

2016 年熊本地震の鉛直地震動が 橋梁のゴム支承部の鉛直引張方向反力に及ぼす影響

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
九州大学大学院 正会員 松田 泰治

1. はじめに

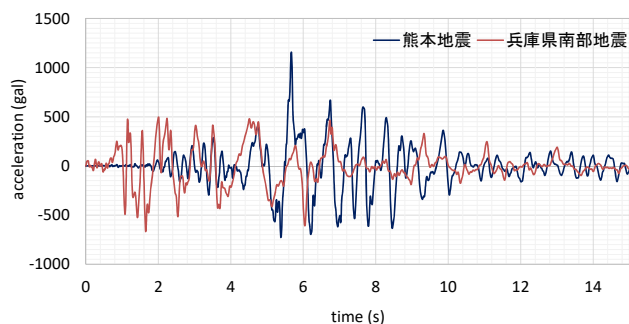
2016 年 4 月に発生した熊本地震では、観測史上初めて震度 7 を 2 回立て続け観測され、その他の強震も複数発生したことが特徴として挙げられるが、観測波における鉛直地震動の加速度レベルが水平地震動ほど大きかったことも挙げられる。(図-1)。過去の地震では鉛直地震動が水平地震動より小さいこともあり、これまで鉛直地震動が構造部の動的応答に及ぼす影響は小さいとされてきたが、今後もこれほどの大きい鉛直地震動が発生するとなると構造物の耐震設計において看過できないものと考えられる。

そこで本研究では、上部構造の地震時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

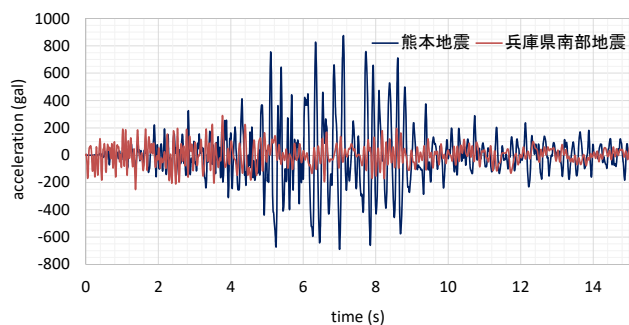
及ぼす影響について基礎的検討を行った。熊本地震では複数の橋梁においてゴム支承が損傷を受けていることから、本研究ではゴム支承に着目して検討を行った。

2. 対象橋梁のモデル化および検討ケース

対象橋梁は、全長 200m (支間長 50m) を有する 4 径間鋼連続箱桁橋と仮定し、直線橋モデル (以後、Model A) と曲率半径 R をパラメーターとし、2 つの曲線橋 (Model B : $R=150\text{m}$, Model C : $R=106\text{m}$) を作成して比較検討を行った。橋脚は RC 単柱 T 型橋脚であり、橋脚高は全橋脚 13m である。橋梁全体系解析モデルを図-2 に示す。上部構造および橋脚は線形梁要素で、支承部は引張側の剛性を圧縮側の剛性の $1/10$ とした非線形モデルでモデル化を行った。支承部の拘束条件については道路橋示方書 V 耐震設計編²⁾を参考にして設定し、支承寸法に関しては著者らが事前に行った試設計に基づいて $900\text{mm} \times 900\text{mm} \times 100\text{mm}$ と設定した。入力地震動は、2016 年 4 月 16 日に発生した熊本地震の KiK-net 益城町で観測された波形 (図-1) と、現行の設計基準の基となっている兵庫県南部地震の観測波とし、水平地震動を橋軸方向に加震したケース (Case1) と橋軸直角方向に加震したケース (Case2) とした。



(a) 水平地震動 (EW 成分)



(b) 鉛直地震動 (UD 成分)

図-1 熊本地震観測波 (KiK-net¹⁾, 益城町)

