

# 下水道マンホール周辺地盤に着目した液状化対策工法の効果に関する定量的評価

金沢大学理工学域環境デザイン学類 学生会員 ○田口七生  
金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員 宮島昌克

## 1. はじめに

2011 年の東北地方太平洋沖地震では、東京湾沿岸部や利根川下流域などの埋立地で広範囲にわたって液状化現象が発生し、ライフライン施設や家屋などに大きな被害を与えた。また、今後、高い確率での発生が懸念されている南海トラフ地震や首都直下型地震では、甚大な下水道管路被害が予想されている。これらを受け、液状化による影響を防止、軽減するための対策が早急に求められている。しかし、下水道における液状化対策は途についたばかりであることから、対策効果や実績等に関する情報が少ない。そのため、下水道に関しては、対策をどの程度施したら効果はどの程度得られるといった定量的なデータがなく、施工者の経験に基づいた施工がなされている場合が多く、一律な技術的評価ができていないのが現状である。これらのことから、下水道の液状化対策工法の効果を定量的に評価することは、効率的かつ経済的に行う上で非常に重要であるといえる。

現在の下水道における液状化対策を大別すると、地盤に対策を施して発生を防止する「発生防止対策」、構造物に対策を施して被害を軽減する「被害軽減対策」がある<sup>1)</sup>。本研究では、前者の中でも、地盤中に砕石柱を造成し地震時に発生する過剰間隙水圧を消散させる工法である砕石ドレーン工法について実験と解析の両面から評価を行う。その上で、対策により得られる効果を定量的に評価し、効率的かつ経済的な液状化対策工法の提案を行うことを本研究の目的とする。

## 2. 模型振動台実験による検討

砕石ドレーン工法の過剰間隙水圧消散効果を確認することを目的に、模型振動台実験を行う。模型マンホールは直径 60mm、長さ 250mm の塩化ビニル管を使用する。マンホールの蓋を再現するために、上部と下部にアクリル板を取り付ける。砕石ドレーン部分には砕石 7 号を使用する。今回、砕石を投入する際に 各ケースにステ

ン平織金網を使用することとした。その理由としては、中野らの研究<sup>2)</sup>から、目の細かな囲い網を設置することで液状化発生時の砕石部への砂の流入を防ぎ、砕石の目詰まりによる排水効果の減少を防ぐ効果が期待できることが分かっているためである。また、液状化によってマンホールが確実に浮上するように比重を 1.0 に設定する。なお、地盤と模型マンホールの条件設定は表 1 に示す通りである。

今回、砕石ドレーンの設置方法は、図 1 に示すように設置位置を変化させて模型マンホール深さの「100%」、「上から 50%」、「下から 50%」、「上から 75%」の計 4 パターンについて検討を行うこととする。図 2 は、砕石ドレーン工法の実験装置の平面図と側面図を示したものである。

実験概要として、振動台上にアクリル製土槽（幅 800mm×奥行 600mm×高さ 600mm）を設置し、その中に模型地盤を作製して振動実験を実施する。模型地盤は珪砂 7 号を用いて水中落下法により作製する層厚 400mm の軟弱な飽和地盤で、地下水位は地表面とした。また、水圧計、加速度計、レーザー変位計の設置位置は図 2 に示す通りであり、計測項目は、模型マンホールの応答加速度 (A1)、地盤の応答加速度 (A2)、入力加速度 (A3)、地盤内の過剰間隙水圧 (P1~P5)、模型マンホールの鉛直方向変位量 (D1)、そして、模型マンホールの浮上量である。入力波は振動数 5Hz の正弦波、最大加速度を 120gal とし、加振時間を 30 秒とする。

表 1 模型想定値

| 項目    |    | 実物(想定) | 模型    | 縮尺     |
|-------|----|--------|-------|--------|
| 地盤    | 幅  | 16m    | 800mm | 1/20   |
|       | 奥行 | 12m    | 600mm |        |
|       | 高さ | 12m    | 600mm |        |
| マンホール | 長さ | 5m     | 250mm | 1/2000 |
|       | 直径 | 1200mm | 60mm  |        |
|       | 重さ | 1200kg | 0.6kg |        |

