

# 令和7年度 北部水道事業所技術レポート（土木工事）

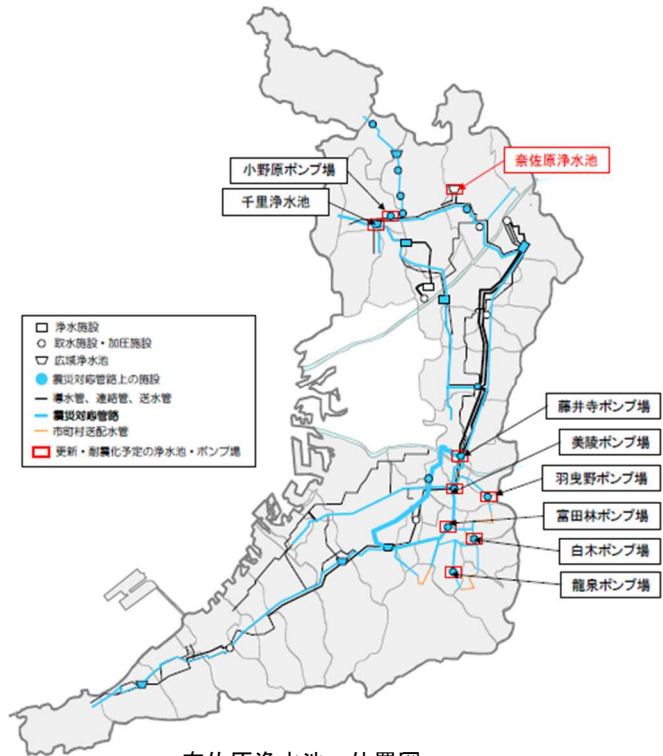
## 【浄水池耐震診断及び補強詳細設計】

### 【はじめに】

令和6年度の技術レポートで、小野原ポンプ場浄水池の耐震補強工事を説明しました。今回は奈佐原浄水池の耐震化について御紹介します。

奈佐原浄水池は、昭和54年度に完成し、広域浄水池（高槻市・茨木市水需要の約半分）として重要な役割を担っています。

企業団の将来ビジョン及び経営戦略に基づき、令和6年度から耐震化事業に着手し、現在は1号池の耐震診断及び耐震補強詳細設計を実施しています。



奈佐原浄水池 位置図

### 【施設の概要】

名称 奈佐原浄水池  
 場所 高槻市奈佐原三丁目5番1号  
 敷地面積 34,198m<sup>2</sup>  
 容量 38,400m<sup>3</sup>



