

水道ビジョン策定における AM 手法の適用事例

日本水工設計 (株) 東京支社 寺井 達也

1. はじめに

厚労省が国の水道ビジョンを策定し、水道事業体に地域水道ビジョンの策定を求めた目的の一つに、中長期の更新需要及び財政収支見通しに基づく、計画的な施設更新と資金確保の啓蒙がある。しかし、水道ビジョン策定割合は平成 22 年 10 月 1 日現在、事業数ベースでは上水道事業 44%、用水供給事業 58%に留まっている。また、水道ビジョン策定において中長期の更新需要や財政収支見通しを検討した事例は少ないように思われる。

施設更新を含む資産管理手法としては、平成 21 年 7 月に厚労省から「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」(以下「手引き」という。)が公表されるなど、アセットマネジメント(AM)が注目されている。

本稿では、AM手法を活用して中長期の施設更新・維持管理計画を立案したうえで、今後 10 年間の事業計画としての水道ビジョンを策定した事例を報告する。

2. 水道事業の概要

業務対象である A 市は、中部地方に位置する人口約 68,000 人の中堅都市で、水道事業は 1 上水道事業、1 簡易水道事業の 2 事業を運営している。A 市水道事業の概要を表-1 に示す。

表-1 A 市水道事業の概要

項目	上水道事業	簡易水道事業	備考
創設年度	昭和 33 年度	昭和 26 年度	
実績給水人口	約 65,000 人	約 3,000 人	計 68,000 人
実績一日最大給水量	約 29,000m ³ /日	約 1,500m ³ /日	
水源	表流水、伏流水、湧水、 深井戸、浄水受水	表流水	
浄水処理	緩速ろ過(1)、急速ろ過(4)、 消毒のみ(4)	急速ろ過(1)、膜ろ過(1)	()は箇所数

3. 水道ビジョン策定フロー

水道ビジョン策定フローを図-1 に示す。まず、水道施設機能診断・基礎調査により現状分析・課題の抽出を行い、将来像と目標を設定する。次に、目標に対し、60 年間の施設整備及び維持管理に関する長期基本構想を策定する。水道ビジョンは、ハード面では長期基本構想に基づくものと当面課題に対応するものを取り入れ、ソフト面では、経営効率化や給水サービス向上等を取り入れている。

本稿では、AM手法を取り入れた部分として長期基本構想の内容について述べる。長期基本構想は施設整備計画と維持管理計画で構成され、前者は手引きにおけるマクロマネジメント、後者はミクロマネジメントに相当する。

AMはマクロマネジメントとミクロマネジメントのセッ

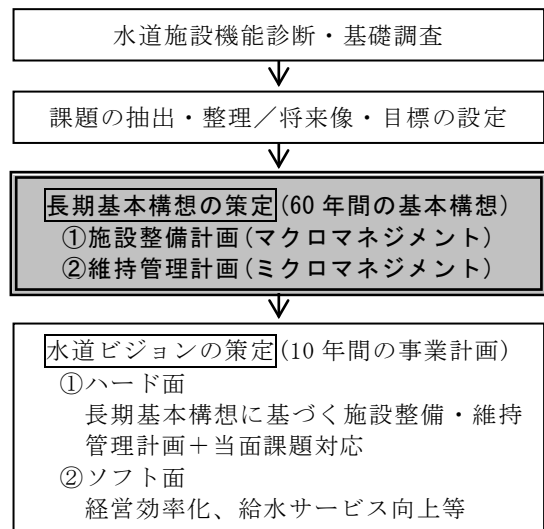


図-1 水道ビジョン策定フロー

トで効果が発揮されるが、マイクロマネジメントでは維持管理におけるリスク管理として将来的な情報蓄積の方向を提案した。

4. 現状における更新需要及び財政収支の見通し

(1) 更新需要の見通し

更新需要は、構造物及び設備は固定資産台帳の帳簿価格、管路は管種・口径別延長をもとに算出した。算出結果を図-2 に示す。特徴は以下のとおりである。

- ① 今後 60 年間の更新需要は現行料金での投資可能額の約 2.0 倍。
- ② 事業費の時期変動が大きい。(整備時期の集中)
- ③ 管路の占める割合が大きい。

