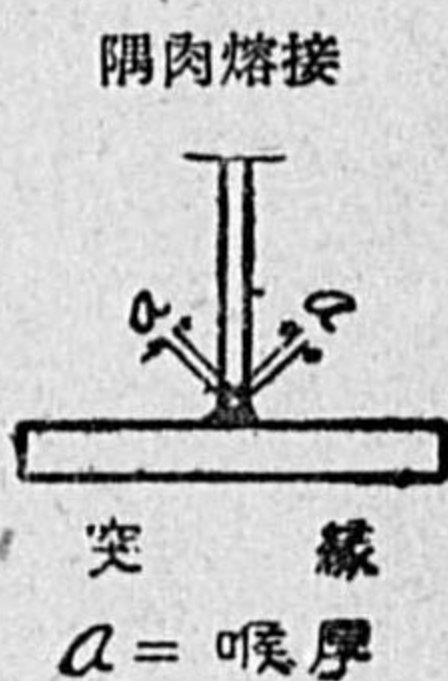
$I$  = 桁断面ノ中立線ノ周リノ慣性モーメント (cm<sup>4</sup>)

$a$  = 喉 厚 (cm)



$a$  = 喉厚

第 134 圖



$a$  = 喉厚

第 135 圖

第十七條 腹板ノ接手ニ生スル最大剪断應力ハ次式ニ依リテ算出スルコトヲ得

1 衝合溶接  $\tau = \frac{S}{th}$  (第 136 圖参照)

2 隅肉溶接  $\tau = \frac{S}{\Sigma(al)}$  (第 137 圖参照)

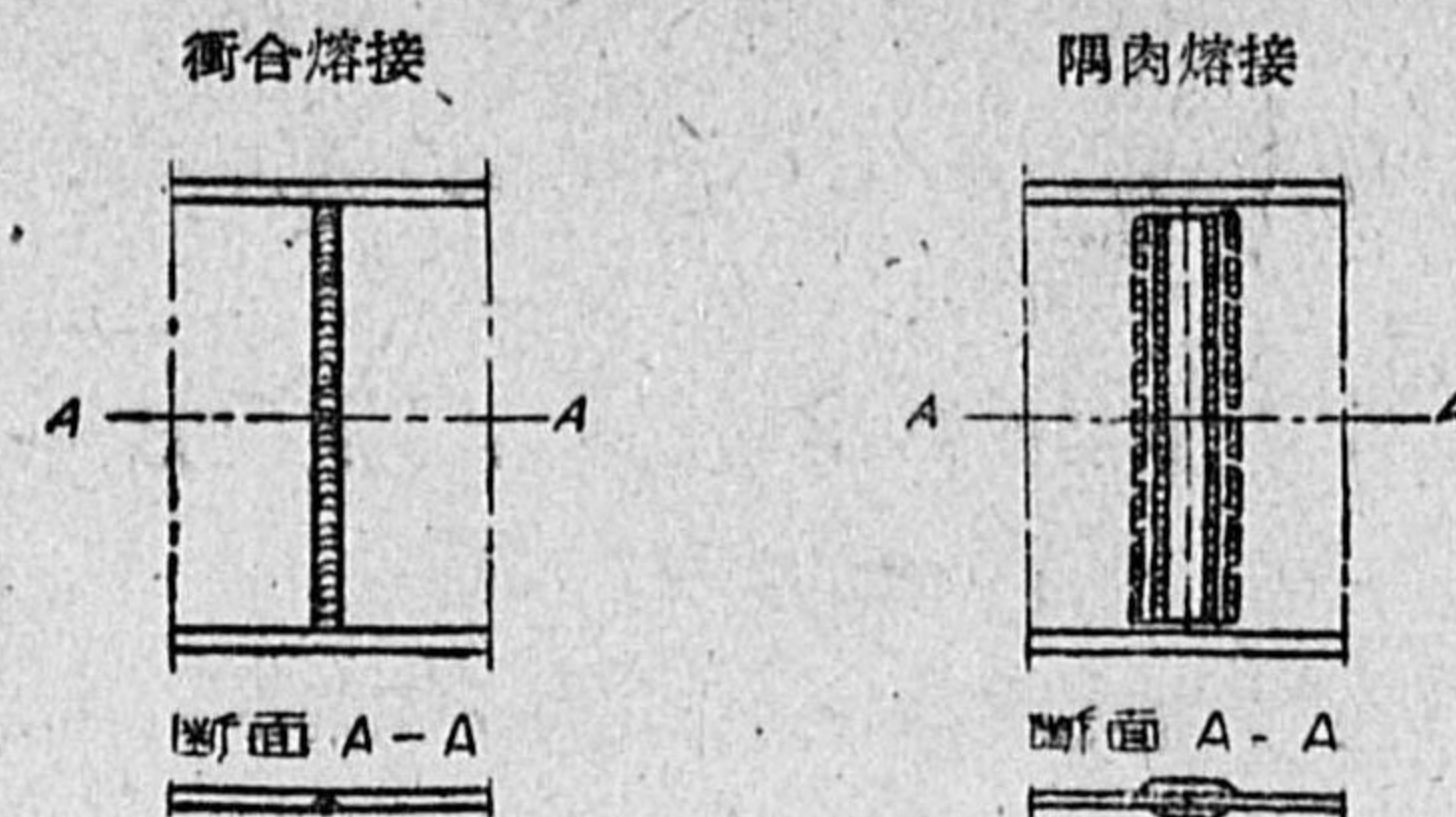
$\tau$  = 接手ノ最大剪断應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$S$  = 接手ノ最大剪断力 (kg)

$t$  = 腹板厚 (cm)

$h$  = 衝合溶接ノ腹板有效高 (cm)

$\Sigma(al)$  = 腹板ニ於ケル隅肉溶接ノ有效断面積ノ合計 (cm<sup>2</sup>)



第 136 圖

第 137 圖

第十八條 曲ケモーメントト剪断力ノ同時ニ作用スル腹板ノ接手ノ合成應力ハ次式ニ依リテ算出スヘシ但シ許容應力ハ母材ノ許容引張應力ノ 70% (工場溶接) 又ハ 60% (現場溶接) トス

