

北島町浄水場第1 浄水池の改修工事

— テムコアルミドーム工法によるPCタンク屋根の架替え —

三木 泰徳*1・辻 和久*2・藤田 博久*3・高西 昇二*4

これまで築造されてきた上水道用PCタンクのドーム屋根には、RCドーム屋根が多く採用されてきた。このRCドーム屋根は、貯水から発生する塩素ガスや結露などにつねに曝され、厳しい使用環境に置かれている。近年、このような厳しい使用環境下にあるPCタンクのRCドーム屋根において、鉄筋腐食やコンクリートのはく離などの劣化が確認されるようになり、施設の維持管理や延命化への対策が課題となってきている。

本工事は、築造後30年以上経過したPCタンクの改修を行うもので、劣化が顕著であったRCドーム屋根を撤去し、アルミドーム屋根へ架け替えるものである。本稿では、狭隘な敷地における現場周辺環境に配慮した既設RCドーム屋根の撤去、およびアルミドーム屋根の組立てについて報告する。

キーワード：PCタンク延命化、ドーム屋根架替え、RCドーム屋根撤去、アルミドーム屋根

1. はじめに

昭和50年代の前半頃までに築造されたPCタンクのRCドーム屋根は、ドーム内面の防触塗装が施されていないものが多い。また、RCドーム屋根の内面は、貯水から発生する塩素ガスや結露漂着の繰返しなどの影響をつねに受ける厳しい環境下に置かれている。このような背景のもと、近年、RCドーム屋根の内面において、経年劣化により鉄筋の腐食やコンクリートのはく離が発生している事例が見受けられるようになってきた。

北島町第1浄水池は、昭和53年に築造され、改修工事時点において30年以上経過した上水道用のPCタンクである。過去に実施された点検においてRCドーム屋根の劣化が確認されており、平成18年度に本PCタンクの劣化調査が行われた。この調査結果を踏まえて、ドーム屋根の改修検討が行われ、施設の有効活用の観点からPCタンクの延命化を図るべく、改修工事としてアルミドーム屋根への架替えを行った。

浄水池は上水道システムのなかでも上流にある施設であり、その維持管理や延命化は重要な課題となっている。本

稿では、この重要な施設である浄水池として運用されているPCタンクの延命化を目的として実施した、既設ドーム屋根の架替え技術を用いた改修工事について報告する。

2. 工事概要

本浄水池の工事概要を以下に示す。また、RCドーム屋根からアルミドーム屋根（テムコアルミドーム工法）に架け替えた、改修前および改修後の概要図を図-1に示す。

工事名：北島町浄水場第1 浄水池改修工事

工事場所：徳島県板野郡北島町

発注者：北島町

施工者：(株)安部日鋼工業

工期：平成21年6月～平成22年3月

構造形式：円筒形プレストレストコンクリート同心円2槽式タンク

有効容量：5 000 m³

内径：32.0 m

有効水深：6.3 m

屋根：改修前 RCドーム屋根

改修後 アルミドーム屋根

(テムコアルミドーム工法)