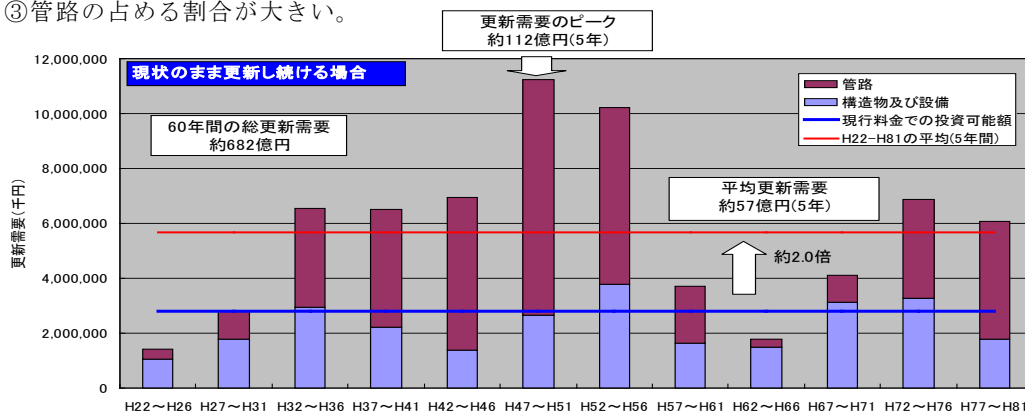


図-2 更新需要の見通し (現状)

(2) 財政収支の見通し

財政収支は、資金収支に着目し、現行料金を継続する場合と、事業継続に必要な供給単価 (料金水準) を設定する場合の 2 通りを試算した。前者の場合は更新需要の見通しから明らかなように、事業費確保のためには起債の増加が必要で、いずれは資金が底をつく結果となる。

