

## 第五章 単構の設計

### 第一節 主構及主桁の選擇

#### 1. 主構及主桁の最大支間

主桁又は主構の種類	支間 (m)
壓延 I 形鋼橋 (最大)	18
鈹桁橋	9~40
鈹結中路構	14~30
鈹結構 (最小)	27
鈹結構 (最小)	45

2. 上路橋と下路橋 桁下の有効高、其の他の事情に支障なき限り上路橋が經濟である。其の理由は (1) 橋脚が低くて済む、(2) 構の間隔を狭くすることが出来るから床構及横構等の節約を圖り得、(3) 鑄道橋に於て枕木を直接主構の上に置くことが出来る場合は床桁及縦桁を省略するを得。鈹桁橋にも (2) 及 (3) は適用されるから、上路橋は明かに經濟である。

3. 鈹構とピン構 (Riveted truss and Pin-connected truss) 鈹構は 75m 位以下に、ピン構は 60m 以上に用ひらるゝが、近來は大分長い支間のものにも鈹構を用ふるに至つた。其の各の特徴及缺點を掲ぐれば次の如し。

**鈹構** 特徴 剛度に富んでゐる。

- 缺點 (1) 支間大なるときは連絡用鈹が大きくなる。  
 (2) 副應力が大きい。  
 (3) 架設に長時間を要する。

**ピン構** 特徴 (1) 支間大なるときは經濟である。

- (2) 副應力が少い。  
 (3) 架設が早い。

- 缺點 (1) 短支間の橋では剛度を欠き且つ耐久的でない。  
 (2) 横構の連結が不完全になり易い。

4. 單腹と複腹 (Single web and Multiple web) 長支間の橋梁に於ては構の高きを要するも、格間長は床構の關係より餘り長くすることが出来ない。従て單腹とすれば斜材の傾斜が急になり

易い。

斜材の傾斜は 45 度内外が最も好ましいから、長支間の橋梁に於てはラチス・トラス又はホイップル・トラスの如き複腹となせば理想に近づくを得るも、其の應力が不靜定となる缺點がある。而も斜材の傾斜と云ふ關係に對しては、バルチモア・トラス及ペンシルヴァニア・トラスの如く格間を再分することに依つて、同様の目的を達し得べきが故に、今日では殆んど複腹を用ふるものがない。

#### 5. 構の形

##### (1) 下路橋。

支間 (m)	第一位	第二位
55 以下	ワーレン・トラス (鈹構)	ブラット・トラス (鈹構)
57~60	{ ワーレン・トラス (鈹構) パーカー・トラス (ピン構)	ブラット・トラス (ピン構)
60~90	パーカー・トラス (ピン構)	バルチモア・トラス (ピン構)
90~120	ペンシルヴァニア・トラス (ピン構)	パーカー・トラス (ピン構)
120 以上	ペンシルヴァニア・トラス (ピン構)	

##### (2) 上路橋。

支間 (m)	第一位	第二位
60 以下	ワーレン・トラス (鈹構)	ブラット・トラス (鈹構)
60~90	{ ブラット・トラス (ピン構) パーカー・トラス (ピン構)	バルチモア・トラス (ピン構) ペンシルヴァニア・トラス (ピン構)
90 以上	ペンシルヴァニア・トラス (ピン構)	

各形の優劣を比較すれば

##### (1) ワーレン・トラス。

- 特徴 (a) 短支間ではブラット・トラスより經濟である。  
 (b) ブラット・トラスより外觀がよるしい。

缺點 (a) 活荷重のため應力が交番するから特にピン構にては有害である。

- (b) 下路橋に於て鉛直材を用ひないときは床桁の取付に困難であり、鉛直材を用ふれば經濟的價値を減少するが、然し上路橋に於ては此の缺點はない。

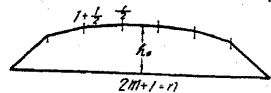
近來は長支間の橋梁にもワーレンを用ふる事が流行するに至つた。

##### (2) ブラット、パーカー、バルチモア、ペンシルヴァニア・トラス。

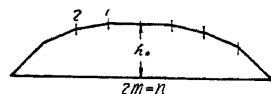
ブラット・トラスの特徴は、下弦、斜材及對材に眼釘を用ふることを得るのでピン構に適し、支間が長くなれば曲弦となすか又は格間を再分する方が經濟的であるから、パーカー又はバルチモア・トラスを用ふる。更に支間が大となれば曲弦となし、且つ格間を再分したペンシルヴァニア・トラスを用ふる方が一層經濟である。

(3) ポイ・トラス。構の高さが低くて上横構を設ける能はざる構を謂ふのであるが、成る可く之を禁止する傾向がある。若し之を架設するとせば支間 30 m 以下に限り、且各格點に必ず隅釘を用ふることも恰も下路鉸桁橋に於けるが如くし、之を取付くためワーレン・トラスに於ては鉛直材を用ふる必要が生ずる。

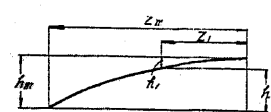
(4) 平行弦と曲弦。平行弦から曲弦、もつと適切に言へば多角弦に移る支間は、橋梁の形に依つて異なるが大體 60 m を標準とする。格間長が大なれば平行弦に對する支間の極限も大となるから、道路橋よりも鐵道橋は長い平行弦の構を用ふる事が出来る。長支間の下路橋に於ては其の上弦を拋物線となす。ミシッピイ河に架したる橋梁の内、支間 150 m の構には橋門の所でやつと有效高を保つ位の高さに止めて、夫れよりきつい曲線を用ひたので上弦は腹材の作用をなし、腹材は輕くて振動し易くなつた。上弦の曲線を恰好良くすることは、鋼材の經濟となるのみならず又審美的である。美觀の點から謂へば拱の様に曲線をきつくする方がよしい。道路橋に於ては鐵道橋よりも衝擊が少いから曲線をきつくして差支ないが、餘り之をきつくし過ぎると活荷重のため輕い腹材に著しい振動を生ずることとなる。



(a)



(b)



(c)

第 200 圖

$$\frac{h_m}{h_1} = \frac{Z_m^2}{Z_1^2}$$

(5) 曲弦の形狀。上弦の多角形の形を定むるには次の規則に従ふ。

構の中央の高  $h_0$  は次の 6. (構の高及格間長) に依つて定め、吊材 (Hip vertical) の高は道路に於ては路面上の有効高、鐵道及軌道に於ては建築限界に依つて定め、各格點が拋物線上に在る様にし、尙格間數 ( $n$ ) が偶數となるときは、徑間の中央で上弦を斜にするのは好ましくないから、中央二格間だけを眞直になし、各格點の高は次の式に依つて定むる。

第 200 圖 (c) に於て

$$\frac{h_m}{h_0} = \frac{h_m}{h_m - h_1} = \frac{Z_m^2}{Z_m^2 - Z_1^2}$$

なるが故に

$$\left. \begin{aligned} h_m &= \frac{Z_m^2}{Z_m^2 - Z_1^2} h_0, \quad Z_1 = p \text{ (格間長)}, \quad 2m = n \text{ (偶數)} \\ h &= \frac{h_m}{Z_m^2} Z^2 = \frac{h_0}{Z_m^2 - Z_1^2} Z^2, \quad Z_1 = p, \quad 2m+1 = n \text{ (奇數)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

(1) 式に依つて各格點に於ける構の高を知ることが出来るが、端柱及總ての斜材は下弦と 45° 以下の角度をなさしめない様にする。

6. 構の高及格間長 構の高と格間長との關係を經濟的に決定するのは困難であるが、最小高は道路構造令及鐵道の建築限界に依つて定まる。格間長が短かければ構は重くなるも床構は輕くなり、格間長が長ければ構は輕く床構は重くなる。普通の條件では短徑間に對しては 4.5 m より短く、長徑間に對しては 7.5 m より長い格間長を選ぶのは經濟でない。強固なる構造となすには床桁を下弦より上部に取付け、有效なる橋門構及對傾構を設けるだけの餘裕ある高となさねばならない。經驗の結果は  $\text{tg } \theta = \frac{p}{h}$  の  $\theta$  が約 40° に近いときが、最も經濟的條件にあることを示してゐる。式中  $p$  は格間長、 $h$  は高とす。

一般に平行弦に於ては  $h = \frac{1}{7} l \sim \frac{1}{8} l$

曲弦に於ては  $h = \frac{1}{6} l \sim \frac{1}{7} l$

連續構 (平行弦) に於ては  $h = \frac{1}{9} l \sim \frac{1}{10} l$

である。徑間が短いときにも上横構を設け得るだけの高を保たしめる方がよしい。米國での實例を掲ぐれば第 3 表の如し。

第 3 表

	橋種	支間 (m)	格間數	高 (m)
Iowa Highway Commission	ブラット・トラス (鉸構)	27	5	6.0
		30~33	6	6.0
		35	7	6.0
		42	8	6.4
Wisconsin Highway Commission	鉸構	27~29	6	5.5
		30	6	6.0
		32	7	6.0
		36	8	6.0
		39	8	6.4
		42	8	6.0(吊材), 8.2(中央)

		45	8	6 (吊材)、 8.5(中央)
American Bridge Company	鉄構及ピン構 (平行弦)	24~27	5	格間長と同一
		27~36	6	同上
		36~42	7	同上
		36~51	8	$\frac{h}{p} = 1.1$
	同上(曲弦)	49~55	9	$\frac{h}{p} = 1.0, 1.16, 1.25, 1.29$
		58~67	9	$\frac{h}{p} = 1.0, 1.24, 1.28, 1.43$
	ベチット・ト ラス	73~84	12	$\frac{h}{p} = 1.0, 1.4, 1.6, 1.7$
		89~98	14	$\frac{h}{p} = 1.0, 1.36, 1.6, 1.8$ 2.0

格間長は普通一徑間に於ては同一となすも、セントルイスのムシバル橋に於ては次の如き格間長を用いたり。

$$\begin{aligned}
 8 \times 9.144 &= 73.152 \text{ m} \\
 4 \times 11.582 &= 46.328 \text{ " } \\
 4 \times 13.716 &= 54.864 \text{ " } \\
 2 \times 14.630 &= 29.260 \text{ " } \\
 \hline
 \text{支間} &= 203.604 \text{ m}
 \end{aligned}$$

斯の如く格間長を變ふれば經濟となり、且つ斜材の鉛直となす角度を略一定にすることが出来る。然しそれがために得る利益よりも、格間長を一定にした爲工作及架設に於て得る利益の方が大きいと非難する者もあるが、要するに格間長を變へた爲に大した利益がないならば、外觀の爲にも之を同一となす方がよろしい。

## 第二節 設計總則

### 1. 構部材の斷面積

#### (1) 張應力。

$T$  = 死荷重、活荷重、衝撃 遠心荷重及溫度の變化より生ずる張力

$T'$  =  $T$  + 縦荷重及横荷重より生ずる張力

$A_i$  = 純斷面積

$l$  = 部材の長

$i$  = 最小環動半徑 (Least radius of gyr. tion)

$\sigma_i$  = 許容張應力

とせば

$$\left. \begin{aligned} A_i &\leq \frac{T}{\sigma_i} \\ \sigma_i &= 1200 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

$$\left. \begin{aligned} A_i &\leq \frac{T'}{\sigma'_i} \\ \sigma'_i &= 1500 \text{ kg/cm}^2 \left\{ \begin{array}{l} \text{縦荷重及横荷重の孰れかを加算する場合} \\ = 1680 \text{ kg/cm}^2 \left\{ \begin{array}{l} \text{縦荷重及横荷重を同時に加算する場合} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{l}{i} \leq 200 \dots\dots\dots (4)$$

#### (2) 壓應力。

$C$  = 死荷重、活荷重、衝撃、遠心荷重及溫度の變化より生ずる壓力

$C'$  =  $C$  + 縦荷重及横荷重より生ずる壓力

$A$  = 總斷面積

$\sigma_c$  = 許容壓應力

とせば

$$A \leq \frac{C}{\sigma_c} \dots\dots\dots (5)$$

$$\left. \begin{aligned} A &\leq \frac{C'}{\sigma'_c} \\ \sigma'_c &= 1.25 \sigma_c \left\{ \begin{array}{l} \text{縦荷重及横荷重の孰れかを加算する場合} \\ = 1.40 \sigma_c \left\{ \begin{array}{l} \text{縦荷重及横荷重を同時に加算する場合} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

$$\frac{l}{i} \leq 100 \sim 120 \text{ 主要抗壓材} \dots\dots\dots (7)$$

$$\frac{l}{i} \leq 120 \sim 150 \text{ 對風構}$$

#### (3) 軸應力並に彎曲應力。

$M$  = 死荷重、活荷重、衝撃、遠心荷重及溫度の變化より生ずる彎曲率

$M'$  =  $M$  + 縦荷重及横荷重より生ずる彎曲率

$W$  = 斷面率 (Section modulus)

とせば

$$\left. \begin{aligned} \frac{T}{A_i} + \frac{M}{W} &\cong \sigma_t \\ \frac{T'}{A_i} + \frac{M'}{W} &\cong \sigma'_t \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{C}{A} + \frac{M}{W} &\cong \sigma_c \\ \frac{C'}{A} + \frac{M'}{W} &\cong \sigma'_c \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

(4) (a) 張應力及壓應力が交番する部材に於ては大なる斷面積を與ふる方を探る。

(b) 交番應力がワーレン・トラスの斜材に於けるが如く列車の通過中に起るときは、 $S$  を  $T$  と  $C$  の内小なる應力とすれば

$$\left. \begin{aligned} T + \frac{S}{2} \\ C + \frac{S}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

部材は (10) 式の應力を受くるものとして斷面積を計算し其の内大なる方を用ふる。

(c)  $D$  を死荷重應力、 $L$  を活荷重應力とし、 $D$  と  $L$  とが反對の性質を有するときは

$$L - \frac{2}{3}D \text{ (或は } L - 0.7D) \dots\dots\dots (11)$$

を以て其の部材の應力と爲す。

2. 設計上の要件

- (1) 各部は成る可く簡單ならしむる。
- (2) 構造物の強度は其の最弱點に依り定まるから各部の強度を一定となす。
- (3) 強度の外に剛度を保たしむる。
- (4) 已むを得ざる箇所の外總て對稱となし、鋸の配列の如きに至るまで此の原則に従はしむる。
- (5) 各部は検査、掃除及塗工に便なる様設計する。
- (6) 水溜を生ずるが如き穴及窪みには、水抜きを設けるか又は水密劑を填充する。
- (7) 塵埃の溜るが如き部分を造らない。
- (8) 總ての主要材の中立線は、計算に用ひた構の系統線 (System line) と一致せしめ、格點に於ては總て一點に會せしむる。此の條件が満足されざる場合は、偏心のため生ずる彎曲率を加算する。

- (9) 密閉せる斷面又は密な綾構 (Lacing) を用ひてはいけない。
- (10) 成る可く山形鋼又は連結鋸を用ひずして直結 (Direct connection) をなし得る様な斷面を選ぶ。
- (11) 鐵道橋の吊材及ピン構 (單線の場合) の下弦の兩端各二格間宛の部材は剛性のものとなす (アイバーを用ひない)。
- (12) 對材は成る可く剛性部材となす。
- (13) 溝形鋼の最小斷面は次の通りとす。

主要材	横 構
250 mm	200 mm
200 " (徑間小なるとき)	—
200 "	150 mm
150 " (徑間小なるとき)	—

鐵道橋 }  
道路橋 }

(14) 抗壓材は成る可く次の如くする。

$$\frac{l}{i} \cong 30 \sim 40 \quad \text{弦材}$$

$$\frac{l}{i} \cong 60 \sim 70 \quad \text{腹材}$$

- (15) 部材の連結は該部材の全強に依り設計し、山形鋼には三箇以上、平鋼には二箇以上の鋸を用ふる。
- (16) 鋸結の抗張材では純斷面積は總斷面積の 80% 以上となす。
- (17) 鋸打ちに差支ない様最小鋸距を定むる。
- (18) 交番應力を生ずる剛性對材 (Rigid counter) は成る可く弦に鋸結する。
- (19) 填隙、床張等に使用する材料を除いては、總ての材料の厚は 9mm 以上となす。著しき腐蝕作用を受くる材料は厚を増し、又は腐蝕に對し特別の保護をなす。
- (20) 蓋鋸を有しない桁竝に集成部材に於ける突縁山形の厚は、突出せる脚の長の 0.08 倍以上となす。
- (21) 壓力を受くる山形の外突出脚の幅は (鋸に依り補強さるゝ箇所を除く)、鋸桁突縁及軸應力を傳ふる主なる部材に於ては厚の 12 倍、綾構及其他の二次的部材に於ては厚の 16 倍を超過してはならない。
- (22) 抗壓材に於ては鋼を腹鋸と突縁に集中する。腹鋸の厚はそれと突縁とを緊結する鋸線間

の距離の 1/30 より大きくし 蓋板の厚は之を突縁に連結する鉄線間距離の 1/40 より小ならしめない。但し板の厚の 40 倍を超ゆる鉄線間の板の幅を 應力に抵抗しないものとするときは最小 1/50 とすることが出来る。

- (23) 抗壓材の開放した側には格構 (Lattice) を用ひ、部材の両端に近く綴板 (Tie plate) を用ひ、其の長は夫と突縁とを繋結する鉄線間の距離より大にし、又格構が出来ない中間の箇所にも綴板を用ひ、其の長は鉄線間の距離の 1/2 より大きくする。綴板の厚は鉄線間の距離の 1/50 より小ならしめない。
- (24) 總て部材の鉄接合は張力を受くる場合も、壓力を受くる場合も部材の全強に依つて之を添接する。但し抗壓材の衝頭接合に限り該部材の全強の 75% の力に依ることが出来る。
- (25) 添接は出来得る限り格點に近く設くる。而して普通應力の小なる格點の側に置く。
- (26) 總ての橋桁は其の長 1m に付 1mm 伸縮し得る装置をなし、其の一端は固定するを要す。
- (27) 添接板を間接に使用する場合には、鋼板一枚距つる毎に所要鉄数を 30% 宛増加する。
- (28) 集成断面の抗張材の設計細目は集成断面の抗壓材に準ずる。
- (29) 連結せらるゝ部材間に填材が介在する場合の填材の厚が 10mm 以上なるときは所要鉄数を 50% 増加し、其の厚 10mm 未満のときは 2mm 減ずる毎に其の増加率を 10% づつ減ずるものとする。
- (30) 縦桁の連結用山形鋼の厚は成る可く 12mm 以上となして横桁の腹板に鉄結する。
- (31) 橋端に於て縦桁を直接石工上に置く場合には、縦桁の端に近く對傾構を設け且つ主桁と連結する。

### 第三節 單構の細目

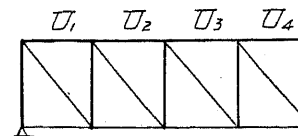
#### 1. 鉄結構 (Riveted truss) の部材断面

(1) 弦断面。格點を剛性結合する場合には弦断面が高い程副應力が大きくなるから、弦の高は必要以上に大きくしてはいけない。然し所要断面の大部分は弦の腹板に集中するから、格點の構成を平易にするためにも、又厚くて低い腹板を鉛直面内に集むることは鉄結を困難ならしむるを以て、之を避くるためにも弦の高は餘り低きに過ぎない方がよしい。依て弦の高は大體次式より見出さるゝ。

$$h = l - \frac{l^2}{400} \dots\dots\dots (12)$$

式中  $l$  は支間 (m),  $h$  は弦の高さ (cm) である。

若し繋板を用ひないで腹材を直接弦材に連結する場合には、腹材を連結する所要鉄数を納むるために屢々弦の高を大きく選ぶことがある。部材應力に非常の差があるときは出来るだけ之に適應する断面を選ぶのは當然であるが、美觀の點からは其の高は成る可く同一となし、其の重心線も成る可く一致せしむる。然し水平重心軸に對して非對稱の断面に於ては、重心線の位置が多少喰違ふのは免れ難い。かゝる場合には重心線と系統線とを一致せしむるといふ法則を無視するも、格點に於て喰違ひが出来ない様に各の弦断面を配置する。



第 201 圖

例へば第 205 圖に示す断面は第 201 圖の  $U_1$  乃至  $U_4$  に相當するものであるが、蓋板の下縁と重心線との距離  $a$  は各断面に於て互に異なつてゐるから、其の平均値  $a_m$  を以て總ての上弦材に於ける蓋板の下縁と其の重心線との距離

となす。従て重心線とトラスの系統線とは一致しないから弦材には彎曲率を生ずる。此の彎曲率を小さくするには能ふ限り重心線の高を低くすることが必要である。

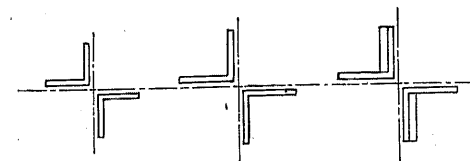
斜材の軸は鉛直材と上記の平均重心線との交點に交らしむるのであるが、隣接せる弦材の重心線の高に著しい差のある場合は、其の兩隣接弦材の平均重心線と鉛直材及斜材の軸が一點に會する様にせば格點に於ける副應力を減少することが出来る。

70×70×9 より小なる山形鋼及 9mm より薄い厚のものを使用してはいけないのと、一般に腹板の高は弦材を通じて同一となし、尙上弦には一枚の蓋板を通しに用ふるので、弦材の断面は屢々部材應力に相當するものより大きく採らなければならない場合がある。

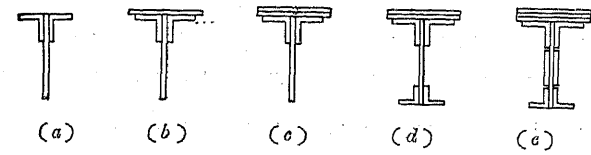
山形鋼の選擇に當つては次の標準に従ふ方がよしい。

支 間 (m)	山形の脚長 (mm)
40 以下	90 ~ 110
40 ~ 60	110 ~ 130
60 以上	130 ~ 200

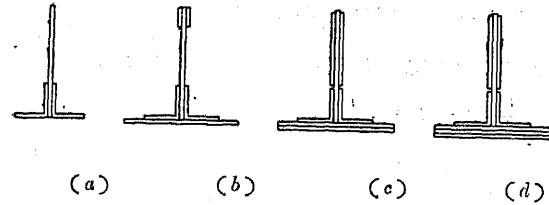
(a) 單腹断面。部材断面が單腹なるときは、上弦(端柱を含む)と下弦とは類似の断面より成るのが普通である。十字形(山形鋼)は何れの軸に對しても比較的慣性率が大きくなるので壓力を受くる部材に適する(第 202 圖)。二山形鋼は二方向に充分の間隔を有するから



第 202 圖



第 203 圖



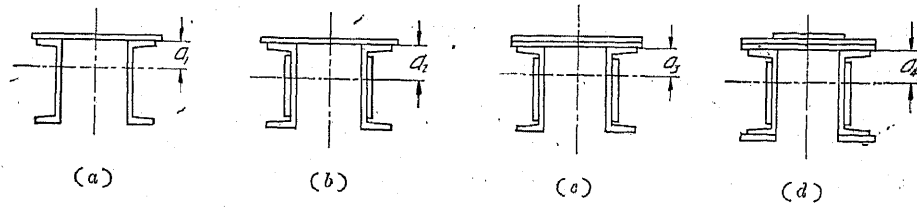
第 204 圖

其の間に繋鉄を挿入することも容易であり、且部材應力の大きい場合には更に大きい断面の山形鋼を用ふるか、又は平鋼に依り之を補強することも出来る。

部材應力が大きくなれば第 203 圖及第 204 圖に示すが如き T 断面が適當である。抗壓材に於ては挫折に對する安全を期するため、第 204 圖の如く平鋼に依り又は第

