

I-A304

鋼・コンクリート合成鋼管柱のクリープ解析に関する一考察

川崎重工業(株) 正会員 本田 雄一 川崎重工業(株) 正会員 大南 亮一
同 上 正会員 矢木 誠一郎 同 上 正会員 江上 武史

1 はじめに

鋼管にコンクリートを充填した鋼・コンクリート合成鋼管柱(以下CFTと呼ぶ)の充填コンクリートには、持続荷重によって時間の経過とともにひずみが増加するクリープ現象が生じる。このため、CFTを橋梁などの構造部材に用いる場合、クリープたわみを製作キャンパーに加えておくなど、設計上考慮しておく必要がある。解析手法としては、①換算弾性係数比を用いた方法¹⁾、②リラクセーション法、③クリープの経時変化を考慮した有限要素解析法等が考えられるが、簡易的に行える①、②の方法が非常に便利である。本論文では、単純な不静定構造モデル(1層ラーメン)を一例に、これら3つの手法により解析を行い、構造に発生する変位を比較する事により、換算弾性係数比を用いた方法、リラクセーション法の精度すなわち有効性を確認する。

2 解析方法

1層ラーメンモデルに、鉛直及び水平荷重を載荷し、クリープ前、クリープ後について解析を行う。柱はCFT(図-1)、梁は鋼部材とする。クリープ係数は、 $\phi = 2$ とする。

(1) 換算弾性係数比を用いた方法(図-2)

換算弾性係数比 $n(\phi)$ は下式により求める。

$$n(\phi) = n \{e^{\alpha\phi} + (\alpha - 1)\} / \alpha \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{A_s I_s}{A_v I_v} \quad (2)$$

A_v 、 I_v : n を用いて鋼材に換算した合成柱の断面積および断面二次モーメント

(2) リラクセーション法(図-3)

下式によって、クリープによる応力 $\Delta\sigma_c$ を求める。

$$\Delta\epsilon = (\sigma_c/E_c)\phi + \Delta\sigma_c/E_{c1} \quad (3)$$

$$E_{c1} = E_c / (1 + \rho\phi) \quad (4)$$

但し、リラクセーション係数 ρ は、道示²⁾に基づいて1/2とした。

(3) 有限要素解析法(図-4)

下式のクリープ則に基づいて、時刻歴FEM解析を行った。

$$\epsilon'_{cc} = [1 - \exp\{-0.09(t-t')^{0.6}\}] \cdot \epsilon'_{cr} \quad (5)$$

ϵ'_{cc} : 単位応力あたりのクリープひずみ ϵ'_{cr} : 単位応力あたりのクリープひずみの最終値

t' および t : 載荷時および載荷中のコンクリートの有効材齢

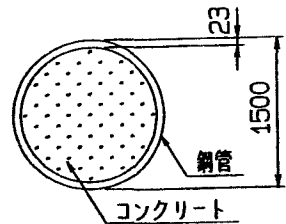


図-1 CFT断面(単位:mm)

3 解析結果、考察

図-5に、クリープ後における図-2、図-3、図-4でのラーメン右柱の水平、鉛直変位を比較して示す。また、表-1に、柱基部における最大応力を示す。

キーワード : 鋼・コンクリート合成鋼管柱(CFT)、クリープ、換算弾性係数比、リラクセーション法

連絡先 : 〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島8番地 TEL 0794-35-8413 FAX 0794-35-0249

水平変位については、3つの手法による結果はほぼ一致しており、鉛直変位については、換算弾性係数法の場合に多少差異があるものの、近い値になっている。最大応力に関しては、有限要素解析法による解析では他の手法とは異なりクリープ後のコンクリートに、ポアソン効果の影響と思われる比較的高い応力が発生している。一方、鋼の応力については、3手法とも比較的一致している。実際の構造部材に作用する応力に対しては、クリープ現象は鋼に厳しく、コンクリートには安全側に作用する。

以上から、コンクリート応力評価には多少誤差を生じるが、換算弾性係数比を用いた方法、リラクセーション法ともクリープ挙動を追跡する簡易な設計解析手法として有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：鋼構造物設計指針 PART B合成構造物、平成9年
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説(Ⅱ鋼橋編)、1996年12月

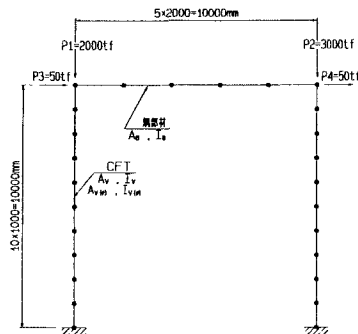


図-2 解析モデル(換算弾性係数比を用いた方法)

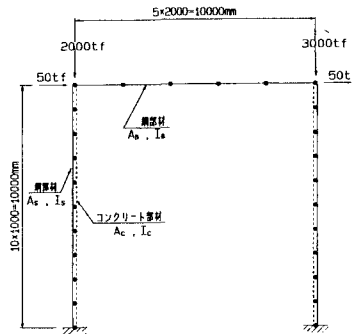


図-3 解析モデル(リラクセーション法)

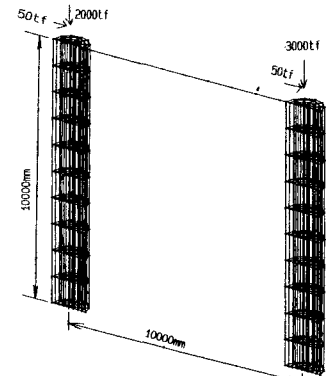


図-4 解析モデル(有限要素解析法)

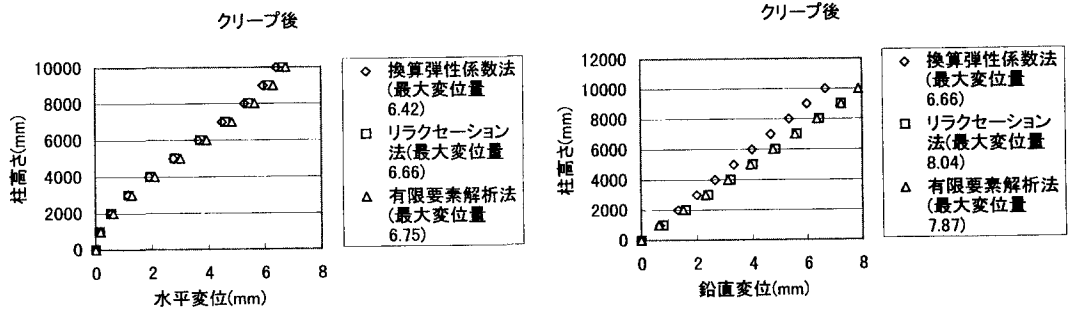


図-5 柱の水平、鉛直変位の比較

表-1 最大応力 (kgf/cm²) の比較

解析法	クリープ前		クリープ後	
	鋼	コンクリート	鋼	コンクリート
換算弾性係数法	1 1 2 3	1 8 6	1 8 9 4	1 2 5
リラクセーション法	1 1 2 0	1 8 5	2 1 7 5	1 0 8
有限要素解析法	1 1 1 9	1 8 4	1 9 9 7	1 6 8