後者の場合は、図-3 に示すように、供給単価の変動が大きく世代間の公平性が確保されず、また、ピーク時の供給単価が現状の 1.9 倍と高くなる。

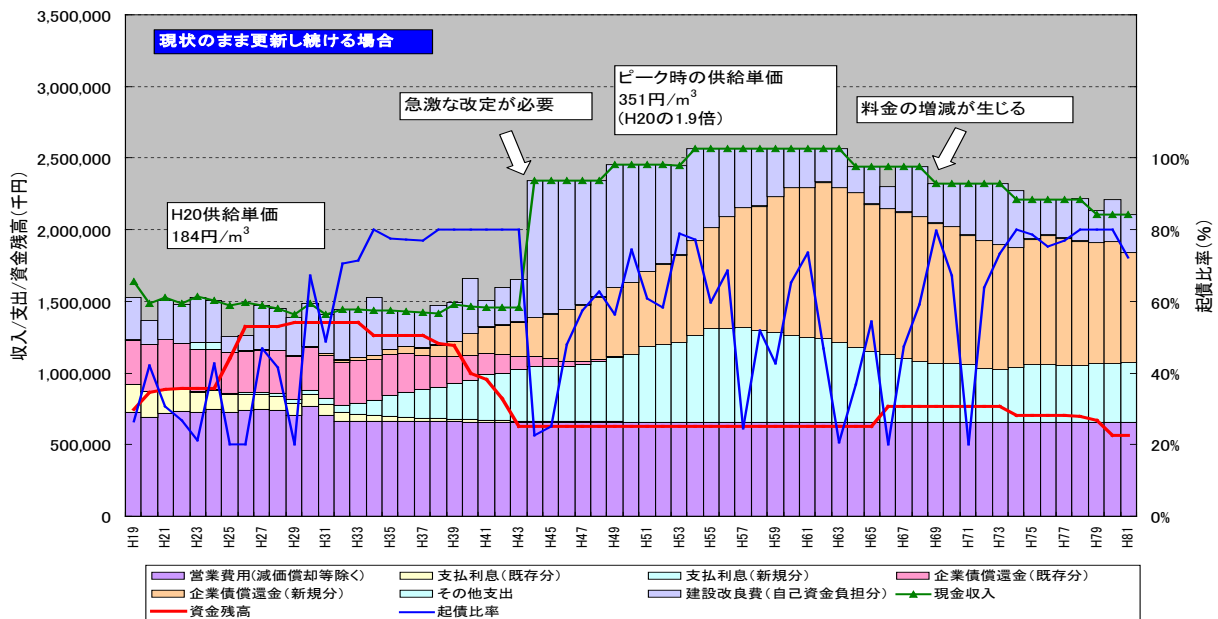


図-3 単年度資金収支と資金残高の推移 (現状、料金改定考慮)

5. 施設整備計画

（1）計画方針

現状施設の単純更新では事業継続が困難であることを踏まえ、以下の方針で施設整備計画を検討した。

①水道システムの再構築によるライフサイクルコストの低減

- ・本市水道システムの特徴として、需要に対して施設規模に余裕があること、周辺町村の合併により拡張してきた経緯から施設数（特にポンプ施設）が多いことがある。
- ・施設規模の余裕と地理的特性を活かした施設の統廃合、ポンプ施設の削減により、ライフサイクルコスト(LCC)の低減を図る。

②施設（特に管路）の延命化による施設更新費用の低減

- ・施設更新費用の低減方策には、施設の延命化、整備単価の低減がある。整備単価の低減は浅層埋設や共同施工など既に取り組んでいるもの、民間活用など個別事業ごとに取り組むものであり、現時点でのコスト低減効果は明確でない。
- ・施設の延命化、特に更新需要に占める割合の高い管路の延命化方策を検討する。

（2）水道システム再構築計画

自然流下方式への転換によるポンプ施設の削減、施設の統廃合による「LCC の低減」を第 1 目標に、現状の課題である「供給水質の向上・均一化」「バックアップ機能の向上」「環境負荷の低減」を図る水道システム再構築計画を立案した。現状施設の単純更新と比較したコスト面における効果を以下に示す。

①資産額の低減：ポンプ施設削減や施設の統廃合により、資産額が 92%まで低減され、更新費用の低減が見込まれる。

②LCC の低減：動力費、薬品費などランニングコストが低減される。

（3）構造物及び設備の整備計画

構造物及び設備について整備優先順位と更新寿命を設定し、60 年間の整備計画を策定した。

①整備優先順位の設定

水道システム再構築に係る整備は、ライフサイクルコスト低減効果を大きくするため、出来るだけ早期に整備を行う。整備優先順位は、緊急性、ライフサイクルコスト低減効果、再構築に係る整備順序の制約、既存施設の更新サイクル等を考慮して設定した。

②更新寿命の設定

本計画での更新時期は、実績や協会推奨更新時期等を参考に、表-2 のように設定した。

表-2 更新寿命の設定（構造物及び設備）

区分	法定耐用年数	本計画耐用年数	備 考
土 木	60	60	場内配管を含む
建 築	50	50	
電 気	20	20	受変電設備、動力制御設備等
機 械	15	25	ポンプ設備等。法定の 1.5 倍相当
計 装	10	15	計装設備等。法定の 1.5 倍相当

- ・土木・建築構造物：法定耐用年数が 50～60 年と長く、現時点での延命化の判断が困難であるため、法定耐用年数で更新するものとした。
- ・電気設備：実績 15～25 年。メーカーによる保守対応期限が設定され、代替部品の有無が制約となることが多いことから、法定耐用年数と同様の 20 年とした。

- ・機械設備：ポンプが主な機器。実績 15～30 年で予備機があることから、法定耐用年数以上の使用は可能と考える。適切な点検・修繕により、法定耐用年数の 1.5 倍程度とした。
- ・計装設備：実績 10～25 年。機械設備に比べ機能劣化は少ないと考えられ、法定耐用年数以上の使用は可能と考える。適切な点検・修繕により、法定耐用年数の 1.5 倍程度とした。

