

合成げたのずれを考慮した乾燥収縮応力解析

大阪大学工学部 正会員 前田 幸雄

大阪大学工学部 正会員 梶川 靖治

大阪大学大学院 学生員 福井 次郎

1. まえがき 鋼・コンクリート合成げたにおいては、ずれ止めによって床版と鋼げたとが結合されているため、乾燥収縮、クリープ、温度差などによる特有の応力が生ずる。これらの解析方法としては、剛合成理論に基づく Sattler、橋、安宅などの解法がある¹⁾。しかし実際には床版と鋼げたとの間にはずれが生ずる。また収縮現象はコンクリートのみに生じ、床版内鉄筋は収縮を拘束する。したがって乾燥収縮応力性状をより厳密に知るためには、床版と鋼げたとの間のずれを考慮し、かつ床版をコンクリート断面と鉄筋断面とに分離して考える必要がある。そこで著者は有限差分法を用いてずれを考慮した解析を行ない、支間長、ずれ止め配置、鉄筋量などを変化させた場合の乾燥収縮応力性状について調べることにした。

2. 解析方法 本研究ではけたを橋軸方向に九等分した分割区間において軸力に関する基礎方程式を誘導し、これをけた全体について組み立てて解析を行なう。解析上の主な仮定は (i) 分割区間内の橋軸方向のひずみ分布は一変とし、代表値を区間中央における値とする。 (ii) 床版と鋼げたの曲率は等しい。 (iii) ずれ止めは各分割区間の両節点に集中しているものとする。 (iv) ずれ止め1本当りの荷重-ずれ関係は線形とする。 (v) クリープの影響は仮想ヤング係数を用いることにより考慮する ($E_{cp} = E_c / (1 + \frac{\rho_n}{\alpha})$) ここで ρ_n : 乾燥収縮に対するクリープ係数 ($=4$)。

いま図-1に示すように第*i*分割区間の乾燥収縮後の状態について考えると以下の関係式が成り立つ。ここに N, M, S はそれぞれ軸力、モーメント、ずれを表わす。添字 c, s, r はそれぞれコンクリート床版、鋼げた、鉄筋に関する量を表わし、添字 i は第*i*分割区間、または第*i*分割節点に関する量を表わす。

$$N_{c,i} + N_{s,i} + N_{r,i} = 0 \quad (\text{引張を正})$$

$$M_{c,i} + M_{s,i} + M_{r,i} + N_{s,i} \cdot d = M_{x,i}$$

$$\text{ここに } M_{x,i} = \begin{cases} \text{不静定モーメント (連続げた)} \\ 0 & (\text{単純げた}) \end{cases}$$

$$\epsilon_{s0} - \frac{N_{c,i}}{E_{cp} \cdot A_c} + \frac{N_{s,i}}{E_s \cdot A_s} - \frac{M_{s,i} \cdot d}{E_s \cdot I_s} = \frac{S_i - S_{i-1}}{dl}$$

ここに ϵ_{s0} : 無筋コンクリートの自由収縮ひずみ

$$\phi_i = \frac{M_{c,i}}{E_{cp} \cdot I_c} = \frac{M_{s,i}}{E_s \cdot I_s} = \frac{M_{r,i}}{E_s \cdot I_r} = \frac{M_{x,i} - N_{s,i} \cdot d}{\sum EI}$$

$$\epsilon_{s0} = \frac{N_{c,i}}{E_{cp} \cdot A_c} - \frac{N_{s,i}}{E_s \cdot A_s}, \quad S_i = \frac{N_{s,i-1} - N_{s,i}}{n_i \cdot K}$$

ここに n_i : 第*i*節点にあるずれ止め本数, K : ずれ止め1本当りのずれ定数

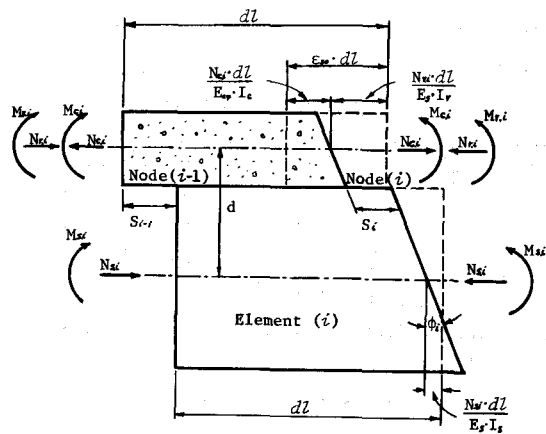


図-1 解析モデル

誘導の過程は省略するが、以上の式から次に示す軸力に関する基礎方程式を得る。

$$\frac{N_{s,i+1}}{n_{i+1} \cdot K \cdot dl} - \left[\frac{1}{n_i \cdot K \cdot dl} + \frac{1}{n_{i-1} \cdot K \cdot dl} + \frac{1}{E_p \cdot A_c + E_s \cdot A_r} + \frac{1}{E_s \cdot A_s} + \frac{d^2}{2EI} \right] \cdot N_{s,i} + \frac{N_{s,i-1}}{n_{i-1} \cdot K \cdot dl} = \frac{E_{so} \cdot A_c}{A_c + n_p \cdot A_r} - \frac{1}{2} \frac{N_{s,i} \cdot d}{EI}$$

$$\text{ここへ } n_p = E_s/E_{cp} = \frac{E_s}{E_c} \left(1 + \frac{\rho_k}{2}\right) = n \left(1 + \frac{\rho_k}{2}\right)$$

