

新山科浄水場導水トンネルの 更新・耐震化工事

京都市上下水道局
水道部施設課

1. はじめに

京都市は明治45年の第二琵琶湖疏水と蹴上浄水場の竣工により水道事業を開始し、市勢の発展に伴う人口増加と水需要の増大に対応するため、浄水場等の建設・拡張及び管路の延伸を行ってきました。しかしその後、節水型社会の定着で水需要の減少が進んできたことから、施設規模適正化のため平成24年度末に山ノ内浄水場を廃止し、蹴上、松ヶ崎、新山科の3浄水場体制へと移行しました。一方で平成29年4月からは山間地域の簡易水道事業等を上水道事業へ統合し、現在は一日最大給水量約538,000m³、約146万2,000人の市民の皆さまに水道水を供給しています（図1）。

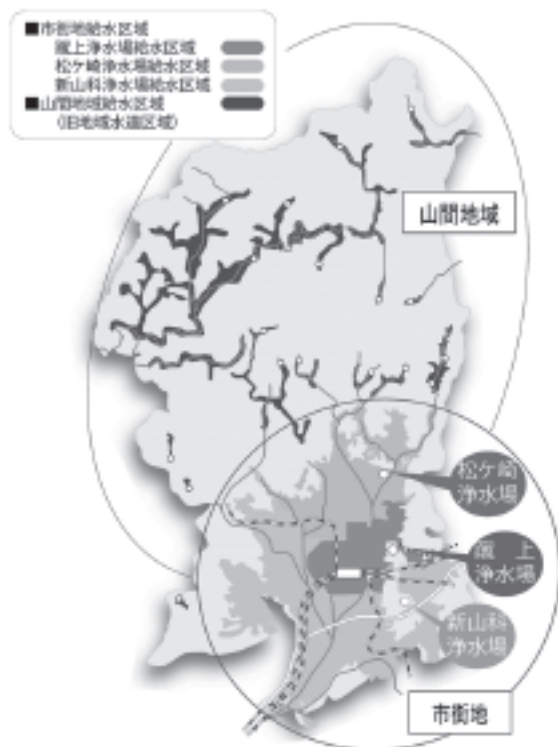


図1 京都市給水区域図

2. 工事の背景・経緯

本市水道における整備事業は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災や同年6月に洛西ニュータウンで酸性土壌による配水管の腐食に伴い大規模な断水・濁水が発生したことを受け、老朽化した施設及び管路の改築更新・耐震化など施設整備に重点を置いた事業を推進するとともに、水需要に応じた施設規模の適正化及び施設の再編成に向けた事業を推進してきました。

その後も平成28年には熊本地震が発生し、水道施設においても甚大な被害を受けましたが、その中でも耐震化されていた施設や管路は被害を受けていないことが報告されており、改めて耐震化の有効性が示されたところであり、その対策が急務となっています。

そこで、安全・安心で安定した水道水を供給するために、老朽化した施設の改築更新や耐震化などをより一層推し進めるとともに、防災機能の強化を図る重要な取組みの1つとして、新山科浄水場導水トンネルの更新・耐震化を進めることとなりました。

3. 工事の概要

新山科浄水場は、ほぼ全てを琵琶湖疏水から取水しており、既設の導水トンネルは、昭和44年の完成以来50年近くが経過し、老朽化が進んでいます。また代替施設がないため、長期にわたり取水を停止することができず、根本的な調査や改修工事を行うことができない状況にあります。更に3浄水場体制へと移行したことに伴い、新山科浄水場は市内の約半分の給水を担うこととなり、その

