

専用水道施設の再構築計画

(株)東京設計事務所 関西支社 ○朝見 周平
中西 康裕

専用水道施設は水道施設に比べ全国的に更新・耐震化が遅れている状況にあり、老朽化の進行や耐震性の確保などの課題解決のため、計画的に更新・耐震化を進めていく必要がある。

しかしながら、専用水道の財政基盤が脆弱であることから、更新等に際しては安定給水の確保等を前提として、計画的にコスト削減を図ることが望まれる。

本論文では防災拠点に指定されている A 公園の老朽化した専用水道施設を対象に、再構築の検討を行い、コスト削減を図って更新計画を策定した事例を紹介する。

Key Words : 専用水道、再構築、老朽化、耐震性

1. はじめに

本論文は令和 2 年度水道研究発表会において発表した論文¹⁾に対し、今後の小規模水道の更新計画策定に資するよう、さらなる検討・考察を加えたものである。

A 公園は 1960 年代後半に運用を始め、各種スポーツ大会が開催される競技施設とともに、プール、トレーニングセンター、宿泊施設、遊具及び広場等を有し、敷地面積は約 50ha、年間利用者は約 60 万人である。

A 公園の専用水道施設の概要を表 1 に示す。

専用水道の施設・管路は建設から約 50 年が経過し、老朽化が著しいうえに、旧耐震基準により建設されているため、A 公園が防災拠点に指定されているにもかかわらず、耐震性は低いと想定されている。また、プール、トレーニングセンターや宿泊施設が近年整備されたことに加え、管路の漏水量が多いことから夏期の給水量が施設能力等を上回る状況にあるため、プール等の水使用を制限している。

このような課題に対応するため、A 公園の専用水道施設の更新計画を策定した。

表 1 専用水道施設の概要

項目		概要	
施設	水源	水源種別	伏流水
		取水可能量	700m ³ /日
	浄水施設	処理方式	凝集沈殿ろ過（ろ過機）
		施設能力	700m ³ /日
	配水池	RC造 容量500m ³	
管路	導水管	硬質塩化ビニル管 φ150 L=1,369m	
	送水管	ダクタイル鋳鉄管（K型継手） φ150 L=895m	
	配水管	ダクタイル鋳鉄管（K型継手）等 φ20～φ200 L=5,447m	
	中水管※	硬質塩化ビニル管等 φ20～φ200 L=4,485m	
	給水管	硬質塩化ビニル管等 φ20～φ200 L=5,834m	

※中水管は雨水を利用してトイレ用水等を供給する管路

2. 検討フロー

本計画の検討フローは図-1に示すとおりである。

本論文は、水道研究発表会で発表した専用水道施設の再構築計画の概要に加え、その経済性評価等の詳細並びに前段の専用水道施設の診断評価及び後段の事業計画について、各々、考え方・条件・結果等を示す。

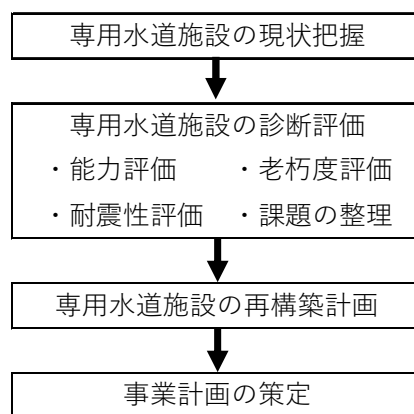


図-1 本計画の検討フロー

3. 専用水道施設の診断評価

3.1 能力評価

A公園への給水量を図-2に示す。

施設能力 700m³/日に対し、近年の一日最大給水量実績は 640~670m³/日となっているが、これはプール等の給水量が増加する夏期の休日においてプール水の補給や公園内の散水等を制限した結果である。制限せずに給水を行う場合、給水量は約 800m³/日に増加すると推定されるため、本計画においては基本とする一日最大給水量を 800m³/日とした。この一日最大給水量に対し、既存の取水・浄水施設の能力は 700m³/日であり、100m³/日不足することとなった。

