

第 5 章 連続桁(構)橋

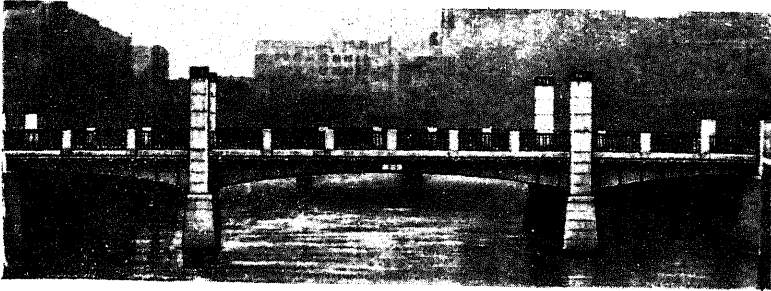
第 1 節 連続桁(構) Continuous beam (truss)

§ 126. 緒言.

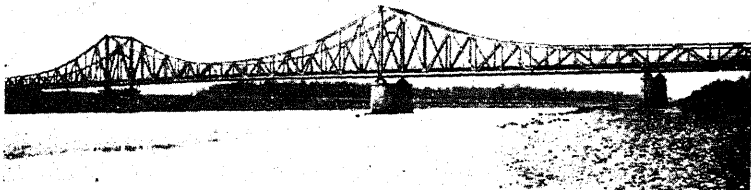
連続桁(構)は外的静力学不決定構造物であつて其の不静定量の数は支承の數に依つて定まる。

連続桁(構)を橋梁として使用する場合は支承の不沈乃ち地盤の良好なる事を第一條件とし且温度の變化に伴ふ桁(構)の伸縮等を慮り二徑間乃至三徑間に亘るものに止める、現在 240 米位の徑間迄に此の型式を採用した實例はある、而してよく撰ばれたる橋梁に於ては單桁(構)と比較して 10% 乃至 20% 位材料を節約し得る。

第 6 8 7 圖 連続桁橋の實例

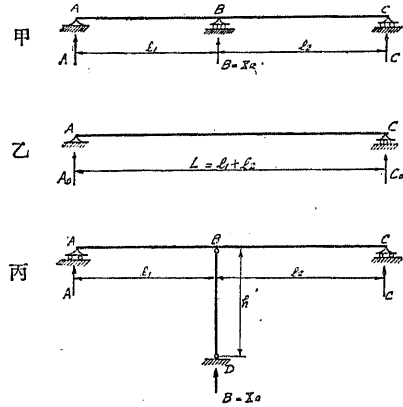


第 6 8 8 圖 连续桁橋の實例



§ 127. 二徑間に亘る連続桁 Continuous beam on 3 supports.

第 6 8 9 圖



第 689 圖甲の AC 桁は二徑間に亘る連続桁にして三つの反力の内 B 點に於ける反力を不静定反力 X_a とすれば其の基本系は AC なる單桁 (乙圖) となる, 而して X_a の値は (330) 式に依り

$$\delta_a + L_a = \sum P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} + \delta_{at} \dots (352)$$

にして支承が不沈なりとすれば $\delta_a + L_a$ は零にして

$$\sum P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} + \delta_{at} = 0$$

$$X_a = \frac{\sum P_m \delta_{ma} + \delta_{at}}{\delta_{aa}} = \frac{\delta_{at}}{\delta_{aa}} + \frac{\delta_{at}}{\delta_{aa}} \dots (353a)$$

である, (353a) 式の内第一項は荷重に依る X_a にして第二項は温度の變化に依る X_a なるを以て桁全體が一様なる温度の變化を受け且支承點の高が同一なる場合には $\delta_{at} = 0$ である, 従つて

$$X_a = \frac{\sum P_m \delta_{ma}}{\delta_{aa}} = \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}} \dots (353b)$$

となる, 而して單一荷重なる時は

$$X_a = \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}} \dots (354)$$

にして (354) 式に依り X_a の影響線を求めるのである。

丙圖の如く高架鐵道等に於て支承に支柱を使用する場合には BD 柱は弾性支承 Elastic support なるを以て假令地盤が沈下しなくとも $\delta_a + L_a$ は零ではない, 今柱の斷面積及彈性係数を A_1 及 E_1 とする時は B なる支承は X_a なる反力の爲に

$$\delta_1 = \frac{X_a h}{E_1 A_1} \dots (355)$$

丈短縮する, 乃ち

$$\delta_a + L_a = \sum P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} + \delta_{at} = \delta_1 = \frac{X_a h}{E_1 A_1}$$

$$X_a = \frac{\sum P_m \delta_{ma} + \delta_{at}}{\delta_{aa} + \frac{h}{E_1 A_1}} = \frac{\delta_{at} + \delta_{at}}{\delta_{aa} + \frac{h}{E_1 A_1}} \dots (356a)$$

若し $\delta_{at} = 0$ とすれば

$$X_a = \frac{\delta_{aa}}{\delta_{aa} + \frac{h}{E_1 A_1}} \dots (356b)$$

となる。

(a) 桁全長に亘り同一斷面を有する場合.

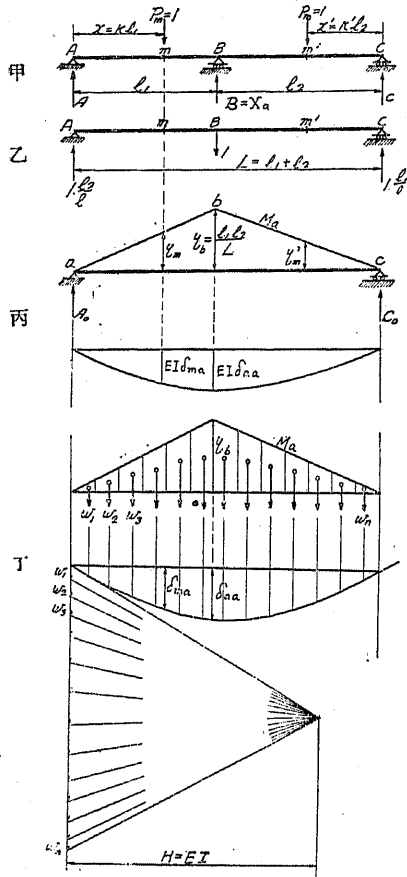
イ) X_a の値.

第 690 圖甲 ABC は斷面一定の連続桁にして乙圖は其の基本系である, 一般に δ_{ma} は a 點に單一荷重を載荷した場合の m 點に於ける撓度を意味するものにして之を 690 圖の場合に適合する時は基本系 AC 單桁の B 點に單一荷重を載荷した場合の m 點の撓度である, 而して (346) 式に依り其の彈性荷重は

$$\frac{M_a}{EI} \quad \text{上式中 } M_a \dots \text{基本系に於て B 點に單一荷重を載荷した場合の彎曲率.}$$

にして桁の斷面が一定なる場合には上式の分母は定數である, 従つて此の

第 6 9 0 圖



EI を暫く保留して M_a のみを弾性荷重として得たる結果を EI にて除すれば直しい。

扨て M_a の値は丙圖に示すが如く三角形 abc である、故に斯る荷重に因る m 點の彎曲率を求め。

$$\eta = \frac{l_1 l_2}{L}$$

$$\eta_m = \eta \times \frac{x}{l_1} = \frac{l_2}{L} \times x$$

なるを以て A 點の反力 A_0 は

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{1}{L} \left[\frac{\eta l_2}{2} \times \frac{2l_2}{3} + \frac{\eta l_1}{2} \left(l_2 + \frac{l_1}{3} \right) \right] \\ &= \frac{l_1 l_2 (l_1 + l_2) (l_1 + 2l_2)}{6L^2} \\ &= \frac{l_1 l_2 (l_1 + 2l_2)}{6L} \end{aligned}$$

にして m 點の彎曲率 M_m は

$$M_m = A_0 x - \frac{\eta_m x}{2} \times \frac{x}{3} = \frac{l_1^2 l_2^2}{6L} \left(2 \frac{x}{l_1} + \frac{x}{l_2} - \frac{x^3}{l_1^2 l_2} \right)$$

である、斯る彎曲率は丁度 m 點の撓度を表すものなるを以て疊に保留されたる EI をも併せて

$$EI \delta_{ma} = \frac{l_1^2 l_2^2}{6L} \left(2 \frac{x}{l_1} + \frac{x}{l_2} - \frac{x^3}{l_1^2 l_2} \right) \dots\dots (357)$$

$$EI \delta_{aa} = [EI \delta_{ma}]_{x=l_1} = \frac{l_1^2 l_2^2}{3L} \dots\dots (358)$$

にして

$$\begin{aligned} X_a &= \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}} = \frac{1}{2} \left(2 \frac{x}{l_1} + \frac{x}{l_2} - \frac{x^3}{l_1^2 l_2} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(2 \frac{x}{l_1} + \frac{x}{l_1} \frac{l_1}{l_2} - \frac{x^3}{l_1^3} \frac{l_1}{l_2} \right) \dots\dots (359) \end{aligned}$$

である、今 $\frac{x}{l_1} = k$, $\frac{l_1}{l_2} = n$ 及 $\frac{x'}{l_2} = k'$, $\frac{l_2}{l_1} = n'$ とすれば

AB 上に単一荷重がある場合には

$$X_a = \frac{1}{2} [(2+n)k - nk^3] \dots\dots (360a)$$

にして BC 上に単一荷重がある場合には

$$X_a = \frac{1}{2} [(2+n')k' - n'k'^3] \dots\dots (360b)$$

である、若し δ_{ma} 及 δ_{aa} を圖式的に求めんとするには同圖丁の如く作圖すればよい。

同様なる結果は § 122 の (332) 式及 (333) 式に依り第 44 表の $\int M_i M_k dx$ の値を利用して求めることが出来る、乃ち (332) 式に依り δ_{ik} の値は此の場合彎曲率の影響のみなるを以て

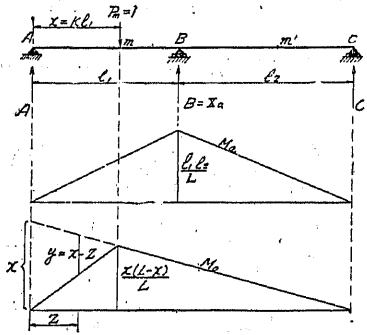
$$\delta_{ma} = \int \frac{M_o M_a}{EI} dx = \frac{1}{EI} \int M_o M_a dx \quad (334 \text{式参照})$$

$$\delta_{aa} = \int \frac{M_a^2}{EI} dx = \frac{1}{EI} \int M_a^2 dx$$

にして M_o 及 M_a の値は第 691 圖に示すものである、故に $\int M_a^2 dx$ は第 44 表の (7) (7) を利用して

$$\int M_a^2 dx = \frac{\left(\frac{l_1 l_2}{L} \right)^2 \times L}{3} = \frac{l_1^2 l_2^2}{3L}$$

第 6 9 1 圖



を得、又 $\int M_o M_a dx$ は (8) (7) なる項及 (851) 式を利用して

$$\begin{aligned} \int M_o M_a dx &= \frac{l_1 l_2 x}{6L} (L + l_2) - \frac{l_1 l_2}{L l_1} \int_0^x (x-z) z dz \\ &= \frac{l_1 l_2}{6L} x (L + l_2) - \frac{l_2 x^3}{6L} \\ X_a &= \frac{\frac{l_1 l_2}{6L} x (L + l_2) - \frac{l_2 x^3}{6L}}{\frac{l_1^2 l_2^2}{3L}} = \frac{1}{2} \left(2 \frac{x}{l_1} + \frac{x}{l_2} - \frac{x^3}{l_1^2 l_2} \right) \end{aligned}$$

にして (359) 式と同一結果となる。

ロ) 影響線

(294) 式に依り A 點の反力 A は

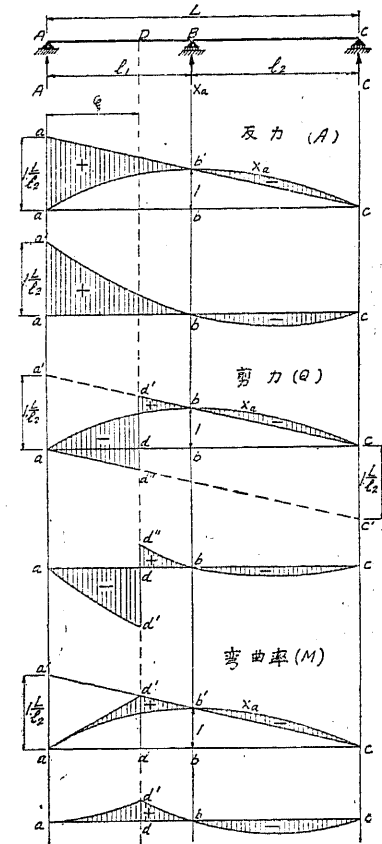
$$A = A_o - X_a A_a$$

上式中 A_a …… 基本系に $X_1 = -1$ のみ荷重した場合の A 點の反力。

にして $A_a = 1 - \frac{l_2}{L}$ なるを以て

$$\begin{aligned} A &= A_o - X_a \frac{l_2}{L} \\ &= \frac{l_2}{L} \left(A_o \frac{L}{l_2} - X_a \right) \dots\dots\dots (361) \end{aligned}$$

第 6 9 2 圖



である、(361) 式に依り A_o は AC を径間とする単桁の反力なるを以て第 692 圖反力 (A) に於て $aa' = 1$ と採る更りに

$$aa' = 1 - \frac{L}{l_2}$$

と採れば線影面積は $(A_o \frac{L}{l_2} - X_a)$ の影響面積にして其の「+」面積及「-」面積を求め各に $\frac{l_2}{L}$ を乗ずる事に依つて A の「±」双方の影響面積を得るのである。

同様にして任意の断面 D の剪力 Q 及彎曲率 M は (294) 式に依り

$$Q = Q_o - Q_a X_a$$

にして $Q_a = 1 - \frac{l_2}{L}$ なるを以て

$$\begin{aligned} Q &= Q_o - \frac{l_2}{L} X_a \\ &= \frac{l_2}{L} \left(Q_o \frac{L}{l_2} - X_a \right) \dots\dots\dots (362) \end{aligned}$$

である、又

$$M = M_o - M_a X_a$$

にして $M_a = \frac{l_2}{L} \xi$ なるを以て

$$M = M_o - \frac{l_2}{L} \xi X_a$$

$$= \frac{l_2}{L} \xi \left(M_0 \frac{L}{l_2 \xi} - X_n \right) \dots \dots \dots (363)$$

である、而して(362)式及(363)式の括弧の内の影響線は第692圖の如くなる。

ハ) 徑間長が同一なる場合.

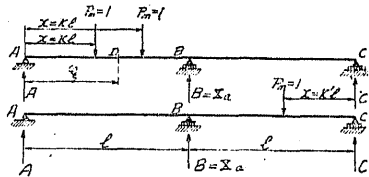
二徑間の連続桁(構)に於て同一徑間長を有するものは最も普通の型式である。

(360)式に於て $n=n'=1$ とする時は

$$\left. \begin{aligned} X_n &= \frac{1}{2}(3k - k^3) \dots \dots \text{AB 徑間に } P_m=1 \text{ のある場合} \\ &= \frac{1}{2}(3k' - k'^3) \dots \dots \text{BC 徑間に } P_m=1 \text{ のある場合} \end{aligned} \right\} \dots (364)$$

である、而して第693圖に於て反力 A の値は

第 6 9 3 圖



(361)式に依り $P_m=1$ が AB 間にある時は

$$A = \frac{2-k}{2} - \frac{1}{4}(3k - k^3) = \frac{4-5k+k^3}{4} \dots \dots (365_a)$$

BC 間にある時は

$$A = \frac{k'}{2} - \frac{1}{4}(3k' - k'^3) = -\frac{1}{4}(k' - k'^3) \dots \dots (365_b)$$

にして其の影響面積は AB 徑間に荷重満載した時は「+」最大にして BC 徑間に荷重満載した時は「-」最大である、乃ち

$$\left. \begin{aligned} + \max. A_A &= \int_0^1 \frac{4-5k+k^3}{4} d(kl) = 0.4375l \\ - \max. A_A &= \int_0^1 \frac{k' - k'^3}{4} d(k'l) = 0.0625l \end{aligned} \right\} \dots \dots (366)$$

となる、又 B の影響面積は AC 間に荷重満載した時「+」最大となり「-」の値を有しない、乃ち

$$+ \max. A_B = 2 \int_0^1 \frac{1}{2}(3k - k^3) d(kl) = 1.25l \dots \dots (367)$$

である。

任意の點 D の剪力 Q は

$$\left. \begin{aligned} P_m=1 \text{ が } AD \text{ 間にある時は } Q &= A - 1 = \frac{4-5k+k^3}{4} - 1 \\ &= -\frac{5k-k^3}{4} \\ P_m=1 \text{ が } DB \text{ 間にある時は } Q &= A = \frac{4-5k+k^3}{4} \\ P_m=1 \text{ が } BC \text{ 間にある時は } Q &= A = -\frac{k' - k'^3}{4} \end{aligned} \right\} \dots \dots (368)$$

にして其の影響面積は DB 間に荷重満載した時「+」最大にして AD 間及 BC 間に荷重満載した時「-」最大となる、而して各面積は

$$\left. \begin{aligned} + \max. A_Q &= \int_{\frac{5}{7}}^0 \frac{4-5k+k^3}{4} d(kl) \\ - \max. A_Q &= \int_0^{\frac{5}{7}} \frac{5k-k^3}{4} d(kl) + \int_0^1 \frac{k' - k'^3}{4} d(k'l) \end{aligned} \right\} \dots \dots (369)$$

である、又任意の點 D の彎曲率 M は

$$\left. \begin{aligned} P_m=1 \text{ が } AD \text{ 間にある時は } M &= A\xi - 1(\xi - kl) \\ &= \frac{1}{4}[k(4l - 5\xi) + k^3\xi] \end{aligned} \right\} \dots \dots (370)$$

$$P_m=1 \text{ が } DB \text{ 間にある時は } M=A\xi = \frac{4-5k+k^3}{4} \xi$$

$$P_m=1 \text{ が } BC \text{ 間にある時は } M=A\xi = -\frac{k'-k'^3}{4} \xi$$

にして其の影響面積は AB 間に荷重満載した時「+」最大となり BC 間に荷重満載した時「-」最大となる、而して各面積は

$$\left. \begin{aligned} +\max. A_M &= \int_0^{\frac{l}{4}} \frac{1}{4} [k(4l-5\xi) + k^3\xi] d(kl) \\ &\quad + \int_{\frac{l}{4}}^l \frac{4-5k+k^3}{4} \xi d(kl) \\ -\max. A_M &= \int_0^{\frac{l}{4}} \frac{k'-k'^3}{4} \xi d(k'l) \end{aligned} \right\} \dots\dots(371)$$

である、今(369)式及(371)式に依り各格點に於ける「±」最大影響面積を求める時は第45表の値となる。

若し死荷重度を q 、活荷重の當量等布荷重度を p とすれば最大彎曲率及最大剪力は

$$+\max. M = (Aq + Bp)l^2$$

$$-\max. M = (Aq + Cp)l^2$$

$$+\max. Q = (Dq + Ep)l$$

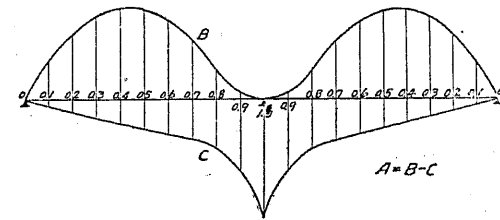
$$-\max. Q = (Dq + Fp)l$$

にて計算することが出来る、尙 B. C. E 及 F の値を圖示する時は第694圖となる。

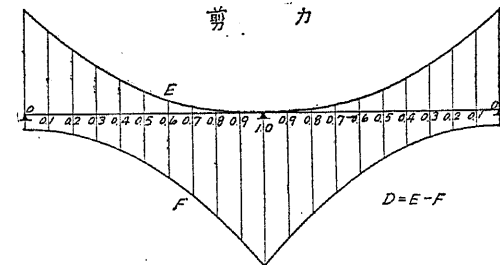
(b) 桁の斷面が各處に於て異なる場合.

實際に於て木桁或は工字鋼の如き輻成桁を使用する特殊の場合を除いては桁の斷面は應力の要求に基き各處に於て異なるものを使用する、斯くの如き桁を計算する際には彈性荷重 $\frac{M_0}{EI}$ の項の内 I は桁の各處に於て變化するを以て分母を保留して取扱ふ事は出来ない、故に

第 6 9 4 圖
彎 曲 率



剪 力



第 4 5 表

k	彎 曲 率			剪 力		
	B	C	A	E	F	D
0.0	0.00000	0.00000	0.0000	+0.4375	-0.0625	+0.375
0.1	+0.03375	-0.00625	+0.0325	+0.3437	-0.0687	+0.275
0.2	+0.06750	-0.01250	+0.0550	+0.2624	-0.0874	+0.175
0.3	+0.08625	-0.01875	+0.0675	+0.1932	-0.1182	+0.075
0.375	+0.09375	-0.02344	+0.0703	+0.1491	-0.1491	0.000
0.4	+0.09500	-0.02500	+0.0700	+0.1359	-0.1609	-0.025
0.5	+0.09375	-0.03125	+0.0625	+0.0898	-0.2148	-0.125
0.6	+0.08250	-0.03750	+0.0450	+0.0544	-0.2794	-0.225
0.7	+0.06125	-0.04375	+0.0175	+0.0287	-0.3537	-0.325
0.75	+0.04688	-0.04688	0.0000	+0.0193	-0.3943	-0.375
0.8	+0.03000	-0.05000	-0.0200	+0.0119	-0.4369	-0.425
0.85	+0.01523	-0.05773	-0.0425	+0.0064	-0.4814	-0.475
0.9	+0.00611	-0.07361	-0.0675	+0.0027	-0.5277	-0.525
0.95	+0.00138	-0.09638	-0.0950	+0.0007	-0.5757	-0.575
1.0	0.00000	-0.12500	-0.1250	0.0000	-0.6250	-0.625

$$\frac{M_a}{EI} = \frac{1}{EI_c} \left(M_a \frac{I_c}{I} \right) \dots \dots \dots (372)$$

上式中 I_c …… 撰ばれたる任意の断面 (例へば支間の中央若しくは支承の直上) の物量力率。

とすれば $\frac{1}{EI_c}$ は定数にして之を弾性荷重外に保留することが出来る、且 $\frac{I_c}{I}$ は同一單位なるを以て一種の係数の如く取扱ふ事が出来る、乃ち M_a を弾性荷重とする代りに断面の變化に伴ふて $\frac{I_c}{I}$ なる係数を M_a に乗じたるものを以て弾性荷重とし第 691 圖と同様に處理すれば宜しい。

第 695 圖乙は M_a の影響線にして丙は I の値である、(372) 式の I_c を I_0 に撰び丁に於て Z_0 の値を

$$M_a \frac{I_c}{I_0} = M_a$$

と採り、且豫め

$$Z_0 : Z_1 : Z_2 = \frac{1}{I_0} : \frac{1}{I_1} : \frac{1}{I_2} \dots \dots \dots (373)$$

なる比に採る時は (372) 式の $M_a \frac{I_c}{I}$ なる弾性荷重の圖は影線を入れたる形となり之に依つて力の多角形(戊)及索多角形(己)を描き δ_{mu} 及 δ_{ma} の値を求める事が出来る、乃ち $\eta_m H = EI_c \delta_{ma}$ なるを以て極距 H を豫め $\frac{EI_c}{n}$ と撰ぶ時は

$$\eta_m H = \eta_m \frac{EI_c}{n} = EI_c \delta_{ma}$$

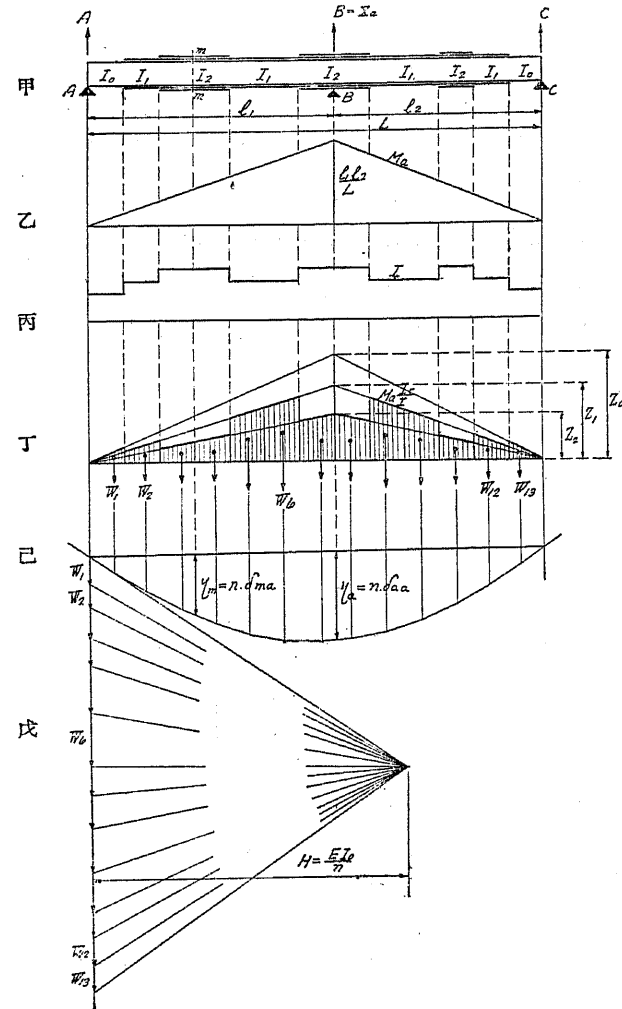
$$\eta_m = n \delta_{ma} \dots \dots \dots (374)$$

上式中 n …… 製圖の都合上任意に撰ばれたる係數。

となる。

而して設計の當初に於ては断面が未定にして其の物量力率も不明なるを

第 6 9 5 圖



以て最初 I を定數と假定して (a) の方法に依り應力を求め断面を決定して然る後更に (b) の方法に依り断面を檢査するのである、若し其の結果断面不充充分なる事を認めたる場合には更に之を更正し (b) の方法を反覆

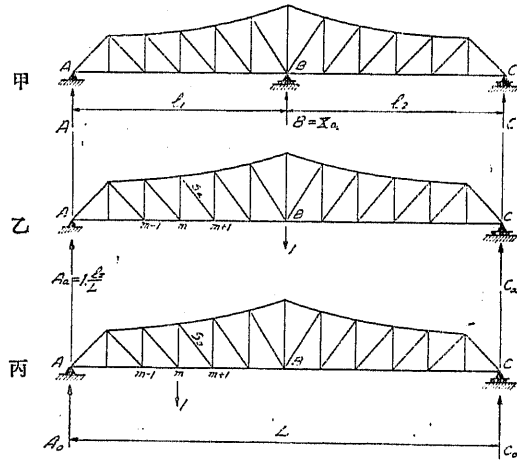
して断面の應力を許容應力以内たらしめるのである、 X_a の値は (356) 式に依り

$$X_a = \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}}$$

である、 X_a を得て反力、剪力及彎曲率の影響線を求める方法は第 692 圖に於けると全然同一である。

§ 128. 二徑間に亘る連續構 Continuous truss on 3 supports.

