

I-A 304 基準耐荷力曲線の違いが斜張橋全体系の耐荷力へ及ぼす影響

(株) 奥村組 正会員 植木 芳実
 芝浦工業大学大学院 学生員 木下 博道
 芝浦工業大学 正会員 山本 一之
 東京都立大学 正会員 野上 邦栄
 長岡技術科学大学 正会員 長井 正嗣

1) はじめに 近年、斜張橋は長大化の傾向にあり、国内外でスパン900mクラスの斜張橋が相次いで建設されている。このような長大斜張橋の終局状態は塔の座屈に先行して桁の座屈が生じる可能性があることが多数の解析と実験より確認されている。そこで著者らは強圧縮部材である斜張橋主桁の耐荷力算出法として E_f 法の適用を提案してきた。しかし、 E_f 法に用いる基準耐荷力曲線は道路橋示方書で示される耐荷力曲線（以後、JSHBと呼ぶ）を準用しているが、近年の長大斜張橋は一般的に製作精度、架設精度の向上により、JSHBより高めの耐力評価が可能とされている。そこで本研究では、斜張橋の耐荷力算出法として注目されている E_f 法について、さらなる計算精度の向上と経済性を目指し、複数の基準耐荷力曲線を塔と主桁を分けて適用し、耐荷力の算出法を検討した。

2) 解析モデルと解析方法 解析モデルは図1に示すスパン600mの斜張橋で、高さ140mのA型主塔を持つ。いずれもSM490Yを使用し、荷重は死荷重のみを考慮した。主桁は、図1に示す4室マルチセル断面を採用し、桁高 $h=1.0\text{m}\sim 5.0\text{m}$ 、 0.5m ピッチで変化させることによって塔に対する桁の剛性比を変化させた。さて、上述の通り本研究では、JSHBの他に図2に示すJSHBよりも高めに耐力を評価する座屈設計ガイドラインの分類1曲線(以下 GSD-group1)、JSHBよりも低めに耐力を評価する ECCS の d 曲線(以下 ECCS-d)の3曲線をそれぞれ塔、桁に分けて適用し、解析を行った。（表1）

表1 解析ケース

解析ケース	主桁に用いた耐荷力曲線	塔に用いた耐荷力曲線
①	JSHB	GSD-group1
②	JSHB	JSHB
③	JSHB	ECCS-d

3) 解析結果と考察 図3に桁高の変化が塔基部位置の桁部材の限界軸圧縮応力に及ぼす影響を図4に、桁高の変化が塔の基部部材の限界軸圧縮応力に及ぼす影響を示す。それぞれの縦軸は限界軸圧縮応力 σ_{cr} を鋼材の降伏応力で除した値、横軸は桁の断面2次モーメント I_G を塔の断面2次モーメント I_T で除して表した剛性比である。

図3から $I_G/I_T=0.03\sim 0.12$ （桁高1.0m~2.0m）では、①②③に殆ど違いが見られないが、 $I_G/I_T=0.37$ （桁高3.5m）付近から耐荷力曲線の影響が見られ、塔部材に用いた耐荷力曲線の違いによる影響がそのまま現れている。また桁高が3.5mより大きくなると、 $I_G/I_T\geq 0.27$ （桁高 $\geq 3.0\text{m}$ ）付近で限界軸圧縮応力 σ_{cr}/σ_y が1.0になり、そこをピークとして以後、 I_G/I_T の増加に従って主桁の限界軸圧縮応力は低下し続ける。

