

## 平成15年十勝沖地震における大偏心外ケーブル橋の動的応答について

On Dynamic Response of the External PC Bridge with Large Eccentricity of Tokachi-oki Earth Quake 2003

(株) 構研エンジニアリング ○ 正 員 田尻太郎 (Taro Tajiri)  
 北海道開発土木研究所 正 員 池田憲二 (Kenji Ikeda)  
 北海道開発局 非会員 嘉藤克行 (Katuyuki Kato)  
 北海道開発局 非会員 岸 哲也 (Tetuya Kishi)

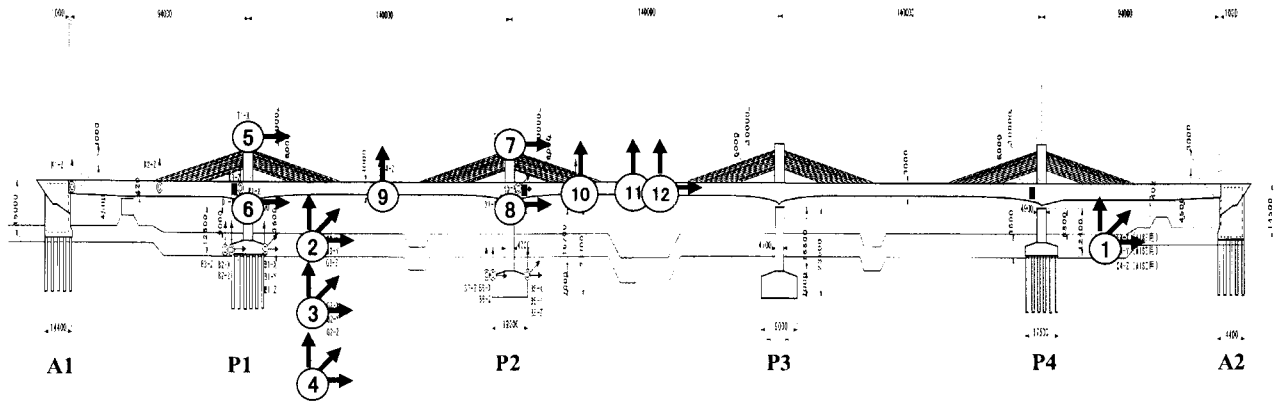


図-1 対象橋梁における WISE 地震計位置

表-1 対象橋梁における WISE 地震計

No.	地震計種類	測定方向			設置位置
		橋軸方向	橋軸直角方向	上下方向	
①	速度計	○	○	○	地表
②	加速度計	○	○	○	地表
③	加速度計	○	○	○	地中16m
④	加速度計	○	○	○	地中30m
⑤	加速度計	○	×	×	P1主塔天橋
⑥	加速度計	○	×	×	P1橋脚天橋
⑦	加速度計	○	×	×	P2主塔天橋
⑧	加速度計	○	×	×	P2橋脚天橋
⑨	加速度計	×	×	○	P1～P2桁中央
⑩	加速度計	×	×	○	P2～P3桁1/4
⑪	加速度計	×	×	○	P2～P3桁中央(上流側)
⑫	加速度計	○	×	○	P2～P3桁中央(下流側)

## 1. はじめに

平成15年9月26日、北海道十勝沖において、マグニチュード8.0(気象庁発表暫定値)の地震が発生した。この地震による北海道内の最大震度は6弱で、過去に北海道周辺で発生した地震の中でも最大級のものであり、北海道開発局が試験運用中である強震観測システム WISE が経験した初の大規模地震でもある。

本論文は、実橋に設置された WISE 地震計にて得られた平成15年十勝沖地震本震時の収録波形を用い、実橋梁への入力地震動の加速度波形と橋梁の応答加速度波形の卓越周期、および設計固有周期に注目し、報告するものである。なお対象とした橋梁は、大偏心外ケーブルによるエクストラードド PC 箱桁形式を採用している。