第 6 9 6 圖



第 696 圖甲に示す連續構に於て § 127 と同様 B 支承の反力 R_b を X_a に撰ぶ時は其の基本系は乙圖以下に示すが如き AC を徑間とする單構となる。

X_a なる不靜定反力は (326) 式に依り

$$X_a = \frac{\sum S_a S_0 \rho + \sum S_a \epsilon l}{\sum S_a^2 \rho} \dots (375_a)$$

にして又 (329) 式に依る時は

$$X_a = \frac{\sum P_m \delta_{ma} + \delta_{at}}{\delta_{aa}} \dots (375_b)$$

の如き撓度の形を以て表される、今温度の變化に因る影響を省略し且

$P_m=1$ のみと假定する時は (375) 式は

$$X_a = \frac{\sum S_a S_0 \rho}{\sum S_a^2 \rho} = \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}} \dots (376)$$

上式中 S_a ……基本系に於て B 點に單一荷重のみが作用した場合の部材應力 (第 697 圖乙).

S_0 ……基本系に於て $P_m=1$ のみが作用した場合の同上部材應力 (第 697 圖丙).

$$\rho = \frac{l}{EA}$$

δ_{ma} ……基本系に於て B 點に單一荷重のみが作用した場合 m 格點の撓度.

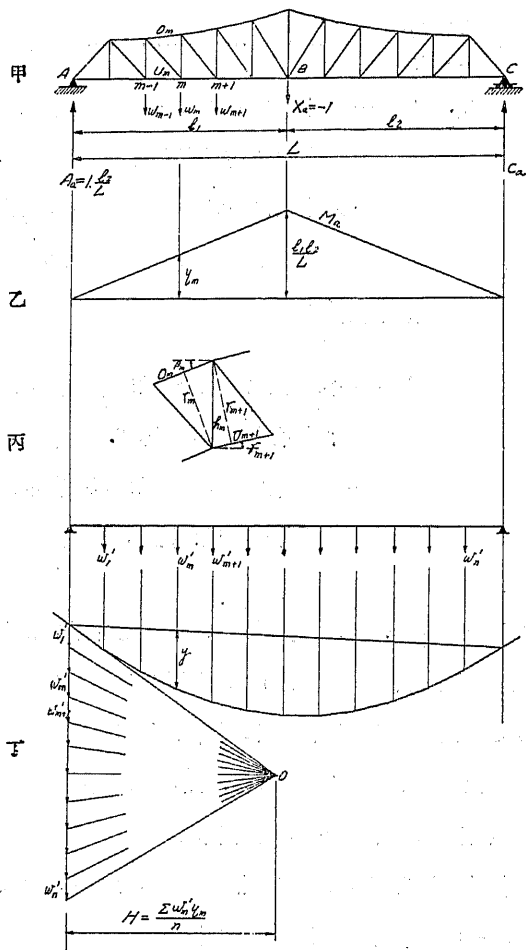
δ_{aa} ……基本系に於て B 點に單一荷重のみが作用した場合 B 點の撓度.

となる。

實際問題としては S_0 の値は各格點に單一荷重を作用せしめる毎に凡て異なる値となるを以て計算に依るにしても圖式に依るにしても甚だ煩雜なる手数を要する、故に多くの場合設計の當初に於ては腹材の影響を省略し且弦材の斷面積は一定であると假定する、然る時は ρ の値は分子にあるを以て EA を兩方より消去する事が出来る。

以上の如き簡約方法を用ひても尙且相當の手数を要するを以て斯る場合ウキリオト・モールの變形圖を用ひ δ_{ma} を圖式的に求める方法が最も便利である、乃ち $X_a = -1$ のみ作用した場合の各部材の應力 S_a を計算し且其の變形量 $\Delta l = \frac{S_a l}{EA}$ を計算する場合全部材の斷面積を一定 ($EA=1$) と假定する、斯くして得たる Δl を用ひてウキリオト・モールの變形圖を描き各格點の垂直撓度 δ_{ma} 及 δ_{aa} を求め其等の比に依つて各格點の X_a の影響線の近似値を得る方法である。

第 6 9 7 圖



又 § 124 の弾性荷重を使用して δ_{ma} を計算する場合にも設計の當初に於ては腹材の影響を全然省略し弦材の断面も一定と假定する方が便利である、例へば第 697 圖に於て δ_{ma} の弾性荷重 w_m は (342) 式に依り

$$w_m = \frac{1}{h_m} (-A' o_m + A' u_{m+1})$$

$$= \frac{1}{h_m} (-A o_m \sec \beta_m + A u_{m+1} \sec \gamma_{m+1}) \dots (377)$$

にして O_m 及 U_{m+1} を $X_a = -1$ なる場合の部材應力、 o_m 及 u_{m+1} を其の部材長とすれば $O_m = \frac{\eta_m}{r_m}$, $U_{m+1} = \frac{\eta_m}{r_{m+1}}$ なるを以て

$$w_m = \frac{1}{h_m} \left(\frac{\eta_m}{r_m} \frac{o_m}{EA_m} \sec \beta_m + \frac{\eta_m}{r_{m+1}} \frac{u_{m+1}}{EA_{m+1}} \sec \gamma_{m+1} \right) = \frac{\eta_m}{r_m^2} \frac{o_m}{EA_m} + \frac{\eta_m}{r_{m+1}^2} \frac{u_{m+1}}{EA_{m+1}} \dots (378)$$

上式中…… A_m 及 A_{m+1} は o_m 及 u_{m+1} に相當する部材の斷面積。

となる、 $A_1 = \dots = A_m = A_{m+1} = A_c$ と假定すれば (378) 式は

$$w_m = \frac{1}{EA_c} \eta_m \left(\frac{o_m}{r_m^2} + \frac{u_{m+1}}{r_{m+1}^2} \right) \dots (379)$$

となる、故に各格點に於ける弾性荷重を (379) 式を以て計算し斯る荷重に依る各格點の彎曲率を求める時は δ_{ma} の値が得られる。

尙 δ_{aa} の値は

$$\delta_{aa} = \sum \frac{S_a^2 l}{EA} = \frac{1}{EA_c} \sum S_a^2 l \dots (380)$$

にして S_a の値は

$$\begin{aligned} \text{上弦材に於ては } S_a &= -\frac{\eta_m}{r_m} & S_a^2 &= \frac{\eta_m^2}{r_m^2} \\ \text{下弦材に於ては } S_a &= +\frac{\eta_m}{r_{m+1}} & S_a^2 &= \frac{\eta_m^2}{r_{m+1}^2} \end{aligned}$$

なるを以て (380) 式の δ_{aa} は

$$\delta_{aa} = \frac{1}{EA_c} \sum \eta_m^2 \left(\frac{o_m}{r_m^2} + \frac{u_{m+1}}{r_{m+1}^2} \right) = \sum w_m \eta_m \dots (381)$$

となる、故に (379) の弾性荷重を使用する際 $\frac{1}{EA_c}$ を省略し

$$w_m' = \eta_m \left(\frac{O_m}{r_m^2} + \frac{u_{m+1}}{r_{m+1}^2} \right)$$

なる弾性荷重に依る彎曲率を求め其等の値を

$$\sum w_m' / \eta_m = \sum \eta_m^2 \left(\frac{O_m}{r_m^2} + \frac{u_{m+1}}{r_{m+1}^2} \right) \dots \dots \dots (382)$$

を以て除する時は X_a の影響線の値となる、又圖式的に X_a を求めんとするには w_m' を弾性荷重とし其の極距 H を

$$H = \frac{\sum w_m' \eta_m}{n}$$

上式中 n …… 製圖の都合上任意に撰ばれたる係數。

と採る時は其の索多角形の値 y は

$$\delta_{ma} = \frac{1}{EA_c} \times y \frac{\sum w_m' \eta_m}{n}$$

$$\delta_{aa} = \frac{1}{EA_c} \times \sum w_m' \eta_m$$

なるを以て

$$y = n \times \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}} = n X_a$$

となる。

斯くして得たる X_a に依り部材應力の影響線を求める。

反力 A は (293) 式に依り

$$A = A_0 - A_a X_a$$

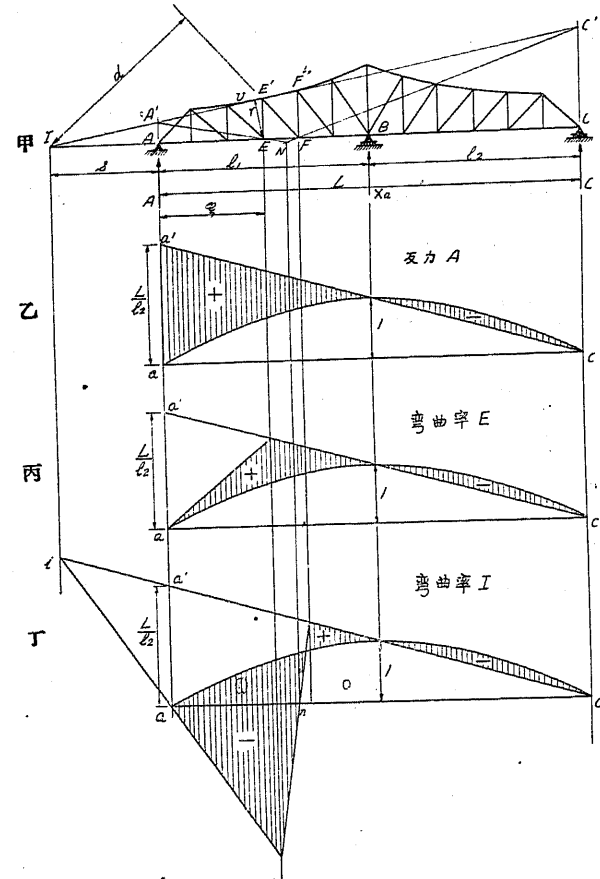
にして A_0 は基本系の實際荷重に因る A 點の反力、 A_a は B 點に單一

荷重 ($X_a = -1$) を載荷した場合の A 點の反力にして $A_a = 1 \cdot \frac{l_2}{L}$ なるを

以て

$$A = A_0 - \frac{l_2}{L} X_a = \frac{l_2}{L} \left(A_0 \frac{L}{l_2} - X_a \right) \dots \dots \dots (383)$$

第 6 9 8 圖



である、第 698 圖乙に於ける線影面積は $A_0 \frac{L}{l_2} - X_a$ の影響面積にして斯る値に係數 $\frac{l_2}{L}$ を乗じて A を求める事が出来る。

次に弦材の應力を求める爲任意の格點 E の彎曲率 M を求む。

$$M = M_0 - M_a X_a$$

$$= M_0 - \frac{l_2}{L} \xi X_a = \frac{l_2 \xi}{L} \left(\frac{L}{l_2 \xi} M_0 - X_a \right) \dots \dots \dots (384)$$

上式中 M_0 ……基本系の實際荷重に因る E の彎曲率

なるを以て第 698 圖丙に於て $aa' = \frac{L}{l_2}$ と採る時は線影面積は $\frac{L}{l_2^2} M_0$ 、
- X_a の影響面積にして M の値は係數 $\frac{l_2^2}{L}$ を乗ずる事に依り、弦材 U
の應力は係數 $\frac{l_2^2}{Lr}$ を乗ずる事に依つて求める事が出来る。

同様にして EF 格間の腹材の應力を求める爲 I 點の彎曲率 M' は

$$M' = M_0' - M_a / X_a$$
$$= M_0' - \frac{l_2^2}{L} X_a = \frac{l_2^2}{L} \left(\frac{L}{l_2^2} M_0' - X_a \right) \dots\dots (385)$$

なるを以て第 698 圖丁に於て $aa' = \frac{L}{l_2}$ と採る時は線影面積は $\frac{L}{l_2^2} M_0' -$
 X_a の影響面積にして M' の値は係數 $\frac{l_2^2}{L}$ を乗ずる事に依り、 E/F の應
力は係數 $\frac{l_2^2}{Ld}$ を乗ずる事に依り求める事が出来る、尙實際製圖をなす上
に於て I 點を求める事が困難なる場合には甲圖に於て E'/F' の延長に依り
 A' 及 C' を求め $A'E$ 及 $C'F$ より N を求め N 點よりの垂直線に依り
丁圖の ac 上に n 點を求める事が出来る。

以上の例題はステンデル構に関するものであつてストレーベン構に關し
ては其の彈性荷重は (341) 式

第 6 9 9 圖

に依り腹材の影響を省略すれば

$$w_m = \frac{-A' O_m}{h_m}$$

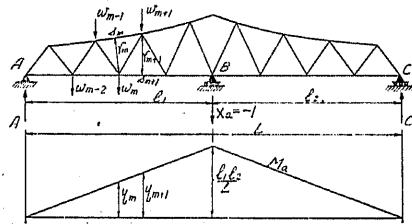
$$w_k = \frac{A' u_k}{h_k}$$

にして前の場合と同様にして

$$w'_m = \eta_m \frac{S_m}{r_m^2} \quad w'_{m+1} = \eta_{m+1} \frac{S_{m+1}}{r_{m+1}^2}$$

とし極距 H は

$$H = \frac{\sum w'_m \eta_m}{n}$$



を使用すれば可い。

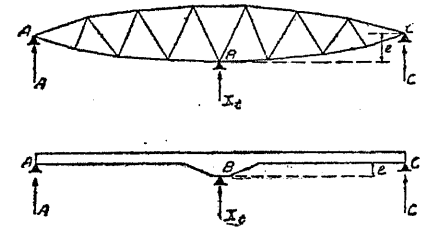
§ 120. 二徑間連續桁(構)に於ける温度變化の影響

温度の變化 t に依つて影響せられる X_a の値を荷重に因る X_a と區別
して X_{at} とすれば

$$X_{at} = \frac{\delta_{at}}{\delta_{aa}} \dots\dots\dots (386)$$
$$= -\frac{\sum S_a \epsilon t l}{\sum S_a^2 \rho} \text{ (構に對して)}$$

にして t の値が全構造物を通じて同一にして且三つの支承が同高なる時
は明かに $\delta_{at} = 0$ 従つて $X_{at} = 0$ である、乃ち部材の應力には影響はな
い、然るに第 700 圖に示すが如く三つの支承が同高にあらざる場合には假
令 t が同一であつても B 點
には

第 7 0 0 圖



$$\delta_{at} = \pm \epsilon t l \dots\dots\dots (387)$$

丈の高さの變化がある譯であ
る、然し乍ら其の影響は荷重
の影響に比較して非常に小な
る故實際に於ては殆ど顧みられない。

又第 698 圖及第 699 圖に示す結構の如く三支承が同高に置かれたる結
構(桁)に於ても盛夏の太陽に晒される上弦材及腹材の温度と床部の下に
殆ど隠蔽される下弦材の温度とは自ら異なる事は想像に難くはない、斯る
場合にはウキリオト。モールの變位圖に依りて各格點の垂直撓度を求め
 $X_{at} = \frac{\delta_{at}}{\delta_{aa}}$ を圖式的に計算する事が出来る、若し計算に依り之を求めんと
するには次の如くにする。

今下弦材の温度變化を t_h とし其の他の部材の温度變化を t_a とすれば

$$\delta_{uu} = \sum S_u \epsilon t s = \epsilon t_u \sum_u S_{us} + \epsilon t_b \sum_b S_{bs} \dots\dots(388)$$

上式中 s ……部材の長.

而して三支承は同高なるを以て水平のみに移動し垂直移動は零なるを以て

$$\sum_u S_{us} + \sum_b S_{bs} = 0 \dots\dots(389)$$

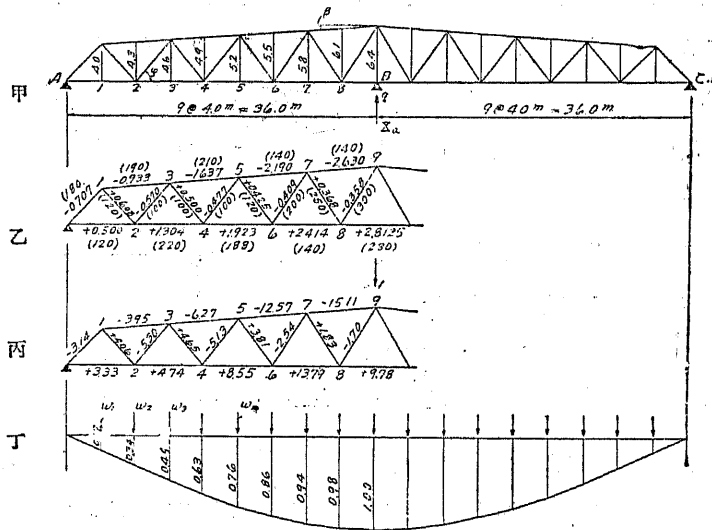
である、(389) 式を (388) 式に挿入して

$$\begin{aligned} \delta_{uu} &= -\epsilon(t_u - t_b) \sum_b S_{bs} \\ X_{\alpha} &= \frac{-\epsilon(t_u - t_b) \sum_b S_{bs}}{\delta_{uu}} \dots\dots(390) \end{aligned}$$

を得る、而して $t_u - t_b$ は凡そ $\pm 15^\circ C$ 乃至 $\pm 10^\circ C$ とする。

例題 27. 第 701 圖の結構に於て X_{α} の影響線を求む。

第 7 0 1 圖



甲圖は部材の長(米)を表すものにして乙圖に於て括弧内の數字は部材の斷面積(平方糎)にして然らざる數字は B 點に $X_{\alpha} = -1$ を作用せしめたる時の部材の應力を示すものである。

(341) 式に依り格點の彈性荷重 w_m (腹材の影響をも考慮す) は

$$w_m = \frac{+A'u_m - A'd_m - A'd_{m+1}}{h_m} \quad (\text{上弦材})$$

$$= \frac{-A'o_m + A'd_m + A'd_{m+1}}{h_m} \quad (\text{下弦材})$$

として $E=1$ として計算する時は

$$A'u_m = Au_m = \frac{U_m}{A_m} \times 2\lambda = \frac{800U_m}{A_m}$$

$$A'o_m = Ao_m \sec \beta_m = \frac{O_m}{A_m} \times 2\lambda \sec^2 \beta_m = \frac{804.5 O_m}{A_m}$$

$$A'd_m = Ad_m \sec \varphi_m = \frac{D_m d_m}{A_m} \sec \varphi_m = \frac{D_m}{A_m} \frac{d_m^2}{\lambda}$$

$$= \frac{D_m(\lambda + h \tan \alpha_m)}{A_m}$$

にして其の値は丙圖に示す、次に格點の彈性荷重及剪力 Q_m 彎曲率 M_w を計算すれば第 46 表の如くなる(但し $\lambda=1.0$ として計算す)。

第 4 6 表

	Q_w	M_w	X_{α}
$100 w_1 = \frac{1}{4.0}(3.33+3.14-4.05)=0.61$	14.04	14.04	0.17
$100 w_2 = \frac{1}{4.3}(3.95+4.05-5.30)=0.63$	13.43	27.47	0.34
$100 w_3 = \frac{1}{4.6}(4.74+5.30-4.65)=1.17$	13.80	40.27	0.49
$100 w_4 = \frac{1}{4.9}(6.27+4.65-5.13)=1.18$	11.63	51.90	0.63
$100 w_5 = \frac{1}{5.2}(8.55+5.13-3.81)=1.90$	10.45	62.35	0.76
$100 w_6 = \frac{1}{5.5}(12.57+3.81-2.54)=2.52$	8.55	70.90	0.86
$100 w_7 = \frac{1}{5.8}(13.57+2.54-1.83)=2.50$	6.03	76.93	0.94
$100 w_8 = \frac{1}{6.1}(15.11+1.82-1.70)=2.50$	3.53	80.46	0.98
$100 w_9 = \frac{1}{6.4}(9.78+1.70+1.70)=2.06$	1.03	81.49	1.00

M_w は格點の撓度を表すべきものなれども以上の計算は $\lambda=1$. 及 $E=1$. とすを以て δ_{ma} を求めんとするには

$$\delta_{ma} = M_w \times \frac{\lambda}{100E}$$

である、次に δ_{aa} を計算するに當り M_w は上弦格點 9 の撓度なるを以て B 點の撓度は更に B 點上垂直材の撓度 dh_0 を加算すべきである、該垂直材の斷面積を 410 cm^2 , $E=2,000 \text{ t/cm}^2$ とすれば

$$\begin{aligned} \delta_{aa} &= M_w \times \frac{\lambda}{100E} + dh_0 = 81.49 \times \frac{400}{100 \times 2,000} + \frac{1 \times 640}{2,000 \times 410} \\ &= 0.1629 + 0.0008 = 0.1637 \text{ cm.} \end{aligned}$$

である、又 X_a の影響線の値は

$$\begin{aligned} X_a &= \frac{\delta_{ma}}{\delta_{aa}} = \frac{M_w \times \frac{\lambda}{100E}}{M_w \times \frac{\lambda}{100E} + dh_0} = \frac{M_w}{M_w + \frac{100E}{\lambda} \times dh_0} \\ &= \frac{M_w}{81.49 + \frac{100}{400} \times \frac{640}{410}} = \frac{M_w}{81.88} \end{aligned}$$

に依つて求め得るのである、多くの場合 dh_0 の影響は非常に小なるを以て省略する。

温度の變化が上下弦材に於て 10° C とすれば (390) 式に依り

$$\begin{aligned} \Sigma_b S_a s &= 800 \Sigma S_a \\ &= 800 [2(0.500 + 1.304 + 1.923 + 2.414) + 2.8125] \\ &= 1,2075.6 \end{aligned}$$

$\epsilon = 0.000012$ とすれば

$$\begin{aligned} X_{21} &= \frac{-0.000012 \times 1,2075.6}{0.1637} (t_o - t_u) = -0.885(t_o - t_u) \\ &= -8.85 t \end{aligned}$$

である、故に AB の中央に於ける X_w に因る撓曲率 M は

$$M = -X_{21} \frac{l}{4} = +8.85 \times 9.0 = 80 \text{ t-m.}$$

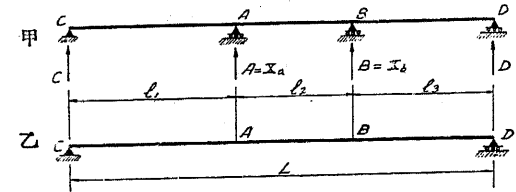
である、乃ち温度の變化が昇騰する場合には上弦材に「+」撓曲率を増加し冷却する場合には「-」撓曲率を増加する結果となる。

§ 130. 三徑間に亘る連続桁 Continuous beam on 4 supports.

第 702 圖甲の CAB

第 7 0 2 圖

D 桁は三徑間に亘る連続桁にして四つの反力の内 A 及 B 支點の反力を不静定反力 X_a 及



X_b とすれば其の基本系は CD なる単桁(乙圖)となる、而して X_a 及 X_b の値は (330) 式に依り

$$\begin{cases} \delta_a + L_a = \Sigma P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} - X_b \delta_{ab} + \delta_{at} \\ \delta_b + L_b = \Sigma P_m \delta_{mb} - X_a \delta_{ba} - X_b \delta_{bb} + \delta_{bt} \end{cases} \dots\dots (391)$$

の聯立方程式を解く事に依つて求める事が出来る、若し支承が不沈なる場合は $\delta + L$ は零にして且温度の變化に伴ふ影響を省略する時は (391) 式は

$$\begin{cases} \Sigma P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} - X_b \delta_{ab} = 0 \\ \Sigma P_m \delta_{mb} - X_a \delta_{ba} - X_b \delta_{bb} = 0 \end{cases} \dots\dots (392_a)$$

或は

$$\begin{cases} \delta_{oa} - X_a \delta_{aa} - X_b \delta_{ab} = 0 \\ \delta_{ob} - X_a \delta_{ba} - X_b \delta_{bb} = 0 \end{cases} \dots\dots (392_b)$$

にして是等の式より

$$X_a = \frac{\delta_{oa} - \delta_{ob} \frac{\delta_{ba}}{\delta_{bb}}}{\delta_{aa} - \delta_{ab} \frac{\delta_{ba}}{\delta_{bb}}} \dots\dots (393)$$

$$X_b = \frac{\delta_{ob} - \delta_{oa} \frac{\delta_{a'b'}}{\delta_{aa'}}}{\delta_{b'b'} - \delta_{ba'} \frac{\delta_{a'b'}}{\delta_{aa'}}$$

を得、而して單一荷重なる時は

$$X_a = \frac{\delta_{ma} - \delta_{mb} \frac{\delta_{ba'}}{\delta_{bb'}}}{\delta_{aa'} - \delta_{ab'} \frac{\delta_{ba'}}{\delta_{bb'}}$$

$$X_b = \frac{\delta_{mb} - \delta_{ma} \frac{\delta_{a'b'}}{\delta_{aa'}}}{\delta_{b'b'} - \delta_{ba'} \frac{\delta_{a'b'}}{\delta_{aa'}}$$

.....(394)

となり、(394) 式に依つて影響線を求めるのである。

(a) 桁全長に亘り同一断面を有する場合。

1) X_a 及 X_b の値。

§ 127. (a) の場合と同様に δ_{ma} 及 δ_{mb} の弾性荷重は各

$$\frac{M_a}{EI} \quad \frac{M_b}{EI}$$

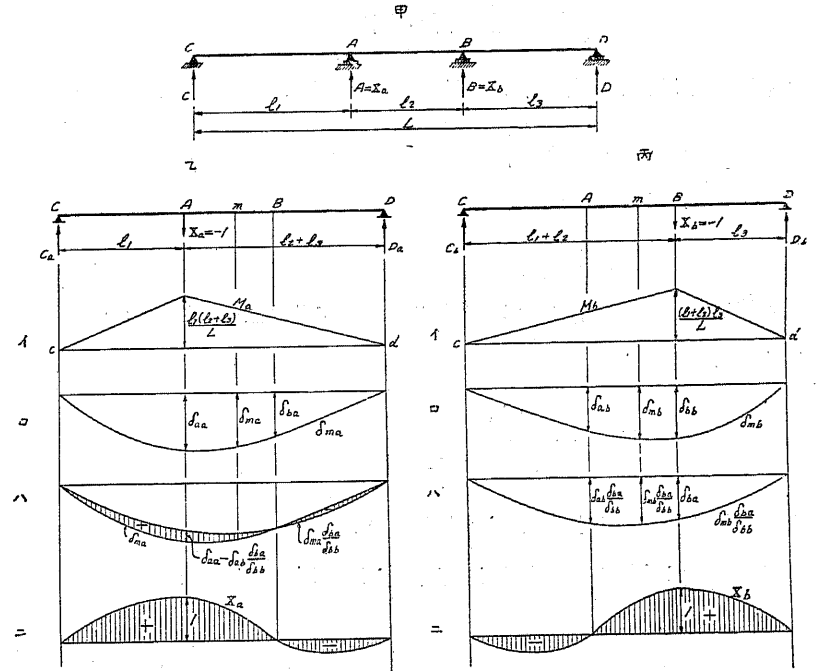
上式中 M_a基本系に於て A 點に單一荷重のみが作用した場合の彎曲率。

M_b基本系に於て B 點に單一荷重のみが作用した場合の彎曲率。

にして同一断面なるを以て EI を保留して M_a 及 M_b とする事が出来る、而して其の結果も § 127 (a) と同様に計算に依つて之を求める事が出来るけれども三徑間共に其の長を異にする様な場合には非常に煩雜となつて實用には適しない、寧ろ圖式的に求めた方が間違ひがない。

第 703 圖「乙イ」及「丙イ」は M_a 及 M_b の影響線にして斯る荷重を弾性荷重として彎曲率を求め δ_{ma} 及 δ_{mb} の値を得る (第 690 圖丁と

第 7 0 3 圖



同様), 而して「乙ロ」及「丙ロ」は斯くの如くにして得たる δ_{ma} 及 δ_{mb} の曲線を表すものである。

扱て次に X_a を計算せんとするには (394) 式に依り先づ此の二つの曲線より $\frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}}$ 或は $\frac{\delta_{a'b'}}{\delta_{bb}}$ (311 式に依り両者は相等し) を計算し「丙ロ」の δ_{mb} に乗する時は

$$\delta_{mb} \frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}} \quad (394 \text{ 式} \text{の分子の次項})$$

$$\delta_{ab} \frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}} \quad (394 \text{ 式} \text{の分母の次項})$$

が得られる (「丙ハ」圖参照), 故に「乙ハ」圖に於て

δ_{ma} 曲線 (「乙」圖)

及 $\delta_{mb} \frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}}$ 曲線 (「丙」圖)

を重ねて描く時は線影面積は (394) 式の分子たる

$$\delta_{ma} - \delta_{mb} \frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}}$$

なる値を示し分母の

$$\delta_{aa} - \delta_{ab} \frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}}$$

なる値は A 點の直下に於て得られる、而して此の二つの値の比を曲線に描く時は

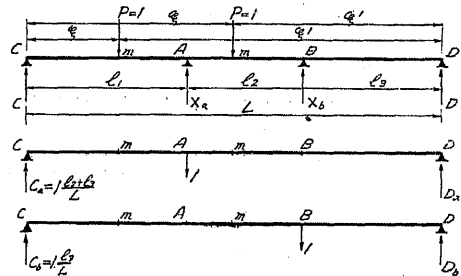
$$X_a = \frac{\delta_{ma} - \delta_{mb} \frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}}}{\delta_{aa} - \delta_{ab} \frac{\delta_{na}}{\delta_{bb}}}$$

なる X_a の値が得られる (「乙」圖参照)。

同様にして X_b の値も求める事が出来る (「丙」圖参照)。

ロ) 影響線.

