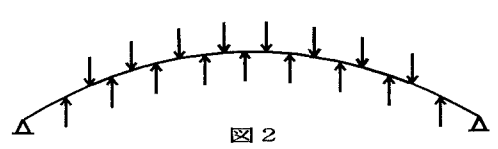
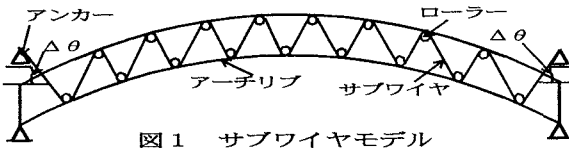


サブワイヤを用いたアーチ構造面外座屈抑止効果

熊本大学工学部 学生員○桐野三郎 熊本大学工学部 正員 山尾敏孝
熊本大学大学院 学生員 大森貴行

1. はじめに： アーチ構造においてスパンを長くした場合面外座屈が大きな問題となるので、この面外座屈を抑止する一手法としてサブワイヤを用いる方法を提案する。これは図1のように箱型断面のアーチリブ内の上端、下端にローラーを設けてサブワイヤを張り、このサブワイヤに一定張力を導入し、面外たわみを拘束しようとする方法である。この時、図2に示すようなアーチリブに鉛直方向の力だけを伝達するため、サブワイヤの角度 $\Delta\theta$ は全て一定とした。また、サブワイヤの両端はアーチリブに定着するのではなく、他に設けたアンカーに定着することにより景観的にも配慮した補剛法とすることも可能である。本研究では、サブワイヤによる面外座屈抑止効果を単一アーチ部材にローラーを取り付け、ローラー数（サブワイヤの角度）やサブワイヤの張力の大きさ等を変化させて最も効果的な補剛法を検討するものである。



2. 解析モデル： 既往の研究¹⁾において、単純梁を用いた実験によりサブワイヤによる補剛効果を確認しているので、本研究では、図3に示すように、アーチに適用した解析モデルを用いる。アーチクラウンより高い位置にアンカーを設けることは物理的にも困難な場合が多く、さらにサブワイヤがアーチリブ外に大部分露出することも景観的に問題になると思われる。そこで、アンカー位置と補剛効果の関係を検討するため、支柱数 n を増やしサブワイヤをアーチリブ内に組み込むモデルも対象とした。モデルのアーチリブ、支柱、サブワイヤは正方形断面とする。境界条件として支柱、サブワイヤの結合部はピン結合としている。アーチリブにはスパン長 L の $L/1000$ の最大初期たわみを有する、正弦半波で与えている。荷重は面内方向のみに載荷し、サブワイヤには一定張力 T を与え面外方向の変位を弾塑性骨組み解析により求めた。解析パラメータは表1に示す。ライズ比 f/L は、実橋によく用いられる0.10を選定し、アンカー設置高を考慮するため0.05の解析も行った。支柱高 h_1 はアーチリブ内に組み込む高さであり、サブワイヤ角度 θ は、 f/L 、 h_1 、 n により決定した。張力 T はサブワイヤの破断強度を参考に決定した。

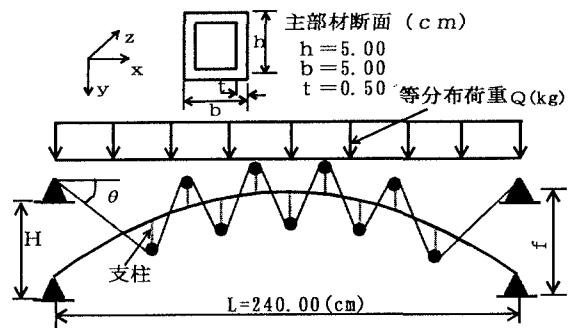


図3 解析モデル

表1 解析パラメータ諸元

アーチライズ f (cm)	12.00	24.00
ライズ比 f/L	0.05	0.10
支柱数 n (本)	9 11 13 15 17 19 21	
ワイヤの角度 θ (°)	16.70	18.55 22.58
ワイヤの張力 T (kgf)	1056.50	3100.50 5100.50
支柱高 h_1 (cm)	2.00	
支柱部材 断面積 (cm ²)	4.00×4.00	
サブワイヤ断面積 (cm ²)	1.00×1.00	
ヤング係数 E (kgf/cm ²)	2.10×10 ⁶	

3. 解析結果と考察： 表2は、サブワイヤを定着させるためのアンカー設置高Hについて、支柱数n及び角度 θ を変化させた時のHを求めたものである。nを増やすと、Hは低くなっていくことが確認できた。また、ライズ比が0.05の場合の方がnを増やす事が出来、Hを低くすることが可能と思われる。次に、図3は $\theta=16.70^\circ$ を一定にしてライズ比を変化させた場合のサブワイヤによる面外たわみ曲線を示している。これより、ワイヤの張力Tを増加させるにつれ面外たわみは減少し抑止できている事が解る。またの $T=0.00(\text{kgf})$ でのライズの大きさを比較すると、 $f/L=0.05$ の方が面外座屈を起こしやすいという結果も得られた。しかし、図4は $f/L=0.05$ にライズ比を下げてTを増加させることにより、 $f/L=0.10$ の $T=0.00(\text{kgf})$ 以上の抑止を期待出来ることを示している。

