

I - B 438 マンホールの液状化浮上と地中管路の挙動

神戸大学大学院 学生員 津吉 俊尚
 神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎
 神戸大学工学部 正会員 Nemat Hassani
 株式会社クボタ 正会員 今久保 謙一郎

1.はじめに

地震動を受ける地盤が液状化すると、マンホール底面に揚圧力が作用することによって、マンホールが浮上し、マンホールに接続された地中管路の応力が降伏応力に至ったり、継手部が離脱してしまう可能性がある。そこで本研究では、入力地震波としてレベル 2 地震動を対象とし、マンホールの浮上を伴う液状化地盤における地中管路、および地盤の動的挙動を解析的に求め、管路の継手変位や管体応力を計算することによって、対象とする地中管路の安全性能についての検討を行うことを目的とする。

解析手法としては、まず本研究室で所有する液状化解析プログラムを用い、地盤のみを対象としてマンホール底面での過剰間隙水圧を計算した。その後、液状化解析によって得られた過剰間隙水圧から、マンホール底面に作用する揚圧力を算定し、この揚圧力および地震動を外力として入力することにより、地中構造物を取り入れたモデルで、汎用プログラム「ABAQUS」を用いて管路の動的挙動を検討する。

2.解析手法

解析モデルを図-1 に示す。マンホールは高さ 3m、幅 1.1m としてモデルの中央に配置し、マンホール底面から 50cm 上方の、図の破線部分に地中管路を梁要素としてモデル化する。管路同士の継手部、マンホールと管路との継手部には、非線形のばね特性を持つ要素を入力した。

地盤に関して、図-1 において影をつけた部分を液状化層とし、液状化層を除く地表面下 10m 以浅の部分を軟弱地盤、地表面下 10m 以深の部分を密な地盤とした。非液状化地盤の塑性モデルには、*Mohr-Coulomb* の破壊基準を用いた。表-1 に非液状化地盤における諸定数を示す。また液状化地盤は完全塑性モデルとし、降伏ひずみは 0.002 とする。解析において、液状化地盤を表現するために液状化地盤におけるせん断剛性を軟弱地盤におけるせん断剛性の 1/5、1/10 とする 2 通りを検討し、それぞれ CASE1、CASE2 とした。

入力地震波については、レベル 2 地震動を受ける際の地中管路応答を知るために、兵庫県南部地震の際に東神戸大橋地下 33m の位置で得られた最大加速度 446gal の記録（図-2）を用い、解析モデルの下端より入

キーワード：マンホール、液状化地盤、地中管路、レベル 2 地震動

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 TEL：078-803-6047

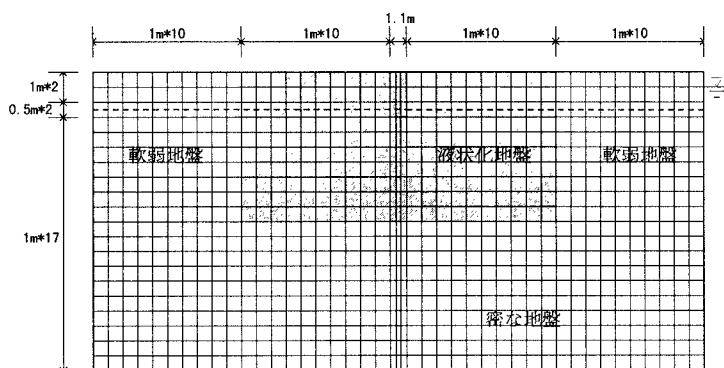


図-1 解析モデル

表-1 非液状化地盤における地盤特性

	N値	単位体積重量 (kN/m^3)	せん断波速度 (m/sec)	粘着力 (kN/m^2)	内部摩擦角 (度)	ポアソン比	せん断剛性 (kN/m^2)
密な地盤	30	17.6	248.6	176.4	36.21	0.47	111220
軟弱層	10	14.7	100	58.8	27.25	0.49	15000

