

1. まえがき

一般にプレストレストコンクリート橋の設計、施工にあたっては、コンクリートのクリープ係数、乾燥収縮度は、有効プレストレス量、不静定断面力、上げ越し量の算定などに重要であり、土木学会PC新示方書では特別に検討する場合として遅れ弾性変形を考慮し、さらに有効部材厚の概念を取り入れた新しい算定手法が採用されている。一方、PC構造物のクリープ、乾燥収縮を実測してみると、同一断面内においても測定箇所によってそれぞれの進行度、最終値が異なることがあり、断面全体としての平均値を求めるのは容易でない。また、実際の施工では同一断面内においてもプレストレス（以下、PS）導入時のコンクリート材令が異なることがあり、この場合にもどのケーブル位置をもって代表値とするかは、設計、施工に携わる者にとって大切な問題であろう。

これらの疑問に対して本報告は、断面平均値としてのクリープ係数、乾燥収縮度（以下、 φ_t, ϵ_{st} ）を算定する方法によって実測データを整理し、得られた知見を述べるとともに、土木学会示方書に与えられている推奨値との比較、検討を行なったものである。

2. クリープ係数、乾燥収縮度の算定方法

PC構造物の φ_t, ϵ_{st} を分離して測定するためには、無応力状態の ϵ_{st} 測定用供試体を別途作製するか、あるいは構造物内に周辺コンクリートと縁切りして ϵ_{st} を実測し取り出すなどの方法が一般的である。しかしこれらの方法では測定箇所との対応がむづかしく、さらに得られた φ_t, ϵ_{st} も測定箇所ごとに異なった傾向を示すことがあり、断面全体としての平均値を求めるのは容易でない。また、同一断面内でPS導入時のコンクリート材令が異なる場合など、同様の問題がある。

そこで断面全体としての平均値を算定する手法として、同一断面内各点で、 φ_t, ϵ_{st} はそれぞれ等しいものと仮定し、コンクリート全ひずみ変化量より、 φ_t, ϵ_{st} を分離して取り出す方法を用いる。PS導入後、 Δt 時間のあいだにPC鋼材緊張力が ΔP_t だけ減少するとき、 φ_t, ϵ_{st} がそれぞれ $\Delta \varphi_t, \Delta \epsilon_{st}$ だけ直線的に変化すると仮定すると、（図-1）コンクリート全ひずみ変化量 $\Delta \epsilon$ は、

$$\Delta \epsilon = \epsilon_{st} + \epsilon_{ct} \cdot \varphi_t - \epsilon_{ct} \cdot \frac{\Delta P_t}{P_t} \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \varphi_t \right) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ϵ_{ct} ; PS導入時のコンクリートひずみ

P_t ; PS導入時のPC鋼材緊張力

で表わされる⁽¹⁾。各測定断面において、 ϵ_{ct} の異なる n 個のデータが得られれば、(1)式が n 個成立し、最小自乗法によって各材令における φ_t, ϵ_{st} を分離して求めることができる。

3. A橋でのクリープ実測

本橋は、千葉県下の4径間連続中空床版橋である。コンクリートは全断面、同時に打設され、PS導入は平均材令21日で行なわれ測定断面での導入時応力度は上、下縁でそれぞれ1.0、88.6 (kg/cm²)であった。図-2に構造型式の概要を、図-3に測定断面を示す。また図-4に ϵ_{st} 用供試体を用いた実測データおよび(1)式によって求めたクリープ係数を示すが、同一断面内、同じPS導入時材分にもかかわらず各測定箇所ごとに φ_t 進行度にかなりの差異がみられる。しかし、前述(1)式によって算定した φ_t はこれら実測値のほぼ平均的な値を示していることがわかる。

一方、この算定結果をもとに土木学会推奨値と比較すると、有効部材厚

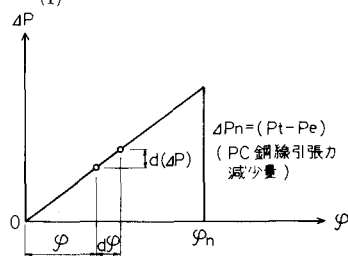


図-1 $\varphi - \Delta P$ の仮定

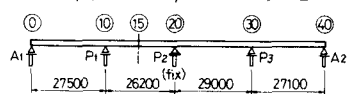


図-2 A橋 構造型式

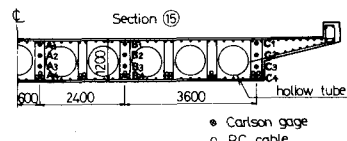


図-3 A橋 測定断面

との対応においてよい一致を示している。P S 導入時材令が比較的遅い場合には従来の実測データが示しているように、推奨値は、妥当であると判断される。

4. B 橋でのクリープ実測

本橋は新潟県下にかかる複線単純ボックス鉄道橋で、 $\ell=49.85$ m である。コンクリート打設は最初の下スラブハッチ部まで、その 12 日後に側壁および上スラブが完了した。P S 導入は昭和 53 年 7 月 31 日から 8 月 5 日の 6 日間にわたって行なわれ、下スラブ部はコンクリート材令 18～22 日（平均 20 日）で、また上スラブ、側壁部は材令 6～10 日（平均 8 日）で応力導入が完了した。P S 導入完了時応力度は、設計計算値によると上、下縁でそれぞれ 26.1, 146.7 (kg/cm²) であった。同一断面内で P S 導入時材令が異なる場合の一例として、断面全体の平均値としての ϕt を算定し、以下考察を加える。

