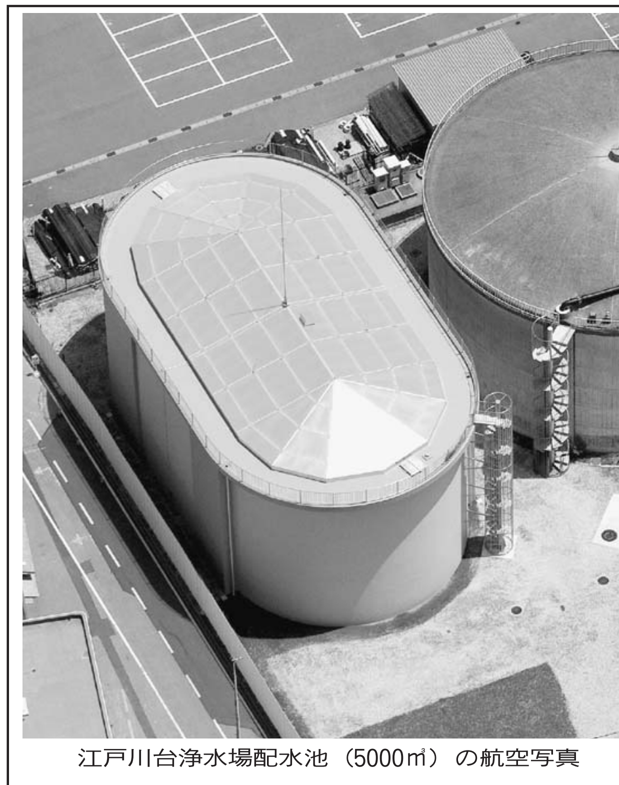
新型アルミ屋根を採用

流山市江戸川台浄水場に小判型配水池完成

スペースの有効活用実現

施設老朽化に伴い、配水池の更新事例が増えてきている。しかしながら更新工事は、既存施設を稼働させつつ行わなくてはならない場合が多く、用地面で制約を受けることも多い。そうした工事でありながら、既設配水池跡地のスペースを有効活用し更新につなげた流山市の事例を紹介する。効率的更新の背景には、現場を熟知した施設計画・設計と柔軟な設計に対応するアルミ合金製屋根があった。


江戸川台浄水場配水池（5000㎥）の航空写真

発注者

効率的な更新可能に

流山市水道局
工務課施設係長
下瀬　雅史氏

——今回、アルミ合金製屋根を採用した江戸川台浄水場の更新の経緯からお願いします。

下瀬　本市は、平成17年度に策定した「既設浄水場更新事業基本計画」に従い、浄水場の更新を計画的に行っています。最初に更新事業を実施したのは西平井浄水場で、20年度に完了しました。その次の更新事業が江戸川台浄水場になりまして、計画年度は19～24年度の6カ年です。実施設計を19年度に発注し、20年度に工事を発注。21、22年度の3カ年で第一期工事としてPC配水池の建設を行いました。23、24年度は、新設の管理棟を建て、その中に配水ポンプ施設や自家発電設備を設置する予定です。

——配水池の更新についてもう少し詳しく。

下瀬　従来、江戸川台浄水場の敷地内には、有効容量1300立方㍍の地下式RC配水池が2池設置されていました。しかしながら、つくばエクスプレス（TX）開業以降、給水区域内の給水人口が増加しており、配水池の滞留時間が約7時間強と容量が不足気味になってきました。さらには、配水池の竣工は相当古く、老朽化も進んでいました。そこで、有効容量5000立方㍍のPC配水池を1池新設し、既存のPC配水池1池と合わせて有効容量1万立方㍍として、配水池滞留時間を12時間確保する計画としたのです。

——配水池の形状に小判型を採用された理由は。

下瀬　新設PC配水池の設置は、用地の都合上からも、また配管の接続の関係からも既存RC配水池の跡地が最も適していることが明らかでした。

しかしながら、既設配水池跡地の形状は長方形であり、有効容量5000立方㍍の円形配水池を設置するだけのスペースがありません。新設管理棟の建設が計画されている北西方向のスペースであれば円形配水池を設置できましたが、そうすると既設配水池跡地のスペースへの出入りが難しくなり、デッドスペース化してしまいます。