## 2. 対象橋梁における WISE 地震計位置

図-1 および表-1 に、対象橋梁における WISE 地震計設置位置、地震計の種類、測定方向を示す。表-1 の地震計のうち、①は速度計で地表面に設置され、②～④は加速度計で地表および地中16mと30mに設置されており、橋軸方向、橋軸直角方向、上下方向の3成分を測定する。

⑤～⑫は加速度計で桁、橋脚天端、主塔天端にあり、橋軸と上下方向の2成分または、どちらか1成分を測定する。本論文では、地表の地震動として速度計①の加速度波形(測定速度の微分)、橋梁応答として加速度計⑤～⑫の測定結果を示す。なお⑪と⑫は、橋軸方向では同じ位置となり、本論文では橋軸方向と上下方向の測定結果のみに注目するので、⑪の結果は紙面の都合上割愛した。

### 3. 地表の地震動および橋梁の応答加速度波形

図-2 と図-3 に地震動の橋軸方向および上下方向の加速度波形を、図-4～8 に橋梁応答の橋軸方向加速度波形

を、図-9～11 に橋梁応答の上下方向加速度波形をまとめて示す。

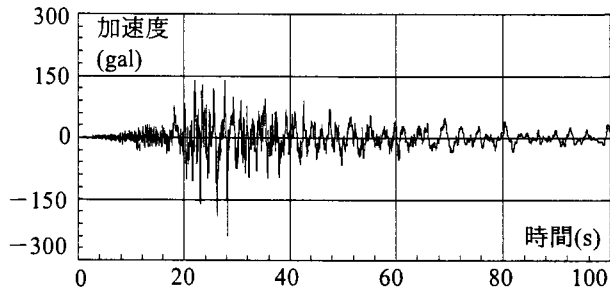


図-2 ①の地震動加速度波形（橋軸方向）

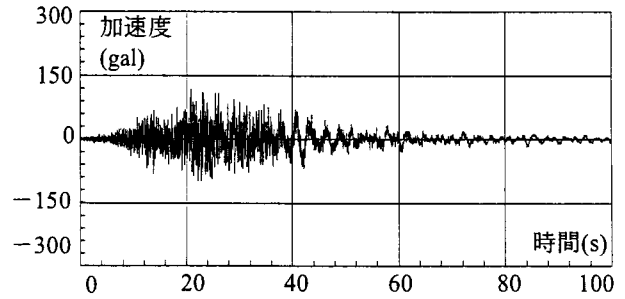


図-3 ①の地震動加速度波形（上下方向）

