

IV-35 補剛アーチ橋の断面の選り方について

東大 正員 平井 敦 東北大 正員 倉西 茂

等分布荷重に対する補剛アーチ橋の耐荷力といった見地から、アーチ部材と補剛桁の断面定数の関係について2,3の問題を取上げて述べる事にする。

1) 全体としての挫屈と格間での局部挫屈の関係について

補剛アーチは等分布荷重を受けて挫屈を起すが、その限界水平反力は近似的に上路式の場合次式で与えられる。

$$H_k = \frac{4\pi^2(E_t J_k + E J_s)}{L^2 \left\{ 1 + \pi^2 \left(\frac{L}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{J_s}{J_k} + \frac{1}{m^2} \right) \right\}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで E_t は接線弾性係数を表わす。格間でのアーチ部材が局部挫屈を起す限界軸力 H_k は近似的に次式で与えられる。

$$H_k = \frac{\pi^2 E_t J_k}{\lambda^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

よって格間で挫屈を起す条件は $H_k < H_k$ $\dots\dots (3)$ であるから (1), (2) 式を (3) 式に代入し整理すれば

$$\frac{J_s}{J_k} > \tau \left(\frac{m^2 \left\{ 1 + \pi^2 \left(\frac{L}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{J_s}{J_k} + \frac{1}{m^2} \right) \right\}}{4} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

が得られる。ここで m は格間数であり、 τ は E_t/E である。例えば $m=10$ の場合をとって考えると、 $\tau=1$ のときは J_s/J_k は 25 以上となり、 $\tau=0.2$ 程度では $J_s/J_k > 5$ となり格間での局部挫屈の危険が生じて来、アーチに働く軸力によりアーチ部材は塑性領域に入り、補剛桁は最初のヤング率を保つため、軸力により塑性領域に入れば入るほど局部挫屈により崩壊する危険が增す訳である。(4) 式において降伏応力まで全体としての挫屈を起さない条件として $E_t=0$ と置けば

$$\sigma_k \geq \frac{4\pi^2 E J_s}{F_k L^2 \left\{ 1 + \pi^2 \left(\frac{L}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{J_s}{J_k} + \frac{1}{m^2} \right) \right\}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

を得る。ここで F_k はアーチ部材の断面積、 σ_k は降伏応力である。即ち補剛桁の断面二次モーメント J_s とアーチ部材の断面積を (5) 式の関係も満足する様に選り、その断面積で許される限り大きな曲げ剛性をもアーチ部材に与え反りが得策といふ事になる。

2) アーチ部材をアーチ軸線に合せて弯曲させたときの影響について

美観上アーチ部材をアーチ軸線に合せて弯曲させる場合が多いが、この影響はアーチ断面に直交力がかかる。即ち等分布荷重が載荷されたときこの影響が現れて来る。この場合アーチ部材は丁度或る支持条件を受けると元弯曲のある部材を圧縮したときと状態に格間ではある訳で、この元弯曲の影響で当然アーチ部材の耐荷力は減少する。

今格間長を l 、元弯曲量を e とし、断面重心の上に N なる直交力を受けているものとする。格間では開放をなしているものとするれば、その曲率半径は $R = l^2 / 2e$ で与えられる。

隣り合った格間ではほぼ同一の曲率をもっているものとすれば、弦材に働く軸力が弯曲に従って方向を変えるために生じる長軸に直角方向に生じる力は単位長さ当り

$$w = N/R \quad \dots (6)$$

で表えられる。今假りに各格間の変位を固定して考えれば変位モーメントは近似的に

$$M_f = w\lambda^2/12 = \frac{2}{3}eN \quad \dots (7)$$

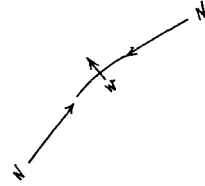


図 - 1

で表えられる。格間中央の曲げモーメントは $M_c = eN - M_f = \frac{1}{3}eN$ となる今假りに格間の変位を固定してあったが、これをとれば今注目している格間に曲げモーメント M_f が働く事になる。アーチ部に対する曲げモーメントの分配率を t とすれば、この曲げモーメント M_f は

アーチ部に対して $\dots tM_f$
補剛桁に対して $\dots (1-t)M_f$

と分配される。よって、アーチ部材の格間に働く部材の弯曲によって生じる曲げモーメントの値は

$$M_c = M_f - tM_f = (1-t)M_f \quad \dots (8)$$

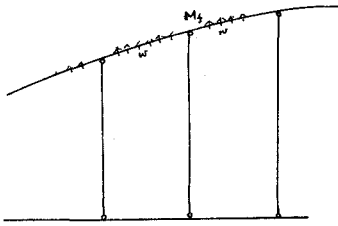


図 - 2

で表えられる。即ち補剛桁が剛体であれば w に

よって連続バリと同様な曲げモーメントが生じ、補剛桁の曲げ剛性が零であれば、この様な曲げモーメントは生じない。勿論軸線の弯曲による附加的撓みによりこの値は更に大きくなりラニが一桁の如くアーチ部材の曲げ剛性が小さい場合は、この影響が大きく現れる場合もあり注意を要する。この様な曲げモーメントの影響を小さくするため、格間と格間中央で附加的曲げモーメントを等しくなる様にするための補剛桁とアーチ部材の曲げ剛性の比を求めれば

$$\frac{2}{3}(1-t)eN = \left\{ 1 - \frac{2}{3}(1-t)eN \right\}$$

$$t = 0.25 \quad \dots (9)$$

を得る。即ち曲げ剛性の比を 3 : 1 程度にとれば弯曲の影響は最も小さくなり、アーチ部材の曲げ剛性も大きくなりこの曲げモーメントによる歪み度も小さくなる。