

既設水槽構造の 2 次元および 3 次元モデルによる耐震検討結果比較

－モデル化の違いによる解析・照査方法の妥当性を確認－

株式会社日本水工コンサルタント

概要

水槽構造物の設計においては、実際の形状に対し、任意位置で輪切りにした 2 次元断面モデルとして検討を行う場合が多いが、その形状が複雑な場合や躯体寸法条件等から、そのモデル化が妥当なのか疑問視される場合がある。本検討においても当初は従来通りの 2 次元断面モデルで検討を行ったが、その後、提案型として実物通りに板要素を用いた 3 次元モデルを作成し、解析・照査することで照査結果にどのような傾向があるか比較を行い、モデル化の妥当性について確認した。

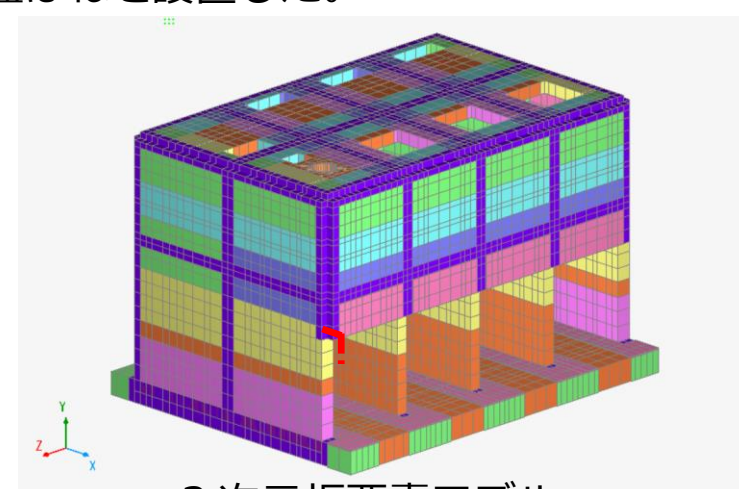
対象施設の概要

■**対象施設概要**：施設構造は底版平面幅 26.40 x 20.50m の上に、側壁高 17.30m の壁を組み合わせて構築された吸込水槽である。基礎は直接基礎、背面側の側壁は頂版上面まで現地盤が位置する地中構造物である。

■**3 次元板要素モデル**：弾性板要素を採用しメッシュ分割は板厚程度としてモデル作成した。交差部を剛域に、開口部も忠実に再現し、周囲には地盤ばねを設置した。

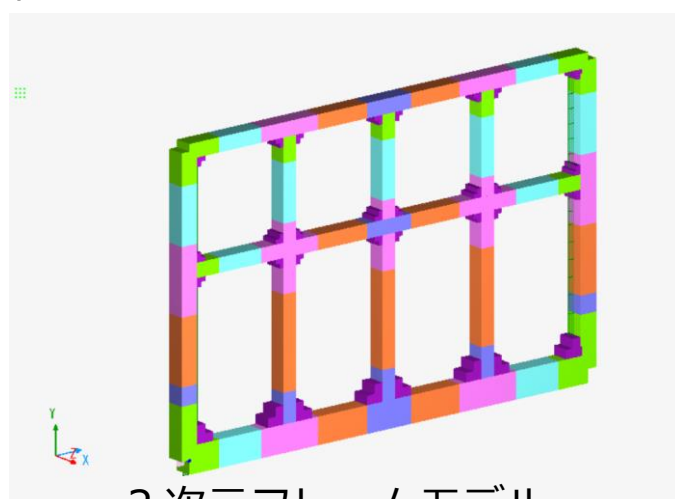
[設計条件]

- ・ 準拠基準：土地改良事業設計基準、H14 道示他
- ・ 重要度区分：B 種（健全性を損なわない）
- ・ 耐震設計手法：応答変位法
- ・ 地盤種別：Ⅱ 種地盤
- ・ 設計水平震度：kh=0.17

