

北海道開発局帯広開発建設部 正会員 神山 繁
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 佐藤昌志
 鹿島技術研究所 正会員 ○大保直人
 鹿島技術研究所 正会員 新原雄二

1. はじめに

十勝大橋は、北海道東部に建設された中央径間251mの3径間連続PC斜張橋である。主桁は幅員が33mと広い4室箱桁断面であり、主塔は独立一本柱、斜材はセミハープ型の一面吊りである。また、基礎はニューマチックケーソン工法による直接基礎である。本橋建設地点は地震の多発地帯であり、張出し施工中から強震観測を実施した¹⁾。ここでは、1994年10月4日に発生した北海道東方沖地震（M=8.1）において、十勝大橋で観測された地震応答について報告する。

2. 地震観測

地震発生時点での本橋の施工状況を図-1に示す。主径間側の主桁は、全てのブロックの打設が終了、ワーゲンは解体されていた。側径間側の主桁は、最終ブロックが打設中であり、すでにアバットに定着されていた。完成系の主桁は、橋軸方向にスライド支持となるが、施工時においては、主橋脚上で仮固定されていた。したがって、地震発生時における本橋の主桁は、主径間側が片持ち梁、側径間側が両端支持の梁に近い状態となっていた。

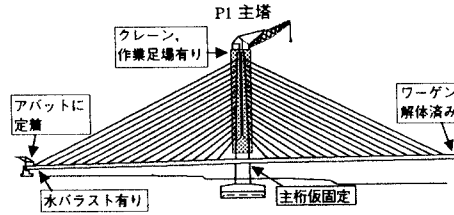


図-1 十勝大橋の施工状況

地震計の設置位置は文献1)と同じである。主塔については、橋軸直角方向のみの観測であった。地表、主桁、主塔での加速度波形を図-2に示す。地表の最大加速度は、橋軸直角方向で141cm/s²であり、主桁の鉛直方向では主径間側、側径間側でそれぞれ208cm/s²、201cm/s²、主塔は中間位置の橋軸直角方向で158cm/s²であった。

地表及び基礎で観測された波形から求めた加速度応答スペクトルを図-3に示す。基礎の加速度応答スペクトルは地表のそれを下回っており、地盤から基礎への地震動の入力損失があることがわかる。本橋建設地点の地盤は、道路橋示方書のⅡ種地盤に相当する。地表で観測された波形の加速度応答スペクトルは短周期側で耐震設計のL1レベル

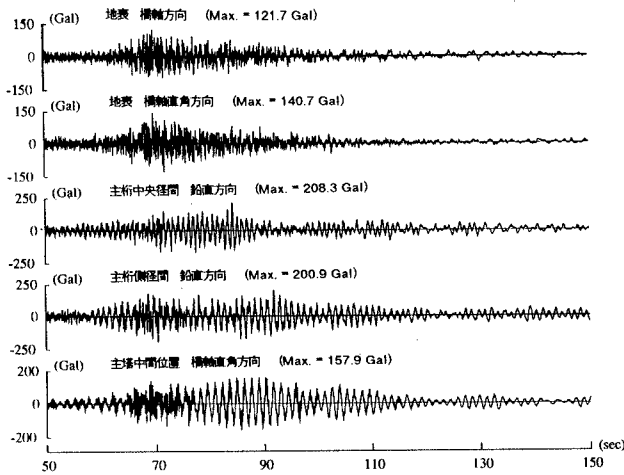
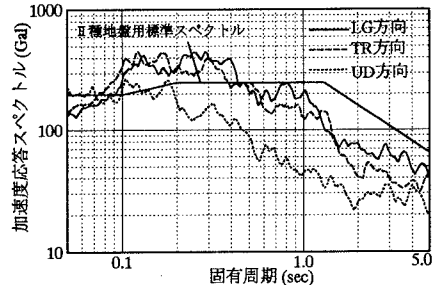
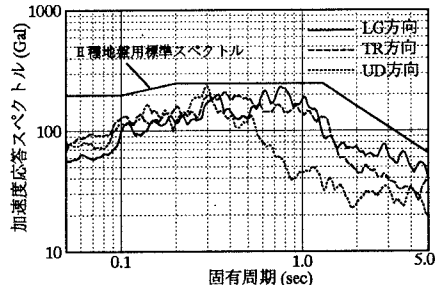


図-2 観測された加速度波形



a) 地表 (h=0.05)



b) 基礎 (h=0.05)