第 7 0 4 圖



反力 C は (294) 式に依り

$$C = C_0 - C_a X_a - C_b X_b$$

上式中 C_0 ……基本系の實際荷重 ($P=1$) に因る C

點の反力.

C_a ……基本系に於て A 點に單一荷重のみが作用した場合の C 點の反力.

C_b ……基本系に於て B 點に單一荷重のみが作用した場合の C 點の反力.

なるを以て

$$\left. \begin{aligned} C &= C_0 - 1 \frac{l_2 + l_3}{L} X_a - 1 \frac{l_1}{L} X_b \\ &= C_0 - G \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (395)$$

上式中 $G = X_a \frac{l_2 + l_3}{L} + X_b \frac{l_1}{L}$

である。

任意の點 m の剪力 Q は前同様

$$Q = Q_0 - Q_a X_a - Q_b X_b$$

にして m 點が CA 間にある場合には

$$\left. \begin{aligned} Q &= Q_0 - 1 \frac{l_2 + l_3}{L} X_a - 1 \frac{l_1}{L} X_b \\ &= Q_0 - G \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (396)$$

上式中 $G = X_a \frac{l_2 + l_3}{L} + X_b \frac{l_1}{L}$

にして AB 間にある場合には

$$\left. \begin{aligned} Q &= Q_0 - \left(1 \frac{l_2 + l_3}{L} - 1\right) X_a - 1 \frac{l_1}{L} X_b \\ &= Q_0 + 1 \frac{l_1}{L} X_a - 1 \frac{l_3}{L} X_b \\ &= Q_0 - H \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (397)$$

上式中 $H = -X_a \frac{l_1}{L} + X_b \frac{l_3}{L}$

である。

任意の點 m の彎曲率 M も同様に

$$M = M_0 - M_a X_a - M_b X_b$$

にして m 點が CA 間にある場合には

$$\left. \begin{aligned} M &= M_0 - 1 \frac{l_2 + l_3}{L} \xi X_a - 1 \frac{l_3}{L} \xi X_b \\ &= M_0 - \left(1 \frac{l_2 + l_3}{L} X_a + 1 \frac{l_3}{L} X_b \right) \xi \\ &= M_0 - G \xi \end{aligned} \right\} \dots\dots(398)$$

にして AB 間にある場合には

$$\left. \begin{aligned} M &= M_0 - 1 \frac{l_1}{L} \xi' X_a - 1 \frac{l_3}{L} \xi X_b \\ &= M_0 - J \end{aligned} \right\} \dots\dots(399)$$

上式中 $J = X_a \frac{l_1}{L} \xi' + X_b \frac{l_3}{L} \xi$

である、而して影響線を描く場合には豫め

$$\left. \begin{aligned} G &= X_a \frac{l_2 + l_3}{L} + X_b \frac{l_3}{L} \\ H &= -X_a \frac{l_1}{L} + X_b \frac{l_3}{L} \\ J &= X_a \frac{l_1}{L} \xi' + X_b \frac{l_3}{L} \xi \end{aligned} \right\} \dots\dots(400)$$

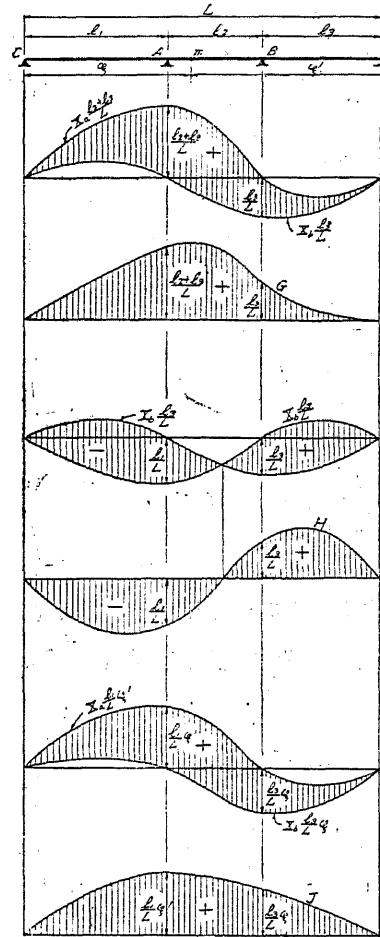
を求め置く方が便利である (第 705 圖参照)。

斯くして C_0, Q_0 及 M_0 は基本系 CD 單桁の反力、剪力及彎曲率にして其の影響線は既に第壹卷に於て述べたものである、(395) 式乃至 (400) 式に依り反力 C 、剪力 Q 及彎曲率 M の影響線を求める時は第 706 圖の如くなる。

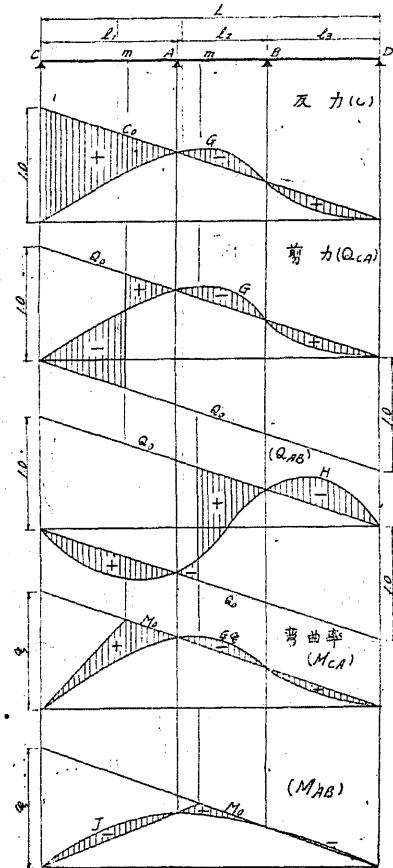
ハ) 徑間長が等しき場合。

實際に於ては外觀等の關係より三徑間共長を異にする場合は殆ど無く三

第 7 0 5 圖



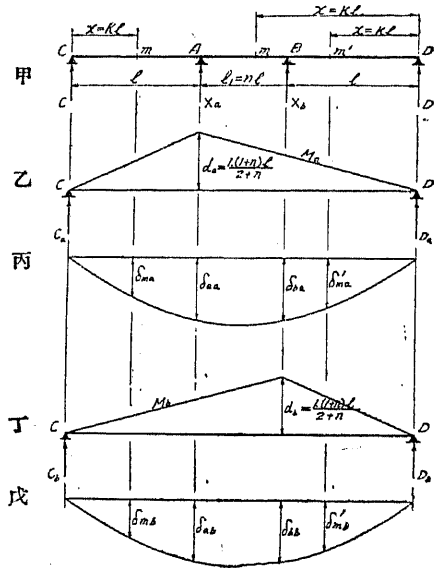
第 7 0 6 圖



徑間共相等しきか或は中央徑間のみ異なる長にして左右徑間は相等しき長を保たしむるのである、斯る場合 X_a の値は前述の如く圖式的に求める外代數的にも割合に簡単に求める事が出来る。

第 707 圖甲は左右徑間長が等しく l にして中央徑間長のみ $l_1 = nl$ と

第 7 0 7 圖



する、断面が桁全長を通じて同一と假定するを以て其の弾性荷重は M_a とする (乙圖参照)、斯る荷重に依つて基本系の彎曲率を計算し δ_{ma} 及 δ_{mb} を求める。

$$C_a = D_b = \frac{d_a l}{6} (2n + 3)$$

$$D_a = C_b = \frac{d_a l}{2} (2 + n) - C_a = \frac{d_a l}{6} (3 + n)$$

$$\delta_{ma} = C_a x - \frac{d_a}{l} x \times \frac{x}{2} \times \frac{x}{3} = \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(2n+3)k - k^3]$$

$$\delta_{aa} = [\delta_{ma}]_{k=1} = \frac{(1+n)^2}{2+n} \times \frac{l^3}{6}$$

$$\delta'_{ma} = D_a x - \frac{d_a x}{(1+n)l} \times \frac{x}{2} \times \frac{x}{3} = \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(3+n)k - \frac{k^3}{1+n}]$$

$$\delta_{ba} = [\delta'_{ma}]_{k=1} = \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(3+n) - \frac{1}{1+n}]$$

CA 径間の格點は C 點より距離を計り AB 及 BD 径間の格點は D 點より距離を計るものとする、尙 δ_{mb} に對する値 (丁及戊圖) は δ_{ma} の左右を轉倒して考慮すればよい、乃ち (394) 式の X_a の分母は

$$\begin{aligned} \delta_{aa} - \delta_{ab} \frac{\delta_{ba}}{\delta_{bb}} &= \frac{(1+n)^2}{2+n} \times \frac{l^3}{6} \frac{\left[\frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} \left(3+n - \frac{1}{1+n} \right) \right]^2}{\frac{(1+n)^2}{2+n} \times \frac{l^3}{6}} \\ &= n^2 (4 + 8n + 3n^2) \end{aligned}$$

にして分子は

径間 CA に於ては

$$\begin{aligned} \delta_{ma} - \delta_{mb} \frac{\delta_{ba}}{\delta_{bb}} &= \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(2n+3)k - k^3] - \frac{1+n}{2+n} \\ &\times \frac{l^3}{6} [(3+n)k - \frac{k^3}{1+n}] \times \frac{\frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} \left[(3+n) - \frac{1}{1+n} \right]}{\frac{(1+n)^2}{2+n} \times \frac{l^3}{6}} \\ &= 2(1+n)^2 [(2n+3)k - k^3] - [(3+4n+n^2)k - k^3] (2+4n+n^2) \end{aligned}$$

径間 BD に於ては

$$\begin{aligned} \delta_{ma} - \delta_{mb} \frac{\delta_{ba}}{\delta_{bb}} &= \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(3+n)k - \frac{k^3}{1+n}] - \frac{1+n}{2+n} \\ &\times \frac{l^3}{6} [k(2n+3) - k^3] \times \frac{\frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} \left[(3+n) - \frac{1}{1+n} \right]}{\frac{(1+n)^2}{2+n} \times \frac{l^3}{6}} \\ &= 2(1+n)^2 [(3+4n+n^2)k - k^3] - (n+1) [k(2n+3) - k^3] (2+4n+n^2) \end{aligned}$$

径間 AB に於ては

$$\begin{aligned} \delta_{ma} &= \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(3+n)k - \frac{k^3}{1+n}] \\ \delta_{mb} &= \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(3+n)(2+n-k) - \frac{(2+n-k)^3}{1+n}] \\ \delta_{ab} &= \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} [(3+n) - \frac{1}{1+n}] \end{aligned}$$

$$\delta_{bb} = \frac{(1+n)^2}{2+n} \times \frac{l^3}{3}$$

$$\delta_{ma} - \delta_{mb} \frac{\delta_{ma}}{\delta_{bb}} = \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} \left[(3+n)l - \frac{l^3}{1+n} \right] - \frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} \times$$

$$\left[(3+n)(2+n-l) - \frac{(2+n-l)^3}{1+n} \right] \times \frac{\frac{1+n}{2+n} \times \frac{l^3}{6} \left[(3+n) - \frac{1}{1+n} \right]}{\frac{(1+n)^2}{2+n} \times \frac{l^3}{3}}$$

$$= 2(1+n)^2 [(3+4n+n^2)l - l^3] - (2+n-l)(2+4n+n^2) \times [(3+n)(1+n) - (2+n-l)^2]$$

となる、従つて X_a の値は

径間 CA に於ては

$$X_a = \frac{2(1+n)^2 [(2n+3)l - l^3] - [(3+4n+n^2)l - l^3](2+4n+n^2)}{n^2(4+8n+3n^2)} \dots (401_a)$$

径間 AB に於ては

$$X_a = \frac{2(1+n)^2 [(3+4n+n^2)l - l^3] - (2+n-l)(2+4n+n^2) \times [(3+n)(1+n) - (2+n-l)^2]}{n^2(4+8n+3n^2)} \dots (401_b)$$

径間 BD に於ては

$$X_a = \frac{2(1+n)^2 [(3+4n+n^2)l - l^3] - (n+1)[(3+4n+n^2)l - l^3](2+4n+n^2)}{n^2(4+8n+3n^2)} \dots (401_c)$$

となる、尚 X_b は X_a の値を左右逆にしたものである。

三径間長が相等しき場合には (401) 式に於て $n=1$ なる故

$$\text{径間 CA に於ては } X_a = \frac{(8-3l^3)}{5} \dots (402_a)$$

$$\text{径間 AB に於ては } = \frac{7-23k+21l^2-5l^3}{5} \dots (402_b)$$

$$\text{径間 BD に於ては } = \frac{2l(1-l^2)}{5} \dots (402_c)$$

である。

斯くして得たる X_a 及 X_b に依り反力 C 、任意の格點の剪力 Q 及彎曲率 M は (395) 式乃至 (399) 式に依り計算する (第 705 圖及第 706 圖参照)、尚二径間連続桁の場合と同様各格點に於ける「±」最大影響面積を求める時は第 47 表の値となる、乃ち

$$+ \max. M = (Aq + Bp)l^2$$

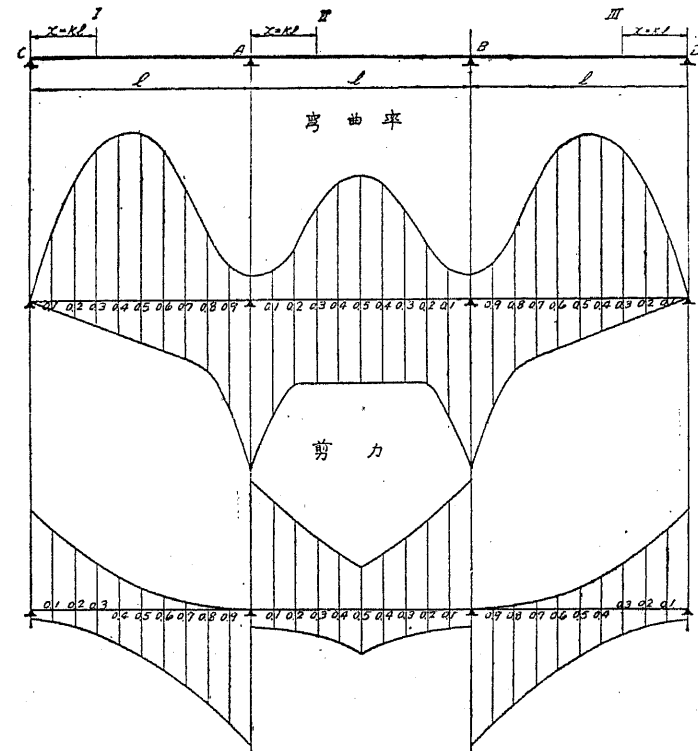
$$- \max. M = (Aq + Cp)l^2$$

$$+ \max. Q = (Dq + Ep)l$$

$$- \max. Q = (Dq + Fp)l$$

上式中 q ……死荷重度. p ……活荷重度.

第 7 0 8 圖



にして B, C, E 及 F の値を圖示する時は第 708 圖となる。

第 4 7 表

徑 間	lc	彎 曲 率			剪 力		
		B	C	A	E	F	D
I 及 III	0.0	0.000	0.000	0.000	+0.4500	-0.0500	+0.4
	0.1	+0.040	-0.005	+0.035	+0.3560	-0.0563	+0.3
	0.2	+0.070	-0.010	+0.060	+0.2752	-0.0752	+0.2
	0.3	+0.090	-0.015	+0.075	+0.2065	-0.1065	+0.1
	0.4	+0.100	-0.020	+0.080	+0.1496	-0.1496	0.0
	0.5	+0.100	-0.025	+0.075	+0.1042	-0.2042	-0.1
	0.6	+0.090	-0.030	+0.060	+0.0694	-0.2694	-0.2
	0.7	+0.070	-0.035	+0.035	+0.0443	-0.3443	-0.3
	0.7895	+0.04362	-0.03948	+0.00414	.	.	.
	0.8	+0.04022	-0.04022	0.000	+0.0280	-0.4280	-0.4
II	0.85	+0.02773	-0.04898	-0.02125	.	.	.
	0.9	+0.02042	-0.06542	-0.04500	+0.0193	-0.5191	-0.5
	0.95	+0.01706	-0.08831	-0.07125	.	.	.
	1.0	+0.01667	-0.11667	-0.10000	+0.0167	-0.6167	-0.6
	0.0	+0.01667	-0.11667	-0.10000	+0.5833	-0.0833	+0.5
	0.05	+0.01408	-0.09033	-0.07625	.	.	.
	0.10	+0.01514	-0.07014	-0.05500	+0.4870	-0.0870	+0.4
	0.15	+0.02053	-0.05678	-0.03625	.	.	.
	0.20	+0.030	-0.050	-0.020	+0.3991	-0.0991	+0.3
	0.2764	+0.050	-0.050	0.000	.	.	.
0.3	+0.055	-0.050	+0.005	+0.3210	-0.1210	+0.2	
0.4	+0.070	-0.050	+0.020	+0.2537	-0.1537	+0.1	
0.5	+0.075	-0.050	+0.025	+0.1979	-0.1979	0.0	

(b) 桁の断面が各處に於て異なる場合。

實際に於ては桁の断面が全長同一ならず必要に應じ各處に於て變化するものが多い、如斯連續桁は當初設計に於て断面が全長同一なるものとして應力を計算し断面を大體決定し然る後更めて檢算するのである、而して其の檢算の方法も之を代數的に求める事は非常に煩雜なる結果となり實際には不適當である、故に之を圖式的に求める方が便利である。

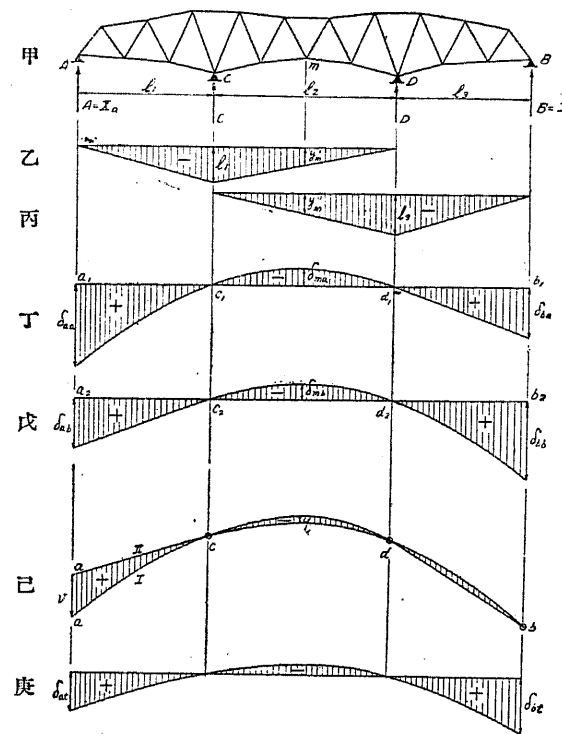
乃ち第 703 圖に於て彈性荷重を M_a 及 M_b と採る更りに

$$M_a \frac{I_c}{I} \quad \text{及} \quad M_b \frac{I_c}{I} \dots\dots\dots(408)$$

と採る事は第 695 圖の二徑間の連續桁の場合と同様である、而して其の他は第 703 圖の方法と何等異なる處がない。

§ 131. 三徑間に亘る連續構 Continuous truss on 4 Supports.

第 7 0 9 圖



第 709 圖甲は三徑間に亘る連續構にして四つの反力の内 C 及 D を二不靜定反力に撰定する時は其の解法は § 130 の連續桁の場合と類似のものである、今假りに A 及 B を不靜定反力に撰定する時は C 及 D に於て支え

られ両端に突脰を有する單構が其の基本系となる、而して其の解法の根本式は § 130 と同様に (394) 式

$$X_a = \frac{\delta_{ma} - \delta_{mb} \frac{\delta_{ba}}{\delta_{bb}}}{\delta_{aa} - \delta_{ab} \frac{\delta_{ba}}{\delta_{bb}}}$$

$$X_b = \frac{\delta_{mb} - \delta_{ma} \frac{\delta_{ab}}{\delta_{aa}}}{\delta_{bb} - \delta_{ba} \frac{\delta_{ab}}{\delta_{aa}}}$$

である。

乙圖は基本系に $X_a = -1$ のみ作用せしめた場合の彎曲率圖にして若し腹材の影響を省略する時は其の彈性荷重 w_m 或は w_m' は § 128 の場合と同様にして若し弦材の斷面積 A_m が定數なる場合には

$$w_m = -\frac{1}{EA_m} y_m' \frac{s_m}{r_m^2}$$

$$w_m' = -y_m' \frac{s_m}{r_m^2}$$

である、又 A_m が各弦材に於て異なる場合には或る特定の弦材の斷面積 A_c を撰定して

$$w_m = -\frac{1}{EA_m} y_m' \frac{s_m}{r_m^2} = -\frac{1}{EA_c} \left[-y_m' \frac{s_m}{r_m^2} \frac{A_c}{A_m} \right]$$

$$w_m' = -y_m' \frac{s_m}{r_m^2} \frac{A_c}{A_m}$$

とする、斯る荷重に依り撓度を求める時は丁圖となり δ_{aa} , δ_{ma} 及 δ_{ba} を求める事が出来る、[圖式的には乙圖を荷重とする AB (徑間長 $\cdot l_1 + l_2 + l_3$) 單桁の撓度曲線を求め c_1 及 d_1 點を結ぶ直線 $a_1 c_1 b_1 d_1$ を引く時は影線面積圖は求むる撓度曲線圖となる]。

同様にして丙圖は $X_b = -1$ のみを作用せしめた場合の彎曲率圖にして更に

$$w_m'' = -y_m'' \frac{s_m}{r_m^2} \quad (\text{弦材斷面積が定數なる場合})$$

$$w_m'' = -y_m'' \frac{s_m}{r_m^2} \frac{A_c}{A_m} \quad (\text{弦材斷面積が各異なる場合})$$

なる彈性荷重に依り δ_{ab} , δ_{mb} 及 δ_{bb} を求める事が出来る (戊圖), 故に X_a 及 X_b の分母は定數にして直ちに計算され分子は各格點に於て δ_{ma} 及 δ_{mb} を計つて計算する事が出来る。

以上の結果を圖式的に求めんとするには己圖に於て最初 w_m'' を彈性荷重とし任意の極距を以て δ_{mb} 曲線を描き (II), 更に w_m' を彈性荷重とし c, d 及 b_1 なる三點を通過する索多角形を描く (I), 然る時は兩者間の影線面積は X_a の影響面積であつて aa は「1」となるべき長さなるを以て X_a の値は

$$X_a = \frac{\eta}{v}$$

を以て表されるのである。

次に兩弦材に於て溫度の變化が同一ならず一方の弦材が他方の弦材に比して Δt° 丈強く熱せられた場合の δ_{a1} 及 δ_{b1} は彈性荷重 w_1 を

$$w_1 = \frac{s \Delta t}{r} \dots \dots \dots (404)$$

上式中 $s \dots \dots \Delta t^\circ$ 丈熱せられた弦材の長。

として索多角形 (庚圖) を描く事に依り求められ之に因る不靜定反力 A_1 及 B_1 は

$$\left. \begin{aligned} A_1 \delta_{a1} + B_1 \delta_{a1}' &= \epsilon \delta_{a1} H \\ A_1 \delta_{b1} + B_1 \delta_{b1}' &= \epsilon \delta_{b1} H \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (405)$$

上式中 $\epsilon \dots \dots$ 弦材の溫度變化に對する伸縮係數。

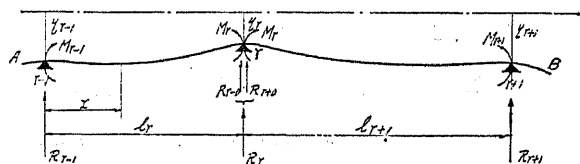
$H \dots \dots$ 庚圖の索多角形の極距。

なる聯立方程式を解く事に依つて求める事が出来る。

§ 132. 三つ以上の徑間に亘る連続桁 (構) Continuous beam (truss) on many supports.

