

大規模地下浄水池の地震時応答の予測評価に関する一考察

弘前大学 学生会員 ○三浦 千穂
 弘前大学 学生会員 八木橋 怜
 弘前大学 フェロー会員 有賀 義明

1. まえがき

2011年東北地方太平洋沖地震では、水道施設に被害が生じ、長期間に及ぶ断水が発生した。水道施設は、生活・産業に必要不可欠なライフラインであり、地震時の水道システムの安定的な機能維持が求められる。地震時における水道供給機能の安定的な維持のためには、構造物の地震時応答を明らかにし、実現象を的確に再現することができる予測評価を行うことが重要となる。二次元解析では実現象の反映に制約が伴うため、実現象を反映した予測評価を行うためには三次元解析が必要となる。このような背景から、水道施設の耐震性能評価の精度・信頼性の向上と地震対策技術の合理化を目的として、三次元動的解析により地下浄水池の地震時応答について検討を行った。

2. 三次元動的解析による検討

2.1 概要

改修工事計画が進められている水道施設を研究対象とし、地下浄水池と周辺地盤を連成させた解析モデルを作成し、入力地震動の加振方向が大規模地下浄水池の地震時応答に及ぼす影響について比較検討した。

2.2 三次元動的解析モデル

解析対象とした地下浄水池は、地表から土被り0.5mの位置にあり、地下二階・地上1階建である。地下一階～地下二階は吹き抜けとなっており、内部は柱と耐震壁により構成されている。図-1は地下浄水池と周辺地盤の連成モデルであり、図-2は地下浄水池のみを表示しており、図-3は地下浄水池の内部モデル化を示す。周辺地盤については、現地の状況を参考に二層の水平成層地盤とし、長さ214m、幅142m、深さ20mの範囲をモデル化した。地盤および地下浄水池ともにソリッド要素でモデル化し、解析モデルの節点数は31342、要素数は30209である。境界条件は側方境界を粘性境界、下方境界を剛基盤とした。解析プログラムはDIANAを用いた。

2.3 入力地震動

入力地震動は、札幌市が作成したレベル2想定地震波を用い、解析には図-4に示した10秒間を使用した。入力地震動の最大加速度は、633.63(gal)であり、地下浄水池の短軸方向と長軸方向に加振した。

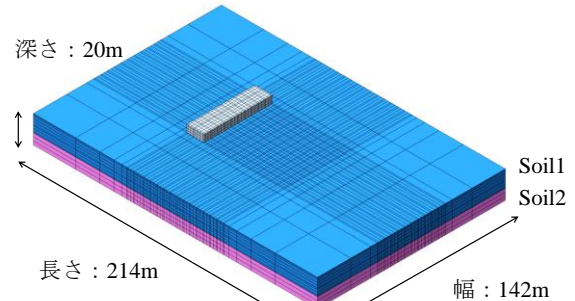


図-1 解析モデルの全景

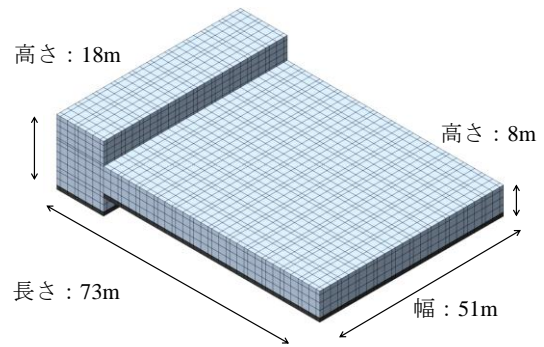


図-2 解析モデル (地下浄水池のみを表示)

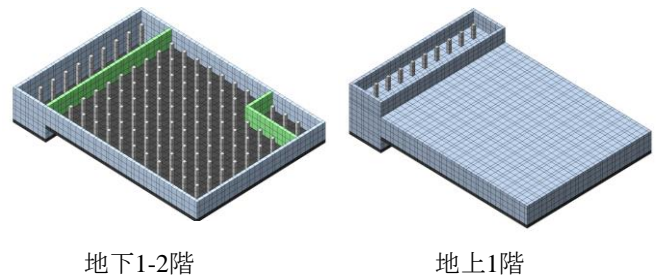


図-3 地下浄水池内部の状況

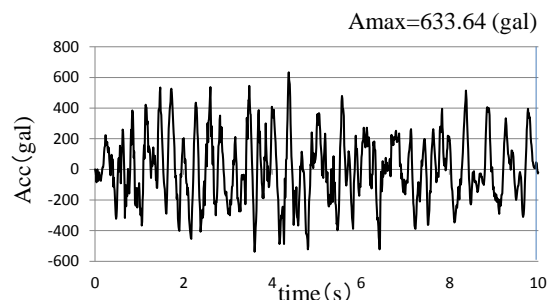


図-4 入力地震動

キーワード：水道施設、地下浄水池、地震時応力、三次元動的解析

連絡先：〒036-8561 弘前市文京町3 弘前大学 大学院理工学研究科 地球環境学コース Tel /Fax 0172-39-3608

2.4 解析物性値

構造物および地盤の動的物性値は、それぞれ表-1と表-2に示したとおりである。構造物は鉄筋コンクリート造を、周辺地盤は硬質地盤を想定した。減衰定数については強震時のひずみ依存性を考慮して一般的な値よりも大きな値を設定した。