*1 Yasunori MIKI

北島町 水道課



*2 Kazuhisa TSUJI

(株)安部日鋼工業 大阪支店
技術工務部

*3 Hirohisa FUJITA

(株)安部日鋼工業 大阪支店
技術工務部

*4 Shoji TAKANISHI

(株)安部日鋼工業 大阪支店
技術工務部

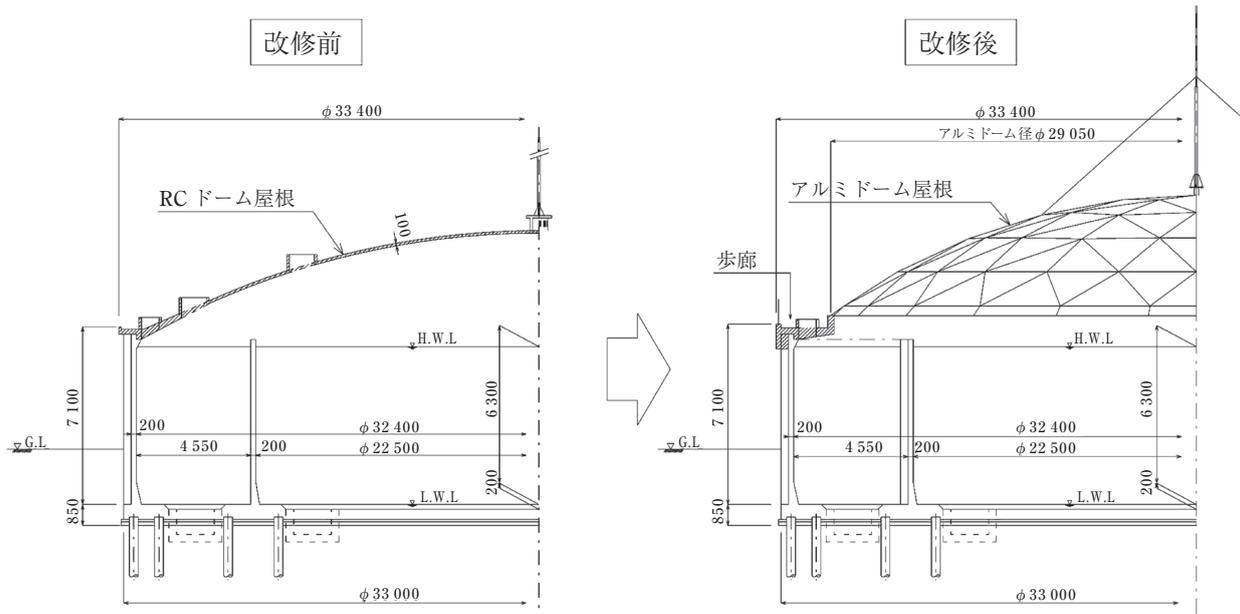


図 - 1 改修概略図

北島町は徳島県の北東部に位置し、北島町浄水場は、図 - 2 に示すように旧吉野川右岸沿いの住宅地のなかにある。また、図 - 3 に示すように、浄水場の敷地も狭隘であり、改修工事に際して、資機材の搬入出や周辺環境への影響に対して配慮が必要であった。

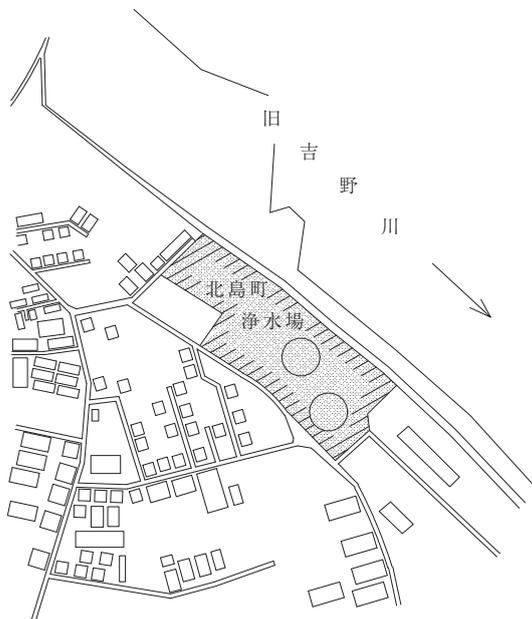


図 - 2 北島町浄水場位置図

このような立地条件による制約のなかで、既設 RC ドーム屋根の撤去において、RC ドーム切断時の安全確保のための対策や、発生する汚濁水や騒音などに対する環境対策を実施した。また、アルミドーム屋根の施工では、狭隘な敷地条件であることから、PC タンク内部に全面足場を設