そこで設計者らと協議したところ、円形を小判型に変えることで5000立方㍍の配水池がうまく収まることがわかりました。この設計により、現在新設管理棟の建設を計画しているスペースは工事のストックヤードとして使えることとなり、スムーズに工事を進めることができました。竣工後は、江戸川台浄水場の配水池が2池とも地上式となり、HWLを同レベルに保つことができるようになったため、水運用上も楽になっています。

——アルミ合金製屋根を採用された経緯は。

下瀬　今回の屋根建設にあたっては、RCドームとアルミ合金製屋根の双方を比較検討しました。その結果、アルミ合金製屋根には重量が軽く駆体への負荷が小さいこと、構造的に有利であること、部材が工場製作であるため現場での養生期間などが不要で工期を短縮できること、将来的にも維持管理性に優れていること――などの長所があることがわかり、トータルでのコスト面でも優れていたことも評価して採用しました。

部材が工場製作であるということは、その期間中、現場で他の作業を行うことができるため、工期上有利です。部材の品質管理面でも優れています。

維持管理性に関しては、隣接するPC配水池のRCドームはすでに汚れてきており、いずれ補修が必要と見込まれている一方で、本市がこれまでに採用してきたアルミ合金製屋根は特に問題は発生しておらず、メンテナンスを実施する必要性も生じておりません。屋根が軽量であることから重心も低くなり、耐震性を向上させる効果もあります。

本市では、特にアルミ合金製屋根を採用すると決めているわけではないのですけれども、これまで屋根の建設ごとにRCドームとの相対的比較を行ってきた結果、いずれもアルミ合金製屋根が勝っておることから、近年はすべてこちらでの建設となっています。

——屋根の上架はどのように。

下瀬　下のヤードで屋根を組み立てた後クレーンで吊って上架する方法と、配水池内に足場を組んで上架する方法の両方を検討しました。

中で足場を組む方法の場合、屋根の上架後に足場を解体し、屋根の開口部から搬出しなければなりません。足場の解体には時間がかかり、また開口部はあまり大きくないため搬出にも手間を要します。そこで、クレーンでの上架を採用する方向で検討を行いました。

しかしながら、この方法にも課題がなかったわけではありません。作業ヤードで組み立てた屋根はクレーンで吊った後、時計回りに回転させれば楽なのですけれども、隣接するガス会社の敷地上空を通過することになるため、了解を得なければなりません。一方、反時計回りで移動するケースでは、既設PC配水池の上空を通過するため、クレーンで懸架する高度が高くなるほか、万一配水池に屋根が落下してしまうと事故になるという課題がありました。屋根も小判型であるため、向きを90度どこかで回転させなくては上架できません。また、屋根のバランスを取るのも難しいことが予想されました。

そのため、入念に検討を重ねた結果、200トンクレーンを用いて慎重に施工を行うことが最良との結論に達しました。

——工事を終えられての感想は。

下瀬　本市ではTX開業以降給水人口が増えていますが、それでも平成30年代半ばには人口が減少に転じると予想されています。そのような中にあって、施設の更新は必要最小限に抑える必要性があります。

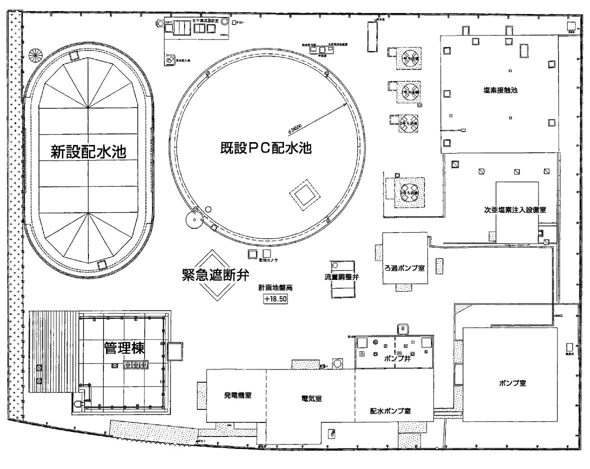
こうした状況の中、5000立方㍍級と有効容量が大きめのクラスにあってはあまり他の事例がない小判型の配水池を築造し、アルミ合金製屋根も無事上架され、効率的な更新事業を行うことができて良かったと思っています。

