

4

隧道式配水池の補修設計

五十嵐 徹

IGARASHI Toru

株式会社ニュージェック
大阪本社/都市地域整備グループ



1—はじめに

大阪府池田市の水道事業は、昭和13年11月の通水開始以来、給水区域の拡大や人口の増加に合わせてその拡張事業が行われてきました。現在は、より高水準の水道をめざし平成22年度末完成を目標として、大阪府営水道の導入による複数水源化や施設更新・整備、未給水区域の解消等を行い、安定給水に向けて第6次拡張事業を実施しているところです。

ここで紹介する配水隧道は、昭和39年4月から46年3月まで実施された第4次拡張事業により、昭和44年

に築造されたものです。第4次拡張事業においては、給水人口の増加と下水道事業の推進による水洗化に伴う水需要の増大に対処するため、水源を猪名川に求め、古江浄水場を新設し、神田浄水場の施設能力増強を行いました。また、五月山に内空断面13.3m²、延長約800m、有効容量10,000m³の配水隧道を新設しました。

この配水隧道は、五月山を挟んで北部の古江浄水場と南部の市街地を連絡する施設で、送水機能も受け持った施設となっています(図1)。そのため、万が一事故等によってこ

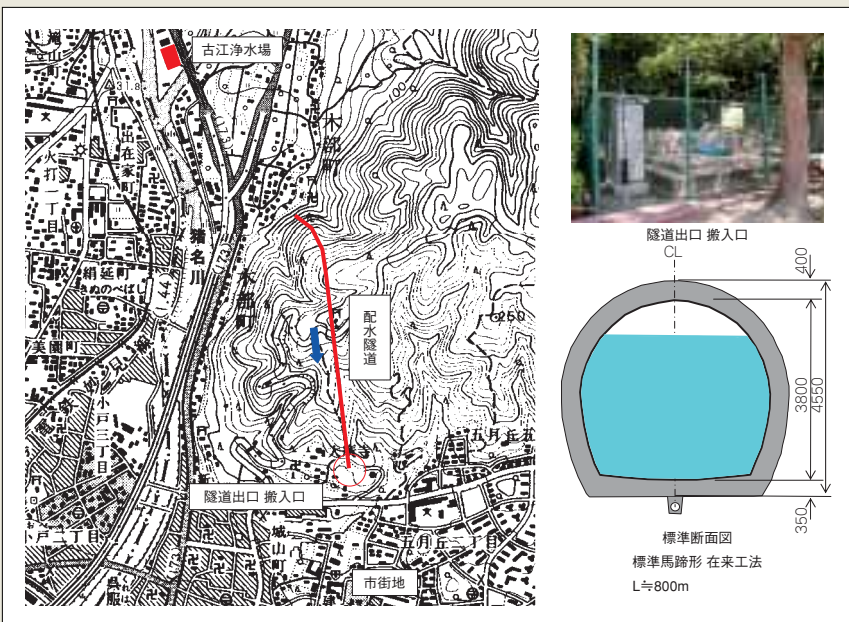
の施設が停止した場合、市街地を含む市内広範囲が断水となり大規模な被害が発生することとなります。築造後約40年が経過し、劣化調査と補修の実施が望まれていました。

このような状況の下、第6次拡張事業により他系統からの切り回し等の準備が整い、施設の停止が可能となったことから、平成18年4～10月の工期で内部点検と補修設計を行いました。

2—上水道における隧道配水池

上水道事業における配水池とは、浄水場から送水された水(飲料水)を貯留し、配水量の時間変動を調整する機能を有し、非常時には一定の時間、所定の水量および水圧を維持する施設です。