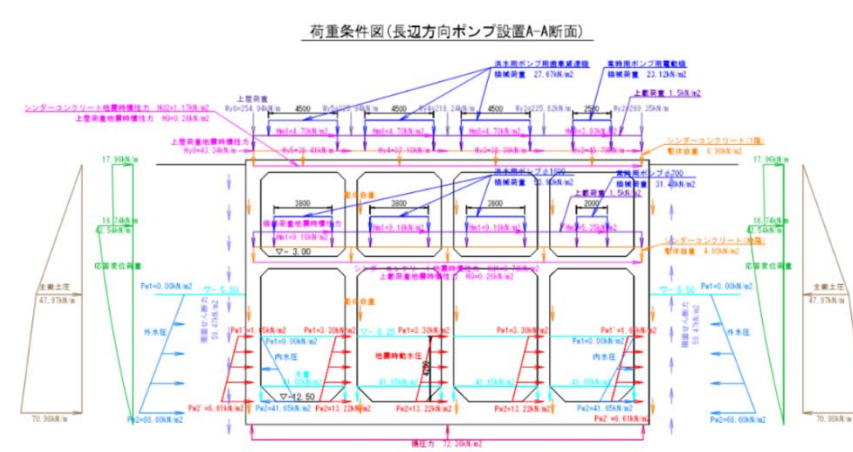


3 次元板要素モデル

■**2 次元断面梁要素モデル**：直角方向（長辺）の壁間中央位置での 2 次元断面モデルを弾性梁要素で作成した。検討荷重ケースは L1 地震時とし、考慮した荷重図を下記に示す。



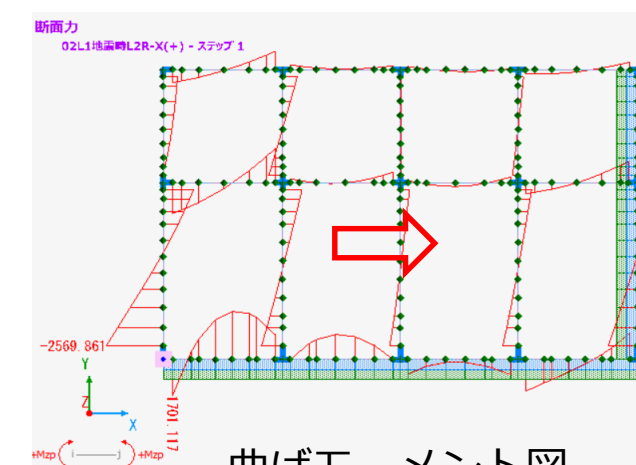
2 次元フレームモデル



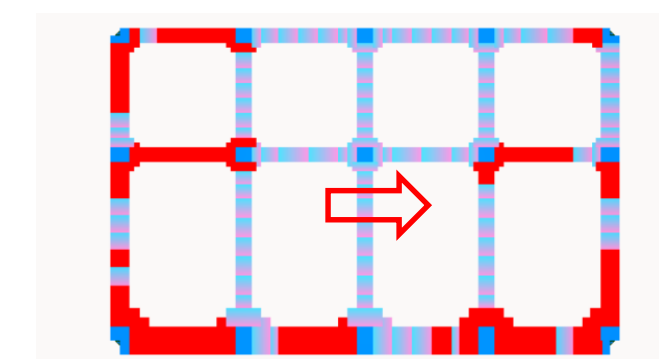
荷重図

耐震性能照査

■**2 次元断面モデルでの解析・曲げ応力度照査結果**：断面左から右方向へ加力した際の曲げモーメント図を下図左に示し、鉄筋応力度照査結果での NG 箇所を下図右の赤着色部に示す。

