

I-202 バスケットハンドルタイプのニールセンローゼ橋アーチリブの極限強度に関する研究

○大阪市立大学工学部 学生員 堀田 剛
 大阪市立大学工学部 正 員 中井 博
 大阪市立大学工学部 正 員 北田 俊行
 松尾橋梁㈱ 正 員 阪野 雅則

1. 研究目的

現在、ニールセンローゼ橋のアーチリブは、曲げモーメントと軸方向圧縮力とを受ける梁・柱部材であることを前提とし、全体座屈や部分座屈を考えた有効座屈長の概念を用いて設計されている。ところが、ニールセンローゼ橋は多数のケーブルに支持されており、その力学的性状が複雑であるため、明確な有効座屈長の取り方はまだ明らかにはされていない。それを明らかにするために、文献1)では、多数のパラメトリック解析を行い、有効座屈長の合理的な取り方が検討されている。本研究は、上記文献を発展させるべくバスケットハンドルタイプのニールセンローゼ橋を対象に、弾塑性有限変位解析によるパラメトリック解析を行い、アーチリブの強度特性を明かにし、有効座屈長の取り方についてさらに検討を加えたものである。

2. アーチリブに対する座屈照査式

道路橋示方書(以下道示という)の梁・柱部材に関する座屈照査式を終局状態における断面力を用いて表すと、次式で表される。

$$\frac{P}{P_{Cu}} + \frac{M_y}{M_{yCu}(1-P/P_{yCr})} + \frac{M_z}{M_{zCu}(1-P/P_{zCr})} \leq 1.0 \text{ -----(1)}$$

$P = \alpha P_1$, P_1 :道示に定める設計荷重による軸方向力、 α :荷重係数

$M_y = \alpha M_{y1}$, M_{y1} :道示に定める設計荷重による面内曲げモーメント

$M_z = \alpha M_{z1}$, M_{z1} :道示に定める設計荷重による面外曲げモーメント

P_{Cu} :道示に定める柱の基準圧縮強度、 P_{yCr} , P_{zCr} : Y 軸, Z 軸まわりのオイラー座屈荷重

3. 解析モデル

平行弦型 (TYPE-A) およびバスケットハンドル型 (TYPE-B, TYPE-C) のアーチ橋の耐荷力特性を比較・検討するため、図-1 に示す3つの立体的モデルについて数値解析を行った。

横繫材間隔廣とアーチリブの面外断面二次半径 r_z との比 l/r_z をパラメータとして、その値を20, 50 および80、また横繫材本数を1~4本と変化させた。ただし、その際、アーチリブの断面積 A は一定にした。

また、TYPE-Aの解析モデルでは、アーチ全体の面外座屈に対するパラメータである支間長 L と式(2)で示される断面2次半径 r との比 L/r がかなり小さく ($L/r=20\sim24$)、部分座屈より全体座屈が生じにくい形状となっている。

$$r = \sqrt{\{I_z + A_g (b/2)^2\} / A_g} \text{ -----(2)}$$

ここに

I_z :アーチリブの鉛直軸まわりの断面2次モーメント

A_g :アーチリブの断面積、 b :アーチ軸線間隔

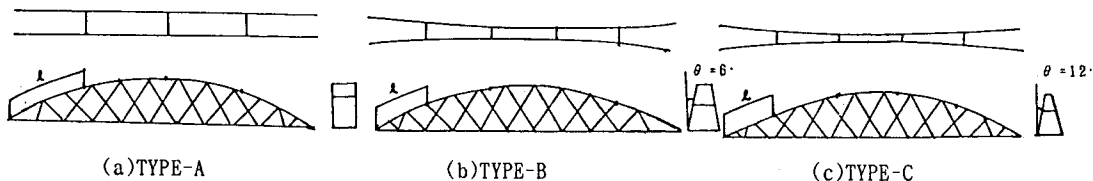


図-1 解析モデル

4. 解析結果の考察

解析モデルのTYPE-A、-Bおよび-Cの終局限界状態における面外方向の変位モードを、それぞれ図-2に示す。これらの図より、TYPE-Aでは全体座屈モード、TYPE-Cでは部材間の部分座屈モード、TYPE-Bはそれらの中間の座屈モードを呈していることがわかる。

