長大斜張橋における 2018 年大阪府北部地震の 地震観測記録と応答特性の評価

馬越 一也1・中村 真貴2・服部 匡洋3・大石 秀雄4・篠原 聖二5

¹正会員 株式会社地震工学研究開発センター(〒880-0902 宮崎県宮崎市大淀 3-5-13) E-mail: magoshi@eerc.co.jp

²正会員 株式会社地震工学研究開発センター (〒880-0902 宮崎県宮崎市大淀 3-5-13) E-mail: nakamura@eerc.co.jp

³正会員 一般財団法人阪神高速道路技術センター (〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7) E-mail: hattori m@tech-center.or.jp

⁴一般財団法人阪神高速道路技術センター(〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7) E-mail: oishi@tech-center.or.jp

⁵正会員 阪神高速道路株式会社(〒541-0056大阪市中央区久太郎町4-1-3) E-mail: masatsugu-shinohara@hanshin-exp.co.jp

2018年6月18日7時58分頃、大阪府北部を震源とした地震が発生した. 阪神高速道路では路線上の構造物や地中に設置した計測器で恒久的な地震観測が行われており、同地震においても22箇所の観測局において地震波を観測することができた.本研究では、湾岸線に架橋する長大斜張橋を対象に、計測された地震波の橋梁構造物に対する動的特性と、耐震設計に用いられる動的解析モデルによる応答再現性について検討を行った.

地表面で計測された加速度を動的解析モデルの基礎下端に直接入力する地震応答解析の結果より、その 他の観測点の変位を概ね良好に再現することができ、減衰モデルの設定や解析方法に対する妥当性を確認 することができた.

Key Words: long span cable-stayed bridge, 2018 Osaka-fu hokubu Japan earthquake, seismic response analysis, seismic observation

1. はじめに

2018年6月18日7時58分頃、大阪府北部を震源とし た気象庁マグニチュードM_{MA}61の地震(以下,大阪府 北部地震と称す)が発生し、大阪府高槻市,箕面市近辺 で最大震度6弱を記録した¹⁾.阪神高速道路では地震発 生直後に全線交通止めを行い、安全性の緊急確認の後、 同日13時頃に交通開放した.阪神高速道路では1995年 兵庫県南部地震よりも前から地震観測システムが整備さ れ、延長260kmの道路ネットワークに22地点の地震観 測システムが常時稼働²⁾している.同地震においても加 速度、速度、変位といった合計400成分以上の地震観測 データが得られ、守口と豊中の観測地点では最大震度5 強が記録された.地震発生直後にこの地震観測データの 加速度応答スペクトルで卓越しているのが03秒前後の 短周期帯であることが確認され、土木構造物への影響は 限定的である可能性が高いという実証的知見を即座に得ることができた.このことからも、この地震観測システムが有用に機能するものであることが証明された.

さらに、これらの地震観測データは構造物の地震時挙 動の評価や地震応答解析の精度検証などに用いることが できる. 阪神高速道路では広域道路ネットワークの動的 解析モデルを予め整備³しており、これらを用いること で構造物の応答特性の評価が可能である. そこで本研究 では大阪府北部地震で震度4を記録した湾岸線に架橋す る長大斜張橋(図-1)に着目して、計測波を用いた動的 解析モデルの精度検証を行った. 具体的には、地表部で 計測された地震観測データを対象橋梁の動的解析モデル に入力する地震応答解析を実施して、観測された各点の 計測値と解析値を比較することによって動的解析モデル の応答再現性を評価するものである. なお、対象橋梁は これまでに1995年兵庫県南部地震と翌年1996年1月25



日に発生した余震において計測された地震観測データを 用い,主にケーソン基礎に着目した再現解析^{4,5}や, 1995年兵庫県南部地震において被害を受けた部材の損 傷状態⁹まで精度良く再現できる精緻な構造要素モデル 高度化に関する検討⁷が地震観測データを用いて行われ ている.これら従来の研究は 1995年兵庫県南部地震当 時の構造に対するものであり,本研究ではその後,制震 デバイスによって耐震補強⁸された現況構造を対象とし ている.