実は、躯体の補強にも気を使っています。躯体はスラブで補強しており、補強材が水の流れを極力阻害しないよう配慮しています。配水池内には角のような箇所を作らないことが、停滞水発生の抑制につながります。配水池の形状を長方形ではなく小判型にしたのも、できるだけ角を作らないためです。同様に、柱を立てて屋根を補強してしまうと汚れが溜まる原因にもなりかねません。

——今後の予定は。

下瀬　24年度から3カ年の計画で、東部浄水場の更新を行う計画です。先ほども申し上げたように、今後の水道事業を考えると施設の統廃合の実施による効率化は避けては通れません。やはり施設の更新は必要最小限に止め、効率的に実施していかなければと考えています。

——本日はありがとうございました。



江戸川台浄水場平面図

設計者

将来の負担も軽減

日本水道設計社
執行役員統括部長
小笠原　邦夫氏

——今回の設計にあたっては、新設配水池の建設に使うことができるスペースが限られていたことから、さまざまな検討を行ったそうですが。

小笠原　新設する配水池は、TX開通に伴い市街が発展を続け、給水量も増加を続けていることから、有効容量は5000立方㍍で計画してありました。ところが、用地の制約から標準的な円形5000立方㍍の配水池を設置することができない状況で、有効容量を5000立方㍍から規模縮小することも選択肢として浮上しましたが、そうすると施設設計指針に規定される1日最大給水量に対する12時間分の容量確保ができなくなります。これは安定給水の確保という面から絶対に避けなければならず、発注者の有効容量5000立方㍍確保の強い意向に従い、配水池の設置場所ならびに形状を新たに検討することが必要となりました。

——小判型配水池そのものにも工夫を凝らしているとか。

小笠原　小判型配水池の設計に際し、すべてをRCで築造、両端の円形部の壁をPCで築造し中間部のRC側壁はバットレス方式で支持、同様に円形部の壁をPCで築造し中間部のRC側壁はスラブ方式で支持——の3方式を提案させていただきました。

うち、すべてをRCで築造する方式は、壁の厚さが全て1600㍉になってしまうのに対して、円形部のみPCに置き換えた場合はPC部の壁の厚さが300㍉で済み、そこに大きな差が出てしまいます。さらに、隣接する配水池とのクリアランスも小さくなってしまうなど、すべてをRCで築造する方式は現実的でないと判断されました。

一方、円形部をPCで、中間の直線部の側壁をRCで築造する方式は、円形部の壁厚が同様に薄くなるだけでなく、中間部の側壁も1100㍉に抑えることができます。このRC側壁をバットレス（扶壁）方式で支持するケースは、構造的には一番有利ですけれども、配水池内に縦に4枚のRC板を設置することとなり、接水部の表面積がかなり増大することから、将来の配水池内面補修時の防食塗装面積が増大してしまい、維持管理面では不利になってしまいます。また、配水池内壁と扶壁との角に水が滞留してしまうなど水質面での懸念材料もあります。

そこで、直線部のRC側壁の間に2枚のスラブを水平に設置し、このスラブに両側の側壁を引っ張るプレストレスを与えておくことで耐水圧特性を向上させる方式が採用されました。この配水池のHWLは12・9㍍ですので、側壁には相当な水圧がかかりますが、構造的に十分な強度を誇るよう設計しています。スラブ方式は、維持管理面で優れているほか、内面の底版部にコーナーを生じさせないため、水質面でもかなり有利な構造となっています。

——屋根の設計は。

小笠原　RCドーム、アルミ合金製ドーム、アルミ合金製切妻形式屋根の3通りを提案いたしました。

うち、RCドームの場合は、施工の手順上、駆体の築造が終了してからでないとドームの鋼線締めを行うことができず、駆体完工を待ってからドーム築造に入らないといけません。RCドームそのものも養生が必要であることから、工期がかなり長くなります。