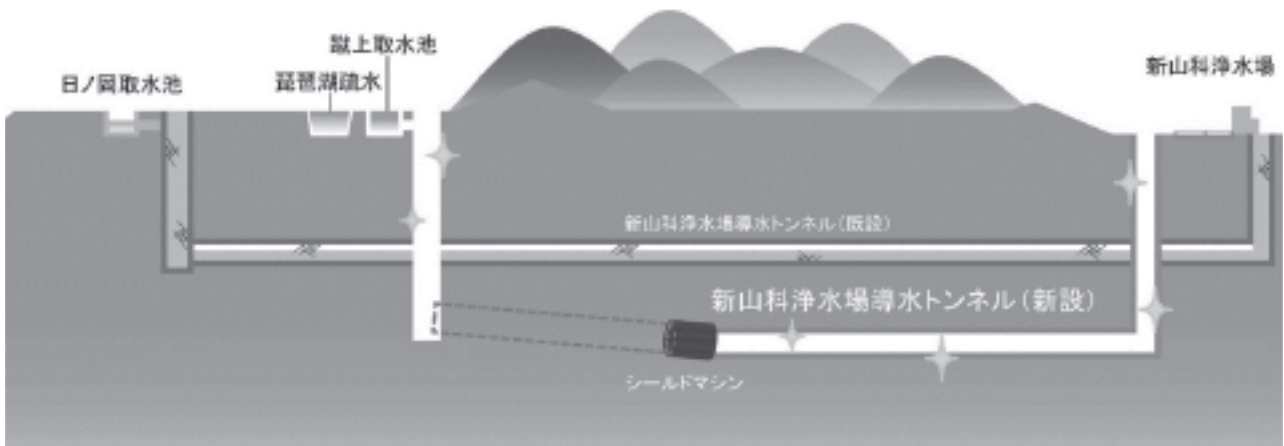


図2 工事のイメージ図

重要度が更に増すこととなりました。そこで地震等の災害時においても、原水を安定的に取水するため老朽化した導水施設を更新し、耐震性の向上を図るものです（図2）。

4. これまでの取組

(1) ルートの選定

平成23～26年度に調査及び基本設計を行い、新導水トンネルのルートを検討しました。ルートは、既設導水トンネルを活用した導水施設のバイパス化による大規模災害時のリスク分散の効果が見込まれる「①全線公道を通るルート」と、「②道幅が狭い公道をさけて一部民地を通るルート」の2ルートについて経済性及び施工性を比較検討し、急な曲線部が少なく延長も短いため施工性に優れた②のルートに決定しました（図3）。

(2) 工法検討

平成27～28年度に、測量調査、地質調査及び水文調査を含む実施設計を実施し、工法の決定を行いました。一部民地箇所においては、山間部で非常に地下深い部分にトンネルを築造する必要があること、地盤の地質状況は北側（蹴上側）約半分が岩盤部で南側（新山科側）約半分が土砂部の掘削となることから、それぞれ掘削方法を変えて施工する場合と施工区間を1工区として施工する場合を比較検討し、高い地下水圧や湧水の影響を受けにくいシールド工法で、延長5.23kmを1工区としてトンネル掘削をする方法に決定しました（図3）。

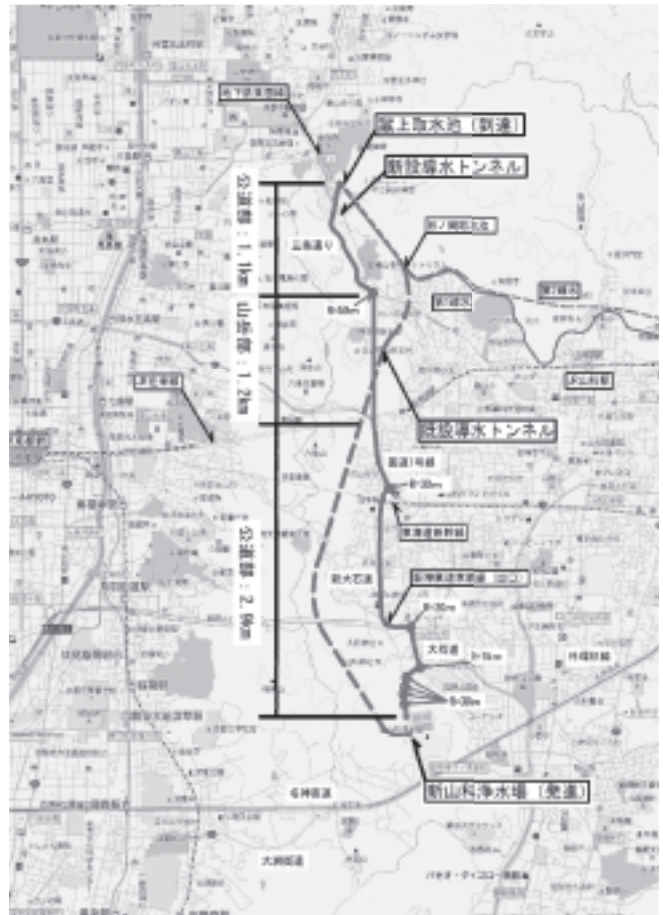


図3 既設ルートと新設ルート図

(3) 工事用地の整備

平成27～28年度に、新山科浄水場の一部を発進立坑ヤードとして使用できるように、浄水場内にある管理型最終処分場を廃止し、工事用の仮設道路などを設置する用地整備工事（用地面積A = 3,420㎡）を行いました（図4）。

