

第十一章 單構の設計

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	最大支間 (m)
壓延 I 形鋼橋	10
鈹桁橋	30 ~ 40
構	30 以上

I 桁橋及鈹桁橋は次の特長を有する。(1) 計算及設計に誤を生ずる機會が少い、(2) 製作費が廉價である、(3) 架設が簡單である、(4) 維持に注意を要すること少く又維持費も安い、(5) 剛度に於て構に優る。

2. 上路橋と下路橋 桁下の有效高其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) 鐵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 (Riveted truss) とピン構 (Pin-connected truss) 鈹構は 75 m 位以下にピン構は 60 m 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。其の各の特長及缺點を掲ぐれば次の如し。

鈹橋 特長 剛性に富んでゐる。

- 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。

ピン橋 特長 (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) 短支間の橋では剛性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 (Single web) と複腹 (Multiple web) 長支間の橋梁に於ては構の高きを要するも、格間長は床構の関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。

斜材の傾斜は四十五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・トラス又はホイブル・トラスの如き複腹となせば理想に近づくを得るも、其の應力が不静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 まで	ワーレン・トラス(鉄橋)	プラット・トラス(鉄橋)
55 ~ 60	{ ワーレン・トラス(鉄橋) バーカー・トラス(ピン橋)	プラット・トラス(ピン橋)
60 ~ 90	バーカー・トラス(ピン橋)	バルチモア・トラス(ピン橋)
90 ~ 120	ペンシルヴァニア・トラス(ピン橋)	バーカー・トラス(ピン橋)
120 以上	ペンシルヴァニア・トラス(ピン橋)	

(2) 上路橋。

支間 (m)	第一 位	第二 位
60 まで	ワーレン・トラス(鉄橋)	プラット・トラス(鉄橋)
60 ~ 90	{ プラット・トラス(ピン橋) バーカー・トラス(ピン橋)	{ バルチモア・トラス(ピン橋) ペンシルヴァニア・トラス(ピン橋)

90 以上 ペンシルヴァニア・トラス(ピン橋)

各形の優劣を比較すれば

(1) ワーレン・トラス。

特長 (a) 短支間ではプラット・トラスより經濟である、
 (b) プラット・トラスより外觀がよらしい。

缺點 (a) 活荷重のため應力が交番するから特にピン橋にては有害である。
 (b) 下路橋に於て垂直材を用ひないときは床桁の取付に困難であり、垂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ことが流行するに至つた。

(2) プラット、バーカー、バルチモア、ペンシルヴァニア・トラス。

プラット・トラスの特長は、下弦、斜材及對材に眼釘を用ふることを得るのでピン橋に適し、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バ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、曲弦となして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) ポニイ・トラス。構の高さが低くて上横構を設く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、且つ各格點に必ず隅釘を用ふること恰も下路鉄桁橋に於けるが如くし、之を取付くるためワーレン・トラスに於ては垂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。格間長が大に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ことが出来る。長支間の下路橋に於ては其上弦を拋物線となす。ミシシッピ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

		45	8	6 (吊材), 8.5 (中央)
American Bridge Company	鉄橋及ピン橋(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	$\frac{h}{p} = 1.0, 1.36, 1.60, 1.80, 2.0$

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

$$\begin{aligned}
 8 \times 30' &= 240' \\
 4 \times 38 &= 152 \\
 4 \times 45 &= 180 \\
 2 \times 48 &= 96 \\
 \hline
 \text{支間} &= 668'
 \end{aligned}$$

斯の如く格間長を變ふれば經濟となり且つ斜材の垂直となす角度を略一定にすることが出来る。然し夫がために得る利益よりも格間長を一定にした爲め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めにも之を同一となす方がよい。

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、撃衝、遠心荷重及温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

$A_t =$ 純斷面積

$l =$ 部材の長

$r =$ 最小環動半徑 (Least radius of gyration)

$f_t =$ 許容張應力

とせば

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

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

$$\frac{l}{r} \geq 200 \dots\dots\dots (4)$$

(2) 壓應力。

$C =$ 死荷重、活荷重、撃衝、遠心荷重及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

$f_c =$ 許容壓應力

とせば

$$A \geq \frac{C}{f_c} \dots\dots\dots (5)$$

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

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{r} &\cong 100 \sim 120 \text{ 主要抗壓材} \\ \frac{l}{r} &\cong 120 \sim 150 \text{ 對風構} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

(3) 軸應力並に彎曲應力。

M = 死荷重、活荷重、撃衝、遠心荷重及温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 = 断面率 (Section modulus)

とせば

$$\left. \begin{aligned} \frac{T}{A_t} + \frac{M}{W} &\cong f_t \\ \frac{T'}{A_t} + \frac{M'}{W} &\cong f_t' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(8)$$

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

(4)。(a) 張應力及び壓應力が交番する部材に於ては大なる断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断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

$$L - \frac{2}{8}D \text{ (或は } 0.7D) \dots\dots\dots(11)$$

を以て其の部材の應力と爲す。

2. 設計上の要件

- (1) 各部はなるべく簡單ならしむる。
- (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) 已むを得ざる個所の外總て對稱となし、鋸の配別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軸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力率を加算する。
- (9) 密閉せる断面又は密な綾綴 (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) をなし得る様な断面を選ぶ。
- (11) 鐵道橋の吊材及ピン橋 (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 (眼釘を用ひない)。
- (12) 對材は成る可く剛性部材となす。
- (13) 溝形鋼の最小断面は次の通りとす。

主要材	横 構
250 mm	200 mm (鐵道橋)
200 (徑間小なるとき)	—
200	150 (道路橋)

150 (徑間小なるとき) —

(14) 抗壓材は成る可く次の如くする。

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

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

(15) 部材の連結は該部材の全強に依り設計し、山形鋼には三個以上、平鋼には二個以上の銲を用ふる。

(16) 銲結の抗張材では純斷面積は總斷面積の 80% 以上となす。

(17) 銲打ちに差支ない様最小銲距を定むる。

(18) 交番應力を生ずる剛性對材 (Rigid counter) は成る可く弦に銲結する。

(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 9 mm 以上となす。

(20) 蓋板を有せない桁並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) 抗壓材に於ては鋼を腹板と突縁に集中する。腹板の厚は夫と突縁とを緊結する銲線間の距離の三十分一より大きくし、蓋板の厚は銲線間の距離の三十分一より小ならしめない。

(22) 抗壓材の開放した側には格構 (Lattice) を用ひ、部材の兩端に近く綴板 (Tie plate) を用ひ其の長は夫と突縁とを緊結する銲線間の距離より大にし、又格構が出来ない中間の個所にも綴板を用ひ、其の長は銲線間の距離の半分より大きくする。綴板の厚は銲線間の距離の五十分一より小ならしめない。

(23) 總て部材の銲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。

(24) 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。

(25) 總ての橋桁は其の長 1 m に付 1 mm 伸縮し得る装置をなし、其の一端は固定するを要す。

(26) 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銲数を 30% 宛増加する。

(27) 集成斷面の抗張材の設計細目は集成斷面の抗壓材に準ずる。

(28) 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 10 mm 以上なるときは所要銲数を 50% 増加し、其の厚 10 mm 未滿のときは 2 mm 減ずる毎に其の増加率を 10% づゝ減ずるものとする。

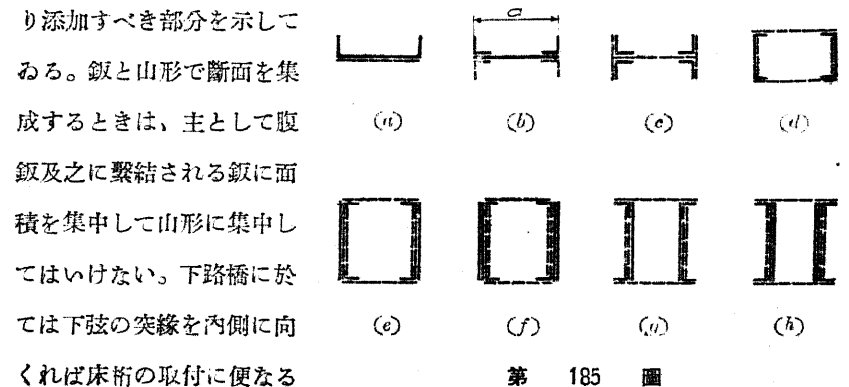
(29) 縦桁の連結用山形鋼の厚は成る可く 12 mm 以上となして横桁の腹板に銲結する。

(30) 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。

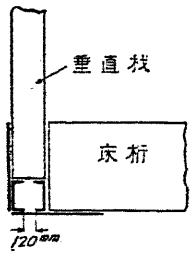
第三節 單構の細目

1. 下 弦

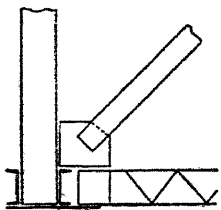
(1) 銲 橋。 構の集成斷面 (Built-up section) は第 185 圖に示す通りであつて、實線は常に存在する基礎斷面、點線は斷面が大きい場合又は特別の事由に因り添加すべき部分を示して



第 185 圖



第 186 圖



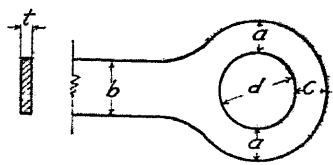
第 187 圖

のみならず、綫釘も小さいものを用ふることが出来る。此の場合の突縁は 120 mm 以上の純間隔を有せしむる (第 186 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垂直材は下弦の内側に挿入するを得 (第 187 圖)。

山形の背から背までの距離 a (第 185 圖及第 199 圖) は一定とする。弦材に於ては格間毎に異なる断面を使用すれば縦手の数が多くなるから、之れを避くるため數格間に亘り同一断面を用ふれば經濟となることがある。軽い橋梁で二山形を用ふるときは部材の剛度を増加するために、抗壓材には綫釘を用ひ、抗張材には綴鋸を約 1m 間隔に用ひて a を成るべく廣く採る方がよい。

(2) ピン橋。本章第二節 2 の (11) に述べたるが如く單線鐵道橋では兩端の各二格間又は剛性部材となすが、複線鐵道橋及幅の廣い道路橋では交番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めることがある。剛性部材には (1) の鉄橋と同様の断面を使用するが、非剛性部材には眼釘 (Eye-bar) を用ふる。

