

I-538

砕石でマンホールを囲むことによる浮上防止効果

(株)奥村組筑波研究所耐震研究課
N T T 筑波フィールド技術開発センタ

正員○吉川 正昭 荒野 政信
正員 中野 雅弘 服部 浩明

1. まえがき

新潟地震(1964)や日本海中部地震(1983)において、液状化現象によると考えられるマンホールの浮上がみられた。マンホールは地中に埋設された剛基礎と同様、地震時に地震動入力の相互作用(Kinematic Interaction)と構造物の慣性力による相互作用(Inertial Interaction)の2つの動的相互作用による現象が生じている。地盤が大変形を生じる液状化時には、マンホールが地盤中を伝播してきた地震動はそのままマンホールへの有効な地震入力となるのではなく、Kinematic Interactionにより、変化した地震動がマンホールへの有効な地震入力となる。耐震設計時には有効な地震外力として地盤の変形に伴い生じる振動土圧が根入れ部に作用すると考えられる。しかし、振動土圧の明確な規定はなく、現行の耐震設計法の問題点の1つとされている。この複雑な動的相互作用により生じる現象に砕石による対策を施した効果が加味されるため、解析的な方法で、マンホールの浮上防止効果を求めることは難しい。そこで、本研究はマンホール縮小模型と緩め飽和砂地盤を用いて、振動台実験を行い、対策前の液状化時の応答加速度、過剰間隙水圧などについて、マンホールを砕石で囲った結果と比較することによって液状化防止効果を求め、考察を加えた。

2. 実験の目的と方法

対象構造物として、標準サイズのコンクリート製マンホールが液状化層厚5.5mの飽和砂地盤に、地表から0.5mの地点に埋設された場合を取り上げる。相似則¹⁾により求めた1/5模型は地下管路を省略した単体のマンホールで、測定位置を図-1に示す。マンホールの浮上防止対策は図-2に示すように、砕石を用い、対策前と比較し、その対策効果を求めた。測定方法、入力波の選定などは文献²⁾で示したので省略する。

3. 実験結果

正弦波2Hzによる120ガルと220ガル時の応答変位の最大値を図-3に示す。220ガル入力時の地盤単一系の地表部は完全液状化の泥水状態となり変位が12cmを越えるため示していない。同図に220ガル入力時のマンホール頂部(GL-10cm)の最大変位を括弧して併記した。過剰間隙水圧比 U/σ_v の時刻歴の代表例として、マンホール底部四隅の平均値を図-4に示し、正弦20波加振による120ガルと220ガル入力時の液状化の程度を比較した。さらに液状化程度を調べるため、図-5にUの深度分布を1秒から加振

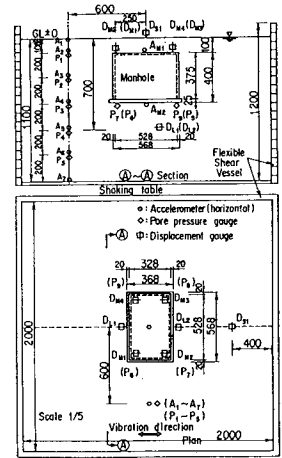


図-1 マンホール地盤全体系模型

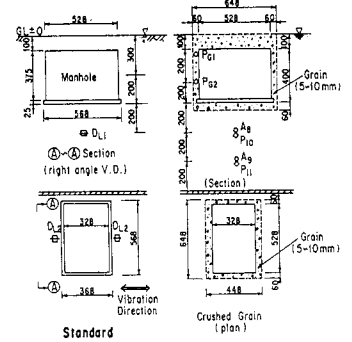


図-2 砕石囲い

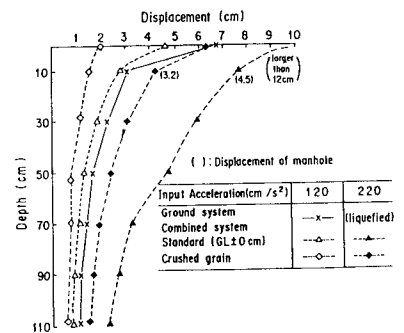


図-3 周辺地盤の変位モード (入力120ガルと220ガル)

