

(5-5) 鉄筋コンクリートのクリープ

正員 京都大学工学部 工博 坂 静 雄
正員 同 ○岡 田 清

1. 概要 コンクリートのクリープ特性として知られているいわゆる Whitney の法則を、持続荷重をうける鉄筋コンクリート材にそのまま適用し、諸種の計算を行つて実用上その誤差を無視しうるか否かについて実験した。

2. Whitney の法則 同種コンクリートで載荷開始時期を異にするもののクリープ特性曲線のある時期における傾斜は、載荷開始時期の如何にかゝらず一定である。

これは時間 t_a より載荷した時のクリープ特性 ϕ_t は時間 $t=0$ より載荷した時のクリープ特性 ϕ_t を下方に平行移動したものであることを示す。すなわち

$$\phi_t = \phi_t - \phi_{t a} \dots\dots\dots(1)$$

である。

3. 鉄筋コンクリート材のクリープ特性 持続荷重 P をうける鉄筋コンクリート柱において、

E_c, E_s : コンクリートおよび鋼の弾性係数 A_c, A_s : コンクリートおよび鋼の断面積
 ϕ_t : コンクリートのクリープ特性 $D_c = A_c E_c, D_s = A_s E_s, r = \frac{D_s}{D_c}, \alpha = \frac{r}{1+r}$ とすると

(1) 載荷開始 ($t=0$) における柱の弾性歪みは

$$\epsilon_0 = \frac{1}{D_c + D_s} P \dots\dots\dots(2)$$

(2) 載荷後の時 $t=t$ においては(荷重に関係ある項のみ記すと)

$$\delta_{rt} = \epsilon_0 (1 + \phi_{rt}) \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{たゞし } \phi_{rt} = \frac{1}{r} (1 - e^{-\alpha \phi_t}) \dots\dots\dots(4)$$

(3) もし $t=0$ で載荷されず $t=t_a$ で載荷されたときは

$$\delta_{rt a} = \epsilon_0 (1 + \phi_{rt}) \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{たゞし } \phi_{rt} = \frac{1}{r} \{1 - e^{-\alpha(\phi_t - \phi_{t a})}\} \dots\dots\dots(6)$$

である。したがつて鉄筋コンクリートのクリープ特性式 (4), (6) の間には無筋の場合の式 (1) の関係が理論上厳密には存在せず、たゞ近似的のみに成立する。すなわち

$$\phi_{rt} \approx \phi_{rt} - \phi_{rt a} \quad \phi_{rt} \approx \phi_{rt} - \phi_{rt a} \dots\dots\dots(7)$$

4. 実験 理論式 (3)~(7) を実験的に検討するため、 $12 \times 18 \times 120$ cm の無筋、有筋 ($p=1.18\%, 3.72\%$ の2種) 柱合計 21 本を作製し、その中 14 本は特別につくつたスプリングで各々 6t の軸圧を加えて ϕ_0 (材齢 4 週で載荷) 鉄筋コンクリートの材齢 4 週, 13 週, 30 週載荷による $\phi_{rt}, \phi_{rt a}$ を求めた。他の無載荷柱は収縮測定用のものである。コンクリート配合 1:3:3.8, $w/c=62\%$, slump 5 cm, 変形測定には 1/10 000 Huggenberger Setzdehnungsmesser を用い、供試体はすべて 20°C , 50~70% R.H. の恒温室に保存し、測定は約 10 ヶ月間に亘つて行つた。

実験の結果を要約すると

(1) 鉄筋コンクリートのクリープ特性は材齢 4 週載荷のものについては理論と実験とは極めてよく一致した。これはまた純コンクリートに関する Whitney の法則が正しいことを同時に立証する。

(2) 材齢 13 週, 30 週載荷の場合の $\phi_{rt a}$ については、載荷直後数週においてはやゝ理論値より大となるが、その終極値においては理論値と満足すべき一致をみた。

(3) したがつて鉄筋コンクリートのクリープ特性として Whitney の法則を準用しても、理論値で示される程度の誤差で実際に用いうる。