

日本鉄道建設公団 正会員 ○鈴木 恒男
 日本鉄道建設公団 正会員 金森 眞
 日本鉄道建設公団 木村 光夫

1. はじめに

鉄道構造物においては、PRC桁はPC桁と比較して一般に桁高を低く設計することが可能で、PC鋼材量を減少させることができるため経済的であることから、近年PC構造にかわりPRC構造を採用するケースが増えてきている。PRC構造はPC構造に比べ鉄筋量が多く、コンクリートのクリープ・乾燥収縮により作用する鉄筋の圧縮応力が無視できない。本稿はひび割れ幅の算定や鉄筋の疲労照査の基本となる鉄筋応力度に着目し、PRC構造のひずみ測定を実施した結果について報告するものである。

2. 測定概要

試験体は鉄筋量、PC鋼材量、緊張力をかえてRC部材、PRC部材(全断面均等圧縮、上縁圧縮・下縁引張)を12体製作し、それぞれ鉄筋、コンクリート、PC鋼棒にひずみ計を設置した。(表-1、図-1) 緊張はコンクリート打設後9日目にいき、その後1年間放置しひずみを測定するとともに、乾燥収縮度・クリープ係数算定のため気温、湿度もあわせて測定した。

3. 測定結果

1) 乾燥収縮度の推定

現在当公団でPRC断面の応力照査に採用している参考文献1)の理論式を用い、乾燥収縮度をパラメータとしてRC試験体(1-1、1-2、1-3)の鉄筋応力度を計算し、これらと実測値とを比較することにより各材令における乾燥収縮度を推定した。この結果と2種類の予測式による乾燥収縮度を比較したものを図-2に示す。現在設計に用いているFIP1978の予測値が、全体的にみて実測値との差は少ない。

2) クリープ係数の推定

乾燥収縮度にFIP1978の予測値、理論式として参考文献1)を適用しクリープ係数をパラメータとしてPRC試験体(2-2~5-3)の鉄筋応力度を計算し、これらと実測値と比較することによりクリープ係数を推定した。(図-3) その結果FIP1978の予測値が実測値との差が小さい。

表-1 試験体諸元

試験体	NO.	鉄筋筋量 As1, As2	PC鋼材量 緊張力	コンクリート 応力 (kgf/cm ²)
RC部材	1-1	D10-2本	—	—
	1-2	D16-5本	—	—
	1-3	D22-5本	—	—
全断面均等圧縮	圧縮小 2-2 2-3	D16-5本 D22-5本	φ26-1本 39.9t/本	上縁 50.0 下縁 50.0
	圧縮大 3-1 3-2 3-3	D10-2本 D16-5本 D22-5本	φ26-2本 39.9t/本	上縁 100.0 下縁 100.0
上圧縮・下引張	引張小 4-2 4-3	D16-5本 D22-5本	φ17-1本 17.5t/本	上縁 64.5 下縁 -20.7
	引張大 5-2 5-3	D16-5本 D22-5本	φ26-1本 39.9t/本	上縁 147.2 下縁 -47.4

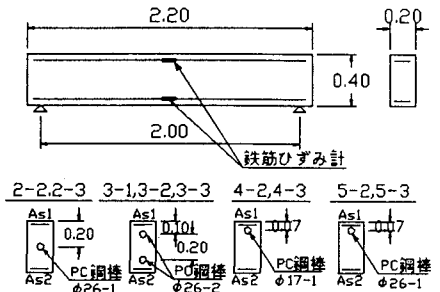


図-1 試験体形状

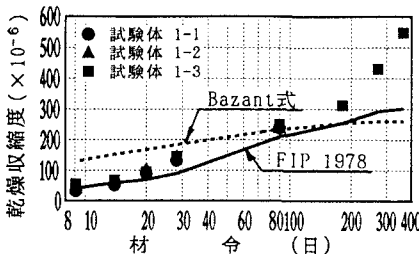


図-2 材令-乾燥収縮度

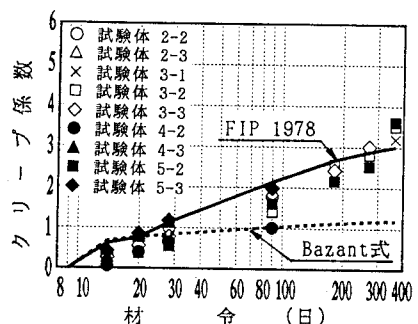


図-3 材令-クリープ係数

3) 計算値と実測値の比較

1) 及び2)よりクリープ係数・乾燥収縮度の予測値としてFIP1978、理論式として参考文献1)ならびに(1)、(2)式²⁾を解くことにより各材令における圧縮側の鉄筋の応力度を求めた。なお、(1)、(2)式は従来PRC構造の応力度算定に用いていた式であり、断面ひび割れを考慮せずにクリープ・乾燥収縮によって生じる鉄筋応力度、PC鋼材応力度の変化を、鋼材図心位置におけるコンクリートと鋼材のひずみが等しいものとして得られた式である。

$$\varepsilon_c \cdot E_p n_p \cdot \phi \cdot (\sigma_{cdp} + \sigma_{ctp}) = [1 + n_p \cdot \frac{\sigma_{cTp}}{\sigma_{pT}} \cdot (1 + \frac{\phi}{2})] \cdot \Delta \sigma_p + n_p \cdot \frac{A_s \cdot \sigma_{cts}}{A_p \cdot \sigma_{pT}} \cdot (1 + \frac{\phi}{2}) \cdot \Delta \sigma_s \quad \dots (1)$$