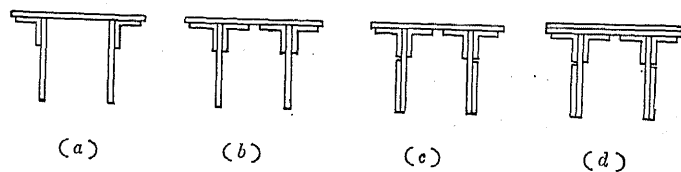
203 圖の如く山形鋼に依り補剛されたる場合を除き、主弦をなす山形鋼より突出せる腹鉄の高は其の厚の 15 倍を超過してはいけない。第 204 圖は下弦の各断面を示してゐる。(c) 及 (d) 圖の底鉄には山形鋼の外側に各一列の鉄線がある。

(b) 双腹断面。此の場合には上弦と下弦とが互に異なつた断面形より成るのが普通である、



第 205 圖

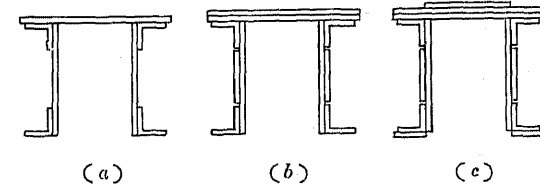
上弦には常に T 断面を用ふるのであるが、最も簡単な形は二溝形鋼と蓋鉄とより成り (第 205 圖 a)、此の基本断面は應力の大小に應じ順次側鉄 (第 205 圖 b)、蓋鉄 (第 205 圖 c) 及溝形鋼の突縁下側に平鋼 (第 205 圖 d) を以て補強することが出来る。



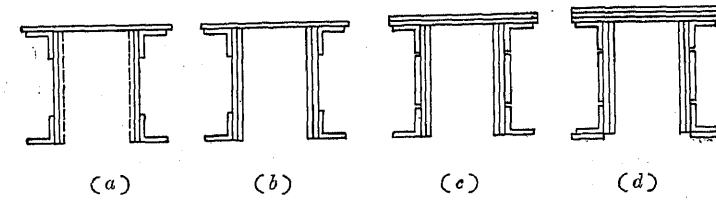
第 206 圖

溝形鋼を以てしては断面に不足を來たす場合には、平鋼と山形鋼とより成る集成断面を用ふる。第 206 圖は其の例であるが只下部の山形鋼がない、此の断面に於ても腹鉄の自由長は其の厚の 15 倍を超過してはいけない。但し自由長は第 206 圖 (a) に於ては腹鉄の下縁より山形鋼の

水平線に至る距離、第 206 圖 (b) に於ては腹鉄の下縁より山形鋼の下縁に至る距離とする。



第 207 圖



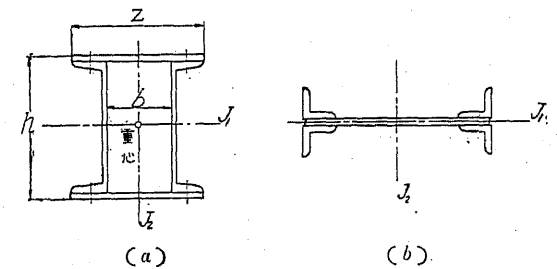
第 208 圖

第 207 圖及第 208 圖は應力が段々と大きくなつたときに用ふる上弦断面である、一般に基本断面の各腹には一枚の腹鉄で充分であるが、第 208 圖は各腹に二枚の腹鉄を用ひし補強断面を示してゐる。何れの断面にも必ず蓋鉄を用ふれば、兩腹鉄を完全に連結し、雨に對する覆となつて腐蝕を防ぐ効果がある。然し一面に於ては蓋鉄を用ひた爲に水平軸に對し断面が非對稱となる。殊にピン構に於ては之がためにピンが中立軸上にない事となつて弦に偏心應力を生ずる。又断面を變化する毎に中立軸の位置も變化する様な諸缺點があるが、是等の缺點を除く手段として山形鋼には上下異なりたるものを用ひ、蓋鉄は挫折を防ぐ範囲内に於て成る可く薄くして、断面の増加は主として山形鋼、腹鉄及側鉄 (Side plate) の増加に依らしむる等の方法を講じて必ず蓋鉄を用ふる。鉄構に於ても弦の断面を變ふるために中立弦の位置の變化を伴ふことは免れないけれども、必ず蓋鉄を用ふる。

抗壓部材の断面は

$$J_2 \cong J_1 \dots\dots\dots (13)$$

ならしむるを要す (第 209 圖)。 $J_1$  は水平軸に對する断面の慣性率、 $J_2$  は鉛直軸に對する断面の慣性率とす。



第 209 圖

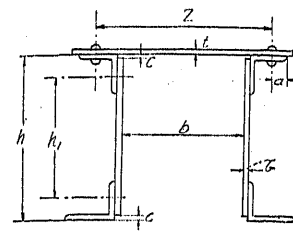
此の條件を満足するためには (a) 圖に於ては

$$b \cong \frac{3}{4} h \dots\dots\dots (14)$$

たるを要し、且つ  $b$  及  $z$  は上弦全體に互り一定となし、最大斷面の鉛直材を收容するに足る値たらしむる。

普通用ふる標準は次の如し (第 210 圖)。

$$\left. \begin{aligned} r &\equiv \frac{1}{30} h_1 \\ t &\equiv \frac{1}{40} z \\ b &\equiv \frac{7}{8} h \\ c &\equiv 6 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (15)$$



第 210 圖

$a$  は山形鋼の鉸線に依つて定まる。

メラン氏の説では

$$\left. \begin{aligned} b &= 12 + 0.5l & l < 65 \text{ m のとき} \\ b &= 25 + 0.3l & l > 65 \text{ m のとき} \\ h &= b + 0.1l \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

シャーパー氏の説では

$$\left. \begin{aligned} b &= h - 0.1l & \text{普通の支間のとき} \\ b &= h - 0.2l & \text{非常に大きい支間のとき} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (17)$$

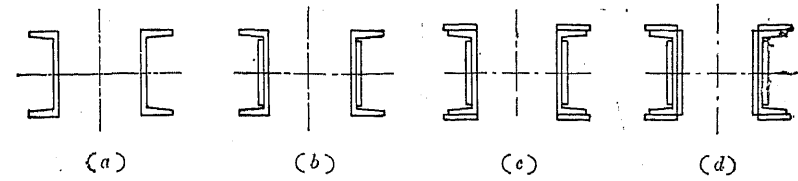
$l$  は支間にして  $m$  で、 $b$  及  $h$  は  $cm$  で表はす、 $h$  の値は (12) 式より見出す。

上路橋に於ては格點以外の箇所にも枕木があるから、上弦には壓應力及彎曲應力を生ずる。其の場合の上弦の深  $h$  は

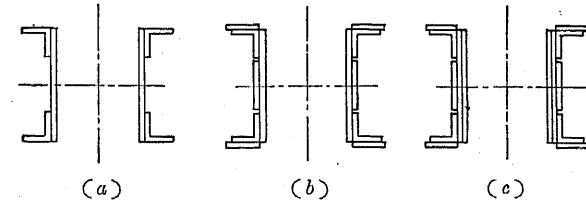
$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{1}{8} p \sim \frac{1}{10} p & \text{鐵道橋} \\ h &= \frac{1}{12} p \sim \frac{1}{15} p & \text{道路橋} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (18)$$

とし、 $p$  は格間長とす。斯の如き場合には必ずしも (13) 式は満足されないのでよし。

徑間の兩端より中央に進むに従つて弦の斷面増加の必要を生ずるが、之は山形鋼、腹板及側板の増加に依つて目的を達するも、なるべく厚いものを數少く用ひて、薄いものを數多く用ふることを避くる。鉸徑が  $22 \text{ mm}$  あるとき穿孔を避けんとせば部片の厚は  $22 \text{ mm}$  以下とし、場合に依つては鑽孔するものとして一層厚いものを用ふるを利益とすることがある。腹板の厚を變ふれば鑽孔の箇所を要する故、若し填材を欲せざる場合には山形鋼又は側板に依つて斷面の増加を圖り、腹板には同一厚を用ふる。



第 211 圖

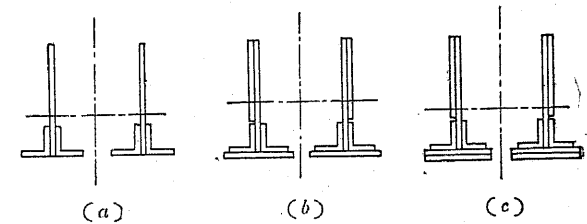


第 212 圖

下弦には第 211 圖及第 212 圖の如く悉く水平重心軸に對して對稱なる斷面が用ひらるゝが、下路橋に於ては横桁を取付くるため溝形鋼若くは集成斷面の内側上部の水平脚を剪斷せねばならない缺點がある。此の缺點を避く

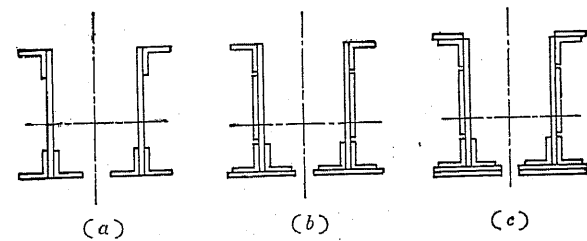
るために第 213 圖が考案された。

特に應力が大きくなつたら第 214 圖の如き斷面が利益である。



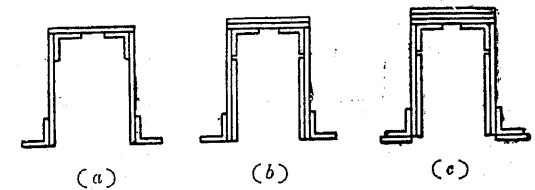
第 213 圖

第 211 圖乃至第 214 圖に示す下弦は、左右の半斷面を連結する水平底板を有せざるが故に、何處にも水の停滯する箇所がない。多くの場合には第 215 圖の如く通し蓋板を以て左右の半斷面を連繫することが望ましいこともある、但し此の斷面では I 形の鉛直材を其の内部に挿入することは不可能である。

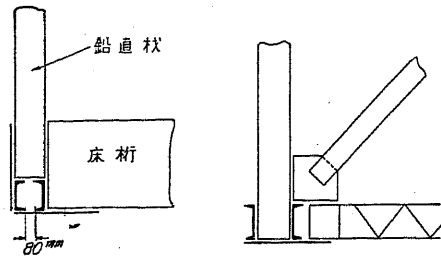


第 214 圖

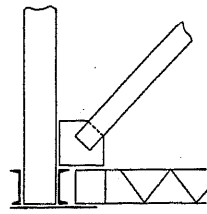
下路橋に於ては下弦の突縁を内側に向くれば床桁の取付に便



第 215 圖



第 216 圖

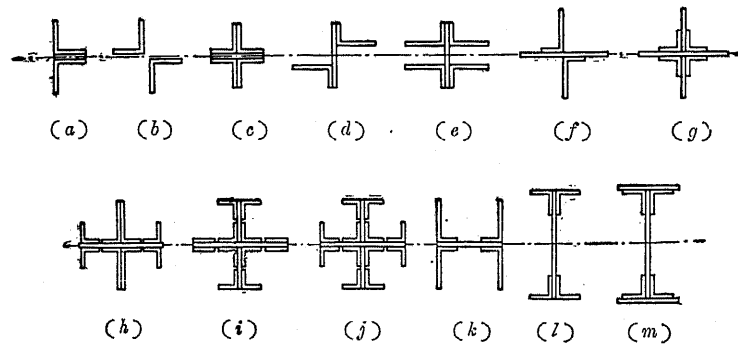


第 217 圖

なるのみならず、綾片も小さいものを用ふことが出来る。此の場合の突縁は 80 mm 以上の純間隔を保たしむる (第 216 圖)。

上路橋に於ては下弦の突縁を外側に向くれば、下横構の取付に便利で又鉛直材は下弦の内側に挿入することが出来る (第 217 圖)。

(2) 腹材断面。腹材は直接又は繋鉄に依り弦腹に連結さるゝから、其の断面積の主要部分は弦腹面内に置く方がよるしい。トラス面内の腹材の幅は副應力を減ずるため其の長の  $\frac{1}{20}$  を超過してはいけない、尙美観のためには腹材は弦材より著しく細長となすことが肝要である。

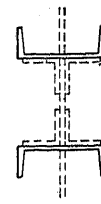


第 218 圖

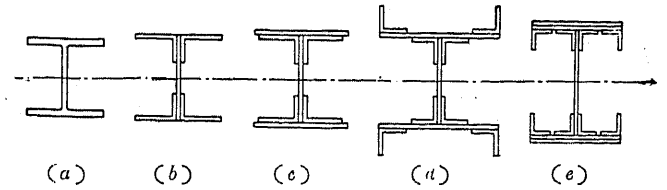
(a) 單腹断面。最も普通に用ひらるゝものは壓力を受くるにも適切な山形鋼を十形に配したものである (第 218 圖 b)。第 218 圖 (a) は形状が小さいから多くの場合に一層好都合の断面である、應力が大きくなれば第 218 圖 (c) 乃至 (i) が適當である。此の場合構軸内にある腹鉄は、繋鉄又は弦腹と衝頭接合となし特別の添接鉄を用ひて緊結する。断面の腹鉄が構面に直角をなすときは (第 218 圖 d, e)、之を裂いて弦まで達せしむる。抗壓材に於ける腹鉄は其の惰性率を増加するに効果がある。

鉛直材に床桁を連結する場合、又はポニイ・トラスの如く主構面に直角に彎曲率を受くる場合には、第 218 圖 (l) 及 (m) の如き断面は主構面に直角の惰性率が大きいのみならず、床桁を腹鉄に取付くるに便利であるから鉛直材に適する。

第 219 圖の  $\square$ -形断面は壓力の大きい部材に適し、第 218 圖の (j) は著大の惰性率を有す



第 219 圖

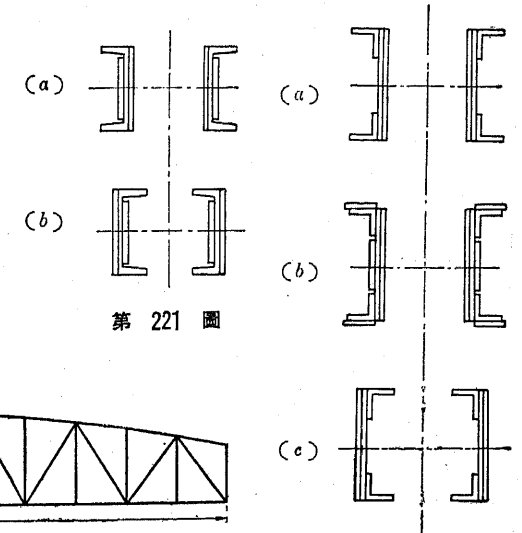


第 220 圖

るので長徑間トラスの第一斜材に使用せらるゝ。

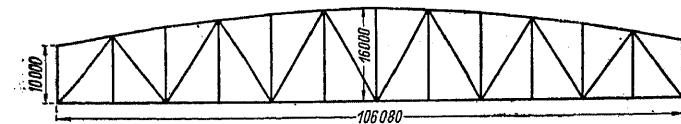
(b) 双腹断面。斜材には第 220 圖 (a) の如き幅の廣い突縁が推奨せらるゝが、狭い突縁の  $\square$  形鋼は其の取付が困難なると抗壓材に於ては腹鉄軸に對する惰性率が小さいので、一般には適當でない、應力が大きくなれば第 220 圖 (b) 及 (c) を用ふるが、抗壓材にありては山形鋼の獨立せる長脚が鉄に依つて補強せらるゝに非ざれば、脚長は其の厚の十二倍を超過してはいけない。尙應力が大きくなれば第 220 圖 (d) 及 (e) を用ふる。

第 221 圖は溝形鋼と腹鉄及側鉄よりなる集成断面であるが、應力が小さい時は二溝形鋼のみで充分である。第 222 圖は

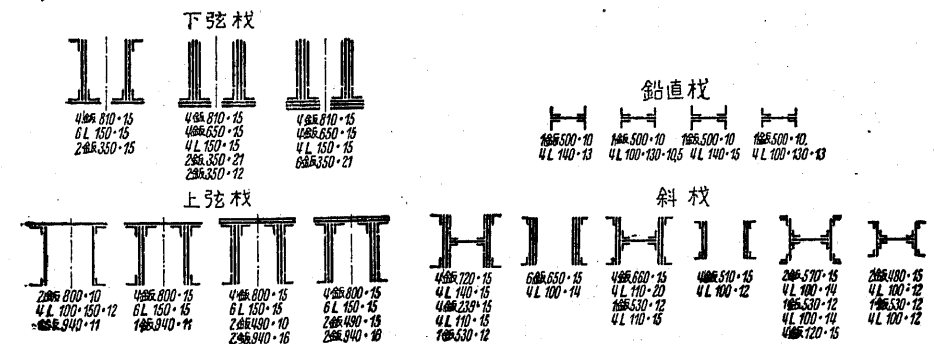


第 221 圖

第 222 圖



第 223 圖

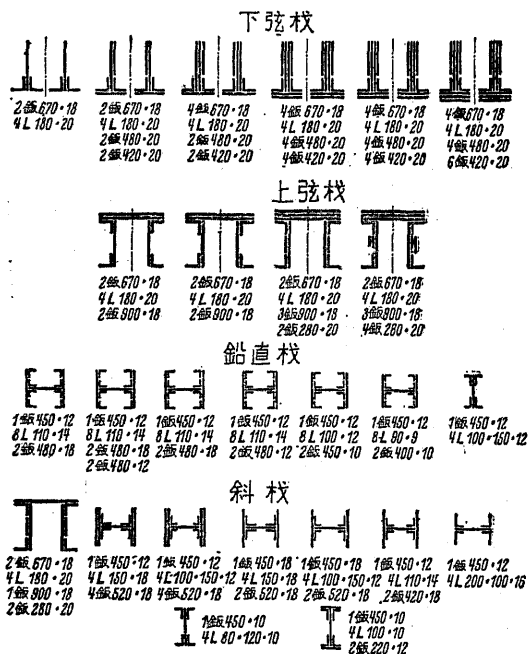


第 224 圖





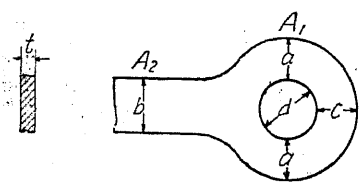
第 225 圖



第 226 圖

2. ピン結構 (Pin-connected truss) の部材断面 本章第二節 2 の (11) に述べたるが如く單線鐵道橋では下弦兩端の各二格間宛は剛性部材となすが、複線鐵道橋及幅の広い道路橋では交差應力なき限り剛性部材を用ひなくてもよい。又單線鐵道橋でも格間數が尠なくて五つ或は六つなるときは、美觀のため全部を剛性部材たらしむることがある。下弦の剛性部材には (1) の節結構と同様の断面を使用するが、非剛性部材にはアイバーを用ふる。

**アイバー (Eye-bar)。** アイバーは眞直で規定の形狀を備へ頭の所で捩れ又は變其の他の缺點を有してはならない。頭は膨徑 (Upsetting)、軋延又は鍛造に依つて造り アイバーを部材に用



第 227 圖

ふるときは相隣接せるもの、表面が接觸しない様に並べてなるべく構面に並行となし、其の水平面に於ける最大傾斜は 1:190 に制限する。アイバーを破壊せし場合頭の所で壊れないで軀體の所で壊れる様な寸法を頭に持たせねばならない。一部材をなせるアイバーの

應力の大きい場合に適し腹板と山形鋼との集成断面である。

端柱には H-形の腹材断面若は C-形の上弦断面を用ふるが、端柱面内に橋門構を設くる時は、H-形の方が C-形よりも風壓より生ずる彎曲率を受くるのに有利なるのみならず、又端格點を形成するにも容易である。鉛直材には斜材と同様に I 形を用ふる。

(c) 實例。第 223 圖及第 224 圖はルールオルトの下流のライン河に架した、複線鐵道橋の曲弦ワーレン・トラス及其の部材断面、第 225 圖及第 226 圖は伯林の複線高架循環鐵道のバルチモア・トラス及其の部材断面を示してゐる。

數は偶數となして構の中心線に對し對稱に並べる。第 227 圖に於て a の所の斷面積を A<sub>1</sub>、b の所の斷面積を A<sub>2</sub>、アイバーの幅を b、厚を t、眼孔の直徑を d とせば、其の比率は第 4 表の通りである。

第 4 表

軋 延 せ し も の			鍛 造 せ し も の	
$\frac{d}{b}$	$\frac{A_1}{A_2}$	$\max \frac{t}{b}$	$\frac{A_1}{A_2}$	$\max \frac{t}{b}$
0.67	1.50	0.21	1.33	0.21
0.75	1.50	0.25	1.33	0.25
1.00	1.50	0.38	1.50	0.38
1.25	1.60	0.54	1.50	0.54
1.33	1.70	0.59	—	—
1.50	1.85	0.70	1.67	0.70
1.75	2.00	0.88	1.67	0.88
2.00	2.25	1.08	1.75	1.08

アイバーの斷面積を求むるには、一部材を成すアイバーの數を n、部材に働く張力を P、アイバーの許容強度を  $\sigma_t$  とせば

$$A_2 = \frac{P}{\sigma_t} = \frac{P}{1200} \dots\dots\dots (19)$$

となる。普通

$$d = \frac{2}{3}b \sim b$$

Winkler :

$$a = \frac{1}{2}b + \frac{1}{3}d$$

$$c = \frac{1}{2}b + \frac{2}{3}d$$

Gerber :

$$a = 0.75b$$

$$c = 0.55b$$

Pencoyd Works Phoenixville Comp. :

$$a = c = 0.665b$$

..... (20)

Baltimore Bridge Comp.:

$$a = c = 0.75b$$

Elisabeth 橋 (Budapest) での実験:

$$d = \frac{2}{3}b \text{ の時}$$

$$a = 0.75b$$

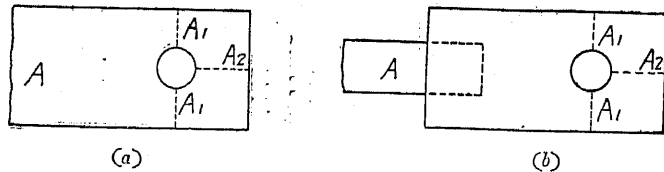
$$c = 0.58b$$

斜材にもアイバーを用ふるが 對材には調整アイバー (Adjustable eye-bar) を用ふる。又正  
方形及圓形のアイバーには屢々耳釘 (Loop) を附する。

亞米利加橋梁會社 (American Bridge Company) の標準は第 5 表及第 6 表の如し。

ピンの直徑は鐵道橋に於ては 130mm, 道路橋に於ては 100mm を最小とする。

徑間の兩端に用ふる剛性部材に於ては, 第 228 圖 (a) の如く



第 228 圖

$$\left. \begin{aligned} 2A_1 &\cong 1.25A \\ A_2 &\cong A \end{aligned} \right\} \text{A. R. E. A. 鐵道橋}$$

$$\left. \begin{aligned} 2A_1 &\cong 1.40A \\ A_2 &\cong A \end{aligned} \right\} \text{A. R. E. A. 道路橋}$$

