

人工ドレーン材の間隙水圧消散効果に関する振動台実験

東邦地水株式会社 ○佐々木 恭

1. はじめに

2004年に発生した新潟県中越地震では信濃川流域の沖積砂層、並びに埋め戻し材が液状化した。この時、道路下に設置してある下水管マンホールが浮上したことで、救助活動が妨げられ、被害を大きくしたと言われている。液状化で、土中の間隙水圧が上昇し、マンホールが浮上してしまうほどの大きな力が生じる。本実験は、人工ドレーン材を用いて間隙水圧が消散する影響に関する実験（実験①）と、マンホールの浮上抑制効果に関する実験（実験②）により人工ドレーン材の効果を検証するものである。

2. 使用機材

実験に使用した機材を表-1に示す。

表-1 使用機材一覧表

	形状・寸法
実験槽	B600mm×L1200mm×H800mm
ドレーン材	φ 30mm、φ 60mm、φ 100mm
マンホール	φ 210×H630mm W=16.9kg (1/5) 実験②だけで使用。図-6参照
液状化層	硅砂 (6号)
模擬舗装	ビニール+砂利 (5~10mm)

3. 実験①方法

マンホールの浮上実験に先立ち、ドレーン材1本の間隙水圧抑制効果を確認するために、口径を変え4種類の実験を各2回ずつ行った。表-2に実験①CASE 一覧を示す。

表-2 実験①CASE 一覧表

	口径 (mm)	振動台加速度 (gal)	振動時間 (sec)
CASE1	無	200	15
CASE2	φ 30	200	15
CASE3	φ 60	200	15
CASE4	φ 100	200	15

これらの CASE で、以下の方法により実験を行った。

- ① 振動台に実験槽を固定し、槽内にドレーン材、間隙水圧計を設置する。
- ② 水道水を実験槽内に注水し、水中投下により硅砂を63cmまで投入し、水位を硅砂と同等にする。
- ③ 硅砂上にビニールを設置し、ビニール上に砂利10cmを投入する。
- ④ 振動を発生させ、間隙水圧を測定する。

図-1、図-2 に実験槽の平面図、断面図を示す。

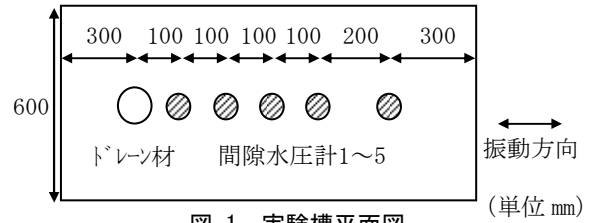


図-1 実験槽平面図

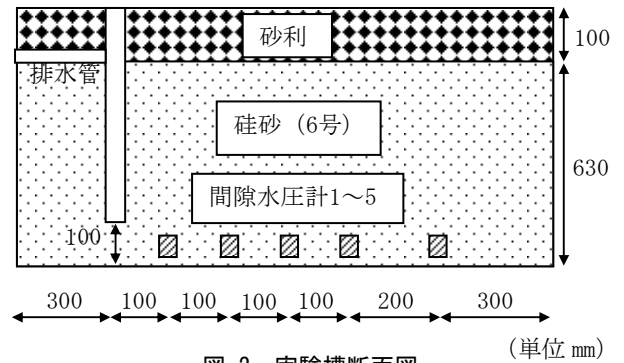


図-2 実験槽断面図

4. 実験①結果

各 CASE2回ずつ実験を行った。実験結果から得られた間隙水圧比の経時変化の内、代表的な CASE1と CASE4の結果を図-3、図-4に示す。ここでは2回の結果を平均し作図を行った。

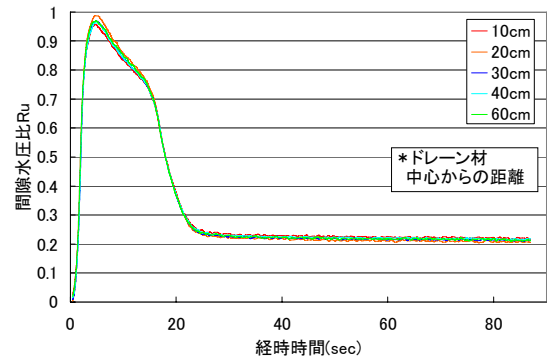


図-3 間隙水圧比の経時変化 (CASE1・ドレーン材無し)

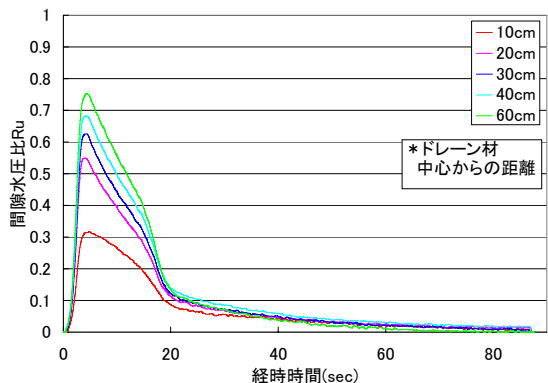


図-4 間隙水圧比の経時変化 (CASE4・ドレーン材φ100mm)