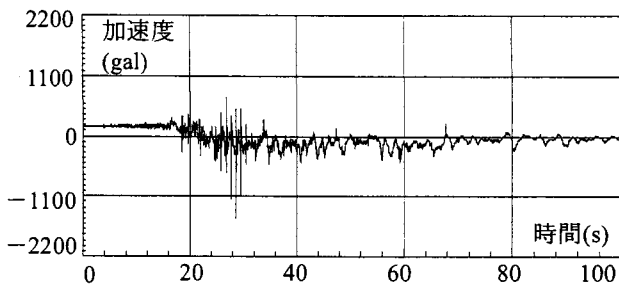


図-4 ⑤の応答加速度波形（橋軸方向）

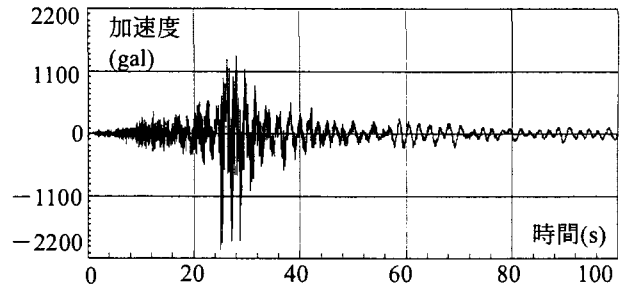


図-5 ⑥の応答加速度波形（橋軸方向）

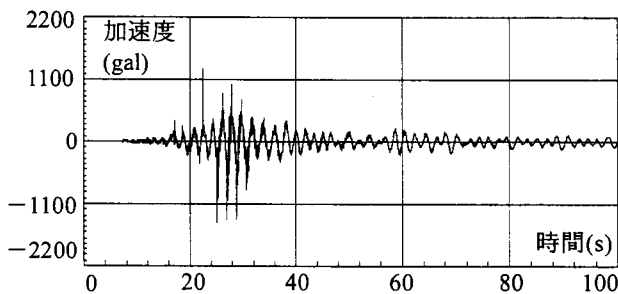


図-6 ⑦の応答加速度波形（橋軸方向）

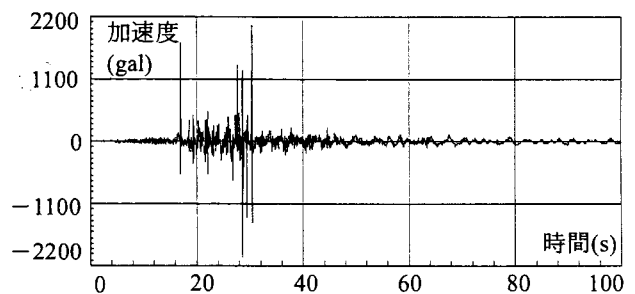


図-7 ⑧の応答加速度波形（橋軸方向）

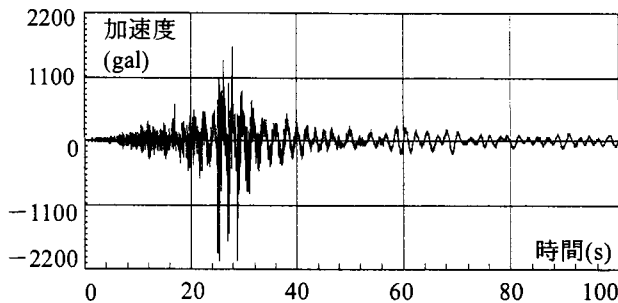


図-8 ⑫の応答加速度波形（橋軸方向）

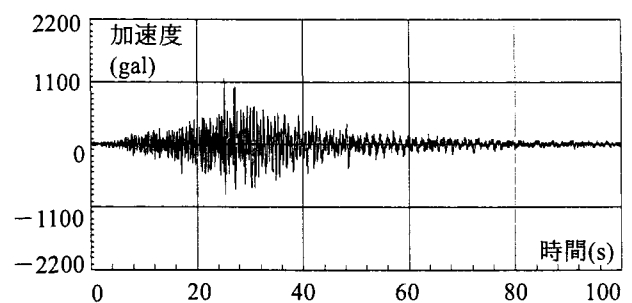


図-9 ⑨の応答加速度波形（上下方向）

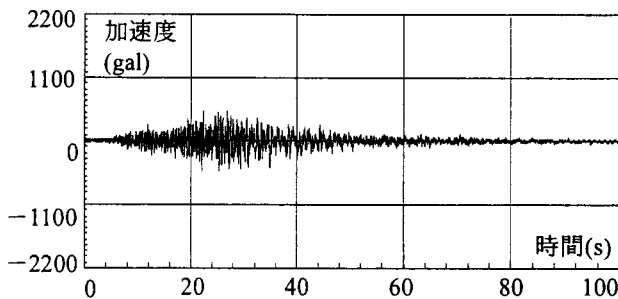


図-10 ⑩の応答加速度波形（上下方向）

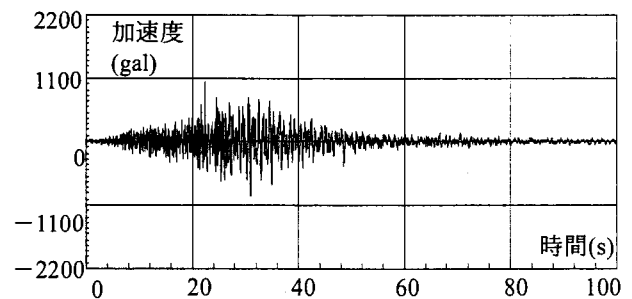


図-11 ⑫の応答加速度波形（上下方向）

#### 4. 地震動と応答波形の加速度フーリエスペクトル

図-12 と 13 に地震動の橋軸方向および上下方向の加速度フーリエスペクトルを、図-14～18 に橋梁応答橋軸方向の、

