

斜張橋の主塔の耐力に関する研究

東北大学工学部 学生員 ○ 松原 弘光
東北大学工学部 正 員 倉田 茂

1 はじめに

斜張橋は桁橋と吊り橋の中間的な橋梁形式である。主要部材である主塔、主桁、ケーブルの各剛度は互いに影響を及ぼす上に、橋全体としての構造形式も多岐にわたり、部材の挙動に影響するパラメーターは非常に多い。そこで本研究では、まず主塔の強度に着目し、1、2段ケーブルモデルについてその静的耐力を数値計算法により解析し、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

解析は一般的有限要素法を用い、はり-柱部材については幾何学的非線形性と材料非線形性を考慮し、ケーブル部材についてはサグによる非線形性を考慮した。

3. 解析方法のパラメーター

図1に解析モデルとし、そのモデルに対する活荷重の載荷ケースを示す。各モデルについて塔の細長比を45、65、85の場合について解析を行ったが、細長比の計算には有効座屈長 $L=0.7l$ ($l=420m$) とした。

主桁の剛度は、実橋を考慮し、塔の細長比が5.5程度のとき塔の剛度の5倍となるようにし、また主桁は常に弾性とした。死荷重強度 q_d は、塔基部の軸力が降伏軸力の2割となるように決めた。主塔は主桁位置で固定端となっており、主桁とは何ら結合されていない。使用鋼種はSM材を想定した。

4. 数値計算結果

(1) 1段ケーブルモデルについて

モデル1での計算した結果を図2のオイラー曲線および逆示の基準耐力曲線とともに図3に示す。同図より、0.7lの有効座屈長はほぼ適当であると思われる。

(2) 2段ケーブルモデルについて

①中央径間載荷(Case 1) ; 結果を図3、4に示す。Hはケーブルの塔取り付け位置でα左右ケーブル張力の水平成分の差である。側径間を向くとき正の方向とする。下段ケーブルは $q/\delta d$ が増加するほどケーブルより導入する軸力が大きくなると、Hは側径間方向の方向を変え、塔を支える。(図4) ; 逆に、上段ケーブルは下段ケーブルと常に逆方向に作用する。(図3) 終局時のたわみおよび曲げモーメントを図5に示す。塔基部およびケーブル取り付け位置に塑性ヒンジが形成されていくのがわかる。

②中央側径間載荷(Case 2) ; 荷重が左の側径間に載荷されると、左塔、下段ケーブルが不動点に定着するとともに同様の効果を受け、左塔の変位、モーメントは右塔に比べ非常に小さくなっている。これは、

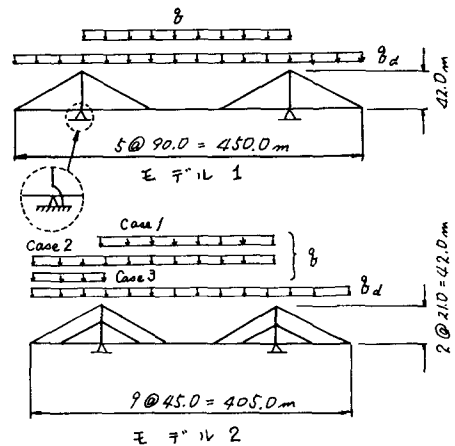


図 1

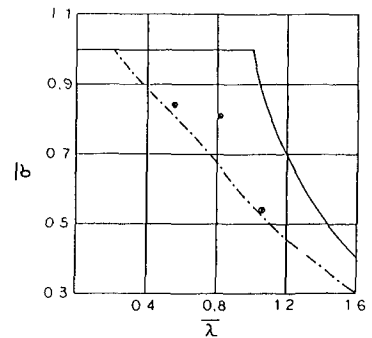
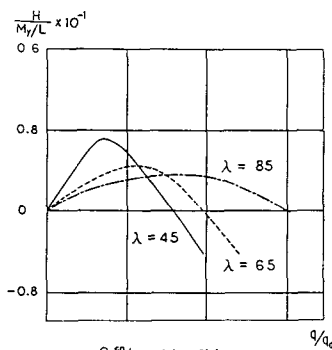


