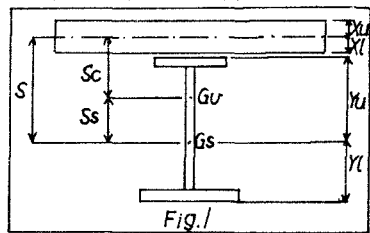


剛性マトリックスによる連続合成桁の 乾燥収縮解析

岩手大学正員 宮本 裕
同 学生員 小島初徳

本研究は、変断面を有する連続合成桁の乾燥収縮による応力を剛性マトリックスを使うことにより求めようとするものである。なお、数値計算例において、本方法による値と他の方法による値を比較してみると、本方法が実用的な方法であると思われる。

1. 記号及び断面諸値 (Fig.1)



E_c = コンクリートのヤング係数, E_s = 鋼のヤング係数
 $\eta = E_s/E_c$, φ_n = クリープ係数 (=4)
 ε_s = コンクリート最終収縮量, A_c = コンクリートの断面積
 A_s = 鋼の断面積, A_u = 合成桁の断面積
 I_s = 鋼の断面二次モーメント, I_c = コンクリートの断面二次モーメント
 I_u = 合成桁の断面二次モーメント

2. 解析の順序

Fig.1-2(a)のように、2径間連続合成桁(大阪市、友洲橋)を考える。Fig.2-(b)(c)は、 I_s 及び I_u の分布を示した。

(1). Fig.2(d)のように、中間の支点をとりまき単純桁として収縮により生ずる断面力を求める。

$$N_{co} = N_{so} = \frac{N_{sch}}{\varphi_n} (1 - e^{-\alpha x_n})$$

$$M_{so} = N_{so} \cdot S$$

$$M_{co} = \frac{I_c S}{n I_s} \alpha \frac{N_{sch}}{1 - \alpha} \varphi_n (e^{\alpha x_n} - e^{-\alpha x_n})$$

$$(N_{sch} = E_c A_c \varepsilon_s, \alpha = \frac{A_s I_s}{A_u I_u})$$

(2). Fig.2(e)のように(1)で求めた鋼桁に生ずる曲げモーメント M_{so} を荷重とした連続桁を考え、剛性マトリックスを使い各支に生ずる曲げモーメント M_{st}' (Fig.2(f))を求める。

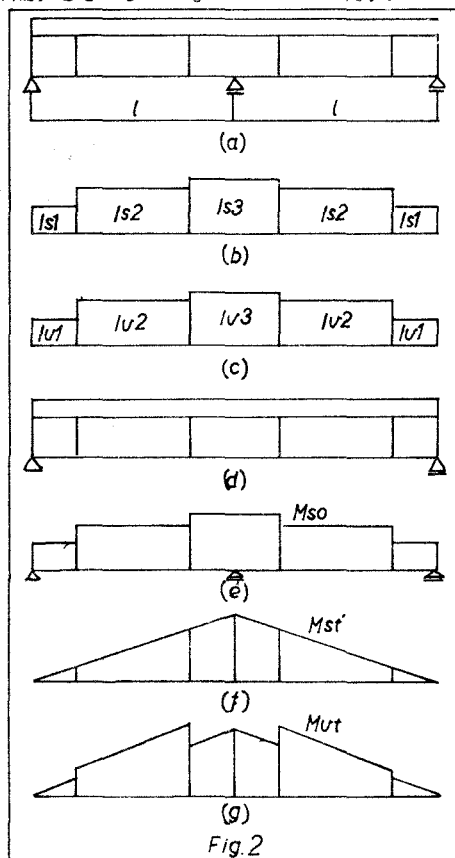
(3). Fig.2(f)よりコンクリートと鋼桁とを合成した場合の合成桁の各支に生ずる曲げモーメント M_{ut} (Fig.2(g))を求める。(Fig.2(f)に I_u/I_s を乗する。)