図-19～21 に橋梁応答上下方向の加速度フーリエスペクトルを示す。なお幅 0.05Hz の移動平均で平滑化を行っている。

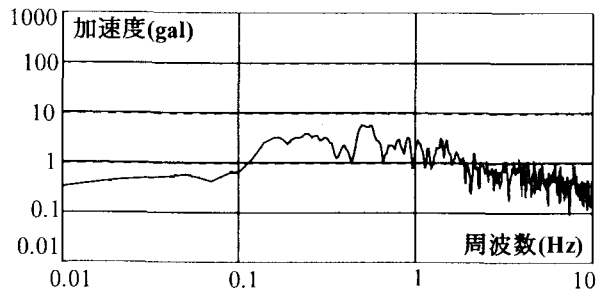


図-12 ①の地震動加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

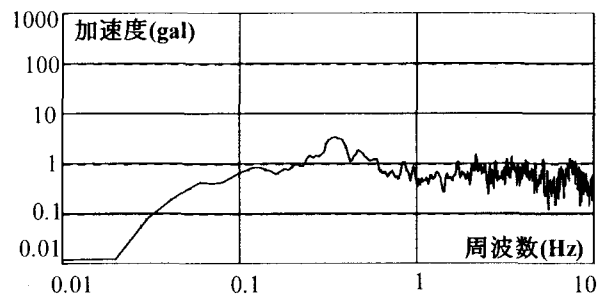


図-13 ①の地震動加速度フーリエスペクトル（上下方向）

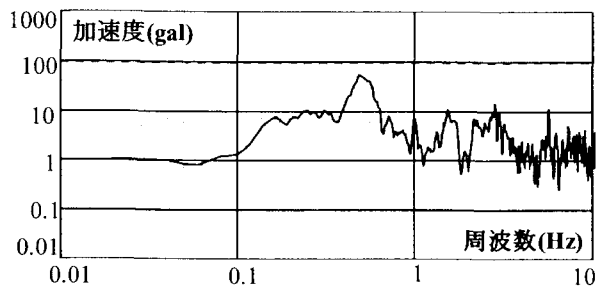


図-14 ⑤の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

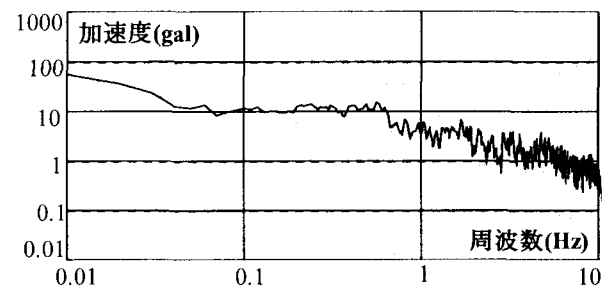


図-15 ⑥の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

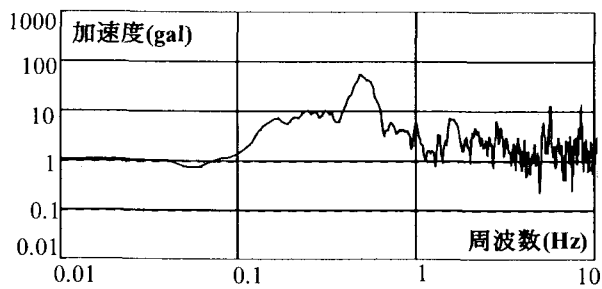


図-16 ⑦の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

