

V-324 回復クリープと鉄筋のひずみ拘束を考慮したPC部材のクリープ解析(続)

(有) ニーデック 正会員 ○新平 信幸
 中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 安田 穰
 大阪工業大学 正会員 栗田 章光

1. まえがき

PC部材に持続応力が作用すると、コンクリート部には時間の経過とともにクリープひずみが生じ、PC鋼材のプレストレス力は徐々に減少する。その減少量の算定式として、道路橋示方書¹⁾では鉄筋によるひずみ拘束を無視して誘導しているが、一般的にPC部材には鉄筋が配置されており、鉄筋のひずみ拘束を考慮すると、プレストレス力の損失量は減少する傾向がある²⁾。また同時に、鉄筋には圧縮応力が生じ、コンクリート断面に作用するプレストレスは減少するものと予想される。そこで、著者らが文献2)で誘導したクリープ解析式を用いて鉄筋のひずみ拘束の影響と、さらに回復クリープの影響とについて数値計算を行ったので、その結果を本文で報告する。

2. 数値計算の条件、および結果

図-1に示すような長方形断面に、PC鋼材および上側・下側鉄筋をそれぞれ1段ずつ配置し、プレストレス力のみが作用する状態を考える。下側鉄筋量を表-1に示すように変化させ、鉄筋の影響および回復クリープの考慮の有無について計算を実施した。断面定数および各係数値を次に示す。

$$A_c = 3000\text{cm}^2, A_s = 13.9\text{cm}^2 (5-15.2\phi \times 2\text{本})$$

$$A_{r1}, A_{r2} : \text{表-1参照}, P_s = 2 \times 90 = 180\text{tf}, E_c = 2.7 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$$

$$E_r = 2.1 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2, E_s = 2.0 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2$$

$$\varphi_a(t) = 0.4(1 - e^{-0.0514t}), \varphi_r(t) = 1.6(1 - e^{-0.0197t})$$

$$\varphi(t-t_1) = 0.4(1 - e^{-0.0514(t-t_1)}) + 1.6(e^{-0.0197t_1} - e^{-0.0197t})$$

$$\varphi_{a\infty} = 0.4, \varphi_{r\infty} = 1.6, k_1 = 0.0514, k_2 = 0.0197$$

t, t_1 の単位は日とし、プレストレス導入時のコンクリート材令として、 $t_1 = 7$ 日, 21日, 84日の3ケースについて計算した。時刻 $t = \infty$ 時におけるPC鋼材の緊張力損失量と損失率、コンクリート応力度、および鉄筋応力度をそれぞれ、図-2(a)と(b)、図-3、および図-4に示す。各図において、上および下側鉄筋の鉄筋比0%は鉄筋を無視して計算した結果を意味する。

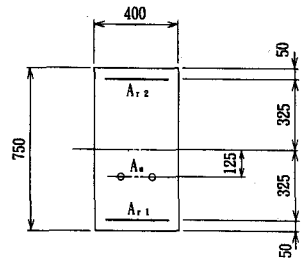


図-1 計算例に用いたPC断面

表-1 配置鉄筋量の種類

鉄筋配置ケース	鉄筋量 (cm)		鉄筋比 (%)	
	下側鉄筋 Ar1	上側鉄筋 Ar2	$\frac{A_{r1}}{A_c} \times 100$	$\frac{A_{r1} + A_{r2}}{A_c} \times 100$
Ⓐ	0		0	0.127
Ⓑ	6.335(5-D13)		0.211	0.338
Ⓒ	9.930(5-D16)		0.331	0.458
Ⓓ	14.325(5-D19)	3.801(3-D13)	0.478	0.604
Ⓔ	19.355(5-D22)		0.645	0.772
Ⓕ	25.355(5-D25)		0.845	0.971
Ⓖ	32.120(5-D29)		1.071	1.197
Ⓗ	39.710(5-D32)		1.324	1.450

3. 結論

計算の結果より明らかとなったことを以下にまとめる。

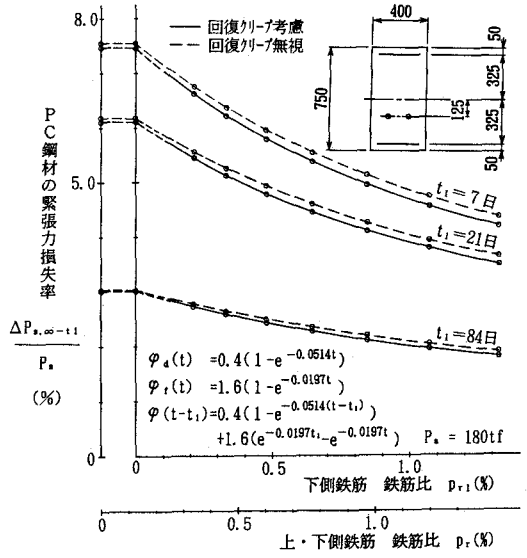
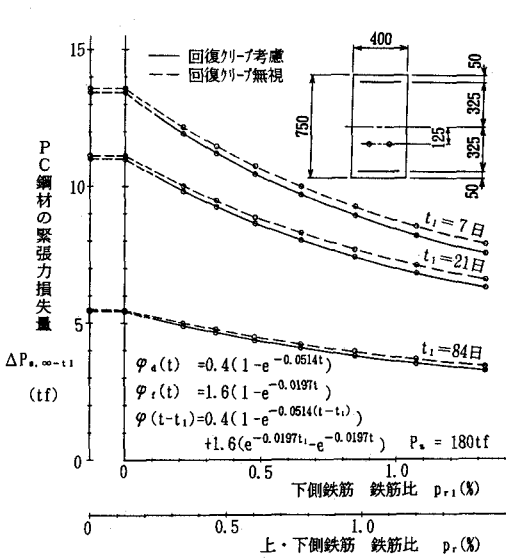
1) 鉄筋のひずみ拘束を考慮した場合、鉄筋比に対する影響として次のことが言える。