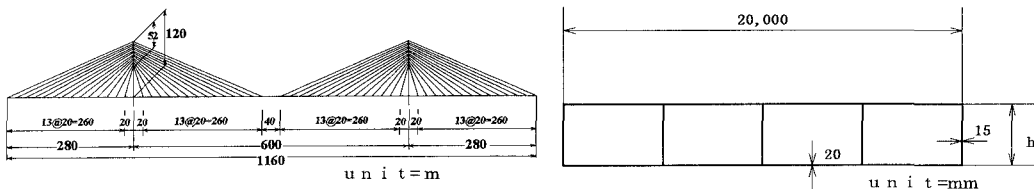


図1 解析モデルの全景と断面図

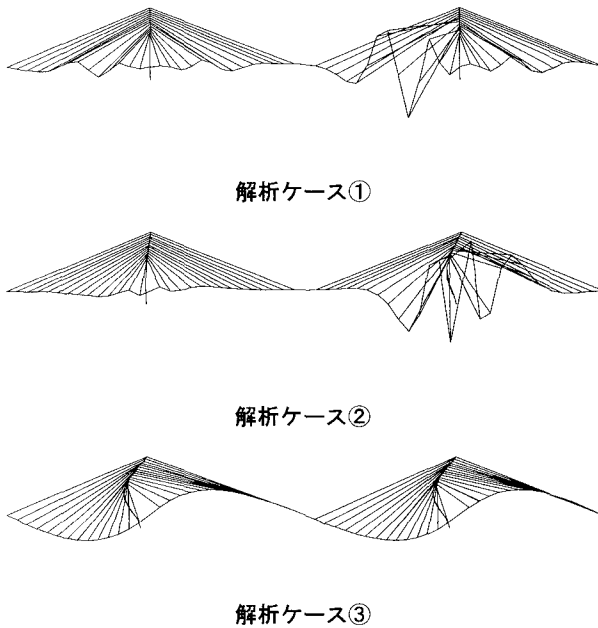


図 5 桁高 3m の最小座屈モード

また、図 4 の結果は、塔の柱基部における結果を示している。各耐荷力曲線に対して $I_G/I_T < 0.37$ （桁高 3.5m）までは I_G/I_T の増加と共に限界軸圧縮応力が増大している。しかし、 $I_G/I_T \geq 0.37$ の領域では限界軸圧縮力の増大が見られず一定になる。また図 3 と同様に、 $I_G/I_T = 0.37$ 付近から耐荷力曲線の影響が見られる。これより、桁高が大きくなるに従って、塔に用いた耐荷力曲線に桁の耐力が支配されることがわかる。

図 4 は桁高 3.0m における、それぞれの耐荷力曲線を用いて算出した $I_G/I_T = 0.37$ の最小座屈モードである。これによるいずれのケースも主桁上に最大のモードが見られる。しかし、塔部材に用いた耐荷力曲線が低くなるに従い塔の座屈も見られる。これは塔の桁に対する相対的な剛性の低下のため、塔の座屈が同時に起きているためである。

4) まとめ 以上の検討から、次のことがわかった。

- ①本解析に用いたスパン 600m の斜張橋は、 $I_G/I_T = 0.03 \sim 0.27$ （桁高 1.0m~3.5m）において限界軸圧縮応力が桁の断面に大きく依存することから、桁の座屈設計の必要性があると考えられる。また桁高 3.0m~3.5m では、塔基部位置での桁の限界軸圧縮応力が最大値を示している。
- ② $I_G/I_T = 0.03 \sim 0.12$ （桁高 1.0m~2.0m）では限界軸圧縮応力に解析ケースの違いがみられないことから、塔の耐力を高く評価する耐荷力曲線を用いれば、より経済的になる。
- ③耐荷力曲線の選定によって、実橋レベルで用いられる桁高 3.0m の最小座屈モードに変化が見られることから、設計の観点からも耐荷力曲線の選定に注意しなければならない。

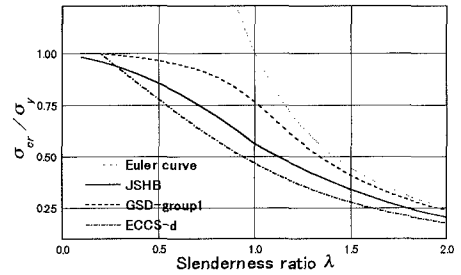


図 2 Euler 曲線と各耐荷力曲線

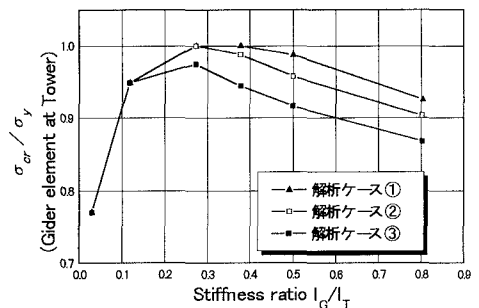


図 3 主桁の限界軸圧縮応力への影響

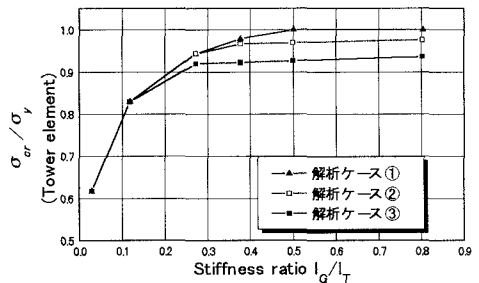


図 4 塔の限界軸圧縮応力への影響