

大及市立大学 正員 橋 善雄  
 大及市土木局 同 井上洋里  
 同 同 松川昭夫

1 まえがき、橋梁の主桁配置については、桁高に制限がなければ、主桁本数の少いが経済的であると考えられる。しかし、主桁間隔と床版厚さは比例関係にあり、また主桁間隔が大になれば床組および二次部材重量も増加する。本稿においては、種々の支間および主桁間隔を有する単純活荷重合成桁橋型式について、以下の3項目にわたり考察し、支間30m以上の場合には、床組に荷重分配用縦桁を有する2本主桁構造が有効である事を確かめ得た。

2 並列主桁の床版に普通コンクリート、軽量コンクリートおよびプレレストレストコンクリートを使用した場合の鋼重比較について

(1) 材質および床版厚、主桁材質：SM50、コンクリート強度： $\sigma_{28} = 350 \frac{kg}{cm^2}$   
 ヤング係数比：普通コンクリート  $n = 6$ 、軽量コンクリート  $n = 10$ 、床版主鉄筋：SSD49  $\sigma_{28} = 1800 \frac{kg}{cm^2}$   
 主桁間隔： $\lambda = 2m \sim 6m$ 、支間： $L = 20m \sim 60m$ 、各主桁間隔に対する床版厚さを表-1に示す。

(2) 主桁の計算および単位鋼重、経済的主桁高さ、断面2次モーメントおよび抵抗モーメントの関係より、(1)(2)(3)式が成立つ。

表-1 床版厚さ (cm)

$\lambda$ (m)	2	3	4	5	6
普通軽量コンクリート	16	19	22	27	31
プレレストレストコンクリート			18	23	27

$$h = \sqrt[3]{\frac{\delta \cdot d \left( \frac{1}{\sigma_{c1}} + \frac{1}{\sigma_{t1}} \right) M_{ix}}{\beta - \frac{1}{6} \left( \frac{2\sigma_{c1} - \sigma_{t1}}{\sigma_{c1}} + \frac{2\sigma_{t1} - \sigma_{c1}}{\sigma_{t1}} \right)}} \quad \text{--- (1)}$$

$$Y A_R d (h + d_R)^2 \sigma_{c1}^2 + \left\{ Y R d (M_{ix} + M_{zx}) + h^4 \sigma_{ta} - Y A_R (h + d_R) \left[ \sigma_{ca} (h + d_R) + d_R \sigma_{ta} \right] \right\} \sigma_{c1} - h^4 \sigma_{ca} \sigma_{t1} + Y A_R d R (h + d_R) \sigma_{c1} \sigma_{t1} - Y R d \sigma_{ca} M_{ix} = 0 \quad \text{--- (2)}$$

$$Y A_R d R^2 \sigma_{c1}^2 - h^4 \sigma_{ta} \sigma_{c1} + \left\{ Y R d (M_{ix} + M_{zx}) + h^4 \sigma_{ca} - Y A_R d R \left[ \sigma_{ca} (h + d_R) + d_R \sigma_{ta} \right] \right\} \sigma_{t1} + Y A_R d R (h + d_R) \sigma_{c1} \sigma_{t1} - Y R d \sigma_{ca} M_{ix} = 0 \quad \text{--- (3)}$$

$\delta, \beta, \gamma$  は断面構成に関する係数である。経済的主桁高さ  $h$  を求める場合は  $\alpha = 0.75$ 、その他の計算の場合は  $\alpha = 1$  とする。 $\sigma_{c1}, \sigma_{t1}$  : 合成前の荷重によって生ずる、圧縮および引張応力度。

$A_R$  : 有効幅を考慮した、コンクリートの鋼換算断面積。 $d_R$  : 上フランジより床版中心までの距離。 $M_x, M_z$  : 合成前、合成後の曲げモーメント、但し  $h$  を計算するときには支間中央のものを使用する。