終了の10秒まで1秒間隔で示した。液状化時の応答加速度の深度分布を求めるため、図-6に周辺地盤部の応答加速度の最大値を示す。同図は入力波形2波に相当する1秒間の応答加速度の最大値を1秒きざみで示している。

4. 考 察

最大応答変位図-3から、砕石を用いると、対策前に比べ、変位が小さくなること、マンホール頂部の変位は周辺地盤より小さいことがわかる。U/σvの経時変化図-4から、120ガル、220ガル入力時とも、U/σvの値が、対策前に比べて、砕石を用いると小さくなる。Uの深さ方向の経時変化図-5から、220ガル入力時、対策前は加振2秒からUが初期有効上載圧曲線に接近し、液状化を完成するのに対し、砕石では少し遅れて初期有効上載圧曲線に至る。同図に併記したUz aveは液状化の程度を一測点ではなく地盤全体で表現した³⁾平均の過剰間隙水圧比で、対策前0.87、砕石0.75を示す。最大応答加速度の経時変化図-6より、対策前は地表から液状化が深部へと進行するに従い、応答加速度の最大値が地表から地中深部へと移動する。3秒後には全層の最大応答加速度が低下し、深部まで液状化したことがわかる。砕石を用いると、最大応答加速度が対策前に比べて遅れて低下し、液状化を生じることがわかる。砕石を用いることにより、過剰間隙水圧の上昇を消散させる効果があり、浮上量を対策前の約15%程度に減少できる。

最後に本研究をまとめるにあたり、御指導を賜りました久保慶三郎東大名誉教授、佐々木康土研振動研究室長に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 吉川正昭, 山田善一, 模型地盤を用いた鉄塔-杭基礎-地盤の非線形連成振動に関する実験的研究, 土木学会論文集, 第334号, pp. 53~61, 1983.
- 2) 吉川正昭, 中野雅弘, 服部浩明他, 地中構造物の浮上現象(その1, 2), 第23回土質工学研究発表講演集, 1988, 6.
- 3) 吉川正昭, 中野雅弘, 斉藤進他, 柱状構造物の液状化現象(その2), 第23回土質工学研究発表講演集, 1988, 6.

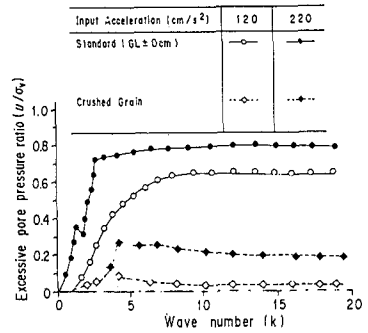


図-4 マンホール底部の過剰間隙水圧の経時変化

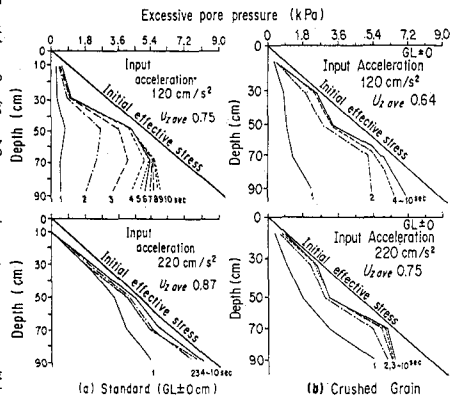


図-5 過剰間隙水圧の深度分布(経時変化)

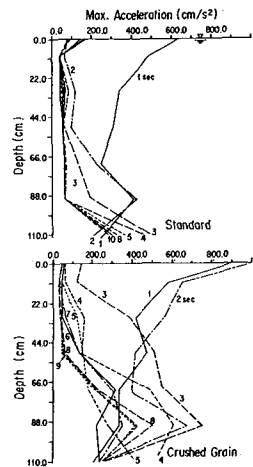


図-6 応答加速度の最大値の深度分布