

## I-201 ニールセンローゼ橋梁の一耐荷力実験

大阪市立大学工学部 学生員 高比良 聡  
 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

大阪市立大学工学部 正員 中井 博  
 阪神高速道路公団 正員 杉山 功

## 1. 研究目的

現在、ニールセンローゼ橋のアーチリブは、曲げと圧縮とを受ける梁・柱部材として設計されているが、有効座屈長として、アーチ面内の座屈に対してはケーブル間隔の2倍、アーチ面外の座屈に対しては横繫材間隔が多くの場合に採用されてきている。しかしながら、これらの有効座屈長については、弾塑性有限変位解析法によるパラメトリック解析<sup>1)</sup>や、実験的研究を行って十分に検討する必要がある。

本研究では、新浜寺大橋の全体模型（縮尺：1/30）を製作し、耐荷力実験を実施することによって、アーチリブの終局強度および終局状態に至るまでの挙動を調べる。さらに、有効座屈長の取り方についても実験データに基づいて検討する。

## 2. 実験概要

## (1) 供試体の設計

実験供試体は、製作、据付および載荷装置などを勘案し、鉛直荷重載荷用（No. 1）と水平荷重載荷用（No. 2）との二体を製作した。その際、アーチリブの強度に影響を及ぼす効果が大きい表-1に示す無次元パラメータを抽出し、それらの値が模型と実橋とでできるだけ等しくなるようにした。

## (2) 実験装置および実験方法

実験装置の概略図を、図-1に示す。図示のテンションタイプの油圧ジャッキを多数並べ、それにより鉛直方向および水平方向に等分布荷重に近い荷重が与えられるようにし、崩壊に至らしめた。なお、供試体No. 2に対しては、死荷重の1.3倍に相当する鉛直荷重をまず与えておき、ついで水平荷重を漸増させるようにした。

## 3. アーチリブの耐荷力実験結果とその考察

## (1) アーチリブのひずみ分布と変位形状

図-2には供試体No. 1のアーチリブの変位図を、図-3には供試体No. 1のアーチリブのひずみ分布を示す。いずれも弾性範囲

（図中に○印で示す）において、実験値と解析値とはよく一致した挙動を呈していることがわかる。

## (2) 崩壊挙動と終局荷重

まず、図-2～3中には終局荷重近傍における変位図、および、ひずみ分布を●印で示した。

つぎに、各供試体の終局荷重の実測値を弾塑性有限変位解析<sup>2)</sup>による解析値と比較したものを、

表-1 無次元パラメータの総括

| 無次元パラメータ        | 実験    | 模型    |       |
|-----------------|-------|-------|-------|
|                 |       | 設計値   | 実験値   |
| $\lambda_{yu}$  | 3.718 | 3.714 | 4.007 |
| $\lambda_{zu}$  | 0.530 | 0.527 | 0.568 |
| $A_u/A_o$       | 1.446 | 1.439 | 1.374 |
| $I_{zu}/I_{z1}$ | 1.13  | 2.17  | 2.17  |

ここに、

$$\lambda_{yu} = \frac{1}{\pi} \frac{\sigma_y}{E} \frac{L}{r_{yu}} \quad \text{：アーチリブの面内細長比}$$

$$\lambda_{zu} = \frac{1}{\pi} \frac{\sigma_y}{E} \frac{l}{r_{zu}} \quad \text{：アーチリブの面外細長比}$$

$A_u/A_o$  : アーチリブと補剛桁の断面積比  
 $I_{zu}/I_{z1}$  : アーチリブと横繫材の面外断面二次モーメント  
 $\sigma_y$  : 降伏点、 $E$  : ヤング係数、 $L$  : スパン長、 $l$  : 横繫材間隔、 $r_{yu}$ 、 $r_{zu}$  : アーチリブの面内および面外断面二次半径

