II—30　水平横荷重を受けるアーチ橋について

東北大学　工学部　正員　倉西　茂

水平横荷重に対して輻射軸周りのアーチ支点モーメントは非常に大きな働きをなし，特に主桁の捩れ剛性が小さい場合はこの支点モーメントの助けを借りなくてはアーチリブは応力的にも危険になる場合もあるし変形も大きくなる。　上路式アーチ橋または上路式補剛アーチ橋の場合，その床版床組補剛桁の剛度によっては，それ等に加わる水平横荷重はアーチ部に伝りアーチの支点モーメントを増大させる事もあり，その点について検討を要する。　そこで床版または補剛桁に加わる横荷重はアーチに拱頂部の結合点を通して伝り，同様にアーチに加わる横荷重は同じく拱頂部を通して補剛桁に加わるものとする。すなわち対傾構の剛度は小さいものとして側方への変形に対してはアーチと床版補剛桁は拱頂部でのみ結合されているものとする。そうすると支間中央で床版補剛桁とアーチリブ間に働く水平力 P_c と捩りモーメント T_c が不静定力となりこの問題を近似的に解く事ができる。そこで等分布荷重拱頂で働く水平横力 P_c 捩りモーメント T_c および端モーメント M_A が加わったときの拱頂の水平変位 u_c，捩り角 β_c，と端部の接角 θ_A を求めると次の各式が得られる。

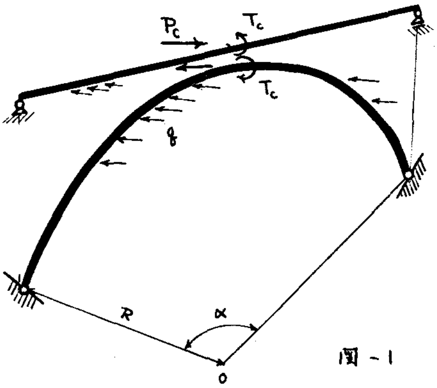

図-1

i)　等分布荷重による変形量

$$\beta_c^q = \{(\xi_1 - \xi_2 - \xi_3 - \xi_4 + \xi_5)B_1 + - (1 - \mu^2\xi_2 - \xi_3 - \mu^2\xi_4 - \xi_5)B_2\}qR^2$$

$$u_c = \{\mho_1 B_1 + \mho_2 B_2 - \mho_3 K\}qR^2 \quad , \quad \theta_A^q = (\Theta_1 B_1 + \Theta_2 B_2 + \Theta_3 K)qR^2$$

ここで

$$\xi_1 = \frac{\alpha(1-\cos\alpha)}{4\cos\frac{\alpha}{2}\sin\alpha} \qquad \xi_2 = \frac{1-\cos\alpha}{2(1+\mu^2)\cos\frac{\alpha}{2}} \qquad \xi_3 = \frac{\cosh\mu\alpha - 1}{2(1+\mu^2)\cosh\mu\frac{\alpha}{2}}$$

$$\xi_4 = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{1+\mu^2} \qquad \xi_5 = \frac{\cosh\mu\frac{\alpha}{2}}{1+\mu^2} \qquad \mu^2 = \frac{R^2GJ^T}{EC_{ed}}$$

$$\mho_1 = R\left(\xi_1 - \xi_2 + \frac{\xi_3}{\mu^2} - \xi_4 - \frac{\xi_5}{\mu^2} - \frac{2\sin\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} + \frac{1+\mu^2}{\mu^2}\right)$$

$$\mho_2 = R\left(\frac{\mu^2-1}{\mu^2} - \mu^2\xi_2 - \frac{\xi_3}{\mu^2} - \mu^2\xi_4 + \frac{\xi_5}{\mu^2} + \frac{\alpha^2}{8}\right)$$

$$\mho_3 = R\left(2\sin\frac{\alpha}{2} - \sin\alpha - \frac{\alpha^2}{8}\right) \qquad \Theta_1 = \frac{\xi_1 \quad \xi_2}{\sin\frac{\alpha}{2}} - \frac{\xi_3}{\mu^2\sinh\frac{\alpha}{2}} - \frac{1-\cos\alpha}{2\sin\alpha}$$

$$\Theta_2 = \frac{-\mu^2 \xi_2}{\sin\frac{\alpha}{2}} + \frac{\xi_3}{\mu \sinh\frac{\alpha}{2}} + \frac{\alpha}{2} \qquad \Theta_3 = 1 - \cos\alpha - \frac{\alpha}{2}\sin\alpha$$

$$B_1 = \frac{R^2}{C_{ed}} \frac{1+\frac{GJ^T}{EJ}+\frac{C_{ed}}{R^2 J}}{1+\mu^2}, \quad B_2 = \frac{R^3}{C_{ed}} \frac{1+\frac{GJ^T}{EJ}}{\mu^2} \qquad K = \frac{R}{J\sin\alpha}$$