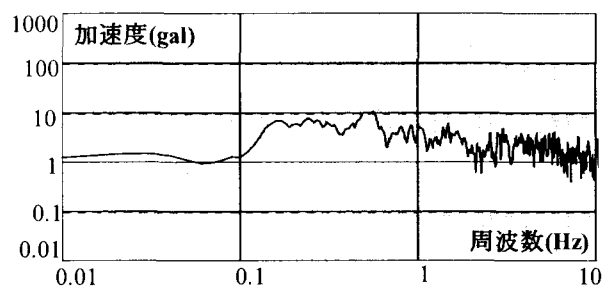


図-17 ⑧の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

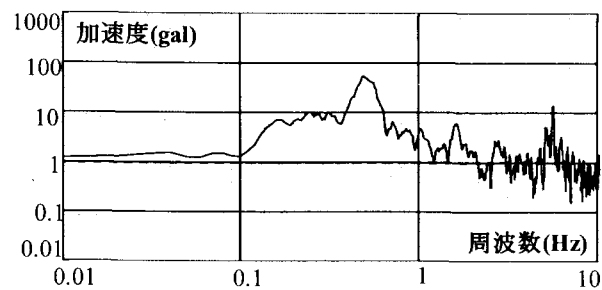


図-18 ⑫の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

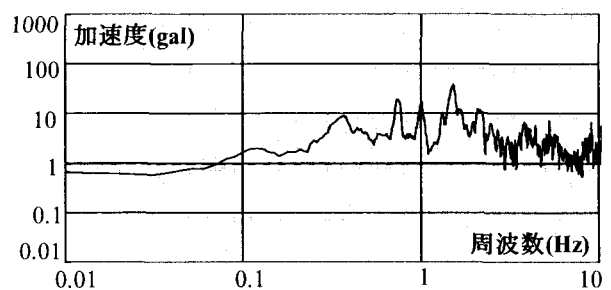


図-19 ⑤の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

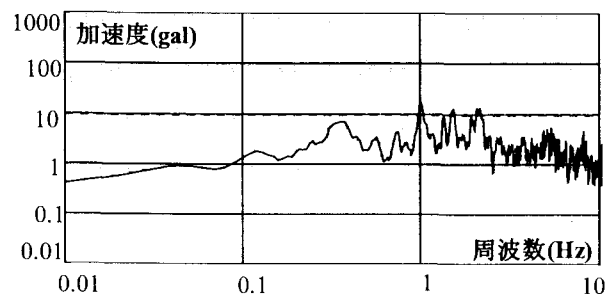


図-20 ⑤の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）

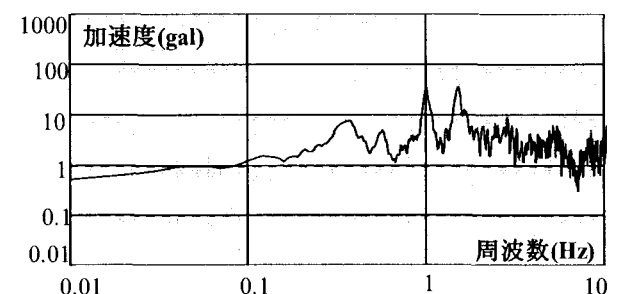


図-21 ⑤の応答加速度フーリエスペクトル（橋軸方向）



図-22 設計固有周期 1次モード (2.2秒)

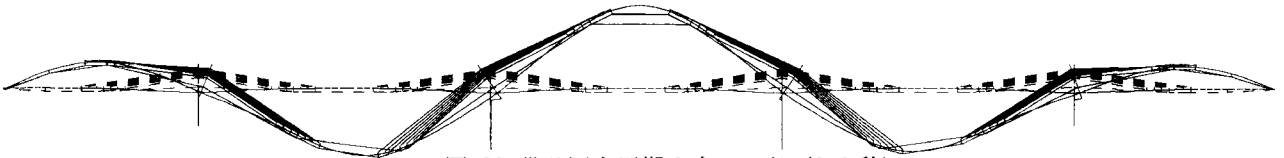


図-23 設計固有周期 2次モード (2.2秒)

