

全面開口を有する水槽構造物の解析手法の比較検証

－従来手法と新手法の適用性の再確認－

NTC コンサルタンツ株式会社

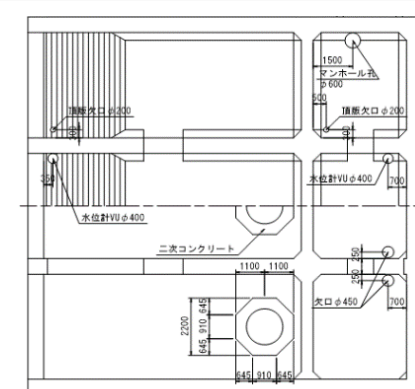
概要

本施設は鉄筋コンクリート製の排水機場の吸水槽である。既設の構造物であることから、特徴として、全体的には3次元の箱型構造であるが、側面一面が呑口になり完全に開口となっている点がある。

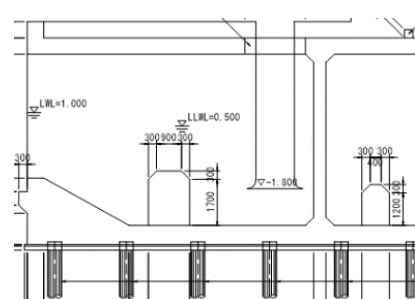
このような箱型構造の設計は従来では2次元輪切りモデルで行われていたが、流水方向加振時の設計においては開口があるため頂版、底版が片持ち梁となってしまう、実構造との乖離が大きい可能性があった。また前後の壁を考慮できる壁エレメント置換の適用性にも疑問がある。そこで今回は過年度行われた2次元輪切りモデルでの解析に加え、3次元モデルでの解析も実施し、両者の結果を比較することで改めて補強が必要な箇所を精査した。

設計条件

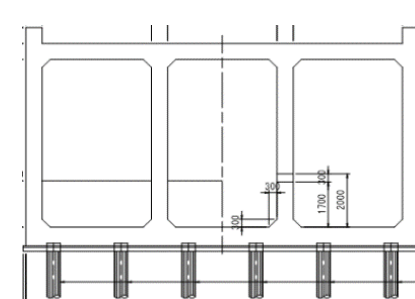
- ・ 構造物：排水機場
- ・ 構造：RC造
- ・ 寸法：15.00m×14.55m
- ・ 基礎形式：杭基礎
- ・ 準拠基準：水道施設耐震工法指針など
- ・ 重要度：AA種
- ・ 考慮する荷重：自重、慣性力、上屋・機械荷重、土圧、静水圧、動水圧
- ・ 照査方法：L1地震時：許容応力度法
L2地震時：限界状態設計法