眼釘 眼釘は眞直で規定の形狀を備へ頭の處で撚れ又は髒其の他の缺點を有してはならない。頭は膨徑 (Upsetting)、輾延又は鍛造に依つて造り、眼釘を部材に用



第 188 圖

ふるときは相隣接せるものゝ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 : 192 に制限する。釘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。

一部材をなせる眼釘の數は偶數となして構の中心線に對し對稱に並べる。

a の所の斷面積を A_1 、 b の所の斷面積を A_2 、釘の幅を b 、厚を t 、眼釘の直徑を d とせば、其の比率は右の通りである。眼釘の斷面積を求むるには、一部材を成す眼釘の數を n 、部材に働く張力を P 、眼釘の許容強度を f_i とせば

輾延せしもの			鍛造せしもの	
$\frac{d}{b}$	$\frac{A_1}{A_2}$	$\frac{max. t}{b}$	$\frac{A_1}{A_2}$	$\frac{max. t}{b}$
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

$$A_2 = \frac{P}{f_i} = \frac{P}{1200} \dots\dots\dots(12)$$

となる。

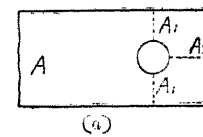
$$\left. \begin{aligned} \text{普通} \quad & d = \frac{2}{3} b \sim b \\ & c = b \\ & a = \frac{2}{3} b \sim \frac{3}{4} b \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(13)$$

對材には調整眼釘 (Adjustable Eye-bar) を用ふる。又正方形及圓形の鐵釘には屢々耳釘 (Loop) を附する。

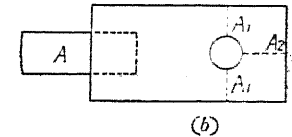
亞米利加橋梁會社 (American Bridge Company) の標準は、第 34 表及第 35 表の如し。

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

徑間の兩端に用ふる剛性部材に於ては、第



(a)



(b)

189 圖 (a) の如く

第 189 圖

第 34 表

AMERICAN BRIDGE COMPANY STANDARDS.

ORDINARY EYE BARS						ADJUSTABLE EYE BARS						
BAR		HEAD				BAR		SCREW END				
Width, In.	Thick. Res.	Dia. In.	Max Pin Dia. In.	Add. Material A		Width, In.	Min Thickness In.	Dia. U. In.	Excess Upside Over Bar, %	Length, In.	Add. Material B	
				For Ordering Bar, Ft. & In.	For Figuring Weight of Bars, Ft. & In.						For Ordering Bar, In.	For Figuring Weight, In.
2	1 1/2	4 1/2	1 3/4	1-0	0-7	2	1 3/8	1 3/8	32.6	4	12	8
		5 1/2	2 3/8	1-4	0-11		2	1 3/8	36.6	4 1/2	12	7 1/2
		6 1/2	3 1/4	1-9	1-4			2	31.4	4 1/2	11	7 1/2
2 1/2	1 3/8	6	2 1/2	1-3	0-10	2 1/2	1 3/8	2 3/8	41.2	4 1/2	12	8
		7	3 1/4	1-7	1-2		2 1/2	2 3/8	38.1	5	12	8 1/2
		8	4 1/4	1-0	1-7			2 3/8	36.7	5	12	7 1/2
3	1 1/2	7 1/2	3 3/4	1-6	1-1	3	1 1/2	2 1/2	34.3	5	12	7 1/2
		8 1/2	4 1/4	1-11	1-5		3	2 1/2	41.6	5 1/2	13	7 1/2
		9 1/2	5 1/4	2-4	1-10			2 1/2	23.9	5 1/2	13	8 1/2
4	1 3/4	10	4 1/2	1-11	1-6	4	1 3/4	2 1/2	23.9	5 1/2	13	8 1/2
		11	5 1/2	2-3	1-10		4	2 1/2	32.0	5 1/2	11	7 1/2
		12	6 1/2	2-8	2-2			3	35.7	6	13	8 1/2
5	2	12	5 1/4	2-1	1-8	5	2	3 1/4	44.6	6 1/2	14	9 1/2
		13 1/2	6 3/8	2-8	2-2		5	3 1/4	36.2	6	12	8
		15	8 1/4	3-3	2-9			3 1/4	24.1	6 1/2	11	7
6	2 1/4	14	5 3/4	2-4	1-10	6	2 1/4	3 1/2	30.2	7	13	8 1/2
		14 1/2	6 1/4	3-2	2-1		6	3 1/2	34.2	7	13	8 1/2
		16 1/2	8 1/4	3-2	2-8			3 1/2	38.3	7	14	9
7	2 1/2	16 1/2	7	2-7	2-2	7	2 1/2	3 3/4	25.8	7	12	7 1/2
		17 1/2	8	2-11	2-6		7	3 3/4	28.0	7	12	8 1/2
		18 1/2	9	3-4	2-11			4	33.2	7 1/2	13	8 1/2
8	2 3/4	18	7	2-8	2-3	8	2 3/4	4 1/4	37.3	8	14	9 1/2
		19	8	3-0	2-6		8	4 1/4	26.9	8 1/2	12	8
		20	9	3-4	2-11			4 1/4	22.5	8 1/2	13	8 1/2
9	3	20	7 1/2	2-11	2-6	9	3	4 1/2	32.4	8 1/2	14	9
		22	9 1/2	3-7	3-1			4 1/2	35.4	8 1/2	14	9 1/2
10	3 1/4	22 1/2	9	3-5	2-10	10	3 1/4	4 3/4	25.9	8 1/2	13	8 1/2
		24	10 1/2	3-9	3-3		10	4 3/4	27.4	8 1/2	13	8 1/2
		25	11 1/2	4-1	3-7			4 3/4	29.3	8 1/2	13	8 1/2
12	3 1/2	26 1/2	10	3-8	3-3	12	3 1/2	5	31.4	9	14	9
		28	11 1/2	4-2	3-8		12	5	35.2	9 1/2	15	10
		29 1/2	13	4-8	4-1			5 1/2				
14	4	31	12	4-3	3-9	14	4	5 1/2				
		33	14	4-10	4-4			5 1/2				
		34	15	5-5	4-8			5 1/2				
16	4 1/2	36	14	4-10	4-5	16	4 1/2	6				
		37 1/2	16	5-5	4-10			6				

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.

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

第 35 表

AMERICAN BRIDGE COMPANY

Pitch and Shape of Thread A. B. Co. Standard.
ADDITIONAL LENGTH "A" IN FEET AND INCHES FOR ONE LOOP.
 $A = 4.17P + 5.89R.$

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 3/8	0-11	0-11 1/2	1-0 1/2	1-1	1-2	1-2 1/2	.....	.....	.....	.....	.....
1 1/2	1-0	1-0 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	1-6 1/2	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	1-7 1/2	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	2-0	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	2-5 1/2
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	2-6 1/2
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	2-7 1/2
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	2-8 1/2
5 1/4	.....	2-3	2-4	2-4 1/2	2-5 1/2	2-6	2-7	2-7 1/2	2-8 1/2	2-9	2-9 1/2
5 1/2	.....	2-4	2-5	2-5 1/2	2-6 1/2	2-7	2-8	2-8 1/2	2-9 1/2	2-10	2-10 1/2
5 3/4	.....	2-5	2-6	2-6 1/2	2-7 1/2	2-8	2-9	2-9 1/2	2-10 1/2	2-11 1/2	3-0
6	.....	2-6	2-7	2-7 1/2	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	.....	2-7	2-8	2-8 1/2	2-9 1/2	2-10 1/2	2-11	3-0	3-0 1/2	3-1 1/2	3-2
6 1/2	.....	2-8	2-9	2-9 1/2	2-10 1/2	2-11 1/2	3-0	3-1	3-1 1/2	3-2 1/2	3-3
6 3/4	.....	2-9	2-10	2-10 1/2	2-11 1/2	3-0	3-1	3-1 1/2	3-2 1/2	3-3 1/2	3-4
7	.....	2-10	2-11	3-0	3-1	3-1 1/2	3-2 1/2	3-3	3-3 1/2	3-4 1/2	3-5

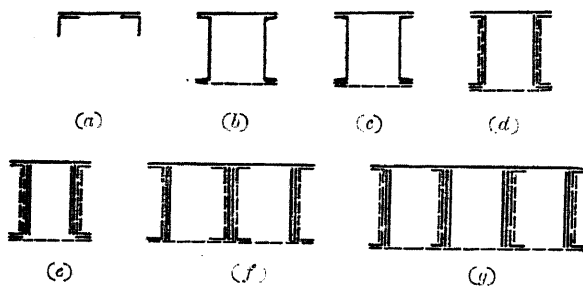
Pins marked * are special. Maximum shipping length of "L" = 35 feet.