$$\varepsilon_c \cdot E_s n_s \cdot \phi \cdot (\sigma_{cds} + \sigma_{cts}) = n_s \cdot \frac{\sigma_{cTs}}{\sigma_{pT}} \cdot (1 + \frac{\phi}{2}) \cdot \Delta \sigma_p + [1 + n_s \cdot \frac{A_s}{A_p} \cdot \frac{1 + (e_s/r)^2}{1 + (e_p/r)^2} \cdot \frac{\sigma_{cTp}}{\sigma_{pT}} \cdot (1 + \frac{\phi}{2})] \cdot \Delta \sigma_s \quad \dots (2)$$

$\Delta \sigma_p$ 、 $\Delta \sigma_p$: 乾燥収縮、クリープによるPC鋼材応力度減少量、および鉄筋に生じる圧縮応力度

- ε_c : コンクリートの乾燥収縮によるひずみ
- n_p 、 n_s : ヤング係数比(E_p/E_c 、 E_s/E_c) ϕ : クリープ係数
- σ_{cdp} : 死荷重によるPC鋼材位置のコンクリート応力度
- σ_{cds} : 死荷重による鉄筋位置のコンクリート応力度
- σ_{ctp} 、 σ_{cts} : 上記「死荷重」を「導入直後のプレスト」と読みかえる
- σ_{pT} : PC鋼材の初期緊張応力度
- e_s 、 e_p : PC鋼材、鉄筋の図心からの距離 r : 断面二次半径

RC試験体では鉄筋の応力度が乾燥収縮度のみ依存するため、その予測値と推定値の差がそのまま計算値と実測値に現れている。(図-4) PRC部材の全断面均等圧縮試験体は材令100日以降で実測値が計算値より大きくなるがその差は小さい。PRC部材の上縁圧縮下縁引張試験体もほぼ同様の傾向を示す。(図-5、6) (1)、(2)式の計算結果は材令1年のみ示したが、全断面均等圧縮試験体では参考文献1)の理論値とほぼ同様の結果となった。上縁圧縮下縁引張試験体では、コンクリートに作用する引張応力度が大きい試験体ではその差が大きい。

4. まとめ

- ①PRC試験体に生じた鉄筋圧縮応力度は、コンクリートの乾燥収縮度・クリープ係数の予測式としてFIP1978、理論計算式として参考文献1)を適用することにより算定することが可能である。
- ②コンクリートに引張応力度が作用しない場合、あるいは小さい場合は、①によらず(1)、(2)式によっても鉄筋圧縮応力度を精度よく算定できる。

〈参考文献〉

1) 猪股俊司: 構造コンクリート曲げ部材使用限界状態の統一設計計算法, コンクリート工学論文No. 88, Vol. 26, No. 12, 1988
 2) 猪股俊司: 三種プレレストコンクリート, コンクリート・ジャーナル Vol. 12, No. 9, 1974

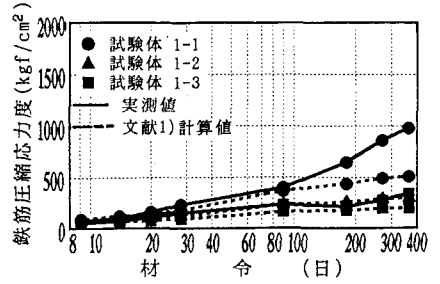


図-4 材令-鉄筋圧縮応力度(RC試験体)

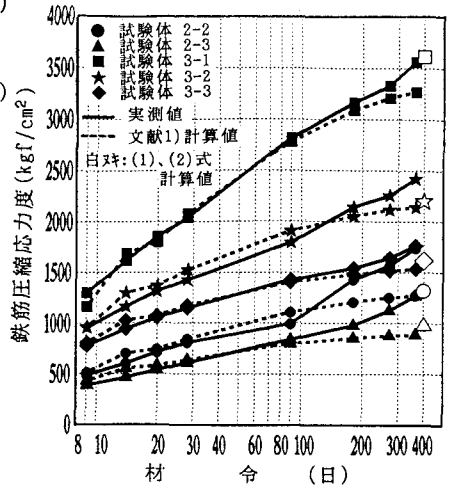


図-5 材令-鉄筋圧縮応力度 (全断面均等圧縮試験体)

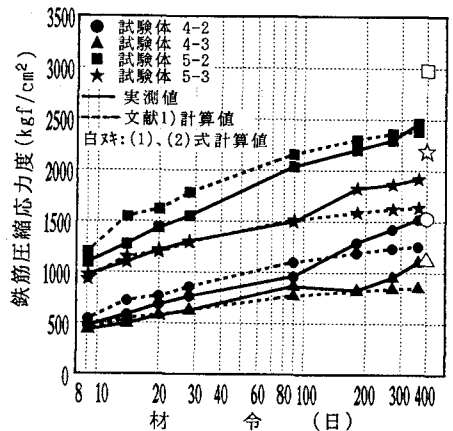


図-6 材令-鉄筋圧縮応力度 (上縁圧縮・下縁引張試験体)