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

$\sigma_1, \sigma_2$  = 合成應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = 接手ニ生スル最大曲ケモーメントニ因ル縁應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  = 接手ニ生スル最大剪断應力 (kg/cm<sup>2</sup>)

第十九條 縦桁ヲ横桁ニ連結スル場合ニハ縦桁ノ上突縁ハ引張片ヲ使用シテ互ニ連結スヘシ縦桁ト横桁ノ連結部ハ縦桁ヲ單純桁トシテノ最大曲ケモーメントノ 3/4 = 相當スル支點モーメントヲ受クルモノトス

第二十條 横桁ト主桁トノ連結ニハ横桁ノ最大曲ケモーメントノ 1/4 以上ノ固定モーメントヲ考慮スヘシ

第二十一條 接手ハ二次應力ヲナルヘク小ナラシムル設計ト爲スヘシ

- 溶接部重心線 第二十二條 部材連結部ニ於ケル溶接接手ノ重心線ト部材應力線トハナルヘク一致セシムヘシ  
 溶接部ノ對稱 第二十三條 組合セ部材ノ斷面形ハナルヘク對稱ニ溶接シ得ルモノト爲スヘシ  
 溶接ノ集中 第二十四條 溶接ハナルヘク一個所ニ集中セサル様設計スヘシ  
 隅肉溶接ノ脚長 第二十五條 隅肉溶接ハ原則トシテ等脚ナルヘシ但シ前面隅肉溶接ニ於テハ此ノ限ニ在ラス  
 厚ヲ異ニスル板ヲ連結スルトキ隅肉溶接ノ脚長ハ最小板厚ヨリ大ナラシムヘカラス  
 隅肉溶接ノ最小喉厚 第二十六條 應力ヲ傳達スル隅肉溶接ノ最小喉厚ハ4mmトス  
 ボルト孔 第二十七條 組合セ部材ノ斷面計算ニハ組立用ボルト孔ヲ差引クヘシ孔ヲ後ニ溶填スル場合ニツキテモ亦同シ  
 板ノ重ね合せ 第二十八條 板ヲ重ね合セテ使用スル場合各板ノ縁部ハ隅肉溶接ニテ連結スヘシ  
 突縁板又ハ蓋板トシテ板ヲ重ね合セテ使用スル場合腹板ニ直接溶接セラレサル突縁板又ハ蓋板ノ幅ハ其ノ厚ノ24倍ヲ超過スヘカラス  
 應力計算ニ於ケル溶接部ノ除外 第二十九條 應力計算ニ於テハ接近困難ニシテ良好ナル施工ノ行ヒ難キ溶接ハ之ヲ除外スヘシ  
 現場及上向溶接 第三十條 現場溶接ハナルヘク少カラシメ且已ムヲ得サル場合ヲ除クノ外上向溶接ヲ避クヘシ  
 検査ノ利便 第三十一條 溶接部ノ設計ニハナルヘク検査ニ便ナル様注意スベシ  
 第三章 施 工

- 清 掃 第三十二條 溶接スヘキ材片ノ縁部ハ設計所定ノ形狀ニ入念ニ仕上ケ、且材片ノ表面ハ清潔ニシテ異物、鏽、黒皮、塗料及瓦斯切斷ノ使用ニ因ル溶滓等ヲ存スヘカラス手動瓦斯切斷ハ之ヲ禁ス  
 寸法ノ嚴守 第三十三條 溶接ノ施工ニハ設計圖ニ示サレタル寸法ヲ守リ指示寸法以上ノ溶接ハ監督員ノ許可ナキ限り之ヲ行フヘカラス  
 材片ノ組合セ 第三十四條 溶接スヘキ材片ハ溶接ニ先チ適當ナル方法ニ依リ正確ニ組合セヲ行フヘシ必要アル場合ニハ上向溶接ヲ避クル爲メ廻轉型棒等ノ装置ヲ使用スヘシ  
 電極棒ノ直径 第三十五條 應力ヲ傳達スヘキ溶接ニ使用スル電極棒ノ直径ハ4mm又ハ6mmヲ標準トス  
 電極棒ハ充分乾燥セルモノタルヘシ  
 各層ノ施工 第三十六條 各層ノ表面ハ次層ノ施工ニ先チ槌打又ハ金ブラシニテ溶滓類ヲ入念ニ除去スヘシ中斷セル溶接ヲ續行スル場合又ハ二溶接部ヲ接合スル場合ニモ同様ノ注意ヲ拂フヘシ  
 溶接セラレル部分ハ溶接ニ先チ濕氣ノ存セサル様注意スヘシ  
 缺點 第三十七條 溶接ニハ氣泡、溶滓ノ包有、切込、間隙其ノ他ノ缺點ヲ生セサル様注意スヘシ  
 歪 第三十八條 熱影響ニ因ル歪ヲ最小ナラシムル様考慮スヘシ  
 溶接各部ノ施工順序ニハ充分ノ注意ヲ拂フヘシ  
 歪著シキ部材ハ取換ヲ命スルコトアルヘシ  
 補強盛 第三十九條 特ニ指定セル場合ヲ除クノ外應力ヲ傳達スヘキ溶接部ノ表面ニハ補強盛ヲ爲スヘシ但シ補強

- 盛ハ喉厚ノ 15%ヲ超過スルコトヲ得ス  
 V型衝合熔接ノ底部ニ接シ背面裏附ヲ爲スヘシ但シ裏附困難ナル個所ニ在リテハ底部ノ熔接ニ特別ノ注意ヲ拂フヘシ
- 作業場 第四十條 熔接作業ハ雨、雪及風等ヲ避ケテ施工スヘシ  
 作業所ノ温度カ零下5°C以下ニ達セル場合ハ作業ノ中止ヲ命スルコトアルヘシ
- 熔接工手 第四十一條 製作請負人ハ施工ニ先チ工事ニ従事スヘキ熔接工手ノ名簿ヲ監督員ニ提出スヘシ  
 熔接工手ハ第四十七條ニ規定スル検定ニ合格シタルモノタルヘシ  
 熔接工手ニシテ監督員カ其ノ技能ニ疑アリト認めタル場合ハ再検定ヲ要求スルコトヲ得
- 電力測定器 第四十二條 製作請負人ハ各熔接工ノ熔接回路ニ於ケル電流及電壓ヲ確メ得ル測定器ヲ備フヘシ
- 塗工 第四十三條 製品ハ検査前ニ於テ塗料ヲ施スヘカラス但シ已ムヲ得サル場合ハ亞麻仁油ノ塗工ヲ許可スルコトアルヘシ
- 削取り検査 第四十四條 監督員ハ必要ニ應ジ熔接部ヲ削取り検査スルコトヲ得
- 發送 第四十五條 工場ニ於テ熔接セル部材ハ検査終了後ニアラサレハ發送スヘカラス
- 棄却 第四十六條 工場發送後其ノ缺點又ハ損傷ヲ發見セラレタル材片又ハ熔接ハ請負人ノ負擔ニ依リ取換又ハ改作ヲ爲スヘキモノトス

