

# 第15章 拱橋設計計算

## 第1節 鐵筋コンクリート無鉸拱

### §1. 概 説

1. 境橋, 本橋は昭和12年竣工した道路橋である。

架設地點 栃木縣那須郡烏山町

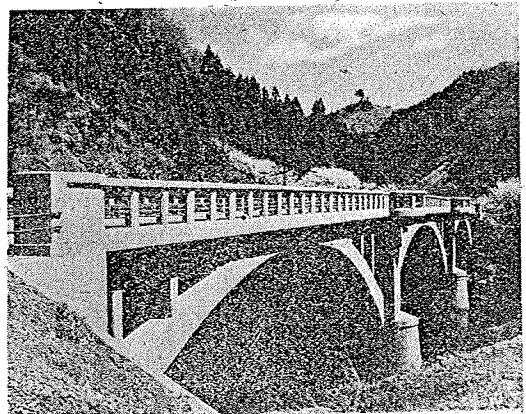
河 川 那珂川 荷 重 第3種

寸 法 橋長 112.6 m. 有效幅員 5.5 m. 拱肋支間  $l=36$  m. 拱矢  $l=4.5$  m. (第15-3圖)

上部構造 3 徑間鐵筋コンクリート無鉸拱。上路開側型, 拱環は版狀, 床版は支壁上にあり。支壁は各徑間とも左右に 2 列並び, 縦桁は 3 徑間連続梁となる。拱肋厚は拱頂點にて 0.6 m, 起拱點にて 1.2 m.

下部構造 橋臺及橋脚は鐵筋コンクリート造り, 橋脚基礎は鐵筋コンクリート井筒。

縦 桁 縦桁は 3 徑間连续梁として計算せり (第 7-2 表使用)。



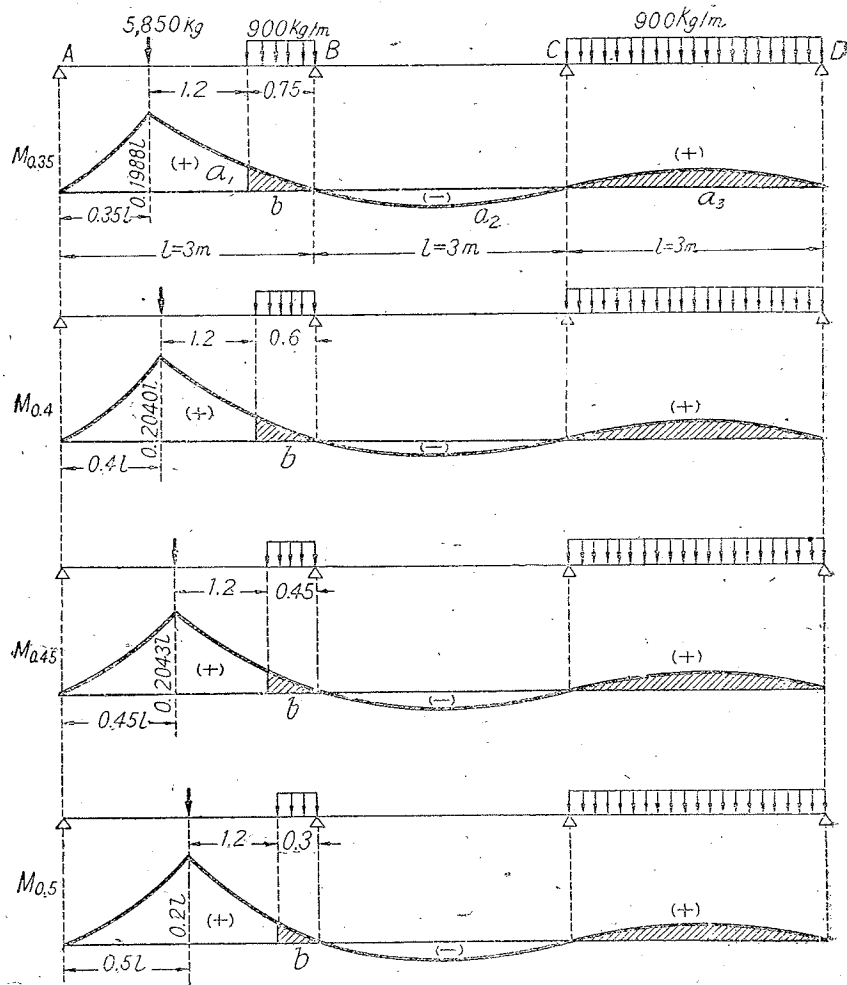
寫眞 15-1 境 橋

2. 縦桁設計 3 徑間连续梁とせる縦桁に對しては第 15-1 圖に示せる影響線圖に基き第 7-2 表を利用

して  $M, R, Q$  を算定し, その結果第 15-1 表に表す値を得たり。

第 15-1 表 縦 桁 の  $M, R, Q$

	曲げモーメント $kg.m$				反力 ; 剪斷力 $kg.$		
	死荷重	活荷重	計		死荷重	活荷重	計
$M'_{0.35}$	1,107	3,589	4,696	$R_A$	1,871	5,935	7,806
$M'_{0.4}$	1,126	3,671	4,797	$R_B$	5,124	6,421	11,545
$M'_{0.45}$	1,108	3,668	4,776	$Q'_B$	2,794	-6,405	-9,199
$M'_{0.5}$	1,057	3,588	4,645	$Q''_B$	2,332	6,311	8,643
$M_B$	-1,401	-2,205	-3,607	$Q'_4$	5	3,064	3,069
$M''_{0.4}$	295	2,797	3,092	$Q'_5$	0	$\pm 3,004$	$\pm 3,004$
$M''_{0.45}$	346	2,862	3,238				
$M''_{0.5}$	350	2,921	3,271				



第 15-1 圖 (I) 縱桁側徑間曲げモーメント影響線

主鉄筋 中間支点上  $M = -360,710 \text{ kg}\cdot\text{cm}$

幹部幅  $b = 30 \text{ cm}$ , 桁高  $h = 15 \text{ cm}$

$$k = \frac{n\sigma}{n\sigma_c + \sigma_s} = \frac{15 \times 45}{15 \times 45 + 1,200} = 0.360$$

$$C_1 = \frac{1}{k} \sqrt{\frac{6n}{2n\sigma_c + 3\sigma_s}} = \frac{1}{0.360} \sqrt{\frac{6 \times 15}{2 \times 15 \times 45 + 3 \times 1,200}} = 0.375$$

$$d = C_1 \sqrt{\frac{M}{b}} = 0.375 \sqrt{\frac{360,710}{30}} = 109.66 \times 0.375 = 41.12 \text{ cm}$$

$d = 46 \text{ cm}$ ;  $i = \text{絶縁距離} = 5 \text{ cm}$

$$C_2 = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \sqrt{\frac{6n}{2n\sigma_c + 3\sigma_s}} = \frac{45}{2 \times 1,200} \sqrt{\frac{6 \times 15}{2 \times 15 \times 45 + 3 \times 1,200}} = 0.00253$$

$$A_s = C_2 \sqrt{bM} = 0.00253 \sqrt{360,710 \times 30} = 0.00253 \times 3,289.6$$

$$= 8.32 \text{ cm}^2 \dots\dots 4 @ 18\text{mm } \phi \text{ を使用, } A_s = 2.544 \times 4 = 10.176 \text{ cm}^2$$

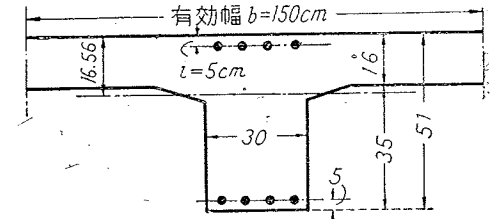
側徑間端部より  $0.4L$  の個所

$$M = 479,700 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

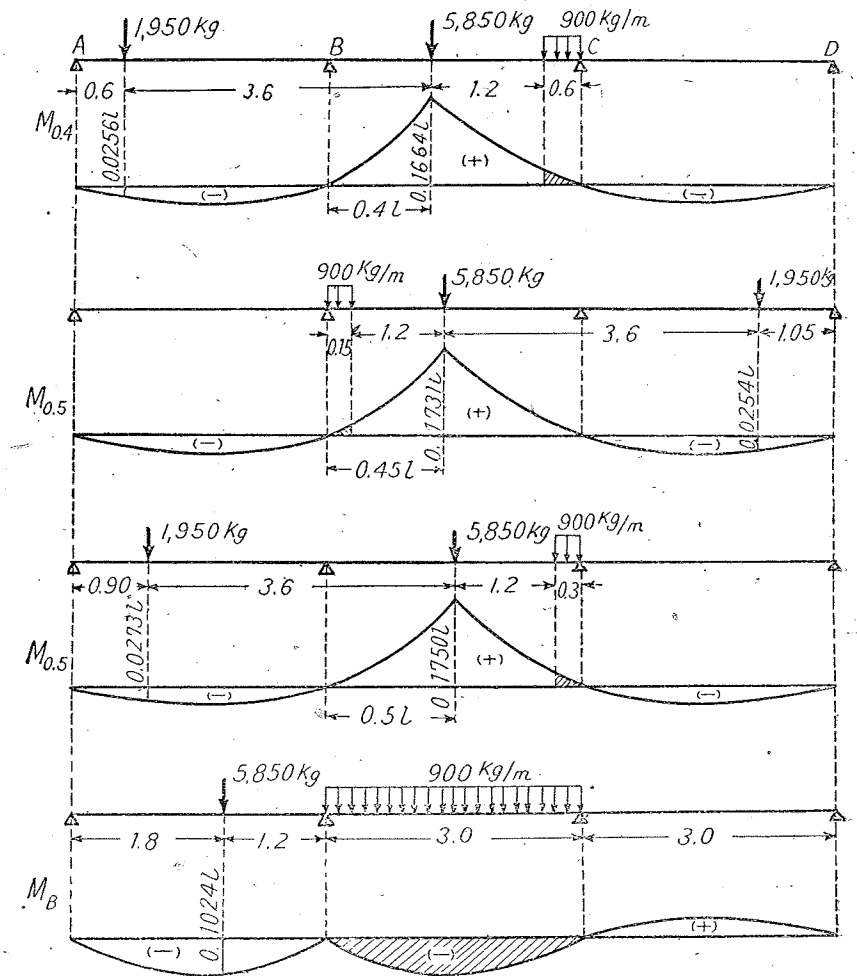
$$b = 150 \text{ cm}; b = 51 \text{ cm}; d = 46 \text{ cm}$$

$$\alpha = k \cdot d = 0.36 \times 46$$

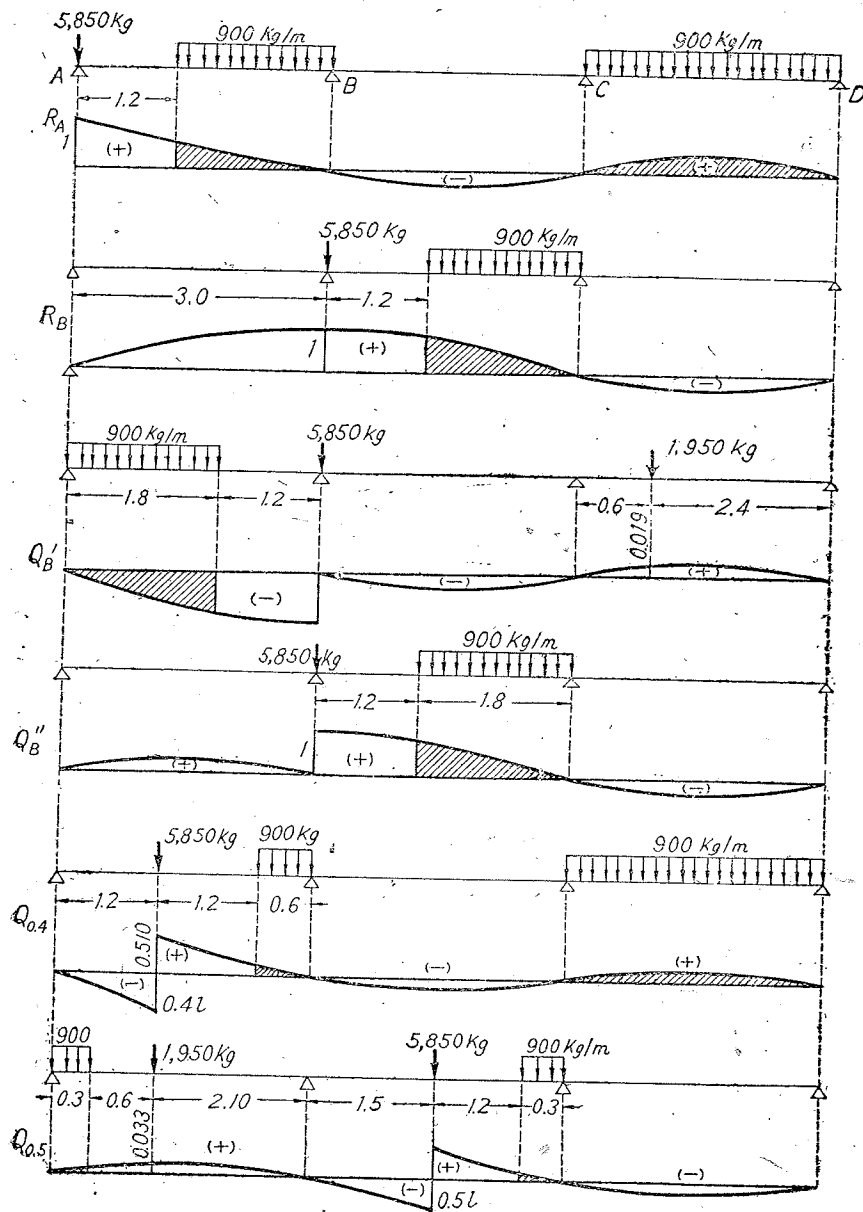
$$= 16.56 > \text{床版厚 } 16 \text{ cm}$$



第 15-2 圖



第 15-1 圖 (II) 縱桁中央徑間曲げモーメント影響線



第 15-1' 圖 (III) 縱桁反力及び剪斷力影響線

$$A_s = M / \left( d - \frac{t}{2} \right) \sigma_s = 479,700 / \left( 46 - \frac{16}{2} \right) \times 1,200 = 10.52 \text{ cm}^2$$

$$6 @ 18 \text{ m.m } \phi \dots \dots A_s = 6 \times 2.544 = 15.23 \text{ cm}^2$$

腹鐵筋 中間支點  $Q'_B = 9,199 \text{ kg} \approx 9,200 \text{ kg}$

$$t = \frac{Q}{b \cdot j \cdot d} = \frac{9,200}{30 \times 0.875 \times 46} = \frac{9,200}{1,348.3} = 7.6 \text{ kg/cm}^2 > 4.5 \text{ kg/cm}^2$$

腹剪斷力は曲上げ鐵筋及び肋鐵筋によりて抵抗せしむ。肋筋は  $9 \text{ mm. } \phi$  を矩形にし之を  $s=10 \text{ cm}$  間隔におけば,

$$j=0.875; d=46 \text{ cm. } A_v = \text{肋筋斷面積} = 2 \times 0.636 = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{肋筋抵抗力 } Q_r = \frac{\sigma \cdot A_v \cdot j \cdot d}{s} = \frac{1}{10} \cdot 1,200 \times 1.27 \times 0.875 \times 46 = 6.144 \text{ kg}$$

支點より肋筋のみが働く斷面迄の距離を  $x_1$  とすれば,

$$x_1 = 180 \times \frac{9,200 - 6,144}{9,200 - 3,069} = \frac{3,056}{6,131} \times 180 = 90 \text{ cm}$$

此の  $x_1$  區間には曲上げ鐵筋を併用す。その斜引張力  $T_B$  は,

$$T_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q'_B - Q_r}{j \cdot d} \cdot x_1 \cos 45^\circ = \frac{1}{2} \times \frac{9,200 - 6,144}{0.875 \times 45} \times 90 \times 0.707 = 2,416 \text{ kg}$$

$$A_s = \frac{T_B}{\sigma} = \frac{2,416}{1,200} = 2.01 \text{ cm}^2; 2.544 \times 1 = 2.544 > 2.01 \text{ cm}^2$$

即ち主鐵筋は1本曲げ上げれば充分なるも對稱の爲に2本曲げ上げるものとす。

以下略。計算の結果によれば各支點附近にて2本曲げ上げれば充分なり。

### § 2. 拱肋基本寸法及び彈性諸値

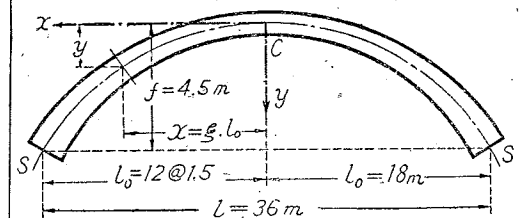
1. 寸法  $l=36.0 \text{ m}; f=4.5 \text{ m}; f/l=1/8$

拱肋厚  $d$  拱頂點  $d_c=60 \text{ cm}$  起拱點  $d_s=120 \text{ cm}$

中間は2次拋物線的に變化せしむ。  $d_x = d_c (1 + \xi^2)$  但し、 $\xi = \frac{x}{l_0}$

第15-2表 拱肋厚

分格點	$\xi$	$1 + \xi^2$	$d_m$	$\frac{1}{2} d_m$
0(起拱點)	1.0000	2.000	1.200	0.600
1	.9167	1.8403	1.104	.552
2	.8333	1.6944	1.017	.508
3	.7500	1.5625	0.938	.469
4	.6667	1.4444	0.867	.434
5	.5833	1.3402	0.804	.402
6 (1/4 點)	.5000	1.2500	0.750	.375
7	.4167	1.1736	0.704	.352
8	.3333	1.1111	0.667	.334
9	.2500	1.0625	0.638	.319
10	.1667	1.0278	0.617	.309
11	.0833	1.0069	0.604	.302
12(拱頂點)	0	1.0000	0.600	.300



第 15-3 圖

2. 断面積及び慣性モーメント 拱肋幅  $b=1m$  を採る。鉄筋は  $26mm \phi$  を  $10cm$  間隔に一段配列し、鉄筋中心より外縁迄  $a=5cm$  間隔を置く。

鉄筋断面積 (片側)  $A_s=A'_s=10 \times 5.31=53.1 cm^2=0.0053 m^2$

拱肋断面積  $A=b \cdot d+2 \cdot n \cdot A_s$

'' 慣性モーメント  $I=\frac{1}{12} b \cdot d^3+2 \cdot n \cdot A_s \cdot r^2$

$n=10 ; r=\frac{1}{2} d-a ; 2 n A_s=0.106 m^2$

第 15-3 表

断面	0	2	4	6	8	10	12
$b \cdot d$	1.200	1.017	0.867	0.750	0.667	0.617	0.600
$A \text{ m}^2$	1.306	1.123	.973	.856	.773	.723	.706
$d^3$	1.7280	1.0519	.6517	.4219	.2937	.2349	.2160
$\frac{1}{12} b \cdot d^3$	0.1440	.0877	.0543	.0352	.0247	.0193	.0180
$r$	0.5500	.4590	.3840	.3250	.2840	.2590	.2500
$r^2$	0.3025	.2107	.1475	.1056	.0807	.0671	.0625
$2 n \cdot A_s \cdot r^2$	0.0321	.0223	.0156	.0112	.0086	.0071	.0066
$I \text{ m}^4$	0.1761	.1100	.0699	.0464	.0333	.0267	.0246
$\frac{1}{I}$	5.6786	9.0909	14.3062	21.5517	30.0300	37.4532	40.6504

3. 死荷重推定 拱軸線を拱の壓力線に合致せしむる爲には豫め死荷重強度を求むる必要あり。最初に

$\frac{\text{起拱點荷重強度}}{\text{拱頂點}} = \frac{W_s}{W_c} = m = 2.6$

と假定し、第 12-1 表を利用して拱軸線としての變垂曲線を決定し、之によつて拱肋、支

壁、床部の諸構造の寸法を定め

且つ各分格點に作用すべき死荷

重を計算す (茲に計算式省略、

但し單位重量は  $2.4 t/m^3$  とせ

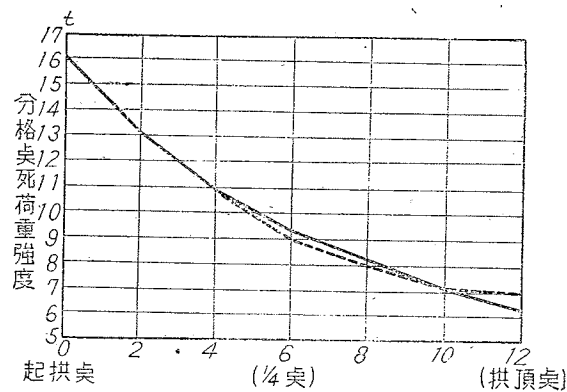
り)。本設計に於て分格點 6~8

に空洞を設けたるは死荷重曲線

を平滑たらしむる爲なり。

斯くして得たる値は

$W_0=16.25 t ; W_s=8.28 t$



第 15-4 圖

$W_2=13.13 t \quad W_{10}=7.05 t$

$W_4=10.87 t \quad W_{12}=6.26 t$

$W_6=9.34 t$  [  $W_0$  に対しては茲に假想的支壁を設けて計算せり ]

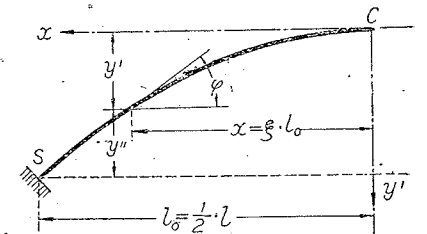
第 15-4 圖の實線は之を圖示せるものにして、點線は修正曲線を示す (第 12-16 圖参照)。本圖によれば拱頂部附近に於て死荷重の變化急激に過ぎたるを以て分格點 8~12 附近重量を調節し、 $W_s=16.25 t ; W_c=7 t$ 、 $m=2.3$  を得たり。實際問題としては肋縮を考慮して  $m=2.6$  によりて變垂曲線を決定せり。

4 拱軸線 拱軸線には變垂曲線を用ふ ( $m=2.6$ )。

$y' = \frac{f}{m-1} (\cosh \cdot \xi k - 1)$

$\tan \varphi = \frac{dy'}{dx} = \frac{f \cdot k}{l_0(m-1)} \cdot \sinh \cdot \xi k$

$k = \log_e (m + \sqrt{m^2 - 1}) = 1.60944$



第 15-5 圖

之等による縦距、傾角その他は第 15-4 表の如し。

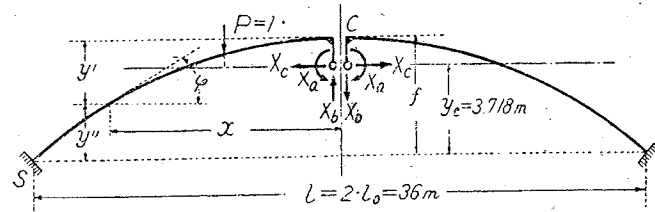
第 15-4 表

分格點	0 (起拱點)	2	4	6 (1/4 點)	8	10	12 (拱頂點)
$\xi$	1.00000	0.83333	0.66667	0.50000	0.33333	0.16667	0
$\xi \cdot k$	1.60944	1.34119	1.07297	0.80472	0.53647	0.26825	0
$\cosh \cdot \xi k$	2.59992	2.04259	1.63308	1.34164	1.14742	1.03621	1
$\sinh \cdot \xi k$	2.39991	1.78106	1.29110	0.89441	0.56262	0.27153	0
$y' \div f$	1.00000	0.65162	0.39563	0.21353	0.09214	0.02263	0
$\frac{k}{m-1} \cdot \sinh \cdot \xi k$	2.41407	1.79157	1.29872	0.89939	0.56594	0.27313	0
$y'$	4.50000	2.93229	1.78056	0.96089	0.41463	0.10184	0
$y''$	0	1.56771	2.71944	3.53911	4.08537	4.39816	4.5
$\tan \varphi$	0.60352	0.44789	0.32468	0.22492	0.14149	0.06828	0
$\varphi$	$31^\circ - 6.7'$	$24^\circ - 7.6'$	$17^\circ - 59.4'$	$12^\circ - 40.5'$	$8^\circ - 3.2'$	$3^\circ - 54.4'$	0
$\sin \varphi$	0.51671	0.40875	0.30385	0.21942	0.14009	0.06813	0
$\cos \varphi$	0.85616	0.91264	0.95111	0.97563	0.99014	0.99767	1
$\sec \varphi$	1.16800	1.09572	1.05141	1.02498	1.00996	1.00233	1

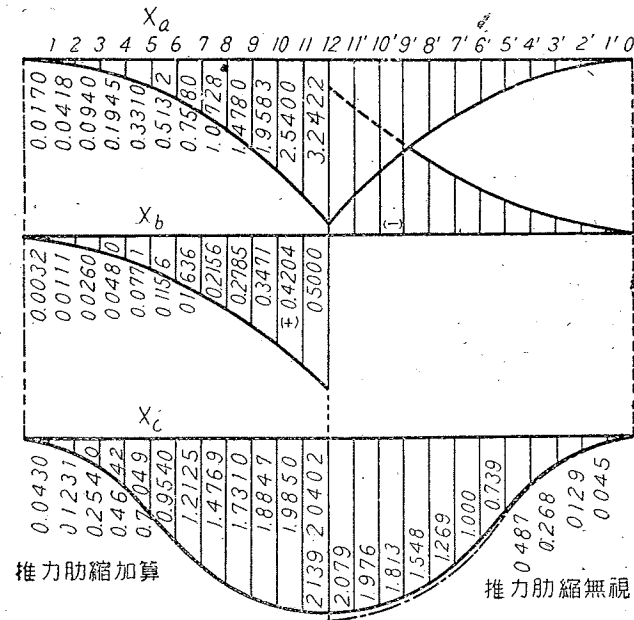
§3. 不靜定反力

本拱の不靜定反力の計算は既に第 11 章 §3. に於て算例として掲出せるを以て茲に單に結果のみを記す。水平反力の値には推力による肋縮を算入せるものと然らざるものあり、

之による影響の大きさは圖示せる通りにして、應力計算には推力影響を加算せるものを使用せり。



第 15-6 圖



第 15-7 圖

溫度變化による不靜定水平反力  $X_{ct}$  は

$$X_{ct} = \frac{\pm I_c \cdot E \cdot \varepsilon \cdot t \cdot l}{2 \int y^2 \frac{I_c}{I} \sec \varphi \cdot dx + 2 \int \frac{I_c}{A \sec \varphi} \cdot dx}$$

$$= \pm 13,151 \text{ kg}$$

但し、 $\varepsilon = 0.00001 (1^\circ\text{C})$ ;  $t = \pm 15^\circ\text{C}$

§ 4. 單位荷重による M, N 及び Q.

