

妹尾第2配水池の設計

(株)安部日鋼工業 正会員 ○赤澤和樹
 岡山市水道局 木村裕彦
 (株)安部日鋼工業 高田和幸

1. はじめに

妹尾第2配水池は有効容量 2,000m³ の上水道用円筒形プレストレストコンクリート製配水池であり、実施設計を含む新設工事として発注された。

本配水池の築造位置は基礎地盤が傾斜しており、この特徴を反映して基礎部の構造解析を行うことが必要であった。また配水池側壁の設計において、一般的な設計手法である側壁と底版それぞれのモデルによる解析に対して、側壁と底版を一体モデルとする解析を行うことにより、経済性に優れたPC配水池を設計することができた。本稿は本配水池の設計概要について報告するものである。

2. 構造概要

本配水池の構造概要を以下に示す。また、一般構造図を図-1 に示す。

構造形式：プレストレストコンクリート造現場打ち配水池円形1槽式

有効容量：2000m³

全容量：3240m³

内径：19.10m

有効水深：7.00m

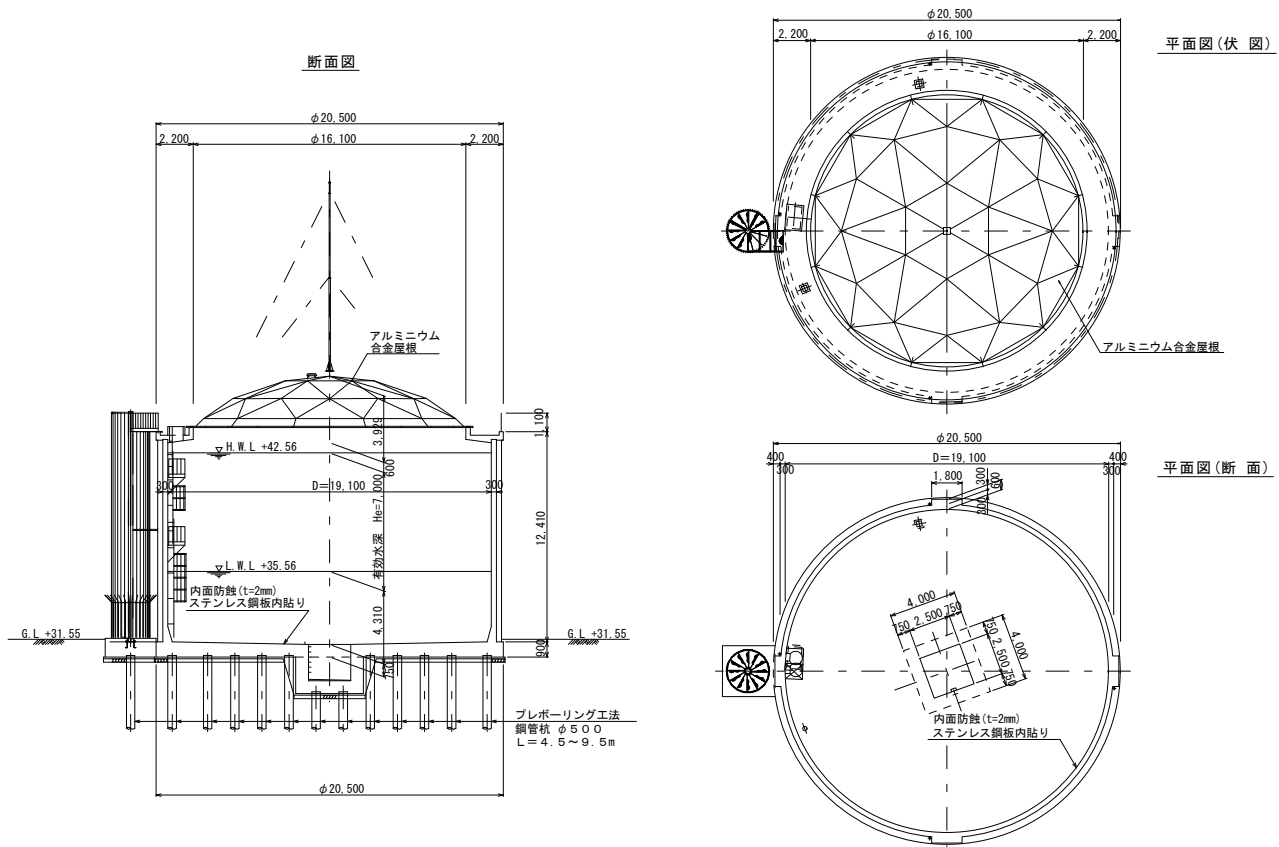


図-1 一般構造図

全水深 : 11.31m

屋根構造 : アルミニウム合金製三角網目立体トラス構造

