

鋼単純合成鉄桁区間における 2018 年大阪府北部地震の地震観測記録と応答特性の評価

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○富 健一
 一般財団法人 阪神高速道路技術センター 正会員 服部 匡洋
 株式会社 地震工学研究開発センター 正会員 馬越 一也
 阪神高速道路株式会社 技術部 正会員 篠原 聖二

1. 目的

阪神高速道路では、地震発生時の迅速な交通管制対応、構造物の地震挙動の把握の観点から、地震観測システムが順次整備されており、22箇所の地点で地震計が設置されている¹⁾。2018年大阪府北部地震では、この地震計により港大橋や東神戸大橋など複数の地点で地震動が観測された。本検討では、大阪府北部地震で地震動が観測された観測点のうち、地表面で大きな加速度が観測された阪神高速道路 12 号守口線 P-299 橋脚（以下、守 P-299 と記す。）を対象とし、地表面加速度を入力地震動とした再現解析を実施することで、対象橋脚の地震時応答特性の評価を試みた。



図-1 対象橋梁の位置図

2. 対象橋梁

(1) 観測地震動の概要

対象橋梁の位置図を図-1 に示す。対象橋梁は、1971 年に竣工された高架橋区間であり、竣工後、47 年経過している。対象橋脚である守 P-299 は RC 構造 T 型橋脚でケーソン基礎である。支持する上部構造は、起点側、終点側ともに鋼単純合成鉄桁であり、支承条件は起点側が固定、終点側は可動である。適用示方書としては、昭和 39 年出版の道路橋下部構造設計指針である。また、守 P-299 では兵庫県南部地震直後の 1995 年に、ゴム支承への取り換えと柱の耐震補強が実施されている。補強概要図を図-2 に示す。地中部は既設水路の影響から、柱基部は 3 面でコンクリート増厚補強が実施されている。地上部は 4 面鋼鉄巻き立て補強が実施されている。

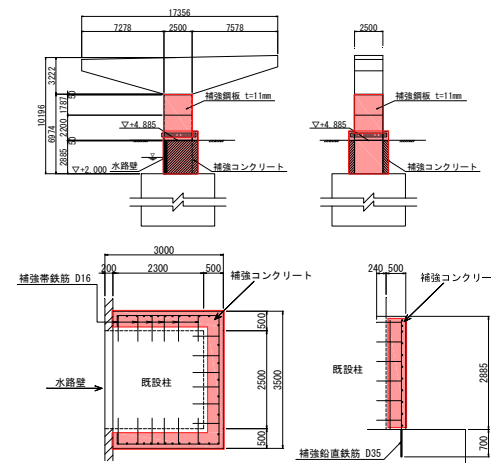


図-2 対象橋脚の補強概要（単位：mm）

3. 観測地震動

本稿で検証する守 P-299 は震源地より約 7km と非常に近く、震度 5 強の地震動が観測された。地表面の最大加速度は、橋軸方向で 233gal、橋軸直角方向で 349gal であり、それほど大きな加速度となっていない。梁天端で観測された加速度は、橋軸方向で 995gal、橋軸直角方向で 533gal であった。また、地表面で観測された加速度の応答スペクトルを図-3 に示す。図上の固有周期は、固有値解析により算出した対象橋脚の卓越周期である。

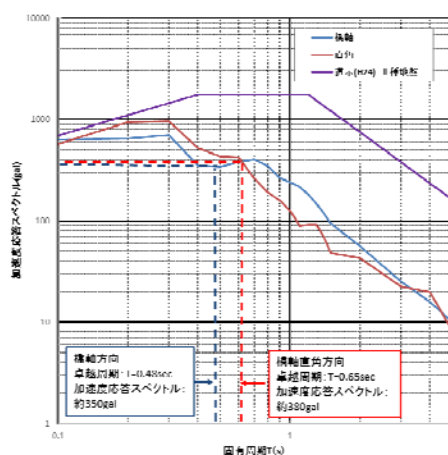


図-3 加速度応答スペクトル（地表面）

応答スペクトル図と固有周期の関係より、橋脚天端の応答加速度は 300~400gal 程度と推測されるが、観測された加速度は橋軸方向で 995gal、直角方向で 533gal と非常に大きい。図-4 に示す梁天端のフーリエスペクトルより観測波形には高周波成分がノイズとして観測されていると考えられる。そこで、梁天端の観測加速度に対して 6Hz 以上の高周波成分を除去するローパスフィルター処理を行った。

キーワード 大阪府北部地震、再現解析、非線形動的解析、単純鋼鉄桁橋、フィルター処理

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町 3-22 交通基盤事業本部 耐震センター東京室 TEL 03-6777-4790

フィルター処理を実施した結果、最大加速度は、橋軸方向で 343gal、橋軸直角方向で 394gal となり、応答スペクトル図の固有周期と加速度応答スペクトルの関係と近似する結果となった。以上より、解析結果と対比する梁天端の最大応答加速度は、高周波成分をフィルター処理した加速度波形とする。