1. 曲げモーメント M

$$M_m = M_0 + X_a + X_b \cdot x - X_c \cdot y$$

$$M_0 = -1(x - \xi) \dots \dots x > \xi$$

(1) 斷面 0 (起拱點)

$$x = 18 \text{ m} \quad y = -3.7181 \text{ m}$$

第 15-5 表

分格點	$M_0$	$X_a$	$X_b \cdot x$	$-X_c \cdot y$	$M_s$
0	0	0	0	0	0
1	-1.50	0.0170	0.0576	0.1599	-1.2655
2	-3.00	0.0418	0.1998	0.4577	-2.3007
3	-4.50	0.0940	0.4630	0.9444	-2.9936
4	-6.00	0.1945	0.8640	1.7259	-3.2156
5	-7.50	0.3310	1.3878	2.6209	-3.1603
6	-9.00	0.5132	2.0808	3.5470	-2.8590
7	-10.50	0.7580	2.9448	4.5082	-2.2890
8	-12.00	1.0728	3.8970	5.4912	-1.5390
9	-13.50	1.4780	5.0130	6.4360	-0.5730
10	-15.00	1.9583	6.2478	7.0074	0.2135
11	-16.50	2.5400	7.5672	7.3804	0.9876
12	-18.00	3.2422	9.0000	7.5856	1.8278
11'		2.5400	-7.5672	7.3804	2.3532
10'		1.9583	-6.2478	7.0074	2.7179
9'		1.4780	-5.0130	6.4360	2.9010
8'		1.0728	-3.8970	5.4912	2.6670
7'		0.7580	-2.9448	4.5082	2.3214
6'		0.5132	-2.0808	3.5470	1.9794
5'		0.3310	-1.3878	2.6209	1.5641
4'		0.1945	-0.8640	1.7259	1.0564
3'		0.0940	-0.4680	0.9444	0.5704
2'		0.0418	-0.1998	0.4577	0.2997
1'		0.0170	-0.0576	0.1599	0.1193
0'		0	0	0	0

-20.1957  
+21.5787  
+ 1.3830

## (2) 斷面 6

$$x = 9 \text{ m} \quad y = -0.179 \text{ m}$$

第 15-6 表

分格點	$M_0$	$X_c$	$X_b \cdot x$	$-X_c \cdot y$	$M_6$
0		0	0	0	0
1		0.0170	0.0283	0.0077	0.0535
2		0.0418	0.0999	0.0220	0.1637
3		0.0940	0.2340	0.0455	0.3735
4		0.1945	0.4320	0.0831	0.7096
5		0.3310	0.6939	0.1261	1.1510
6		0.5132	1.0404	0.1707	1.7243
7	-1.5	0.7580	1.4724	0.2170	0.9474
8	-3.0	1.0728	1.9485	0.2343	-0.2856
9	-4.5	1.4780	2.5065	0.3098	-0.2057
10	-6.0	1.9583	3.1239	0.3373	-0.5805
11	-7.5	2.5400	3.7836	0.3552	-0.8212
12	-9.0	3.2422	4.5000	0.3651	-0.8927
11'		2.5400	-3.7836	0.3552	-0.8854
10'		1.9583	-3.1239	0.3373	-0.8283
9'		1.4780	-2.5065	0.3098	-0.7187
8'		1.0728	-1.9485	0.2643	-0.6114
7'		0.7580	-1.4724	0.2170	-0.4974
6'		0.5132	-1.0404	0.1707	-0.3565
5'		0.3310	-0.6939	0.1261	-0.2368
4'		0.1945	-0.4320	0.0831	-0.1544
3'		0.0940	-0.2340	0.0455	-0.0945
2'		0.0418	-0.0999	0.0220	-0.0361
1'		0.0170	-0.0288	0.0077	-0.0041
0'		0	0	0	0

+5.4086

-6.9267

-1.5181

## (3) 斷面 12

$$x = 0 \quad y = 0.7819 \text{ m}$$

第 15-7 表

分格點	$M_0$	$X_c$	$X_b \cdot x$	$-X_c \cdot y$	$M_{12}$
0		0		0	0
1		0.0170		-0.0336	-0.0166
2		0.0418		-0.0963	-0.0545
3		0.0940		-0.1936	-0.1046
4		0.1945		-0.3630	-0.1685
5		0.3310		-0.5512	-0.2202
6		0.5132		-0.7460	-0.2308
7		0.7580		-0.9481	-0.1901
8		1.0728		-1.1548	-0.0820
9		1.4780		-1.3535	0.1245
10		1.9583		-1.4737	0.4846
11		2.5400		-1.5521	0.9879
12		3.2422		-1.5953	1.6469
11'		2.5400		-1.5521	0.9879
10'		1.9583		-1.4737	0.4846
9'		1.4780		-1.3535	0.1245
8'		1.0728		-1.1548	-0.0820
7'		0.7580		-0.9481	-0.1901
6'		0.5132		-0.7460	-0.2328
5'		0.3310		-0.5512	-0.2202
4'		0.1945		-0.3630	-0.1685
3'		0.0940		-0.1936	-0.1046
2'		0.0418		-0.0963	-0.0545
1'		0.0170		-0.0336	-0.0166
0'		0		0	0

+4.8409

-2.1386

+2.7023

2. 推 力  $N$

$$N_m = N_0 + X_b \cdot \sin \varphi - X_c \cdot \cos \varphi \dots\dots N_0 = -1 \cdot \cos \varphi$$

(1) 斷 面 0 (起拱點)

$$\sin \varphi = 0.51671 \quad \cos \varphi = 0.85616$$

第 15-8 表

分 格 點	$N_0$	$X_b \sin \varphi$	$-X_c \cos \varphi$	$N_c$
0	-0.5167	0	0	-0.5167
1	"	0.0017	-0.0368	-0.5518
2	"	0.0057	-0.1054	-0.6164
3	"	0.0134	-0.2175	-0.7208
4	"	0.0248	-0.3974	-0.8893
5	"	0.0398	-0.6035	-1.0804
6	"	0.0598	-0.8163	-1.2737
7	"	0.0845	-1.0381	-1.4703
8	"	0.1119	-1.2636	-1.6384
9	"	0.1439	-1.4820	-1.8548
10	"	0.1794	-1.6136	-1.9509
11	"	0.2172	-1.6995	-1.9990
12	"	0.2584	-1.7467	-2.0050
11'		-0.2172	-1.6995	-1.9167
10'		-0.1794	-1.6136	-1.7930
9'		-0.1439	-1.4826	-1.6259
8'		-0.1119	-1.2636	-1.3755
7'		-0.0845	-1.0381	-1.1226
6'		-0.0598	-0.8168	-0.8766
5'		-0.0398	-0.6035	-0.6433
4'		-0.0248	-0.3974	-0.4222
3'		-0.0134	-0.2175	-0.2309
2'		-0.0057	-0.1054	-0.1111
1'		-0.0017	-0.0368	-0.0385
0'		0	0	0

-26.7538

(2) 斷 面 6

$$\sin \varphi = 0.21942 \quad \cos \varphi = 0.97563$$

第 15-9 表

分 格 點	$N_0$	$X_b \sin \varphi$	$-X_c \cos \varphi$	$N_c$
0		0	0	0
1		0.0007	-0.0420	-0.0413
2		0.0024	-0.1201	-0.1177
3		0.0057	-0.2478	-0.2421
4		0.0105	-0.4529	-0.4424
5		0.0169	-0.6877	-0.6708
6	0	0.0254	-0.9308	-0.9654
7	-0.21942	0.0359	-1.1830	-1.1248
8	"	0.0475	-1.4409	-1.3665
9	"	0.0611	-1.6888	-1.6129
10	"	0.0762	-1.8388	-1.8471
11	"	0.0922	-1.9336	-1.9820
12	"	0.1097	-1.9905	-2.0638
11'		-0.0622	-1.9366	-2.1002
10'		-0.0762	-1.8388	-2.0288
9'		-0.0611	-1.8388	-1.9150
8'		-0.0475	-1.6888	-1.7499
7'		-0.0359	-1.4409	-1.4884
6'		-0.0254	-1.1830	-1.1789
5'		-0.0169	-0.9308	-0.9562
4'		-0.0105	-0.6877	-0.7046
3'		-0.0057	-0.4529	-0.4634
2'		-0.0024	-0.2478	-0.2535
1'		-0.0007	-0.1201	-0.1225
0'		0	-0.0420	-0.0427

-24.5155

(3) 断面 12

$\sin \varphi = 0 \quad \cos \varphi = 1.000$

第 15-10 表

分格點	$N_0$	$X_b \cdot \sin \varphi$	$-X_c \cdot \cos \varphi$	$N_{12}$
0			0	}
1			-0.0430	
2			-0.1231	
3			-0.2540	
4			-0.4642	
5			-0.7049	
6			-0.9540	
7			-1.2125	
8			-1.4769	
9			-1.7310	
10			-1.8847	
11			-1.9850	
12			-2.0402	
11'			-1.9850	
10'			-1.8847	
9'			-1.7310	
8'			-1.4769	
7'			-1.2125	
6'			-0.9540	
5'			-0.7049	
4'			-0.4642	
3'			-0.2540	
2'			-0.1231	
1'			-0.0430	
0'			0	

$-X_c \cdot \cos \varphi$   
に同じ

-23.7068

3. 剪斷力 Q

$Q_m = Q_0 - X_b \cdot \cos \varphi - X_c \cdot \sin \varphi \dots\dots Q_0 = 1. \cos \varphi$

(1) 断面 0

$\cos \varphi = 0.85616 \quad \sin \varphi = 0.51671$

第 15-11 表

分格點	$Q_0$	$-X_b \cdot \cos \varphi$	$-X_c \cdot \sin \varphi$	$Q_s$
0	0.8562	0	0	-0.8562
1	"	-0.0027	-0.0222	-0.8313
2	"	-0.0095	-0.0636	-0.7831
3	"	-0.0223	-0.1312	-0.7027
4	"	-0.0411	-0.2400	-0.5751
5	"	-0.0660	-0.3642	-0.4260
6	"	-0.0990	-0.4929	-0.2643
7	"	-0.1401	-0.6235	-0.0896
8	"	-0.1854	-0.7631	-0.0927
9	"	-0.2334	-0.8944	-0.2766
10	"	-0.2972	-0.9738	-0.4148
11	"	-0.3599	-1.0257	-0.5294
12	"	-0.4231	-1.0541	-0.6260
11'		0.3599	-1.0257	-0.6658
10'		0.2972	-0.9738	-0.6766
9'		0.2334	-0.8944	-0.6560
8'		0.1854	-0.7631	-0.5777
7'		0.1401	-0.6265	-0.4864
6'		0.0990	-0.4929	-0.3939
5'		0.0660	-0.3642	-0.2982
4'		0.0411	-0.2400	-0.1889
3'		0.0223	-0.1312	-0.1089
2'		0.0095	-0.0636	-0.0541
1'		0.0027	-0.0222	-0.0195
0'		0	0	0

+4.5283  
-6.0751  
-1.5468



(2) 斷 面 6

$\cos \varphi = 0.97563$      $\sin \varphi = 0.21942$

第 15-12 表

分 格 點	$Q_0$	$-X_b \cos \varphi$	$-X_c \sin \varphi$	$Q_6$
1		-0.0031	-0.0094	-0.0125
2		-0.0108	-0.0270	-0.0378
3		-0.0254	-0.0557	-0.0811
4		-0.0468	-0.1019	-0.1487
5		-0.0752	-0.1547	-0.2299
6	0 } 0.9756	-0.1128	-0.2093	-0.3221 } 0.6535
7	"	-0.1596	-0.2660	0.5500
8	"	-0.2112	-0.3241	0.4403
9	"	-0.2717	-0.3798	0.3241
10	"	-0.3386	-0.4135	0.2235
11	"	-0.4102	-0.4355	0.1299
12	"	-0.4878	-0.4477	0.0401
11'		0.4102	-0.4355	-0.0253
10'		0.3386	-0.4135	-0.0749
9'		0.2717	-0.3798	-0.1081
8'		0.2112	-0.3241	-0.1129
7'		0.1596	-0.2660	-0.1064
6'		0.1128	-0.2093	-0.0965
5'		0.0752	-0.1547	-0.0795
4'		0.0468	-0.1019	-0.0551
3'		0.0254	-0.0557	-0.0303
2'		0.0108	-0.0270	-0.0162
1'		0.0031	-0.0094	-0.0063
0'		0	0	0

+2.3614  
-1.5436  
+0.8178

(3) 斷 面 12

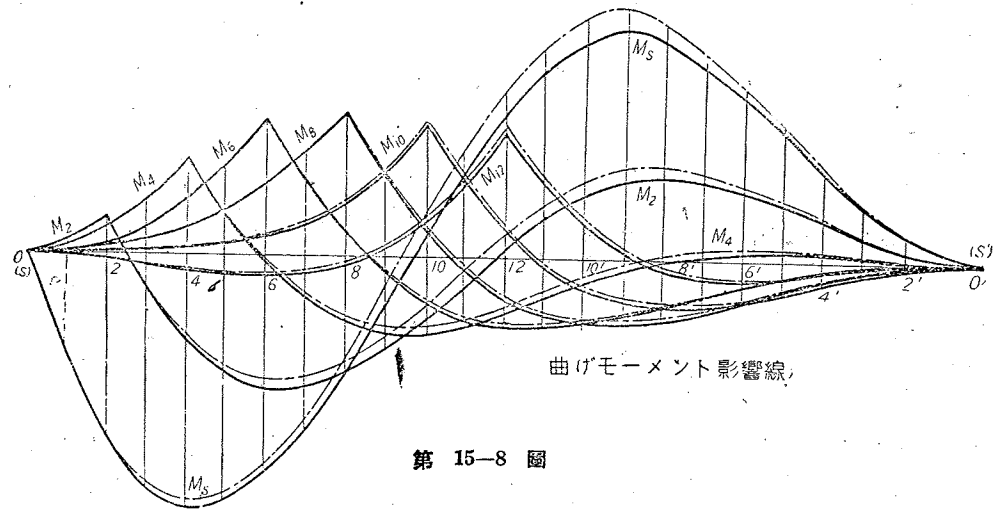
$\cos \varphi = 1.000$      $\sin \varphi = 0$

第 15-13 表

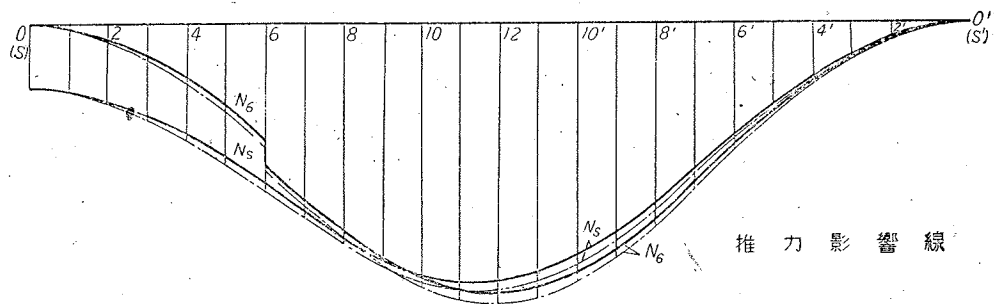
分 格 點	$Q_0$	$-X_b \cos \varphi$	$-X_c \sin \varphi$	$Q_{12}$
0		0		0
1		-0.0032		-0.0032
2		-0.0111		-0.0111
3		-0.0260		-0.0260
4		-0.0480		-0.0480
5		-0.0771		-0.0771
6		-0.1156		-0.1156
7		-0.1636		-0.1636
8		-0.2165		-0.2165
9		-0.2785		-0.2785
10		-0.3471		-0.3471
11		-0.4204		-0.4204
12		-0.5000		-0.5000
11'		0.4204		0.4204
10'		0.3471		0.3471
9'		0.2785		0.2785
8'		0.2165		0.2165
7'		0.1636		0.1636
6'		0.1156		0.1156
5'		0.0771		0.0771
4'		0.0480		0.0480
3'		0.0260		1.0230
2'		0.0111		0.0111
1'		0.0032		0.0032
0'		0		0

+2.2071  
-2.2071  
0

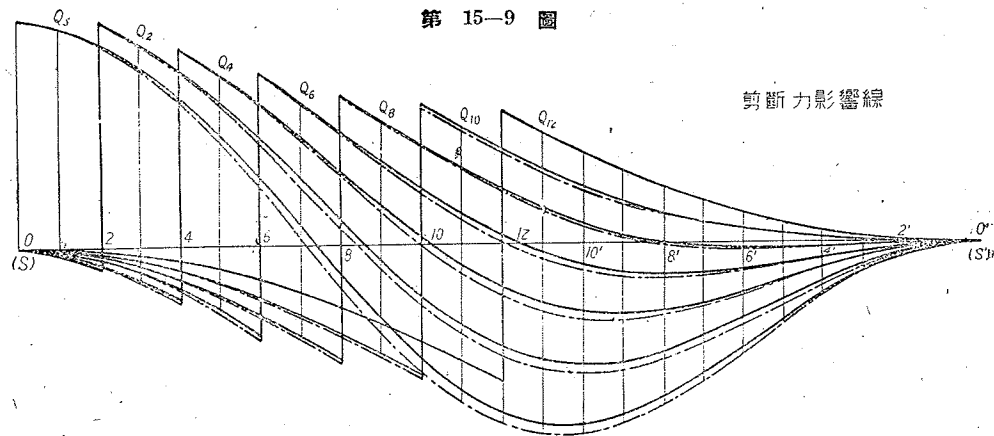
以上に基づき各影響線を圖示せる結果は第 15-8, 9, 10 圖の如し。圖中、鎖線は推力筋縮影響を無視せるもの、實線は之を考慮せるものを示す。而して推力影響線は殆ど同一にして圖面の混亂する爲に纔に起拱點及び  $1/4$  點の分のみを示せり。改めて説明する迄もなく、計算の結果は必ず之を圖示するを必要とし、然るときは、(1) 影響線の特質を明確に爲し得ると共に、(2) 誤算を發見する事容易なり。



第 15-8 圖



第 15-9 圖



第 15-10 圖

§5. 實際荷重による M, N, 及び Q

1. 死荷重に因る M, N, Q

(1) 曲げモーメント M (t. m)

第 15-14 表

載荷點	$W_d$	$M_s$	$M_{sa}$	$M_2$	$M_{2a}$	$M_4$	$M_{4a}$
0	4.37	0	0	0	0	0	0
2	13.13	-2.301	-30.212	+0.473	6.210	0.298	3.913
4	10.87	-3.216	-34.958	-1.087	-11.816	1.234	13.414
6	9.34	-2.859	-26.703	-1.701	-15.887	-0.147	-1.373
8	8.28	-1.539	-12.743	-1.504	-12.453	-0.854	-7.071
10	7.05	0.214	1.509	-0.782	-5.513	-0.994	-7.008
12	6.26	1.828	11.443	0.129	0.808	-0.720	-4.507
10'	7.05	2.718	19.162	0.805	5.675	-0.325	-2.291
8'	8.28	2.667	22.083	1.001	8.288	-0.050	-0.414
6'	9.34	1.979	18.484	0.831	7.762	0.079	0.738
4'	10.87	1.056	11.478	0.473	5.142	0.082	0.891
2'	13.13	0.300	3.939	0.140	1.838	0.032	0.420
0'	4.37	0	0	0	0	0	0
$\Sigma(+)$		10.762	88.096	3.852	35.723	1.725	19.376
$\Sigma(-)$		-9.915	-104.616	-5.074	-45.669	-3.090	-22.664
$\Sigma(\pm)$		0.847	-16.518	-1.222	-9.946	-1.365	-3.288

載荷點	$M_6$	$M_{6a}$	$M_8$	$M_{8a}$	$M_{10}$	$M_{10a}$	$M_{12}$	$M_{12a}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.614	2.153	0.063	0.827	-0.009	-0.118	-0.055	-0.722
4	0.710	7.718	0.312	3.391	+0.023	0.250	-0.169	-1.837
6	1.724	16.102	0.856	7.995	+0.211	1.971	-0.233	-2.176
8	0.286	2.368	1.829	15.144	+0.718	5.945	-0.082	-0.679
10	-0.581	-4.096	0.349	2.460	+1.718	12.112	0.435	3.419
12	-0.893	-5.590	-0.507	-3.174	+0.355	2.222	1.647	10.310
10'	-0.829	-5.884	-0.817	-5.760	-0.365	-2.573	0.485	3.419
8'	-0.611	-5.059	-0.769	-6.367	-0.581	-4.811	-0.082	-0.679
6'	-0.357	-3.334	-0.531	-4.960	-0.482	-4.502	-0.233	-2.176
4'	-0.154	-1.674	-0.264	-2.870	-0.265	-2.881	-0.169	-1.837
2'	-0.036	-0.473	-0.070	-0.919	-0.075	-0.985	-0.055	-0.722
0'	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Sigma(+)$	2.884	28.341	3.409	29.817	3.025	22.500	2.617	17.148
$\Sigma(-)$	-3.411	-26.070	-2.958	-24.050	-1.777	-15.870	1.078	-10.828
$\Sigma(\pm)$	-0.527	2.271	0.451	5.767	1.248	6.630	1.539	6.320

(2) 推力  $N_a(t)$

第 15-15 表

載荷點	$W_a$	$N_s$	$N_{sa}$	$N_2$	$N_{2a}$	$N_4$	$N_{4a}$
0	4.37	-0.517	-2.259	0	0	0	0
2	13.13	-0.616	-8.088	-0.108	-1.418	-0.114	-1.497
4	10.87	-0.889	-9.663	-0.517	-6.788	-0.427	-4.641
6	9.34	-1.274	-11.899	-0.813	-8.837	-0.736	-8.000
8	8.28	-1.668	-13.811	-1.232	-11.507	-1.181	-11.031
10	7.05	-1.951	-13.755	-1.668	-13.811	-1.647	-13.637
12	6.26	-2.005	-12.551	-1.987	-14.008	-1.994	-14.058
10'	7.05	-1.793	-12.641	-2.063	-12.933	-2.095	-13.115
8'	8.28	-1.376	-11.393	-1.862	-13.127	-1.900	-13.395
6'	9.34	-0.877	-8.191	-1.436	-11.890	-1.472	-12.188
4'	10.87	-0.422	-4.587	-0.918	-8.574	-0.943	-8.808
2'	13.13	-0.111	-1.457	-0.443	-4.815	-0.456	-4.957
0'	4.37	0	0	-0.117	-1.536	-0.121	-1.589
$\Sigma(+)$							
$\Sigma(-)$		-13.499	-110.295	-13.059	-107.826	-12.659	-102.75
$\Sigma(\pm)$							

(3) 剪斷力  $Q_a(t)$

第 15-16 表

載荷點	$W_a$	$Q_s$	$Q_{sa}$	$Q_2$	$Q_{2a}$	$Q_4$	$Q_{4a}$
0	4.37	0.856	3.741	0	0	0	0
2	13.13	0.783	10.281	-0.060	-0.788	-0.049	0.643
4	10.87	0.575	6.250	-0.852	11.187	-0.189	2.054
6	9.34	0.264	2.466	0.679	7.381	0.762	8.283
8	8.28	-0.092	-0.763	0.417	3.895	0.547	5.109
10	7.05	-0.415	-2.926	0.111	0.919	0.289	2.393
12	6.26	-0.626	-3.919	-0.175	-1.234	0.039	0.275
10'	7.05	-0.677	-4.773	-0.378	-2.366	-0.155	-0.970
8'	8.28	-0.578	-4.786	-0.454	-3.201	-0.252	-1.777
6'	9.34	-0.394	-3.680	-0.406	-3.362	-0.250	-2.070
4'	10.87	-0.199	-2.163	-0.285	-2.662	-0.185	-1.728
2'	10.13	-0.054	-0.709	-0.146	-1.587	-0.098	-1.065
0'	4.37	0	0	-0.040	-0.525	-0.027	-0.355
$\Sigma(+)$	0	2.478	22.738	2.059	23.382	1.637	16.060
$\Sigma(-)$		-3.055	-23.719	-1.944	-15.725	-1.205	-10.662
$\Sigma(\pm)$		-0.557	-0.981	+0.115	7.657	0.432	5.398

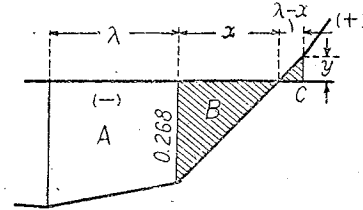
載荷點	$N_6$	$N_{6a}$	$N_8$	$N_{8a}$	$N_{10}$	$N_{10a}$	$N_{12}$	$N_{12a}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-0.118	-1.549	-0.120	-1.576	-0.122	-1.602	-0.123	-1.615
4	-0.442	-4.805	-0.453	-4.924	-0.460	-5.000	-0.464	-5.044
6	-0.905	-8.453	-0.928	-8.668	-0.944	-8.817	-0.954	-8.910
8	-1.125	-10.508	-1.432	-11.857	-1.459	-12.081	-1.477	-12.230
10	-1.613	-13.356	-1.572	-13.016	-1.857	-13.092	-1.885	-13.289
12	-1.982	-13.973	-1.958	-13.804	-1.925	-13.571	-1.985	-13.289
10'	-2.100	-13.146	-2.090	-13.083	-2.069	-12.952	-2.040	-12.770
8'	-1.915	-13.501	-1.915	-13.501	-1.904	-13.423	-1.885	-13.289
6'	-1.488	-12.321	-1.493	-12.362	-1.488	-12.321	-1.477	-12.230
4'	-0.956	-8.929	-0.961	-8.976	-0.960	-8.966	-0.954	-8.910
2'	-0.463	-5.033	-0.466	-5.065	-0.466	-5.065	-0.464	-5.044
0'	-0.123	-1.615	-0.124	-1.628	-0.124	-1.628	-0.123	-1.615
0'	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Sigma(+)$								
$\Sigma(-)$	-12.325	-98.736	-12.080	-96.603	-11.921	-95.426	-11.846	-94.946
$\Sigma(\pm)$								

載荷點	$Q_6$	$Q_{6a}$	$Q_8$	$Q_{8a}$	$Q_{10}$	$Q_{10a}$	$Q_{12}$	$Q_{12a}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-0.038	-0.499	-0.028	-0.368	-0.020	-0.263	-0.011	-0.144
4	-0.149	-1.620	-0.113	-1.228	-0.080	-0.870	-0.048	-0.522
6	-0.322	-3.007	-0.248	-2.316	-0.180	-1.681	-0.116	-1.083
8	0.654	6.108	-0.421	-3.486	-0.317	-2.625	-0.217	-1.797
10	0.440	3.643	0.569	4.711	-0.475	-3.349	-0.347	-2.446
12	0.224	1.579	0.382	2.693	0.523	+3.687	-0.500	-3.130
10'	0.040	0.250	0.209	1.308	0.360	2.254	+0.500	+3.130
8'	-0.075	-0.529	0.080	0.564	0.218	1.537	0.347	2.446
6'	-0.113	-0.935	0.008	0.066	0.115	0.952	0.217	1.797
4'	-0.097	-0.906	-0.019	-0.177	0.050	0.467	0.116	1.083
2'	-0.055	-0.598	-0.018	-0.196	0.016	0.174	0.048	0.522
0'	-0.016	-0.210	-0.006	0.079	0.003	0.039	0.011	0.144
0'	0	0	0	0	0	0	0	0
$\Sigma(+)$	1.358	11.580	1.248	9.342	1.285	9.110	1.239	9.122
$\Sigma(-)$	-0.865	-8.304	-0.853	-7.850	-1.072	-8.788	-1.239	-9.122
$\Sigma(\pm)$	0.493	3.276	0.395	1.492	0.213	0.322	0	0

