

I - A280

斜張橋の主桁全体座屈安定を確保できる最小桁高さについて

(株)総合技術コンサルタント 正員 新井田勇二

長岡技術科学大学 正員 長井 正嗣

開発コンサルタント(株) 正員 謝 旭

埼玉大学 正員 山口 宏樹

東京都立大学 正員 野上 邦栄

1. まえがき

斜張橋は支間の長大化に伴い、桁及び塔に生じる圧縮軸力が増加するため、座屈安定性に対する入念な照査が欠かせない。これまで単一圧縮部材の座屈安定性を照査するための設計法は提案されているものの、長大斜張橋の主桁耐力評価のための具体的設計法は確立されていないのが現状である。本文では、スパン 600m の斜張橋を対象に、弾塑性有限変位解析を用い、桁高さ、塔位置のケーブル吊間隔、中央径間と側径間のスパン比が終局挙動や強度に与える影響を明らかにするとともに、全体座屈安定を確保できる最小桁高さ選定に関する設計資料を提供する。

2. 桁高さと耐力の関係

今回計算対象とした3径間の2面吊連続斜張橋モデルを図-1に示す。Type-1, Type-2, Type-3の、中央径間長(L_c)と側径間長(L_s)はそれぞれ600, 280mで、塔位置の桁のケーブル間隔を20m, 40m, 60mと変化させたモデルである。Type-4, Type-5の中央径間長と側径間長はそれぞれ600, 240mで、 $L_s:L_c=1:2.5$ のモデルである。塔の桁上高さは、いずれも120mで、スパンの1/5とする。桁幅は4車線を想定して20mと仮定し、Type-1では桁高さ(H)を0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 3.0m, Type-2, 3では桁高さを1.0, 2.0, 3.0m, Type-4, 5では桁高さを1.0, 2.0mと変化させて桁高さと耐力の関係を検討する(図1(f)参照)。なお、材質はいずれもSM490Y材である。桁高さ0.6~1.0mのケースは製作性や将来のメンテナンスを考慮すると現実的なものではないものの、曲げ剛性の小さいモデルが桁の座屈安定性に及ぼす影響をみるために検討の対象としている。

Type-4では完成時に桁を軸力部材とする対策として、できるだけケーブルを対称配置し、対称に配置できないケーブルを桁端に集約する。この場合、桁端部で大きな上向きの力(ケーブル張力の鉛直成分)が生じるため、中間橋脚を設けて対応する。Type-5では、ケーブルを非対称配置とするもので、この場合、側径間内に中間橋脚を設けて曲げモーメントを小さくする対応が考えられるが、ここでは側径間内にカウンターウェイトを設けて死荷重とケーブル張力の鉛直成分をバランスさせた。

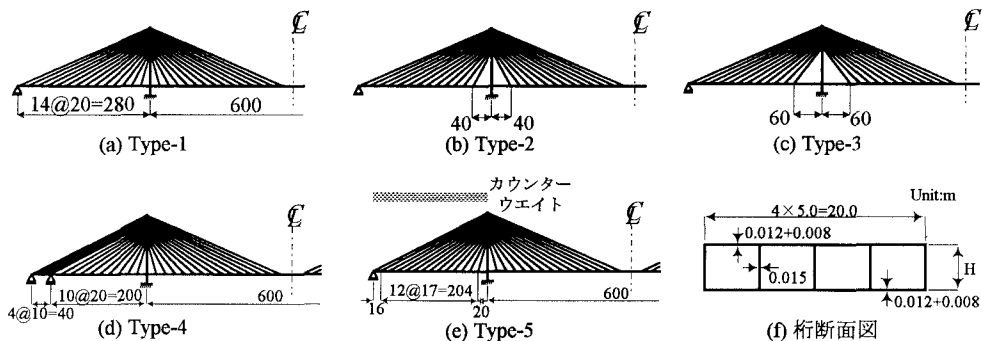


図-1 斜張橋モデル

斜張橋、終局強度、弾塑性、有限変位、安定照査

〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1 TEL:0258-47-9602 FAX:0258-47-9600

本文での荷重載荷方法は、まず死荷重状態を作成し、死荷重に比例する等分布満載荷重を載荷する。したがって、荷重倍率 $\alpha=0$ は死荷重が作用した状態に対応する。 α に1を加えた荷重倍率、すなわち死荷重分を考慮した荷重倍率を $\beta(=\alpha+1)$ と定義する。なお、死荷重はいずれも196kN/mと仮定している。