## 第五章 熔接工手

- 熔接工手 第四十七條 熔接工手ハ内務省土木試験所ノ定ムル熔接工検定試験ニ合格シタル者タルヲ要ス
- 第六章 雜則
- 第四十八條 特別ノ事由アル場合ニ限り前各條ノ規定ニ依ラサルコトヲ得

## 臨時日本標準規格第195號

## 13. 電弧熔接工資格検定規格(昭和16年9月29日決定)

## 第一章 總則

- 第一條 本規格ハ主トシテ構造用壓延鋼材ノ電弧熔接(以下單ニ熔接ト稱ス)ニ従事スル熔接工ノ資格検定ニ之ヲ適用ス

## 第二章 資格

- 第二條 熔接工ノ資格ハ之ヲ分チテ次ノ3種トス

- 一 3級熔接工
- 二 2級熔接工
- 三 1級熔接工

- 第三條 前條ノ資格ハ検定試験施行機關(以下單ニ検定機關ト稱ス)ニ於テ次ニ示ス學科試験並ニ第四條乃至第六條ニ示ス技倆試験ノ上之ヲ定ムルモノトス

## 學科試験

國民學校初等科修了者ヲ入學セシムル修業年限3年又ハ國民學校高等科修了者ヲ入學セシムル修業年限2年ノ實業學校學科程度ニ於テ熔接ニ關スル基礎知識ニ關シ次ニ例示スル如キ事項ニ付之ヲ行フ

1. 熔接棒並ニ熔接部性質ノ大要
2. 熔接施工法大要
3. 熔接検査法大要



4. 熔接機取扱方法

5. 熔接災害防止法

但シ上記實業學校程度以上ノ養成機關ニ於テ檢定機關ノ十分ト認ムル程度ニ學科ヲ習得セル者若ハ既ニ學科試驗ニ合格セル者ニ對シテハ學科試驗ヲ省略ス

技倆試驗ニ不合格トナリタル者ハ爾後6箇月以上熔接技術ノ習得ヲ爲シ又ハ熔接作業ニ従事シタル後ニアラザレバ其ノ試験ヲ受クルコトヲ得ズ

第四條 3級熔接工 6箇月以上熔接技術ノ習得ヲ爲シタル滿16才以上ノ者ニシテ次ノ技倆試驗ニ合格シタル者トス

下向衝合熔接

第五條 2級熔接工 3級熔接工トシテ1箇年以上熔接實務ニ従事セルモノニシテ次ノ技倆試驗ニ合格シタル者トス

- 1. 堅向衝合熔接, 堅向隅肉熔接中ノ1種目
- 2. 下向衝合熔接, 下向隅肉熔接中ノ1種目

第六條 1級熔接工 2級熔接工トシテ1箇年以上熔接實務ニ従事セルモノニシテ次ノ技倆試驗ニ合格シタルモノトス

- 1. 上向衝合熔接, 上向隅肉熔接中ノ1種目
- 2. 橫向衝合熔接, 橫向隅肉熔接, 堅向衝合熔接, 堅向隅肉熔接, 下向衝合熔接, 下向隅肉熔接中ノ1種目

第三章 技 倆 試 験

第七條 技倆試驗ニ於テハ試驗員立合ノ下ニ第八條乃至第十條ニ依リ受験者ノ熔接シタル試験材ヨリ熱處理ヲ施サスシテ第十一條ニ示ス試験片ヲ製作シ之ヲ用ヒテ第十二條乃至第十四條ノ試験ヲ行フモノトス

第八條 試験ニ用フル鋼材, 熔接棒及電流ハ次ノ通トス

- 一 鋼材, 日本標準規格第430號一般構造用壓延鋼材ノ鋼板第2種(SS41)トシ其寸法ハ次ノ通トス

- 1. 衝合熔接ニ用フルモノ 厚12mm, 幅約250mm, 長約125mm
- 2. 隅肉熔接ニ用フルモノ 厚12mm, 幅約110mm, 長約200mm, 當金厚6mm, 幅約110mm, 長約80mm

二 熔接棒 徑約4mmニシテ檢定機關ノ支給又ハ認定セルモノ

三 電流, 交流又ハ直流但シ直流合格者ハ直流以外ノ作業ニ従事シ得ザルモノトス

第九條 衝合熔接ハ次ノ各號ニ依リ之ヲ行フモノトス



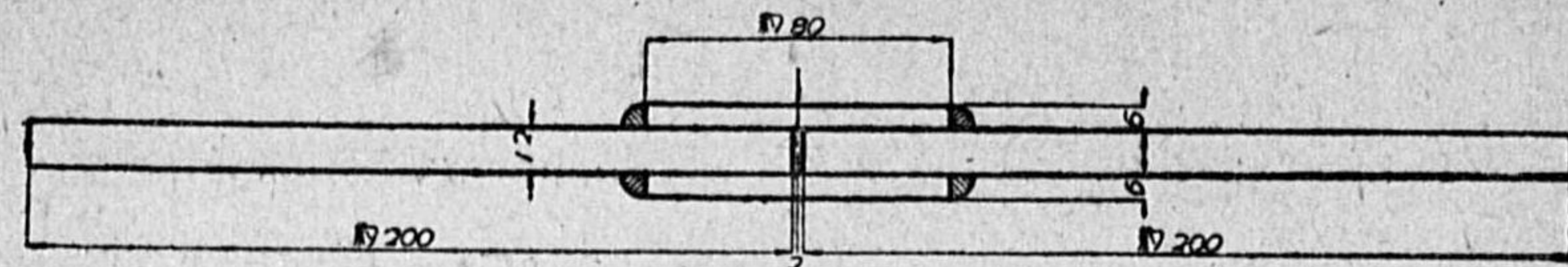
第 138 圖

- 一 熔接ノ種類ハ V形衝合熔接トシ各部寸法ハ第138圖ニ依ル
- 二 接手部裏面ヘノ當板ノ使用並ニ裏面ヨリノ再熔接ヘ之ヲ爲ササルモノトス但シ上向熔接ノ場合ニハ當板ヲ使用スルコトヲ得
- 三 試験材ノ置キ方ハ次ノ通トシ作業ヲ終ルマテ其位置ヲ變更セサルモノトス