2. 対象橋梁のモデル化

対象橋梁は湾岸線に架橋する橋長 885 mの3径間連続 ダブルデッキ鋼斜張橋である(図-1).1992年に完成し, 3年後の兵庫県南部地震においては橋脚の局部座屈,ウ ィンド沓の破損,ペンデル支承脱落や上部構造端部の跳 ね上がりといった多数の被害を受けた⁶⁾.迅速な応急復 旧により現状回復後,2009年に減衰機能を有する変位 制御システム(縦置きサンドイッチ型積層ゴムダンパー +ケーブル)による耐震補強工事⁸が実施されている.

解析モデルを図-2 に示す. 図の全体座標軸で示すように X 軸, Y 軸および Z 軸はそれぞれ橋梁の橋軸方向, 直角方向, 鉛直方向を示し, 以降の説明で同記号を用いる. 主塔, 鋼製橋脚および補剛トラス桁をファイバー要素, ケーブルは細分化したケーブル要素, ペンデル支承



図-3 対象橋梁と付近の断層帯

はトラス要素,ウィンド沓は直角方向と鉛直軸まわりを 固定支持とした線形ばねでモデル化した.耐震補強され た現況構造の動的解析モデルとするため,ゴムダンパー は非線形ばねで組み込み,鋼製橋脚の断面補強について も考慮した.なお,ケーブル要素においては中間節点に 質量を設けることで地震時のケーブル自体のフレキシブ ルな振動特性や,幾何学的にたわむことにより張力抜け を評価できるようにした.また,耐震設計時では基礎-地盤系を S-R ばねモデルとしていたが,対象としている 大阪府北部地震によって周辺地盤に非線形性が見られな かったことと,基礎本体と周辺地盤の動的相互作用を線 形剛性としてみなした場合の不確実性が高いことから本 検討で基礎下端を固定支持とした.

3. 対象地震と検討フロー

(1) 対象地震

大阪府北部地震は、大阪府北部を震源とした気象庁マ グニチュード M_{MA} 6.1 の地震で、守口と豊中の観測地点 では最大震度 5 強が記録された.加速度応答スペクトル は 0.3 秒前後が卓越しており、この地震で土木構造物の 被害は少なく、1995 年兵庫県南部地震以降のレベル 2 地 震に対する耐震補強の効果が発揮されていると推察され る.

阪神高速道路路線と対象橋梁位置,付近の主な断層お よび大阪府北部地震震央の位置関係を図-3 に示す.対 象橋梁付近の地域は震度4を記録している.震央と対象 橋梁は約33.5 km離れており,S波速度を2 km/s とする と地震発生後,約16.8 秒後に対象橋梁に到達すること になる.

(2) 地震観測システムと波形処理

地震観測システム²は阪神高速道路総合防災システム のサブシステムであり、全路線で22地点の構造物、地



主」1 地震計計測チャンクル

北「山戸町町伊ノインハット									
			橋軸	直角	鉛直	CH	I数		
①地表部	0	加速度	CH2	CH1	CH3	3			
		速度	CH5	CH4	CH6	3	9		
		変位	CH8	CH7	CH9	3			
②主塔中段部		加速度	CH11	CH10	CH12	3			
		速度	CH14	CH13	CH15	3	9		
		変位	CH17	CH16	CH18	3			
③主桁中央部	Δ	加速度	CH20	CH19	CH21	3			
		速度					3		
		変位							
④主塔横梁部		加速度	CH23	CH22	CH24	3			
		速度					3		
		変位							
⑤塔頂部		加速度	CH26	CH25		2			
		速度					2		
		変位							

表面,地中部で合計 400 成分以上の地震観測データを得 ることができる.計測器はサーボ型速度計で,対象橋梁 には図-4 のように深江浜側の主塔②④⑤(▲■□), ケーソン上面の地表部①(〇)および中央径間中央の補 剛トラス桁上③(△)の合計5箇所に設置されている. 計測チャンネルは表-1 のように計測 5 箇所にそれぞれ 加速度,速度,変位の成分が合計26CHである.ここに, 計測器からは速度と加速度のデータが出力されるが、速 度データはサーボコイルで計測した加速度をコンデンサ で積分した値が出力され、変位は速度データを積分した データである. そのため、本検討では観測された波形デ ータをそのまま用いずに、観測時の計測ノイズや積分誤 差を除外する目的で加速度波形をバンドパスフィルター 処理して、計測値として用いるものとした.これは地震 観測システムから出力された③桁中央部の変位データに、 構造や地盤の振動とは考えにくい 30s程度の長周期成分 が含まれていたことから、観測されたデジタルデータの 波形処理は必要であると考えた. 遮断周波数は地震時の 構造物の周期帯から外れた範囲とし、解析結果になるべ く波形処理の影響が及ばないようにした。なお、紙面の 都合上ここには示していないが、記録されたデジタルデ ータと処理後の波形比較から、加速度波形は目視ではほ とんど変化はなく、変位波形は改善されていることを確 認している.