平面図



流水方向断面図

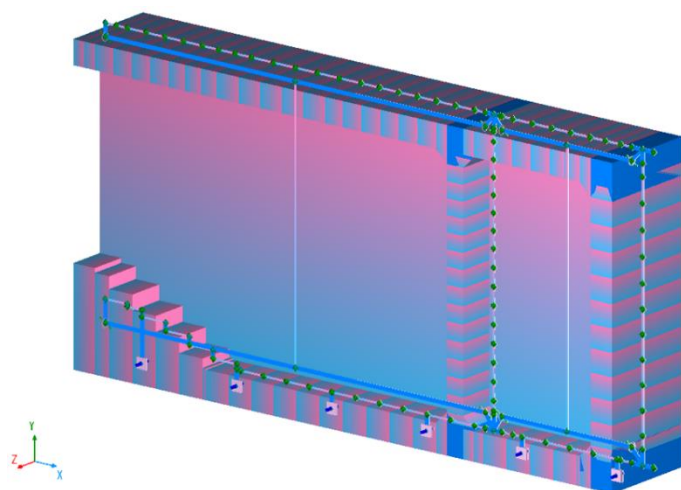


流水直角方向断面図

モデル化

■ 2次元輪切りモデル

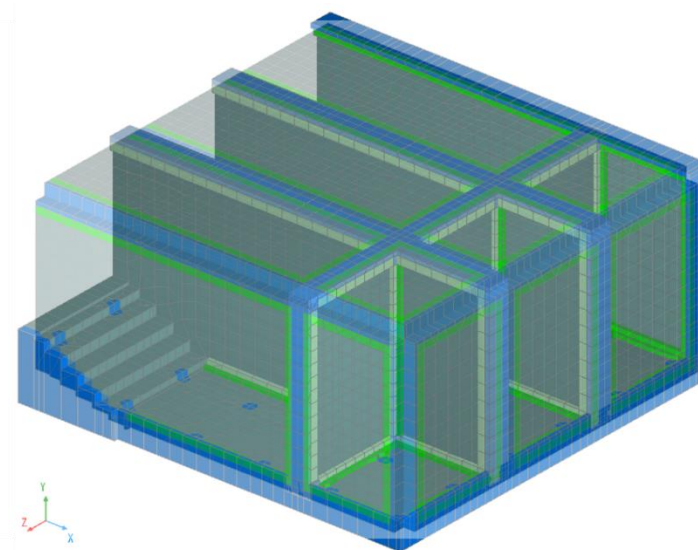
2次元モデルでは、頂版、側壁、中壁、底版をフレーム要素でモデル化し、前後にある壁を壁エレメント置換法でモデル化した。 ※流水方向モデルのみを示す。