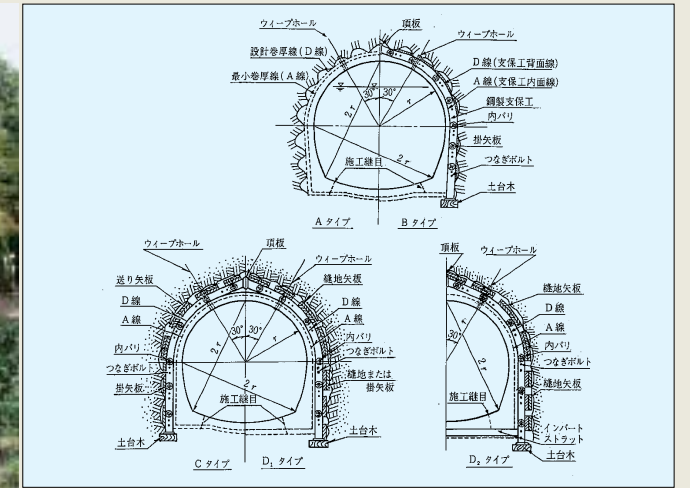
配水池の形式には通常、地上式、地下式および半地下式があります。また、地上部での施工や用地の取得が困難な場合や、周囲の環境に配慮する必要がある場合には、隧道式の配水池が採用される場合があります。維持管理性や経済性において通常の形式より不利な面がありますが、断面積や延長の調整で容量を確保することが可能であり、地上部露出が少なく近隣の景観に与える影響が小さいのが利点です(写真1)。



■図1—配水隧道の位置と標準断面



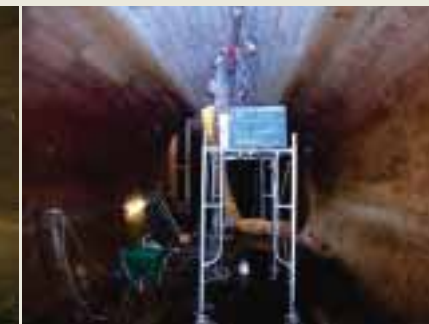
■写真1—児童公園の中で目立たない隧道出口



■図2—矢板工法標準断面図(土地改良事業計画設計基準設計「水路トンネル」より)



■写真2—外観目視



■写真3—コンクリートコア採取



■写真4—地下水圧測定

また、外水圧対策としてウイーブホールを設けることがある農業用水路トンネル(図2)と異なり、配水隧道は飲料水の貯留施設であるため、地下水の進入(漏水)を完全に防ぐ必要があります。

3—業務の概要

本業務の調査・設計は、既設配水隧道の運転を停止し水抜きが行われたところから始めました。調査項

目は劣化調査として、①内空断面の計測、縦断測量、外観目視調査(写真2)、②コンクリートコア採取(写真3)と圧縮強度試験、中性化試験、③地下水圧測定(写真4)を行い、この調査結果を受けて補修の詳細設計へと進みました。補修設計にあたっては、水道施設としての構造上および水質確保上の安全性・安定性を考慮するとともに、経済性、施工性、維持管理性、補修後の機能を総合

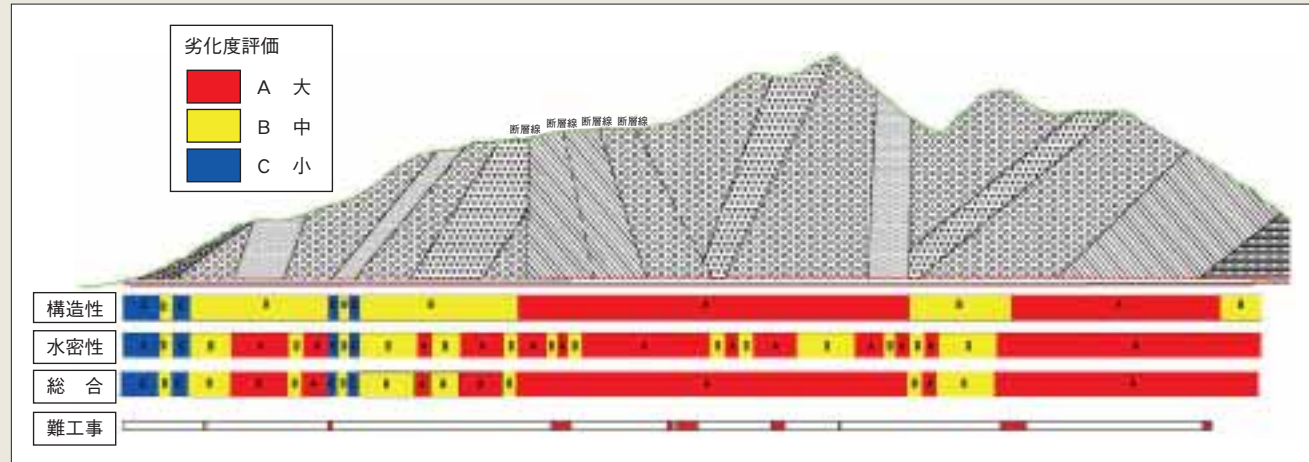
的に評価して、施工方法と使用材料の選定を行いました。

4—劣化調査の結果と考察

外観目視の結果、コンクリートの打ち継ぎ目のひび割れが多数確認され、地下水の浸みだしが観測されました。なお、湧水量は隧道出口部で毎分0.03～0.04m³と少なく、地下水圧測定においても最大で12kN/m²(1.2m)と小さい値でした。コンクリ

