

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 ○竹 内 研 一
 J R 東日本 東北工事事務所 正会員 石 橋 忠 良
 J R 東日本 東北工事事務所 正会員 米 内 昭 夫

1. はじめに

コンクリート構造物の設計法が限界状態設計法に移行する中で、構造物の設計における P R C 桁の適用は、今後ますます一般化するものと思われる。本研究は、P R C 桁の鉄筋及びコンクリートに生じる応力度の算定に関する知見を得るため、供試体の測定データに基づき検討を加えたものである。

2. 供試体による測定概要

P R C 桁における応力度測定データを実験的に得るため、鉄筋を配置した R C 供試体にプレストレスを加えて、鉄筋、コンクリート等のひずみを測定した。供試体作成に用いたコンクリートの配合は、表-2 によった。供試体は、断面寸法、鉄筋量、緊張力、P C 鋼材の偏心量を種々組み合わせたものを合計 18 体作成し、鉄筋、コンクリート、P C 鋼棒にそれぞれひずみ計を設置し測定を行った（表-1 及び図-1 参照）。

3. 測定結果

測定結果を図-2～3 に示す（実線）。このうち、コンクリート応力度の測定データとして示したのは、プレストレスが P C 鋼棒の引張ひずみに比例すると考えて力の釣合条件より求めた値である。即ち、供試体断面の力の釣合条件は、

$$-A_s E_s \mu_s + \int \sigma_c dA = A_p E_p \mu_p \dots\dots\dots (1)$$

ここで、コンクリート断面の応力度に直線分布を仮定すれば、コンクリート圧縮応力度は、鉄筋及び P C 鋼棒のひずみの測定値、 μ_s 、 μ_p （引張：正）より、（2）式により求まる。

$$\sigma_c = (A_p E_p \mu_p + A_s E_s \mu_s) / A_c \dots\dots\dots (2)$$

A タイプの供試体の測定結果を示した図-2 によると、コンクリートのクリープ、乾燥収縮の影響により、材令と共に圧縮ひずみが増加していく様子がわかる。また、ひずみの進行と同時に鉄筋の圧縮力が増加して、コンクリート断面が受け持つ圧縮力が減少するため、コンクリートに作用する圧縮応力度が徐々に減少することがわかる。

表-1 試験体設計条件

試験体 TYPE-NO.	断面 寸法 (cm)	鉄筋量 (cm ²)	プレストレスによるコンクリート応力度 *1				有効 応力 計
			コンクリート 上縁：下縁：位置	鉄筋 設計位置 (上：下)	鉄筋 設計位置 (上：下)	PC 鋼棒 設計位置 (上：下)	
A	1	2.14 (0.31%)	0 : 0	0	2	-1	I
	2		400 : 400	400	2	2	
	3		800 : 800	800	2	2	
	4		1200 : 1200	1200	2	4	
	5		1600 : 1600	1600	2	4	
B	1	11.61 (1.66%)	0 : 0	0	4	-1	I
	2		846 : -46	667	56	744	
	3		1691 : -91	1335	112	1488	
	4		1200 : 1200	1200	4	4	
	5		1600 : 1600	1600	4	4	
C	1	5.07 (0.41%)	0 : 0	0	4	-1	I
	2		932 : -36	738	42	854	
	3		1622 : 170	1099	286	1506	
D	1	20.27 (1.62%)	0 : 0	0	4	-1	I
	2		932 : -36	738	42	854	
	3		1622 : 170	1099	286	1506	
E	1	20.27 (1.62%)	152 : 600	36	-92	540	I
	2		-366 : 1201	72	-184	1080	
	3						

*1) 初期緊張時に導入される応力度 (t/m²)

表-2 コンクリートの配合

配合材の 最大寸法 (mm)	スランブの 範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S	G	凝結剤	A E 剤
25	8±2.5	4.5±1	35.5	36.0	152	428	61.1	114.6	5.21	15.7

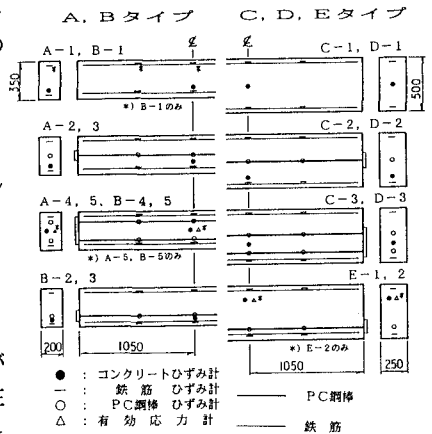


図-1 供試体形状及びひずみ計設置状況

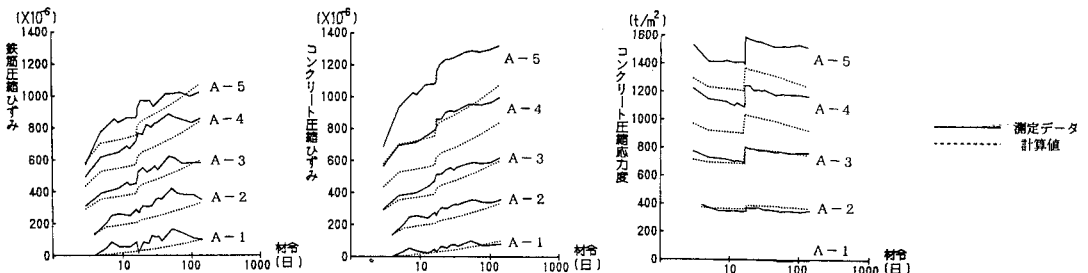


図-2 測定結果 (A-TYPE)

