

I-46 コンクリート桁橋の主桁の荷重分配と横桁の曲げモーメントの迅速解について

北大工学部 工博 正員 横道英雄
同 工修 準員 O 栗林栄一

PC あるいは RC 桁橋で横桁がある場合、図-1 の様に荷重を受ければ、この桁橋を図-2(a) の様な主桁と、代表する 1 本の横桁よりなる格子と考えて解いても大差はない。今、横桁の曲げ剛さを主桁の曲げ剛さに比べて可成り大きい場合 ($J/b^3 \geq 30 I/L^2$) には、横桁の变形は横桁の変位あるいは回転角に比べて、きわめて小さいから、図-2(b) の様に变形を無視した横桁の、変位と回転によって生ずる主桁の諸反力、と荷重との均り合い条件より、主桁の荷重分担率、および横桁の曲げモーメントを求める事が出来る。主桁数を n とすれば、均り合い条件は、次の通りである。

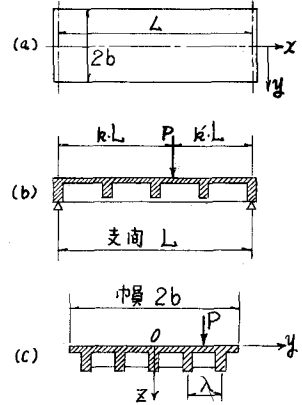


図-1.

$$\left. \begin{aligned} P - \sum_{i=1}^n R_i &= 0 \\ P y - \sum_{i=1}^n R_i y_i - \sum_{i=1}^n m_i &= 0 \end{aligned} \right\} (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad \dots (1)$$

式中、横桁の、変位 (z_i) の方向は下向きを正とし、回転角 (θ) は時計方向を正とすれば、 R_i 、 m_i は

$$R_i = \frac{3E}{L^3 (k \cdot k')} \cdot I_i \cdot z_i \quad (\text{主桁の垂直反力})$$

$$m_i = \frac{G}{L (k \cdot k')} \cdot T_i \cdot \theta \quad (\text{主桁のネジリ抵抗モーメント})$$

但し I_i : 主桁の断面二次モーメント、

T_i : 主桁のネジリ断面二次モーメント、

で与えられる。

仮定により、 z_i は θ に一次的に従属するから、(1) 式より z_i および θ を消去すると、主桁の荷重分担率は、求めた主桁の諸量に r を附して表わすと次の様になる。

$$V_r = \frac{R_r}{P} = \frac{I_r}{\sum I_i} \left\{ 1 + r \frac{y_r}{\lambda_0} \frac{y}{\lambda_0} \right\} \quad (i, r = 1, 2, 3, \dots, n) \quad \dots (2)$$

$$\text{但し } r = 1 / \left\{ \frac{G}{E} \cdot \frac{k \cdot k'}{3} \cdot \left(\frac{L}{\lambda_0} \right)^2 \frac{\sum T_i}{\sum I_i} + \frac{1}{\sum I_i} \int_0^L \left\{ I_i \cdot \left(\frac{y_i}{\lambda_0} \right)^2 \right\} \right\}$$

λ : 標準の主桁間隔, G/E : コンクリートでは 0.43 (工学誌第 12 巻 3 号)

若し主桁が等断面 (I, T), 等間隔 (λ) ならば、次の様になる。

$$V_r = \frac{1}{n} \left\{ 1 + r \frac{y_r}{\lambda} \frac{y}{\lambda} \right\} \quad \text{但し, } r = 1 / \left\{ \frac{G}{E} \cdot \frac{k \cdot k'}{3} \cdot \left(\frac{L}{\lambda} \right)^2 \frac{T}{I} + \frac{n^2 - 1}{12} \right\} \quad \dots (2')$$

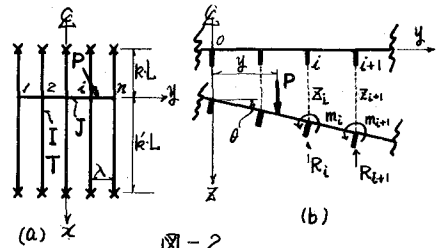


図-2.

次に主桁のネジリ抵抗モーメントは次の様になる。

$$m_r = \frac{T_r}{\sum I_i} \cdot \omega \cdot P \cdot y, \quad \text{但し } \omega = 1 / \left\{ 1 + \frac{E}{G} \cdot \frac{3}{k \cdot k'} \cdot \left(\frac{\lambda}{L} \right)^2 \cdot \frac{1}{\sum I_i} \sum \left\{ I_i \cdot \left(\frac{y_i}{\lambda} \right)^2 \right\} \right\}, \quad (i, r = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