■表1—制御システムの概要

項目	細目	結果	考察
測量	縦断測量	明らかな蛇行や既存図面との相違は認められなかった。	管内挿による改修を行う場合、挿入管サイズの制約となる。
	内空断面計測	内空高は最大34cm、横幅は最大17cmの断面縮小があった。	
外観目視	外観目視調査	全体的にひびわれ、遊離石灰がみられた。目地部でしみ出し、遊離石灰、剥離剥落等の損傷があった。目地部のずれは確認されなかった。	縦断方向のひびわれがあり、構造的な問題がある。水密性についても健全ではない。
	コア採取・補修	圧縮強度試験については、全検体の平均は25.3N/mm ² で34検体中32検体において設計基準強度(18N/mm ²)を上回っていた。中性化試験については、全体平均5.6mm(進行度合い:約0.5mm/年)、最大18mmとなっていた。	
地下水压測定		17箇所中3箇所検出、最大で12kN/m ² と低い。隧道出口で湧水量を計測した(毎分0.03～0.04m ³)。	水圧が確認された箇所が17箇所中3箇所と少なく、その箇所においても最大圧で12kN/m ² と低い値であり、調査時において地下水の影響は少ないと判断した。



■図3—構造性と水密性の評価

ートのコア試験結果においては、平均で25.3N/mm²の強度がありました。中性化の進行も遅く、覆工コンクリート部材の強度低下がみられないことが確認されました(表1)。

一方、施工時の記録において断層や湧水により難工事であったことが確認された隧道中央部付近においては、縦断方向のクラックも確認されました。発生原因としては、緩み土圧、偏土圧、膨張性土圧等の主に外力によるものが考えられ、隧道の構造的補強が必要であると判断されました。

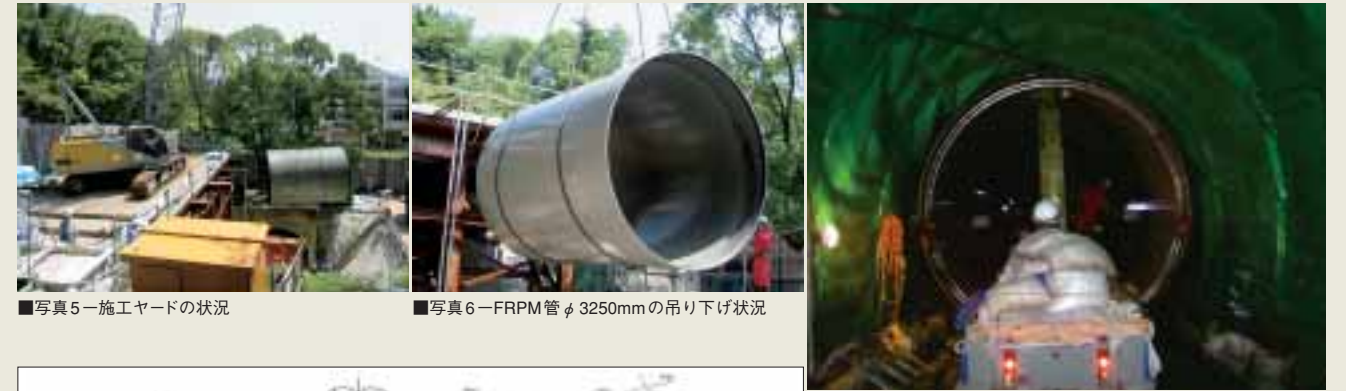
5—補修・補強方法の検討

調査の結果により、縦断方向のクラックとひび割れからの漏水が確認されたため、隧道の構造安全性と水密性の観点から、対策が必要な範囲を評価しました。評価結果の縦断プロフィールから、ほぼ全線にわたり、補修・改修が必要となりました(図3)。そこで、構造的補強を可能とする3工法(①二重巻工法、②鋼板内張工法、③既製管挿入工法)について比較しました。二重巻工法は、コンクリート構造物であるため既設と同

