

新浜寺大橋の全体模型実験

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 阪野 雅則
 大阪市立大学工学部 正員 北田 俊行 ○大阪市立大学工学部 学生員 高比良 聡
 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、有効座屈長の概念を用い、圧縮と曲げを受ける梁・柱部材として設計されている。その際、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上横構間隔が多くの場合採用されているが、これらの有効座屈長は、十分な理論的裏付けがない。

この種の問題として、文献1)では、弾塑性有限変位解析法によるパラメトリック解析が行われ、有効座屈長の合理的な取り方が検討されている。

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り、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的に検討する。

2. 実験概要

(1) 供試体の設計

実験供試体は、製作、組立および載荷装置などを考慮し、鉛直荷重載荷用(No.1)と水平荷重載荷用(No.2)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と考えられる表-1に示すパラメーターを実橋の場合と一致させた。

(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。図の油圧式引張ジャッキにより鉛直方向および水平方向に等分布荷重を載荷し、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一定に保ち水平荷重を漸増させた。

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形状を、図-3に供試体No.1のアーチリブのひずみ分布を示す。それぞれ弾性範囲において実験値と解析値は類似の挙動を呈していることがわかる。

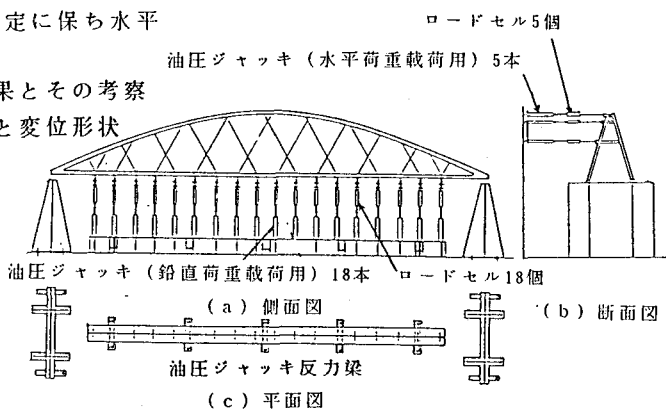
表-1 無次元パラメータの総括

無次元パラメータ	実橋	模型	
		設計値	実験値
λ_{yu}	3.718	3.714	4.007
λ_{zu}	0.530	0.527	0.568
A_u/A_0	1.446	1.439	1.374
I_{zu}/I_{zt}	1.13	2.17	2.17

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

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

A_u/A_0 : アーチリブと補剛桁の断面積比
 I_{zu}/I_{zt} : アーチリブと上横構の面外断面二次モーメント
 σ_y : 降伏点、 E : ヤング係数、 L : スパン長、 l : 上横構間隔、
 r_{yu} 、 r_{zu} : アーチリブの面内および面外断面二次半径



(2) 終局荷重

各供試体の終局荷重の実測値を弾塑性有限変位解析²⁾による解析値と比較したものを、表-2に示す。この表より、実測による終局荷重の合力は解析値とよく一致していることがわかる。

(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。

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

ここに、

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

$M_y = \alpha M_{y1}$, 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_{eu} : 道示に定める柱の基準圧縮強度

P_{yer}, P_{zer} : Y軸, Z軸まわりの1/4座屈荷重

α : 荷重係数

供試体No.1の弾性域(弾性荷重P_e、載荷時)において比較的大きなひずみが生じている断面の軸方向力および曲げモーメントを弾性域におけるひずみより計算し、それらをP_u/P_e倍(P_u:終局荷重)した断面力、すなわち終局状態における断面力の線形解を解析値²⁾および式(1)とともに相関図上にプロットしてみた。その際、有効座屈長は面内座屈に対してはケーブル間隔、面外座屈に対しては上横構間隔の0.7倍を用いた。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できることがわかった。

4. まとめ

実験的研究によって、文献1)で提案されている面内座屈に対してケーブル間隔、面外座屈に対しては上横構間隔の0.7倍の有効座屈長の妥当性が、実験により確認された。

(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

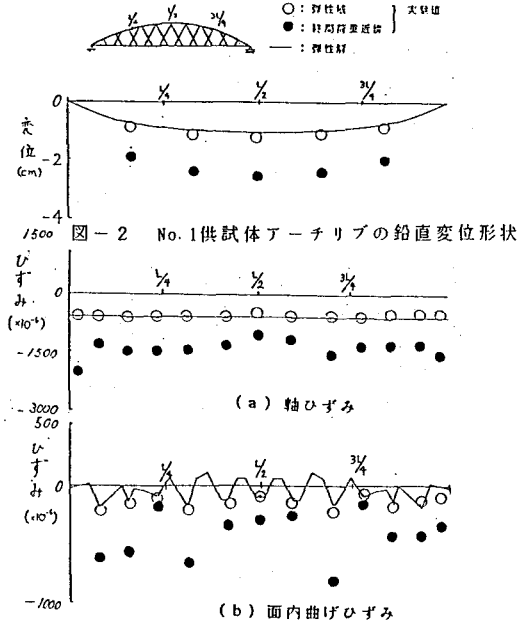


図-3 供試体No.1のアーチリブのひずみ分布

表-2 終局荷重の総括

供試体	実 測 値			解 析 値			実測値/解析値 R'/R
	鉛直荷重 P _v	水平荷重 P _h	合力 R'	鉛直荷重 P _v	水平荷重 P _h	合力 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

$$R' = \sqrt{P_v'^2 + P_h'^2}, R = \sqrt{P_v^2 + P_h^2}$$

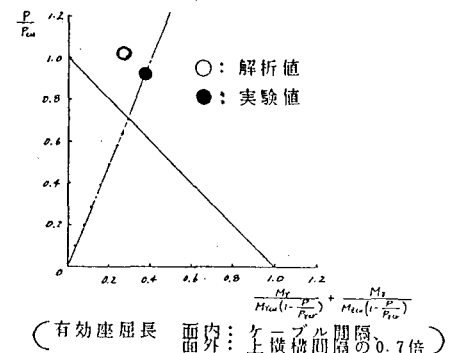


図-4 供試体No.1の耐荷力相関図