作業ノ方向	試験材ノ置キ方
下 向	水 平
上 向	
堅 向	垂 直
橫 向	

第十條 隅肉熔接ハ次ノ各號ニ依リ之ヲ行フモノトス

- 一 熔接ノ種類ハ兩面當金接手隅肉熔接トシ各部ノ寸法ハ第139圖ニ依ル
- 二 試験材ノ置キ方ハ次ノ通りトシ作業ヲ終ルマテ其位置ヲ變更セサ



第 139 圖

ルモノトス

作業方向	試験材ノ置き方
下 向	水 平
堅 向	垂 直
上 向	
横 向	約 45° 上向

三 横向及上向作業ニ於テハ第 140 圖 a. b. ニ示ス如ク熔接線ヲ水平ニ保チ下側ヨリ熔接ヲ爲スモノトス

四 前各號ニ定ムルモノノ外作業ノ方法ハ受験者ノ任意トス

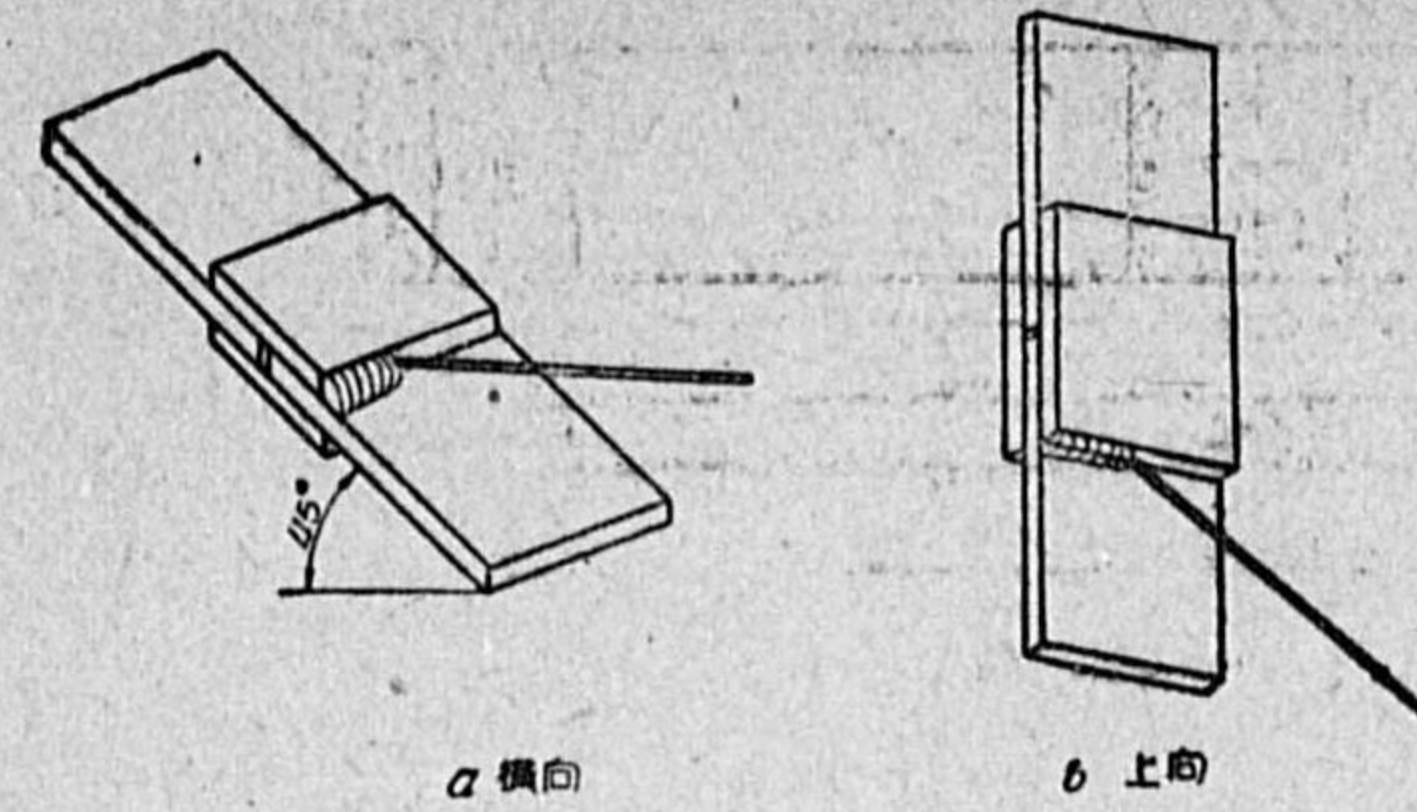
第十一條 試験片ノ寸法, 個數及製作方法ハ次ノ各號ニ依ル