施設配置イメージ図

有効水深 5.5m

1号浄水池 12,000m<sup>3</sup>

内寸 29.4m×74.4m×6.5m

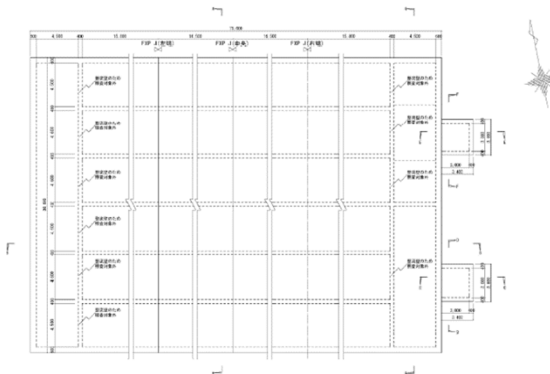
2号浄水池 12,600m<sup>3</sup>

内寸 29.4m×78.4m×6.5m

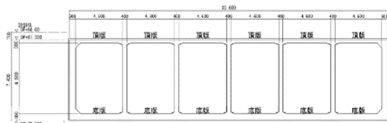
3号浄水池 13,800m<sup>3</sup>

内寸 29.4m×88.4m×6.5m

構造 地下式、RC造、直接基礎



1号浄水池平面図



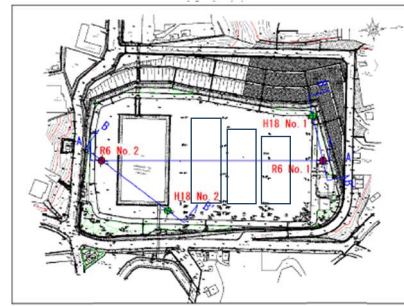
1号浄水池短方向断面図



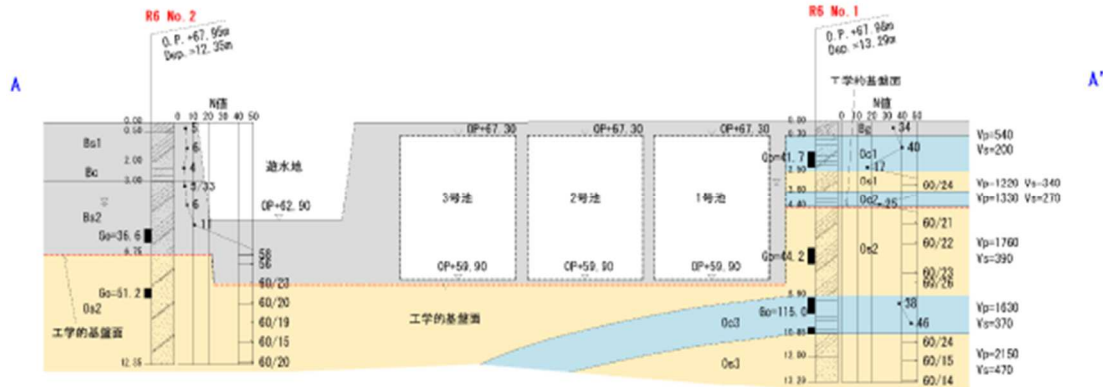
1号浄水池長辺方向断面図

## [土質調査]

設計業務に先行して、平成 18 年度実施の 2 本に加え、新たに 2 本の土質調査を実施しました。これにより、南北方向の土質想定断面がわかり、工学的基盤面が明確になりました。加えて各種検討、解析に必要な土質定数を把握しました。右図に調査平面位置図、下図に南北方向の土質想定断面図を示します。



土質調査平面位置図



土質想定断面図

## [劣化調査]

躯体の適切な健全度を把握するため、劣化調査を実施しました。具体的には、1号浄水池の躯体からコンクリートコアを採取、鉄筋はつり試験、圧縮強度試験、中性化試験、塩分含有量試験を実施し、十分なコンクリート圧縮強度を有していること、中性化は進んでおらず、鉄筋の腐食もなく、塩分含有量も問題の無いことを確認しました。

## [施設の重要度]

対象施設の重要度は、「送配水施設設計指針(大阪広域水道企業団)」(以降、指針という)、「水道施設耐震工法指針・解説 2022 年版(日本水道協会)」(以降、耐震指針という)に基づき、代替施設がなく、また万が一の時に重大な二次被害が生じる恐れがあることから、重要な水道施設として位置付け、ランク A1 の水道施設に設定しました。

## [施設の要求性能]

耐震指針に従い、レベル 1 地震動※1では使用性、レベル 2 地震動※2では復旧性を求めることとしました。ここで使用性とは、設定した地震作用等に対して、水道施設が継続的に使用できる性能であり、復旧性とは地震の影響等により低下した水道施設の性能を早期に復旧できる性能です。

重要度の区分	要求性能	設計地震動		限界状態		
		レベル1地震動	レベル2地震動	限界状態1	限界状態2	限界状態3
ランク A1 の水道施設	使用性	○	-	○	-	-
	復旧性	-	○	-	○	-
	安全性	-	○	-	-	○
	危機耐性	危機耐性については「3.1.8 危機耐性」により考慮する				

※1 レベル 1 地震動:当該施設の設置地点において発生すると想定される地震動のうち、当該施設の供用期間中に発生する可能性の高いものであり、原則として使用性の照査に使用する。

※2 レベル 2 地震動:当該施設の設置地点において発生すると想定される地震動のうち、最大規模の強さを有するものであり、復旧性、安全性の照査に使用する。

## [設計地震動]

今回の耐震計算にあたっては、耐震指針の選定フローに従い、設計地震動の時刻歴波形を直接入力して構造物の動的応答を計算する動的解析法を採用しています。これに伴い、レベル1地震動は、I種地盤に対応した加速度波形を使用します。レベル2地震動については、下表のとおり耐震指針に示される4つの方法うち「方法2」の地域防災計画等の想定地震動を使用することとし、大阪府想定地震動(内陸、海溝)の二つを採用します。大阪府想定地震動は、大阪府で平成19年度に制定された地震動です。大別して内陸直下型と海溝型の2ケースが想定されています。地盤条件によってゾーン分けされ、地震動は対象施設の位置によって地震動を設定できるようになっています。

