

V-233

鉄筋拘束力に及ぼすコンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響の評価について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員○岩田 道敏
 正会員 石橋 忠良
 正会員 斉藤 啓一

1. はじめに

鉄筋量、プレストレス(量, 偏心)、断面等を変えたコンクリート供試体の鉄筋ひずみの経時変化を約3年にわたり計測を行なった。それに基づき、鉄筋の拘束応力を算定する際のコンクリートのクリープ・乾燥収縮の評価法について検討したので報告する。

2. 供試体による測定の概要

鉄筋の拘束応力とクリープ・乾燥収縮の関係を実験的に得るために、鉄筋を配置したRC供試体にプレストレスを加え、鉄筋、コンクリート等のひずみを測定した。供試体は、図-1に示した様に、断面寸法、鉄筋量、緊張力、PC鋼材の偏心量を変化させ計18体作成し、それぞれの供試体に、鉄筋、コンクリート、PC鋼棒のひずみ計を取付け、測定を行なった。供試体の諸条件を、表-1示す。

供試体には、湿潤養生後材令3日で初期緊張を、17日目に再緊張を行ない、プレストレスの導入を行なった。また、測定中の供試体は、雨水が直接供試体にかからないようにシートで保護した状態で、屋外に設置した。

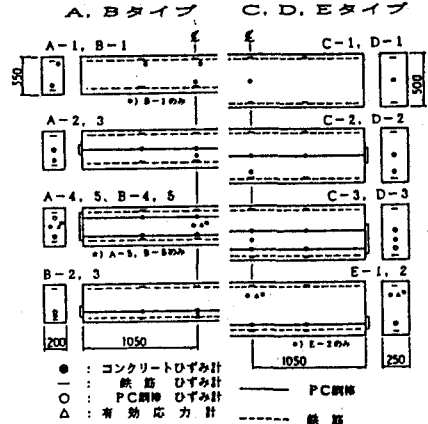


図-1 供試体形状及びひずみ計設置状況

表-1 試験体設計条件

試験体 TYPE-NO.	断面 寸法 (cm)	鉄筋量 (ca2)	プレストレスによるコンクリート応力度*1		歪計設置数			有効 応力 計
			コンクリート 上縁:下縁:位置	鉄筋 歪計位置 (上:下)	鉄 筋	PC 鋼 棒	コン クリ ート	
A	2.0 x 3.5	2.14 (0.31%)	0 : 0 : 0	0	2	-	1	
			400 : 400 : 400	400	2	2	1	
			800 : 800 : 800	800	2	2	1	
			1200 : 1200 : 1200	1200	2	4	1	
			1600 : 1600 : 1600	1600	2	4	1	1
B	1.1.61 (1.66%)	1.1.61 (1.66%)	0 : 0 : 0	0	4	-	1	
			846 : -46 : 667	56 : 744	4	2	1	
			1691 : -91 : 1335	112 : 1488	4	2	1	
			1200 : 1200 : 1200	1200	4	4	1	
			1600 : 1600 : 1600	1600	4	4	1	1
C	2.5 x 5.0	5.07 (0.41%)	0 : 0 : 0	0	4	-	1	
			932 : -36 : 738	42 : 854	4	2	1	
			1622 : 170 : 1244	286 : 1506	4	4	1	1
D	2.0 x 5.0	2.0.27 (1.62%)	0 : 0 : 0	0	4	-	1	
			932 : -36 : 738	42 : 854	4	2	1	
			1622 : 170 : 1244	286 : 1506	4	4	1	1
E	2.0 x 5.0	2.0.27 (1.62%)	-152 : 600 : 36	-92 : 540	4	2	1	
			-305 : 1201 : 72	-184 : 1080	4	2	1	1

*1) 初期緊張時に導入される応力度 (U/m2)

3. 解析手法

コンクリートの乾燥収縮と、それに対する鉄筋の拘束により、鉄筋には圧縮応力が、コンクリートには引張応力が生じる。算定式(1)に示す鉄筋位置のひずみの適合条件から導かれる関数を用いて、材令ごとの鉄筋ひずみの経時変化を計算し、実測値との比較を行なった。

解析に用いる湿度は、供試体を設置した仙台市の年平均湿度73%を参考に、設置条件等を考慮して、80%とした。算定式(1)中のコンクリートの乾燥収縮度、クリープひずみの計算は、阪田らによる提案式¹⁾と、「CEB-FIP M

ODEL CODE 1990」に示された計算式²⁾の2通りで行ない実測値と比較することとした。

4. 結果と考察

図-2はプレストレスを与えていない供試体の計算結果の一例である。図に示すように鉄筋圧縮ひずみは、本試験においては、阪田らによる提案式を用いて、式(1)により表現できるようである。

