北野給水所1号配水池を安全で安心な施設に更新

アルミ合金製屋根への架け替えを完了した1号配水池（右）と、材齢が若いRCドームを持つ2号配水池（左）

アルミ合金製ドーム
東京都水道局初採用

アルミ合金製ドームとして東京都水道局初採用となる、八王子市の北野給水所1号配水池の屋根架け替えが完了した。配水池のRC製屋根の老朽化への対応が水道界の課題となる中、安全かつ耐久性・経済性に優れる工法でリニューアル。スムーズに新しい屋根への架け替えを完了した。この現場では、新技術「小型特殊破砕機」も採用され、安全で安価な屋根解体に貢献している。そこで本紙では、東京都水道局をはじめ関係者にインタビューを行った。

発注者
都民の安定給水へ

東京都水道局多摩水道改革推進本部施設部工事課長　**山口　正美**

■■ 北野給水所1号配水池で耐震補強ならびにアルミニウム合金製屋根への更新を行われた経緯は。

山口　東京都水道局では、かねてから水道施設の耐震化に向けた取組みを行ってきました。施設耐震化にあたっては、施設の状況を踏まえ優先順位を定め、効率的かつ効果的に耐震診断および耐震補強を行っていくこととしています。

この北野給水所1号配水池は、震災時の応急給水拠点に指定されており、優先して耐震化が必要な施設です。しかしながら、1号配水池は昭和47年に築造され、竣工後37年が経過しており、老朽化の進行や耐震性の有無に不安がありました。

そこで、PC製の側壁および底版につきまして耐震診断を行ったところ、やはり底版の強度が一部不足していることがわかりました。また、同時に行ったRC製の屋根についても調査を行ったところ、内側の鉄筋が広範囲に腐食し、それに伴って屋根内部のコンクリートが剥離していることが確認されました。

そこで、耐震補強として底版に鉄筋コンクリート増打ちを行うとともに、RC製屋根のアルミニウム合金製屋根への更新を行うこととしました。

■■ まず、耐震補強工法の選定について。

山口　底版の曲げ耐力とせん断耐力を向上させるため、補強工法を3案抽出し、比較検討を行いました。その結果、一般的な工法であり施工実績も多く、経済性にも優れている鉄筋コンクリート増打ち工法を採用することとしました。

具体的には、地震時曲げモーメントが発生する底版端部の補強をして、RCコンクリートを打設しました。なお、コンクリートの増打ち箇所はすべてLW以下であるため、有効容量は5750立㍍から変わりはありません。

■■ それでは、屋根更新工法の選定については。

山口　屋根はドーム形状であるため、構造上引張力が働かず、地震による即時崩壊にはつながりません。しかしながら、鉄筋が腐食し、コンクリートの剥離があることから、補修することとしました。

工法の検討に関しては、5案の屋根改修工法を抽出し、残耐用年数を設定した上で維持管理を考慮したライフサイクルコスト（LCC）の概念を導入し、比較を行いました。LCCに関しては、今後40年間にかかると予想される費用について検討しています。

検討の結果、5案のうち、剥離箇所を断面修復し防水塗装などを施す補修工法と、アルミニウム合金製屋根への取り換え工法が最終的に残りました。RCの補修工法は、アルミニウム屋根に対し工事費用では9％ほど有利なのですが再度補修が必要となる可能性が高いことなどから、LCCは1・4倍程度と見積もられました。また、工期に関しても、補修工法が6カ月間かかるところアルミ屋根工法では3カ月間ですむと見積もられたことから、総合的に有利なアルミ屋根工法を採用することとしました。

アルミ屋根の設置には、配水池の水を抜かず不断水で屋根を更新できる「ウォーターラッピング工法」というメニューがありますが、今回の施工では底版の耐震補強も行う必要があり、その際には水を抜く必要があることから、採用はいたしませんでした。水運用に関してですが、北野給水所にはあと2基配水池があり、現地においても若干の余裕があることから、施工期間中に1号配水池を休止させても問題ありませんでした。

■■ アルミ屋根工法の施工に関しては。

山口　既設配水池内でアルミ屋根を組み立てた後、モーメントが発生する底版端部の補強をして、RCコンクリートを打設しました。なお、コンクリートの増打ち箇所はすべてLW以下であるため、有効容量は5750立㍍から変わりはありません。

