

長支間ニールセンローゼ橋アーチリブの耐荷力特性について

大阪市立大学大学院 学生員 ○鳥野 晃督  
 大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行

松尾橋梁（株） 正会員 阪野 雅則

1. はじめに 現在、わが国におけるニールセンローゼ橋の支間長は、最大のものでも 254m である。本研究では、支間長  $L=500m$  を有するニールセンローゼ橋の概略試設計を行い、長支間ニールセンローゼ橋のアーチリブの力学的特性および耐荷力特性を、弾塑性有限変位解析プログラム EPASS を用いて明らかにする。

2. 概略試設計 図-1 に示す支間長  $L=500m$  を有するニールセンローゼ橋に対し、表-1, 2 に示すようにパラメータを変化させて概略試設計を行った。その際アーチリブの有効座屈長は、面内および面外に対して 0 としている。また、その他の設計条件として、活荷重は B 活荷重、ケーブルは PWC（安全率 3.5, ヤング係数  $E=1.95 \times 10^5(N/mm^2)$ ）としている。なお、本試設計では、風荷重、地震荷重等の水平横荷重は考慮していない。

表-3 には各モデルのアーチリブおよび補剛桁の鋼重を示す。同表より、降伏点が高い SM570 材モデルの方がアーチリブで 13~16%, 補剛桁で 27% 鋼重が軽くなっていることがわかる。

3. 解析モデル 概略試設計モデルを 3 次元骨組構造物にモデル化し、EPASS による解析を行った。その際、アーチリブおよび補剛桁は弾塑性箱形断面要素、床桁および上横繫材は弾性梁柱要素、ケーブルは弾性ロッド要素とした。また、2 本のアーチリブを連結する上横繫材は、すべて水平設置間隔を  $a$  として配置した。ただし、ここでは、耐荷力に影響する上横繫材の必要剛度が明らかにされていないことから、上横繫材を剛部材とした。また、初期不整は、図-2, 3 に示される初期たわみと残留応力を導入した。なお、残留応力の値は、表-4 に示す値に降伏点を乗じたものとする。載荷荷重は、死荷重( $D$ )、活荷重( $L$ ) (B 活荷重)、および衝撃( $i$ )を対象とし、以下のように荷重パラメータ  $\alpha$  を比例漸増させて載荷し、終局荷重パラメータ  $\alpha_u$  を求めた。

$$\alpha (D+L+iL) \tag{1}$$

ただし、活荷重は、スパン全長にわたり載荷させ、主載荷荷重を片側アーチリブ側に偏心載荷させるものとする。

これらの条件を基に、表-1 に示すパラメータを変化させて解析を行った。

4. 解析結果 図-4 には上横繫材本数と終局荷重パラメータ  $\alpha_u$  との関係を示す。この図から、上横繫材本数が多いほど、 $\alpha_u$  も大きい、11 本を境に耐荷力の向上があまり見られないことがわか

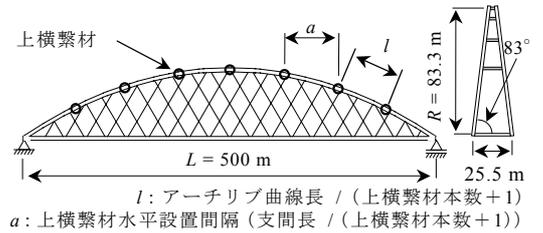


図-1 対象橋梁の概略図

表-1 概略試設計および弾塑性有限変位解析で変化させるパラメータ

項目	概略試設計	弾塑性有限変位解析
①鋼種	SM490Y, SM570	同左
②上横繫材本数	考慮せず	3, 7, 11, 15, 19
③初期不整	考慮せず	・考慮せず, ・初期たわみのみ考慮, ・残留応力のみ考慮, ・初期たわみ+残留応力考慮
④アーチリブ, 補剛桁の断面タイプ	A, B	同左

表-2 断面諸元 (単位: mm)

タイプA		タイプB	
アーチリブ	補剛桁	アーチリブ	補剛桁
縦横比 1.5:1		縦横比 1:1.5	

※横リブ間隔を3mとして設計

表-3 各モデルの鋼重 (単位: kN)

