

地盤の不飽和化による地中構造物の液状化対策効果に関する研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○渡邊翔太
愛媛大学大学院 国際会員 岡村未対

1. はじめに

新潟県中越地震や東北地方太平洋沖地震などの大規模な地震において、地盤の液状化による埋設配管やマンホールといった地中構造物の浮き上がりが報告されている。近い将来には南海・東南海地震の発生が予想される中、こうした被害に対し、多数の既存地中構造物に低コストで施工できる液状化対策工法が求められている。そこで本研究では、安価である空気注入法の地中構造物周辺地盤への適用性と地中構造物の浮き上がり抑制効果を遠心模型実験により検討した。

2. 実験概要

本研究では、奥行き 12cm×幅 43cm×高さ 22.7cm の剛土槽内に図 1 に示す模型を作製し、動的実験を行った。地中構造物は奥行き 11cm×幅 14cm×高さ 8cm で、比重は 1.2 のアクリル製の模型を用いた。地盤は豊浦砂を用い、空中落下法で $Dr=60\%$ の中密な層を 8cm 作成し、地中構造物模型を設置した後に同様に 7.5cm の層を作成した。

その後、地盤を粘性が水の 40 倍であるメトロゾ水溶液で飽和し、40g の遠心加速度場にて空気注入および加振実験を行った。

行った実験は表 1 に示す 3 ケースである。比重が 1.2 の構造物模型に対して、空気注入を行わない無対策実験と、空気注入により地盤を不飽和化した実験を行った。空気注入は地中構造物直下一か所からのケース(H-1)と構造物両端二か所からのケース(H-2)である。図 1 には実験後の目視観察により特定した不飽和領域も示してある。また地点 F に固定した水圧計より空気注入前後の水位の上昇量から、空気注入終了後の地盤内の残存空気量を求め、空気が不飽和領域のみに存在していると仮定すると飽和度は、H-1 の場合で 96.7%、H-2 の場合で 93.4%であった。加振は 75,150,200,250gal と段階的に入力加速度を大きくしていくステップ加振で行い、間隙水圧および地中構造物の浮き上がり量を測定した。以下、本論文では相似則に従い原型スケールで表す。

3. 実験結果

図 2 は 75 および 250gal 加振時の間隙水圧の時刻歴である。図 3 は各ケースの浮き上がり量を示し、図 4 には加振終了時の水圧分布を示す。また、写真 1 に実験後の模型を示す。無対策 H-0 の加振終了時の水圧分布(図

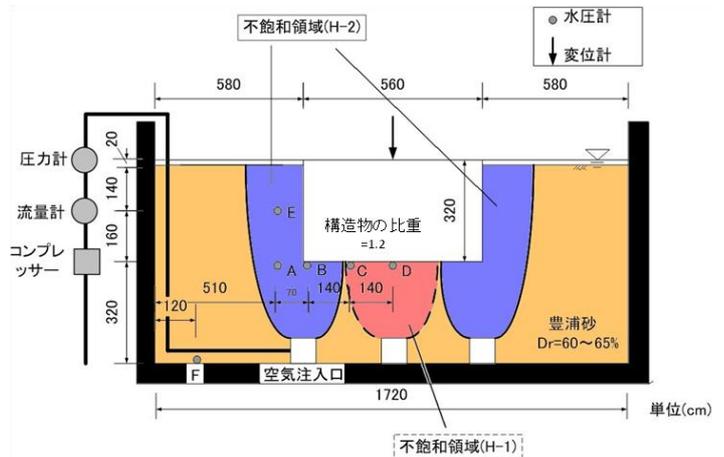


図 1 模型地盤概要図

表 1 実験条件及び結果

Case	構造物の比重	対策	Dr(%)	最終浮き上がり量(cm)
H-0	1.2	無対策	62.5	41.6
H-1		直下(一か所)	63.5	30.0
H-2		両端(二か所)	64.6	2.5



写真.1 実験後の模型

4)から、地点 A から D にかけて水圧の大小関係が確認できる。これは初期有効土被り圧の違いによるものであることと、水圧が高い地点 A からの水圧伝播によるものである。また、入力加速度の増加により、構造物直下の地点 B~D の間隙水圧が上昇し、それに伴い浮き上がり量が増大した。

空気注入を行った H-1,H-2 では、75gal および 250gal 加振の何れの加振ステップにおいても、無対策のケースと比べ、すべての位置で間隙水圧が減少もしくは水圧の上昇が緩やかになっている(図 2)。特に不飽和領域での水圧は著しく低下しており、H-1 の場合は地点 CD で、H-2 の場合では地点 AB で間隙水圧を抑制できている。また H-1 においては地点 B、H-2 においては地点 CD といった不飽和領域外の水圧も不飽和領域があることで水圧上昇が抑制された¹⁾と考えられる。それに加え H-2 では地中構造物側方(地点 A)の過剰間隙水圧が抑制されたことにより、地点 A から構造物直下への水圧伝播が抑制されたことも浮き上がり量が減少した要因であると考えられる。

