

東北工業大学 正 員 外門正直
 東北大学大学院 学生員 ○梅原芳雄
 東北大学 学生員 伊藤敏男

1. まえがき

PC橋におけるコンクリートのフリープと乾燥収縮の値は、設計施工に際しての有効プレストレス、上げ越し、R曲みの推定などに関与してきわめて重要なものである。従って、これらの値を適切に与えることが重大な課題であるが、コンクリートのフリープおよび乾燥収縮に影響を与える要因が多岐にわたり、これらが互いに複雑にからみ合っているため適確に推定することは正ずかしい。

従来、フリープおよび乾燥収縮に影響を与える因子の大部分を各々独立した係数として採用したCEB-FIPの『コンクリート構造物設計施工国際指針』(1970年)の計算方法等があった。しかし、昨年『コンクリートのフリープ乾燥収縮に関するCEB基準案』(1975年)がCEB総会で報告された。そこで、本報告では、ディビダー式カンチレバー架設された第2阿武隈川橋りょうでの測定結果および同品質コンクリート使用の室内一軸圧縮フリープ試験結果¹⁾と、CEB-FIP国際指針(1970年)およびCEB基準案(1975年)の計算方法にしたがって求めた計算値との比較検討を行った²⁾。

2. CEB-FIP国際指針(1970年)の計算方法

(1). コンクリートのフリープひずみ

変動応力度(不連続な変化)を受け、さらに気象条件が変化する場合にも適用できる式を示すと、

$$\varepsilon_{fz}(t) = \sum_{j=1}^N \frac{K_b \cdot K_e}{E_{b28}} \sigma_{bj} \cdot K_{dj} \sum_{k=t_j}^t K_{ck} (K_{tk} - K_{t(k-1)})$$

E_{b28} : 材令28日におけるコンクリートの弾性係数
 σ_b : コンクリートの応力度
 K_b : コンクリートの配合に関する係数
 K_e, K_e' : 部材の仮想厚さに関する係数
 K_d : 載荷時のコンクリートの硬化度に関する係数
 K_t : 遅れ変形および乾燥収縮の時間的な進行に関する係数
 K_c, E_c : 環境条件に関する係数
 K_p : 軸方向鉄筋の鉄筋比に関する係数

$$N = \{j | t_j \leq t \leq t_{j+1}\}$$

(2). コンクリートの乾燥収縮ひずみ

気象条件が変化する場合にも適用できる式を示すと

$$\varepsilon_{rz}(t) = K_b \cdot K_e' \cdot K_p \left[\sum_{k=t_0}^t E_{ck} (K_{tk} - K_{t(k-1)}) \right]$$

以上の計算方法にしたがって電算プログラムを作成し、計算値を求めた。なお、諸係数はCEB-FIPの図表から数式で与えた。

3. CEB基準案(1975年)の計算方法³⁾

(1). コンクリートのフリープひずみ

変動応力度(不連続な変化)を受けに場合の式を示すと、

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = \frac{1}{E_{b28}} \left[\sigma_{b0} \phi(t, t_0) + \sum_{i=1}^n \Delta \sigma_{bi} \phi(t, t_i) \right]$$

$t = \alpha \sum_{i=1}^n [T(t_i) + 10] \Delta t / 30$
 此に、 α : 水の硬化速度に関する係数
 T : コンクリートの1日の平均温度(°C)
 Δt : 1日の平均温度がTである日数

$$\phi(t, t_0) = \phi_{f0} [\beta_f(t) - \beta_f(t_0)] + 0.4 \beta_d(t - t_0)$$

ここに、 ϕ_{f0} : 基礎フリープ係数

t : コンクリートの換算材令

t_0 : 載荷時点のコンクリートの換算材令

t_i : 荷重変動時点のコンクリートの換算材令

β_f : 載荷(荷重変動)時点のコンクリートの換算材令と部材の仮想厚 h_{th} の影響を刻るフリープ成分が簡略化計算に用いられる係数

β_d : 遅れ弾性変形が時間の経過と共に増加するのを考慮した係数

$$h_{th} = \lambda A_u / U$$

此に、 λ : 周囲の環境に関する係数

A_u : コンクリート断面積, U : 断面に接する長さ

(2). コンクリートの乾燥収縮ひずみ

$$\varepsilon_{cs}(t, t_0) = \varepsilon_{so} [\beta_s(t) - \beta_s(t_0)]$$

ここに、 ε_{so} :基礎乾燥収縮度

t : コンクリートの換算材令

t_0 : 乾燥収縮の影響を考慮する必要が生じた時点のコンクリートの換算材令

β_s : 乾燥収縮が時間の経過と共に増加するのを考慮した係数

以上の計算方法にしたがって電算プログラムを作成し、計算値を求めた。なお、係数 $\beta_s, \beta_d, \beta_{sh}$ は CEB の図表から数式で与えた。

4. 計算値と測定値との比較検討

前述の電算プログラムを利用して、第2阿武隈川橋りょう(図-1参照)および室内試験供試体の諸元を入力してコンクリートのクリープおよび乾燥収縮の値を計算した。これらのうち実橋の断面②について、その入力した諸元を表-1に示し、計算値と測定値との比較を図-2~1, 2, 3に示した。この図から、実橋でのクリープについては、CEB基準案(1975年)による計算値の方が測定値に近いようである。クリープの進行率については、3者間に大きな差異は認められなかった。CEB-FIP国際指針(1970年)による計算値が過小なのは、影響因子の大部分を独立した係数で評価したことと係数自体の見積りが適確でないことにあると思われる。また、最も注目すべき点即ち載荷時点や荷重変動時点の直後で、測定値と計算値との間にかなりのひずみ量の差があることである。

つぎに、乾燥収縮については計算値相互間には差がないようであるが、これらの値は測定値に比して小さすぎるようである。この差異の主な理由としては、基礎乾燥収縮度が小さすぎることで、乾燥収縮を考慮開始する時点の評価が早期材令について不十分であることが考えられる。

表-1 諸元

コンクリートの配合	C=400 kg/m ³ W/C=40%	計算応力 kg/cm ²	
		材令	上床版 下床版
スランプ	8±1.5 cm	16	-3.3 4.9
相対湿度	43~84%	19	13.0 3.8
仮想厚	CEB-FIP (1970)	23	-7.3 10.8
		26	14.8 -4.4
	CEB (1975)	28	3.8 -5.5
		36	-2.0 3.0
鉄筋比	1.3%	78	17.8 97.9

<参考文献>

- 1) 後藤幸正他2名「阿武隈川PC橋りょうのクリープと乾燥収縮」土木学会30周年学術講演会。
- 2) 後藤幸正他2名「PC橋のクリープと乾燥収縮について」昭和48年度東北支部技術研究講演会。
- 3) 後藤幸正「コンクリートのクリープ乾燥収縮に関するCEB基準案(1975)」コンクリート75/10月号

図-1
第2阿武隈川橋りょう
計算断面

