

2003 年十勝沖地震の強震記録に基づく土狩大橋（エクストラードード橋）の地震時挙動の推定

株式会社ドーコン*	正会員	○谷口 浩二
(独)北海道開発土木研究所**	正会員	石川 博之
同 上	正会員	佐藤 京
株式会社ドーコン*	正会員	井上 雅弘
同 上	正会員	松崎 丘

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。本論文は実際に被災を受けた土狩大橋において観測された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

土狩大橋は地震多発地域である北海道十勝地方において建設された橋長 610m の大偏心外ケーブル方式（エクストラードード方式）5 径間連続 PC 箱桁橋である。主な橋梁諸元を表-1 に示す。2003 年十勝沖地震では、桁と橋台が接触したことにより、張出床版下部や壁高欄のコンクリート剥落、伸縮継手の破損、変位制限および落橋防止構造として用いられている鋼角ストッパーの被覆ゴムの脱落が発生した。

表-1 橋梁諸元

橋 長	610m	
上部工	大偏心外ケーブル方式 5径間連続PC箱桁	
支 承	水平力分散ゴム支承	
下部工	橋台	RC箱式橋台
	橋脚	RC小判型壁式橋脚
基礎工	RC場所打ち杭（橋台, P1, P4橋脚）	
	ニューマチックケーソン式直接基礎（P2, P3橋脚）	
地盤種別	Ⅱ種地盤	

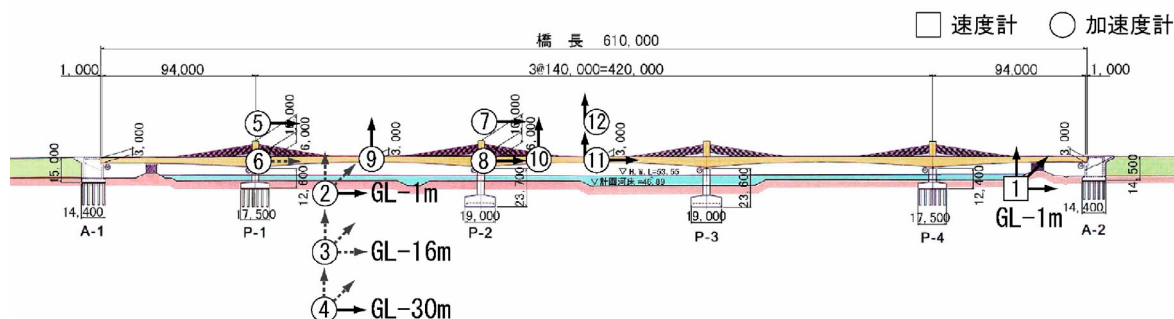


図-1 橋梁全体図

3. 強震記録

土狩大橋に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 4 箇所（うち 1 箇所は速度計）、桁 4 箇所、橋脚 2 箇所、偏向塔 2 箇所の合計 12 箇所設置されており、2003 年十勝沖地震の際には 1 部損傷を受けたものを除いて 9 箇所 13 チャンネルの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延ばして、高周波ノイズ等の影響を除去した後、加速度波形および時間領域で直接積分することにより算出された変位波形を基にして地震波の伝達特性の整理と地震時挙動の検証を行った。

4. 地震波の伝達特性

地中～P2 橋脚天端および P2 橋脚天端から P2 主塔天端までの観測点間の伝達関数により、実際に応答している周波数帯を検証した結果を図-2 に示す。土狩大橋では地盤中において概ね 0.4～2.0Hz 程度の帯域で地震波の増幅が生じているが、橋脚では 1.0Hz 程度以上の高周波域のみ増幅されており、橋脚部は地盤と概ね同等