鉄筋比が大きくなる程、PC鋼材の緊張力損失量は少くなる。しかし、コンクリートに作用するプレストレスは、下縁では減少し、上縁では増大する。特に、下縁圧縮応力度の低下が著しい。また、鉄筋比が大きくなる程、下側鉄筋の圧縮応力度は小さくなり、上側鉄筋の圧縮応力度は大きくなる。

2) プレストレスの導入時期が早ければ早い程、PC鋼材の損失量に与える鉄筋比の影響は顕著になる。

3) 上側鉄筋だけを考慮した場合と、全ての鉄筋を無視した場合とでは、PC鋼材の緊張力損失量およびコンクリートの圧縮応力度ともほとんど変わらず、上側鉄筋による影響は無視できる。

4) 回復クリープがPC鋼材の損失量に与える影響は、鉄筋の有無に拘らず極めて小さい。



(a) 緊張力損失量

(b) 緊張力損失率

図-2 PC鋼材の緊張力損失量に与える鉄筋比の影響

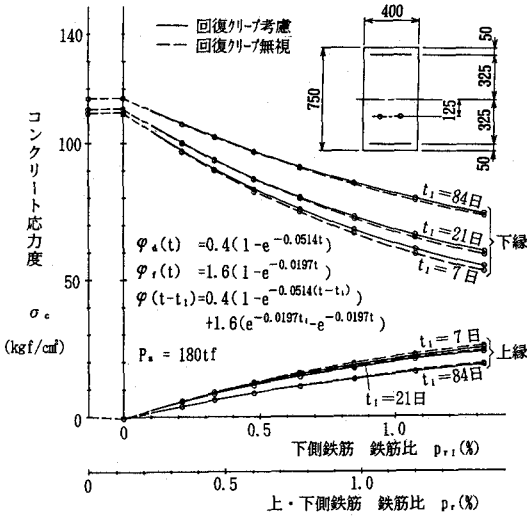


図-3 コンクリート応力度に与える鉄筋比の影響

4. あとがき

本研究では、PC断面を対象に、文献1)で示したクリープ解式を用いて回復クリープおよび鉄筋の拘束がPC鋼材の緊張力損失等に与える影響について述べた。その結果、回復クリープの影響は少ないが、鉄筋拘束の影響は現行の示方書の式による解に対してコンクリートの下縁応力のみが危険側となることを明らかにした。また、本研究はクリープ解析に限定したが、乾燥収縮の影響についても今後の課題として考えている。

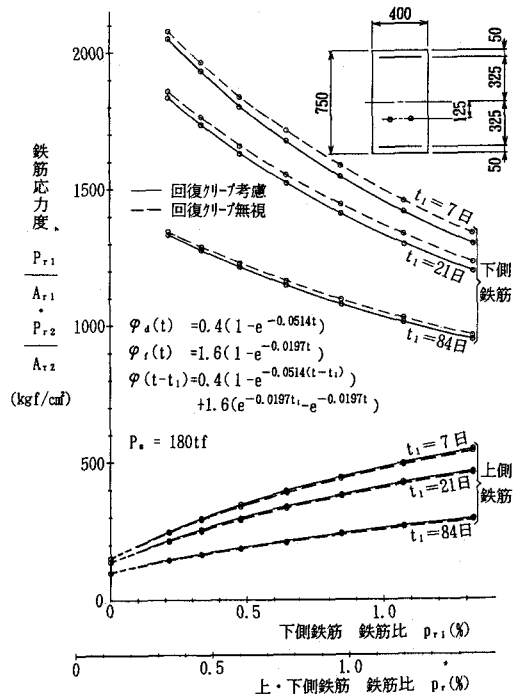


図-4 鉄筋応力度に与える鉄筋比の影響

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、I共通編、平成2年2月。

2) 新平、安田、栗田：回復クリープと鉄筋のひずみ拘束を考慮したPC部材のクリープ解析、平成3年度土木学会関西支部年次学術講演会、平成3年6月。