I－115　　　斜張橋形式の連続合成桁について

大阪工業大学　正員　赤尾親助
〃　学生員　○杉本正治
栗本鉄工所　正員　村田広治

1. まえがき

連続合成桁のプレストレス法の一つとして、PCケーブルを用いる方法があるが、このPCケーブルを桁の外に出し、斜張橋形式とすればケーブル張力は大きく偏心して作用するため、プレストレス力は比較的小さくて済み、同時に斜張橋系としての断面力の減少が期待できる利点がある。このような形式に関して2，3の考察を行ったので報告する。

2. 構造および施工方法

従来の連続合成桁に比し、塔、ケーブルおよびケーブル定着部が追加されることになるが、PCにおける手法を活用して、できるだけ構造の複雑化をさけるものとする。[*1]

プレストレスの導入を含む施工方法としては、種々の方法が考えられるが図　1 a）のように先ずPCケーブルを配置する区間の床版コンクリートを打設し、養生後ケーブルを緊張して斜張橋系とする方法が可能性が高いように思われる。この場合、同図 b）のように、中央スパンに仮ヒンジを設けられゝば、プレストレス導入は静定の張出桁に対して行われることになり。正モーメント領域の鋼断面に対してはPSがきかないが、中間支点域の床版のPSに対しては有利となる。

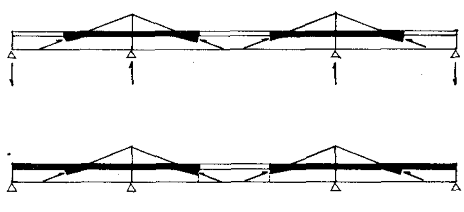

図 — 1

3. 床版コンクリート内のプレストレス応力の分布

この構造形式では、プレストレスは主桁位置において集中的に導入されるから、床版内にPC鋼材を分散配置する場合と異なり、床版内のプレストレス応力の分布状態が、特に中負の大なる場合などには問題になると考えられる。床版を主桁上縁で結合された平盤と考え、これを交叉格子とみなしてその軸方向変位 u を固有関数に展開すれば、次のようにあらわされる。[*2]

$$u = \sum \alpha_i \Phi_i(x)\psi(y)\cdot Q_i \qquad (1)$$

ここに

$\Phi_i(x) = \cos\frac{i\pi x}{L}$，　$\alpha = 1/(\int_0^L \Phi_i^2 dx) = 2/L$，　Q_iは荷重を固有関数に展開したときの係数で、ψは次の微分式より求められる。

$$EI_y\frac{d^4u}{dy^4} + C_x^i u = 0 \qquad (2)$$

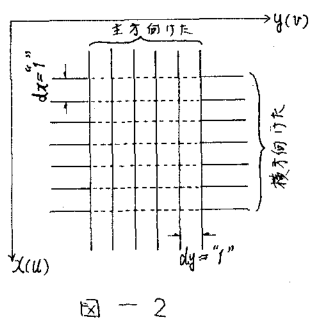

図 — 2

ここに　EI_yは横方向けたの曲げ剛性，C_x^i　はx方向の固有関数Φ_iに相応するバネ常数である。EI_yを一定とし　$4\gamma^4 = C_x^i/EI_y$とおけば、

$$\psi(y) = A_1 \cosh\gamma y\cos\gamma y + A_2 \sinh\gamma y\cos\gamma y + A_3 \cosh\gamma y\cdot\sin\gamma y + A_4 \sinh\gamma y\sin\gamma y \qquad (3)$$

図 3のような2本主桁の場合を考えると ψ の満たすべき条件としては

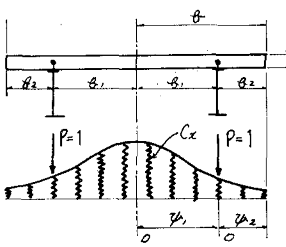

図 — 3

$$\left.\begin{aligned} &\psi_1'(0)=\psi_1'''(0)=0, \quad \psi_1(b_1)=\psi_2(0), \quad \psi_1'(b_1)=\psi_2'(0) \\ &\psi_1''(b_1)=\psi_2''(0), \quad \psi_1'''(b_1)-\psi_2'''(0)=-1/EI_y \\ &\psi_2''(b_2)=\psi_2'''(b_2)=0 \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

(4)を満足する $\psi(y)$ は

$$\left.\begin{aligned} \psi_1 &= (1/4\gamma^3EI_y)(f_1\cosh\gamma y\cdot\cos\gamma y+f_2\sinh\gamma y\cdot\sin\gamma y) \\ \psi_2 &= (1/4\gamma^3EI_y)(f_3\cosh\gamma y\cdot\cos\gamma y+f_4\sinh\gamma y\cdot\cos\gamma y \\ &\quad +f_5\cosh\gamma y\cdot\sin\gamma y+f_6\sinh\gamma y\cdot\sin\gamma y) \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

