

2016 年熊本地震の観測波を用いた動的解析による 鉛直地震動が橋梁モデルの地震時応答に及ぼす影響

九州大学大学院 学生会員 ○中島 昌矢
九州大学大学院 正会員 崔 準祐

1. 目的

2016 年 4 月に発生した熊本地震では、観測史上初めて震度 7 を 2 回立て続けて観測された。この大地震により道路や橋梁などの社会基盤施設に甚大な被害をもたらしたが、今回の地震の特徴の一つとして、鉛直地震動の加速度が水平地震動ほど大きかったことが挙げられる(図-1)。これまで鉛直地震動が構造部の動的応答に及ぼす影響は小さいとされてきたが、今後もこれほどの大きい鉛直地震動が発生するとなると構造物の耐震設計において看過できないものと考えられる。本研究では、地震時上部構造の挙動が複雑と言われている曲線橋モデルと、直線橋モデルを対象に、2016 年熊本地震の観測波を用いた地震応答解析を実施し、鉛直地震動が橋梁モデルの地震時応答に及ぼす影響について基礎的検討を行った。

2. 対象橋梁の解析モデルおよび検討ケース

本研究では、全長 200m (各支間長 50m) を有する仮定の 4 径間鋼連続箱桁橋を対象とした。橋脚は RC 単柱 T 型橋脚であり、支承は積層ゴム支承とした。橋梁全体系解析モデルを図-3 に示す。本解析では、非線形有限要素解析ソフト SeanFEM を用い、上部構造と橋脚は線形梁要素、支承部はばね要素でモデル化を行った。

本研究では、上部構造の平面線形の変化による鉛直地震動の影響についても調べることにし、上部構造の曲率半径をパラメータとした検討を行った。検討モデルを図-4 に示しており、直線橋モデルを含む 3 つの異なる曲率半径を有するモデルとした。入力地震動は、2016 年 4 月 16 日に発生した熊本地震の益城町および熊本市で観測された観測波¹⁾(図-1)、また現行の設計地震動の元となる兵庫県南部地震の JR 鷹取駅観測波(図-2)を用い、橋軸方向加震と橋軸方向・鉛直方向同時加震(Case1)、橋軸直角方向加震と橋軸直角方向・鉛直方向同時加震(Case2)の検討を行った。

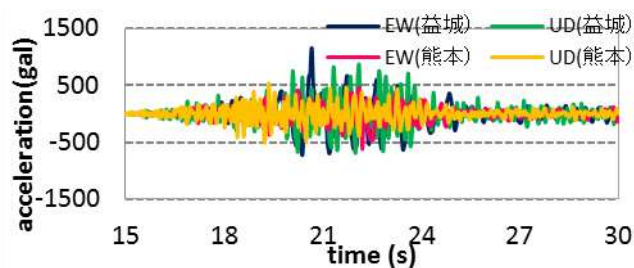


図-1 熊本地震観測波 (KiK-net 益城, K-net 熊本)

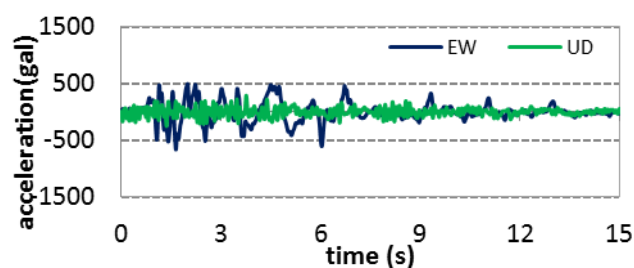


図-2 兵庫県南部地震観測波 (JR 鷹取駅)

