

三井造船（株） 正 員 ○ 浅野 浩一
 長岡技術科学大学 正 員 長井 正嗣
 J R 四国（株） 正 員 新居 準也

1. まえがき

文献1)で、斜張橋の主桁耐力評価に関し、固有値解析に基づく E_f 法の適用について検討を行なった。本文では、固有値解析による結果と同程度の精度で許容圧縮応力度を求めることに着目して、以下に説明する手法（簡易 E_f 法と呼ぶ）で検討を行なった結果を報告するとともに、適用性に関する考察を行なう。

2. 簡易 E_f 法

文献1)と同様、主桁は全長等断面、等材質と仮定する。また、局部座屈は生じないものとする。

図-1に示す塔位置と $L_c/4$ 点に着目した検討を行なう。桁内の特定点のみに着目するのは、文献1)の修正 E_f 法により、 σ_c/σ_{ca} の値が、支間内の位置に関係なく一定になることから、桁内の一箇所で σ_{ca} が精度良く求まればよいためである。以下、手順を説明する。

- ① 着目位置でのケーブルのパネ定数 ($k: tf/m^2$) を計算する。
- ② 着目位置のパネ定数（一定と仮定）を用いて、かつ無限弾性床上の圧縮柱（軸力一定）として弾性座屈荷重を、次式より計算する。

$$N_{E,CR} = 2\sqrt{EI_G k} \quad (EI_G: \text{桁の曲げ剛性}) \quad (1)$$

- ③ 式(1)より、よく知られた式を用いて弾性有効座屈長が計算でき、道示より許容圧縮応力度が計算できる。

- ④ 次に通常の E_f 法の手順を用いて有効座屈長を計算する。このとき、収束までの座屈荷重の繰返し計算には式(1)を用いる。つまり、骨組モデルの固有値解析に代わって式(1)の E を変化させた計算を行なう。求まった有効座屈長から許容圧縮応力度を計算する。

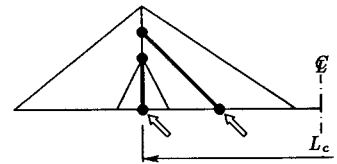


図-1 着目位置

3. 数値計算モデル

比較のための計算モデルは次の通りである。中央径間が 300,500,700,900m の 3 径間連続斜張橋を対象とする。桁断面は 4 車線を想定して幅 20m の 4 室矩形箱断面とし、桁高さを 1.0,1.5,2.0,2.5,3.0m と変化させ、900m モデルでは 5.0m を追加する。図-2 に仮定した板厚（縦リブ換算の板厚を示しているが、鋼床版、下フランジとともに最小板厚を想定している）とともに面内の断面 2 次モーメントを示す。材質としては、これまでの実績を考へて、300,500m のモデルでは SM400 材を検討対象とし、500,700,900m モデルでは SM490 材を用いて検討することとした。死荷重は、桁高さを変化させても鋼重量が大きく変化しないことから、20tf/m で断面に関係なく一定とし、活荷重は 4 車線相当の 3.8tf/m とした。ケーブルは以上の重量を考慮して概略設計したものをを用いている。

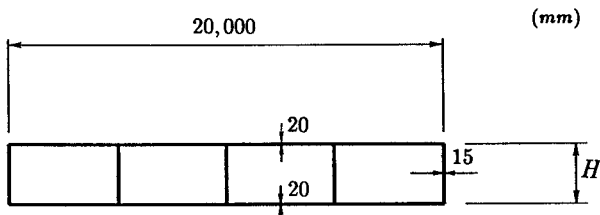


図-2 箱断面形と断面 2 次モーメント

桁高 (H : m)	断面 2 次モーメント (I : m ⁴)
1.0	0.2063
1.5	0.4781
2.0	0.8500
2.5	1.3477
3.0	1.9688
5.0	5.7813

骨組モデルの固有値解析では、塔は弾性のままとし、桁の E のみを変化させて収束計算を行なった。

4. 結果と考察

図-3 に塔位置に着目した結果を示す。図中の縦軸は発生応力度と許容圧縮応力度の比 (σ_c/σ_{ca})、横軸は箱断面の桁高さである。また、図中の白ヌキ (○、◇、□、△印) が骨組モデルの固有値解析結果、黒ヌリ (●、◆、■、▲印) が簡易 E_f 法の結果である。図より、いずれのケースも両者は極めて良い一致を示していることがわかる。