一 衝合熔接抗張試験片

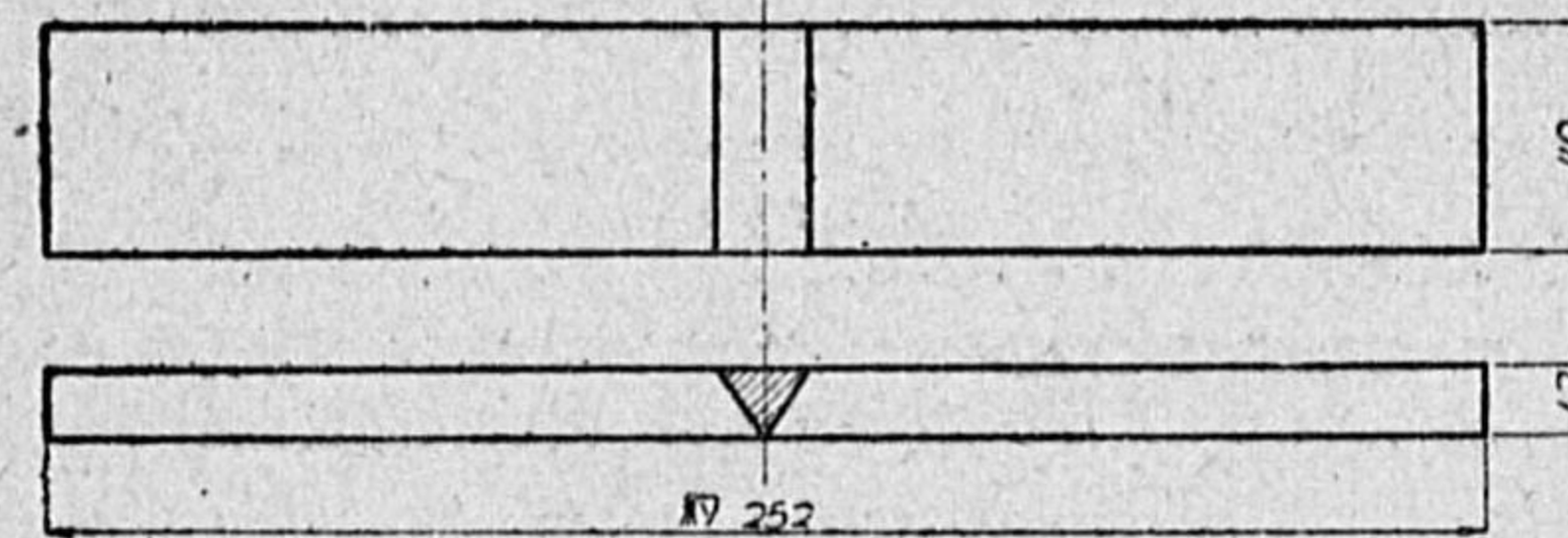
1. 寸法, 第 141 圖ニ依ル
2. 製作個數, 2 個
3. 製作方法, 第九條ニ依リ熔接シタル試験材ノ熔接部ヲ母材ト同シ厚ニナル迄削成シ第 141 圖ニ示セル劃線ニ從ヒ截斷シタル後其ノ兩縁ヲ規定ノ寸法ニ削成スルモノトス

二 衝合熔接屈曲試験片

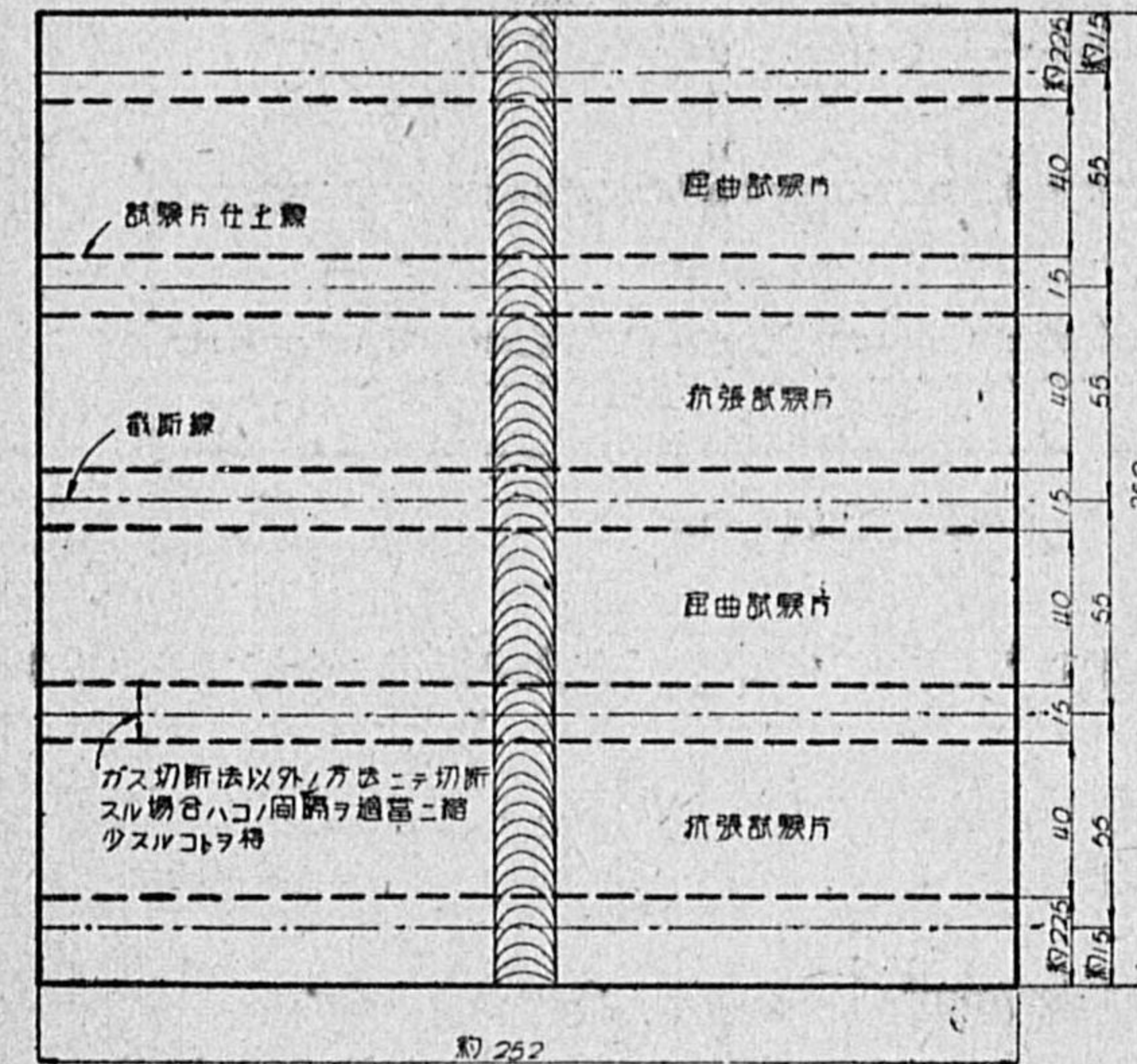
1. 寸法, 第 143 圖ニ依ル
2. 製作個數, 2 個
3. 製作方法, 第九條ニ依リ熔接シタル試験材ノ熔接部ヲ母材ト同シ厚トナル迄削成シ第 141 圖ニ示セル劃線ニ從ヒ截斷シタル後其ノ兩縁ヲ規定ノ寸法ニ削成シ次ニ厚ガ 10 mm ヲ降ラザル様表



