

2003 年十勝沖地震の強震記録に基づく十勝大橋（PC斜張橋）の地震時挙動の推察

(独)北海道開発土木研究所*	正会員	○西	弘明
函館工業高等専門学校**	正会員	渡辺	力
(独)北海道開発土木研究所*	正会員	石川	博之
株式会社ドーコン***	正会員	井上	雅弘
同 上	正会員	谷口	浩二

1. はじめに

2003 年十勝沖地震は平成 15 年 9 月 26 日 4 時 50 分頃、北海道十勝沖を震源とした M8.0 の地震であり、十勝・釧路・日高地方において最大震度 6 弱を観測している。本論文は多くの観測点を有する十勝大橋の強震記録波形から地震時挙動の推察を行い、今後の耐震設計や維持管理に関して有用な基本データを得ることを主な目的としている。

2. 橋梁諸元と被災概要

十勝大橋は、地震多発地域である北海道十勝地方に建設された橋長 501m の PC 斜張橋である。主な橋梁諸元を表-1 に示す。2003 年十勝沖地震では、特に損傷が認められていないが、橋台胸壁部において桁端部との接触痕があり、設計遊間程度の桁移動が生じた可能性が高い。

表-1 橋梁諸元

橋 長	501m	
上部工	形式	3径間連続PC斜張橋
	主塔	RC独立1本柱
	斜材	1面吊セミハープ型
下部工	橋台	RC逆T式橋台
	橋脚	RC小判型壁式橋脚
基礎工	RC場所打ち杭（A1, A2橋台）	
	ニューマチックケーソン式直接基礎（P1, P2橋脚）	
地盤種別	II 種地盤	

3. 強震記録

十勝大橋では北海道開発局が管理する WISE システムに接続された橋梁強震計が地中 3 箇所（うち 1 箇所は速度計）、桁 5 箇所、橋脚 2 箇所、橋脚底版上 2 箇所、主塔 2 箇所、斜材 4 箇所の合計 18 箇所 35 チャンネルが設置されており、2003 年十勝沖地震ではこれら全ての観測点における強震記録が得られている（図-1）。個々の観測波形を時系列で引き伸ばして高周波ノイズ等の影響を除去し、調整後の観測波形に関する周波数特性から地盤～主塔系に関する地震波の伝達特性を整理する。

4. 地震波の伝達特性

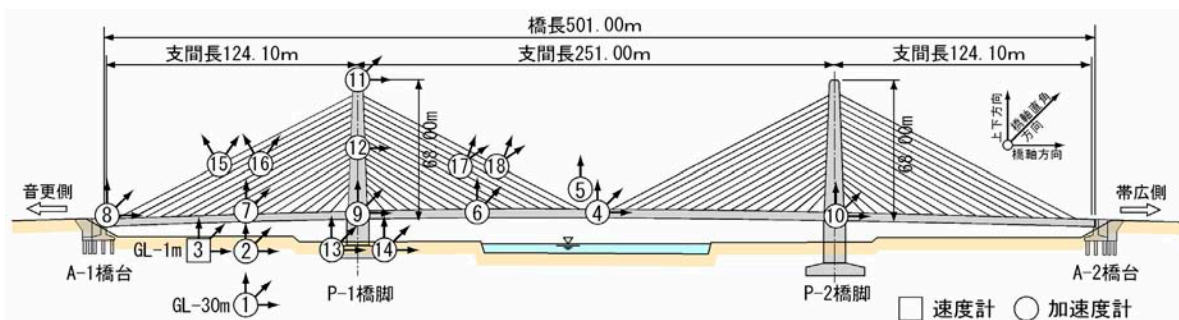


図-1 橋梁全体図

図-2 に地盤～橋脚～主塔間のフーリエスペクトルと伝達関数を示す。振動試験³⁾では上部工重量に比して起振力が小さいため、完成系での面内 1 次モード（遊動円木運動）を励起することが困難であったが、今回の地震における観測記録から P1 主塔天端橋軸方向のフーリエスペクトルは第 1 ピーク ($f=0.30\text{Hz}$) と第 2 ピーク