図 2

表 1 $q/\delta d$

λ	中央	中央・側	側
45	3.94	3.94	
65	4.85	4.61	57.56
85	6.05	5.96	68.09



2段Y-ゲルモデル
中央径間載荷・上段

図 3

$H/(M_y/L) - q/q_0$ 曲線にも表れ
その値はほとんど変化しない。そ
れに反し右塔は、数値的にも case
1 と全く同じ応答を示した。この
様子を図 6 に示す。

③側径間載荷(case3) ; case 3 の場合の終局的な q/q_0 の値と case 1 とそ
もに表 1 にまとめられた。

5. 考察

1 段 Y-ゲルについては先に述べたような有効屈長 L の $0.7L$ にし、基準時
荷重曲線を用いることで解決されると思われる。

2 段 Y-ゲルの主塔強度に影響している要因は主桁の剛度であると言える。

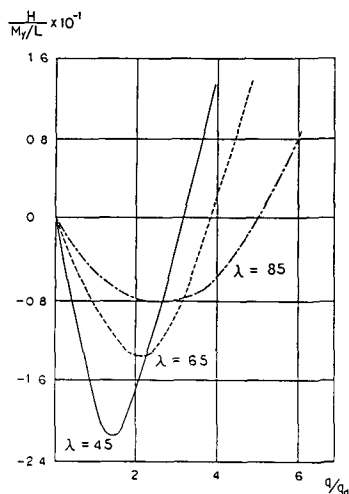
表 1 は、細長比が上ると強度が上るといふ、一見矛盾した結果を示している。

しかしこれは図 5 の変形図 (δ) と見ると了解される。主桁の剛度は一定であり、それと常に弾性変位とすることが
しているため、細長比の小さな柱では、その柱が崩壊に至らざるためには、大きな荷重が必要であり、そのた
め主桁のたわみが非常に大きくなる。case 1 の中央径間下段 Y-ゲル及び case 2 の右塔下段 Y-ゲルは、このた
わみによって生ずる大きな張力を塔に伝え、その値差 α とたわみを増加させ、それによりモーメントも増加し
下段 Y-ゲル取り付け点の塑性ヒンジ化を促す結果となる。表 1 を見ると case 1 と case 2 で q/q_0 はよく一致して
いる。これは case 2 の崩壊が下段 Y-ゲルより伝えらる張力で左塔よりも先に右塔が崩壊するからである。表
1 の側径間載荷の場合 α の q/q_0 は他のケースに比べ著しく大きな値となっているが、これも側径間のたわみは、
中央径間のそれよりも小さいことから了解される。

6. まとめ

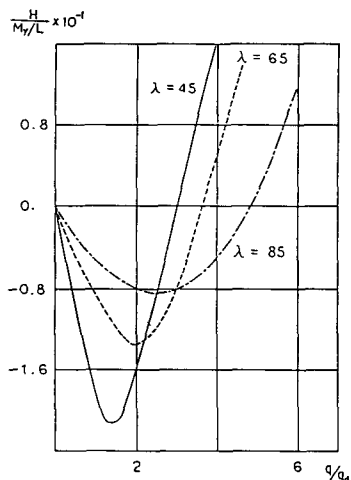
主塔の強度と設計面からまとめると、次のようになる。

- (1) 1 段 Y-ゲル斜張橋の主塔は、従来の設計法を踏襲し、有効屈長は $0.7L$ 以上にとる。
- (2) 2 段 Y-ゲル斜張橋の主塔は、その強度が主桁の剛度に非常に影響される。また主塔強度を検討するとき
の荷重ケースは中央径間載荷または中央・側径間載荷が適当である。



2段Y-ゲルモデル
中央径間載荷・下段

図 4



2段Y-ゲルモデル
中央・側径間載荷・右塔下段

図 6

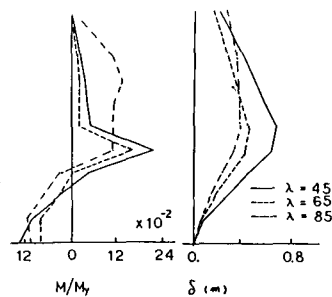


図 5