

低塔斜張橋の地震応答特性の検討

横浜国立大学 学生会員 ○吉川貴純 横浜国立大学 正会員 勝地弘

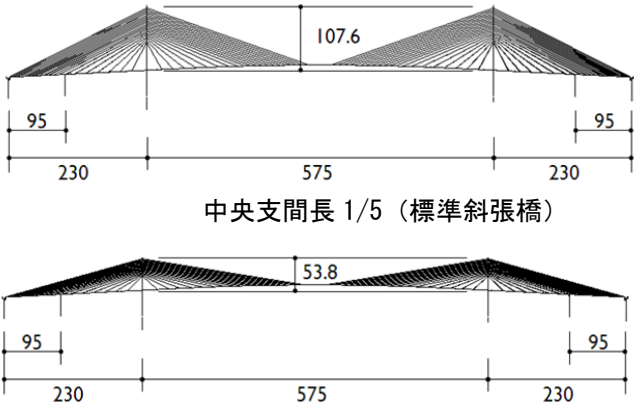
横浜国立大学 フェロー会員 山田均 横浜国立大学 正会員 西尾真由子

1. 研究背景

長大橋の基本計画段階において、吊形式橋梁が検討対象になることが多いが、地盤条件が悪い場合は、アンカレイジを不要とできる鋼斜張橋の建設が適していると考えられる。しかし、鋼斜張橋は吊橋に比べて中央支間長に対する塔高比が大きいため、航空制限の問題や風や日照などの問題が生じ、塔高に制約を受けることがある。塔高を標準的な中央支間長の 1/5 に比べて低くすると、ケーブル重量は増大するとともに、鉛直荷重に抵抗する効率が低下することによる桁断面力の増加、たわみの増加が生じ、経済性の面で厳しくなる可能性がある。本研究では、標準斜張橋と低塔斜張橋の地震時断面力を比較し、断面力の増減、またその変化量に注目し低塔斜張橋の地震応答特性を検討した。

2. 解析モデル

解析モデルは図-1 に示す。塔高を中央支間長の 1/5 とする低塔斜張橋と 1/10 とする標準斜張橋の 2 橋梁を対象とした。ケーブルプレストレスの設定は各橋梁で最適となるようにそれぞれの橋梁で行った。減衰はひずみエネルギー比例減衰によって与え、等価減衰定数は主桁、ケーブルを 0.02、塔を 0.03、橋脚を 0.05 とした。



中央支間長 1/5（標準斜張橋）

中央支間長 1/10（低塔斜張橋）

図-1 標準および低塔斜張橋

3. 時刻歴応答解析

3.1 入力地震波

本研究では、表-1 に示す。地震特性が異なる 8 種類の地震波と道路橋示方書にある設計地震動レベル 2 地震動のタイプ I，タイプ II の 2 種類の地震波。合計 10 種類の地震波を用いた。また、図-2 に兵庫県南部地震の神戸市中央区山手で観測された時刻歴波形を示す。

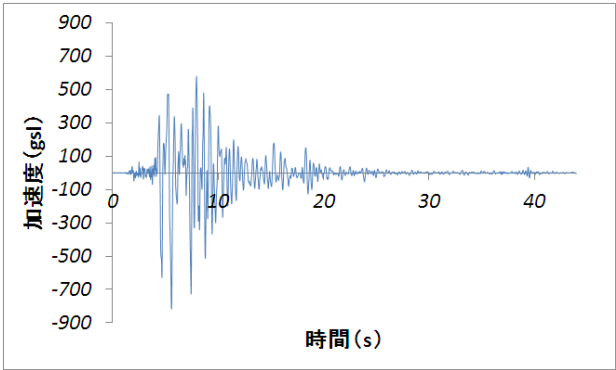


図-2 兵庫県南部地震の時刻歴波形

表-1 解析に用いた入力地震波

表示名	十勝①	十勝②	東北①	東北②
地震名称	十勝沖地震		東北太平洋沖地震	
観測地点	浦賀町潮見	幕別町本町	気仙沼市赤岩	大崎市古川三日町
最大加速度 (gal)	247.7	754.2	379.1	549.6
卓越振動数 (Hz)	2.03	1.59	2.93	1.15

表示名	兵庫	新潟	能登①	能登②
地震名称	兵庫県南部地震	新潟県中越地震	能登半島地震	
観測地点	神戸中央区中山手	川口町川口	輪島市鳳至町	志賀町富来領家町
最大加速度 (gal)	818	1141.9	463.6	276
卓越振動数 (Hz)	1.46	4.37	0.65	1.99

表示名	タイプ I		タイプ II	
入力方向	橋軸方向	橋軸直角方向	橋軸方向	橋軸直角方向
地震名称	日本海中部地震		兵庫県南部地震	
最大加速度 (gal)	433	421.3	552.23	618.7
卓越振動数 (Hz)	0.56	0.44	1.34	0.61

キーワード 低塔斜張橋，時刻歴応答解析，地震応答

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 TEL045-339-4243, FAX045-348-4565

4. 解析結果

断面力の比較は、塔および桁に注目し、軸力、2方向のせん断力、ねじれモーメント、2方向の曲げモーメントの6つで行った。例として兵庫県南部地震波を入力したときの標準および低塔斜張橋の桁と塔の応答軸力分布を図-3 (a), (b) に示す。また、標準、低塔それぞれの応答軸力分布より最大値をとり、その他の地震波についても比較したものが図-4 (a), (b) である。

