

下路式及び中路式鋼アーチ橋の面外座屈強度について

熊本大学 正 員 崎元達郎

熊本大学 学生員 坂田 力

熊本大学 学生員 飯星 力

1. まえがき

既往の研究により下路式アーチ系橋梁については、横構の剛度が十分な場合について既に実用算定式が提案されている。又、中路式アーチ系橋梁についても下路式アーチの耐荷力算定式が準用されることが明らかにされている¹⁾。しかし、その算定式がライズ・支間比の影響を正しく表現できるかや、道路桁の面外初期たわみの変化が耐荷力に与える影響については分かっていない。

そこで、等分布満載荷重を受ける下路式および中路式アーチ系橋梁に対してライズ・支間比および道路桁の初期たわみを変化させたモデルの耐荷力を解析し、算定式の適応性を検討して必要がある点では修正を加えた。又、ドイツの示方書DIN18800に規定される予定のこの種の条項の検討も行った。

2. 実用強度算定式について

算定式では、アーチに鉛直等分布荷重が満載する場合の終局時の分布荷重 P_u に対して弾性一次理論で計算される支点軸力 N_u をアーチ支点の降伏軸力 $A\sigma_y$ (A :アーチリブの断面積、 σ_y :降伏点応力度)で無次元化した応力 $\bar{\sigma} = N_u/A = \sigma_u/\sigma_y$ を強度の指標とし、座屈強度を支配する要因である面外曲げに対する支点条件、荷重の作用方向の変化による影響及び2本のアーチリブが横構によって補剛されることによる強度増加、それぞれに対する有効長さ係数を K_e ($=0.5$)、 K_L 、 K_a とし、これらの有効長さ係数を用いて細長比パラメーター $\lambda_y = (K_e K_L K_a L / \pi B) \sqrt{\sigma_y / E}$ (L :アーチリブ軸線長)を計算し、直柱の基準強度式に代入する事により面外座屈強度を算定する¹⁾。

3. 下路式アーチ橋

下路式アーチ橋の解析には図-1に示すモデルを用いてパラメータとして、アーチリブの補剛領域 β 、道路桁の面外曲げ剛性のアーチリブの面外曲げ剛性に対する比 $\bar{I}$ 、それにライズ・支間比 f/l 、道路桁の面外初期たわみの最大値 W_{og} をそれぞれ変化させた。

道路桁の初期たわみを与えたモデルの初期たわみを与えないモデルに対する耐荷力の比率を図-2に示した。道路桁の初期たわみを大きくすると耐荷力が低下してくる。このような現象は道路桁に初期たわみか入る事により、初期たわみを入れない場合に比べて図-

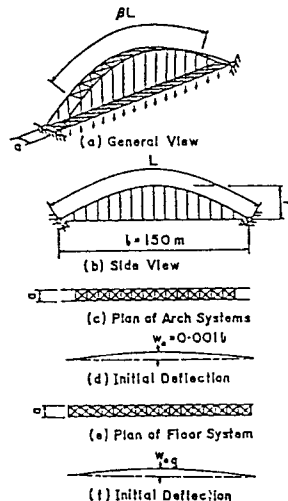


図-1. 下路式アーチ橋の解析モデル

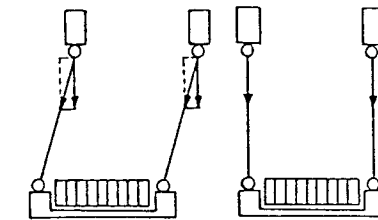


図-3. 吊材による引き戻し効果

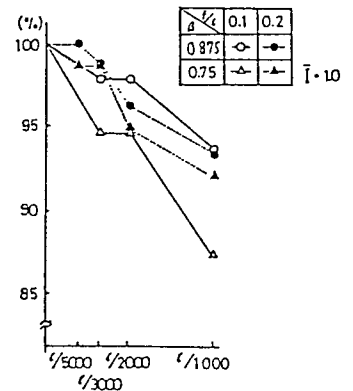


図-2. 道路桁初期たわみの対荷力に与える影響 (下路式アーチ橋)

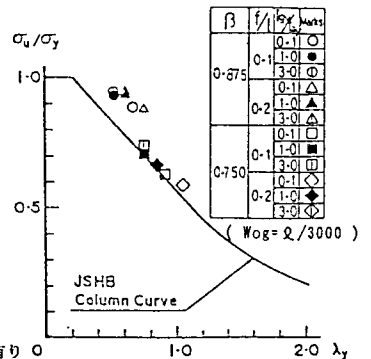


図-4. 提案式による整理 (下路式アーチ橋)

