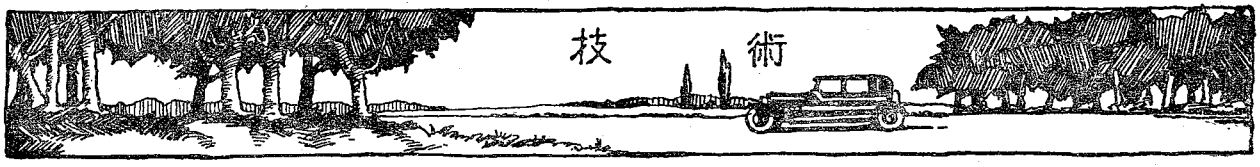


鐵筋混凝土桁橋の設計に就て〔二〕

大野　博

3　主桁の中心間隔

丁桁橋の設計に當り先づ第一に決定すべきは其の主桁の中心間隔にして、其の定め方の如何は總工費の上に大なる影響を及ぼすものである。從來架設せられた丁桁橋の多くは一般に此間隔が小に過るものの樣であるが、之を大とする時は床版に於て其の寸法を增し、主桁も幾分大なる寸法を用ふることを要するも其の數を減ずることを得、結局工費の節約となる場合が多い。

普通橋梁に於て用ひらるゝ床版は、施工の關係上其の厚さを 15cm 以下となすことは宜しくない、從つて 15cm を以て厚さの最小限と定めるならば、主桁中心間隔の最小限は凡そ 1.5m である。

經濟的主桁中心間隔の決定法に關し最近の "Beton u. Eisen" 誌上に於て L. Berger 氏は等布荷重の場合及び單一集中荷重の場合に就て、支間と經濟的主桁間隔との關係を求めて居るが、橋梁に於ける一般の荷重の如く複雜なる荷重狀態に對しては適當なる實用的結果を理論的に導くことは困難である、故に今茲に R. Saliger 氏の方法に從ひ等布荷重の場合に就て考へることゝする。

今雜費及び何れの場合にも共通なるべき型枠其他の工費を除き、主桁一本分及び其の床版の單位長當り工費を K とすれば

$$K \fallingdotseq [dl + b_o(h-d)]k_c + l\varepsilon_p A_{sp} k_{sp} + \varepsilon_s A_{ss} k_{ss} + 2(h-d)k_f \cdots\cdots (14)$$

l = 主桁中心間隔卽ち床版支間

d = 床版有効高

h = 丁桁有効高

b_o = 丁桁腹部の幅

k_c, k_{sp}, k_{ss}, k_f = 夫々混凝土單位體積、床版鐵筋單位體積、腹部鐵筋單位體積及び型枠單位面積の工費

ε_p, ε_s, = 夫々床版及主桁鐵筋の鈎、曲上其他を考慮したる實際所要平均斷面積と A_{sp} 又は A_{ss} との比

故に單位面積當りの工費を K_1 とすれば

$$K_1 = \frac{K}{l}\left[d + \frac{b_o}{l}(h-d)\right]k_c + \varepsilon_p A_{sp} k_{sp} + \varepsilon_s A_{ss1} k_{ss} + \frac{2}{l}(h-d)k_f \cdots\cdots\cdots\cdots (15)$$

茲に $A_{ss1} = \frac{A_{ss}}{l}$ であるが、主桁の彎曲率を M, 抵抗力率の臂長を Z とすれば

$$A_{ss}=\frac{M}{Z\sigma_s}$$

$$\therefore\quad A_{ss1}=\frac{M}{lZ\sigma_s}=\frac{M_1}{Z\sigma_s}\qquad M=M_1 l$$

而して等布荷重の場合には M_1 は一定と考へ得るを以て A_{ss1} は l に關係せぬこととなる。

又床版に對す等布荷重を單位面積當り w_p とすれば、單位幅當りの彎曲率 M_p は次の樣になる

$$M_p=\theta w_p l^2$$

$$\therefore\quad d=C_1\sqrt{\theta w_p l^2}=C_1^1\sqrt{w_p}\,l$$

$$A_{sp}=C_2\sqrt{\theta w_p l^2}=C_2^1\sqrt{w_p}\,l$$

玆に　$$C_1=\frac{\sigma_s+n\sigma_c}{n\sigma_c}\sqrt{\frac{6n}{3\sigma_s+2n\sigma_c}}$$

$$C_2=\frac{\sigma_c}{2\sigma_s}\sqrt{\frac{6n}{3\sigma_s+2n\sigma_c}}$$

又　$$b_o=b_1+\beta_1 A_{ss}$$

故に以上を（15）に入れゝば

$$K_1=\left[C_1^1 l\sqrt{w_p}+\frac{b_1 h}{l}+\beta_1 A_{ss1}h-C_1^1 b_1\sqrt{w_p}-C_1^1 l\beta A_{ss1}\sqrt{w_p}\right]k_o$$
$$+\varepsilon_p C_2^1 l\sqrt{w_p}\,k_{sp}+\varepsilon_s A_{ss1}k_{ss}+2\left(\frac{h}{l}-C_1^1\sqrt{w_p}\right)k_p$$

