

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

1. まえがき

著者らは、先の論文で、コンクリートの乾燥収縮に伴うクリープ係数値が、道路橋鋼・コンクリート合成桁の経時挙動に及ぼす影響について、単純桁形式を対象にしパラメータ解析を通じて明らかにした。その結果、各分担断面力は、コンクリートの乾燥収縮に伴うクリープ係数値 $\phi_{s\infty}$ 、および合成桁の断面構成比 α により、かなり変化することがわかった。また、実物大の室内実験から、現在の道路橋示方書(以下、道示とする)の規定値 $\phi_{s\infty}=4.0$ は、やや安全側の値であることも見出している。本論文では、不静定構造(2径間連続合成桁)を対象に、数値計算を行い、乾燥収縮に伴うクリープ係数値が各分担断面力の変化量に及ぼす影響を明らかにした。また、静定系における先の計算結果との比較・検討も同時に行った。

2. 解析方法

(1) コンクリートの応力～ひずみ関係式

乾燥収縮解析におけるコンクリートの応力～ひずみ関係式としては、次式を用いた。

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

(2) 分担断面力の変化量

不静定構造における分担断面力の変化量は、a)静定基本系における分担断面力の変化量と、b)不静定力の変化(ΔX_i)に伴う分担断面力の変化量との2つに分けて考えることができる。解析手順としては、まず最初に、静定基本系における各分担断面力の変化量を計算し、次に鋼桁に着目し、不静定力の変化に伴う分担軸方向力、および分担曲げモーメントの変化量 $\Delta N_{s,t-t_1}$ 、および $\Delta M_{s,t-t_1}$ を弾性方程式を用いて求め、その後、ひずみの適合条件、および曲率一致の条件から、コンクリート床版の分担軸方向力、および分担曲げモーメントの変化量 $\Delta N_{b,t-t_1}$ ならびに $\Delta M_{b,t-t_1}$ を以下の諸式で求める。

$$\left. \begin{aligned} \{\Delta X_i\}_{n \times 1} &= [\delta_{ij}]_{n \times n}^{-1} \{K_i\}_{n \times 1} \\ \delta_{ij} &= \int_0^L \frac{\bar{M}_i \bar{M}_j}{E_s I_s} dx, \quad K_i = - \int_0^L \frac{\bar{M}_i \Delta M_{s,t-t_1}^0}{E_s I_s} dx \\ \Delta M_{s,t-t_1} &= \sum_{i=1}^n \Delta X_i \bar{M}_i, \quad \Delta N_{s,t-t_1} = - \Delta N_{b,t-t_1} \\ \Delta M_{b,t-t_1} &= \frac{D_M}{1+\eta} \Delta M_{s,t-t_1}, \quad \Delta N_{b,t-t_1} = \frac{D_N}{1+\eta+D_N} \Delta M_{s,t-t_1} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots(2)$$

ここに、主な記号の意味は、次のとおりである。

$\bar{M}_i, \bar{M}_j$: 単位の不静定力 $X_i=1$ 、および $X_j=1$ を作用させたときの曲げモーメント
 $\Delta M_{s,t-t_1}^0$: 静定系における鋼桁の時刻 t_1 から t に至るまでの分担曲げモーメントの変化量
 D_1, D_M, D_N : コンクリート床版と鋼桁との剛比
 η : コンクリートの応力緩和を考慮したクリープ係数

3. パラメトリック解析

(1) 解析条件

解析は、2径間連続合成桁を対象に、合成桁の断面構成比 $\alpha=0.190, 0.108$ および 0.0585 の3種類の断面を用い、乾燥収縮に伴うクリープ係数を $\phi_{s\infty}=2.0 \sim 8.0$ まで変化させて、中間支点上断面の各分担断面力の変化量について数値計算を行った。スパン長は、 $40m+40m$ の一定値とした。

(2) 解析結果

表-1には、 $\phi_{s\infty}=2.0 \sim 8.0$ まで変化させたときの各分担断面力の変化量を、各断面構成比 α ごとに示し

た。また、図-1には、コンクリート床版の分担軸方向力 $\Delta N_{b,\infty}$ 、および分担曲げモーメント $\Delta M_{b,\infty}$ の変化量を示した。これらの結果より、 $\Delta N_{b,\infty}$ の変化量に関しては、 $\phi_{s,\infty}$ 値の増加に伴い減少する傾向にある。しかし、 $\Delta M_{b,\infty}$ に関しては、反対に増加する傾向にある。また、不静定構造の場合、コンクリート床版、および鋼桁の分担曲げモーメントの変化量は、静定基本系における変化量と不静定力の変化に伴う変化量とが逆方向に作用し、とくに不静定力の変化に伴う変化量が、著しい影響を及ぼしている。さらに、コンクリート床版の分担曲げモーメントの変化量に関して、道示規定値（ $\phi_{s,\infty}=4.0$ ）の計算結果に対する各 $\phi_{s,\infty}$ 値における計算結果との比（表-1の（）内の数値）を、先の論文¹⁾で示した静定系における値とともに図-2に示した。この図から、不静定構造の場合、 $\phi_{s,\infty}$ 値の増加に伴って、分担曲げモーメントの変化量は静定系の場合と逆に増加する傾向にある。そして、わが国で用いられる一般的な断面構成比 $\alpha=0.108$ の場合、その範囲は、28~63%とかなり変化する。

