

# アルミドーム屋根構造の PC タンクの施工

## －平原低区配水池築造その他工事－

Construction of prestressed concrete tank of aluminum dome roof structure

松本哲弥\*1 平田光彦\*2

### 概 要

平原低区配水池は旧平原浄水場施設を解体撤去し、その跡地に新設の標準型 PC タンクを 2 池築造する工事であり、アルミニウム合金製ドーム構造の屋根部を有する仕様で、当社でも数例の現場しか施工実績がない構造を採用している。また現場は住宅密集地で狭い一般道路を進入路とするなど地元配慮する必要があった。今回はアルミドームだけでなく、PC タンクの施工についても報告する。

key words : PC タンク、アルミドーム、配水池

### 1. はじめに

広島県呉市は 1886 年(明治 19 年)に呉鎮守府が置かれることになり、呉市は軍港都として発展していった。上水道としては全国で 3 番目に創設された旧海軍水道『呉鎮守府水道』から余水分与されることになり、1918 年(大正 7 年)に平原浄水場を築造し、呉市民へ給水を開始した。また、平原低区配水池は、1998 年(平成 10 年)に国有形文化財に登録された。しかし、施設の老朽化のために、

2013 年(平成 25 年)に平原での浄水施設を閉鎖し、災害・事故等に強い供給体制の構築を目的として、浄水場跡地に新しくアルミドーム屋根構造の PC 配水池(図-1)を 2 基造ることになった。既設の平原低区配水池(煉瓦及びコンクリート造 2 池)は、新設 PC 配水池の供用開始後には国有文化財として保存活用される。

次頁に平原配水池の全体平面図(図-2)と着手前全景(写真-1)を記す。

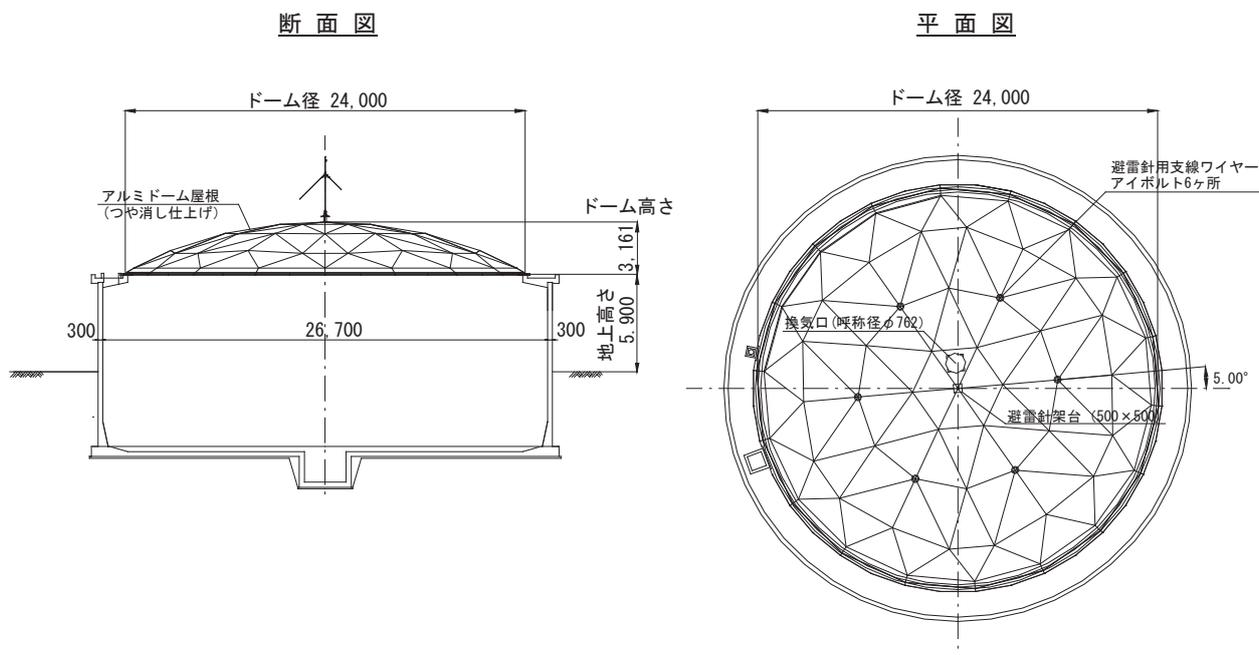


図-1 PC タンク一般構造図

\*1 Tetsuya MATSUMOTO

広島支店工事部

\*2 Mitsuhiko HIRATA

広島支店工事部 作業所長

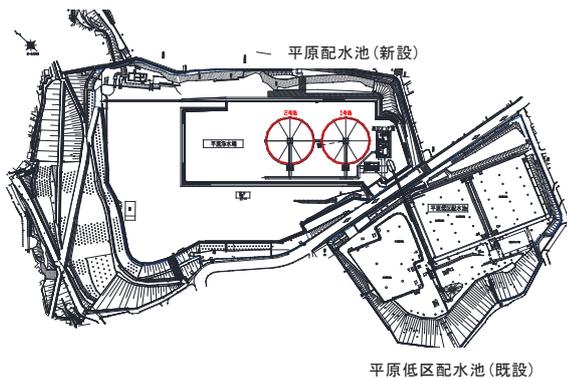


図-2 平原配水池計画平面図



写真-1 工事着手前(全景)

