

CS5-8〔I〕 鋼・コンクリート合成桁の乾燥収縮解析におけるクリープ係数の影響

大阪市立大学・正会員 中井 博
 大阪工業大学・正会員 栗田 章光
 修成建設専門学校・正会員 瀨野 靖久

1. まえがき

PC構造を含む鋼・コンクリート合成構造において、コンクリートの乾燥収縮に伴う応力・変形解析を行う際、最終乾燥収縮量、および乾燥収縮に伴うクリープ係数値の取扱いは重要である。中でも、乾燥収縮に伴うクリープ係数の値に関しては、その決め方が若干不明瞭であり、フロークリープ係数値を用いる($\phi_{s\infty} = \phi_{f\infty} = 2.0$) 場合や、現行の我国の道路橋示方書¹⁾(以下、道示とする)では $\phi_{s\infty} = 2.0$ $\phi_{f\infty} = 4.0$ として解析に用いている また、この値は、著者らの研究²⁾から、鋼材等による拘束の影響により、かなり変化することが明らかにされている。

本研究では、この乾燥収縮に伴うクリープ係数値が、合成桁の経時挙動に及ぼす影響を明らかにするため、解析を行った。本論文では、分担断面力法を用いて、乾燥収縮に伴うクリープ係数値を $\phi_{s\infty} = 2.0 \sim 6.0$ の範囲で変化させ、合成桁の断面構成比 α との関連で、各分担断面力の変化量に関して数値計算を行い、比較・検討した結果について報告する。

2. 解析条件

乾燥収縮に対するコンクリートの応力~ひずみ関係式としては、乾燥収縮ひずみの進行がフローひずみの進行と相似であるという仮定に基づき、式(1)を用いた。すなわち、

$$\Delta \varepsilon_t = \frac{\Delta \sigma_t}{E_b} + \frac{1}{E_b} \int_0^t \Delta \sigma_\tau \frac{d\phi_s(\tau)}{d\tau} d\tau + \varepsilon_{s\infty} \frac{\phi_s(t)}{\phi_{s\infty}} \quad \dots\dots(1)$$

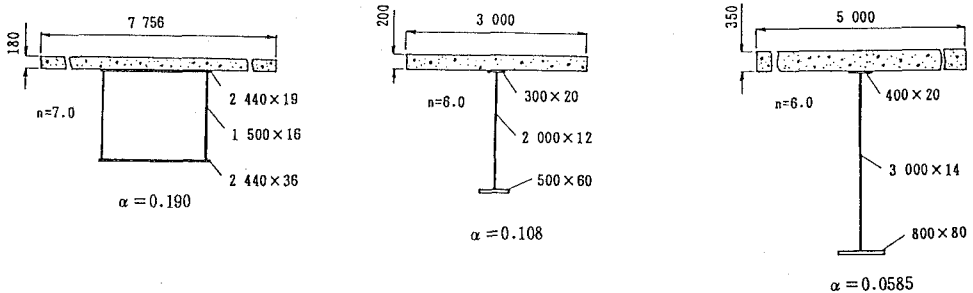
ここで、

- $\Delta \varepsilon_t$: 時刻tにおけるコンクリートの乾燥収縮ひずみ
- $\Delta \sigma_t$: 時刻tにおけるコンクリートの乾燥収縮による変化応力度
- E_b : コンクリートの弾性係数(一定と仮定)
- $\varepsilon_{s\infty}$: 乾燥収縮ひずみの最終値(道示では、 $\varepsilon_{s\infty} = 20 \times 10^{-5}$)
- $\phi_{s\infty}$: 乾燥収縮に伴うクリープ係数の最終値(道示では、 $\phi_{s\infty} = 4.0$)

また、 $\phi_s(t)$ 、および $\Delta \sigma_\tau$ は、次式で表されるものと仮定する。

$$\left. \begin{aligned} \phi_s(t) &= \phi_{s\infty} (1 - e^{-k_2 t}) \\ \Delta \sigma_\tau &= \Delta \sigma_t \frac{\phi_s(\tau)}{\phi_s(t)} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(2)$$

解析には、断面構成比を $\alpha = 0.190$ 、 0.108 、および 0.0585 の3通りに変化させた合成桁断面を用いた。図-1にその詳細を示した。また、その際、乾燥収縮に伴うクリープ係数値を $\phi_{s\infty} = 2.0 \sim 6.0$ の範囲で変化



(a)合成箱桁 (b)我国で用いられる一般的な合成桁断面 (c)ドイツで用いられる一般的な合成桁断面

図-1 解析に用いた合成桁断面(寸法単位:mm)

させ、コンクリート床版、および鋼桁の分担断面力の変化量に及ぼす影響に関して比較を行った。

3. 解析結果

表-1に $\phi_{s,\infty}=2.0, 4.0, \text{および} 6.0$ に対する各分担断面力の変化量を各々の断面構成比 α について計算した結果を示した。その際、道示規定値($\phi_{s,\infty}=4.0$)の計算結果に対する、 $\phi_{s,\infty}=2.0, \text{および} 6.0$ の結果の比を()内に示した。また、乾燥収縮に伴うクリープ係数 $\phi_{s,\infty}$ を変化