若し(2)式と同様の条件であれば、次の様になる。

$$m_1 = \dots = m_r = \dots = m_n = \frac{1}{n} \cdot \omega \cdot P \cdot y, \quad \text{但し } \omega = 1 / \left\{ 1 + \frac{(n^2-1)E}{4T} \cdot \frac{E}{G} \cdot \frac{1}{k \cdot k'} \cdot \left(\frac{\lambda}{L} \right)^2 \right\} \quad (\text{図-3参照}) \quad (3')$$

横桁の曲げモーメントは、求めた主の座標を y_s とすれば、 y_s から弦端 ($y = -b$ また b) までの間で、横桁が受ける諸外力による曲げモーメントの和に外ならない。これを、外力は P, R_r, m_r であるから、曲げモーメントは荷重位置の座標を従前通り y で表せば、次式を得る。

$$\left. \begin{aligned} -b \leq y \leq y_s \quad \text{では} \quad M|_{y_s} &= -P \cdot (y_s - y) + \sum_{r(i=y_s)} \{ R_r \cdot (y_s - y_r) - m_r \}, \quad (r = 1, 2, \dots) \\ y_s \leq y \leq b \quad \text{では} \quad M|_{y_s} &= \sum_{r(i=y_s)} \{ R_r \cdot (y_s - y_r) - m_r \} \quad (r = 1, 2, \dots, n) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

(計算例)

図-1. の様な外見の桁橋のスパン中央に載荷した場合、諸元を次の様にとえたと、

$n = 5, L = 200 \text{ cm}, \lambda = 15 \text{ cm},$
 $2b = 75 \text{ cm}, d (\text{横桁間隔}) = 50 \text{ cm},$
 $k \cdot k' = 0.5, I = 950 \text{ cm}^4, T = 49.1 \text{ mm}^2,$
 $J (\text{横桁の断面二次モーメント}) = 463 \text{ cm}^4,$

よって $r = 0.4309$

$\omega = 0.1382$

したがって、荷重分担率および横桁の曲げモーメント影響係数は表-1, 2を得る。

(実験結果との比較)

上述の荷重分担率の計算結果と、実験結果並に

Guyon-Massonnet の方法による計算結果などとの比較の一例を図-4. に示す。

詳細は曲げモーメントの実験結果の比較もあわせて講演時に発表する。

参考文献

横道英雄 著

鉄筋コンクリート橋

工本学会

プレストレスト・コンクリートと構造力学

表-1 荷重分担率

y/λ	V_A	V_B	V_C
-2.5	0.6313	0.4157	0.2
-2.0	.5450	.3725	"
-1.5	.4588	.3295	"
-1.0	.3725	.2863	"
-0.5	.2863	.2432	"
0	.2	.2	"
0.5	.1137	.1568	"
1.0	.0275	.1137	"
1.5	-.0589	.0705	"
2.0	-.1450	.0275	"
2.5	-.2313	-.0157	"

表-2 曲げモーメント影響係数 (係数 $P \lambda$)

y/λ	M_{AB}	M_D	M_{BA}	M_{BC}	M_E	M_{CB}
-2.5	-0.4309	-0.6135	-0.8	-0.7309	-0.7076	-0.6843
-2.0	-.0553	-.1724	-.4	-.3447	-.3861	-.4275
-1.5	.0415	.2708	0	.0415	-.0645	-.1705
-1.0	.0276	.2138	.4	.4276	.2570	.0863
-0.5	.0138	.1569	.3	.3136	.5784	.3432
0	0	.1	.2	.2	.4	.6
0.5	-.0138	.0431	.1	.0862	.2215	.3568
1.0	-.0276	-.0138	0	-.0276	.0431	.1137
1.5	-.0415	-.0708	-.1	-.1415	-.1355	-.1295
2.0	-.0553	-.1277	-.2	-.2553	-.3139	-.3725
2.5	-.0691	-.1846	-.3	-.3691	-.4924	-.6157

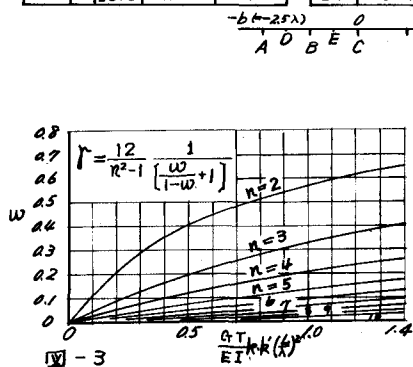
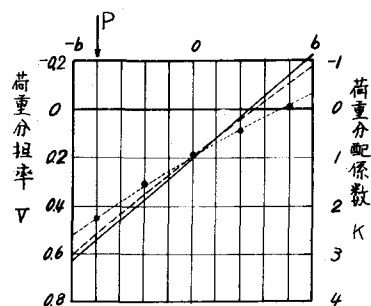


図-3



(a) 荷重分担率 ($y = -b$ から b)

..... 実験値
 ——— 著者式
 - - - - - Guyon-Massonnet 方法
 (α = 0.048, β = 0.304)

図-4.