(3) 検討フロー

本検討は次に示すようなフローで進めるものとする (図-5).

- ①~⑤で観測された加速度データにバンドパス フィルター処理する.(すべての波形に対して, 低域遮断周波数:0.05 Hz,高域遮断周波数:20 Hz,遷移帯域幅:0Hz)
- 波形処理した①~⑤の加速度データを線形加速 度法により積分し、速度および変位を算出し、 このデータを「計測値」とする.
- 波形処理した①地表部の加速度データを解析モデルの固定点に直接入力する地震応答解析(地動)を実施する.解析結果より②~⑤の応答を算出し、これを「解析値」(絶対量)とする.
- 得られた「計測値」と「解析値」を比較し、動 的解析モデルにおける再現性を確認する.

4. 固有振動特性

固有値解析の結果として,主要な固有モードを橋軸・ 鉛直方向卓越モードを図-6,直角方向卓越モードを図-7 に,求めた固有周期,有効質量比,主要なモード形状お よび鋼部材の等価減衰を2%としてひずみエネルギー比 例減衰法で求めたモード減衰定数を表-2 に示す.ここ



では主要な構造要素の振動特性を明確に得ることを目的 に, 斜ケーブルの中間節点に載荷した質量を, 固有値解 析においては主塔と補剛トラス桁の格点に振り分けて、 斜ケーブルのみの振動モードを除外している.

制震デバイスのゴムダンパーは耐震設計時には設計変 位に対する等価剛性に置き換えて固有周期を求めていた が、本解析では比較的中小規模地震を対象としているた め、ゴムダンパーの応答変位は耐震設計時よりも小さい 領域になると想定し、ゴムの1次剛性(耐震設計時等価 剛性の約 8.6 倍の剛性)を用いて固有周期を算出してい る. なお、ゴムダンパーを耐震設計時の等価剛性とした 場合, 2.7sに桁の橋軸方向スウェーモードが現れる.

図-6 に示す桁の橋軸・鉛直モードはいずれも主塔塔 頂の直角方向と桁の鉛直モードが連成している特徴的な モードである.桁の鉛直逆対称1次(T=1.81 s)の有効質量

			固有	101) 那你	「結果				
次数	周期	有効質量比	Ł	モード 減衰定数	モード形状				
n	(s)	ХҮ	Z	hi (%)					
1	4.571	0.0% 19.8%	0.0%	2.0%	桁直角対称1次(中央径間)				
2	2.604	0.0% 0.0%	16.1%	2.0%	桁鉛直対称1次				
3	1.884	0.1% 0.0%	0.0%	2.0%	主塔・桁直角逆対称1次				
4	1.812	42.7% 0.0%	0.0%	1.5%	主塔直角・桁鉛直逆対称				
5	1.802	0.0% 11.0%	0.0%	2.0%	主塔直角				
6	1.702	0.2% 0.0%	0.0%	2.0%	主塔・桁直角逆対称2次				
7	1.582	11.2% 0.0%	0.0%	1.7%	主塔直角・桁鉛直逆対称				
8	1.558	0.0% 0.0%	0.0%	2.0%	主塔直角				
	1.512	10.9% 0.0%	0.0%	1.7%	主塔直角・桁鉛直逆対称				
10	1.100	0.0% 0.0%	2.7%	2.0%	析鉛直対称2次				
11	0.986	0.0% 15.5%	0.0%	2.0%	析直角対称(中央径間)				
12	0.944	0.0% 4.9%	0.0%	2.0%	側径間直角				
13	0.921	0.0% 6.4%	0.0%	2.0%	侧径間直角				
14	0.833	0.0% 0.3%	0.0%	2.0%	ねじり1次				
15	0.819	0.0% 0.0%	0.0%	2.0%	主塔・桁直角逆対称				
16	0 758	0.0% 0.0%	0.0%	2.0%	<u>卡伯 前岸方之方方</u> 桁鉛直道対称				
17	0.700	0.0% 7.4%	0.0%	2.0%	11111日22/31-3-2				
	0.730	0.0% 0.0%	17 5%	2.0%	侧径閉纱直动称				
10	0.703	0.0% 0.0%	0.4%	2.0%	周年间如臣为你 侧汉明纵声举封在				
19	0.707	0.0% 0.0%	0.4%	2.0%	则注间和自步为协				
20	0.071	0.0% 0.0%	0.0%	2.0%	^编 简脚直用逻 <u>列</u> 称 端插即克色衬在				
	0.000	0.0% 0.3%	0.0%	2.0%	-				
22	0.624	0.0% 0.0%	0.2%	1.9%	竹筒軸				
23	0.602	0.0% 0.0%	0.0%	2.0%	土培・竹旦円辺灯が				
24	0.544	0.0% 0.0%	0.7%	2.0%	桁鉛直对杯				
25	0.446	0.0% 0.4%	0.0%	2.0%	側径間直角				
26	0.444	0.0% 1.5%	0.0%	2.0%	側径間直角				
27	0.429	0.0% 0.0%	0.0%	2.0%	桁鉛直逆対称				
28	0.405	0.0% 0.0%	0.7%	2.0%	主塔橋軸対称				
29	0.404	0.0% 0.0%	0.0%	2.0%	主塔橋軸逆対称				
30	0.401	0.1% 0.0%	0.0%	2.0%	主塔橋軸対称				
	橋軸・鉛直方向の主要モードを示す。								
	直角方向の主要モードを示す。								

