## 1G 下振動台実験による長尺短冊型ドレーン工法によるマンホール浮上対策の検討

芝浦工業大学 〇岡本 敏郎 阿部 豪

## 1. 研究背景

2011年3月11日に発生した東北太平洋沖地震により、東京湾岸の埋立て地域に甚大な被害があり、国土交通省によるとマンホールの被害箇所数は全体で6,699基にも及んだ。マンホール被害は、下水道の機能障害だけでなく道路の復旧に時間を要することにもなるため、マンホールの地震時安定性を高める必要がある。マンホールの液状化対策工法としてドレーン工法や重量化工法等が検討されており、これまでの研究でドレーン工法は有効であることが分かったが、大変緩い地盤での適用性は低かった。そこで本研究では、ドレーン工法の適用性を拡大するため、ドレーンを深く敷設する長尺短冊形の検討を行った。

## 2. 研究概要

# (1)マンホール概要

実物の1/25 スケールで作成した.マンホール本体は 円筒状にした型枠の中に鉄筋の代用として金網を挿入 し、モルタルを打設した.蓋部はゴム製とした.標準 タイプのマンホールの浮上安全率は0.47 であり、図-1に示した様に標準タイプのマンホールにドレーンを 組み合わせたものを3ケース作成し、計4ケースで実 験を行った.

#### (2)浮上安全率 Fs

以下の式で計算した.

$$Fs = \frac{W_O + Q_B}{U_S + U_D}$$

Wo:マンホールの死荷重

QB:非液状化層内のマンホール側面の摩擦抵抗 Us:マンホール底面に作用する静水圧による揚圧力

Up:マンホール底面に作用する過剰間隙水圧による

揚圧力

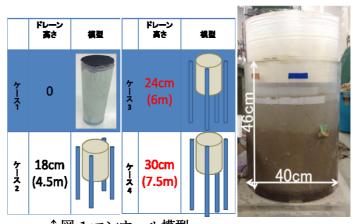
### (3)中型振動台及び土槽

### (4)入力地震動

入力地震波は,2011年東北地方太平洋沖地震浦安 観測波(以下浦安波),1995年兵庫県南部地震箕面川 波(以下箕面川波)を使用し、最大加速度を変化させ載荷 した. それらの地震波を図・3・4に示す.

## (5)地盤作成方法

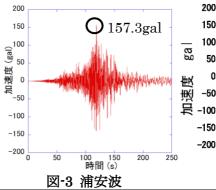
地盤は厚さ 40cm(実規模レベルで地盤高 10m),地下水位 4cm(実規模レベルで 1m)に設定した.相対密度については、大変緩い(Dr=0-20%)、緩い(Dr=20-40%)、中位(Dr=40-60%)の 3 ケースを実験した.上向き浸透流によりパイピングを発生させた直後砂地盤を攪拌し、水中沈降させることで大変緩い地盤を作成した.この時、同時にマンホールを設置した.緩い地盤については、大変緩い地盤に、芸北波 70gal を 5 回載荷し小規模な液状化を発生させ密度を上昇させた.中位地盤についても緩い地盤と、同様に液状化を発生させ、さらに密度を上昇させた.地盤作成後マンホール設置位置でφ=5cm、h=10cmのシンウォールチューブで砂試料を採取して砂地盤の密度を確認した.結果は図-5 の通りであり、想定された密度が作成されている.

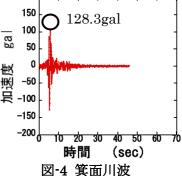


↑図-1マンホール模型

※()内は実物大換算

↑図-2 中型振動台





キーワード 円弧すべり解析、東北地方太平洋沖地震、藤沼ダム、アースフィルダム

連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲 1 丁目 3-7-5 芝浦工業大学 Tel. 03-5859-8360

#### (6)ドレーン敷設方法

長尺のドレーンを敷設するにあたり、ドレーンを砂中に埋設する必要があり、今回はドレーンを長尺の先端閉塞した袋状とし、袋の上開から木棒を挿入することによってドレーンを砂中に埋設した。その後木棒を抜いきドレーンを設置した.

### (7)計測方法

入力地震波を載荷し、実験を行った後マンホールの浮上量を計測した. 計測する浮上量は実験前のマンホール位置を基準とした. なお以後の実験 結果の浮上量は実規模レベルで表記する.

## 3. 実験結果

#### (1)大変緩い(Dr=0-20%)場合

図-6 に大変緩い地盤での浦安波の場合を示す. ドレーン工法を適用することで効果は見られた. さらにドレーンの深さを深くすることで,同じ入力地震波に対し浮上量は,標準タイプと比べ 1/3 以下となった.

## (2)緩い(Dr=20-40%)場合

図-7に緩い地盤での浦安波の場合を示す.大変緩い地盤と比較して、ドレーンの効果がより大きく見られた.同じ入力地震波に対し浮上量は、標準タイプと比べ 1/8 以下となった. 箕面川波でも同様な結果となった.

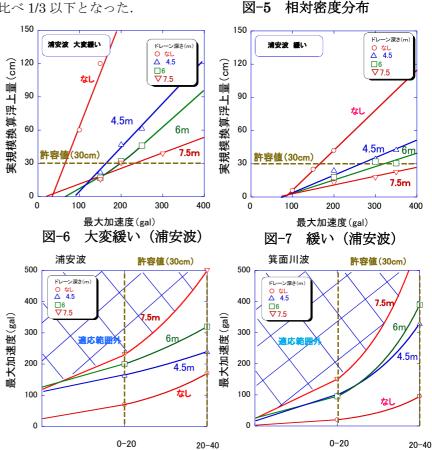
### (3)中位(Dr=40-60%)場合

中位地盤では浦安波で液状化が起きたが、標準タイプで浮上量は下記に示す許容値内となったため、ドレーン工法を適用したケースでの実験は行わなかった。また、 箕面川波でも同様な結果となった。

### 4. 許容最大加速度

許容浮上量を下水道管の機能と上部道路の機能を考慮し 30cm と設定した.この許容値に相当する加速度を許容最大加速度とした.図-8・9に浦安波と箕面川波の結果を示す.どちらも,実規模換算で短冊

7.5m (マンホール高の 2.5 倍) >短冊 6m (マンホール高の 2 倍) >短冊 4.5m



0

5

10

15

25

30

35

40

大変緩い

緩い

20

中位

相対密度 %

相対密度 dr

40

密な

80

100

**등** .. 20

図-8 許容最大加速度(浦安波) 図-9 許容最大加速度(箕面川波)

(マンホール高の 2 倍) >標準タイプの順で許容最大加速度が 2~3 倍程度大きくなっている。大変緩い場合許容最大加速度は  $100\sim200$  gal にあり,関東大震災クラスのレベル 2 地震動では東京都区内において最大加速度 800 gal 程度となるので,同規模レベルの地震動では液状化被害を阻止できない.

相対密度 dr

#### まとめ

ドレーン深さをマンホール高の  $2\sim2.5$  倍とした短冊型を用いると、標準タイプのマンホールと比較して、許容最大加速度は  $2\sim3$  倍程度となる効果が得られるが、レベル 2 地震動においてドレーン工法では限界があり、具体的に実用化したものは重量化工法に置き換える必要がある。