

I-414

主桁と完全に分離独立した1本主塔を有する斜張橋・さぬき府中湖橋の耐荷力

日本道路公団 正会員 小島治雄
京都大学大学院 学生会員〇十川 崇

日本道路公団 井手俊也
川崎重工 正会員 古川満男
三井造船 正会員 江藤徹郎

1. まえがき さぬき府中湖橋は、本年4月に開通した高松自動車道が、坂出市南東10kmの府中湖上を通過する地点に位置する斜張橋である。本橋は、橋長 196.7m(支間長 130m+65m)、幅員21.5m(中央分離帯 3m含む)の中規模の2径間連続鋼床版斜張橋であるが、特徴として、主塔が主桁を貫通して構造的に完全に主桁と分離していることが挙げられる。主塔高は53mであり、断面は塔頂において1900mm×2500mm、塔基部において2800mm×3000mmとスレンダーである。また主径間で主桁が曲線桁となっているため、主塔に作用するケーブル張力の面外方向成分が、常に主塔に対する面外曲げモーメントとして作用することになり、通常の主塔に比べて圧縮部材として不利な条件下にある。主塔の設計に当たっては、有効座屈長を設定し、軸方向圧縮力と曲げモーメントを受ける部材として断面を決定する慣用計算法を用いたが、上記の理由から照査のために耐荷力解析を行ったので、その結果を報告する。

2. 解析要領 耐荷力解析は、初期不整を考慮した弾塑性有限変形理論に基づく解析プログラム:EPASS¹⁾を用いて行った。解析モデルは図-1に示す3次元モデルとし、厳密化を図るため橋脚もモデルとして考慮した。主塔は着目部材であるので弾塑性箱断面要素とし、断面変化、縦リブ、初期たわみ、残留応力を考慮した。主桁は弾性梁要素、ケーブルは非抗圧を考慮できるロード要素とした。

荷重の載荷は、AASHTO²⁾で示されている荷重係数法の考えにより、変動荷重分を増分荷重として扱う。照査荷重は、完成系で主塔に面内最大断面力が生じる荷重ケース(死荷重+プレストレス+活荷重)と初期不整を組み合わせた5ケースと、面外最大断面力が生じる荷重ケース(死荷重+プレストレス+風荷重)の、表-1に示す合計6ケー

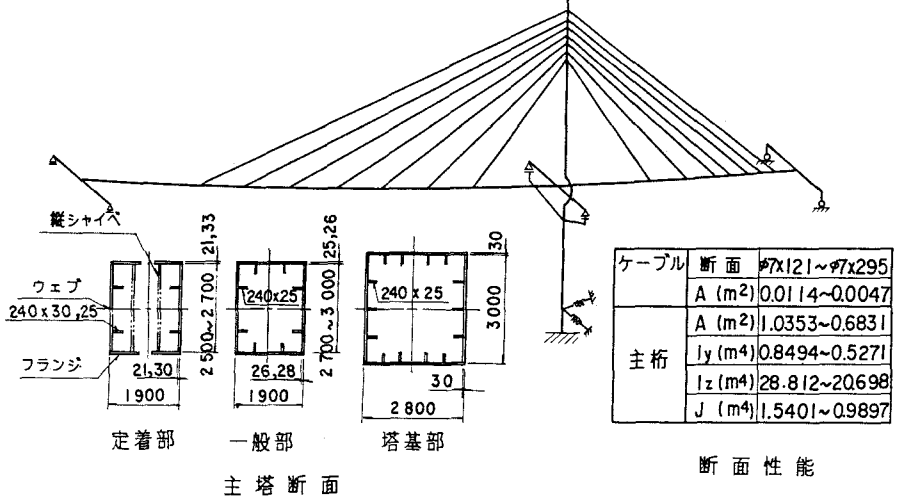


図-1 解析モデル

表-1 荷重組合せと荷重係数

ケース	荷重の組合せ	荷重係数 α	必要荷重係数 α req
1	死荷重+プレストレス+活荷重(全径間載荷)+初期たわみ+残留応力	10.854	2.544
2	死荷重+プレストレス+活荷重(主径間載荷)+初期たわみ+残留応力	11.844	2.544
3	死荷重+プレストレス+風荷重+初期たわみ+残留応力	3.948	1.30
4	死荷重+プレストレス+活荷重(全径間載荷)+初期たわみ	11.920	2.544
5	死荷重+プレストレス+活荷重(全径間載荷)+残留応力	11.116	2.544
6	死荷重+プレストレス+活荷重(全径間載荷)	12.125	2.544

