

主径間長900mを有する自定式及び部定式斜張橋の地震応答特性

九州大学工学部 学生員○大久保浩弥
九州大学工学部 正会員 大塚 久哲
八代高専 正会員 水田 洋司

1. 緒言 部定式斜張橋は自定式斜張橋と比較して、長径間になるほど主桁の軸力が小さくなるので経済的に有利になると指摘されている¹⁾。部定式の有利性を確認するために、主径間長900m級の斜張橋の試設計が行われているが²⁾、地震時挙動を正しく評価し、合理的な耐震設計を行うためには、動的解析を行う必要がある。本報では、入力位相差を考慮した時刻歴応答解析によって行った耐震性の照査結果の一部を報告する。

2. 解析条件 解析モデルの一般図を図-1に示す。主桁及び塔は共に鋼製とする。試設計の結果、主桁側径間端部の一部を除き、ほとんどの断面で自定式より部定式の方が小さな断面となった。鋼重に換算して主桁で2500t、塔で2000tの差である。部定式は主桁中央径間部に継手を設けるが、この点での面外の回転を拘束、無拘束とすることにより2タイプのモデルを対象とした(表-1)。部定式の主桁端部はアンカレッジに固定し、塔基部も固定とする。入力地震波はEl centro NS波(最大加速度180gal)とし、橋軸方向と橋軸直角水平方向に入力した。地震波の伝播速度は ∞ (同位相)及び3.88km/s、1.29km/sとした。3.88km/s、1.29km/sは2本の塔の基部に逆向きの力が加わるように設定した値である。すなわち、入力地震波をその地震波の卓越周期を持つ正弦波と仮定し、それを2本の塔の基部に半波長、1波長半ずらして入力する時の時間的ずれを位相差とした。解析はモーダルアナリシスによる時刻歴応答解析であり、モード減衰定数は全モード0.02とした。

3. 解析結果及び考察

1) 固有振動特性 図-2に各モデルの3次までの固有振動モード及び固有周期を示す。各モデルとも1次の固有周期が10s以上とかなり長周期である。部定式1の3次と部定式2の2次の鉛直たわみ対称1次モードが固有周期、振動形とも完全に一致していることからわかるように、両モデルは継手の面外の拘束条件が異なるのみであり、面外の固有振動特性のみが異なる。自定式が橋軸方向の地震を受けた場合、主桁は遊動円木状に挙動し、過大な水平変位が生じるが、本モデルでは主桁の両端に耐震装置を設置することによって、1次のモードが現れないようにした。

図-2に各モデルの3次までの固有振動モード及び固有周期を示す。各モデルとも1次の固有周期が10s以上とかなり長周期である。部定式1の3次と部定式2の2次の鉛直たわみ対称1次モードが固有周期、振動形とも完全に一致していることからわかるように、両モデルは継手の面外の拘束条件が異なるのみであり、面外の固有振動特性のみが異なる。自定式が橋軸方向の地震を受けた場合、主桁は遊動円木状に挙動し、過大な水平変位が生じるが、本モデルでは主桁の両端に耐震装置を設置することによって、1次のモードが現れないようにした。

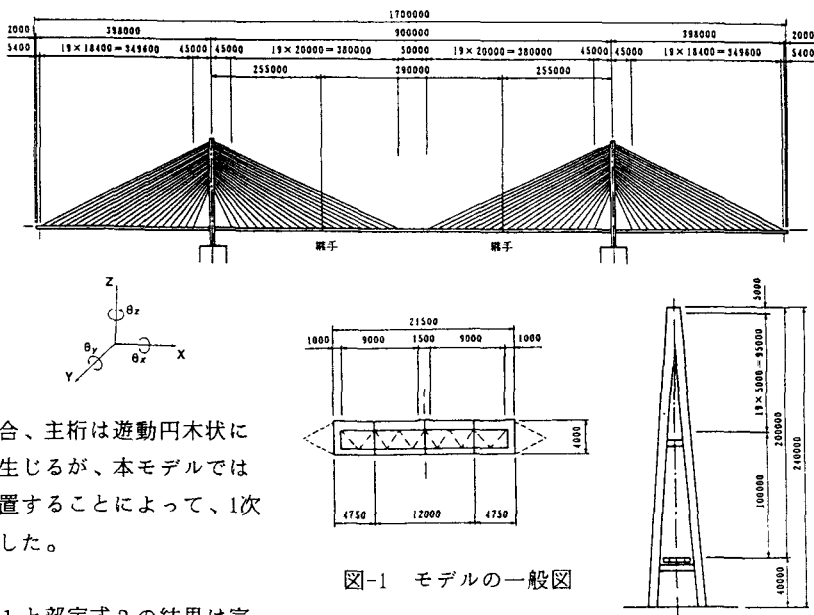


図-1 モデルの一般図

2) 地震応答解析結果

① 橋軸方向地震 部定式1と部定式2の結果は完全に一致するので、ここでは部定式1及び自定式についてのみ示す。自定式の主桁の橋軸方向最大応答水平変位は同位相の場合53mmであり、耐震装置を設置しない時(242mm)の約22%となる。部定式1の継手の最大相対変位は227mmである。主桁の鉛直変位は各モデルとも活