4.1 桁断面力

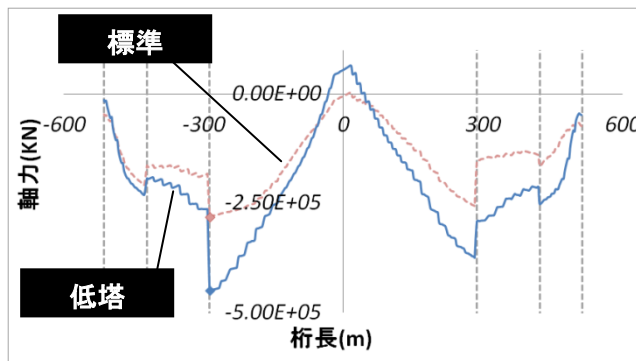
桁断面力では軸力、鉛直曲げモーメント、橋軸直角水平曲げモーメントで大きな応答値が得られた。図-4 (a) より最大軸力の比較を見てみると、すべての地震波において低塔斜張橋で大きくなっていることが分かる。また、橋軸直角水平曲げモーメントでもほとんどの地震波で低塔斜張橋での増加が見られ、東北②で増加が顕著に見られた。(図-5)

4.2 塔断面力

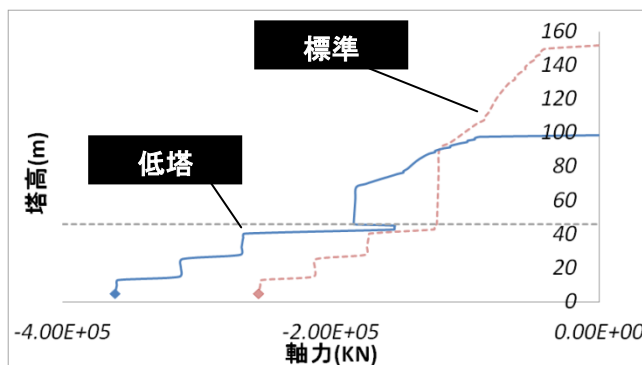
塔断面力では軸力、面内曲げモーメント、面外曲げモーメントで大きな応答値が得られた。図-4 (b) より最大軸力の比較を見てみると、ほとんどの地震波において低塔斜張橋が大きくなっており、特に東北②では差が顕著に見られた。また、面内曲げモーメントでも同じようになった。(図-6)

5. 結論

桁および塔の断面力についてみると、標準斜張橋に対して低塔斜張橋が全体的に増加傾向にあることがわかった。また地震波によっては、桁の橋軸直角水平曲げモーメント、塔の軸力、面内曲げモーメントで低塔において大きな増加がみられる。これらの顕著な増加は、低塔斜張橋で、それぞれの断面力が大きく出るような変形状態となるモード形の振動数が、入力した地震波の卓越振動数に近接するためである。

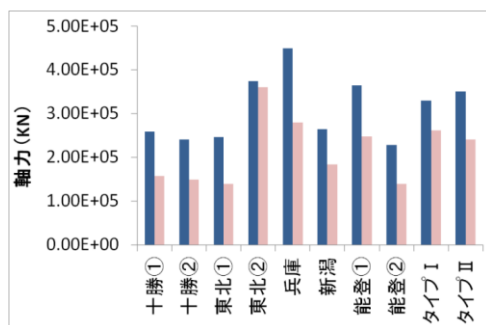


(a) 桁における軸力分布図



(b) 塔における軸力分布図

図-3 標準および低塔斜張橋の軸力分布図



(a) 桁における最大軸力比較

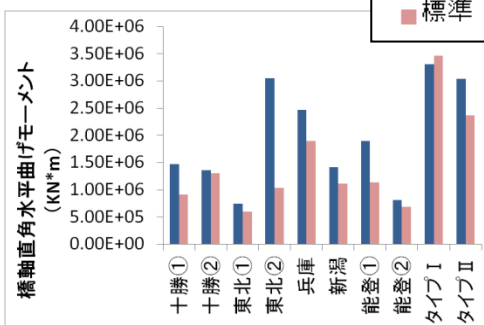
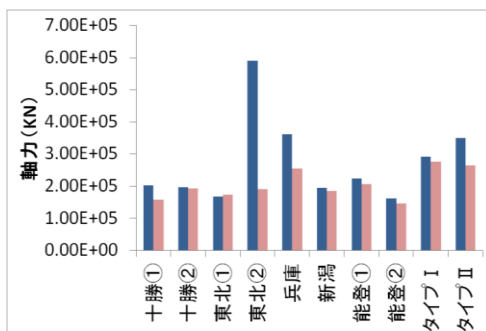


図-5 桁における橋軸直角水平曲げモーメント



(b) 塔における最大軸力比較

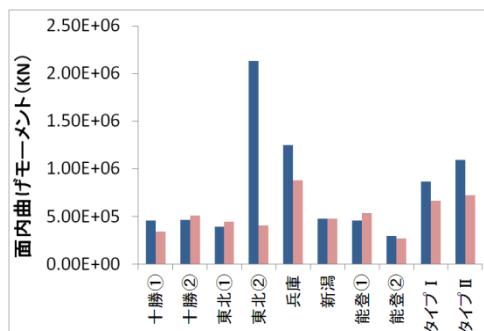


図-6 塔における面内曲げモーメント

図-4 標準および低塔斜張橋の最大軸力

参考文献

森園, 長井, 野上, 藤野: 塔高の低い鋼斜張橋の設計と適応性に関する比較考察, 橋梁と基礎, 巻: 39 号: 12pp.49~53, 建設図書 (2005)