側壁構造 : プレストレストコンクリート製円筒シェル構造

側壁厚 : 300mm

底版構造 : 鉄筋コンクリート製円形スラブ

底版厚 : 最小 (中心部) 750mm ~ 最大 900mm (端部)

基礎形式 : 杭基礎, プレボーリング工法, 鋼管杭 ϕ 500, 杭長 4.5m ~ 9.5m, 本数 129 本

3. 底版の設計

本配水池が築造された岡山市南区妹尾地域は、北部が花崗岩からなる丘陵地、南部が干拓地である。本配水池の築造位置における地層は、計画地盤面から下方に6~8mまでが真砂土、その下に風化花崗岩、花崗岩の層が存在し、北東から南西方向に傾斜している。地層断面図及び杭配置を、図-2に示す。

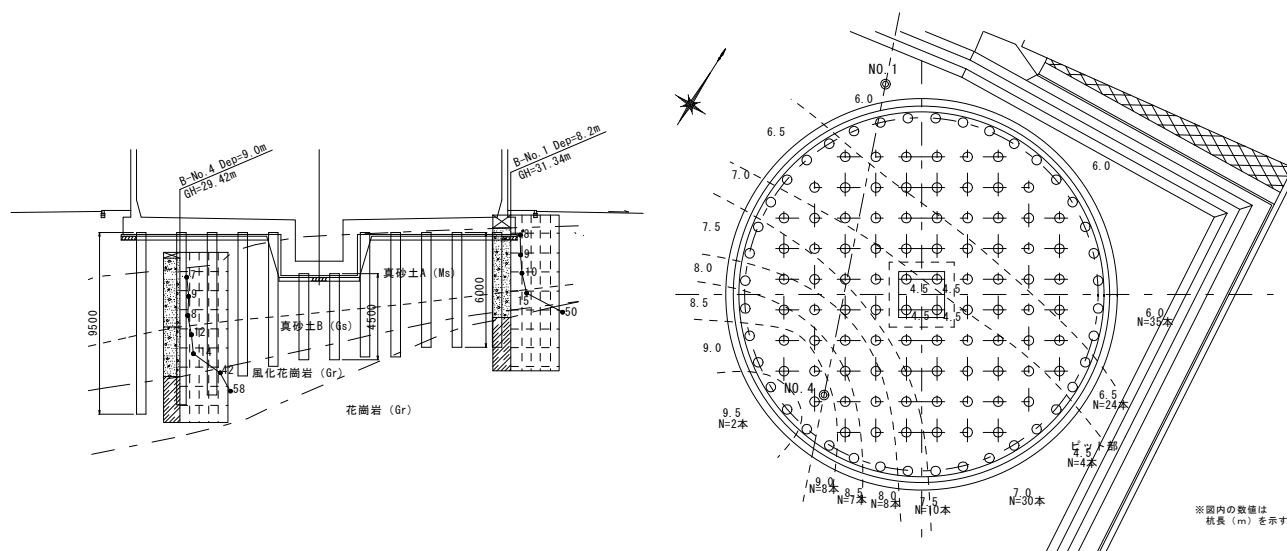


図-2 基礎地盤の傾斜と杭配置

底版は、基礎杭で支持された版であることから、フラットスラブとして設計することとした。底版の断面力は、支持地盤である風化花崗岩層が傾斜していることを考慮し、底版、基礎版および地盤特性を反映した平面骨組解析により求め、これをフラットスラブとして柱列帯および柱間帯にそれぞれ分配した。フレームモデル図を図-3に示す。