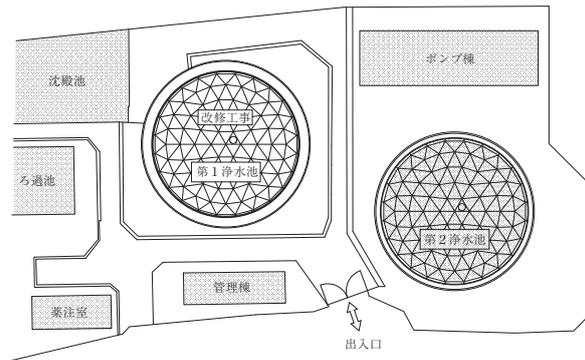


図 - 3 浄水場内概略図

け、歩廊上からアルミドーム屋根を直接組み上げる工法とした。

3. RC ドーム屋根の改修検討

北島町浄水場は、昭和 53 年に築造された第 1 浄水池と平成 18 年に完成した第 2 浄水池の 2 池を保有している。このうち、第 1 浄水池は築造から 30 年以上を経過し、RC ドーム屋根に鉄筋の腐食やコンクリートのひび割れ、はく落などが見られたため、浄水場施設の有効活用を図るべく、延命化を実現するための対策が検討された。

第 1 浄水池の劣化調査により、RC ドーム屋根には顕著な劣化が認められるものの、側壁コンクリートは強度低下が認められないことが確認された。また、側壁コンクリートの中性化深さ試験によって、今後の耐用年数は約 55 年であることが検討結果として得られている。

この調査結果から、RC ドーム屋根の改修検討として表 - 1 に示す 5 案が選出され、補修および架替えに要する初期費用に 30 年間のメンテナンス費用を加えたコストや、構造的、施工性などを考慮した比較検討が行われた。比較

検討の結果、ドーム屋根の改修は、総合的な評価において優位となり、とくに維持管理性能に優れたアルミドーム屋根への架替えとすることに決定した。

表 - 1 ドーム屋根改修案

	区分	改修案
第1案	補修	鉄筋腐食部のはつり+断面修復
第2案	補修	鉄筋腐食部の撤去+再構築
第3案	架替え	RCドーム(支保工施工)
第4案	架替え	RCドーム(エアードーム工法)
第5案	架替え	アルミドーム(テムコアルミドーム工法)

4. 既設RCドーム屋根の撤去

4.1 既設RCドーム屋根撤去時の問題点

第1浄水池の改修工事では、施工に際して北島町浄水場の立地条件や敷地の大きさなどの制約があり、既設RCドーム屋根の撤去において下記のような問題点があった。

- 1) 北島町浄水場は敷地が狭く、狭隘なヤードで施工する必要があった。
- 2) 浄水場が住宅地域のなかに位置しているため、騒音、振動、粉塵飛散など、周辺環境に対する配慮が必要であった。
- 3) 浄水場は旧吉野川に近接しており、施工に使用した水の排水に対して、処理対策が必要であった。
- 4) RCドーム屋根撤去に際しての事前調査において、予想以上のドーム部材厚の不均等や鉄筋腐食を確認(写真-1)したことから、撤去解体作業における安全性が懸念された。



写真 - 1 既設RCドーム屋根内面

4.2 RCドーム屋根撤去解体における問題点の対策

(1) クレーン選定と切断ブロック重量

既設RCドーム屋根は、ドーム中心部から外周部へ向かって、設定した大きさに切断したブロックをクレーンで吊り出して撤去する。このとき、切断するブロックの形状寸法や重量は、吊出しに使用するクレーンの能力により決定される。

北島町浄水場への搬入道路および場内の施工ヤードが狭小であることから、使用するクレーンは小型化させる必要があった。これらの制約条件から、使用するクレーンは25tラフタークレーンとした。施工ヤードでのクレーンの配置は図-4に示すように3箇所とし、このクレーン配置でのブロック吊出しに対する作業半径は22mとなった。この条件におけるクレーンの吊り能力から、切断するRCドーム屋根のコンクリートブロック1ピースの重量は0.75t以下に制限する必要があった。