三つ以上の徑間に亘る連続桁は橋梁の型式として採用せられる事は殆ど無い、而して計算に於ても三つ以上の不静定量を有する場合に於ては其の不静定量を支承の反力に採るよりも支承上の彎曲率に採り三反偶力の定理 Theorem of three moments. を應用した方が遙かに簡便である。

第 7 1 0 圖



第 710 圖の AB 桁は數多の支承にて支えられる連続桁にして、 $r-1$, $r+1$ 支承は該連続桁の任意の連続せる三支承であるとする、然る時は三反偶力の定理に依り桁の斷面が同一なる場合には

$$l_r M_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1})M_r + l_{r+1}M_{r+1} = -6EI \left(\frac{\eta_r - \eta_{r-1}}{l_r} - \frac{\eta_{r+1} - \eta_r}{l_{r+1}} \right)$$

$$\frac{6}{l_r} \int_0^{l_r} M'_r x dx - \frac{6}{l_{r+1}} \int_0^{l_{r+1}} M'_{r+1} (l_{r+1} - x) dx \dots (406_a)$$

上式中 M'_r 及 M'_{r+1} は l_r 徑間及 l_{r+1} 徑間を單桁とした場合の彎曲率。

にして支承が同高なる場合は

$$l_r M_{r-1} + 2(l_r + l_{r+1})M_r + l_{r+1}M_{r+1} = -\frac{6}{l_r} \int_0^{l_r} M'_r x dx$$

$$-\frac{6}{l_{r+1}} \int_0^{l_{r+1}} M'_{r+1} (l_{r+1} - x) dx \dots (406_b)$$

となる、而して反力 R_{r-1} , R_r 及 R_{r+1} は

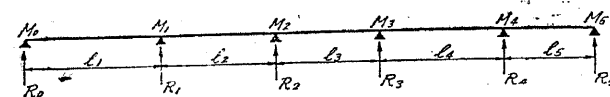
$$\left. \begin{aligned} R_{r-1} &= R'_{r-1} - \frac{M_{r-1} - M_r}{l_r} \\ R_{r-0} &= R'_{r-0} + \frac{M_{r-1} - M_r}{l_r} \\ R_{r+0} &= R'_{r+0} - \frac{M_r - M_{r+1}}{l_{r+1}} \\ R_{r+1} &= R'_{r+1} + \frac{M_r - M_{r+1}}{l_{r+1}} \end{aligned} \right\} \dots (407)$$

$$R_r = R_{r-0} + R_{r+0}$$

上式中 $\dots R'_{r-1}$, R'_{r-0} , R'_{r+0} 及 R'_{r+1} は徑間 l_r 及 徑間 l_{r+1} を單桁とした場合の反力。

である。

第 7 1 1 圖



第 711 圖は五徑間連続桁にして兩端の彎曲率 $M_0=0$ 及 $M_5=0$ なるを以て (406_b) 式に依り

$$2(l_1 + l_2)M_1 + l_2M_2 = -\frac{6}{l_1} \int_0^{l_1} M'_1 x dx - \frac{6}{l_2} \int_0^{l_2} M'_2 (l_2 - x) dx$$

$$l_2M_1 + 2(l_2 + l_3)M_2 + l_3M_3 = -\frac{6}{l_2} \int_0^{l_2} M'_2 x dx - \frac{6}{l_3} \int_0^{l_3} M'_3 (l_3 - x) dx$$

$$l_3M_2 + 2(l_3 + l_4)M_3 + l_4M_4 = -\frac{6}{l_3} \int_0^{l_3} M'_3 x dx - \frac{6}{l_4} \int_0^{l_4} M'_4 (l_4 - x) dx$$

$$l_4M_3 + 2(l_4 + l_5)M_4 = -\frac{6}{l_4} \int_0^{l_4} M'_4 x dx - \frac{6}{l_5} \int_0^{l_5} M'_5 (l_5 - x) dx$$

なる四つの式が得られ四つの未知なる支點彎曲率を求めるに充分である、又六つの反力は

$$R_0 = R'_0 + \frac{M_1}{l_1}$$

$$R_1 = R'_{1-0} + R'_{1+0} - \frac{M_1}{l_1} - \frac{M_1 - M_2}{l_2}$$

$$R_2 = R'_{2-0} + R'_{2+0} + \frac{M_1 - M_2}{l_2} - \frac{M_2 - M_3}{l_3}$$

$$R_3 = R'_{3-0} + R'_{3+0} + \frac{M_2 - M_3}{l_3} - \frac{M_3 - M_4}{l_4}$$

$$R_4 = R'_{4-0} + R'_{4+0} + \frac{M_3 - M_4}{l_4} - \frac{M_4}{l_5}$$

$$R_5 = R'_5 + \frac{M_4}{l_5}$$

の如くにして求められるのである。

第 2 節 控架桁(構) Cantilever beam (truss)

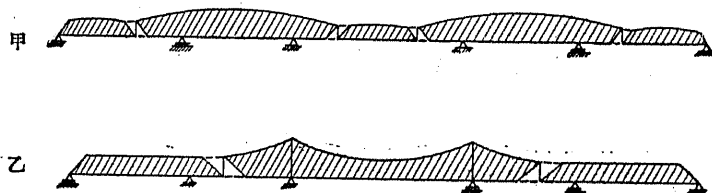
§ 133. 緒言.

控架橋は一種の連続橋にして其の發達に就いては曩に § 1 (第 1 卷) に於て叙述した通りである、一般に連続橋の支承の數 n と不静定反力の數 r との関係は

$$r = n - 2 \dots \dots \dots (408)$$

にして若し其の桁の途中に r 數丈の鉸 Hinge を挿入する事に依り其の構造物を直ちに外的に静力学決定構造物とする事が出来る。

第 7 1 2 圖



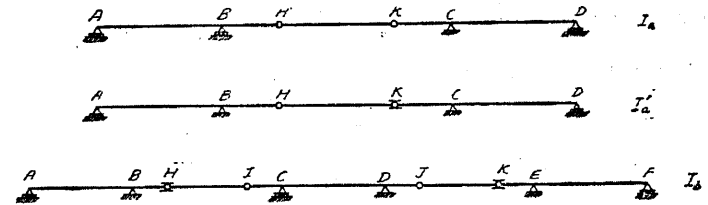
例へば第 712 圖に於ける甲乙は共に五徑間より成る控架橋にして甲圖は途中に於て四つの鉸を有するを以て (408) 式に依り外的静力学決定構造

物であるけれども乙圖は途中に於て二つしか鉸を有せざるを以て二つの不静定反力を有する外的静力学不決定構造物である。

今日所謂ゲルバー桁(構) Gerberische Träger と稱して施工せられる控架橋は主として静力学決定構造物にして大別して次の二種とする事が出来る。

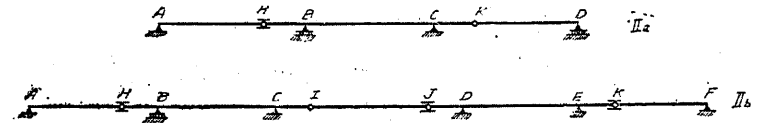
I) 鉸を中央徑間に設けたるもの。

第 7 1 3 圖



II) 鉸を側徑間に設けたるもの。

第 7 1 4 圖



第 713 圖及第 714 圖に於て \circ は鉸を表すものである、我々の取扱ふ荷重は凡て垂直荷重なるが故に桁の水平移動は主として温度の變化に因る伸縮のみである、故に I_a に示すが如く C 支承を固定する時は温度の變化に因る影響より免かれんとする爲には他の支承は凡て可動支承(輾子を設く)となし D 端に於ては CD 長の、 A 端に於ては AC 長の温度の變化に因る伸縮に對して充分なる餘裕が必要である、而して AC 長が相當に長い場合には A 端に於ける伸縮餘裕は相當大となり設計細目に於て可なり面倒な構造としなければならない、之が爲鉸の構造を温度の變化に因る桁の伸縮を殺し得る様な構造(輾子等を用ふ)となし支承の構造をも I_a の如き

配置とする事がある (\$\odot\$ は鉸の箇處に輻子を設け桁の伸縮を自由たらしめたるものを示す), 乃ち

AB 部分の伸縮は A 點に於て

BC 部分の伸縮は K 點に於て

CD 部分の伸縮は D 點に於て

處理せられるのである。

控架橋は外觀上左右對照とする爲徑間數は寄數とする場合が多い, 而して各部分の名稱は次の如くである。

I_a 型に於て

AB 及 CD 碇徑間 Anchor span.

BH 及 KC 突 肱 Cantilever arm.

HK 吊 徑間 Suspended span.

II_a 型に於て

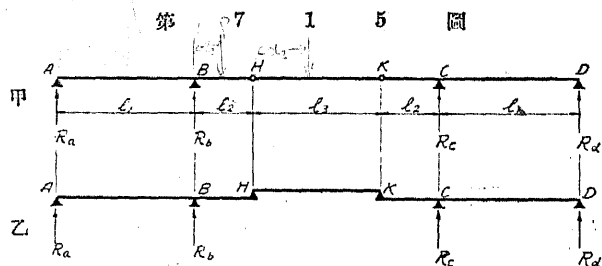
AH 及 KD 短徑間 Short span.

HB 及 CK 突 肱 Cantilever arm.

BC 中央徑間 Centre span.

§ 134. 應力計算.

(a) 型式 I.



第 715 圖甲に示す控架橋の應力は同圖乙に示すが如く ABH 及 DCK

の如き突肱を有する單桁の端に HK なる單桁が載せられてあるものと見れば可い。

イ) 反力.

第 716 圖に於て荷重 P が AB 徑間上にある場合には AB 單桁の場合と同一にして

$$\left. \begin{aligned} R_a &= \frac{P(l_1 - x_1)}{l_1} \\ R_b &= \frac{Px_1}{l_1} \\ R_c &= 0 \\ R_d &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (409a)$$

である。

荷重 P が突肱 BH 上にある場合には

$$\left. \begin{aligned} R_a &= -\frac{Px_2}{l_1} \\ R_b &= P\left(1 + \frac{x_2}{l_1}\right) \\ R_c &= 0 \\ R_d &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \rightarrow P - \left(-\frac{Px_2}{l_1}\right) \\ \dots\dots\dots (409b) \end{array}$$

である。

荷重 P が HK 吊徑間上にある場合には AH 及 KD に對しては P が HK 單桁の反力の比に分配せられて H 及 K 點に作用する結果となる (第 716 圖乙参照)。

$$\left. \begin{aligned} R_a &= -\frac{P(l_3 - x_3)}{l_3} \frac{l_2}{l_1} \\ R_c &= \frac{P(l_3 - x_3)}{l_3} \frac{(l_1 + l_2)}{l_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (409c)$$

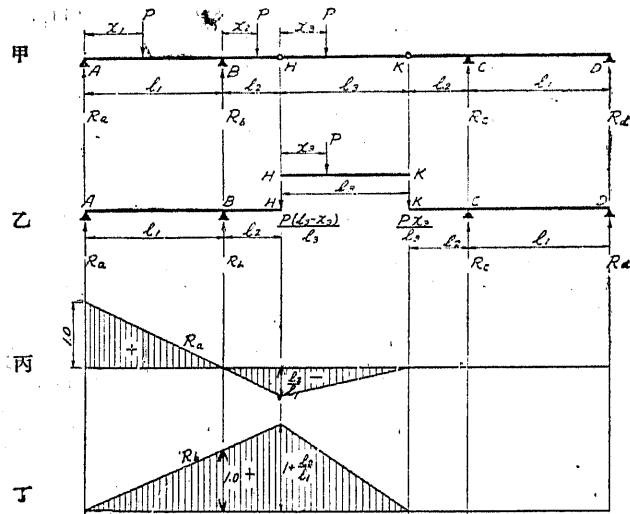
$$R_c = \frac{Px_3}{l_3} \frac{(l_1 + l_2)}{l_1}$$

$$R_d = -\frac{Px_3}{l_3} \frac{l_2}{l_1}$$

荷重 P が KD 上にある場合には R_a 及 R_b に全然影響がない。

以上の結果に依り反力の影響線を求める時は第 716 圖の丙以下の如くなる。

第 7 1 6 圖



ロ) 彎曲率.

第 717 圖に於て碇徑間 AB の任意の點 m' の彎曲率 $M_{m'}$ は

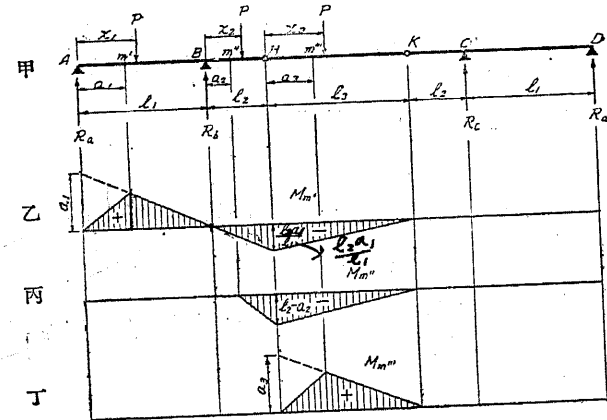
荷重 P が AB 徑間上にある場合には單桁の場合と同一である。

荷重 P が BH 突脰上にある場合には

$$M_{m'} = R_a \times a_1 = -\frac{Pa_1}{l_1} x_2 \dots \dots \dots (410_a)$$

である。

第 7 1 7 圖



荷重 P が HK 吊徑間上にある場合には AB 碇徑間に對する影響は反力を求めた場合と同様に H 點に

$$\frac{P(l_3 - x_3)}{l_3}$$

なる荷重が作用したものと同一である, 乃ち

$$M_{m'} = R_a \times a_1 = -\frac{P(l_3 - x_3)}{l_3} \frac{l_2}{l_1} a_1 \dots \dots \dots (410_b)$$

である。

荷重 P が KD 上にある場合には $M_{m'} = 0$

である。

突脰 BH 上の任意の點 m'' の彎曲率 $M_{m''}$ は

荷重 P が碇徑間 AB 及突脰 BH の m'' 點より左 Bm'' 間にある場合には

$$M_{m''} = 0$$

荷重 P が突脰 BH の m'' 點より右にある場合には

$$M_{m''} = -P(x_2 - a_2) \dots \dots \dots (411_a)$$

である。

荷重 P が吊径間 HK 上にある場合には

$$M_{m''} = -\frac{P(l_3 - x_3)}{l_3} (l_2 - a_2) \dots\dots\dots(411_b)$$

荷重 P が KC 上にある場合には $M_{m''} = 0$

である。

吊径間の任意の点 m''' の彎曲率 $M_{m'''}$ は荷重 P が吊径間上にある場合にのみ生じ其の値は單桁の場合と同一である。

以上の結果より彎曲率の影響線を描く時は第 717 圖乙以下の如くなる。

ハ) 剪力。

第 718 圖に於て礎径間 AB の任意の点 m' の剪力 $Q_{m'}$ は

荷重 P が AB 径間上にある場合には單桁と同一、

荷重 P が BH 突肢上にある場合には

$$Q_{m'} = R_a = -\frac{Px_2}{l_1} \dots\dots\dots(412_a)$$

荷重 P が吊径間 HK 上にある場合には

$$Q_{m'} = R_a = -\frac{P(l_3 - x_3)}{l_3} \frac{l_2}{l_1} \dots\dots\dots(412_b)$$

荷重 P が KD 上にある場合には $Q_{m'} = 0$

である。

突肢 BH 上の任意の点 m'' の剪力 $Q_{m''}$ は

荷重 P が AB 径間にある場合には $Q_{m''} = 0$

荷重 P が BH 突肢上の m'' 點の左にある場合には $Q_{m''} = 0$ に

して m'' 點より右にある場合には

$$Q_{m''} = P \dots\dots\dots(412_c)$$

荷重 P が吊径間 HK 上にある場合には

$$Q_{m''} = \frac{P(l_3 - x_3)}{l_3} \dots\dots\dots(412_d)$$

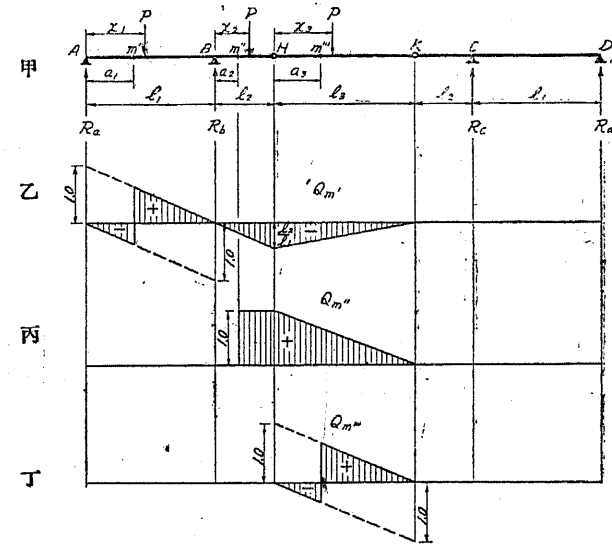
荷重 P が KD 上にある場合には $Q_{m''} = 0$

である。

吊径間 HK の任意の点 m''' の剪力 $Q_{m'''}$ は荷重 P が吊径間にある場合にのみ生じ其の値は單桁の場合と同一である。

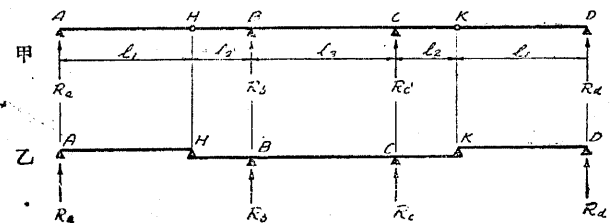
以上の結果より剪力の影響線を描く時は第 718 圖乙以下の如くなる。

第 7 1 8 圖



(b) 型式 II.

第 7 1 9 圖

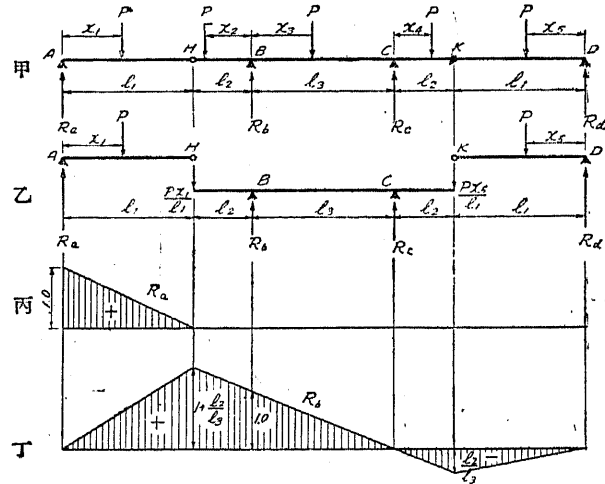


第 719 圖甲に示す控架橋の應力は同圖乙に示すが如く兩端に突脛を有する HBCK なる單桁の端に各單桁 AH 及 DK の一端が載せられたものと見れば可い。

イ) 反力。

第 720 圖に於て反力 R_a は荷重が短徑間 AH 上にある時のみ影響を受け他の徑間上ある時は影響はない、而して其の影響は單桁 AH の場合と同一である。

第 7 2 0 圖



反力 R_b は荷重 P が短徑間 AH 上にある場合には HBCK なる單桁が恰も單桁 AH の反力に等しき荷重を H 端にて支えたと同一の影響を受ける、乃ち

$$R_b = \frac{Px_1}{l_1} \left(1 + \frac{l_2}{l_3}\right) \dots\dots\dots(413_a)$$

荷重 P が HB 突脛上にある場合には

$$R_b = P \left(1 + \frac{x_2}{l_3}\right) \dots\dots\dots(413_b)$$

荷重 P が中央徑間 BC 上にある場合には單桁の場合と同一、

荷重 P が CK 突脛上及短徑間 KD 上にある場合には

$$R_b = -\frac{Px_4}{l_3} \dots\dots\dots(413_c)$$

$$R_b = -\frac{Px_5}{l_1} \frac{l_2}{l_3} \dots\dots\dots(413_d)$$

である。

以上の結果より R_a 及 R_b の影響線を描く時は第 720 圖丙以下となる、 R_c 及 R_d は R_b 及 R_a と左右反対となるのみである。

ロ) 彎曲率。

第 721 圖に於て短徑間 AH の任意の點 m' の彎曲率 $M_{m'}$ は荷重 P が AH 徑間上にある場合のみ影響を受け其の影響は單桁と同一である。

突脛 HB の任意の點 m'' の彎曲率 $M_{m''}$ は

荷重 P が AH 上にある場合には

$$M_{m''} = -\frac{Px_1}{l_1} (l_2 - a_2) \dots\dots\dots(414_a)$$

荷重 P が突脛 HB の m'' 點の左にある場合には

$$M_{m''} = -P(x_2 - a_2) \dots\dots\dots(414_b)$$

にして m'' より右にある場合には $M_{m''} = 0$

同様に荷重 P が B 點より右の徑間にある場合には $M_{m''} = 0$ である。

中央徑間 BC の任意の點 m''' の彎曲率 $M_{m'''}$ は

荷重 P が AH 上にある場合には

$$M_{m'''} = -\frac{Px_1}{l_1} \frac{l_2}{l_3} (l_3 - a_3) \dots\dots\dots(414_c)$$

荷重 P が HB 上にある場合には

$$M_{m'''} = -\frac{Px_2}{l_3} (l_3 - a_3) \dots\dots\dots(414_d)$$

荷重 P が中央徑間 BC 上にある場合には單桁の場合と同一、
 荷重 P が突肢 CK 上にある場合及短徑間 KD 上にある場合には

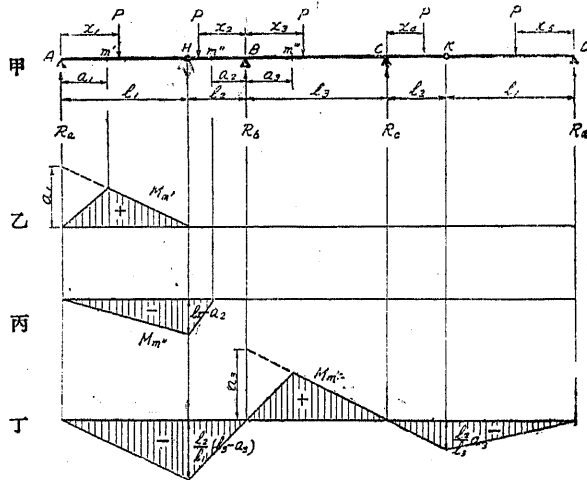
$$M_{m''} = -\frac{Px_4}{l_3} a_3 \dots\dots\dots (414_e)$$

$$M_{m''} = -\frac{Px_5}{l_1} \frac{l_2}{l_3} a_3 \dots\dots\dots (414_f)$$

である。

以上の結果より彎曲率の影響線を描く時は第 721 圖乙以下となる。

第 7 2 1 圖



ハ) 剪力.

第 722 圖に於て短徑間 AH の任意の點 m' の剪力 Q_m' は前同様荷重 P が AH 上にある場合のみ單桁と同一の影響を受ける。

突肢 HB の任意の點 m'' の剪力 Q_m'' は

$$\left. \begin{aligned} \text{荷重 } P \text{ が } AH \text{ 上にある場合には } & Q_m' = -\frac{Px_1}{l_1} \\ \text{荷重 } P \text{ が } Hm'' \text{ 上にある場合には } & Q_m'' = -P \end{aligned} \right\} \dots\dots (415_a)$$

荷重 P が m'' より D 點迄の上にある場合には $Q_m''=0$ である。

中央徑間 BC の任意の點 m''' の剪力 $Q_{m'''}'$ は

$$\left. \begin{aligned} \text{荷重 } P \text{ が } AH \text{ 上にある場合には } & Q_{m'''}' = \frac{Px_1}{l_1} \frac{l_2}{l_3} \\ \text{荷重 } P \text{ が } HB \text{ 上にある場合には } & Q_{m'''}' = \frac{Px_2}{l_3} \end{aligned} \right\} \dots (415_b)$$

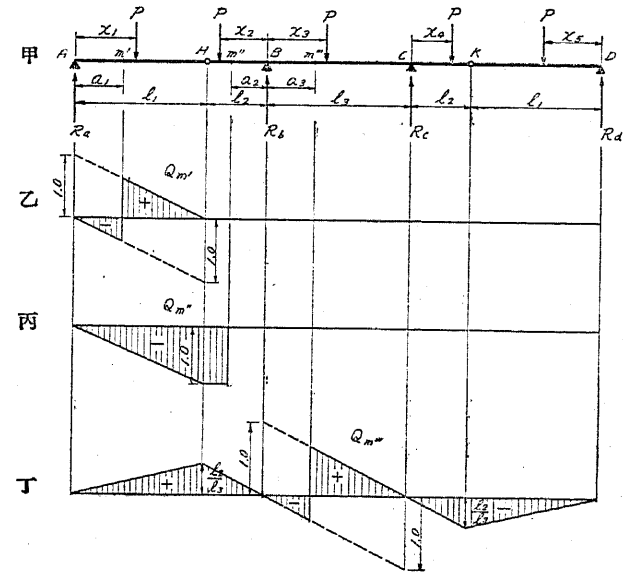
荷重 P が BC 上にある場合には單桁の場合と同一、

$$\left. \begin{aligned} \text{荷重 } P \text{ が } CK \text{ 上にある場合には } & Q_{m'''}' = -\frac{Px_4}{l_3} \\ \text{荷重 } P \text{ が } KD \text{ 上にある場合には } & Q_{m'''}' = -\frac{Px_5}{l_1} \frac{l_2}{l_3} \end{aligned} \right\} \dots (415_c)$$

である。

以上の結果より剪力の影響線を描く時は第 722 圖乙以下の如くなる。

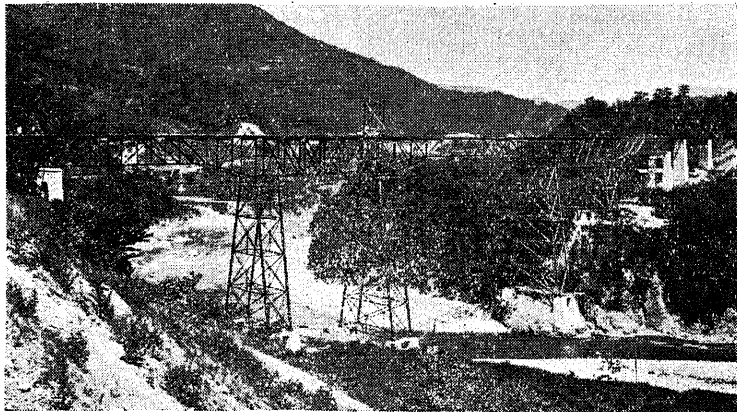
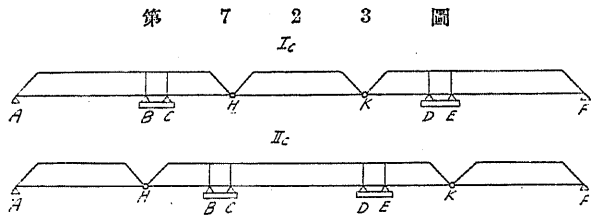
第 7 2 2 圖



尙控架橋にして第 723 圖 (第 724 圖は其の實例) に示すが如く中間の橋脚に二個の支承を設けたるものがある, 斯くの如き構造物は (403) 式に依り $n=6$, 絞の數 = 2 なるを以て二個の不靜定反力を有する結果となるけれども橋脚上の支承間の間隔は他の徑間に比して甚だ小にして且其の間隔(構の一分格長に略等し)に於ては對角材を省略するか或は單に剛性を保つ丈の腹材を用ひ構としては剪力を傳達し能はざる構造とする, 従つて此の部分に於ては彎曲率の値も變化しないものと假定する, 乃ち二個の不靜定反力に對しては

$$M_b = M_c \text{ 及 } M_d = M_e \dots\dots\dots(416)$$

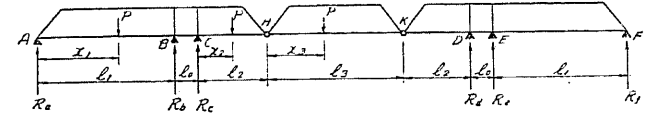
なる二條件を使用する事に依り外的に靜力學決定構造物として取扱ふ事が出来る, 而して曩に求められた影響線は多少修正せられるのである。



神岡鐵山控架構橋 (富山縣)

(c) 型式 I_a.

第 7 2 5 圖



イ) 反力.

