

首都高速道路公社 正会員 大 貫 一 生
同 正会員 杉 浦 征 二

1. ま え が き

首都高速道路のコンクリート橋脚のひびわれ調査結果では、一般に最大ひびわれ幅の推定に用いられている計算結果よりも、実橋脚の最大ひびわれ幅の方が大きな値であった⁽¹⁾。また、通常は軸圧縮を受けていると考えられる脚柱にもひびわれの見られることもある。この原因の一つとして、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮が考えられる。コンクリートの中の鉄筋がクリープや乾燥収縮を拘束し、コンクリートの圧縮応力が鉄筋に転移しており、コンクリートの圧縮応力は徐々に減少している。この現象については、これまで、理論的に研究された例は多いが、実構造物、あるいは、供試体での挙動として報告された例は少ない。そこで、橋脚の柱を対象として、実橋脚と供試体により、クリープや乾燥収縮による内部応力の変化とそれが部材のひびわれ発生や耐力へ与える影響について研究した。この報告は、供試体による実験について述べるものである。内部応力の測定はまだ継続中であり、ひびわれ発生や耐力への影響については今後曲げ載荷試験を行なう予定であり、その結果は会場で報告する。

2. 実 験 概 要

この実験は橋脚の柱の荷重状態を想定し、初めに乾燥収縮や部材軸方向のプレストレスによるクリープを生じさせ、次に曲げ載荷試験を行なうこととした。供試体は図-1に示す形状・寸法であり、表-1に示す4種を作成した。鉄筋比は実橋脚とほぼ等しいものとして0.825%を選び、鋼材の多い例として約3倍の2.6%を選んだ。A₁、B₁供試体は脱型後、無荷重の状態です室内養生を行ない、A₂、B₂供試体は材令8日に軸方向にプレストレスを導入し、室内養生を行なっている。各供試体には、図-1に示す様に、中央断面の上下各1本の鉄筋にカールソン型鉄筋計を付け鉄筋応力を測定した。供試体に用いた材料は表-2に示す通りである。A₂、B₂供試体のプレストレスは0.7P_{sk}として、鋼棒に貼付けたワイヤストレインゲージで管理した。このプレストレスはコンクリートの収縮によって減少するが、調整はせずに鉄筋と共に応力変化を測定した。養生中の室内の湿度と湿度は自動記録計で測定した。

表-2 使用材料

コンクリート	設計基準強度 水セメント比 細骨材率 スランピング セメント量	$\sigma_{ck} = 270 \text{ N/mm}^2$ $w/c = 55.4 \%$ $\rho_A = 43.9 \%$ ρ_{cm} $C = 278 \text{ kg}$
鉄筋	SD30, PC鉄材 シース	鋼棒B種, 1号 #32 #40

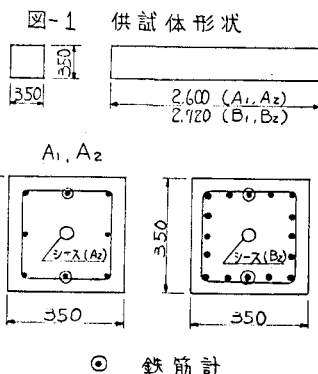


表-1 供試体種類

記号	使用鉄筋	鉄筋比 (%)	プレストレス	養生
A ₁	8-D13	0.825	なし	室内養生
B ₁	16-D16	2.600	なし	〃
A ₂	8-D13	0.825	有	〃
B ₂	16-D16	2.600	有	〃

3. 測定結果

図-2に鉄筋応力の変化を示す。また、図-3に鉄筋位置での供試体温度を示す。材令5日までには硬化熱による温度上昇がみられ、鉄筋応力もその影響を受けて変動している。A₁、B₁供試体では乾燥収縮で鉄筋が拘束することによって、材令8日から鉄筋の圧縮応力が増加している。

