

横河 橋梁 正員 ○塚原 弘光
 東北大学工学部 正員 倉田 茂
 東北大学工学部 正員 中島 章典

1. はじめに

本研究では、斜張橋主塔の強度に着目し、1段と2段ケーブルモデルについて、数値解析法により解析し、斜張橋主塔の基本的な強度特性を明らかにする。

2. 解析方法

有限要素法を用い、はり-柱部材については、材料の非線形と幾何学的非線形性を考慮し、ケーブル部材については、サグの影響を考慮した。

3. 解析パラメーターと解析モデル

パラメーターは、塔の細長比と、活荷重載荷パターンである。解析モデルの諸条件；①有効座屈長も $0.7l$ として、細長比が、45, 65, 85のケースについて解析した。②主桁の断面は一戸とし、塔の細長比が55のときに主桁の剛性が塔の5倍となるようにした。③塔は完全弾塑性、主桁は常に弾性。④死荷重強度は、塔基部の軸力が降伏軸力の2割となるような値とした。

4. 解析結果と考察

(1) 1段ケーブルモデルについて(図-2)

○；有効座屈長(L)= $0.7l$ 、残留応力無し△； $L=0.7l$ 、残留応力有り□； $L=1.0l$ 、残留応力有り。有効座屈長も $1.0l$ 程度にとると、ゲル-フロアの耐荷と一致する。

(2) 2段ケーブルモデルについて(図4～図9)

縦軸と横軸は全てのグラフで同じ。縦軸は $H/(Mp/L)$ である。左右ケーブル張力の水平成分の差 H 、塑性モーメント Mp 、有効座屈長 L で無次元化して変数である(図-3参照)。横軸は、活荷重 q と死荷重 q_d の比である。 H は側径間方向と向くときに正となる。

①中央径間載荷；(図4, 図5)下段ケーブルの H は、主桁の変形の影響を受け、大きく変化する。上段ケーブルの H は、アンカーケーブルの効果で変化が小さい。上段ケーブルは下段ケーブルの作用を打ち消すように作用する。

②中央・側径間載荷；(図6～9)右塔は、側径間に荷重が載っているんで、中央径間載荷と数値的にも等しい傾向を示している。すなわち側径間の荷重は右塔に影響しない。左塔は、側径間の荷重が側径間の変形を抑え、 H の値は非常に小さい。断面の応力分布の検討より、右塔が先に崩壊に至っていることがわかった。

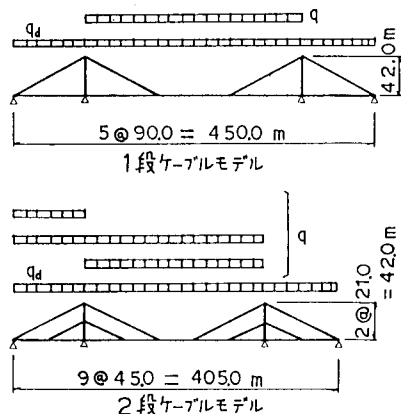


図-1 解析モデル

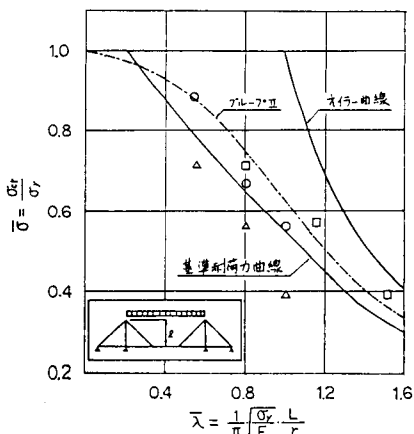


図-2 $\bar{\lambda} - \bar{\sigma}$ (1段/中央)

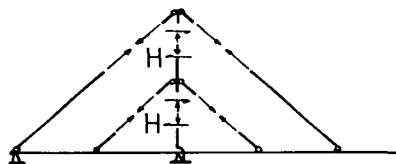


図-3 水平外力 H

③側径間載荷；(表1)側径間載荷は非常に大きな値となっている。側径間載荷では荷重の増加に伴って、上段ケーブルの張力が抜け、下段ケーブルのみが塔に外力を与える状態となる。このため、塔の崩壊を防止するのに大きな活荷重を必要とする。