スとした。初期不整のうち初期たわみは、塔頂に橋軸、橋軸直角方向とも50mmの水平変位を、残留応力は、主塔のフランジ・ウェブおよびリブに、文献³⁾に基づいた値を考慮した。また、風荷重は暴風時(基本風速40m/s)の荷重強度とした。

解析結果の評価法も、AASHTOに基づいた。すなわち $U=1.3\{D+5/3 \times L(1+I)\}=1.3D+al$ から、第2項のLを増分荷重として扱い、活荷重載荷の場合は衝撃係数を0.174として荷重係数 $\alpha=2.544$ 、風荷重載荷の場合は荷重係数 $\alpha=1.3$ を必要荷重係数とした。

3. 解析結果および考察 ケース1~6の荷重係数を表-1に併せて示す。これらより以下が言える。

①荷重係数が最も低いのは、面外荷重のケース3で $\alpha=3.948$ である。(図-2にケース3の荷重-変位曲線を示す)

②面内荷重に対しては、設計時には誤差荷重や支点沈下も見込んでいるので、各ケースとも荷重係数値が高い値となっている。

③ケース4~6の比較により、初期不整の影響は認められるものの、有意に影響しているとは断定できない。

④本解析では、主桁を弾性梁要素としたため、主桁の応力度が降伏点を上回っても抵抗力を有することになるので、面内荷重ケースに対しては、耐荷力を過大評価している可能性がある。

4. 追加検討とその結果 上記④を確認するために、ケース1に対して、主桁も弾塑性箱断面要素として耐荷力解析を行った。その結果図-3に示すような荷重-変位曲線(断面力図も示す)が得られ、主桁の塑性化の影響で、荷重係数が $\alpha=6.987$ に落ちることが判明した。またこのときの塑性域図を図-4に示す。

5. あとがき 本橋のような特徴を有する1本主塔斜張橋の耐荷力を検証した結果、面内・面外方向とも十分な耐荷力を確保していることが確認できた。

【参考文献】

- 1) 北田・大南・丹生・田中：“ケーブルを用いた鋼橋の耐荷力解析用の汎用プログラム開発”；構造工学における数値解析法シンポジウム論文集Vol.13, 平成元年7月
EPASS: Elasto-Plastic Analysis of Steel Structure
- 2) AASHTO: Standard Specifications for Highway Bridges, The American Association of State Highway and Transportation Officials, 14th Edition, (1989) .
- 3) 小松・牛尾・北田：補剛板の溶接残留応力および初期たわみに関する実験的研究；土木学会論文報告集第265号, 1977年9月

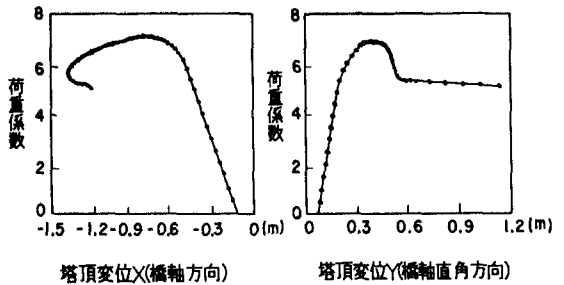
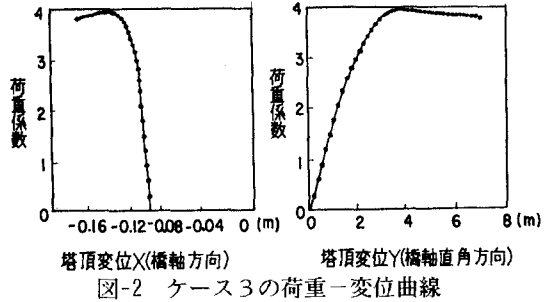


図-3 ケース1(追加検討)の断面力図、荷重-変位曲線

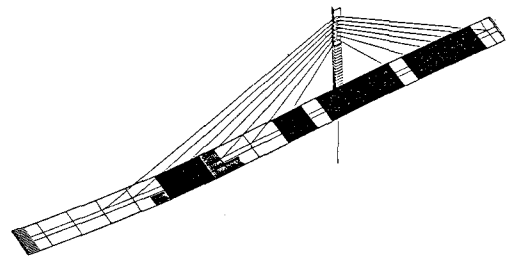


図-4 ケース1(追加検討)の塑性域図