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

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

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。何れの場合にも腹鉄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鉄に相當の鉄を添加する。之をピン鉄 (Pin-plate) と云ひ、少くも一枚のピン鉄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、ピンより來る壓力が部材の總ての部分に傳達するに足る充分の鉄數を用ふる。尙外側のピン鉄に於て鉄を皿形となさんとするときは、其の厚は 12 mm 以上となす。

2. 上弦及端柱



第 190 圖

鉄橋及ピン橋に對して同一斷面を用ふる。第 190 圖の (a) 及 (b) は支間 60 m 位までの道路橋に、(b) 乃至 (e) は鐵道橋に、(f) 及 (g) は

長支間の橋梁に用ひらるゝ斷面である。

何れの斷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斷面が非對稱となる。殊にピン橋に於ては之がためにピンが中立軸上にないこととなつて弦に偏心應力を生ずる。又斷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、蓋鉄は彎折を防ぐ範圍内に於て成るべく薄くして、斷面の増加は主

として山形鋼、腹鉄及び側鉄 (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。鉄橋に於ても弦の斷面を變ふるために中立軸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。

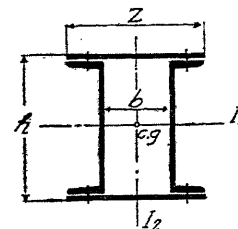
上弦の斷面は最大斷面の垂直材を收容するに足り、且つ常に

$$I_2 \geq I_1 \dots\dots\dots(14)$$

ならしむるを要す (第 191 圖)。 I_1 は水平軸に對する斷面の慣性率、 I_2 は鉛直軸に對する斷面の慣性率とす。

此の條件を満足するためには

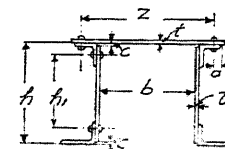
$$b \geq \frac{3}{4} h \dots\dots\dots(15)$$



第 191 圖

たるを要し、且つ b 及 Z は上弦全體に亘り一とする。普通用ふる標準は次の如し (第 192 圖)。

$$\left. \begin{aligned} \tau &\geq \frac{1}{30} h_1 \\ t &\geq \frac{1}{40} Z \\ b &\geq \frac{7}{8} h \\ c &\geq 6 \text{ mm} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(16)$$



第 192 圖

α は山形鋼の鉄線に依つて定まる。

メラン氏の説では

$$\left. \begin{aligned} b &= 12 + 0.5l & l < 65 \text{ m のとき} \\ b &= 25 + 0.3l & l > 65 \text{ m のとき} \\ h &= b + 0.1l \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(17)$$

シャーパー氏の説では

$$\left. \begin{aligned} b &= h - 0.1l & \text{普通の支間のとき} \\ b &= h - 0.2l & \text{非常に大きい支間のとき} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(18)$$

$$h = l - \frac{l^2}{400}$$

l は支間にして m で、 b 及 h は cm で表はされる。

上路橋に於ては格點以外の個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

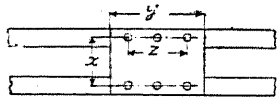
$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{1}{8} p \sim \frac{1}{10} p && \text{鐵道橋} \\ h &= \frac{1}{12} p \sim \frac{1}{15} p && \text{道路橋} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(19)$$

とし、 p は格間長とす。斯の如き場合には必ずしも (14) 式は満足されないでよろしい。

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、腹鈹及側鈹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。鈹徑が 22 mm なる時鑽孔を避けんとせば部片の厚は 22 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。腹鈹の厚を變ふれば繼手の個所で填材を要する故、若し填材を欲せざる場合には、山形鋼又は側鈹に依つて斷面の増加を圖り、腹鈹には同一厚を用ふる。

(1) 綴鈹 (Tie plate, Batten plate)。抗壓材の開いた側には綴鈹と綾釘とを用ひ、綴鈹は部材の兩端と中央に於て綾釘の切れた個所に使用する。

主要材兩端の綴鈹



$$\left. \begin{aligned} y &\geq x \\ t &\geq \frac{1}{50} x \\ Z &\geq 1 \frac{1}{4} x \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(20)$$

第 193 圖

主要材中間の綴鈹

$$y \geq \frac{1}{2} x$$

$$\left. \begin{aligned} t &\geq \frac{1}{50} x \\ Z &\geq \frac{3}{4} x \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(21)$$

橫抗壓材 (Lateral strut) 及主要ならざる部材に於ては

$$y \geq \frac{3}{4} x \dots\dots\dots(22)$$

集成斷面より成る抗張材にも綴鈹又は兩端綴鈹と綾釘とを併用する。

$$\left. \begin{aligned} \text{兩端の綴鈹} & Z \geq 1 \frac{1}{4} x \\ \text{中間の綴鈹} & Z \geq \frac{9}{16} x \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(23)$$

何れの場合にも綴鈹の片側には三本以上の鈹を用ひ、綴鈹間の純間隔は 1 m を超えてはいけぬ。

上式中 x は綴鈹の鈹線間の距離、 y は綴鈹の長さ t は綴鈹の厚とす。

(2) 綾釘 (Lacing bar)。綾釘は部材の各部を連絡して一體となし、彎曲に基づ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。

$$\left. \begin{aligned} \text{綾釘の厚。} & t \geq \frac{1}{4} C \text{ 單綾綴 (Single lacing)} \\ & t \geq \frac{1}{60} C \text{ 複綾綴 (Double lacing)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(24)$$

式中 t は綾釘の厚、 C は釘の兩端に於ける鈹の中心間距離とす。

綾釘の幅。

$$\left. \begin{aligned} d = 22 \text{ mm なる時} & b \geq 65 \text{ mm} \\ d = 19 \text{ " } & b \geq 57 \text{ " } \\ d = 16 \text{ " } & b \geq 50 \text{ " } \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(25)$$

式中 d は鈹徑、 b は綾釘の幅とす。

綾釘を鈹結する突縁の幅 65 mm 以上 90 mm 未滿の場合には 19 mm の鈹一個、90 mm 以上 130 mm 未滿の場合には 22 mm の鈹一個、130 mm 以上の場合

には 22 mm の鉄二個を用ひて綾針を鉄結する。部材の兩突縁に於ける鉄線間の距離 400 mm 以上で、綾針を兩端に於て各一個の鉄で鉄結する場合には複綾綴として交點を鉄結し、綾針が部材の軸となす角度は四十五度より大なるを要す。

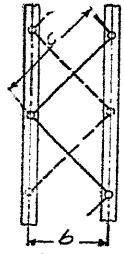
抗壓材の綾針は次式により算出したる剪力が部材と直角に作用するものとして設計する。

$$Q = \frac{Pl}{400y} \dots\dots\dots(26)$$

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

蓋鉄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。

綾針の應力を S 、鉄線間の距離を b とせば

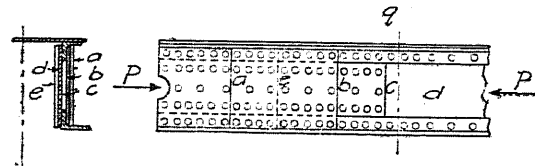


$$S = \frac{Q}{2} \frac{c}{b} \quad \text{單綾綴} \\ = \frac{Q}{4} \frac{c}{b} \quad \text{複綾綴} \dots\dots\dots(27)$$

S は張應力及壓應力として取扱ひ、此値は抗壓材の兩端より中央に赴くに從つて減するも、綾針の寸法は總て同一となす。

第 194 圖 亞米利加橋梁會社の標準は第 36 表、鐵道省の標準は第 37 表の如し。

(3) ピン鉄。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鉄を以て補強する必要があり、ピン鉄はピンより受くる應力を部材に均一に傳達し得る様に鉄結せねばならない。ピン孔に於てはピンより鉄に傳はる壓力は鉄の厚に比例し、部材本體に於ては其の應力が斷面に均一に分布するものと假定する。抗壓材に於ては(第 195 圖) ピンの受くる壓力 P は



第 195 圖

腹鉄 d と、ピン鉄 a, b, c 及 e とに、其の各厚に比例して傳はり、夫等各鉄の應力が部材の主要部分たる山形

第 36 表

STANDARDS FOR LACING BARS. AMERICAN BRIDGE COMPANY.

STYLE 1.

STYLE 2.

STYLE 3.

T Thickness of Bars.	Maximum Distance C in feet and inches for given thickness T of Bar.			
	Single Lacing		Double Lacing	
	C = 40T	C = 50T	C = 60T	C = 70T
5/8"	2' - 1"	2' - 7/4"	2' - 1 1/2"	3' - 10 1/8"
3/4"	1 - 10 1/2	2 - 4 1/8	2 - 9 3/4	3 - 6 3/8
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 3/8
3/8"	1 - 3	1 - 6 1/4	1 - 10 1/2	2 - 4 1/8
5/16"	1 - 0 1/2	1 - 3 3/8	1 - 6 3/4	1 - 11 1/8
1/4"	10	1 - 0 1/2	1 - 3	1 - 6 3/4

Width of Bar in Inches.	Length to be added to Distance C							
	For finished Length A				For ordered 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 - 3/8				3 7/8
2 1/2			2 5/8	2 5/8			3 1/4	3 3/8
2		2 3/8	2 5/8	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			

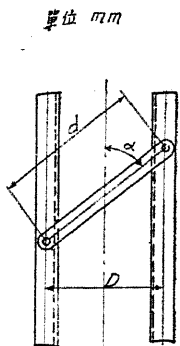
鋼及蓋鉄に傳はるから、セクション g に於ては應力が等分さるゝ。ピン鉄を連結するには、第一に其の鉄より主要部材に應力を傳ふるに足る充分なる鉄を用ふる

第 37 表
稜釘の寸法及鉄數

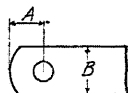
稜釘の最小幅	
22 根釘の對	65
19	57
16	50

厚さ t 對し 稜釘 許容最大長さ d	厚さ t	稜釘 許容最大長さ d
240	6	375
280	7	438
320	8	500
360	9	562
400	10	625
440	11	688
480	12	750
560	14	875
600	15	938
640	16	1000
680	17	1062
720	18	1125
800	20	1250

稜釘 數	鉄
65 以下 90 未満	12 根釘 1 個
90 ~ 130	22
130 *	22 ~ 27 個



$D \approx 400$ 以下の横稜釘
又は鉄結ナベ
 $\alpha \approx 45^\circ$ 以下の大スラス。

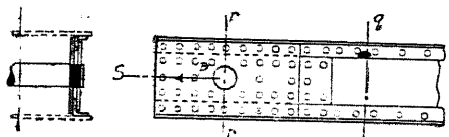


$$A \approx \frac{B}{2} + 6$$

こと。第二に q の左側に充分の鉄數を用ひて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 に過度の應力を生ぜない様にしなければ

ならない。第 196 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、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、ピン釘の設計には次の假定をなす。(1)



第 196 圖

各鉄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 の左側には充分の鉄を用ひて、ピン釘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 の右側に在る鉄にも充分の鉄を用ひて、鉄に於ける残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) 添接(Splice)。鉄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。添接鉄及鉄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鉄結したまま運搬することがある。

平行弦の抗壓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、充分なるピン釘を用ひてピンに衝頭せしむるが、ピン釘の取付に數多の鉄を要し而も満足な衝頭接合を造ることは困難である。鉄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鉄結してはいけない。

鐵道省規定 第四十四條 總ての部材の鉄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。

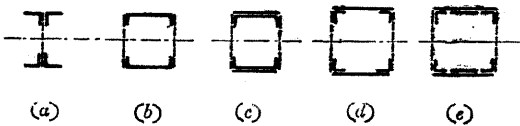
第四十八條 ピンにて部材を連結する場合には、其の連結部に於て部材の移動

せざるの装置を施すべし。

第五十條 添接鈎を間接に使用する場合には、所要鈎數を鋼鈎一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鈎距は、該部材の最大幅の一倍半の間は鈎の幹徑の四倍を超過すべからず。