第 140 圖



第 141 圖



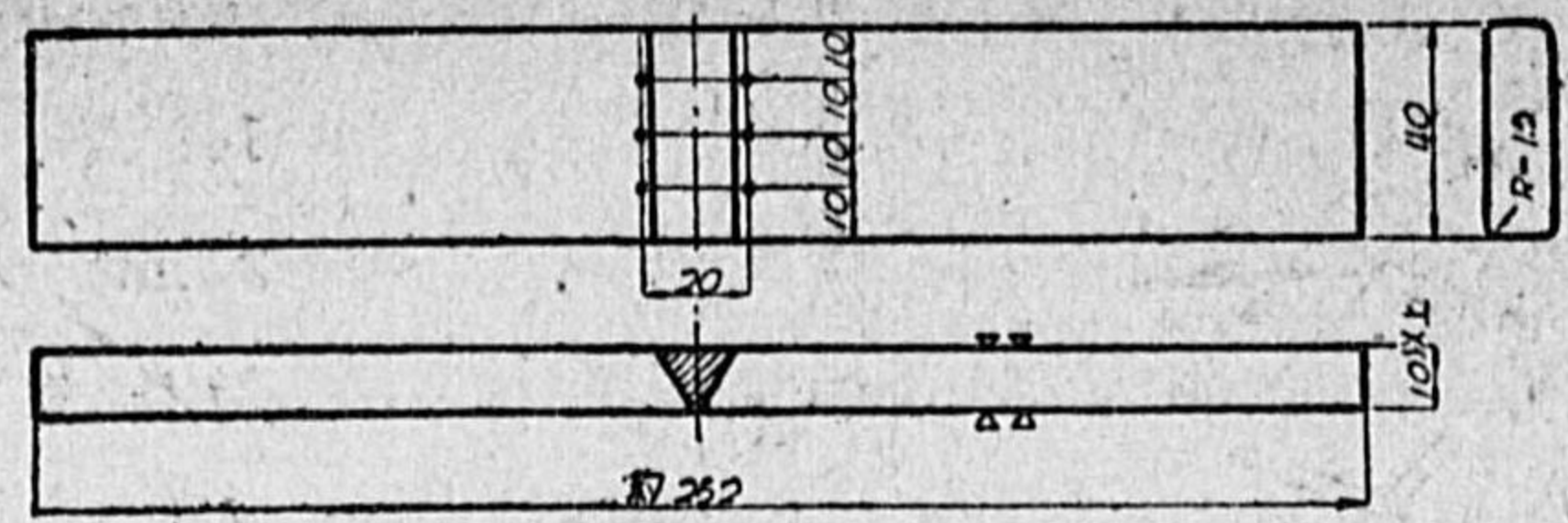
第 142 圖

面ヲ仕上ゲタル後第 143 圖ニ示ス如ク 20 mm ノ距離ニ對シテ標點ヲ刻スルモノトス

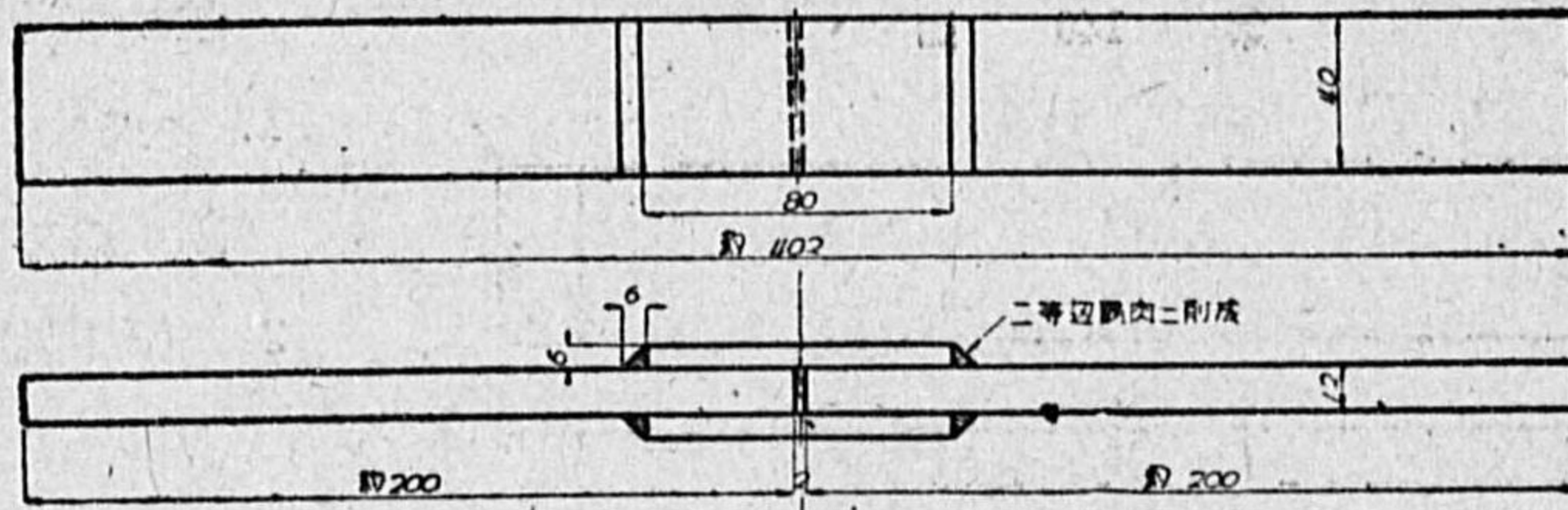
三 隅肉熔接抗張試験片

1. 寸法, 第 144 圖ニ依ル
2. 製作個數, 2 個
3. 製作方法, 第十條ニ依リ熔接シタル試験材ノ隅肉熔接部ヲ脚 6mm ノ二等邊三角形ニ削成シ第 145 圖ニ示セル劃線ニ從ヒ截斷シタル後其ノ兩縁ヲ規定ノ寸法ニ削成スルモノトス