2. 活荷重に因る M, N, Q

(1) 等分布荷重 等分布活荷重  $w=500 \text{ kg/m}^2$  を影響線によりて其の (+) (-) 部分に載せ、影響線面積はシンプソン法則を用ひて求むるときは、最大影響を拱肋に與ふるべき M, N, Q の大きさを算出せよ。

影響線の (+) より (-) に變化する個所にしてシンプソン法則を適用せざる部分は、例へば第 15-11 圖に示す如く (+) (-) の變化する點を最初に求め次の如く面積を算出せり。



第 16-11 圖

$$x = \frac{0.268 \times 1.5}{0.268 + 0.553} = 0.49 \text{ m}$$

$$y = 0.553 \times 0.26 \div 1.01 = 0.142 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.75 \text{ m}$$

$$B = -\frac{1}{2} \times 0.49 \times 0.268 = -0.068$$

$$C = -\frac{1}{2} \times 0.26 \times 0.142 = 0.019$$

(i) 曲げモーメント 等分布活荷重による曲げモーメント  $M_i$  の値は第 15-18 表に示すが如し。

(ii) 推力 推力  $N_i$  は満載の場合の値 (最大推力) 及び  $M_{最大}$  或は  $M_{最小}$  を生ぜしむる載荷状態に於ける値を求めたり。

(iii) 剪断力 剪断力  $Q_i$  は  $N_i$  と同様に満載活荷重,  $M_{最大}$  及び  $M_{最小}$  を與へる載荷状態に對して其の値を求めたり。

以上  $N_i$  及び  $Q_i$  は第 15-18 表記載通り。

(2) 自動車を含む場合 自動車と群衆荷重を組み合せたる場合の計算は拱頂點及び起拱點の断面のみ之を示せり。

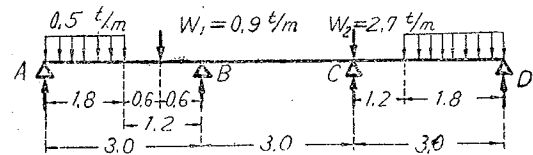
自動車及び群衆荷重が拱頂附近にあるときは之が直に拱肋に載るものと考へ、 $1/4$  點より起拱點寄りにある時は連続梁を爲せる縦桁によりて其の荷重は支壁に至り、支壁より拱肋に及ぶものとなす。連続梁と看做せる縦桁の支點反力次の如し。

(i) 中間支點 C に最大反力を與へる場合

C 點上に後輪  $W_2$  を置く。

$$2P_1 = 2t, \quad 2P_2 = 6t; \quad i = \frac{20}{60+l}$$

$$= \frac{20}{60+36} = 0.21$$



第 15-12 圖

前輪  $W_1 = \frac{1}{2.70} \times 2 \times 2.1 = 0.9 \text{ t/m}$

後輪  $W_2 = \frac{1}{2.70} \times 6 \times 1.21 = 2.7 \text{ t/m}$

$$A = \frac{0.3}{2} (1 + 0.298 + 2 \times 3.16) \times 0.5 + 0.123 \times 0.9 + \frac{0.3}{2} (0.026 + 2 \times 0.085) \times 0.5 = 0.697 \text{ t}$$

$$B = \frac{0.3}{2} (0.83 + 2 \times 2.265) \times 0.5 + 0.973 \times 2.9 - \frac{0.3}{2} (0.154 + 2 \times 0.51) \times 0.5 = 1.190 \text{ t}$$

$$C = 0.115 \times 0.9 - \frac{0.3}{2} (0.154 + 2 \times 0.510) \times 0.5 + 1 \times 2.7 + \frac{0.3}{2} (0.63 + 2 \times 2.265) \times 0.5 = 2.910 \text{ t}$$

$$D = \frac{0.3}{2} (0.026 + 2 \times 0.085) \times 0.5 + 0.019 \times 0.9 + \frac{0.3}{2} (1 + 0.298 + 2 \times 1.316) \times 0.5 = 0.603 \text{ t}$$

(ii) 側支點 A 或は D に最大反力を與へる場合

$$A' = 1.302 \times 0.5 - \frac{0.3}{2} (0.064 + 2 \times 0.335) \times 0.5 - 0.9 \times 0.032 = 0.587 \text{ t}$$

$$B' = \left\{ 3.592 - \frac{0.3}{2} (0.448 + 0.612) \right\} \times 0.5 + 0.200 \times 0.9 = 1.851 \text{ t}$$

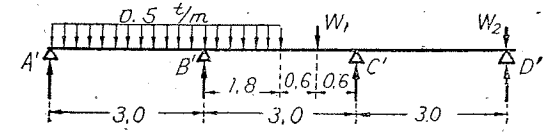
$$C' = -0.297 \times 0.5 + \frac{0.3}{2} (0.696 + 2 \times 1.635) \times 0.5 + 0.896 \times 0.9 = 0.955 \text{ t}$$

$$D' = 0.050 \times 0.5 + \frac{0.3}{2} (0.030 + 2 \times 0.235) \times 0.5 + 0.064 \times 0.9 + 1 \times 2.7 = 2.626 \text{ t}$$

(iii) 群衆荷重満載の場合

$$A'' = D'' = (1.302 + 0.050 - 0.149) \times 0.5 = 0.602 \text{ t}$$

$$B'' = C'' = (3.592 - 0.297) = 1.648 \text{ t}$$



第 15-13 圖

以上の作用力を以て起拱點及び拱頂點断面の M 及び N を求めたる結果は第 15-19 表に示すが如し。第 15-14 圖は起拱點断面の影響線及び載荷方法を示す。

3. 温度變化に因る M, N, Q

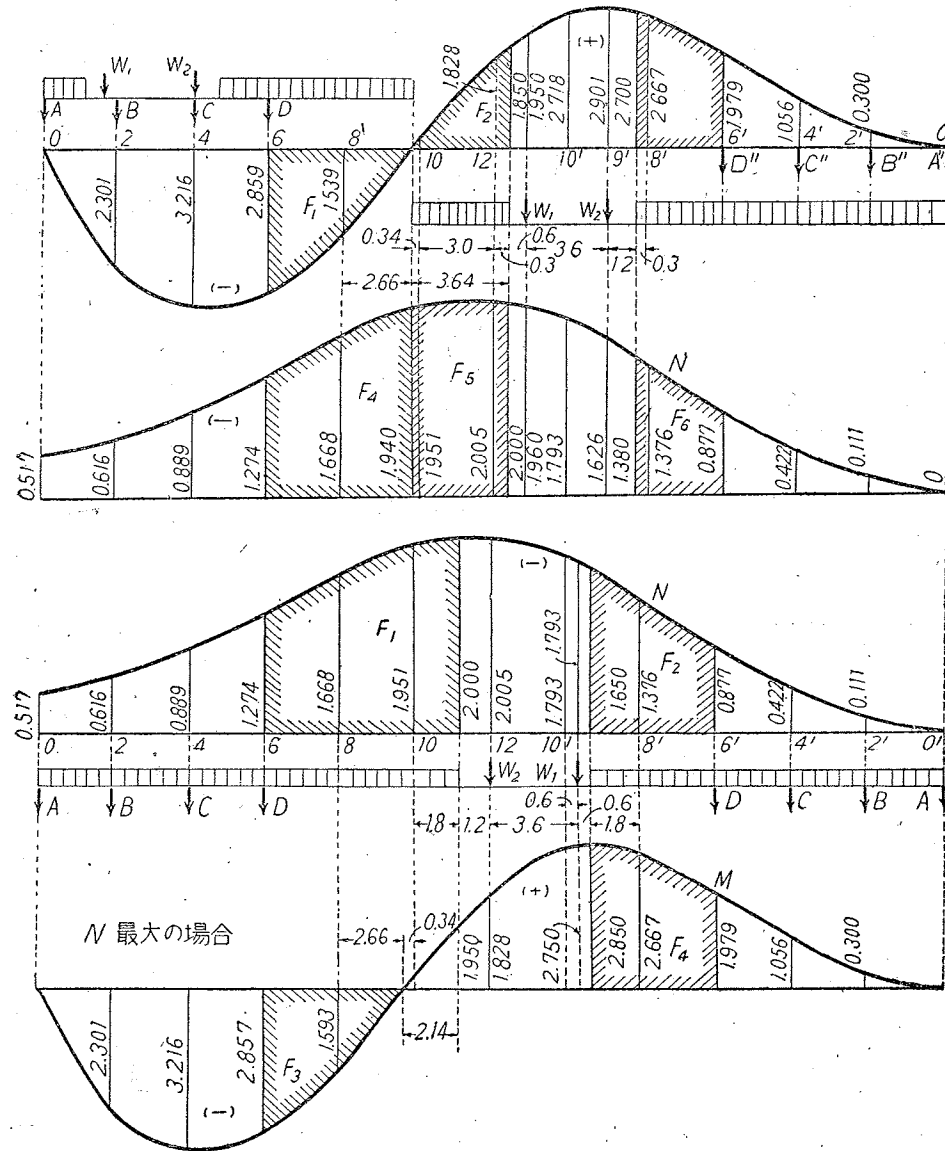
温度變化  $t = \pm 15^\circ \text{C}$  (+ は上昇)

水平反力  $X_{ct} = \pm 13,151 \text{ kg}$

$$M_i = \mp X_{ct} \cdot y; \quad N_i = \mp X_{ct} \cdot \cos \varphi; \quad Q_i = \pm X_{ct} \cdot \sin \varphi$$

第 15-17 表

分格點	y	cos φ	sin φ	$M_i$	$N_i$	$Q_i$
0	-3.7181	0.85616	0.51691	± 48,896	∓ 11,259	∓ 6,795
2	-2.1504	0.91234	0.40875	± 28,279	∓ 12,062	∓ 5,375
4	-0.9986	0.95111	0.30385	± 13,133	∓ 12,508	∓ 4,062
6	-0.1790	0.97563	0.21942	± 2,354	∓ 12,831	∓ 2,886
8	0.3673	0.99014	0.14009	∓ 4,830	∓ 13,021	∓ 1,842
10	0.6801	0.99767	0.06813	∓ 8,944	∓ 13,120	∓ 0,896
12	0.7819	1	0	∓ 10,283	∓ 13,151	0



第 15-14 圖

4. M, N, Q の總計

以上の死活兩荷重並に溫度變化に基く各斷面の  $M$ ,  $N$  及び  $Q$  の値は第 15-18 表に示すが如し。但し, (+)  $M_i$  及び (-)  $M_i$  を生ぜしむべき載荷状態に對する  $N$  及び  $Q$  の値は茲に記載を省略せり。

第 15-18 表

分格點	$M_a$	$M_i$		$M_t$	$\Sigma M$	
		(+)	(-)		(+)	(-)
0	-16.518	16.198	-15.162	$\pm 48.896$	48.576	-80.576
2	-9.946	5.584	-7.684	$\pm 28.279$	23.917	-45.909
4	-3.288	2.356	-4.657	$\pm 13.133$	12.201	-21.078
6	2.271	4.058	-5.185	$\pm 2.354$	8.633	-5.268
8	5.767	5.828	-4.413	$\mp 4.830$	15.425	-3.476
10	6.630	4.232	-2.632	$\mp 9.944$	19.806	-4.646
12	6.320	3.652	-1.587	$\mp 10.283$	20.255	-5.550

分格點	$N_a$	$N_i$	$N_t$	$\Sigma N$	
				最大	最小
0	-110.295	-20.065	$\mp 11.259$	-99.036	-141.619
2	-107.826	-19.446	$\mp 12.002$	-95.824	-139.274
4	-102.275	-18.880	$\mp 12.508$	-89.767	-138.663
6	-98.736	-18.387	$\mp 12.831$	-85.905	-129.954
8	-96.603	-16.077	$\mp 13.021$	-83.582	-127.701
10	-95.426	-17.867	$\mp 13.120$	-82.306	-126.413
12	-94.946	-17.780	$\mp 13.151$	-81.795	-125.877

分格點	$Q_a$	$Q_i$		$Q_t$	$\Sigma Q$	
		(+)	(-)		(+)	(-)
0	-0.981	3.073	-4.556	$\mp 6.795$	8.887	-12.332
2	7.657	2.426	-2.849	$\mp 5.375$	15.458	-0.567
4	5.398	1.858	-1.643	$\mp 4.065$	11.318	-0.307
6	3.276	1.517	-1.027	$\mp 2.886$	7.679	-0.637
8	1.492	1.418	-0.939	$\mp 1.842$	4.752	-1.289
10	0.322	1.515	-1.229	$\mp 0.896$	2.733	-1.803
12	0	1.460	-1.460	0	1.460	-1.460

等分布活荷重に自動車を組み合せたる場合の  $M$  及び  $N$  は第 15-19 表に示すが如し。

第 15-19 表

場 合	荷 重	起 拱 點		拱 頂 點	
		$M_{t.m}$	$N_t$	$M_{m.t}$	$N_t$
+ $M_{最大}$	死荷重	-16.518	-110.295	63.20	-94.946
	活荷重	+18.543	-13.008	5.749	-11.982
	溫度變化	上昇 +48.896	-11.259	下降 10.283	+13.151
	計	50.921	-134.562	22.352	-93.777

		起拱點		拱頂點	
場合	荷重	$M_{tm}$	$N_t$	$M_{tm}$	$N_t$
$-M_{最大}$	死荷重	-16.518	-110.295	9.320	-94.946
	活荷重	-18.274	-8.676	-3.979	-8.594
	温度變化	下降 -48.896	+11.259	上昇 -10.283	-13.151
	計	-83.688	-107.712	-7.942	-116.691
$N_{最大}$	死荷重	-16.518	-110.259	6.320	-94.946
	活荷重	-2.261	-21.350	2.136	-14.484
	温度變化	上昇 +48.896	-11.259	下降 +10.283	-13.151
	計	30.117	-142.904	18.738	-122.581

§6. 維應力の算定

1. M 及び N の組合せ

(1) 活荷重が等布荷重の場合 (第 15-20 表)

第 15-20 表 單位  $M \dots t.m ; N \dots t.$

場合	荷重	0 (起拱點)		2	
		$M$	$N$	$M$	$N$
$M_{最大}$	死荷重	-16.518	-110.295	-9.946	-107.826
	活荷重	16.198	-11.751	5.584	-8.972
	温度變化	上昇 48.896	-11.259	28.279	-12.002
	計	48.576	-133.305	23.917	-128.800
$M_{最小}$	死荷重	-16.518	-110.295	-9.946	-107.826
	活荷重	-15.162	-8.120	-7.684	-10.293
	温度變化	下降 -48.896	11.259	-28.279	12.002
	計	-80.576	-107.156	-45.909	-106.117

場合	荷重	4		6	
		$M$	$N$	$M$	$N$
$M_{最大}$	死荷重	-3.288	-102.275	2.271	-98.736
	活荷重	2.356	-4.055	4.058	-4.238
	温度變化	上昇 13.133	-12.508	2.354	-12.831
	計	12.201	-118.838	8.683	-115.805
$M_{最小}$	死荷重	-3.288	-102.275	2.271	-98.736
	活荷重	-4.657	-14.713	-5.185	-14.058
	温度變化	下降 -13.133	12.508	-2.354	12.831
	計	-21.078	-104.480	-5.268	-99.963

場合	荷重	8		10	
		$M$	$N$	$M$	$N$
$M_{最大}$	死荷重	5.767	-96.603	6.630	-95.426
	活荷重	4.828	-6.793	4.232	-9.839
	温度變化	下降 4.830	13.021	8.944	13.120
	計	15.425	90.376	19.806	-92.145
$M_{最小}$	死荷重	5.767	-96.603	6.630	-95.426
	活荷重	-4.413	-10.829	-2.632	-37.99
	温度變化	上昇 -4.830	-13.021	-8.944	-13.120
	計	-3.476	-120.453	-9.946	-116.539

場合	荷重	12 (拱頂點)	
		$M$	$N$
$M_{最大}$	死荷重	6.320	-94.946
	活荷重	3.652	-10.181
	温度變化	下降 10.283	13.151
	計	20.255	-91.976
$M_{最小}$	死荷重	6.320	-94.946
	活荷重	-1.587	-7.598
	温度變化	上昇 -10.283	-13.151
	計	-5.550	-115.695

(2) 活荷重に自動車を含む場合  
前掲第 15-19 表に示せるが如し。

2. 維應力算定公式

中心軸荷重  $N$  及び曲げモーメント  $M$  を同時に受くる短柱の維應力は

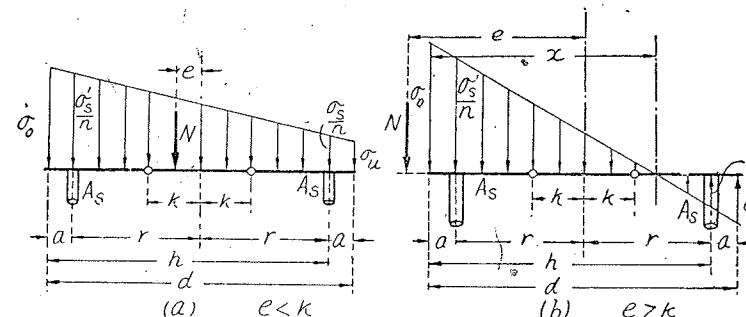
$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{I} \cdot y ; M = N \cdot e$$

但し、

$$A = A_c + 2 \cdot n \cdot A_s = b \cdot d + 2 \cdot n \cdot A_s$$

$$I = \frac{1}{12} b \cdot d^3 + 2 \cdot n \cdot A_s \cdot r^2$$

(i)  $e < k$  の場合



第 15-15 圖

$$k = \text{核心距離} = \frac{I}{A \cdot \frac{d}{2}}$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_o \\ \sigma_u \end{aligned} \right\} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{I} \cdot \frac{d}{2}; \quad \begin{aligned} \sigma_s &= n \left\{ \sigma_u + (\sigma_o - \sigma_u) \frac{a}{d} \right\} \\ \sigma'_s &= n \left\{ \sigma_u + (\sigma_o - \sigma_u) \frac{h}{d} \right\} \end{aligned}$$

(ii)  $e > k$  の場合

$$x^2 + 3\left(e - \frac{d}{2}\right)x^2 + 12 \cdot n \cdot e \cdot \frac{A_s}{b} \cdot x - \frac{6n \cdot A_s}{b} (d \cdot e + 2r^2) = 0$$

$$\sigma_o = N / \left\{ \frac{b \cdot x}{2} + n \cdot A_s \left( 2 - \frac{d}{x} \right) \right\}$$

$$\sigma_u = 0$$

$$\sigma_s = \frac{n \cdot \sigma_o}{x} (h - x)$$

$$\sigma'_s = \frac{n \cdot \sigma_o}{x} (x - a)$$

3. 核心の計算

$n=15, A_s=49 \text{ cm}^2 \dots\dots 25 \text{ m.m}$  丸鋼棒使用

$2 \cdot n \cdot A_s = 1470 \text{ cm}^2; b=100 \text{ cm}$

第 15-21 表

分格點	$\frac{1}{12} b d^3$	$r^2$	$2 n r \cdot A_s$	$I$ cm <sup>4</sup>	$b \cdot d$	$A$ cm <sup>2</sup>	$d/2$	$\frac{1}{2} A \cdot d$	$k$ cm
0	14,400,000	3,025	4,446,750	18,846,750	12,000	16,470	60.0	808,200	23.32
2	8,770,000	2,107	3,097,290	11,867,290	10,170	11,640	50.0	591,312	20.07
4	5,430,000	1,475	2,168,250	7,598,250	8,670	10,140	43.4	440,076	17.27
6	3,520,000	1,560	1,552,320	5,072,320	7,500	8,970	37.5	336,376	15.08
8	2,470,000	807	1,186,290	3,656,290	6,670	8,140	33.4	271,876	13.45
10	1,960,000	671	986,370	2,946,370	6,710	7,640	30.9	236,076	12.48
12	1,800,000	625	918,750	2,718,750	6,000	7,470	30.0	209,100	12.13

4. 縁 維 應 力

(1) 活荷重が等布荷重なる場合

断面 0 (起拱點)

$$M = -80,576 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad e = \frac{80,576}{107,156} = 0.572 \text{ m} = 75.2 \text{ cm} > k = 24.22 \text{ cm}.$$

$$N = -107,156 \text{ kg}$$

$$x^2 + 3\left(e - \frac{d}{2}\right)x^2 + 12 \cdot n \cdot e \cdot \frac{A_s}{b} \cdot x - \frac{6n A_s}{b} (d \cdot e + 2r^2) = 0$$

$$x^2 + 45.6 x^2 + 6,632.6 x - 664,763.4 = 0$$

$$x = 54 \quad x^2 = 2,916 \quad x^3 = 157,464$$

$$157,464 + 45.6 \times 2,916 + 6,632.6 \times 54 - 664,763.4$$

$$= 648,594 - 664,763.4 = -16,169.4$$

$$x = 55 \quad x^2 = 3,025 \quad x^3 = 166,375$$

$$166,375 + 45.6 \times 3,025 + 6,632.6 \times 55 - 664,763.4 = 669,108 - 664,763.4 = 4,344.6$$

$$x = 54 + \frac{16,169.4}{16,169.4 + 4,344.6} = 54.78 \text{ cm}.$$

$$\sigma_o = \frac{N}{\frac{b \cdot x}{2} + n A_s \left( 2 - \frac{d}{x} \right)} = \frac{-107,156}{\frac{100 \times 54.78}{2} + 15 \times 49 \times \left( 2 - \frac{120}{54.78} \right)}$$

$$= -41.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{n \sigma_o}{x} (h - x) = \frac{15 \times 41.3}{54.78} \times (115 - 54.78) = 681 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_s = \frac{n \sigma_o}{x} (x - a) = \frac{15 \times 41.3}{54.78} \times (54.78 - 5) = -563 \text{ kg/cm}^2$$

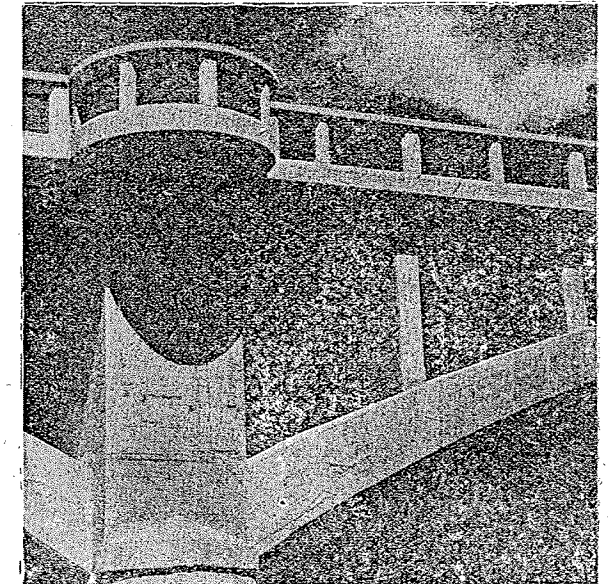
以上の方法を以て計算したる縁維應力は、第 15-22 表の如し。

第 15-22 表

單位 kg/cm<sup>2</sup>

分格點	$\sigma_o$	$\sigma_s$	$\sigma'_s$
0	-41	681	-563
2	-32	279	-445
4	-23	9	-338
6	$\left. \begin{aligned} \sigma_o &= -20 \\ \sigma_u &= -7 \end{aligned} \right\}$	-122	-289
8	-25	21	-348
10	-35	140	-460
12	-37	169	-482

(2) 自動車を併せて載荷せる場合



寫眞 15-2 橋脚上部

第 15-23 表

分 格 點	$\sigma_o$		$\sigma_s$		$\sigma'_s$	
	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁
0 (起拱點)	-28	-43	735	-125	-389	-582
12 (拱頂點)	-40	-24	122	2.3	-520	-347

§7. 橋 臺 橋 脚

1. 橋 臺

橋臺に大なる影響を與ふるべき作用力は次の如し。

(1)  $M_{最大}$ の場合(温度上昇)

$$M=48,576 \text{ kg} \cdot \text{m} ; N=-133,305 \text{ kg} ; Q=-11,992 \text{ kg (上向)}$$

(2)  $M_{最小}$ の場合(温度下降)

$$M=-80,576 \text{ kg} \cdot \text{m} ; N=-107,156 \text{ kg} ; Q=8,548 \text{ kg (下向)}$$

(3) 推力最大の場合(温度上昇, 活荷重満載)

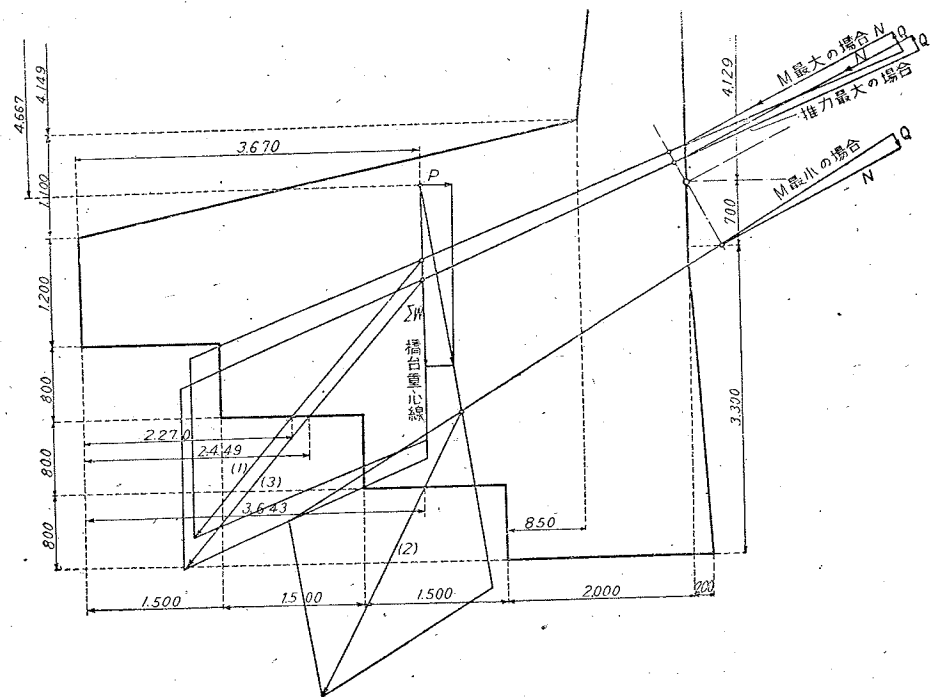
$$M=33,414 \text{ kg} \cdot \text{m} ; N=-141,619 \text{ kg} ; Q=-9,259 \text{ kg (上向)}$$

