

地盤の不整形性を考慮した惣領橋の中間橋脚被害に関する検討

九州大学 学生会員 ○丹藤修平, 学生会員 副島健太郎, 正会員 梶田幸秀, 正会員 松田泰治

1. はじめに

惣領橋は、熊本県上益城郡益城町にある 1988 年に建設された橋長 33.3m, 2 径間 PC 単純 T 桁橋である。平成 28 年熊本地震において、写真 1 のように左岸側橋台を基準点として、中間橋脚の梁上端で 309mm (上流側)、376mm (下流側) の沈下が確認された。その被害の再現のため、これまで中間橋脚付近のボーリングデータに基づいた整形地盤モデルでの解析を実施してきたが¹⁾、中間橋脚の沈下被害を再現できなかったため、本研究では、右岸側上流のボーリングデータも用いた不整形地盤に対して、あらためて地震時の液状化による構造物被害予測プログラムである FLIP を用いて有効応力解析を実施し、中間橋脚の沈下被害に対して検討を行ったものである。

2. 解析概要

図 1 に不整形地盤モデルを示す。地盤の物性値の決定には FLIP 要素シミュレーションツール (FLIPSIM) を用いた。FLIPSIM の簡易設定法により、各層の平均 N 値、層中央の上載応力、細粒分含有率を入力し、物性値を決定した。図-2 に今回の解析で用いたボーリングデータより得られた N 値を示す。図-2 において、深度 0m は中間橋脚設置位置での河底とした。中間橋脚でのボーリングデータとレベル 2 タイプ 2 地震動から液状化安



写真-1 中間橋脚の沈下現象

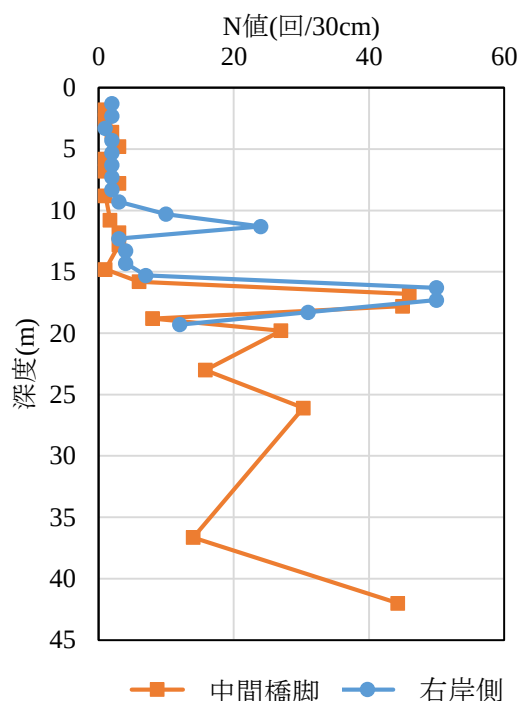


図-2 ボーリングデータ

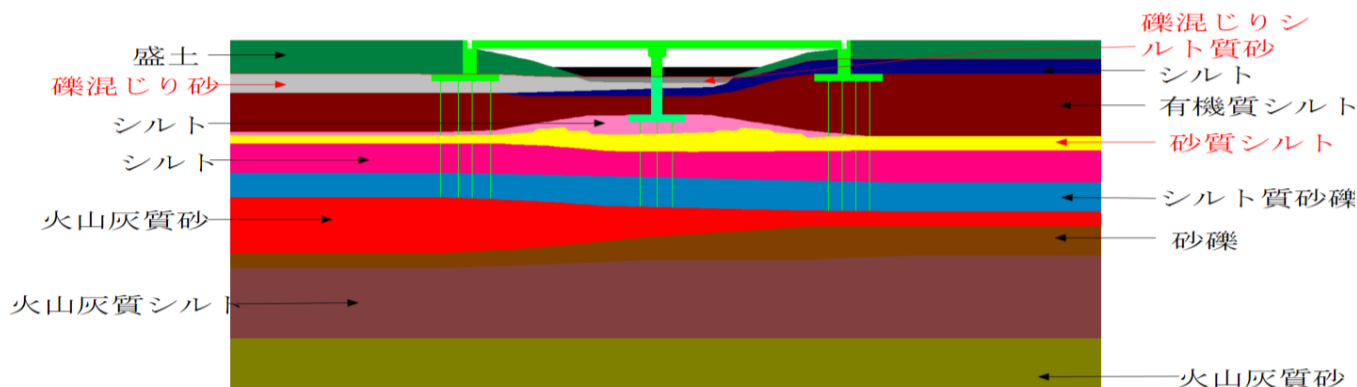


図-1 解析モデル

全率 (FL 値) を算出し、液状化安全率が 1 を下回った地点を表-1 に示す。図-1 でいえば、液状化が発生するのは、礫混じりシルト質砂、礫混じり砂、砂質シルトである。整形地盤で実施した文献 1) では、排水条件を仮定しているが、本解析では、非排水条件で実施している。杭の先端の位置は、設計図面を参考に、中間橋脚の杭で深度 16.8m、左岸側橋台の杭で深度 18.0m、右岸側橋台で深度 18.1m とした。モデル最下面 (工学的基盤) に入力した地震動は図-3 に示すとおりであり、主要動である 16 秒から 46 秒までを入力地震動とした。