レベル2地震動の設定方法

設定方法		動的解析に用いる設計地震動	静的線形解析に用いる設計地震動(震度法等)	静的非線形解析に用いる設計地震動(ブッシュオーバー等)
方法1	震源断層を想定した地震動評価を行い、当該地点での地震動を使用する	地震動評価結果の地表面、工学的基盤面の加速度時刻歴波形、あるいは応答スペクトルを用いる	※	地震動評価結果の地表面、工学的基盤面の応答スペクトルを用いる
方法2	地域防災計画等の想定地震動を使用する	想定地震動の地表面、工学的基盤面の加速度時刻歴波形を用いる	※	想定地震動の地表面、工学的基盤面の応答スペクトルを用いる
方法3	当該地点と同様な地盤条件(地盤種別)の地表面における強震記録の中で、震度6強～震度7の記録を用いる	強震記録の加速度時刻歴波形を用いる	※	強震記録の応答スペクトルを用いる
方法4	兵庫県南部地震の観測記録を基に設定された設計震度、設計応答スペクトル		図-3.4.1～3.4.3の選定フローで静的線形解析の適用条件に該当する場合は、「2009年版指針 総論解説編Ⅲ」の設計応答スペクトル等を用いて設定する	「2009年版指針 総論解説編Ⅲ」の設計応答スペクトル等を用いて設定する

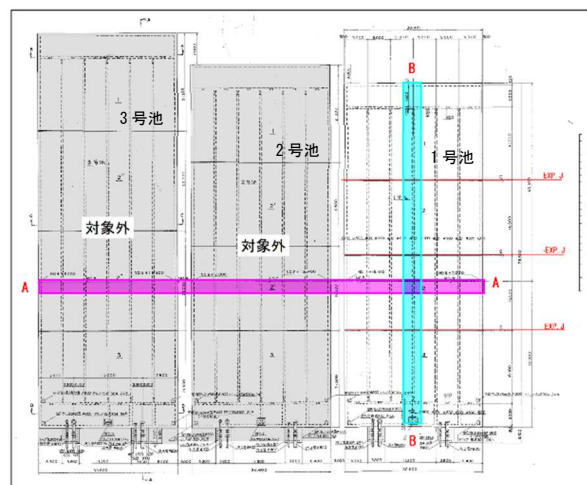
※方法1、方法2、方法3においては、原則として静的線形解析を適用しない。ただし、方法4と同程度以上かつ地震動の応答特性から静的線形解析の適用が可能と判断された場合には、静的線形解析を用いてもよい。

※動的解析に用いる入力地震動は周期特性の異なる複数の地震動の時刻歴波形を用いなければならない。

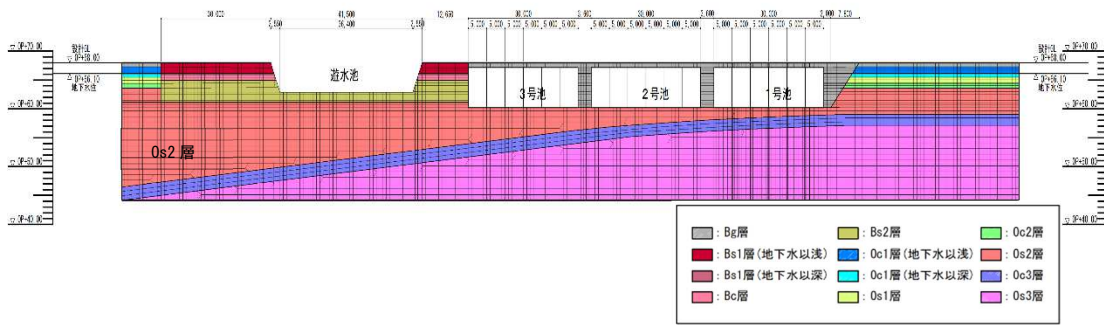
## [解析モデル図]