荷重 P が稜徑間 AB 上にある場合には

$$\sum V = R_a + R_b + P = 0$$

$$M_b = R_a l_1 - P(l_1 - x_1) = 0$$

なる二式に依り

$$\left. \begin{aligned} R_a &= \frac{P(l_1 - x_1)}{l_1} \\ R_b &= \frac{Px_1}{l_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(417_a)$$

にして更に (416) 式に依り

$$R_c = 0$$

である, $R_d = R_e = R_f = 0$ なる事は明かである。

荷重 P が突眩 CH 上にある場合には

$$M_b = M_c = -Px_2$$

$$R_a l_1 - M_b = 0$$

$$R_a + R_b = 0$$

なる三式に依り

$$\left. \begin{aligned} R_a &= -\frac{Px_2}{l_2} \\ R_b &= \frac{Px_2}{l_1} \\ R_c &= P \\ R_d = R_e = R_f &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(417_b)$$

にして

である。

荷重 P が吊径間 HK 上にある場合には

$ABCH$ に対しては $\frac{P(l_3-x_3)}{l_3}$ なる荷重が H 點に作用し

$FEDK$ に対しては $\frac{Px_3}{l_3}$ なる荷重が K 點に作用する

ものと同一結果となり (417_b) 式の P_1 及 x_2 を各

$$P = \frac{P(l_3-x_3)}{l_3} \quad \text{或は} \quad \frac{Px_3}{l_3}$$

$$x_2 = l_2$$

とする事に依つて求める事が出来る, 乃ち

$$R_a = -\frac{P(l_3-x_3)l_2}{l_1l_3}$$

$$R_b = \frac{P(l_3-x_3)l_2}{l_1l_3}$$

$$R_c = \frac{P(l_3-x_3)}{l_3}$$

$$R_d = \frac{Px_3}{l_3}$$

$$R_e = \frac{Px_3l_2}{l_1l_3}$$

$$R_f = -\frac{Px_3l_2}{l_1l_3}$$

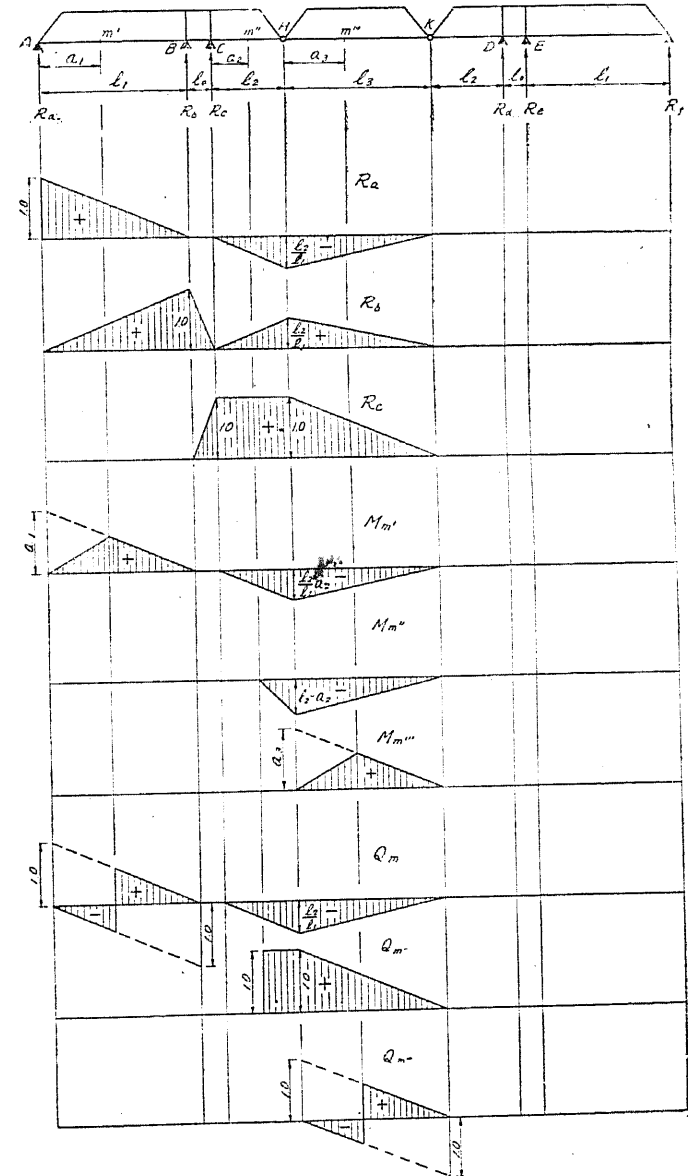
}(417_b)

となる。

□) 彎曲率及剪力.

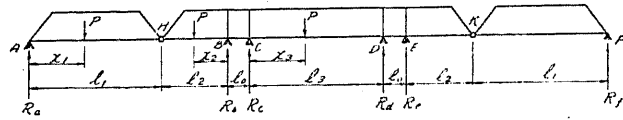
彎曲率 M 及剪力 Q の値は (417) 式にて得たる反力の値を I_a の場合と同様に取扱ふ事に依り求める事が出来る, 而して其の形響線を示す時は第 726 圖の如くなる。

第 7 2 6 圖



(d) 型式 IIc.

第 7 2 7 圖



イ) 反力.

荷重 P が短徑間 AH 上にある場合には R_a 及 R_b は單構同様に

$$\left. \begin{aligned} R_a &= \frac{P(l_1 - x_1)}{l_1} \\ R_b &= \frac{Px_1}{l_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(418_a)$$

にして R_c 及 R_d を求めんとするには (416) 式を利用して

$$M_b = -\frac{Px_1}{l_1} l_2$$

$$M_b = M_c = -R_d l_3$$

$$R_c + R_d = 0$$

の三式より

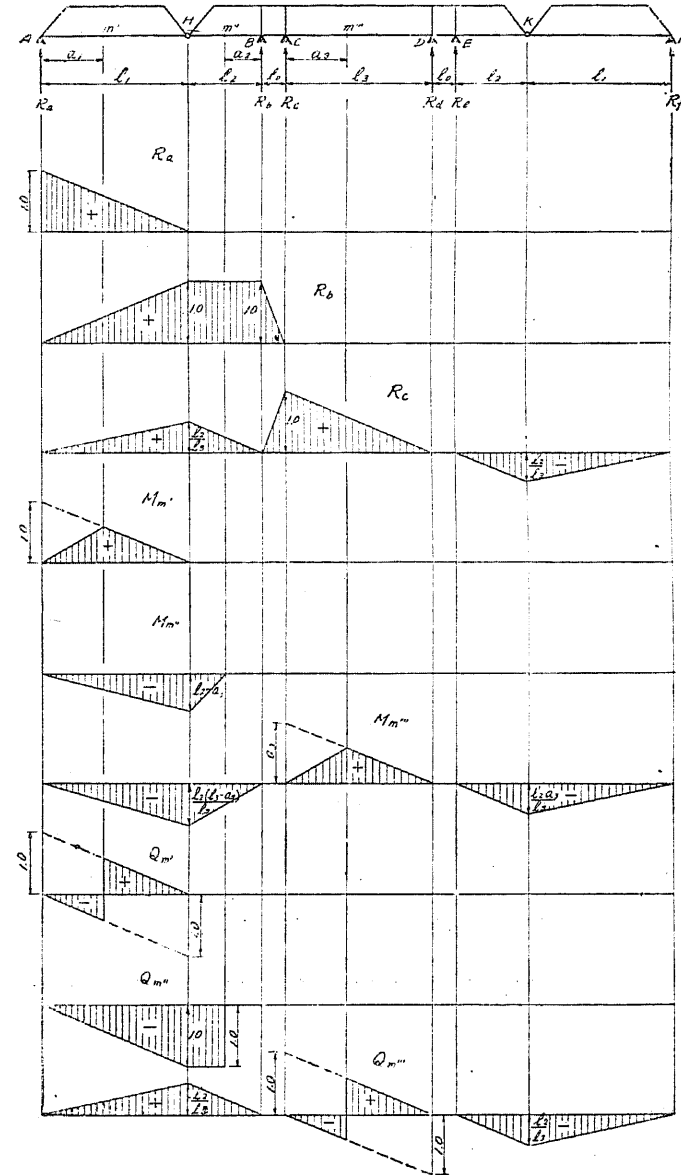
$$\left. \begin{aligned} R_c &= \frac{Px_1}{l_1} \frac{l_2}{l_3} \\ R_d &= -\frac{Px_1}{l_1} \frac{l_2}{l_3} \\ R_e &= R_f = 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(418_b)$$

である。

荷重 P が突肢 HB 上にある場合には

$$\left. \begin{aligned} R_a &= 0 \\ R_b &= P \\ R_c &= \frac{Px_2}{l_3} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(418_c)$$

第 7 2 8 圖



$$\left. \begin{aligned} R_d &= -\frac{Px_2}{l_3} \\ R_e &= R_f = 0 \end{aligned} \right\}$$

である。

荷重 P が中央経間 CD 上にある場合には単構同様にして、

$$\left. \begin{aligned} R_a &= R_b = R_e = R_f = 0 \\ R_c &= \frac{P(l_3 - x_3)}{l_3} \\ R_d &= \frac{Px_3}{l_3} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (418)_t$$

である。

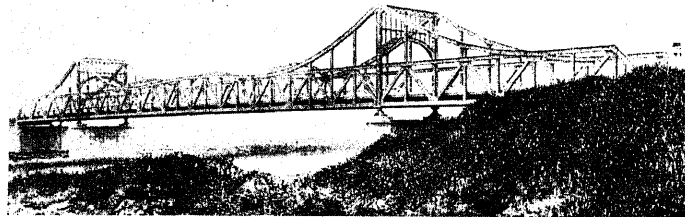
ロ) 彎曲率及剪力。

彎曲率 M 及剪力 Q は (418) 式にて得たる反力の値を使用する事に依つて求められる。

以上の結果より其の影響線を描く時は第 728 圖の如くなる。

§ 135. 特殊なる構造を有する控架橋。

第 7 2 9 圖

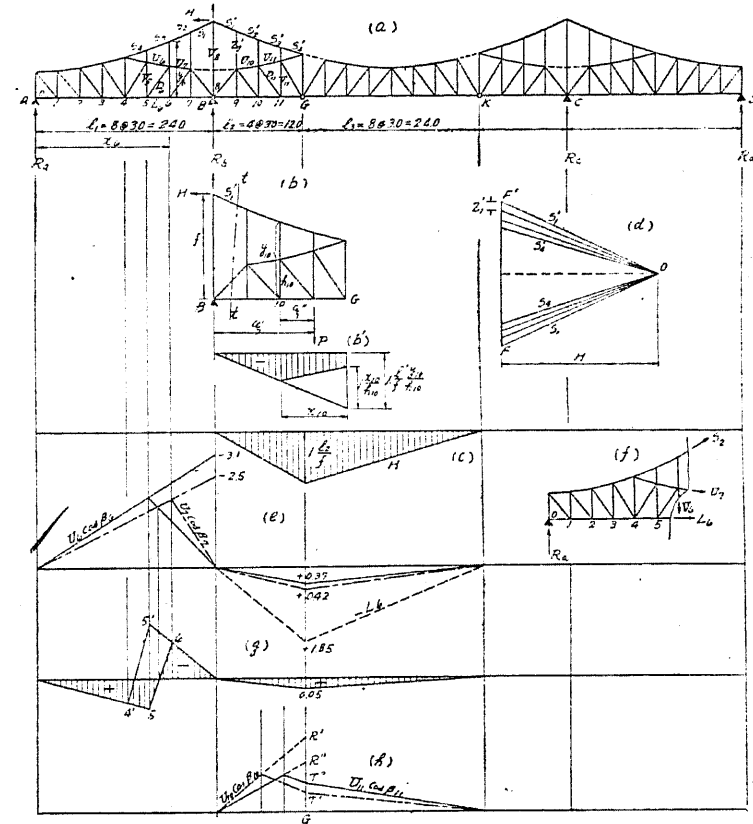


戸 田 橋 (埼 玉 縣)

第 729 圖に示す控架橋は吊弦材を有するものにして第 730 圖に示す點線の弦材は一端は單にボルトを以て締結せられ而も其の穿孔は長さの方向に自由に移動し得る様隋圓形とせらる、故に組立完了後は全然應力を受けない部材であつて唯組立の際組立應力を受ける様及外觀上使用されてゐるに過ぎない、斯くの如き控架構は靜力學決定構造物にして其の應力は次

の如くにして求められる。

第 7 3 0 圖



第 730 圖に於て吊弦材の各格點の平衡條件に依り各吊弦材の水平分力は同一である、今之を H とすれば (b) 圖の $i-i$ 斷面を考慮して B 點の彎曲率を零とする事に依り之を求める事が出来る、乃ち BG 突眩上にある荷重 P に依り H の値は

$$H = \frac{P\xi'}{f} \dots\dots\dots (419)$$

にして碇径間 AB 上に載荷しても吊弦材は何等應力を受けない事は明らかである、乃ち H の影響線は (c) 圖の如くなる、而して H_{max} に依つて吊弦材 S 及 S' の最大應力及垂直吊材の應力 Z は (d) 圖の作圖に依つて容易に求められ且 $F'F$ の長は B 支承上の V_8 の受ける壓力を表す。

次に主構の應力の内碇径間 AB の格點 0 乃至 4 迄及吊径間 GK の應力は單構と同一である、 U_7 の應力は

$$U_7 \cos \beta_7 = -\frac{M_6}{h_6} \dots\dots\dots(420)$$

上式中 $\beta_7 \dots\dots U_7$ 部材の水平となす角。

$h_6 \dots\dots$ 格點 6 の主構の高さ。

にして碇径間 AB 上に載荷する場合には吊弦材に於ける應力は零なるを以て M_6 は單構の場合と同様其の影響線は (e) 圖の如くなる、荷重 ($P=1$) が G 點上にある場合を考へる時は (420) 式に依り

$$U_7 \cos \beta_7 = -\frac{R_n x_6 + H y_6}{h_6}$$

である、今 h 及 y の値を各

格 點	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
h	2.0	2.1	2.4	2.9	3.6	2.9	2.4	2.1	2.0	2.1	2.4	2.9	3.6
y						4.5	5.6	6.9	8.4	6.9	5.6	4.5	

單位…米。

とすれば G 點に荷重 ($P=1$) した場合には

$$U_7 \cos \beta_7 = \frac{0.5 \times 18 - \frac{12}{8.4} \times 5.6}{2.4} = +0.42$$

$$U_6 \cos \beta_6 = \frac{0.5 \times 15 - \frac{12}{8.4} \times 4.5}{2.9} = +0.37$$

となり、 $U \cos \beta$ の影響線は (e) 圖の如くなる。

次に (f) 圖に於て

$$L_6 + U_7 \cos \beta_7 + H = 0$$

$$-L_6 = U_7 \cos \beta_7 + H \dots\dots\dots(421)$$

にして碇径間 AB 上に載荷した場合には $H=0$ にして $-L_6$ の影響線は $U_7 \cos \beta_7$ のそれと同一である、 G に荷重 ($P=1$) した場合には $H = \frac{12}{8.4}$ にして L_6 は

$$-L_6 = +0.42 + \frac{12}{8.4} = 1.85$$

となり其の影響線は (e) 圖に示す通りである。

對角材 D_6 の應力は

$$D_6 \cos \varphi_6 = U_7 \cos \beta_7 - U_6 \cos \beta_6 \dots\dots\dots(422)$$

上式中 $\varphi_6 \dots\dots D_6$ の水平となす角。

にして (e) 圖に於て $U_7 \cos \beta_7$ 及 $U_6 \cos \beta_6$ が求められるを以て其の差が自ら其の影響線となり (g) 圖に於て表される、垂直材 V_6 の應力は

$$V_6 = -D_6 \sin \varphi_6$$

$$-V_6 \cot \varphi_6 = D_6 \cos \varphi_6 \dots\dots\dots(423)$$

にして $D_6 \cos \varphi_6$ の影響線が直ちに ($-V_6 \cot \varphi_6$) の影響線となる、但し 6-5 線が 5'-4' 線と變化する。

弦構 BG の主構に於ては例へば U_{10} の應力は

$$U_{10} \cos \beta_{10} = -\frac{M_{10}}{h_{10}}$$

にして荷重 ($P=1$) が BG 間にある場合には b 圖に於て

$$U_{10} \cos \beta_{10} = -\left(\frac{H y_{10}}{h_{10}} - 1 \cdot \frac{\xi''}{h_{10}}\right) \dots\dots\dots(424)$$

にして其の影響線は (b') の影線面積となる、乃ち (h) 圖に於て

$$1. \frac{l_2}{f} \frac{y_{10}}{h_{10}} = \frac{12}{8.4} \times \frac{5.6}{2.4} = 3.33 (=GR')$$

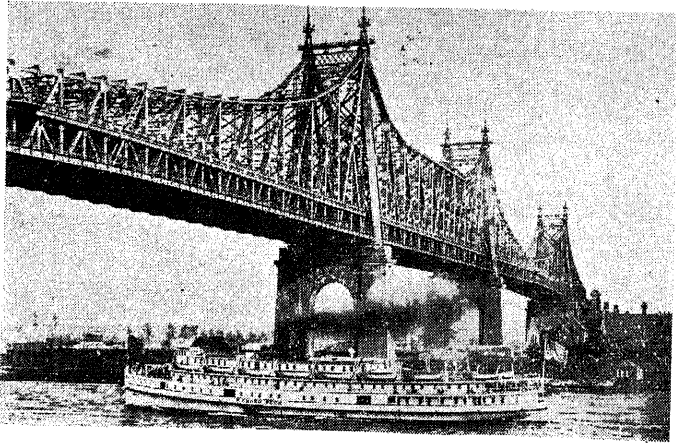
$$1. \frac{l_2}{f} \frac{y_{11}}{h_{11}} = \frac{12}{8.4} \times \frac{4.5}{2.9} = 2.22 (=GR'')$$

$$1. \frac{x_{10}}{h_{10}} = \frac{6.0}{2.4} = 2.50 (=R'T')$$

$$1. \frac{x_{11}}{h_{11}} = \frac{3.0}{2.9} = 1.03 (=R''T'')$$

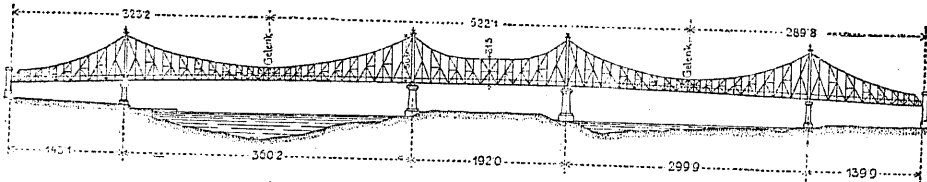
に依り $U_{10} \cos \beta_{10}$ 及 $U_{11} \cos \beta_{11}$ の影響線を求める事が出来る, 而して兩者の差に依り $D_{11} \cos \varphi_{11}$ の影響線を得, 對角材の影響線より垂直材の影響線を得る事は前の場合と同様である。

第 7 3 1 圖



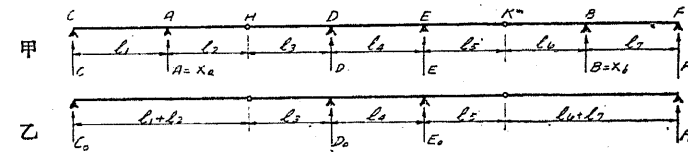
クイースボロ橋 Queensboro Br. (紐育)

第 7 3 2 圖



尙第 731 圖及第 732 圖に示す紐育クイースボロ橋 Queensboro bridge も控架橋の一種にして第 713 圖 I_b 型の吊構(桁)を全然省略したる型式である, 第 733 圖甲は原形にして(408)式に依り二つの不静定反力を有するを以て A 點及 B 點の反力を X_a 及 X_b とすれば其の基本系は第 733 圖乙に示すが如くになり第 714 圖の II_a 型式と同一となる。

第 7 3 3 圖



而して(330)式に依り

$$\delta_a + L_a = \delta_{oa} - X_a \delta_{aa} - X_b \delta_{ab} + \delta_{at} = 0$$

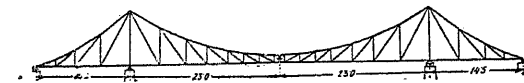
$$\delta_b + L_b = \delta_{ob} - X_a \delta_{ba} - X_b \delta_{bb} + \delta_{bt} = 0$$

$$\text{上式中 } \delta_{ik} = \sum S_i S_k \rho \quad (\text{構の場合})$$

$$\delta_{it} = \sum S_i \epsilon t l \quad (\text{同})$$

なる聯立方程式を解く事に依り X_a 及 X_b を求める事が出来る, 第 734 圖は同一型式橋の歐洲に於ける實例にして一つの不静定反力を有し其の求め方は前同様である。

第 7 3 4 圖



此の型式は突舷部の長が碇径間に比して割合に長く従つて撓度も大にし且其の構造細目に於ても未だ改善すべき餘地もあり推稱すべきものは云ひ難い。

第 3 節 連続桁(構)橋の構造

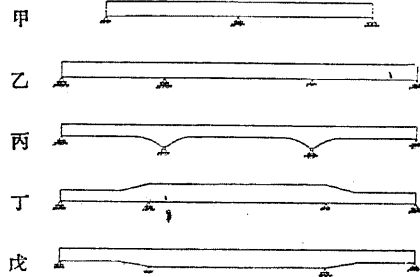
§ 136. 連続桁(構)の構造.

二径間連続桁(構)橋は特殊の事情の無い限り兩径間を同長となすを以て多くの場合橋脚が滯筋に設けられ橋下の通航に甚だ支障となる、故に實際に於ては三径間となすものが多い、非常に長い橋梁にして數多の橋脚を設けたる桁橋の一部に二径間連続桁を使用する事がある。

三径間連続桁(構)橋は外觀上兩側径間を同長となし中央径間を側径間の1.2倍乃至1.5倍甚しきものは2.0倍となしたる實例がある、等径間長の三径間連続桁は數多の径間を有する桁橋の一部に使用する以外は稀である。

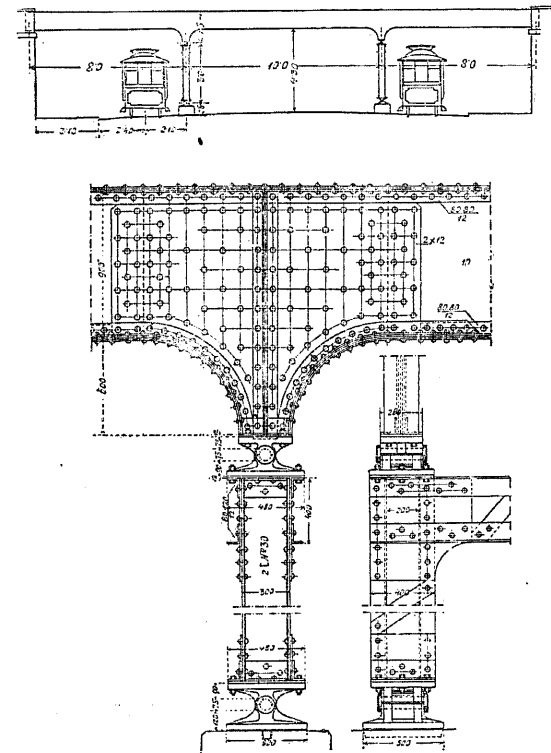
連続桁橋の桁高は普通径間長の $\frac{1}{12}$ 位を標準とするけれども三径間の場合桁高を中央径間長の $\frac{1}{12}$ とする時は側径間に於ては餘裕のある桁高となるを以て中央径間に於て出來得る限り桁高を小にし場合に依りては径間長の $\frac{1}{15}$ 乃至 $\frac{1}{18}$ とし全径間を通じて同高の桁とする、(第 735 圖乙参照) 但し第 735 圖丙の如く橋脚上に於ける桁高を上記桁高の 1.5 乃至 2.0 倍となし適當なる曲線を以て連絡して外觀を整へる、又外觀を餘り尊重する必要の無い箇處に於ては中央径間と側径間の桁高を異にし第 735 圖丁及戊の如き構造となす事がある。

第 7 3 5 圖



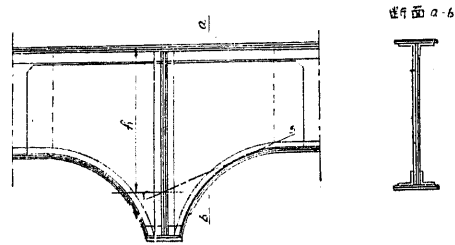
第 736 圖は高架鐵道が道路を跨ぐ場合に使用された連続桁橋にして中間の橋脚は橋下の交通に對して出來る限り支障とならざる様幅の狭い鐵柱とする、此の場合鐵柱の伸縮量が不靜定反力に影響する事は § 126 に於て既述した通りである、又鐵柱を車道内に設置する事は如何に其の斷面の幅を僅少たらしめるとも高速度の交通に對しては甚だ不安な目標となる事は免れないものである、故に出來得べくは歩道内に設置すべきである、之が爲中央径間長が過大となり此の型式が不適當となる場合は宜しく他の型式を撰定すべきである。

第 7 3 6 圖



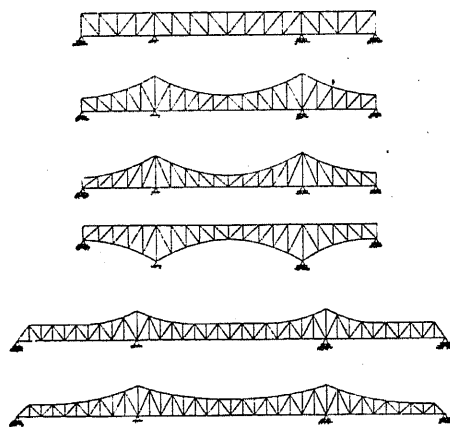
尙第 736 圖の如き桁は橋脚直上の断面は T 型として計算せられ其の物
 量力率を増加する爲腹板の兩側に板を添加する、而して桁の有効高は下縁
 に引かれたる切線(其の傾斜 1:2.5) r-s と橋脚直上線との交點より上縁
 迄の距離を採るのである(第 737 圖参照)。

第 7 3 7 圖



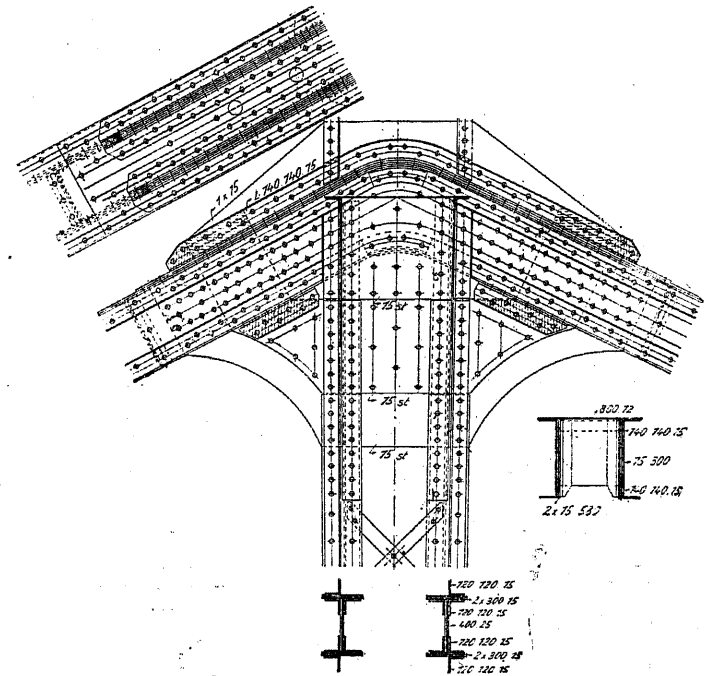
連続構橋は連續桁橋に比較して各徑間長共大にして各支承に作用する反
 力も大である、従つて支承の不慮の沈下に關する疑念は徑間長が増加すれ
 ばする程募る譯である、故に事實連續構橋を撰定すべき箇處の地質に對し
 ては慎重なる考究を必要とするのである、側徑間長と中央徑間長との割合
 は大約連續桁橋の場合と同一であるけれども構橋に於ては局部的に部材の

第 7 3 8 圖



断面を變化する事は割合に容易なるを以て外觀上中央徑間を長くする場合
 が多い、且連續構は曲弦單構等に比較して全構通じて部材應力の均等を得
 る事は困難なるを以て局部的に大なる断面を必要とする部材に限り輓近特
 殊鋼を使用するものが多い、連續構の構高は平行弦構の場合には最大徑間
 の $\frac{1}{9}$ 乃至 $\frac{1}{10}$ を適當とする、勿論對角材の傾斜は 45° 以下たらしめ
 ない方が可い、曲弦構の場合には中央徑間の中央に於ては中央徑間の $\frac{1}{12}$ 、
 橋脚上に於ては $\frac{1}{6}$ 乃至 $\frac{1}{7}$ 位が適當である、而して曲弦の形は多くは
 拋物線を撰定する、側徑間の構高は其の端に於て中央徑間の中央と略等し
 く若くは之よりも稍低くする、第 738 圖は連續構橋の數個の骨組を示すも

第 7 3 9 圖



のである。

設計細部の構造は桁橋及構橋共に単桁及單構橋の場合と何等異なる處がない、第 739 圖及 740 圖は曲弦連続構橋の橋脚上に於ける上弦及下弦格點の構造を示す實例である。

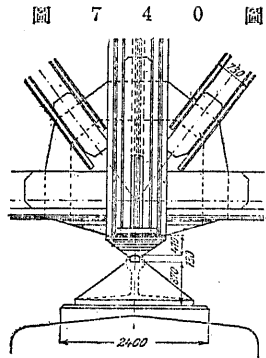
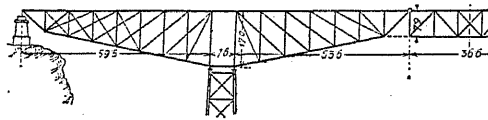


圖 7 4 0 圖

§ 137. 控架桁(構)の構造.

a) 緒言. 控架橋の發達の基礎をなすものは歐米共に十八世紀の後半に於いて架設せられた橋梁である、乃ち獨逸に於けるゲルバー Gerber 橋及米國に於けるシュナイダー Schneider の架設せるナイヤガラ瀑上路橋(第 741 圖. 現存せず)が最も此の型式の橋梁の進歩を促したるものである、其の後は歐洲に於てよりも寧ろ米國に於て其の見る可きものが多い。

第 7 4 1 圖



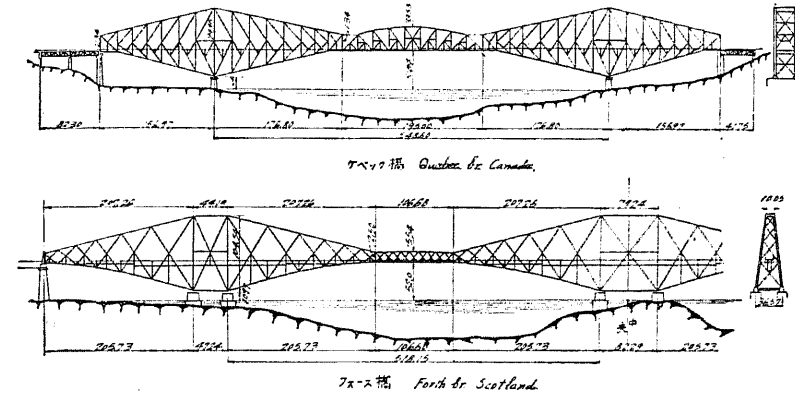
ナイヤガラ瀑上路橋

彼の有名なる英國のフォース橋及加奈陀のケベツク橋は十八世紀の末期及十九世紀の初期に架設せられた代表的控架橋にして最近迄世界最大の徑間長を有する橋梁であつた、第 742 圖は兩橋の骨組を表すものである。

控架橋の特徴とする諸點は

- 1. 組立 Erection に非常な特徴を有する事所謂控架組立 Cantilever erection に最も適應せる事.
- 1. 應力の計算が相當正確なる事.
- 1. 橋臺及橋脚の沈下が連續桁(構)橋の如き不慮の應力を部材に惹起

第 7 4 2 圖



しない事.

