

パシフィックコンサルタンツ(株) 正員 石黒 如

まえがき: 本報告では, P C斜張橋の部材断面と主桁P C鋼材配置を仮定した場合に, 架設時と完成時の各種許容値から定まる制約条件の下で斜材量が最小となる斜材張力組合せを最適解と考慮して, 斜材張力の最適化を行う方法を示す。なお, Optimizerには単一目的線形計画法を用い, 高次不静定の複合構造であるP C斜張橋のもつクリープに関する次の諸要因を総合的に評価するため, Analyzerには鋼材の拘束とコンクリートの弾性係数の変化を考慮した段階的積分法を用いる。

- 1) 荷重の作用時刻による遅れ弾性歪み係数の違い。(図-1)
- 2) コンクリートの材令による弾性係数, フロー歪み係数, 乾燥収縮度の違い。(図-1)
- 3) 鉄筋, P C鋼材によるコンクリートの変形の拘束。
- 4) クリープ進行中に繰り返し起きる構造系の変化。

解析方法: 荷重作用時刻 t_0 から計算時刻 t までを n 個の微小時間間隔 Δt に分割し, 各 Δt 間の断面力増分を $\{\Delta F_c\}_i$ ($i=1, 2, \dots, n$), 時刻 $t-\Delta t$ から t までに部材純断面に生じるクリープ・乾燥収縮による変形を完全に拘束するのに必要な固定端力を $\{\Delta F_{c\varphi a}\}_n$, 拘束の解放によって部材の合成断面に作用する等価節点力を $\{\Delta F_{\varphi 0}\}_n$, 等価節点力が全体構造系に作用したときの移行量の不静定分を $\{\Delta F_{\varphi 1}\}_n$ とする。外力としてただ一回の斜材調整を考慮して, 単位調整量 $\{P^*\}$ による断面力を $\{F^*\}$ とすれば, $t=t_0$ (即ち $i=0$) のとき $\{\Delta F_{c\varphi a}\}_0=\{\Delta F_{\varphi 0}\}_0=\{\Delta F_{\varphi 1}\}_0=0$ であるから $\{\Delta F_c\}_0=[A]_0\{F^*\}$ となる。また $t>t_0$ (即ち $i=1, 2, \dots, n$) のときは(1)式で計算される。換算マトリックス $[D]$, 分配マトリックス $[A]$, 斜材調整以外の荷重および乾燥収縮による移行量の計算については, 文献3)を参照されたい。

$$\begin{aligned}\{\Delta F_{c\varphi a}\}_k &= -K_k \sum_{i=0}^{k-1} \{\Delta F_c\}_i (\Delta \varphi_d + \Delta \varphi_t)_{ik}, \\ \{\Delta F_{\varphi 0}\}_k &= K_k \sum_{i=0}^{k-1} [D] \{ \Delta F_c \}_i (\Delta \varphi_d + \Delta \varphi_t)_{ik}, \\ \{\Delta F_c\}_k &= \{\Delta F_{c\varphi a}\}_k + [A]_k (\{\Delta F_{\varphi 0}\}_k + \{\Delta F_{\varphi 1}\}_k) \quad (1)\end{aligned}$$

時刻 t における斜材調整による断面力と移行量の合計を $\{F_c\}_n = \sum_{k=0}^n \{\Delta F_c\}_k$ とおけば, $\{F_c\}_n$ は $\{F^*\}$ および $\{P^*\}$ に対して線形である。さらに, 斜材調整を N 回行うものとして $\{F_c\}_n$ を $\{F_c\}_{nj}$ ($j=1, 2, \dots, N$), 斜材調整以外の荷重および乾燥収縮による断面力とそれらの移行量を $\{F_w\}_n$ とおき, 斜材調整量を $\{P\}_j = \{P^*\}_j \cdot x_j$ とするとき, 断面力の合計がそれらに対する許容値 $\{F_a\}$ を満足するためには $\sum_{j=1}^N \{F_c\}_{nj} \cdot x_j \leq \{F_a\} - \{F_w\}_n$ となるような x_j の組合せを計算すればよい。この関係は断面力と変位, 異なる n が混在しても成り立つから, 単位調整量に対する実調整量の倍率 $\{X\}$ を決定変数にとれば, (2)式に示す制約条件を伴う目的関数 Z を最小とする $\{X\}$ を求めることにより, 斜材鋼材量が最小となる最適斜材調整量を決定できる。詳細については, 文献4)を参照されたい。

$$Z = \{L\}^T [I_u] \{X\}, \quad [I_v] \{X\} \leq \{V_a\} - \{V_w\} \quad (2)$$

上式で $\{L\}$ は各斜材の長さ, $[I_u]$ は斜材調整量の各斜材張力に対する影響値, $[I_v]$ は斜材調整量の各種設計変数に対する影響値, $\{V_a\}$ は各種設計変数に対する許容値, $\{V_w\}$ は斜材調整以外の荷重および乾燥収縮による各種設計変数の値を表わす。

弾性係数: E_c (文献2)を参照)
乾燥収縮度: ε_{cs} (文献1)を参照)
フロー歪み係数: $\varphi f = 2.0 \{ \beta(t) - \beta(t_0) \}$
遅れ弾性歪み係数: $\varphi d = 0.4 \beta(t - t_0)$

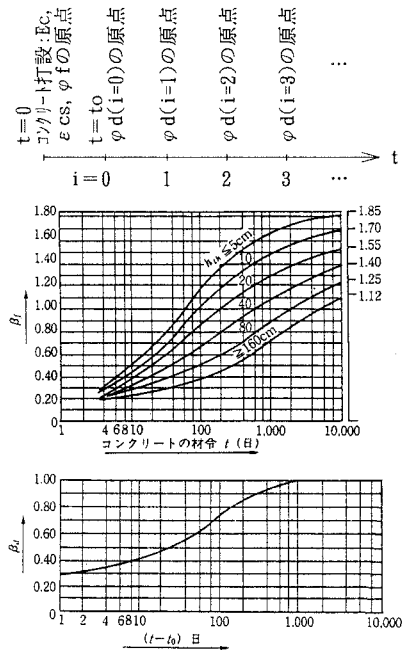


図-1 コンクリートの諸定数