(4) 同上(2)に對して土壓を考慮せる場合

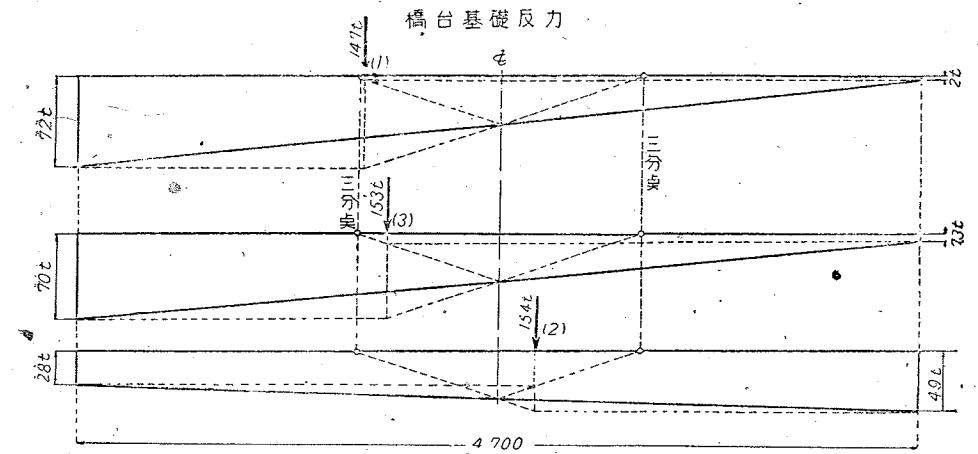
之等に對する橋臺の安定を照査したる結果は第 15-16, 17 圖に示せるが如し(土壓計算茲に省略, 土壓  $P=15.42 \text{ t}$ )。

2. 橋 脚

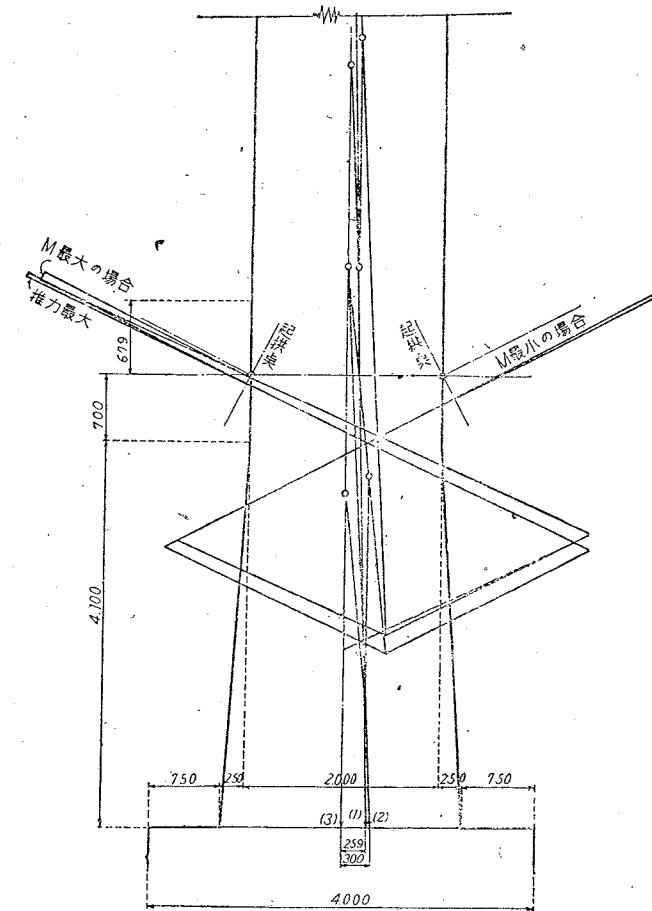
橋脚に對しては左右兩徑間より作用する力の組合により其の安定を照査す。此の場合に



第 15-16 圖



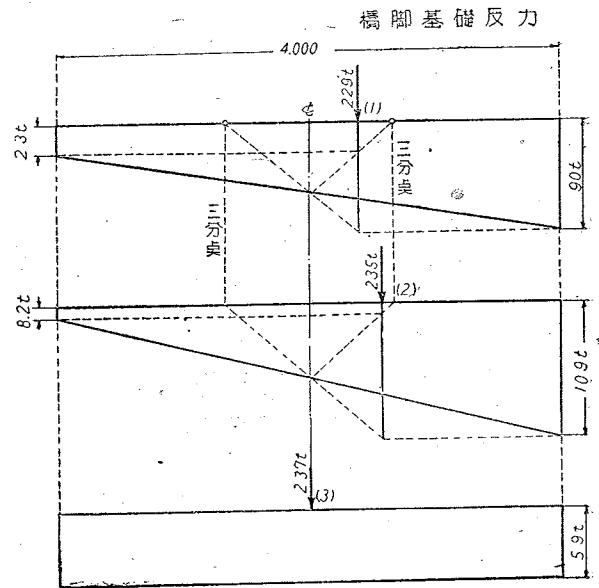
第 15-17 圖



第 15-18 圖



は温度変化は左右両径間とも同一に變化するものと考へ得るを以て其の影響なし。  
橋脚に作用する諸力に關する安定の照査は第 15-18, 19 兩圖に示すが如し。



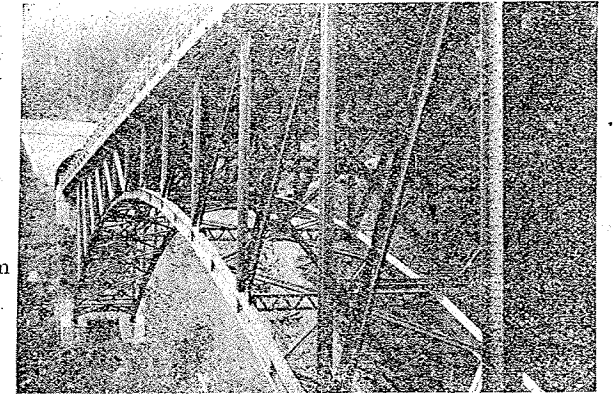
第 15-19 圖

## 第 2 節 二 鉸 腔 構 拱

### § 1. 概 説

(1) 中山橋 本橋は昭和 13 年竣功した道路橋である。

架設地點 東京府西多摩郡氷川村中山のV字状溪谷  
荷 重 第三種荷重  
寸 法 橋長 86 m; 3 徑間より成る。幅員 6 m.  
上部構造 中央徑間 (二鉸腔構拱)  $l=62.4$  m;  $f=9$  m  
主拱間隔 = 5 m.  
側徑間 (鉸桁)



寫眞 15-3 中山橋

東側  $l=8.8$  m.

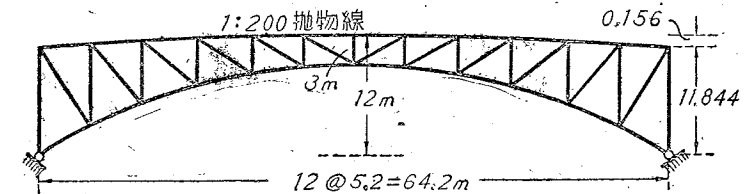
西側  $l=13.2$  m.

床 組 主拱格間を 5.2 m とし各格點毎に鉸桁より成る床桁を主拱に鉸結し、縦桁は I 形鋼より成り、その間隔は 1.4 m.

床 版 鐵筋コンクリート床版、最小厚さ 15 cm.

路 面 床版上に厚さ 3 cm のモルタル (1:2) を鋪裝し、勾配は縦  $1/200$ 、横  $1/100$ 、中央及び側徑間との間には防水的なる伸縮接合を設く。

(2) 床部設計 (省略)



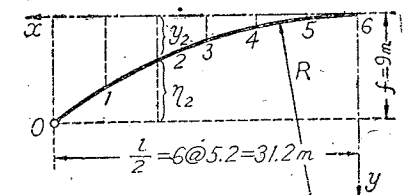
第 15-20 圖

### § 2. 主 拱 諸 寸 法

(1) 下弦材格點 下弦材格點は徑間 62.4 m, 拱矢 9.0 m なる缺圓に内接するものとす。

$$R = (l^2 + f^2) / 2f; y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

$$l = 6 @ 5.20 = 31.20 \text{ m} \quad f = 9.00 \text{ m}$$



第 15-21 圖

$$R = (31.2^2 + 9.0^2) / (2 \times 9.0) = 1054.44 \div 18.0 = 58.58 \text{ m}$$

$$R^2 = 3,431.62 \text{ m}^2$$

第 15-24 表 (單位 m)

格點	6	5	4	3	2	1	0
x	0	5.20	10.4	15.6	20.8	26.0	31.2
y	0	0.231	0.931	2.115	3.817	6.086	9.000
γ	9.000	8.769	8.069	6.885	5.183	2.914	0

(2) 上弦材格點 上弦格點は 1/200 拋物線に内接するものとす。  $y = \frac{f}{l^2} x^2$  ;  $f = \frac{31.2}{200} = 15.6 \text{ cm}$

第 15-25 表

格點	6	5	4	3	2	1	0
x	0	5.20	10.4	15.6	20.8	26.0	31.2
y	0	0.004	0.017	0.039	0.069	0.108	0.156

(3) 弦材長

i) 上弦材  $o_m = \sqrt{\lambda^2 + dy_m^2}$   $\lambda^2 = 27.04$

第 15-26 表

格點	1	2	3	4	5	6
$dy_m^o$	0.048	0.039	0.030	0.022	0.013	0.004
$o_m$	5.2002	5.2001	5.2001	5.2000	5.2000	5.2000

ii) 下弦材  $u_m = \sqrt{\lambda^2 + dy_m^u^2}$

第 15-27 表

格點	1	2	3	4	5	6
$dy_m^u$	2.914	2.269	1.702	1.184	0.700	0.231
$u_m$	2.961	5.673	5.471	5.333	5.247	5.205

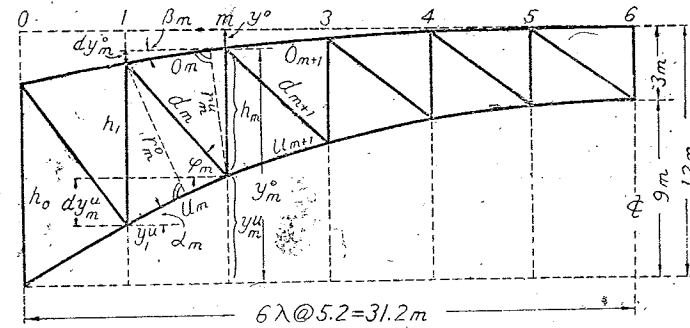
iii) 鉛直材  $h_m^u$  = 下弦格點縱距 ;  $h_m^o = f_o - y^o =$  上弦格點縱距

$$h_m = \text{鉛直材長} = y_m^o - y_m^u$$

第 15-28 表

格點	0	1	2	3	4	5	6
$y_m^u$	0	2.914	5.183	6.885	8.069	8.769	9.000
$y^o$	0.156	0.108	0.039	0.039	0.017	0.004	0
$y_m^o$	11.844	11.892	11.931	11.961	11.983	11.996	12.000
$h_m$	11.844	8.978	6.748	5.076	3.914	3.227	3.000

iv) 斜材  $d_m = \sqrt{\lambda^2 + (h_{m-1} - dy_m^u)^2}$



第 15-22 圖

第 15-29 圖

格點	$d_m$ m
1	10.334
2	8.488
3	7.246
4	6.495
5	6.113
6	6.001

(4) 部材の水平に對する傾角

i) 上弦材  $\sin \beta_m = dy_m^o / o_m$

第 15-30 表

m	1	2	3	4	5	6
$o_m$	5.2002	5.2001	5.2001	5.2000	5.2000	5.2000
$\beta_m$	0°31'44"	0°25'47"	0°19'50"	0°14'31"	0°8'36"	0°2'37"
$\sin \beta_m$	0.0092304	0.0074998	0.0057691	0.0042307	0.0025000	0.0007692
$\cos \beta_m$	0.9999575	0.9999719	0.9999835	0.9999912	0.9999989	0.9999996
$\sec \beta_m$	1.0000425	1.0000281	1.0000165	1.0000038	1.0000031	1.0000004
$\tan \beta_m$	0.0092304	0.0074998	0.0057691	0.0042307	0.0025000	0.0007692
(y)	0.009230	0.007500	0.005769	0.004231	0.002997	0.000769
(d)	1.000043	1.000028	1.000017	1.000009	1.000003	1.000000
$r_m^u$	8.978	6.748	5.076	3.914	3.227	3.000
$r_m^o$	10.832	8.229	6.414	4.949	3.879	3.224

[(y), (d) は  $\lambda=1$  に對する他邊長]

ii) 下弦材  $\sin \alpha_m = dy_m^u / u_m$

$$r_m^u = h_m \cdot \cos \beta_m ; r_m^o = h_{m-1} \cdot \cos \alpha_m$$

第 15-31 表

m	1	2	3	4	5	6
$u_m$	5.961	5.673	5.471	5.333	5.247	5.205
$\alpha_m$	29°16'7"	23°33'46"	18°6'33"	12°49'13"	7°40'29"	2°30'42"
$\sin \alpha_m$	0.4888442	0.3999647	0.3110947	0.2220139	0.1334096	0.0443804
$\cos \alpha_m$	0.8723369	0.9166226	0.9504661	0.9750610	0.9910425	0.9990394
$\sec \alpha_m$	1.1463461	1.0909615	1.0521153	1.0255769	1.0090384	1.0009615
$\tan \alpha_m$	0.5603846	0.4363462	0.3273077	0.2276923	0.1346154	0.0444231
(y)	0.560385	0.436345	0.327308	0.227692	0.134615	0.044423
(d)	1.146346	1.090962	1.052115	1.025577	1.009038	1.000962

iii) 斜材  $\sec \varphi_m = d_m / \lambda$

第 15-32 表

m	1	2	3	4	5	6
$d_m$	10.334	8.488	7.246	6.945	6.113	6.001
$\varphi_m$	59°47'15"	52°13'16"	44°8'21"	36°48'48"	31°42'9"	29°56'55"
$\sec \varphi_m$	1.9873077	1.6323077	1.3934615	1.2490385	1.1755769	1.1540385
$\tan \varphi_m$	1.7173077	1.2901923	0.9703846	0.7484615	0.6180769	0.5761538
$\operatorname{cosec} \varphi_m$	1.157223	1.265166	1.435989	1.668808	1.901991	2.0003094
(y)	1.717308	1.290192	0.970385	0.748462	0.618077	0.576154
(d)	1.987308	1.632308	1.393462	1.249038	1.175577	1.154038

§3. 部材断面

(1) 上弦材

$O_1 \sim O_3$

断面	$A_g \text{ cm}^2$	$I_x \text{ cm}^4$	$I_y \text{ cm}^4$
4 山形	$4 \times 20.5 = 82$	$4 \times 138.1 = 552$	$4 \times 317.3 = 1,269$
		$82 \times 15.78^2 = 20,419$	$82 \times 4.5^2 = 1,698$
1 腹板	$35 \times 1.2 = 42$	$\frac{1}{12} 1.2 \times 35^3 = 4,287$	$\frac{1}{12} 35 \times 1.2^3 = 5$
	124	25,259	2,972

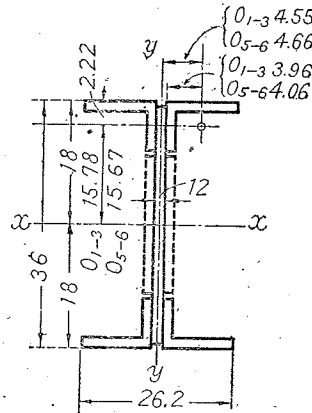
$$r_x = \sqrt{\frac{25,259}{124}} = 14.4 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{2,972}{124}} = 4.9 \text{ cm}$$

$$l = 520 \text{ cm}; l/r_x = 36.2 < 60$$

$$l = 260 \text{ cm}; l/r_y = 53 < 60$$

$$\sigma_{ca} = 1,500 \left( 1 - 0.0055 \frac{l}{r} \right) \geq 1,000 \text{ kg/cm}^2$$



第 15-23 圖

$O_4$  及

$O_5 \sim O_6$

部材	断面	$A_g \text{ cm}^2$	$I_x \text{ cm}^4$	$I_y \text{ cm}^4$
$O_5 \sim O_6$	4 山形	$4 \times 26.26 = 105$	$4 \times 173.9 = 696$	$4 \times 40.28 = 1,611$
			$105 \times 15.67^2 = 25,793$	$105 \times 4.66^2 = 2,281$
$O_5 \sim O_6$	1 腹板	$35 \times 1.2 = 42$	$\frac{1}{12} 1.2 \times 35^3 = 4,288$	$\frac{1}{12} 35 \times 1.2^3 = 5$
	2 側板	$17 \times 13 \times 2 = 44$	$\frac{2}{12} 1.3 \times 17^3 = 1,064$	$\frac{2}{12} 1.3^3 \times 17 = 6$
$O_4$		147	30,777	3,897
$O_5 \sim O_6$		191	31,841	3,903

$$O_4 \left\{ \begin{array}{l} r_x = \sqrt{\frac{30,777}{147}} = 14.5 \text{ cm} \quad r_y = \sqrt{\frac{3,897}{147}} = 5.2 \text{ cm} \\ l = 520 \text{ cm} \quad \quad \quad l = 260 \text{ cm} \\ l/r_x = 35.9 < 60 \quad \quad \quad l/r_y = 50.5 < 60 \end{array} \right.$$

$$O_5 \sim O_6 \left\{ \begin{array}{l} r_x = \sqrt{\frac{31,840}{191}} = 12.9 \text{ cm} \quad r_y = \sqrt{\frac{3,903}{191}} = 4.5 \text{ cm} \\ l = 520 \text{ cm} \quad \quad \quad l = 260 \text{ cm} \\ l/r_x = 40.3 < 60 \quad \quad \quad l/r_y = 57.5 < 60 \\ \sigma_{ca} = 1,000 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$$

(2) 下弦材

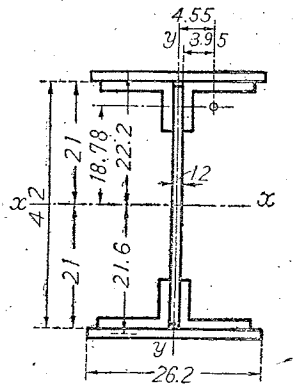
部材	断面	$A_g \text{ cm}^2$	$I_x \text{ cm}^4$	$I_y \text{ cm}^4$
$U_1 \sim U_2$	4 山形	$4 \times 20.5 = 82$	$4 \times 138.1 = 553$	$4 \times 317.2 = 1,269$
			$82 \times 18.78^2 = 28,920$	$82 \times 4.54^2 = 1,698$
$U_1 \sim U_2$	1 腹板	$41 \times 12 = 49$	$\frac{1}{12} 1.2 \times 41^3 = 6,892$	6
	2 蓋板	$2 \times 26 \times 12 = 62$	$\frac{2}{12} 26 \times 1.2^3 + 62.4 \times 21.6^2 = 29,121$	3,515
$U_3 \sim U_6$		131	36,365	2,973
$U_1 \sim U_2$		193	65,486	6,488

$$U_1 \sim U_2 \left\{ \begin{array}{l} r_x = \sqrt{\frac{65,486}{193}} = 18.4 \quad r_y = \sqrt{\frac{6,488}{193}} = 5.8 \\ l = 596 \quad \quad \quad l = 298 \\ l/r_y = 32.4 < 60 \quad \quad \quad l/r_x = 51.5 < 60 \end{array} \right.$$

$$U_3 \sim U_6 \left\{ \begin{array}{l} r_x = \sqrt{\frac{36,365}{131}} = 16.7 \quad r_y = \sqrt{\frac{2,973}{131}} = 4.8 \\ l = 547 \quad \quad \quad l = 274 \\ l/r_x = 32.9 < 60 \quad \quad \quad l/r_y = 57.5 < 60 \end{array} \right.$$

$U_6$  が引張材となる時は鉄孔 9 個 (35  $\text{cm}^2$ ) を控除して、

$$\text{純断面積 } A_n = 131 - 35 = 96 \text{ cm}^2$$



第 15-24 圖

(3) 鉛直材

$V_0$

断面	$A_g \text{ cm}^2$	$I_x \text{ cm}^4$	$I_y \text{ cm}^4$
4 山形	$4 \times 20.5 = 82$	$4 \times 138.1 = 552$	$4 \times 317.3 = 1,269$
		$82 \times 18.78^2 = 28,920$	$82 \times 4.55^2 = 1,697$
1 腹板	$41 \times 1.2 = 49.2$	$\frac{1}{12} \times 1.2 \times 41^3 = 6,892$	$\frac{1}{12} \times 41 \times 1.2^3 = 6$
2 側板	$2 \times 23 \times 1 = 46$	$\frac{2}{12} 1.0 \times 23^3 = 2,028$	$\frac{2}{12} \times 23 \times 1.2^3 = 7$
	177.2	38,392	2,979

$$r_x = \sqrt{\frac{88,392}{177.2}} = 14.72 \quad r_y = \sqrt{\frac{2,979}{177.2}} = 4.09$$

$$l = 1,184 \times 0.9 = 107 \quad l = 296.1 \times 0.9 = 266$$

$$l/r_x = 72.4 \quad l/r_y = 65.2$$

$$\sigma_{ca} = 1,500(1 - 0.0055 \times 73.31) = 903 \text{ kg/cm}^2$$

鉛直材の長さ(固定点間距離)は全長の90%とせり。

$$V_1 \sim V_2 \quad 2 \text{ 溝形 } 250 \times 90 \times 9; A_g = 2 \times 44.07 = 88. \text{ cm}^2$$

$$I_x = 2 \times 4,181 = 8,362 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 2 \times 306 + 88 \times 3.02^2 = 1,414 \text{ cm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{8,362}{88}} = 9.74 \quad r_y = \sqrt{\frac{1,414}{88}} = 4.01$$

$$V_1 \dots l = 897.8 \times 0.9 = 808 \text{ cm}; l/r_x = 82.9$$

$$\sigma_{ca} = 1,500(1 - 0.0055 \times 82.9) = 816 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_2 \dots l = 337.4 \times 0.9 = 303 \text{ cm}; l/r_x = 75.7$$

$$\sigma_{ca} = 1,500(1 - 0.0055 \times 75.7) = 875 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_3 \text{ 及 } V_5 \sim V_6 \quad 2 \text{ 溝形 } 200 \times 80 \times 7.5 \quad A_g = 2 \times 31.33 = 62.7 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 2 \times 1,949 = 3,898 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 2 \times 177.1 + 62.7 \times 2.84^2 = 860 \text{ cm}^4$$

$$V_3 \dots l = 253.8 \times 0.9 = 228; l/r_y = 61.7$$

$$\sigma_{ca} = 1,500(1 - 0.0055 \times 61.7) = 491 \text{ kg/cm}^2$$

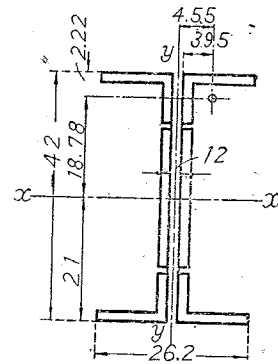
$$V_4 \dots \text{次項掲出}$$

$$V_5 \dots l = 322.7 \times 0.9 = 290; l/r_y = 78.5$$

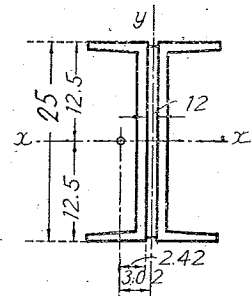
$$\sigma_{ca} = 1,500(1 - 0.0055 \times 78.5) = 85.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_6 \dots l = 300 \times 0.9 = 270; l/r_y = 73$$

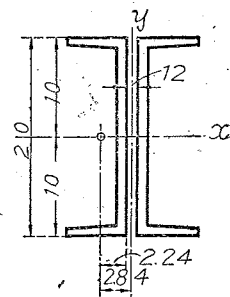
$$\sigma_{ca} = 1,500(1 - 0.0055 \times 73) = 898 \text{ kg/cm}^2$$



第 15-25 圖



第 15-26 圖



第 15-27 圖

断 面		$A_g$ cm <sup>2</sup>	$I_y$ cm <sup>4</sup>
2 溝形	200×80×7.5	2×31.33=63	860
1 鋸	195×12	19.5×12=23	$\frac{1}{12} \times 19.5 \times 1.2^3 = 3$
		86	863

$$r_y = \sqrt{\frac{863}{86}} = 3.17; l = 391 \times 0.9 = 352; l/r_y = 111$$

$$\sigma_c = 1,500(1 - 0.0055 \times 111) = 583 \text{ kg/cm}^2$$

(4) 斜 材

$$D_1 \sim D_2 \quad 2 \text{ 山形 } 150 \times 150 \times 11 \quad 2 \times 31.79 = 63.6 = A_g$$

$$4 \text{ 鋸孔} \quad -4 \times 2.5 \times 1.1 = -11.0$$

$$A_n = 52.5 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 2 \times 663.3 + 58.08 \times 4.52^2 = 2,513 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{2,513}{63.6}} = 6.3 \quad l = 1033.4 \times 0.9 = 930 \text{ cm}$$

$$l/r_y = 148 < 150$$

$$D_3 \sim D_6 \quad 2 \text{ 山形 } 130 \times 130 \times 12 \quad 2 \times 29.76 = 59.5 = A_g$$

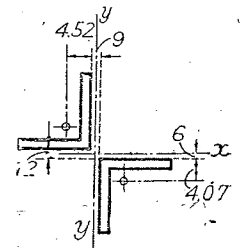
$$2 \text{ 鋸孔} \quad -2 \times 2.5 \times 1.2 = -6.0$$

$$A_n = 53.5 \text{ cm}^2$$

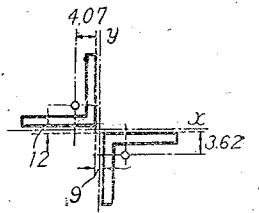
$$I_y = 2 \times 466.3 + 53.52 \times 4.07^2 = 1,798 \text{ cm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{1,798}{59.5}} = 5.5 \quad l = 649.5 \times 0.9 = 584 \text{ cm}$$

$$l/r_y = 106 < 150$$



第 15-28 圖



第 15-29 圖

#### § 4. $X_i = -1$ に因る部材長の變化

$$(1) \text{ 上弦材 } \Delta O_{ma} \cdot E = \frac{O_{ma} \cdot o_m}{A_m^o}; O_{ma} = -\frac{y_m^u}{r_m^o}$$

$$(2) \text{ 下弦材 } \Delta U_{ma} \cdot E = \frac{U_{ma} \cdot u_m}{A_m^u}; U_{ma} = \frac{y_m^o - 1}{r_m^u}$$

[ $O$  及び  $U$  は上弦及び下弦部材應力,  $o$  及び  $u$  は同部材寸法を示す, (第 15-22 圖参照)]  $U_{ia} = \frac{1}{\cos \alpha_1}$