各測定箇所ごとの ϕt 進行度についてみると、 $t_0=20$ 日の箇所では土木学会推奨値とはよく近似しているのに対し、 $t_0=8$ 日の箇所では、初期材令において推奨値を上回る傾向がみられる。(図-6, 7)

そこで、これらの各箇所の傾向が、断面全体の平均値としてどのように影響するかを検討するため、前述(1)式によって ϕt を算定した。図-8 に、 ϵ_{st} 用供試体を用いて求めた実測データ（●印は導入時材分 8 日、○印は 20 日）とともに、(1)式による算定値を示す。

(1)式による算定結果は、全データ平均値とはよく一致しており本橋の実測データの範囲では、断面全体の代表値として、P S 導入時材令を 8 日と 20 日との平均的な値、約 14 日を用いれば実際の挙動をよく説明できると考えられる。そこで、この算定結果を、推奨値 $t_0=14$ 日と比較すると、初めての冬～春に小さめの値を示すこと、および材令 1 ヶ月以前の初期材令でやゝ上回ることがわかる。前者については、従来のデータ⁽²⁾と同様の傾向を示し、設計、施工上大きな問題とはならないが、後者については、上げ越しの算定に重要な影響を与えるため、慎重に検討する必要があると思われる。P S 導入が夏期でしかも材令が早い場合には初期材令で推奨値をやゝ上回ると言う同様の傾向は他の実測データでも得られており、今後この点について検討を行なって行く予定である。

5. まとめ

P C 橋の ϕt , ϵ_{st} を(1)式によって算定することにより、断面全体としての代表値を確認することができた。この算定結果を、推奨値と比較すると、P S 導入が夏期でしかも材令が早い場合には初期材令で推奨値をやゝ上回る傾向が認められるので慎重な検討を要する。

参考文献

- (1) 猪股俊司「プレストレストコンクリート設計法」土木学会誌 第 41 巻 5 号
- (2) R.G.Tyler "Creep, Shrinkage in concrete bridges in the United Kingdom 1963-71" M of C.R. 1976.6
- (3) 土木学会 P C 設計施工指針改訂小委員会「P C 橋におけるクリープ、乾燥収縮の実測」プレストレストコンクリート 1961

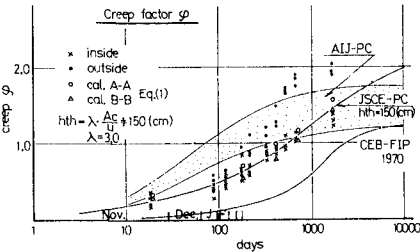


図-4 A 橋 クリープ係数

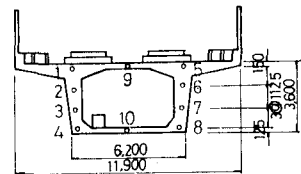


図-5 B 橋 測定断面

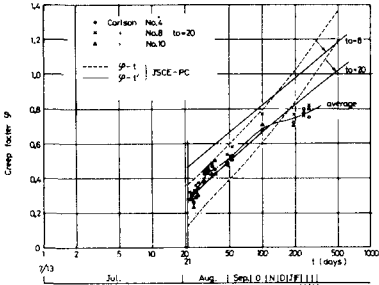


図-6 クリープ係数 ($t_0=20$ 日)

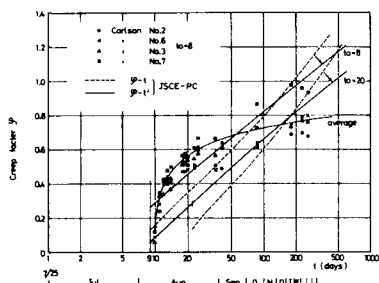


図-7 クリープ係数 ($t_0=8$ 日)

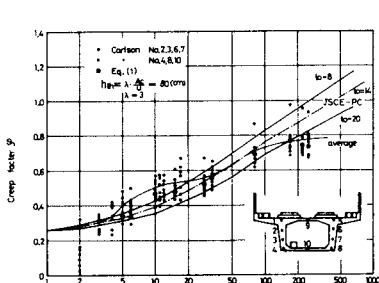


図-8 B. 橋クリープ係数