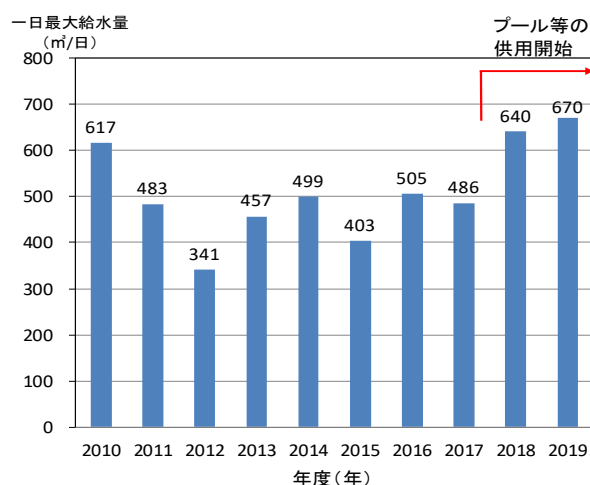


図-2 一日最大給水量の実績

3.2 老朽度評価

老朽度評価は省力化して簡易に行うこととし、施設の設置年度等のデータを用いて行った。老朽度評価結果を表-2に示す。

老朽度評価は専用水道の施設、管路を対象に、設置年度からの経過年数と実耐用年数との比較により行った。実耐用年数は「水道事業におけるアセットマネジメント(資産管理)」に関する手引き(平成21年7月、厚生労働省)に記載の手法を参考に、法定耐用年数(地方公営企業法施行規則)の1.5倍とした。

構造物は老朽度が低いものが多いが、浄水施設の管理棟は実耐用年数に達していないも

表-2 老朽度評価結果

項目		設置年度 ①	実耐用年数 ②	更新必要年度 ①+②	老朽度	
施設	取水施設	取水口	1969	90	2059	○
		ポンプ棟	1969	75	2044	○
		機械設備	2015	23	2038	○
		電気設備	1991	23	2014	×
	浄水施設	沈澱池等	1969	90	2059	○
		管理棟	1969	75	2044	× ^{*1}
		機械設備	1991	23	2014	×
		電気設備	1995	23	2018	×
配水施設	配水池	1995	90	2085	○	
管路	導水管、送水管 配水管、中水管 給水管	1969	60	2029	× ^{*2}	

○：実耐用年数に達しておらず、老朽度は低い
 ×：実耐用年数を超過し、老朽度は高い
 ×^{*1}：実耐用年数に達していないが、壁のひび割れや鉄筋の露出があり、老朽度は著しく高い
 ×^{*2}：実耐用年数に達していないが、漏水が多発しており老朽度は著しく高い

の、目視調査から壁のひび割れや鉄筋の露出が確認され、老朽度が著しく高いと評価した。設備は実耐用年数から、取水施設の機械設備を除き全体的に老朽度が高いと評価した。管路は実耐用年数に達していないものの、漏水が多発している状況であり、老朽度が著しく高いと評価した。

3.3 耐震性評価

耐震性評価は専用水道の施設・管路を対象に、施設は設置年度により、管路は管種（継手）等により各々行った。耐震性評価の基準及び結果を表-3に示す。

施設については、設置年度から取水・浄水施設は耐震性が低く、配水施設（配水池）は一定の耐震性を有するものの、現行の耐震基準を満たしていない。

管路は導水管、中水管、給水管は硬質塩化ビニル管を用いているため、耐震性が低い。送水管、配水管は管種（継手）が主にダクタイル鋳鉄管（K形継手）であり、地盤条件により耐震適合性が異なるため、公園内の地盤に応じて、耐震適合管または耐震性の低い管と評価した。

表-3 耐震性評価の基準及び結果

区分	耐震性評価の基準 ^{※1}	評価対象	設置年度／管種(継手)	評価結果
構造物	○：1997年指針（レベル2地震動対応）に基づくもの △：1979年指針（標準設計水平震度0.2以上;レベル1地震動相当対応）に基づくもの ×：上記以外 ※出典：水道施設耐震工法指針・解説（1979年版及び1997年版 日本水道協会）	取水施設	1969年	×
		浄水施設	1969年	×
		配水施設	1995年	△
管路	○：耐震管（ダクタイル鋳鉄管(耐震継手)等） △：耐震適合管（良い地盤のダクタイル鋳鉄管(K形継手)等） ×：上記以外 ※出典：管路の耐震化に関する検討報告書（平成26年6月 厚生労働省）	導水管	硬質塩化ビニル管	×
		送水管	ダクタイル鋳鉄管(K形)	×・△ ^{※2}
		配水管	〃	×・△ ^{※2}
		中水管	硬質塩化ビニル管	×
		給水管	〃	×

注) ※1 ○：耐震性を有する（現行の耐震基準を満たす）
△：一定の耐震性を有するものの、現行の耐震基準を満たさない等
×：耐震性は低い
※2 送水管・配水管は良い地盤（砂礫質台地等）又は悪い地盤（谷底低地）に位置している。

3.4 現状の問題点

診断評価結果より、専用水道施設の現状の問題点をまとめると以下ようになる。

①能力評価

近年、給水対象の拡大、管路漏水の増加により給水量が増えており、給水制限を行わない場合、一日最大給水量は800m³/日となり、現状の施設能力は不足している。

②老朽度評価

専用水道施設は供用開始から約50年が経過しているが、修繕や更新等を計画的に行っていないため、一部の構造物等を除き、老朽化が著しく進行している。

③耐震性評価

専用水道施設は更新や耐震補強等を計画的に行っていないため、配水池以外の施設は

耐震性が低く、管路についても耐震性は基本的に低い状況にある。

4. 専用水道施設の再構築計画

4.1 対象施設

再構築計画の対象施設について、中水管は現在、雨水の利用を行っておらず配水用に使用していること、さらに配水管と同路線に埋設されていることから廃止し、配水管に統合するものとした。