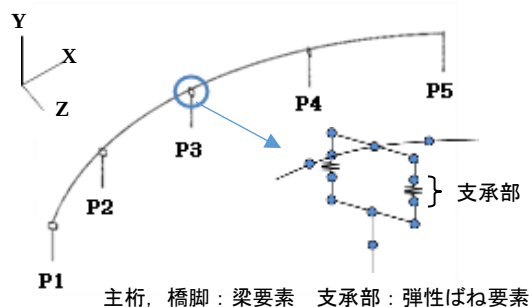


図-3 解析モデルのイメージ

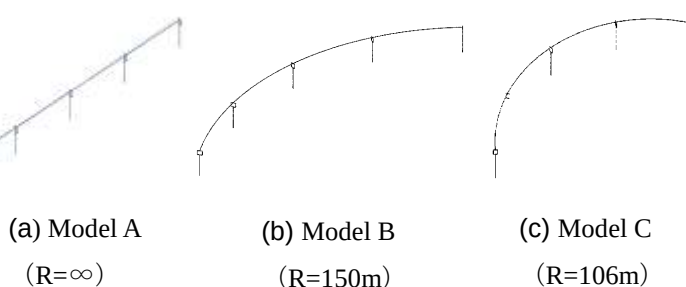


図-4 解析検討モデル

キーワード 熊本地震, 地震応答解析, 鉛直地震動

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 T E L 092-802-3374

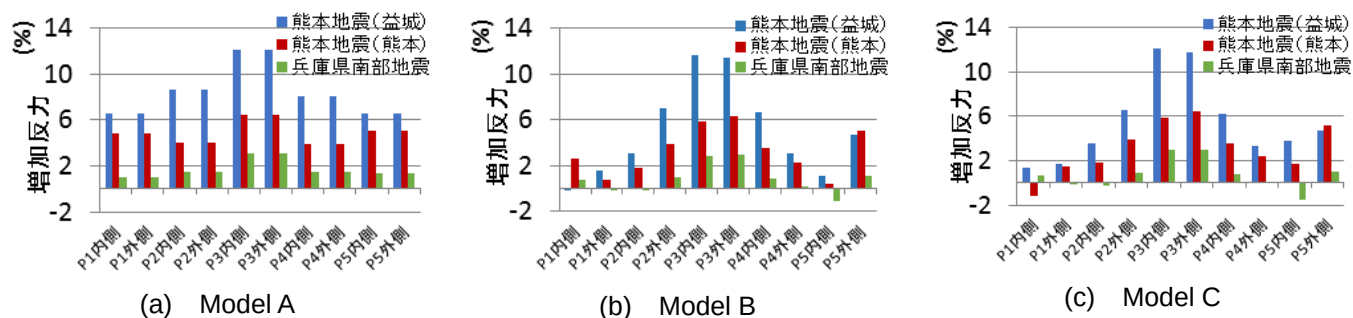


図-5 各支承部の鉛直方向最大反力の増加割合 (Case1)

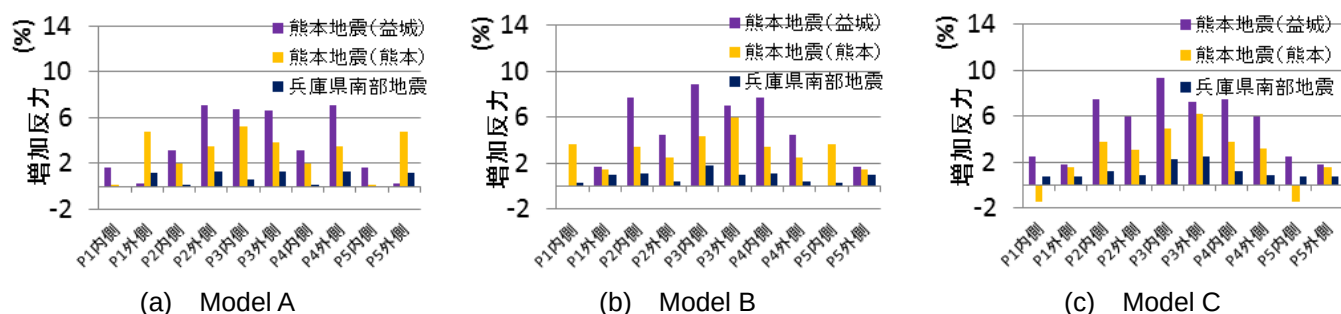


図-6 各支承部の鉛直方向最大反力の増加割合 (Case2)

3. 動的解析結果

本検討では、支承部における鉛直方向反力と上部構造の地震時挙動を中心に調べた。図-5、図-6は、鉛直方向の地震動を加えることで、水平方向単独加震時より増加した支承部の鉛直方向最大反力の増加率を示したものである。これらの結果から、鉛直地震動が比較的小さな兵庫県南部地震に比べ熊本地震では2波とも、一部の橋梁端部内側支承を除き Case1, Case2 とともに同時加震時の結果が大きくなっており、鉛直地震動による影響が大きいことが確認された。また Case1 の動的解析では、単独加震時に対する反力増加が P3 において最大で、兵庫県南部地震の場合 3%, 熊本地震の益城町観測波の場合 12%であった。

一方、Case2 の動的解析では、P3 支承部だけでなく、その他の支承部においても鉛直地震動による影響がみられたことから橋軸方向加震時よりも橋軸直角方向加震時において橋梁モデルがより複雑な挙動を行っていることが推定できる。しかし、支承部が受ける鉛直地震動の影響としては Model A の P2, P4 支承部で 7%, Model B, Model C の P3 支承で 9%の反力増加となっており、橋軸方向に水平地震動を入力した Case1 に比べると小さい結果となった。また Case2 では Model B と Model C で最も大きな反力増加がみられる P3 支承部だけでなく、Model A で最も大きな反力増加がみられる P2, P4 支承部においても Model B, Model C の増加反力は Model A が示す結果を上回っている。このことより曲率半径が小さくなるほど、鉛直地震動の影響が大きくなっていることがわかるが、この原因のひとつとして地震時に上部構造に生じるねじりによる影響が考えられる。このねじりの挙動は橋梁の曲率半径が小さいほど大きくなり、図-7 に示すように本研究の動的解析の結果からも判断することができる。

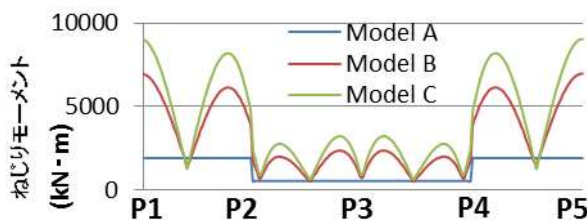


図-7 上部構造の最大ねじりモーメント (Case2)

4. 結論

本検討より、鉛直地震動を考慮することで支承部反力など橋梁モデルの地震時応答が増加することが確認された。また橋軸直角方向へ地震動を加震したケースにおいて曲率半径が小さいほどより鉛直地震動の増加がみられた。今後はゴム支承の鉛直方向モデルについて改良を行い、更なる検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人防災科学技術研究所強震観測網ホームページ : <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>