

平成 28 年熊本地震における地盤変位を考慮した俵山大橋の損傷メカニズムに関する一考察

九州大学 学生会員 ○星原 和輝
九州大学大学院 正会員 松田 泰治
九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀

(株)八千代エンジニアリング 正会員 竹村 大佐
(株)アーク情報システム 正会員 内藤 伸幸
九州大学大学院 学生会員 玻座真 翼

1. はじめに

2016 年 4 月に発生した熊本地震では、14 日 (PM9:26) に前震 (M6.5, 震度 7), その 28 時間後の 16 日 (AM1:25) には本震 (M7.3, 震度 7) が続けて発生した。熊本県西原村でも、最大震度 7 を観測し、熊本県県道 28 号俵山バイパスは甚大な被害を受けた。県道 28 号にかかる俵山大橋は兵庫県南部地震以降に改定された平成 8 年道路橋示方書¹⁾に基づいて設計された橋梁であるにも関わらず、支承の逸脱や主桁の座屈、橋脚基部のひびわれなどの被害が見られた。また、橋脚や橋台基部の北東方向への移動も見られ、このことが俵山大橋の被害を拡大させたと考えられる。

そこで本研究では、地震動と地盤変位が橋梁の安全性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 解析対象橋梁概要及び解析モデル

2.1 解析対象橋梁概要

対象橋梁は、平成 11 年 2 月に設計、平成 13 年 1 月に竣工した。橋長 140m, 有効幅員 8.5m, 支間長 138.5m (34.75m+61.50m+42.25m), 縦断勾配 6.0% の鋼 3 径間連続非合成鈹桁橋である。

2.2 解析モデルと解析手法

図 - 1 に示すように、俵山大橋のはりモデルを作成した。上部構造は線形はり要素、橋脚は非線形はり要素、支承部はバネ要素でモデル化している。また、実際の俵山大橋は縦断勾配 6.0% で支承は 4 つあるが、本研究では縦断勾配を考慮せず、支承を 1 つに集約した橋軸方向の二次元モデルを作成した。本解析では解析対象を橋軸方向とし、解析時の減衰評価はレイリー減衰を用い積分時間間隔は 0.001 秒で Newmark β ($\beta=0.25$) とする。なお、解析には汎用プログラムである TDAPIII ((株)アーク情報システム) を用いた。

本研究では、地震動のみ入力の場合 (CASE1) と地震動と地盤変位入力の場合 (CASE2) の 2 種類で時刻歴応答解析を行った。本解析では道路橋示方書に記された設計地震動である II-II-2 を入力地震動として用い



図 - 1 はりモデル

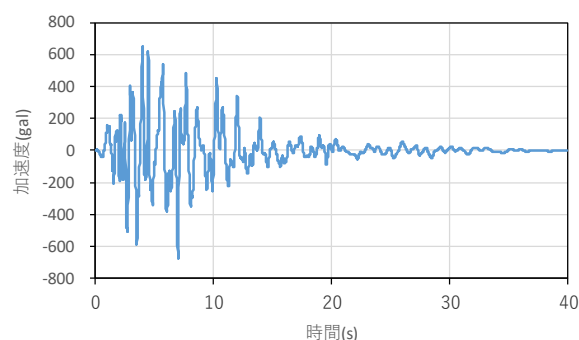


図 - 2 入力地震動 (II-II-2)