## 2. 工事概要

PCタンク概要を表-1に示す。

表-1 PCタンク概要

基本形状		標準タンク	
有効容量		Ve=5,000m <sup>3</sup> × 2池	
構造概要	屋根部	形状	球形ドーム
		構造	アルミ構造
	側壁部	形状	円筒シェル構造
		構造	プレストレストコンクリート構造
		下端形式	固定支持
	底版部	形状	円形スラブ
構造		鉄筋コンクリート構造	
基礎形式		直接基礎	
基本寸法	内径	26.700m	
	全水深	9.300m	
	有効水深	9.000m	
	壁厚	0.300m	
コンクリート	歩廊	24N/mm <sup>2</sup>	
	側壁	36N/mm <sup>2</sup> (1段目のみ膨張材添加)	
	底版	30N/mm <sup>2</sup>	
鉄筋	SD345		
PC鋼材	鉛直方向	丸棒B種1号 (φ32B1)	
		SBPR 930/1080 32.0mm	
	円周方向	PC鋼より線 (1S21.8)	
		SWPR19L 19本より21.8mm	
地盤種別	I種地盤		

本工事は上水道配水池として適正な水圧で連続かつ安定的に水道水を供給するために有効容量 5,000m<sup>3</sup>の標準形状のPCタンクを2池築造し、屋根部は当社の施工実績が少ないアルミドーム合金製ドーム構造となっている。

## 3. 施工

### 3.1 施工順序

本工事は平原浄水場内の既設構造物（緩速・急速ろ過池、管理棟、高速凝集沈澱池等）及び既設場内配管や設備を解体・撤去・搬出処分から開始した（写真-2）。



写真-2 既設構造物撤去状況

搬出作業は大型車両での輸送となるが、現場が住宅密集地内であり進入路の狭い一般道路であるため、誘導員の増員配置や通学時間帯、路線バス運行時間をずらして搬入出を行う等、車両の出入りには調整が必要になった。

解体後、新たに配水池としてPCタンクを掘削・床付から始まり、躯体構造物の構築を行った。PCタンク施工完了後は周囲の埋戻しを行うが、隣接するポンプ所及び流量計室は他業者施工であったため、工程・安全面では十分な調整が必要になった。

躯体構造物が完了後、場内整備工事（ブロック積、排水工、場内舗装工事等）を行う。

以下からPCタンクの施工について記載する。

### 3.2 基礎部の施工

既設構造物の解体撤去後にPCタンク部の掘削を実施した。基礎の地盤種別はI種地盤であり直接基礎構造となっている（写真-3）。



写真-3 PCタンク部掘削状況

PCタンクは山の中腹に位置しており、支持層深さが変化するため、底版部に不等沈下を発生させないために置換コンクリート(18-8-40BB 1, 900m<sup>3</sup>)を打設した。また、流入・流出管等の池内配管の設置も同時に行った。

### 3.3 タンク底版部の施工

均しコンクリート打設後、外周足場を組み立てた。PC タンクの外周足場は円形となり外側に先行手摺を設置するため、内側にスパン調整が必要になるのでピンクランプを使用し（写真-4）既製筋違材で足場を作成した。



写真-4 足場組立状況（ピンクランプ使用）

外周足場組立後、鉛直方向の PC 鋼棒（ $\phi 32$  mm L=10.6m 138 本）の地組を行った。建込時は専用スペーサー（高強度溝付スペーサー）に載せて円周方向に組んだ曲管に仮固定し所定の位置に配置した（写真-5）。



写真-5 PC 鋼棒建込状況

その後、底版の鉄筋組立、型枠組立を行った。

底版厚さは内円部 300 mm、外円部 600 mm であり、鉄筋配置は内円部では格子状、外円部では放射状に共に上下配置とした（写真-6）。



写真-6 タンク底版鉄筋型枠組立全景

### 3.4 タンク側面部の施工

側面部は高さ 9.9m あり、壁部（厚さ 300 mm）と定着柱であるピラスター部（6 箇所 厚さ 600 mm 幅 1,800 mm）から構成される。また円周方向には PC 鋼より線（19 本より 21.8 mm 35 段）を配置し、水圧に抵抗する構造になっている（写真-7）。

