



水道管の液状化解析

– 液状化による地盤変形と管路への影響検討 –

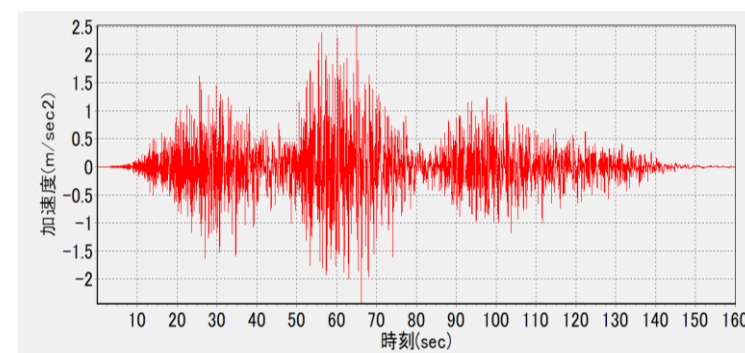
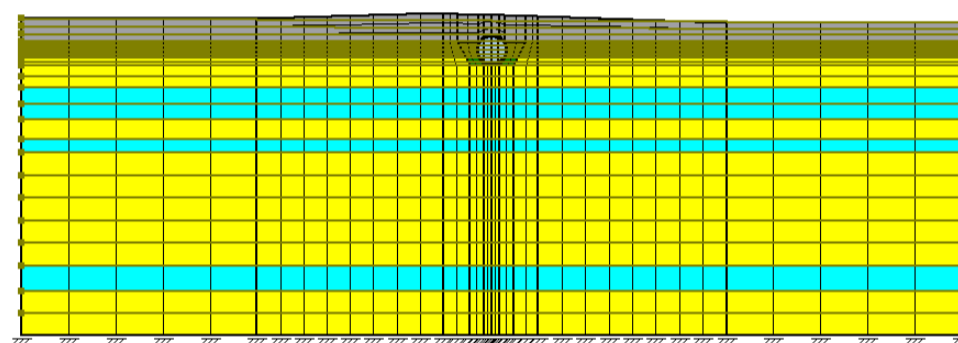
若鈴コンサルタンツ 株式会社

概要

本解析では、農業用水道管が地震時に液状化する地盤で、どのような応答するのかを把握する目的として地震応答解析を行った。解析モデルとしては、3断面とした。通常の埋め戻し、コンクリートボックスで周辺を養生する場合、屈曲部に相当するので外力を別途考慮する場合を検討した。

・検討した結果、液状化は表層近くに限定的であり、大きな変形が発生しないことがわかった。応答波形について波長算出や間引きなどのデータ処理をした。

モデル図



▲地盤と水道管の解析モデル

▲工学的基盤面の入力地震動 L 2

層番号	標高 m	層厚 m	深度 m	地質	N値	単位体積重量 kN/m ³	地下水	有効重量 kN/m ³	地層単位の重量 kN/m ²	地層下面の上載圧 kN/m ²	地層重量の半分 kN/m ²	地層中心の上載圧 kN/m ²	有効拘束圧 σ'v kN/m ²	せん断弾性波速度 Vs	Cv
1	16.94	1.32	1.32	As	6	18		18.0	23.8	23.8	11.9	11.9	7.9	160.0	0.8
2	16.36	0.58	1.90	B	6	18	○	8.0	4.6	28.4	2.3	26.1	17.4	160.0	0.8
3	13.00	3.36	5.26	Ds1	19	18	○	8.0	26.9	55.3	13.4	41.8	27.9	190.0	0.8
4	10.92	2.08	7.34	Dc1	0.9	18	○	8.0	16.6	71.9	8.3	63.6	42.4	180.0	0.8
5	16.03	2.23	2.23	Ds1	19	18	○	8.0	17.8	17.8	8.9	8.9	5.9	190.0	0.8
6	14.31	1.72	3.95	Dc1	0.9	18	○	8.0	13.8	31.6	6.9	24.7	16.5	180.0	0.8
7	9.57	1.36	8.69	Dc1	34	20	○	10.0	13.6	85.5	6.8	78.7	52.5	190.0	0.8
8	-5.40	14.96	23.66	Ds1	19	18	○	8.0	119.7	205.2	59.9	145.3	96.9	190.0	0.8
9	12.59	1.73	5.67	Dc1	0.9	18	○	8.0	13.8	45.4	6.9	38.5	25.7	180.0	0.8
10	-6.40	1.00	24.66	Ds1	19	18	○	8.0	8.0	213.2	4.0	209.2	139.4	190.0	0.8
11	16.36	0.30	1.90	B2	6	18	○	8.0	2.4	28.39	1.2	27.2	18.1	160.0	0.8
12				RC		24.5		24.5	0.0	205.2	0.0	205.2	136.8		

▲地盤定数一覧

解析条件

土質条件：地表面から約2m深まで表層で、地下水位が高く WL=GL-1.9m である。それ以深は洪積世の砂が主体となる。液状化材料として表層は PZ-sand モデル、それ以深は RO モデルとした。