右図に解析する断面の位置図を示します。A-A断面が南北(短辺)方向、B-B断面が東西(長辺)方向です。

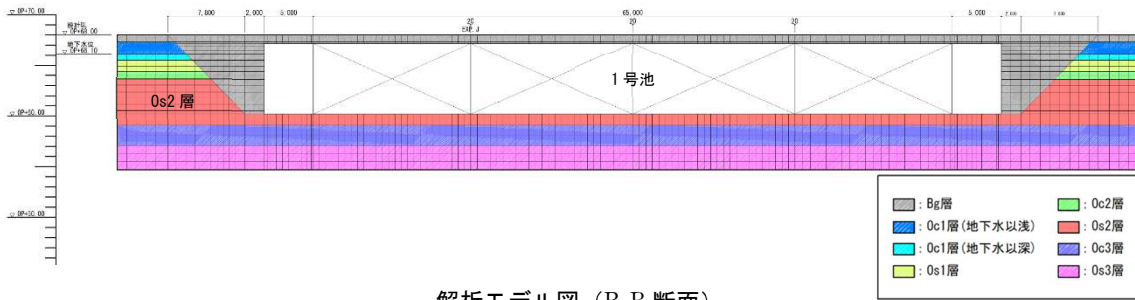
また次頁に今回の解析用に設定したモデル図を示します。設定にあたっては平成18年度と令和6年度に実施した土質調査結果を使用しています。工学的基盤面については、N値50以上の洪積砂層が連続して5m以上あることから、赤色のOs2(洪積砂層)の上端部に設定しています。



解析断面位置図



解析モデル図 (A-A 断面)



解析モデル図 (B-B 断面)

### [診断(解析)結果概要]

1号浄水池に対して動的解析を実施した結果、A-A断面(短辺方向)において、レベル1地震動では曲げ・せん断耐力ともに耐震性を有していました。しかしレベル2地震動(海溝型・直下型)では、躯体の頂版、壁、底版でせん断耐力が不足し、耐震性が不足していることがわかりました。B-B断面(長辺方向)でもほぼ同様の結果になりました。

また、躯体の構造継手部(伸縮継手部)については、指針・耐震指針に明確な基準は存在しないため、今回の診断では既設寸法(20mm)を基準(許容変位)としました。これを超過するような躯体の変位が生じる場合に“耐震性不足”と評価した結果、レベル1地震動では耐震性を有していましたが、レベル2地震動(海溝型・直下型)では軸・水平方向の変位において耐震性が不足していることがわかりました。

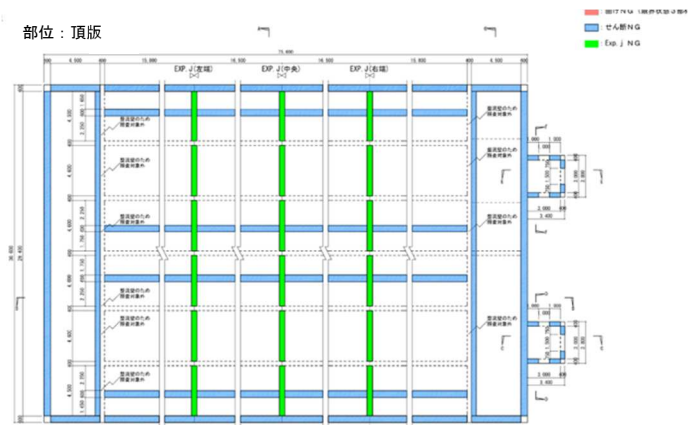
なお、詳細構造計算数値については、紙面の都合で割愛しています。

### [補強が必要な箇所]

解析結果を踏まえ、許容値を超過する部位を整理しました。

直下型・海溝型の両方のタイプの地震に対応可能とするため、それぞれの補強が必要な箇所を重ね合わせました。

加えて解析結果では非対称の結果を示す一方で、地震動波形の

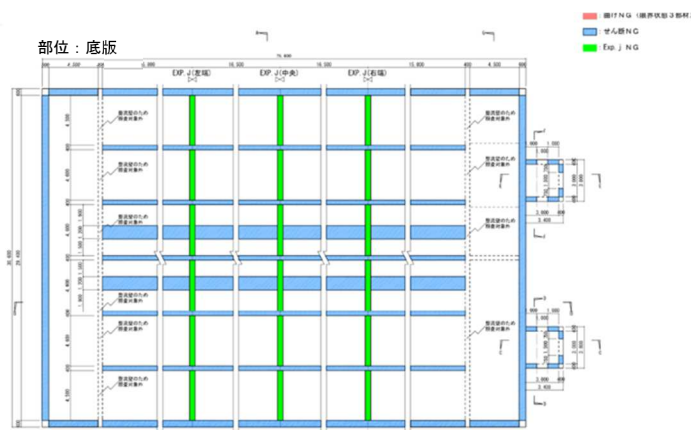


レベル2(直下・海溝)補強必要箇所図(頂版平面)