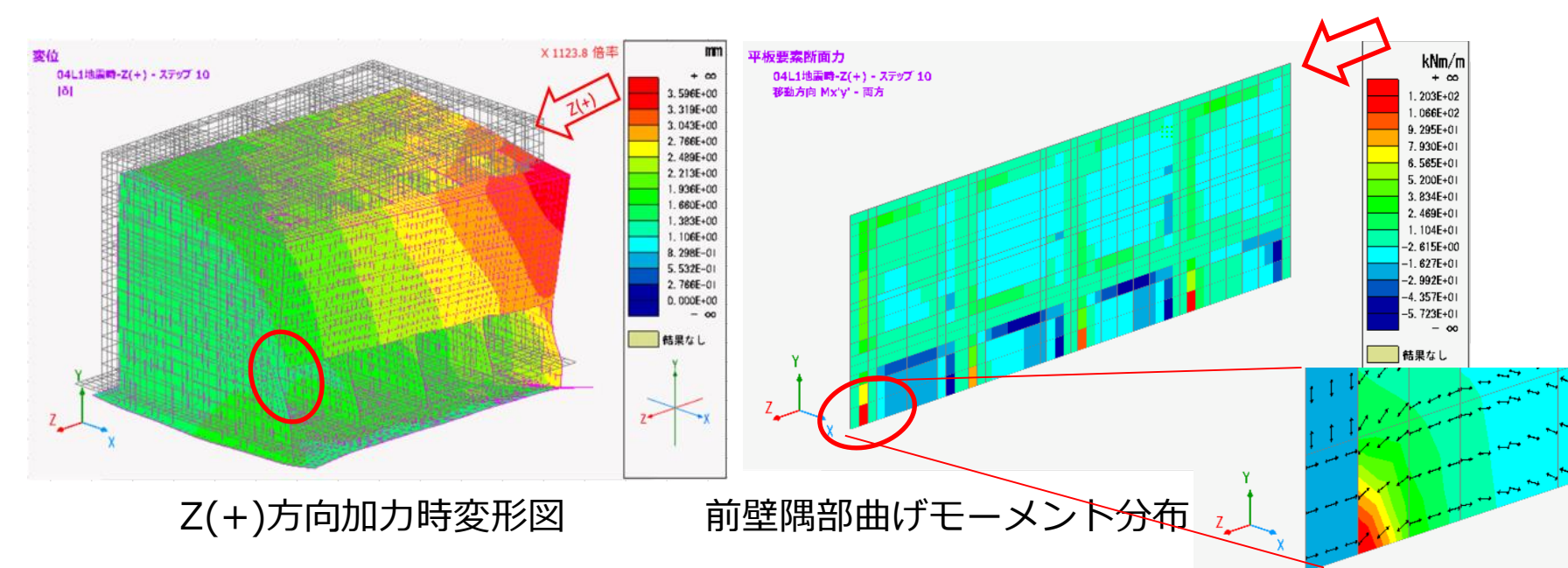


曲げモーメント図



鉄筋引張応力度 NG 箇所

■**3 次元板要素モデルでの解析・曲げ応力度照査結果**：2 次元断面モデルで想定した位置での照査結果を確認すると、支間中央付近を中心に NG 箇所が減少していることを確認した。また、加力方向に対して直交する方向の照査も行うため、壁隅付近で水平方向照査に NG が見られるなど、2 次元断面モデルでは再現できない傾向も確認した。



Z(+)方向加力時変形図

前壁隅部曲げモーメント分布

まとめ

- ・ 同じ構造に対し、2 次元断面梁要素モデルと 3 次元板要素モデルでの耐震検討を行い、曲げ照査結果に着目して両者の結果比較を行った。その結果、2 次元断面モデルで NG だった範囲が 3 次元板要素モデルでは殆どが OK となる傾向が見られた。
- ・ 2 次元断面モデルは、奥行き方向に接続される部材からの影響を無視した（できる場合の）解析モデルであるが、3 次元板要素モデルでは、実際の形状に忠実な挙動を再現することが可能である。
- ・ 本業務では、躯体形状から 3 次元板要素モデルでの解析結果が妥当と判断し、その損傷結果を用いて対策工の検討を行った。