さらに、表1によると、中央径間載荷と中央側径間載荷では、 $8/8\alpha$ がほとんど一致している。これも、中央側径間載荷では、右塔が先に崩壊したことを示すものである。

表1によると、細長比が大きくなると、 $8/8\alpha$ が増加するという一見矛盾した結果を示している。これは、次のような理由による。細長比の小さい塔を崩壊にさせるには、大きな活荷重を必要とする。しかし、右細長比のケースで、主桁の断面を一定としているので、細長比の小さいケースの方が、主桁の変形が大きいく(図10参照)。主桁の変形は、下段ケーブルを介して主塔に伝えられる。ゆえに、細長比の小さい塔の方が大きく変形する。変形に伴い、軸力による付加曲げモーメントが増加する。よって、細長比の小さいケースで $8/8\alpha$ が下るわけである。

5. まとめ

(1) 1段ケーブル斜張橋の主塔は、両端ピンの柱程度の強度を有する。

(2) 2段ケーブル斜張橋の主塔については、

① 塔の細長比の影響は、水平外力Hに顕著に表れる

② 下段ケーブルは、主桁の変形を塔に伝えやすい主塔の強度は、細長比だけでなく、主桁の変形に大きく影響される。

表-1 終局時の(活荷重/死荷重)

		中央	中央・側	側
λ	45	3.94	3.94	57.56
	65	4.85	4.61	
	85	6.05	5.96	

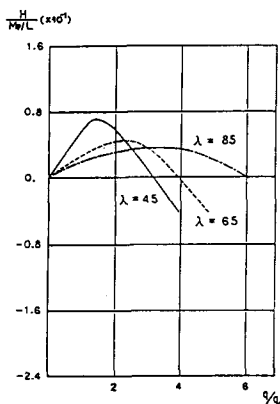


図-4 中央/上段/左塔

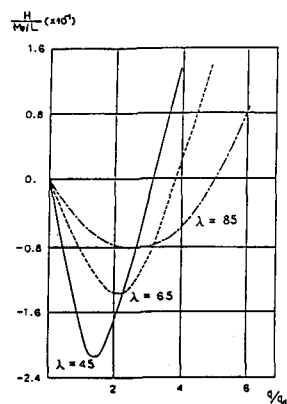


図-5 中央/下段/左塔

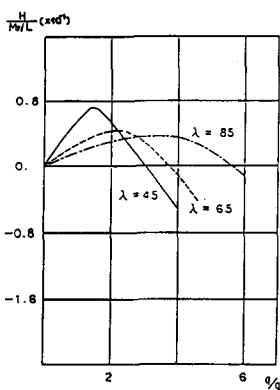


図-6 中央・側/上段/右塔

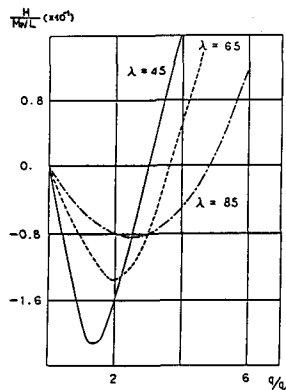


図-7 中央・側/下段/右塔

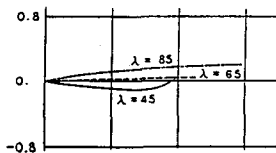


図-8 中央・側/上段/左塔

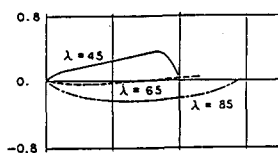


図-9 中央・側/下段/左塔

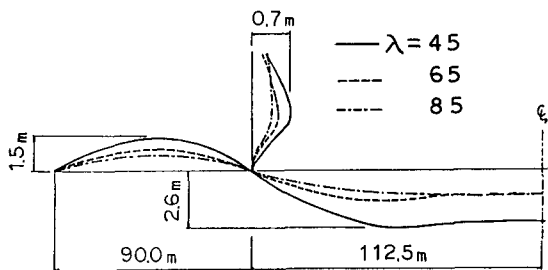


図-10 終局時の変形図(2段/中央)