- 1. 溫度の變化に伴ふ應力は無く且溫度の變化に因る橋長の伸縮量を處々の鉸で加減し得る事.

- 1. 相當大なる徑間に對して割合に經濟的なる事.

等であつて缺點とすべき諸點は

- 1. 橋梁として中央部に於て殊に剛性を缺く事.
- 1. 複線を有する控架橋及幅員大なる控架橋に於ては吊構(桁)が全體として扭應力 Torsional stress を受ける事.

- 1. 組立の途中に於て特殊の應力(組立應力 erection stress)の爲餘分の材料を必要とする事.

- 1. 單桁(構)と比較して撓度の大なる事.

等であつて以上の内控架組立若くは之に類似の方法を以て架設し得る事は本型式の最も尊重せられる特徴にして反面橋梁の一大要素たる剛性に缺ける事は其の最大缺點である。

控架組立とは型式 I の控架橋なれば最初足場を用ひ或は他の方法に依り

碇徑間を架設し突肢及吊桁(構)は全然足場を用ひず順次肢出架設する、而して肢出する桁(構)長が長くなるに伴れて碇徑間上の對重を増加し以て全橋を連続せしむる方法にして千俣の溪に於て足場を設くる事が非常な工費を要する場合或は橋下の航行が頻繁にして足場を架設する事が不可能なる場合に往々使用せられる架設法である、岩越線阿賀野川單構橋及高森線第一白川構拱橋は此の方法に依つて架設せられた橋梁である、第742圖に示すケベツク橋も突肢部は控架式に組立られ吊構(約5,000噸)は他にて組立て船にて現場迄運搬され突肢部の兩端より懸下せる鎖を以て吊上げられたものである、尙第一卷第20圖の兩國橋も同一型式の鈹桁橋にして碇徑間及突肢部は足場上に於て組立てられ吊桁の約25米の部分現場附近にて組立て夜間航行の途絶を待つて短時間に吊上げ架け渡されたものである。

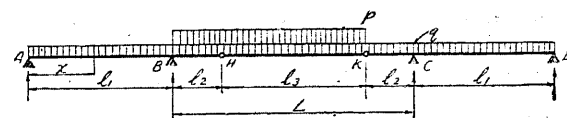
型式Ⅱの控架橋は中央徑間を架設し側徑間を控架組立し得るものにして第一卷第51圖の御茶之水橋は型式こそ異なれども架設方法は全然控架法を利用したるものである、駿河臺寄側徑間の橋下は約5分間隔に省線電車の通過する部分なるを以て此の部分の鈹桁は他にて組立て稍手延式を以て足場を省略し架設せられたものである。

b) 控架桁。東京市内の河川の如く兩岸の市街地が比較的低く而も相當高の桁下空間を必要とする地勢に於ては徑間15米以上の上路單桁橋を架設する事は前後道路の取付上殆ど不可能である、一方地質の關係上連續桁の如き不靜定反力を有する構造物を撰定する事も下部構造の不慮の沈下に對する不安を伴ふを以て斯る場合には假令控架式組立法にて架設する要なくとも往々型式Ⅰの控架桁を撰定し中央徑間を大にして舟航に便ならしめ且中央部の桁厚を薄くし前後道路の取付を容易ならしめるのである。

控架桁に於ては其の構造細目を簡單ならしめる爲端支承に負反力を生ぜしめない様にする、乃ち p 及 q を活、死荷重度とすれば第743圖は端支

承 A に最大負反力を惹起すべき載荷状態である、故に斯る載荷状態に於てすら R_a が「一」とならない様にするには第716圖の影響線圖に依り

第 7 4 3 圖



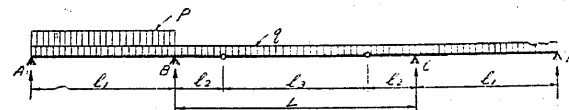
$$q \frac{l_1}{2} > (p+q) \frac{l_2(l_2+l_3)}{2l_1}$$

$$\therefore l_1^2 > \frac{p+q}{q} (l_2^2 + l_2l_3) \dots \dots \dots (425)$$

でなくてはならない。

東京市内の小なる河川に於けるが如く橋長と河川幅とが略一致し航路が河川の中央にある場合には航路に要する空間限界に依り橋脚の位置が自ら定まるものである、橋長20米の控架鈹桁に於て碇徑間長(l_1)を中央徑間長(L)の $\frac{1}{2}$ 位にした實例はあるが恐らく市街橋として(425)式の條件に對する限度であらう、碇徑間長を極端に短くする事は一般に外觀が宜しくない、然し乍ら過長にする事は碇徑間の正彎曲率を輕減する負彎曲率(中央徑間より來る)の量が割合に尠くなり碇徑間の設計を甚だ困難ならしめて反つて結果が悪い、第744圖は碇徑間に最大正彎曲率を惹起する載荷状態にして其の値は

第 7 4 4 圖



$$M_{max} = \frac{1}{2}(p+q)x^2$$

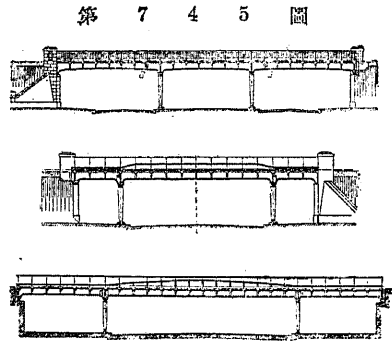
$$x = \frac{1}{2}l_1 \left[\frac{q}{p+q} \frac{l_2(l_2+l_3)}{l_1^2} \right] \dots \dots \dots (426)$$

上式中 $x \cdots A$ 點より M_{max} を生ずる點迄の距離

である、而して (426) 式に於て第二式 x の第二項は中央徑間より來る負彎曲率に依つて碇徑間の最大正彎曲率の生ずる點が中央より右に摺る長を表し之れ丈最大正彎曲率の値を尠くするのである、若し碇徑間長 (l_1) が大なる時は x の第二項が小となり碇徑間の最大正彎曲率の生ずる點が中央より餘り摺らない結果となり従つて其の量も差程輕減されないのである、故に l_1 の大なる控架桁に於ては設計に着手する當初豫め (426) 式に依り碇徑間の桁高及斷面を檢査して置く必要がある。

普通の控架桁橋に於ては碇徑間長 (l_1) を中央徑間長の 65% 乃至 70% 位にする。

中央徑間 (L) に於ける突舷 (l_2) 及吊桁 (l_3) の割合は多少之を變更しても (425) 式の碇徑間の端支承に負反力を惹起しないと云ふ條件に對しては左程の影響はない、故に死荷重に比較して活荷重の大なる鐵道橋に於ては吊桁を長くし突舷を出来る丈短縮して剛度を増加した方が宜しい、又死荷重に比して活荷重の餘り大ならざる公道橋に於ては橋厚を薄くして前後道路の取付けを緩和する爲に出来る丈吊桁を短くして突舷の長を増加した方が宜しい、東京市の實例は吊桁の長 (l_3) を中央徑間長 (L) の 60% 乃至 75% 位にしてある。



第 7 4 5 圖

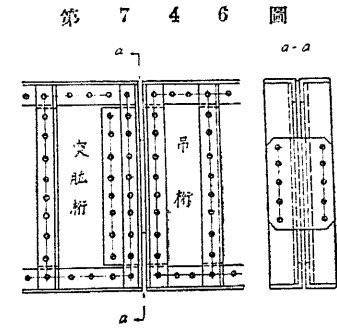
控架桁橋 (上路橋) の桁高は吊桁に於ては單桁橋の條件と同一である、碇徑間に於ては其の中央に於て吊桁と同一若しくは稍高くする、尙上下突縁線も出来るならば平行とせず上突縁は直線を用ひても下突縁は橋脚上

に於て桁高を最高とし中央徑間の中央及碇徑間の橋臺端に於て最低とし其の間を直線若くは一部に曲線 (多くは拋物線) を用ひて連絡し以て桁の外観を整へる (第 735 圖丙参照)、此の場合橋脚上の桁高は吊桁の 1.7 倍乃至 2.0 倍位が適當である。

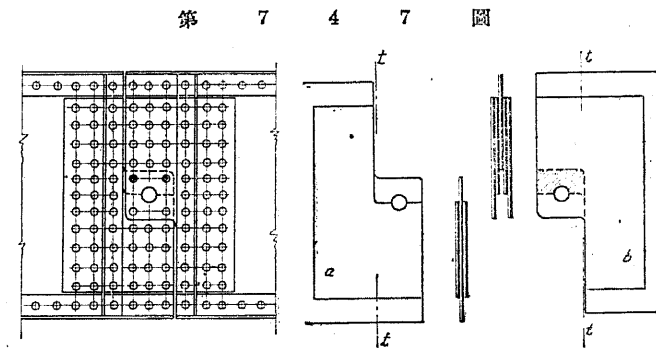
尙曲線如何に依つては橋脚附近に於ける桁の斷面が中央徑間より來る負彎曲率及剪力にて支配せられる事がある故に此の點は一應檢査する必要がある。

控架桁橋の各部設計細目の内單桁と異なる點は鉸及鉸附近の横縁構並びに床部の構造である。

鉸の舊き構造は第 746 圖に示すが如く突舷桁と吊桁との中心線を一致せしめ比較的彎曲率の影響の尠い其の中心線附近に剪力を傳達するに充分なる數の鉸を以て兩者を連結したものがあつた、此の構造は剪力のみを傳達して彎曲率を傳達しないと云ふ鉸を設けたる根本主旨に合致せざるは勿論使用鉸に張力を作用せしめる結果となる且吊

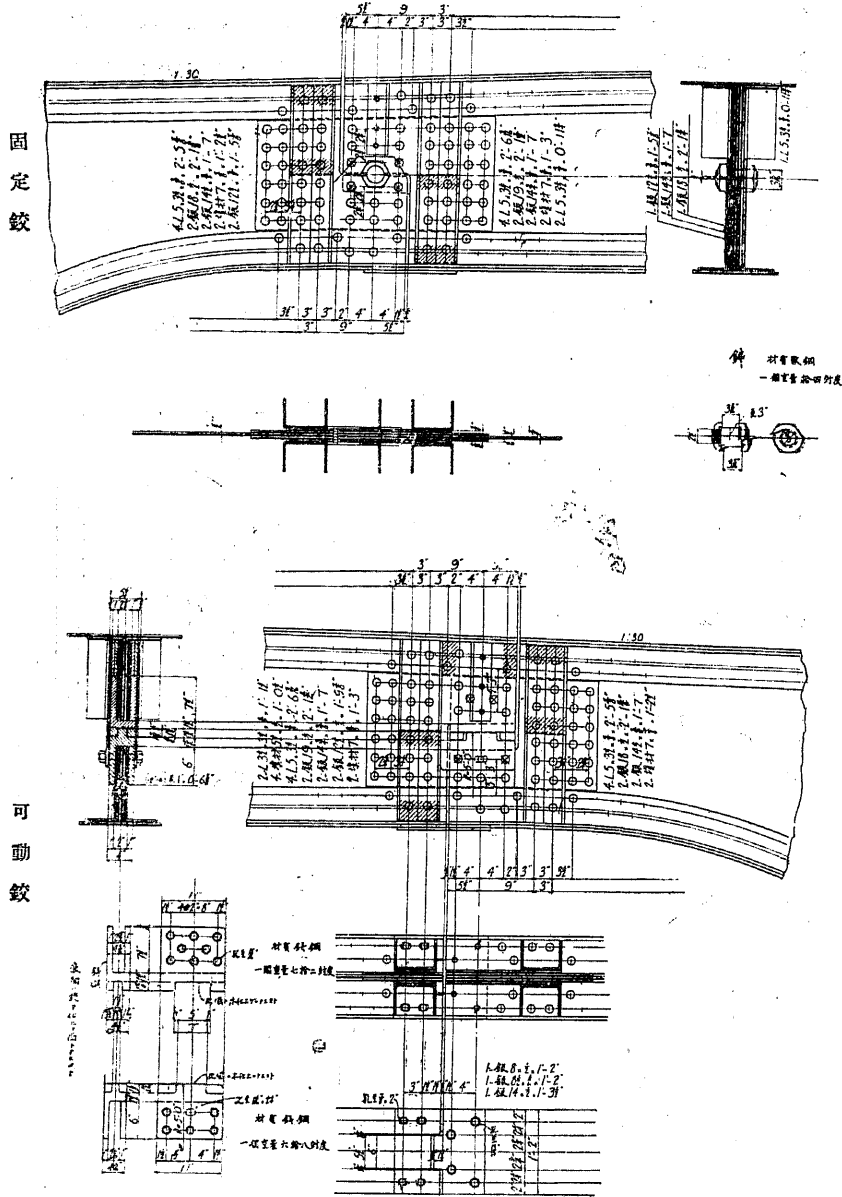


第 7 4 6 圖



第 7 4 7 圖

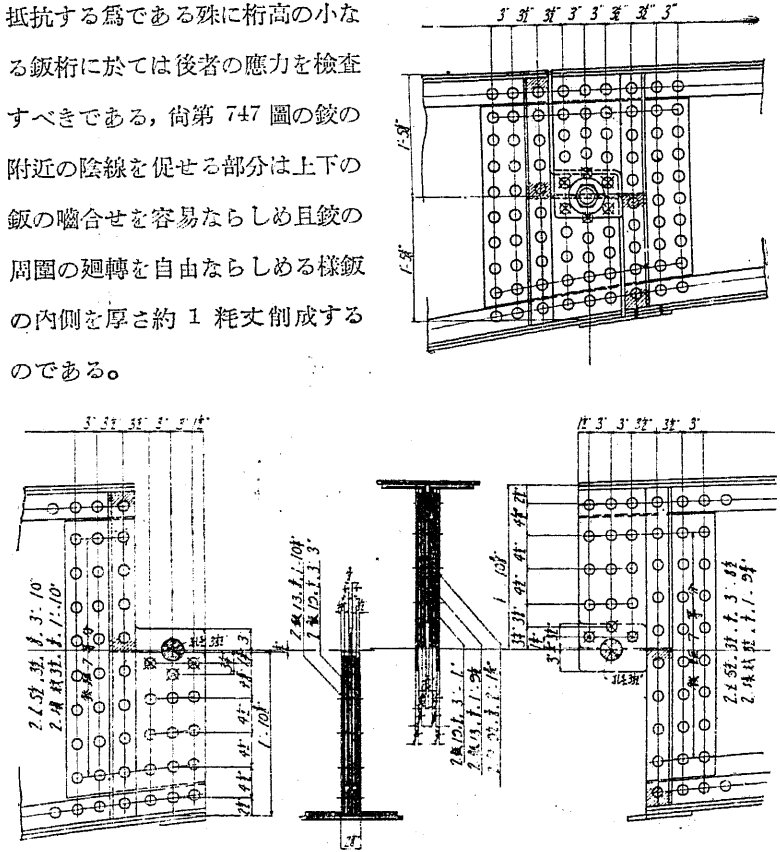
第 7 4 8 圖



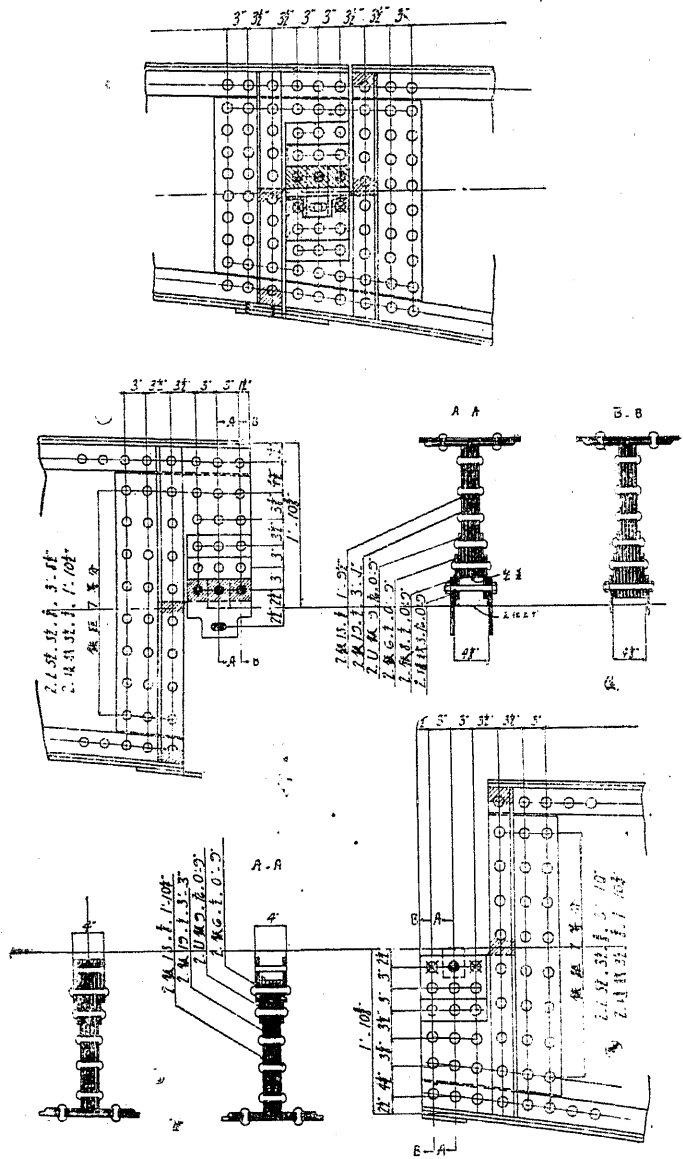
桁を直接突肘桁に連絡するを以て温度の變化に對する桁の伸縮は凡て橋臺端に集められるので決して可い設計細目と云ひ難い、故に近頃は殆ど使用されない。

第 747 圖は鉸銷 Hinge pin を使用して突肘桁と吊桁とを連絡した設計にして鉸の彎曲率は勿論考慮する必要はない専ら鉸銷の壓挫に依つて直径を決定する、 a 及 b 鋼は鉸の壓挫力を増加すると共に $t-t$ 断面に於ける鉸銷の反力に因る彎曲率及剪力に抵抗する爲である殊に桁高の小なる鋼桁に於ては後者の應力を検査すべきである、尙第 747 圖の鉸の附近の陰線を促せる部分は上下の鋼の噛合せを容易ならしめ且鉸の周囲の廻轉を自由ならしめる様鋼の内側を厚さ約 1 耗丈削成するのである。

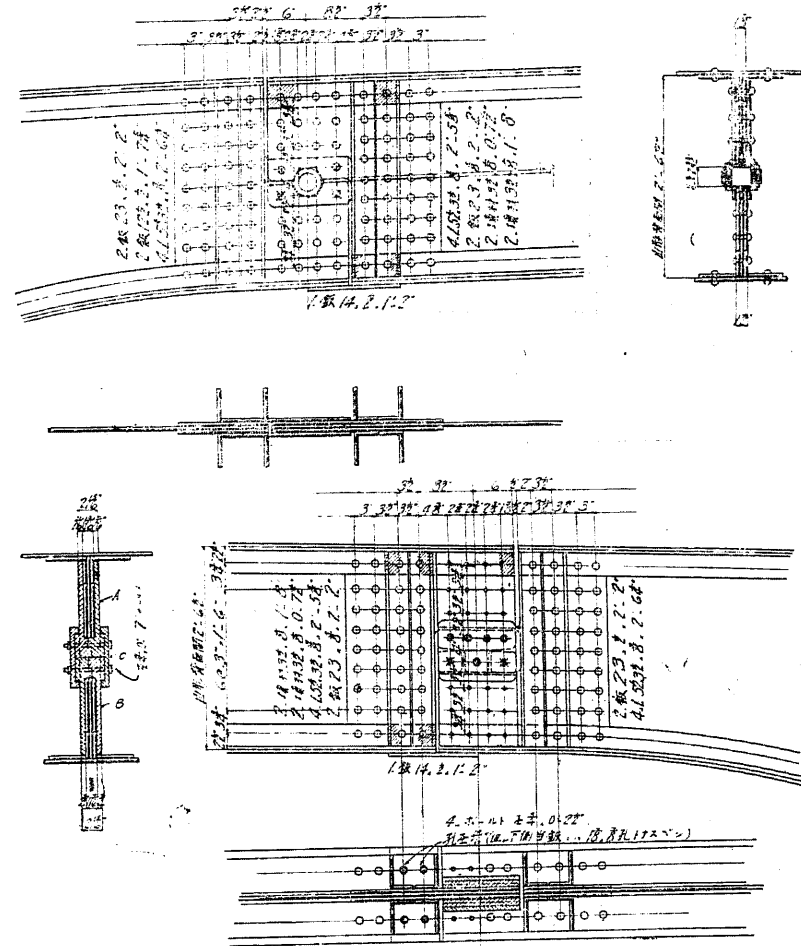
第 7 4 9 圖 (其一)
固定鉸



第 7 4 0 圖 (其二)
可 動 鉸



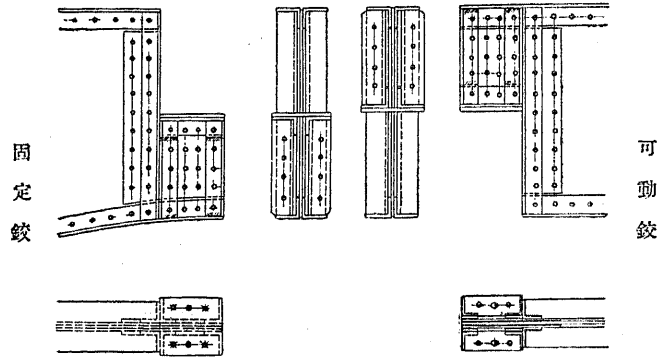
第 7 5 0 圖



第 748 圖乃至第 750 圖は東京市内に於ける鉸鉋を使用せる控架鉸桁橋の實例にして鉸鉋を使用した一端は固定せられ他端は上下二個の鑄鋼ブロックを使用し中央徑間の桁の伸縮に對して自由なる様可動鉸としてある、鑄鋼ブロックの構造は第 748 圖乃至第 750 圖に見る様種々異なりたる

ものがあるけれども上下接觸面は充分に仕上げをなし且一方を弧形に仕上げ吊桁と突桁とは線接觸をなす様にする。

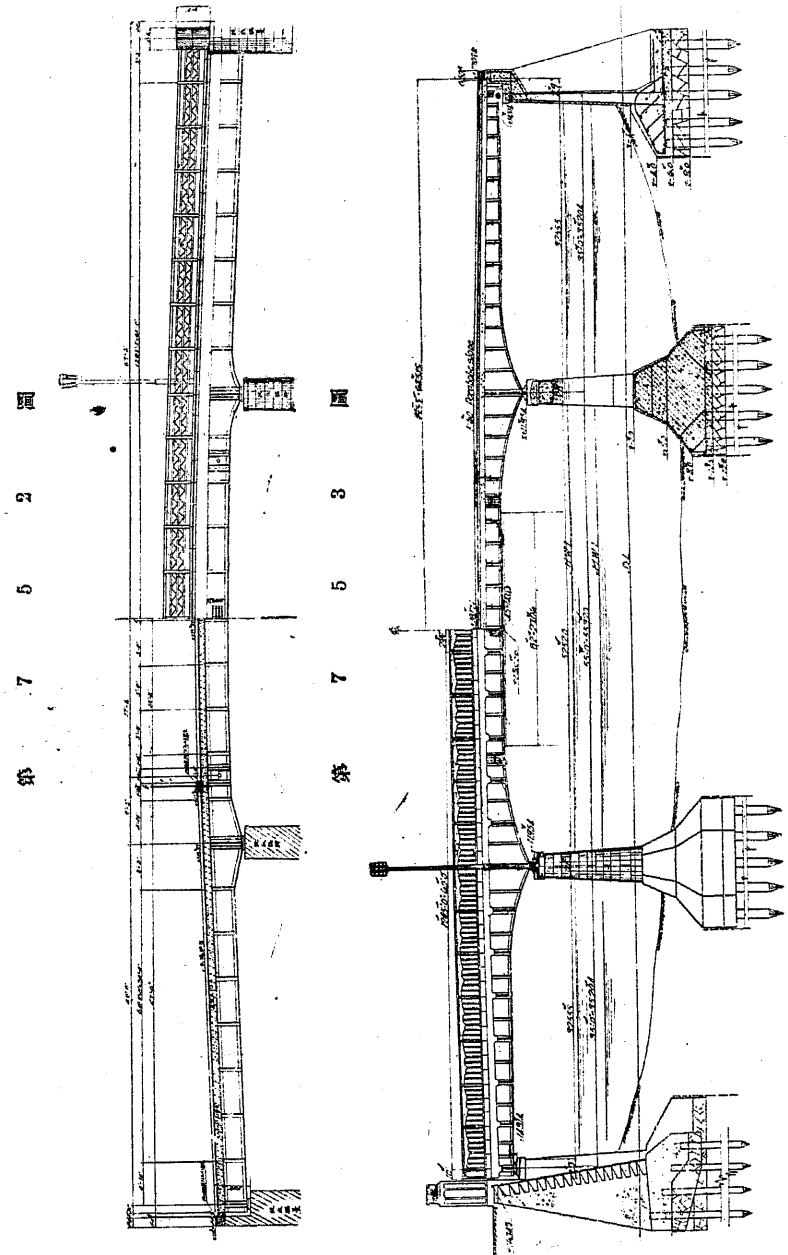
第 7 5 1 圖



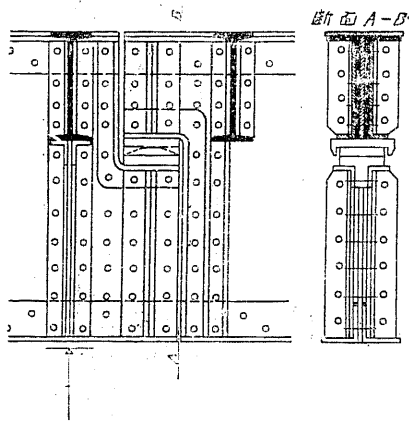
第 751 圖は恰も簡單なる單桁橋と同様吊桁は兩端に底鉸を、突桁の端に床鉸を取付け兩鉸の接觸面を仕上げ一端は固定し他端は兩鉸間にて滑動し得る様底鉸の連絡釘の孔を橢圓形とした構造である、以上第 748 圖乃至第 751 圖に示す二つの方法は大ならざる控架桁橋の鉸構造として多く使用されて居るものである、第 752 圖及第 753 圖は以上の構造を使用したる外觀である。

