

平成 30 年 4 月 16 日

公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金  
受託者 三菱UFJ 信託銀行株式会社 御中

## 研究概要書

研究課題：地盤情報データベースに基づく高速道路盛土基礎地盤のモデル化と地震時安定性評価手法構築に関する研究

研究代表者： 京都大学大学院工学研究科 教授 三村 衛  
共同研究者： 同 上 准教授 肥後陽介  
同 上 助教 澤田茉伊  
(一財) 地域地盤環境研究所 グループリーダー 北田奈緒子  
ソイルアントロップロッキングエンジニアリング (株) 技師長 吉村 貢

はじめに

線状構造物である高速道路は様々な堆積構造を有する基礎地盤上に建設されるため、地点ごとに地震時挙動が異なる。本研究では、実際にインフラ構造物を破壊させた 2018 年熊本地震の波形が採れた熊本県益城町において、地盤構造の異なる 2 地点で地盤調査を実施し、基礎地盤のモデル化手法を提示するとともに、地盤震動解析に基づいて地盤構造の違いが地盤の揺れにどのように寄与するのかを定量的に評価し、構造物の安定性に資する情報を提示するものである。

### 1. 研究の目的

地盤の震動は入力地震動と地盤内の堆積層の幾何学的な性状・力学特性によって支配される。本研究では、地盤構造、特に軟弱層厚の違いによって同じ基盤入力地震動を受けても地盤の震動特性が大きく異なることを定量的に評価するために、2016 年熊本地震において測定された Kiknet 益城における地震動を用い、益城町内で実施した堆積構造の異なる 2 地点のボーリング調査結果に基づいて作成した地盤モデルに対して震動解析を行い、両地点の地盤震動挙動を定量的に評価し、被害の有無との関係を明らかにすることにより、線状構造物である高速道路の地震時安定性に資する情報を提示する。

### 2. 検討手法

益城町内において堆積構造の異なる 2 地点で地盤調査を実施し、その結果に基づいて図-1 に示すような地盤モデルを作成した<sup>1)</sup>。両地点は直線距離で 200m 程度しか離れていないが、(a) に示す軟弱地盤では、軟弱層厚が 20m に達するのに対し、(b) では粘土層が砂層と互層となっていることがわかる。同地盤調査により、N 値 50 以上の工学的基盤 (3m 連続を確認) は両地点とも図に示す砂礫層の下端、G.L.-52m 付近で現れた。有限要素法による一次元動的解析には、液状化解析法 LIQCA2D16<sup>2)</sup> を用いた。粘土材料に対する構成式は R-O モデルを適用し、パラメー



(a) 軟弱地盤 (b) 硬質地盤

図-1 検討に用いた地盤モデル<sup>1)</sup>

タは実験結果から得た土質定数と動的変形試験を用いた要素シミュレーションによるフィッティングで決定した。地盤の動的挙動評価を行うに当たり、入力地震動は図-2 に示す 2016 年 4 月 16 日に実測された KiK-net 益城観測地震動<sup>3)</sup>を用い、工学的基盤 GL-200m に入力した。

### 3. 検討結果と考察

観測地震動入力時の地盤内における最大加速度深度分布を図-3 に示す。硬質地盤(b)では表層の粘土・

砂互層において大きく増幅し、地表面で大きな加速度値を示す。一方、粘土層が 20m に達する軟弱地盤(a)では粘土層中央で一旦大きく減衰するため、地表面では硬質地盤に 1/2 程度の加速度値となっていることがわかる。次に、両地盤における解析結果に基づいて求めた伝達関数を図-4 に示す。図中、入力地震動の卓越周期を破線で示している。図より、軟弱地盤では伝達関数の卓越周期が長周期側にあるのに対し、硬質地盤では地震動の卓越周期と同じ周期にピークを有していることが

わかる。構造物被害が硬質地盤で大きく、軟弱地盤ではほとんど無被害であったのは、地盤の応答特性が地震動の持つエネルギーの大きい周期帯に一致したことによる加速度値の増幅によると考えられる。つまり、地盤構造の地点ごとの違いと想定される入力地震動の相対的な関係によって地表面の揺れ方が支配されることがわかる。

