

液状化による下水マンホールの浮上とその対策に関する実験

金沢大学工学部

○山田一宗

金沢大学大学院

正会員 宮島昌克

福井工業高等専門学校 正会員 吉田雅穂

金沢大学大学院 フェロー 北浦 勝

1. はじめに

地盤の液状化による被害は、各地で地震が発生するたびに報告されている。本研究では、特に地中に埋設された下水マンホールに注目する。新潟県中越地震では、長岡市や小千谷市など26の市町村の下水道施設が多大な被害を受けた。その中でも、マンホールの浮上等の被害は1400箇所以上も見られた¹⁾。その多くが埋め戻し土の液状化によるものと報告されている。下水道施設は重要なライフラインの1つで、下水マンホールが浮上すると交通障害により緊急車両が通行できず、被災地の救援活動が大幅に遅れるという重大な問題も抱えている。また復旧作業にも大変な時間と費用がかかる。

最近ではマンホールを新設する際には、埋め戻し土に液状化しにくい砕石を用いたり、セメントを混ぜて固化したり、また十分に締め固めるなどの対策が行われている。浮上などによって破損したマンホールの復旧の際にも同じような対策がとられている。しかし全てのマンホールにそのような対策を施すことは難しい。より実用性のある対策が必要である。そこで本研究では、下水マンホールが浮上する原因とその対策について、振動実験を通して検討する。

2. 新潟県中越地震での被害

前述したように、新潟県中越地震でマンホール浮上の被害は1400箇所以上にものぼった。その内容を見ると各市町村で被害の規模は様々であり、これは地盤や埋め戻し土の状態の違いによると考えられる。写真1は長岡市で浮き上がったマンホールの様子である²⁾のように地面から1m～1.5mも飛び出してしまうと緊急車両が通行できずに、救援活動の大幅な遅れになるのである。

小千谷市では粘土や礫混じりのシルトの層が地表から4mほど続き、マンホールの埋設してある深度では液状化しやすい砂層は見られていない¹⁾。また、その周辺から地盤が液状化したような跡は見られていない。従ってこのマンホールの浮上の原因は、埋め戻し土が液状化したことによるものと考えられる。



写真1 浮上したマンホール 2)

