

大阪工業大学

正会員

赤尾親助.

〃

〃

〇栗田章光

1. まえがき

マルチケーブルをもつPC斜張橋の場合、主げたは構造的にはRCげたであると考えられる。前報^{*1)}においてコンクリートの乾燥収縮およびクリープ解析の基本式をRCげたを例にとり、主として内的不静定問題の解決について述べた。本報ではコンクリートの乾燥収縮解析に的をしぼりエネルギー法(弾性方程式)を用いてマルチケーブルPC斜張橋のケーブル張力変化量の算定式を示す。塔の軸変形ならびに主げたの軸および曲げ変形を考慮し、ケーブルの配置およびその本数は任意に定めるものとした。

なお、RCげた以外の鋼・コンクリート合成部材(1段および2段にケーブルが配置されたPCげた、PC合成げた、プレフレックスげた等)についての解析と計算例は、文献^{*2)}に示されているので参照された。

2. 持続荷重によるケーブル張力($X_1 \sim X_n$).

図1に示すような斜張橋モデルを設定した場合、ケーブルおよび格周に対する幾何学的関係は次の通り。

$$l_i = x_i - x_{i-1} \quad h_i = y_i - y_{i-1} \quad d_i = (x_i^2 + y_i^2)^{1/2} \quad \cos \theta_{x_i} = x_i / d_i = \sin \theta_{y_i}$$

$$\sin \theta_{x_i} = y_i / d_i = \cos \theta_{y_i}$$

そこで、ケーブルに着目し、ケーブル、塔および主げた内に貯えられるひずみエネルギー(W)を求め $\partial W / \partial X_i = 0$ よりケーブル i について次式が得られる。

$$\frac{d_i}{E_c A_{ci}} X_i + \sum_{j=1}^n X_j (\alpha_j + \beta_j + \rho_j + \zeta_j) = \sum_{j=1}^i \eta_j \quad \dots (1)$$

形状係数 $\alpha_j \sim \zeta_j$ および荷重項 η_j は、

$$j \leq i \quad \alpha_j = \sin \theta_{x_i} \sin \theta_{x_j} \sum_{k=1}^j \frac{h_k}{E_c A_{ck}}$$

$$j \geq i+1 \quad \alpha_j = \sin \theta_{x_i} \sin \theta_{x_j} \sum_{k=1}^i \frac{h_k}{E_c A_{ck}}$$

$$j \leq i \quad \beta_j = \cos \theta_{x_i} \cos \theta_{x_j} \sum_{k=1}^j \frac{l_k}{E_g A_{gk}}$$

$$j \geq i+1 \quad \beta_j = \cos \theta_{x_i} \cos \theta_{x_j} \sum_{k=1}^i \frac{l_k}{E_g A_{gk}}$$

$$j \leq i \quad \rho_j = \sin \theta_{x_i} \sin \theta_{x_j} \sum_{k=1}^j \frac{A_k}{E_g I_{gk}}$$

$$j \geq i+1 \quad \rho_j = \sin \theta_{x_i} \sin \theta_{x_j} \sum_{k=1}^i \frac{A_k}{E_g I_{gk}}$$

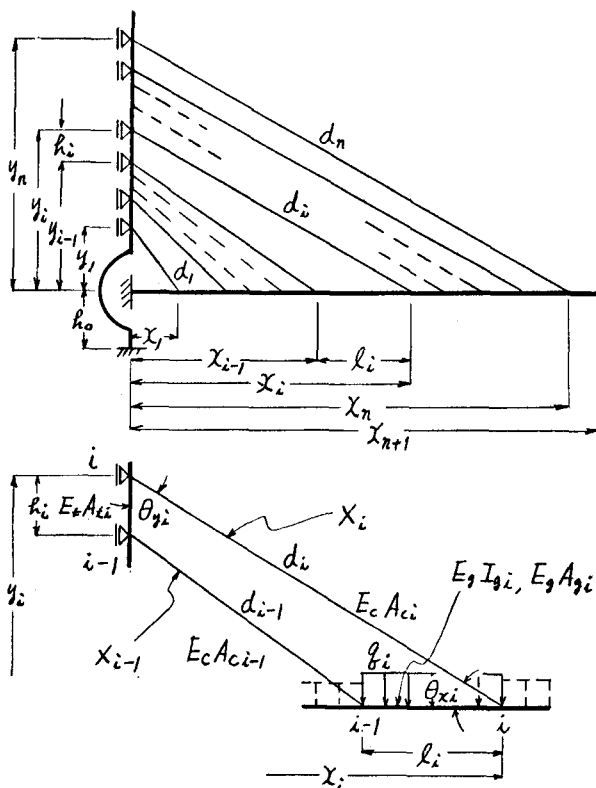


図1. 解析モデルの形状および記号.

*1) 赤尾, 栗田: PC斜張橋の乾燥収縮・クリープ解析(その1), 土木学会第32回年次学会, V-161, S52-10.