2次元輪切りモデル

■ 3次元平板要素モデル

3次元モデルでは、頂版、側壁、中壁、底版を平板要素でモデル化した。 ※頂版、側壁を透過にしている。

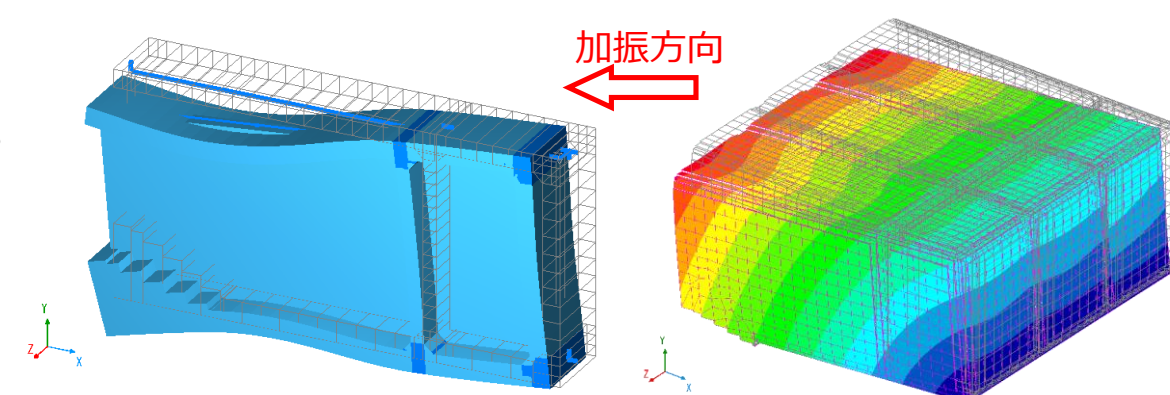


3次元平板要素モデル

解析結果

■ 変形図

2次元、3次元各モデルの流水方向加振時の変形図を示す。



(a) 2次元モデル

(b) 3次元モデル

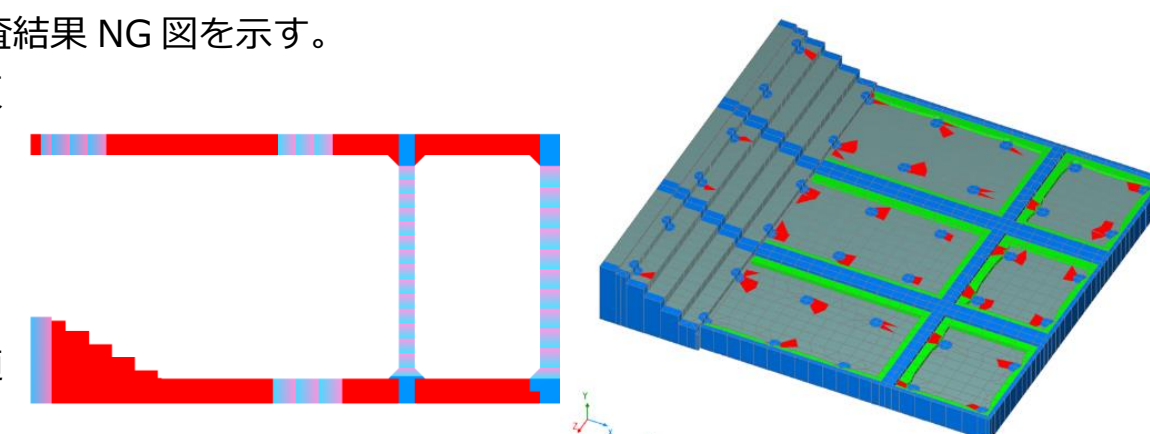
■ 照査結果 NG 図(赤色が NG 箇所)

2次元、3次元とも流水方向の照査結果 NG 図を示す。

照査の結果、2次元モデルでは頂版、底版ともにほとんどの範囲が NG となったのに対し、3次元モデルでは底版の杭や壁付近のみが NG となった。

3次元モデルでは、壁の影響を適切に評価できることや、上載荷重が3次元的な分布荷重で載荷されることから、力の分担が変化し、頂版・底版の NG が減少したと考えられる。

一方、詳細は割愛するが、流水直角方向については両モデルの差異は少なく、場合によっては2次元輪切りモデルでも耐震性の評価は可能な結果となった。



※壁エレメントは非表示

(a) 2次元モデル

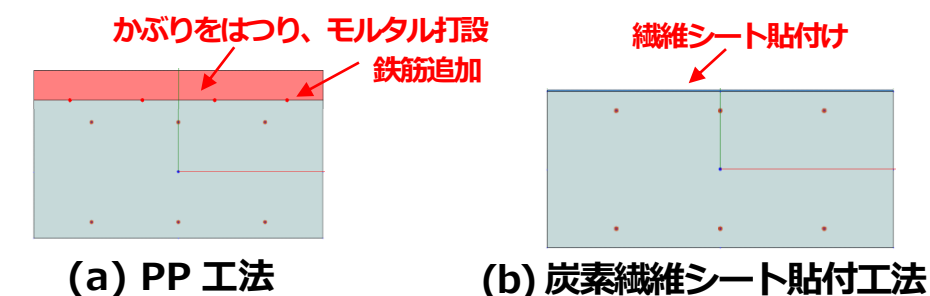
※底版のみ表示。底版以外は OK

(b) 3次元モデル

補強検討(案)

補強検討はまだ案の段階であるが、すべてのケースを総合した結果、頂版、側壁、中壁では局部的な NG のみが生じ、底版のみに連続的な NG 箇所が生じたため、底版をメインとした補強を行う。

補強工法は、排水機場の機能を妨げない工法を選定する必要があり、コンクリート増厚量が少量で済むポリマーセメントモルタル工法(PP工法など)や、炭素繊維シート貼付工法などで現在検討を行っている。



(a) PP 工法

(b) 炭素繊維シート貼付工法

まとめ

2次元と3次元のモデル化の差異はしばしば問題となることがあるが、今回は片面の壁の有無によって、差異の有無がはっきり表れたことから、一つのモデルで差異の有無両パターンを検証できた好事例であった。今後、3次元解析によって補強案の検証を進めてゆく予定である。