

液状化した地盤の揺動による幹線道路歩道の付き上げ被害の検討

基礎地盤コンサルタンツ(株) 山下 文

1. はじめに

東日本大震災では、東京湾岸エリアで大規模な液状化が起き、液状化した地盤が長時間揺すられ続ける「揺動」により、路面が突き上げられたように盛り上がる「突き上げ被害」が生じた。(写真-1) この路面の突き上げは、幹線道路の歩道や一般道路、高架橋・旧護岸の際などの至る所で生じた。その中でも、本論文では千葉県浦安市の幹線道路の歩道で生じた突き上げ被害に着目した。

写真-1の被害箇所は、片側に住宅地の盛土と擁壁があることが特徴であり、これらが揺動による地盤の変位を拘束したために突き上げ被害が起きたと考えられる。

本論文では、盛土と擁壁が歩道の突き上げ被害に与えた影響を2次元応答解析を用いて、地盤内のひずみや変位に着目し、検討を行った。

2. 解析概要

1) 解析検討断面

解析検討断面は、写真-1の箇所の幹線道路とした。モデル作成にあたって、地層構成は、付近にある浦安市立高洲小学校のボーリングデータ¹⁾を基にした。車道・歩道・公園・工場地帯の幅はGoogle Mapより計測し、擁壁・盛土の高さは現地で計測した値を用いた。作成した断面モデルを図-1に示す。地下水位は、G.L. 0.0m(地表面)、-0.5mの2パターンと仮定した。

2) 解析手法と条件

本検討には、2次元応答解析(FLUSH)を用いた。モデル境界条件は、解析モデル両側は、エネルギー伝達境界とし、底面は剛基盤とした。

入力地震動は、東北地方太平洋沖地震の本震時、東京都

港湾局の夢の島観測所において工学的基盤内で観測された地震波(G.L.-89m, EW方向, 最大加速度-61.47Gal)を解析モデル底面に入力した。

本解析では、液状化した後の揺動を考慮しない通常の地震応答解析(Case 1)と、液状化した後の揺動を考慮した物性を与えた解析を行った。この時の後者では、地下水位以下のB層とF層が液状化したと仮定した。ただし、断面右側の工場地帯は、トラック等の大型車が頻繁に行き交うため、その重量で地盤が締め固まっていたと考え、F層は液状化しなかったと想定した。また、ボーリングデータではF層厚が5.0mであったが、被害当時はF層の下層も液状化していたのではないかと考え、層厚を6.0m, 8.0m, 10.0mと段階的に変化させた。

せん断剛性は、地下水位以下の土層が液状化してさらに揺すられ続けたことにより、初期せん断剛性 G_0 の1/50(Case 2), 1/100(Case 3), 1/200(Case 4)とし、ひずみに依存しなく一定とした解析を行った。その際、減衰定数 h は、20%とし、これもひずみに関係なく一定とした。

物性値は、湿潤単位体積重量 γt (kN/m²), D_{50} (mm), ポアソン比 ν , N 値はボーリングデータから用い、S波速度 V_s (m/s), 弾性係数 E , せん断弾性係数 G (kN/m²), 初期せん断弾性係数 G_0 は以下の式より求めた。

$$S \text{ 波速度} : V_s = 80N^{\frac{1}{3}} \text{ (m/s)} \quad (1 \leq N \leq 50)$$

$$\text{弾性係数} : E = 2800 \left(\frac{V_s}{100} \right)^3$$

$$\text{せん断弾性係数} : G = \frac{E}{2(1+\nu)} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{初期せん断弾性係数} : G_0 = \frac{\gamma t}{\gamma w} (V_s)^2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



写真-1 幹線道路歩道の突き上げ被害
(千葉県浦安市)



図-1 解析検討モデル

3. 解析結果

解析結果として、図-2に地下水位 G.L.0.0m時の最大変位コンター図を示す。液状化したと設定した左側に大きく変位が出ていることがわかる。また、F層が厚くなるほど変位が大きくなる傾向が得られた。図-3に最大水平ひずみのグラフを示す。擁壁境界部分である歩道部にひずみが出ていることがわかる。これは、擁壁が境界となつて、液状化した地盤の揺れが拘束されたためにひずみが集中したと考えられる。

4. まとめ

盛土と擁壁が存在する幹線道路歩道の突き上げ被害箇所の断面に対して、2次元地震応答解析を用いて検討を行った結果、擁壁と路床・路盤の境界部分である歩道部に大きくひずみが出る事がわかった。また、F層の厚さを段階的に変えて解析検討したところ、F層が厚くなるほど歩道部にひずみが集中することがわかった。

[謝辞]

本研究をご指導くださいました東京電機大学 安田進教授、石川敬祐助教授に深く感謝致します。また、本研究を行うにあたり、浦野倫宏氏、岡本将史氏にご協力を頂きました。末筆ながらお礼を申し上げます。