### 4. まとめ

高速道路のような線状構造物の地震時動的挙動を考えるにあたり、素因となる地盤構造を地盤情報データベースに基づいてモデル化し、入力地震動を正確に想定することによって、地盤震動の特性を正しく解析するスキームを構築した。地盤ごとの震動特性を明確にすることにより、効果的な構造物側の対策が可能となる。したがって、地盤情報データベースの整備と信頼性の高い地下構造モデルの構築、同時に地域に特徴的な入力地震動の正確な設定が求められる。

### 参考文献

- 1) 市村智・宗哲仁・三村衛・肥後陽介・北田奈緒子：2016 年熊本地震における益城町の地盤震動に及ぼす地盤構造の影響について、第 53 回地盤工学研究発表会、2018（投稿中）。
- 2) 一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所:LIQCA2D16・LIQCA3D15(2016 年公開版資料)、2016。
- 3) 防災科学技術研究所, 強震動観測網, KiK-net, (2017,11,29 閲覧)。  
<[http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/docs/kyoshin\\_index.html](http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/docs/kyoshin_index.html)>

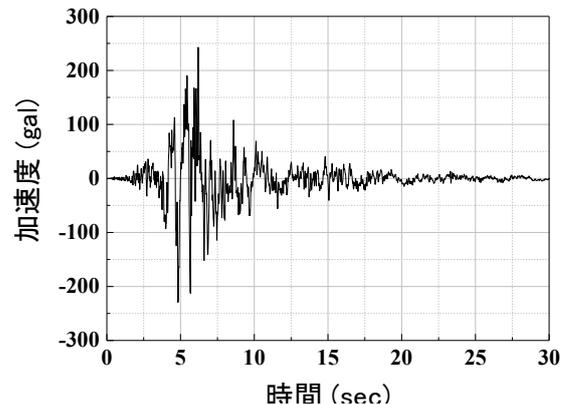


図-2 Kiknet 益城で計測された地震加速度時刻歴

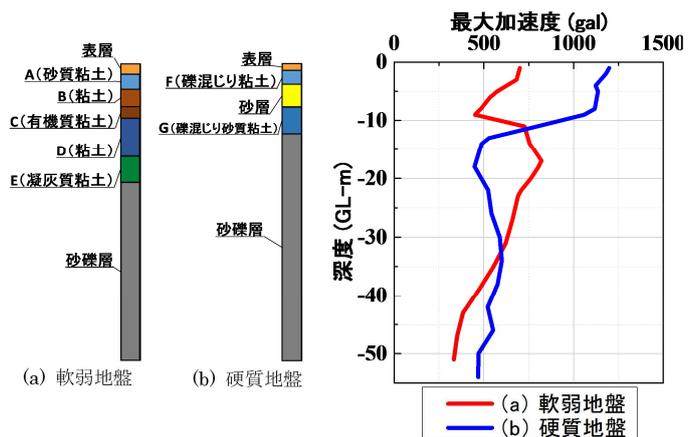


図-3 最大応答加速度の深度分布

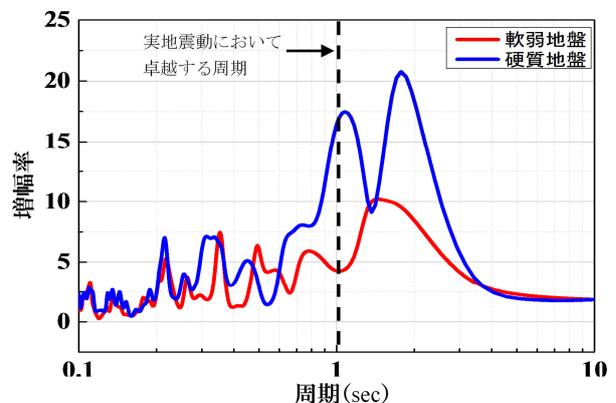


図-4 伝達関数における卓越周期の比較