

九州工業大学

正員 渡辺 明

九州工業大学

学生員 ○星野親房

九州工業大学

学生員 松本 進

1. まえがき

プレストレストコンクリート(PC)において、プレストレスによる内力を、コンクリートに働く外力として置換えてやると、普通の構造解析と全く同じ考えでPC構造物を取扱う事が出来る。プレストレスにより、コンクリート部材のうける力、すなわち置換えて考える外力は、コンクリート断面、緊張材配置の形状などによって異なるが、ここでは鋼線が直線および放物線状のものについて考える。

さて、一般に連続ばりを解くに当たっては、不静定モーメントを求める必要がある。これを求める方法として ①三連モーメント法 ②モーメント分配法 ③仮想仕事の原理による方法 ④曲げモーメント、曲げ回転角の関係を用いる方法 ⑤荷重、変位の関係を用いる方法 などがある。ここでは電気相似回路により、PC連続ばり(断面一定の場合と変断面の場合)の、プレストレスによる不静定モーメントを求める方法について述べる。

2. プレストレス(P)によってコンクリート部材のうける力

1) 緊張材が直線の場合(図-1(a)参照)

$$U_1 = -(\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2) P \doteq -\tan \theta_1 \cdot P$$

$$U_2 = -\tan \theta_2 \cdot P$$

---- (1)

U_1, U_2 は上向きの集中荷重となる。

2) 緊張材が放物線状に配置された場合

等分布荷重として作用すると仮定する。緊張材が図-1(b)の如く配置されているとすると、等分布によるモーメント(M)は図-1(c)となる。

$$M = ax^2 + bx + c \quad \text{ここに} \quad a = P(e_1 - fl) / (l_1^2 l - l_1 l^2)$$

$$b = P(f l^2 - e_1 l^2) / (l_1^2 l - l_1 l^2)$$

したがって荷重強度は、 $w = -d^2 M / dx^2$ により求められる。

すなわち $w = -2a$

$$= 2P(lf - e_1) / l l_1 (l_1 - l) \quad \text{---- (2)}$$

3. 電気相似回路について

1) 断面一定の場合^①

相等しい低抗値の3コの低抗器を図-2に示すように結合し、接点A, Bに電流 I_{AB} , I_{BA} を流した場合の、A点, B点の電圧を V_A, V_B とすると、電流 I_{AB} , および I_{BA} は

$$\left. \begin{aligned} I_{AB} &= 1/3R \cdot (-2V_A + V_B) + I_{AB} \\ I_{BA} &= 1/3R \cdot (-V_A - 2V_B) + I_{BA} \end{aligned} \right\} \quad \text{---- (3)}$$

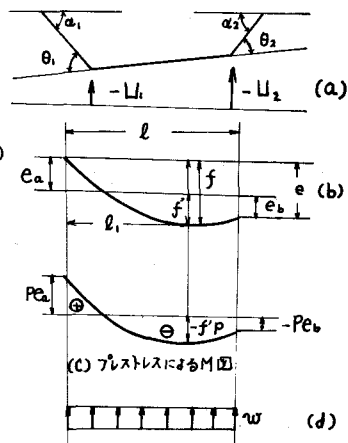


図 - 1

部材角を零とした場合のたわみ角式は

$$\left. \begin{aligned} M_{AB} &= 2EK(2\theta_A + \theta_B) + C_{AB} \\ M_{BA} &= 2EK(\theta_A + 2\theta_B) + C_{BA} \end{aligned} \right\} \text{----- (4)}$$

いま、モーメント M 、 C と電流 I 、たわみ角 θ と電圧 V 、

およびはりの剛度 EK と抵抗 R の間に

$$\left. \begin{aligned} M &= I \cdot S_i, \quad C = I \cdot S_c \\ \theta &= V \cdot S_\theta, \quad 1/6EK = R \cdot S_r \end{aligned} \right\} \text{----- (5)}$$

の関係があるものとする。ここに S_i 、 S_θ および S_r などは

それぞれ電流、電圧および抵抗に対する scale factor である。式(3)と(4)を全く一致させるため、接点に流入する電流を正、接点から他へ流出する電流を負とし、さらに接点交互に正、負の符号をつける。測定値にこの接点の符号を乗ずることによって、式(3)と(4)は全く相等しくなり、図-2に示す回路がはりの問題として用いることができる。

2) 変断面の場合

一般にたわみ角式(部材角ゼロとしたときの)は、ある1断面を標準断面と考えて、その断面2次モーメントを I_c とし、 $I_c/l = K_c$ とおくと

$$M_{AB} = EK_c(C_1\theta_A + C_2\theta_B) + C_{AB}, \quad M_{BA} = EK_c[C_3\theta_A + C_4\theta_B] + C_{BA} \quad \text{----- (6)}$$

ここに、 C_1, C_2, C_3, C_4 は、はり係数(Beam coefficients)と呼ばれ、これらは荷重に無関係である。一方 C_{AB}, C_{BA} は荷重項である。抵抗値 r_1, r_2, r_3 を有する抵抗を図-3に示すように結合すると、1)と同様に

$$\left. \begin{aligned} I_{AB} &= (r_2 + r_3) / [(r_1 + r_2)(r_2 + r_3) - r_2^2] \cdot (-V_A) + r_2 / [(r_1 + r_2)(r_2 + r_3) - r_2^2] \cdot (V_B) + I_{AB} \\ I_{BA} &= r_2 / [(r_1 + r_2)(r_2 + r_3) - r_2^2] \cdot (-V_A) + (r_1 + r_3) / [(r_1 + r_2)(r_2 + r_3) - r_2^2] \cdot (-V_B) + I_{BA} \end{aligned} \right\} \text{--- (7)}$$

(7)式が成立する。 EK と $1 / [(r_1 + r_2)(r_2 + r_3) - r_2^2]$ 、 C_1 と $r_2 + r_3$ 、 C_2 と r_2 、 C_3 と $r_1 + r_2$ 、 θ と V 、 M と I の間にある Scale factor を考慮し、符号についても1)と同様に定義すると、(6)と(7)は全く一致する。

4. PC連続ばりの解法

図-4に示す一定断面2径間連続ばりにおけるプレストレスングによる変位モーメントを求める。 $P=113.4(t)$ とし、まさつによる引張応力度の減少は無視するものとする。曲げモーメント図は図-4(a)

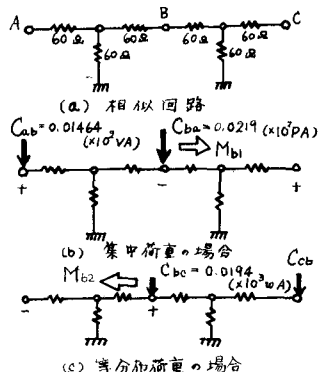


図-5

①山内和彦:相似回路によるラフンの応力解析
 土木学会論文集第60号

となり、結局(c)に示したはりを解けば良いことになる。このはりの相似回路は図-5(a)の如くなる。集中荷重と分布荷重をそれぞれ分けて行なり。(図-5の(b)(c))。測定の結果は

$$M_{B1} = 0.0147 \times 10^3 U$$

$$M_{B2} = 0.0145 \times 10^3 w$$

$$\therefore M_B = -31.6 (t \cdot m)$$

なお、変断面の連続ばりの計算結果は講演の際に述べる。筆者らは

目下あらゆるPC構造について相似回路を求める作業を進めている。

②水野高明:鉄筋コンクリート工学。