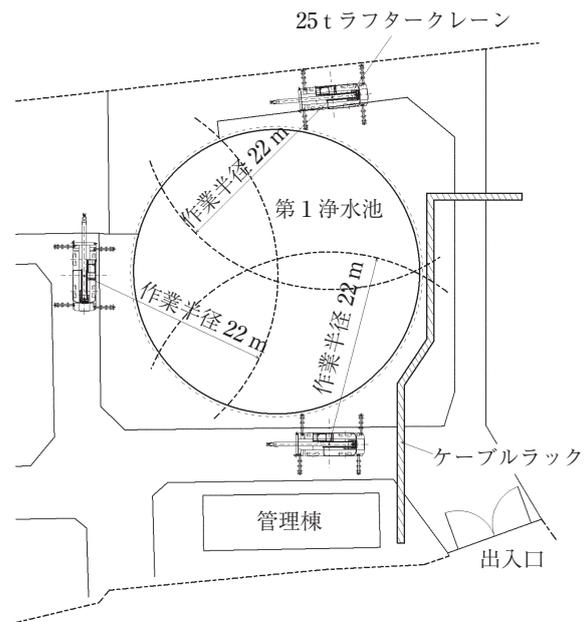


図 - 4 クレーン配置

クレーンの小型化による切断ブロックの重量制限から、図-5に示すようなRCドーム屋根撤去解体割付けが計画された。切断撤去するブロック数は、ブロック重量の軽量化のために266ピースとなり、小型で多数のブロックを処理することとなった。

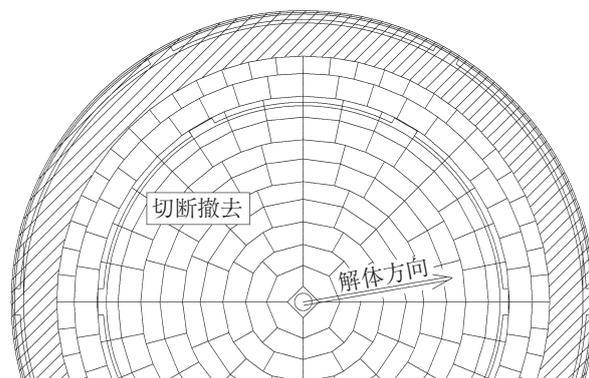


図 - 5 RCドーム屋根撤去解体割付け

(2) コンクリート切断時の周辺環境への配慮

浄水場が住宅地域のなかにあることから、RCドーム屋根の切断作業に伴い発生する、騒音、振動や粉塵飛散によ

○特集／工事報告○

る周辺環境への影響が懸念された。このことから、対策としてPCタンク外周を防音シートで囲むとともに、コンクリート切断にはウォールソー工法(写真-2)を採用することとした。



写真-2 ウォールソー工法による切断

ウォールソー工法は、切断精度が高く、切断面が綺麗であり、低騒音、低振動で粉塵の発生が少ないという特徴を有している。ドームコンクリートの切断にウォールソー工法を採用したことにより、懸念されていた騒音、振動などの発生を抑えることができ、周辺環境への良好な対応が行えた。

(3) 発生する汚濁水の排水対策

北島町浄水場は旧吉野川と近接し、施工時に発生する排水は旧吉野川に放流される。とくに、RCドーム屋根の撤去時には、コンクリート切断により発生した濁水の清掃や、ウォールソー工法でのカッター刃冷却などに多量の水が使用され、排水されることになる。このコンクリート切断により発生する水は、コンクリート粉を多量に含み、アルカリ性が強く、濁度も高い。このため、現場ヤード内に汚濁水処理設備を設け、排水を処理してから放流を行った。