様に将来的にクラック補修や防食塗装の塗替え等の維持管理費が必要となります。鋼板内張工法は、補強後の配水池貯水容量の確保において有利ですが、溶接に手間と時間がかかってしまいます。既製管挿入工法は、貯水容量の減少は避けられませんが、管材料が軽量で運搬しやすく、継手の接合も押し込むだけなので施工性がよいとの評価となりました。また、この工法は他の工法に比べ、メンテナンスフリーなことからも経済的となりました(表2)。

■表2—工法比較表

項目	工法	二重巻工法	鋼板内張工法	既製管挿入工法
工法の概要 概要図				
	工種	コンクリート打設(スライドセントル) 内面エポキシ樹脂塗装・目地処理	鋼板内張・隙間裏込め注入 内面エポキシ樹脂塗装	既製管(FRPM管)挿入・隙間裏込め注入
経済性	LCC	1.3 △	4.0 ×	1.0 ○
施工性	内容	・スライドセントル型枠を使用する。 ・コンクリート打設に運搬設備が必要。	・鋼板の搬入及び現地溶接の面で他と比べ劣る。	・FRPM管による既製管挿入工法は、押し込むだけで接合できる。
		△	×	○
減少容量	容量	容量減少を伴う	容量の減少が少ない	容量減少を伴う
		△	○	△
工期(月)		8	12	6
総合評価	総評	・再度ひび割れ発生の懸念がある。	・容量確保が可能だが、経済性で劣る。	・経済性、施工性に勝る
		×	△	○



■写真5—施工ヤードの状況

■写真6—FRPM管φ3250mmの吊り下げ状況

■写真7—管の挿入工事と防水シート



■図4—施工ヤード計画

がわかります。

(3) 実際の施工

工事は、平成18年12月から始まり、平成19年12月末完成の工期で行われています。施工前の調査において、既設隧道のアンダードレーンが目詰まりしていることが確認されたため、裏込めと既設覆工の間に、裏面に通水断面を確保できる防水シートを設置することで、挿入管への外水圧対策とすることになりました。写真7は防水シートの内側をギリギリのスペースで管を挿入しているところです。

6—日本最大径のFRPM管(強化プラスチック複合管)による隧道補修

(1) 管径の決定

隧道内の測量結果から、円形管を内挿した場合、エアモルタル充填空隙や管厚を考慮すると、限界の管径は3,250mmとなりました。

一方、内挿用強化プラスチック複合管内圧管(強化プラスチック複合管協会規格)は、呼び径の最大が3,000mmまでとなっており、この管を採用した場合、配水池貯留容量は約5,600m³(満管貯留)に減少し、現在の10,000m³から大幅な能力低下となってしまいます。

そこで、強化プラスチックの製作メーカーへ製作可能な最大管径をヒアリングした結果、3,250mmまでは

既存の工場設備の範囲で製作可能との回答が得られたことから、これを採用することとしました。なお、貯水容量の減少については他系統との配水区域境界の調整を行うことで対応可能な範囲となりました。

(2) 施工ヤード

工事現場は、池田市の五月山公園の一部で、通常は児童文化センターに来る子供達の遊び場として利用されている空間となっています。そのため、施工ヤードとしての改変は最小限に留める必要がありました。

そこで、図4に示すように仮設構台を組み立て、クレーンを据え付ける計画とし、1日5本のFRPM管を仮置きできるスペースを確保しました。写真5～6は施工中の現場写真ですが、管の大きさと施工ヤードの狭さ

7—おわりに

現在、多くの上水道事業において、昭和30～40年代にかけて大量に築造した施設の補修および更新の時期を迎えています。一方、工事時の代替施設が無いために、その補修や点検もままならない状態となっているケースもあります。ここで紹介した隧道配水池の補修工事は、他系統の整備によるバックアップ機能の整備を計画的に進めたことで、点検・補修が実施可能となりました。

本設計が、今後の水道施設の更新と高水準化の一事例として参考とされることを願っています。