ここに

$$\left.\begin{aligned} f_1 &= \frac{2\cosh\gamma b\cdot\cos\gamma b\,\cosh\gamma b_2\cos\gamma b_2-(\sinh\gamma b\cdot\cos\gamma b-\cosh\gamma b\cdot\sin\gamma b)(\cosh\gamma b_2\cdot\sin\gamma b_2+\sinh\gamma b_2\cdot\cos\gamma b_2)}{\sinh\gamma b\,\cosh\gamma b+\sin\gamma b\cdot\cos\gamma b} \\ f_2 &= \frac{2\sinh\gamma b\,\sin\gamma b\,\cosh\gamma b_2\cos\gamma b_2-(\sinh\gamma b\cos\gamma b+\cosh\gamma b\sin\gamma b)(\cosh\gamma b_2\cdot\sin\gamma b_2+\sinh\gamma b_2\cos\gamma b_2)}{\sinh\gamma b\,\cosh\gamma b+\sin\gamma b\cdot\cos\gamma b} \\ f_3 &= f_1\cosh\gamma b_1\cos\gamma b_1+f_2\sinh\gamma b_1\sin\gamma b_1, \quad f_4=f_1\sinh\gamma b_1\cos\gamma b_1+f_2\cosh\gamma b_1\sin\gamma b_1-1 \\ f_5 &= 1-f_1\cosh\gamma b_1\sin\gamma b_1+f_2\sinh\gamma b_1\cos\gamma b_1, \quad f_6=-f_1\sinh\gamma b_1\sin\gamma b_1+f_2\cosh\gamma b_1\cos\gamma b_1 \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

また $\psi_1(b_1)=\psi_2(0)=f_3/4\gamma^3EI_y \qquad \int_0^{b_1}\psi_1(y)\,dy+\int_0^{b_2}\psi_2(y)\,dy=1/4\gamma^4EI_y$ (7)

(A) 軸力Vが作用する場合

P.S 力Vは一定とみなしフーリエ級数に展開すれば、$V=V\Sigma(4/i\pi)\sin(i\pi x/L)$ 。Vの一部Xが接触線に沿い床版に作用し、鋼部は $V_{ST}=V-X$ をうける。鋼部と版との連続条件として、接触線位置において $(\varepsilon_{st})_x=(\varepsilon_{pl})_x$ を用いると結局床版に作用するP.S力 X_v は、

$X_V=\Sigma\dfrac{2}{i\pi}X_i\sin\dfrac{i\pi x}{L} \qquad X_i=V\dfrac{2t}{t+\gamma f_3\cdot nA_s} \qquad n=E_s/E_c$ $\quad A_s$:鋼部断面積 $\quad t$:床版厚 (8)

床版中の圧縮力分布 n_x は $\qquad n_x=E_ct\Sigma\dfrac{2i\pi}{L^2}X_i\psi_i(y)\cdot\sin\dfrac{i\pi x}{L}$ (9)

有効幅 λ_N は、V_{ST} をうける鋼部の変形が有効幅 λ_N の合成桁の変形と等しくなるように選ぶと

$$\lambda_N=nA_s\cdot X_V/t(V-X_V) \quad (10)$$

(B) 曲げをうける場合

外力による曲げモーメントを $\mathfrak{M}$、鋼部より版に作用する軸力を X_M とし、$\mathfrak{M}=\Sigma\mathfrak{M}_i\sin(i\pi x/L)$ とあらわせば 結局

$$X_M=\Sigma\frac{2}{i\pi}X_i\sin\frac{i\pi x}{L} \qquad X_i=\frac{i\pi}{2}\cdot\frac{\mathfrak{M}_i\cdot s}{s^2+r^2+\gamma f_3(nI_s/t)} \quad (11)$$

この場合の有効幅 λ_M は

$$\lambda_M=\frac{nA_s}{t}\cdot\frac{X_M\cdot r^2}{\mathfrak{M}\cdot s-X_M(r^2+s^2)} \quad (12)$$

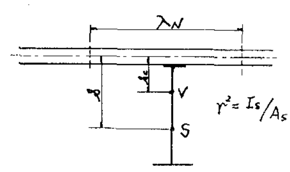

図 — 4

略同様の方法により、床版コンクリートの収縮、ならびにクリープによる影響についても解析することができる。

＊1. 赤尾・杉本 : "斜張橋形式の連続合成桁について", 土木学会関西支部講演概要 昭和43年5月
＊2. H. Beckert : "Die Voll mittragende Breite bei Plattenbalken", Beton und Stahlbetonbau Heft 12. 1955