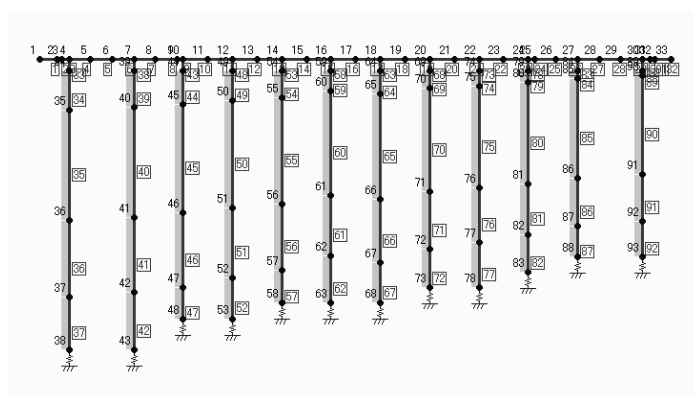


図-3 底版・杭フレームモデル図

4. 側壁の設計

水道用PCタンクは、一般に「水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針・解説¹⁾(以下、「PCタンク指針」と略す。)」に則り設計されるが、PCタンク指針ではPCタンクの解析モデルは屋根、側壁、底版の各構成要素を、①一連の全体系としたモデル、②それぞれ単体としたモデルの2つの方法が示

されている。一般には簡便であり、安全側の結果が得られることから屋根、側壁、底版の各構成要素をそれぞれ単体としたモデルで解析する方法が用いられている。

側壁下端部の支持形式は、一般に自由支持、ヒンジ支持、固定支持があるが、本配水池では固定支持を採用した。PCタンク指針では、図-4に示すような側壁単体モデルで設計する場合、側壁下端部の曲げモーメントは下端部を完全固定として得られた曲げモーメントに、基礎の特性と底版の剛性を考慮した係数 ($k_{\alpha} \cdot k_{\beta}$) を乗じて求める。ただし、この手法は杭基礎の場合は適用外とされているため、側壁単体モデルを杭基礎という条件で設計する場合、下端部を完全固定として得られた曲げモーメントには、安全側となるように係数を乗じないのが一般的である。

