

施設設計のイノベーション

—経済成長期に整備されたポンプ設備の更新—

鹿児島市水道局 水道整備課

1. はじめに

鹿児島市は、九州の南端、鹿児島県本土のほぼ中央部にある人口約59.3万人の中核市です。市街地は、鹿児島湾に流入している甲突川等の河川により形成された小平野部にあり、その周辺は、海拔100~300mの丘陵地帯（シラス台地）となっています。

過去5年間の平均によると、鹿児島市の平均気温は18.9℃であり、温暖な気候に恵まれています。

県庁所在地である本市には、世界文化遺産の「明治日本の産業革命遺産」や鹿児島のシンボルの1つである「桜島」があります。東寄りの風が吹く日には、活発な火山活動を続けている桜島の火山灰が市街地に降ることがあります。



写真1 上之原配水池建設（大正8年）
（奥に映るのは錦江湾と桜島）

2. 水道事業

本市の水道は、大正8年に七窪水源地、上之原配水池を中心とする水道施設によって近代水道として通水して以来拡張を続け、令和2年度末時点で、給水人口約57.4万人に達しています。

水源としては、表流水・湧水・地下水及び伏流水があり、施設能力の割合は表流水の3浄水場が日量178,800m³で全体の58.0%となっています。また、表流水の3浄水場以外の水源地が七窪水源地など104カ所あり、日量129,650m³で42.0%となっています。

浄水場・水源地の浄水の多くは、ポンプで配水池へ送水され、配水池から配水管を通過して自然流下で各家庭へ給水されます。



写真2 現在の市街地及び桜島
（写真1と同様のアングル）

3. 施設設計のイノベーション

本市は、経済成長期や市勢の発展に伴い、昭和40年代から平成の初めにかけて団地開発が進み、それに併せて低地の水源から高台への送水施設が多数整備されました。これらの施設の設備が徐々に更新時期を迎え、現在は、新規施設の拡張工事は少なく、ほとんどの工事は更新工事となっています。

本市は、節水機器の普及や給水人口の減少により、給水量が減少してきており、それに伴いポンプ能力が過大になっていることから、更新に伴うポンプ能力の見直しは非常に重要となっています。

今までの運用方法にとらわれず、更新対象施設に関わる施設全体の水運用を再検討することで新たな成果が得られたので事例を紹介します。

4. 新郡元水源地（事例1）

(1) ポンプ更新に伴い改善したい点（図1参照）

更新前は、低地に位置する新郡元水源地（LWL=3.3m）から団地の中腹に位置する紫原第二配水池（HWL=104m）へ送水し、さらに紫原第二配水池から紫原第三配水池（HWL=120m）に送水していました。

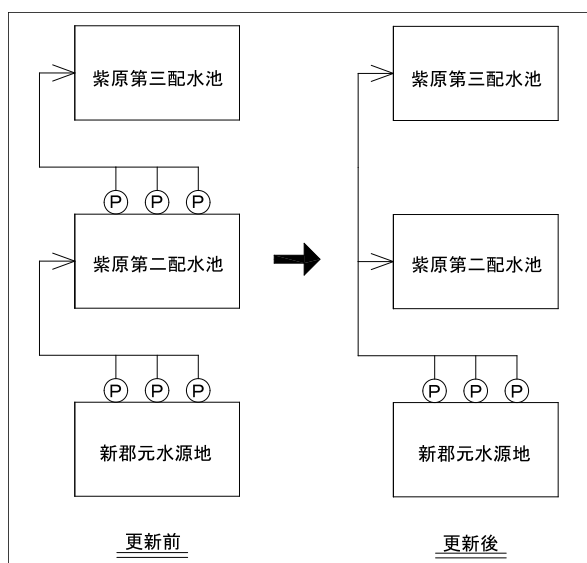


図1 新郡元水源地フロー

団地が低地から高台に向けて段階的に開発されたため、2段階送水の運用になっていましたが、この運用では今後も紫原第二配水池のポンプ設備の更新費や維持管理費が必要となります。

