

## バスケットハンドルタイプのニールセンローゼ橋の 極限強度に関する研究

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  
大阪市立大学工学部 正員 阪野 雅則    ○大阪市立大学工学部 学生員 堀田 剛

### 1. 研究目的

現在、ニールセンローゼ橋のアーチリブは有効座屈長の概念を用い、軸方向圧縮力と曲げモーメントとを受ける梁・柱部材として設計されている。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、明確な有効座屈長は明かにされていない。文献1)では、パラメトリック解析結果より、合理的な有効座屈長の取り方が示されている。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検討するものである。

### 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)の座屈照査式を終局状態における断面力を用いて表すと、次式のようにになる。

$$\frac{P}{P_{cu}} + \frac{M_y}{M_{ycu}(1-P/P_{ycr})} + \frac{M_z}{M_{zcu}(1-P/P_{zcr})} \leq 1.0 \quad \text{-----(1)}$$

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

#### (1) $S_1$ モデル

平行弦型(A-TYPE)と、バスケットハンドル型(B-TYPE, C-TYPE)とに対して比較検討を行うため、図-1に示す3つの立体的 $S_1$ モデルについて解析を行った。

パラメータとしては、上横構間隔と面外断面二次半径との比  $l/r_z$  をとり、その値を20, 50 および80、また上横構本数を1から4本と変化させた。ただし、その際、断面積Aは一定にした。

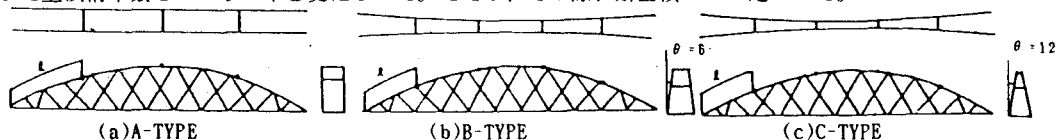


図-1  $S_1$ モデル

#### (2) $S_2$ モデル

次に、ローゼ桁では補剛桁がアーチリブの面内座屈に対して有効に協力することから、アーチリブと補剛桁の断面二次モーメントの比  $I_{ay}/I_{gy}$  の終局強度に及ぼす影響を調べるために、この比をパラメータとした平行弦型の解析モデルを考えた。実績調査結果を参考に  $I_{ay}/I_{gy}$  を0.5, 1.3, 2.1と変化させた。

### 4. 解析結果および考察

$S_1$ モデルの終局限界状態における面外方向の変位形状を、それぞれ、図-2に示す。この図より、A-TYPEでは全体座屈モード、C-TYPEでは部材間の座屈モード、B-TYPEはそれらの中間の座屈モードを呈している。このことより、このモデルでは、アーチリブの傾斜角度  $\theta$  が  $6^\circ$  と  $12^\circ$  の間に全体座屈から部材間座屈に遷移する角度が存在すると思われる。

Hiroshi Nakai, Toshiyuki Kitada, Masanori Sakano, and Tsuyoshi Hotta

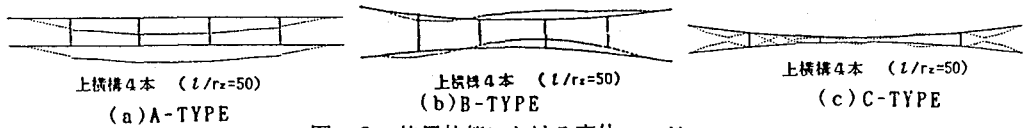


図-2 終局状態における変位モード

$S_1$ モデルの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、A-TYPE (平行弦タイプ) の  $l/r_z$  が80の2例を除いて他はすべて、1以上で安全側であることがわかった。

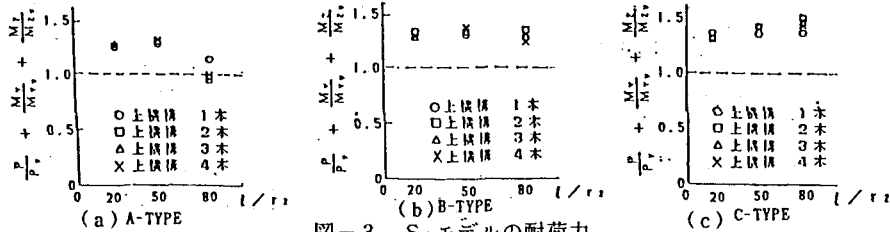


図-3  $S_1$ モデルの耐荷力

$S_2$ モデルで、有効座屈長を面内・面外ともに0と考えて、式(1)の左辺を計算した結果を表-1に示す。この表より、有効座屈長を面内・面外ともに0とし、補剛桁の面内剛度を変えても式(1)の左辺は1以上となり、安全側であることがわかった。

