

政大 大学 正員 大浜 文彦

〃 〃 〇 小林 和夫

/ さえがき

RCまたはPCのプレキャスト桁を多スパンに亘って単純支持の状態に架設し、その上に床版部コンクリートを打継いで一体化した連続合成はりでは、i)新旧コンクリートの乾燥収縮ひずみが異なり、それが相互に拘束し合うこと、ii)プレキャスト部に与えられたプレストレスによるフリープひずみが打継部で拘束されること、iii)プレキャスト部に作用する自重応力によるフリープひずみが打継部で拘束されること等のために及ぼす影響が生ずる。これが中間支点で拘束される結果、この部に拘束モーメント(不静定モーメント)が誘起される。このモーメントに関する計算式としてはMattock等¹⁾の方法があるが、それらは打継部コンクリートのフリープ係数はプレキャスト部のものに等しく、しかもコンクリートの弾性係数は時間的に変化しないと仮定している。ここでは、弾性係数の時間的変化と両部のフリープ係数の相異を考慮した計算式をもとにして拘束モーメントを求めた結果について検討した。

2 拘束モーメントの計算式

以下の計算式は2スパンの連続合成はりに限ったが、同様な方法で3スパン以上のものも求めることができる。なお、式の表示は省略するが、右スパンに対しては、添字“L”と“R”をかえればよい。

i)乾燥収縮ひずみによるもの²⁾³⁾(図-1(1))
単純合成はりの乾燥収縮ひずみ差による断面力と M_{1RS}, M_{2RS}, N_{RS} 、一オ中間支点の拘束モーメントと M_{RS} とし、同軸角および軸方向ひずみに関して以下の記号を用いることにしよう。

$$\alpha_{1RS} = \frac{M_{1RS}(t)}{E_1(t)I_1} + \int_{t_0}^t \frac{M_{1RS}(t)}{E_1(t)I_1} \frac{d\beta_1}{dt} dt \quad (1)$$

$$\alpha_{2RS} = \frac{M_{2RS}(t)}{E_2(t)I_2} + \int_{t_0}^t \frac{M_{2RS}(t)}{E_2(t)I_2} \frac{d\beta_2}{dt} dt \quad (2)$$

$$\delta_{1RS} = \frac{N_{RS}(t)}{A_1 E_1(t)} + \int_{t_0}^t \frac{N_{RS}(t)}{A_1 E_1(t)} \frac{d\beta_1}{dt} dt \quad (3)$$

$$\delta_{2RS} = \frac{N_{RS}(t)}{A_2 E_2(t)} + \int_{t_0}^t \frac{N_{RS}(t)}{A_2 E_2(t)} \frac{d\beta_2}{dt} dt \quad (4)$$

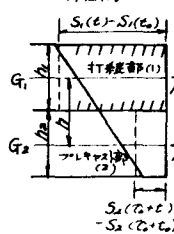
式(1)(2)は1オ単純合成はりのたわみ $(t_0$:拘束開始時)の打継部とプレキャスト部断面の総同軸角ひずみ、総軸方向ひずみを表わす。

一方、 M_{RS} のうち打継部とプレキャスト部断面に分担される曲げモーメントと M_{1RS}, M_{2RS} 、両部の等しい軸力と N_{RS} とすると、拘束モーメントによるものとして上と同様に次の記号を用いる。

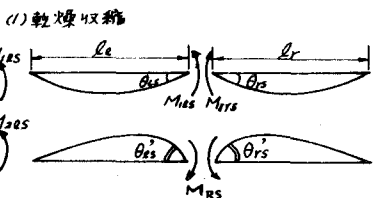
$$\alpha_{1RS} = \frac{M_{1RS}(t)}{E_1(t)I_1} + \int_{t_0}^t \frac{M_{1RS}(t)}{E_1(t)I_1} \frac{d\beta_1}{dt} dt \quad (5) \quad \alpha_{2RS} = \frac{M_{2RS}(t)}{E_2(t)I_2} + \int_{t_0}^t \frac{M_{2RS}(t)}{E_2(t)I_2} \frac{d\beta_2}{dt} dt \quad (6)$$

図-1 断面力とたわみ角

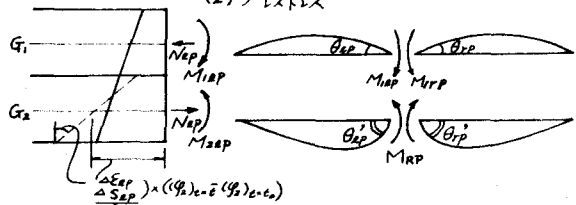
(1) 単純合成はりの断面力



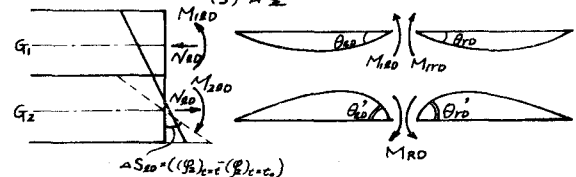
(2) 中間支点におけるたわみ角



(2) プレストレス



(3) 自重



$$\delta_{1RS} = \frac{N_{RS}(t)}{A_1 E_1(t)} + \int_{t_0}^t \frac{N_{RS}(t)}{A_1 E_1(t)} \frac{d\rho}{dt} dt \quad (7) \quad \delta_{2RS} = \frac{N_{RS}(t)}{A_2 E_2(t)} + \int_{t_0}^t \frac{N_{RS}(t)}{A_2 E_2(t)} \frac{d\rho}{dt} dt \quad (8)$$

