

(I - 7) 長大斜張橋主桁の塔位置支持形態と耐力に関する一検討

長岡技術科学大学 学生員 渡辺 幸治

長岡技術科学大学 正 員 長井 正嗣

1. まえがき

斜張橋の長大化に伴い、主桁の座屈耐力の合理的な評価が重要になることを指摘してきた¹⁾。これまで、この評価をどのように行うかが設計者を悩ます問題であるにも関わらず十分に検討されなかった理由として、従来の支間の範囲（500～600m）では、桁の軸力が比較的小さいこと、また桁高も製作や維持管理の観点から比較的大きく選ばれ、したがって曲げ剛性も大きかったことが考えられる。

文献 1) では、桁の耐力評価に軸力と曲げの相関強度式を利用することとし、桁に軸力のみが作用する場合の耐力評価に、部材毎に E_f 値を変化させる修正 E_f 法²⁾を用いている。この手法の妥当性は弾塑性有限変位解析により詳細に検討する必要があるが、ある長大橋での解析結果³⁾とは比較的に一致を示すことが確認されている。

さて、以上の検討¹⁾では、ケーブルが桁の全長に渡って配置された構造形態を対象としていた。一般に、下段ケーブルは活荷重に対する効果が小さいこと等から、桁軸力が最大となる塔位置近傍でケーブルで支持されない区間が長く設計されるケースが多くみられる。この場合、ケーブルで支持されない区間でもって桁耐力が支配される可能性がある。そこで、本文では、この区間長をパラメータとし、修正 E_f 法を用いた検討を行い、この区間長の設定について考察をすることとする。

2. 計算方法

計算は立体骨組モデルを用い、塔の E_f も考慮する。立体モデルを用いるのは、最初に桁の横（橋軸直角）方向の座屈が生じないことを照査するためである。また、橋軸方向の支持条件としては、弾性拘束バネを桁の両端部に配置している。バネの強さは、橋全体が橋軸方向に座屈するモードが生じないように決定している。

3. 計算モデル

図-1に計算モデルの側面形状と桁の断面2次モーメント(桁高)を示す¹⁾。本計算では4車線を想定し死荷重20tf/m、活荷重3.8tf/mを仮定し、材質はSM490Yとする。また、支間を一定として桁高(断面2次モーメント)を変化させて検討するが、死荷重の大きさは、桁高の変動の影響をあまり受けないことから一定と仮定する。

塔位置のケーブル配置については、最下段ケーブルを取り除いたケース（ケーブルで吊られない区間が40mで、この区間長と中央径間長の比は2/30）と下2段ケーブルを取り除いたケース（ケーブルで吊られない区間が60mで、この区間長と中央径間長の比は1/10）を対象とし、計算を行う。このとき、それぞれの最下段ケーブルの断面積は、桁全長にわたり死荷重時曲げモーメントが小さくなるよう決定する。ただし、桁の断面2次モーメントは一定のままとしている。

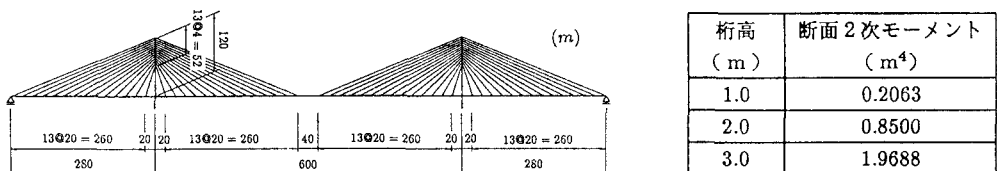


図-1 計算モデルの側面形状と桁の断面2次モーメント

4. 計算結果と考察

図-2 にそれぞれのケースの座屈モード形と固有値 (λ) を示す。 λ は死荷重による桁軸力に対する荷重倍率である。図より、ケーブルで吊られない区間長が 40, 60m の場合、桁高に関係なく最下段ケーブルと塔位置の中間で最大値をもつ $\sin$ の半波の座屈モード形が得られている。固有値 (λ) も区間長が長くなるにつれて小さくなっている。区間長が 40, 60m の場合の有効座屈長を計算 (塔位置の桁座屈軸力から計算) すると、桁高に応じてそれぞれ 36~38m, 51~54m と区間長に近い値が得られている。

表-1 に軸力による発生応力度 (死荷重と活荷重による) と許容圧縮応力度の比を示す。なお、この比は支間方向に一定の値となる¹⁾。これより、桁高が低いケースでは、塔位置のケーブルで支持されない区間長を長くすると発生応力度が許容応力度を上回ることになる。本計算で用いた 600m 支間の斜張橋では、桁高が 3m 以上であれば区間長 60m も問題はないと考えられる。しかし、以上の傾向からは、さらに支間長が長い場合には計画上注意を要することがわかる。

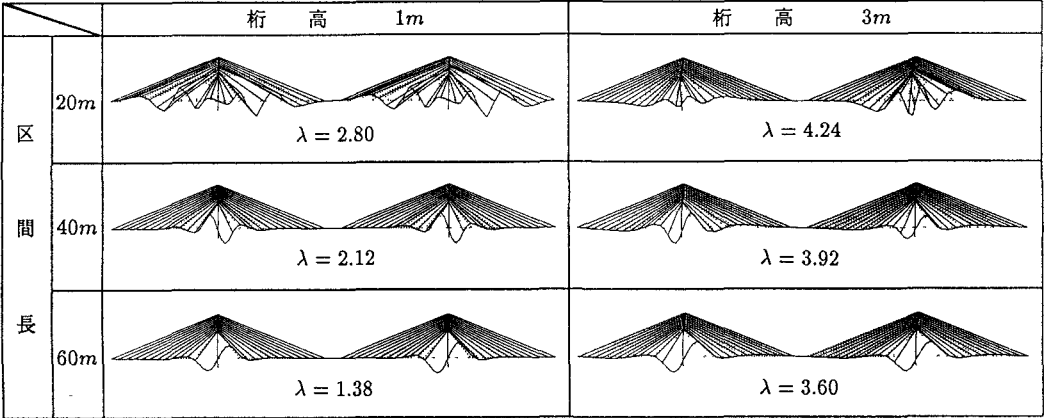


図-2 桁の座屈モード形と固有値 (λ)

表-1 $\sigma_{c,D+P}$ と σ_{ca} の比

桁高 区間長	1m	2m	3m
20m	0.723	0.594	0.473
40m	0.959	0.626	0.515
60m	1.487	0.735	0.556

4. まとめ

桁の塔位置のケーブル吊り間隔に着目し、修正 E_f 法を用いて座屈耐力の検討を行った。ケーブルで吊られない区間長を長くするとその間で座屈するモード形がえられた。本文の検討からは、中央径間長の 2/30 でこの現象がみられ、桁高が低い場合は許容応力度がかなり低下するため注意する必要がある。本文の考察は、さらに弾塑性有限変位解析等で検討する必要があるが、表-1 は構造形態を決定していく基本計画時に利用できる。

参考文献

1). 長井, 浅野: 斜張橋主桁耐力評価に着目した E_f 法の適用と設計法に関する一考察, 土木学会年次学術講演会概要集,(1993) 2). 野上: 鋼ラーメン柱の実用的座屈設計法に関する一提案, 土木学会論文集,(1993)
3). 本四公団: 多々羅大橋の橋梁計画検討委員会報告書,(1991)