$S_1$ モデルのA-TYPE、B-TYPEおよびC-TYPEの最も危険側の場合に対して、有効座屈長を上横構間隔の0から1.0倍の範囲で変化させて計算した式(1)の左辺の値を、図-4に示す。この図より、A-TYPEの面外有効座屈長は  $0.4l$ 、B-TYPE、C-TYPEでは0まで小さくできることがわかった。

つぎに、 $S_1$ モデルで面外有効座屈長を  $0.4l$  (面内は0) として、アーチリブの傾斜角  $\theta$  と式(1)の左辺の合計との関係をプロットしたもののうち、上横構が3本のものを図-5に示す。図より、A-TYPE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ほど式(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

A-TYPEの面外有効座屈長は  $0.4l$ 、B-TYPE、C-TYPEでは0に取ればよいことがわかった。

## 参考文献

- 1) 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

表-1 終局状態での式(1)の計算結果

| モデル      | $\frac{P}{P_y}$ | $\frac{M_y}{M_{y_y}}$ | $\frac{M_z}{M_{z_y}}$ | 合計   |
|----------|-----------------|-----------------------|-----------------------|------|
| A-1-20   | 0.69            | 0.56                  | 0.00                  | 1.25 |
| A-1-50   | 0.68            | 0.60                  | 0.00                  | 1.28 |
| A-4-20   | 0.69            | 0.58                  | 0.00                  | 1.27 |
| A-4-50   | 0.67            | 0.64                  | 0.00                  | 1.31 |
| AA-1-20  | 0.69            | 0.56                  | 0.00                  | 1.25 |
| AA-1-50  | 0.68            | 0.60                  | 0.00                  | 1.28 |
| AA-4-20  | 0.69            | 0.58                  | 0.00                  | 1.27 |
| AA-4-50  | 0.67            | 0.64                  | 0.00                  | 1.31 |
| AAA-1-20 | 0.69            | 0.56                  | 0.30                  | 1.25 |
| AAA-1-50 | 0.68            | 0.60                  | 0.30                  | 1.28 |
| AAA-4-20 | 0.69            | 0.58                  | 0.00                  | 1.27 |
| AAA-4-50 | 0.67            | 0.64                  | 0.00                  | 1.31 |

A:  $\frac{A_y}{A_y} = 1.3$ ,  $\frac{A_z}{A_z} = 0.5$ ,  $\frac{A_{yz}}{A_{yz}} = 2.1$   
 AA:  $\frac{A_y}{A_y} = 1.3$ ,  $\frac{A_z}{A_z} = 0.5$ ,  $\frac{A_{yz}}{A_{yz}} = 2.1$   
 AAA:  $\frac{A_y}{A_y} = 1.3$ ,  $\frac{A_z}{A_z} = 0.5$ ,  $\frac{A_{yz}}{A_{yz}} = 2.1$

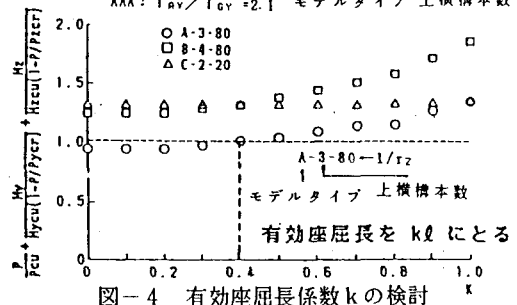


図-4 有効座屈長係数kの検討

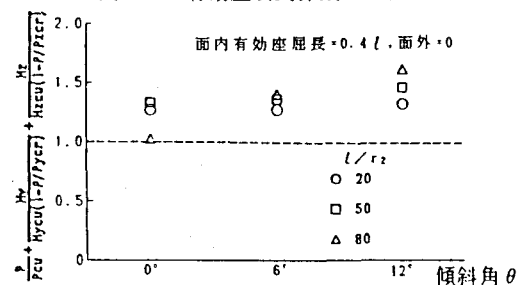


図-5 傾斜角  $\theta$  と式(1)の計算結果の関係