キーワード エクストラードード橋、2003 年十勝沖地震、強震記録、水平力分散ゴム支承

* 〒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

** 〒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

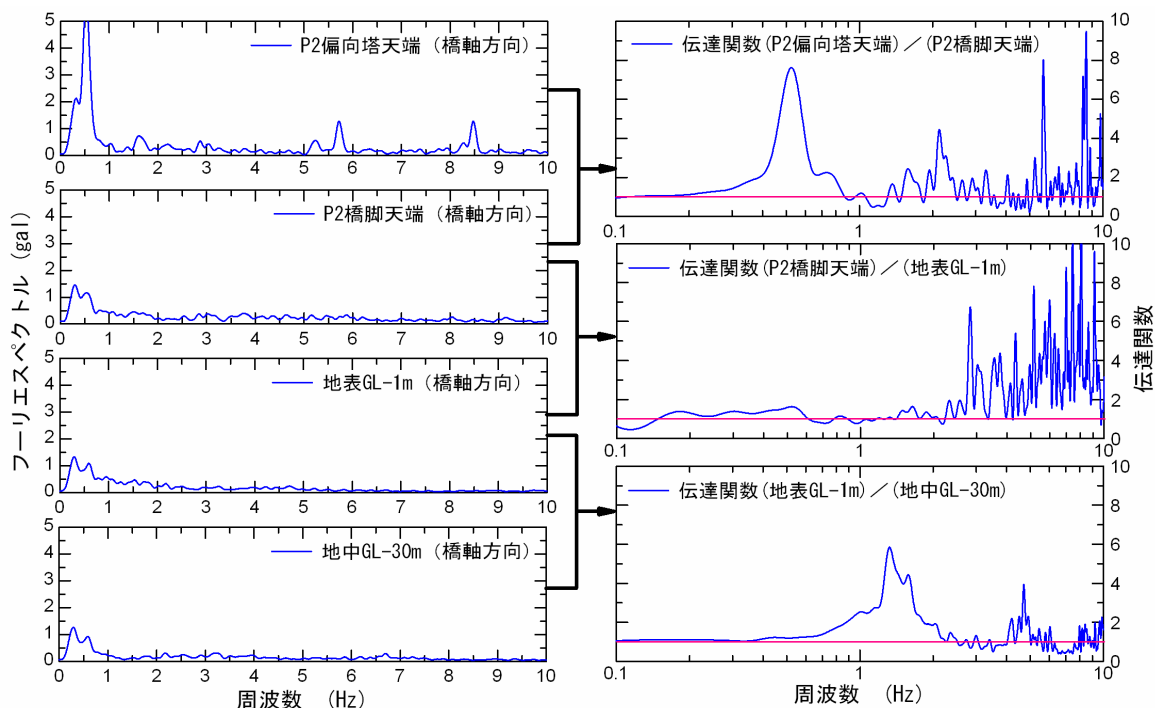


図-2 伝達関数の整理

の挙動を示していると考えられる。これに対して、偏向塔天端では桁の1次振動数に相当する0.6～0.7Hzの増幅率が突出しており、偏向塔を含めて桁が一体となって水平移動する1次振動モードが地震時挙動の大きなシェアを占めていることが示唆される。また、偏向塔や外ケーブルの固有周期は地盤振動に比べて高く、橋脚部に増幅された帯域によって応答するため、上部構造の加速度応答に影響を及ぼしているものと考えられる。

5. 地震時挙動の推察

ある時間断面における積分変位波形より求めた応答モード図と固有値解析結果を比較したものを図-3に示す。

高次不静定構造であるエクストラードード橋は外ケーブルの地震時における張力変動などを解析に正しく反映することが一般に困難であるが、応答モード図より本橋では固有値解析の1次モードに相当する桁の水平振動が卓越しており、また、変位

ランニングスペクトルより求めた固有振動数($f=0.50\text{Hz}$)と水平力分散ゴム支承の動的特性を考慮した固有値解析結果²⁾は比較的良く一致しているため、設計上の固有値解析との整合性は保たれていることが確認された。

6. まとめ

2003年十勝沖地震における強震記録を基にして、土狩大橋の地震時における挙動の検証を行い、伝達関数および応答モードから地震時において卓越する振動性状を確認した。

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)および土狩大橋(PCエクストラードード橋)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

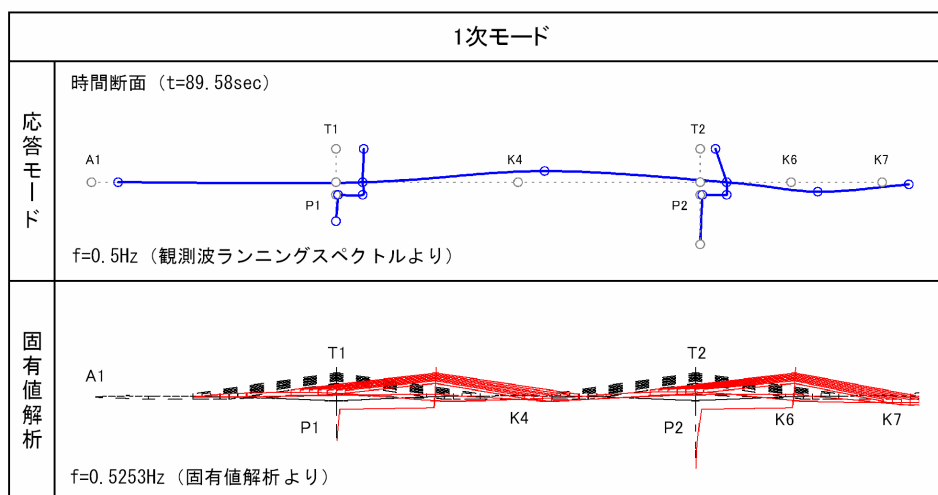


図-3 応答モードの検証