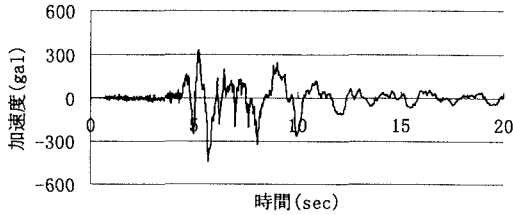


図-2 入力地震波

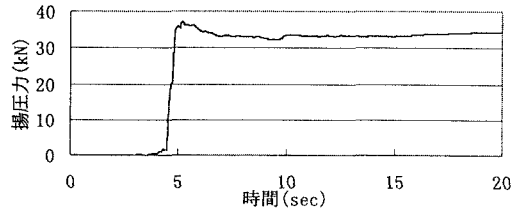


図-3 マンホール底面に作用する揚圧力

力している。さらに、本研究室で所有する液状化解析プログラムによる解析の結果得られたマンホール底面に位置する節点における過剰間隙水圧比から、マンホール底面に作用する揚圧力を算定し、図-3 に示す揚圧力をマンホール底面に位置する要素より分布荷重として入力する。

3.解析結果

マンホール底面に位置する節点の鉛直方向変位から、マンホール浮上量を求めた結果、CASE1 で最大 17.5cm、CASE2 で最大約 35cm 浮上した。解析最終ステップにおけるモデルの変形図を図-4 に示す。ただし、変形量を 5 倍に拡大している。また、各継手要素における最大変位量、各パイプ要素における最大軸応力を解析モデルにおける座標を用いて図-5、図-6 に表した。ただし、解析モデルの左端より右方向に x 座標をとっており、正を引張、負を圧縮として表している。

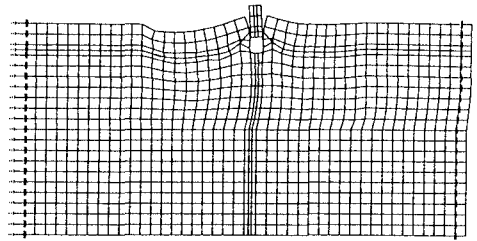


図-4 解析後の最終変形図(CASE2)

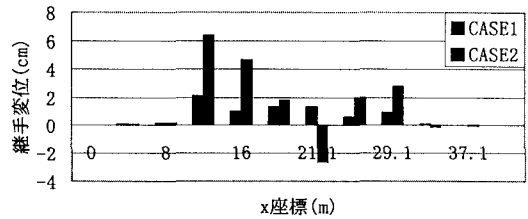


図-5 各継手要素における最大伸縮量

継手要素の伸縮量に関して、CASE2 において 6cm をこえる抜け変位が生じており、許容伸縮量 6.5cm に対しては、安全な範囲であるとは言えない。またマンホールの浮上によって、マンホール近傍の管路において大きな引張応力が作用している。しかし、今回用いた管路の軸方向降伏応力は、 $49000(\text{kN}/\text{m}^2)$ であり、この値に対しては安全であると言える。

管路とマンホールを接続する継手部の可動範囲は±10度としているが、解析の結果、マンホールの浮上によってこの継手部が最大限屈曲したことがわかった。

4.まとめ

液状化地盤の剛性が低くなるほどマンホールの浮上量は大きくなる。また、地盤の剛性が変化する地点においては大きな継手部の抜けが生じ、マンホールと管路との継手部では回転による変形がとくに大きい。そして、マンホールが浮上しているためマンホール近傍における管路では、管体に大きな引張応力が作用する。

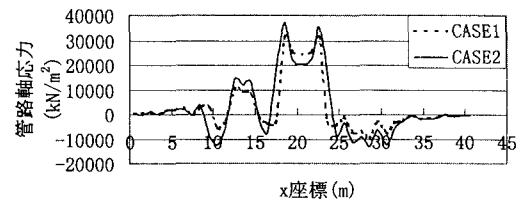


図-6 各パイプ要素における最大軸応力

【参考文献】

- 1) 高田至郎, 上野淳一: 1993 年釧路沖地震における液状化現象と地下構造物の挙動特性, 建設工学研究所報告第 35 号, 1993.12.
- 2) 株式会社クボタ 合成管研究部: 研究打合せ会資料, 1998.