鋼種	部材名	断面形状	
		タイプA	タイプB
SM490Y	①アーチリブ	30,743	30,155
	②補剛桁	23,785	24,569
SM570	③アーチリブ	25,882	26,215
	④補剛桁	17,444	18,032
鋼重比較	③/①	0.84	0.87
	④/②	0.73	0.73

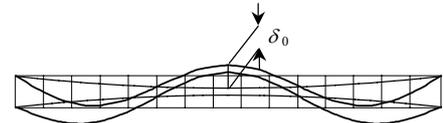


図-2 アーチリブの面外初期たわみ形状

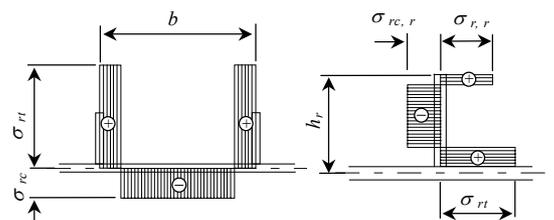


図-3 補剛板の残留応力分布

キーワード 長支間ニールセンローゼ橋, 終局強度

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2735

る。これは、上横繫材本数が少ないと、アーチリブは面外方向の座屈により崩壊するが、本数が多いと上横繫材により座屈変形が拘束されるため、座屈ではなく降伏で崩壊するためであると考えられる。また、断面タイプの違いによる影響として、縦長断面のタイプ A より横長断面のタイプ B の方が終局荷重パラメータ  $\alpha_u$  は大きい。これは、タイプ B の方が面外の曲げ剛性が大きいからと考えられる。さらに、鋼種の違いによる影響であるが、SM490Y 材モデルは、SM570 材モデルよりも初期不整、特に残留応力を考慮した場合の終局荷重パラメータ  $\alpha_u$  の低下が著しい。これは、表-4 に示すように、SM490Y 材の方が、降伏点で無次元化した残留応力度が大きい値となっていることから、降伏で崩壊すると考えられる上横繫材の多いケースでは、 $\alpha_u$  が大幅に低下するためと考えられる。

図-5 は、文献 1) に示されている支間長  $L=180\text{m}$  のニールセンローゼ橋アーチリブの有効細長比  $l/r_z$  と終局荷重パラメータ  $\alpha_u$  との関係を示すグラフに本解析結果をプロットしたものである。同図 (a) より SM490Y 材モデルでは、道路橋示方書で期待されている荷重パラメータ  $\alpha_{req} = 1.7$  を満足する有効細長比は、 $l/r_z = 24$  以下となっており、文献 1) に示される  $l/r_z = 50$  を大きく下回っている。しかし、同図 (b) に示す SM570 材モデルの場合は、 $l/r_z = 50$  以下で  $\alpha_{req} = 1.7$  を確保することができる。

5. まとめ 概略試設計より、降伏点の高い鋼材を使用することで、鋼重を軽くすることができることがわかった。一方、解析結果より、残留応力度が高い鋼材は、耐荷力に対して不利であると言える。また、長支間 ( $L=500\text{m}$ ) を有するニールセンローゼ橋の場合、降伏点の高い SM570 材を使用すれば、通常支間 ( $L=180\text{m}$ ) を有するニールセンローゼ橋と同様、 $l/r_z = 50$  以下でアーチリブを設計することにより、所要の耐荷力を確保することができる。ただし、その際に、ここでは明らかにしていない上横繫材の必要剛度を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 阪野雅則・北田俊行・鳥野晃督：ニールセンローゼ橋の力学的特性とその耐荷力，構造工学論文集，Vol.49A，土木学会，pp.93-104，2003-3.