コンクリートは 36-12-20N 配合を使用し、6 層（5 層@ 1,800 mm、1 層@ 900 mm）に分けて打設を行った。ハンチ構造（厚さ 600~300 mm）である側壁コンクリート 1 層目は底版との拘束力が発生しやすいため、鉄筋量を増やし、膨張材（ハイパーエクспан）を添加する対策を行い、ひび割れ防止を図った。



写真-7 横締めシース設置状況

### 3.5 緊張工

側壁コンクリート打設後に、鉛直方向（PC 鋼棒）、円周方向（PC 鋼より線）の緊張を行った。

最初に鉛直方向の PC 鋼棒から緊張を行った。PC タンクは満水時に水圧と圧縮力が釣り合い安定する構造であるので、空水時は水平方向 PC 鋼材による圧縮力のみ作用することになる。これにより、側壁下端に曲げが作用し外側に生じる引張応力に対して、許容引張応力度以下になるように鉛直方向プレストレストを先に導入するためである（図-3）。

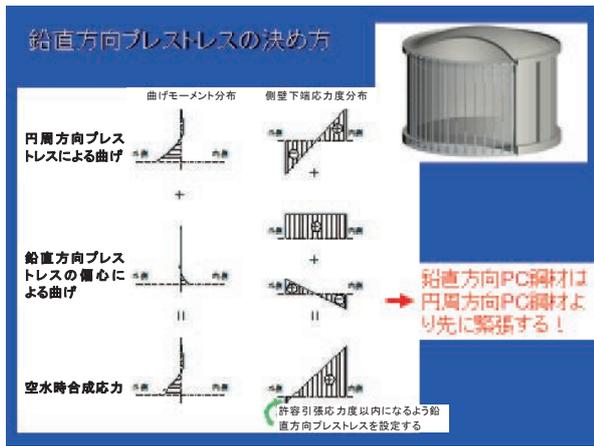


図-3 鉛直方向プレストレスの決め方

鉛直方向の緊張は、下端が底板内に固定されているため側壁上端に700kN緊張ジャッキを2台使用し、均一な緊張力を与えるために対角線上に配置し、それぞれ時計回りに順次緊張を行うことにした（写真-8）。



写真-8 鉛直方向緊張状況

円周方向の緊張は3ケーブルで1段になる配置であり、均等に緊張力が導入するように1段に500kN緊張ジャッキを6台使用し、有線による合図で3ケーブル同時緊張を行った（写真-9）。また定着位置として偶数段、奇数段毎に定着ピラスターを変えて交互に固定するようにしている。さらにすべての位置において上下2段の緊張力の平均値が構造計算書の平均緊張力  $P_t$  以上になるように緊張管理を実施した。



写真-9 円周方向緊張状況

現場での緊張管理は専用のソフトにて計算処理し、作業効率を確保した（写真-10）。



写真-10 現場緊張管理状況

緊張完了後はシーす内の充填のためグラウト注入を実施した。超低粘性グラウト材(ハイジェクター)を使用して連続的に注入した。

### 3.6 歩廊部の施工

歩廊部は屋根と側壁を繋ぐ重要な部位であるため、コンクリート品質確保や屋根を受ける部分の水平度の確保等注意を要した。また歩廊は将来管理点検者が使用する通路となるため、冬季の凍結がないよう歩廊天端コンクリートにルーフトレインに向けて排水勾配 ( $i=0.5\%$ ) を追加した（図-4）。

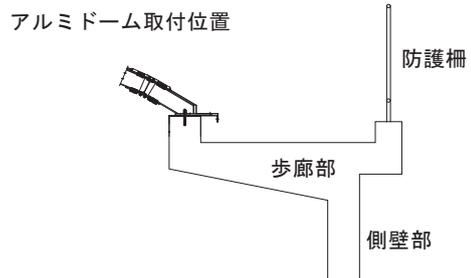


図-4 歩廊部詳細図

### 3.7 屋根部の施工

屋根部にはアルミニウム合金製のストラット(骨組)とパネルで構成されるユニット型のテムコアルミドーム(ドーム重量 5.8t/基)を使用した。またドームパネル表面はサンドブラスト処理を行い、太陽からの反射の低減を行った。

このドームの特徴として、①軽量で現場作業が少なくなる ②アルミニウム製のため高い耐食酸化被膜を自然生成し腐食防止効果がある ③ロックボルトによる締結により振動・変形による緩みが生じない構造である 等が挙げられる。