なお、水道施設の更新寿命は、運転時間や ON-OFF 頻度、周辺環境などに影響され、同じ機器であっても異なる。また、水道施設に要求される技術水準（水質基準、耐震基準等）や設備仕様は、時代とともに変化する。特に機械・電気設備は、土木・建築構造物の更新サイクルの間に 2 回以上の更新を行うことが多いため、技術水準や設備仕様の変化も考慮しながら、更新時期を設定することになる。

本計画では、十分な更新寿命実績データが得られなかったこともあり、上記のように一律の更新寿命を設定したが、後述する『6. 維持管理計画』において修繕や更新の判断を行う仕組みを計画している。今後はその仕組みに基づいて維持管理を行うことで、リスク管理と延命化を図る方針とした。

（4）管路の整備計画

管路について整備優先順位と更新寿命を設定し、60 年間の整備計画を策定した。

①整備優先順位の設定

管路の整備(布設替え)優先順位は、管種と重要度に応じて表-3 のように設定した。耐震性が低く、漏水事故が多い ACP、CIP、VP、DCIP-A 形などは優先して布設替えを行う。重要度は、導・送水管、大口径配水管、緊急時給水先供給管路、緊急輸送道路布設管路を「主要管路」と定義し、重要度の高い管路とした。

また、新規に整備する管種は耐震管を採用し、DCIP-NS 形及び水道配水用ポリエチレン管とした。

表-3 管路の整備優先順位と整備時期の目標（布設替え）

優先順位	管 種	整備時期	備 考
①	ACP	H22～H25	前倒しも考慮
②	CIP		前倒しも考慮
③	VP（主要管路）	H26 以降	前倒しも考慮
	DCIP-A 形（主要管路）		前倒しも考慮
④	VP（主要管路以外）	経年化に 合わせて 順次整備	⑤より漏水事故が多い
⑤	DCIP-A 形（主要管路以外）		
⑥	DCIP-K 形（地盤の悪い地区の主要管路）		軟弱地盤地区
⑦	DCIP-K 形（上記以外）		

②更新寿命の設定

管路は、一度埋設すると保守点検が困難であり、事後保全の対応となる。更新需要に占める管路の割合が高いため、重要度の低い管路を対象に法定耐用年数を超えて使用するものとした。更新寿命は、重要度及び管種特性を考慮し、以下のように設定した。

- ・平成元年度以降に布設されたダクタイル鋳鉄管：他管種に比べ耐久性が高い（シールコート性能の向上、外面塗装に合成樹脂塗装を採用）ことから、断水影響の大きい主要管路は法定耐用年数の 40 年程度、その他の管路は法定耐用年数の最大 1.5 倍(60 年)まで使用する。
- ・新規に布設するダクタイル鋳鉄管：ポリエチレンスリーブの設置により外面の劣化を防止して延命化を図り、法定耐用年数の 1.5 倍(60 年)まで使用する。
- ・水道配水用ポリエチレン管：石綿管や塩ビ管等と比べ耐久性が高いと考え、断水リスクの高い主要管路は法定耐用年数の 40 年程度、その他の管路は法定耐用年数の最大 1.5 倍(60 年)まで使用する。

(5) 財政計画

水道システム再構築計画、構造物及び設備、管路の整備計画を踏まえ、更新需要の見通しと財政収支の見通しを算出した。

①更新需要の見通し

更新需要の算出結果を図-4 に示す。水道システム再構築計画及び整備計画の実施により、現状施設を法定耐用年数で更新し続ける場合 (図-2) に比べ、60 年間の総更新需要は約 682 億円から約 510 億円まで、約 172 億円 (25%) 低減される。また、更新需要のピークは、5 年当たり約 112 億円から約 60 億円まで、約 46% 低減され、更新需要の低減化と平準化が図られる。