上式を連立に解いて  $h$  を決定し、(2)(3)式より各断面の  $\sigma_{c1}, \sigma_{t1}$  が求まる。

上フランジ断面積： $A_{ui} = \frac{M_{xi} \cdot i}{R \cdot \sigma_{c1}} - \frac{h^2}{\gamma} \left( 2 - \frac{\sigma_{t1}}{\sigma_{c1}} \right)$ 、下フランジ断面積： $A_{di} = \frac{M_{zi} \cdot i}{R \cdot \sigma_{t1}} - \frac{h^2}{\gamma} \left( 2 - \frac{\sigma_{c1}}{\sigma_{t1}} \right)$ 。

ウェブおよび補剛材断面積： $A_{wi} = \frac{R^2 \sigma}{\delta}$ 、 $x = i$  点における断面積： $A_i = A_{ui} + A_{di} + A_{wi}$ 、 $i = 0.15L, 0.25L, 0.35L, 0.50L$ 、主桁単位鋼重： $g = \frac{1}{L} \left\{ 0.3(A_{i=0.15L} + A_{i=0.5L}) + 0.2(A_{i=0.25L} + A_{i=0.35L}) \right\} \times 785 \frac{kg}{m^2}$   
 ジベル、対傾構、横構などによる鋼重は、スケッチによって算定した。各支間に対する経済的主桁間隔は  $4m \sim 5m$  となり、単位鋼重を表-2に示す。

3. 2本主桁構造の床組に、トラス型式の横桁を使用した場合の鋼重について

(1) 横断面形状および材質、図-1、表-3、4参照、床版：普通コンクリート  $\sigma_{28} = 350 \frac{kg}{cm^2}$   
 主桁材質：SM50、横桁トラス材質：SS41、床版主鉄筋：SSD49、横桁トラス間隔： $\lambda = 1.5 \sim 4m$

支間:  $L = 20^m \sim 60^m$ . 主桁の鋼重は2と同じ方法により算定した。

(2) 横桁トラスの計算および単位鋼重. トラス形状は図-1に示す様なワーレントラスとし、輪荷重を等価等分布荷重に換算して計算した。トラスの影響線面積から、トラス部材の体積 $V$ は、次式より求められる。  

$$V = \frac{0.08212l^3w}{\sigma_0 \cdot h_a} + \frac{0.0888l^3(w+\beta_1+P)}{\sigma_u \cdot h_a} + \frac{0.2360l^2(w+P)}{\sin\theta} \left( \frac{1}{\sigma'_B} + \frac{1}{\sigma_B} \right) + \frac{0.1l^2(w+P+\beta_2)}{\sigma'_B} + \frac{0.2655l^2\beta_2}{\sin\theta} \left( \frac{1}{\sigma'_B} + \frac{1}{\sigma_B} \right)$$

$h_a = 0.625l \tan\theta$ ,  $w$ : 床版自重,  $P$ : 舗装自重,  $\beta_1, \beta_2$ : 上, 下弦材および斜材に対する輪荷重の等価等分布荷重,  $\sigma_0, \sigma'_B$ : 上弦材, 斜材に対する圧縮許容応力度,  $\sigma_u, \sigma_B$ : 下弦材, 斜材に対する引張許容応力度。横桁トラスの経済的高さは、 $\frac{dV}{d\theta} = 0$ , により決定され、主桁間隔 $l$ の約 $\frac{1}{25}$ が最適と考えられる。表-5に単位鋼重を示す。

4. 2本主桁構造の床組に、トラス構造の横桁と、荷重分配用縦桁を使用した場合の鋼重について

(1) 概要. 横断面形状, 材質, 支間, 横桁トラス間隔は3と同じ。実際の構造物は、横桁トラスを多数有するが、図-2に示す如く、5本の横桁トラスを持った格子桁に置換した。この置き換えは、交差剛比 $Z = 50$ 以下の場合には大差ないものと思われる。格子理論はレオンハルトの簡易計算法と利用した。縦桁形状は床版に合成されたI型断面桁とする。