$\frac{\partial K_1}{\partial l}=0$ より

$$\frac{\partial K_1}{\partial l}=\left[C_1^1\sqrt{w_p}-\frac{b_1h}{l^2}-C_1^1\beta_1A_{ss1}\sqrt{w_p}\right]k_c+\varepsilon_pC_2^1\sqrt{w_p}\,k_{sp}-\frac{2h}{l^2}k_f=0$$

$$\therefore\quad l=\sqrt{\frac{b_1k_c+2k_f}{\{C_1^1(1-\beta_1A_{ss1})k_c+\varepsilon_pC_2^1k_{sp}\}\sqrt{w_p}}}\sqrt{h}$$

β_1A_{ss1} は　に比し小なるを以て之を無視すれば

$$l=\sqrt{\frac{b_1k_c+2k_f}{C_1^1k_c+\varepsilon_pC_2^1k_{sp}}}\ \frac{\sqrt{h}}{\sqrt[4]{w_p}}=\alpha_2\sqrt{h}\cdots\cdots\cdots\cdots(16)$$

又一方　$A_{ss}=\frac{M}{Z\sigma_s}$

$$\therefore\quad b_o=b_1+\beta_1\frac{M}{Z\sigma_s}$$

故に(14)中 h に關係せぬ項を取除き、上の關係を入れゝば

$$K=\left(b_1+\frac{\beta_1M}{Z\sigma_s}\right)(h-d)k_c+\frac{\varepsilon_sMk_{ss}}{Z\sigma_s}+2(h-d)k_f$$

然るに

$$Z\fallingdotseq(h_o-t)\fallingdotseq(h-d)$$

$$\therefore\quad \frac{\partial K}{\partial h}=b_1k_c-\frac{\varepsilon_sMk_{ss}}{Z^2\sigma_s}+2k_f=0$$

$$\therefore \quad Z=\sqrt{\frac{\varepsilon_s k_{ss}}{b_1 k_c+2k_f}}\sqrt{\frac{M}{\sigma_s}}$$

又 ψ を定數とすれば略々 $Z=\psi h$ とおくことが出來る故に

$$h=\frac{1}{\psi}\sqrt{\frac{\varepsilon_s k_{ss}}{b_1 k_c+2k_f}}\sqrt{\frac{lM_1}{\sigma_s}}=\alpha_1\sqrt{lM_1}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(17)$$

(16) (17) より

$$l=\sqrt[3]{\alpha_1^2\alpha_2^4}\sqrt[3]{M_1}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(18)$$

又　$\alpha_1=A_1\frac{1}{\sqrt{\sigma_s}}$. $\alpha_2=A_2\frac{1}{\sqrt[4]{w_p}}$　とすれば

$$l=\sqrt[3]{A_1^2A_2^4}\sqrt[3]{\frac{M_1}{\sigma_s w_p}}=B\sqrt[3]{\frac{M_1}{\sigma_s w_p}}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(19)$$