5. 実験①考察

実験結果から最大間隙水圧比を読みとり、横軸（人工ドレーン材からの距離）を対数にし、近似直線を挿入すると図-5になる。

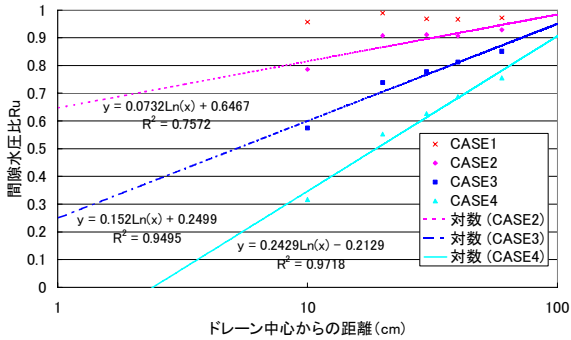


図-5 距離-間隙水圧比関係線図

図-5から、ドレーン径が大きくなるほど、間隙水圧の消散効果が大きくなり、ドレーン材を設置しない場合（CASE1）は、間隙水圧比は1まで上昇する。近似式との相関係数を見ると、ドレーン径が大きいものほど高くなっていることが分かる。これらの結果を踏まえ、マンホールの浮上実験②を行った。

6. 実験②方法

マンホールの浮上実験はドレーン材の口径、設置本数を変え行った。表-3に実験②CASE一覧を示し、図-6に縮小マンホール、ドレーン材、間隙水圧計の配置を示す。

表-3 実験②CASE一覧表

CASE	ドレーン材口径 (mm)	設置本数 (本)	振動台加速度 (gal)	振動時間 (sec)
CASE1	—	0	200	15
CASE2	φ 30	2	200	15
CASE3	φ 30	4	200	15
CASE4	φ 60	1	200	15
CASE5	φ 60	2	200	15
CASE6	φ 60	3	200	15
CASE7	φ 60	4	200	15

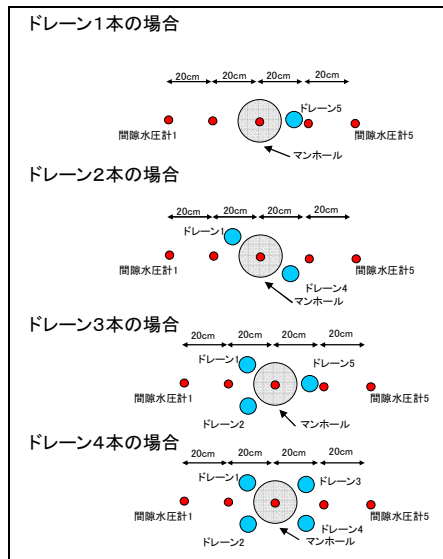


図-6 間隙水圧計、人工ドレーン材配置図

7. 実験②結果

間隙水圧比、マンホール変位量の経時変化を図-7～図-8に示す。図-8でマンホール変位量は、ほぼ0であった。

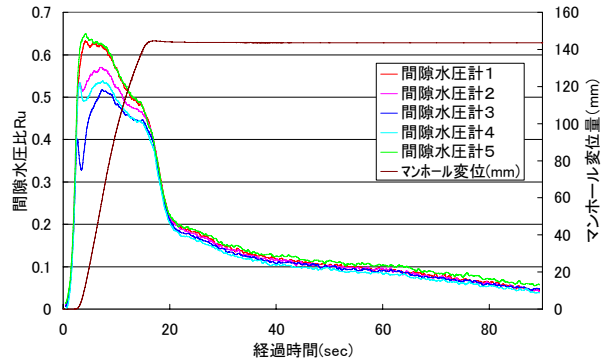


図-7 間隙水圧比の経時変化（CASE1・ドレーン材無）

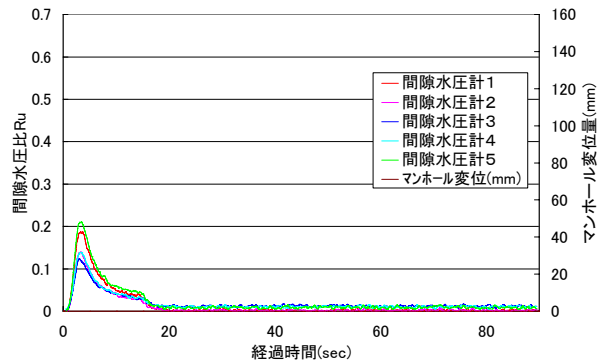


図-8 間隙水圧比の経時変化（CASE7・φ60mm×4本）

以上の結果から各数値を読みとり表-4にまとめる。

表-4 試験結果一覧表

実験CASE	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5	CASE6	CASE7
浮上量 (mm)	144	48	8.3	20	8.6	0.04	0.02
最大間隙水圧 (kN/m²)	2.9	2.7	2.2	2.5	2.5	0.9	0.7
最大間隙水圧測定時間 (sec)	7.3	6.5	6.2	6.0	6.2	3.8	3.1
間隙水圧比	0.52	0.48	0.39	0.45	0.43	0.16	0.12

縮小マンホールは人工ドレーン材を設置しない場合（CASE1）には、マンホール直下の過剰間隙水圧が最大 2.9kN/m²発生し、140mm 程度浮上する結果となったが、人工ドレーン材 φ60mm を3本以上設置（CASE6、CASE7）すれば、マンホール直下の過剰間隙水圧を1kN/m²以下（水圧比0.16以下）に消散することが可能となり、マンホールはほとんど浮上しなかった。

9. まとめ

今回の実験から以下のことがわかった。

- ・人工ドレーン材には間隙水圧を消散させる効果があり、実験①により、間隙水圧消散効果を近似式にすることが出来た。
- ・人工ドレーン材 φ60mm を3本以上設置した場合、間隙水圧の消散効果によりマンホールは浮上しない。
- ・人工ドレーン材を設置しない場合（CASE1）は、マンホールの浮上量が非常に大きく 144mm 浮上した。しかし、人工ドレーン材を設置した場合は、最大でも 48mm（CASE2）と 1/3 程度に抑制できる。