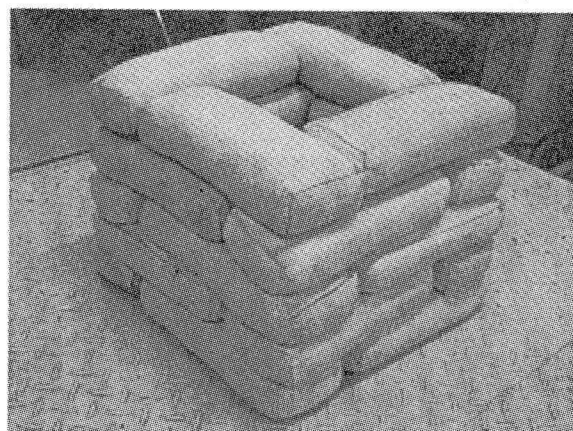


写真2 土のう型ドレーン材

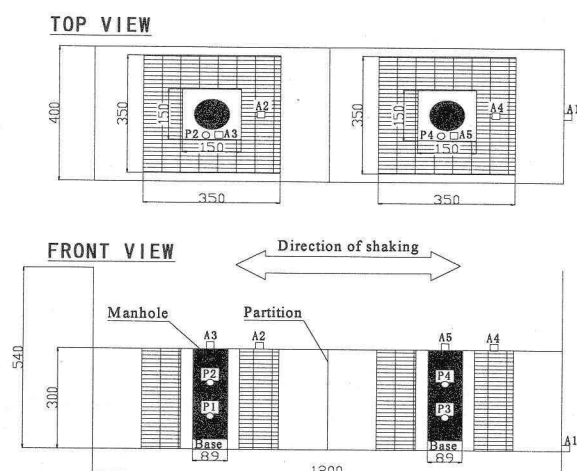


図1 実験装置の概要

3. 土のうを用いた液状化防止対策

著者らはこれまでに、液状化対策の1つとして間隙水圧消散工法であるドレーン材を用いた土のうによる実験を行っている³⁾。ドレーン材として粒径を10mm～16mmに調整して切断した廃タイヤのチップと、砕石7号を用いた。それを長さ250mm×幅100mm×高さ50mmに加工したポリエチレン製の土のう袋に詰め、写真2に示すように4個×5段に積み上げる。入力波は5Hzの正弦波20波であり、80gal～160galと最大加速度を変化させて加振を行った。

その結果、未改良の場合は加振と同時に過剰間隙水圧が速やかに上昇し、消散が終了するのに40秒かかった。しかしその一方で、土のう型ドレーンを用いた場合には水圧の上昇速度が鈍化し、消散速度が向上した。また地盤の残留変位については、未改良の場合には7%の大きな地盤沈下が発生したが、改良した場合にはそれが抑制された。これらのことより、土のうを用いることで液状化による被害を軽減できると考えられる。

4. マンホールの浮上防止対策に応用

上述した液状化対策をマンホールに用いることで、マンホールの浮上防止対策に応用できるのではないかと考えた。すなわち、地震発生時にマンホール周辺の埋め戻し土が液状化しても、マンホールの底面・下部周辺に土のうを隙間なく敷き詰めることにより、マンホールの浮上を

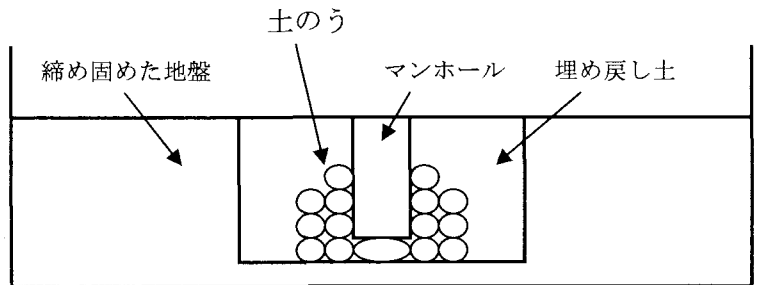


図2 マンホールに適用した概要図

防止できると考えられる。間隙水圧の上昇抑制・消散促進の効果が作用し、土のうに囲まれたマンホールが受ける液状化の影響が軽減されるためである。さらに土のうを隙間なく敷き詰めることで、マンホールの下への砂の潜り込みを遮断でき、浮力の軽減もできる。このように土のうを用いれば、マンホールの浮上防止対策として十分な効果が期待できると考えられる。

そこで振動台を用いた振動実験を行った。振動台の上に長さ180cm・幅60.5cm・深さ80cmの亚克力製の土槽を設置する。その土槽の中に乾いた珪砂5号を入れ振動により十分に締め固める。締め固めた後の砂の厚さは40cmで、その後長さ60cm・幅60.5cm・深さ35cmの穴を掘削し、ビニールの袋で仕切る。その中に埋め戻し土として同じ砂を緩く詰める。十分にボイリングをしてマンホールの模型を埋設する。模型は塩ビパイプ製で直径15cm・長さ22cmのものをを用いる。その概要を図2に示す。6秒間、10Hz、300galの正弦波を入力し、マンホールの上部と下部付近の埋め戻し土の間隙水圧を計測し、検討を行った。実験結果の詳細については講演時に譲る。

参考文献

- 1) 安田進，規矩大義：下水道施設の被害，土木会2004新潟県中越地震被害報告書，2004。
- 2) 塔尾勝：リサイクル材料を用いたマンホールの液状化被害防止対策に関する模型振動実験，平成16年度福井工業高等専門学校環境都市工学科卒業論文，2004。
- 3) 吉田雅穂，宮島昌克，北浦勝：土のう型タイヤチップを用いた地中構造物の液状化対策に関する実験的検討，平成16年度土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)，2004。