第 15-33 圖

$m$	$A_m^o$ cm <sup>2</sup>	$O_{mx}$	$O_{ma} \cdot o_m$	$\Delta O_{ma} \cdot E$	$m$	$A_m^u$ cm <sup>2</sup>	$U_{ma}$	$U_{ma} \cdot u_m$	$\Delta U_{ma} \cdot E$
1	124	-0.32459	-168.791	-136122	1	193.6	1.14634	683.334	3.52962
2	"	-0.76810	-399.424	-322116	2	"	1.44513	819.824	4.23463
3	"	-1.35641	-705.342	-568825	3	131.2	1.86015	1,017.688	7.75677
4	"	-2.06159	-1,072.037	-864546	4	"	2.41655	1,288.907	9.82398
5	158	-2.71739	-1,413.049	-894335	5	"	3.08920	1,620.902	12.35444
6	"	-3.00000	-1,560.001	-9,87342	6	"	3.72084	1,936.693	14.76143

(3) 斜 材

$$\Delta d_{ma} \cdot E = \frac{D_{ma} \cdot d_m}{A_m^d}$$

$$D_{ma} = (O_{mx} \cdot \sin \beta_m + U_{ma} \cdot \sin \alpha_m) \operatorname{cosec} \varphi_m$$

第 15-34 表

m	$A_m^2 \text{ cm}^2$	$O_{ma} \cdot \sin \beta_m$	$U_{ma} \cdot \sin \alpha_m$	$D_{ma}$	$D_{ma} \cdot d_m$	$\Delta d_{ma} \cdot E$
1	58.08	-0.00300	0.56038	0.64502	666.564	11.47665
2	"	-0.00576	0.57800	0.72398	614.515	10.58049
3	53.52	-0.00783	0.57868	0.81975	593.988	11.09843
4	"	-0.00782	0.53658	0.88088	572.134	10.69010
5	"	-0.00679	0.41213	0.77095	471.280	8.80568
6	"	-0.00231	0.16513	0.32614	195.715	3.65685

(4) 鉛直材  $\Delta h_{ma} \cdot E = \frac{V_{ma} \cdot h_m}{A_m^v}$ ;  $V_{ma} = O_{ma} \cdot \sin \beta_m + U_{(m+1)a} \cdot \sin \alpha_{m+1}$

$V_{6a} = -2 O_{6a} \cdot \sin \beta_6 = 2 \times 0.002307 = 0.00461$

$V_{5a} = -U_{1a} \cdot \sin \beta_1 = -1.14634 \times 0.48884 = -0.56038$

第 15-35 表

m	$A_m^v \text{ cm}^2$	$O_{ma} \cdot \sin \beta_m$	$U_{(m-1)a} \cdot \sin \alpha_{m+1}$	$V_{ma}$	$V_{ma} \cdot h_m$	$\Delta h_m \cdot E$
0	193.6			-0.56038	-663.718	-3.42829
1	88.15	-0.00300	0.57800	0.57501	516.241	5.85666
2	"	-0.00576	0.57868	0.57292	336.608	4.38599
3	62.65	-0.00783	0.53658	0.52875	268.394	4.28374
4		-0.00872	0.41213	0.40341	157.894	2.52009
5		-0.00679	0.16513	0.15834	51.096	0.81552
6		-0.00231		0.00461	1.384	0.02209

(注意; 各数値は印刷の都合上、小数点以下の微小数値を省略せるものあり)

§5. 彈性荷重

(1) 精算

$$E \cdot w_m = \frac{1}{h_m} \left\{ -\Delta O_m \cdot \sec \beta_m + \Delta U_{m+1} \sec \alpha_{m+1} + \Delta d_m \cdot \sec \varphi_m - \Delta h_{m+1} \sec \varphi_{m+1} + \Delta h_{m+1} \cdot \frac{h_m}{\lambda_{m+1}} - \Delta h_m \cdot \frac{h_{m-1}}{\lambda_m} \right\} E$$

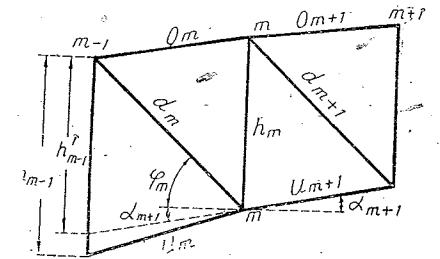
$$E \cdot w_i = \frac{1}{h_i} \left\{ -2\Delta O_i \cdot \sec \beta_i + 2\Delta h_i \cdot \sec \varphi_i - 2\Delta h_i \cdot \tan \varphi_i \right\} E$$

第 15-36 表

m	$\Delta h_{m+1} \cdot h_m \cdot E$	$h_{m+1} \cdot \frac{h_m}{\lambda} \cdot E$	$\tan \alpha_{m+1} + \tan \varphi_m$	$\Delta h_m \cdot \frac{h_{m-1}}{\lambda} \cdot E$
1	3,937.745	7.57258	2.15365	12.61322
2	2,890.668	5.55898	1.61750	7.09434
3	1,279.196	2.45999	1.19808	5.13225
4	319.195	0.61383	0.88308	2.22543
5	7.129	0.01371	0.66250	0.54028
6			0.57615	0.01273

$h'_{m-1} = \lambda (\tan \alpha_{m+1} + \tan \varphi_m)$

$\Delta h_i \cdot \frac{h_{i-1}}{\lambda} \cdot E = \Delta h_i \cdot \tan \varphi_m \cdot E$



第 15-30 圖

第 15-37 表

m	1	2	3	4	5	6	
1	$-\Delta O_m \cdot \sec \beta_m \cdot E$	1.36128	3.22125	5.68834	8.64554	8.94337	9.87342
2	$+\Delta U_{m+1} \sec \alpha_{m+1} \cdot E$	4.61982	8.16101	10.07526	12.46610	14.77563	
	$\sum_1^2$	5.98110	11.38226	15.76360	21.11164	23.71900	9.87342
3	$+\Delta d_m \cdot \sec \varphi_m \cdot E$	22.80763	17.27062	15.46524	13.35235	10.35175	4.22015
4	$-\Delta d_{m+1} \cdot \sec \varphi_{m+1} \cdot E$	-17.27063	-15.46524	-13.35235	-10.35175	-4.22015	
5	$+\Delta h_{m+1} \cdot \frac{h_m}{\lambda} \cdot E$	7.57259	5.55899	2.45999	0.61388	0.01371	
6	$-\Delta h_m \cdot \frac{h_{m-1}}{\lambda} \cdot E$	-12.61322	-7.09435	-5.13225	-2.33543	-0.54028	-0.01273
	$\sum_3^6$	0.49637	0.27001	-0.55937	1.38901	5.60502	4.20742
	$\sum_1^6$	6.47747	11.65228	15.20422	2.50064	29.32403	14.08084
	$E \cdot w_m$	0.00721	0.01726	0.02995	0.05745	0.09037	0.09387

(2) 腹材伸縮の影響を無視せる場合

i)  $E \cdot w_m = \frac{1}{h_m} (-\Delta O_m \cdot \sec \beta_m + \Delta U_{m+1} \cdot \sec \alpha_{m+1}) E$

第 15-38 表

m	1	2	3	4	5	6
$\sum_1^2$	5.98110	11.38226	15.76360	21.11164	23.71900	9.87342
$E \cdot w$	0.00666	0.01686	0.03105	0.05391	0.07350	0.08582

$$ii) \frac{E}{\lambda} \cdot w_m = \frac{1}{h_m^2} \left( y_m'' \sec^3 \beta_m \frac{1}{A_m^0} + y_m'' \sec^3 \alpha_{m+1} \frac{1}{A_{m+1}^u} \right) = \frac{1}{h_m^2} (A+B)$$

第 15-39 表

m	0	1	2	3	4	5	6
sec <sup>3</sup> β		1.00013	1.00008	1.00005	1.00003	1.00001	1
A		2.35030	4.18019	5.55270	6.50743	5.5505	5.69620
sec <sup>3</sup> α <sub>m+1</sub>	1.50342	1.29346	1.16463	1.07871	1.02736	1.00289	
B	9.21595	7.97588	10.59089	9.83419	9.38327	9.16971	
A+B		10.32618	14.77108	15.38689	15.89070	14.71976	5.69620
h <sub>m</sub> <sup>2</sup>		803,045	455,355	257,658	153,194	104,135	90,000
$\frac{E}{\lambda} \cdot w_m$		0.000013	0.000032	0.000060	0.000104	0.000141	0.000126

§6. δ<sub>mx</sub> の値

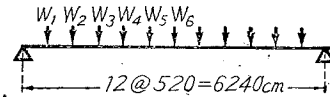
δ<sub>mx</sub> は弾性荷重に因る単桁の曲げモーメントとして算出す。

(1) 精算

$$Q_m = Q_{m-1} + w_m \quad M_m = M_{m-1} + Q_m \cdot \lambda$$

$$M_m/\lambda = M_{m-1}/\lambda + Q_m$$

$Q_6 = 0.046936 = \frac{1}{2} E \cdot w_6$	$M_1/\lambda = 0.249701$	$M_1 = 129.84452 = E \cdot \delta_{1a}$
$\frac{0.090871}{Q_5 = 0.137807}$	$\frac{0.242486}{M_2/\lambda = 0.492187}$	$M_2 = 255.93733 = E \cdot \delta_{2a}$
$\frac{0.057458}{Q_4 = 0.195265}$	$\frac{0.225218}{M_3/\lambda = 0.717405}$	$M_3 = 373.05091 = E \cdot \delta_{3a}$
$\frac{0.029953}{Q_3 = 0.225218}$	$\frac{0.195265}{M_4/\lambda = 0.912670}$	$M_4 = 474.58884 = E \cdot \delta_{4a}$
$\frac{0.017268}{Q_2 = 0.242486}$	$\frac{0.137807}{M_5/\lambda = 1.050477}$	$M_5 = 546.24849 = E \cdot \delta_{5a}$
$\frac{0.007215}{Q_1 = 0.249701}$	$\frac{0.046936}{M_6/\lambda = 1.097413}$	$M_6 = 570.65528 = E \cdot \delta_{6a}$



第 15-31 図

(2) 腹材伸縮の影響を無視したる場合

第 15-40 表

m	1	2	3	4	5	6
$E \cdot \delta'_{mx}$	111.752716	220.041219	319.558564	402.927226	458.262048	475.375982
$\frac{E}{\lambda} \cdot \delta''_{mx}$	0.2149372	0.432128	0.6146202	0.7749742	0.8813889	0.9143003

§7. δ<sub>aa</sub> の値

(1) 精算

$$\delta_{aa} = \sum S_a^2 \frac{s}{E \cdot A} = \sum S_a \frac{S_a \cdot s}{E \cdot A} = \sum S_a \frac{E \cdot \Delta s}{E} = \frac{1}{E} \cdot \sum S_a \cdot \Delta s \cdot E$$

第 15-41 表

m	O <sub>mz</sub>	Δo <sub>m</sub> · E	O <sub>mz</sub> · Δo <sub>m</sub> · E	U <sub>ma</sub>	Δu <sub>m</sub> · E	U <sub>mz</sub> · Δu <sub>m</sub> · E
1	-0.32458	-1.36122	0.44183	1.14634	3.52932	4.04615
2	-0.76810	-3.22116	2.47417	1.44513	4.23462	6.11960
3	-1.35641	-5.68824	7.71557	1.86015	7.75677	14.42875
4	-2.06159	-8.64546	17.82340	2.41685	9.82399	23.74313
5	-2.71739	-8.94334	24.30259	3.08920	12.35444	38.16530
6	-3.00000	-9.87342	29.62027	3.72084	14.76143	54.92497
		Σ <sub>1</sub> <sup>6</sup>	82.37783		Σ <sub>1</sub> <sup>6</sup>	141.42790
m	D <sub>ma</sub>	Δd <sub>m</sub> · E	D <sub>ma</sub> · Δd <sub>m</sub> · E	V <sub>ma</sub>	Δv <sub>m</sub> · E	V <sub>mz</sub> · Δv <sub>m</sub> · E
0				-0.56038	-3.42829	1.92116
1	0.64502	11.47664	7.40267	0.57500	5.85666	3.36762
2	0.72398	10.58049	7.66008	0.57292	4.38599	2.51283
3	0.81974	11.09843	9.09789	0.52875	4.28374	2.26503
4	0.88038	10.69010	9.41674	0.40340	2.52008	1.01662
5	0.77094	8.80567	6.78871	0.15833	0.81552	0.12912
6	0.32614	3.65085	1.19263	0.00451	0.02209	0.00010
		Σ <sub>1</sub> <sup>6</sup>	41.55872		Σ <sub>0</sub> <sup>6</sup>	11.21248

$$E \cdot \delta_{aa} = 2(82.37783 + 141.42790 + 41.55872 + 11.21238) + 0.00010 = 553.154 \text{ kg/cm}$$

(2) 腹材伸縮の影響を無視したる場合

i)  $E \cdot \delta_{aa} = \sum (O_{mz} \cdot \Delta o_m + U_{ma} \cdot \Delta u_m) E$

$$E \cdot \delta_{aa} = 2(82.37783 + 141.42790) = 447.6112 \text{ kg/cm}$$

ii)  $\frac{E}{\lambda} \cdot \delta''_{aa} = \sum_0^6 \frac{1}{h_m^2} \left( y_m'' \cdot \sec^3 \beta_m \frac{1}{A_m^0} + y_m'' \cdot \sec^3 \alpha_{m+1} \frac{1}{A_m^u} \right) \times 2 = 2 \times \sum_0^6 \frac{1}{h_m^2} (C+D)$

第 15-42 表

m	C	D	Σ (C+D)	h <sub>m</sub> <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>	1/h <sup>2</sup> Σ (C+D)
0		10,915.3747	10,915.3747	1,402,803	0.00778
1	684.8783	9,484.9129	10,169.7912	806,045	0.01262
2	2,166.5925	12,635.9908	14,802.5833	455,355	0.03251
3	3,823.0360	11,762.6687	15,583.7047	257,658	0.06049
4	5,250.8485	11,243.9772	16,494.8257	153,194	0.10767
5	4,866.8389	10,999.9817	15,866.8205	104,135	0.15237
6	5,126.5827		5,126.5877	90,000	0.05696

Σ = 0.43040

$$\frac{E}{\lambda} \cdot \delta''_{aa} = 2 \times 0.4304 = 0.8608 \text{ kg/cm}^2$$

§ 8. 鉛直單位荷重に因る X<sub>a</sub>

$$X_a = \frac{E \cdot \delta_{ma}}{E \cdot \delta_{aa}} \quad X'_a = \frac{E \cdot \delta'_{ma}}{E \cdot \delta'_{aa}} \quad X''_a = \frac{\frac{E}{\lambda} \cdot \delta''_{ma}}{\frac{E}{\lambda} \cdot \delta''_{aa}}$$

第 15-43 表

m	X <sub>a</sub> (精算)	X' <sub>a</sub> (腹材影響無視)	X'' <sub>a</sub> (腹材影響無視)
1	0.2317	0.2497	0.2497
2	0.4627	0.4916	0.4916
3	0.6744	0.7139	0.7140
4	0.8580	0.9002	0.9003
5	0.9875	1.0238	1.0239
6	1.0316	1.0620	1.0621

茲に腹材影響を無視せる X'<sub>a</sub>, X''<sub>a</sub> を特に計算せるは精算の X<sub>a</sub> に対する檢算の爲なり。此の結果に於ては腹材を無視する場合の X'<sub>a</sub> は X<sub>a</sub> に對して約 2~5% 増加するを示せり。

§ 9. 溫度變化に因る X<sub>a</sub>

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= \text{溫度伸縮係數 (1}^\circ\text{C)} = 12 \times 10^{-6} \\ E &= 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \\ t &= \text{溫度變化} = \pm 30^\circ\text{C} \end{aligned} \right\} \varepsilon \cdot t \cdot E = \pm 12 \times 2.1 \times 30 = \pm 756 \text{ kg/cm}^2$$

$$E \cdot 1 \cdot \delta_{aa} = \varepsilon \cdot t \cdot E \cdot l = \pm 756 \times 6240 = 4,717,440 \text{ kg}^2/\text{cm}$$

$$E \cdot \delta_{aa} = 553.154 \text{ kg/cm}$$

$$X_{aa} = \frac{\varepsilon \cdot t \cdot E \cdot l}{E \cdot \delta_{aa}} = \frac{4,717,440}{553.154} = \pm 8,528 \text{ kg}$$

§ 10. 部材應力公式

(1) 上弦材

$$O_m = \frac{-M_m^u}{r_m^u} = \frac{-1}{h_m \cdot \cos \beta_m} (M_{mo}^u - M_{ma}^u \cdot X_a) = -\frac{y_m^u}{h_m \cdot \cos \beta_m} \left( \frac{M_{om}^u}{y_m^u} - X_a \right)$$

(2) 下弦材

$$U_m = \frac{M_{m-1}^o}{r_m^o} = \frac{1}{h_{m-1} \cdot \cos \alpha_m} (M_{o(m-1)}^o - M_{(m-1)a}^o \cdot X_a) = \frac{y_{m-1}^o}{h_{m-1} \cdot \cos \alpha_m} \left( \frac{M_{o(m-1)}^o}{y_{m-1}^o} - X_a \right)$$

(3) 斜材

$$D_m = D_{om} - D_{ma} \cdot X_a = D_{ma} \left( \frac{D_{om}}{D_{ma}} - X_a \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$D_m = \left( \frac{M_m^o}{h_m} - \frac{M_{m-1}^o}{h_{m-1}} \right) \sec \varphi_m ; D_6 = \left( \frac{M_6^o}{h_6} - \frac{M_5^o}{h_5} - X_a \right) \sec \varphi_6 \dots \dots \dots (2)$$

第 1 式により D<sub>m</sub> 影響線を作圖するには次の式によりて作圖す。O<sub>m</sub>, U<sub>m</sub> 兩材の交點を i とし, i より D<sub>m</sub> に至る距離を r<sub>i</sub> とせば, P=1 が m 點より右に在る時,

$$D_{ma} = \frac{1 \cdot y_i}{r_i} ; D_{om} = \frac{A \cdot x_i}{y_i} \therefore D_m = \frac{y_i}{r_i} \left( \frac{A \cdot x_i}{y_i} - X_a \right)$$

$$P=1 \text{ が } m \text{ 點より左に在る時 } D_m = \frac{y_i}{r_i} \left( \frac{E \cdot x_i}{y_i} + X_a \right)$$

$$i \text{ 點は, } h_m/h_{m-1} = b_i/(\lambda + b_i) ; b_i = \lambda \cdot h_m / (h_{m-1} - h_m) \therefore \begin{cases} x_i = c + \lambda + b_i \\ r_i = (\lambda + b_i) \sin \varphi_m \end{cases}$$

i 點が支點 B の右方に在るとき x<sub>i</sub> は (-), 縦距 x<sub>i</sub>/y<sub>i</sub> は之を上方に取るものとす。

(4) 鉛直材

$$V_m = V_{om} - V_{ma} \cdot X_a = V_{ma} \left( \frac{V_{om}}{V_{ma}} - X_a \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$V_m = \frac{1}{\lambda} \left( M_{m-1}^o - M_m^o \frac{h_{m-1}}{h_m} \right) \dots \dots \dots (2)$$

第 1 式によりて V<sub>m</sub> 影響線を作圖するには次式を用ふ。O<sub>m</sub>; U<sub>m+1</sub> の交點を k とせば,

$$V_{ma} = -\frac{1 \cdot y_k}{b_k} ; V_{om} = -\frac{A \cdot x_k}{b_k}$$

$$V_m = -\frac{1 \cdot y_k}{b_k} \left( \frac{A \cdot x_k}{y_k} - X_a \right) \cdot P=1 \text{ が } m \text{ 點より右に在るとき。}$$

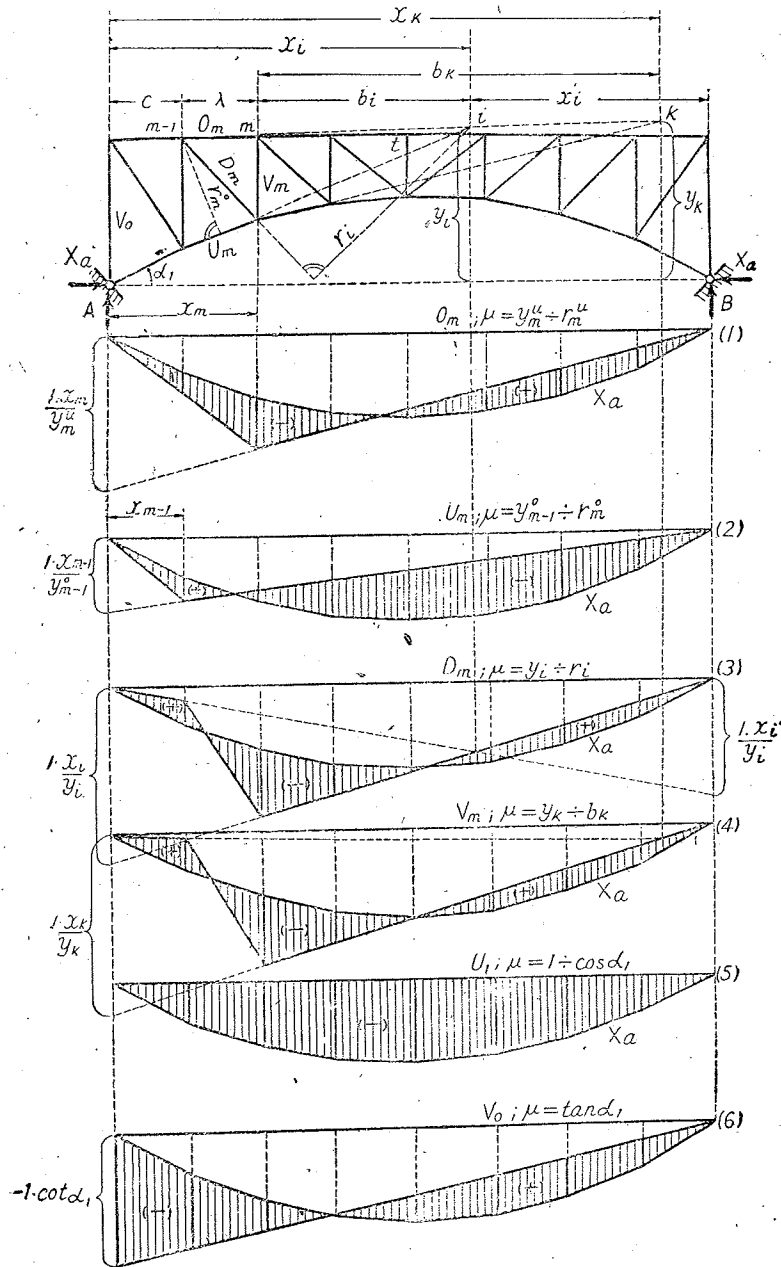
(5) 特殊部材

$$U_1 = \frac{-X_a}{\cos \alpha_1} \quad V_o = \tan \alpha_1 (X_a - A \cdot \cot \alpha_1)$$

$$V_0 = -2 \frac{y_c^u}{r_i^u} \sin \beta_i \left( \frac{M_{0t}}{y_i^u} - X_a \right) = -2 \cdot O_0 \cdot \sin \beta_0$$

(6) 影響線

各部材應力影響線形狀は凡そ第 32 圖の如し。



第 15-32 圖

§ 11. 部材應力影響線

(1) 下弦格點モーメント  $M_m^u$  影響線

$$M_m^u = A \cdot x_m - X_a \cdot y_m^u - 1 \cdot (m-n)\lambda \dots x_m > n\lambda$$

$$= A \cdot x_m - X_a \cdot y_m^u \dots x_m < n\lambda$$

$x_m = m$  點より左支點迄の水平距離

$n =$  載荷格點の番號

第 15-41 表

m	$M_1^u$				m	$M_2^u$			
	$A \cdot x_1$	$-X_a \cdot y_1^u$	$-(m-n)\lambda$	$M_1^u$		$A \cdot x_2$	$-X_a \cdot y_2^u$	$-(m-n)\lambda$	$M_2^u$
		$y_1^u = 2.914 \text{ m}$	$x_1 = 5.2 \text{ m}$				$y_2^u = 5.183 \text{ m}$	$x_2 = 10.4 \text{ m}$	
1	4.7668	-0.6839		4.0829	1	9.5337	-1.2165	-5.2	3.1172
2	4.3332	-1.3483		2.9849	2	8.6663	-2.3982		6.2681
3	3.9000	-1.9652		1.9348	3	7.8000	-3.4954		4.3046
4	3.4668	-2.5002		0.9666	4	6.9337	-4.4470		2.4861
5	3.0332	-2.8776		0.1556	5	6.0363	-5.1182		0.9481
6	2.6000	-3.0961		-0.4061	6	5.2000	-5.3468		-0.1463
5	2.1668	-2.8776		-0.7103	5	4.3337	-5.1182		-0.7845
4	1.7332	-2.5002		-0.7670	4	3.4663	-4.4470		-0.9807
3	1.3000	-1.9652		-0.6652	3	2.6000	-3.4954		-0.8954
2	0.8668	-1.3483		-0.4815	2	1.7337	-2.3982		-0.6645
1	0.4332	-0.6839		-0.2507	1	0.8663	-1.2165		-0.3502
m	$M_3^u$				m	$M_4^u$			
	$A \cdot x_3$	$-X_a \cdot y_3^u$	$-(m-n)\lambda$	$M_3^u$		$A \cdot x_4$	$-X_a \cdot y_4^u$	$-(m-n)\lambda$	$M_4^u$
		$y_3^u = 6.885 \text{ m}$	$x_3 = 15.6 \text{ m}$				$y_4^u = 8.069 \text{ m}$	$x_4 = 20.8 \text{ m}$	
1	14.3005	-1.6159	-10.4	2.2846	1	19.0674	-1.8938	-15.6	1.5736
2	12.9995	-3.1857	-5.2	4.6138	2	17.3326	-3.7335	-10.4	3.1991
3	11.7000	-4.6432		7.6568	3	15.6000	-5.4417	-5.2	4.9533
4	10.4005	-5.9073		4.4932	4	13.8674	-6.9232		6.9442
5	9.0995	-6.7989		2.3006	5	12.1326	-7.9681		4.1645
6	7.8000	-7.1023		0.6974	6	10.4000	-8.3240		2.0760
5	6.5005	-6.7989		-0.2984	5	8.6674	-7.9681		0.6993
4	5.1995	-5.9073		-0.7078	4	6.9236	-6.9232		0.0004
3	3.9000	-4.6432		-0.7432	3	5.2000	-5.4417		-0.2417
2	2.6005	-3.1857		-0.5852	2	3.4674	-3.7335		-0.2861
1	1.2995	-1.6159		-0.3164	1	1.7326	-1.8938		-0.1612