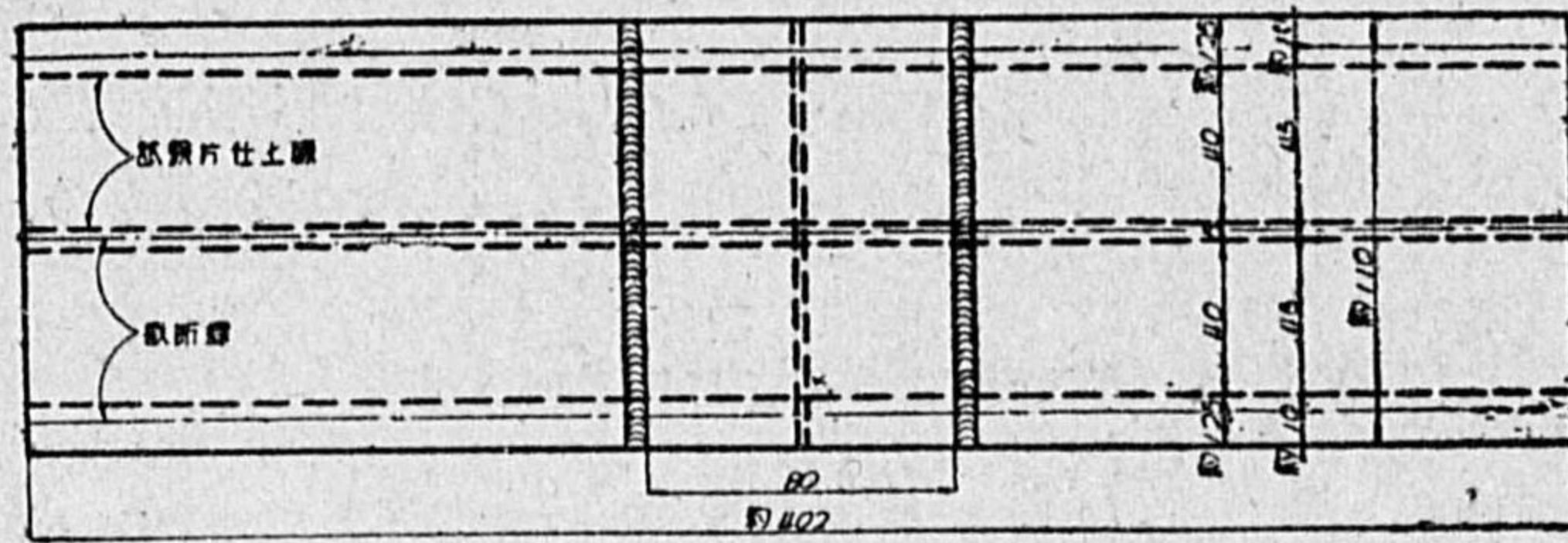
第十二條 衝合熔接抗張試験ハ第十一條ニ規定



第 143 圖



第 144 圖



第 145 圖

スル試験片ヲ用ヒテ之ヲ行ヒ兩試験片共次ノ規定ニ合格スルコトヲ要ス

$$\sigma = \frac{P}{A} \geq 14$$

$\sigma$  = 抗張力 kg/mm<sup>2</sup>

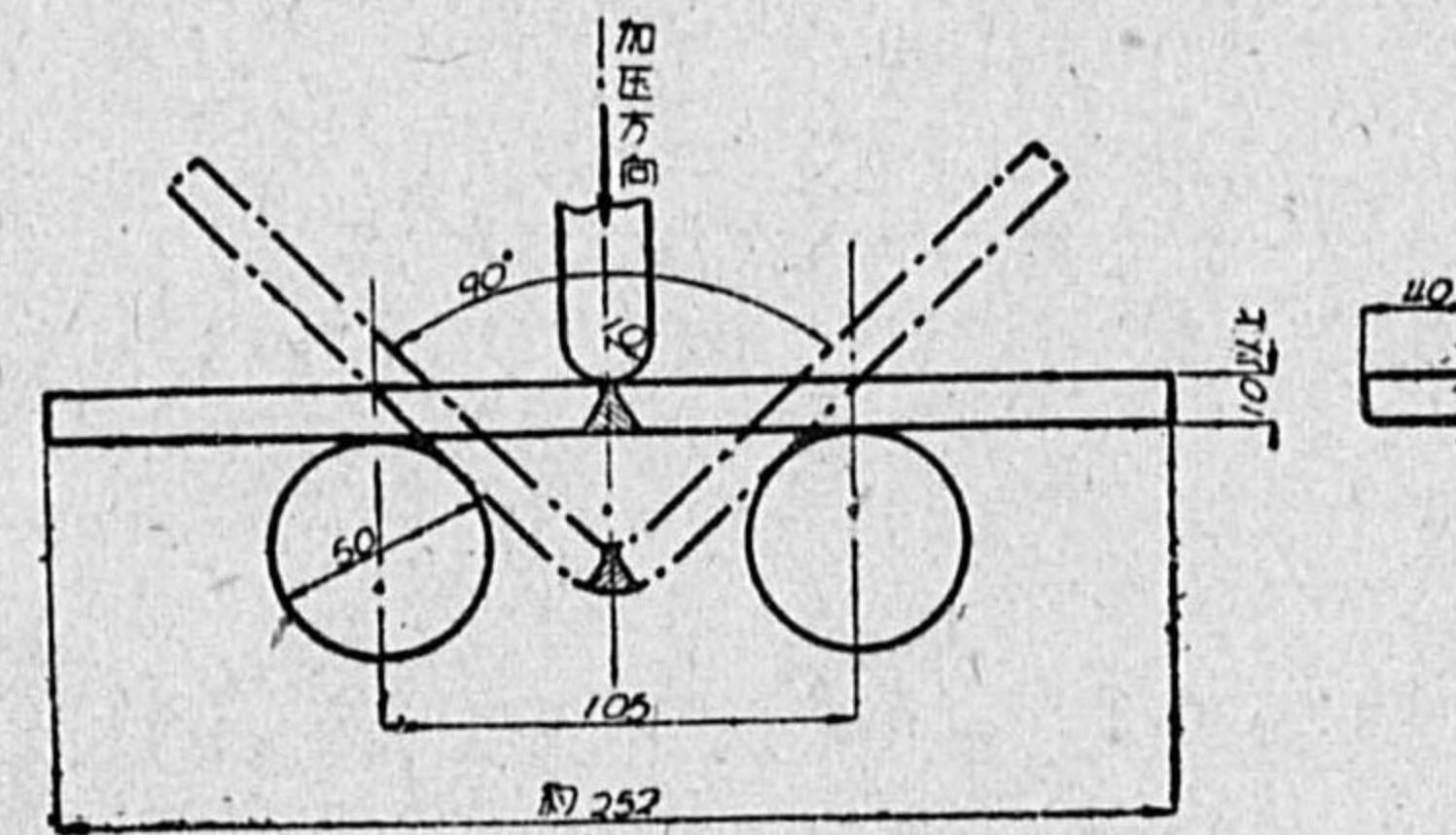
$P$  = 抗張荷重 kg

$A$  = 熔接部ノ實測斷面積 mm<sup>2</sup>

切斷ガ母線部ニ起リタル場合  $\sigma$ , 値ガ 41 kg/mm<sup>2</sup> 未滿ナルトキハ再試験ヲ行フモノトス

第十三條 衝合熔接屈曲試験ハ第十一條ニ規定スル試験片ヲ用ヒ徐々ニ壓力ヲ加ヘテ之ヲ第 146 圖ニ示ス如ク 屈曲セシメ 其角度ガ 90°ニ達シタルトキ標點距離 20 mmニ於テ兩試験片共伸 20% 以上ナルコトヲ要ス

伸ハ標線ニ沿ヒ 3 對ノ標點間ニ於テ測リタル平均値ヲ採ルモノトス (第 143 圖参照)



第 146 圖

試験片ニ龜裂ヲ生シタルトキハ標線上ニ於ケル龜裂ノ部分ハ之ヲ除外シテ伸ヲ測ルモノトス

第十四條 隅肉熔接抗張試験ハ第十一條ニ規定セル試験片ヲ用ヒテ之ヲ行ヒ兩試験片共次ノ規定ニ合格スルコトヲ要ス

$$\sigma = \frac{P}{A} < 35$$

$\sigma$  = 抗張力 kg/mm<sup>2</sup>

$P$  = 抗張荷重 kg

$A$  = 切斷熔接部ノ實測喉斷面積 mm<sup>2</sup>

第四章 雜 則

第十五條 檢定ニヨリ取得セル資格ノ有効期間ハ 1 個年トス, 但檢定機關ノ

認定=依リ技倆試験ノ一部又ハ全部ヲ省略シテ資格ヲ繼續セシムル  
コトヲ得

第十六條 受験=際シ不正行爲アリタルトキハ其ノ檢定ヲ無効トス

第十七條 資格檢定試験=合否セル者=對シテハ檢定機關ノ定ムル檢定合格證  
ヲ交付ス

昭和十八年二月十日 印刷

時局下に於ける土木施工法

昭和十八年二月十五日 發行 (1500部)

定價金四圓

著 者

内務省土木試験所一如會

出文協會承認  
あ200169號

代 表 者

藤 森 謙 一

東京市本郷區上富士前町(内務省土木試験所内)

發 行 兼  
印 刷 者

午 來 丈 助

東京市小石川區駕籠町十二番地

印 刷 所