となすべきも, 幅狭くして此の條件不可能なときは (b) の如くする。何れの場合にも腹板の  
厚がピンの支壓力に對して不足するときは, ピンの附近に於て腹板に相當の板を添加する。之を  
ピン板 (Pin-plate) と云ひ, 少くも一枚のピン板は突縁が許す限り幅廣きものを用ひて山形鋼  
と同側に添加し, ピンより來る壓力を部材の總ての部分に傳達するに足る充分の板數を用ふる。  
尚外側のピン板に於て板を皿形となさんとするときは, 其の厚は 12mm 以上となす。

3. 部材の造成 (1) 單腹断面。運送に際してこの破損を豫防するため, 部材を一體として  
作用せしむるため, 及風壓並に振動に對する抵抗力を増進するためにも, 集成断面の各片は互に



第 229 圖

第 230 圖

第 5 表  
AMERICAN BRIDGE COMPANY STANDARD

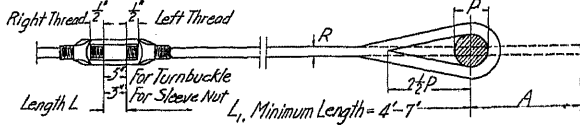
ORDINARY EYE BARS						ADJUSTABLE EYE BARS							
BAR		HEAD				BAR		SCREW NED					
Width, In.	Thick-ness.		Dia. D, In.	M.I.X. Pin		Width, In.	Min. Thickness, In.	Dia. U, In.	Excess Upset Over, Bar, %	Length M, In.	Add. Ma-terial B		
	Max. In.	Min. In.		Dia. In.	Excess Head Over Bar %						For Ordering Bar, Ft. & In.	For Figuring Weight of Bar, Ft. & In.	For Ordering Bar, In.
2	1	1/2	4 1/2	1 3/4	—	9-10 1/2	0-7	*5/8	1 3/4	39.6	4	12	8
			5 1/2	2 3/4	37.5	1-2 1/2	0-11	7/8	1 7/8	36.6	4 1/2	12	7 1/2
			*6 1/2	3 3/4	—	1-7 1/2	1-4	7/8	2	31.4	4 1/2	11	7 1/2
2 1/2	1	5/8	6	2 1/2	—	1-1 3/4	1-10	*3/4	2 1/8	41.2	4 1/2	12	8
			7	3 1/2	40.0	1-5 3/4	1-2	7/8	2 1/4	38.1	5	12	8
			*8	4 1/2	—	1-10 3/4	1-7	1	2 3/8	36.7	5	12	7 1/2
3	1 1/2	5/8	7 1/2	3 1/4	—	1-4 1/2	1-1	*3/4	2 1/4	34.3	5	12	7 1/2
			8 1/2	4 1/4	+1.7	1-9 1/2	1-5	7/8	2 1/2	41.6	5 1/2	13	9 1/2
			*9 1/2	5 1/4	—	—2 1/2	1-10	1	2 1/2	23.9	5 1/2	13	8 1/2
4	1 3/4	7/8	10	4 1/2	—	1-9	1-6	*3/4	2 1/2	23.9	5 1/2	13	8 1/2
			11	5 1/2	37.5	2-3	1-10	7/8	2 3/4	32.0	5 1/2	11	7 1/2
			*12	6 1/2	—	2-8	2-2	1	3	35.7	6	13	8 1/2
5	2	1	12	5 1/4	—	1-10 1/2	1-8	*3/4	2 7/8	36.2	6	12	8
			13 1/2	6 3/4	35.0	2-6	2-2	7/8	3	24.1	6	11	7
			*15	8 1/4	—	3-3	2-9	1	3 1/4	30.2	6 1/2	12	8
6	2	1	14	5 3/4	—	2-1	1-10	*3/4	3 1/2	34.2	7	13	8 1/2
			14 3/4	6 1/2	37.5	2-4	2-1	1 1/8	3 1/2	34.2	7	13	8 1/2
			*16 1/2	8 1/4	—	3-2	2-8	1 1/4	3 3/4	38.3	7	14	9
7	2	1	16 1/2	7	—	2-4 1/2	2-2	*1	3 1/2	25.8	7	12	7 1/2
			17 1/2	8	35.7	2-11	2-6	1 1/8	3 3/4	28.0	7	12	8
			*18 1/2	9	—	3-4	2-11	1 1/4	4	33.2	7 1/2	13	8 1/2
8	2	1 1/8	18	7	—	2-5 1/2	2-3	1 1/8	4 1/4	37.3	8	14	9 1/2
			19	8	37.5	2-9 1/2	2-6	*1 1/8	4	26.9	7 1/2	12	8
			*20	9	—	3-4	2-11	1 1/4	4 1/4	29.5	8	13	8 1/2
9	2	1 1/8	21	7 1/2	38.9	2-8 1/2	2-6	1 3/8	4 1/2	32.4	8 1/2	14	9
			*22	9 1/2	—	3-4 1/2	3-1	1 1/2	4 3/4	35.4	8 1/2	14	9 1/2
			23 1/2	9	—	3-2 1/2	2-10	*1 1/8	4 1/4	25.9	8	12	8
10	2	1 1/4	24	10 1/2	35.0	3-9	3-3	1 1/4	4 1/2	27.4	8 1/2	13	8 1/2
			*25	11 1/2	—	4-1	3-7	1 3/8	4 3/4	29.3	8 1/2	13	8 1/2
			26 1/2	10	—	3-4	3-3	1 1/2	5	31.4	9	14	9
12	2	1 3/4	28	11 1/2	37.5	4-2	3-8	1 5/8	5 1/4	35.2	9 1/2	15	10
			*29 1/2	13	—	4-8	4-1	1 3/4	5	31.4	9	14	9
			31	12	—	3-11	3-9	1 3/4	5 1/4	35.2	9 1/2	15	10
14	2	1 1/2	33	14	35.7	4-7	4-4	1 3/4	5 1/4	35.2	9 1/2	15	10
			*34	15	—	5-5	4-8	1 5/8	5 1/4	35.2	9 1/2	15	10
			36	14	37.5	4-7	4-5	1 3/4	5 1/4	35.2	9 1/2	15	10
16	2	1 7/8	37 1/2	16	34.4	4-11	4-10	1 7/8	5 1/4	35.2	9 1/2	15	10
			*37 1/2	16	34.4	4-11	4-10	1 7/8	5 1/4	35.2	9 1/2	15	10

Bars marked \* should only be used when absolutely unavoidable.  
Deduct Pin Holes when figuring weight.

Bars marked \* should only be used when unavoidable.  
Minimum length of shortend from center of Pin to end of screw 6'-6", preferably 7'-0"  
Thread on short end to be left hand.  
Deduct Pin Holes when figuring weight.  
For 14" Bars, 33" Head, over 1'-3 3/4" thick add 4'-5 1/2"

第 6 表

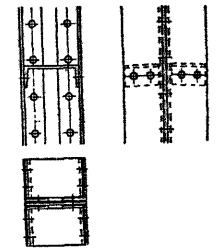
AMERICAN BRIDGE COMPANY STANDARD



Diam. of Pin P.	Diameter or Side "R" of Rod in Inches.											
	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	
1 1/8	0-9 1/2	0-10	0-11	0-11 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-
1 1/4	0-10	0-10 1/2	0-11 1/2	1-0	1-1	-	-	-	-	-	-	-
1 1/2	0-11	0-11 1/2	1-1 1/2	1-1	1-2	1-2 1/2	-	-	-	-	-	-
1 3/4	1-0	1-1 1/2	1-1 1/2	1-2	1-3	1-3 1/2	1-4 1/2	1-5	1-6	-	-	-
2	1-1	1-1 1/2	1-2 1/2	1-3	1-4	1-4 1/2	1-5 1/2	1-6	1-7	1-7 1/2	1-8 1/2	-
2 1/4	1-2	1-3	1-3 1/2	1-4 1/2	1-5	1-5 1/2	1-6 1/2	1-7	1-8	1-8 1/2	1-9 1/2	-
2 1/2	1-3	1-4	1-4 1/2	1-5 1/2	1-6	1-7	1-7 1/2	1-8	1-9	1-9 1/2	1-10 1/2	-
2 3/4	1-4	1-5	1-5 1/2	1-6 1/2	1-7	1-8	1-8 1/2	1-9 1/2	1-10	1-11	1-11 1/2	-
3	1-5	1-6	1-6 1/2	1-7 1/2	1-8	1-9	1-9 1/2	1-10 1/2	1-11	2-0	2-0 1/2	-
*3 1/4	1-6	1-7	1-7 1/2	1-8 1/2	1-9	1-10	1-10 1/2	1-11 1/2	1-0	2-1	2-1 1/2	-
3 1/2	1-7 1/2	1-8	1-8 1/2	1-9 1/2	1-10	1-11	1-11 1/2	2-0 1/2	2-1	2-2	2-2 1/2	-
*3 3/4	1-8 1/2	1-9	1-10	1-10 1/2	1-11	2-0	2-0 1/2	2-1 1/2	2-2	2-3	2-3 1/2	-
4	1-9 1/2	1-10	1-11	1-11 1/2	2-0 1/2	2-1	2-2	2-2 1/2	2-3	2-4	2-4 1/2	-
*4 1/4	-	1-11	2-0	2-0 1/2	2-1 1/2	2-2	2-3	2-3 1/2	2-4 1/2	2-5	2-6	-
4 1/2	-	2-0	2-1	2-1 1/2	2-2 1/2	2-3	2-4	2-4 1/2	2-5 1/2	2-6	2-7	-
*4 3/4	-	2-1	2-2	2-2 1/2	2-3 1/2	2-4	2-5	2-5 1/2	2-6 1/2	2-7	2-8	-
5	-	2-2 1/2	2-3	2-3 1/2	2-4 1/2	2-5	2-6	2-6 1/2	2-7 1/2	2-8	2-9	-
*5 1/4	-	-	2-4	2-5	2-5 1/2	2-6	2-7	2-7 1/2	2-8 1/2	2-9	2-10	-
5 1/2	-	-	2-5	2-6	2-6 1/2	2-7 1/2	2-8	2-9	2-9 1/2	2-10	2-11	-
*5 3/4	-	-	2-6	2-7	2-7 1/2	2-8 1/2	2-9	2-10	2-10 1/2	2-11 1/2	3-0	-
6	-	-	2-7	2-8	2-8 1/2	2-9 1/2	2-10	2-11	2-11 1/2	3-0 1/2	3-1	-
6 1/4	-	-	2-9	2-9 1/2	2-10 1/2	2-11	3-0	3-0	3-1 1/2	3-2	3-3	-
6 1/2	-	-	2-10	2-10 1/2	2-11 1/2	3-0	3-1	3-1 1/2	3-2 1/2	3-3	3-4	-
*6 3/4	-	-	2-11	3-0	3-0 1/2	3-1	3-2	3-2 1/2	3-3 1/2	3-4	3-5	-
7	-	-	3-0	3-1	3-1 1/2	3-2 1/2	3-3	3-3 1/2	3-4 1/2	3-5	-	-

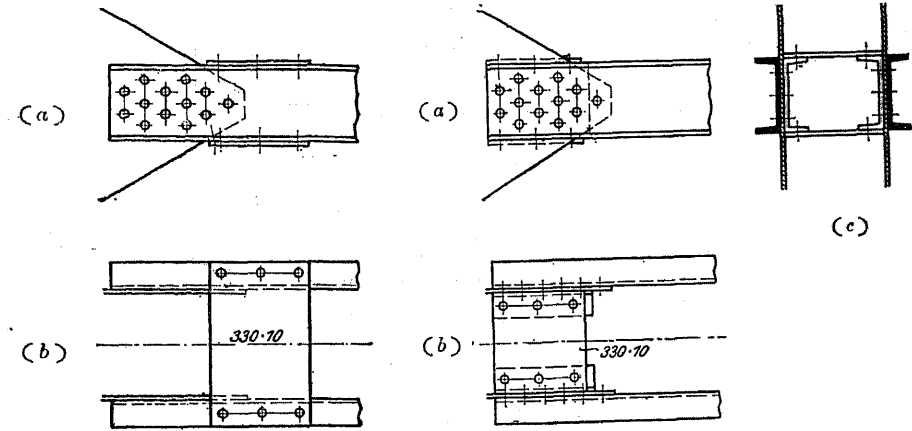
Pins marked are special, Maximum shipping length of "L" = 35 feet.

完全な結合を必要とする。十字形山形鋼は抗壓材の場合には第 229 圖及第 230 圖の如く、二山形鋼間に平鋼を挟み各山形鋼に少くも二本の鉄を以て緊結する、抗張材の場合には山形鋼の大きさに應じ 1~2 m 間隔に此の方法を施工する。第 218 圖 (i) の如き断面を抗壓材として用ふるときは、山形鋼の獨立せる長脚の長が其の厚の 12 倍を超過する場合には、挫折抵抗を増すため第 231 圖の如く溝形鋼に依り之を補強する。尚排水を良くする目的で其の溝形鋼に幾分傾斜を附する方がよろしい。



第 231 圖

(2) 双腹断面。集成断面を有する抗壓材の各釘を連結するには

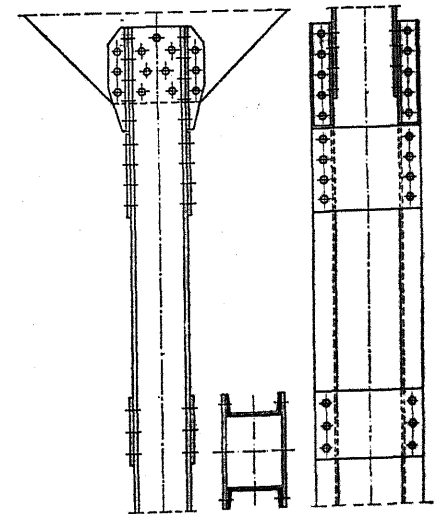


第 232 圖

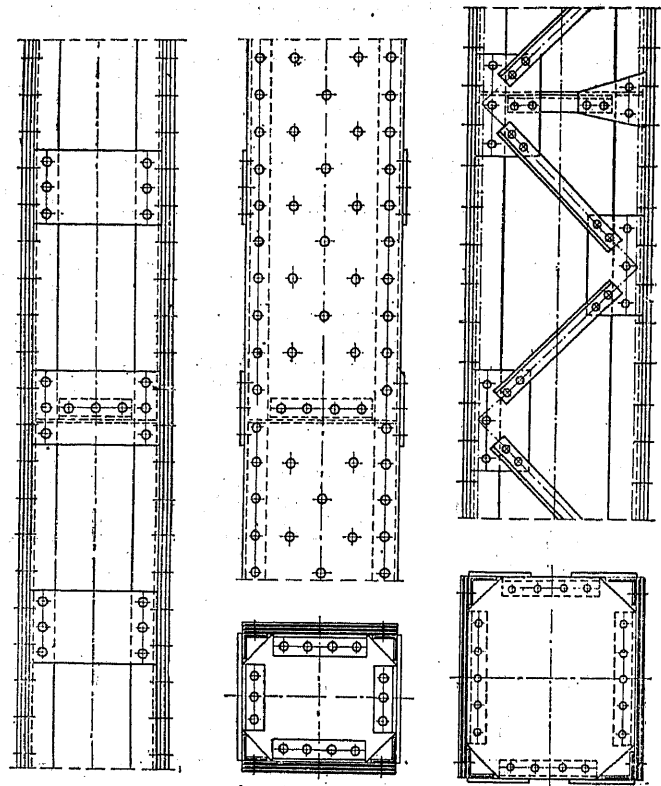
第 233 圖

綴釘及綴釘を用ふる。綴釘は部材端に於ては第 232 圖の如く綴釘の外側に置くが、第 233 圖の如く綴釘の内側に置く方が一層よろしい。

第 234 圖及第 235 圖は綴釘で緊結した抗壓材を示してゐる。綴釘に用ふる鉄数は各側に少くも二本、出来るなら三本とする。部材軸に沿ふて部材を緊結するに要する長は兩形鋼の間隔より小さくてはいけない、鉄は各形鋼に對し三本以上を用ふる (第 234 圖)。重要な部材には其の長の三分一點に隔釘を併用して腹釘及綴釘に連結する (第 235 圖)。此の場合には水溜りを生ずる虞のない様にならなければならない。



第 234 圖

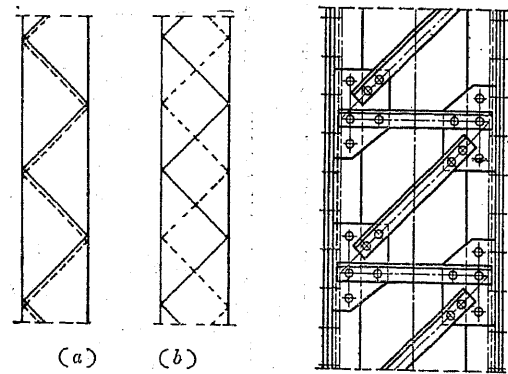


第 235 圖

第 236 圖

綴鋸を用ふることが不經濟なる場合、及大きくて重要な部材には綾釘を用ふるが、此の時にも其の長の三分一點には少くも隔鋸を併用し、部材端には特に強く長い綴鋸が必要である。

綾綴には第 236 圖の如く單に斜材だけで垂直材のないものと、第 238 圖の如きプラット形、第 239 圖の如きワーレン形がある。第 236 圖の形は第 237 圖 (a) の如く兩側共互に平行せるものと

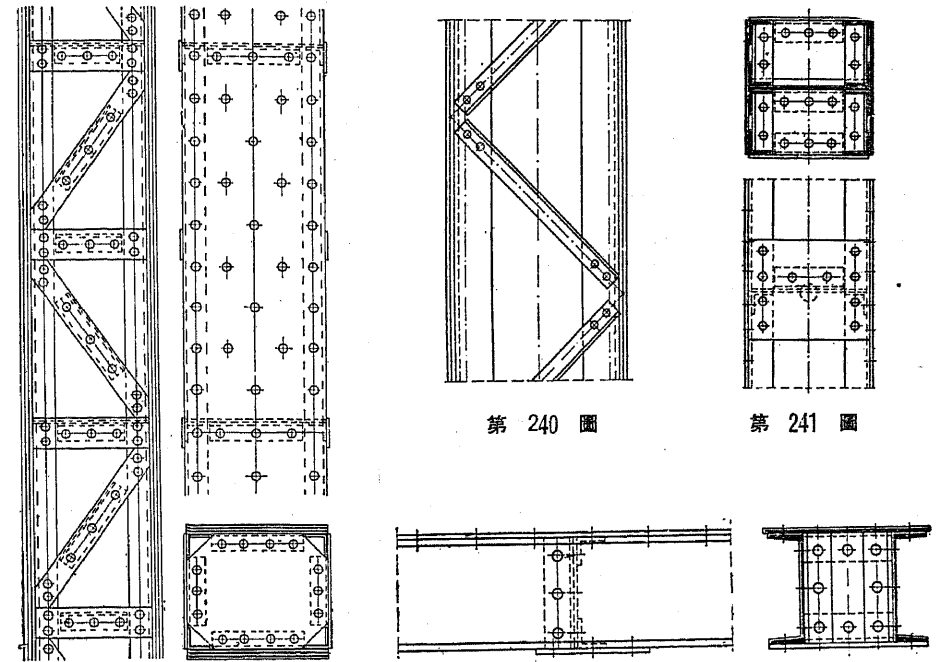


(a) (b)

第 237 圖

第 238 圖

第 237 圖 (b) の如く兩側互に交叉せるものと二種類に區別さるゝ。綾綴の斜材及垂直材は少くも二本の鋸に依り各形鋼と連結する。斜材取付のための繋鋸を省くには、斜材系統線の交點を弦の系統線より幾分外側に置けばよろしい (第 240 圖)。綾綴の斜材が壓力を受くる場合には剛性を有せしめねばならない。綾釘は山形鋼、山形鋼を鋸



第 240 圖

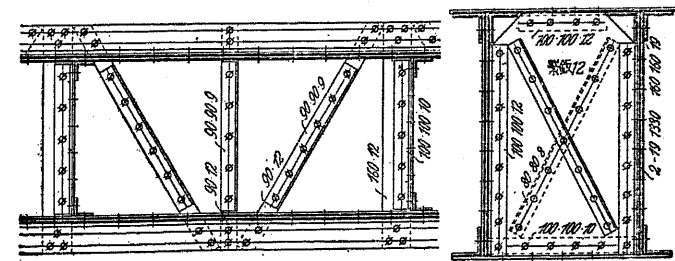
第 241 圖

第 239 圖

第 242 圖

結せし平鋼 (第 239 圖)。又小さい力を受くる部材では溝形鋼より成る。山形鋼を用ふるときは一方の脚を外側に向ける方が取付に便利であるが、如何にも不安に見ゆる故往々其の脚を内側に向け形鋼との連結箇所では之を剪斷する方法もある。

工形及 H 形断面を有する抗壓材に於ては、少くも其の長の三分一點には綴鋸及隔鋸を併用する。第 241 圖は H 形断面に對する此の種の例を示してゐる。第 242 圖は工形上弦断面に於ける綴鋸及隔鋸取付を示すのであるが、断面が大きくなれば尙一層複雑となる。第 243 圖はライン橋上弦材の組合せを示す。隔鋸の外に下部突縁を連結するに綾釘を用ひ、弦の兩端には厚い

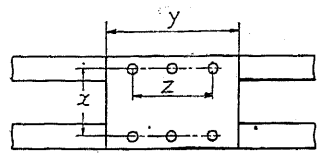


第 243 圖

綴釘を以てし、隔釘は ×-形の山形鋼に依り補強してある。

(3) 綴釘 (Tie Plate, Batten Plate)。

主要材両端の綴釘



$$\left. \begin{aligned} y &\equiv x && \text{鐵道省} \\ t &\equiv \frac{1}{50} x && \text{A.R.E.A.} \\ z &\equiv 1\frac{1}{4} x \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (21)$$

第 244 圖

主要材中間の綴釘

$$\left. \begin{aligned} y &\equiv \frac{1}{2} x && \text{鐵道省} \\ t &\equiv \frac{1}{50} x && \text{A.R.E.A.} \\ z &\equiv \frac{3}{4} x \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (22)$$

横抗壓材 (Lateral strut) 及主要ならざる部材に於ては

$$y \equiv \frac{3}{4} x \quad \text{A.R.E.A.} \quad \dots\dots\dots (23)$$

集成断面より成る抗張材にも綴釘又は両端綴釘と綾釘とを併用する。

$$\left. \begin{aligned} \text{両端の綴釘} & z \equiv 1\frac{1}{4} x \\ \text{中間の綴釘} & z \equiv \frac{9}{16} x \end{aligned} \right\} \text{A.R.E.A.} \quad \dots\dots\dots (24)$$

何れの場合にも綴釘間の純間隔は 1m を超えてはいけない。

上式中  $x$  は綴釘の釘線間の距離、 $y$  は綴釘の長さ、 $t$  は綴釘の厚とす。

(4) 綾釘 (Lacing bar) 。綾釘は部材の各部を連絡して一體となし、彎曲に基く剪力と斜剪力とに抵抗するものにして、綾釘の代りに之と同一強度を有する形鋼を用ふることもある。

$$\left. \begin{aligned} \text{綾釘の厚} & t \equiv \frac{1}{40} c \quad \text{單綾綴 (Single lacing)} \\ & t \equiv \frac{1}{60} c \quad \text{複綾綴 (Double lacing)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (25)$$