■■ それでは、屋根更新工法の選定については。

山口　屋根はドーム形状であるため、構造上引張力が働かず、地震による即時崩壊にはつながりません。しかしながら、鉄筋が腐食し、コンクリートの剥離があることから、補修することとしました。

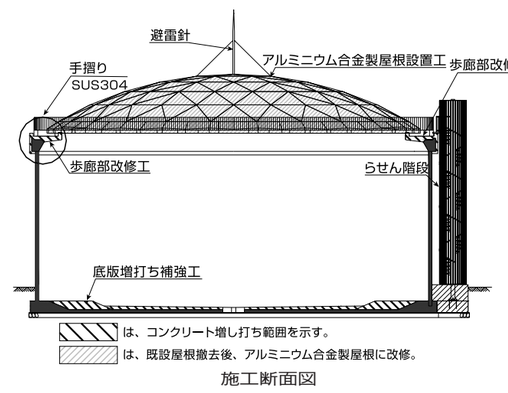
工法の検討に関しては、5案の屋根改修工法を抽出し、残耐用年数を設定した上で維持管理を考慮したライフサイクルコスト（LCC）の概念を導入し、比較を行いました。LCCに関しては、今後40年間にかかると予想される費用について検討しています。

検討の結果、5案のうち、剥離箇所を断面修復し防水塗装などを施す補修工法と、アルミニウム合金製屋根への取り換え工法が最終的に残りました。RCの補修工法は、アルミニウム屋根に対し工事費用では9％ほど有利なのですが再度補修が必要となる可能性が高いことなどから、LCCは1・4倍程度と見積もられました。また、工期に関しても、補修工法が6カ月間かかるところアルミ屋根工法では3カ月間ですむと見積もられたことから、総合的に有利なアルミ屋根工法を採用することとしました。

アルミ屋根の設置には、配水池の水を抜かず不断水で屋根を更新できる「ウォーターラッピング工法」というメニューがありますが、今回の施工では底版の耐震補強も行う必要があり、その際には水を抜く必要があることから、採用はいたしませんでした。水運用に関してですが、北野給水所にはあと2基配水池があり、現地においても若干の余裕があることから、施工期間中に1号配水池を休止させても問題ありませんでした。

■■ アルミ屋根工法の施工に関しては。

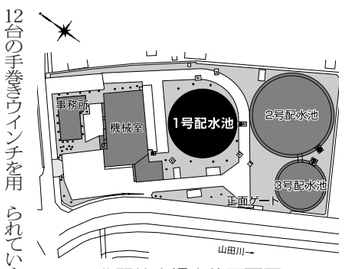
山口　既設配水池内でアルミ屋根を組み立てた後、



施工断面図

小型特殊破砕機による解体状況

配水池底面で構築した屋根をウィンチで上架



北野給水場全体平面図

■■ アルミ合金製屋根の上架を終えられてご感想は。

山口　北野給水所には3基の配水池が並んでおり、施工に使用できる用地は限られていましたが、アルミ屋根工法は屋根を既設の配水池内で組み立てることができ一括で上架するなど、非常に狭い用地で施工を行うことができ借地の必要もなく、助かる工法だと思いました。

また、アルミ屋根の採用により、RC構造の約5％と軽量化が図られたことで、底版端部のせん断補強が不要となり、さらに、耐久性やメンテナンス性に優れるということで、水槽施設の有効活用にも貢献できたのではないでしょうか。

今回の施工により、1号配水池の耐震性および耐久性を向上させることができ、都民の安定給水に資することができるものと思います。

■■ 本日はありがとうございました。

施工者
国内屈指のノウハウ

三井住友建設専務執行役員土木本部長　**熊谷　紳一郎**

■■ はじめに、北野給水所1号配水池耐震補強工事の概要について。

熊谷　この工事は、竣工後37年が経過して老朽化が進行した1号配水池の耐震性を高めるものです。内容は、①既設RC製ドーム撤去（83立㍍）、②アルミドーム屋根設置（445平方㍍）、③底版補強（179立㍍）、④歩廊および支承部築造（77立㍍）、⑤場内配管（6カ所）、⑥付帯設備撤去、⑦内面防水塗装撤去（857平方㍍）、⑧外面修復、⑨舗装――です。工期は当初、平成21年3月30日から9月18日までの120日間でしたが、追加工事がありまして現在も施工中です。

