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 学生会員 中島 昌矢 九州大学大学院 正会員 崔 準祜

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2回立て続けて震度7を観測するという被害が 発生した.これにより道路,橋梁構造物などの社会 基盤施設に大き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,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.

対象橋梁は,全長200m(支間長50m)を有する4

2.対象橋梁のモデル化および検討ケース

径間鋼連続箱桁橋と仮定した.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,支承部はばね要素でモデル化を行っ た.支承部は,主桁の接線方向から法線方向に張り 出した剛梁にとりつけ,支承ばねの下端を橋脚の張 り出し部の剛梁に連結する構造とした.支承部の拘 束条件については,道路橋示方書 耐震設計編²⁾を 参考にして設定した.

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とし,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-3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 観測波(図-1)とし,橋軸方向加震時と橋軸方向・ 鉛直方向同時加震時の各橋梁モデルの地震時応答を 比較し,鉛直地震動による影響について調査した.



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-4 は,各支承 部において橋軸方向と橋軸方向と鉛直方向の同時加 震時の鉛直方向最大反力から橋軸方向単独加震時の 鉛直方向最大反力を引いたものを示したものである. この結果から,すべてのモデルにおいて同時加震時 の結果が大きくなっており,鉛直地震動による影響 が現れていることがわかる.中でもP3支承部にお いて鉛直度地震動の影響が最も大きく,単独加震時 の結果に比べ11%以上の反力増加がみられる.これ は,図-5 に示すように中央径間部において鉛直方向 の挙動が大きく現れたことが原因と考えられる.

また, すべての支承部において Model A の同時加 震時と単独加震時の鉛直方向反力の差が大きくなる 結果となった.曲線橋の場合,上部構造のねじり挙 動が大きくなるため, Model B や Model C において 支承部の鉛直方向最大反力の差が大きくなると予想 していたが,そのような結果にはならなかった.各 モデルの固有振動特性を調べても,表-1に示すよう に鉛直方向に関しては全てのモデルでほぼ同じ傾向 を示しており,振動特性の違いによって直線橋の応 答が増加したとは考えにくい.一方,橋軸方向の単 独加震時の上部構造の鉛直方向の挙動について調べ てみると,曲線橋に比べ直線橋の鉛直方向変位が大 きく現れることがわかった(図-6).これは支承部の 橋軸直角軸回り方向に対してフリーにしていること から,橋軸方向加震時にも上部構造が鉛直方向の振 動を伴うためと思われるが,こうした鉛直方向の振 動特性が直線橋と曲線橋で異なるため、鉛直地震動 による影響も異なったと考えられる.

4.まとめ

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.ただし,曲率半径の違いによる鉛直地 震動の影響はみられず,今後モデル化や加震方向に ついてさらなる検討を行っていく予定である.

参考文献

- 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/, 2016
- 2) (社)日本道路協会:道路橋示方書·同解説 耐震設計編,2012



表-1 各モデルの鉛直方向卓越モード

Model A				
モート、次数	周期(sec)	有効質量比X	有効質量比Y	有効質量比Z
1	0.74	0%	0%	60%
3	0.69	69%	0%	0%
6	0.56	0%	7%	0%
9	0.35	0%	39%	0%
Model B				
モート、次数	周期(sec)	有効質量比X	有効質量比Y	有効質量比Z
1	0.73	47%	0%	0%
3	0.68	20%	0%	0%
6	0.57	0%	7%	0%
9	0.35	0%	38%	0%
Model C				
モート、次数	周期(sec)	有効質量比X	有効質量比Y	有効質量比Z
1	0.74	57%	0%	0%
3	0.67	6%	0%	0%
6	0.57	0%	7%	0%
9	0.35	0%	38%	0%