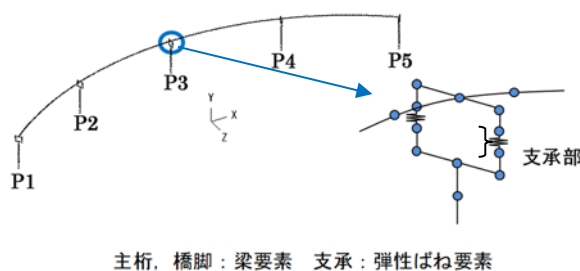


図-2 解析モデルのイメージ

3. 動的解析結果

本検討では、支承部における鉛直方向引張方向の反力と上部構造の地震時挙動を中心に調べた。図-3は、Case1において、各支承部において橋軸方向と鉛直方向の同時加震時の引張方向最大反力から橋軸方向単独加震時の引張方向最大反力を引いたものを示したものである。また図-5にはCase2について同様に整理したものを示す。Case1, Case2ともに兵庫県南部地震の鉛直地震動を加えることで支承部に引張反力が生じる個所はみられなかったが、熊本地震の場合はほとんどの支承部において反力が引張領域に入っていることが確認された。Case1の場合、P3支承部において鉛直地震動の影響が最も大きくなっており、各モデルのP3支承部の時刻歴応答を調査した。図-4にCase1のP3支承部の時刻歴変位応答を示す。各モデルで最大変位が生じる時刻が異なっていることから、上部構造がモデルごとに異なった挙動を行っていることが推察される。したがって、曲率半径の違いで上部構造の地震時挙動が異なり、それが支承部反力にも影響を及ぼしたと考えられる。

また、図-5よりCase1に比べてCase2の反力が全般的に大きくなっているが、これは橋軸直角方向に地震動を入力することで上部構造がロッキングするような挙動をし、それに伴って支承部が鉛直方向に変位したためと考えられる。また、曲線橋であるModelBとModelCの端部の支承部では、Case2において反力が増加している。これは図-6に示すように、曲線橋では端部ほど上部構造のねじりモーメントが大きく、この影響により曲線橋の反力が増加したと考えられる。

4. まとめ

本検討では、兵庫県南部地震の場合は鉛直地震動による影響は小さいが、大きな鉛直地震動を有する熊本地震の場合は鉛直地震動を加えることで支承部に生じる引張反力が増加することが確認された。その増加傾向は曲率半径に依存する結果にはならなかったが、曲率半径の違いにより上部構造の挙動が複雑に変化し、支承部に影響を及ぼすことがわかった。

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

ジ: <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>, 2016

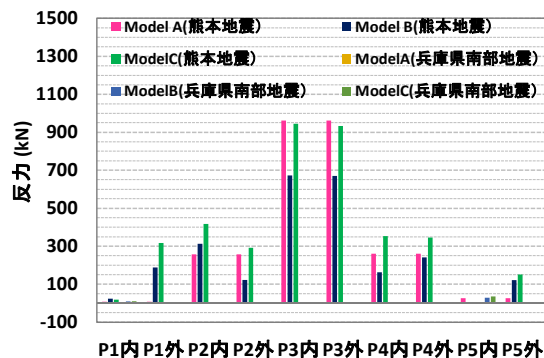


図-3 支承部の最大引張反力の増加量 (Case1)

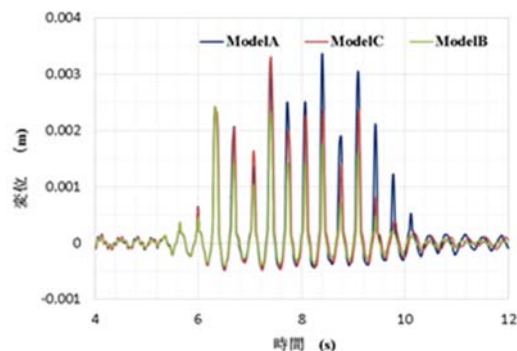


図-4 P3 支承部の時刻歴変位応答 (Case1)

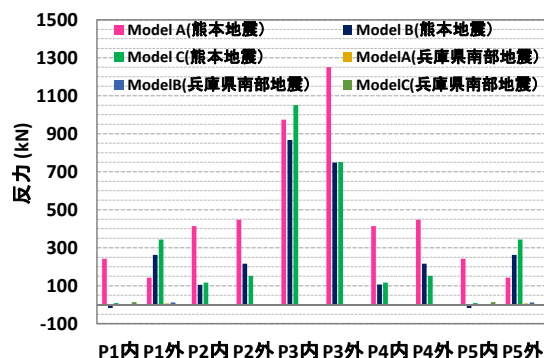


図-5 支承部の最大引張反力の増加量 (Case2)

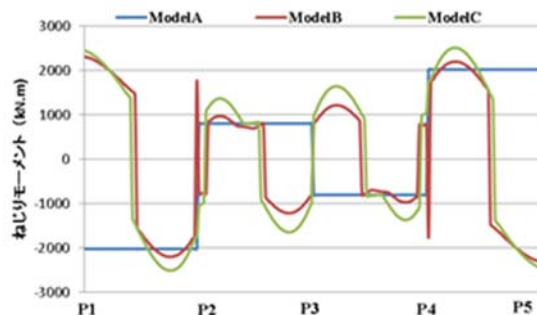


図-6 上部構造の最大ねじりモーメント (Case2)

- 2) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2012