[参考文献]

- 1) 浦安市:浦安市液状化対策技術検討調査報告書, 第II編, 2012.
- 2) 安田進, 萩谷俊吾:東京湾岸の液状化エリアで発生した平面道路の突き上げ被害, 第9回地盤工学関東支部発表会, 2012.
- 3) 安田進, 石川敬祐, 萩谷俊吾:東日本大震災における液状化による平面道路の被害, 土木学会第67会年次学術講演会
- 4) 安田進, 石川敬祐, 五十嵐翔太:地震応答解析による液状化地盤の地下水位と水道管被害の関係, 第50回地盤工学研究発表会, 2015.

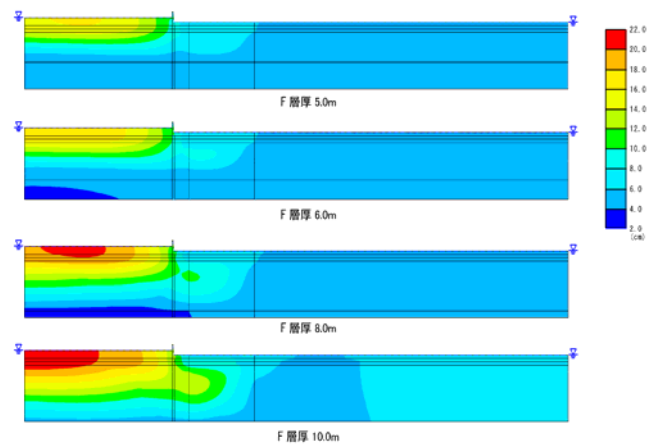


図-2 地下水位 G.L. 0.0m時の最大変位コンター図

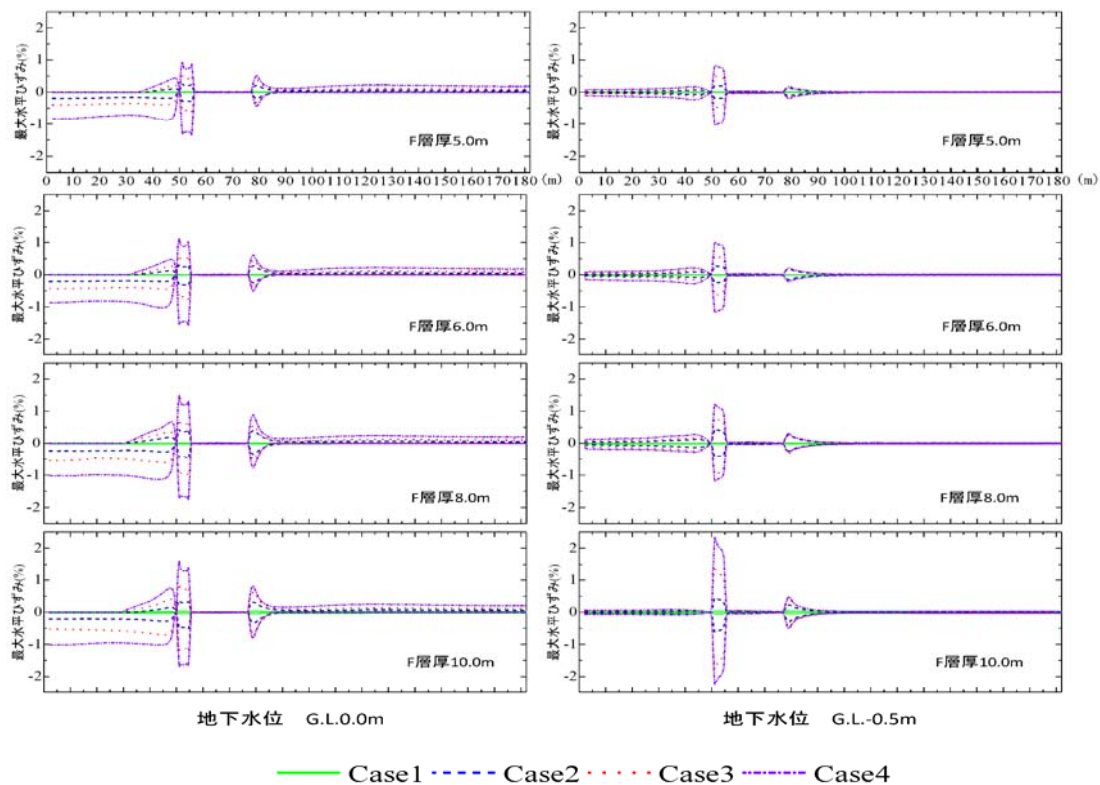


図-3 最大水平ひずみ