

大阪工業大学 正会員 栗田 章光
 " " 赤尾 親助

1. はじめに

現在の道路橋示方書に与えられている合成⁴⁾けた、PCけたの乾燥収縮・クリープ解析式は、乾燥収縮・クリープによる応力変化量がクリープ係数と線形の関係にあるとの仮定のもとに導き出されており、回復クリープの影響は無視されている。一方、Troost²⁾は回復クリープを含み、かつ新たにシラクセーション係数という概念を導入したクリープ式も提案した。本文ではTroost式に基づく全断面力方式の簡易な乾燥収縮・クリープ解法を示すとともに、高次の不静定合成構造の解析に対応できる2種のマトリックス解法のための荷重項を示した。

2. 解法の基本式

時刻 t におけるコンクリートの応力 \sim ひずみ関係は、シラクセーション係数 ρ を用いて次のように表わせる。

$$\epsilon_c(t) = \frac{\sigma_{c0}}{E_c} \{1 + \varphi(t)\} + \frac{\sigma_c(t) - \sigma_{c0}}{E_c} \{1 + \rho \varphi(t)\} + \epsilon_s(t) \quad (1)$$

ここに、 $\epsilon_c(t)$: 時刻 t でのコンクリートのひずみ σ_{c0} : 時刻 $t=0$ でのコンクリート応力
 E_c : コンクリートの弾性係数 (-定) $\varphi(t)$: クリープ係数
 $\sigma_c(t)$: 時刻 t でのコンクリート応力 $\epsilon_s(t)$: 時刻 t での乾燥収縮量

(1)式を簡単化のため乾燥収縮とクリープの2つに分けて考える。まず、乾燥収縮のみによる応力 \sim ひずみ関係および応力変化 $\Delta\sigma^S$ は次のようになる。

$$\epsilon_c^S(t) = \frac{\sigma_c(t) - \sigma_{c0}}{E_c} \{1 + \rho \varphi(t)\} + \epsilon_s(t), \quad \Delta\sigma^S = \sigma_c(t) - \sigma_{c0} = \frac{E_c}{1 + \rho \varphi(t)} \{ \epsilon_c^S(t) - \epsilon_s(t) \} \quad (2)$$

同様にクリープのみによる応力変化量 $\Delta\sigma^K$ は、 $t=0$ でのコンクリートひずみを ϵ_{c0} とすれば

$$\Delta\sigma^K = \frac{E_c}{1 + \rho \varphi(t)} \{ \Delta\epsilon_c^K(t) - \epsilon_{c0} \varphi(t) \}, \quad \text{ここに } \Delta\epsilon_c^K(t) = \epsilon_c^K(t) - \frac{\sigma_{c0}}{E_c} = \epsilon_c^K(t) - \epsilon_{c0} \quad (3)$$

となる。シラクセーション係数の値は理論的に $0.5 \leq \rho \leq 1.0$ の範囲にあるが、通常の設計計算、すなわちコンクリートの初期載荷材令が1ヶ月程度で、かつ、かなり長期肉後の応力変化も計算する場合 $\rho=0.8$ を用^{5),6)}いる。種々の条件下における ρ の値は文献6)に示されているので参考にされた。

3. 解析モデル

代表的な合成けたを例にとる。解析モデルは文献4)に示されているものと同じであるが、説明上乾燥収縮の場合のモデルのみを図1に示す。同様なモデル化は、他の合成構造、例えばプレフレックスけたやPCけたの解析にも用いることができる。図1における乾燥収縮量 $\epsilon_s(t)$ に対応する軸力 P_S と V' 軸に作用する曲げモーメント M_S は

$$P_S = E'_c \epsilon_s(t) A_e \quad (4)$$

$$M_S = P_S e' \quad (5)$$

で、ここに E'_c は換算弾性係数

$$E'_c = \frac{E_c}{1 + \rho \varphi(t)} \quad (6)$$

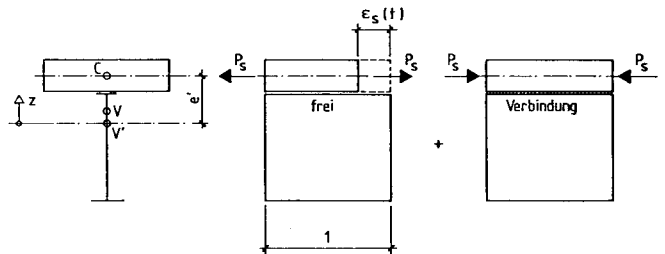


図1 乾燥収縮の解析モデル

であり、また A_G はコンクリート断面積を表す。同様にクリープの場合の P_S および M_S に対応する断面力を P_K 、 M_K として求めることができる。