4. 動的解析による再現性の検討

(1) 解析モデル

対象橋脚の解析モデルを図-5 に示す。本橋脚は、単純桁の掛け違い部であり、橋軸方向の支承条件は起点側が固定、終点側が可動である。起終点の桁の挙動や橋脚の影響を考慮するために隣接桁もモデル化した。橋脚柱部の非線形特性は、既設橋脚であることから、道路橋示方書Ⅴ耐震設計編（平成 14 年 3 月）²⁾（以下、H14 道示と記す。）に基づきトリニア型の非線形特性を考慮した。橋脚の非線形特性は、既設橋脚の場合は、国総研 700 号資料³⁾に基づき、H14 道示の応力ひずみ曲線に基づき M-φ を設定する。

(2) 解析結果の考察

解析モデルを変更した場合の解析結果を表-1 に、梁天端における観測加速度と解析加速度の波形に関する比較を図-6 に示す。なお、本解析の際の要素別減衰定数としては、既往の解析的検証⁴⁾により、基礎減衰の影響が応答値に大きな影響を及ぼすことが確認されているため、基礎の減衰定数としては 0.20 の標準値に加えて、0.10、0.05 とした場合について検討を実施した。

再現解析の結果、基礎の減衰定数 0.2 のケースで、解析結果の応答値はフィルター処理を実施した梁天端の最大化速度と同程度の応答加速度となり、再現性の高い解析結果が得られた。加速度波形については、最大応答加速度発生時間や最大加速度発生後の応答加速度等で違いが見られた。

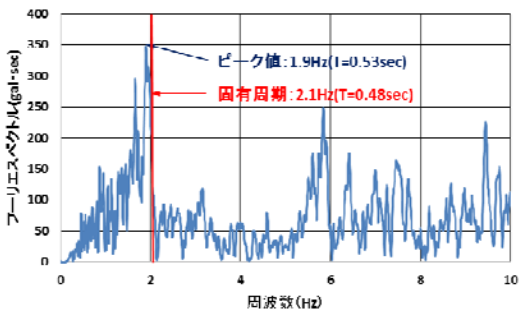
5. まとめ

梁天端で観測された地震動は高周波成分を多く含む地震動であったため、高周波成分をフィルター処理して観測加速度を精査した。その結果、動的解析における応答加速度と概ね一致した。

加速度波形については観測結果と解析結果で違いが見られた。これらの理由は可動支承の摩擦程度や基礎バネの精度、3 面補強している橋脚の挙動が影響していると考えられるが、今後の課題である。

参考文献

1) 土木学会：2018 年 6 月 18 日大阪府北部の地震の調査報告会，土木学会・地震工学委員会，2018.7.23.
2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編，2002.
3) 国土技術政策総合研究所：国総研資料 第 700 号 既設橋の耐震補強設計に関する技術資料，2012.
4) 富健一・許佳奕・服部匡洋・馬越一也・篠原聖二：ケーソン基礎を有する鋼単純合成鈹桁における 2018 年大阪府北部地震の地震観測記録と応答特性の評価，土木学会 第 38 回地震工学研究発表会，2018.10.4



(橋軸方向)

図-4 フーリエスペクトル図（梁天端加速度）

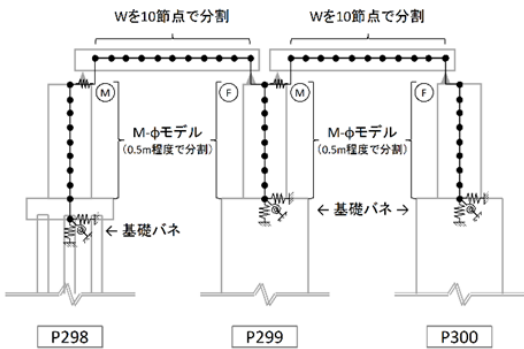


図-5 解析モデル（側径間考慮）

表-1 動的解析結果

方向	減衰h					最大加速度		
	上部工	橋脚		基礎	支承	方向	観測値 (gal)	解析値 (gal)
		線形	非線形					解析値/観測値
橋軸方向	0.02	0.05	0.02	0.20	0.03	正	342.65	340.11
						負	-323.15	-256.61
	0.02	0.05	0.02	0.10	0.03	正	342.65	370.42
						負	-323.15	-272.96
	0.02	0.05	0.02	0.05	0.03	正	342.65	416.38
						負	-323.15	-294.38
橋軸直角方向	0.02	0.05	0.02	0.20	0.03	正	381.07	364.04
						負	-393.07	-388.11
	0.02	0.05	0.02	0.10	0.03	正	381.07	459.75
						負	-393.07	-470.15
	0.02	0.05	0.02	0.05	0.03	正	381.07	496.82
						負	-393.07	-538.49

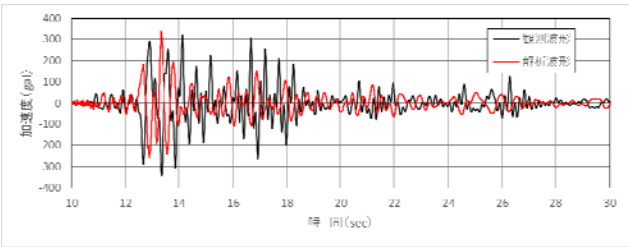


図-6 観測加速度と解析加速度の比較