4. まとめ

本論文では、2径間連続合成桁を対象に、乾燥収縮に伴うクリープ係数値が、各分担断面力の変化量に及ぼす影響を調べた。その結果をまとめると、以下に示すとおりである。

- 1) $\phi_{s,\infty}$ 値の増加に伴い、コンクリート床版の分担軸方向力の変化量は、減少する傾向にある。しかし、分担曲げモーメントの変化量は、増加する傾向にある。
- 2) 道示規定値（ $\phi_{s,\infty}=4.0$ ）における計算結果を基準にした場合、コンクリート床版の分担軸方向力で約10%、また分担曲げモーメントで28~63%（ $\alpha=0.108$ の場合）変化する。そして、この傾向は、断面構成比 α が増加するにしたがって顕著になる。
- 3) 不静定構造における分担断面力の変化量に対しては、静定系における分担断面力の変化量よりも、不静定力の変化に伴う分担断面力の変化量の方が大きな影響を及ぼす。

【参考文献】

- 1) 中井・栗田・瀬野：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、第47回年次学術講演会、土木学会、平成4年9月。
- 2) 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。
- 3) 中井・栗田・渡辺・瀬野・牛島：鋼合成桁の乾燥収縮に伴うクリープ係数に関する実物大室内実験、平成5年度関西支部年次学術講演会、土木学会、平成5年5月（発表予定）

表-1 各分担断面力の変化量

パラメータ		$\Delta N_{b,\infty}$ (tf)	$\Delta M_{b,\infty}$ (tfm)	$\Delta M_{s,\infty}$ (tfm)
$\alpha=0.190$	① $\phi_{s,\infty}=2.0$ (①/②)	-267.70(1.15)	0.041(-0.34)	-20.89(0.96)
	② $\phi_{s,\infty}=4.0$	-231.97	-0.120	-21.75
	③ $\phi_{s,\infty}=6.0$ (③/②)	-204.75(0.88)	-0.175(1.46)	-21.67(1.00)
	④ $\phi_{s,\infty}=8.0$ (④/②)	-183.30(0.79)	-0.197(1.64)	-22.14(1.02)
$\alpha=0.108$	① $\phi_{s,\infty}=2.0$ (①/②)	-122.56(1.11)	-0.041(0.37)	-26.92(1.11)
	② $\phi_{s,\infty}=4.0$	-110.45	-0.110	-24.30
	③ $\phi_{s,\infty}=6.0$ (③/②)	-100.51(0.91)	-0.133(1.21)	-22.15(0.91)
	④ $\phi_{s,\infty}=8.0$ (④/②)	-91.88(0.83)	-0.141(1.28)	-20.88(0.86)
$\alpha=0.0585$	① $\phi_{s,\infty}=2.0$ (①/②)	-328.35(1.06)	-0.334(0.37)	-79.04(1.04)
	② $\phi_{s,\infty}=4.0$	-310.16	-0.904	-76.15
	③ $\phi_{s,\infty}=6.0$ (③/②)	-293.88(0.95)	-1.137(1.26)	-73.38(0.96)
	④ $\phi_{s,\infty}=8.0$ (④/②)	-280.89(0.91)	-1.241(1.37)	-66.92(0.88)

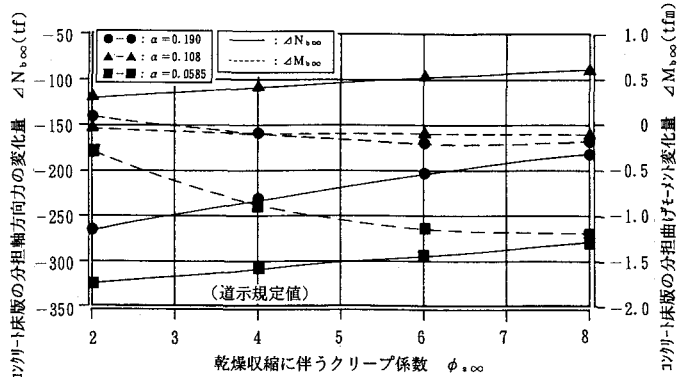


図-1 コンクリート床版の分担軸方向力、および分担曲げモーメントの変化量

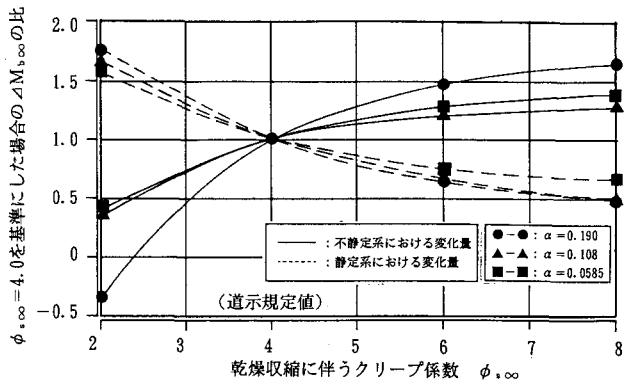


図-2 $\phi_{s,\infty}=4.0$ を基準にした場合の $\Delta M_{b,\infty}$ の比と $\phi_{s,\infty}$ の関係