一方、アルミ合金製ドームおよびアルミ合金製屋根の場合は、部材の生産はあらかじめ工場で行い、部材の組み立ても隣接ヤードで駆体の築造と同時並行で行うことができ、工期がかなり短縮されます。施工は、部材の荷下ろしと屋根の上架時以外には重機を用いる必要がなく、すべて人力で行うことができます。

ドーム形式と切妻形式のいずれの場合も、構造的には十分な強度を有しています。特に構造的に強いのはドーム形式ですが、流山市は積雪などの荷重がほとんどかからない地域であり、ドーム形式ではなく、より経済的な切妻形式を採用することとなりました。

——アルミ合金製屋根のその他のメリットは。

小笠原　屋根の重量がRCと比べて軽くなり、配水池の重心も低くなるため、耐震能力がより向上します。屋根の築造に当たっては足場を組む必要がないため、施工の安全面でも優れています。

——設計および施工管理に当たっての苦労は。

小笠原　今回は更新工事ということで用地に関する制約が多かったため、その中での作業環境作りに気を配りました。特に既設RC配水池の撤去に際しては、杭が多く苦労しました。

また、工事中の水運用は既設の5000立方㍍の配水池だけで行っており、これは1日最大給水量に対して6・6時間分の容量にとどまるため、自社開発の配水管網シミュレーションソフト「管網マスター」で管網計算などを行い、着実な水運用に繋げました。

周囲の景観にも配慮するため、配水池外面の着色パターンを何案か用意し、市水道局および周辺にお住まいの方々に検討していただいた上で決定しました。

——ありがとうございました。

工法協会

高耐久性の新型屋根

アルミニウム合金製屋根工法協会
技術委員長
武冨　幸郎氏

——このたび、耐久性などより向上した新型屋根を開発されたそうですが。

武冨　当協会では、軽量で耐久性に優れライフサイクルコストが小さく、かつリサイクルも可能なアルミ合金製屋根を、配水池の屋根あるいは浄水場の覆蓋、農業用ファームポンドの屋根などに広くご採用いただくべく、活動を続けています。現在の実績は、ドーム屋根が約90基、覆蓋が約450池となっています。

協会設立当初からご採用いただいている工法は、「ウルトラドーム工法」「ドームトラス工法」「アルトラス工法」の3工法です。これらの工法は、海外からの技術導入および国内の建築屋根技術の改良からスタートしたもので、長年にわたる実績を有する信頼ある工法です。一方、これまで経験と実績を培う中、並行してより水道施設に適した工法の検討も行ってきました。そうした研究開発の成果により、開発したのが新型屋根です。

——具体的には。

武冨　せっかく高耐久性を有するアルミ合金製屋根を施工するのですから、アルミ合金の良さをさらに引き出せないかということが、開発のコンセプトです。具体的には、横方向の部材をできるだけ表面に出さずフラットな外面とすることで、雨水を速やかに排水することを目指しました。

この方針で開発した新型屋根は、屋根板の押縁が放射方向のみとなり止水性が向上し、また骨組交点が屋根板に影響しない構造によりシリコンコーキングが少なくなり、耐久性も向上させています。

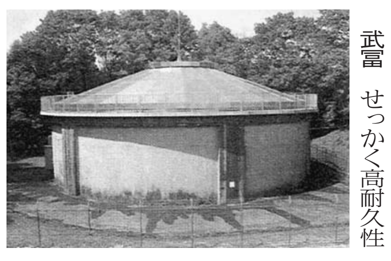
——新型屋根の事例は。

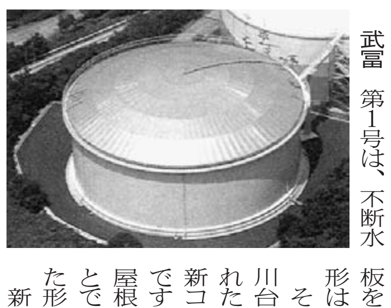
武冨　第1号は、不断水ドーム改修工法（WW（ウォーターラッピング）工法）の初採用事例でもある生駒市の東生駒配水池ドーム改修工事です。ここでは、中央から端部まで1本で構成される梁材を放射状に配置して骨組みとし、この主桁に台形の屋根板を貼る構造が採用されています。出来形は、円錐台のコーンルーフ屋根です。