式中  $t$  は綾釘の厚、 $c$  は綾釘の両端に於ける釘の中心間距離とす。

$$\left. \begin{aligned} \text{綾釘の幅} & d = 22 \text{ mm} \text{ なる} \text{ とき } b \equiv 65 \text{ mm} \\ & d = 19 \text{ " } \quad b \equiv 57 \text{ " } \\ & d = 16 \text{ " } \quad b \equiv 50 \text{ " } \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (26)$$

式中  $d$  は釘径、 $b$  は綾釘の幅とす。

綾釘を以て釘結する形鋼突縁の幅 65 mm 以上 90 mm 未滿の場合には 19 mm の釘一箇、90 mm 以上 130 mm 未滿の場合には 22 mm の釘一箇、130 mm 以上の場合には 22 mm の釘二箇を用ふる。部材の兩突縁に於ける釘線間の距離 400 mm 以上になるとき、綾釘両端に各一箇の釘を用ふる場合には複綾綴として交點を釘結し、綾釘が部材の軸となす角度は四十五度より大なるを要す。

抗壓材の綾釘は次式により算出したる剪力が、部材と直角に作用するものとして設計する。

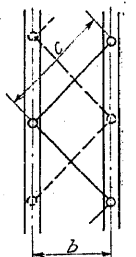
$$Q = \frac{Pl}{4000y} \quad \dots\dots\dots (27)$$

式中  $Q$  は剪力 (kg)、 $P$  は抗壓材の全強 (kg)、 $l$  は柱の長 (cm)、 $y$  は中立軸より縁維に至る距離 (cm) を表はす。

蓋釘を使用せる場合には上式の半分の剪力が作用するものとする。

綾釘の應力を  $S$ 、釘線間の距離を  $b$  とせば (第 245 圖)

$$\left. \begin{aligned} S &= \frac{Q}{2} \frac{c}{b} \quad \text{單綾綴} \\ &= \frac{Q}{4} \frac{c}{b} \quad \text{複綾綴} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (28)$$

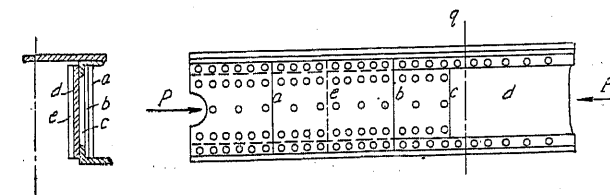


第 245 圖

$S$  は張應力及壓應力として取扱ひ、此の値は抗壓材の兩端より中央に赴くに従つて減ずるも、綾釘の寸法は總て同一となす。

亞米利加橋梁會社の標準は第 7 表、鐵道省の標準は第 8 表の如し。

(5) ピン釘。抗壓材の端がピンにあたる時はピンに對する支壓力を増加するため、ピン孔の周圍をピン釘を以て補強する必要がある。ピン釘はピンより受くる應力を部材に均一に傳達し得る様に釘結せねばならない。ピン孔に於てはピンより釘に傳はる壓力は釘の厚に比例し、部材本體に於ては其の應力が断面に均一に分布するものと假定する。抗壓材に於ては (第 246 圖) ピン

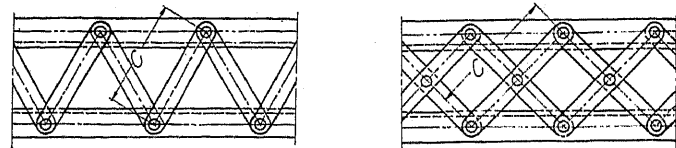


第 246 圖

の受くる壓力  $P$  は腹釘  $d$  と、ピン釘  $a, b, c$  及  $e$  とに、其の各厚に比例して傳はり、夫等各釘の應力が部材の主要部分たる山形鋼及蓋釘に傳はる。

第 7 表

STANDARDS FOR LACING BARS, AMERICAN BRIDGE COMPANY.

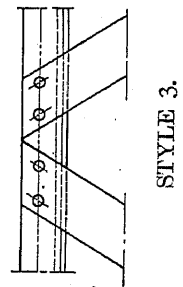


STYLE 1.

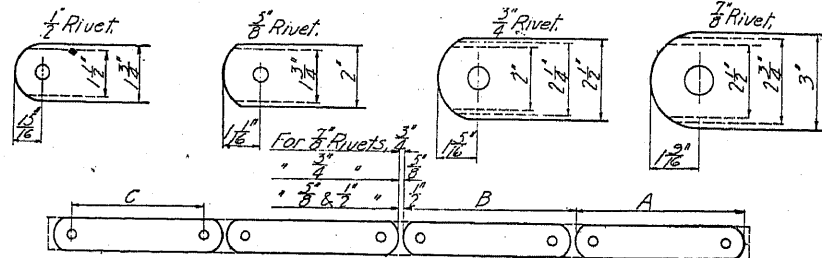
STYLE 2.

Maximum Distance  $C$  in feet and inches for given thickness  $T$  of Bar.

$T$ Thickness of Bars.	Single Lacing		Double Lacing	
	$C = 40 T$	$C = 50 T$	$C = 60 T$	$C = 70 T$
$5/8$ "	2'-1"	2'-7 1/4"	2'-1 1/2"	3'-10 7/8"
$9/16$ "	1-10 1/2"	2-4 1/8"	2-9 3/4"	3-6 3/16"
$1/2$ "	1-8"	2-1"	2-6"	3-1 1/2"
$7/16$ "	1-5 1/2"	1-9 7/8"	2-2 1/4"	2-8 3/16"
$3/8$ "	1-3"	1-6 1/4"	1-10 1/2"	2-4 1/16"
$5/16$ "	1-0 1/2"	1-3 5/8"	1-6 3/4"	1-11 7/16"
$1/4$ "	10"	1-0 1/2"	1-3"	1-6 3/4"



STYLE 3.



Length to be added to Distance  $C$

Width of Bar in Inches.	For finished length $A$				For order length $B$			
	$1/2$ "	$5/8$ "	$3/4$ "	$7/8$ "	$1/2$ "	$5/8$ "	$3/4$ "	$7/8$ "
3				$3 1/8$				$3 7/8$
$2 3/4$				$3 1/8$				$3 7/8$
$2 1/2$			$2 5/8$	$3 1/8$			$3 1/4$	$3 7/8$
$2 1/4$			$2 5/8$				$3 1/4$	
2		$2 3/8$	$2 5/8$			$2 7/8$	$3 1/4$	
$1 3/4$	$1 7/8$	$2 3/8$			$2 3/8$	$2 7/8$		
$1 1/2$	$1 7/8$				$2 3/8$			

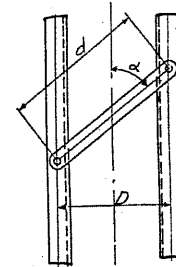
第 8 表  
綾釘の寸法及鉄数

鉄 径 (mm)	綾釘の最小幅 (mm)
22 鉄に對し	65
19 "	57
16 "	50

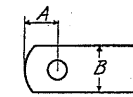
厚さ  $t$  に對する綾釘の許容最大長さ  $d$

單綾釘 $d = \frac{t}{0.025}$	厚 さ $t$ (mm)	複綾釘 $d = \frac{t}{0.016}$
$d$ (mm)	(mm)	$d$ (mm)
240	6	375
280	7	438
320	8	500
360	9	563
400	10	625
440	11	688
480	12	750
560	14	875
600	15	938
640	16	1000
680	17	1063
760	19	1188
800	20	1250

綾釘を鉄結する突縁の幅 (mm)	鉄径 (mm)	鉄数
65 以上 90 未滿	19	1
90 " 130 "	22	1
130 "	22	2



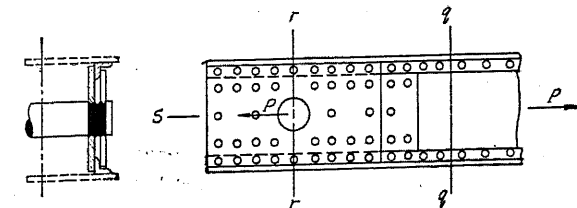
$D \geq 400$  なるときは複綾釘とし  
交點を鉄結すべし。  
 $\alpha$  は  $45^\circ$  より大なるを要す。



$$A \geq \frac{B}{2} + 6$$

から、セクション  $q$  に於ては應力が等分さるゝ。ピン釘を連結するには、第一に其の釘より主要部材に應力を傳ふるに足る充分なる鉄を用ふる事。第二に  $q$  の左側に充分の鉄数を用ひ山形鋼及蓋鉄に應力を傳ふること。第三にピン釘より上下山形鋼に應力を傳ふる際に、腹鉄  $d$  に過度の應力を生じない様にしななければならない。

第 247 圖に於てピンの壓力を  $P$  とし、ピンを切るセクション  $r$  に於て破壊に對する安全を期するには、其のセクションの純斷面積は、



第 247 圖

部材本體の純斷面積より 25% だけ大きくし、ピン孔背部のセクション  $S$  の純斷面積は部材本體の純斷面積と同一となし、ピン鉸の設計には次の假定を爲す。(1) 各鉸の採る應力は其の厚に比例する、(2) セクション  $r$  に於ける應力は斷面に等布する、(3) セクション  $q$  に於ける應力も亦斷面に等布する。是等の條件を満足するためにはセクション  $r$  の左側に充分の鉸を用ひて、ピン鉸の受くる應力を山形鋼に分布してセクション  $r$  に於ける應力を等布ならしめ、又  $r$  の右側に在る鉸にも充分の鉸を用ひて、鉸に於ける殘部の應力を山形鋼に分布する様にすれば、セクション  $q$  の應力も其の斷面に等布することとなる。

4. 部材の継手 斜材には継手を設くること稀である。鉸結抗張弦は何處に継手を設けてもよいが、普通格點の附近で構の兩端の側に、又は應力の小さい側に設くる。添接鉸及鉸數は純斷面に於ける全應力を受くるに足る様充分となし、部材の各部片の應力を継手を挟んだ他の側の之に相當する部片に傳達し得る如く排列する。短徑間では二格間の弦を鉸結したまゝ運搬することがある。

平行弦の抗張弦では接合の完全なる衝頭 (Butting) を保證するに足る仕上げをなし、添接は單に兩部材の位置を保つだけに止むる。

曲弦ピン構に於ては接合の完全な衝頭に信頼すること能はざるが故に、充分なるピン鉸を用ひてピンに衝頭せしむるが、ピン鉸の取付に數多の鉸を要し而も満足な衝頭接合を造ることは困難である。鉸構に於ては衝頭接合を造ることが容易であるから、添接は全應力の 50~75% に對して計算する。歐洲では一般に衝頭に信頼せず、常に全應力に對して計算する。

徑間が大きくなれば、衝頭接合を有効に造つて應力の等布を保證することは困難であるから、製作に最大の正確さを要する。架設中の部材の撓度及構の反りは接合の正しい調整を破るから、衝頭接合として設計せし接合は、足場を取拂ふまでは全部鉸結してはいけない。

第 248 圖は二溝形鋼、二蓋鉸及二側鉸で組立てし上弦材の完全なる継手を示す、溝形鋼、側鉸

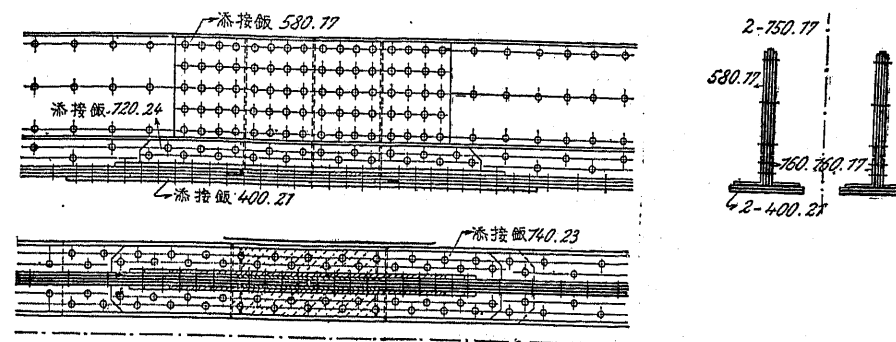


第 248 圖

及下部蓋鉸は同一箇所て繼いであるが、上部蓋鉸の継手のみは之と異なつた箇所て設けるが、兩蓋鉸の継手には共通する一枚の添接鉸を用ひてある。

溝形鋼の腹添接鉸は其の内側に、側鉸の添接鉸は其の外側に、溝形鋼下突縁の添接鉸は其の下部に當てゝある。

第 249 圖は下弦材の継手を示す、二枚の腹鉸 750×17 は同一箇所て繼いで同一寸法 750×17 を有する添接鉸を當て、之に對し二枚の側鉸 580×17、山形鋼 160×160×17、平鋼 120×24 及



第 249 圖

140×23 を用ひてある。

二枚の水平鉸 400×21 の継手は五に異なる箇所て設け、添接鉸 400×21 を以て被覆してある。此の継手は現場にも工場にも適用せらる。

鐵道省規定 第四十四條—總ての部材の鉸接合は、張力を受くる場合と壓力を受くる場合とを問はず、部材の全強に依りて之を添接すべし。但し抗壓材の衝頭接合に限り該部材の全強の七割五分の力によることを得。

第四十八條—ピンにて部材を連結する場合には、其の連結部に於て部材移動せざるの装置を施すべし。

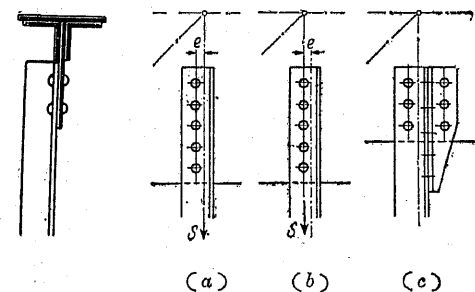
第五十條—添接鉸を間接に使用する場合には、所要鉸數を鋼鉸一枚距つる毎に三割宛増加すべし。

第三十五條—組合せ抗壓材の端に於て主要應力の方向に度りたる鉸距は、該部材の最大幅の一倍半の間は鉸の幹徑の四倍を超過すべからず。

5. 格點の構造

(1) 鉸結構。(a) 總論。部材の中立線は格點に於て相會する様にせねばならない。斜材が L, ⊥ 及之に類する形鋼より成る場合は、其の中立線が構面外に出るから (第 250 圖)、斯様な斷面は主構には許されないが斜構には差支ない。

部材を連結するに要する鉸群の重心は常に部材の中立線上にある様鉸を配列するのを原則とするも、山形鋼の連結に際しては此の原則に従へないから、第 251



第 250 圖

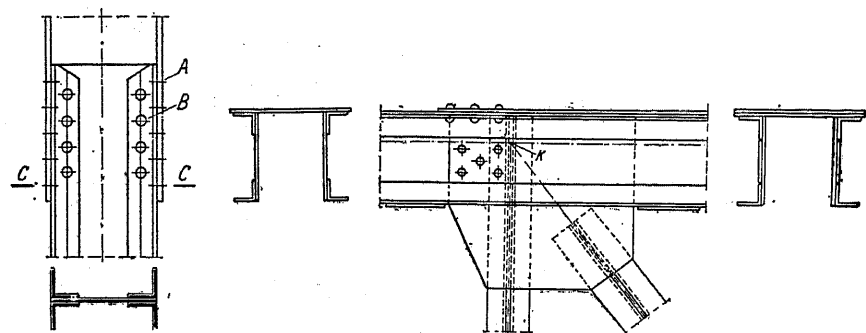
第 251 圖

圖 (a) の如く其の中立線を系統線と一



致せしむれば此の部材には  $Se$  なる彎曲率を生ずる。第 251 圖 (b) の如く鉄線を系統線上に置けば彎曲率が全部材に擴がるから拙劣の方法となる。第 251 圖 (c) の如く山形鋼を側接せしむるのは改善された方法で、左右兩山形鋼を繋結するには計算上必要とする鉄数の一倍半を用ふる。従て其の一部の鉄は繋鉄の外に出て差支ない、側接せし山形鋼と繋鉄とを連結する鉄数は計算上より求めらるゝ數を超過する必要はない。

部材が集成断面よりなり、之を組立つる一部の形鋼に依り繋鉄に連結されたる場合には、部材の如何なる部分にも超過應力の生ずる虞なき様注意を拂はねばならない。例へば四山形鋼と一腹鉄とより組立てられたる部材を、其の外側の繋鉄に連結せんとするときは(第 252 圖)、部材と繋鉄とを連結する  $A$  の鉄だけでは充分でなく、腹鉄と山形鋼とを繋結する  $B$  の鉄も充分に配置しなければならぬ、さもなければ山形鋼はセクション  $C-C$  で過勞するからである。同様の理由に依り第 270 圖の鉛直材の鉄距は繋鉄内に於ては繋鉄外よりも小さい。



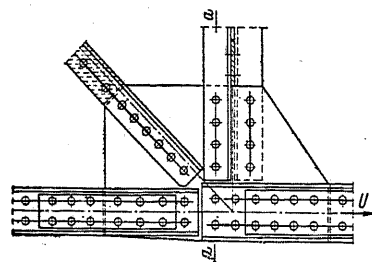
第 252 圖

第 253 圖

弦材に添加せる部分例へば第 253 圖の第二蓋鉄及側鉄は格點  $K$  の手前で完全に連結する。

繋鉄に於ける實際の應力を正確に知ることは至難である。然し繋鉄は重要な構造部分であるから、簡単な假定を置いた計算方法に依るも尙過勞する所のない様にせねばならない。

第 254 圖の如き格點の構造は間違つてゐる、蓋し下弦は格點の所で全く斷續され、加ふるに繋

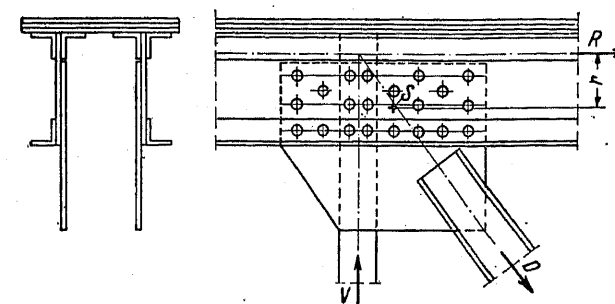


第 254 圖

鉄はセクション  $a-a$  に於て數多の鉄孔に依り著しく弱めらるゝからである。

部材を連結するための鉄群の重心は、其の部材の系統線上になければならないといふ要求は、斜材のみならず弦材にも適用さるゝ。繋鉄は弦材の全高に取付け、弦材の連結用鉄は少くとも上記の要求が略満足さるゝ様に配置する。第 255 圖では上弦が三枚

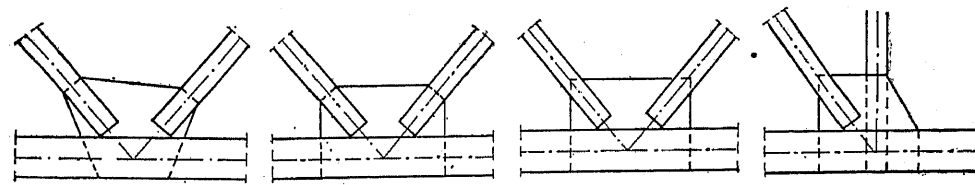
の蓋鉄、一枚宛の腹鉄及内外の山形鋼より組立てられてゐるから、其中立線は断面の上部に位し、繋鉄は内側山形鋼の下端まで届くに過ぎない。従て連結鉄の重心  $S$  は中立線より遙か下方にあるから鉄群は部材力  $R$  のみならず尙彎曲率  $Rr$  を受くるので、斯の如き構造は劣悪なることを示してゐる。偏心  $r$  を出来るだけ小さくするためには、弦材の主断面量を頭部にのみ集めないで、腹部にも分布することが必要である。尙繋鉄は常に弦の全高に鉄結する。其のためには弦断面の許す限り内側山形鋼を用ひない方がよしい。



第 255 圖

繋鉄は弦材及腹材の連結用鉄を收容するに足り、且超過應力を受くることのない様な大きさを保たねばならない、然し繋鉄が大きくなるに従ひ部材を剛結するために生ずる副應力が増加するから、其の寸法は必要以上大となしてはいけない。又繋鉄の大きさを定むる連結用鉄は出来るだけ密接せしむる。

繋鉄は最も簡単な形状となし其の角は剪斷せず、又縁を凹曲線となさず、少くとも二邊は平行せしむる。格點兩側の弦材が一直線をなすときは、腹材間にある繋鉄の縁は弦材の方向に平行とな



第 256 圖

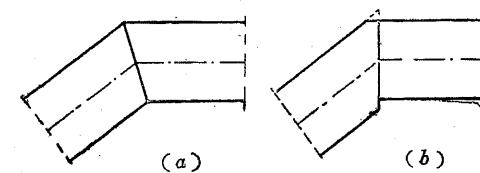
第 257 圖

第 258 圖

第 259 圖

す。第 256 圖の如き形は一般に避くべきで、第 257 圖尙出来れば第 258 圖の如き矩形を選択する。鉛直材を連結するときは繋鉄を鉛直材の縁で剪斷しないで、第 259 圖に示す如く多少餘裕の幅を保たしむれば應力の超過を防ぐことが出来る。

直弦構の場合には格間に繼手を設くることも屢々であるが、曲弦構の場合には少くとも腹鉄は格點で接合する、一般に腹



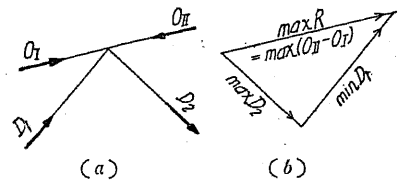
第 260 圖



鋼は縦手の左右に於て其の高が互に相等しいから、之を斜に切斷し交叉角の二等分線上で接合する(第260圖a)のが最も簡單である。然し此の方法は往々鉛直材に用ふる連結鋼のため困難を伴ふことがある。故に鉛直材の中心線上で接合(第260圖b)すれば腹鋼に喰違ひを生ずるから、水平に對しより多く傾いた部材の腹鋼の上部に突出せる部分は切斷し、下部にある角は其の儘とし添鋼(Butt strap)を添加する。

(b) 繫鋼(Gusset plate)の計算。

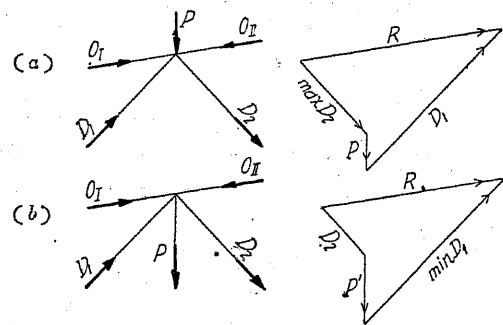
α) 鋼。繫鋼を弦材に連結するに要する鋼の計算に當つては、先づ  $max R$  即ち副材應力より生ずる合成力の最大値を求むる、 $max R$  は格點の左右に於ける弦材應力の差の最大値と同意義で、之を弦材の最大應力の差と混同してはいけない。格點兩側の弦材は直線で二斜材が之に會し外力がないときは、第261圖(a)に於て