3. 斜材及對材



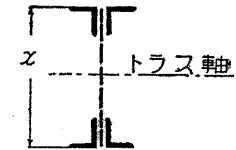
第 197 圖

(1) 鈎構。第 197 圖が普通に用ひらるゝ形である。突縁は總て内側に向くれば、連結容易にして之を切り取る必要がない。

普通抗張材であるが、對材を用ひざるときは壓力をも受くる故交番應力に對して設計する。

(2) ピン構。普通眼鈎を用ふる。ピンを用ひた部材に交番應力を生ずるときはピンの磨滅を速ならしむるが故に、ピン構に於ては必ず對材を用ひて調整鈎となす。

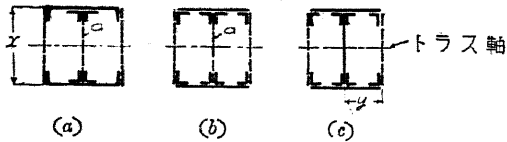
4. 吊材及ワーレン・トラスの垂直材



第 198 圖

以前には眼鈎を用ひたるも振動多く且つ副應力を生じ易きため、今日ではピン構又は鈎構に於ても剛性部材とし第 198 圖の如き形となす。床桁との取付けの関係上、少くも床桁の高には必ず隔鈎 (Diaphragm) を用ふる。

5. 垂直材 鈎構及ピン構にも同一形を選び、横構の取付及床桁の高だけには必ず



第 199 圖

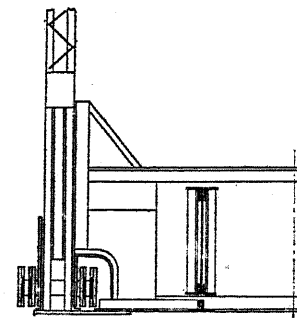
隔鈎を用ふる。断面は二つの溝形 (第 199 圖 a 及 b) より成り、短徑間には溝形鋼、長徑間には集成溝形を用ひ、突

縁を内側に向けて、上弦内に挿入するとき突縁を切斷することなからしむ。又斯くすれば突縁を外側に向けたときよりも綾綴の重量を減ずるを得、突縁を外側に向くる必要に迫られ部材の兩端で之を切斷する場合には、適當に補強して部材の全強度を維持することに努力する。

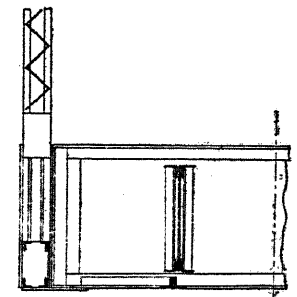
溝形の間隔 x は總ての垂直材に於て同一となし、構軸に對する断面の環動半徑が、少くも之と直角の軸に對する環動半徑に等しくなる様に定める。然し其の間隔が大き過ぎると桁の撓度に因る彎曲應力を増加する。部材が大きくなれば、二つの溝形を一體として働かせるために生ずる長柱の剪力に抵抗せしむるには、綾綴は信頼されないから c 圖の如く部材の全長に亘り中央覆鈎を用ふる。之は頗る有効で恰も上弦の蓋鈎の如き役割を有するもので、腹鈎の應力が部材の兩端に於ては繫鈎に傳はる。 $y < 15\text{ cm}$ なるときは兩側の處々に綾綴を用ひ、 $y \geq 15\text{ cm}$ なるときは普通の復綾綴を用ふる。

6. 綾構 橋梁の綾構は風荷重に抵抗するは勿論、走行車輛より生ずる震動及撃衝に對して適當の横剛度を確保せねばならない。構の間隔を大にし、部材の断面を比較的大きくし、断面に頑強の形を選び、接合の細目を完全に設計すれば、構の剛度を著しく増進する。又部材に鈎を用ふるよりも集成断面を用ふれば断面の應力を減少し、部材其のものの剛度と相俟つて構全體の剛度を増加するに與つて力がある。

下路橋の下横構及上路橋の上横構に於ては床桁が横抗壓材となり、斜材には普通背中合せになつた二山形鋼を用ひ、其の支點を鈎結し縦桁



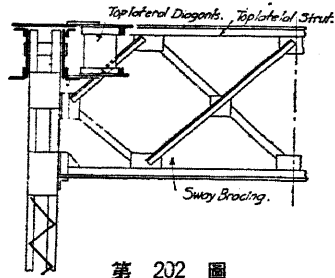
第 200 圖



第 201 圖

で支へてゐる。ピン構に於ては接合個所の繋釘は垂直材と床桁に、鉄構に於ては其の外尙弦にも鉄結される(第200圖、第201圖)。

下路橋の上横構に於ける斜材(Top lateral diagonal)は四山形鋼より成り(第193圖)、 x を弦の高(Depth)に等しくして、其の上下兩突縁に鉄結する。四山形鋼を用ふれば、例へば最小断面のものを使用しても断面積は過大となる。然し兩弦は構の兩端間の長い抗壓材となつてゐるから、上横構斜材を剛性となすのは、兩弦を一體として作用せしむる上に於て最も必要の事柄である。各格點には横抗壓材を用ひ、其の断面は斜材と同一となす。第202圖の如く對傾綾構が深いときは、上邊の二山形鋼が横抗壓材となる。

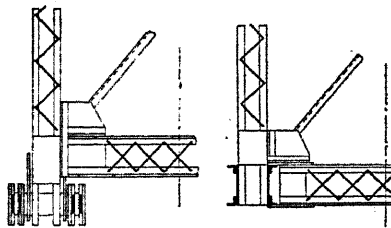


第 202 圖

は、上邊の二山形鋼が横抗壓材となる。

上路橋の下横構は下路橋の上横構の如く重要ではない。如何となれば此の場合の弦は抗張材であるから、抗壓材の如き綾構を必要としない。上路橋に於ては、各格點に構の深だけの對傾綾

構を設け、上部の横抗壓材と共に完全な綾構を構成せしむる。



第 203 圖

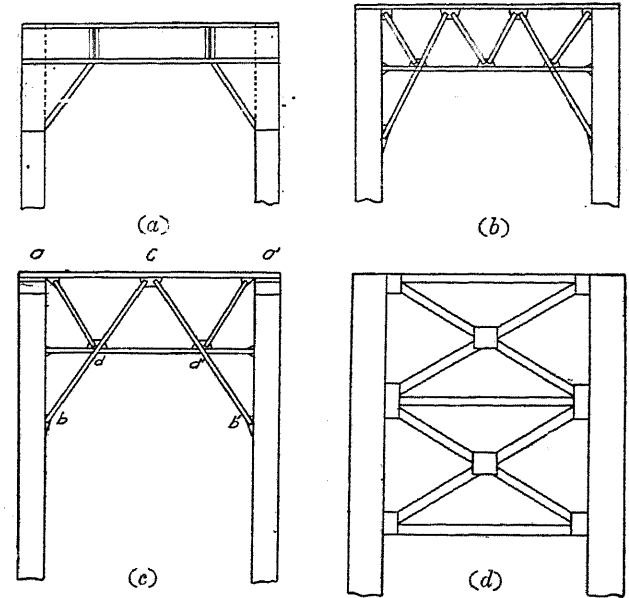
第 204 圖

下横構は小さくして、其の斜材には二山形鋼、横抗壓材には二又は四山形鋼を用ひ、之をピン構では垂直材に(第203圖)、鉄構では下弦に連結する(第204圖)。

7. 橋門構及對傾綾構

下路橋に於ては上横構に依つて構の兩端に集められた横荷重を、橋門構に依つて橋臺又は橋脚に傳ふるのであるから橋面上の有効高が許す限り深さを深くし、第205圖に示す如く腕木又は對傾綾構を出来る限り低い處で端柱に取付けて橋門の剛度を保持する。

橋門構の形は主として橋面上の有効高に支配さるゝが、深さを浅くするには鉄桁形(第205圖a)が最も有効である。深が増せば鉄桁の代りに(b)の如き格構桁(Lattice girder)を用ひ、もつと餘裕があれば(c)の如きA形或は深

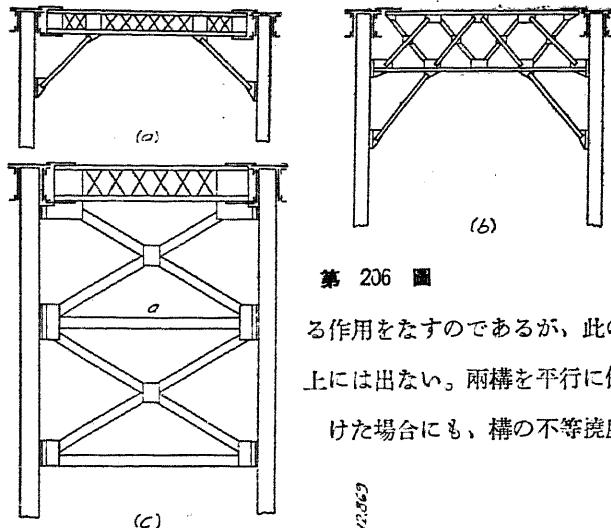


第 205 圖

さの深い格構桁、或は(d)の如き框を用ふる。中位の徑間に對してはA形が簡單にして有効である。理論的に云へば全應力は抗壓材 aa' 、筋違 bc 及 $b'c'$ で受け、 ad 及 $a'd'$ は補剛材として作用するのみである。短徑間を除いては、橋門構の各部分材は二又は四山形鋼より成り、端柱と同一深さを保たしめて上下兩突縁との連結に便ならしむ。

對傾綾構は各格點に設け路面上の有効高の許す限り深く造る。其の目的は構造物を横に補剛し四角形の断面を造るに在つて、上下に最小山形鋼を用ひた格構桁より成り立つてゐる(第206圖)。有効高に制限されるときは(a)の如く横抗壓材と垂直材間に腕木を用ひ、構が高いときには(c)の如き框を用ひ、屢中間の抗壓材(a)を省略することがある。