コ ロ ナ 社 印 刷 所

(東東 1429)

東京市小石川區駕籠町十二番地



東京市小石川區駕籠町十二番地

發 行 所

株 式 會 社  
コ ロ ナ 社

文協會員番號 110512

(梁野製本)

電話大塚(86) 378・6633 振替東京 14844

配 給 元

東京市神田區淡路町  
二丁目九番地

日本出版配給株式會社

コロナ社 土木建築工學書類

山岡 包郎 譯	ブレスコット 應用 彈性 學	B. 5 556 頁 價 6.50 送 30
井坂富士雄 共譯 外二氏	テイモシエンコ 彈性體の力學	B. 5 360 頁 價 4.50 送 30
太田尾廣治 共譯 外二氏	ブレンネツケローマイヤー 基礎 工	價 上 4.50 中 4.50 下 3.00 送各 30
鶴岡 鶴吉 共譯 龍山 養	クレ 土壓及地盤の支持力	B. 5 340 頁 價 4.50 送 30
小野 黨 共譯 外四氏	キルヒホッフ 骨組の力學	B. 5 價 上 5.50 下 5.50 送 各 30
池部 宗黨 共譯 外五氏	ブライヒ 鐵骨構造	B. 5 價 上 6.00 下 6.00 送 各 30
坪井 善勝 譯	マルクス 床版の計算	B. 5 201 頁 價 2.50 送 20
二見 秀雄 共譯 外四氏	獨逸コンクリート協會編 鐵筋コンクリート構造	B. 5 505 頁 價 6.00 送 30
濱田 稔 共譯 外三氏	クラインローゲル コンクリート總覽	B. 5 553 頁 價 6.50 送 30
濱田 稔 譯	クラインローゲル 冬のコンクリート	B. 5 124 頁 價 1.80 送 20
井口 昌平 共譯 外八氏	レオレンドリック 構造土壓論	B. 5 70 頁 價 2.00 送 10
本間 仁 譯	ミューラー 粘性流體の力學	A. 5 400 頁 價 6.50 送 30
最上 武雄 著	二次元彈性理論	B. 5 240 頁 價 5.00 送 20
金子 証 著	コンクリート鋪裝	A. 5 120 頁 價 2.00 送 14
内務省土木 試験所 編	時局下に 於ける 土木材料	A. 5 234 頁 價 4.20 送 30
堀 武男 譯	テルツァギー 粘土層の沈下	A. 5 220 頁 價 3.60 送 20
福田 秀夫 共著 横田 周平	黄河治水に関する資料	A. 5 330 頁 價 4.50 送 30
奥田 教朝 著	防空工學	A. 5 308 頁 價 4.50 送 30

513.3-D81ウ



1200500744948



終