

I-520

液状化時非浮上マンホール工法の開発

神戸大学大学院 学生員 ○永井 淳一
 神戸大学工学部 正 員 高田 至郎
 久保田鉄工 山條 和明

1) まえがき

新潟地震(1964)や日本海中部地震(1983)において、地盤液状化によると思われる管路やマンホールなどの地中構造物被害が多数もたらされて以来、液状化対策技術の早急な確立が望まれている。本研究では、液状化時の地中構造物の挙動を調べるために、従来用いられてきた剛な砂槽に比較して、砂槽壁面境界の影響を少なくできる大型せん断砂槽を作成して液状化実験を行った。実験では、管路-マンホール系の挙動計測及び、液状化地盤の特性値を得ると共に、液状化が生じてても浮上しないマンホール(非浮上マンホール)の検証実験を行った。本文では、実験に用いたせん断変形土槽と、提案する

非浮上マンホール工法について述べる。

2) 実験装置

砂槽は樹脂性の角材(10cm×10cm)を長方形の枠に組み立てたものを10段に積み重ねた構造である(図1)。また各々の段の枠はベアリング(図1小円内)で支持されているため任意の水平方向へ1cm動く事ができる。さらに砂槽内壁にゴムシートを張り付けることにより内部の水の気密性を保持している。砂槽最下部には、砂を通さない為の砂り層によるフィルターがあり、更に金アミをはさんで、鉄製のバルブ付きの貯水タンク(図1斜線部)が取り付けである。このバルブより水を勢いよく注入することで砂槽内の砂に揚圧力を加え、締め固まった砂層を緩め状態にすることが可能である。また本砂槽は、樹脂を用いているため鉄製に比べて軽量であり(全重量約1.4ton)、振動台への負担を軽減すると共に土槽自身の慣性力による実験への悪影響も排除している。

振動台は、許容荷重5 ton, 台の幅2.5m×2.5m, 許容周波数域0.2~200Hzの動電型のものを用いた。

3) 非浮上マンホール

従来の研究成果より、地盤液状化時の管路被害の原因として、地盤の側方流動と共に、マンホールの浮上によるマンホールと管路との結合部破壊が知られている。従って液状化の可能性の有る地盤へマンホールを敷設する場合には、液状化時に発生するマンホールへの浮力が、管路との結合部に集中的に作用しないように工夫する必要がある。ここに提案する工法では、マンホールの底部に埋戻し土の有効応力を受けるアミを取り付け、液状化時に埋戻し土の下向きの力をアミを通じてマンホールに作用させて浮力と釣り合わせるにより、管路に力が加わらないようにしている(図2)。更に埋戻し土にグラベルを用いることにより周辺地盤の過剰間隙水圧を速やかに消散させて地盤支持力をも得ようというものである。現在用いられている対策工法の一つとしては、グラベルをマンホール周辺に敷設することにより過剰間隙水圧を消散させて液状化時浮上を防止するグラベルドレーン工法が上げられる。

今回の実験では、上記の2ケースの場合についてマンホール単体で、管路を付けずに検証実験を行った。振動台への入力、それ以前の実験より液状化が生じることが確認されている 5Hz, 200gal のサイン波を用