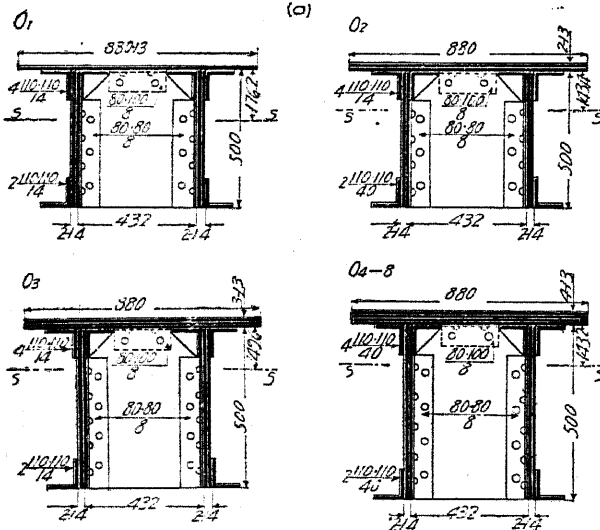
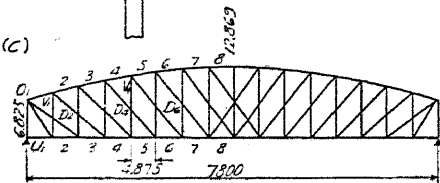
對傾綾構は構を補剛するのみならず、垂直材をも補剛して其の長柱の長を短縮するに効果がある。上路橋に於ては兩端の對傾綾構は端柱と同一平面内に置き構



第 206 圖

の全深に設くる。複線橋に於ける對傾斜構は、一軌道だけに列車が乗れる場合も、其の荷重を兩構に分布する作用をなすのであるが、此の影響は約 10% 以上には出ない。兩構を平行に保てば偏心荷重を受けた場合にも、構の不等撓度起因する床桁及び垂直材の彎曲を避けることを得。其の代りに全體の四角形が小さい角度だけ廻轉することとなる。

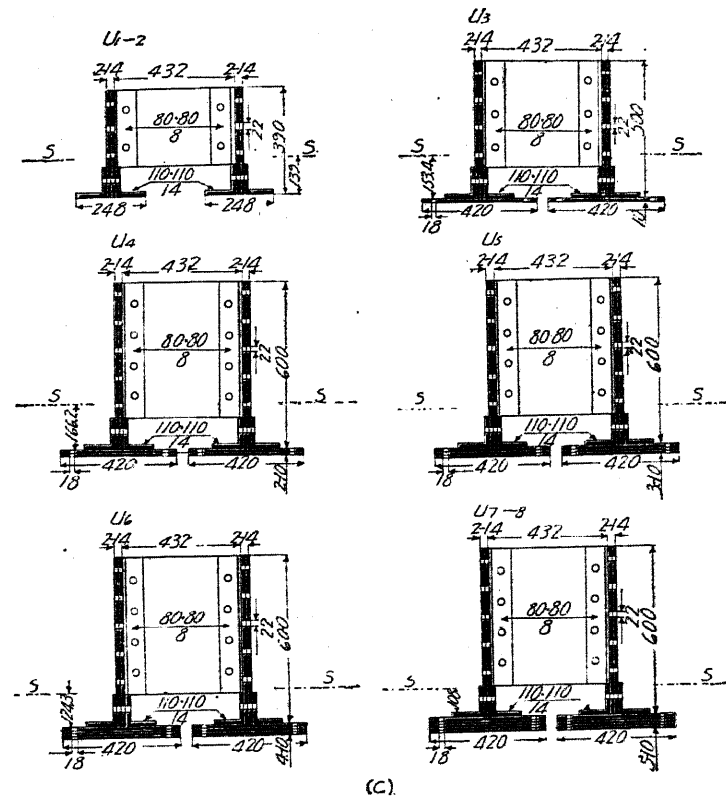
の全深に設くる。複線橋に於ける對傾斜構は、一軌道だけに列車が乗れる場合も、其の荷重を兩構に分布する作用をなすのであるが、此の影響は約 10% 以上には出ない。兩構を平行に保てば偏心荷重を受けた場合にも、構の不等撓度起因する床桁及び垂直材の彎曲を避けることを得。其の代りに全體の四角形が小さい角度だけ廻轉することとなる。



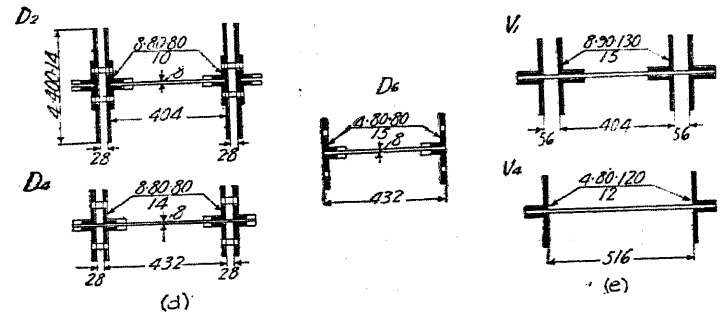
第 207 圖 (其 一)

8. 實例

第 207 圖はブラーグのヌラ一停車場に架した道路橋であつて、支間 78 m、幅員 13 m (車道 9 m、歩道各 2 m) である。



(C)



第 207 圖 (其 二)

9. 部材の連結

(1) 鉸構。(a) 繫鉸(Gusset plate)一部材の全強を P 、該部材の繫鉸に用ふる鉸数を n とせば、第四章第一節に依り

$$\left. \begin{aligned} P &= n'f \frac{\pi d^2}{4} \text{ 單剪} \\ &= 2n'f_s \frac{\pi d^2}{4} \text{ 複剪} \\ &= n''f_b dt \text{ 支壓力} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(28)$$

となり、是等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、鉸数を最小ならしむる爲には

$$n' = n'' \dots\dots\dots(29)$$

たらしむる。

繫鉸の厚を t とせば

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{f_s}{f_b} \frac{\pi d}{2} \text{ 單剪} \\ &= \frac{f_s}{f_b} \frac{\pi d}{4} \text{ 複剪} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(30)$$

普通 $\frac{f_s}{f_b} = \frac{1}{2}$

なるが故に

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{\pi d}{8} \text{ 單剪} \\ &= \frac{\pi d}{4} \text{ 複剪} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(31)$$

となる。

〔例〕

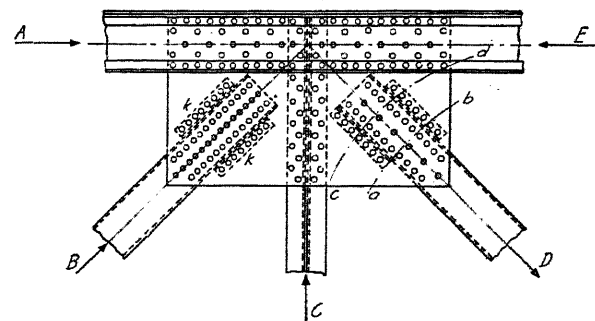
d (mm)	單剪 (mm)	複剪 (mm)
19	$t = 7.46 = 8$	$t = 14.92 = 15$
22	$t = 8.64 = 9$	$t = 17.28 = 18$

普通に用ふる繫鉸の厚は次の如し。

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

抗張及抗壓斜材は弦材の腹に取付けたる繫鉸に鉸結し、普通腹材は繫鉸の内側、繫鉸は上弦の内側、下弦に對しては弦の突縁が外向きか内向きかに従つて其の内側或は外側に用ふる。

(b) 配置一第208圖は上弦の接合を示し、繫鉸の大きさは所要の鉸数を容るゝに足る空間に依つて定めらるゝ。鉸の應力を均一となすためには、各部材の鉸群を中立軸に對し對稱となす。部材の應力が大きいときは、其の應力の方向に直角をなす ab 及 cd 線に沿つて繫鉸の抗張強度を検する事が必要である。

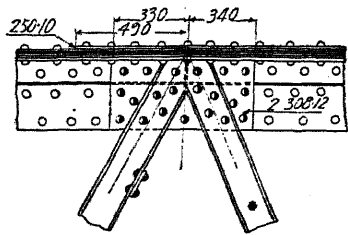


第 208 圖

即ち或るセクションに於ける全應力は、其のセクションの外側に在る鉸の全強に等しくなければならない。換言せば或るセクションの斷面積は、其のセクションの外側に在る鉸の全應力に對して充分なるを要す。

總ての部材の中立線は一點に會せしむる。之が不可能なる場合は部材及鉸に偏心應力を加算する。但し横構及對傾斜構に就ては往々偏心を避け難き場合に遭遇するも、偏心應力を考慮せざることが多い。

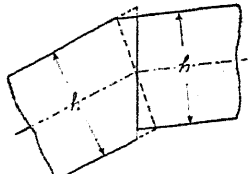
AE 部材に於ける繫鉸の鉸は、 AE の中立軸及垂直材の中立軸に對し對稱となる様配置する。短い連結用山形鋼を兩側に添加せば多少繫鉸を短縮するを得。



第 209 圖

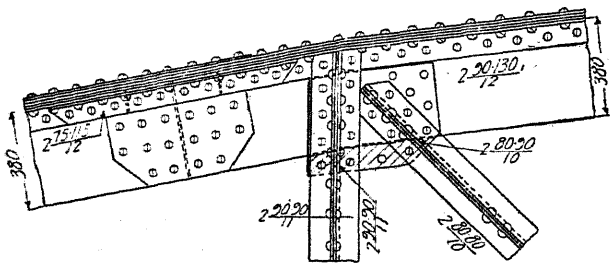
第 209 圖は垂直材のないワーレン・トラス (徑間 35.6 m) の接合點を示す。上弦は T セクションで腹鉋は 2×10 mm、其の外側に山形鋼と同一厚の 12 mm の鉋を以て補剛し、格點の處では尙其の外側に 12 mm 鉋の補剛材を添加せり、溝形の斜材は上弦の突縁まで延びて、繫鉋を用ひず直接上弦と鉋結してある。

曲弦橋の場合の腹鉋の接合には二種ある。一は接合線を二部材の交叉角の二等分線に置き、他は接合線を垂直となす(第 210 圖)。後の場合には腹鉋に喰違ひを生ずるから、其の上部を切斷し下部には添鉋 (Butt-strap) を添加する。



