

V-80

PC桁のクリープ解析におけるリラクセーション係数の影響

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

1. まえがき

コンクリート部材のクリープに関する解析方法は、今日までに数多く提案されてきた。また、除荷に伴う回復クリープに関しても、近年いくつかの実験結果、ならびに解析方法が報告されている。しかし、回復クリープは、急激な除荷のみならず、連続的な応力緩和の状態においても生じると考えられる。

そこで著者らは、持続応力が作用した直後から応力が減少し、それに伴い回復クリープが生じるとして、リラクセーション係数を導入した形でコンクリートの応力～ひずみ関係式を誘導した! 本論では、この関係式に基づき、回復クリープがPC鋼材の緊張応力の減少量におよぼす影響をリラクセーション係数の観点から明らかにする。さらに、本法とTrost-Bazant法とによるPC鋼材の緊張応力の減少量の比較を行い考察を加える。

2. 応力～ひずみ関係式とリラクセーション係数

図-1に示すように、コンクリートに時刻 t_1 で持続応力 σ_{t_1} が作用し、その直後から応力が減少する状態を考える。ここで、応力の減少量は、クリープ係数の進行と相似と仮定する。これらより、回復クリープを考慮したコンクリートの応力～ひずみ関係式は、式(1)で表される。

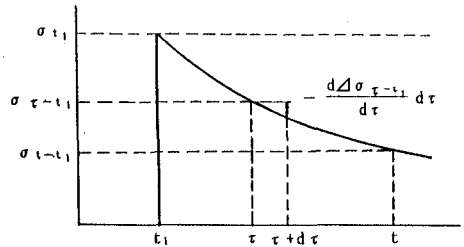


図-1 載荷と同時に減少する応力... (1)

$$\Delta \varepsilon_{t-t_1} = \frac{\sigma_{t_1}}{E_c} \phi(t-t_1) + \frac{\Delta \sigma_{\tau-t_1}}{E_c} (1 + \rho_{NK} \phi(t-t_1))$$

ここに、 ρ_{NK} はリラクセーション係数であり、 $\phi(t-t_1)$ ($=\phi_d(t-t_1) + \phi_s(t) - \phi_s(t_1)$) はクリープ係数である。 ρ_{NK} は式(2)で表される。

$$\rho_{NK} = \frac{1}{\phi(t-t_1)} \left[\int_{t_1}^t \frac{\phi(\tau-t_1)}{\phi(t-t_1)} \frac{d\phi(\tau-t_1)}{d\tau} d\tau - \frac{1}{\phi_{an}} \int_{t_1}^t \frac{\phi(\tau-t_1)}{\phi(t-t_1)} \frac{d\{\phi_d(\tau-t_1)\phi_d(t-\tau)\}}{d\tau} d\tau \right] \dots (2)$$

回復クリープを無視した場合には、 $\rho_{NK}=0.5$ となる。上記の応力～ひずみ関係式を用いると、PC鋼材の緊張力の変化量 $\Delta P_{p, t-t_1}$ は、式(3)で表される。

$$\Delta P_{p, t-t_1} = -P_p \cdot \phi(t-t_1) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{\left(\frac{1}{E_c A_c} + \frac{e^2}{E_c I_c}\right) E_p A_p} + \rho_{NK} \phi(t-t_1)} \dots (3)$$

3. 計算条件

数値計算は、図-2に示す断面を対象に、表-1のパラメータを用いて行った。その他の条件は、次のとおりである。

弾性係数

コンクリート E_c : $3.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$

PC鋼材 E_p : $2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

PC鋼材 : $5-15.2\phi \times 2=13.90\text{cm}^2$

緊張量 P_p : $2 \times 80\text{tf}=160\text{tf}$

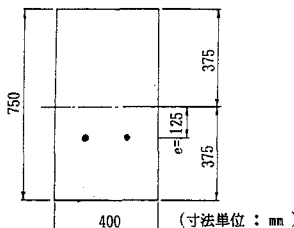


図-2 断面寸法

表-1 パラメータ

初期載荷材令(日)	フロークリープ係数	遅れ弾性係数
10	1.3	0.4
60	2.0	
100	3.0	

4. 計算結果、および考察

表-2 PC鋼材の緊張応力の減少量 (t=∞) (単位: tf)