第 754 圖は底鉸及床鉸に簡單なる鑄鋼を使用したる構造にして床鉸表面を蒲鉾形に仕上げ吊桁と突桁との接觸を線支承になしたるものである。第 755 圖及第 758 圖は大なる控架桁橋に於て單構橋の支承の如く鉀及否を使用したるものにして可動端には輻子を使用する、而して鐵筋混凝土橋の如き死荷重の大なる控架桁橋に於ては後者の構造を撰ぶべきである。

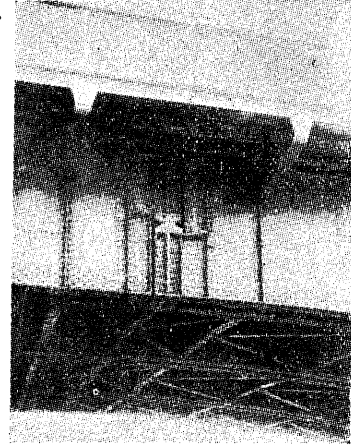
控架桁橋の設計に當り恐らく最も設計者を惱し而も快心の結果を得る能はざるものは横綾構の構造である、元來死活兩荷重の方向と横荷重の方向とは互に直角にして主桁の鉸附近に於ては横綾構の構造は鉸の作用を鋭敏



第 7 5 4 圖

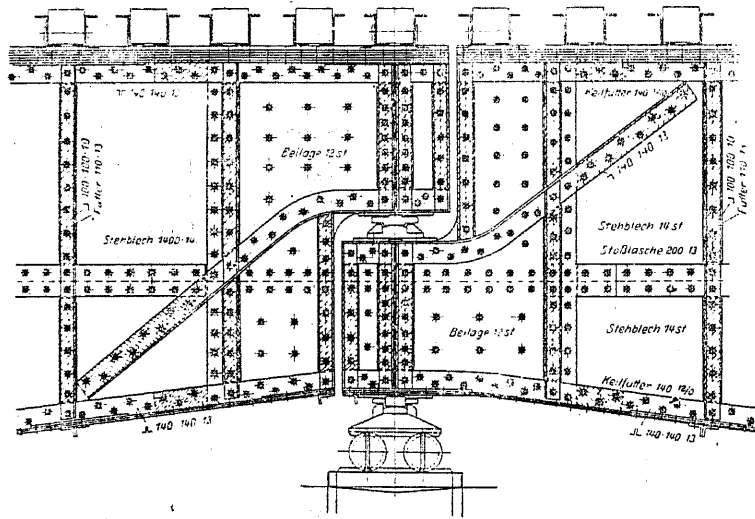


第 7 5 5 圖

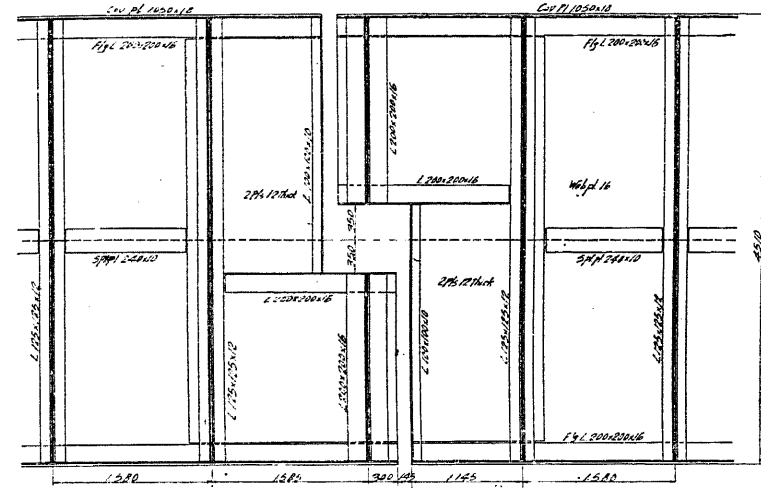


断面 A-B

第 7 5 6 圖



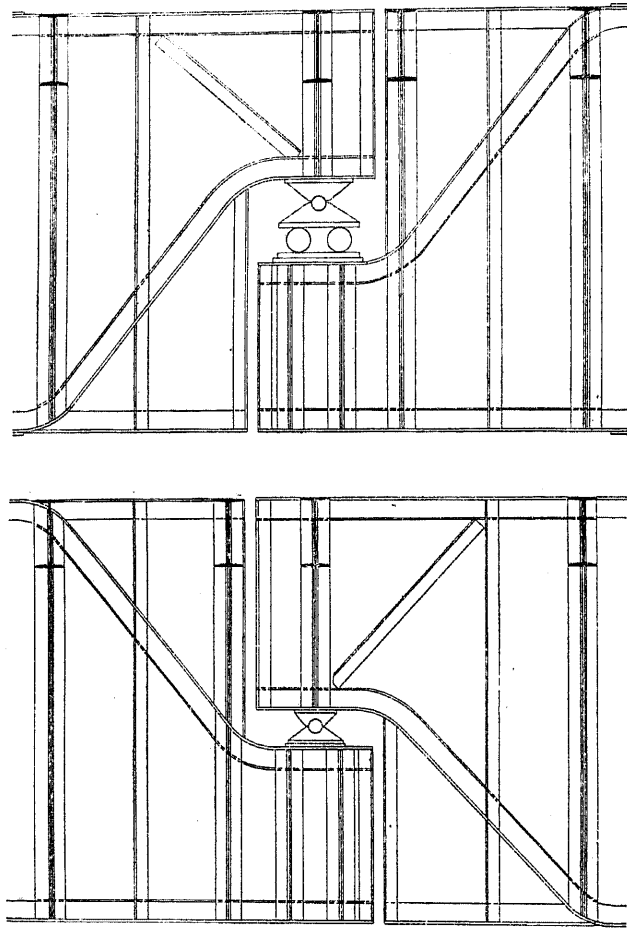
第 7 5 7 圖



ならしめる爲には橋梁の縦の方向の剛度を少くし同時に横荷重に因る應力を傳達するに充分なる構造としなければならない、加之温度の變化に對しては主桁と同様に動き得るものを可動端に必要とする、如斯條件を満足する構造を横絞構に撰ぶ事は實際に於ては容易な事ではない、故に死荷重の大なる公道橋に於ては橋長大ならざるもの對しては横絞構を省略し單に橋全體の横剛度を増す目的に支柱のみ用ひ對角材を省略するものがある、或は吊桁の横絞構と突桁のそれとを全然連絡せず主桁の鉸を以て横絞構の連絡と假定するものもある、大なる控架鉄桁の横絞構の一例として第755圖(此の場合 *K* トラスを使用す)に於て見るが如き構造とし突桁との連絡は第760圖乃至第762圖の如き構造とする、是等とても決して完全なる構造細目とは云ひ難く今後大に考究改良せらるべき點である。

床部構造に於ても主桁の鉸の行動を拘束せざるが爲スラブは鉸附近にて切断し可動端に於て桁の伸縮と同様にスラブ以上路面迄伸縮し得る構造とす

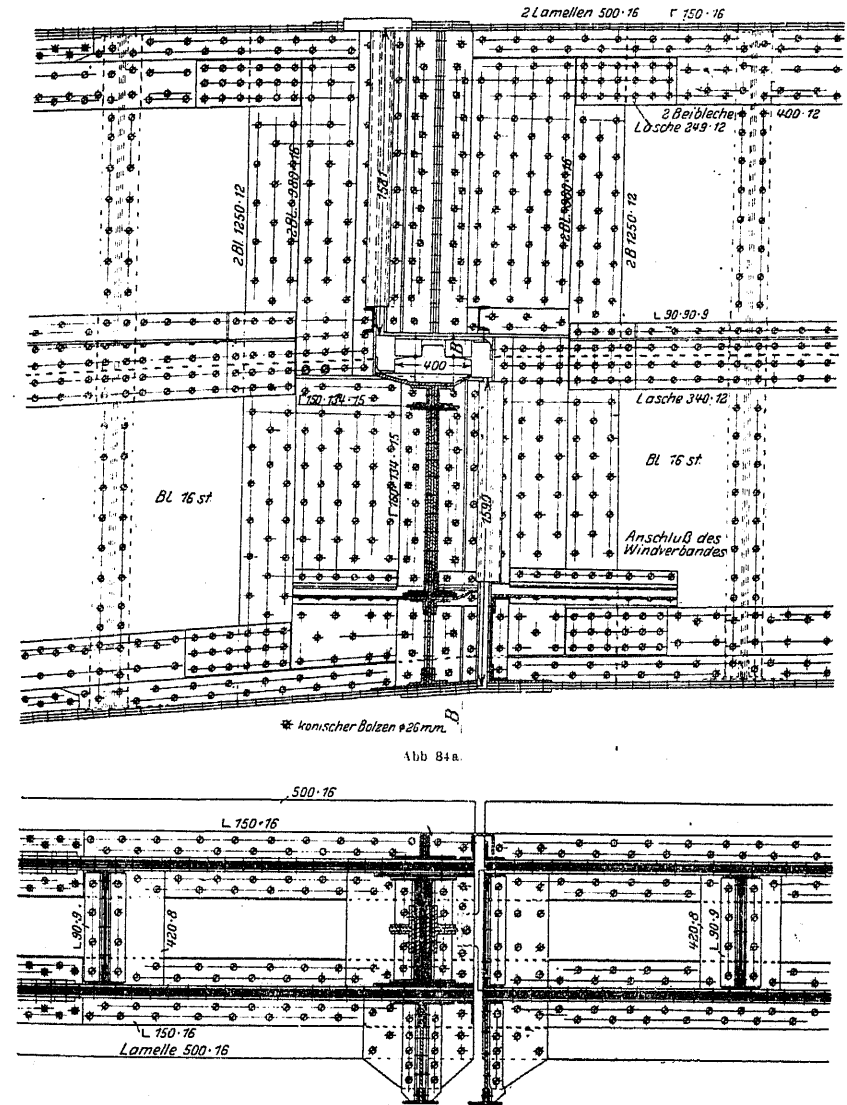
第 7 5 8 圖



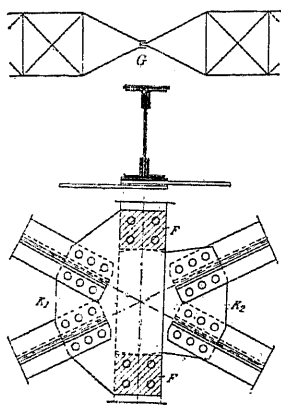
る、第758圖は鉸に最も接近せる床桁上にてスラブを切斷する構造となすけれども切斷箇所が桁鉸を放れ過ぎる嫌がある宜しく之が爲餘分の床桁を使用しても第754圖の如く鉸に接近して切斷箇所を配置すべきである。

以上の如き注意は高欄に於ても考慮せらるべき問題にして桁の伸縮箇所近く高欄も同様に伸縮すべき構造とする、高欄附近の破損は最も衆人の眼

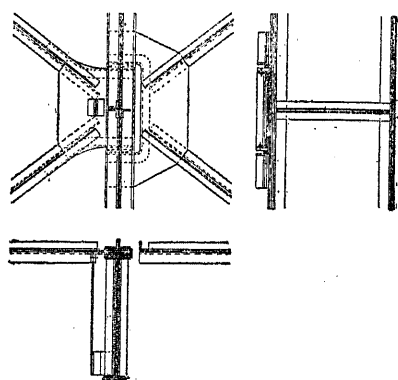
第 7 5 9 圖



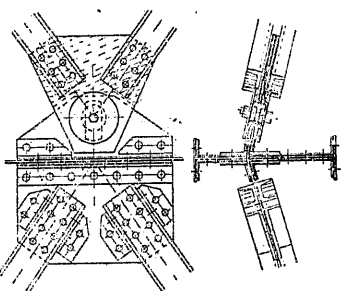
第 7 6 0 圖



第 7 6 1 圖



第 7 6 2 圖



に映り易き部分にして外觀に頗る關係を有するは論を俟たない事である。

c) **控架構** 控架構橋には其の構造細目に於て根本的に異なる二つの型式がある、乃ち第713圖の鉸を中央經間に設けたる I_a 型式に於て碇徑間の端支承に如何なる場合と云へども負反力を惹起しない様にして支承構造を簡單にしたものと之に反して碇徑間の端支承に常に負反力を生ぜしめ其の張力を鋼棒を以て橋臺に埋込まれたる碇盤に連結したるものとの二者である、前者の外觀は中央經間長が碇徑間長に比して余り大ならず且床部の構造も中央經間に於ては出來得る限り軽くし碇徑間に於ては反對に重くし

て中央經間より來る死活兩荷重に因る端支承の負反力全部を打消す様にしてある、而して碇徑間の上弦材は主として抗壓材を標準とする、之に反して後者の外觀は中央經間が碇徑間に比較して非常に長く床部の構造も兩徑間の間に余り差違を認めない、而して碇徑間の上弦材は抗張材を標準とするのである。

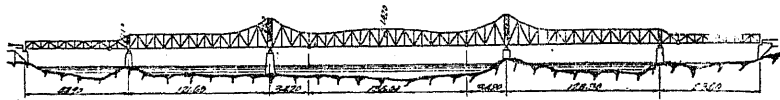
彼の**ケベック橋** Quebec bridge を始めとし米國及加奈陀に於ける控架構橋は殆ど後者の構造にして歐洲に於ける實例には兩者共に存在するけれども所謂ゲルバー構には前者の構造が多い、何れの型式を撰ぶにしても端支承に**交番反力**を生じ所謂“Hammering”の現象を呈する様な徑間長の比及構造とする事は宜しくない。

第763圖は控架構橋の實例を示すものである。

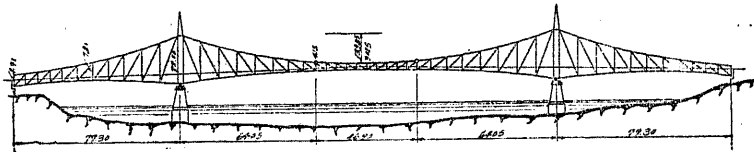
碇徑間の長は採用される死活兩荷重比及中央經間長に依るものにして端支承に負反力を惹起しないと云ふ前者の型式に於ては碇徑間、突眩部及吊構の長の比は凡そ控架構橋の場合と同一である、碇徑間の端支承反力を張力のみとする後者の型式に於ては米國の實例は碇徑間長を中央經間長の $\frac{1}{4}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ とする、碇徑間長を短くする事は一般に經濟的となる場合が多いけれども一面外觀が整はない様である、三徑間以上に亘る控架構に於ては碇徑間の最大長は同徑間に活荷重(衝擊影響を含む)を滿載しても尙弦材の死荷重應力と反對の應力を惹起しない迄とし最小長は其の碇徑間に續く突眩部及吊構に活荷重を滿載しても尙負反力を支承に生ぜしめない迄とする、而して普通吊構を含む徑間の $\frac{5}{8}$ 乃至 $\frac{1}{2}$ とする。

突眩部と吊構との長の比に付いては曩に控架構橋の場合に叙述せし如く其の比を多少變更しても碇徑間の部材應力には余り影響がない、以前は控架構組立を容易ならしむる爲吊構の長を短縮した傾向があつたけれども吊構の短縮する事は橋全體の撓度を大にし剛度を減少する結果となるを以て現

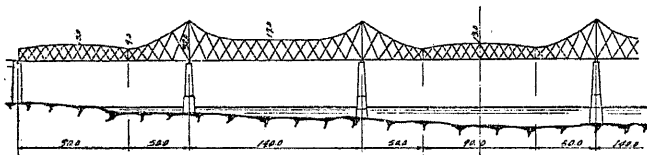
第 7 6 3 圖 (其一)



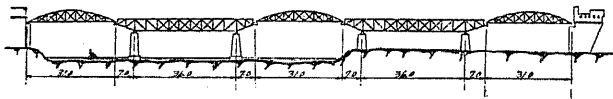
ルワロドゥーネン橋 Rahrhodenberg in Rhein Germany



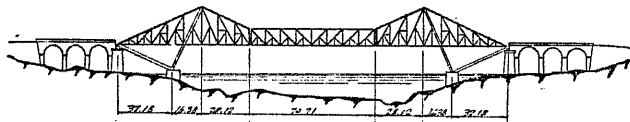
カイゼルフランツ-ヨーゼフ橋 Kaiser Franz-Joseph in Budapest



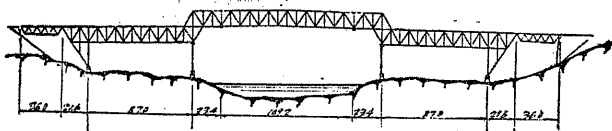
カーナヴォン橋 Carnarvon in Prussia Teutonia



マーサ橋 Martha in Fusan

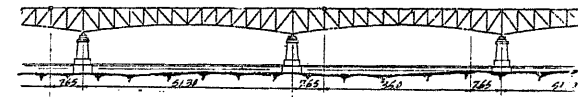


カンネルフェリー橋 Canal Ferry in Scotland

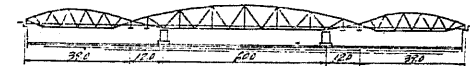


ノールゼー運河橋 Northsea Canal in Holland

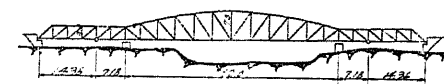
圖 7 6 3 圖 (其二)



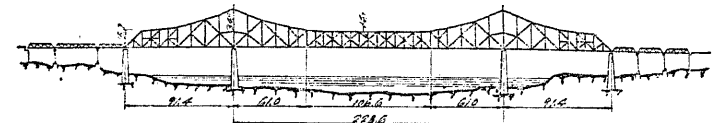
エルベ橋 Elbe in Leitmeritz



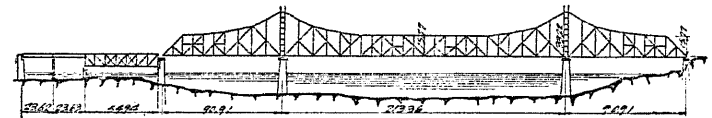
トールナック橋 Tollnac in Paris



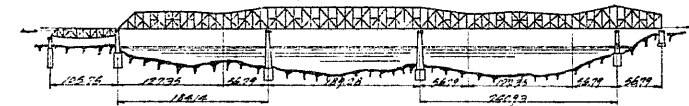
オーデル橋 Oder in Scharbrunn



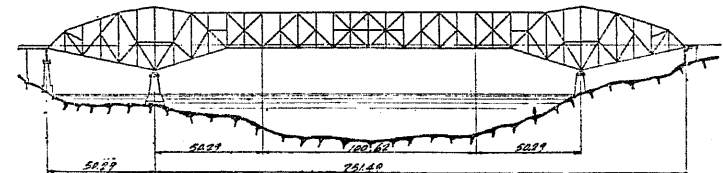
セウィックリー橋 Sewickly in Ohio



ハーバース橋 Hubers in Ohio

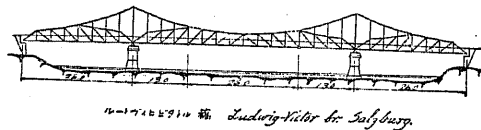
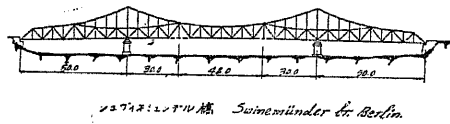
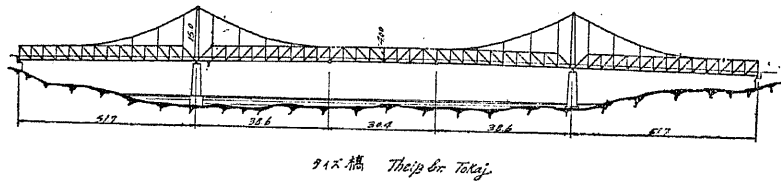
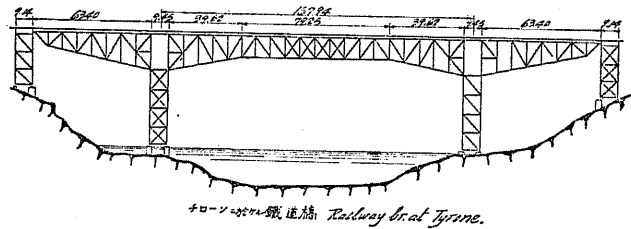
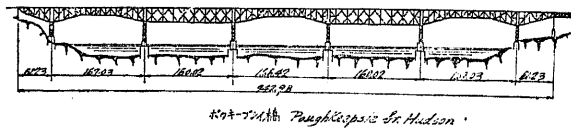
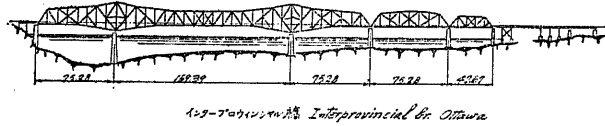
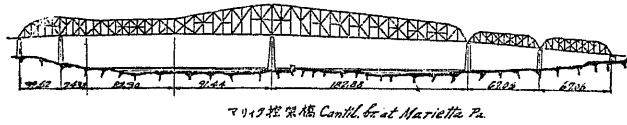


メンフィス橋 Memphis in Mississippi

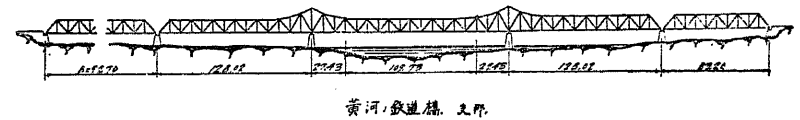
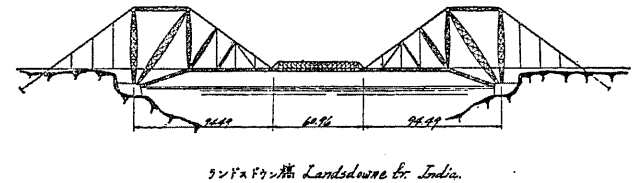
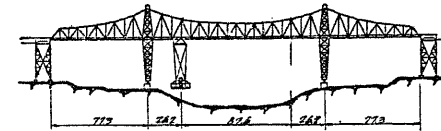
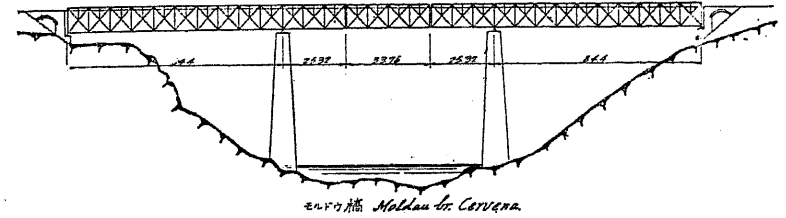


レッドバウト橋 Redoubt in Colorado

第 7 6 3 圖 (其三)



第 7 6 3 圖 (其四)

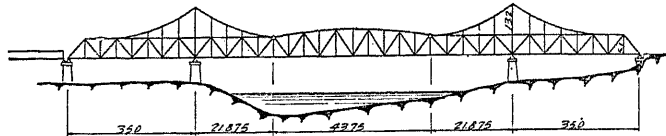


今は出來得る限り吊構の長を増加し突肋部を短縮する、殊に鐵道橋に於て其の傾向が甚しい。

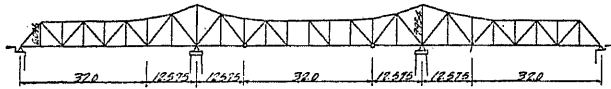
マアルブルグ氏 Edgar Marburg の推擧する控架橋の各部の長の割合は第 764 圖に示すが如きものである、又ワデル氏 Dr. Waddell は主として材料經濟の點よりして第 765 圖の比率を推稱してゐる。

構高に關しては吊構は單構同様其の徑間長の $\frac{1}{6}$ 乃至 $\frac{1}{8}$ とし殊に曲弦構を使用する時は最高部に於て $\frac{1}{5}$ 位にする事もある、稜徑間に於て

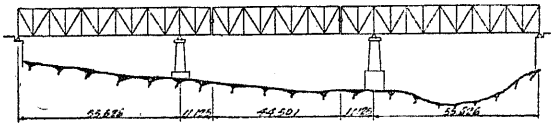
第 7 6 3 圖 (其五)



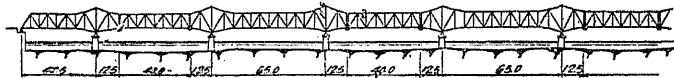
戸田橋



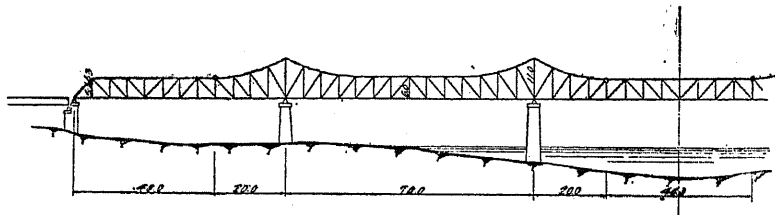
大石田大橋



米谷大橋



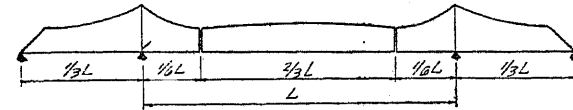
丹波島橋



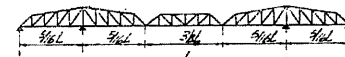
南目橋

は吊構の高と略同一とし平行弦を使用する場合には外觀上徑間長の $\frac{1}{10}$ 位に低くする事がある、橋脚上に於ける構高は吊構の高の約 2 倍或は中央徑間長の 15% 位が適當である、殊に長徑間の控架構に於て注意すべき事は横荷重に對する安定にして此の趣旨より構高を構の間隔の 4 倍以上にせ

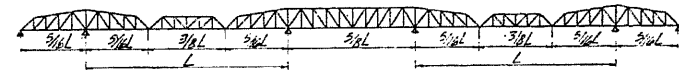
第 7 6 4 圖



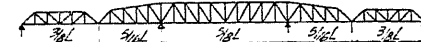
第 7 6 5 圖



型式 A



型式 B



型式 C



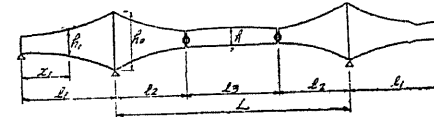
型式 D

ず且構の間隔も徑間の $\frac{1}{20}$ 以下にしない事が緊要である。

材料經濟の點より全橋の斷面積の均一を得るべく各徑間の最大彎曲率を生ずべき點の斷面積を同一ならしめると云ふ條件より構高を決定すれば次の如くなる。

第 766 圖に於て

第 7 6 6 圖



h_0 ……橋脚上の構高。

h_1 ……稜徑間の最大彎曲率を生ずべき點の構高。

h ……吊構の最大彎曲率を生ずべき點(中央)の構高。

M_0, M_1 及 M ……以上三點の最大彎曲率。

q.....死荷重量.

p.....活荷重量 (當量等布荷重).