第 210 圖

第 211 圖は徑間 31.5 m の構に用ひた接合點である。16 mm 腹鉋の外側に各 12 mm の繫鉋を當て、

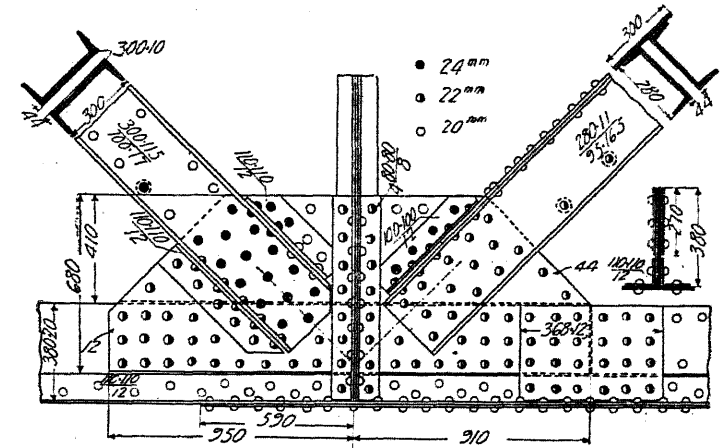


第 211 圖

兩腹材は短い補助山形鋼で連結されてゐる。此の場合の繫鉋は單に補剛鉋となつてゐるに過ぎないから、腹材の外側では僅かの鉋で上弦と鉋結してあり、腹鉋の接合は格點以外の個所に設けて、別に添鉋を用ひてある。

第 212 圖は支間 28 m の平行弦の繫鉋を示す。T 形の弦は 20 mm の腹鉋を有し、右側の格間では二枚の 12 mm 厚の添鉋で補強してある。兩側繫鉋の空隙には 20 mm の填材を挿入し、左側の抗張斜材は腹鉋を補強した二溝形鋼より成り、右

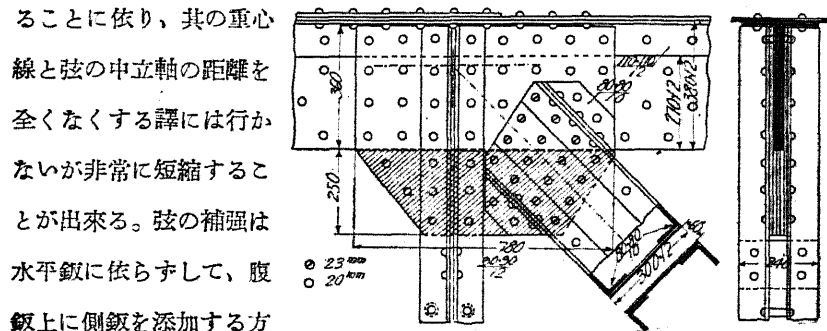
側の抗壓斜材は二溝形鋼に蓋鉋を併用せり。此の非對稱断面の連結も亦夫に應じて非對稱



第 212 圖

となしてある。腹材は殆んど大部分が繫鉋と鉋結してゐるから、腹材應力が正確に弦材に傳はる様、繫鉋と弦とを連結しなければならない。

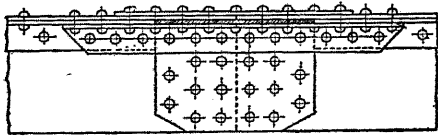
繫鉋を緊結するに要する鉋数は腹材應力の弦の方向に於ける分力より決定されるが、偏心應力を起さるるためには鉋群の重心線が弦の中立軸と合致するが如く鉋の配置を定むる。T 形の弦では繫鉋は山形まで届いてゐるから、弦に數多の水平鉋を添加せし場合は其の重心線は中立軸より移動し、従て上記の條件を満足することは困難である。故に繫鉋を緊結する鉋は成るべく山形に近い所に澤山用ふ



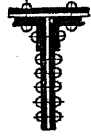
第 213 圖

がよろしい、さすれば之

が填材となつて、繫釦は第 213 圖の如く山形の上部まで達することが出来る。

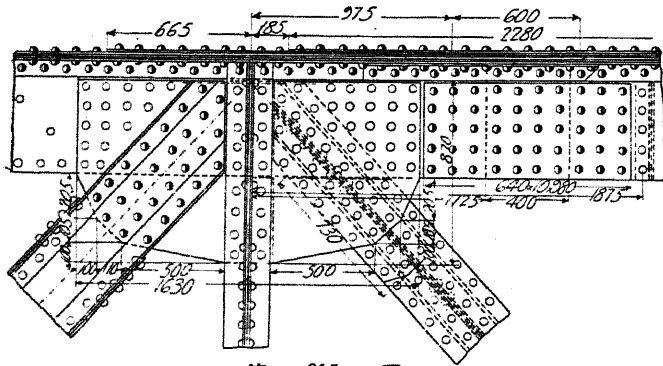


第 214 圖



或は又山形を繫釦の所で中斷して、繫釦を腹釦の添接釦に利用することもある(第 214 圖)。

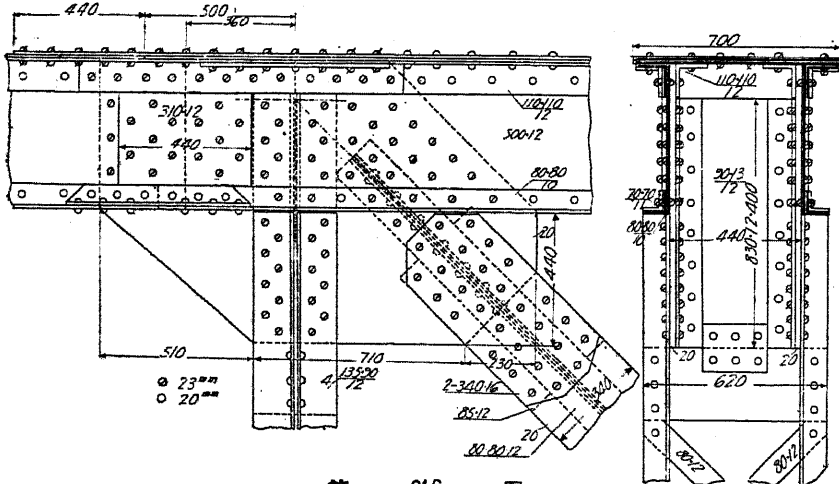
函形弦に於ては繫釦は各腹釦の内側或は外側に鉋結する。第 215 圖の如く繫釦



第 215 圖

が山形の下方に止まるときは、弦には偏心應力を生じ應力の分布は均一とならない。故に腹材の取付に際しては、繫釦が常に

弦の全深を蔽ふやうになさねばならない。内側の山形がない弦断面に於ては繫釦



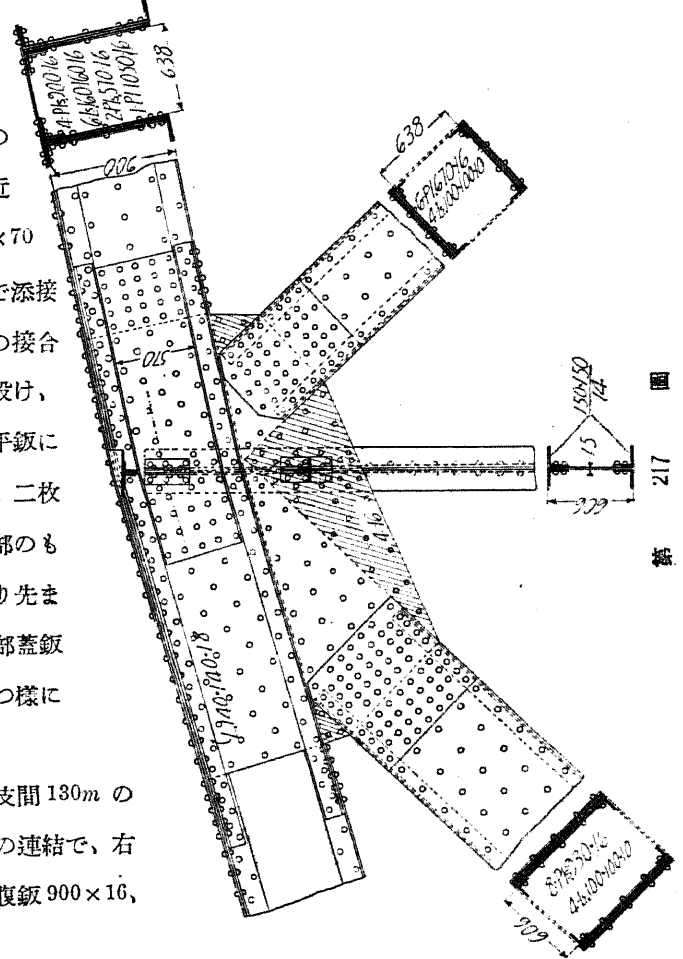
第 216 圖

を腹釦の内側に鉋結せば、上述の目的を達することが出来る。

第 216 圖は上述の如き連結を示し、20 mm 厚の繫釦は弦腹釦の内側に有り、抗張斜材は繫釦に結合された 340 x 20 の平釦と其の内側に鉋結された 80 x 80 x 12 の山形鋼とより成る。平釦と繫釦とは外側は一枚の釦 340 x 16、内側は二枚の釦 85 x 12 を以て添接してあるから、其の鉋は一部は單剪、一部は複剪を受くる。垂直材は繫釦の外側に鉋結せる四山形鋼 90 x 135 x 12 を以て集成し弦の下まで延長してある。格點に於ては弦の完全なる添接が出来る様に按排する。腹釦の接

合は繫釦及外側の添接釦に依り、下突縁の接合を其の附近に設けて 70 x 70 x 11 の山形で添接する。上突縁の接合は直接格點に設け、繫釦及外側の平釦に依り添接する。二枚の蓋釦の内上部のものは、格點より先まで延長して下部蓋釦の添接に役立つ様にする。