初期 材令 (日)	フ ロ ク リ ー プ 係 数	本 法		Trost-Bazant法 (C)	(B) / (A)	(C) / (A)
		回復クリ-プ考 慮 (A)	回復クリ-プ無 視 (B)			
10	1.3	8.62644	8.68451	8.54218	1.0067	0.9902
	2.0	13.43942	13.52540	13.21747	1.0064	0.9835
	3.0	19.31654	19.43648	18.76055	1.0062	0.9712
60	1.3	7.61784	7.67154	7.55243	1.0071	0.9914
	2.0	10.98569	11.06245	10.84956	1.0070	0.9876
	3.0	15.21803	15.32386	14.91602	1.0070	0.9802
100	1.3	7.21095	7.26245	7.15290	1.0071	0.9919
	2.0	10.02778	10.09931	9.81800	1.0071	0.9891
	3.0	13.63786	13.73558	13.40880	1.0072	0.9832

計算結果は、 $t=\infty$ におけるPC鋼材の緊張力の減少量について、本法による結果とT-B法による結果とを比較して表-2に示されている。また、その図化の一例として、初期載荷材令が10日の場合のリラクゼーション係数の経時変化と、PC鋼材の緊張力の減少量の経時変化を、それぞれ図-3と図-4に示す。

図-3より、回復クリープを考慮した本法によるリラクゼーション係数は、T-B法によるそれに比べ、約30~40%程度小さい値となるがわかる。しかし、PC鋼材の緊張力の減少量に対するこれらの影響は小さく、本法により得た減少量は、T-B法による減少量よりも約1~3%程度大きくなる結果が得られた。

次に、回復クリープを考慮したリラクゼーション係数は、回復クリープを無視した場合の値に比べ、約20~30%程度大きい値となった。それにより、回復クリープを考慮した場合のPC鋼材の緊張力の減少量は、回復クリープを無視した場合の値に比べ小さくなったが、回復クリープの影響はごく僅かであることが明らかになった。

5. 結論

リラクゼーション係数の値が、PC鋼材の緊張力に及ぼす影響はごく僅かであり、無視してもさしつかえない。

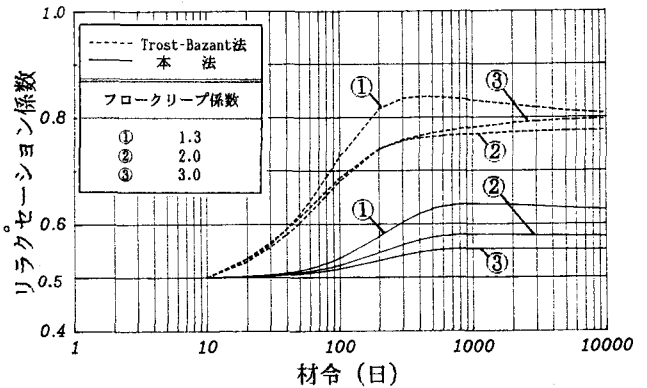


図-3 リラクゼーション係数の経時変化($t_1=10$ 日)

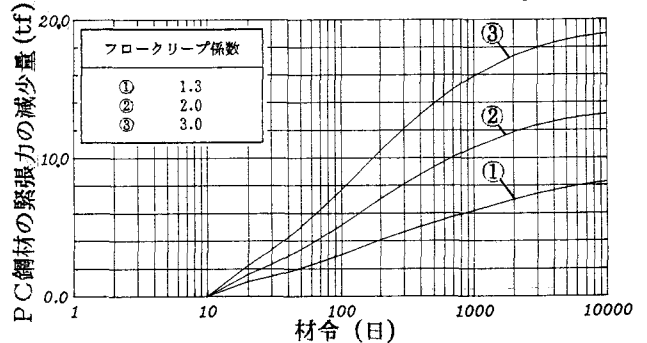


図-4 PC鋼材の緊張力の減少量の経時変化($t_1=10$ 日)

1)中谷・栗田・新平・安田：土木学会関西支部学術講演会、1992。