図 5 に示した 250gal 加振終了時における H-1 と H-2 の構造物直下の間隙水圧を比較すると、地点 B~D では H-2 の方が全体的に大きいにも関わらず、浮き上がり量は H-2 が逆に小さくなった。ここで地点 A と E の水圧に着目すると H-2 の水圧は低く、有効応力に達していない。つまり構造物壁面は液状化しておらず、土と構造物間の摩擦力がある程度保持されたことが H-2 の浮き上がり量の低下に寄与したと考えられる。

4. まとめ

地中構造物のある地盤に対し不飽和化による浮き上がり抑制効果を検討するため、動的遠心模型実験を行った。不飽和化された地盤では、無対策と比べ、不飽和領域が直下だけの場合約 7 割、両端の場合は約 1 割の浮き上がり量となった。この要因として、構造物周辺地盤に空気注入を行うことで、構造物直下の過剰間隙水圧上昇の抑制と構造物壁面の摩擦力が保持されたことが挙げられる。

参考文献 1) 相原聡, 岡村未対: 空気注入によって液状化対策された地盤の未改良部における水圧低下, 第 44 回地盤工学研究発表会, 2011

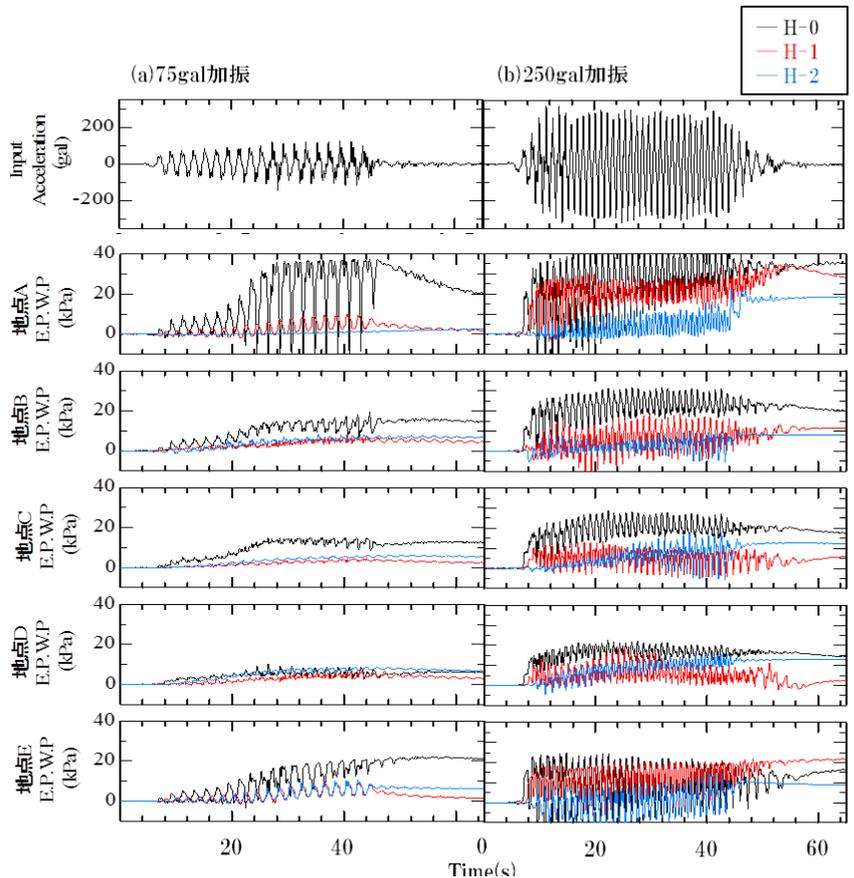


図 2 各地点の間隙水圧時刻歴

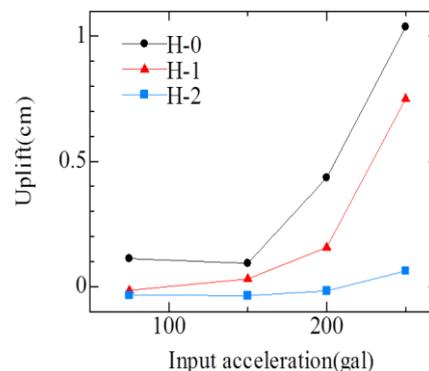


図 3 浮き上がり量

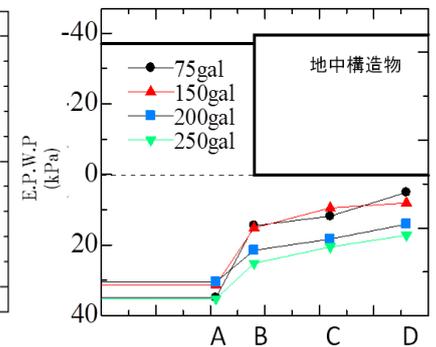


図 4 H-0 の加振終了時の水圧分布

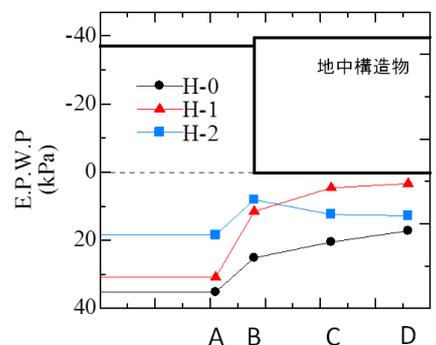


図 5 250gal 加振終了時の水圧分布