(2) 検討

紫原第二配水池と紫原第三配水池の揚程は大きく変わらないため、新郡元水源地から紫原第三配水池へ直接送水できるのではないかと考えました。

検討の結果、新郡元水源地の送水ポンプの全揚程を既設ポンプより約12m高くし、紫原第二配水池に新たに流入設備を新設することで、紫原第三配水池へ直接送水が可能であることが判明しました。

紫原第三配水池へ直接送水することで紫原第二配水池のポンプ設備を廃止でき、電力料金の削減が可能となります。

コスト面以外でも、設置機器が減ることで維持管理の業務量が軽減されます。またポンプ室が必要なくなり施設の省スペース化のメリットもあります。

表1 新郡元水源地コスト比較表 (千円)

	当初案	変更更新案	差額	
機器容量	110kW×3台 (ポンプ設備) 11kW×3台 (ポンプ設備)	110kW×3台 (ポンプ設備) 0.4kW×1台 (流入設備)		
イニシャルコスト (更新工事費)	105,100	118,300	13,200	
ランニング コスト (35年で算定)	分解 整備費	45,530	38,280	△7,250
	電力料金	784,500	670,300	△114,200
計	935,130	826,880	△108,250	

(3) 施工及び運用状況

検討結果を踏まえて、新郡元水源地から紫原第三配水池へ直接送水する案で平成30年度から令和元年度にかけて施工を行いました。

紫原第二配水池の水位制御は、流入設備を設置し、自身の水位のみで弁の開閉を行うこととし、新郡元水源地のポンプの運転制御は、紫原第三配水池の水位をみて発停することとしました。

新郡元水源地のポンプが運転していない際に紫原第二配水池の水位が下がると、紫原第三配水池から自然流下で流入します。

配水池が団地内にあるため、周辺の側溝が小さく、運用を切り替える際の排水方法が懸案事項でしたが、更新工事に併せて排水弁を新たに設置し、排水先を複数設けて同時に排水を行うことで対応しました。

また、紫原第二配水池から紫原第三配水池の送水管は、更新前は送り方向のみの流れでしたが、更新後は逆流も生じる運用となるため、洗管を要しましたが、複数回に分けて段階的に洗管を行うことで対応しました。

5. 伊敷台ポンプ所（事例2）

（1）施設概要

伊敷台ポンプ所（LWL=20.2m）は、河頭浄水場（表流水）から送られてきた水を伊敷台第一高区配水池（HWL=137.5m）へ送水しています。伊敷台第一高区配水池は通常、配水のみを行っていますが、非常時は湧水を水源とする妹子谷ポンプ所へ補水を行えるように、相互連絡管が整備されています。

通常時の最大配水量が2,200m³/日であるのに対して、非常時の最大補水量は5,400m³/日です。したがって補水時は、通常時の約3倍の7,600m³/日を伊敷台ポンプ所から送水する必要があります。