第 261 圖

$max R$  は  $D_1$  が最小で  $D_2$  が最大の場合に生ずる合成力となり、且  $O_1$  と  $O_2$  の差に等しい(第261圖b)。

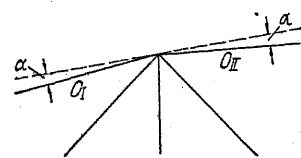
斜材の外に外力が作用する場合(第262圖a)、或は鉛直材のある場合(第262圖b)には種々の載荷位置に依て生ずる



第 262 圖

(c)  $max D_2$  及  $min D_1$  の兩斜材應力の最大値を別々に求むる。先づ  $max D_2$  と之を生じたる  $P$  とを描いて之を  $D_1$  及  $R$  の方向に分解する(第262圖c)、次に  $min D_1$  と之を生じたる  $P'$  とを描いて之を  $D_2$  及  $R$  の方向に分解し(第262圖d)、斯くして求めたる  $R$  の内大きい方を計算に用ふる。

以上の方法は第261圖の場合には適當するも、第262圖の場合には正確なる値を與へないから、此の近似法に満足する能はざるときは、 $R$  の最大値を弦材應力の差と看做して影響線に依つて求むる。若し格點兩側の弦材が一直線上にないときは  $R$  の實際の方向は分らないから、兩弦材の系統線と同一角度  $\alpha$  をなす點線を(第263圖)  $R$  の方向と假定する。



第 263 圖

部材の全強を  $P$ 、該部材の繫鋼に用ふる鋼敷を  $n$  とせば、上卷第四章第一節に依り

$$\left. \begin{aligned} P &= n' \tau \frac{\pi d^2}{4} && \text{單 剪} \\ &= 2 n' \tau \frac{\pi d^2}{4} && \text{複 剪} \\ &= n'' \sigma_b d t && \text{支壓力} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (29)$$

となり、此の式に依つて定まりたる  $n'$  及  $n''$  の内大きな方を用ふべきが故に、鋼敷を最小ならしむる爲には

$$n' = n'' = n \dots\dots\dots (30)$$

たらしむ。

β) 繫鋼の厚。繫鋼の厚を  $t$  とせば

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{\tau}{\sigma_b} \frac{\pi d}{4} && \text{單 剪} \\ &= \frac{\tau}{\sigma_b} \frac{\pi d}{2} && \text{複 剪} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (31)$$

普通  $\frac{\tau}{\sigma_b} = \frac{1}{2}$

なるが故に

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{\pi d}{8} && \text{單 剪} \\ &= \frac{\pi d}{4} && \text{複 剪} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (32)$$

となる。

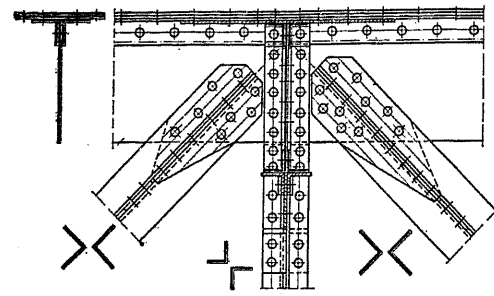
〔例〕

$d$ (mm)	單 剪 (mm)	複 剪 (mm)
19	$t = 7.46 \div 8$	$t = 14.92 \div 15$
22	$t = 8.64 \div 9$	$t = 17.28 \div 18$

普通に用ふる繫鋼の厚は次の如し。

8 ~ 10 mm	軽い道路橋	} 及重い道路橋
10 ~ 13 "	短徑間の單線鐵道橋	
16 ~ 19 "	重い鐵道橋	
25 mm 以上	非常に重い橋梁	

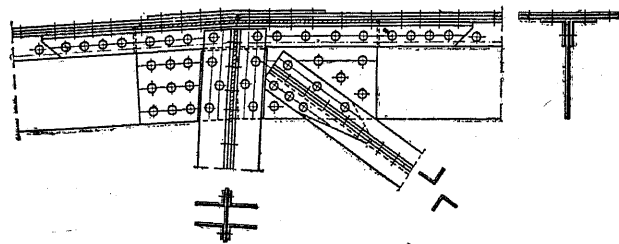
(b) 腹材と弦材との直結。腹材應力が餘り大きくなく且弦材が適當の斷面と充分の高を有するとき、腹材を直接弦腹に連結することが出来る。第264圖は上路橋の上弦格點を示すのであ



第 264 圖

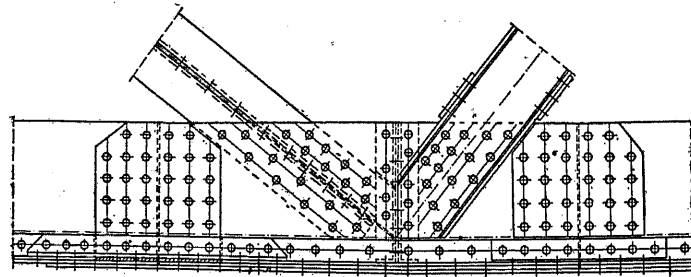
るが、T形断面の上弦は水平で格點に於て連続し、腹材は十字形山形鋼より成り、特に鉛直材の山形鋼は同時に床桁を取付くるに便利ならしめ、弦材山形鋼の鉛直脚上ではクランプしてある。

第265圖は格點に於ける上弦の継手を示してある。腹鋼の兩側には之と等高の添接鋼、山形鋼の外側にも添接山形鋼を當てゝある。二枚の蓋鋼も交叉角の二等分線上で接合し、上下兩側より添接鋼を當てゝあるが、下方のものは



第 265 圖

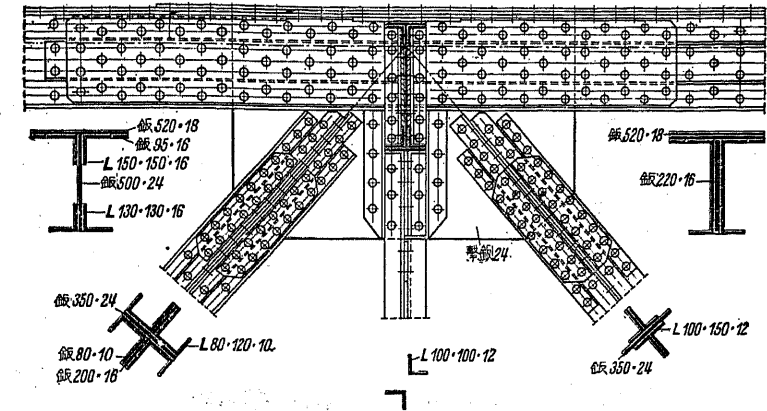
(第265圖で斜線を施せるもの) 山形鋼を挟んで二枚より成る、左方より右方へ組立てを進めて行く場合には、添接山形鋼及添接鋼は工場に於て左側の弦材に完全に銲結し、蓋鋼の添接鋼は離れたまゝにして置く、次に右側の弦材を上方より挿入して左側の弦材と具合好く銲結する。



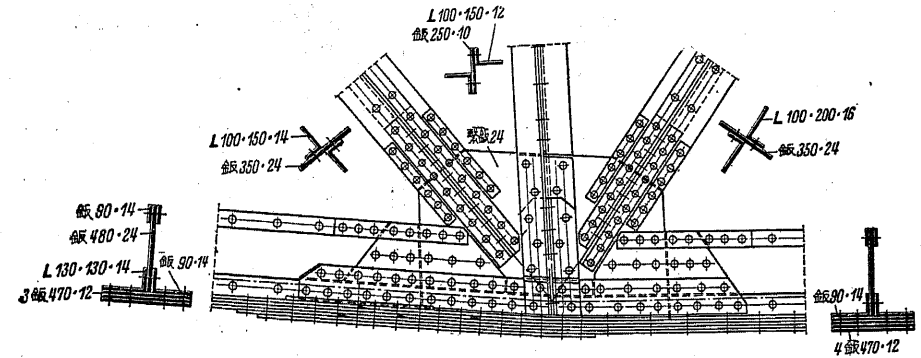
第 266 圖

第266圖は双腹下弦の格點で、左方は部材全體の継手、右方は單に腹鋼だけの継手を示してゐる。部材全體の継手は第249圖と同様であるが、腹鋼の継手としては腹鋼及山形鋼に各添接鋼を被せてある。此の兩継手間では曲弦となつてゐるが、其の間に用ふる彎曲せる腹鋼は短いから矩形鋼より容易に作製することが出来る。

(e) 繫鋼を以てせし腹材と弦材との連結。腹材を弦腹と製ね合せない場合には繫鋼を用ふるが、弦材が單腹なるときは繫鋼は弦腹の代りに挿入するか(第267圖及第268圖)、又は弦腹の兩



第 267 圖



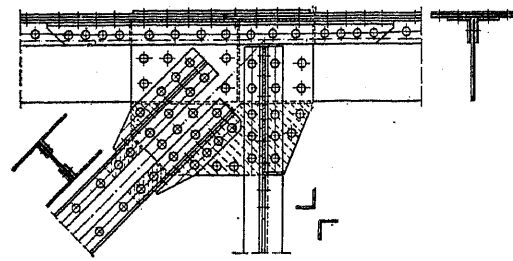
第 268 圖

側に被せる(第269圖)。第267圖は挿入繫鋼を有する上弦格點を示す。繫鋼と腹鋼の継手には添接鋼を用ひ、之は突縁山形の脚及側鋼の上を被覆してゐる。添接鋼の厚は継手の計算上必要とするものより幾分厚くして、同時に鉛直材の中心線にある下突縁山形の鉛直脚の継手に對する添接鋼に兼用する。

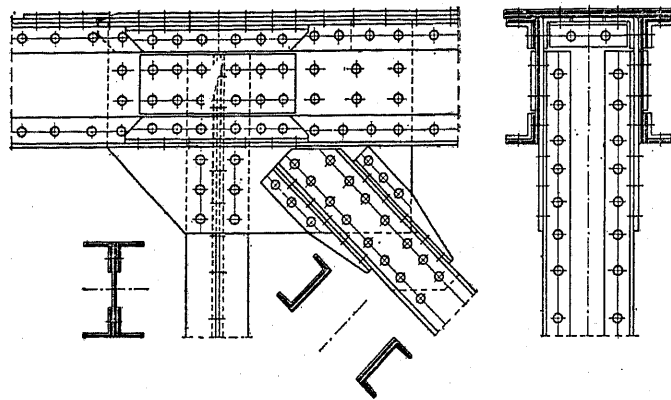
上突縁山形の継手は繫鋼の左方に設け、腹鋼の添接鋼を十分に延長して鉛直脚の継手をも被覆する様にしてある。右弦材の上蓋鋼は直接左弦材の蓋鋼の添接鋼となり、右弦材の下蓋鋼の端は左方に充分延長して、鉛直材中心線の左側で完全に連結してある。右弦材の側鋼 200×16 も格點の左側まで延長し、同時に添接鋼に對する填材の役目をなしてゐる。

斜材の腹鋼は繫鋼と衝合接合となし、其の他の部分は繫鋼を挟んで連結してある。

第268圖は曲弦構の下格點を示してある。繫鋼は同じ厚さを有する弦腹鋼の代りに挿入し、其の外側には梯形の添接鋼を用ひ、其の又外側の下方には突縁山形の継手用を兼ねる添接鋼がある。繫鋼と衝頭接合をなす斜材の腹鋼は添接鋼及山形鋼を以て連結し、鉛直材の腹鋼も繫鋼で切

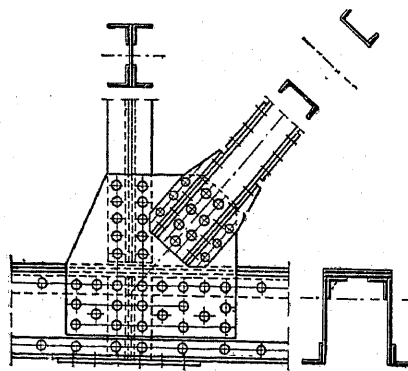


第 269 圖



第 270 圖

双腹断面の弦材に於ては繋げは普通弦材の内側に用ふる。第270圖は上弦の格點である、左弦は二腹銀、四山形鋼及一蓋銀より成り、右弦は蓋銀が一枚だけ多い。弦の腹銀及山形鋼の継手は鉛直材の中心線に設け、山形鋼は其の上に被せた山形鋼に依り、腹銀は添接銀に依り被覆せらるゝ。右弦の上蓋銀は左弦の蓋銀と直接連結し、右弦の下蓋銀の端は充分左格間に延長し、格點に



第 271 圖

達するまでに完全な緊結が出来てゐる様にする。

繋げと蓋銀との間には山形鋼を按排し、鉛直材は繋げの内側に挿入し、其の腹銀は山形鋼に依り銀蓋に連結する。

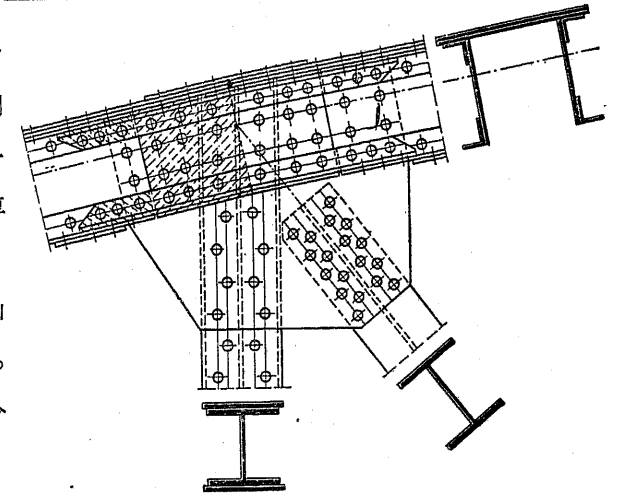
下弦材が帽子形をなせるときは(第271圖)、繋げは弦材の外側に取付くる、斯の如き断面の中立線は高い位置にあるから、繋げを弦材の下端まで達せしむる必要がなく従て格點構造は非常に簡單となる。

り單に山形鋼だけをクリンプして下弦材の突縁に達せしめてある。

第269圖は上弦の格點を示してゐる二枚の繋げで弦腹銀を挟み其の厚は腹銀よりも厚いから、鉛直材の左側にある腹銀継手の添接銀として兼用されてゐる、弦の他の部分の接合は第265圖

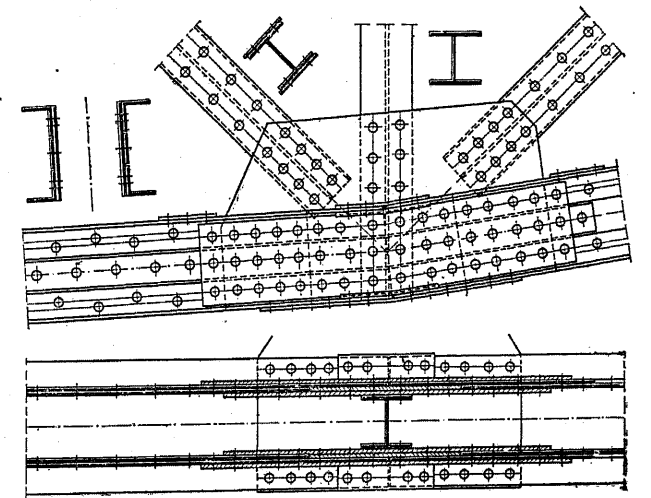
と同様の構造である。鉛直材の山形鋼は弦材の突縁まで止めてあるが、若し之を突縁の上まで延長せんとせばクリンプするか或は他に填材を使用せねばならない。斜材の腹銀は繋げの間に挿入し、山形鋼は其の外側に連結してある。

第272圖は曲弦構の上弦格點である、弦材の腹銀厚は左側が右側より薄い。腹銀の間隔は左右同一となしてあるから、左右兩腹銀厚の差に等しい厚を有する填材が、左腹銀と添接銀との間及左突縁山形と添接山形との間に必要である。第272圖で陰線を施した部分が是等の填材である。



第 272 圖

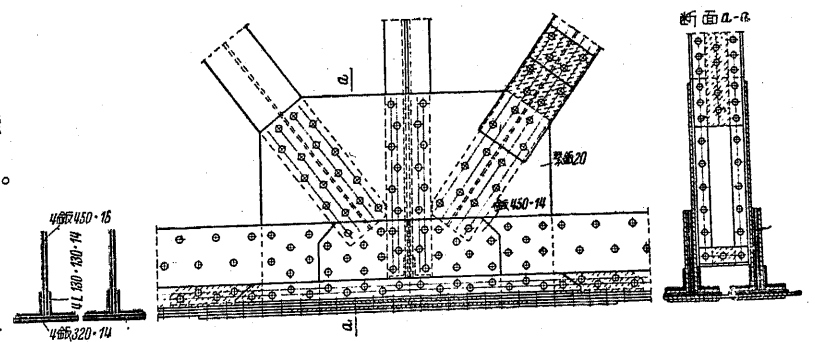
第273圖は下格點に於ける下弦の継手である。腹銀は格點の左右等距離の點で止め其の間には彎曲せる短い銀を挿入し、其の外側に突縁山形の鉛直脚をも覆ふ銀を當て、腹銀の添接をなし、突縁山形の水平脚の継手には別に添接銀を用ひてある。鉛直材の腹銀は對風構の繋げを貫通せずして其の下端は突縁上 30 mm の點で止めて置いて、右側にある對風構の傾いた繋げ上を流るゝ水が停滯することのない様に用意してある。