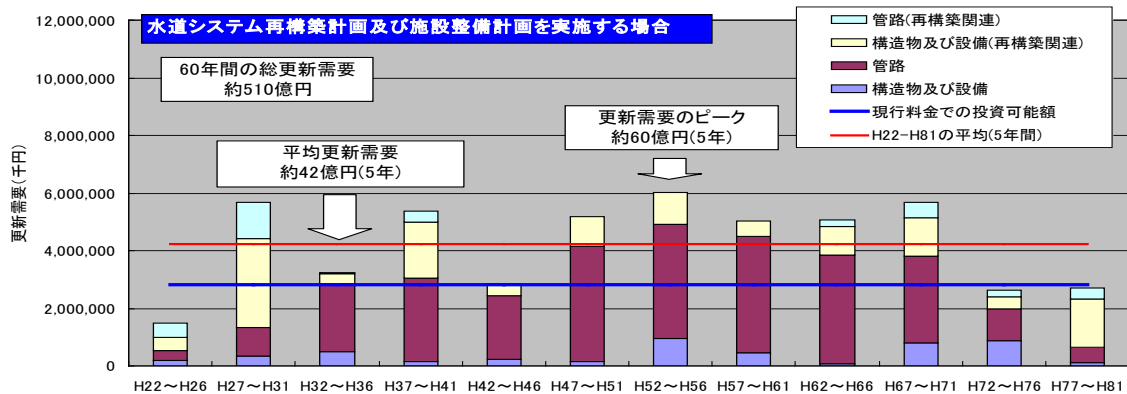


図-4 更新需要の見通し (計画)

②財政収支の見通し

現行料金を継続する場合は、起債を増加させても約 30 年後に資金が底をつく結果となるため、料金改定案を試算した。図-5 に示すように、段階的な値上げを実施し、最大で現行料金の 1.4 倍の供給単価とする必要がある。現状 (図-3) では 1.9 倍の値上げが必要であり、料金水準の低減が見込まれる。

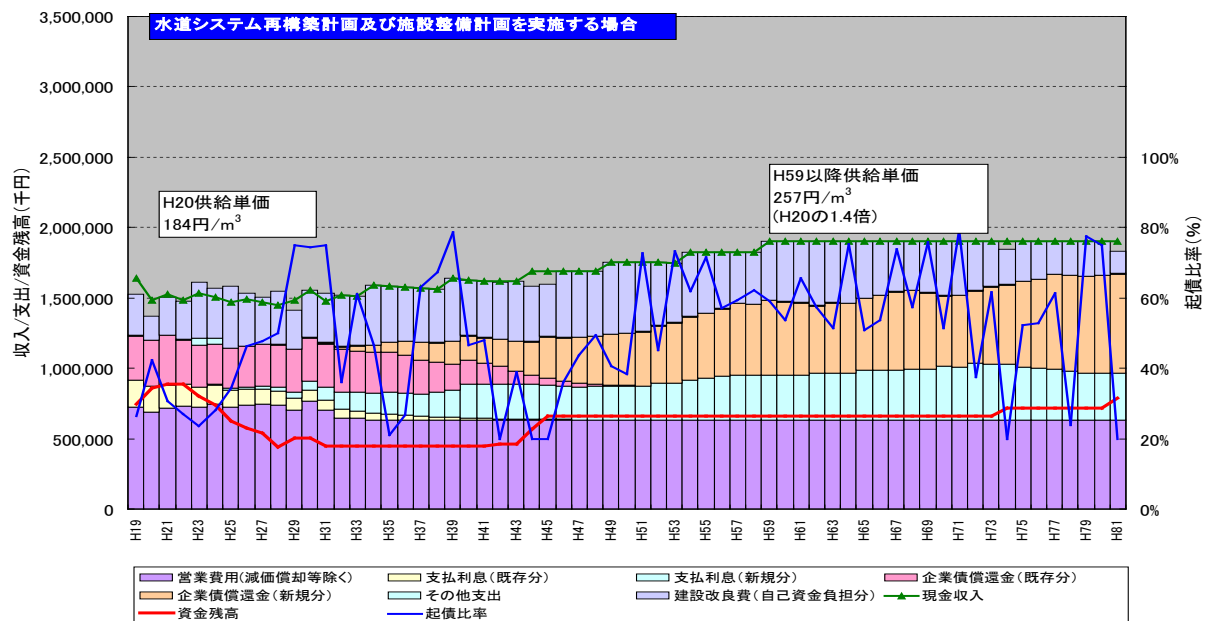


図-5 単年度資金収支と資金残高の推移 (計画、料金改定考慮)