■■ 今回、RC製ドームの解体に新型の特殊破砕機を用いたそうですが。

熊谷　一般的に、配水池のRC製ドーム屋根の厚さは10～20㌢㍍であり、薄膜シェル構造で自重や上載荷重が軸力（圧縮力）になるため、曲げモーメントが発生しません。RC製ドーム屋根の解体は危険を伴う作業であり、この構造を十分考慮して作業を進めなければなりません。

既存躯体に影響の少ない解体工法としてはウォールソーによる切断工法が代表格ですが、この工事では〝より安全に〟、〝より安く〟を追求し、新たに開発した特殊小型破砕機による解体工法を採用しました。この機械は、コンクリートを破砕する装置と、破砕したコンクリート片を掴めるバケットで構成されています。これをクレーンで吊り下げ破砕装置を作業員が遠隔操作して、RC製ドーム屋根の中央部から外周部に向かって解体しました。作業員が解体するためにRCドーム屋根に乗ることがないので作業を安全に行うことができ、かつコンクリートをはじめから細かく砕くので処理のための後工程が省略でき、コストを低く抑えることができました。なお、最外周部だけはウォールソーを使いました。

■■ アルミドーム屋根の上架はどのように。

熊谷　アルミドーム屋根の架設については、配水池の外で組み立ててクレーンで上架する方法、配水池内に部分足場を組んで回転しながら組み立てる方法、特殊張出足場を用いて組み立てる方法等、施工条件に応じて幾つかの方法を用意しています。

この工事では、配水池周辺に十分な組み立てスペースが確保できないことや組み立て後のアルミドーム屋根の総重量が約7・4㌧となるためクレーンでの上架を断念し、配水池の底版上で組み立てたアルミドーム屋根をウィンチで引き上げ上架する方法を採用しました。この方法が、残された方法のなかで最も安全でかつ低コストと判断したからです。上架には、定格ロープ張力2㌧の手巻きウィンチ12台を使用しました。上架に要した時間はわずか4時間でした。

■■ 今後の抱負は。

熊谷　当社は、アルミドーム屋根の工事実績が現在38件に達していまして、そのうち水道用配水池の工事は27件となっています。この27件のなかで、本工事のような配水池のリニューアル工事は9件です。アルミドーム屋根工事では、国内で屈指の実績を持つ会社であると自負するとともに、これまでの施工で蓄積したノウハウを今後も活かしていきたいと思います。

また、耐震調査もかなり実績を積んでおりますので、ぜひ調査だけでもお声がけいただいて、配水池の現状を知っていただきたいと思います。

■■ ありがとうございました。

工法協会
メリットある更新工法

アルミニウム合金製屋根工法協会会長　**澤井　信樹**

■■ 全国の水道事業体の雄である東京都水道局でアルミ合金製ドーム工法が初採用されたことで、今後の普及にも一層弾みがつくのではないでしょうか。

澤井　これまで、東京都水道局様には、朝霞浄水場ほか8カ所の急速ろ過池（約5万平方㍍）で当協会のアルミ製覆蓋をご採用いただいた実績がありました。

今回は、配水池RCドームの劣化に伴う更新工法としてメリットのあるアルミドームをご提案させていただきました。その後、局内でご検討された結果、ご採用に至ったことは、私たちとしても大変喜ばしい限りです。

すでに覆蓋で実績があり、施工性や耐久性、それから安全面、美観等で優れていることをご理解いただいていることが、大きかったのではないかと考えています。

■■ 東京都水道局の浄水場のアルミ合金製覆蓋の事例は、確かご覧もいただいていたかと思いますが。

澤井　平成18年度に、私たちが浄水場のろ過池や沈澱池に適用する「アルミニウム合金製可動覆蓋」を開発したことに対し、アルミニウム合金製屋根工法協会として、「日本アルミニウム協会賞」の開発賞をいただいています。この受賞は、私たちが開発したアルミ合金製覆蓋が従来のFRP製等の製品と比べ、大スパンへの適用が可能であることや、円形レールと三軸車輪により低推力で可動できること、それからアルミ合金が優れたリサイクル性を有することが評価されたものでした。

■■ リサイクル面についても少し。

澤井　現代社会では環境負荷の低減が命題となっておりますので、RCのようにリサイクルが難しくないというアルミ合金の持つ利点もこれからさらに訴えていかなければと思っています。