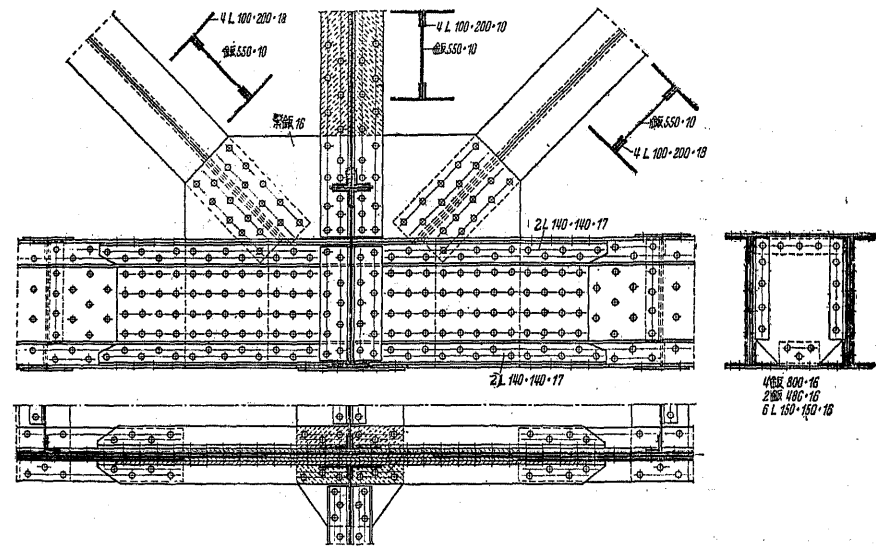
第 273 圖

第274圖乃至第280圖は下弦格點に於ける継手を示してゐる。

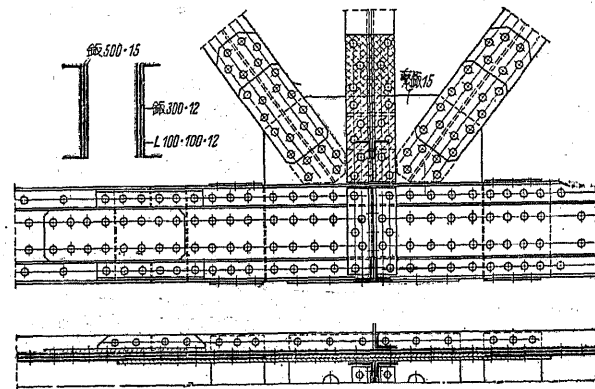
(d) 中間格點の構造。之は弦材ではなく斜材の中央にある



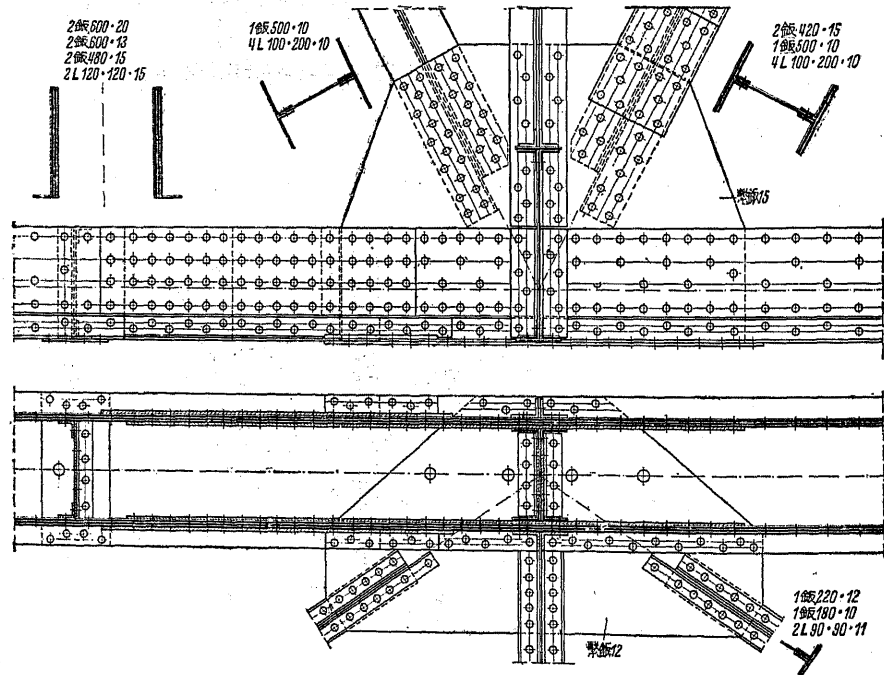
第 274 圖



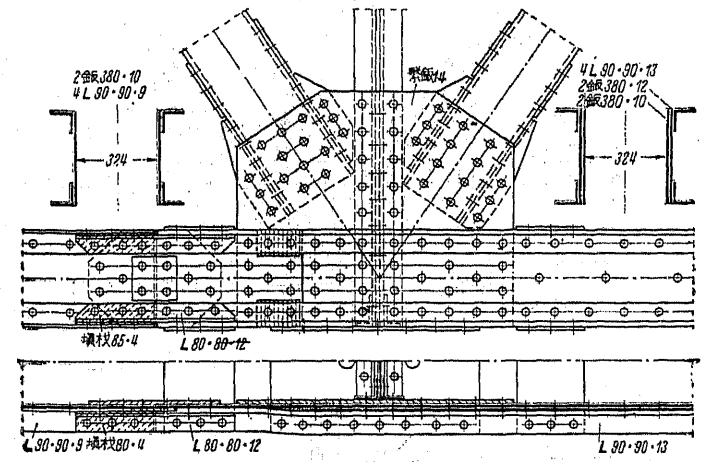
第 275 圖



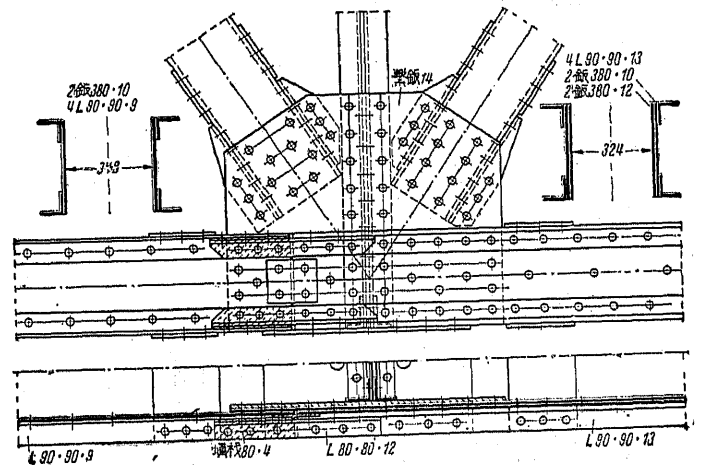
第 276 圖



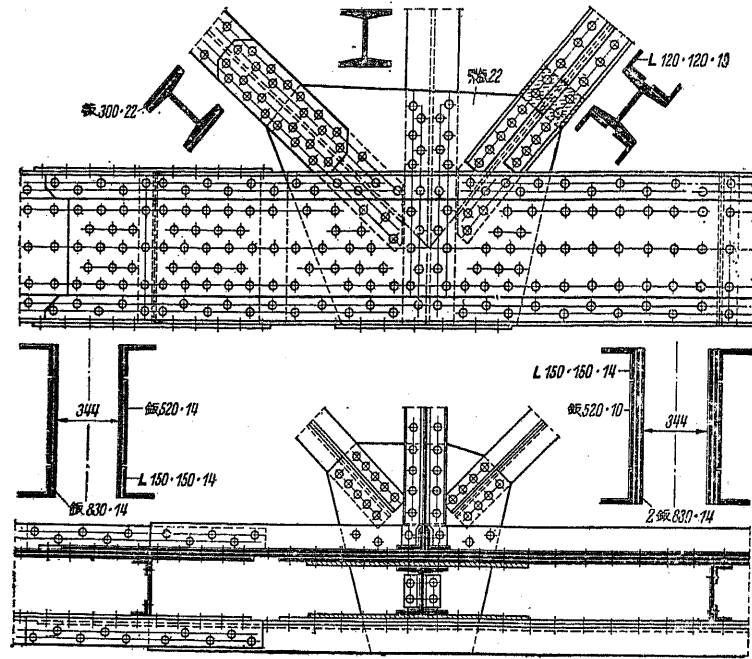
第 277 圖



第 278 圖

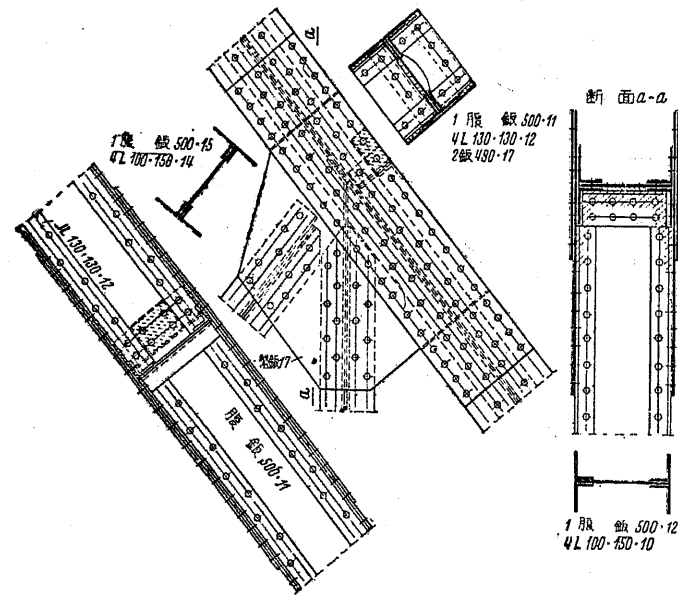


第 279 圖



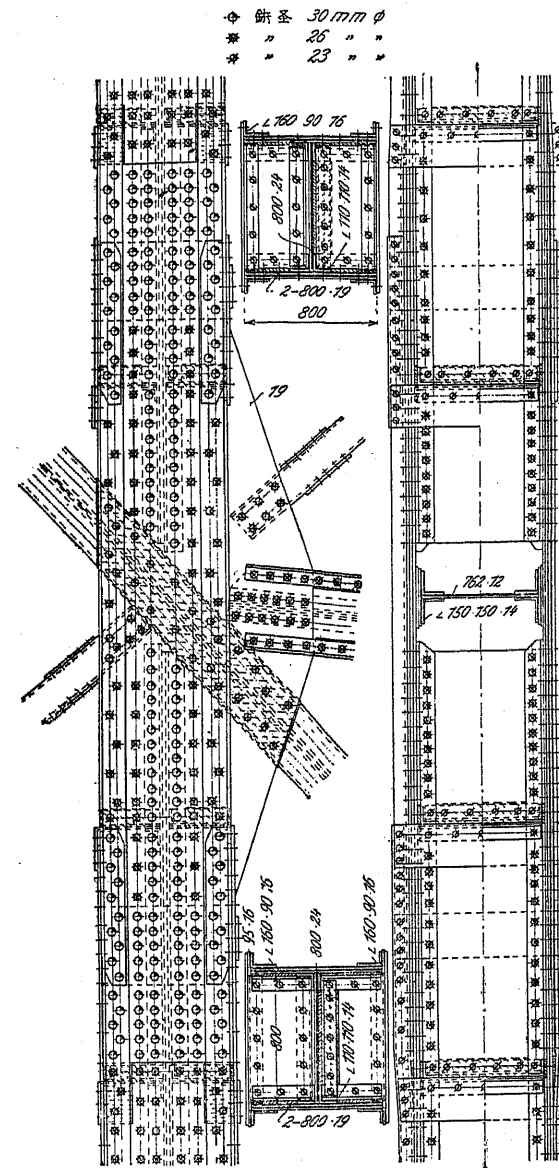
第 280 圖

格點の稱で、主に複叉構、副斜材を有する構、ケー・トラス等の斜材に用ひらるゝ構造である。

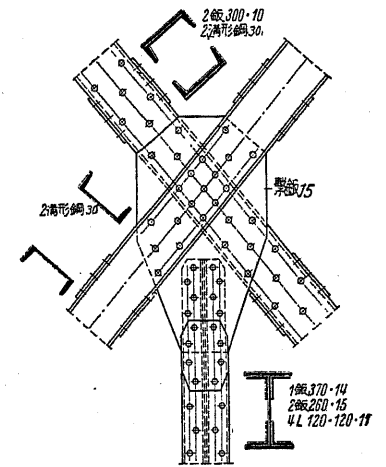


第 281 圖

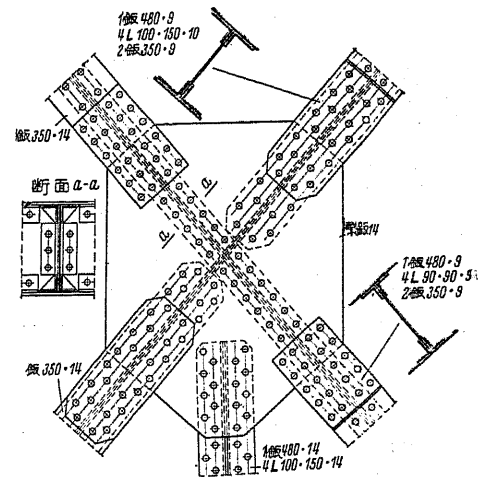
第 281 圖はバルチモア・トラス等に於ける斜材の格點で主斜材の蓋板 490×17 は厚 17 mm の繫板と衝合接合となし、共に添接板 490×17 に依り連結されてある。副斜材及副鉛直材を同一繫板に連結し、副鉛直材の腹板は主斜材の腹板まで導き彎折せる添接板に依り各に連結してある。主斜材の上半分に設けた隔壁は雨水排除のため腹板に取付けない。



第 282 圖



第 283 圖

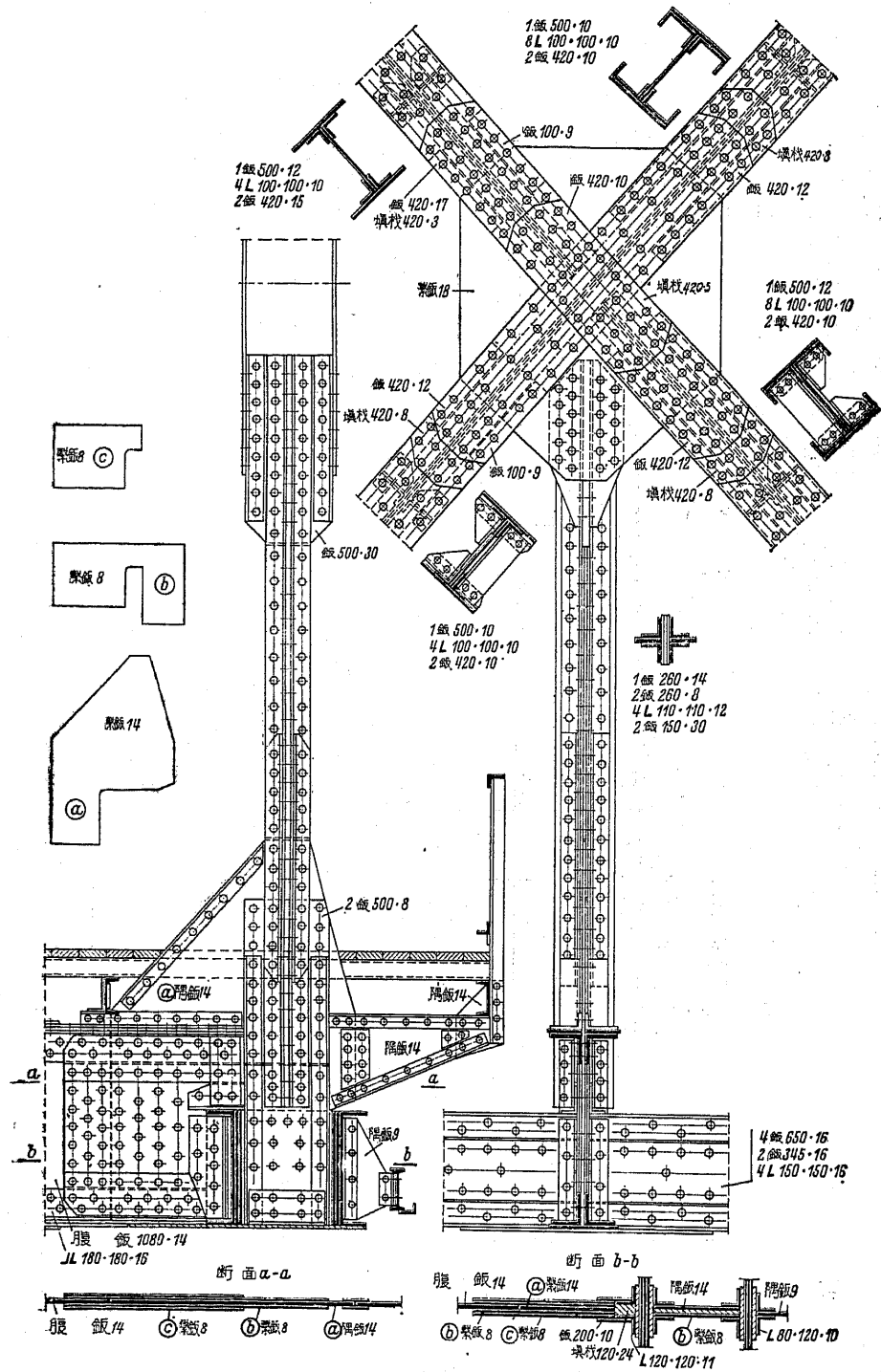


第 284 圖

第 282 圖はルールオルトの下流のライン河に架した径間 186 m の複線鐵道橋の第三及第四格間の中間格點を示し、第 283 圖乃至第 285 圖は複叉構の中間格點を表してゐる。

(e) 端格點の構造。

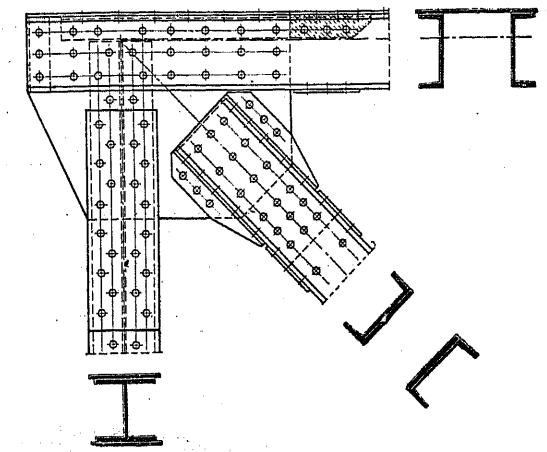
α) 上弦格點。第 286 圖は上弦と端柱との交點であるが、上弦の内側に取付けた山形鋼は格點の左側まで延長し、斜材の平鋼は繫板と衝合せしめ特別の添接板に依り之と連結してある。



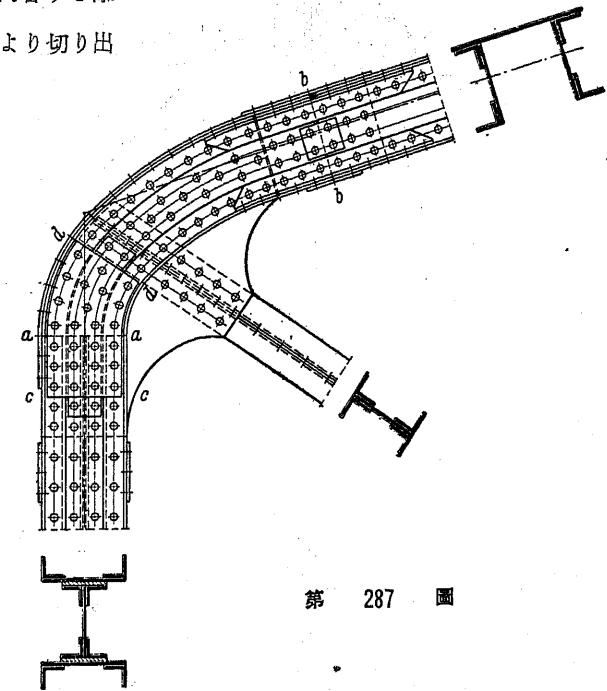
第 285 圖

外觀を良くするため繋鉄を鉛直材の左縁に沿ひ剪断するのは宜敷ない。之に反し第 287 圖の如く端柱が上弦材の内  
に延長されし場合は、美しい線形を得  
るため弦材と端柱との間に二つの圓心  
を有する複心曲線を挿入する。繋鉄も  
亦拱形に切ることがあるも一般には避  
ける方が宜敷い。b-b は現場継手で腹  
鉄、山形鋼及蓋鉄は此の箇所で添接さ  
れ、腹鉄の内側には繋鉄と衝合する添  
接鉄を被覆してある。鋼鉄より切り出  
した曲線腹鉄は b-b より  
a-a に達せしめ、此處で  
繋鉄上に延長せる端柱の  
壁鉄と衝合せしめ、c-c  
より d-d に至る間は  
其の上に添接鉄を被せて  
ある。鉛直材の内側山形  
鋼及腹鉄は a-a で止ま  
り、其の内側山形鋼と壁  
鉄との間にある填材は繋  
鉄と衝合せてある。

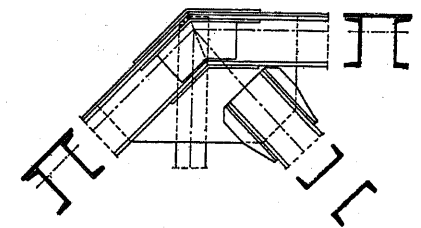
斜端柱の構に於ては端  
柱は  $\Sigma$  又は H 断面  
を有し、 $\Sigma$  断面の場合には第一上弦格點は、  
第 28 圖の如き構造となすことが多い。端柱及上  
弦の溝形鋼並に蓋鉄は交叉角の二等分線上で衝合  
接合となし、繋鉄は兩部材の蓋鉄までに止めてあ  
る。蓋鉄及溝形鋼突縁の継手には屈曲せる添接鉄  
を被覆してあるが、此の構造では屈曲添接鉄に依



第 286 圖



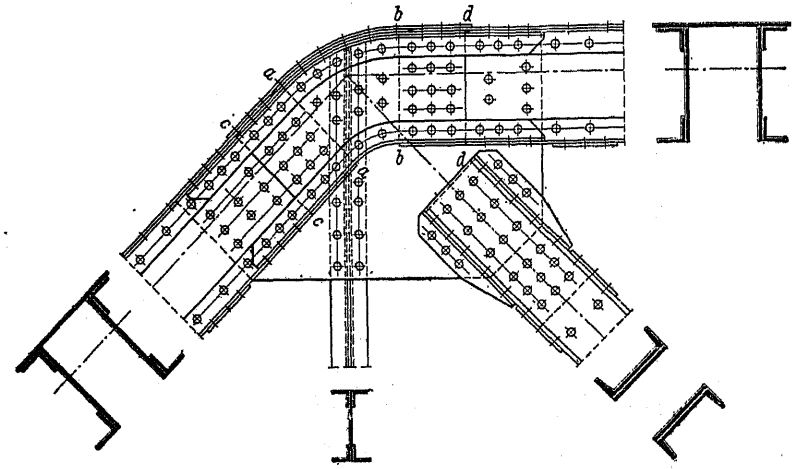
第 287 圖



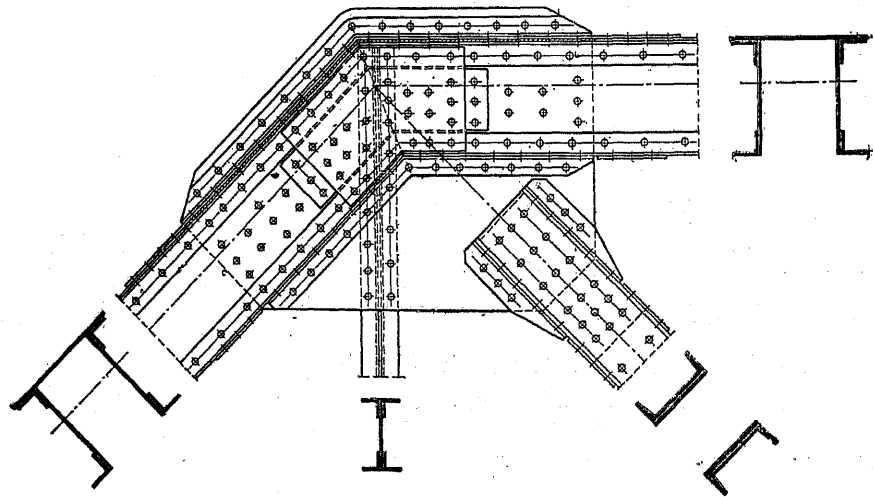
第 288 圖



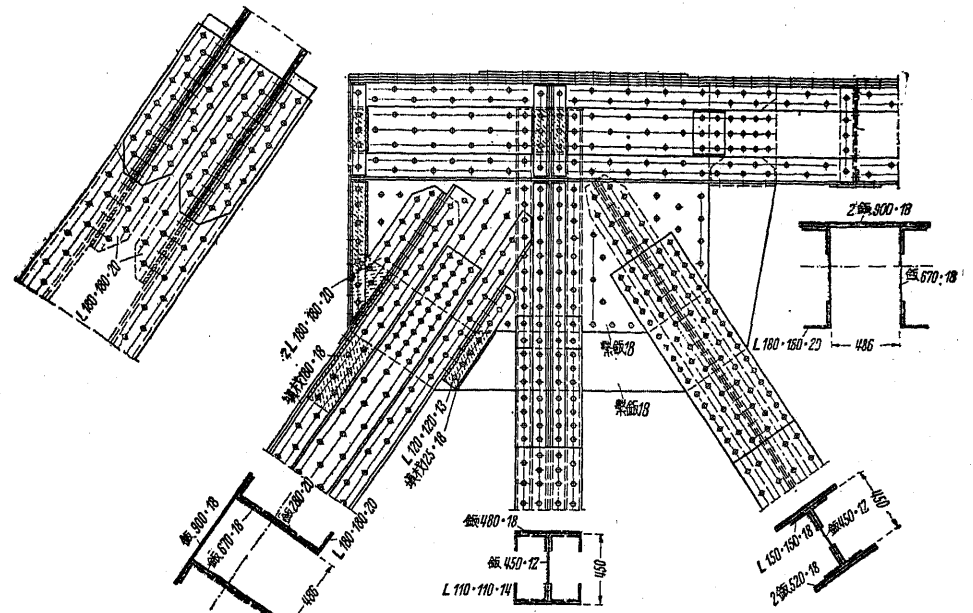
る應力の傳達が疑はしいから成る可く之を避けて、(イ) 上弦と端柱とを緩かな屈曲で結び付けるか (第 289 圖)、(ロ) 上弦と端柱とを交叉角の二等分線上で衝合せ、繋ぎは兩部材の蓋板上に突出させて山形鋼を添加するか (第 290 圖)、(ハ) 中央の格點に於けるが如き構造 (第 291 圖) となすかの三方法の何れかを採用する。第 289 圖に於ては端柱の腹板は  $a-a$  まで、上弦の腹板は  $b-b$  までで切れ  $a-a-b-b$  は完全な屈曲腹板となり、其の上には添接板  $c-c-d-d$  を被せ、山形鋼は之と衝合せと屈曲部に添接山形鋼を添加してある。此の工法に於ては蓋板の添接板が緩な屈曲をなせる故、第 288 圖の如き急屈曲のものに比し、鉄から鉄までの方向の變化が僅かであるから應力の傳達に好都合である。