6. 維持管理計画

(1) 計画方針

維持管理において修繕や更新の判断を適切に行うことで、必要な機能を維持しつつ、延命化によるコスト削減を図るため、以下の方針で維持管理計画を検討した。

- ① 重要度に応じた保全方式の設定：重要度に応じて管理水準にメリハリをつけることで、重要施設の機能保持の確実性向上と、以外の施設の管理費用・労力を低減して実現可能な管理計画とする。
- ② 健全度に応じた改善計画：健全度に応じた修繕や更新などの判断を行うことで、機能保持と延命化、コスト削減を図る。
- ③ 更新単位の設定：関連する複数の施設の健全度を踏まえ、二重投資を避けた改善計画を立案し、コスト削減を図る。
- ④ P D C A サイクルの構築：上記に対応した維持管理の実施方法として、維持管理計画 (P) - 施設の運転管理 (D) - 施設の状態管理 (C) - 改善計画の策定 (A) の維持管理シナリオを設定する。

(2) 維持管理シナリオの作成

図-6 に示すシナリオを作成した。

① 維持管理計画 (P)

施設ごとの機能・リスク分析を行い、重要度(表-4)、更新寿命、更新単位などを設定する。また、重要度に応じて予防保全と事後対応(修繕対応)など保全方式を設定する。

② 施設の運転管理 (D)・状態管理 (C)

日々の運転管理や点検調査(1次評価)、年1回程度の健全度評価(2次評価)を実施し、今後数年程度の間改善(修繕或いは更新)を検討する施設を抽出する。点検調査では健全度評価に必要なデータを得るものとした。健全度評価は、以下の4分類で評価表を作成した。

- ・ポンプ、バルブなど回転体(常時或いは間欠的に動く部品)を有する施設(表-5)
- ・計装設備のうち、測定精度が重要な流量計及び水質計器
- ・上記以外の機械、電気設備
- ・土木、建築構造物

③ 改善計画の策定 (A)

