

液状化によるマンホールの浮上とドレーン工法による対策法の適用性

芝浦工業大学 正会員 ○岡本 敏郎

本間組 川瀬 貴之 東洋建設 藤森 力也

い

1. 研究背景

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により、液状化により住居とライフラインの被害が多かったことが今回の地震の特徴でもあり、なかでも首都圏のマンホール被害箇所数は 6773 箇所にもものぼるとい調査があり、液状化が発生しやすい地盤において、マンホールの地震時安定性を高める必要がある。液状化対策としての地盤改良は基本原理上、除去・置換、圧密・排水、締固め、固結に分類される。液状化対策として締固め及び固結工法は既に実用化されており、今回の地震被害対策として最も安価と考えられる、圧密・排水に分類されるドレーン工法を取り上げ、液状化地盤におけるマンホールへの適用性を検討する。

2. 研究概要

2-1. 実験方法 実験は電磁式小型振動台を用い、振動台上に小型土槽を載せ、土槽内に液状化地盤を作成した(図-1)。入力地震波は 2001 年芸予地震のものを使用し(図-2)、最大加速度を 60～300gal まで载荷した。地震入力特性は小型振動台上に加速度計を設置して計測した。

(1)マンホール 実物の 1/25 と 1/40 で作成した。図-3 のように円筒状とし、ステンレス製金網の周りにモルタルを打設した。

(2)砂とドレーン 試料はケイ砂 6 号を使用した。実験ケースとして、鉄製バネ中に不織布を挿入したものをドレーンとして、4 本設置した場合と、マンホール全面に巻きつけた場合、及びドレーンが無い場合の 3 ケースとした。

(3)载荷方法 模型地盤を作成・模型設置後、図-2 の入力地震波の最大加速度を载荷し、マンホールの浮上量を計測した。なお以後の実験条件の単位表記は実規模レベルで表示し、それぞれの種類に応じ、25 倍及び 40 倍とした。また、今回の実験では相似則を十分満足できないため、マンホールの液状化そのものは再現できるが、液状化後の浸透による浮上については基本的な挙動のみを検討することにした。

2-2. 模型地盤作成方法 まず、上向き浸透流によりパイピングを発生させ、砂地盤を攪拌し、

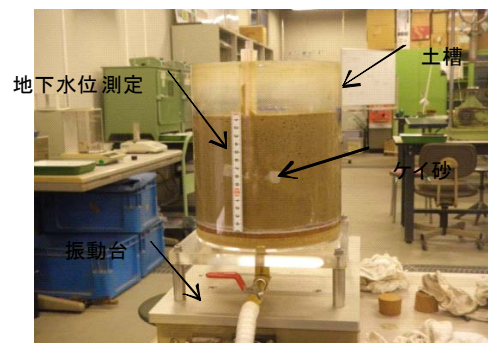


図-1 電磁式小型振動台

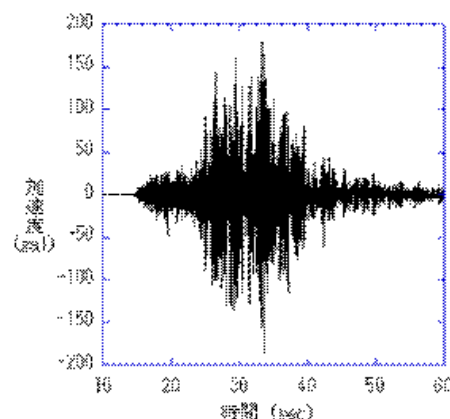


図-2 入力地震波 (2001 年芸予地震)

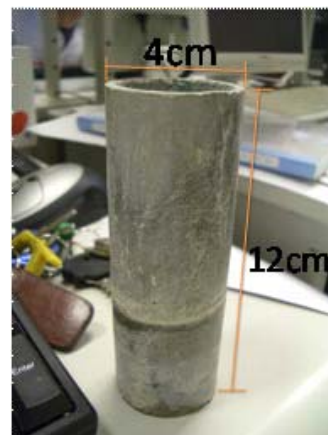


図-3 マンホール模型とその上部の写真 (1/25)

キーワード 液状化, マンホール, 浮上, 許容最大加速度, 降伏最大加速度

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学土木工学科 TEL 03-5859-8360

水中落下により非常に緩い初期地盤を作成した。地下水位は深さ 1m の一定とした。模型地盤は相対密度が「大変緩い」～「中位」となるようにするため、実験前に図-2 の入力地震波を $5 \cdot 30 \cdot 100\text{gal}$ の大きさで载荷し、液状化を発生させて、密度変化を起こした。模型地盤の密度は、地盤作成後、振動実験とは別にマンホール設置位置で $\phi=60\text{ mm}$ 、 $h=30 \cdot 40\text{ mm}$ のシンウォールチューブで採取し、密度を計測した。