$M_5^u$ $y_5^u=8.768\text{ m}$ $x_5=26.00\text{ m}$				$M_6^u$ $y_6^u=9.000\text{ m}$ $x_6=31.20\text{ m}$					
$m$	$A \cdot x_5$	$-X_a \cdot y_5^u$	$-(m-n)\lambda$	$M_5^u$	$m$	$A \cdot x_6$	$-X_a \cdot y_6^u$	$-(m-n)\lambda$	$M_6^u$
1	23.8342	-2.0581	-20.8	0.9761	1	28.6000	-2.1123	-26.0	0.4877
2	21.6658	-4.0574	-15.6	2.0084	2	26.0000	-4.1643	-20.8	1.0357
3	19.5000	-5.9138	-10.4	3.1862	3	23.4000	-6.0696	-15.6	1.7304
4	17.3342	-7.5238	-5.2	4.6104	4	20.8000	-7.7220	-10.4	2.6780
5	15.1658	-8.6594		6.5064	5	18.2000	-8.8875	-5.2	4.1125
6	13.0000	-9.0461		3.9539	6	15.6000	-9.2844		6.3156
5	10.8342	-8.6594		2.1748	5	13.0000	-8.8875		4.1125
4	8.6658	-7.5238		1.1400	4	10.4000	-7.7220		2.6780
3	6.5000	-5.9138		0.5862	3	7.8000	-6.0696		1.7304
2	4.3342	-4.0574		0.2768	2	5.2000	-4.1643		1.0357
1	2.1658	-2.0581		0.1077	1	2.6000	-2.1123		0.4877

(2) 上弦格點モーメント  $M_m^o$  影響線

$$M_m^o = A \cdot x_m - X_a \cdot y_m^o - (m-n)\lambda \dots\dots\dots x_m > n\lambda$$

$$= A \cdot x_m - X_a \cdot y_m^o \dots\dots\dots x_m < n\lambda$$

第 14-34 表

$M_1^o$ $y_1^o=11.892\text{ m}$ $x_1=5.20\text{ m}$				$M_2^o$ $y_2^o=11.931\text{ m}$ $x_2=10.40\text{ m}$					
$m$	$A \cdot x_1$	$-X_a \cdot y_1^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_1^o$	$m$	$A \cdot x_2$	$-X_a \cdot y_2^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_2^o$
1	4.7668	-2.7911		1.9757	1	9.5387	-2.8002	-5.2	1.5335
2	4.3332	-5.5024		-1.1692	2	8.6633	-5.5205		3.1453
3	3.9000	-8.0200		-4.1200	3	7.8000	-8.0463		-0.2463
4	3.4663	-10.2033		-6.7365	4	6.9337	-10.2368		-3.3031
5	3.0332	-11.7434		-8.7102	5	6.0663	-11.7819		-5.7156
6	2.6000	-12.2678		-9.6678	6	5.2000	-12.3080		-7.1080
5	2.1668	-11.7434		-9.5766	5	4.3337	-11.7819		-7.4482
4	1.7332	-10.2033		-8.4701	4	3.4663	-10.2368		-6.7725
3	1.3000	-8.0200		-6.7200	3	2.6000	-8.0463		-5.4463
2	0.8668	-5.5024		-4.6356	2	1.7337	-5.5205		-3.7868
1	0.4332	-2.7911		-2.3579	1	0.8663	-2.8002		-1.9339

$M_3^o$ $y_3^o=11.961\text{ m}$ $x_3=15.60\text{ m}$				$M_4^o$ $y_4^o=11.983\text{ m}$ $x_4=20.80\text{ m}$					
$m$	$A \cdot x_3$	$-X_a \cdot y_3^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_3^o$	$m$	$A \cdot x_4$	$-X_a \cdot y_4^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_4^o$
1	14.3005	-2.8072	-10.4	1.0933	1	19.0674	-2.8124	-15.6	0.6550
2	12.9995	-5.5344	-5.2	2.2649	2	17.3326	-5.5445	-10.4	1.3881

$M_5^o$ $y_5^o=11.996\text{ m}$ $x_5=26.00\text{ m}$				$M_6^o$ $y_6^o=12.000\text{ m}$ $x_6=31.20\text{ m}$					
$m$	$A \cdot x_5$	$-X_a \cdot y_5^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_5^o$	$m$	$A \cdot x_6$	$-X_a \cdot y_6^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_6^o$
3	11.7000	-8.0665		3.6335	3	15.6000	-8.0813	-5.2	2.3188
4	10.4005	-10.2625		0.1380	4	13.8674	-10.2814		3.6863
5	9.0995	-11.8115		-2.7120	5	12.1326	-11.8332		0.2994
6	7.8000	-12.3390		-4.5390	6	10.4000	-12.3617		-1.9617
5	6.5005	-11.8115		-5.3110	5	8.6674	-11.8332		-3.1658
4	5.1995	-10.2625		-5.0630	4	6.9234	-10.2814		-3.3578
3	3.9000	-8.0665		-4.1665	3	5.2000	-8.0813		-2.8813
2	2.6005	-5.5344		-2.9339	2	3.4674	-5.5445		-2.0771
1	1.2995	-2.8072		-1.5077	1	1.7326	-2.8124		-1.0798

$M_5^o$ $y_5^o=11.996\text{ m}$ $x_5=26.00\text{ m}$				$M_6^o$ $y_6^o=12.000\text{ m}$ $x_6=31.20\text{ m}$					
$m$	$A \cdot x_5$	$-X_a \cdot y_5^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_5^o$	$m$	$A \cdot x_6$	$-X_a \cdot y_6^o$	$-(m-n)\lambda$	$M_6^o$
1	23.8342	-2.8155	-20.8	0.2187	1	28.6000	-2.8164	-26.0	-0.2164
2	21.6658	-5.5505	-15.6	0.5049	2	26.0000	-5.5524	-20.8	-0.3524
3	19.5000	-8.0901	-10.4	1.0099	3	23.4000	-8.0928	-15.6	-0.2928
4	17.3342	-10.2926	-5.2	1.8416	4	20.8000	-10.2960	-10.4	0.1040
5	15.1658	-11.8461		3.3197	5	18.2000	-11.8500	-5.2	1.1500
6	13.0000	-12.3751		0.7249	6	15.6000	-12.3792		3.2203
5	10.8342	-11.8461		-1.0119	5	13.0000	-11.8500		1.1500
4	8.6658	-10.2926		-1.6268	4	10.4000	-10.2960		0.1040
3	6.5000	-8.0901		-1.5901	3	7.8000	-8.0928		-0.2928
2	4.3342	-5.5505		-1.2163	2	5.2000	-5.5524		-0.3524
1	2.1658	-2.8155		-0.6497	1	2.6000	-2.8164		-0.2164

(3)  $O_m$  影響線

$$O_m = -\frac{M_m^o}{r_m^o}$$

第 15-46 表

載荷點	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$
1	-0.4548	-0.4620	-0.4501	-0.4021	-0.3025	-0.1626
2	-0.3325	-0.9289	-0.9089	-0.8174	-0.6224	-0.3452
3	-0.2155	-0.6379	-1.3902	-1.2668	-0.9874	-0.5767
4	-0.1077	-0.3685	-0.8852	-1.7742	-1.4288	-0.8926
5	-0.0173	-0.1405	-0.4532	-1.0640	-2.0163	-1.3707
6	0.0452	0.0218	-0.1374	-0.5304	-1.2253	-2.1050
5	0.0792	0.1163	0.0588	-0.1787	-0.6740	-1.3707
4	0.0854	0.1453	0.1394	-0.0001	-0.3597	-0.8926
3	0.0741	0.1327	0.1464	0.0618	-0.1817	-0.5767
2	0.0536	0.0985	0.1153	0.0680	-0.0858	-0.3452
1	0.0279	0.0519	0.0519	0.0412	-0.0334	-0.1626

(4)  $U_m$  影響線

$$U_m = \frac{M_{m-1}^0}{r_m^2} \quad U_1 = -X_a \cdot \sec \alpha_1$$

第 15-47 表

載荷點	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$
1	-0.2690	0.2400	0.2791	0.2210	0.1689	0.0678
2	-0.5305	-0.1421	0.4904	0.4577	0.3579	0.1566
3	-0.7732	-0.5006	-0.0384	0.7343	0.5978	0.3133
4	-0.9837	-0.8185	-0.5150	0.0279	0.9503	0.5713
5	-1.1322	-1.0583	-0.8911	-0.5481	0.0772	1.0298
6	-1.1825	-1.1746	-1.1081	-0.9173	-0.5057	0.2249
5	-1.1322	-1.1636	-1.1612	-1.0734	-0.8161	-0.3139
4	-0.9837	-1.0291	-1.0558	-1.0232	-0.8656	-0.5046
3	-0.7732	-0.8165	-0.8491	-0.8420	-0.7423	-0.4932
2	-0.5305	-0.5632	-0.5904	-0.5929	-0.5355	-0.3773
1	-0.2690	-0.2865	-0.3015	-0.3047	-0.2784	-0.2015

(5)  $D_m$  影響線

$$D_m = \left( \frac{M_m^0}{h_m} - \frac{M_{m-1}^0}{h_{m-1}} \right) \sec \varphi_m$$

第 15-48 表

$m$	$\frac{M_1^0}{h_1}$	$\frac{M_2^0}{h_2}$	$D_1$	$\frac{M_3^0}{h_3}$	$\frac{M_4^0}{h_4}$	$D_2$
1	0.2201	-0.2347	0.9038	0.2272	0.2201	0.0116
2	-0.1302	-0.4627	0.6608	0.4662	-0.1302	0.9735
3	-0.4589	-0.6744	0.4283	-0.0365	-0.4589	0.6895
4	-0.7503	-0.8580	0.2140	-0.4895	-0.7503	0.4257
5	-0.9701	-0.9875	0.0346	-0.8470	-0.9701	0.2009
6	-1.0768	-1.0314	-0.0902	-1.0533	-1.0768	0.0384
5	-1.0666	-0.9875	-0.1573	-1.1037	-1.0666	-0.0609
4	-0.9434	-0.8580	-0.1697	-1.0036	-0.9434	-0.0983
3	-0.7485	-0.6744	-0.1473	-0.8071	-0.7485	-0.0957
2	-0.5163	-0.4627	-0.1065	-0.5612	-0.5163	-0.0733
1	-0.2626	-0.2347	-0.0554	-0.2866	-0.2626	-0.0392

$m$	$\frac{M_3^0}{h_3}$	$\frac{M_4^0}{h_4}$	$D_3$	$\frac{M_5^0}{h_5}$	$\frac{M_6^0}{h_6}$	$D_4$
1	0.2154	0.2272	-0.0164	0.1673	0.2154	-0.0601
2	0.4462	0.4662	-0.0279	0.3546	0.4462	-0.1144

3	0.7158	-0.0365	1.0483	0.5624	0.7158	-0.1541
4	0.0272	-0.4895	0.7200	0.9418	0.0272	1.1423
5	-0.5343	-0.8470	0.4357	0.0765	-0.5343	0.7640
6	-0.8942	-1.0533	0.2217	-0.5012	-0.8942	0.4900
5	-1.0463	-1.1037	0.0800	-0.8088	-1.0463	0.2966
4	-0.9975	-1.0036	0.0085	-0.8579	-0.9975	0.1744
3	-0.8208	-0.8071	-0.0191	-0.7361	-0.8208	0.1058
2	-0.5780	-0.5612	-0.0234	-0.5307	-0.5780	0.0591
1	-0.2970	-0.2866	-0.0145	-0.2759	-0.2970	0.0264

$m$	$\frac{M_5^0}{h_5}$	$\frac{M_4^0}{h_4}$	$D_5$	$\frac{M_3^0}{h_3}$	$\frac{M_2^0}{h_2}$	$D_6$
1	0.0678	0.1673	-0.1170	-0.0721	0.0678	-0.1614
2	0.1565	0.3546	-0.2329	-0.1175	0.1565	-0.3162
3	0.3130	0.5924	-0.3285	-0.0976	0.3130	-0.4738
4	0.5707	0.9418	-0.4363	0.0347	0.5707	-0.6185
5	1.0287	0.0765	1.1194	0.3833	1.0287	-0.7448
6	0.2246	-0.5012	0.8533	1.0736	0.2246	0.9797
5	-0.3136	-0.8088	0.5822	0.3833	-0.3136	0.8042
4	-0.5041	-0.8579	0.4159	0.0347	-0.5041	0.6218
3	-0.4928	-0.7361	0.2860	-0.0976	-0.4928	0.4561
2	-0.3769	-0.5307	0.1808	-0.1175	-0.3769	0.2993
1	-0.2013	-0.2759	0.0877	-0.0721	-0.2013	0.1491

(6)  $V_m$  影響線

$$V_m = \frac{1}{\lambda} (M_{m-1}^0 - M_m^0 \cdot \frac{h'_{m-1}}{h_m})$$

$$V_0 = -A - U_1 \cdot \sin \alpha_1$$

$$V_6 = 2O_5 \cdot \sin \beta_6 - 1 \dots \dots \text{格點 6 に } P=1 \text{ のある時}$$

$$= -2O_5 \cdot \sin \beta_6 \dots \dots \text{ " " のなき時}$$

第 15-49 表

1	$-A$	$U_1 \cdot \sin \beta_6$	$V_0$	$M_0^0$	$\frac{M_1^0 \cdot h_0}{h_1}$	$V_1$
1	-0.9167	-0.1315	-0.7852	-2.7798	2.4637	-1.0083
2	-0.8333	-0.2593	-0.5740	-5.4802	-1.4580	-0.7735
3	-0.7500	-0.3779	-0.3721	-7.9876	-5.1376	-0.5481
4	-0.6667	-0.4808	-0.1859	-10.1622	-8.4004	-0.3388
5	-0.5833	-0.5534	-0.0299	-11.6960	-10.8616	-0.1605
6	-0.5000	-0.5780	0.0780	-12.2160	-12.0557	-0.0308
5	-0.4167	-0.5534	0.1367	-11.6960	-11.9420	0.0473
4	-0.3333	-0.4808	0.1475	-10.1622	-10.5622	0.0769
3	-0.2500	-0.3779	0.1279	-7.9876	-8.3798	0.0754
2	-0.1667	-0.2593	0.0926	-5.4802	-5.7803	0.0578
1	-0.0833	-0.1315	0.0482	-2.7798	-2.9403	0.0309

$m$	$M_1^0$	$M_2^0 \frac{h_1}{h_2}$	$V_2$	$M_2^0$	$M_3^0 \frac{h_2}{h_3}$	$V_3$
1	1.9757	1.9107	0.0125	1.5335	1.3415	0.0369
2	-1.1692	3.9197	-0.9786	3.1458	2.7790	0.0705
3	-4.1200	-0.3069	-0.7333	-0.2463	4.4583	-0.9047
4	-6.7365	-4.1157	-0.5040	-3.3031	0.1693	-0.6677
5	-8.7102	-7.1216	-0.3055	-5.7156	-3.3276	-0.4592
6	-9.6678	-8.8566	-0.1580	-7.1080	-5.5694	-0.2959
5	-9.5766	-9.2805	-0.0569	-7.4482	-6.5166	-0.1791
4	-8.4701	-8.4385	-0.0061	-6.7725	-6.2123	-0.1077
3	-6.7200	-6.7861	0.0127	-5.4463	-5.1123	-0.0642
2	-4.6356	-4.7184	0.0159	-3.7868	-3.5999	-0.0359
1	-2.3579	-2.4096	0.0099	-1.9339	-1.8499	-0.0162

$m$	$M_3^0$	$M_4^0 \frac{h_3}{h_4}$	$V_4$	$M_4^0$	$M_5^0 \frac{h_4}{h_5}$	$V_5$
1	1.0933	0.7683	0.0625	0.6550	0.2336	0.0810
2	2.2649	1.6282	0.1224	1.3881	0.5392	0.1632
3	3.6335	2.7200	0.1757	2.3188	1.0786	0.2385
4	0.1380	4.1860	-0.8050	3.6863	1.9668	0.3307
5	-2.7120	0.3512	-0.5891	0.2994	3.5454	-0.6242
6	-4.5390	-2.3011	-0.4303	-1.9617	0.7742	-0.5261
5	-5.3110	-3.7135	-0.3072	-3.1658	-1.0807	-0.4010
4	-5.0630	-3.9387	-0.2162	-3.3578	-1.7374	-0.3116
3	-4.1665	-3.3798	-0.1513	-2.8813	-1.6982	-0.2275
2	-2.9339	-2.4364	-0.0957	-2.0771	-1.2990	-0.1496
1	-1.5077	-1.2666	-0.0464	-1.0798	-0.6939	-0.0742

第 15—30 表

$m$	$O_6$	$V_6$	$m$	$O_6$	$V_6$
1	-0.1626	0.0003	5	-1.3707	0.0021
2	-0.3452	0.0005	4	-0.8926	0.0014
3	-0.5767	0.0009	3	-0.5767	0.0009
4	-0.8926	0.0014	2	-0.3452	0.0005
5	-1.3707	0.0021	1	-0.1626	0.0003
6	-2.1050	-0.9968			

§12. 死荷重及び活荷重に因る部材應力

(1) 格 點 死 荷 重

第 15—51 表

格 點	0	1	2	3	4	5	6
床 版	4,533.0	8,407.0					
高 欄	207.8	267.2					
縱 桁	304.2	608.4	以下格點 1 に同じ (=10,269.9 kg)				
床 桁	531.4	454.8					
電 纜	272.5	532.5					
伸縮金物	131.8						
上弦材	253.2	506.3	506.3	506.3	575.7	645.1	645.1
下弦材	453.1	884.2	713.0	556.5	545.0	536.0	536.2
鉛直材	1,800.4	621.3	467.0	249.7	192.6	158.8	147.6
斜 材	258.4	471.4	382.6	321.5	295.0	283.5	280.8
上横構	48.0	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9	95.9
下横構	429.8	620.2	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0
對傾構	1,564.1	593.9	439.2	406.8	272.4	258.2	253.8
繫鈎其他	981.4	758.7	591.0	497.1	465.4	465.5	461.5
側 徑 間	14,560.0						
合 計	26,329.	14,822.	13,815.	13,254.	13,062.	13,063.	13,041.

(2) 格 點 活 荷 重

自動車(衝撃を含む)

前輪  $P_1=750 \times 1.2=900$  kg

後輪  $P_2=2,250 \times 1.2=2,700$  kg

分布荷重  $p=500$  kg/m<sup>2</sup>

總ての梁を單純梁として扱ひ、高欄下端の側面縱桁には耐荷力なきものと假定し、荷重は床版より縱桁を経て床桁に至り主拱格點に傳達せらるゝものとす。

荷重の配置は第 15—33 圖に示す如し。之による格點活荷重を計算せる結果は、

$P_A=9,878$  kg ;  $P_B=7,178$  kg ;  $P_C=7,658$  kg

分布荷重滿載格點 .....  $P_D=7,800$  kg

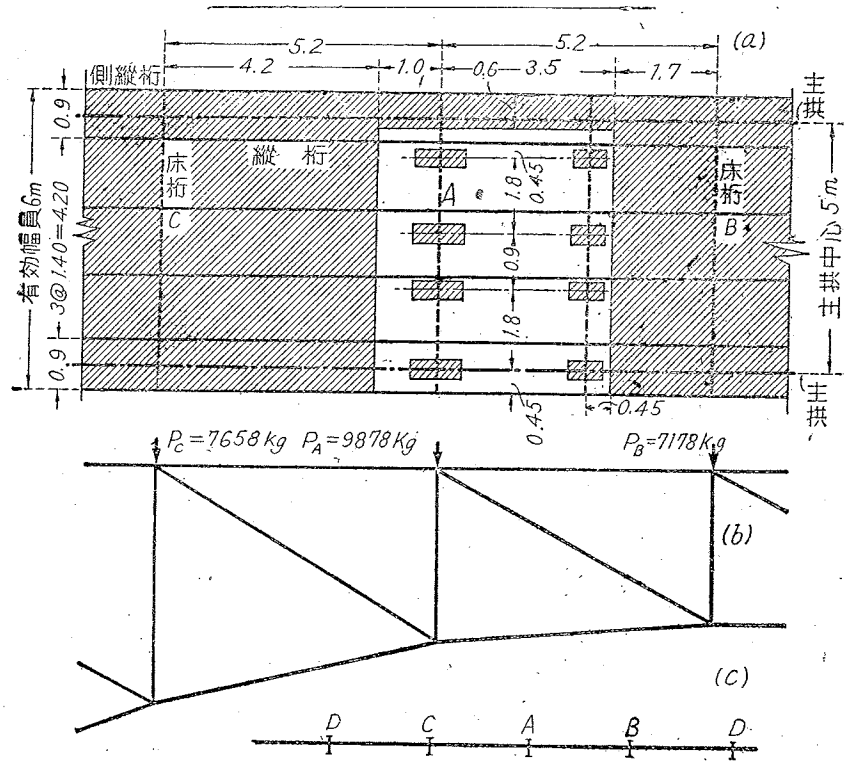
床桁 AC 間( $p=0$  のとき) .....  $P'_A=7,313$  kg

" BD "( " " ) .....  $P'_B=3,278$  kg

" CD "( " " ) .....  $P'_C=3,758$  kg

端柱  $V_6$  に作用する活荷重は側徑間荷重を算入して、

$P_V=12,918$  kg



第 15-33 表

(3) 上弦材應力

(活荷重  $P_A, P_B$  …… を  $W_i$  にて示す)

第 15-52 圖

$m$	$O_1$	$W_i$ kg	$O_{1-a}$ t	$O_{1-i}$ t	$O_2$	$W_i$ kg	$O_{2-a}$ t	$O_{2-i}$ t
1	-0.4548	9,878	-6.741	-4.493	-0.4620	7,178	-6.848	-3.316
2	-0.3325	7,656	-4.593	-2.547	-0.9289	9,878	-12.833	-9.176
3	-0.2155	7,800	-2.856	-1.681	-0.6379	7,659	-8.455	-4.886
4	-0.1077	7,800	-1.407	-0.840	-0.3685	7,800	-4.813	-2.874
5	-0.0173	3,900	-0.226	-0.067	-0.1405	3,900	-1.836	-0.548
6	0.0452	3,900	0.589	0.176	0.0218	3,900	0.284	0.085
5	0.0792	7,659	1.035	0.607	0.1163	7,178	1.520	0.835
4	0.0854	9,878	1.115	0.844	0.1453	9,878	1.898	1.435
3	0.0741	7,178	0.982	0.532	0.1327	7,659	1.759	1.016
2	0.0536	7,800	0.740	0.418	0.0985	7,800	1.361	0.768
1	0.0279	7,800	0.414	0.218	0.0519	7,000	0.769	0.405
$\Sigma +$			4.875	2.795			7.591	4.544
$\Sigma -$			-15.823	-9.628			-34.785	-20.800
$\Sigma \pm$			-10.948				-27.194	

$m$	$O_3$	$W_2$	$O_{3-a}$	$O_{3-i}$	$O_4$	$W_1$	$O_{4-a}$	$O_{4-i}$
1	-0.4501	7,800	-6.671	-3.511	-0.4021	7,800	-5.960	-3.136
2	-0.9089	7,658	-12.556	-6.961	-0.8174	7,800	-11.292	-6.376
3	-1.3902	9,878	-18.424	-13.732	-1.2668	7,658	-16.790	-9.702
4	-0.8852	7,178	-11.562	-6.354	-1.7742	9,878	-23.175	-17.526
5	-0.4532	7,800	-5.922	-3.535	-1.0640	7,178	-13.902	-7.637
6	-0.1374	3,900	-1.792	-0.536	-0.5304	7,800	-6.917	-4.137
5	0.0588	3,900	0.768	0.229	-0.1787	7,800	-2.335	-1.394
4	0.1394	7,658	1.821	1.068	-0.0001	3,900	-0.001	0.
3	0.1464	9,878	1.940	1.446	0.0618	3,758	0.819	0.232
2	0.1153	7,178	1.593	0.828	0.0680	9,878	0.939	0.672
1	0.0623	7,800	0.923	0.486	0.0412	7,178	0.611	0.298
$\Sigma +$			7.045	4.057			2.369	1.200
$\Sigma -$			-56.927	-3.462			-80.723	-49.908
$\Sigma \pm$			-49.882				-78.003	
$m$	$O_5$	$W_1$	$O_{5-a}$	$O_{5-i}$	$O_6$	$W_1$	$O_{6-a}$	$O_{6-i}$
1	-0.3025	7,800	-4.484	-2.360	-0.1626	7,800	-2.410	-1.268
2	-0.6224	7,800	-8.598	-4.855	-0.3452	7,800	-4.769	-2.693
3	-0.9874	7,800	-13.087	-7.702	-0.5756	7,800	-7.644	-4.498
4	-1.4288	7,658	-18.663	-10.943	-0.8926	7,800	-11.659	-6.962
5	-2.0163	9,878	-26.345	-19.917	-1.3707	7,658	-17.910	-10.498
6	-1.2253	7,178	-15.979	-8.795	-2.1050	9,878	-27.451	-20.793
5	-0.6740	7,800	-8.806	-5.257	-1.3707	7,178	-17.910	-9.839
4	-0.3539	7,800	-4.623	-2.760	-0.8926	7,800	-11.659	-6.962
3	-0.1817	7,800	-2.408	-1.417	-0.5767	7,800	-7.644	-4.498
2	-0.0858	7,800	-1.185	-0.669	-0.3452	7,800	-4.769	-2.698
1	-0.0334	7,800	-0.495	-0.261	-0.1626	7,800	-2.410	-1.268
$\Sigma -$			-104.673	-64.936			-116.235	-71.972
$\Sigma +$								
$\Sigma \pm$			-104.673	-64.936			-116.235	-71.972

(4) 下弦材應力

第 15-53 表

$m$	$U_1$	$W_2$	$U_{1-a}$	$U_{1-i}$	$U_2$	$W_1$	$U_{2-a}$	$O_{2-i}$
1	-0.2690	7,800	-3.987	-2.098	0.2400	7,313	3.557	1.755
2	-0.5305	7,800	-7.329	-4.138	-0.1421	3,900	-1.963	-0.554
3	-0.7732	7,800	-10.248	-6.031	-0.5006	7,800	-6.635	-3.905
4	-0.9837	7,800	-12.850	-7.673	-0.8185	7,800	-10.691	-6.384
5	-1.1322	7,658	-14.793	-8.672	-1.0583	7,178	-13.828	-7.596
6	-1.1825	9,878	-15.421	-11.681	-1.1746	9,878	-15.318	-11.603

