

I-B 97

被害解析における入力動の方向性

鉄道総合技術研究所 正会員 内田 吉彦
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 安藤 陽一
 鉄道総合技術研究所 正会員 西村 昭彦

1.まえがき

兵庫県南部地震では多数の犠牲者を出すとともに、道路・鉄道・港湾等の土木構造物に大被害をもたらした。鉄道に関しては、震度7の地域を中心に山陽新幹線、JR在来線等の橋梁・盛土に大きな被害を受けた。東海道新幹線も京都～新大阪間の第1梶原高架橋付近(図1)において損傷を受けることとなった。この被害を解析するにあたり入力動を推定しなければならない。本稿では第1梶原高架橋から約7km程離れた大阪府高槻市阿武山観測所において京都大学防災研究所により観測された地震波形と、約5km程離れた大阪府枚方市において建設省により観測された地震波形を解析検討し、その方向性を考慮し第1梶原高架橋における被害解析を行った。

2.観測波の方向性

阿武山地震観測所における波形は、地表面下約60mの岩盤($V_p=4.6\text{km/sec}$)に設置された地震計で観測されたものである。また、淀川堤防(枚方)での波形は堤防付近の地盤面で観測されたものである。両波形とも水平面内で直行した2成分が観測されており、それらを合成しベクトル化することにより加速度と角度で表したのが図2と図3である。最大値の方向を表1に示す。2つの観測波は180度ずれているがほぼ同方向に最大値を示している。

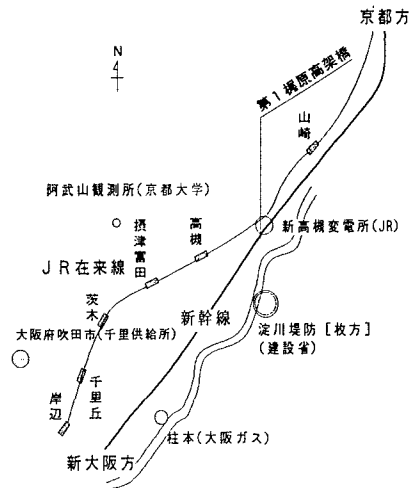


図1.位置図

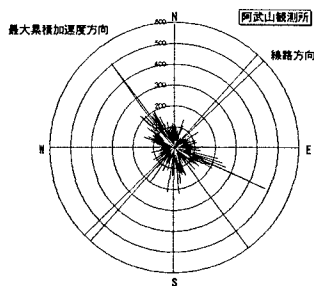


図2.阿武山観測波の方向性

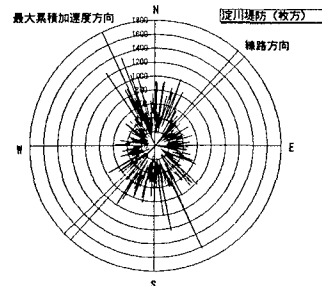


図3.淀川堤防(枚方)の方向性

また、第1梶原高架橋 R12とR18の方向も表1に示す。第1梶原高架橋の方向と2つの観測波との方向はほぼ90度を示している。つまり、高架橋に対して橋軸直角方向に卓越した波であったことがわかる。

表1.観測波と構造物の方向

	最大値の方向	北より右回り	
		第1梶原 R12	第1梶原 R18
阿武山観測所	323°	97° (277°)	101° (281°)
淀川堤防(枚方)	156°	110°	114°

3. 観測波形の異方向による相違

阿武山での観測波形の最大値方向と最大値より90度回転した方向（最大値直角方向）での波形のフーリエスペクトルを図4に示す。高架橋に対しては橋軸直角方向と橋軸方向の2方向となる。フーリエスペクトルにおいて最大値方向の波形で卓越している部分が、最大値直角方向の波形ではなめらかになり平坦な形状を示している。これより90度ずらすことから加速度の大きさが異なるだけでなく、卓越振動数の特徴も異なった波形となることが分かる。

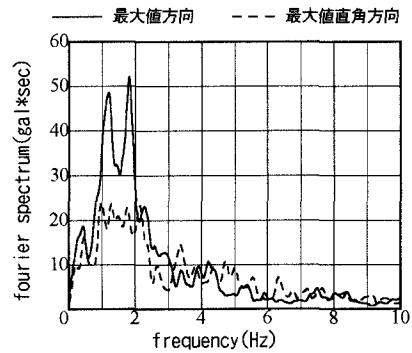


図4. 異方向波形のフーリエスペクトル

4. 被害解析における方向性

本稿では被害解析対象構造物として、第1梶原高架橋の中で柱上部において曲げによる損傷が生じたR18高架橋と、同型式の高架橋で無被災であったR12高架橋の2橋梁を選択した。阿武山での観測波形の最大値方向（高架橋に対しては橋軸直角方向）および最大値直角方向（橋軸方向）の2波形をN値50程度の基盤までの増幅を考慮し、原位置でのボーリング調査及び室内試験等の諸数値をもとに重複反射法を用いて地表面の地震動を推定した。橋軸直角方向（最大値方向）と橋軸方向（最大値直角方向）のR12高架橋およびR18高架橋の加速度応答スペクトルを図5、図6に示す。また、鉄道における設計標準¹⁾により求めた各構造物の等価固有周期を表2に示す。等価固有周期におけるR18高架橋とR12高架橋の加速度の差が橋軸直角方向では約150gal、橋軸方向では約60galであり、R18において橋軸直角方向に損傷が生じた現象と一致した結果を得た。

表2. 等価固有周期 (sec)

	第1 梶原 R12	第1 梶原 R18
橋軸直角方向	0.750	0.741
橋軸方向	0.704	0.697

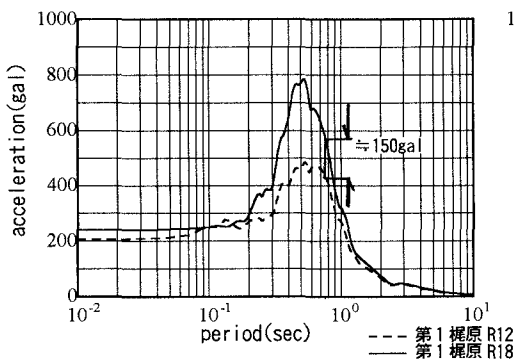


図5. 橋軸直角方向の加速度応答スペクトル(h=10%)

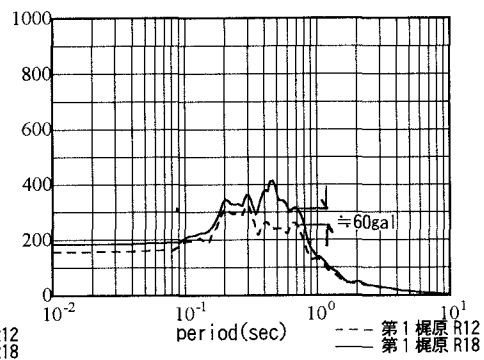


図6. 橋軸方向の加速度応答スペクトル(h=10%)

5. まとめ

本稿での解析検討により、同一な場所で観測された波形においても方向性が明確に現れる場合があり、方向によりその波形の特性が異なる。また被害解析を行う場合、解析対象構造物と入力動の方向性を考慮し解析することが必要であると考えられる。

謝辞 波形記録に関しては京都大学防災研究所地震予知研究センター、建設省土木研究所振動研究室のご協力を頂きました。記して感謝いたします。

参考文献：1)丸善：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），（財）鉄道総合技術研究所編 平成4年10月