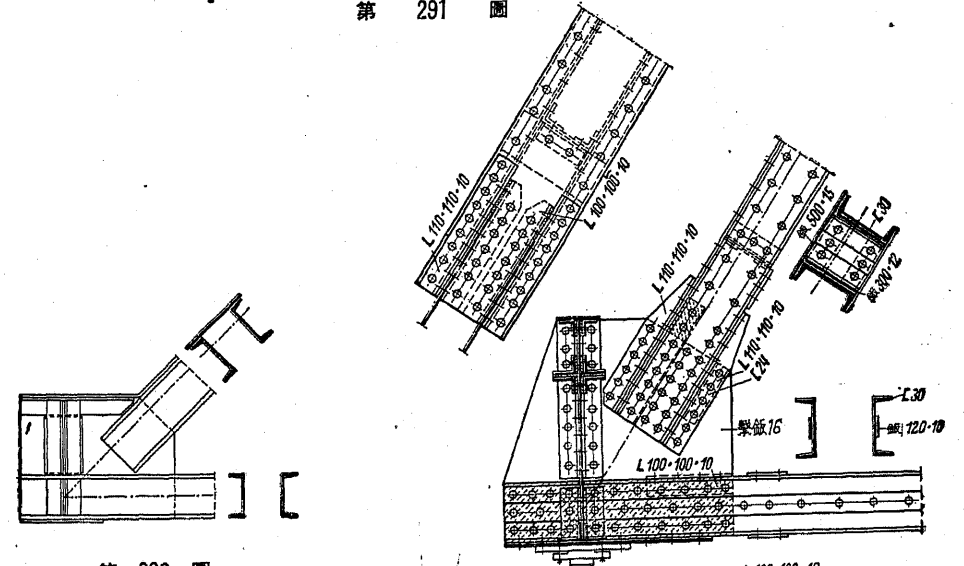
第 289 圖



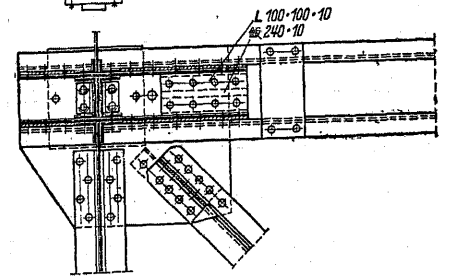
第 290 圖




第 291 圖

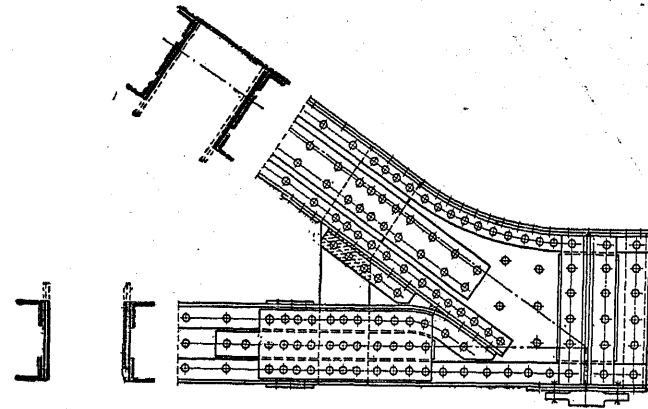


第 292 圖

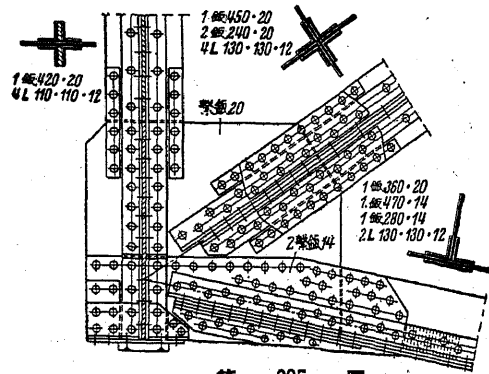


第 293 圖

β) 下弦格點。端柱が  断面のときは支承格點の構造は第 292 圖の如くし、蓋板は繫板の始點の所で斜より水平となす。然し斯の如く蓋板を急に屈曲することは應力の傳達に支障を來たし、斜材の溝形鋼は繫板の始點に於て許容程度以上の應力を受くることとなる。之を完全なる構造となすには蓋板に繫板と同厚の裂け目を作れば、蓋板を屈曲する必要がない、斜材と繫板の取付には其の内外に山形鋼を用ふる (第 293 圖)。下弦材は繫板の外側に鉸結してある。



第 294 圖



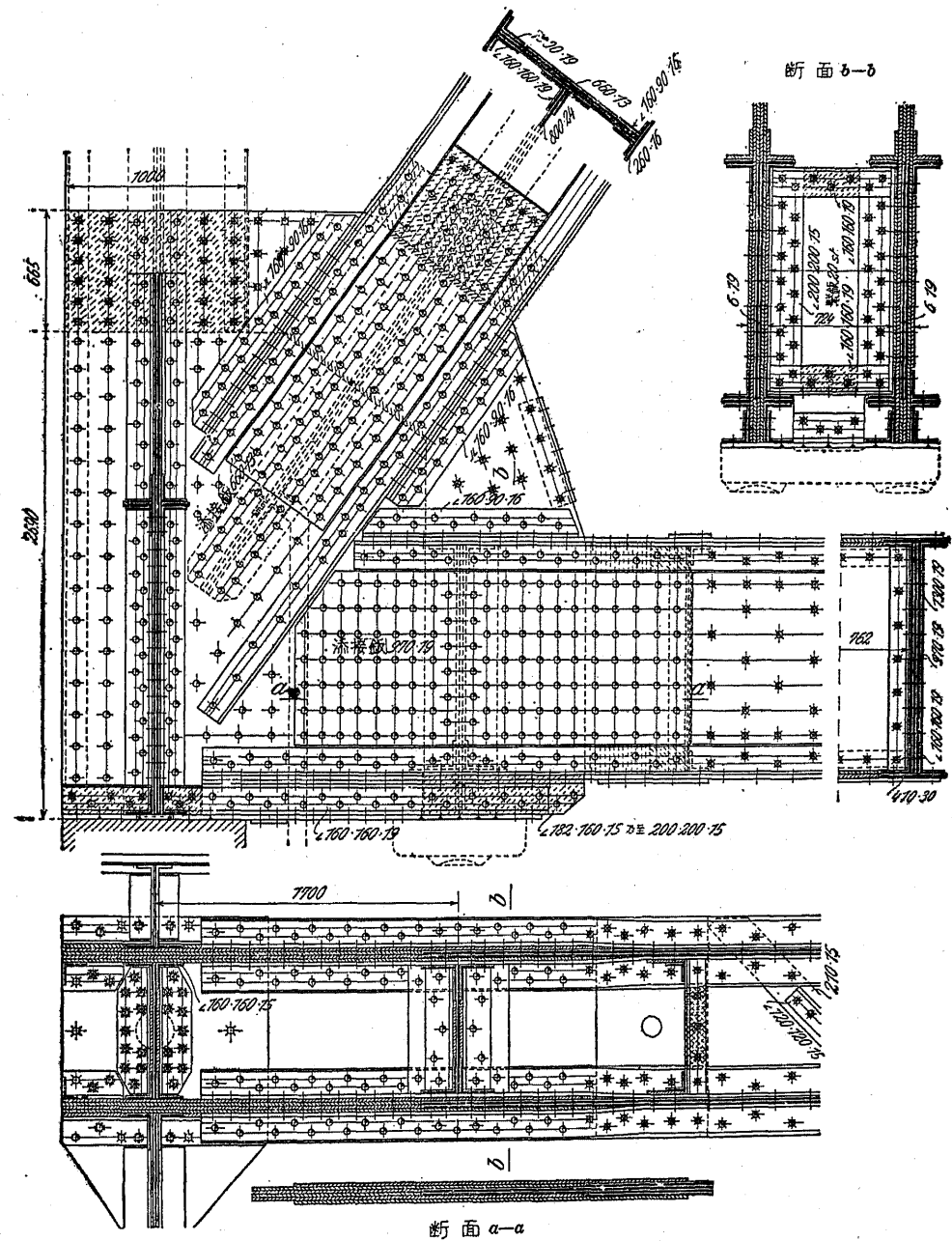
第 295 圖

側に連結してある。

ルールオルトの下流のライン河に架した鐵道橋 (徑間 186 m) の支承格點は第 296 圖に示す通りで、各部材力が大いいため總て厚 19 mm の繫板を必要とする。

(2) ビン結構。ビン連結は特別の場合を除いては集成断面を用ふるに適當しないが、抗張材のアイバーは一部材に於て希望通りの數となすことを得、而もビンの上に直接に配列する事が出来るからビン構に最も適合する。

ボウストリング・トラスの支承點に集る上弦材は著しい傾斜をなしてゐるから其の上部山形鋼及蓋板は緩勾配で水平部分と取付けてある (第 294 圖)。第 295 圖は水平上弦、屈曲下弦及鉛直端柱を有するトラスであるが、反力は殆ど斜材及下弦の方向に分解され、端柱は單に上部の端桁を支ふる用をなすに過ぎない。繫板と衝合せる下弦腹板には厚 14 mm の二枚の添接板を用ひ、之を繫板上まで延長して下弦の張力に依り著しい應力を受くる繫板下部の補強に兼用し、下弦山形鋼は填材に依り上記添接板の外側に連結してある。



第 296 圖

アイバーは構軸に對して出來得る限り平行となすも、已むを得ざる場合は最大傾斜 1:190 まで許すので、一部材を成すアイバーは必ずしも互に平行とならないで、格點に於ける部材の排列 (Packing) を容易ならしむる。



ピン連結の設計は或る點に於ては鋸連結より困難である。即ち部材の排列、ピンの應力算定及大きさの決定、所要支壓面積の計算或は集成部材に對してはピン鋸の厚、部材の全強を發揮させるためのピン鋸の長及鋸數の決定等が問題となる。

**アイバーの頭** アイバーの大きさはピンの大きさに關係を有する。従てピンの大きさが定まらなければアイバーの寸法も定まらない。又アイバーの寸法が定まらねばピンの大きさは定まらないので、何れか一方を假定して他の寸法を見出し、互に一致した結果を得るまで修正しなければならない。一般には最初ピン徑を假定してアイバー頭の支面厚及大きさを定め、次に部材の排列をなしてピンの應力を計算して實際の大きさを決定する方法を採るが、同一橋梁に各種のピン標を用ふるのは好ましからざる故二三種に制限する。

ピンは剪應力と彎曲應力とを受くる單桁と考ふる、又ピンに對する部材の支壓力も非常に大きい。故にピンは (a) 剪力、(b) 彎曲率、(c) 支壓力又は壓挫 (Crushing) に對して設計する。

(a) 剪應力。ピンの剪應力は桁に於けると同様に、或るセクションの片方に作用する力の和を採ればよろしい。即ち總ての力の水平及鉛直分力を求め、各分力の合成力を見出す。剪應力は鋸の場合と同様にして計算するも、之がピンの徑を決定することは殆ど稀である。

(b) 彎曲率。各部材の應力を其の支面の中央にかゝる集合荷重と假定して彎曲率を計算する。其の結果は荷重が接觸面に分布するものと假定したときより幾分大きい。故に或る場合には荷重は支面の幅の半分に分布するものと假定することもあるも、其の差たるや極めて僅少であるから、最初の假定を用ひても充分正確である。

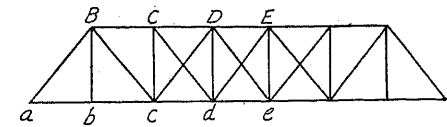
力率の計算に際しては、ピンに最小彎曲率を生ずる様、先づ試験的に部材の排列を定むる。ピンに働く力は色々の方向を有するから總て水平と鉛直分力に分解し、其の分力に依つて生ずる彎曲率を各  $M_h$  と  $M_v$  とせば、ピンの或るセクションに於ける合成彎曲率は

$$M = \sqrt{M_h^2 + M_v^2} \dots\dots\dots (33)$$

となる。

剪力及彎曲率の計算に用ふる力は、ピンに集る總ての部材の最大應力でなければならない。されど各部材の最大應力は、同時に作用しないのが普通であるから、次の (i) 及 (ii) の如く取扱ふ。ピンは如何なる載荷の下に於ても常に平衡状態に在るから、總ての部材の應力も亦平衡状態にならなければならない。故に下弦のピンに對しては、(i) 弦應力の一つが最大なるとき、(ii) 斜材の應力が最大なるときの二つの状態を考ふる。第 297 圖に於て格點  $e$  のピンに對しては、先づ  $ed$  の最大應力を考へ、其の場合の載荷に依つて他の部材に生ずる應力を計算する。

$ed$  に最大應力を生ずる荷重の位置を知れば、其の時他の部材の一つ例へば  $bc$  に生ずる應力が計算さるゝ。然る後其の格點に於ける總ての力の平衡條件に依り  $Be$  及  $Ce$  の應力を直ちに見出さるゝ (之がためには力多角形を描くのが便利である)。斯くの如くして總ての應力を見出した後ピンの最大彎曲率を算出する。次に  $Be$  の應力が最大なるときを假定すれば、之に最大應力を生ずる荷重位置に依り  $bc$  又は  $ed$  の應力を計算し、格點の平衡條件より残りの二部材の應力を見出す。然る後ピンの最大彎曲率を求め、前者と比較して其の内大なる方をピン徑の決定に用ふる。



第 297 圖

上弦のピン、例へば  $B$  點に於けるピンの最大彎曲率は、普通  $Bb$  の應力が最大なるときに起り、其の際  $Be$  の應力は殆ど最大に近くなる。他の格點に於けるピンの最大彎曲率は、斜材に最大應力が起る場合に生ずる。

平行弦に於ける上弦材はピン孔の所で連続する様に造るから、ピンを挟む兩弦の應力の差がピンに傳はる。曲弦の場合にピンの所で弦の接合を造るから、總ての應力はピンを通じて傳はる。此の場合弦の支面の中心は互に反對にあるから、之より生ずるピンの力率は矢張弦應力の差、又は最大斜材應力に依つて定まる。最大彎曲率が定まれば桁と同様にピン徑を計算する、ピンの彎曲應力を  $\sigma$  とせば

$$\sigma = \frac{My}{J}$$

となる、式中  $y$  = ピンの半徑 ( $r$ )、 $J = \frac{\pi r^4}{4}$  なるが故に  $r = \frac{d}{2}$  とせば

$$\sigma = 10.2 \frac{M}{d^3}$$

$$d \cong \sqrt[3]{10.2 \frac{M}{\sigma}} \cong 2.16 \sqrt[3]{\frac{M}{\sigma}} \dots\dots\dots (34)$$

(c) 支壓力。鋸の場合と全く同様であり 鋸結材に於て支壓面積が不足するときは、ピン鋸を添加して其の厚を増加する。アイバーに於ては張力と支壓力との關係は第 227 圖に於て

$$\sigma_t b t = \sigma_b t d$$

$$d = \frac{\sigma_t}{\sigma_b} b$$

今  $\sigma_t = 1200 \text{ kg/cm}^2, \sigma_b = 1800 \text{ kg/cm}^2$

とせば

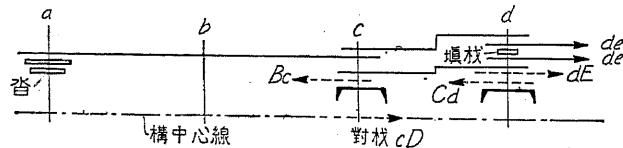
$$d = \frac{2}{3} b \dots\dots\dots (35)$$

ピンの直徑が最大アイバーの幅の三分二より小ならざれば支壓力は超過する事がない。されど前に述べたるが如く、アイバーの寸法定まらざればピンの直徑も定まらず、逆にピンの直徑定まらざればアイバーの寸法を定むる能はず。斯の如く互に相關聯してゐるから、其の一を假定して他を決定し、最も都合よき  $d$  と  $b$  を定むるの外途がない。

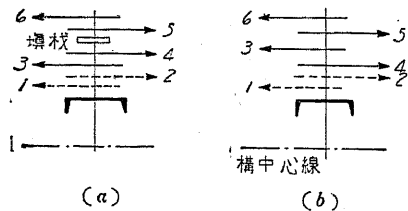
(d) 部材の排列。ピンの直徑は其の受くる彎曲率に依つて定まるから、ピンを小さくせんとせば、彎曲率を最小となす工夫をしなければならぬ。之がためには部材の排列を適當に加減することが肝要となる。一般に彎曲率を小さくするには、ピンの一側の部材を他側の部材に隣接して置けば、二つの力は支面の中心間距離を挺率 (Lever arm) とする偶力として働く様になる。バーの数が多きときは次の一對を前と反對に排列すれば、其の偶力は前の偶力と反對の符號となる。斯の如き方法に依りピンは反對符號の偶力に因る彎曲率を受くることゝなるから、彎曲率はピンの中央に向ひ蓄積することがない。

同様の理由により鉛直彎曲率を小さくするため斜材は鉛直材に接近して並べ、水平彎曲率を小さくするため弦にも接近せしむる。

一般の原則として下弦格點に於ては、構の中心線を中心として鉛直材を置き、斜材はなるべく鉛直材に近く置く (2本ならば鉛直材の外側のみに)、下弦は少數ならば斜材の外側に置き、多數ならば斜材の外側と鉛直材又は鉛直材内の斜材の内側に置き、對材は最内側に一本ならば構の中心に置く。



第 298 圖



第 299 圖

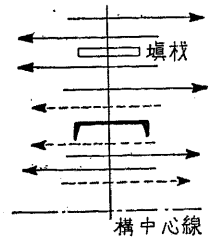
其の次に弦材  $ed$  が來て、斜材の水平應力と右の方にひつばる弦の應力とが平衡する様になり、次に  $bc$  及  $ed$  を並べてある。

格點  $d$  の排列は第 299 圖に示す通りで、(a) は第 298 圖と同一である。6 及 3 の應力が 5 及 4 の應力に等しければ、(a) の排列に於ける

第 298 圖は第 297 圖の下弦の排列を示し、點線は斜材である。格點  $e$  では斜材が鉛直材に接して置かれ、

バー 1 の所で、ピンの彎曲率は (b) の排列のものよりも小さくなる。然し 5 及 4 の應力が 6 及 3 の應力より著しく大なるときは、バー 1 の所での彎曲率は (b) の方が (a) より小さい。斜材に四本のバーが必要なときは、二本は溝形鉛直材に接して其の内側、他の二本は其の外側に置く。

弦材に六本或はそれ以上のバーを用ふるときは、第 300 圖の如く二本以上は鉛直材の内側に於て斜材に接して排列する。バーを鉛直材の内側に置かんとせば、溝形鋼の突縁を切斷して、バーが鉛直材のピン釦に接近して並べられる様にする。一部材をなす二本のバーを第 298 圖の格點  $d$  に於けるが如く隣接して並べるときは、ペンキ塗りのため少くも 25 mm だけの間隔を設けて置かねばならない。

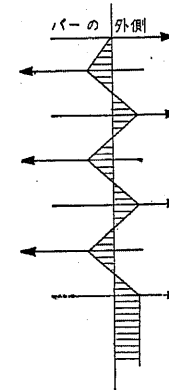


第 300 圖

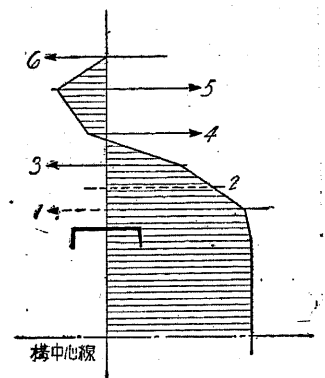
弦材のバーが多數なる場合は、第 299 圖 (b) の排列に於て外側のバーを内側のものより薄くすることが利益である。バーを交互に排列することは彎曲率を大きくすることにはならない。

其の彎曲率圖は第 301 圖の如し。第 302 圖は第 299 圖 (a) に對する彎曲率圖である。

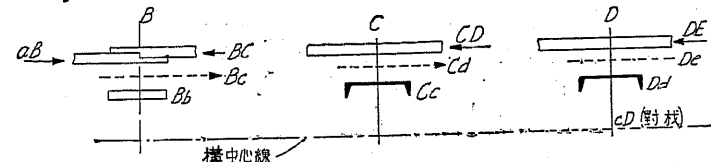
第 297 圖に示す構の上弦の排列は第 303 圖の通りである。腰結  $B$  に於ては兩斜材と吊材とは鉛直に同方向に働くから、鉛直彎曲率が大きくなり、之は斜材を端柱の外側に置くに非ざれば避くるを得ない。然しそ



第 301 圖



第 302 圖



第 303 圖

れがためには突縁を切斷せねばならないし、又一面格點  $e$  に於て適當なる排列をなすには、斜材の構軸となす傾を過大となさねばならないが、之は 1:190 より大なるを得ずと仕様されてゐるので、斜材を端柱の外側に置くことは困難である。

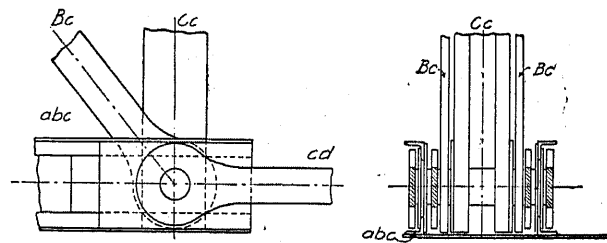
ピンの所で各部材を配置するに當つては、部材面の不規則及鋸頭等に備ふるため、各部材間に

次に示す間隔を有せしむるを要す。

1.5 mm	兩アイバー間
3.0 "	アイバーと鋸結材との間
6.0 "	兩鋸結材間
0.8 "	鋸結鋸間
16.0 "	鋸徑 19 mm の鋸頭に對し
19.0 "	鋸徑 22 mm の鋸頭に對し
20.0 "	鋸徑 25 mm の鋸頭に對し
6.0 ~ 10.0 "	平鋸に對し
3.0 "	皿鋸に對し

(e) 設計細目。α) 抗張材—第 297 圖のピン構に於ては、兩端の各二格間を除いた總ての下弦及抗張斜材にはアイバーを用ふる。徑間の大小に依り異なるも下弦 *cd* 及 *de* には四本のアイバー、抗張斜材には二本のアイバー、對材 *De* には一本のアイバーを使用す。下弦の *ab* 及 *bc* は集成斷面を以て造り、横荷重及縦荷重より生ずる應力反尙 (Reversal of stress) に備へ、兼ねて橋梁の剛度を増進する。其の應力が小さいときは二溝形鋼で造るも、之は充分の斷面を有せざる故第 304 圖の如く一腹鋸と二

山形より集成した溝形を用ふる。腹鋸の幅は *e* 點に集る各アイバーの頭の大きさに關聯して定まるが、圖に於てはアイバー *cd* の頭は集成溝形の山形の内面に入つてゐる。又



第 304 圖

アイバー *Bc* の頭は部材 *abc* の下山形以下に突出せしめずして、側鋸と下山形との鋸結を容易ならしむる。故に *e* 點に於けるアイバー頭の大きさは、部材 *abc* の腹鋸の幅を定むる以前に定めて置かねばならない。然しアイバー頭の大きさはピンを設計した後に非ざれば決定されないから、豫め *abc* の腹鋸の幅を假定して置いて、ピン徑がきまつた後に今一度檢算する、其の假定は設計者の經驗に依るの他はない。此の假定が出来たらば、アイバーの大きさはポケット・ブツクより見出すことが出来る。アイバー頭の寸法がきまつたら逆に腹鋸の幅を選定し、之が最初に假定したものと符合するや否やを檢し若し合致しないときは再び假定よりやり直す。

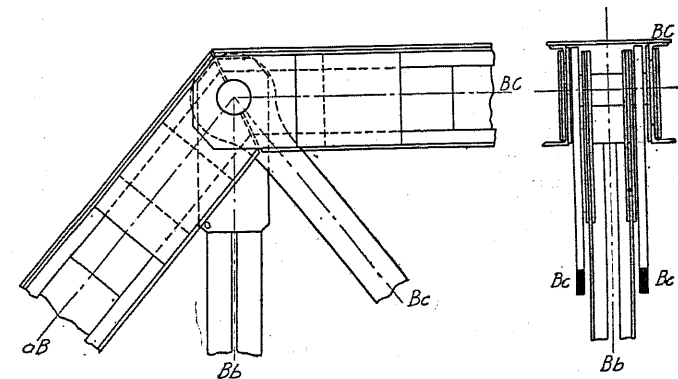
吊材も集成斷面で造るが、普通壓延溝形又は上弦の内側に餘裕があるときは集成溝形、若し又