5	-1.1322	7,178	-14.793	- 8.127	-1.1636	7,658	-15.204	- 8.912
4	-9.9837	7,800	-12.850	- 7.673	-1.0291	7,800	-13.442	- 8.027
3	-0.7732	7,800	-10.248	- 6.031	-0.8165	7,800	-10.822	- 6.369
2	-0.5305	7,800	- 7.329	- 4.138	-0.5632	7,800	- 7.781	- 4.393
1	-0.2690	7,800	- 3.987	- 2.098	-0.2865	7,800	- 4.247	- 2.235
$\Sigma +$							3.557	1.755
$\Sigma -$			-113.835	-68.360			-99.931	-59.978
$\Sigma \pm$			-113.835				-96.374	
$m$	$U_3$	$W_i$	$U_{3-a}$	$U_{3-l}$	$U_4$	$W_i$	$U_{4-a}$	$U_{4-l}$
1	0.2391	7,178	3.544	1.716	0.2210	7,800	3.276	1.724
2	0.4904	7,313	6.775	3.586	0.4577	7,658	6.323	3.506
3	-0.0384	3,900	- 0.509	- 0.150	0.7343	9,878	9.732	7.253
4	-0.5150	7,800	- 6.727	- 4.017	0.0279	3,278	0.364	0.091
5	-0.8911	7,800	-11.643	- 6.951	-0.5481	3,900	- 7.161	- 2.138
6	-1.1081	7,658	-14.451	- 8.487	-0.9173	7,178	-11.993	- 6.584
5	-1.1612	9,878	-15.172	-11.470	-1.0734	9,878	-14.025	-10.603
4	-1.0588	7,178	-13.791	- 7.579	-1.0232	7,658	-13.365	- 7.837
3	-0.8491	7,800	-11.254	- 6.623	-0.8420	7,800	-11.160	- 6.568
2	-0.5904	7,800	- 8.156	- 4.605	-0.5929	7,800	- 8.191	- 4.625
1	-0.3015	7,800	- 4.469	- 2.352	-0.3047	7,800	- 4.561	- 2.377
$\Sigma +$			10.319	5.302			19.695	12.574
$\Sigma -$			-86.127	-52.234			-70.381	-40.732
$\Sigma \pm$			-75.853				-50.686	
$m$	$U_5$	$W_i$	$U_{5-a}$	$U_{5-l}$	$U_6$	$W_i$	$U_{6-a}$	$U_{6-l}$
1	0.1689	7,800	2.503	1.317	0.0678	7,800	1.005	0.529
2	0.3579	7,800	4.944	2.792	0.1566	7,800	2.163	1.221
3	0.5978	7,658	7.923	4.579	0.3133	7,800	4.152	2.444
4	0.9503	9,878	12.413	9.387	0.5713	7,658	7.462	4.376
5	0.0772	3,278	1.009	0.253	1.0298	9,878	13.455	10.172
6	-0.5057	3,000	- 6.595	- 1.972	0.2249	3,278	2.933	0.737
5	-0.8161	7,658	-10.663	- 6.251	-0.3139	3,278	- 4.101	- 1.029
4	-0.8656	9,878	-11.306	- 8.550	-0.5046	9,878	- 6.591	- 4.984
3	-0.7428	7,178	- 9.845	- 5.332	-0.4932	7,658	- 6.537	- 3.777
2	-0.5355	7,800	- 7.393	- 4.178	-0.3773	7,800	- 5.212	- 2.943
1	-0.2748	7,800	- 4.126	- 2.172	-0.2015	7,800	- 2.987	- 1.572
$\Sigma +$			28.792	18.323			31.170	19.479
$\Sigma -$			-49.933	-28.455			-25.428	-14.305
$\Sigma \pm$			-21.141				5.742	

(5) 斜材應力

第 15-54 表

$m$	$D_1$	$W_i$	$D_{1-a}$	$D_{1-l}$	$D_2$	$W_i$	$D_{2-a}$	$D_{2-l}$
1	0.9038	9,878	13.396	8.928	0.0116	7,178	0.172	0.083
2	0.6608	7,658	9.129	5.061	0.9735	9,878	13.449	9.616
3	0.4283	7,800	5.677	3.341	0.6895	7,658	9.139	5.281
4	0.2140	7,800	2.795	1.669	0.4257	7,800	5.560	3.320
5	0.0346	3,900	0.452	0.135	0.2009	7,800	2.622	1.567
6	-0.0902	3,900	- 1.176	- 0.352	0.0384	3,900	0.501	0.150
5	-0.1573	7,658	- 2.055	- 1.205	-0.0609	3,278	- 0.796	- 0.200
4	-0.1637	9,878	- 2.217	- 1.676	-0.0983	9,878	- 1.284	- 0.971
3	-0.1473	7,178	- 1.952	- 1.057	-0.0957	7,658	- 1.263	- 0.733
2	-0.1065	7,800	- 1.471	- 0.831	-0.0733	4,800	- 1.013	- 0.572
1	-0.0554	7,800	- 0.821	- 0.432	-0.0392	7,800	- 0.581	- 0.306
$\Sigma +$			31.449	19.134			31.446	-20.017
$\Sigma -$			- 9.692	- 5.553			- 4.942	- 2.782
$\Sigma \pm$			21.757				26.504	
$m$	$D_3$	$W_i$	$D_{3-a}$	$D_{3-l}$	$D_4$	$W_i$	$D_{4-a}$	$D_{4-l}$
1	-0.0164	7,178	- 0.243	- 0.118	-0.0601	7,800	- 0.891	- 0.469
2	-0.0279	7,313	- 0.385	- 0.204	-0.1144	7,178	- 1.590	- 0.821
3	1.0483	7,313	13.894	7.636	-0.1541	7,313	- 2.042	- 1.127
4	0.7200	7,178	9.405	5.163	1.1423	7,313	14.921	8.354
5	0.4357	7,800	5.693	3.398	0.7640	7,178	9.982	5.494
6	0.2217	7,800	2.891	1.729	0.4909	7,800	6.402	3.829
5	0.0800	7,800	1.045	0.624	0.2966	7,800	3.875	2.313
4	0.0085	3,900	0.111	0.033	0.1741	7,800	2.278	1.360
3	-0.0191	3,900	- 0.253	- 0.074	0.1058	7,800	1.402	0.825
2	-0.0234	7,800	- 0.323	- 0.183	0.0591	7,800	0.816	0.461
1	-0.0145	7,800	- 0.215	- 0.113	0.0264	7,800	0.391	0.206
$\Sigma +$			33.039	18.618			40.067	22.832
$\Sigma -$			- 1.419	- 0.629			- 4.513	- 2.417
$\Sigma \pm$			31.620				35.554	
$m$	$D_5$	$W_i$	$D_{5-a}$	$D_{5-l}$	$D_6$	$W_i$	$D_{6-a}$	$D_{6-l}$
1	-0.1170	7,800	- 1.734	- 0.913	-0.1614	7,800	- 2.392	- 1.259
2	-0.2329	7,800	- 3.218	- 1.817	-0.3162	7,800	- 4.368	- 2.466
3	-0.3285	7,178	- 4.354	- 2.358	-0.4738	7,800	- 6.280	- 3.696
4	-0.4363	7,313	- 5.699	- 3.191	-0.6185	7,178	- 8.079	- 4.440
5	1.1194	7,313	14.626	8.186	-0.7448	7,313	- 9.732	- 5.447

6	0.8533	7,178	11.123	6.125	0.9797	7,313	12.776	7.165
5	0.5822	7,800	7.607	4.541	0.8042	7,178	10.508	5.773
4	0.4159	7,800	5.432	3.244	0.6218	7,800	8.122	4.850
3	0.2860	7,800	3.791	2.231	0.4561	7,800	6.045	3.558
2	0.1808	7,800	2.498	1.410	0.2993	7,800	4.135	2.335
1	0.0877	7,800	1.300	0.684	0.1491	7,800	2.210	1.163
$\Sigma +$			46.382	26.421			43.796	24.844
$\Sigma -$			-15.005	-8.279			-30.851	-17.308
$\Sigma \pm$			31.377				-12.945	

(6) 鉛直材應力

第 15-55 表

m	$V_0$	$W_i$	$V_{0.a}$	$V_{0.l}$	$V_1$	$W_i$	$V_{1.a}$	$V_{1.l}$
0	-1.0000	12,918	-26.329	-12.918				
1	-0.7852	7,658	-11.638	-6.014	-1.0083	9,878	-1.4945	-9.960
2	-0.5740	7,800	-7.930	-4.477	-0.7735	7,658	-10.686	-5.924
3	-0.3721	7,800	-4.932	-2.902	-0.5481	7,800	-7.265	-4.275
4	-0.1859	7,800	-2.428	-1.450	-0.3388	7,800	-4.425	-2.643
5	-0.0299	3,900	-0.391	-0.117	-0.1605	7,800	-2.097	-1.252
6	0.0780	3,900	1.017	0.304	-0.0308	3,900	-0.402	-0.120
5	0.1367	7,658	1.786	1.047	0.0473	3,278	0.618	0.155
4	0.1475	9,878	1.927	1.457	0.0769	9,878	1.004	0.760
3	0.1279	7,178	1.695	0.918	0.0754	7,658	0.999	0.577
2	0.0926	7,800	1.279	0.722	0.0578	7,800	0.799	0.451
1	0.0482	7,800	0.714	0.376	0.0309	7,800	0.458	0.241
$\Sigma +$			8.418	4.824			3.878	2.184
$\Sigma -$			-54.648	-27.878			-39.820	-24.174
$\Sigma \pm$			-46.230				-35.942	

m	$V_2$	$W_i$	$V_{2.a}$	$V_{2.l}$	$V$	$W_i$	$V_{3.a}$	$V_{3.l}$
1	0.0125	3,900	0.185	0.049	0.0369	7,178	0.547	0.265
2	-0.9786	7,313	13.519	-7.154	0.0705	7,313	0.974	0.516
3	-0.7333	7,178	9.719	-5.264	-0.9047	7,313	-11.991	-6.616
4	-0.5040	7,800	6.583	-3.931	-0.6677	7,118	-8.721	-4.793
5	-0.3055	7,800	3.992	-2.383	-0.4592	7,800	-6.000	-3.582
6	-0.1560	7,800	2.034	-1.217	-0.2959	7,800	-3.859	-2.308
5	-0.0569	7,800	0.743	-0.444	-0.1791	7,800	-2.340	-1.397
4	-0.0061	3,900	0.080	-0.024	-0.1077	7,800	-1.407	-0.840
3	0.0127	3,758	0.168	0.042	-0.0642	7,800	-0.851	-0.501
2	0.0159	9,878	0.220	0.157	-0.0359	7,800	-0.496	-0.280
1	0.0099	7,178	0.147	0.071	-0.0162	7,800	-0.240	-0.126

$\Sigma +$			0.720	0.319			1.521	0.781
$\Sigma -$			-36.670	-20.420			-35.905	-20.443
$\Sigma \pm$			-35.950				-34.384	

m	$V_4$	$W_i$	$V_{4.a}$	$V_{4.l}$	$V_5$	$W_i$	$V_{5.a}$	$V_{5.l}$
1	0.0625	7,800	0.926	0.488	0.0310	7,800	1.201	0.622
2	0.1224	7,178	1.691	0.879	0.1632	7,800	2.255	1.373
3	0.1757	7,313	2.329	1.285	0.2385	7,178	3.161	1.712
4	-0.8050	7,313	-10.515	5.887	0.3307	7,313	4.320	2.418
5	-0.5891	7,178	-7.697	4.229	-0.6242	7,313	-8.156	-4.565
6	-0.4303	7,800	-5.612	3.356	-0.5261	7,178	-6.861	-3.776
5	-0.3072	7,800	-4.014	2.396	-0.4010	7,800	-5.239	-3.128
4	-0.2162	7,800	-2.824	1.686	-0.3116	7,800	-4.070	-2.430
3	-0.1513	7,800	-2.005	1.180	-0.2275	7,800	-3.015	-1.775
2	-0.0957	7,800	-1.322	0.746	-0.1496	7,800	-2.067	-1.167
1	-0.0464	7,800	-0.688	0.362	-0.0742	7,800	-1.100	-0.579
$\Sigma +$			4.946	2.652			10.937	6.035
$\Sigma -$			-34.677	-19.842			-30.508	-17.420
$\Sigma \pm$			-29.731				-19.571	

m	$V_6$	$W_i$	$V_{6.a}$	$V_{6.l}$	$V_6$	$W_i$	$V_{6.a}$	$V_{6.l}$	m
1	0.0003	7,800	0.004	0.002	0.0014	7,178	0.018	0.010	4
2	0.0005	7,800	0.007	0.004	0.0009	7,800	0.012	0.002	3
3	0.0009	7,800	0.012	0.007	0.0005	7,800	0.007	0.004	2
4	0.0014	7,800	0.018	0.011	0.0003	7,800	0.004	0.002	1
5	0.0210	3,900	0.027	0.008					
6	-0.9968	3,278	-12.999	-9.846			0.136	0.070	$\Sigma +$
5	0.0021	3,758	0.027	0.008			-12.999	-9.831	$\Sigma -$
		7,313		0.015			-12.868		$\Sigma \pm$

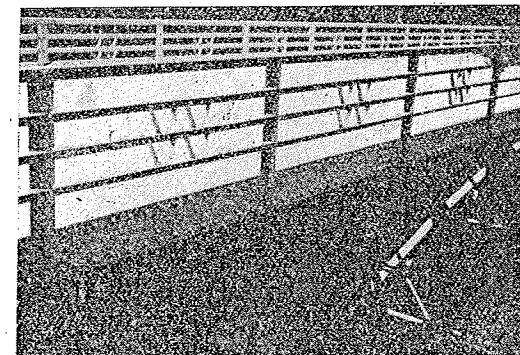


写真 15-4 形鋼を使用した高欄

(7) 部材應力及び必要断面積

第 15-56 表

部 材	$O_1$	$O_2$	$O_3$	$O_4$	$O_5$	$O_6$	
死荷重應力	-10.948	-27.194	-49.882	-78.003	-104.678	-116.235	
活荷重應力	-9.628	-20.800	-34.629	-49.908	-64.938	-71.972	
合 計	-20.576	-47.994	-84.511	-127.911	-169.609	-188.207	
許容應力	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
必要断面積	20.58	47.99	84.51	127.91	169.61	188.21	
使用断面積	124.00	124.00	124.00	147.04	191.24	191.24	
部 材	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	
死荷重應力	-113.885	-96.374	-75.853	-50.686	-21.141	5.742	
活荷重應力	-63.360	-59.978	-52.234	-40.732	-28.455	19.479	
合 計	-182.195	-156.252	-128.087	-91.418	-49.596	25.221	
許容應力	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,200	
必要断面積	182.20	156.35	128.09	91.42	49.60	21.02	
使用断面積	193.60	193.60	131.20	131.20	131.20	96.20(註)	
部 材	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	
死荷重應力 t	21.757	26.504	31.620	35.55	31.777	12.945	
活荷重應力 t	19.134	20.017	18.618	22.832	26.421	24.844	
合 計	40.891	46.521	50.238	58.386	57.798	37.789	
許容應力 kg/cm <sup>2</sup>	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	
必要断面積 cm <sup>2</sup>	34.08	38.77	41.87	48.66	48.17	31.50	
使用断面積 cm <sup>2</sup>	52.58	52.58	53.52	53.52	53.52	53.52	
部 材	$V_0$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
死荷重應力	-46.230	-35.942	-35.950	-34.334	-29.731	-19.571	-12.863
活荷重應力	-27.878	-24.174	-20.420	-20.443	-19.842	-17.420	-9.831
合 計	-74.108	-60.116	-56.370	-4.827	-49.57	-36.991	-22.694
許容應力	903	816	875	991	583	852	898
必要断面積	82.07	73.67	64.42	55.32	85.03	43.42	25.27
使用断面積	177.20	88.15	88.15	62.65	86.05	62.65	62.65

(單位は斜材Dの欄に記入通り)

§ 13. 其他の荷重に因る應力

現行の鋼道橋設計示方書案に従へば、荷重は主荷重と其の他の荷重に分類せられ、荷重の各種組合せに對してその場合の許容應力(合成許容應力、第 88 條)が與へられて居るから、詳しくは各種組合せに對して必要な断面積を算出して之と使用断面積とを比較すべきであるが、本計算は舊示方書

に準據してゐるので之が詳細は茲に省略し、溫度變化、地震、風の影響を算入した場合の重要な結果のみを次に掲げる。

(1) 溫度變化に因る主拱部材應力

水平反力  $X_{a-i} = \pm 8,528$  t

第 15-57 表

m	上 弦 材		下 弦 材		斜 材		鉛 直 材	
	$O_{ma}$	$O_{mt}$	$U_{ms}$	$U_{mt}$	$D_{ms}$	$D_{mt}$	$V_{ms}$	$V_{mt}$
0	0	0	0	0	0	0	-0.56038	-4.779
1	-0.32549	-2.768	1.14634	9.776	0.64502	5.501	0.57501	4.904
2	-0.76810	-6.550	1.44513	12.324	0.72398	6.174	0.57292	4.886
3	-1.35641	-11.567	1.86015	15.863	0.81975	6.991	0.52875	4.509
4	-2.06159	-17.581	2.41685	20.611	0.88088	7.512	0.40341	3.440
5	-2.71739	-23.174	3.08920	26.345	0.77095	6.575	0.15834	1.350
6	-3.00000	-25.584	2.72085	31.731	0.32614	2.781	0.00461	0.039

(2) 水平荷重を加算せる主拱弦材應力

第 15-58 表

m	1	2	3	4	5	6	備 考
上弦材断面積 cm <sup>2</sup>	124.00	124.00	124.00	147.04	191.24	191.24	
下弦材 " "	193.60	193.60	131.20	131.20	131.20	96.20	
$O_{ma} + O_{mt}$ t	-20.576	-47.994	-84.511	-127.911	-169.609	-188.207	
$O_{mw}$ (風) t	-12.452	-22.641	-30.525	-34.484	-39.621	-40.753	
計	-33.023	-70.635	-115.036	-162.395	-209.230	-228.960	
$\sigma_a$ (25%増)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	
所要断面積 cm <sup>2</sup>	26.4	56.5	92.0	129.9	167.3	183.2	
$U_{ma} + U_{mt}$ t	-182.195	-156.352	-128.087	-91.418	-49.596	25.221	
$U_{mw}$ (風) t	-7.794	-13.502	-18.179	-21.236	-23.043	23.635	
計	-189.889	-169.854	-146.266	-112.653	-72.639	48.856	
$\sigma_a$ (25%増)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,500	
所要断面積 cm <sup>2</sup>	151.9	185.9	117.0	90.1	10.1	39.0	
$O_{ma}$ t	-10.948	-27.194	-49.882	-78.003	-104.673	-116.235	震度
$O_{ms}$ (地震) t	-36.960	-67.941	-91.080	-107.244	-116.259	-119.844	K=0.3
計	-47.908	-94.835	-140.962	-185.247	-220.932	-236.079	
$\sigma_a$ (60%増)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,920	
所要断面積 cm <sup>2</sup>	29.9	56.2	88.1	115.7	138.0	147.5	

$U_{ma}$	t	-113.835	-96.874	-75.853	-50.686	-21.141	5.742	K=0.3
$U_{ms}$ (地震)	t	-7.089	-12.060	-15.897	-18.315	-19.734	20.196	
計		-120.924	-108.434	-91.750	-69.001	-40.875	-25.938	
$\sigma_a$ (60% 増)		1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,920	
所要斷面積 $cm^2$		75.5	67.7	57.3	43.1	25.5	13.5	
$O_{ma} + O_{mi}$	t	-20.576	-47.994	-84.511	-127.911	-169.609	-188.207	
$O_{mi}$ (温度)	t	-2.768	-6.550	-11.567	-17.581	-23.174	-25.584	
計		-23.344	-54.544	-96.078	-145.492	-192.783	-213.791	
$\sigma_a$ (25% 増)		1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	
所要斷面積 $cm^2$		18.6	43.9	76.8	171.0	154.2	171.0	
$U_{ma} + U_{mi}$	t	-182.195	-156.352	-128.087	-91.418	-49.596	25.221	
$U_{mi}$ (温度)	t	-9.776	-12.324	-15.863	-20.611	-26.345	31.731	
計		-192.971	-168.676	-143.950	-122.029	-76.941	+56.952	
$\sigma_a$ (25% 増)		1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,500	
所要斷面積 $cm^2$		154.3	134.9	115.1	9.76	61.5	37.9	

### 第3節 鋼 鈹 繫 拱

#### §1. 概 説

本橋は東京府に於て府下中川に架設計劃を爲した中川橋であつて、應力計算は主として三宅秀太氏によるものである。

型 式 下路型鋼鈹肋拱にして支點間に繫材を有する道路橋

支 間  $l=72$  m. 拱矢  $f=12$  m. ( $f/l=1/6$ )

幅 員 有效 22 m. 全幅員 24.9 m. 拱肋中心間距離 16 m.

車道有效幅員 14.6 m. 歩道有效幅員 7.4 m.

構 造 拱肋は函型にして軸線は拋物線、繫材は吊材下端に剛結合、床桁は鈹桁、床は鐵筋コンクリート床版より成る。

下部構造 (橋臺)は鐵筋コンクリート造にして擁壁型。

荷 重 舊規程第一種、自動車 12t. 輾壓機 14t. 群衆荷重は車道  $600$  kg/m<sup>2</sup> 未滿、歩道  $500$  kg/m<sup>2</sup> 未滿。

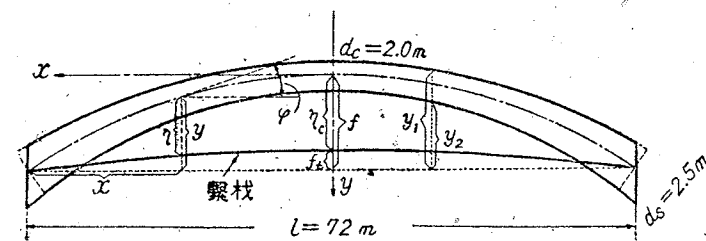
— 床部設計々算省略 —

#### §2. 肋 基 本 寸 法

拱肋の基本形状は第 15-34 圖通り。  $l=72$  m ;  $l_1=l/2=36$  m ;  $f=12$  m ; 繫材反り  $f_1=0.6$  m ; 肋厚  $d_s=2.5$  m ;  $d_c=2.0$  m.

$$y = f \cdot \frac{x}{l_1} \left( 2 - \frac{x}{l_1} \right) \dots\dots\dots \text{起拱點にて } x=0; y=0$$

$$\tan \varphi = \frac{2f}{l_1} \left( 1 - \frac{x}{l_1} \right)$$



第 15-34 圖



第 15-59 表

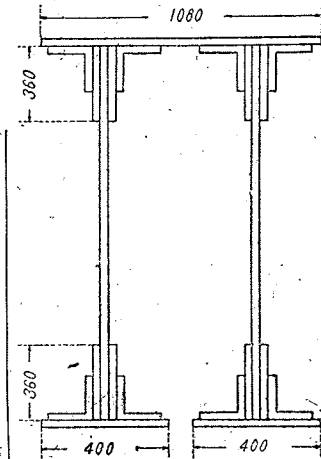
格点	0 起拱点	1	2	3	4	5	6	7	8 拱顶点
$x$	0	4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0
$x/l_1$	0	0.125	0.250	0.375	0.500	0.625	0.750	0.875	1
$y$	0	2.8125	5.2500	7.3125	9.000	10.3125	11.2500	11.8125	12.0000
$\tan \phi$	0	0.58333	0.50000	0.41667	0.33333	0.25000	0.16367	0.08333	0
$\cos \phi$		0.86384	0.89441	0.92310	0.94869	0.97015	0.98638	0.99654	1
$y_1$	1.5023	4.1971	6.5326	8.5087	10.1256	11.3832	12.2814	12.8204	13.0000
$y_2$	-1.5023	1.4279	3.9675	6.1163	7.8744	9.2419	10.2186	10.8047	11.0000
$f_c$	0	0.1406	0.2625	0.3656	0.4500	0.5156	0.5625	0.5906	0.6000
$\eta$	0	2.672	4.987	6.947	8.550	9.797	10.688	11.222	11.400

拱肋断面は次の通りである。

(1) 格点 0 (起拱点) 山形背面間肋厚  $d_s=250$  cm

第 15-60 表

名 稱	寸 法 cm	断面積 $A$ cm <sup>2</sup>	慣性モーメント $I$ cm <sup>4</sup>
1・蓋板	1080×21	129.6	2 044 500
8・山形	150×150×15	342.0	4 898 000
			7 100
8・側板	360×12	345.6	3 956 800
			37 300
2・腹板	2490×16	796.8	4 116 900
2・蓋板	400×16	128.0	2 025 700
計		1 742.0	17 177 300



第 15-35 図

水平重心軸と腹板中央点との偏倚は、

$$e = (129.6 \times 125.6 - 128 \times 25.8) \div 1742 = 0.1 \text{ cm}$$

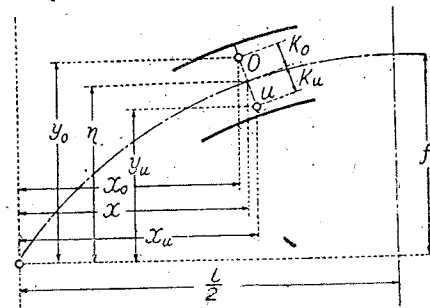
であつて僅少であるから、両者は一致してゐるものと考へても差支え無い。

拱肋維應力は核モーメントから求める事とする。その爲に核心距離を求めて置く。

$$\text{断面係数 } W_o = I/y_o = 136\,220 \text{ cm}^3$$

$$W_u = I/y_u = 135\,570 \text{ cm}^3$$

$$\text{核心距離 } k_o = W_u/A = 77.8 \text{ cm}; k_u = W_o/A = 78.2 \text{ cm}$$



第 15-36 図

腹板中央点を重心軸が通ると看做すときは、 $k_o=k$  である。

(2) 格点 1~8

格点 1 乃至 8 に對して同様の計算を行つた結果は凡そ次の通りである。但し、断面形状は前記格点 1 と同型であるが、腹板高は漸次減少し (山形背面間距離  $d$  より 10 mm を減じ)、下部蓋板は格点 2, 3, 4, 5, 6 に於ては更に 2 枚増加し 4・板 400×16 とする。而して  $e=0.1$  cm である。

第 15-61 表

格点	$d$ cm	断面積 $A$ cm <sup>2</sup>	慣性モーメント $I$ cm <sup>4</sup>	$W_o$ cm <sup>3</sup>	$W_u$ cm <sup>3</sup>	$k_o$ cm	$k_u$ cm
1	238.3	1 704.6	15 368 800	127 810	127 170	74.6	75.0
2	228.1	1 929.2	17 344 200	149 070	147 800	76.6	77.3
3	219.5	1 902.0	15 909 000	141 980	140 730	74.0	74.6
4	212.5	1 879.6	14 789 500	136 250	135 000	71.8	72.5
5	207.0	1 862.0	13 942 100	131 780	130 540	70.1	70.8
6	203.1	1 849.2	13 335 000	128 600	127 370	68.9	69.5
7	200.8	1 584.6	10 314 500	101 620	101 020	63.8	64.1
8	200.0	1 582.0	10 219 300	101 000	100 480	63.5	63.9

(3) 繫材断面

繫材の断面は第 15-37 圖に示す形状より成る。

$$8 \cdot \text{板 } 800 \times 16 \quad 8 \times 80 \times 1.6 = 1,024.00$$

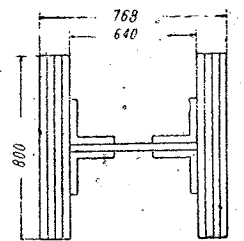
$$1 \cdot \text{板 } 635 \times 19 \quad 1 \times 63.5 \times 1.9 = 120.65$$

$$4 \cdot \text{山形 } 200 \times 200 \times 20 \quad 4 \times \frac{76}{2} = 304.00$$

$$A_g = \text{總断面積} = 1,448.65 \text{ cm}^2$$

鉄径は 25 mm であつて鉄孔径は  $25+3=28$  mm. 之を各板及び

山形から控除した純断面積は  $A_n = 1,448.65 - 347.60 = 1,101 \text{ cm}^2$ .