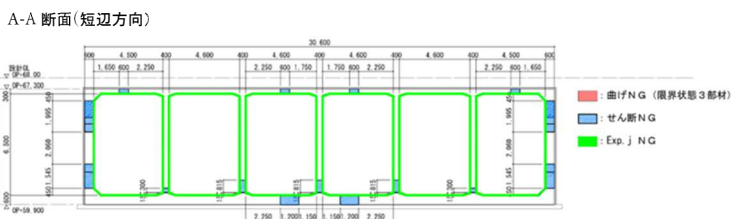
周期によっては対象位置に損傷が発生する懸念があるため、安全を考慮して対象位置も補強対象とする補強必要箇所図を作成しました。

図に示すとおり、1号浄水池の耐震補強の必要な範囲が明確になりました。青色で着色した範囲が、レベル2地震動でせん断耐力が不足している部位です。また緑色で着色した範囲が、躯体構造目地部(伸縮継手部)で、許容値を超えているところ です。

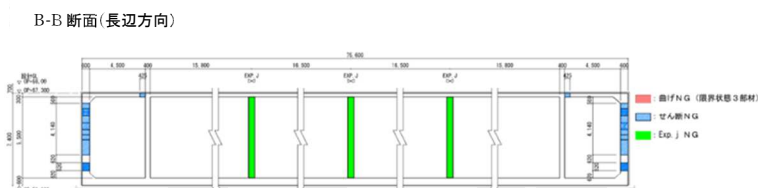
躯体構造目地部(伸縮継手部)[図中記号 Exp.]は、底版・頂版だけでなく外壁・各隔壁を囲むように設置されていますが、変位量の許容値を超過しているため、緑色に着色され、広範囲にわたり補強が必要になりました。



レベル 2(直下・海溝)補強必要箇所図(底版平面)



レベル 2(直下・海溝)補強必要箇所図(断面)



レベル 2(直下・海溝)補強必要箇所図(断面)

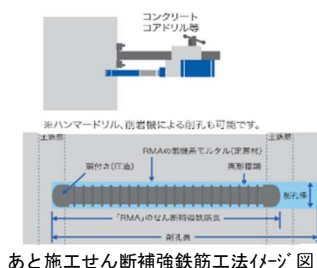
### 【耐震補強詳細設計】

耐震診断結果に基づき、耐震性が不足している部位を対象として、補強方法を検討・計画し、補強詳細設計を進めていきます。

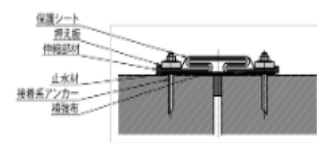
目的・用途に対応した種々の耐震補強工法がありますが、その特徴を踏まえ、施工性、既設躯体の形状変化、工期、維持管理性、経済性等を比較検討します。

本業務では、躯体のせん断耐力不足に対する補強対策として、内空断面を侵すことなく、せん断耐力の不足する任意の部位に施工可能である「あと施工せん断補強鉄筋工法」を採用することとしました。

また躯体構造目地部(伸縮継手部)については、解析結果を超える(想定外の)変位が発生しても十分耐えうることができ、かつ、止水性を確保できる後付けタイプの伸縮可とう継手を採用することとしました。このタイプの伸縮可とう継手は、令和6年度に完成した小野原ポンプ場浄水池にも採用しています。



あと施工せん断補強鉄筋工法イメージ図



後付けタイプ伸縮可とう継手イメージ図

## [おわりに]

令和8年2月現在、工事発注に向けた詳細図面、工事数量計算書等を作成中です。さらに工事施工に際しての施工計画(使用機械、仮設、施工方法、安全対策ほか)についても検討・計画を実施しています。

また耐震補強工事期間中は、1号浄水池を長期にわたり完全に停止しますので、他の2つの浄水池で水運用をする必要があり、綿密な水運用計画と関係部署・関係受水市町との連絡調整を進めていきます。

令和8年度下半期から1号浄水池の耐震補強工事を開始し、令和10年度末完成予定です。そして2号・3号浄水池についても同様に進めていきます。機会があれば、この技術レポートで工事の紹介をしたいと思います。またリクエストがございましたら、皆さんに現場見学会も催したいと考えています。