(2) 床組格子構造の横桁, 縦桁高さおよび交差剛比の決定. 格子桁の主桁である横桁トラスは、交差剛比が大になれば、断面積は小さくなる。いっぽう荷重分配用縦桁の断面積は、交差剛比が増すにつれて増加する。両者の合計鋼重を最小ならしめる横桁, 縦桁高さおよび交差剛比を求めんとするものである。横桁トラスの体積 $V_a$ は、荷重分配係数 $\alpha$ と、横桁トラスの高さ $h_a$ によって表わされ、  

$$V_a = \frac{1}{h_a} (G\alpha + J) + h_a(H\alpha + K)$$

縦桁の高さと、交差剛比 $Z$ を満足し、かつ応力的にも満足するように決定すると、縦桁の体積 $V_b$ は、  

$$V_b = \frac{AB^2}{Z h_b (D+Ed)} + \frac{FZ h_b (D+Ed)}{B}$$

$G, J, H, K, A, F, D, E$ は定数,  $B$ は $Z$ の函数。横桁, 縦桁の合計体積 $V$ を最小にする条件より、

$$\frac{\partial V}{\partial \alpha} = f_1(Z, \frac{dZ}{d\alpha}) h_a^3 \alpha^3 + f_2(Z, \frac{dZ}{d\alpha}) h_a^2 \alpha^2 + f_3(Z) \alpha^2 + f_4(Z, \frac{dZ}{d\alpha}) h_a \alpha + f_5(Z, \frac{dZ}{d\alpha}) \alpha + f_6(Z, \frac{dZ}{d\alpha}) h_b^2 + f_7(Z, \frac{dZ}{d\alpha}) = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial h_a} = f_8(Z) h_a^2 \alpha^2 - f_9(Z) \alpha^2 + f_{10}(Z) h_a \alpha - f_{11}(Z) \alpha + f_{12}(Z) h_b^2 - f_{13}(Z) = 0$$

$$Z = \frac{-68\alpha + 36 + \sqrt{4064\alpha^2 - 4224\alpha + 1184}}{4(5\alpha - 1)}$$

上式を解くに当っては、交差剛比 $Z$ を仮定して $\alpha$ を求め、その $\alpha$ より $Z$ を算出して、仮定した $Z$ に収束するまで繰返した。計算結果および単位鋼重を表-6, 7に示す。

表-2 並列合成桁の単位鋼重  $kg/m^2$  ( $L=20^m$  の場合  $\lambda=4^m$ ,  $\lambda$  の他は  $\lambda=4^m$ )

床版 L(m)	20	30	40	50	60
普通コンクリート	70	120	162	213	273
プレストレストコンクリート	67	116	155	208	261
軽量コンクリート	65	114	153	201	256

図-1 横断面形状

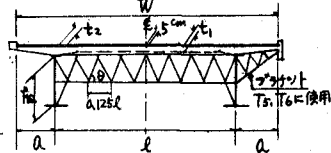


表-3

T	W(m)	L(m)	h_a(m)	h_b(m)	種別(床版)
T1	11.5	8.0	1.75	2.8	R.C
T2	13.5	9.5	2.00	2.8	R.C
T3	16.5	11.5	2.50	3.1	R.C
T4	20.0	14.0	3.00	3.6	P.C
T5	20.0	14.0	3.00	3.0	トラス構造のプレストレストR.C
T6	26.5	18.0	4.00	3.2	〃

表-4,  $t_1$

種桁間隔(cm)	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
床版厚t(cm)	18	20	22	24	26	28

表-5 2本主桁(床版あり)単位鋼重  $kg/m^2$  (横桁12間隔2.5<sup>m</sup>)

L	20	30	40	50	60
T1	80	114	155	202	255
T2	81	113	155	197	248
T3	85	117	153	197	242
T4	89	119	152	193	238
T5	93	122	151	195	239
T6	106	131	162	198	240

図-2

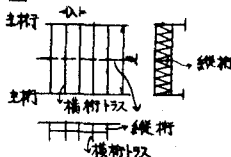


表-6 式(4)計算結果( $T_6$ の場合)

W(m)	Z	$\alpha$	$h_a$	$h_b$	単位鋼重
3.5	3.5	0.377	1.79	1.32	32% $\alpha$
3.0	4.6	0.326	1.73	1.30	32
2.5	2.4	0.282	1.68	1.27	33
2.0	3.0	0.248	1.64	1.14	34

表-7 2本主桁(床版あり)単位鋼重

L	20	30	40	50	60
T1	77	111	151	199	252
T2	76	108	149	191	243
T3	76	107	144	187	232
T4	77	106	140	181	225
T5	81	109	143	183	226
T6	87	112	143	179	220