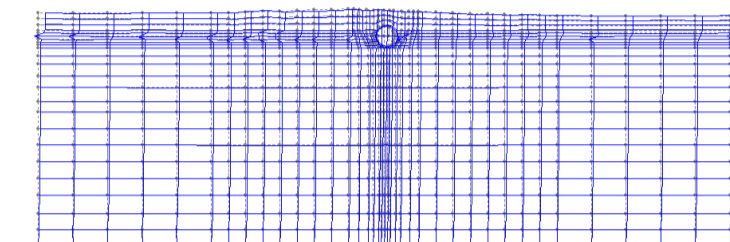
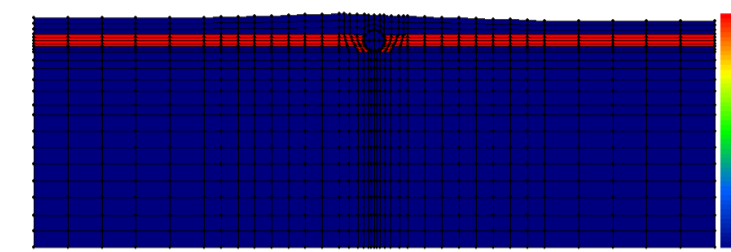
荷重条件：地震時は L2 地震時として、海洋型 Type1 と直下型 Type2 の2地震波とした（上図は Type1）。

境界条件：底面は固定、側面は左右が同じ動き変形となる等変位境界とした。

解析条件：初期応力解析は、静的解析を行い自重による応力を求めた、つぎに動的解析では地震波を入力した。

液状化パラメータ：多くの室内試験等のデータが不足しているため、N 値からの推定値と一般値を用いた。

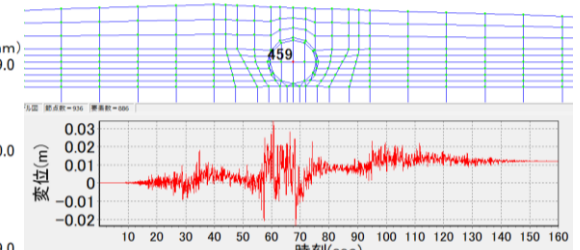
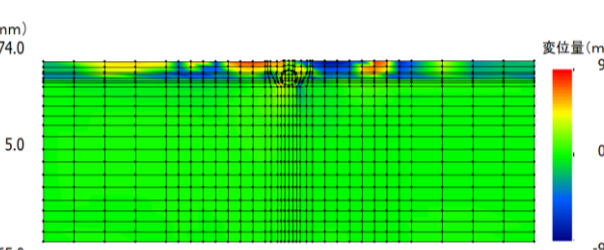
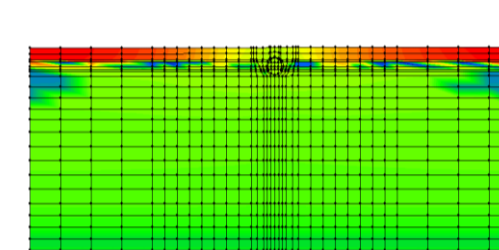
検討結果



液状化分布

変形

▲液状化解析結果（過剰間隙水圧比分布、変形）

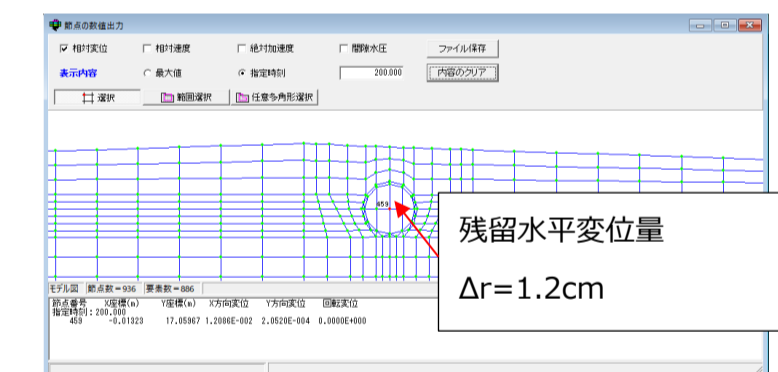
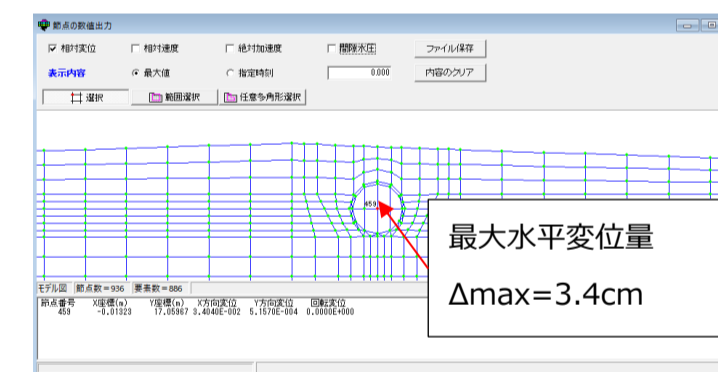


水平変位コンタ

鉛直変位コンタ

水平変位時刻歴

▲液状化解析結果（変位コンタ、変位時刻歴）



▲管中心位置における最大水平変位と残留水平変位（左：最大値、右：残留値）

考察

■ 液状化現象は河口部や沖積世の緩い飽和砂で構成されている砂地盤に多い。本件は、地表面勾配も平坦で、緩い飽和砂層として液状化が懸念される地盤が地表面付近の表層に限定されていた。しかし、水道管のような線状構造物は横断面の変位量を算定して大きな変位量が生ずる場合、数キロに渡る地盤構造の変化や地震動の位相差によって管路に大きな変位を生じやすい。

■ 3断面について液状化解析を行い、主な断面として一つを掲載した。一般的な地盤の地表面の応答値は地震動の途中では大きな最大値を生ずるが残留値は大きくない。比較的小さな変形量であったものの、液状化は地表面および管路周辺で発生しているので残留値が発生した。

■ 本業務では、変形量は最大値および残留値とも小さく、管路構造体として問題ない結果となった。