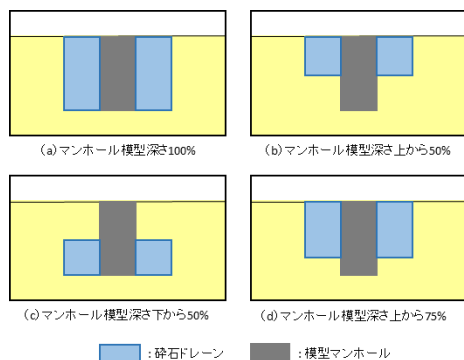


図1 砕石ドレーンの設置パターン

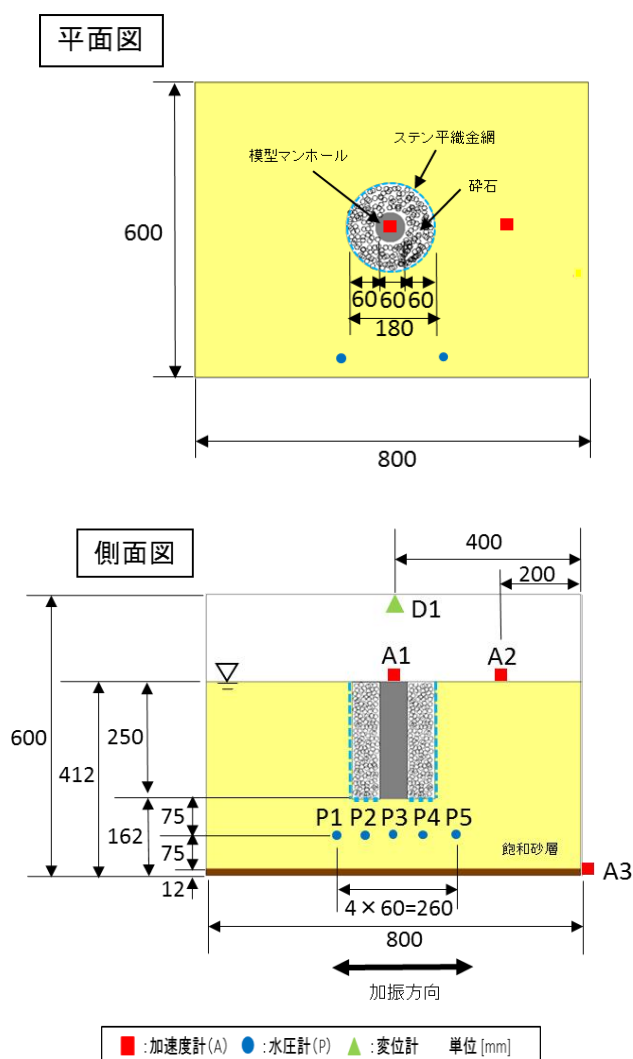


図2 実験概要図

### 3. 解析による検討

まず、実験結果との整合性を確かめる。次に、実スケールでの地盤の挙動を確かめるためことで重点的に対策を施さなければいけない箇所を明らかにすることを目的に解析を行う。解析に使用するプログラムとしては、液状化による構造物被害を予測する FLIP ROSE (Finite

Element Analysis Of Liquefaction Process Response Of Soil-Structure Systems During Earthquakes) と可視化ソフトである MicroAVS (Micro Advanced Visual System) である。

解析手順としては、FLIP ROSE により出力された構造データ及び変位、加速度、ひずみ、応力の各時間断面データを MicroAVS によって図化する。

### 4. 対策効果に関して

前述したとおり、本研究の目的は対策工法を施すことによって得られる効果を定量的に評価することである。そのためには、まず、「対策効果」とは何かを定義する必要がある。現在、対策効果の判断基準としては、無対策のマンホールに比べたときの液状化時の浮上防止効果の有無としている。日本下水道協会の下水道の地震対策マニュアルによると、通行障害の目安として緊急措置実施目安の判断基準が示されている (表 2)。

そこで、本研究では、対策効果をマンホール浮上の有無だけで判断するのではなく、表 2 を参考にマンホールが浮上した際に、緊急車両の通行を阻害するかどうかという被害程度にも着目して、マンホールの浮上量を対策効果判断基準とする。

表 2 被害程度の分類の目安<sup>3)</sup>

| 施設 | 調査項目     | 被害程度                   |                         |                     |
|----|----------|------------------------|-------------------------|---------------------|
|    |          | 小                      | 中                       | 大                   |
| 道路 | 路面と人孔の段差 | 車の走行に衝撃あり<br>(段差3cm以下) | 車の走行に支障あり<br>(3cm~10cm) | 車の走行不可能<br>(10cm以上) |

謝辞：本研究を進めるにあたり、福井高専の吉田研究室の皆様には実験に関するアドバイスを頂きました。ここに記して謝辞を表します。

### 参考文献

- 1) 国土交通省 (2012) : 東日本大震災における下水道管路施設液状化対策工法の被害状況と今後の課題, 資料 No.4 pp1-14, <http://www.mlit.go.jp/common/000193184.pdf> (閲覧日 : 2015 年 11 月 28 日)
- 2) 中野雅弘ら (1989) : 電柱基礎地盤の液状化対策に関する実験的研究, 土木学会論文集第 404 号
- 3) 日本下水道協会 (2009) : 下水道地震対策技術検討委員会報告書, <http://www.gk-p.jp/gkp2/data/repmlit/img-008053200.pdf> (閲覧日 : 2015 年 11 月 28 日)