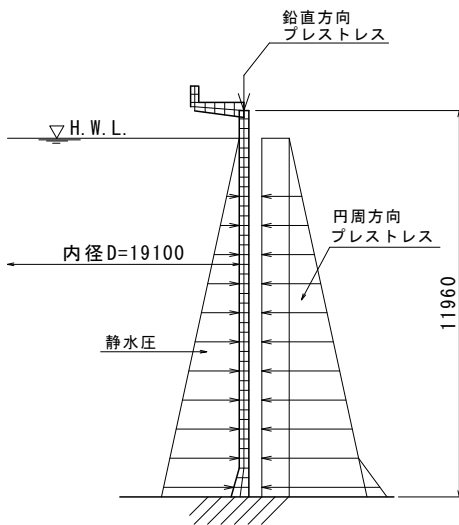


図-4 側壁単体(下端固定)モデル

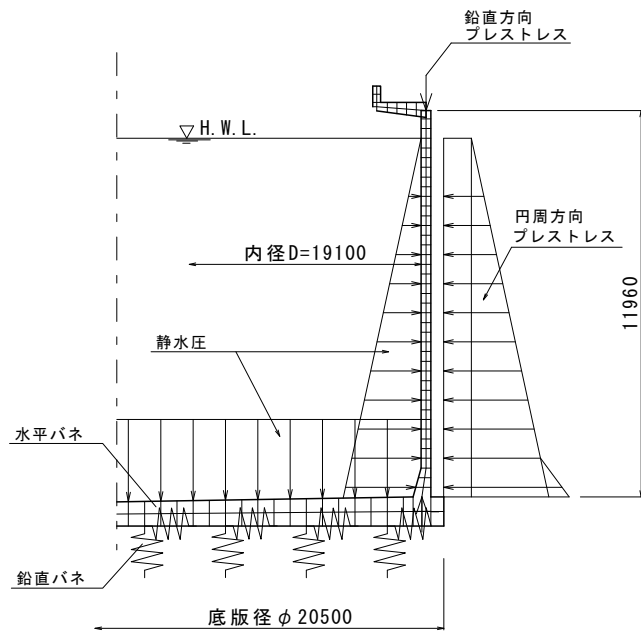


図-5 側壁・底版一体モデル

しかし既往の報告²⁾より、杭基礎の場合でも側壁下端部は弾性固定の挙動を示すこと、また底版、側壁を一体モデルとして解析した場合の側壁下端部における曲げモーメントは実測値に近い結果を示すことが確認されている。また「貯水用円筒形PCタンク設計施工基準³⁾」においては、各構成要素の相互作用の影響が考慮され、実構造物の挙動をより正確に評価することができるため、構造を一体として解析することが原則とされている。これらのことから、本配水池の設計においては側壁、底版を一体化したモデルで軸対称シェル要素とする有限要素法により解析を行った。側壁・底版一体モデルを図-5に示す。

表-1 曲げモーメントの比較

载荷荷重	側壁単体 モデル① (kNm/m)	側壁・底版 一体モデル② (kNm/m)	曲げモーメント比 ②/①
静水圧	-141.800	-98.500	0.67
円周方向プレストレス	189.610	105.000	0.55

側壁・底版一体モデルによる解析の結果、静水圧及び円周方向プレストレスによる壁下端の曲げモーメン

トは、下端部を完全固定とした側壁単体モデルにより算出された曲げモーメントに比べて、載荷荷重が静水圧の場合で67%に、円周方向プレストレスの場合で55%に減少する結果となった。曲げモーメントの比較を表-1に示す。

この結果、表-2に示すように鉛直方向PC鋼材の重量を、側壁単体モデルに対して72%に減少させることができた。この理由は、PCタンク指針が適用されるPCタンクにおいて、側壁下端部が固定支持形式の場合、側壁の鉛直方向PC鋼材量は円周方向プレストレスにより発生する側壁下端部の曲げモーメントが決定要因になることが多く、側壁・底版一体モデルによる解析を行うことで、側壁下端部の弾性固定の影響が反映され、この部分の曲げモーメントが低減するためである。

表-2 解析モデル別鉛直方向PC鋼材量

	側壁単体 モデル①	側壁・底版 一体モデル②	重量比 ②/①
鉛直方向PC鋼棒種別	φ26	φ23	—
本数	116	108	—
重量(kg)	6,247	4,522	0.72

5. おわりに

本配水池は杭基礎であるが、構造モデルを側壁・底版一体モデルと評価することで、側壁単体モデルとする解析結果に比べて合理的で経済性に優れた設計とすることができた。また本配水池はアルミドーム屋根の採用や配水池内面へのステンレス鋼板内貼りなど、配水池内部の塩素ガスによる部材腐食に対応した仕様となっている。写真-1にステンレス内貼りとアルミドームの施工時の写真を示す。



写真-1 ステンレス内貼りとアルミドーム



写真-2 完成

本配水池は、本稿で述べたような取り組みにより、経済性および耐久性に優れたPCタンクを築造し、2008年12月に無事竣工した。写真-2に完成写真を示す。最後に、本配水池の設計・施工にあたりご指導をいただいた関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (社)日本水道協会：水道用プレストレストコンクリートタンク設計施工指針・解説，1998
- 2) 足立，河西，井上，渡辺：PC製円筒形タンクの側壁下端弾性固定度に関する現場測定結果，第13回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集
- 3) (社)プレストレストコンクリート技術協会：貯水用円筒形PCタンク設計施工基準，平成17年