3. 解析結果と考察

図-2 に Type-1 の荷重倍率(α)と桁端部の橋軸方向変位の関係を示す。これより、いずれのケースも荷重載荷に伴い変位がほぼ直線的に増加し、桁高さに応じた荷重倍率で変位の急増が見られる。桁高さ 0.6m(スパン/桁高=1000)とかなり低い桁高さを含め、いずれの桁高さでも幾何学的非線形の影響は小さいことがわかる。また、荷重と桁の鉛直変位曲線の勾配にいずれも大きな差異は見られないことから、桁高さが橋の鉛直面内剛性に与える影響は小さい。図-3 に Type-1 の初期降伏時および終局時の荷重倍率(β)を示す。図中、 N_y/N_{max} は塔位置桁の降伏軸力と死荷重時軸力の比である。初期降伏時(塔位置の桁断面)の荷重倍率は、いずれの桁高さでも大きな変化が見られないことがわかる。また、いずれのケースも高い終局強度が得られている。なお、桁高さ 0.6m では桁に初期降伏が生じるとほぼ同時に終局状態となっており、弾性座屈が生じる。

図-4 に Type-2, 3 の桁高さ 1.0m の場合の終局状態の変位増分モードを示すが、塔位置のケーブル間隔を広くした区間で変位が急増している。また図-5 に Type-2, 3 の初期降伏時及び終局時の荷重倍率(β)を示す。これより、ケーブル間隔を広くするにつれて初期降伏及び終局時の荷重倍率 β が低下することがわかる。桁高さ 1.0m でケーブル間隔が 60m の場合は荷重倍率 β が 1.4 程度とかなり小さくなっている。一方、桁高さが 2.0, 3.0m であれば、60m 間隔の場合でも荷重倍率 β は 2.4 程度となっている。

Type-4, 5 では、Type-1 とほぼ同様の終局挙動及び強度を得られる。

4. 結果と考察

1)スパン 600 クラスの斜張橋、あるいはそれ以下のスパンにおいて、桁高さとして 2.0m 以上確保すれば、梁・柱部材としての全体照査を省略し、補剛板の局部座屈のみの照査で座屈安定性は確保できるものと考ええる。2)塔位置桁のケーブル間隔を広く設計する場合は、ケーブルで吊られていない区間での梁・柱部材としての安定照査が必要である。3)Ls と Lc の比による影響は、完成状態で桁の曲げモーメントを発生させない設計方針ならびに今回の荷重載荷方法を前提とすれば生

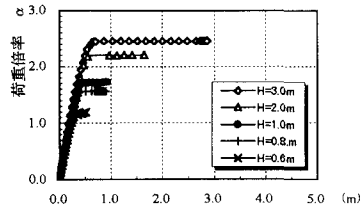


図-2 桁端部の橋軸方向変位

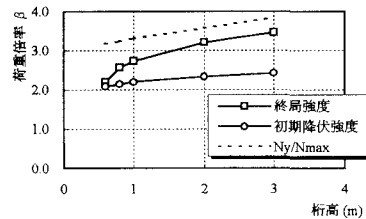


図-3 初期降伏時及び終局時の荷重倍率(Type-1)

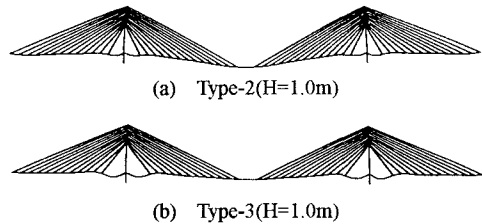


図-4 終局状態の変位増分モード

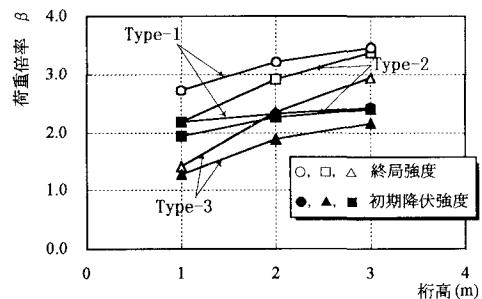


図-5 初期降伏時及び終局時の荷重倍率(Type-2,3)

じない。

【参考文献】：1) 長井正嗣，謝旭，山口宏樹，野上邦栄：マルチケーブル斜張橋主桁の桁高さが耐荷力に及ぼす影響，構造工学論文集，Vol.45A, 1999.3