表2 ライズfと角度 θ 及びアンカー高Hの関係

支柱数 n (本)	ワイヤ角度 θ ($^\circ$)	$f/L=0.05$	$f/L=0.10$
n=5	$\theta=16.70^\circ$	H=36.95	H=47.50
	$\theta=18.55^\circ$	H=41.47	H=52.42
	$\theta=22.58^\circ$	H=51.34	H=62.77
n=9	$\theta=16.70^\circ$	H=25.96	H=24.12
	$\theta=18.55^\circ$	H=31.28	H=37.57
	$\theta=22.58^\circ$	H=42.03	H=51.60
n=13	$\theta=16.70^\circ$	H=11.61	H= —
	$\theta=18.55^\circ$	H=19.12	H= —
	$\theta=22.58^\circ$	H=31.79	H=36.62
n=17	$\theta=16.70^\circ$	H= —	H= —
	$\theta=18.55^\circ$	H=3.53	H= —
	$\theta=22.58^\circ$	H=20.31	H=7.16
n=21	$\theta=16.70^\circ$	H= —	H= —
	$\theta=18.55^\circ$	H= —	H= —
	$\theta=22.58^\circ$	H=7.17	H= —

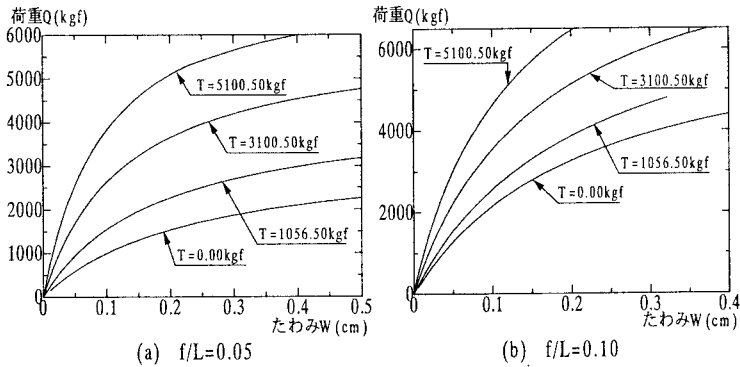


図3 サブワイヤによる面外たわみ曲線 ($\theta=16.70^\circ$)

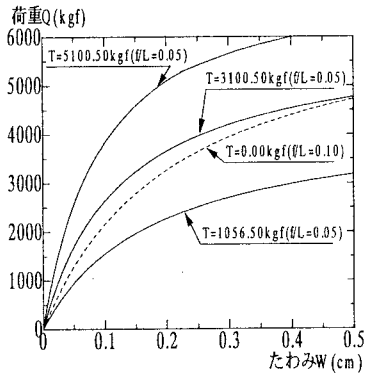


図4 荷重-たわみ曲線

次に、サブワイヤの角度が与える影響について検討した結果が図5及び図6である。図5は角度 θ を変化させたときのサブワイヤの張力とアーチリブにかかる軸力の関係を示したもので、角度 θ を大きくすると軸力も増加する事が解る。図6は、角度 θ を変化させたときの面内荷重と面外たわみの関係を示す。角度 θ を大きくすると面外たわみは抑止されるという結果が得られた。これらの結果より角度を大きくすれば面外たわみは抑止できるが、逆にアーチリブにかかる軸力も増加し、部材軸力による剛性低下が早くなることも予想される。今後は、以上の結果をふまえ、より効果的な補剛法の検討を進めていきたい。

<参考文献>

- 1) 野尻泰正：サブワイヤを用いたアーチ構造面外座屈防止効果, 平成7年度熊本大学卒業論文, 1996
- 2) 菊池陽一 近藤雄雄：橋梁工学, オーム出版, 1967

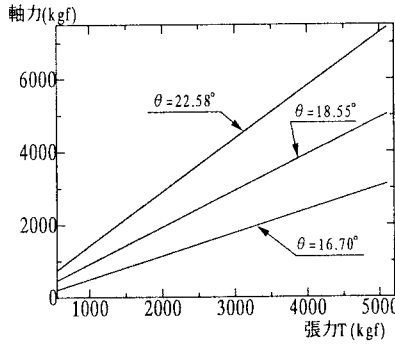


図5 張力と軸力の関係

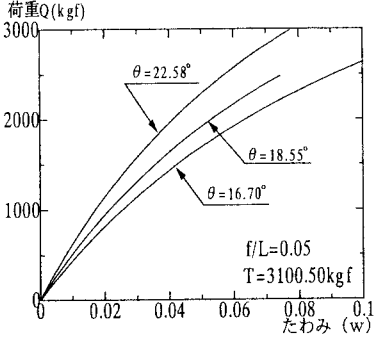


図6 面内荷重とたわみの関係