健全度評価の結果からのリスクの

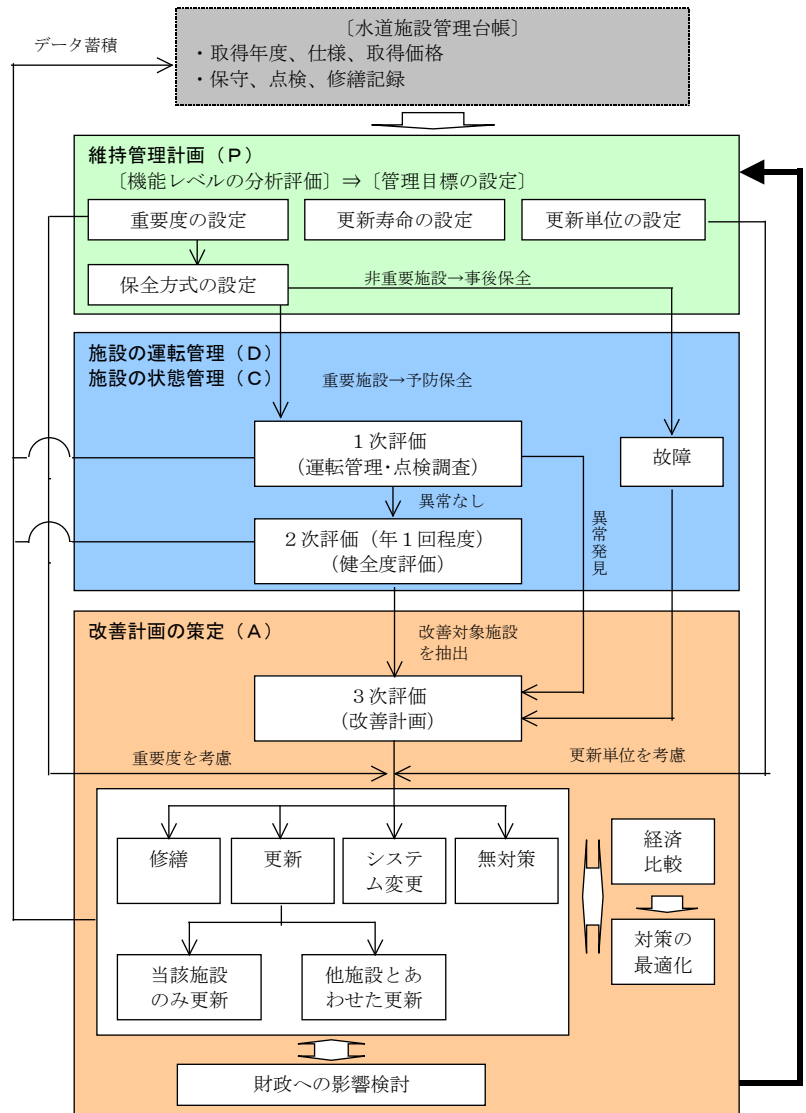


図-6 維持管理シナリオ

大小、重要度に応じたシステムへの影響度、更新単位などを勘案して、修繕、更新、システム変更、無対策など、詳細な改善計画を立案する。更新の場合は、更新単位との関連により当該のみ更新するか、他施設と合わせて更新するかの 2 通りがある。改善計画の実施にあたっては、ライフサイクルコストによる経済比較で最適な対策を選択するとともに、投資規模と料金への影響など財政への影響を検討する。改善計画の情報は水道施設管理台帳にデータ蓄積し、次年度以降の維持管理計画(P)に反映する。

表-4 重要度の判定項目の例

重要度	レベル	ユーザーへの給水影響度	処理機能への影響度	安全性 (人災・二次災害への影響度)	予備能力 (予備機の有無)	修繕交換費用	修繕交換期間
小	1	安全・安定して給水可能	処理機能に殆ど影響がない	安全性に殆ど影響がない	予備機有・交互運転	部品交換程度	交換部品有・即時修繕可
	2	短時間給水圧低下	短時間処理機能に影響	二次災害への影響がある	予備機有・間欠運転	修繕コスト小	交換部品有・修繕に短時間
	3	長時間給水圧低下	長時間処理機能に影響	人災への影響がある	予備機無・連続運転	修繕コスト中	交換部品手配要・修繕に短時間
大	4	長時間広範囲に断水	処理機能が不能	人災・二次災害への影響がある	予備機無・間欠運転	修繕コスト大	交換部品手配要・修繕に長時間

表-5 健全度評価表の例 (回転体を有する施設)

判定項目	基準点	評価点	特記事項
稼動状況	10		
使用年数超過度	40		
オーバーホール回数	10		
故障修繕履歴	主機	20	
	補機	10	
保全累計額	10		
計	100		

7. おわりに

本稿では、水道ビジョンの基礎となる長期基本構想策定において、中長期の更新需要や財政収支見通しに基づく施設整備計画の策定、施設の機能維持と延命化を実践する維持管理計画の策定など、AM手法を活用した事例を示した。

水道ビジョンでは、長期基本構想 60 年間の最初の 10 年間と位置づけ、将来的な更新需要低減のため施設統廃合など水道システム再構築計画を含む事業計画を策定した。事業計画は料金値上げを伴うものであるが、中長期の更新需要や財政収支見通しや対応方針としての施設整備計画や維持管理計画を示すことで、水道利用者等で構成される外部委員会の理解を得ることができた。AM手法はそれらを効果的に示すことができ、ビジョン策定における有用なツールと考える。