以上の(1)~(8)の記号を用いると、各単純合成部りの各断面力に關しては式(9)~(11)が成立する。

$$M_{1RS}(t) + M_{2RS}(t) = N_{RS}(t) \cdot h \quad (9) \quad \alpha_{1RS} = \alpha_{2RS} \quad (10) \quad S(t) = \delta_{1RS} + \delta_{2RS} + \alpha_{1RS} \cdot h \quad (11)$$

ただし、 $S(t)$ は両部の乾燥収縮ひずみ差： $S(t) = (S_1(t) - S_1(t_0)) - (S_2(t) - S_2(t_0))$ t_0 : 打継ぎの時刻

また、 M_{1RS} または M_{2RS} による中間支変部のたわみ角 θ_{RS} は次のようになる。

$$\theta_{RS}(t) = \frac{\rho_L}{2} \cdot \alpha_{1RS} = \frac{\rho_L}{2} \cdot \alpha_{2RS} \quad (12)$$

一方、拘束モーメント M_{RS} に關しては、

$$M_{RS}(t) = M_{1RS}(t) + M_{2RS}(t) + N_{RS}(t) \cdot h \quad (13)$$

$$\alpha_{1RS} = \alpha_{2RS} \quad (14)$$

$$-\delta_{1RS} + \alpha_{1RS} \cdot h = \delta_{2RS} \quad (15)$$

また、 M_{RS} による中間支変部のたわみ角 θ'_{RS}

$$\theta'_{RS}(t) = \frac{\rho_L}{3} \cdot \alpha_{1RS} = \frac{\rho_L}{3} \cdot \alpha_{2RS} \quad (16)$$

中間支変で左右のたわみ角は連続するから

$$\theta_{RS} - \theta'_{RS} = -\theta_{RS} + \theta'_{RS} \quad (17)$$

連立方程式(9)~(17)から乾燥収縮ひずみ差による拘束モーメント M_{RS} が計算できる。

ii) プレストレスのクリープによるもの (図1-a)

プレキャスト部のプレストレスのクリープひずみが打継部に拘束されるために生ずる単純合成部りの各断面力に關しては式(18)~(20)が成立する。ただし以下では式(11)~(16)の添字を $S \rightarrow P$ とすればよい。

$$M_{1RP}(t) - M_{2RP}(t) = N_{RP}(t) \cdot h \quad (18)$$

$$\alpha_{1RP} = \frac{\Delta S_{RP}}{h_2} \{ (\rho_2)_{t=t} - (\rho_2)_{t=t_0} \} - \alpha_{2RP} \quad (19)$$

ただし、 $\frac{\Delta S_{RP}}{h_2}$ と ΔE_{RP} はプレストレス半入時の同軸角ひずみと軸方向ひずみを表す。

また、この場合の中間支変部のたわみ角 $\theta_{RP}(t)$ は $\theta_{RP} = \frac{\rho_L}{2} \cdot \alpha_{1RP}$ (21) となる。

また、拘束モーメント M_{RP} に關しては上記の式(13)~(16)と同様に式(22)~(25)が成立する。

$$M_{RP}(t) = M_{1RP}(t) + M_{2RP}(t) + N_{RP}(t) \cdot h \quad (22) \quad \alpha_{1RP} = \alpha_{2RP} \quad (23) \quad \delta_{1RP} - \alpha_{1RP} \cdot h = -\delta_{2RP} \quad (24) \quad \theta'_{RP} = \frac{\rho_L}{3} \alpha_{1RP} = \frac{\rho_L}{3} \alpha_{2RP} \quad (25)$$

中間支変部におけるたわみ角の連続性から、 $\theta_{RP} - \theta'_{RP} = -\theta_{RP} + \theta'_{RP}$ (26) が成立する。

iii) 自重力によるクリープひずみによるもの (図1-b) ii) と同様計算できるが、式は省略する。

3 数値計算 一例として表1の条件に対して拘束モーメントを求めた結果を図2に示す。ただし、ここでは自重の影響は考えなかった。記号その他の計算結果については発表会当日に述べる。

1) A.H. Matlock, "Precast-Prestressed Concrete Bridges 5. Creep and Shrinkage Studies", J. of the PCA Research, 1965.5

2) 大浜, 小林, "プレキャストコンクリート合成部りの力学的性質に關する研究", コンクリートジャーナル, Vol. 8, No. 8, 1970.8

3) 大浜, 小林, "コンクリート合成部りの収縮膨張力の算定に關する2.3の考察", コンクリート技術年報 XXIV, 1990.12

表-1 数値計算例

	打継部断面	プレキャスト部断面
断面寸法	$b_1 \times h_1 = 10 \times 10 \text{ cm}$	$b_2 \times h_2 = 10 \times 10 \text{ cm}$
スパン	2スパン連続合成部り ($L_2 = L_1$)	
弾性係数	$E_1(t) = 3.5 \times 10^4 (1 - e^{-0.05t}) \text{ kg/cm}^2$	$E_2(t) = 3.5 \times 10^4 (1 - e^{-0.05t}) \text{ kg/cm}^2$
乾燥収縮	$S_1(t) = 2.4 \times 10^{-5} t / (10.5 + 0.25t)$	$S_2(t) = 2.4 \times 10^{-5} t / (10.5 + 0.25t)$
クリープ係数	$\rho_1 = \rho_2 = 1.5 \rho_2$	$\rho_2(t) = 0.75 t / (10.5 + 0.25t)$
プレキャスト部のプレストレス	$\Delta E_P = 10 \times 10^{-5}$, $\Delta S_P = 10 \times 10^{-5}$	
打継時期	$t_0 = 28 \text{ (日)}$	
拘束開始	$t_0 = 1 \text{ (日)}$	

図-2 拘束モーメント~打継後の時刻