表-1 継手部の境界条件

モデル	dx	dy	dz	θ_x	θ_y	θ_z
部定式1	自由	剛接	剛接	剛接	自由	自由
部定式2	自由	剛接	剛接	剛接	自由	剛接

荷重による変位よりも小さく、実際上問題になることはないと思われる。図-3に位相差の影響が大きく現れる主桁最大応答軸力を示す。自定式では同位相の場合中央径間中央部で軸力が小さくなるが、位相差を考慮すると、逆に最大となる。部定式1では端支点が最大である。

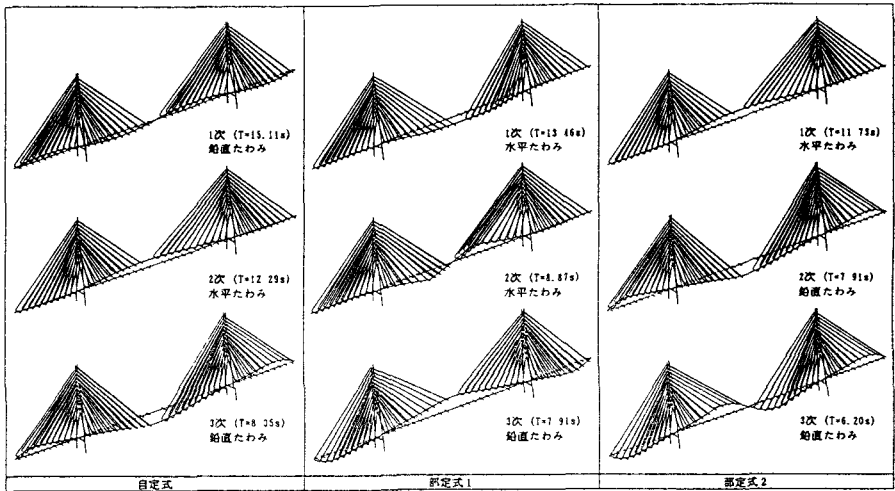


図-2 固有振動モード及び固有周期

②橋軸直角方向地震 部定式1と部定式2の主桁の橋軸直角方向最大応答変位、面外最大応答曲げモーメントを図-4,5に示す。変位、曲げモーメントとも側径間ではよく一致しており、中央径間でも継手部の曲げモーメントを除けば大きな差はみられない。塔面外最大応答水平変位、面外最大応答曲げモーメントはよく一致している。従って、機能上の問題から判断して、継手の面外の回転を拘束しない部定式1を今後の検討対象モデルとした。

③結果の照査 地震時の断面力が支配的となるのは、El centro NS波を入力地震波とした場合、自定式及び部定式1の主桁橋軸直角方向せん断力と部定式1の端支点面外曲げモーメントであったが、照査の結果問題はなかった。他の地震波についての解析も行っており、講演当日に発表する。

4. あとがき 主径間長900mの部定式斜張橋について耐震性の照査を行ったが、地震時の挙動が支配的となる断面は少なく、静力学特性を生かした設計が十分可能であることが明かとなった。

最後に、解析モデルの設定等に関しては部定式斜張橋研究会鋼グループの各位にお世話になった。記して謝意を表します。

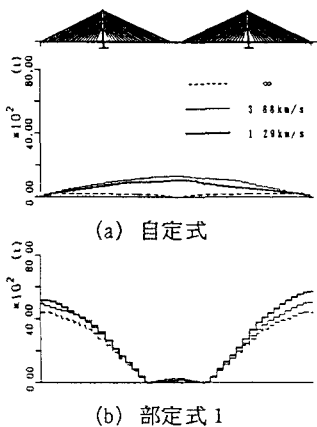


図-3 主桁軸力

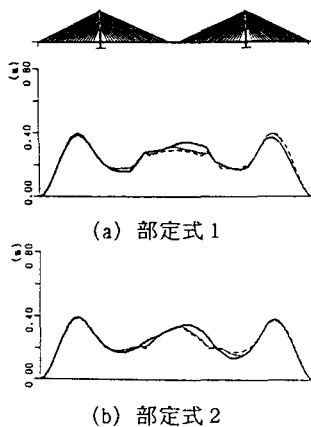


図-4 主桁橋軸直角方向変位

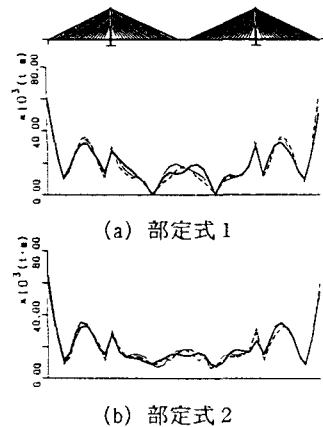


図-5 主桁面外曲げモーメント

参考文献

- 1) Otsuka, H., et al.: Optimum Anchoring for Long Span Cable-Stayed Bridges, Proc. of JSCE, Structural Eng./Earthquake Eng., Vol. 1, No. 2, Oct. 1984
- 2) 大塚：斜張橋の長大化を図るための部分定着式斜張橋, 第44回年次学術講演会講演概要集, 1-PS11, 平成元年