ここで　Jはアーチを一本の梁と考えたときの輻射軸周りの断面2次モーメント, GJ^Tは捩り剛性, EC_{ed}は曲げ捩り剛性である。

ii) 端モーメントによる変形量

$$\beta_c^M = (\xi_1 - \xi_2 - \xi_3 - \xi_4 + \xi_5) B_1 M_A, \quad u_c^M = (\mho_1 B_1 + \mho_4 K) M_A$$

$$\theta_A^M = (\Theta_1 B_1 + \Theta_4 K) M_A$$

ここで　$$\mho_4 = R\left(2\sin\frac{\alpha}{2} - \sin\alpha\right) + \frac{R}{1+\mu^2}\left\{\frac{1+\mu^2}{\mu^2} - \frac{\cosh\mu\frac{\alpha}{2}}{\mu^2} + \frac{(\cosh\mu\alpha - 1)\sinh\frac{\mu\alpha}{2}}{\mu^2 \sinh\mu\alpha} - \frac{(1-\cos\alpha)\sin\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} - \cos\frac{\alpha}{2}\right\}$$

$$\Theta_4 = (1-\cos\alpha) - \bar{K}\sin\alpha$$

iii 拱頂に働く水平横力P_cと捩りモーメントT_cによる変形量

$$\beta_c^{P.T} = \left\{\frac{\alpha}{2} - \left(\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha}\right)^2 (\alpha\cos\alpha + \sin\alpha)\right\} \frac{B_1}{2}(P_c R + T_c) + \left\{\frac{1}{1+\mu^2}\frac{\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} - \frac{1}{\mu^2(1+\mu^2)}\frac{\sinh^2\mu\frac{\alpha}{2}}{\sinh\mu\alpha}\right\}\frac{R^2 T_c}{EC_{ed}}$$

$$u_c^{P.T} = \left\{\left(\alpha - \frac{\alpha\cos\alpha\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\sin^2\alpha} - \frac{3\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha}\right)\frac{RB_1}{2} + \left(\sin^2\frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{4}\sin\alpha\right)K\right\}(RP_c + T_c) +$$

$$+ \left\{\frac{1}{1+\mu^2}\frac{\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} + \frac{1}{\mu^3(1+\mu^2)}\frac{\sinh^2\mu\frac{\alpha}{2}}{\sinh\mu\alpha} - \frac{1}{\mu^2}\frac{\alpha}{4}\right\}\frac{R^4}{EC_{ed}} T_c$$

$$\theta_A^{P.T} = \left\{\left(1 + \frac{\alpha\cos\frac{\alpha}{2}}{2\sin\alpha} - \frac{2\sin^2\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} - \frac{\alpha\cos\alpha\sin\frac{\alpha}{2}}{\sin^2\alpha}\right)\frac{B_1}{2} + \left(\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} - \frac{\alpha}{2}\right)K\right\}(P_c R + T_c) +$$

$$- \left\{\frac{1}{1+\mu^2}\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\sin\alpha} + \frac{1}{\mu^2(1+\mu^2)}\frac{\sinh\mu\frac{\alpha}{2}}{\sinh\mu\alpha} - \frac{1}{2\mu^2}\right\}\frac{R^3}{EC_{ed}} T_c$$

以上上路式の場合について述べたが下路式の場合は非常に復雑である。第一に桁の端部は通常一端は固定他端は可動端となっており垂直軸周りの廻転に対し一方は固定であるが他端は半固定の状態にある事が予想される。又横力は橋門構あるいは支点附近の吊材を通して床版補剛桁に,さらに支点へと伝えられるが,これ等の剛度を考えるとその働きに不明な点が多い。対傾構の働きを実際の計算にとり入れるのは難かしいように思われる。下路式の場合アーチリブと床版補剛桁の横力に対する協力作用を明確に求めることは困難であるがアーチが比較的偏平な場合には床版補剛桁の捩り剛性曲げ捩り剛性をアーチ部のそれに加えてアーチ部の捩れを計算し水平変位に対しては補剛桁は協力しないものとして近似的に一応の目安が得られると思はれる。