3. 解析結果

図-4 にモデルの最終変形図を示す。また、図-5 に左岸側橋台、中間橋脚の杭先端部の沈下量 (鉛直方向変位) を示す。なお、図-4、図-5 には整形地盤の結果¹⁾も併せて示すが、成層地盤の結果は加振直後までの結果であり、加振直後までなら排水条件、非排水条件による結果の違いはそれほど大きくないことはこれまでの研究で確認されている。図-4、図-5 より、不整形モデルにすることで沈下量は少なくなるが、左岸橋台に比べ中間橋脚のほうが沈下しているということが分かった。また、この解析モデルの沈下量は、左岸橋台下で 2.0cm、中間橋脚下で 5.5cm だった。

4. まとめ

地盤を実際の状況に近い不整形モデルにして解析を行ったところ、中間橋脚が橋台よりも沈下するという現象については再現できたが、沈下量の大きさについては、実現象とは大きく異なる結果となった。ボーリングデータが地震後に行われたデータであるため、地震前に比べて地盤が密になっている可能性や、杭基礎先端部よりも深いところにある火山灰質砂や火山灰質シルトの繰り返し作用による軟化などを考慮に入れて検討を行っていきたいと考えている。

参考文献

1) 梶田幸秀, 副島健太郎, 宇野州彦, 松田泰治: 2016 年熊本地震における惣領橋の中間橋脚の沈下現象に関する一考察, 第 38 回 地震工学研究発表会論文集, CD-ROM (論文番号 1355), 2018

謝辞: ボーリングデータは熊本県より提供いただきました。本解析は、一般社団法人九州構造・橋梁研究会熊本地震対応特別委員会 WG2 (土構造/盛土 WG) の方々の協力の下、行いました。ここに記し、感謝の意を表します。

表-1 液状化層の FL 値

計測深度 (m)	FL 値
0~1.3	0.357
1.3~2.3	0.389
8.25~9.25	0.097
9.25~10.30	0.225
10.30~11.30	0.385
14.30~15.30	0.709
15.30~16.30	0.395
16.30~17.30	0.775

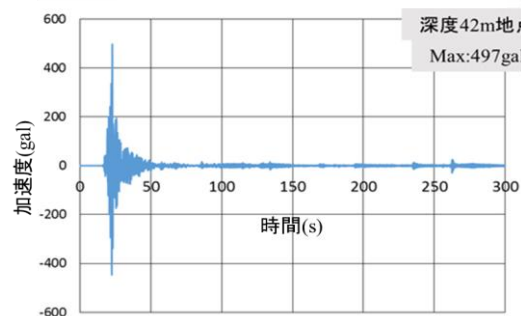


図-3 入力地震動

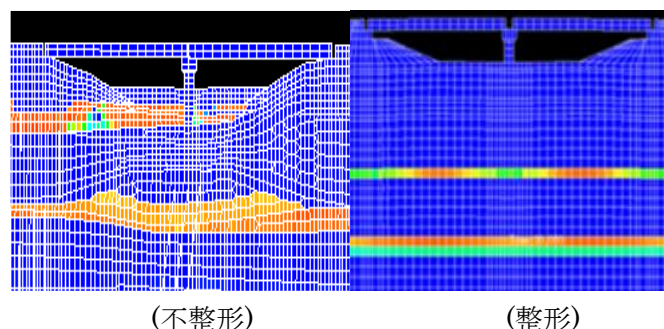


図-4 最終変形図

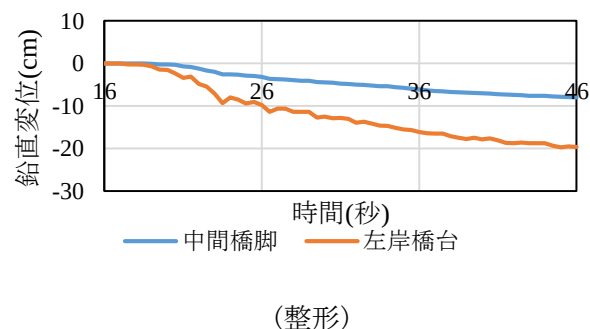
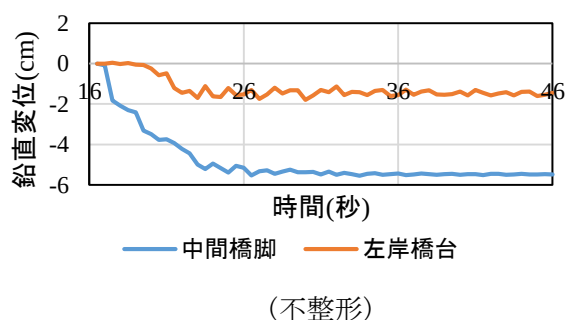


図-5 鉛直変位