(4). Fig.2(g)より時間的要素を考慮すれば、コンクリート床版、及び鋼桁に生ずる曲げモーメント M_{ct} , M_{st} 及び軸力 N_{ct} , N_{st} は次のようにして求める。

$$N_{ct} = N_{st} = N_{ct}(t=0) - N_{ct}(t=\infty)$$

$$M_{ct} = M_{ct}(t=0) - M_{ct}(t=\infty)$$

$$M_{st} = M_{st}(t=0) + M_{st}(t=\infty)$$



(i). $t=0$ の時

$$Nc(t=0) = M\alpha t \frac{ScAc}{n/I}$$

$$Mct(t=0) = M\alpha t \frac{Ic}{n/I}$$

$$Mst(t=0) = M\alpha t \frac{Is}{I}$$

(ii). $t=\infty$ の時

$$Nc(t=\infty) = Nc(t=0) \left(\frac{e^{-\alpha \varphi_n}}{\alpha} + \varphi_n - \frac{1}{\alpha} \right) \frac{1}{\varphi_n}$$

$$Mst(t=\infty) = s Nc(t=\infty)$$

$$Mct(t=\infty) = Mct(t=0) \left\{ \left(\frac{\alpha e^{-\alpha \varphi_n}}{1-\alpha} - 1 + \frac{e^{-\alpha \varphi_n}}{1-\alpha} \right) \frac{sAcSc}{n/Is} + e^{-\alpha \varphi_n} + \varphi_n - 1 \right\} \frac{1}{\varphi_n}$$

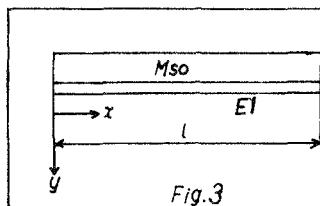


Fig. 3

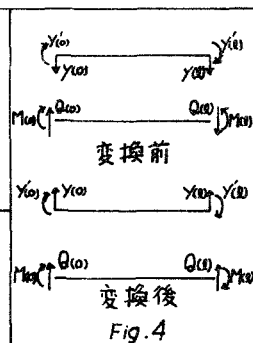


Fig. 4

(5). 収縮によって連続合成桁に生ずる最終断面力 Nc, Mc, Ns, Ms 及び収縮応力 $\sigma_{cu}, \sigma_{cl}, \sigma_{su}, \sigma_{sl}$ は次のようになる。

$$Nc = Ns = Nco + Nct$$

$$Mc = Mco + Mct$$

$$Ms = Mso + Mst$$

$$\sigma_{cu} = \frac{Nc}{Ac} - \frac{Mc}{Ic} x_u, \quad \sigma_{cl} = \frac{Nc}{Ac} + \frac{Mc}{Ic} x_l$$

$$\sigma_{su} = \frac{Ns}{As} - \frac{Ms}{Is} y_u, \quad \sigma_{sl} = \frac{Ns}{As} + \frac{Ms}{Is} y_l$$

3. 要素間に曲げモーメント荷重 Mso が作用する場合の剛性マトリックスの誘導

Fig. 3 のように要素に曲げモーメントが $Constant$ に作用していると考える。この場合の微分方程式は式(1)となる。又、荷重が作用しない場合の微分方程式は式(2)となる。

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{Mso}{EI}$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = 0$$

式(2)を積分する。

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = C1$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = C1x + C2$$

式(3)に式(1)を加え、順次積分する。

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = C1x + C2 - \frac{Mso}{EI}$$

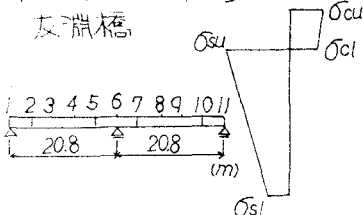
$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{2} C1x^2 + C2x + C3 - \frac{Mso}{EI} x$$

$$y(x) = \frac{1}{6} C1x^3 + \frac{1}{2} C2x^2 + C3x + C4 - \frac{Mso}{2EI} x^2$$

Mso は変形には関係するが断面力には関係しない。
よって $M(x)$ 及び $Q(x)$ は次のようになる。

$$M(x) = -EIC1x - EIC2$$

4. 数値計算例



		MEMBERS PRESS (MPa/cm)							
		TAKA-SATLIER R(149)		TACHI-BANA		ATAKA BLASZ-KU#114		WALTER	
3	σ_{cu}	9.3	9.0	9.0	9.4	9.4	9.9	9.2	
	σ_{cl}	9.0	9.4	9.9	9.7	9.3	9.3	9.2	
	σ_{su}	-132	-155	-163	-123	-167	-159	-155	
	σ_{sl}	-111	-45	-40	-61	-52	-45	-55	
6	σ_{cu}	13.2	11.6	12.3	10.1	12.5	11.5	10.1	
	σ_{cl}	10.1	11.6	12.3	10.1	11.2	9.3	10.1	
	σ_{su}	-71	-35	-27	-5	-28	-23	-26	
	σ_{sl}	-27	-22	-21	-21	-24	-24	-21	

参考文献 橋 善雄 著 「連続合成桁橋」理工図書