キーワード PC 斜張橋, 2003 年十勝沖地震, 強震記録, 伝達関数

* 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-3 4

TAL 011-841-1698 FAX 011-820-2714

** 〒042-8501 函館市戸倉町 1 4-1

TAL 0138-59-6488 FAX 0138-59-6488

*** 〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央 1 条 5 丁目 4-1

TEL 011-801-1540 FAX 011-801-1541

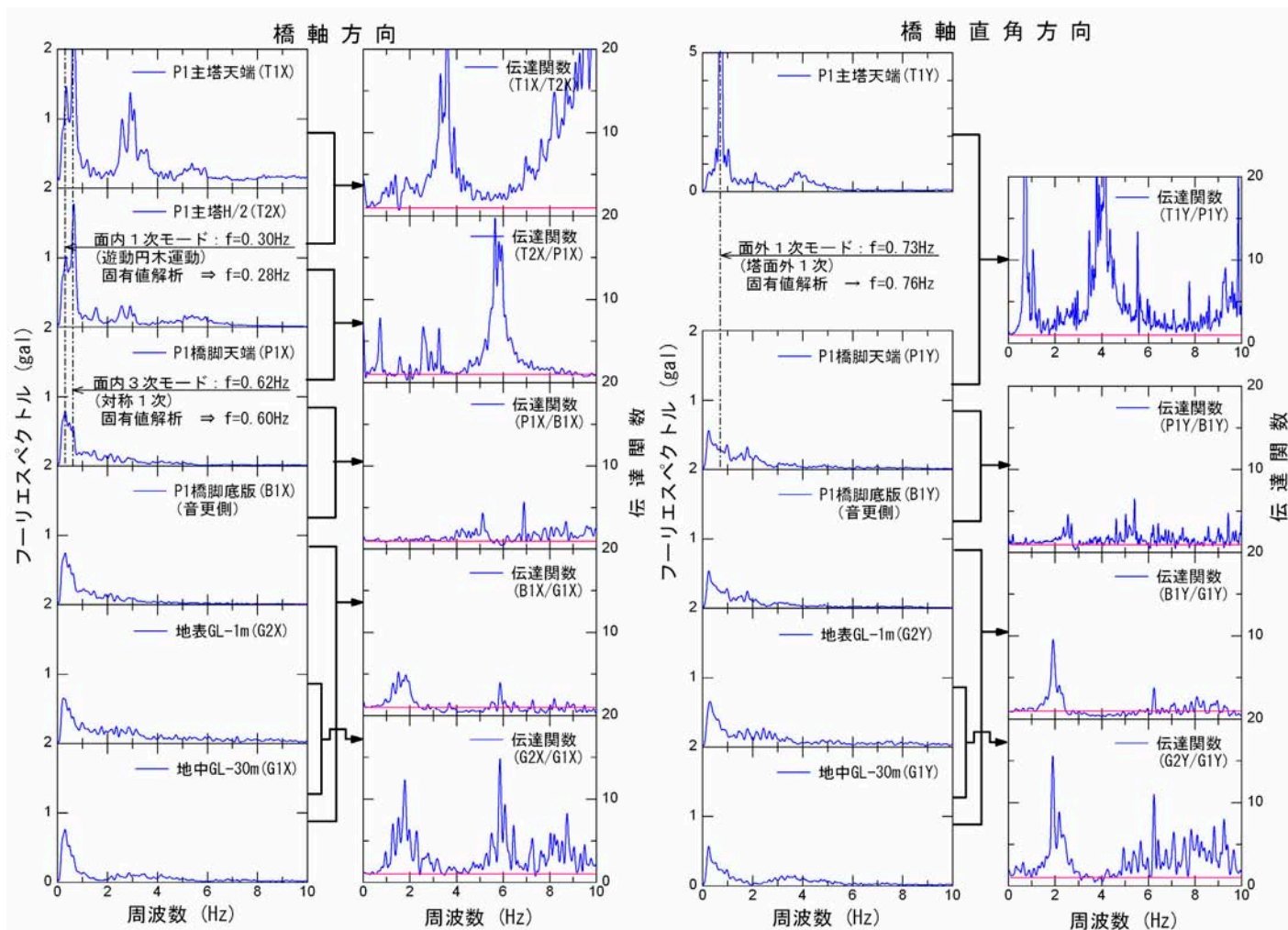


図-2 伝達関数の整理

($f=0.62\text{Hz}$)がそれぞれ固有値解析における主塔の主要モードである面内1次($f=0.28\text{Hz}$)と3次($f=0.60\text{Hz}$)に対応しており、また、橋軸直角方向についても、第1ピーク($f=0.73\text{Hz}$)と固有値解析結果における主塔の面外1次($f=0.76\text{Hz}$)と2次($f=0.77\text{Hz}$)がほぼ一致しており、実現象と固有値解析結果が良く合う傾向が得られた。

また、地盤中の伝達関数より広い帯域について増幅されているが、地中から橋脚底版に入力される地震波は橋軸・軸直方向共に0.6～3Hz程度の帯域のみ増幅される傾向がある。地盤の固有周期 T_0 は0.5秒程度であり、3Hz以上の高周波成分が増幅されることは考えにくい。ため、地表付近の観測波形中には橋体から逆伝播した高周波成分が混入していることが考えられる。よって、一般的に地表付近の地盤波形を入力波とした応答解析により求めた加速度応答結果は実応答に対して過大となる可能性がある。転じて、橋脚底版に入力される帯域の波形成分が上部構造の実応答に直接寄与すると考えられるため、より精度良く地震時挙動の推定を行うには、応答解析に用いる入力波形として底版上波形もしくは地盤で得られた波形からこの帯域以外の成分を定性的に除去した波形を用いるのが望ましい。

5. まとめ

2003年十勝沖地震における強震記録を基にして、十勝大橋における地震波の伝達特性を整理することにより、面内1次モードを含めた実応答と固有値解析結果の整合性を確認した。また、応答解析において地盤上で得られた波形を入力する場合、橋体から逆伝播する高周波成分に関する配慮が必要である。

参考文献 1) 平成15年(2003年)十勝沖地震検討会報告書, 2004. 10

2) 谷口浩二他: 十勝大橋(PC斜張橋)および士狩大橋(PCエクストラードロード橋)の平成15年(2003年)十勝沖地震における応答特性について, 第8回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 2005. 2

3) 南雲広幸他: 十勝大橋(PC斜張橋)振動実験, プレストレストコンクリート技術協会第5回シンポジウム論文集, 1995. 10