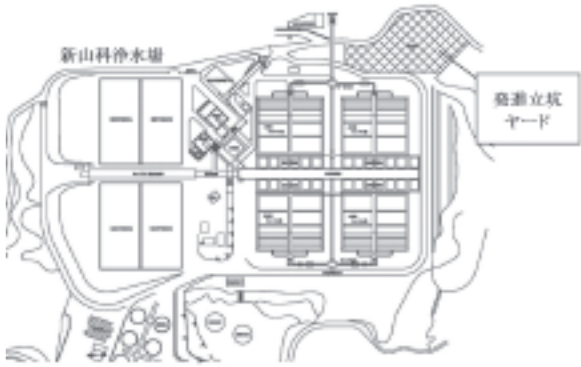


図4 浄水場内発進立坑ヤード位置図

5. 導水トンネル築造工事の施工

(1) 本体工事の特徴

導水トンネル築造工事は、本体工事と蹴上取水池場内整備工事、新山科浄水場場内整備工事に分けて行い、各場内整備工事は、本体工事の進捗に併せて実施します(表1)。

本体工事は、長距離を地下深く行う大規模なシールド工事で、施工の安全性や適切な品質管理が重要であるため、総合評価方式による入札を行い、平成29年度に工事着手しました。泥水式シールド工法により、路線延長5.23km、地上からの深さ17~173mを掘進します。立坑深さ約60mの大深度で内水圧が0.6Mpaと高いことから、セグメント外径 ϕ 3,800mm内に、仕上がり内径 ϕ 2,600mmのダクタイル鋳鉄管を挿入する二重管構造とします(図5)。特徴としては、①急曲線(最小カーブ半径R=15)の施工、②想定最大水圧1.6MPa、

③岩盤と土砂及び複合した土質を1工区で長距離掘削する、技術的難易度が高い工事です(図3、図6)。

表1 新山科浄水場導水トンネル築造工事の概要

事業期間	平成29年度~令和9年度
計画事業費	約200億円
計画導水量	283,000 m^3 /日
構造	一次覆工の内側に内挿管を布設
本体工事	
シールド工	汚水式シールド工法 延長5,230m セグメント外径 ϕ 3,800mm
内挿管布設工 立坑工	ダクタイル鋳鉄管U形、US形 ϕ 2,600mm 発進立坑(仮設)約 ϕ 13m H=約60m 到達立坑(仮設)約 ϕ 5m H=約20m
構造物築造工	発進立坑内 約 ϕ 5m H=約70m 到達立坑内 約 ϕ 4m H=約20m
蹴上取水池場内整備工事	取水池改修他
新山科浄水場場内整備工事	粉末活性炭接触池築造他