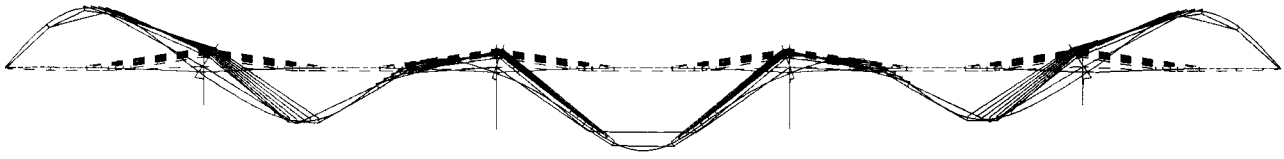


図-24 設計固有周期 4次モード (1.1秒)

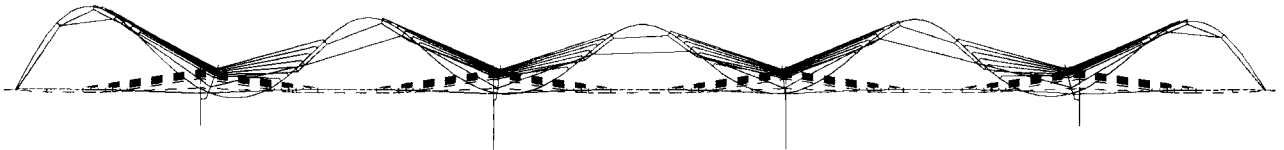


図-25 設計固有周期 6次モード (0.7秒)

### 5. 観測波形の卓越周期と設計固有周期の比較

表-2 に、WISE 地震計による入力地震動と橋梁応答の卓越周期および、設計時における固有周期を示す。

表-2 地震計の卓越周期および設計時固有周期

地震計No. または 固有値解析	卓越周期または設計固有周期(s)		備考
	橋軸方向	上下方向	
①	2.0	3.3	地表
⑤	2.0		P1主塔天橋
⑥	2.0		P1橋脚天橋
⑦	2.0		P2主塔天橋
⑧	2.0		P2橋脚天橋
⑨		0.7	P1~P2桁中央
⑩		1.0	P2~P3桁1/4
⑫	2.0	0.7	P2~P3桁中央
設計時の 固有値解析		2.2	1次モード
		2.2	2次モード
		1.5	3次モード
		1.1	4次モード
		0.8	5次モード
		0.7	6次モード
		0.5	7次モード

入力地震動の加速度卓越周期は、橋軸方向で2.0秒、上下方向で3.3秒であり、橋軸方向については、橋梁応答の加速度卓越周期に一致する傾向にある。橋梁応答の加速度卓越周期は、橋軸方向で2.0s、上下方向では0.7~1.0秒付近にあり、設計固有周期の1次、2次、4次、6次モードの値に近い結果となった。

設計時の固有値解析における1次、2次、4次、6次モード形状を、図-22、23、24、25に示す。

### 6. まとめ

実橋に設置されたWISE地震計にて得られた平成15年十勝沖地震本震時の収録波形を用い、実橋梁への入力地震動加速度波形、橋梁の応答加速度波形の卓越周期、および設計時固有値解析における固有周期に注目し、比較を行った。

- 1) 橋梁の橋軸方向の応答に関して、卓越応答周期は入力地震動の卓越周期と一致し、また設計固有周期の1次または2次の固有周期にもほぼ一致した。
- 2) 橋梁の上下方向の応答に関して、卓越応答周期は入力地震動の卓越周期より数倍短く、設計固有周期との比較では、4次または6次のモードに対応する周期となった。
- 3) 本論分で取り上げた観測記録の卓越周期に注目する限りでは、対象橋梁の応答は、上下方向に関して、必ずしも入力地震動波形の卓越周期成分や、低次の固有モードに対応する応答ではなかった可能性があるものと思われる。

### 参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、社団法人日本道路協会、2002.3.
- 2) 新・地震動のスペクトル解析入門、大崎順彦、鹿島出版会、1994.5.
- 3) 斜張橋の耐震性に関する研究－(その1)振動実験から見た斜張橋の振動特性－、川島他、土木研究所資料2388号、1986.6.