

# I-135 吊橋塔頂補強構造の設計計算に関する検討

本州四国連絡橋公团 正会員 橋波義幸  
 本州四国連絡橋公团 正会員 奥川淳志  
 C・R・C (株) 正会員○前田武夫

## [I] まえがき

吊橋塔頂部は補強リブと塔壁によって格子構造を成し、複雑な応力性状を示す。立体F.E.M解析を行なえば、例えば図-1の平戸大橋の応力測定結果との比較の如く<sup>(1)</sup>、可成り正確に応力評価ができるが、大局的に応力性状を把握すれば目的を達する場合に迄も立体F.E.M解析を行なう事は、必ずしも当を得た手法とは言えない。本文は、実用的な設計計算法を確立する事を目的としたものであり、その大要は、図-2に示す如く、

- ① 塔頂補強部を、変位性状の等価な格子系に置換し、補強リブ接合点(格点)の格点力を求める。
- ② 得られた格点力とサドル反力を着目するリブに載荷して、二次元F.E.M解析を行なう。

の、二段階に別けて応力解析を行なうものである。

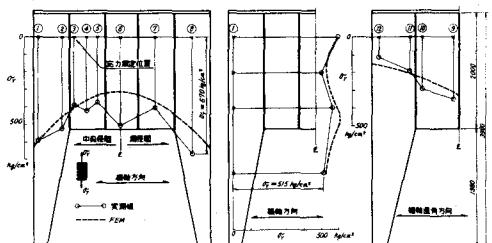


図-1 平戸大橋実橋応力測定結果と立体F.E.M解析の比較

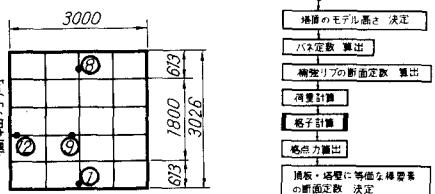
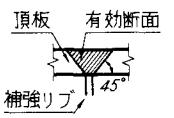


図-2 計算手順のフローチャート

## II 解析モデルの設定

- ① <塔柱のモデル高さ>：塔型の応力が均一化する位置迄を解析モデルに含める。数例の立体F.E.M解析の結果、よが平戸大橋の実橋応力測定結果から判断して、モデル高さとして塔柱断面最大寸法(長辺長)を採る。
- ② <格子系の支持条件>：塔壁を鉛直方向剛性の等価な構部材に置換し、格子を節点バネで支承する。(図-7)
- ③ <頂板の有効断面>：サドルベースプレートと補強リブの間の支圧応力の分布域が補強リブのフランジとして有効に働くものとする。(図-3)
- ④ <荷重>：サドル反力の補強リブへの分配性状は、主としてリブの配置と、リブ相互および塔壁との相対剛度によって決定される。因島大橋・平戸大橋について、サドルを含めた立体F.E.M解析を行なった結果、いずれもサドル反力は橋軸方向に馬の背状の分布をしているが、補強リブの設計において、サドル反力を馬の背状に仮定すると、荷重計算が著しく煩雑になる。



設計業務を簡便にするため、図-5の荷重状態によって設計を行なうものとする。

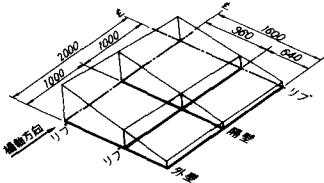


図-4 因島大橋の反力分布

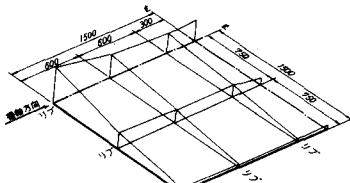


図-5 平戸大橋の反力分布

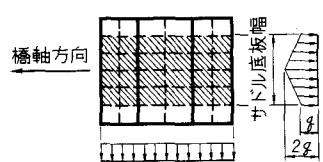


図-6 設計に用いる反力分布

⑤〈変形性状の等価な骨組系〉：塔壁の鉛直方向剛性から走るバネによって弾性支持された格子とし、せん断変形を考慮して解析する。

塔壁を等価な梁に換算する事は困難であるが、試算の結果、補強りづの変形性状と塔壁の換算梁剛度との相関関係は薄いので、塔壁が梁として働く有効高さは、簡単の為、塔柱断面の外壁間距離（図-7における $B_1$ および $B_2$ ）とする。

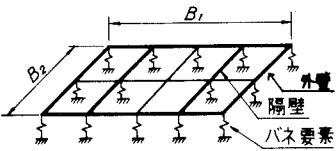


図-7 変位性状の等価な骨組系

⑥〈二次元FEMモデル〉：着目するリブを個別に取り出して解析する。その際、リブのフランジとして働く頂板の有効断面、および塔壁ヒリブの接合部における塔壁の協同域は、これを剛度の等価な棒要素に置換してリブに付加し、平面問題として計算を行なう。

⑦〈二次元FEM解析における荷重〉：格子計算によって求められたリブ接合点の格点力、およびサドル反力を荷重とする。数例の立体FEM解析の結果、リブ接合点のせん断応力分布形状は、隔壁との交点とリブ相互の交点では全く異り、各々特徴の有る性状を示している。

格点力の載荷法、および載荷位置の隔壁のモデル化に就いて、各種比較計算を行なった結果から、次のように決定した。

- 隔壁との交点においては、格点力を補強リブの下端に集中荷重として載荷する。
- 補強リブ相互の交点においては、梁高方向に一様分布とする。

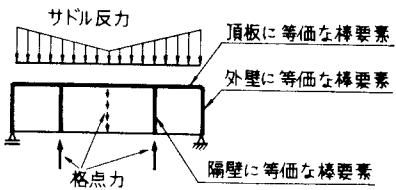


図-8 二次元FEMモデル

### III 数値計算例

因島大橋を例に、立体FEM解析との比較を行なう。

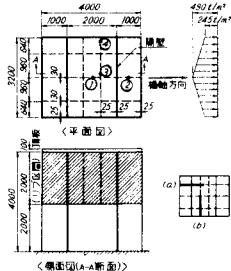


図-9 計算モデルの幾何形状

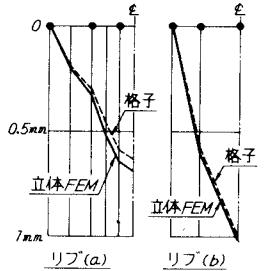


図-10 格子計算とFEMの変位の比較

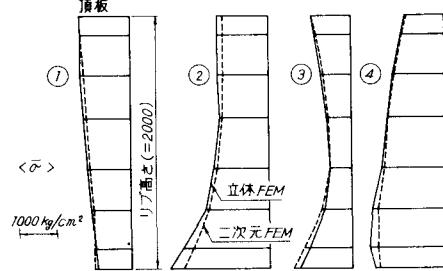


図-11 von Mises相当応力の比較

### IV まとめ

本計算法では、解析の各段階において大胆なモデル化を行なっているが、得られた変位・応力とともに、立体FEM解析の結果と可成り良く一致している。従って最適断面決定のサブシステムとして十分実用に供し得る。

しかし、本計算法は、あくまでも設計作業の簡便化を主目的としているので、最終設計成果に対する照査・検定は、立体FEM解析による事が望ましい。

### IV あとがき

本計算法を提案するにあたり、御指導を賜った「土木学会鋼上部構造研究小委員会構造分科会」の委員各位に深甚なる謝意を表します。

### 参考文献

- 「平戸大橋塔頂部応力測定報告書」、本州四国連絡橋公团。（昭和51年12月）