アルミ合金の再利用には電力を多く使うのでは？とおっしゃられる方もいますが、原料のボーキサイトを精錬する際に電力を多く使いますが、アルミ合金を再利用する際にはそれほど電力を使わないのです。

■■ ドームの直径はどのくらいまで可能ですか。

澤井　120㍍程度まで可能になっています。このことにつきましても、水道施設のみならず農業用水のファームポンド、それからオイルタンク等へのPRを強化し、水道から発生した技術として多方面でご採用をいただきたいと思っています。

■■ ありがとうございました。

■■ 今後への抱負は。

澤井　技術の積み上げにより、作業用地が限られているなど従来と比べさらに厳しい条件においても施工が可能になってきています。

今回の工事ではたまたま他に運用中の配水池が2池あったことから、断水して配水池をドライにしての施工が可能でしたが、もしそのような配水池がなく断水が不可能という現場でも、当協会が財団法人水道技術研究センターと共同で開発した「ウォーターラッピング工法」を用いることで、不断水で屋根をアルミドームに架け替えることができます。

東京都内だけでもRCドームは相当数あり、今回施工した北野給水所1号配水池よりももっと古い時期に建設された配水池も多くあると伺っていますので、今後も本工法の利点をご提案し、また当協会の持つさまざまなメニューをご説明して、さまざまな老朽施設の更新でお手伝いをできればと考えています。

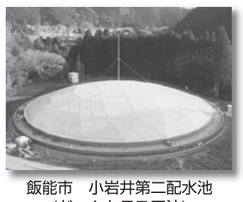
■■ ありがとうございました。

水道施設・屋根のスタンダードへ

豊富な実績

新設水道タンク

神戸市水道局　新鳥原調整池
（1999年に国内で初めて設置）
（ウルトラドーム工法）



飯能市　小岩井第二配水池
（ドームトラス工法）

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

東松山市　高本山配水池
（ドームトラス工法）

鋼製タンク

横須賀市　阿部倉配水池(2重タンク)
（ドームトラス工法+平屋根）

PCタンク

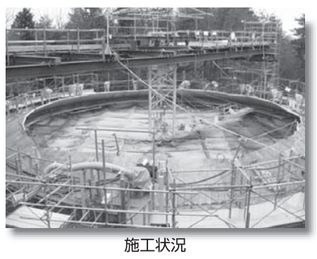
射水市　第1調整池
（ウルトラドーム工法）

矩形RCタンク

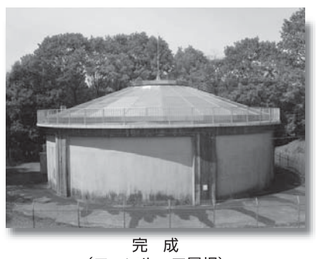
福島市　清水町配水池
（ハニカムパネル工法）

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



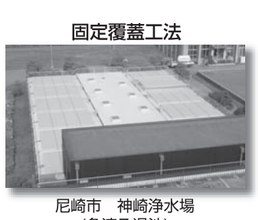
完　成
（コーンルーフ屋根）

浄水場の覆蓋

可動覆蓋工法

東京都　朝霞浄水場
（急速ろ過池）

固定覆蓋工法

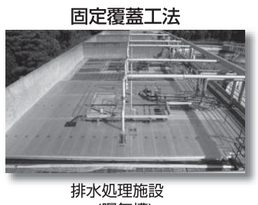


尼崎市　神崎浄水場
（急速ろ過池）

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
http://www.arumikyoukai.jp/
問い合せ　〒164-0011　東京都中野区中央一丁目38番1号（三井住友建設㈱　土木本部内）
TEL03-3367-4769　FAX03-3367-4781　E-mail:info@arumikyoukai.jp

■正会員（16社）
機動建設工業株式会社　株式会社熊谷組　株式会社鴻池組　佐藤工業株式会社　株式会社錢高組　大成建設株式会社　株式会社竹中土木　東洋建設株式会社　戸田建設株式会社　飛島建設株式会社　西松建設株式会社　日本国土開発株式会社　株式会社日本ピーエス　株式会社間組　前田建設工業株式会社　三井住友建設株式会社

■準会員（2社）
SMCテック株式会社　横手産業株式会社

■賛助会員（4社）
宇部工業株式会社　株式会社住軽日軽エンジニアリング　株式会社日本アルミ　株式会社J･U･A