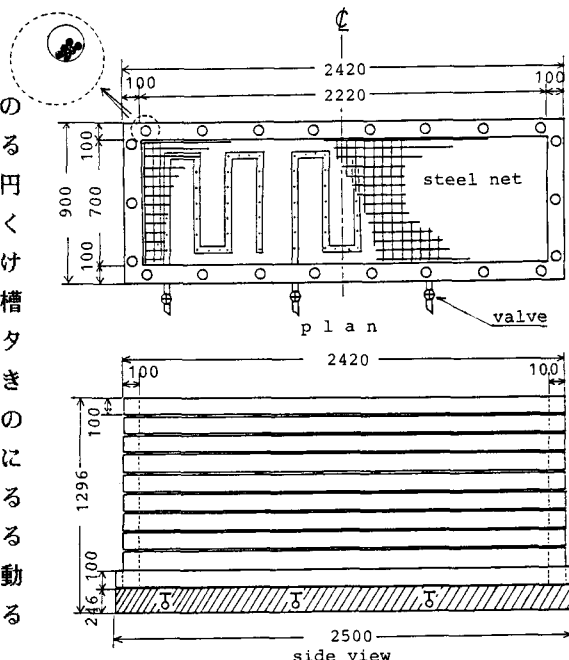


図1 せん断変形砂槽の概要

い、地下水位は地表面と等しくした。マンホールには、共にレジンコンクリート製（高さ×幅×幅=42.0×33.2×33.2）、比重 0.5 のものを用いて、頂部を地表とそろえ、グラベルの量も等しい条件とした。その結果、提案する工法では浮上は見られなかったが、グラベルドレーン工法では、マンホールの高さの半分相当が浮上した。グラベルドレーン工法のマンホールが浮上した原因として、マンホールの比重が水の比重の1位下であったことと、振動によりマンホールが側面拘束力を失ったことによって、グラベルドレーン中に残った水の中で、浮いてしまったことが考えられる。また、上向き浸透流の影響も、マンホールの釣合が乱れて浮上した要因として推測される。それに対して非浮上マンホールでは、前記の効果が十分発揮されたといえよう。

4) 地盤とマンホールとの摩擦力

前述の実験と関連して、排水中のグラベルと地盤との摩擦抵抗を求める実験も行った。

実験は、21.5×23.0×16.0cmのカゴの中にグラベルを充填したものを砂中に埋め、液状化発生中にクレーンで引き上げる方法をとった。このときの引き上げ力より摩擦抵抗を求めた結果、静止土圧係数Kと地盤摩擦係数 $f(= \tan \phi)$ の積 Kf は0.44となった。摩擦抵抗 F は、次の式で与えられる。

$$F = 0.5 * Kf * \gamma * D^2 * L \quad \text{--- (1)}$$

γ : 土の単位体積重量

D : グラベルの深さ

L : グラベルを含むマンホールの周長

この結果より具体的に比重0.5、高さ2m、正方形底面の1辺の長さをパラメータに取ったマンホールモデルを用いて、必要なアミの張り出し長さを計算した（図3）。Case 1はグラベルと地盤の

摩擦抵抗を無視した場合、Case 2はグラベルによる排水を前提として $Kf=0.44$ とした場合である。この結果より摩擦抵抗を考慮するとアミの張り出し長さは小さくなることがわかり、安全側の計算結果であるCase 1のかなり大きなマンホールでも、アミの張り出し長さは施工上可能な範囲内であることがわかった。

5) まとめ

今後本実験に用いたような、軽くて施工性に優れているレジンコンクリート製のマンホールが普及していくことが予想される。このような特徴を持つマンホールに対してここで提案した工法を用いることにより、杭を用いる場合のような騒音や振動を伴わず、なおかつ良好な施工性を保ちつつ安価に、浮上しないマンホールが作成できることがわかった。また比較的重いコンクリート製のマンホールの場合でも比重が1

以下の物に対しては、グラベルドレーンよりも提案する手法の方が非浮上効果が期待できるといえよう。

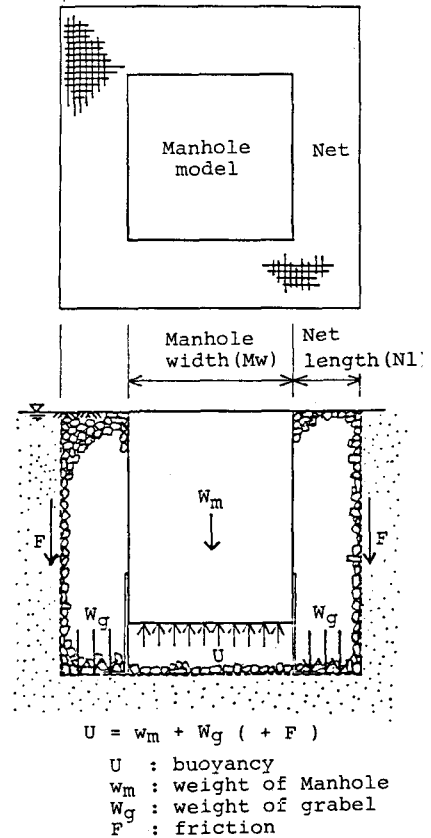


図2 非浮上マンホールモデル

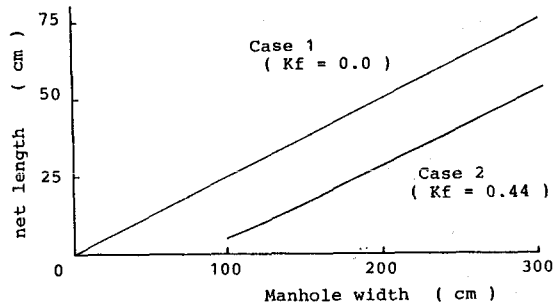


図3 マンホール規模とアミ張り出し長さ