図-3に、プレストレスを与えた場合の圧縮鉄筋ひずみの実測値と計算値の一例を示す。

ここで、A-3とA-4は、プレストレスのみが違う場合、C-2とD-2および、C-3とD-3は、鉄筋量のみが違う場合である。どちらの場合も、比較的良く表現されており、プレストレスや鉄筋

$$\begin{aligned} & \varepsilon_{cs}(t_1, \dots, t_i) \\ & + E [C_{sp}(t_1, \dots, t_i, t_j) \cdot \Delta \sigma_{cs}(t_j)] + C_{sp}(t_1, \dots, t_i, t_i) \cdot \frac{\Delta \sigma_{cs}(t_i)}{2} \\ & - \frac{A_s \cdot \Delta \sigma_s(t_i)}{E_c \cdot A_c} \left(1 + \frac{e_s^2}{r^2}\right) - \frac{\Delta \sigma_s(t_i)}{E_s} \dots (1) \end{aligned}$$

$\varepsilon_{cs}(t_1, \dots, t_i)$: t_1 から t_i までに進行する乾燥収縮ひずみ
 $C_{sp}(t_1, \dots, t_i, t_j)$: t_j に載荷された荷重によって t_1, \dots から t_i までに進行するクリープひずみ
 $\Delta \sigma_{cs}(t_i)$: t_i に付加されるコンクリート応力度
 $\Delta \sigma_s(t_i)$: t_i に付加されるクリープ、乾燥収縮による鉄筋応力度変動量
 A_c, A_s : コンクリート、鉄筋の断面積
 E_s : 鉄筋の弾性係数, e_s : 鉄筋の偏心距離, r : 断面二次半径

量がおよぼす影響をうまく表現しているようである。A-3とA-4はプレストレスの偏心なし、それ以外は偏心がある場合であるが、ここに示すように偏心による影響もうまく表現しているようである。

また、実測値は全供試体について図-3からもわかるように、材令50日ぐらいから歪みが減少し、150日ぐらいまで低下し、そこからまた上昇するという似たような形状を共に示している。そこで、実測値と計算値との差と、月平均湿度の変化を比較し図-4に示す。これより両者は同周期の波形を示しており、実測値の波形の乱れは、計算においては一定とした、湿度の変化による影響であると思われる。

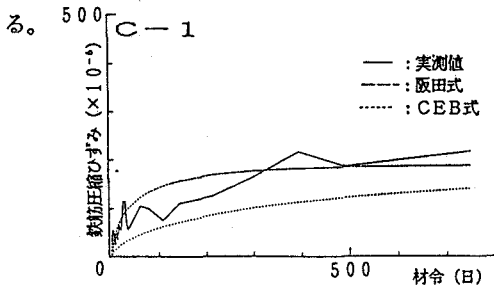


図-2 実測値と提案式との比較

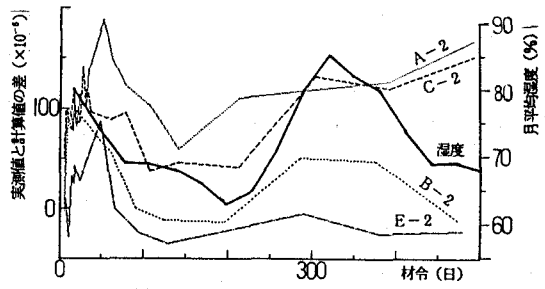


図-4 実測値と計算値の差と湿度との関係

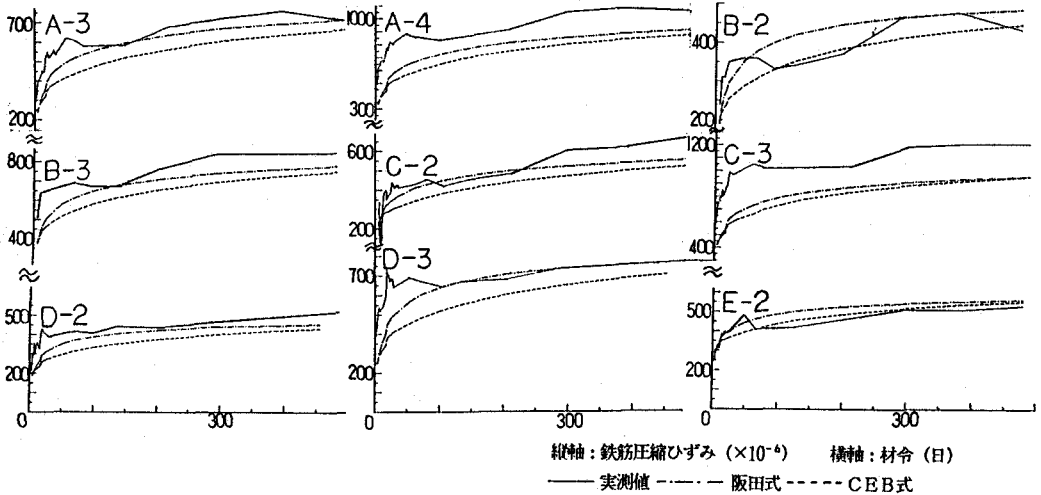


図-3 プレストレスを与えた場合の計算値と実測値の比較

5. まとめ

クリープ・乾燥収縮の鉄筋に与える影響については、算定式(1)を計算することにより、プレストレスの偏心、量および鉄筋量にかかわらず、比較的良く表現できるようである。

参考文献

- 1) 阪田憲次・綾野克紀: コンクリートの乾燥収縮ひずみ予測式の提案, 第43回セメント技術講演集
- 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第340号1983,12
- 3) CEB-FIP MODEL CODE 1990