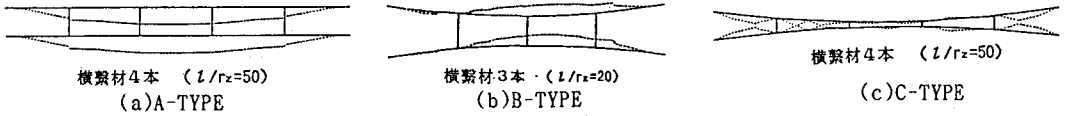


図-2 終局状態における変位モード

解析によるアーチリブの終局状態における断面力を用い、有効座屈長を面内・面外ともに0と考えて、式(1)の左辺を計算しプロットしたものを、図-3に示す。この図より、有効座屈長を面内・面外ともに0としても、全体座屈が起こったTYPE-A（平行弦タイプ）の l/r_z が80の2例を除く他のすべてに対し、1以上の値を確保し、安全側であることがわかった。

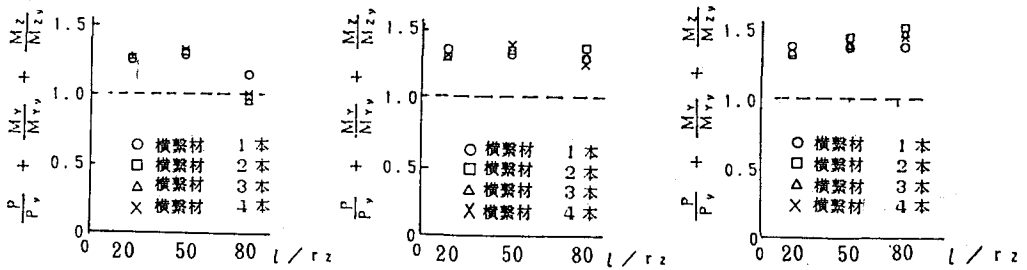


図-3 S_1 モデルの耐荷力

一方、解析モデルのTYPE-A、-Bおよび-Cにおいて、式(1)の左辺の値で最も危険な場合に対して、有効座屈長を横繫材間隔の0～1.0倍の範囲で変化させて計算した値を、図-4に示す。この図より、TYPE-Aの面外有効座屈長は $0.4l$ 、バスケットハンドルタイプのTYPE-B、および-Cでは0まで小さくできることがわかった。

つぎに、面外有効座屈長を $0.4l$ （面内は0）として、アーチリブの傾斜角 θ と式(1)の左辺の合計との関係を図-5に示す。図より、TYPE-Aの面外有効座屈長である $0.4l$ （面内は0）を採用すれば、傾斜角が大きくなるに伴って式(1)の左辺の値が大きくなり、より安全側の設計になることがわかった。

5. まとめ

TYPE-Aのニールセンローゼ橋の面外有効座屈長は $0.4l$ 、-Bおよび-Cでは、その値を0に取ってもよいことがわかった。

参考文献

- 北田、中井、吉川、阪野：ニールセンローゼ橋アーチリブの座屈に対する合理的設計法について、構造工学論文集、1988年、3月

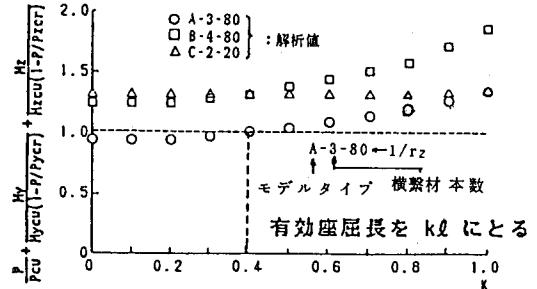


図-4 有効座屈長係数 k の検討

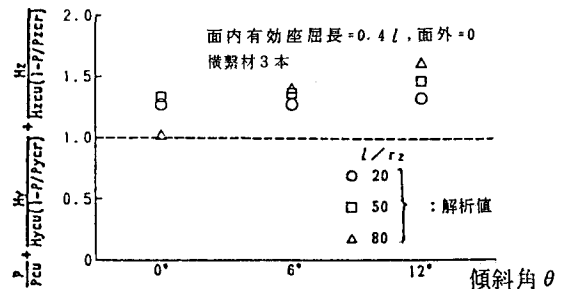


図-5 傾斜角 θ と式(1)の計算結果の関係