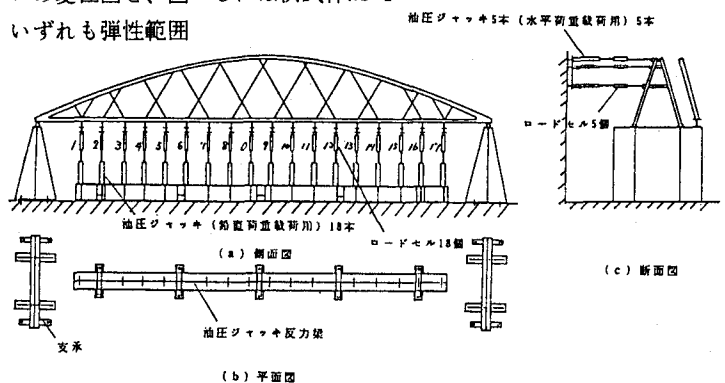


図-1 実験装置の概略図

表-2に示す。この表より、終局荷重の実測による合力 $R^*$ は解析による値 $R$ とよく一致していることがわかる。

さらに、実験供試体No. 1~2の崩壊モードをスケッチしたものを図-4に示す。いずれもアーチリブが第一横繫材近傍でヒンジが発生して水平方向に座屈崩壊している。

### (3) 耐荷力相関図

道路橋示方書によるアーチリブの座屈照査式は、式(1)で与えられる。

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

ここに、

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

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

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

$P_{eu}$ : 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4分1座屈荷重

$\alpha$ : 荷重係数

供試体No. 1の有効座屈長を面内座屈に対してはケーブル間隔、面外座屈に対して横繫材間隔の0.7倍とし、式(1)の相関図をプロットしたものが図-5である。図中には、解析値と実測値とに基づくものがそれぞれ○と●印とでプロットしてある。この図より、実験値、解析値とも式(1)の外側に位置しており、上述の有効座屈長を用いても、十分に安全な設計が可能であることがわかった。

### 4. まとめ

本実験によって、まず文献1)で述べられた弾塑性有限変位解析の妥当性が確認された。ついで、バスケット型のニールセンローゼ橋では、面内座屈に対してケーブル間隔、面外座屈に対して横繫材間隔の0.7倍の有効座屈長という提案が妥当で、合理的であることも、実験によって確認された。

### 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
- 2) Nakai, H., Kitada, T., Ohminami, R. and Nishimura, T.: Elasto-Plastic and Finite Displacement Analysis of Cable-Stayed Bridges, Memoirs of the Faculty of Engineering, Osaka City University, Vol. 26, pp. 251~271, December 1985

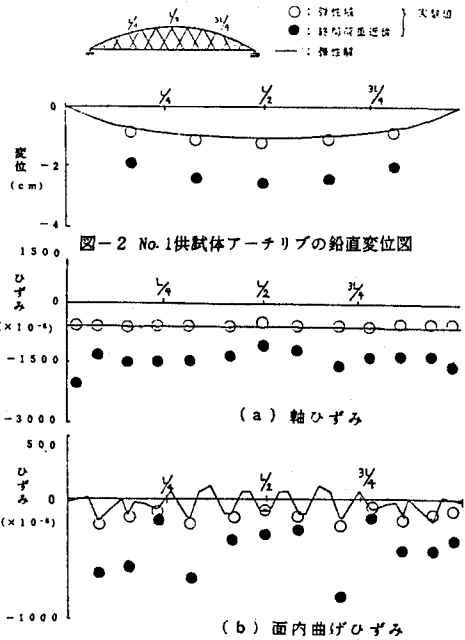


図-2 No. 1供試体アーチリブの鉛直変位図

表-2 終局荷重の総括

| 供試体   | 実 測 値         |               |             | 解 析 値         |               |           | 実測値/解析値<br>$R^*/R$ |
|-------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-----------|--------------------|
|       | 鉛直荷重<br>$P_v$ | 水平荷重<br>$P_H$ | 合力<br>$R^*$ | 鉛直荷重<br>$P_v$ | 水平荷重<br>$P_H$ | 合力<br>$R$ |                    |
| No. 1 | 36.8          | —             | 36.8        | 36.1          | —             | 36.1      | 1.03               |
| No. 2 | 18.0          | 5.39          | 18.79       | 18.0          | 2.75          | 18.21     | 1.03               |

備考:  $R^* = \sqrt{P_v^2 + P_H^2}$ ,  $R = \sqrt{P_v^2 + P_H^2}$

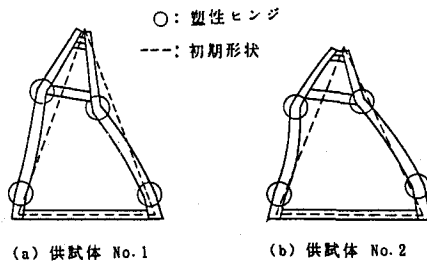


図-4 崩壊モードのスケッチ

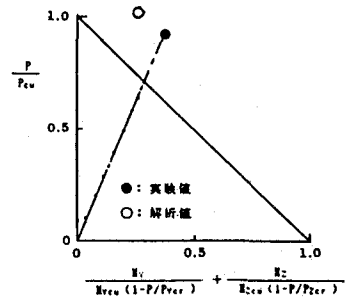


図-5 供試体No. 1の耐荷力相関図