表-1 構造物の動的物性値

項目	せん断剛性 N/mm ²	密度 g/cm ³	ポアソン比	減衰定数
地下浄水池	9400	2.35	0.2	0.04

表-2 地盤の動的物性値

項目	せん断剛性 N/mm ²	密度 g/cm ³	ポアソン比	減衰定数
Soil1	90	2.06	0.4	0.08
Soil2	506	2.20	0.4	0.08

2.5 解析結果

コンクリートは、圧縮に強く引張に弱いことから、ここでは地震時の引張応力に着目して解析結果を示す。図-5に地下浄水池の表面の地震時応力分布を、図-6に地下浄水池の内部の地震時応力分布を示す。図-5と図-6の上段が地震動の加振方向が短軸方向の場合(ケース1)、下段が長軸方向の場合(ケース2)である。今回の解析では、地震動を短軸方向に加振した場合よりも、長軸方向に加振した場合の方が地震時の引張応力は大きくなる傾向となった。また、浄水池内部に着目すると、短軸方向に加振した場合は浄水池の地下一階右側で地震時応力が大きくなったが、長軸方向に加振した場合では、浄水池の地下二階・地上一階側で地震時応力が大きくなっている。地震時応力は、加振方向により大きい場所が変化することがわかった。

3. あとがき

加振方向により地震時応力の大きな場所が変化しており、浄水池内部の柱や耐震壁の地震時応力評価も重要であることが確認できた。精度の高い解析を行うためには実現象を適確に再現できる三次元的解析が必要であり、精度の高い三次元的解析は数値実験としての有用性もあると考えられる。

一般に、水道施設は配水池・ポンプ場・送水管等、様々な構造物や設備により構成されている。今後の課題としては、個々の構造物だけではなく、構造物や管路など、

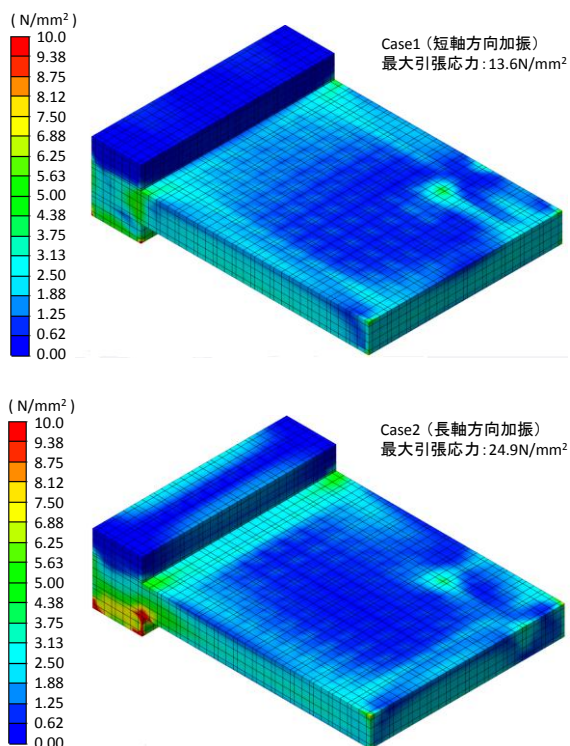


図-5 浄水池表面の地震時応力分布

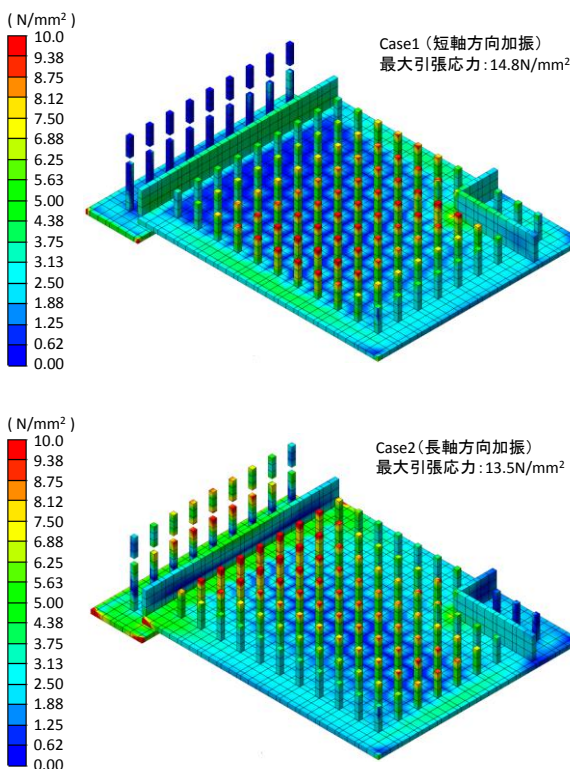


図-6 浄水池内部の地震時応力

連結された構造物間や隣接する構造物間の地震時の相互影響を考慮した解析が必要になると考えられる。

参考文献

- 1) 札幌市：地震動及び被害の評価事業，2008