以下に、排水処理フロー(図-6)と処理方法を示す。

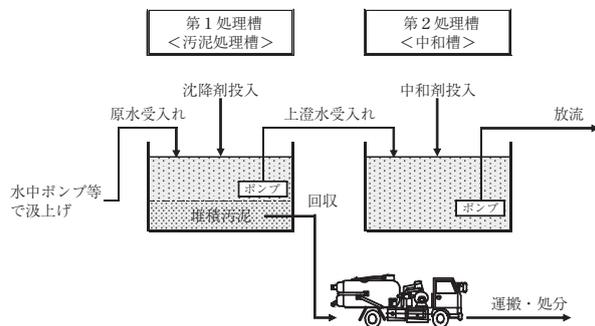


図-6 排水処理フロー

1) 現場ヤード内に、汚泥処理槽とする第1処理槽と中和槽とする第2処理槽の二つの水槽を設ける。

2) 発生した排水を第1処理槽に貯め、汚泥沈降剤を投入し、汚泥を沈降させる。

3) 汚泥が沈降した後、上澄水を第2処理槽に移し、中和剤によりpH調整を行う。

4) 処理水のpH値およびSS値(遊離物質)が放流水の管理値を満足していることを確認し、放流する。

放流水は、pH値については北島町浄水場の規格値である5.8~8.6を管理値とし、SS値は浄水場の規格値である200mg/Lに対して自主管理値を150mg/Lに設定して、これを越えないように管理した。

(4) RCドーム屋根撤去時の安全対策

これまでのドーム屋根リニューアル工事における既設RCドーム屋根の撤去では、解体前にドーム部材の劣化状態や把握できていない異常の有無などを調査し、解析によって解体順序を踏まえた施工時の安全性の確認を行っている。

本工事においても、既設RCドーム屋根の解体に際して事前調査を実施したが、著しい鉄筋の腐食や予想を上回るドームコンクリート部材厚の不均等が確認された。これらの状況を踏まえた解体時の安全性を解析によって確認するためには、既設RCドーム屋根の詳細調査と調査結果の解析への反映が必要である。しかし、これらの実施が困難であることや費用対効果の考慮から、解析での安全性確認によらない解体工法を計画することとした。これらのことから、既設RCドーム屋根の解体における施工中の崩壊の危惧に対して、既設RCドーム屋根の撤去作業前にPCタンク内に支保工を組み立てて既設RCドーム屋根を支持し、解体中の崩壊に対する安全を確保して施工を行った(写真-3)。



写真-3 既設RCドーム屋根解体時の支持

支保工に対する施工の効率化と安全確保の考慮から、本工事で設置した支保工は、アルミドーム屋根組立て用として設置計画していた足場を既設RCドーム屋根解体時の支保工として使用できるように変更した。既設RCドーム屋根の撤去後、この支保工はアルミドーム屋根組立て用足場として組替えを行い使用した。

4.3 撤去解体手順

既設RCドーム屋根の解体は、計画されたブロック割付けにしたがい、RCドーム屋根の中心部から外周部へ向かって切断し、解体撤去する。

既設RCドーム屋根のコンクリートの切断手順は、切断するブロックの四方にφ60mmの削孔を行い、これにブロック吊金具を設置し、切断したブロックをクレーンによって吊り出す。このとき、吊上げ時に撤去ブロックに対して偏荷重が作用しないようにするために、クレーンにより吊金具に所定の吊荷重をかけ、その後、コンクリートを切断し、吊出しを行った(写真-4)。



写真-4 吊金具による切断・吊出し

コンクリートブロックの搬出については、運搬車両の小型化への配慮として4tダンプ車を使用し、過積載にならないようにコンクリートブロックの寸法、断面厚を確認し、撤去ブロックの重量を算定した後に搬出した。

5. アルミドーム屋根の施工

5.1 アルミドーム屋根架設方法の選定

PCタンクにアルミドーム屋根を架設するには、一般に以下に示す方法から施工条件を勘案して決定する。

- 1) 架設するPCタンクの近傍に組立てヤードを設け、アルミドーム屋根の組立て完了後にクレーンにて一括架設する方法
- 2) PCタンク内の底版上でアルミドーム屋根を組み立て、クレーンや吊上げ装置などにより吊り上げて架設する方法
- 3) PCタンク上の設置位置で、アルミドーム屋根を直接組み立てる方法

本工事では施工ヤードが狭隘であることから、タンク外にアルミドーム屋根の組立てヤードを必要とする1)の方法は採用できなかった。また、本浄水池には2槽式構造による内壁があることから、タンク内でのアルミドーム屋根の組立ては困難であったため、2)の方法も採用できなかった。

以上の理由より、本工事ではPCタンク上の設置位置でアルミドーム屋根を直接組み立てる3)の方法を採用した

(写真-5, 6)。



写真-5 設置位置での直接組立て(1)