なお、各供試体とも、材令17日にPC鋼棒を再緊張しているが、再緊張後の圧縮応力度の減少割合は、初期緊張時より小さいことがわかる。

4. 応力度の算定に関する考察

本研究では、測定データの解析に当り、クリープ、乾燥収縮の予測式を基にして求めた計算値との比較検討を行った。なお、計算値の算出は、参考文献1)により求めた乾燥収縮係数 $\epsilon_s(t_n, t_o)$ 及び、参考文献2)の方法により求めた単位応力当りのコンクリートのクリープひずみ $C_{sp}(t_n, t_o)$ を用いて行った。即ち、材令 t_o から t_n の間に生じるコンクリートと鉄筋の圧縮ひずみの適合条件は、

$$\epsilon_s(t_n, t_o) + \sum_i \{C_{sp}(t_n, t_i) \times \Delta\sigma_i\} = -\sum_i \Delta\mu_{si} \quad (3)$$

ここに $\Delta\sigma_i$: 材令 t_i にコンクリートに付加される圧縮応力度

$\Delta\mu_{si}$: 材令 t_i に鉄筋に付加されるひずみ(引張: 正)

(3)式に $\Delta\sigma_i$ として、導入プレストレス及び鉄筋反力を順次考慮することにより、 $\Delta\mu_{si}$ を計算することができる。これより圧縮ひずみの計算値 ($\mu = \sum_i \Delta\mu_{si}$) を求めた。一方、この圧縮ひずみに対応してPC鋼材張力が緩み、プレストレスが減少すると考えると、(2)式は、以下の様になる。

$$\sigma_c = (P_o + A_p E_p \mu + A_s E_s \mu) / A_c \quad (4)$$

ここに P_o : PC鋼棒緊張力

コンクリート応力度の計算値は、(4)式より求めた値である。

計算値は、図-2~3に、破線で示してある。これより、以下のことがわかる。

◎コンクリートの圧縮応力度: 鉄筋量の少ない供試体(A, Cタイプ)のうち、圧縮応力度が、800 t/m²程度以下の供試体に限り、計算値と測定データが良く一致しているが、それ以外では測定データの方が大きくなっている。

◎鉄筋の圧縮ひずみ(応力度): コンクリートの応力度に比べると、全供試体とも計算値と測定データは、比較的良く一致している。

以上より、PRC桁の応力度を算定しようとする場合、材令100日程度までの範囲での検証ではあるが、鉄筋の応力度は参考文献の予測式を基に、比較的精度よく算定可能であることがわかる。

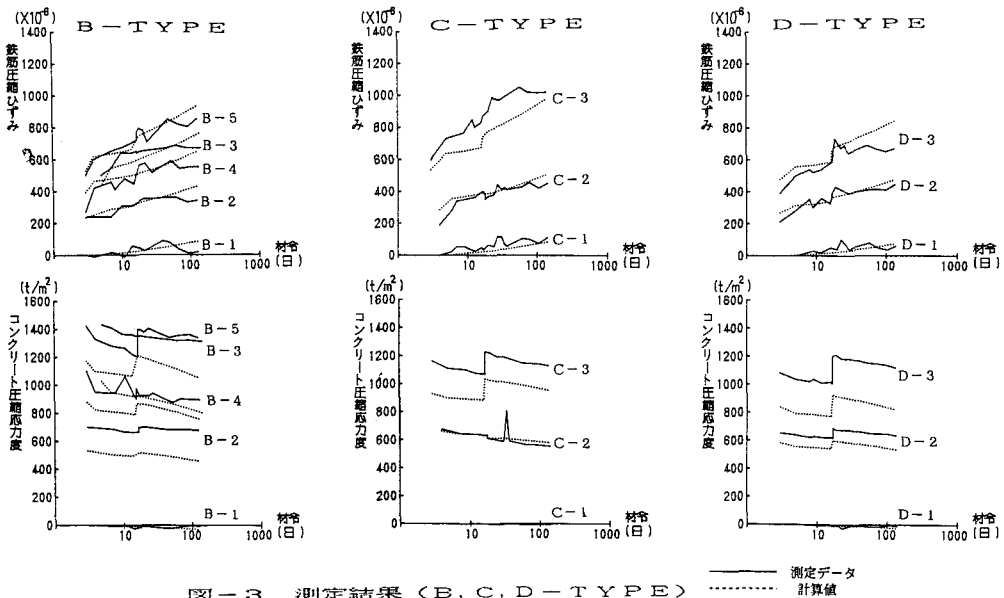


図-3 測定結果(B, C, D-TYPE)

参考文献

- 1) H.リッツィ, D.エンゲル (百島祐信訳): コンクリート構造物のクリープと乾燥収縮, 1976, 鹿島出版会
- 2) 阪田憲次, 池田清: コンクリートのクリープの予測に関する研究, 土木学会論文報告集No.340, 1983, pp.185-191