

コンクリート充填鋼管(CFT)のクリープ挙動に関する実験的研究

○川崎重工業(株) 正会員 矢木誠一郎 川崎重工業(株) 正会員 江上 武史
 川崎重工業(株) 正会員 山本 龍哉 川崎重工業(株) 正会員 大西 悦郎
 川崎重工業(株) 正会員 大南 亮一 川崎重工業(株) 非会員 吉川 孝男

1. はじめに

コンクリートのクリープには基本クリープ¹⁾と乾燥クリープ¹⁾があるが、コンクリート充填鋼管(以下、CFT と称す)においてはコンクリートが密閉状態におかれているため、乾燥クリープは発生しない。よって、CFT のクリープ挙動を予測する際は、基本クリープのみを考慮すれば良いと考えられる。

上記の仮定の妥当性を確認するために、各種条件下におけるコンクリートのクリープ試験、および CFT のクリープ試験を実施し、コンクリートのクリープ試験結果から予測した CFT のクリープ挙動と、CFT のクリープ試験結果を比較した。

2. 試験内容

2.1 コンクリートの配合

表 1 に使用したコンクリートの配合を示す。セメントは超低熱ポルトランドセメントを使用した。

表 1 コンクリートの配合

粗骨材 最大寸法 G _{max} (mm)	水粉体比 W/P(%)	細骨材率 s/a(%)	単位量(kg/m ³)			高性能 減衰剤 (g/m ³)	空気量 調整剤 (cc/m ³)	増粘剤 (g/m ³)
			水 W	セメント C	粗骨材 S			
20	32.0	51.4	165	516	839	826	7740	2.6

2.2 コンクリートのクリープ試験

表 2 にコンクリートのクリープ試験供試体の一覧を示す。供試体の形状は 100×100×400mm の直方体である。

表 2 における試験条件の“標準”とは通常のクリープ試験を表しており、全クリープひずみの計測を目的としている。計測されたひずみから乾燥収縮による成分を除去するために、乾燥収縮試験も実施した。また、試験条件の“密閉”は供試体にシールを施して実施したクリープ試験を表しており、基本クリープひずみの計測を目的としている。

また、CFT では、充填コンクリートがクリープ変形すると、鋼とコンクリートの荷重分担が変化する。したがって、充填コンクリートのクリープ特性に非線形性がある場合は、CFT のクリープ挙動を予測する場合に、各応力比に対するクリープ係数が必要となる。そこで、本試験に使用したコンクリートのクリープ特性に非線形性があるかどうかを調査するために、載荷材齢 28 日のコンクリートに対して、材齢 28 日における圧縮強度(60MPa)を基準とし、応力比が 20、25、30、35、40% となる載荷荷重でクリープ試験を行った。

さらに、充填コンクリートには自己収縮も発生するので、自己収縮試験も実施した。

2.3 CFT のクリープ試験

表 3 に CFT のクリープ試験供試体の一覧を示す。供試体の寸法は、外径 100mm、長さ 400mm、鋼管板厚 1.6mm である。このとき供試体の径厚比は 62.5 である。供試体数は各荷重ケースとも 3 体とした。

載荷荷重は載荷時における充填コンクリートの応力比が 30%、および 40%となる荷重であり、載荷材齢

表 2 コンクリート供試体一覧

供試体名	応力比(%)	実験条件	計測項目
H-20 H-25 H-30 H-35 H-40	20 25 30 35 40	標準	全クリープ
M-20 M-25 M-30 M-35 M-40	20 25 30 35 40	密閉	基本クリープ

表 3 CFT 供試体一覧

供試体名	応力比(%)
CFT30-1~3	30
CFT40-1~3	40

注)ここでの応力比は載荷時の
 充填コンクリートの応力比を示す。

キーワード：鋼・コンクリート合成構造、コンクリート充填鋼管(CFT)、クリープ、基本クリープ、乾燥クリープ

連絡先：〒673-8666 兵庫県明石市川崎町 1-1 電話 078-921-1626 FAX 078-921-1609

は 28 日である。載荷は鋼管およびコンクリートの両断面に行った。

2.4 試験方法

コンクリートおよび CFT のクリープ試験には PC 鋼棒式クリープ試験装置を用いた。この装置では載荷荷重が減少するので、測定材齢ごとに PC 鋼棒のひずみを計測して載荷荷重が一定となるように調整した。

図 1 に CFT のクリープ試験状況を示す。

3 試験結果および考察

試験結果は荷重載荷を行った材齢 28 日（4 週）から材齢 210 日（30 週）までのものである。

表 4 にコンクリートのクリープ試験結果を示す。基本クリープ係数の全クリープ係数に対する割合は $0.58(=0.61/1.06)$ であった。また、自己収縮を含めた基本クリープ係数の全クリープ係数に対する割合は $0.66(=0.70/1.06)$ であった。

表 5 に CFT の試験結果、および試験結果と計算値との比較を示す。CFT のひずみ増分の計算は、換算弾性係数比²⁾による方法を用いた。このとき、クリープ係数は自己収縮を含めた基本クリープ係数を使用した。クリープ係数は、応力比による明らかなクリープの非線形性が見られなかったので、各応力比のクリープ係数の平均値を使用した。また、CFT の充填コンクリートにおいても、自己収縮は発生しているので、自己収縮によるひずみも基本クリープに含めた。CFT のクリープ挙動を予測するためには、充填コンクリートの自己収縮も含めた基本クリープのみを考慮して計算を行えば良いことがわかる。

表 4 コンクリートのクリープ試験結果

供試体	弾性ひずみ × 10 ⁻⁶	クリープひずみ × 10 ⁻⁶	クリープ係数 (/)		/	備考
H-20	361	344	0.95	平均 1.06	0.58(0.66)	標準クリープ試験 -全クリープ計測
H-25	450	487	1.08			
H-30	578	629	1.09			
H-35	667	766	1.15			
H-40	752	765	1.02			
M-20	335	198 (241)	0.59 (0.72)	平均 0.61 (0.70)		密閉クリープ試験 -基本クリープ計測 ()内は自己収縮も 含んだ値
M-25	450	313 (356)	0.70 (0.79)			
M-30	550	332 (376)	0.60 (0.68)			
M-35	654	406 (450)	0.62 (0.69)			
M-40	731	409 (453)	0.56 (0.62)			

表 5 CFT のクリープ試験結果および計算値との比較結果

供試体名	ひずみ増分 $\times 10^{-6}$		(/)
	計算値		
CFT30-1	216	224	0.96
CFT30-2	218		0.97
CFT30-3	210		0.94
CFT40-1	276	300	0.92
CFT40-2	304		1.01
CFT40-3	301		1.00



図 1 CFT のクリープ試験状況

4. おわりに

コンクリートのクリープを基本クリープと乾燥クリープに分離し、自己収縮も含めた基本クリープのみを考慮したクリープ係数を使用すれば、CFT のクリープ挙動を精度良く予測できることが確認できた。

参考文献 1) (社)日本コンクリート工学協会：「コンクリート便覧[第二版]」，技報堂出版，pp256，(1996)

2) 土木学会鋼構造委員会、鋼構造終局強度研究小委員会、合成構造物の終局強度分科会：

“鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物”，pp122～123，(1997)