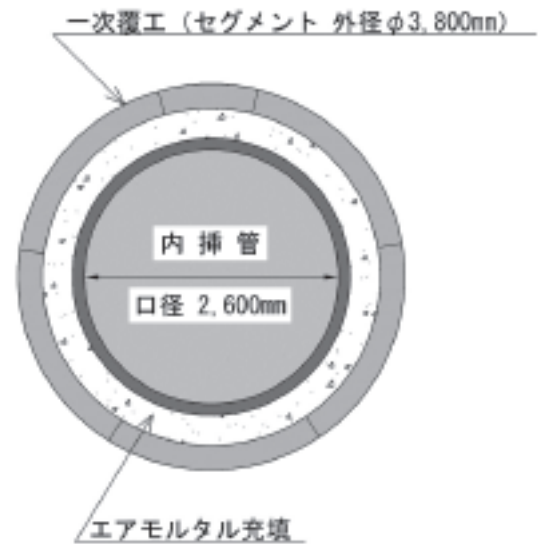


図5 導水トンネル構造図

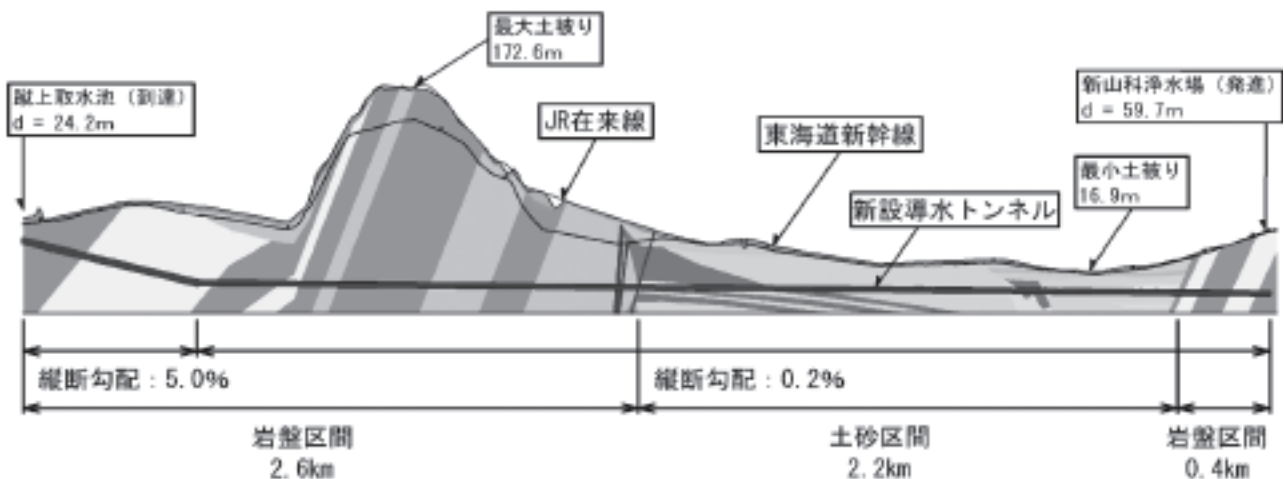


図6 本線ルート地層図

(2) 大深度立坑の構築

発進立坑は、直径約13m、深さ約60mでNATM工法とライナープレート式土留工法の併用により構築します。技術提案のボーリング調査により、破碎帯と被圧地下水が確認されたため、掘削背面防護の対策工として地盤改良工を行いました。削孔時に各種センサーにより計測を行う地盤調査システムを用いた工法を採用し、三次元解析を行って破碎帯位置を推定することで、経済的な対策を実施しました（図7）。

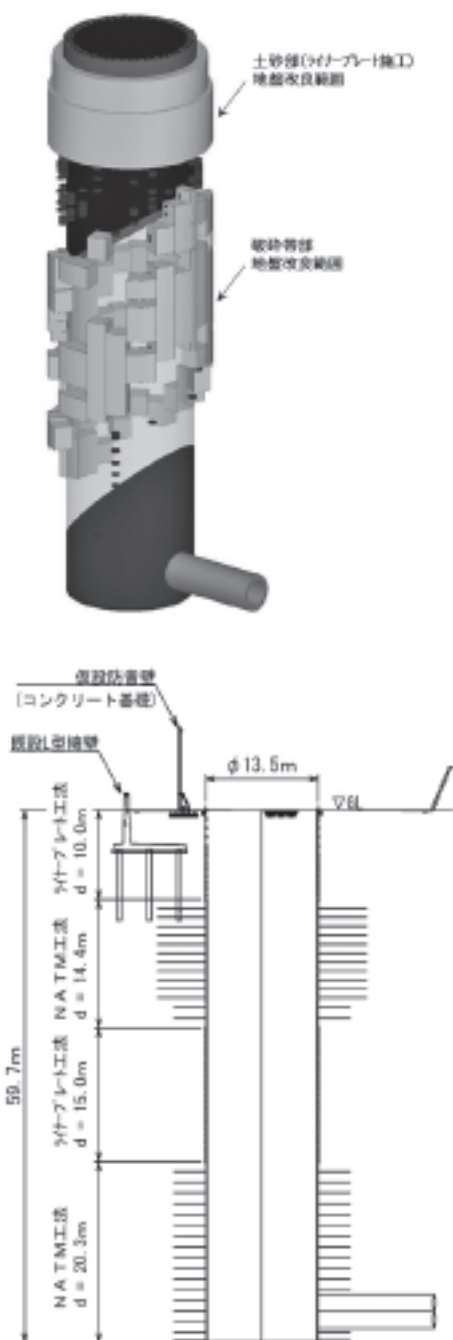


図7 三次元解析結果と立坑断面図



写真 発進立坑及び施工状況

発進立坑掘削において、発破振動及び騒音を検討した結果、岩の破碎は、周辺環境に配慮した非火薬工法の水蒸気圧破碎で行っています。吹付コンクリートは、短繊維により補強したコンクリートを採用することで、ひび割れ抑制や剥落防止の効果を向上させています。更に、施工期間が長期にわたることから、立坑の変状を早期に把握するため、変位計測による変状監視及び高感度カメラによる吹付コンクリートのひび割れ解析を実施して立坑の健全性を管理しています。

6. おわりに

本事業は、前述のとおり調査及び検討を重ね、複数年かけて準備を行い、平成29年度に工事に着手できました。令和2年度には発進立坑の構築を完了し、シールド掘進工を開始します。シールド工事完了後は内挿管を布設し、その後着水井を築造し、令和9年度に完成を予定しています。完成までに長い年月がかかりますが、今後も、市民生活を支える重要なライフラインを50年、100年後の将来にわたり守り続けるために、着実に事業を進めてまいります。