比は42.7%と大きく、地震時にこの周期帯の共振が予想 される.

固有周期の最低次数である桁の直角対称 1 次モード 4.57 s (図-7(a))は,有効質量比が約20%と大きく,地 震時にこの振動モードの寄与は大きいと考えられる. 主 塔中段梁に設置されているウィンド支承の鉛直軸回りは 実構造を鑑みて固定としてモデル化しているが、フリー にした場合にこの桁の直角方向対称1次モードは4.8s 程度になったことから、支承の境界条件のモデル化が桁 の直角方向固有周期に与える影響は大きいようである.

5. 計測値の分析

①地表部では直角方向で最大 80 gal 程度の加速度が計 測された.また、対象橋梁付近において、1995 年兵庫 県南部地震で表層地盤に見られた液状化などの地盤の非 線形化は、大阪府北部地震では見られなかった.

計測された①地表部の加速度波形を用いて,(1)ウェ ーブレット解析, (2)絶対加速度応答スペクトル, (3)RD 法によって推定した自由減衰波形で分析を行った.

(1) ウェーブレット解析

ウェーブレット解析は一般的なフーリエ変換とは異な り、時刻歴波形を時間一周波数領域で分解するため、時 間毎の周波数特性を捉えることができる 9. ①地表部の



ウェーブレット係数のコンター図を図-8 に計測成分ご とに示す. 橋軸方向では 15 s付近は 1 s以下の周期帯, 20 s~30 sの時間帯は 2 s付近の周期帯も卓越が見られる. 直角方向も橋軸方向と類似した卓越周期の分布が見られ る. このことから橋軸方向, 直角方向ともに 2 s付近の 寄与率が大きい固有モードが励起されると予想される.

(2) 絶対加速度応答スペクトル

図-9 に①地表部の橋軸,直角,鉛直方向の計測値の 絶対加速度応答スペクトルを示す.同図には道路橋示方 書V¹⁰に示されるタイプ I とⅡの標準加速度応答スペク トル(Ⅲ種地盤)を合わせて示している.計測値はいず



れも道路橋示方書に示される標準加速度応答スペクトルよりも小さく,橋軸方向で最大 200 gal 程度である.橋軸方向と直角方向は 0.3~0.9 s付近の周期帯で加速度応 答スペクトルが大きく,1 s以上の長周期帯は低下域である.

(3) RD法による自由減衰波形

図-10 と図-11 に、③桁中央部の橋軸方向と直角方向

における計測加速度波形の卓越周期付近(それぞれ約 1.71 s,約0.86 s)をバンド幅0.1 sのバンドパスフィルタ ーで抽出し、その波形から RD法^{11,12}による自由振動波 形を求めた結果を示す.卓越周期帯付近で推定される減 衰定数は橋軸方向で2.6%、直角方向で0.7%であった.