式(2)における $\epsilon_G^S(t)$ は、 P_S, M_S によるひびきも、また、式(3)における $\Delta \epsilon_G^K(t)$ は P_K, M_K によるひびきを表わしている。式(2), (3)を用いてコンクリートの乾燥収縮・クリープによる応力変化が直接計算できる。

4. 応力計算例

計算結果の比較のため、文献3)で用いられた断面寸法(図2)を引用した。この断面にはプレストレスとして $M = 11.05 \text{ MNm}$ の正モーメントが導入されている。なお、計算には $\psi(\infty) = 2.0$, $\beta = 0.8$, $\epsilon_s(\omega) = 25 \times 10^{-5}$, $E_a = 2.1 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$, $E_G = 3.5 \times 10^6 \text{ N/cm}^2$ を用いた。

計算結果を表1に示す。() 内の値は Trost による計算結果³⁾である。

5. マトリック法による乾燥収縮・クリープの影響解析

伝達および剛性マトリック法による乾燥収縮・クリープ解析のための荷重項を誘導した。両解法の軸力および曲げに対する荷重項を表2および3に示した。

荷重項の値としては、先の P_S, M_S または P_K, M_K を用いなければならない。計算の際、伸びおよび曲げ剛性の算定には式(6)で示すコンクリートの弾性係数を用いなければならない。伝達または剛性マトリック法による骨組解析用プログラムは、表2および3の荷重項を追加することにより、合成構造の乾燥収縮・クリープ解析に適用することができる。

1) F. Leonhardt: Vorlesungen über Massivbau Teil 5 (1980),

2) H. Trost: Beton- und Spannbetonbau 62 (1967) H.10/11, 3) H. Trost: Der Stahlbau 38 (1968) H.11

4) 道路橋示方書・同解説 (1973), 5) W. Zerna: Mechanische Grundlagen des Spannbetons

Teil IV (1982) Ruhr-Uni. Bochum, 6) D. Schade: Beton- und Spannbetonbau 72 (1977) H.5

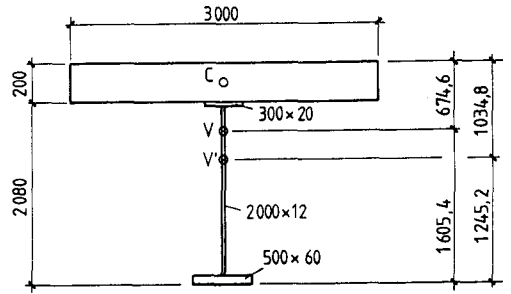


図2 計算例に用いた断面寸法

表1 クリープおよび乾燥収縮による応力変化量

	$\Delta \sigma_{b,o}$ (N/cm ²)	$\Delta \sigma_{b,u}$ (N/cm ²)	$\Delta \sigma_{s,o}$ (kN/cm ²)	$\Delta \sigma_{s,u}$ (kN/cm ²)
Schwinden	-67,4	-94,0	3,78	-0,534
Kriechen	-245,0	-67,0	7,41	-1,074
Σ	-312,4 (-309)	-161,0 (-168)	11,19 (11,26)	-1,608 (-1,615)

表2 軸力に対する荷重項

Lastform	Übertragungs- matrizenverfahren		Stufigkeits- matrizenverfahren	
	N_0	u_0	N_{fi}	N_{fk}
	P_i	$\frac{P_i \cdot l}{EA}$	$-P_i$	0

表3 曲げに対する荷重項

Lastform	Übertragungsmatrizenverfahren			
	v_0	θ_0	Q_0	M_0
	$-\frac{l^2}{6EI}(2M_i + M_k)$	$-\frac{l}{2EI}(M_i + M_k)$	0	0
	Stufigkeitsmatrizenverfahren			
	Q_{fi}	Q_{fk}	M_{fi}	M_{fk}
	$\frac{1}{l}(M_k - M_i)$	$\frac{1}{l}(M_i - M_k)$	$-M_i$	M_k