再構築計画は後述の各ケースの経済性を適切に評価するため、廃止する中水管及び全ケースが同じ規模となる末端の給水管を除き、全ての施設及び管路を対象に検討した。

4.2 再構築ケースの設定

専用水道施設の再構築の検討ケースを以下に示す。

- ケース 1：能力を一日最大給水量の 800m³/日として専用水道施設を更新。
- ケース 2：能力を既設と同じ 700m³/日として専用水道施設を更新(漏水削減を前提)。
- ケース 3：水道事業の管路等を整備し、水道施設から給水。能力は一日最大給水量の 800m³/日とする。

再構築ケースは水道研究発表会で報告した検討ケースと同様であるが、模式図を図-3に示し、各ケースの設定の考え方を以下に、より詳細に説明する。

(ケース 1 について)

施設能力は給水制限を行わない場合の一日最大給水量である 800m³/日とした。

(ケース 2 について)

公園内の管路は、漏水調査を行った結果、漏水件数は 8 件、漏水量は約 100m³/日と推定された。漏水は管路の経年化等によって生じるが、今後定期的に漏水調査を行って、漏水量の増加を防ぐことを前提とし、施設能力を 700m³/日（一日最大給水量 800m³/日－現状の漏水量 100

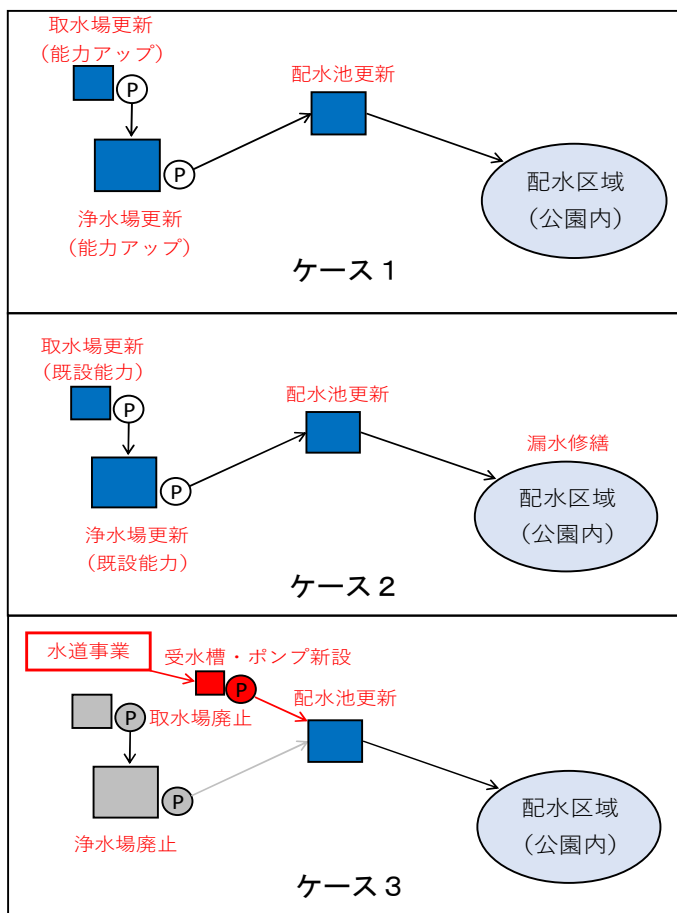


図-3 再構築ケースの模式図

m³/日) として既設と同じとした。

(ケース 3 について)

専用水道の取水場・浄水場を廃止し、水道事業からの管路を新たに整備し、既設配水池へ送水することとした。配水池以降は現状と同様の運用となる。一日最大給水量は 800m³/日とする。ただし、水道事業の加入金及び水道料金を支払う必要がある。

4.3 再構築ケースの評価

(1) 経済性

各ケースについて水理・容量計算等を行い、工事費及び一年あたりのトータルコストを算出した結果を表-4 に示す。

施設能力を 800m³/日として更新するケース 1 は、工事費・トータルコストとも高価となり不経済である。

浄水場等を廃止し、水道事業から給水を行うケース 3 は、水道事業の配水管等の整備が必要となるが、全体の工事費は他のケースに比べ廉価となる。

しかしながら、水道料金の支払いが発生するため、トータルコストは高くなる。

計画的に漏水修繕を行い、現状と同じ 700m³/日の能力で更新を行うケース 2 は、工事費がケース 1 に比べ廉価であり、トータルコストが最も低く経済性に優れる。