図-3 地表と基礎の加速度波形から求めた加速度応答スペクトル

ルの加速度応答スペクトルを越えているが、基礎で観測された波形のものは全周期域において越えていない。したがって、この地震はL1レベルを越えるものではないといえる。

3. 振動モードについて

主桁での加速度波形のフーリエスペクトルを図-4に示す。主桁の鉛直方向の応答については、0.43Hz、0.87Hz、1.11Hzにピークがあり、主塔の橋軸直角方向の応答には、0.74Hzにピークがある。設計値の構造諸元を用いた固有値解析より求めた振動モード形を図-5に示す。観測で得られた加速度波形の各卓越振動数を中心周波数としたバンドパスフィルターで処理した波形から推定した振動モードと、固有値解析から求めた振動モードを比較すると、主桁の加速度フーリエスペクトルの3つのピークがそれぞれ図-5の1次、2次、3次モードに対応していることがわかった。また、橋軸直角方向の主塔の0.74Hzの振動は、1次の曲げ振動モードに対応しており、固有値解析の直角方向の1次モード（0.65Hz）に対応している。

4. 主塔の断面力について 応答スペクトル法を用いて地震時の主塔断面力の評価を行った。張出し施工時の振動実験で本橋の減衰が小さかったことから、今回の解析では、減衰定数を耐震設計で用いられた値よりも小さい値に設定した²⁾（1次モードで0.012）。入力に用いた地震動の加速度応答スペクトルは、基礎で観測されたものを用いた（図-3b）。最大加速度を比較すると表-1のようになる。主塔では解析値の方が観測値よりも若干大きいのが、ほぼ合っているといえる。次に主塔基部の曲げモーメントを表-2に示す。地震時の曲げモーメントはひび割れ発生モーメントを下まわっており、今回の地震による損傷はないと判断される。

5. まとめ

1994年北海道東方沖地震による十勝大橋の応答について、強震観測ならびに振動解析により、以下のような結論を得た。

- ①最大応答加速度は主桁で 208cm/s^2 、 201cm/s^2 、主塔で橋軸直角方向に 158cm/s^2 であったが、入力地震動の大きさは耐震設計におけるL1レベルを越えるものではなかった。
- ②強震観測と振動解析から求めた振動モードには良い一致が見られた。
- ③この地震による主塔基部の曲げモーメントは、ひび割れ発生モーメントを下まわっていた。

参考文献

- 1) 神山他：張出し施工中の長大PC斜張橋の地震応答特性，第50回土木学会年次講演会，平成7年9月。
- 2) 神山他：十勝大橋の施工時における動的特性について，土木学会北海道支部年次研究発表会，平成7年2月。

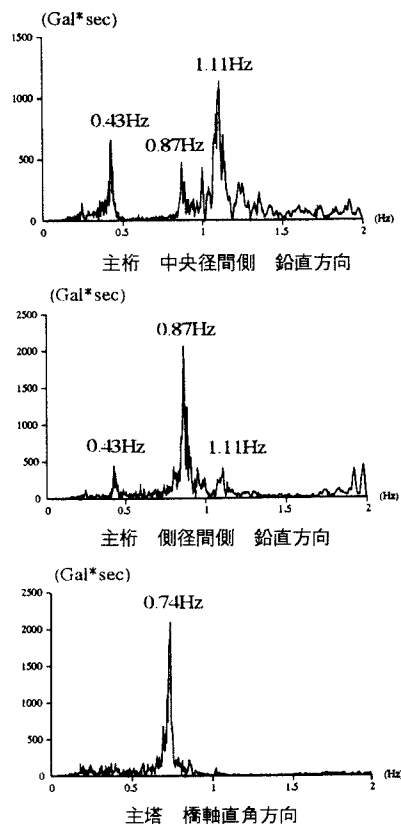


図-4 フーリエスペクトル

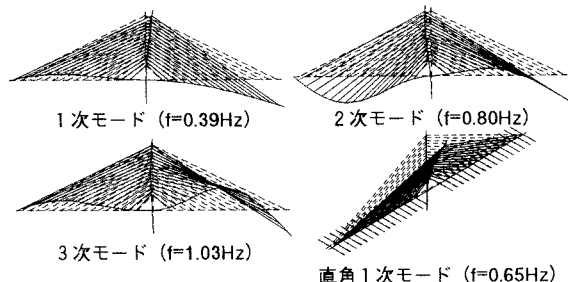


図-5 解析から求めた振動モード

表-1 最大加速度の比較

地震計位置	解析値 (Gal)	観測値 (Gal)
主桁中央径間 鉛直方向	204	208
主桁側径間 鉛直方向	229	201
主塔中間 橋軸直角方向	208	158

表-2 主塔基部の曲げモーメント

	応答スペクトル解析値	ひび割れ発生モーメント
橋軸方向	11 700 tf・m	53 268 tf・m
橋軸直角方向	24 000 tf・m	31 921 tf・m