

I-95 長大斜張橋主桁の塔位置ケーブル支持形態と耐力に関する検討

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

斜張橋は長大化の傾向にあるが、支間 800m 以上の斜張橋（4 車線）の設計や開発に当たり、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。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とは比較的良好一致を示すことが確認されている。

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。また、塔位置主桁の曲げモーメントを低減する対策としてケーブルによる鉛直弾性拘束が考えられるが、この弾性拘束と剛拘束（支点）の差が耐力に与える影響が明らかでない。そこで、本文では、以上の区間長や弾性拘束度をパラメータとし、修正 E_f 法を用いて検討を行った結果を報告する。

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 に計算基本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。

鉛直支点のある場合、最下段ケーブルを取り除いたモデルと下 2 段ケーブルを取り除いたモデルについて計算を行う。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。次に鉛直支点を取り除きケーブル弾性支持モデルの計算を行う。ケーブル長を 17m とし、ケーブル断面積（ A_c ）は桁の完成時曲げモーメントが連続桁の曲げモーメントと類似になるよう決定する。また、断面積を 4 倍にしたモデルを考える。さらにケーブルを用いないモデルについて計算を行う。この場合も桁の断面 2 次モーメントは一定のままである。

4. 計算結果と考察

図-2 に区間長を変化させたモデルの座屈モード形と固有値（ λ ）、有効座屈長（ l_e ）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。また、 l_e は塔位置の桁の軸力より算出している。図より、ケーブルで

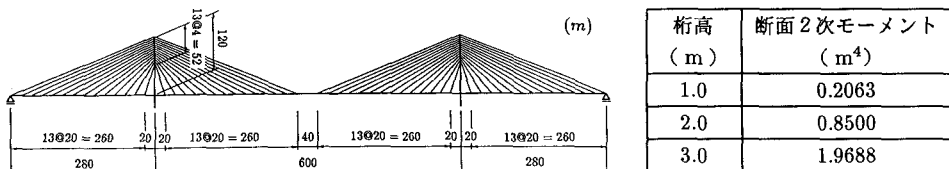


図-1 計算モデルの側面形状と桁の断面 2 次モーメント

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。また、有効座屈長は桁高に応じてそれぞれ36~38m, 51~54mと区間長に近い値となっている。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。

図-3にケーブル断面積を変化させたモデルの結果を示す。弾性拘束度の変化による λ の変動は小さく、鉛直支点の場合と差が生じない。また、ケーブルのないモデルでは下2段ケーブル間で最大値を持つモード形が得られている。表-2の結果は表-1の区間長20m（鉛直支点あり）のモデルと近いものとなっている。

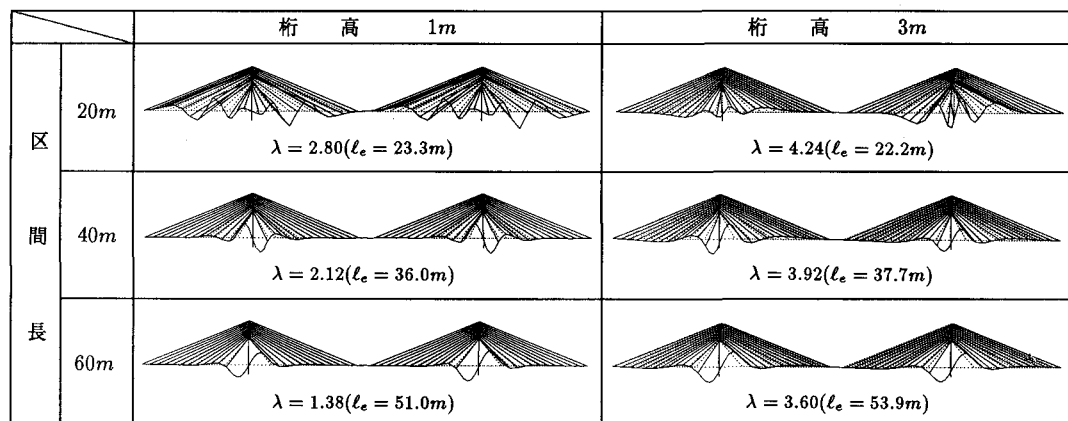


図-2 桁の座屈モード形と固有値，有効座屈長（塔位置支点あり）

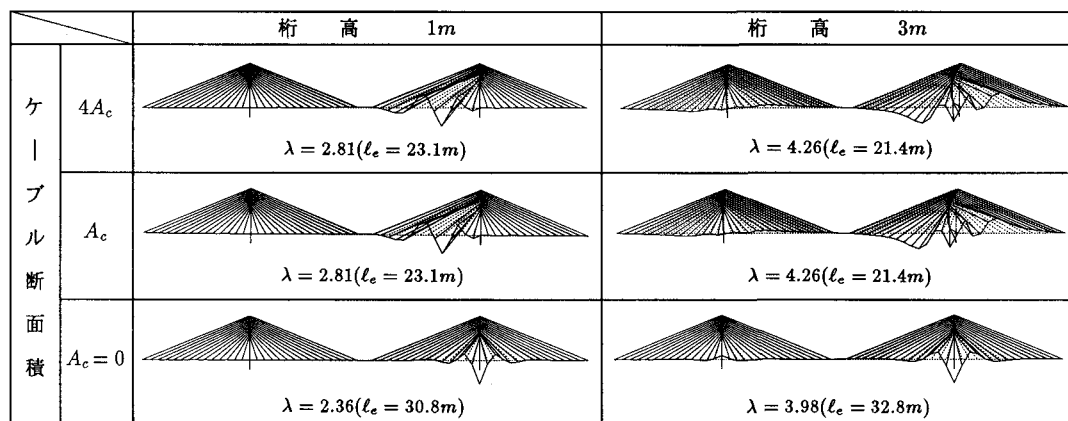


図-3 桁の座屈モード形と固有値，有効座屈長（塔位置支点なし）

表-1 $\sigma_{c,D+P} / \sigma_{ca}$ （塔位置支点あり）

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

表-2 $\sigma_{c,D+P} / \sigma_{ca}$ （塔位置支点なし）

桁高 ケーブル断面積	1m	2m	3m
$4A_c$	0.721	0.546	0.472
A_c	0.721	0.546	0.472
$A_c = 0$	0.847	0.598	0.501

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: ラーメン柱の有効座屈長算出法に関する一考察, 土木学会構造工学論文集 (1993)