表-4 各ケースの工事費、トータルコスト

項目		ケース1	ケース2	ケース3	
工事費 (百万円)	専用水道	取水施設	27	26	—
		導水管	100	100	—
		浄水場	377	346	—
		送水管	65	65	65
		配水池	77	77	77
	水道事業	配水管等	—	—	380
		受水槽 (ポンプ、追塩含む)	—	—	28
		加入金	—	—	7
	小計		853	821	764
	トータルコスト (百万円/年)	①減価償却費※1	小計	21.6	20.6
②維持管理費		薬品費、電力費	1.4	1.3	0.9
		人件費	3.2	3.2	0.6
		漏水調査※2	—	0.2	—
		水道料金	—	—	13.0
小計		4.6	4.7	14.5	
合計		26.2	25.3	26.8	

注) ※1 : 耐用年数を更新基準年数ベースとし、土木構造物90年、建築物75年、設備23年、管路60年として算出。
 ※2 : ケース 2 は漏水調査費 (1回100万円、5年に1回実施) を含む。

表-5 各ケースの総合評価

(2) 総合評価

各ケースについて、経済性を含めて総合評価を行った結果を表-5 に示す。

ケース 1 は施工性や耐震性に問題はないが、能力増量により水利権の増量申請やそれによる関係機関協議等が必要となり、また経済性の面でも不利である。

ケース 3 は水道事業の配水管の更新に協議及び時間が必要であること、さらに水道事業の施設・管路は耐震性が十分確

項目		ケース1	ケース2	ケース3	
整備施設	施設能力 (m ³ /日)	800	700	800	
	整備・更新内容	専用水道の取、浄水場、配水池、管路等	同左	水道事業の配水管、専用水道の配水池、管路等	
評価	関係者との調整	内容	水利権の増量に関し、河川管理者との協議・調整が必要	課題は特になし	水道事業配水管の整備に関し、水道事業者との協議・調整が必要
		評価	×	○	△
	施工性	内容	特に問題はない	同左	水道事業の配水管の整備が必要
		評価	○	○	△
	耐震性	内容	更新により、耐震性を確保	同左	水道事業の管路等は耐震性が不十分
		評価	○	○	△
	経済性	概算工事費 (百万円)	853	821	764
		トータルコスト (百万円/年)	26.2	25.3	26.8
		評価	×	○	×
	総合評価	内容	経済性や関係者との調整の面で劣る	全ての点で優れる	ケース2と比較し、全体的に劣る
評価		×	○	△	

保できていない等の課題があり、トータルコストも高い。

ケース 2 は関係者との調整、施工性、耐震性の面で課題はないこと、さらに経済性（トータルコスト）の面で最も優れることから再構築計画として採用した。

5. 事業計画

採用した再構築計画に基づき、事業計画を策定した結果を表-6 に示す。

事業計画の対象は配水池以外の全ての施設、管路とした。配水池については今後、耐震診断を行って対策（現状維持・耐震補強・更新）を検討することとした。

取水・浄水施設は小規模の構造物内に設備が配置され、空きスペース等が基本的に

なく、補強工事を行うことが困難であるため、耐震化は耐震補強ではなく、更新（現行の耐震基準を有する施設に更新）により行うこととした。

事業計画は、実施期間を前期（2020～24 年度）、中期（2025～29 年度）、後期（2030 年度～）に分け、老朽化が著しく、漏水が発生している送水管、配水管、給水管は優先して前期に更新することとした。その後、老朽化が進行している浄水施設、導水管を前・中期に更新することとした。取水施設は実耐用年数を超過している電気設備は前期、それ以外の構造物・機械設備は後期の更新とした。

6. おわりに

専用水道施設の更新にあたり、簡易な診断評価を行った上で、コスト削減の観点から単純な更新だけではなく、漏水対策による給水量削減により更新施設能力を抑えることや、水道事業からの給水により取水施設・浄水施設を廃止することについても合わせて検討し再構築計画を策定した。

本論文が経営基盤の脆弱な専用水道をはじめ、小規模水道の更新計画策定の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 朝見周平, 中西康裕: 老朽化した専用水道の更新計画, 令和 2 年度水道研究発表会講演集, pp.120-121, 2020.

表-6 事業計画

項目	前期					中期					後期	計	
	2020	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30～		
①取水施設				←電気設備更新→							←→	←→	
②導水管				←更新(関係機関との調整含む)→									←→
③浄水施設			←更新→										
④送水管	←更新→												
⑤配水管、給水管	←更新→												
事業費(百万円)	839										57	896	

※表-4、表-5と全体事業費が異なるのは、給水管の更新費用を含むためである。