第 217 圖は支間 130m の拋物線形單構の連結で、右側の上弦は四腹釦 900 x 16、

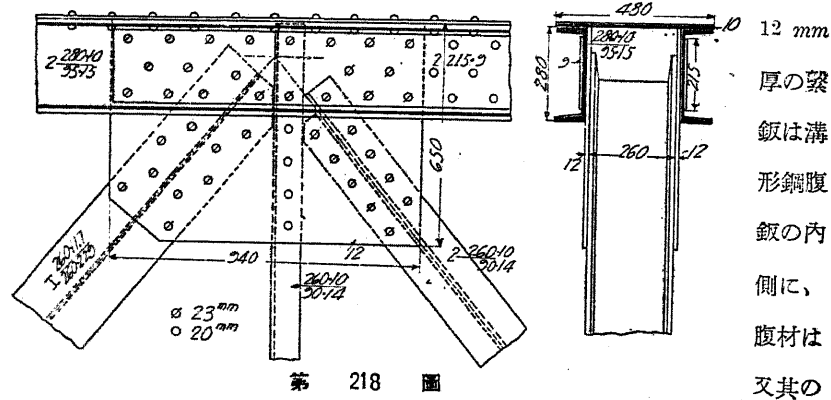


第 217 圖

四山形鋼 160×160×16、二側板 570×16 及一蓋板 1050×16 より成る。左側では側板を省略してあるが、格點附近の上弦は上部内側の山形と蓋板とで補強し、腹板の純間隔は 638 mm とす。格點に於て腹板の両側に用ひたる、二繋板 16 mm は弦の全高を蔽ふてゐるから、突縁山形は其の部分だけ切斷され、代りに山形鋼 140×140×18 を以て添接する。外側の繋板の個所では外の側板は切斷され、弦の二腹板は格點で垂直接合を有し、繋板と添接板とで添接さるゝ。最後に蓋板も格點で添接するから、弦の断面に於て完全な添接が必要となり、弦材の各材片は現場に於て十分に銲結するを要す。

斜材は函形断面を有し、抗壓材は 2×4 板 930×16 と四山形鋼 100×100×10 とよりなり側面に綾綴を施し、抗張材は 2×3 板 670×16 と前と同一の四山形鋼より成る。格點に於ける連結は二枚の板を二枚の繋板間に挿入し、兩外側の板は繋板と合した處で切斷して上に添接板を用ひ、山形鋼は内側繋板の上まで延長する。斜材と添接板とを結ぶ板は、一枚の板に働く力に對しては單剪として計算し、添接板と繋板とを貫通する板は、其の數に應じて各四剪又は三剪となる。格點に連結される垂直材は四山形鋼と一腹板とより成り、弦の上突縁の下まで達してゐる。

第 218 圖は支間 38 m の橋の格點に於ける連結を示す。弦は溝形鋼より成り、



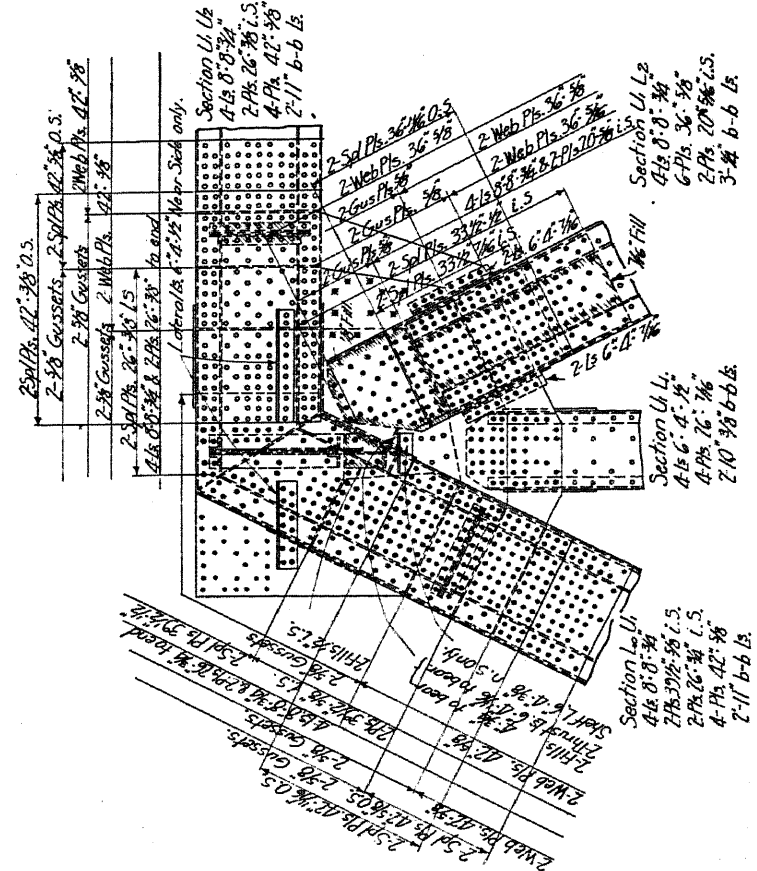
厚の繋板は溝形鋼腹板の内側に、腹材は又其の

内側に銲結してある。弦の接合は格點以外の處に設けてある。

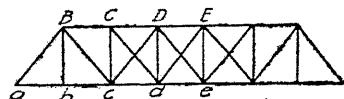
第 219 圖はオレゴン州ポートランドのウイリアメツテ河に架した支間 87.5 m の橋の腰結 (Hip joint) を示し、第 220 圖は下弦第二格點の連結を示す。

(2) ピン構。ピ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、抗張材の眼釘は一部材に於て希望通りの數となすことを得、而もピンの上に直接に配列することが出来るからピン構に最も適合する。

眼釘は構軸に對して出来る限り平行となすも、已むを得ざる場合は最大傾斜



第 219 圖



第 221 圖

へ、其の場合の載荷に依つて他部材に生ずる應力を計算する。cd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れる。然る後其の格點に於ける總ての力の平衡條件に依り Bc 及 Cc の應力も直ちに見出される(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 Bc 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 cd 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径の決定に用ふる。

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 Bc の應力は殆んど最大に近くなる。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。

水平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。曲弦の場合には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り。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径を計算す、ピンの彎曲應力を f とせば

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

となり、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

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

$$d \cong \sqrt[3]{10.2 \frac{M}{f}} \cong 2.6 \sqrt[3]{\frac{M}{f}} \dots\dots\dots(33)$$

(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。眼釘に於ては張力と支壓力との關係は第 188 圖に於て

$$f_i b t = f_t d$$

$$d = \frac{f_t}{f_b} b$$

今 $f_i = 1200 \text{ kg/cm}^2$ $f_b = 1800 \text{ kg/cm}^2$

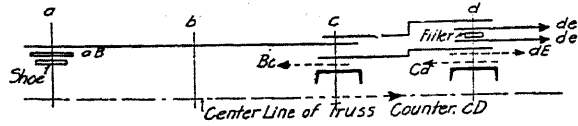
とせば $d = \frac{2}{3} b \dots\dots\dots(34)$

ピンの直徑が最大眼釘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 212 頁に述べたるが如く、眼釘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眼釘の寸法を定むる能はず、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 と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ない、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。釘が數多なる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。

同様の理由により垂直彎曲率を小さくするため斜材は垂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。

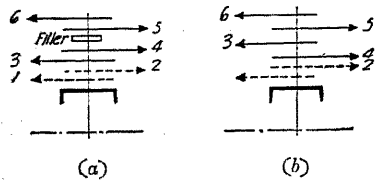
一般の原則として下弦格點に於ては、構の中心線を中心として垂直材を置き、斜材はなるべく垂直材に近く置く(二本ならば垂直材の外側のみに)、下弦は少數ならば斜材の外側に置き、多數ならば斜材の外側と垂直材又は垂直材内の斜材の内側に置き、對材は最内側に一本ならば構の中心に置く。



第 222 圖

第 222 圖は第 221 圖の下弦の排列を示し、点線は斜材である。格点 c では斜材が垂直材

に接して置かれ、其の次に弦材 cd が来て、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し、次に bc 及 cd を並べてある。

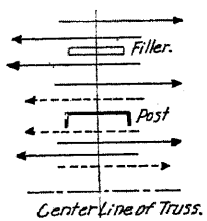


第 223 圖

格点 d の排列は第 223 圖に示す通りで (a) は第 222 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) の排列に於ける釘 1 の處で、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、釘 1 の處での彎曲率は (b) の方が (a) より小さい。斜材に四本の釘が必要なときは、二本は溝形垂直材に接して其の内側、他の二本は其の外側に置く。

弦材に六本或は夫以上の釘を用ふるときは、第 224 圖の如く二本以上は垂直材

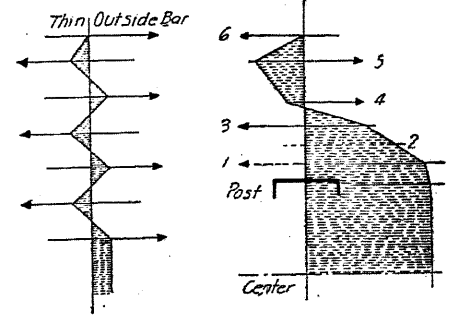


第 224 圖

の内側に於て斜材に接して排列する。釘を垂直材の内側に置かんとせば、溝形鋼の突縁を切斷して、釘が垂直材のピン釘に接近して並べられる様にする。一部分をなす二釘を第 222 圖の格点 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。

弦材の釘が數多なる場合は、第 223 圖 (b) の排列に於て外側の釘を内側のものより薄くすることが利益である。釘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 225 圖の如し。第 226 圖は (a) に對する彎曲率圖である。

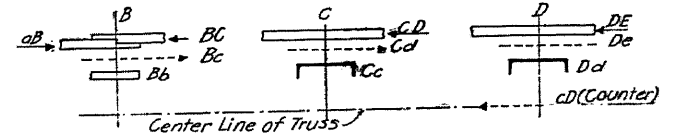
第 221 圖に示す構の上弦の排列は第 227 圖の通りである。腰結 B に於ては兩斜材と吊材とは鉛直に同方向に働くから、鉛直彎曲率が大きくなり、之は斜材を端柱の外側に置くに非ざれば避くるを得ない。然し夫がためには突縁を切斷せねばならないし、又一面格点 c に於て適當なる