2番目の事例は、神戸市狩場台特1高区配水池で採用された新型ドーム屋根の築造工事です。この配水池のドーム内径は42・9㍍と大型であり梁部材を1本物で製作することが難しく、生駒市の事例とは別の構造を検討しました。それは、アルミ合金製H鋼からなる三角形トラスフレームの上に円周状のパイプ材および放射状のガッター材を配置し、ガッター材の上に屋根板を止める構造です。出来形は、多角ドーム状です。

そして今回、流山市江戸川台浄水場配水池で採用されたアルミ合金製屋根も、新コンセプトに基づくものです。コーンルーフと切妻屋根構造を組み合わせることで、小判形の駆体に合った形状となりました。

新コンセプトに基づく屋根は、覆蓋にも採用されています。ある浄水場の着水井の覆蓋は、円筒を斜めに切って屋根を載せたようなフラットな形状です。別の浄水場の着水井では、パンケーキ形の円盤を水平に半分、垂直に半分切ったような半円状の覆蓋が採用されています。後者は、構造物を避けつつ着水井に覆蓋を架けるための構造です。また、前者のような平屋根の構造は、太陽光発電パネルの設置に非常に適しています。


生駒市東生駒配水池
（コーンルーフ屋根）


神戸市狩場台特1高区配水池
（新型ドーム屋根）

——今後の展開は。

武冨　昨今の施工実績から、さまざまな現場条件、およびお客さまのニーズに適合できることが明らかになりました。景観上の理由から構造物の高さをできるだけ抑えたい、屋根上面に設置する太陽光発電パネルの効率をできるだけ上げたいといったご要望にもお応えできます。

一方で構造上、従来工法と比べるとどうしてもコストアップになる場合もあります。ですから、当協会としても従来工法と合わせて、新型屋根といった選択肢も訴えていきたいと思っています。

同時に、新型屋根に関する技術開発をさらに進め、できるだけコストも抑えていきたいと考えています。

——ありがとうございました。

豊富な実績
水道施設・屋根のスタンダードへ

新設水道タンク
PCタンク
直方市　打向配水池
（ドームトラス工法）
鋼製タンク
神戸市　狩場台特1高区配水池
（ドームトラス工法＋アルトラス工法）

水道施設配水池リニューアル
アルミによる屋根更新
PCタンク
東京都　北野給水所1号配水池
（ドームトラス工法）
鋼製タンク
神奈川県内広域水道企業団
相模原高架調整池（ドームトラス工法）
PCタンク
射水市　第1調整池
（ウルトラドーム工法）
矩形RCタンク
福島市　清水町配水池
（ハニカムパネル工法）

不断水ドーム改修工法
不断水で配水池の屋根を更新！
ウォーターラッピング工法が国内初採用
（財団法人 水道技術研究センターとの共同開発）
奈良県 生駒市水道局 東生駒配水池ドーム改修工事
施工状況
完　成
（コーンルーフ屋根）

浄水場の覆蓋
可動覆蓋工法
大阪府村野浄水場
（排泥池・排水池）
固定覆蓋工法
尼崎市　神崎浄水場
（急速ろ過池）
建屋工法
南アルプス市　駒場浄水場
（着水井・フロック池・沈澱池）
固定覆蓋工法
排水処理施設
（曝気槽）

アルミニウム合金製屋根工法協会
ALUMINUM ALLOY ROOFING ASSOCIATION
〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号（三井住友建設㈱土木本部内）　TEL03-4582-3065　FAX03-4582-3215
http://www.arumikyoukai.jp
E-mail：info@arumikyoukai.jp

【正会員（14社）】機動建設工業㈱／㈱熊谷組／㈱鴻池組／佐藤工業㈱／㈱銭高組／㈱竹中土木／東洋建設㈱／飛島建設㈱／西松建設㈱／日本国土開発㈱／㈱日本ピーエス／㈱間組／前田建設工業㈱／三井住友建設㈱
【賛助会員（6社）】泉メタル㈱／宇部工業㈱／㈱住軽日軽エンジニアリング／ゼオンノース㈱／㈱日本アルミ／㈱J･U･A
【準会員（2社）】SMCテック㈱／横手産業㈱　【地区会員（1社）】千年建設㈱