アルミドームの現場組立は仮組ヤードがないため、タンク内部で地組を行う計画とした。組立材料は25tクレーンで投入し、内部に高所作業車を使用して組み立てた。

組立順序はまずドームの受架台である枠組支保工を天端がレベルになるようにリング状に配置し、次に骨組の地組はストラット(骨部)、ガセット(繋部)を組み立て円

周に繋いだ後、外周部分から中心へ三角形を作りながら順次組み立てを行った（写真-11）。接合には専用締付機（ハックツール）で行った（写真-12）。

ストラット等が組み上がった後にパネルを中心から外側に向かって設置し、各パネル外周をバトンで仮固定した（写真-13、図-5）。

地組完了後、吊上装置（チルホール 1.5t 用）を 9 箇所歩廊部に設置し、吊上装置からのワイヤーをアルミドーム端部の下部ガゼットにアイボルトを設置し固定した。吊り上げ時は風速 10m/s 以上の強風がないことを確認して、人力で水平に上がるようワイヤーに付けた 50cm ピッチのマーキングを確認しながら揚程 10m を 1.5 時間かけて吊り上げた（写真-14、写真-15）。



写真-11 骨組地組状況



写真-14 吊上げ状況(近景)



写真-12 専用締付機による締付状況

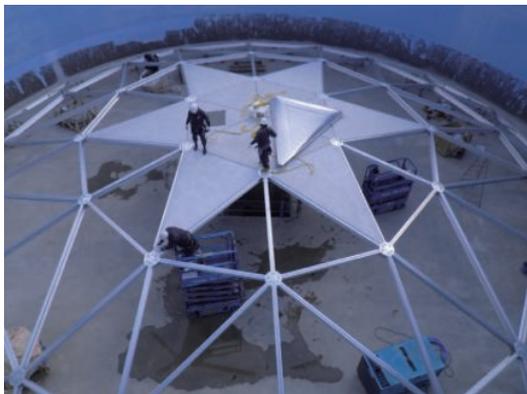


写真-13 パネル地組状況



写真-15 ドーム吊上げ状況

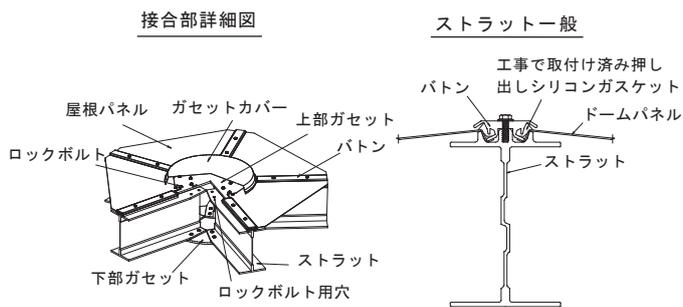


図-5 アルミドーム接合詳細図

吊上げ完了後、アルミドームにシューを 18 箇所取り付け、アンカーボルト(M16)にて歩廊部と固定を行った。その後水切りパネルを設置し、バトン部の本締めを行った。またガセット部はカバー設置後、シリコンシーラントにて防水処理を行った（写真-16、写真-17）。



写真-16 シュー設置状況



写真-17 水切りパネル設置完了

### 3.8 塗装工

PCタンクは配水池として用いるため、内外面に塗装処理を行った。特に内面は水道用コンクリート水槽内面エポキシ樹脂塗装方法(JWWA K 143)規格に基づき施工を実施した。また下地処理としては型枠継ぎ目段差が3mm以上は全てケレン除去し、木コン部はポリマーセメントモルタルで充填後、全面水洗いを行い、打継目地処理(内面のみガラスクロス貼付)や下地処理材を使用して平坦に仕上げを行った。

塗装として内面部はエポキシ樹脂による防触塗装、外面地上部は防水形被覆 RE 吹付塗装、歩廊部は超速硬ウレタン防水塗装を採用している。

塗装完了後に内面塗装部では塗装付着強さの試験を行い、すべて付着強さ  $1.2\text{N}/\text{mm}^2$  以上であることを確認した。

### 4. まとめ

本工事では PC 構造物である配水池の施工ということもあり、施工計画で決めた緊張順序や方法をいかにロスなく確実にできるかがポイントであり、通話手段や人員配置およびパソコンによる緊張管理等により実践できた。

またアルミドームは施工事例も少なく、今回は狭所のためタンク内部で仮組を行い、人力で吊り上げ、架設を行い、工程を遵守することができた。

今回 PC タンクおよびアルミドームに関して詳細を写真・図面等で記載したが、このノウハウを集積・保存し、今後継承する必要がある。

### 5. おわりに

本工事のアルミドーム屋根構造のPCタンクは当社で4例目の施工である。当初より計画から工事に関してご指導・ご協力頂いた関係各位に対し、ここに改めて謝意を表す。写真-18に完成したPCタンクの全景を示す。



写真-18 PCタンク全景