写真-6 設置位置での直接組立て(2)

5.2 アルミドーム屋根の組立て手順

本工事では、米国で製作される全世界で8000基以上の実績を有するテムコ社製のアルミドーム屋根を採用した。このアルミドーム屋根は、三角形の網目状に組まれた単層のスペーストラス構造となっており、トラス構造の主要部は図-7に示すような構造となっている。

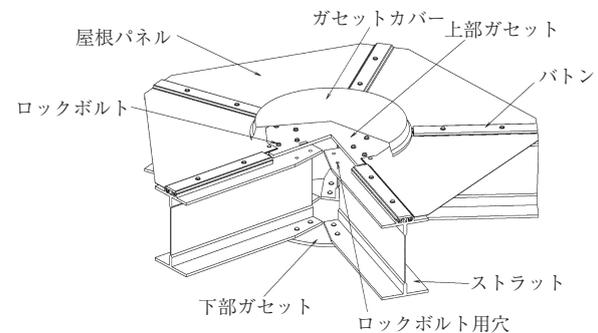


図-7 アルミドーム屋根のトラス構造主要部

○ 特集 / 工事報告 ○

骨組材となるストラットは、その端部同士をストラットの上下にセットしたガセットと称する結合部添板で挟み込み、ロックボルトで結合することで構成される（写真 - 7）。結合に用いるロックボルトは、ボルトの平行溝にナットを食い込ませて締結するもので、仮組を必要としない。ストラットで構成される三角形面には三角形のパネルを配置する。パネルは、バトンと称するパネル押さえ型材とストラット突起部の間にパネル辺縁を挟み込み、バトンスクリューで固定される。

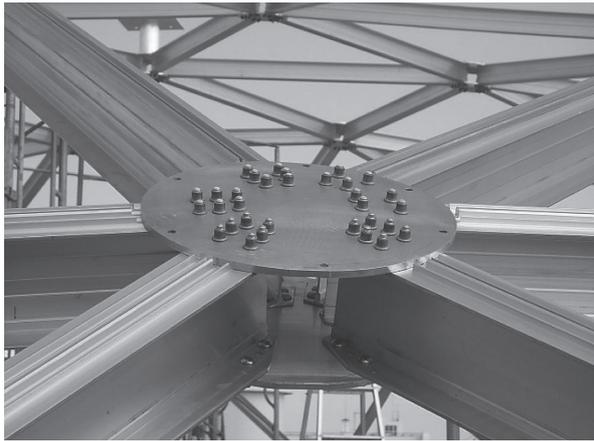


写真 - 7 ストラット接合部

アルミドーム屋根の支承は歩廊側に固定されたテフロン加工の滑り支承パッド上に配置され、積載荷重や温度変化による半径方向の移動を拘束しない構造となっている。

アルミドーム屋根の施工フローおよび組立てフローを図 - 8, 9 に示す。アルミドーム屋根の架設に先立ち、RCドーム屋根が撤去された側壁上に、アルミドーム屋根を支持するRC構造の歩廊を施工する。