表-1 各分担断面力の変化量

パラメーター	$\Delta N_{b,\infty}$ (tf)	$\Delta M_{b,\infty}$ (tfm)	$\Delta M_{s,\infty}$ (tfm)	
$\alpha=0.190$	① $\phi_{s,\infty}=2.0$ (①/②)	-141.12(1.17)	0.505(1.75)	148.21(1.17)
	② $\phi_{s,\infty}=4.0$	-120.60	0.288	126.80
	③ $\phi_{s,\infty}=6.0$ (③/②)	-105.31(0.87)	0.189(0.66)	110.79(0.87)
$\alpha=0.108$	① $\phi_{s,\infty}=2.0$ (①/②)	-39.73(1.11)	0.243(1.66)	60.71(1.11)
	② $\phi_{s,\infty}=4.0$	-35.76	0.146	54.71
	③ $\phi_{s,\infty}=6.0$ (③/②)	-32.52(0.91)	0.100(0.68)	49.78(0.91)
$\alpha=0.0585$	① $\phi_{s,\infty}=2.0$ (①/②)	-69.26(1.07)	1.580(1.60)	168.36(1.06)
	② $\phi_{s,\infty}=4.0$	-64.84	0.990	158.10
	③ $\phi_{s,\infty}=6.0$ (③/②)	-61.01(0.94)	0.700(0.71)	148.98(0.94)

させた場合のコンクリート床版の分担軸力の変化量 $\Delta N_{b,\infty}$ を図-2に、分担モーメントの変化量 $\Delta M_{b,\infty}$ を図-3に示した。これらの結果より、乾燥収縮に伴うクリープ係数値が増加するにつれて、各分担断面力の変化量は減少することがわかる。また、道示規定値の計算結果を基準にした場合、 $\phi_{s,\infty}=2.0\sim 6.0$ の範囲で、コンクリートの分担軸力、および鋼桁の分担モーメントの変化量は、我国で用いられる一般的な断面構成比 $\alpha=0.108$ では、約10%程度である。しかし、コンクリート床版の分担モーメントに関しては、その変化量が、32~66%とかなり変化することがわかる。また、これらの傾向は、合成桁の断面構成比 α が増加する程、強くなっている。

4. 結論

本論文では、3通りの合成桁の断面構成比 α に対して、乾燥収縮に伴うクリープ係数値を $\phi_{s,\infty}=2.0\sim 6.0$ まで変化させた場合の、各分担断面力の変化量に与える影響に着目し、数値計算を行った結果、次のことがわかった。

- 1) 乾燥収縮に伴うクリープ係数値 $\phi_{s,\infty}$ が増加する程、各分担断面力の変化量は、減少する。
- 2) コンクリート床版の分担軸力、および鋼桁の分担モーメントの変化量に比べ、コンクリート床版の分担モーメントの変化量は、 $\phi_{s,\infty}$ 値に大きく左右される。
- 3) また、その傾向は、合成桁の断面構成比 α が増加する程、強くなっていることから、鋼材等による拘束が大なる断面を有する構造形式に関しては、 $\phi_{s,\infty}$ 値を正確に考慮することが必要であると考えられる。

5. あとがき

今回、単純桁形式を対象に数値計算を行い、考察を行ったが、今後、連続桁形式を対象に、不静定力の変化量に関しても同様の数値計算を行い、比較・検討する必要がある。

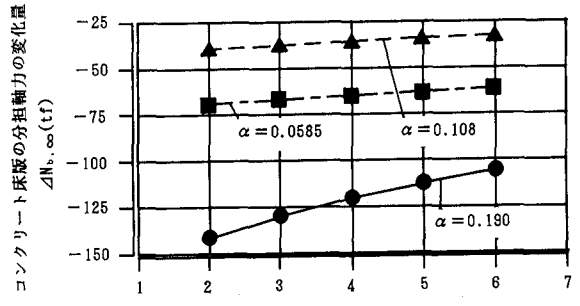


図-2 コンクリート床版の分担軸力の変化量

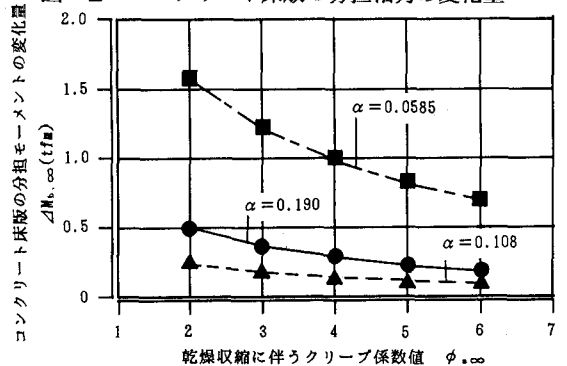


図-3 コンクリート床版の分担モーメントの変化量

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編、Ⅱ鋼橋編、丸善、平成2年2月。

2) 栗田・瀬野・末吉：鉄筋比を変化させたクリープ・乾燥収縮に関する一実験について、第45回年次学術講演会、土木学会、平成2年9月。