第 15-37 図

(4) 吊材断面

吊材は 4・山形 150×150×12 より成り、

$$A_g = 34.56 \times 4 = 138.24 \text{ cm}^2; A_n = 138.24 - 24 = 114.24 \text{ cm}^2$$

但し 4 鉄孔 (鉄径=22 mm) を控除するものである。

### §3. 水 平 反 力

繫材に  $f_c$  なる反りのある繫拱は、既に第 9 章 §5. に於て論じたやうに、拱軸線縦距の  $\eta = y - f'$  なる繫材水平の拱として取扱へば良いのである。

$$X_a = \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}} = \frac{\int_0^l \frac{M_0}{I \cos \varphi} \cdot \eta \cdot dx}{\int_0^l \frac{\eta^2}{I \cos \varphi} \cdot dx + l \left( \frac{1}{A_o} + \frac{1}{A_t} \right)} \dots\dots\dots (9-27)$$

$$= \frac{\int_0^l M_0 \cdot \frac{I_c}{I} \cdot \sec \varphi \cdot \eta \cdot dx}{\int_0^l \eta^2 \cdot \frac{I_c}{I} \cdot \sec \varphi \cdot dx + I_c \cdot l \left( \frac{1}{A_o} + \frac{1}{A_t} \right)}$$

茲に特に  $I_c$  = 拱頂點慣性モーメントを乗じたのは  $\frac{I_c}{I}$  なる形とした方が数字が扱ひ易いからである。

第 15-62 表

格 点	$I_c/I$	$\eta$ m	$\sec \varphi$	$\frac{I_c}{I} \cdot \eta \cdot \sec \varphi$	$\frac{I_c}{I} \cdot \eta^2 \cdot \sec \varphi$	$\frac{I_c}{I} \cdot \eta \cdot \sec \varphi dx$	$\frac{I_c}{I} \cdot \eta^2 \cdot \sec \varphi dx$
0	0.595	0	1.2019	0	0	0	0
1	.665	2.672	1.1577	2.06	5.5	9.27	24.0
2	.589	4.987	1.1180	3.29	16.4	14.80	73.8
3	.642	6.947	1.0834	4.83	33.6	21.72	151.2
4	.691	8.550	1.0541	6.23	53.2	28.03	239.4
5	.733	9.797	1.0308	7.41	72.6	33.35	326.7
6	.765	10.688	1.0138	8.29	88.5	37.30	398.3
7	.991	11.222	1.0035	11.04	124.1	49.72	558.5
8(拱頂)	1	11.400	1	11.40	129.8	51.30	584.1
計						( $dx=4.5$ m)	2,356.8

$X_a$  式の分母 =  $2 \times 2,356.8 - 584.1 + 107.6 = 4,237.1 \text{ m}^3$

$X_a$  式の分子は、單純梁の彈性荷重  $\frac{I_c}{I} \cdot \eta \cdot \sec \varphi \cdot dx$  による曲げモーメントとして之を計算し得る事既に第9章に述べた所である。

$Q_3 = 25.65$	$M_1/\lambda = 219.88$	$M_1 = 98.95 = \delta_{1a}$	$X_1 = 0.234$
$\frac{49.72}{75.37}$	$\frac{210.61}{430.49}$		
$Q_7 = 75.37$	$M_2/\lambda = 430.49$	$M_2 = 193.72 = \delta_{2a}$	$X_2 = 0.457$
$\frac{37.31}{112.68}$	$\frac{195.80}{626.29}$		
$Q_6 = 112.68$	$M_3/\lambda = 626.29$	$M_3 = 281.83 = \delta_{3a}$	$X_3 = 0.665$
$\frac{33.35}{146.03}$	$\frac{174.06}{800.35}$		
$Q_5 = 146.03$	$M_4/\lambda = 800.35$	$M_4 = 360.16 = \delta_{4a}$	$X_4 = 0.850$
$\frac{28.03}{174.06}$	$\frac{146.03}{946.38}$		
$Q_4 = 174.06$	$M_5/\lambda = 946.38$	$M_5 = 425.87 = \delta_{5a}$	$X_5 = 1.005$
$\frac{21.74}{195.80}$	$\frac{112.68}{1059.06}$		
$Q_3 = 195.80$	$M_6/\lambda = 1059.06$	$M_6 = 476.57 = \delta_{6a}$	$X_6 = 1.125$
$\frac{14.81}{210.61}$	$\frac{75.37}{1134.43}$		

$Q_2 = 210.61$	$M_7/\lambda = 1134.43$	$M_7 = 510.49 = \delta_{7a}$	$X_7 = 1.205$
$\frac{9.27}{219.88}$	$\frac{25.65}{1160.08}$		
$Q_1 = 219.88$		$M_8 = 522.04 = \delta_{8a}$	$X_8 = 1.232$
	( $\lambda = 4.5$ m)		$\Sigma X_a = 12.308$

§ 4. 核モーメント

(1) 各断面の核の位置 (第 15-36 圖参照)

$$\text{上部核位置} \begin{cases} x_o = x - k_o \cdot \sin \varphi \\ y_o = \eta + k_u \cdot \cos \varphi \end{cases} \quad \text{下部核位置} \begin{cases} x_u = x + k_u \cdot \sin \varphi \\ y_u = \eta - k_u \cdot \cos \varphi \end{cases}$$

第 15-63 表

核点	$x_o$ (cm)	$y_o$ (cm)	$x_o/y_o$	$x_u$ (cm)	$y_u$ (cm)	$x_u/y_u$
0	-43.3	64.7	-0.669	43.3	-65.1	-0.665
1	412.3	331.6	1.243	487.7	202.5	2.408
2	365.8	567.2	1.526	934.6	429.6	2.176
3	1 327.5	763.0	1.740	1 378.7	625.9	2.203
4	1 777.3	923.1	1.925	1 822.9	791.2	2.304
5	2 233.0	1 047.7	2.131	2 267.2	911.0	2.489
6	2 688.7	1 136.9	2.365	2 711.4	1 000.2	2.711
7	3 144.7	1 185.8	2.652	3 155.3	1 058.9	2.980
8	3 600.0	1 204.1	2.990	3 600.0	1 076.1	3.345

(2) 核モーメント影響線

上部核モーメント  $M^o = M_o^o - X_a \cdot y_o = y_o \left( \frac{M_o^o}{y_o} - X_a \right)$

下部核モーメント  $M^u = M_o^u - X_a \cdot y_u = y_u \left( \frac{M_o^u}{y_u} - X_a \right)$

茲に  $M_o$  は單純梁としての曲げモーメントであるから、その影響線は問題の核點に頂點を置いた三角形で示され、圖式的にも解析的にも之を算定する事が出来る。本計算に於ては其の兩法を行つて照査した。計算に依る結果は次の通りである。各點の  $(M_o/y - X_a)$  値には影響線係數  $\mu = y_o$  或は  $\mu = y_u$  を乗するものとする。

單純梁曲げモーメント  $M_o^o$  (或は  $M_o^u$ ) は普通の影響線作圖法によつて左支點の下に  $x_o$  (或は  $x_u$ ) を縦距として畫きうるから、上記  $\frac{M_o^o}{y_o}$  (或は  $\frac{M_o^u}{y_u}$ ) は前記の  $x_o/y_o$  (或は  $x_u/y_u$ ) によつて其の影響線を容易に畫く事ができるのである。

次に  $M_o^o/y_o$  影響線縦距を示す ( $M_o^u/y_u$  は省略)。

第 15-64 表

格點	$M_o/y_o$ 影響線							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.165	0.668	0.471	0.361	0.293	0.246	0.213	0.187
2	1.087	1.335	.943	.722	.586	.493	.426	.374
3	1.010	1.240	1.240	1.083	.879	.739	.639	.561
4	0.932	1.144	1.305	1.444	1.172	.985	.853	.748
5	.854	1.049	1.196	1.324	1.465	1.232	1.066	.934
6	.777	0.954	1.088	1.203	1.332	1.478	1.279	1.121
7	.699	.858	0.979	1.083	1.199	1.330	1.492	1.308
8	.621	.763	.870	0.993	1.065	1.182	1.326	1.495
7'	.544	.667	.761	.842	.932	1.035	1.160	1.308
6'	.466	.572	.653	.722	.799	.887	.995	1.121
5'	.388	.477	.544	.602	.666	.739	.829	.934
4'	.311	.381	.435	.481	.533	.591	.663	.748
3'	.233	.286	.326	.361	.400	.443	.497	.561
2'	.155	.191	.218	.241	.266	.296	.332	.374
1'	.078	.095	.109	.120	.133	.148	.166	.187
0'	0	0	0	0	0	0	0	0

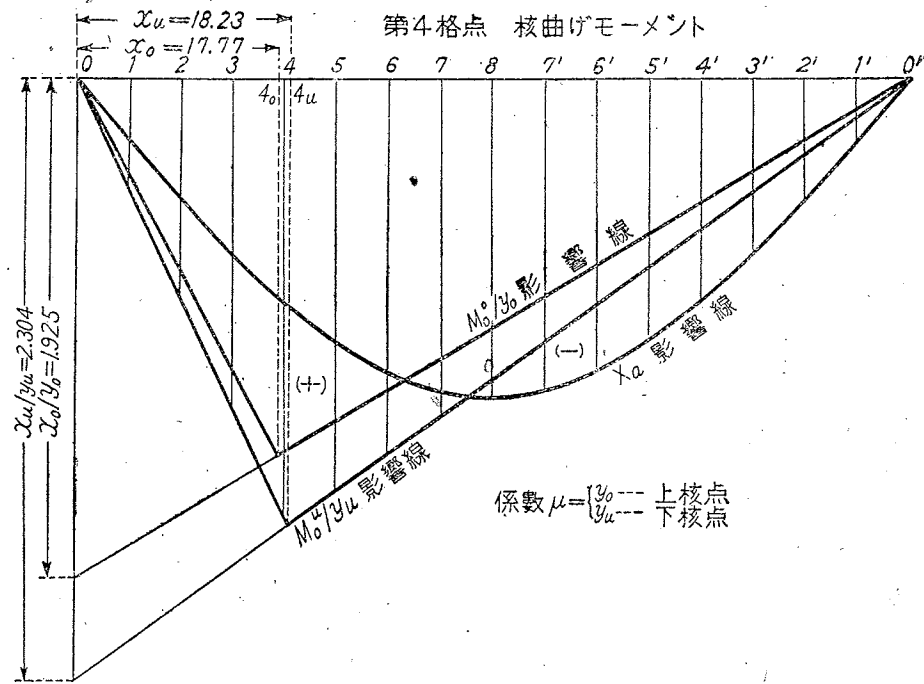
第 15-65 表 上部核モーメント影響線

		各断面の $(M_o/y_o - X_a) = \eta$							
		1	2	3	4	5	6	7	8
載荷點	1	0.931	0.434	0.237	0.127	0.059	0.012	-0.021	-0.047
	2	.629	.877	.485	.284	.128	.035	-.032	-.084
	3	.342	.572	.746	.415	.211	.071	-.029	-.107
	4	.077	.289	.450	.589	.317	.130	-.002	-.107
	5	-0.157	.038	.185	.313	.454	.221	.055	-.077
	6	-.354	-0.177	-0.043	.072	.201	.347	.148	-.010
	7	-.512	-.353	-.232	-0.128	-0.012	.119	.281	.097
	8	-.618	-.476	-.369	-.276	-.174	-0.057	.087	.256
	7'	-.667	-.544	-.450	-.369	-.279	-.176	-0.051	.097
	6'	-.665	-.559	-.478	-.409	-.332	-.244	-.136	-0.010
5'	-.623	-.534	-.467	-.409	-.345	-.272	-.182	-.077	
4'	-.544	-.474	-.420	-.374	-.322	-.264	-.192	-.107	
3'	-.435	-.382	-.342	-.307	-.268	-.225	-.171	-.107	
2'	-.303	-.267	-.240	-.217	-.192	-.162	-.126	-.084	
1'	-.156	-.139	-.125	-.114	-.101	-.086	-.068	-.047	
係數 $y_o$		3.316	5.672	7.630	9.231	10.477	11.369	11.858	12.041

$\sum (+) \eta$	1.979	2.210	2.103	1.780	1.370	0.935	0.571	0.450
$\sum (-) \eta$	-5.034	-3.905	-3.166	-2.605	-2.025	-1.486	-1.010	-0.864
$\sum (\pm) \eta$	-3.055	-1.695	-1.063	-0.825	-0.655	-0.551	-0.439	-0.414
$y_o \sum (+) \eta$	6.56	12.54	16.05	16.43	14.35	10.63	6.77	-5.42
$y_o \sum (-) \eta$	-16.69	-22.15	-24.16	-24.05	-21.22	16.89	-11.98	-10.40
$y_o \sum (\pm) \eta$	-10.13	-9.61	-8.11	-7.62	-6.86	-6.26	-5.21	-4.98

第 15-66 表 下部核モーメント影響線

		各断面の $(M_o/y_u - X_a) = \eta$							
		1	2	3	4	5	6	7	8
載荷點	1	2.024	0.718	0.363	0.198	0.103	0.048	0.005	-0.025
	2	1.649	1.446	.735	.406	.226	.107	.021	-.040
	3	1.289	1.100	1.122	.628	.359	.179	.050	-.041
	4	0.951	0.777	0.797	.873	.514	.274	.103	-.018
	5	.645	.485	.504	.573	.700	.401	.186	.035
	6	.374	.229	.246	.309	.424	.563	.306	.124
	7	.144	.013	.028	.085	.189	.314	.465	.253
	8	-.035	-.151	-.137	-.087	.005	.116	.251	.434
	7'	-.157	-.259	-.247	-.203	-.122	-.025	.093	.253
	6'	-.228	-.315	-.305	-.267	-.198	-.115	-.014	.124
5'	-.258	-.331	-.323	-.291	-.233	-.164	-.080	.035	
4'	-.253	.311	-.304	-.279	-.233	-.177	-.110	-.018	
3'	-.216	-.260	-.255	-.236	-.201	-.160	-.109	-.041	
2'	-.157	-.186	-.183	-.170	-.147	-.119	-.086	-.040	
1'	-.083	-.098	-.096	-.090	-.078	-.065	-.048	-.025	
係數 $y_u$		2.025	4.296	6.259	7.912	9.110	10.002	10.589	10.761
$\sum (+) \eta$		7.076	4.768	3.795	3.072	2.525	2.002	1.480	1.258
$\sum (-) \eta$		-1.387	-1.911	-1.850	-1.623	-1.212	-0.825	-0.447	-0.248
$\sum (\pm) \eta$		5.689	2.857	1.945	1.449	1.313	1.177	1.033	1.010
$y_u \sum (+) \eta$		14.33	20.48	23.75	24.31	23.00	20.02	15.67	13.54
$y_u \sum (-) \eta$		-2.81	-8.21	-11.58	-12.84	-11.04	-8.25	-4.73	-2.67
$y_u \sum (\pm) \eta$		11.52	12.27	12.17	11.46	11.96	11.77	10.94	10.87



第 15-38 図

### §5. 拱肋應力

(1) 死荷重應力 格點活荷重  $W_a = 64,000 \text{ kg} = 64 \text{ t}$

$$\sigma_a^u = \frac{M_a^u}{W_o} = \frac{1}{W_o} \cdot y_u \sum (\pm) \eta \cdot W_a ; \sigma_a^l = \frac{M_a^l}{W_u} = \frac{1}{W_u} \cdot y_o \sum (\pm) \eta \cdot W_a$$

第 15-67 表

格點	$y_u \sum (\pm) \eta$	$M_a^u (\text{t} \cdot \text{cm})$	$\sigma_a^o$	$y_o \sum (\pm) \eta$	$M_a^l (\text{t} \cdot \text{cm})$	$\sigma_a^u$
1	11.52	73,728	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ -576	-10.13	-64,832	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ -508
2	12.27	78,528	-527	-9.61	-61,504	-416
3	12.17	77,888	-548	-8.11	-51,904	-369
4	11.46	73,344	-538	-7.62	-48,768	-361
5	11.96	76,544	-583	-6.86	-43,904	-336
6	11.77	75,328	-586	-6.26	-40,064	-314
7	10.94	70,016	-694	-5.21	-33,344	-330
8	10.87	69,568	-688	-4.98	-31,872	-318

(2) 活荷重應力 格點活荷重 (衝撃を含む) は圖示の通りであつて、自動車後輪の載る格點 ( $W_i = 39.72 \text{ t}$ ) を影響線最大縦距の格點に載せて、最大核モーメントを求め

るものとする (第 15-38 圖)。計算の一例を格點 4 に付きて例示すれば次の通りである。

格點 4. 上部核點

$$\Sigma (+\eta) \cdot W_i = 0.415 \times 24,370 + 0.589 \times 39,720 + 0.313 \times 23,950 + (0.127 + 0.264 + 0.072) \times 25,590 = 52.853 \text{ t}$$

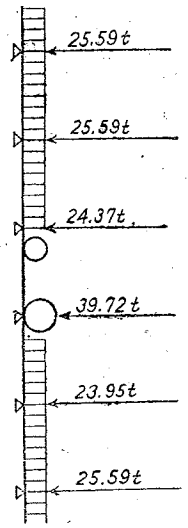
$$\Sigma (-\eta) \cdot W_i = - \{ 0.409 \times 24,370 + 0.409 \times 39,720 + 0.374 \times 23,950 + (0.128 + 0.276 + 0.369 + 0.307 + 0.217 + 0.114) \times 25,590 \} = -71.337 \text{ t}$$

$$(+M_i^o = y_o \cdot \Sigma (+\eta) \cdot W_i = 52.853 \times 923 = 48,698 \text{ t} \cdot \text{cm}$$

$$(+\sigma_i^o = 360 \text{ kg/cm}^2$$

$$(-M_i^o = y_o \cdot \Sigma (-\eta) \cdot W_i = -71,337 \times 923 = -65,851 \text{ t} \cdot \text{cm}$$

$$(-\sigma_i^o = -488 \text{ kg/cm}^2$$



第 15-39 圖

下部核點に對しても同様であり、之を全斷面 (全格點) に對して計算した結果は凡そ次表の通りである。

第 15-68 表 拱肋縁維應力  $\text{kg/cm}^2$

斷面	上縁維 $\sigma^o$			下縁維 $\sigma^u$				
	死荷重	活荷重	計	死荷重	活荷重	計		
1	-508	164	-355	-863	-576	61	-330	-906
2	-416	259	-408	-824	-527	152	-404	-931
3	-369	342	-468	-837	-548	225	-488	-1036
4	-361	360	-488	-849	-538	260	-518	-1056
5	-336	327	-448	-784	-583	234	-499	-1082
6	-314	253	-367	-681	-586	180	-453	-1038
7	-330	214	-330	-660	-694	133	-455	-1149
8	-318	177	-280	-598	-688	73	-401	-1089

### §6. 溫度變化の影響

拱肋溫度に比して繫材の溫度が低き場合には其の差異により拱肋に應力を生ず。

$$X_{at} = \frac{E \cdot \epsilon \cdot t \cdot l \cdot I_c}{\int_0^l \eta^2 \cdot \frac{I_o}{I} \cdot \sec \varphi \cdot dx + I_c \cdot l \left( \frac{1}{A_o} + \frac{1}{A_c} \right)}$$

$t = 15^\circ$  とすれば

$$\text{分子} = 2,100,000 \times 0.000012 \times 15 \times 7,200 \times 10,219,3000 = 27,812,847 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$$

$$\text{分母} = 4,237 \text{ m}^3$$

$$X_{at} = \frac{27,812,847}{4,237} = 6,564 \text{ kg.}$$

拱肋支點には此の大きさの水平反力が作用する (鉛直反力=0)。 $X_{at} \cdot \eta$  なる曲げモーメントが各断面重心軸に作用するから、 $\sigma = \pm \frac{M}{I} \cdot y$  によつて温度變化に因る維應力は容易に求める事が出来る。(以下略)。

### §7. 繫材及び吊材應力

(1) 繫材 水平反力影響線總距の合計 =  $\Sigma X_a = 12.303$

死荷重に因る水平反力 =  $12.308 \times 64 = 787.4 \text{ t}$

活荷重に因る水平反力 =  $1.231 \times 39.72 + 1.204 (24.37 + 23.95)$

$$+ 2(0.234 + 0.457 + 0.664 + 0.849 + 1.004 + 1.124) 25.59 = 328.8 \text{ t}$$

繫材應力  $T$  は  $X_a = 787.4 + 328.8 = 1,116.2 \text{ t}$  に  $\sec \varphi$  を乗じたものである。

$$T = 1,116.2 \div 0.86384 = 1,292 \text{ t}$$

繫材單位應力  $\sigma_t = T/A_n = 1,292,000 \div 1,101 = 1,173 \text{ kg/cm}^2$

(2) 吊材

格點最大死荷重 =  $64.00 \text{ t}$ ; 最大活荷重 =  $43.45$ ; 依て吊材應力は  $S = 64.00 + 43.45 = 107.45 \text{ t}$

吊材單位應力  $\sigma_h = S/A_n = 107,450 \div 114.24 = 940 \text{ kg/cm}^2$

### §8. 拱肋の撓み

拱頂點の撓み  $\delta$  を求めるものとする。撓みは

$$1. \delta = \int \frac{M}{EI} \cdot \bar{M} \cdot ds + \int \frac{N}{EA} \cdot \bar{N} \cdot ds + \int \frac{Q}{GA} \cdot \bar{Q} \cdot ds + \frac{H}{EA_t} \cdot \bar{H} \cdot l$$

茲に  $\bar{M}, \bar{N}, \bar{Q}$  は拱頂點に鉛直に  $\bar{P}=1$  なる假想荷重を作用させた場合の拱肋各断面に於ける曲げモーメント、推力、剪斷力である。

第4項は繫材の伸びに因る影響を示し、 $\bar{H}$  は  $\bar{P}=1$  に因る水平反力である。茲に剪斷力の影響は省略する。

(1) 死荷重に因る拱頂點撓み

$$M_a = R \cdot x - W_a \cdot \Sigma(x-a) - H_a \cdot \eta \quad (\text{格點死荷重 } W_a = 64 \text{ t})$$

$$\bar{M} = \bar{R} \cdot x - \bar{H} \cdot \eta \quad (\text{反力 } \bar{R} = 0.5 \text{ t}; \quad \bar{H} = 1.23 \text{ t})$$

第 15-69 表

格點	$M_a$ (t.m)	$\bar{M}$ (t.m)	$\sec \varphi$	$M_a \cdot \bar{M} \cdot \sec \varphi$	$I$ (m <sup>4</sup> )	$M_a \cdot \bar{M} \cdot \sec \varphi / I$
1	43	-1.061	1.1577	- 52.86	0.1537	- 343.9
2	81	-1.680	1.1180	-153.22	0.1734	- 883.6
3	112	-1.858	1.0834	-224.87	0.1591	-1,407.8
4	140	-1.594	1.0541	-235.87	0.1479	-1,594.5
5	160	-0.889	1.0308	-146.40	0.1394	-1,050.2
6	174	0.256	1.0138	45.25	0.1336	339.0
7	183	1.844	1.0035	339.25	0.1031	3,290.5
8	187	3.874	1.0000	721.41	0.1022	7,058.8

$M_a \cdot \bar{M} \cdot \sec \varphi / I$  曲線の面積はソンプソン法則によつて求める ( $dx = 4.5 \text{ m}$ )。

$$\frac{1}{E} \int \frac{M_a}{I} \cdot \bar{M} \cdot \sec \varphi \cdot dx = 0.34 \text{ mm}$$

$$N_a = H_a \cdot \sec \varphi; \quad \bar{N} = (\bar{H} + \bar{R} \cdot \tan \varphi) \cos \varphi; \quad \bar{R} = 0.5 \text{ t.}$$

曲げモーメントの場合と同様の計算を爲して  $\int \frac{N_a}{EA} \cdot \bar{N} \cdot ds = \int \frac{N_a}{EA} \cdot \bar{N} \cdot \sec \varphi \cdot dx = 11.7 \text{ mm}$

$$\frac{H_a}{E} \cdot \frac{\bar{H}}{A_t} \cdot l = \frac{792,000 \times 1.239}{2,100,000 \times 10,000 \times 0.0736} \times 72 = 45.8 \text{ mm}$$

死荷重に因る撓み  $\delta_a = 0.34 + 11.7 + 45.8 = 57.8 \text{ mm}$

(2) 活荷重に因る拱頂點撓み

活荷重による拱頂格點荷重の平均値は  $27.44 \text{ t}$  なり。 $\delta_a$  に對する比例より、

$$\text{活荷重に因る撓み } \delta_t = \frac{W_t}{W_a} \cdot \delta_a = \frac{27.44}{64.00} \times 57.8 = 24.7 \text{ mm}$$

(3) 温度變化に因る拱頂點撓み

$$\varepsilon_t = \int \bar{N} \cdot \varepsilon \cdot t \cdot ds - \int \bar{H} \cdot \varepsilon \cdot t \cdot dx; \quad \bar{N} = \bar{H} \cdot \cos \varphi + \bar{R} \cdot \sin \varphi$$

$$\therefore \delta_t = \int \bar{R} \cdot \varepsilon \cdot t \cdot \tan \varphi \cdot dx = \bar{R} \cdot \varepsilon \cdot t \times 2 \eta_f = 0.5 \times 0.000012 \times 15 \times 2 \times 11.4 = 4.3 \text{ mm}$$

撓み合計 =  $57.8 + 24.7 + 4.3 = 86.8 \text{ mm}$

### §9. 拱肋剪斷力

剪斷力の算出は拱肋腹板厚さ、突縁鋸、等の設計及び照査に必要であるが、茲には算法の概要を示す。

$$Q = Q_0 \cdot \cos \varphi - X_a \cdot \sin \varphi = \sin \varphi (Q_0 \cdot \cot \varphi - X_a)$$

$Q_0$  は単純梁としての剪断力であつて、其の影響線値は計算により或は圖解的に容易に求め得られる。死活両荷重に因る各断面剪断力は次表記入通りである。

$$\text{中心線方向剪断应力 } \tau = \frac{Q \cdot S_n}{I \cdot b} \quad (S_n = \text{中心軸断面一次モーメント})$$

第 15-70 表 剪 断 應 力

格 点	0	2	4	6	8
$Q$ (kg)	-103,000	- 52,128	- 54,500	- 67,920	± 64,100
$S_n$ (cm <sup>3</sup> )	80,102	85,768	78,343	73,967	59,373
$I$ (cm <sup>4</sup> )	17,177,300	17,344,200	14,789,500	13,355,000	10,219,300
$b$ (cm)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
$\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	-150	- 87	- 92	-118	±119

(以 下 略)