この水需要に対応するために、大容量のポンプが2台設置されており、通常は約8時間/日の短時間運転をしていました。

（2）検討

今回のポンプ更新に伴い、容量を小さくしポンプ台数を増やすことで、必要とされる水需要の変

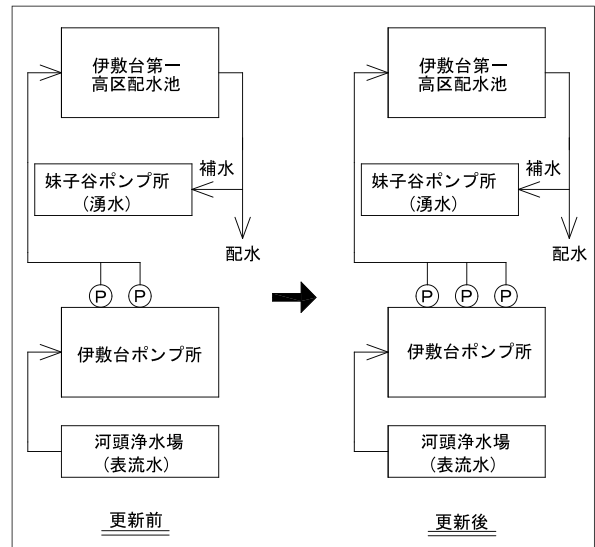


図2 伊敷台ポンプ所フロー

化に柔軟な対応ができるのではないかと考えました。

検討の結果、計画送水量7,600m³/日に対して、ポンプ台数を2台から3台に増やす案が優れていることが判明しました。1台当たりの容量は2,600m³/日と小さくなり、効率的な長時間のポンプ運転が可能になることで、通常時の電力料金削減が可能となります。次回更新までの35年間で、概算で約2,700万円のコスト削減を見込めます。また、非常時は3台並列運転できるように制御回路を組むことで、非常時の大きな水需要にも対応可能となり、災害に強い水道施設を保持したまま1台当たりのポンプ容量を小さくできます。

表2 伊敷台ポンプ所コスト比較表

(千円)

		当初案	変更更新案	差額
ポンプ容量		110kW×2台	75kW×3台	
イニシャルコスト (更新工事費)		58,700	65,600	6,900
ランニング コスト (35年で算定)	分解 整備費	36,110	34,590	△1,520
	電力料金	316,000	283,000	△33,000
計		410,810	383,190	△27,620

(3) 施工及び運用状況

検討結果を踏まえて、令和元年度から令和2年度にかけて施工を行いました。

ポンプの運転制御は、通常時は1台運転で3台が交互に運転します。非常時は現場のスイッチで3台運転モードに切り替えることで、最大で3台並列運転を行うことができます。

非常時の運用の頻度は少なく、運転も長期間続く可能性は低いため、非常時の運用に対する予備機は設けずコスト縮減を図りました。

なお、1日10分程度、ポンプの3台並列運転を自動で行う制御とし、通常時から管内流速を速くすることで、非常時の運用で管内流速が速くなった際も濁りは発生せず、すぐに運用を切り替えられる工夫をしました。

更新前は、ポンプ室にポンプが平行に据え付けられており、増設スペースは設けられていませんでしたが、更新後は、維持管理スペースを最低限確保し、空きスペースに1台は据付を行いました。

設備停止ができない状況で、手狭なポンプ室内での配管の繋ぎ替えは苦慮しましたが、更新手順を10以上のステップに分け、また、本設バルブを仮設にも流用するなどの対応をとり、無事に完成することができました。

更新前と比較すると整然とした配置とは言えず、維持管理スペースはやや小さくなるため、一般的には敬遠されがちな方法かと思いますが、今後の大きな更新需要に対応するためには、今回のようなコスト縮減が必要であると思い、上記の案を採用しました。

6. 課題

今回は関係者の方々の協力があり、コスト面や維持管理面で成果を得ることができました。

しかし、今回紹介した事例はほんの一例で、本市にはポンプ施設が100施設以上あり、今後、大きな更新需要が見込まれていることから、今回限りの成果とせず、継続的に全ての施設で計画的か

つ効率的な更新を行っていく必要があります。

7. 今後

上記の課題を解決するために、今回工事を含め、過去の更新工事の事例なども参考として、ポンプ更新に伴う検討項目を整理し、本市で作成している「水道施設の設計施工基準」に記載することで、標準化を進めたいと考えています。

標準化を進め、事例を蓄積することで、技術継承を図ることができると考えています。

8. おわりに

全国会議に参加した先輩職員から、「他都市は全国会議にベテラン職員だけでなく、若手・中堅職員も積極的に参加しているよ」と背中を押してもらったのが2年前でした。そこから論文を作成し、上司や先輩に添削をしてもらい、令和2年度の全国会議に提出することができました。全国会議は、全国の水道事業に関わる方々と交流を深め、知見を広げる貴重な機会であると思い、非常に楽しみにしていました。

残念ながら、新型コロナウイルス感染症の影響で全国会議は中止となってしまいましたが、またいつか全国会議に参加したいと考えています。

このような紙面に寄稿させていただくことは、非常に僭越ですが、今後も水道事業の発展に微力ながら貢献していけるように励んでいきたいと思っています。