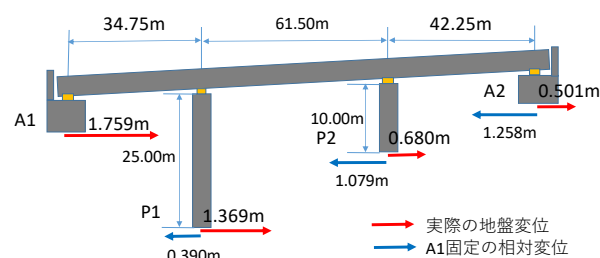


図 - 3 地盤変位

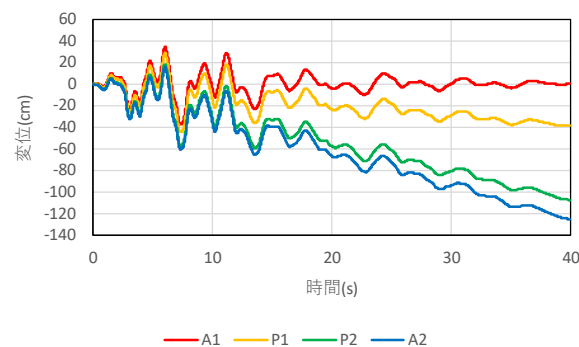


図 - 4 入力地震動の変位波形

た (図-2)。

地震動および地盤変位を考慮したときの橋梁への影

響を評価・検討するために、各基部で最終的な変位の異なる変位波形を入力して解析を行った。地盤変位を考慮するにあたり、最終的な地盤の変位量を A1-A2 間で引き起こされる変位量とした。図-3 より実際の俵山大橋における地盤は、A1 で 1.759m, P1 で 1.369m, P2 で 0.680m, A2 で 0.501m 橋軸方向に動いていることから A1-A2 間で圧縮方向に力が作用している。そのため、A1 側を固定とし、A1-P1 間で 0.390m, A1-P2 間で 1.079m, A1-A2 間で 1.258m, A1 側に動いたとし、最終的な変位量とした。また、変位波形を作成するにあたり周波数フィルタリング法により、入力地震動を 2 回積分し、その算出した波形を、最終的な変位量と合算した。その波形を図-4 に示す。それぞれの波形を入力することで地盤変位を考慮した解析を行った。

3. 解析結果

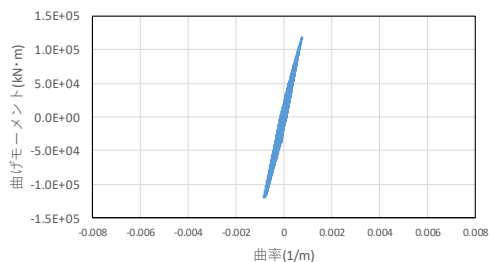
図-5 に橋脚基部の曲げモーメントと曲率の関係を示す。P1 橋脚において、圧縮方向に地盤変位が生じる CASE2 では地震動のみ入力の CASE1 に比べて圧縮、引張側両方に履歴が大きく伸びた。圧縮側では約 7 倍、引張側では約 5 倍伸びた。P2 橋脚においても、圧縮方向に地盤変位が生じる CASE2 では地震動のみ入力の CASE1 に比べて圧縮、引張側両方に履歴が大きく伸びた。圧縮側では約 2 倍、引張側では約 2 倍伸びた。すなわち、地震動と地盤変位を考慮した CASE2 については、地震動のみを考慮した CASE1 に比べ、地盤変位の影響を受けているものといえる。

4. まとめ

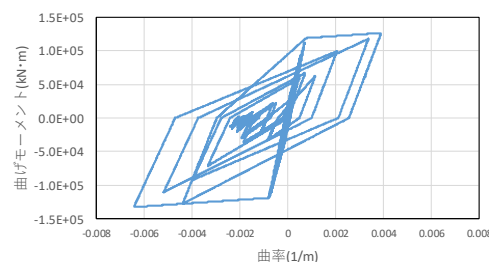
本研究では平成 28 年熊本地震で被災した俵山大橋のはりモデルを作成し、地震動のみ入力の場合と地震動に加え地盤変位も入力の場合の 2 種類を解析した。その結果として、地震動に加え地盤変位も考慮した場合の方が地震動のみの場合に比べ影響が見られたため、地盤変位も橋梁に影響を与えることが分かった。今後、地盤変位が与える橋梁への影響について、モデルを三次元化しさらなる検討を行っていく予定である。

謝辞：俵山大橋に関する情報は、構造計画研究所、九州地方整備局、熊本県から提供して頂きました。ここに記して謝意を表します。また、本研究は九州橋梁、構造工学会研究会に設置された特別委員会を実施した成果の一部である。

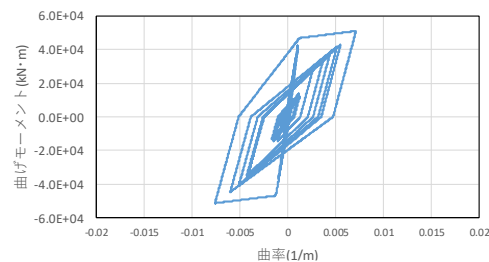
参考文献



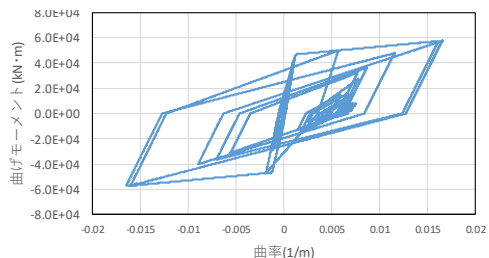
(a)P1 橋脚 CASE1 地震動のみ



(b)P1 橋脚 CASE2 地震動+地盤変位



(c)P2 橋脚 CASE1 地震動のみ



(d)P2 橋脚 CASE2 地震動+地盤変位

図 - 5 曲げモーメントと曲率の関係

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2019
- 2) 西村孝，松田泰治，梶田幸秀，難波正幸，内藤伸幸：断層変位を考慮した PC 合成桁橋の応答評価に関する一考察，土木学会論文集，第 38 回地震工学研究発表会論文集，論文番号 1355，2018
- 3) 松永昭吾，大塚久哲：断層変位を受けるコンクリートアーチ橋の耐震特性，土木学会論文集，Vol165, No.1, pp417-425, 2009