餘裕が餘りないときは、四山形と一腹鋸とより成る I 形斷面を使用する。

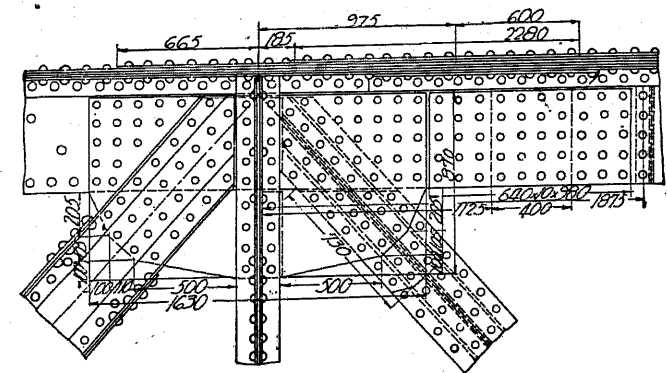
β) 抗壓材—餘り大きくない徑間の抗壓鉛直材には、壓延溝形を綾綴して剛性材となしたものを用ふる。床桁の取付を完全ならしむるには、溝形の最小幅は 250 mm 以上たるべしと仕様せしものもある。

上弦及端柱の斷面にも小徑間の構では壓延溝形が使はれ、徑間が大きくなれば集成斷面が必要である。上弦の斷面は鉛直材及斜材を其の内側に收容し得るだけに廣くし、其の深はピン中心を充分蓋鋸より離してアイバー頭の入る餘地を存し、尙ピン中心を部材斷面の中立軸と接近せしめ得る様に比較的深くしななければならないが、一方に於ては副應力が起らない様に部材斷面を淺くせねばならぬ。一般に中庸の徑間の格點 *B* に於ては、部材 *Bc* のアイバーを收容するに足る深を上弦に保たしむれば、他の條件は満足され、最小寸法の斷面を以てするも *Bc* に對しては充分の斷面積を提供することとなる。*B* 點に於ける排列は第 305 圖の如し。アイバー頭の大きさは弦材の深を制限するから、α) の部材 *abc* に就て述べし方法を適用せねばならない。

*B* 點のピンは普通の構に於ては一番大きいから、*Bc* のアイバー頭の大きさを假定するに當つては、ポケット・ブツクに在る最大寸法の頭に對して尙多少の餘裕を見込む方がよい。腹鋸の深はアイバー頭の大きさより幾分大きくする。山形の寸法は他の部分の寸法に關聯するが、腹鋸が 460 ~ 510 mm の深を有する小さい部材に於ては 90 mm の山形が上突縁に用ひられ、其の厚は蓋鋸の厚の四分

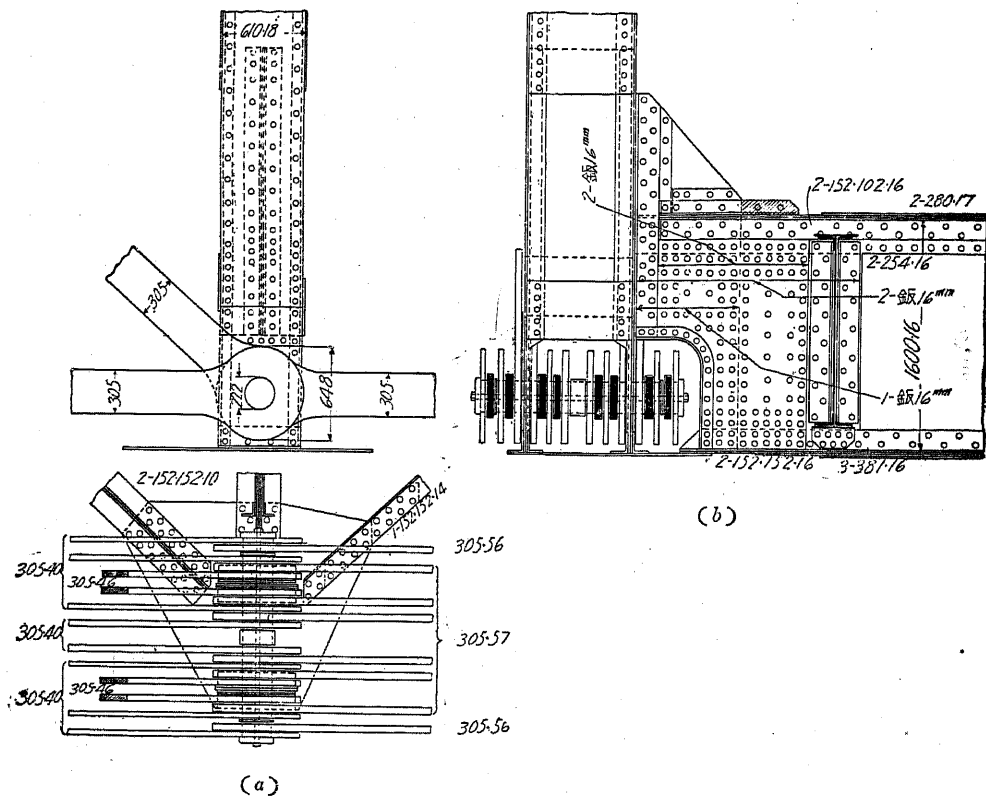


第 305 圖

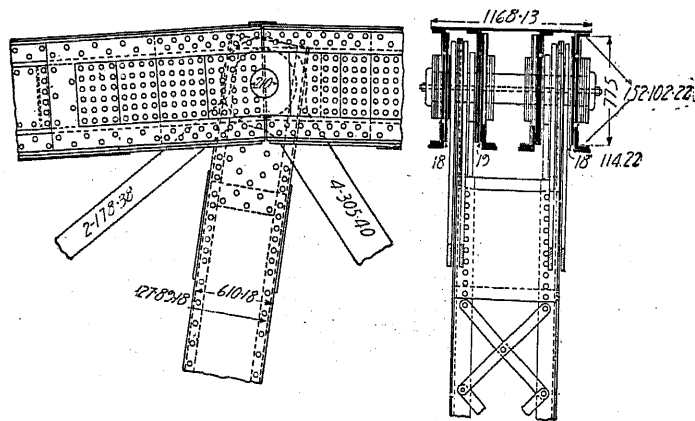


第 306 圖

三より薄くてはいけない、斯の如き山形は腹鉄と蓋鉄とを連結するに充分である。下突縁の山形は一般に上突縁のものより大きくて厚いものを用ひ、且つ部材の下部に断面を添加して蓋鉄の断面積と權衡を保たしむれば、断面の重心を腹鉄の中心線に接近せしむる上に効果がある。例へば上



第 307 圖



第 308 圖

突縁に 90 mm の等邊山形を用ふれば、下突縁には 90 mm×125 mm の不等邊山形を用ひ、其の短脚を腹鉄に銲結する。又 100 mm の上山形に對しては、100 mm×150 mm の下山形を用ふる、外觀を良くし組合せを便利にするため、蓋鉄の幅及腹鉄の深は各部材を通じて一定となす。

(f) 實例。第 307 圖及第 308 圖は、フィラデルフィアのデラウエヤーに架したペンシルヴァニア鐵道橋の下弦及上弦である。下弦及抗張斜材はアイバーより成り、其の最大なるものは断面 305×64 mm で、17 m 以上の長と 2005 kg の重量を有する。弦材は 8~10 本のアイバーを有し、下弦のピンは總て 222 mm、アイバー頭は 648 mm の直徑となせり。鉛直材は二腹鉄と四山形鋼とより成り、稜綴と綴鉄とで繫結され、ピンの所にはピン鉄を用ひてある。1600 mm 高の鉄桁は、之を取付くるに要する高だけ隔鉄で補強した鉛直材に銲結し、下横構は鉛直材の下端と床桁の下突縁とに銲結せる繫鉄に取付けたり。

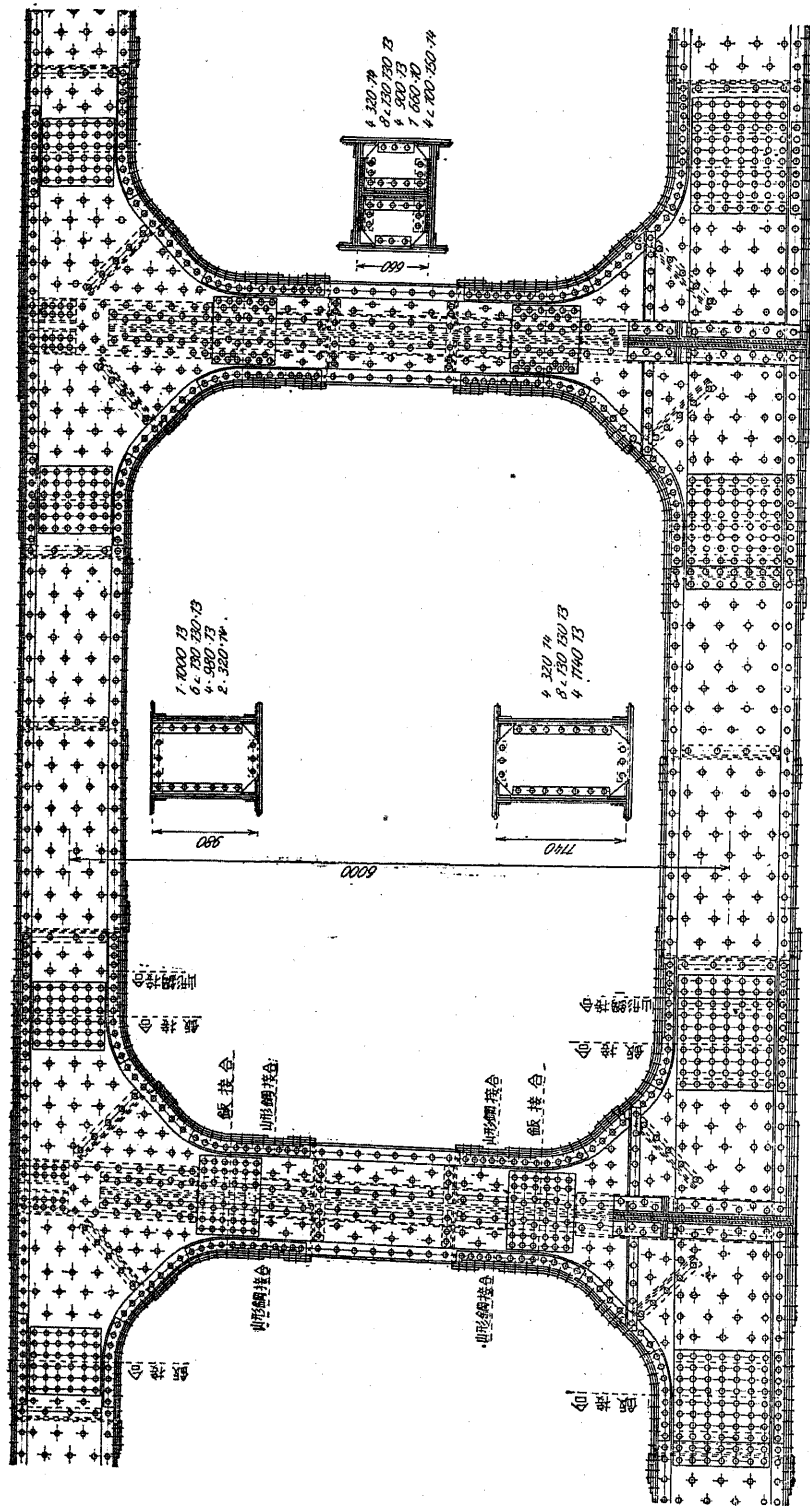
上弦は四腹鉄、四山形鋼、一蓋鉄及下山形に銲結せる平鉄より成るので、重心は断面の中央に合致する。上弦及端柱は其の格間長だけ(長 27 m、重量 44 t まで)工場で完全に銲結した。外側に銲結せる鉄に依つて補強された腹鉄が、直接ピンに接して弦の應力をピンの一方より他方に傳達するのみで、ピン兩側の弦は互に接觸してゐない。ピンの左側弦の外側腹鉄の外にある補強鉄と、右側弦の内側腹鉄のみがピンを取圍んでゐる。格點附近に設けたる隔鉄は、ピンを挿入する以前に弦の腹鉄が不時に移動するのを防止するに効果がある。弦材は中斷されてゐないから、弦材長の伸縮に依る格點の移動のため弦材に彎曲を生ずる。故に實際の弦材は理論上の格間長より幾分短くすれば、無載荷の場合に上弦材は上向きに弓形を描き、滿載の場合に直線となる。長 20 m 以上の上弦材の拱矢は約 10 mm とする。

6. フヒーレンデル・トラス (獨 Vierendeelträger) 此の構は第 309 圖に示すが如く腹材には單に鉛直材あるのみである、鉛直材及弦材は彎曲に耐ゆる様な構造とし、互に彎曲に耐ゆる様に緊結せねばならない。此の構の特徴は (i) 輕快な外觀を有すること、(ii) 構の外側にある架出し歩道と車道とが自由に交通出来ること、(iii) 經濟上卓越



第 309 圖

すること及 (iv) 完全な認識の下に計算されてゐれば副應力は算出しなくてすむこと等である。構の構造は第 310 圖の如し、上弦材は連続せる蓋鉄と所々に隔壁を有し、鉛直材に横桁を取付くる箇所は腹鉄に依つて補強され、尙鉛直材の腹鉄はラーメンの角となる所に 45° の角度をなす隔壁で補強されてゐる。弦材より鉛直材に力を傳達する角の構造に對しては特別の注意を拂はねばならないが、材料を腹部に集中し弦の上下部には之を少くすることが好ましい、山形鋼には不等邊のものを使用し其の長脚を腹鉄に連結する。



第 310 圖

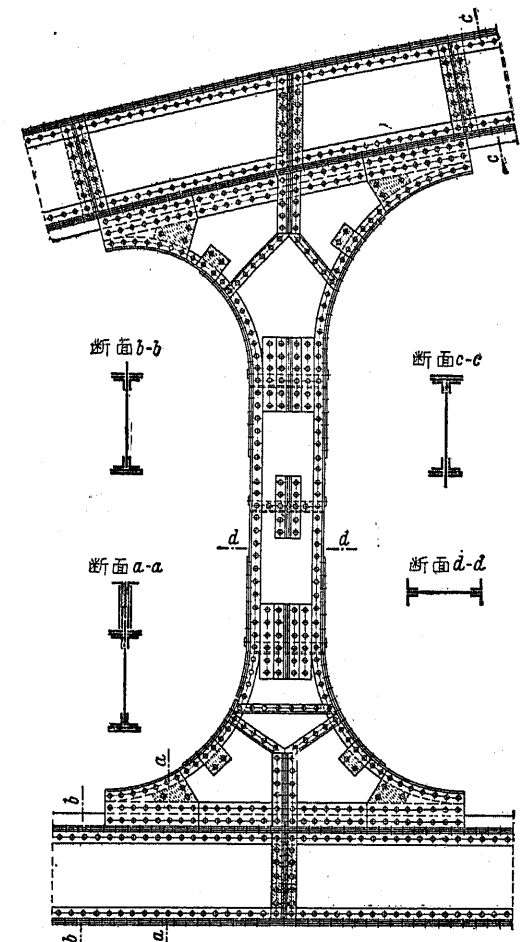
第311圖に於ては上弦の底鋸(セクションc-c)及下弦の蓋鋸(セクションb-b)は腹鋸に依り貫通され、ラーメンの角の腹鋸は此の貫通せる腹鋸及鉛直材の腹鋸に衝合せ添接鋸に依り連結してある。

7. 反り 水平線が少しでも垂下すれば、外觀が悪くなり強度に缺點を生ずるので、最初は主として美觀のために反りを附した。此の見地よりすれば最悪の状態に於ても、尙橋梁の水平線が幾分上向きの曲線となる様な充分の反りを附した方がよい。今日では反りは副應力を軽減又は消滅せしむる目的にも使はれる。

或る場合には、反りは桁下の餘隙(Under clearance)の要求にも應ずることとなる。即ち構に反りを附すれば、兩端の格間は丁度餘隙線(Clearance line)上にあつても、中間の格點は滿載荷重の場合と雖も其の線以下に降ることがない。

下路構橋に於ては滿載の場合に常に下弦が水平線となる様に反りを附するが、縦桁の上面は一般に下弦と平行するから、無載荷の場合には床の中央が幾分水平線上よりもちあがることになる、之は一徑間の場合には差支ないが、數徑間の場合には床に連續した凹凸を生じ好ましくない。道路橋に於ては反りの量も大きくないし、特に閉床の場合には床の凹凸も左まで目障りにならないが、鐵道橋では反りの量も大きいから、軌條の凹凸は特に目立つてくる。外觀の美を必要とする箇所では、死荷重より生ずる反りの半分又は全部を枕木の切欠き(Dapping)に依つて加減し、床の凹凸を除くことを仕様せる鐵道橋もある。

上路構橋の場合にも下路構橋に於けると同様に、反りに起因する床の凹凸が生ずる。之を目立たない様にするには其の取扱方は下路橋と全く同一となすか、又は上弦には下弦より小さい反り



第 311 圖

を附する。

理論的には構が死活両荷重及衝撃の下で、其の下弦が直線となる程度に反りを附すべきである。然し夫だけの反りを附すれば床勾配の隆起が一層激しくなり、一面に於て最大荷重の起る場合は稀であるから、美観を重んずる橋梁では夫だけの準備をする必要はない。ワデル氏は構に對しては、死荷重に活荷重及衝撃の半分を加へたるものに対して反りを計算すれば足れりと言つてゐる。A.R.E.A. の示方書では、橋梁に滿載した場合に縦桁が直線となる程度に部材の長を定め反りを附することになつてゐる。然し鐵道橋に於ては、水平射影の長 1m に付 1mm の割合で上弦を下弦より長くする。道路橋に於ては上記の場合を 1m に付 1.5mm とす。

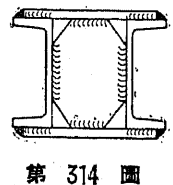
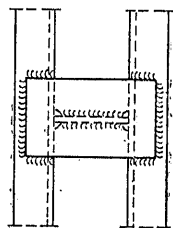
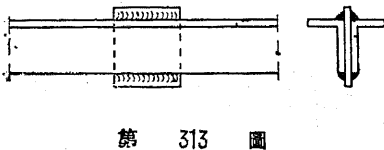
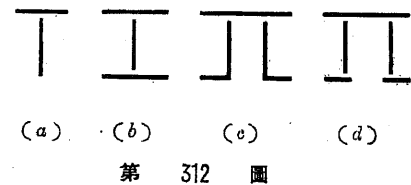
反りの量は次の式に依つて與へられる。

$$\left. \begin{aligned} \eta &= \frac{il}{8h} \\ \text{或は} \quad i &= 8\eta \frac{h}{l} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (36)$$

式中  $\eta$  は反り (mm)  
 $i$  は上弦を下弦より長くする長さ (mm)  
 $l$  は支間 (m)  
 $h$  はトラスの高さ (m)

### 第四節 銲接構

衝撃を受くことのない構造物に對しては、今日では充分の安全率を以て銲接を用ふることが出来るが、之に反して衝撃を受くとき例へば鐵道橋の如きに對しては尙多少疑問の餘地を存す

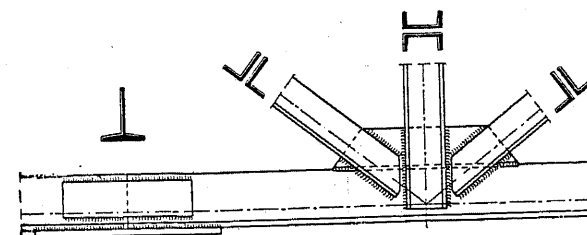


る。將來銲接の強度が信頼し得るものとなれば、應力の分布に關しては隅肉銲接より著しく好都合なる銲接が、構部材の連結に使用せらるゝであらう。

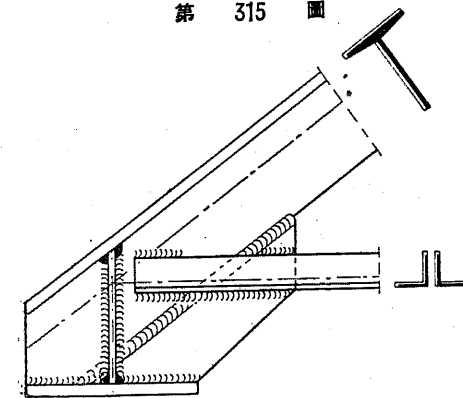
銲接せんとする構部材は出来るだけ一つの歴延形鋼で出来たものがよしい。若し之が不可能の場合は集成断面を用ふるけれども、山形鋼を省くため第312圖の如き断面が選まるゝ。二山形鋼より成る部材に於ては、其の間に挟まれた填材を部材面より上に突出せしめて隅肉銲接を容易ならしむる(第313圖)。第314圖は二溝形鋼より成る部材を二枚の綴釘及一枚の隔釘により銲接せし例である。

第315圖は小屋組(Roof-truss)の下弦格點を示し、第316圖は同支承格點を示す。

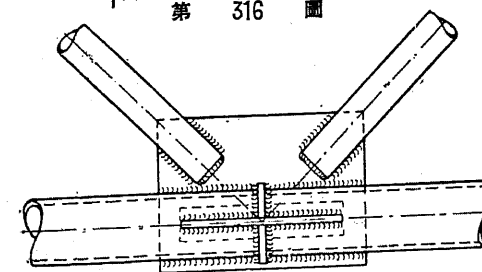
第317圖は環状断面を有する構部材の銲接で、第318圖は構の下弦格點に於ける銲接と鉄結との混用法を示してゐる。斜材は平鋼を銲接した I 形断面を有し、之を綴釘の間に挿入し綴釘の



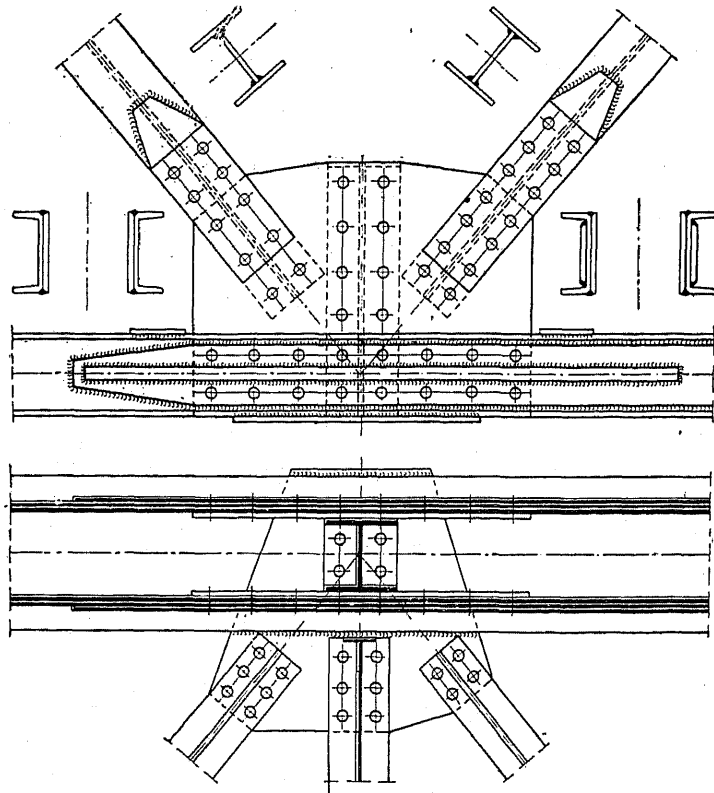
第 315 圖



第 316 圖



第 317 圖



第 318 圖

外側にある添接板に依り三者を銲結する。左の下弦材は二溝形鋼及腹板より成り、右の下弦材には尙其の外に側板を添加し、之は格點を越えて左側に延長してある。此の外正方形鋼を銲接して格點に於ける部材を補強し、銲孔に依る断面の減少を償つてゐる。