表-4 鋼種ごとの残留応力度

	$\sigma_{rt}$	$\sigma_{rc}$	$\sigma_{rc,r}$	$\sigma_{r,r}$
SM490Y	0.95	-0.23	0.60	-0.16
SM570	0.90	-0.20	0.60	-0.15

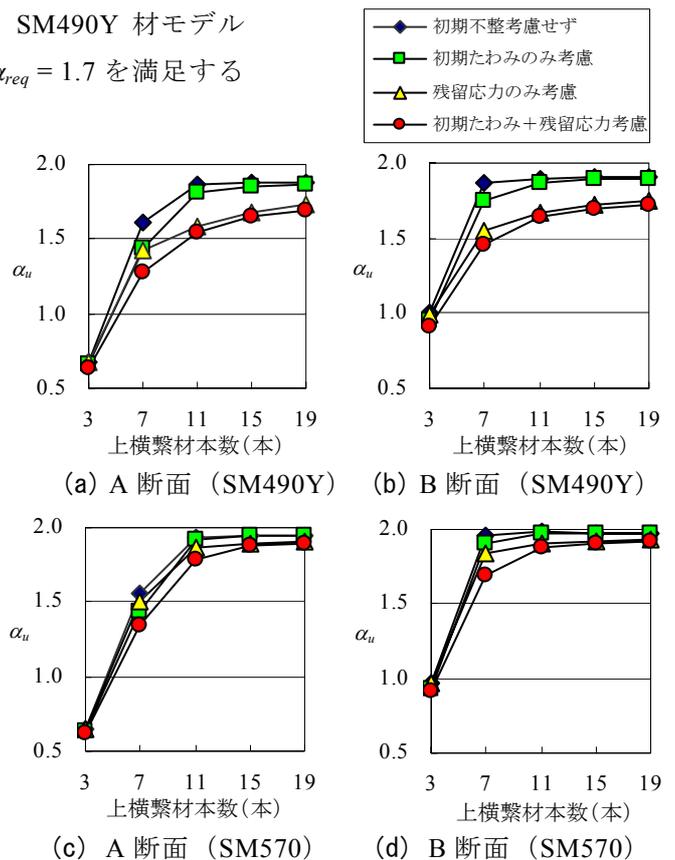


図-4 上横繫材本数と終局荷重パラメータ  $\alpha_u$  との関係

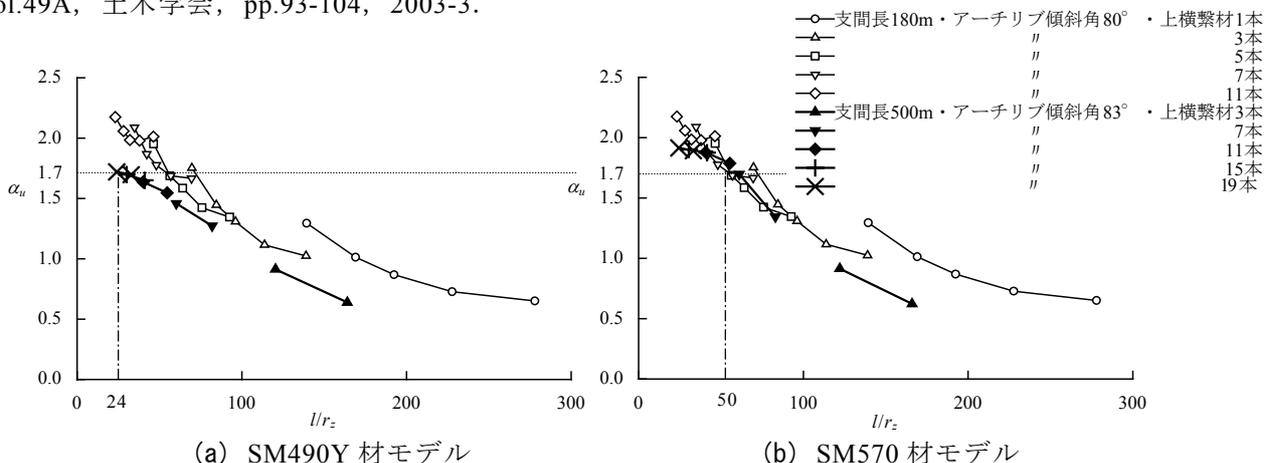


図-5 アーチリブの有効細長比  $l/r_z$  と終局荷重パラメータ  $\alpha_u$  との関係（初期たわみ+残留応力考慮）