塔位置での σ_{ca} の計算に弾性の有効座屈長を用いた場合、今回用いたパラメータの範囲で、約 10~20% 安全側 (σ_c/σ_{ca} 値を大きく評価) の結果が得られた。

図-4 に $L_c/4$ 点に着目した結果を示す。全体に簡易 E_f 法が危険側の評価をしていることがわかる。しかし、10~20% の危険側の評価は、 σ_c/σ_{ca} の値が 0.6~0.7 以下の範囲である。 σ_c/σ_{ca} の値が 0.8 以上となると、10% 以下の精度で評価できると考えられる。

図-5 は、同じく $L_c/4$ 点で、弾性の有効座屈長を用いた結果である。SM490Y 材では σ_c/σ_{ca} 値が 0.8 以上になると 10% 以上安全側となってくる。また、SM400 材では、同様の傾向がみられるが、誤差の程度は SM490Y 材より小さいものとなっている。

以上より、塔位置に着目した簡易 E_f 法は固有値解析結果と極めて良い一致を示すことがわかった。

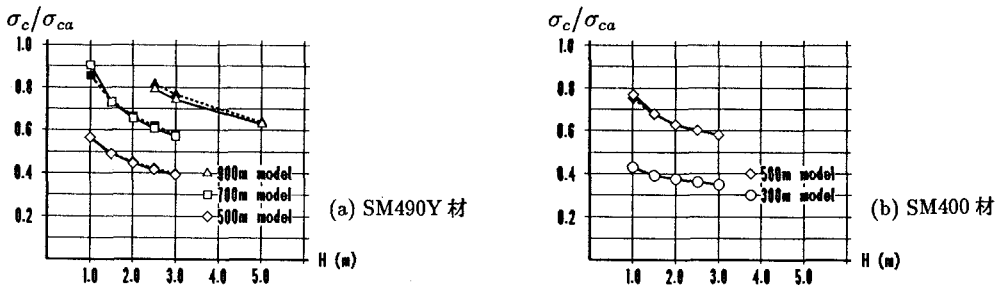


図-3 塔位置

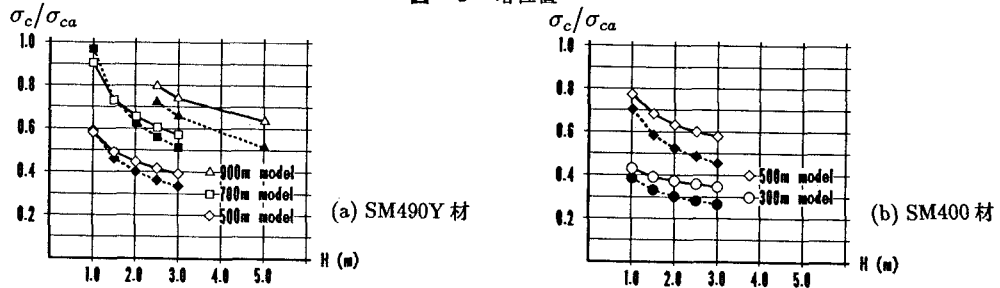


図-4 $L_c/4$ 点 (E_f 法)

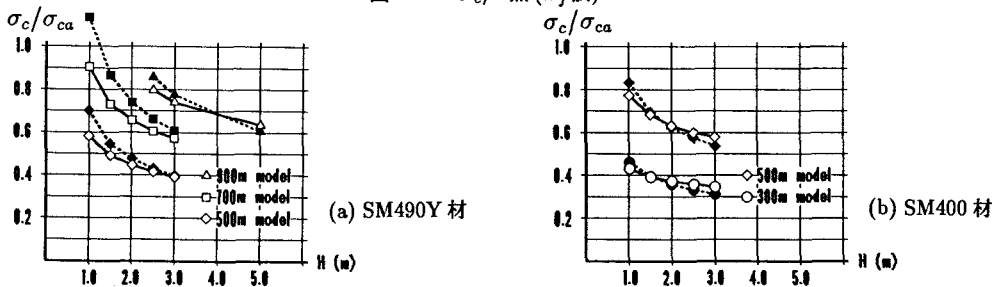


図-5 $L_c/4$ 点 (弾性有効座屈長)

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、土木学会全国大会年次講演概要集、1993