6. 地震時の再現性

①地表部の3方向の加速度データを動的解析モデルの 基礎下端(固定点)に直接入力する地震応答解析を実施 する.減衰モデルは水平2方向と上下方向のモード寄与 率のベクトル和を重み係数として最小二乗法で係数 α , β を決定するレーリー型減衰モデル¹³⁾(図-12)を用いた. 地震応答解析の継続時間は0~100 sとし、積分時間間隔 は 0.01 sとした.解析ソフトウェアは構造解析プログラ ム SeanFEM¹⁴⁾を用いた.

図-13 に橋軸, 直角方向の並進変位オービットを示す. 同図(a)に示す①地表部の計測値は加速度データを線形 加速度法により 2回積分した変位で,解析値は地震波入 力点の応答変位(ニューマークβ法)であるため,ほと んど一致していることが確認できる.同図(b)③桁中央 部と同図(c)⑤塔頂部は概ね直角方向(Y)に卓越した応答 を示している.

観測点の40sまでの変位応答時刻歴とフーリエスペク トルを3成分それぞれ図-14~16に示す. 同図より動的 解析モデルによる地震時再現性に関して次のような点が 考察できる.

- 図-14(a), 15(a)のように変位応答時刻歴波形は
 一部大小の違いは見られるが概観して良い一致が見られ,フーリエスペクトルにおいても10s以下の主要な周期帯で卓越周期を実用上十分な精度で再現できている.
- ・ 地震時に卓越する振動モードを各成分のフーリ エスペクトルから固有値解析結果を用いて推定 すると、補剛トラス桁の橋軸方向は図-6(b)に示 す逆対称1次(4次, T=1.81s),直角方向は図-7(a)に示す直角対称1次(1次, T=4.57s),補 剛トラス桁の鉛直と主塔の橋軸方向は図-6(b)(4 次, T=2.60s)のように連成したモードである。
- 図-15(b),16(b)の③桁中央部の直角方向において、フーリエスペクトルに見られる4.5s付近の卓越周期の僅かな違いで、30s付近以降の時刻歴波形において波形周期に顕著なずれが見られる.
 解析値のほうが長周期側が卓越しており、図-9の加速度応答スペクトルから応答が低下する周期帯である。そのため、波形周期がずれている領域では解析値のほうが小さくなっていると考



えられる.

図-14(c) ⑤塔頂部はフーリエスペクトルから2つの卓越周期が存在している.長周期側の2.48sは 補剛トラス桁の鉛直対称1次と連成しており, 図-16(b)の桁の鉛直振動の卓越周期差による応答



の違いが影響していると考えられる.

 図-15(b),(c),図-16(a),(c)に見られる橋軸・ 鉛直方向の18s付近の長周期成分は構造や地盤の 振動ではなく、計測ノイズと考えられる。

7. おわりに

本研究では、長大斜張橋を対象として、大阪府北部地 震で計測された地表部の地震観測データを動的解析モデ ルの基礎下端に直接入力する地震応答解析を実施し、観 測点の応答を解析値と比較することによって応答再現性 を確認した. 計測値の時刻歴変位波形を解析値は概ね再現できており、各波形のフーリエスペクトルにおいても10s以下の主要な周期帯で卓越周期を表現できる結果が得られた.桁の直角方向対称1次モードで、僅かではあるが動的解析モデルと地震時の卓越周期に差があることから、桁中央部の直角方向変位に応答の差が見られた.このような卓越周期や応答値の差は、これまでに様々な再現解析⁹¹⁵等で報告されているように、支承等可動部摩擦による境界条件の設定や減衰モデルのような不確実性の高い入力項目が要因として考えられる.また、それらが解析結果に与える影響度は地震規模によっても変化すると考えられるため、今後、様々な地震規模に対する検討が必要である.しかしながら、今回対象とした大阪府北部地震

のような比較的中小規模地震に対しては、本検討で用いた動的解析モデルで、地震時の応答変位に関する評価を行うための精度は十分あると考えている.

阪神高速道路では地震観測システムに加え,広域道路 ネットワークの動的解析モデルを予め整備³しているた め、本検討のように構造物の応答特性の評価を地震後速 やかに実施することが可能になっている.このような利 点を活かし、今後も地震観測システムから得られる様々 な地震観測記録を用いた再現解析の検討を続けることに より、非線形領域を含めた動的解析モデルの精度向上が 期待できると考えられる.