とすれば

$$M_0 = \frac{1}{2}(q+p)l_2(L-l_2)$$

$$M = \frac{1}{8}(q+p)(L-2l_2)^2$$

$$M_1 = \frac{1}{2}(q+p)x_1^2$$

$$\text{上式中 } x_1 = \frac{1}{2}l_1 \left[1 - \frac{q}{q+p} \frac{l_2(L-l_2)}{l_1^2} \right] \dots (426 \text{ 式より})$$

にして與へられたる條件に依り

$$\frac{M_0}{h_0} = \frac{M}{h} = \frac{M_1}{h_1}$$

$$\therefore \frac{1}{2} \frac{l_2(L-l_2)}{h_0} = \frac{1}{8} \frac{(L-2l_2)^2}{h} = \frac{1}{2} \frac{x_1^2}{h_1}$$

である、而して $l_2 = aL$, $L = \lambda l_1$, $\frac{q}{q+p} = \gamma$ とすれば

$$\frac{h_0}{h} = \frac{4a(1-a)}{(1-2a)^2} \dots (427_a)$$

$$\text{或は } a = \frac{1}{2} \left[1 - \sqrt{\frac{h}{h+h_0}} \right] \dots (427_b)$$

にして又

$$\frac{h_0}{h_1} = \frac{4a(1-a)\lambda^2}{[1-\gamma a(1-a)\lambda^2]^2} \dots (428_a)$$

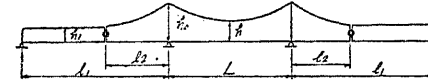
$$\text{或は } \lambda^2 = \frac{1}{\gamma^2 a(1-a)} \left[\gamma + 2 \frac{h_1}{h_0} \left(1 - \sqrt{1 + \gamma \frac{h_0}{h_1}} \right) \right] \dots (428_b)$$

$$x_1 = L \sqrt{a(1-a)} \frac{h_1}{h_0} \dots (429)$$

なる結果を得る。

同様なる條件に依り第767圖の控架構に於て構高の比を求める時は次の如くなる。

第 7 6 7 圖



M 及 M1 は中央徑間及短徑間の中央に生じ其等の點の構高を各 h 及 h1 とし h0 を橋脚上の構高とすれば

$$M_0 = \frac{1}{2}(q+p)l_2l_1$$

$$M_1 = \frac{1}{8}(q+p)(l_1-l_2)^2$$

にして $l_2 = a'l_1$ とすれば M の絶對値は $L^2 - 4l_2l_1 > 0$, 乃ち $\frac{L}{l_1} > 2\sqrt{a}$ なる場合には正彎曲率の方が大にして反對なる場合には負彎曲率の方が大きい、乃ち

$$M = \frac{1}{8}(q+p)L^2 - \frac{1}{2}ql_2l_1 \dots \frac{L}{l_1} > 2\sqrt{a} \text{ なる場合.}$$

$$= \frac{1}{2}(q+p)Ll_1 - \frac{1}{8}qL^2 \dots \frac{L}{l_1} < 2\sqrt{a} \text{ なる場合.}$$

である、故に

$$\frac{M_0}{h_0} = \frac{M_1}{h_1} = \frac{M}{h}$$

なる條件に依り

$$\frac{1}{2} \frac{l_2l_1}{h_0} = \frac{1}{8} \frac{(l_1-l_2)^2}{h_1}$$

$$\frac{h_0}{h_1} = \frac{4a}{(1-a)^2} \dots (430_a)$$

$$\text{或は } a = 1 + \frac{h_1}{h_0} \left[1 - \sqrt{\frac{h_0+h_1}{h_1}} \right] \dots (430_b)$$

にして $L = \lambda l_1$ とすれば

$$\lambda^2 > 4\alpha \text{ なる場合には } \frac{1}{2} \frac{l_2 l_1}{h_0} = \left[\frac{1}{8} L^2 - \frac{1}{2} \frac{q}{q+p} l_2 l_1 \right] \frac{1}{h}$$

$$\frac{h_0}{h} = \frac{4\alpha}{\lambda^2 - 4\gamma\alpha} \dots\dots\dots(431_a)$$

$$\lambda^2 < 4\alpha \text{ なる場合には } \frac{1}{2} \frac{l_2 l_1}{h_0} = \left[\frac{1}{2} l_2 l_1 - \frac{1}{8} \frac{q}{q+p} L^2 \right] \frac{1}{h}$$

$$\frac{h_0}{h} = \frac{4\alpha}{4\alpha - \gamma\lambda^2} \dots\dots\dots(431_b)$$

なる結果を得。

例題 28. 第 766 圖に於て

(其一) $L=100 \text{ m. } l_1=60 \text{ m. } l_2=20 \text{ m. } \gamma=0.4$

なる場合 $h=9.0 \text{ m}$ に對する h_0 及 h_1 を求む。

$$\alpha = \frac{l_2}{L} = \frac{20}{100} = 0.2$$

$$\lambda = \frac{L}{l_1} = \frac{100}{60} = 1.67$$

なるを以て (427_a) 式に依り

$$h_0 = \frac{4 \times 0.2 \times 0.8}{(1 - 2 \times 0.2)^2} h = 1.78h = 16.0 \text{ m.}$$

にして (428_a) 式及 (429) 式に依り

$$h_1 = \frac{[1 - 0.4 \times 0.2 \times 0.8 \times 1.67^2]^2}{4 \times 0.2 \times 0.8 \times 1.67^2} h_0 = 0.38h_0 = 6.1 \text{ m.}$$

$$x_1 = 100 \times \sqrt{0.2 \times 0.8 \times 0.38} = 24.8 \text{ m.}$$

なる結果を得。

(其二) $L=100 \text{ m. } l_1=60 \text{ m. } l_2=30 \text{ m. } \gamma=0.4$

なる場合 $h=5.0 \text{ m}$ に對する h_0 及 h_1 を求む。

$$\alpha = \frac{30}{100} = 0.3 \quad \lambda = \frac{100}{60} = 1.67$$

(427_a) 式に依り

$$h_0 = \frac{4 \times 0.3 \times 0.7}{(1 - 2 \times 0.2)^2} h = 5.25h = 26.2 \text{ m.}$$

にして (428_a) 式及 (429) 式に依り

$$h_1 = \frac{[1 - 0.4 \times 0.3 \times 0.7 \times 1.67^2]^2}{4 \times 0.3 \times 0.7 \times 1.07^2} h_0 = 0.252h_0 = 6.6 \text{ m.}$$

$$x_1 = 100 \times \sqrt{0.3 \times 0.7 \times 0.252} = 23.0 \text{ m.}$$

例題 29. 第 767 圖に於て

$L=100 \text{ m. } l_1=100 \text{ m. } l_2=25 \text{ m. } \gamma=0.45$

なる場合 $h_1=10.0 \text{ m}$ に對する h_0 及 h を求む。

$\alpha=0.25 \quad \lambda=1.0$

なるを以て (430_a) 式に依り

$$h_0 = \frac{4 \times 0.25}{(1 - 0.25)^2} h_1 = 1.78h_1 = 17.8 \text{ m.}$$

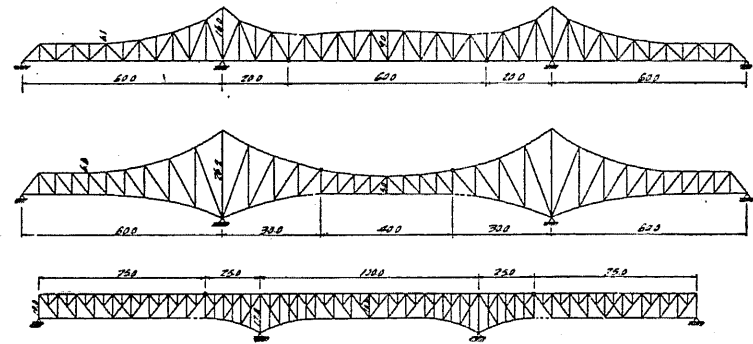
にして (431) 式に依り

$$h = \frac{1 - 4 \times 0.25 \times 0.45}{4 \times 0.25} h_0 = 0.55h_0 = 9.8 \text{ m.}$$

なる結果を得。

以上三つの結果を以て構の形を定める時は第 768 圖の如くなる。

第 7 6 8 圖

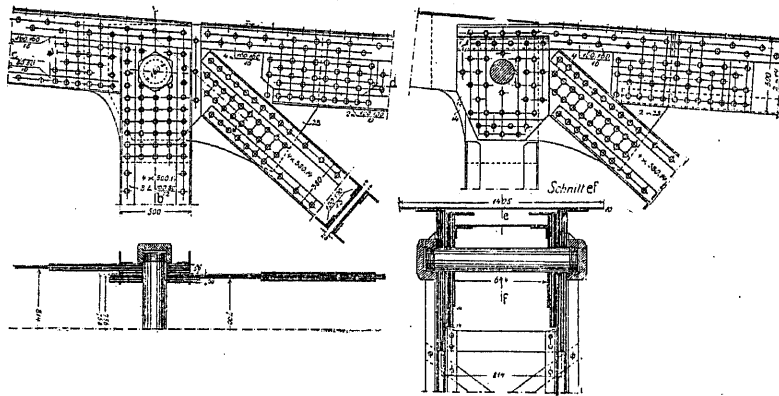


第 769 圖及第 770 圖は第 763 圖 (其一) のカイゼルフランツ・ヨセフ橋

の鉸結構造を示すものにして第 771 圖及第 772 圖は第 763 圖 (其三) のイ
ス橋の鉸結構造である。

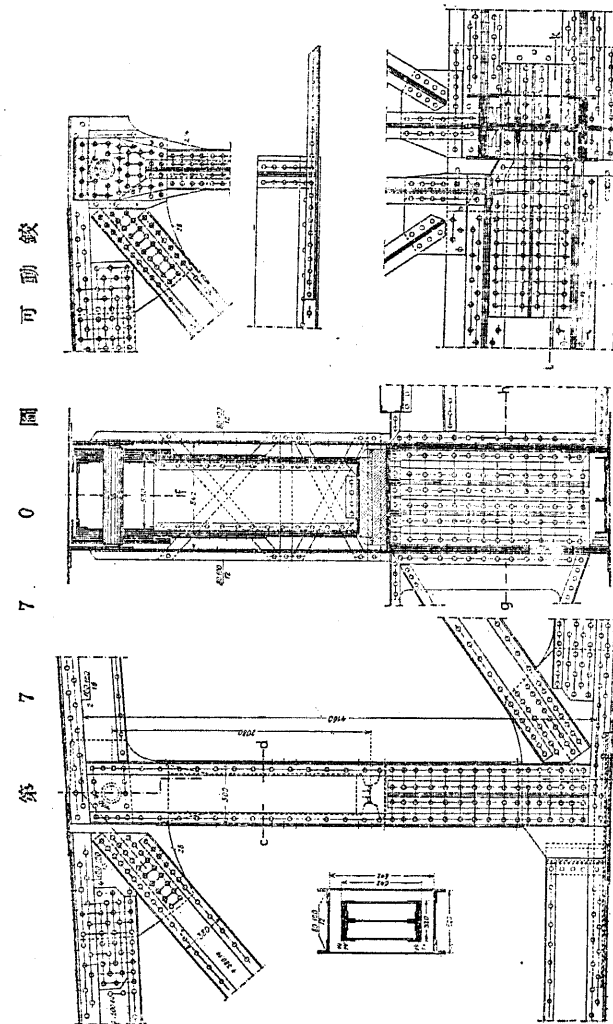
第 769 圖は無載荷弦に設けられた固定鉸の構造にして弦材の断面は突
桁構及吊構共に函形にして吊構の弦材の腹鉸相互間隔を稍小にし突桁構弦材
腹鉸の内部に挿入し兩者弦材腹鉸の間には約 5 耗の間隙を置く、且此の重
複部分の鉚添鉸接合鉸は皿鉸とし兩構が鉸鉚の廻りに自由に廻轉し得る様
にしてある、而して鉸鉚の設計々算は鉚結構の鉚の計算と全然同一であ
る、尙該鉚に對應する他の側の弦材は多くは應力を受けない部材にして兩
構の鉸鉚の廻りの運動を阻まない様な結合とする、此の構造の缺點とすべ
きは鉚にかゝる腹鉸相互の内側は架設後永久に塗漆する事が出来ない事
である、故に架設の當初に於て其の面は錆止めに対して充分注意すべきであ

第 7 6 9 圖 固 定 鉸



る、構造としては非常に簡單にして決して悪い構造細目ではない。

第 770 圖は同橋の可動鉸の構造にして吊構の弦材の腹鉸相互間隔を突
桁構の之れよりも小とし突桁構の端柱内に吊構の支承を設置したもので
ある、勿論兩構の移動は自由にして温度變化に伴ふ構の伸縮は鉚と支承臺と

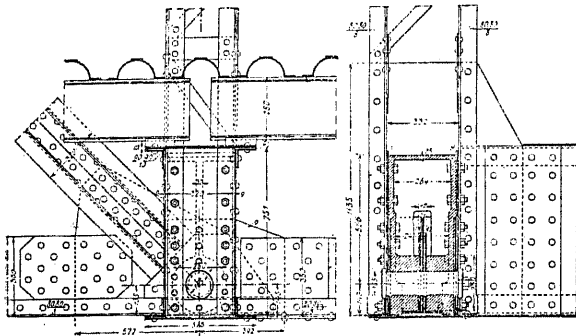


の長の振子を利用したものである、尙鉚に對應する他の側の弦材は前同様
應力を受けない部材にして其の結合は振子の運動を阻止しない構造とす
る、振子運動の長さは出来る丈長い方が可いけれども之れ丈支柱の剛度を
増加する必要がある、以上の可動鉸構造は今日迄割合に多く利用せられて

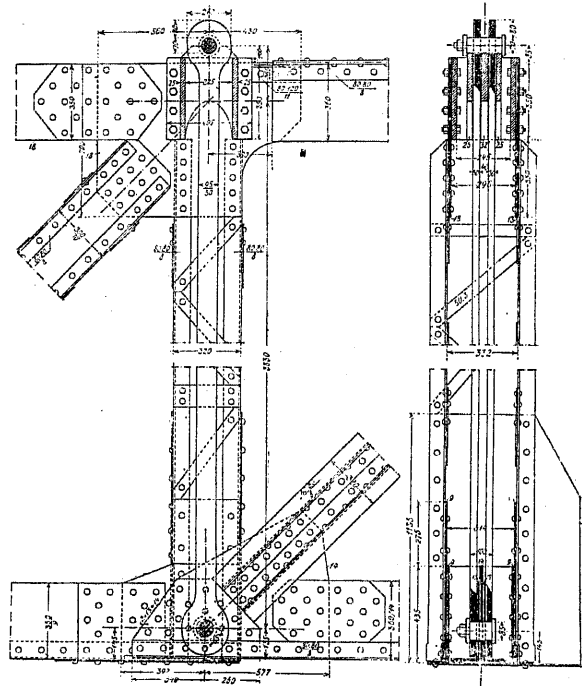
る構造である。

第 771 圖は載荷弦に設けられた固定鉸の構造にして弦材の断面は突肢構に於ては函形とし吊構に於ては L 形を使用し突肢構弦材の断面の中央に

第 7 7 1 圖 固 定 鉸



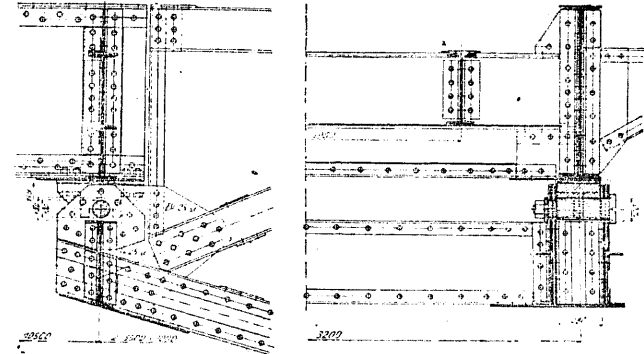
第 7 7 2 圖 可 動 鉸



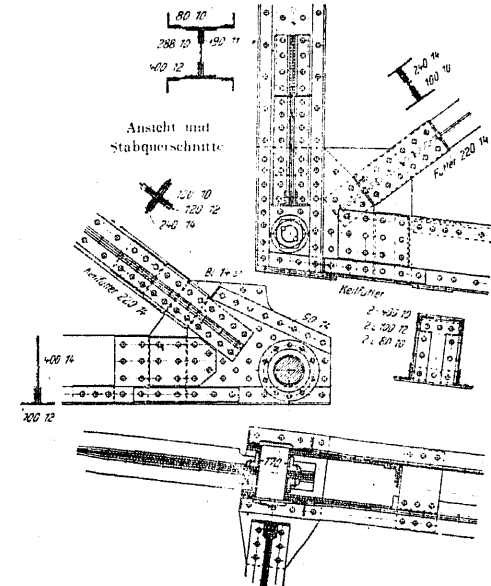
於て鉸鍊にて支持せられてゐる、突肢構の端垂直材の内部には床桁の高さに特殊なる鑄鋼を挿入し吊構弦材の位置を安定してゐる、尙此の格點の床桁のみは函形断面を使用する。

第 772 圖は同橋の可動鉸の實例にして上下鉸の間に眼釘を使用し構の水

第 7 7 3 圖

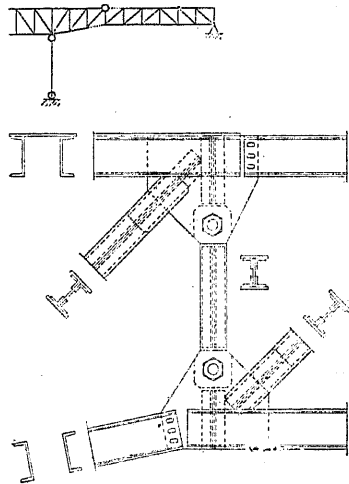


第 7 7 4 圖

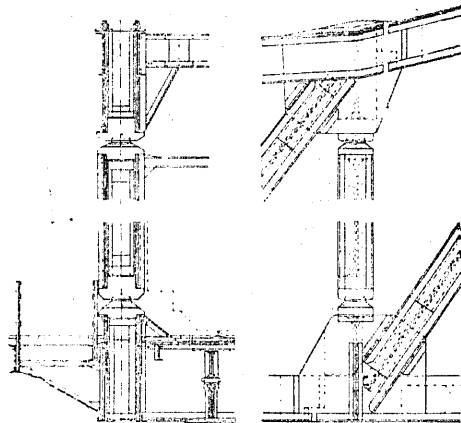


平移動は眼釘の振り運動に依つてゐるのである、乃ち吊構と眼釘とを下弦の鉋に於て連結し其の吊構より受けたる眼釘の張力は上弦の鉋に於て突腕構に傳達する様突弦構の端に特殊なる鑄鋼を使用し鉋の支承を形成すると共に鉋の位置を安定してゐるのである、構造も簡單にして地震等の上下動

第 7 7 5 圖 可 動 鉋



第 7 7 6 圖

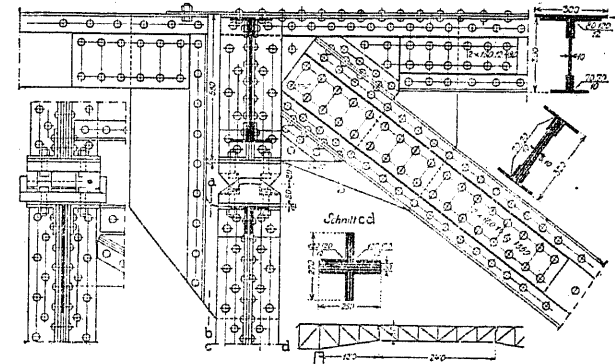


に對しても適當なる設計である。

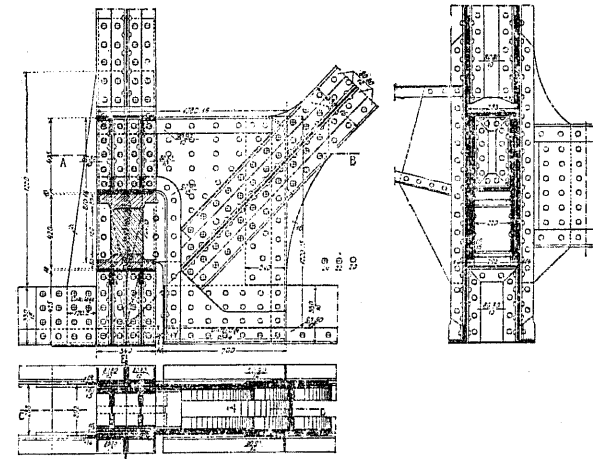
第 773 圖及第 774 圖は固定鉋、第 775 圖及第 776 圖は可動鉋の實例にして前例に類似の構造である。

第 777 圖及第 778 圖は單樑橋の端支承に於けるが如き鑄鋼脊を突腕構の端垂直材の途中に設けたるものにして前者は固定鉋、後者は可動鉋である。第 779 圖は大なる控架構橋に於て可動鉋に輻子を使用した實例である。

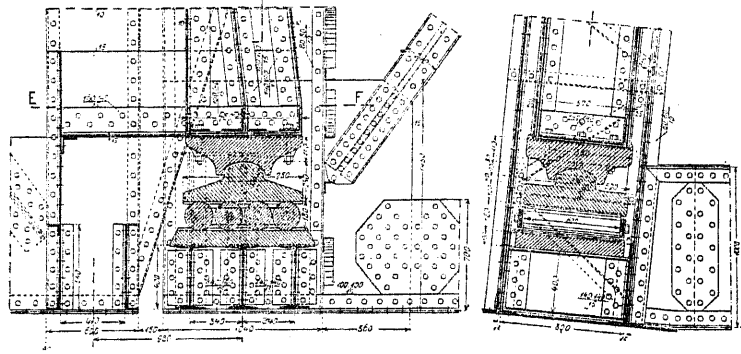
第 7 7 7 圖 固 定 鉋



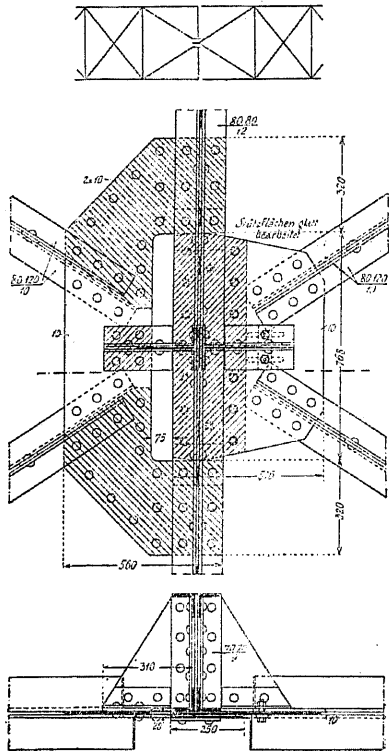
第 7 7 8 圖 可 動 鉋



第 7 7 9 圖 可 動 鉸

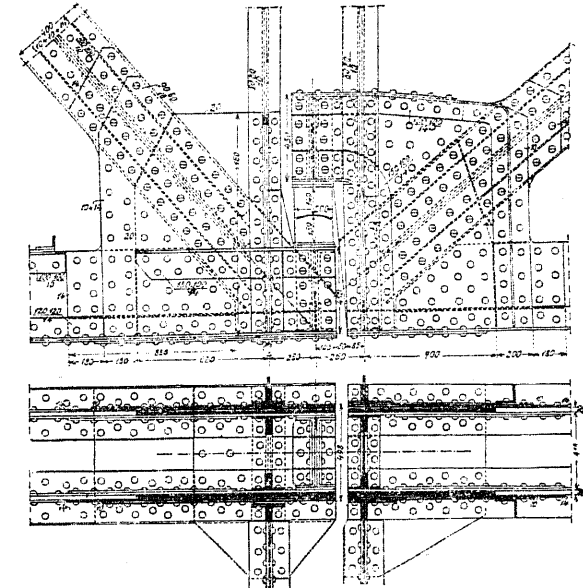


第 7 8 0 圖

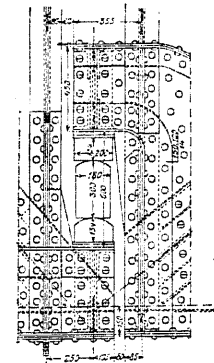


控架構橋の横綫構も控架桁橋の場合と同様突眩構と吊構との接綫點に於て吊構の風壓に因る剪力のみを通過し彎曲率を阻止する構造とすべく其の構造も複雑となり而も満足なる結果が得られない、第760圖乃至第762圖に示す控架桁橋の横綫構は控架構橋にも利用せられる構造にして第780圖

第 7 8 1 圖 (共 一) 可 動 鉸

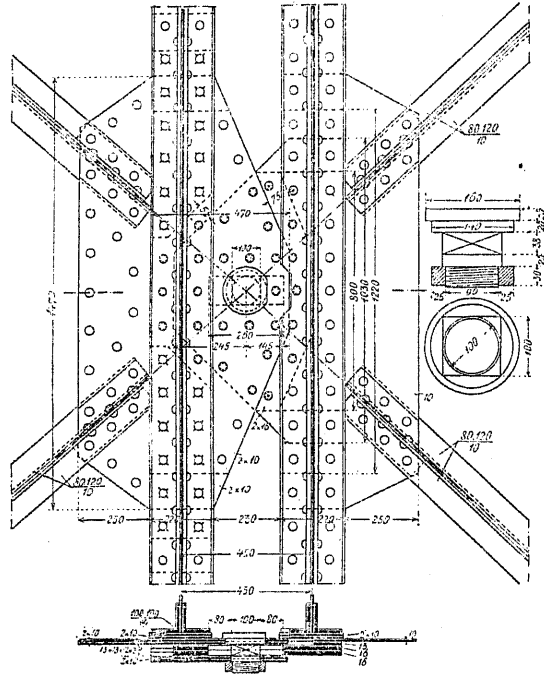


可 動 鉸



乃至第781圖は其の實例である。

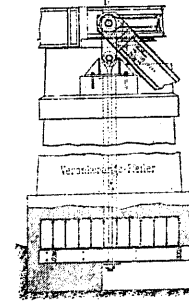
第 7 8 1 圖 (其二)



鉸位置に於ける横綫構の構造

尙 § 137. c) の當初に於て既述せし如く第713圖 I_a 型式に於て碇徑間の端支承に負反力を惹起しないものに於ては其の支承構造は單構橋の場合と何等異なる處がないけれども米國に於ける實例の如く端支承に常に負反力を生ぜしめたるものに於ては其の張力を橋臺に埋込まれたる碇盤に連絡する必要がある、第782圖及第783圖は其の實例にして第783圖は第763圖(其二)のレッド・ロツク橋の構造である。

第 7 8 2 圖



第 7 8 3 圖