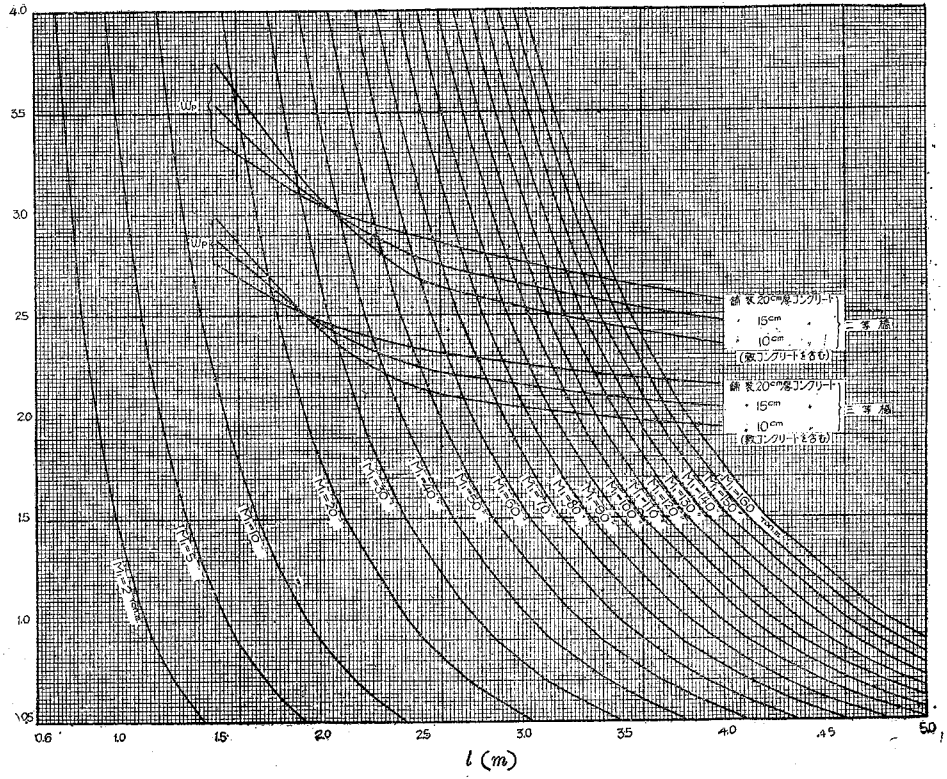
今鐵筋 150圓/ton（又は 95圓/ton）混凝土 25圓/m³（又は 16.5圓/m²）型枠 1.5圓/m²（又は 0.95圓/m²）の割合とし、床版は連續版として $\theta=\frac{1}{10}$, $\varepsilon_p=1.7$ を、主桁は單桁として $\varepsilon_s=1.3$, $\psi=0.9$ を用ひ、$\sigma_s=1{,}200\text{kg/cm}^2$, $\sigma_c=45\text{kg/cm}^2$ として B の値を計算すれば平均 $43.7(\text{kg/cm})^{\frac{1}{3}}$ となる。第三圖はこの値を用ひて (19) により、l, w_p, M_1 の關係を示すものである。但し M_1 は 1m 幅に對する彎曲率である。

今大體の目安を得る爲に凡そ二等橋 L=10m l=2m に相當する數値を入れて L と l との關係を求めて見る。

$w_s=2\text{t/m}^2=0.2\text{kg/cm}^2$……主桁に對する相當等布荷重　（死荷重を含む）

$w_p=3\text{t/m}^2=0.3\text{kg/cm}^2$……床版に對する相當等布荷重　（同上）

第三圖


4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.6
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
l (m)
w_p (ton/m²)
w_0
w_0
$M_r=5$
$M_r=10$
$M_r=20$
$M_r=30$
$M_r=40$
$M_r=50$
$M_r=60$
$M_r=70$
$M_r=80$
$M_r=90$
$M_r=100$
$M_r=110$
$M_r=120$
$M_r=130$
$M_r=140$
$M_r=150$
$M_r=160$
$M_r=170$
$M_r=180$
$M_r=190$
$M_r=200$
鉄筋20cm幅コンクリート
15cm
10cm
(鉄コンクリートをさむ)
三等橋
鉄筋20cm幅コンクリート
15cm
10cm
(鉄コンクリートをさむ)
三等橋

$\sigma_s = 12\ 0 \mathrm{kg/cm^2}$

$$M_1 = \frac{1}{8} w_s L^2 = \frac{1}{8} 0.2 L^2$$

$$\therefore \quad l = 43.7 \sqrt[3]{\frac{0.2L^2}{8 \times 1{,}200 \times 0.3}}$$

即　$l = 1.79\, L^{\frac{2}{3}}$　(l. L. cm)

又は　$l = 0.385\, L^{\frac{2}{3}}$　(l. L. m)　……(20)

之を計算すれば次の樣になる

支間	L m	5	6	7	8	9	10	11	12
間隔	l m	1.12	1.27	1.41	1.54	1.67	1.78	1.91	2.02

この結果は後に述べる二等橋に對するものと甚だ近い結果を與へてゐる。(未完)

第八號　正誤表

頁	行	誤	正
84	2	ξ	ε
85	4	$\frac{\partial A}{\partial \xi}$	$\frac{\partial A_s}{\partial \xi}$
〃	5	∂	σ_c
〃	6	$0=$	$=0$
86	第一圖の横距は $\varepsilon k_s / k_c$ 縱距は σ_s / σ_c		