謝辞:本研究は,阪神高速道路(株)と(株)地震工学研究 開発センターとの「巨大地震発生時における阪神高速道 路の全体系応答シミュレーションに関する共同研究」の 全路線を対象とした構造物地震応答解析の精度の検証に 向けた取り組みの一環として行ったものである.ここに 記して関係各位に謝意を表する.

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部事務局:2018年6月18日大阪府北部の地震の評価(平成30年7月10日),文部科学省研究開発局地震・防災研究課,https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2018/20180618_osaka_2.pdf,2018. (2018.7.11閲覧)
- 2) 篠原聖二,中村雄基,玉置侑人,高橋良和:阪神高速道路ネットワークにおける地震観測データの活用,第21回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.23-30, 2018.
- 3) 松下麗菜, 篠原聖二, 馬越一也, 中村真貴, 本橋英樹, 服部匡洋: 広域道路ネットワークにおける地震応答シミ ュレーションの実現可能性に関する検討, 第 37 回土木学 会地震工学研究発表会, D11-1199, 2017.

- 4) 山崎文雄, Todor Ganev, 石崎浩, 北沢正彦:東神戸大橋の兵庫県南部地震時の応答シミュレーション, 地震工学研究発表会講演論文集, Vol. 24, pp. 613-616, 1997.
- 5) 石崎浩,西森孝三,北沢正彦,野口二郎:東神戸大橋の 兵庫県南部地震による損傷についての解析検討,橋梁と 基礎, Vol.2, pp.3946, 1998.
- 6) 阪神高速道路公団監修:阪神高速道路震災から復旧まで 1995.1.17-1996.9.30 [写真集],(財)阪神高速道路管理技術センター,1997.
- 7) 八ツ元仁,馬越一也,金冶英貞,中村真貴,野中哲也: 大規模計算による長大橋地震応答解析の構造要素モデルの高度化に関する検討,応用力学論文集 Vol. 20(特集), 73巻,2号, pp.I_769-I_780, 2017.
- 8)角和夫,長澤光弥,曽我恭匡,木田秀人:オールフリー 形式長大斜張橋の耐震補強,橋梁と基礎, Vol. 44, pp. 27-32, 2010.
- 金治英貞,鈴木直人:長大カンチレバートラス橋の地震 応答に関する観測結果と解析的検証,構造工学論文集, Vol.53A, pp.277-286, 2007.
- 10) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2017.
- Vandiver, J. K., Dunwoody, A. B., Campbell, R. B.M. and Cook, F.: A mathematical basis for the random decrement vibration signature analysis technique, Journal of Mechanical Design, Vol. 104, pp. 307-313, 1982.
- 田村幸雄,佐々木淳,塚越治夫:RD法による構造物のランダム振動時の減衰評価,日本建築学会構造系論文報告集,第454号,pp.29-38,1993.
- 13) 臺原直,大月哲,矢部正明:非線形動的解析に用いる Rayleigh 減衰のモデル化に関する提案,第2回地震時保有 耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講 演論文集,pp.371-378,1998.
- 14) 株式会社耐震解析研究所: SeanFEM ver.1.22 理論マニュ アルと検証, 2007.
- 15) 山本泰幹,藤野陽三,矢部正明:地震観測された長大吊 構造系橋梁の動的特性と動的解析モデルによる再現性, 土木学会論文集, Vol. 65A, No. 3, pp. 738-757, 2009.

EARTHQUAKE OBSERVATION RECORD OF THE 2018 OSAKA HOKUBU EARTHQUAKE AND EVALUATION OF RESPONSE OF LONG SPAN CABLE-STAYED BRIDGE

Kazuya MAGOSHI, Masaki NAKAMURA, Masahiro HATTORI, Hideo OISHI and Masatsugu SHINOHARA

The earthquake occurred in the northern part of Osaka Prefecture around 7:58 on June 18, 2018. On the Hanshin Expressway, the permanent seismic observation was performed using measuring instruments installed in the structure, and many earthquakes were also observed in the earthquake. In this study, we investigated the response reproducibility by the dynamic analysis model used for the design, using the measured seismic waves.

In the seismic response analysis in which the acceleration measured on the ground is directly input to the lower end of the dynamic analysis model, the displacement of the other observation point can be approximated, and the validity of the analysis method was confirmed.