*2) 赤尾, 栗田: 合成構造部材におけるコンクリートのクリープ・収縮の影響の計算法, 関西道路橋研究会, No.A-1, S49.

$$j \leq i+1 \quad \zeta_j = \sin\theta_{xi} \sin\theta_{xj} \sum_{k=1}^{j-1} \frac{B_k}{E_g I_{gk}} (x_j - x_k), \quad j \geq i+2 \quad \zeta_j = \sin\theta_{xi} \sin\theta_{xj} \sum_{k=1}^i \frac{B_k}{E_g I_{gk}} (x_j - x_k)$$

$$j \leq i \quad \eta_j = \frac{\sin\theta_{xi}}{E_g I_{gj}} \left[C_j \zeta_j + \sum_{k=j+1}^{n+1} \zeta_k l_k \left\{ A_j + B_j (x_k - x_j - \frac{l_k}{2}) \right\} \right]$$

$$k \leq i \quad A_k = l_k^3/3 + l_k^2(x_i - x_k)/2, \quad B_k = l_k^2/2 + l_k(x_i - x_k).$$

$$j \leq i \quad A_j = l_j^3/3 + l_j^2(x_i - x_j)/2, \quad B_j = l_j^2/2 + l_j(x_i - x_j), \quad C_j = l_j^4/8 + l_j^3(x_i - x_j)/6.$$

式(1)を全てのケーブル(n 本)に適用し、連立方程式を解けば $\zeta_1 \sim \zeta_{n+1}$ による $X_1 \sim X_n$ が求まる。現実の状態では、式(1)によるケーブル張力の他に、プレストレスおよびプレストレスによるケーブルの張力変化量があることになる。

3. 乾燥収縮によるケーブルの張力変化量 ($\Delta X_1 \sim \Delta X_n$)

式(1)と同様、ケーブル i について

$$\frac{d_i}{E_c A_{ci}} \Delta X_i + \sum_{j=1}^n \Delta X_j (\alpha_{st,j} + \beta_{sg,j} + \rho_{sg,j} + \zeta_{sg,j}) = - \sum_{j=1}^i (\eta_{st,j} + \eta_{sgn,j} + \eta_{sgm,j})$$

が成立つ。 $\eta_{st,j}$, $\eta_{sgn,j}$ および $\eta_{sgm,j}$ はそれぞれ塔および主けたの乾燥収縮による荷重項で、図2および3を参照して以下のよう

に得らる。まず、塔に対しては

ε_{ts} : 塔コンクリートの乾燥収縮量、

φ_{ts} : ε_{ts} に対応するクリープ係数、

$$E_{tcl} = E_{tc}/(1 + \varphi_{ts}/2) \quad (\text{換算ヤング係数})$$

$$n_{t1} = (E_s/E_{tc}) \cdot (1 + \varphi_{ts}/2) \quad (\text{換算ヤング係数比})$$

$$\rho_i = (A_{ts}/A_{tc})_i = \rho'_i \quad (\text{鉄筋比})$$

$$A_{i1t,i} = A_{tc,i} (1 + 2n_{t1}\rho_i) \quad (\text{換算断面積})$$

$$P_{st,i} = (E_{tcl} A_{tc} \varepsilon_{ts})_i$$

$$\eta_{st,i} = \frac{\sin\theta_{xi} l_i}{E_t A_{i1t,i}} P_{st,i}$$

となる。他方、主けたに対しては、 ε_{gs} :

けたコンクリートの乾燥収縮量、 φ_{gs} : ε_{gs} に対応するクリープ係数として $\eta_{sgn,i}$, $\eta_{sgm,i}$ は次のようになる。

$$E_{gc1} = E_{gc}/(1 + \varphi_{gs}/2), \quad n_{g1} = (E_s/E_{gc}) \cdot (1 + \varphi_{gs}/2), \quad \rho_i = (A_{gs}/A_{gc})_i, \quad \rho'_i = (A'_{gs}/A_{gc})_i$$

$$A_{i1g,i} = A_{gc,i} \{1 + n_{g1}(\rho_i + \rho'_i)\}, \quad P_{sg,i} = (E_{gc1} A_{gc} \varepsilon_{gs})_i, \quad M_{sg,i} = P_{sg,i} \cdot l_i$$

$$\eta_{sgn,i} = \frac{\cos\theta_{xi} l_i}{E_g A_{i1g,i}} P_{sg,i}$$

$$\eta_{sgm,i} = \frac{\sin\theta_{xi} \{l_i^2/2 + l_i(x_i - x_j)\}}{E_g I_{i1g,i}} M_{sg,i}$$

形状係数 $\alpha_{st,i} \sim \zeta_{sg,i}$ は式(1)における $\alpha_j \sim \zeta_j$ 中の A_{tk} , A_{gk} および I_{gk} をそれぞれ $A_{i1t,k}$, $A_{i1g,k}$ および $I_{i1g,k}$ に置きかえることにより再度適用できる。計算結果とその考察については講演日に申し述べる。

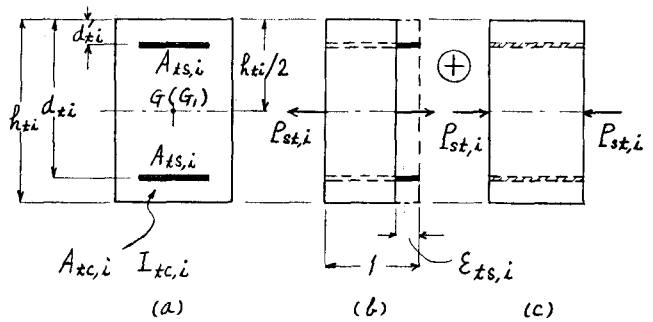


図2. 塔の格向 i での P_{st} .

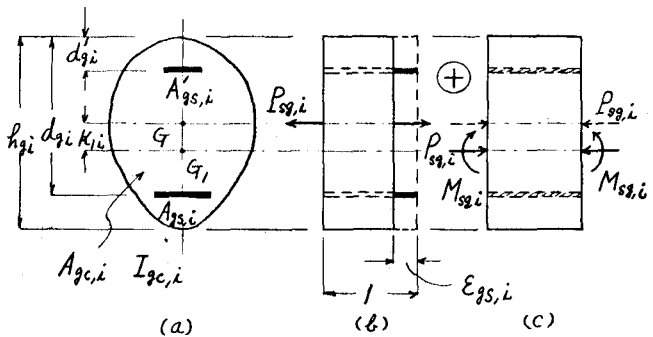


図3. 主けたの格向 i での P_{sg} および M_{sg} .