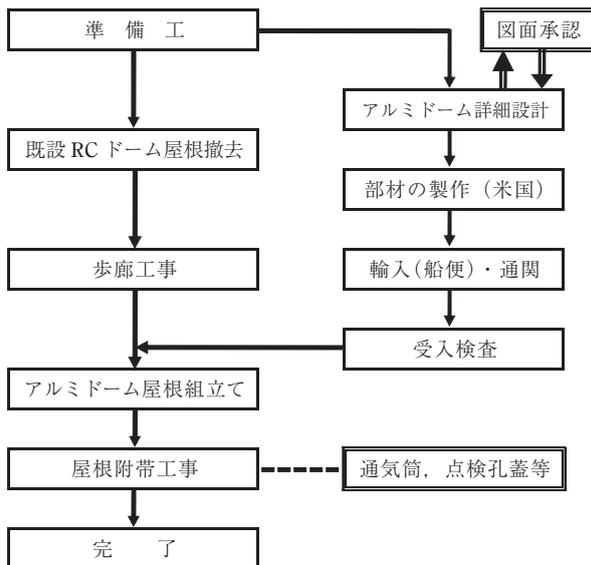


図 - 8 アルミドーム屋根施工フロー

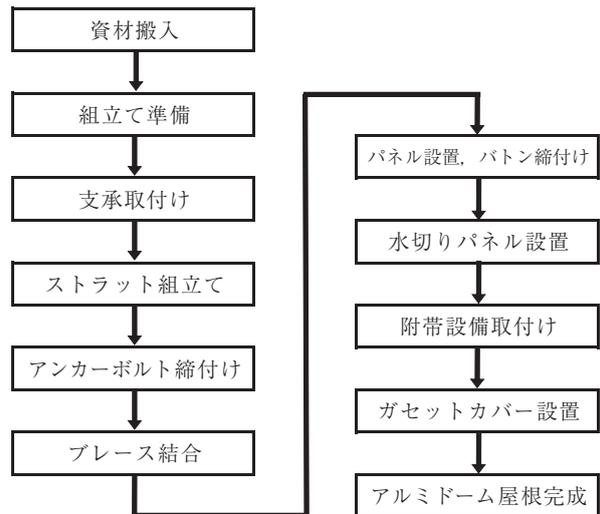


図 - 9 アルミドーム屋根組立てフロー

アルミドーム屋根の組立ては、歩廊上に支承を組立てた後、テンションリングと呼ばれる最外縁のストラットを全周組み立て、そこから頂点へ向かってストラットを組み上げていく。



写真 - 8 ストラットのブレース結合

ストラットの組立てが完了した後、歩廊部に支承部のアンカーボルトを設置し、支承を歩廊部にアンカーボルトで固定する。ストラットの組立て完了後、最外縁のストラットをブレースで結合する（写真 - 8）。

以上の手順によってドームの骨組を組み立てた後、パネルを固定し、ドーム最外縁にセットする水切りパネル（写真 - 9）、ストラット部材の結合部を保護するガセットカバーを取付ける。ドーム骨組構造の組立て完了後に、通気筒、避雷針支柱架台、点検孔蓋などの付属設備を取り付け、ガセットカバー廻りや水切りパネル突合せ部などをシリコン製シール材でシーリングして組立て完了となる。

6. まとめ

本工事では、築造後 30 年以上経過した PC タンクにお



写真 - 9 水切りパネルの設置



写真 - 10 アルミドーム屋根架替完成

いて、劣化が顕著であったRCドーム屋根をアルミドーム屋根に架け替える改修工事を行った。施工場所が住宅地域内にあったことや敷地が非常に狭隘であったことなどから、使用重機の選定や周辺環境への配慮などの制約が多くなかでの施工を余儀なくされた。

このため、使用クレーンの小型化やRCドーム屋根撤去における切断ブロックの小型化、RCドーム屋根の解体時の安全対策、アルミドーム屋根組立てにおける設置位置での直接組立て、周辺環境や排水処理に対する工夫、などの対策により、平成22年3月に無事に竣工することができた(写真-10)。

アルミドームは耐候性、耐食性に優れた材料であり、軽量であることから耐震上の観点からも有利なドーム屋根構造である。また、表面保護のための塗装も必要なく、メンテナンス性能に優れた屋根である。これらのことから、本工事のようなアルミドーム屋根への架替えは既設PCタンクの延命化に有効な対策になると考えられる。今回の報告が、今後の同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 辻和久, 三木泰徳, 藤田博久: 既設PCタンクのドーム屋根架替え工事報告, 第19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, pp.113-116, 2010.10

【2011年1月12日受付】



刊行物案内

プレストレストコンクリート技士試験 講習会資料

平成21年度PC技士試験講習会

資料のほか、過去3年間の試験問題、正解および解説が掲載されています。

現金書留または郵便普通為替にてお申込みください。

(平成21年改訂)

定 価 6,000円/送料500円

会員特価 5,000円/送料500円

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会