3. 実験結果

3-1. 土槽内砂密度の深度分布 図-4 より、模型土槽内の砂の密度は、深度によって変化し、相対密度が緩い地盤ほど土槽内で差があった。

3-2. 許容浮上量 導管コンクリートの破壊・導管内の水の流れを考慮して大略値を定めた。例として、100m 区間で 10～30cm マンホールが浮上すると、勾配は 0.1～0.3%。不同沈下量がその半分とすると、勾配は 0.05～0.15% となる。以上よりマンホールの浮上量は 10～30 cm 程度を許容値とした。

3-3. マンホールの浮上量 相対密度中位のときは、すべてのケースで 300gal まで浮上はなく、それより緩いと浮上が見

られた。そこで図-5 に相対密度大変緩いときの実験結果を示した。最大加速度 200gal を超えると急激に浮上し、ドレーンの有無により浮上量に大きな差がみられる。ドレーンの効果は確認でき、全面巻き付けでは許容浮上量以下になった。

4. 考察

4-1. 許容最大加速度 大変緩い・緩い場合において、マンホールの浮上量が 10cm になったときの最大加速度を許容最大加速度として求めた。許容最大加速度と相対密度の関係を示したのが図-6 である。相対密度によらずドレーン 4 本設置及び全面巻き付けの効果がみられる。

4-2. サイズ効果 1/25 と 1/40 のマンホールにおいて、サイズ効果の有無を検討するため、実験時の砂の密度を補正した上で評価することにした。模型サイズが小さいほど地表近くにあり、密度が小さい地盤で実験しているからである。(図-4)。補正後の相対密度と許容加速度との関係を示したのが図-7 である。許容加速度がほぼ一致していることから模型のサイズ効果はそれほどないといえる。

5. まとめ 小型振動台実験により、液状化によるマンホールの浮上は相対密度により大きく変化することがわかった。また、ドレーン設置した場合の浮上抑制効果は大きいので液状化によるマンホールへのドレーン工法の適用性があるといえる。

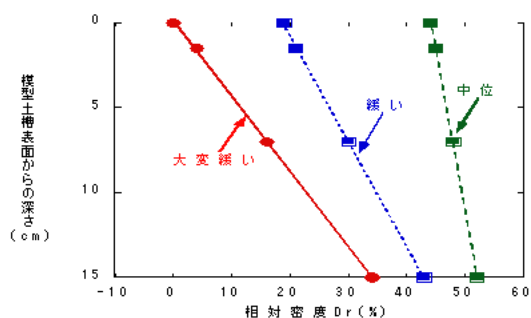


図-4 土槽内砂密度の深度分布(ケイ砂 6 号)

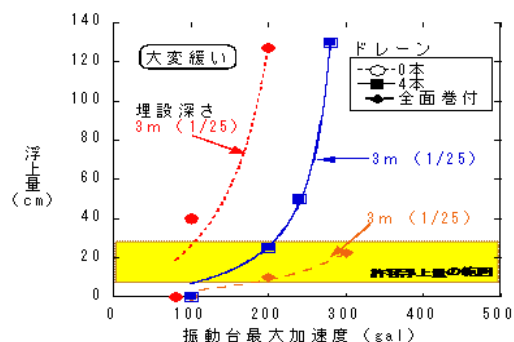


図-5 浮上量～最大加速度関係

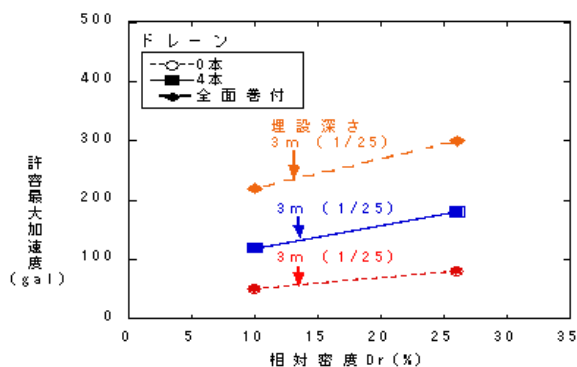


図-6 許容最大加速度～相対密度

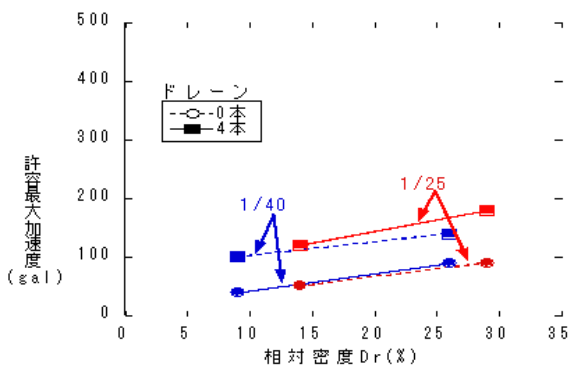


図-7 補正相対密度と許容最大加速度の関係