第 225 圖

第 226 圖

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



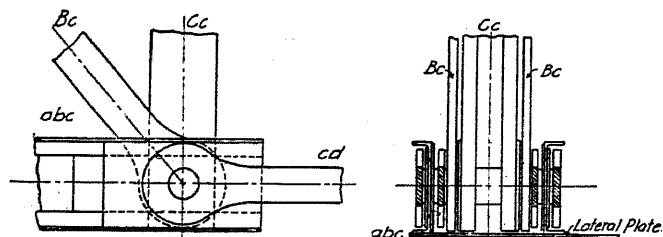
第 227 圖

が、之は 1:192 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	兩眼釘間
3.0 "	眼釘と鋸結材との間
6.0 "	兩鋸結材間
0.8 "	釘と鋸結材との間
16.0 "	鋸徑 19 mm の鋸頭に對し
19.0 "	鋸徑 22 " の鋸頭に對し
20.0 "	鋸徑 25 " の鋸頭に對し
6.0 ~ 10.0 "	平鋸に對し
3.0 "	圓鋸に對し

(e) 設計細目。(i) 抗張材—第 221 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眼釘を用ふる。徑間の大小に依り異なるも下弦 cd 及 de には四釘、抗張斜材には二釘、對材 De には一釘を使用す。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向 (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 228 圖の如く一腹釘と二山形より集成した溝形を用ふる。腹釘の幅は c 點に集る各眼釘の頭の大きさに關聯して定まるが、圖に於ては cd の釘頭は集成溝形の山形の内面に入つてゐる。又 Bc の釘頭は



第 228 圖

部材 abc の下山形以下に突出せしめずして、側釘と下山形との鉄結を容易ならし

むる。故に c 點に於ける釘頭の大きさは、部材 abc の腹釘の幅を定むる以前に定めて置かねばならない。然し釘頭の大きさはピンを設計した後非ざれば決定されないから、豫め abc の腹釘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外はない。此の假定が出来たらば眼釘の大きさはポケット・ブツクより見出すことが出来る。釘頭の寸法がきまつたら逆に腹釘の幅を選定し、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より外はない。

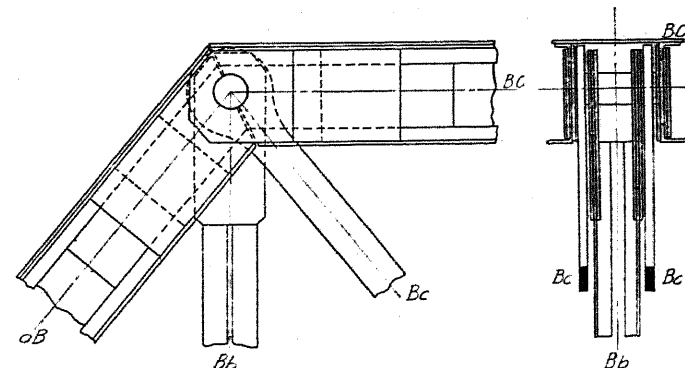
吊材も集成斷面で造るが、普通壓延溝形又は上弦の内側に餘裕があるときは集成溝形、若し又餘裕が餘りないときは四山形と一腹釘とより成る工形斷面を使用する。

(ii) 抗壓材—餘り大きくない徑間の抗壓垂直材には、壓延溝形を綫綴して剛

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。上弦の斷面は垂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釘より離して眼釘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せなければならぬ。然し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 の眼釘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

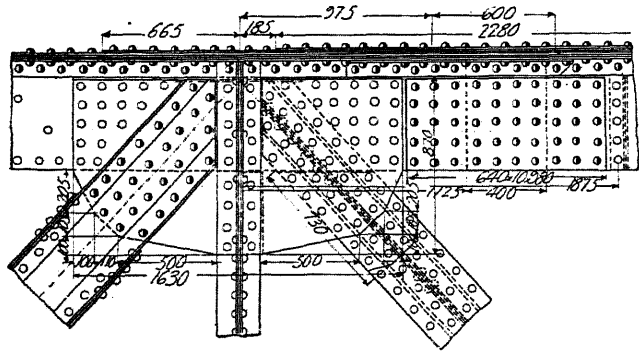


第 229 圖

積を提供することとなり、 B 點に於ける排列は第 229 圖の如し。眼釘頭の大きさは弦材の深を制限するから、(i) の部材 abc に就て述べし方法を適用せねばならない。

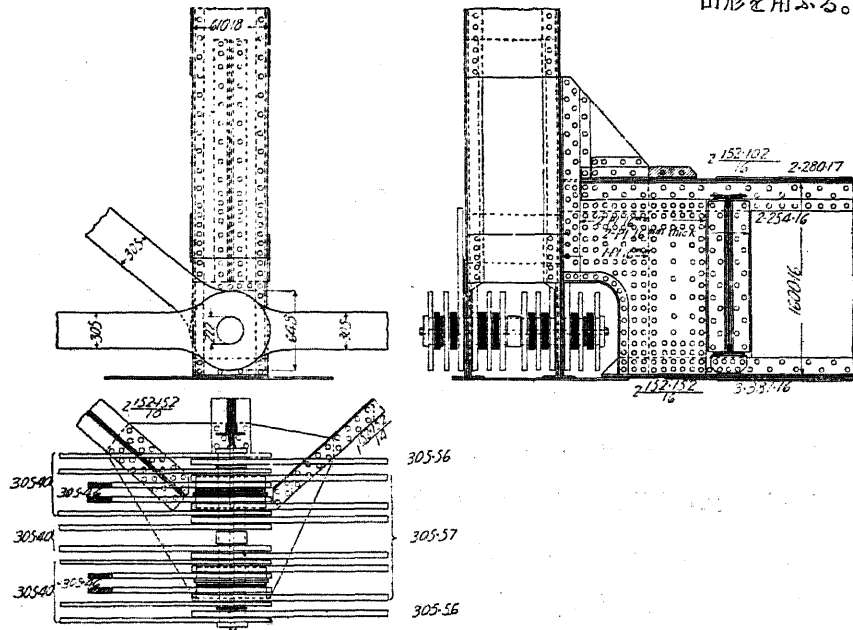
B 點のピンは普通の構に於ては一番大きいから、 Bc の眼釘頭の大きさを假定するに當つては、ポケット・ブツクに在る最大寸法の頭に對して尙多少の餘裕を見込む方がよい。腹釘の深は眼釘頭の大きさより幾分大きくする。山形の寸法は他の部分の寸法に關聯するが、腹釘が $460 \sim 510\text{ mm}$ の深を有する小さい部材に於ては 90 mm の山形が上突縁に用ひられ、其の厚は蓋釘の厚の四分三より薄くてはいけない、斯の如き山形は腹釘と蓋釘とを連結するに充分である。下突縁の山

形は一般に上突縁のものより大きくて厚いものを用ひ、且つ部材の下部に斷面を添加して蓋鈹の斷面積と權衡を保たしむれば、斷面の重心を腹鈹の中心線に接近せしむる上に効果がある。例へば上突縁に90mmの等邊山形を用ふれば、下突



第 230 圖

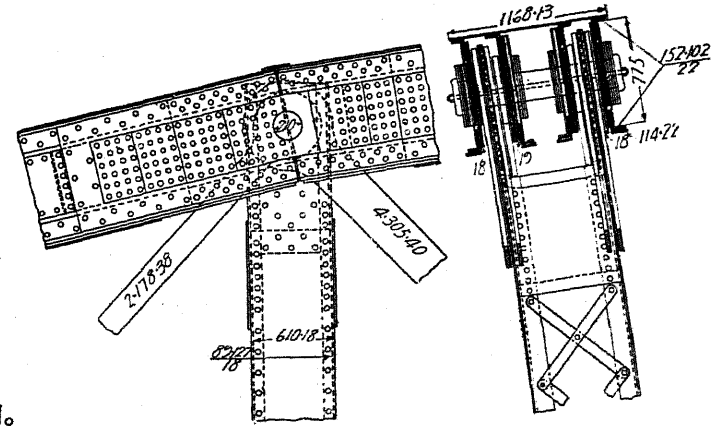
縁には 90×125 mm の不等邊山形を用ひ、其の短脚を腹鈹に鈹結する。又 100 mm の上山形に對しては、100×150 mm の下山形を用ふる。



第 231 圖

外觀を良くし組合せを便利にするため蓋鈹の幅及腹鈹の深は各部材を通じて一定となす。

(f) 實例。



第 232 圖

第 231 圖及第 232 圖は、第 230 圖に示すフィラデルフィアのデラウエヤーに架したベンシルヴァニア鐵道橋の下弦及上弦である。下弦及抗張斜材は眼釘より成り、其の最大なるものは斷面 305×64 mm で 17 m 以上の長と 2 005 kg の重量を有する。弦材は 8 ~ 10 本の眼釘を有し、下弦のピンは總て 222 mm、釘頭は 648 mm の直徑となせり。垂直材は二腹鈹と四山形鋼とより成り稜綫と綴鈹とで繫結され、ピンの處にはピン鈹を用ひてある。1 600 mm 高の鈹桁は之を取付くるに要する高だけ隔鈹で補強した垂直材に鈹結し、下横構は垂直材の下端と床桁の下突縁とに鈹結せる繫鈹に取付けたり。

上弦は四腹鈹、四山形鋼、一蓋鈹及下山形に鈹結せる平鈹より成るので重心は斷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)工場で完全に鈹結した。外側に鈹結せる鈹に依つて補強された腹鈹が、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鈹の外にある補強鈹と、右側弦の内側腹鈹のみがピンを取圍んでゐる。格點附近に設けたる隔鈹は、ピンを挿入する以前に弦の腹鈹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畫き、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。

10. 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。一徑間の場合には差支ないが、數徑間の場合には床に連続した凸凹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凸凹も左まで眼障りにならないが、鐵道橋では反りの量も大きいから、軌條の凸凹は特に目立つてくる。外觀の美を必要とする個所では、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、床の凸凹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凸凹が生ずる、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を附する。

理論的には構が死活兩荷重及衝擊の下で、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、一面に於て最大載荷の起る場合は稀であるから、美觀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、死荷重に活荷重及撃衝の半分を加へたるものに對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て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 1 m に付 1 mm 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 1 m に付 1.5 mm とす (A. R. E. A. の道路鋼橋に對する示方)。

反りの量は次の式に依つて與へられる。

$$\left. \begin{aligned} c &= \frac{il}{8h} \\ \text{或は} \quad i &= 8c \frac{h}{l} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (35)$$

c 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)