A₂, B₂供試体は材令8日にプレストレスを導入したので弾性変形により鉄筋の圧縮応力が急変している。その後、クリープ、乾燥収縮を鉄筋が拘束することにより、鉄筋応力が増加している。各供試体とも、応力の増加は対数グラフで直線的な傾向を示しているが、A₁, B₁供試体では材令6ヶ月月から頭打ちの傾向が見られる。図-2の点線は下記による計算値を示している。A₁, B₁供試体では、材令6ヶ月での実測値は計算値のそれぞれ1.6倍、1.3倍と差はあるが、プレストレスを導入したA₂, B₂供試体では、実測値と計算値はほぼ一致している。

計算は次によった。

クリープ係数

$$\varphi(t, t_0) = 0.4 \beta_d(t - t_0) + \varphi_{f0} \{ \beta_s(t) - \beta_s(t_0) \} \quad (2)(3)$$

乾燥収縮度

$$\epsilon_{cs}(t, t_0) = \epsilon_{s0} \{ \beta_s(t) - \beta_s(t_0) \} \quad (2)(3)$$

乾燥収縮の影響、クリープの影響による鉄筋応力の変化

$$\Delta \sigma_{s,cs} = \frac{\eta \cdot \varphi \cdot \sigma_{co} + E_s \cdot \epsilon_{cs}}{1 + \frac{A_s + A_p}{A_c} \left(1 + \frac{\varphi}{2} \right)} \quad (4)$$

E_s: 鋼材のヤング係数 $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

η: 鋼材とコンクリートのヤング係数比

η=8とした

σ_{co}: プレストレス直後のコンクリート応力

A_s, A_p, A_c: 鉄筋, PC鋼材, コンクリートの断面積

材令6ヶ月における鉄筋応力からコンクリートに生じている引張応力を求めると、A₁ 供試体で約 6 kg/cm^2 、B₁ 供試体で約 12 kg/cm^2 程度となっている。

4 あとがき

この実験の結果から、コンクリートのクリープ、乾燥収縮の影響を計算によって推測することが可能であると考えられる。しかし、A₁, B₁供試体では実測値と計算値との差が大きいため、乾燥収縮については検討が必要である。ひびわれ発生や耐力力への影響については載荷試験によって検討する。計算では乾燥収縮は断面内で一様に生じていると仮定しているが、部材中心部と表面では異なっているはずであり、この影響も今後検討する必要がある。

(参考文献) (1) 秋元富次「コンクリート構造物に生じるひびわれ性状およびひびわれが構造物に与える影響について」コンクリート構造物のひびわれに関するシンポジウム 発表論文集 52, 3, 16 日本コンクリート工学会

(2) 「道路橋示方書・同解説 Ⅲ編」日本道路協会

(3) 自衛隊「コンクリート構造物のクリープと乾燥収縮」農島出版

(4) 「プレストレスコンクリートの設計・施工」猪股・技報堂

図-2 鉄筋応力の変化

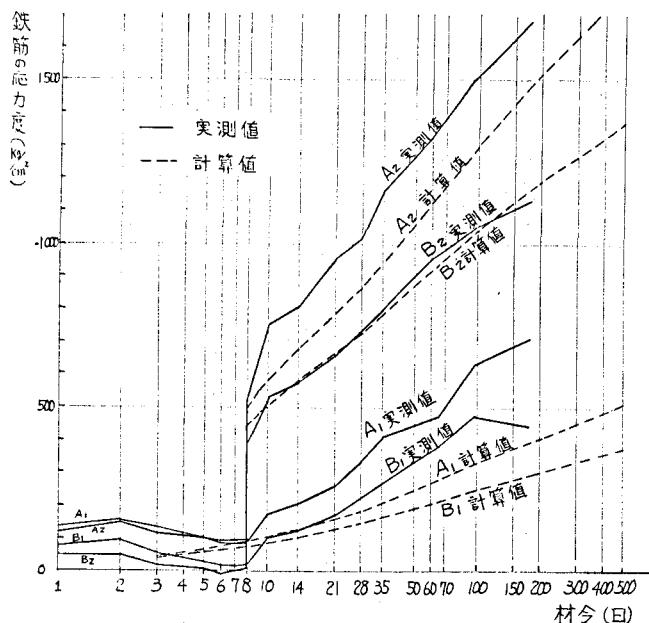


図-3 供試体温度の変化