3. 他の解析方法との比較 本解析方法の妥当性を照査するために文献¹⁾で計算例として取り上げられている変断面連続合成げた(友淵橋、図-2)について計算を行なった。

表-1 に本解法および種々の解法による計算結果を示す。本解法による結果は他の結果と同じ傾向を示しており、特に Sattler、安定の結果とよく一致している。

4. 計算例 図-3 に示す断面を有する単絶げたについて、支間長 $L=750\text{cm}$ 、ずれ止め間隔は全長一定で $p=16\text{cm}$ 、鉄筋比 $\gamma=2\%$ としたものを基準とし、それぞれを2倍あるいは半分に变化させた場合について計算を行なった。

図-4 にずれ止め間隔、鉄筋比を变化させた場合のけた端付近における水平せん断力分布を示す。ずれ止め間隔が小、すなわち剛になるにつれてけた端($x=0$)の水平せん断力は大きくなるが、分布区間は逆に短くなっている。

一方鉄筋比が小、すなわち鉄筋による拘束が弱くなるにつれて水平せん断力は全体的に大きくなるが分布区間はほとんど変化していない。

支間長を变化させた場合の水平せん断力分布はここには示していないが、支間長による相違はほとんど見られなかった。

このようなことからけた端付近に生ずる水平せん断力の大きさおよびその分布性状は、主としてけた断面(形状寸法、鉄筋比など)およびずれ止め配置などの影響を受け、支間長にはあまり影響されなことがわかった。

表-1 乾燥収縮応力の比較

SECTION		AUTHOR	SATTLER	$n(1+\phi)$	TACHIBANA	YASUMI
A	σ_{cm}	5.9	5.7	6.0	5.4	5.9
	σ_{ci}	6.8	6.4	6.9	6.7	6.9
	σ_{sm}	-166	-165	-163	-129	-167
	σ_{st}	-53	-45	-40	-61	-52
B	σ_{cm}	12.5	11.6	12.8	10.1	12.5
	σ_{ci}	11.2	10.1	11.1	10.1	11.2
	σ_{sm}	-84	-86	-77	-5	-88
	σ_{st}	-250	-255	-213	-281	-249

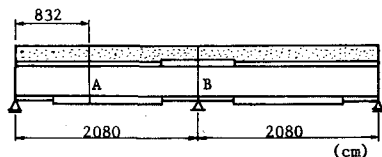


図-1 変断面連続合成げた

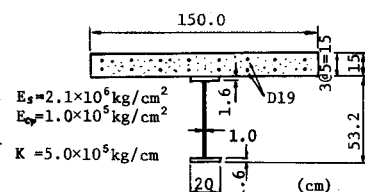
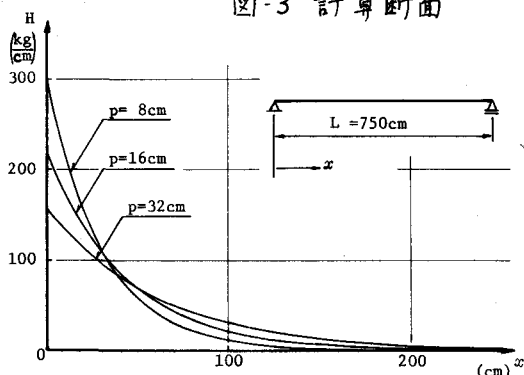
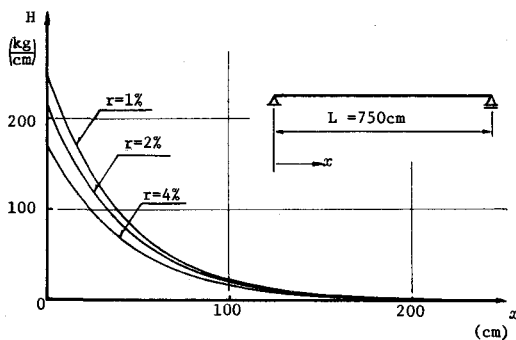


図-3 計算断面



(A) ずれ止め配置による影響



(B) 鉄筋量による影響

図-4 水平せん断力分布

文献: 1) 橋, 連続合成桁橋, 理工図書