3に示すように吊材による引き戻し効果が弱くなる為だと思われる。

算定式は図-4に示すように f/l の変化に拘らず各モデルの耐荷力を十分評価している。これは、道路桁の初期たわみ W_{0g} の値が変わっても同じである。現場での施工精度は $W_{0g} \leq 1/3000$ が期待できるが、図-4から分かるように $W_{0g} = 1/3000$ で算定式は全モデルに安全側の評価をしている。

DIN18800は図-5に示すように各パラメータの影響をうまく表現しており、耐荷力を十分に評価している。ただDINでは道路桁の面外曲げ剛性を考慮していないので、 $\bar{I}$ が大きくなると解析値とDINによる計算値の差が大きくなりより安全側の評価をする事になる。

4. 中路式アーチ橋

中路式アーチ橋の解析は、図-6に示すモデルを用いて $\bar{I} = 1.0$ を固定し他のパラメータを変化させた。又、提案法では中路式アーチ橋に対して図-7に示すような仮想の下路式アーチを想定して、算定式を用いる事にしている。即ち下路式アーチで用いた算定式を $l \rightarrow l_0$, $L \rightarrow L_0$, $\beta \rightarrow \beta_0$, $f \rightarrow f_0$, などとして適用すればよい。

解析値を算定式で整理した結果を図-8に示す。 f_0/l_0 の影響がうまく評価されておらず、 $f_0/l_0 = 0.2$ で安全側過ぎる算定となる。そこで、従来中路式アーチ橋の強度 σ_u の計算を支点軸力 N_0 を用いて $\sigma_u = N_{su}/A$ としていたのを、アーチの道路桁との交点における軸力 N_a を用いて $\sigma_u = N_a/A$ とすることにした。その結果を算定式で整理すると、図-9に示すように f_0/l_0 の変化に対してうまく評価でき全モデルに対して耐荷力の十分な算定ができるようになった。道路桁より上の部分を下路式アーチ橋と考えて算定する主旨からしてもこの方が理にかなっていると言える。

5. 結論

既往の解析モデルを含め本解析モデルでは横構部材がアーチ全体としての崩壊に先んじて座屈しないような断面を用いており、算定式では横構についての設計基準が設けられていない。今後その点について研究を進め算定式を確立していきたい。

参考文献

- (1) 崎元・鶴田・坂田;「下路式および中路式アーチ橋の弾塑性面外座屈強度」構造工学論文集 Vol. 34A, PP243-254(1988.3)

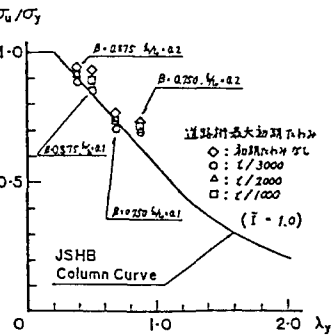


図-9. 提案式による整理
(中路式: アーチ交点軸力評価による)

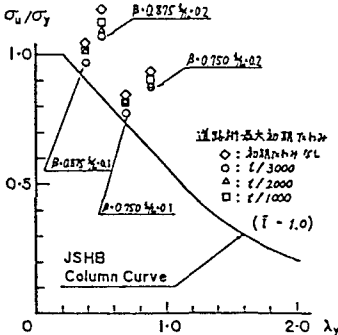


図-8. 提案式による整理
(中路式: アーチ支点軸力評価による)

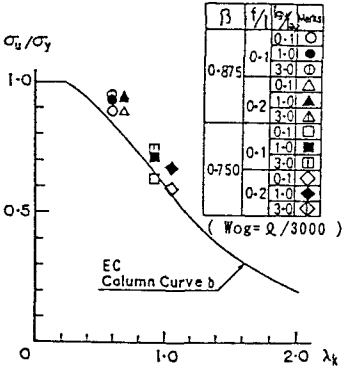


図-5. DIN18800による整理
(下路式アーチ橋)

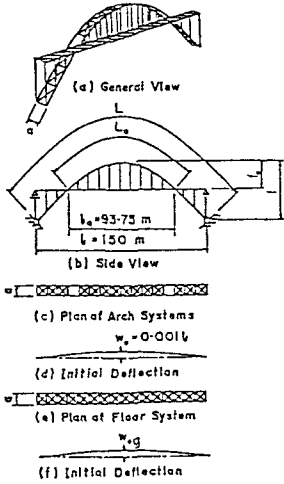


図-6. 中路式アーチ橋の解析モデル

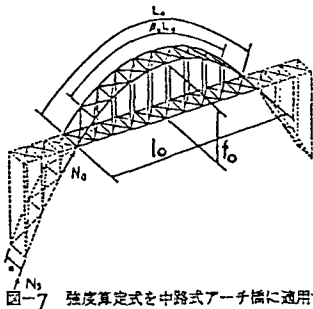


図-7 強度算定式を中路式アーチ橋に適用するために想定する下路式アーチ構造