

ケーススタディ

1章 A市工業用水道事業のケーススタディ（詳細型）

1.1 事業概要

A市の工業用水道は、工業地帯における地下水汲み上げによる地盤沈下対策として、昭和35年（1960）に一日当たり11万7,000m³の給水能力により創設（A系統）され、工業用水供給を開始した。

その後、2回にわたる拡張工事（B系統）を行い、給水区域を拡大し、一日当たり36万2,000m³の給水能力をもって、現在に至っている。

1.1.1 A系統

水源はダムで、ダム下の取水ぜきから沈殿池までは上水道との共同施設である導水施設を利用し、その後は工業用水専用施設の沈殿池で沈殿処理した後、各ユーザーに供給している。排泥処理は上水道と共同処理を行っている。

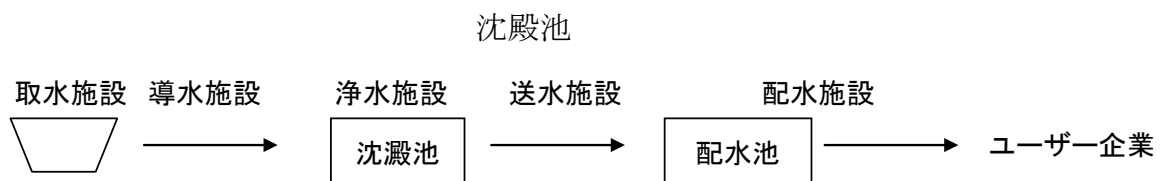


図 1.1 A系統の施設フロー

1.1.2 B系統

B系統施設は、第1期拡張事業により昭和40年9月に工業用水供給を開始した。

水源はダムで、その下流河川に設けられた取水ぜきから取水し、上水道との共同施設である導水路により、K浄水場まで導水し、浄水場内の工業用水専用施設で沈殿処理した後、工業用水供給している。排泥は、下水処理場へ送泥している。



沈殿池

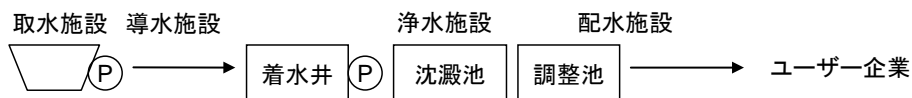


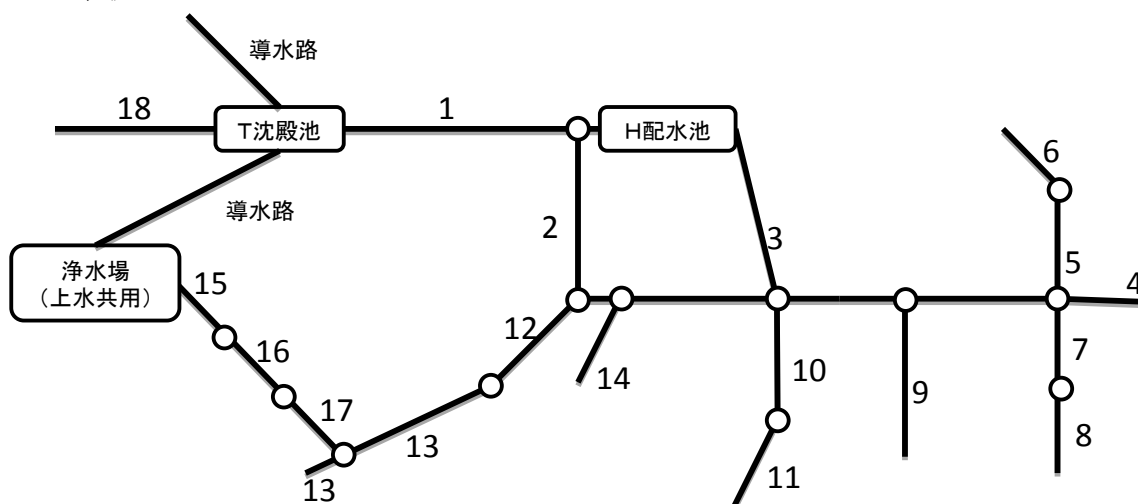
図 1.2 B系統の施設フロー

1.1.3 給水区域

工業用水道は、本市の市域内で工業用水道施設が整備されている区域に給水されている。

系統		給水能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)
A系統		117,000
B系統	第1期	150,000
	第2期	95,000
合計		362,000

・ A 系統



・ B 系統

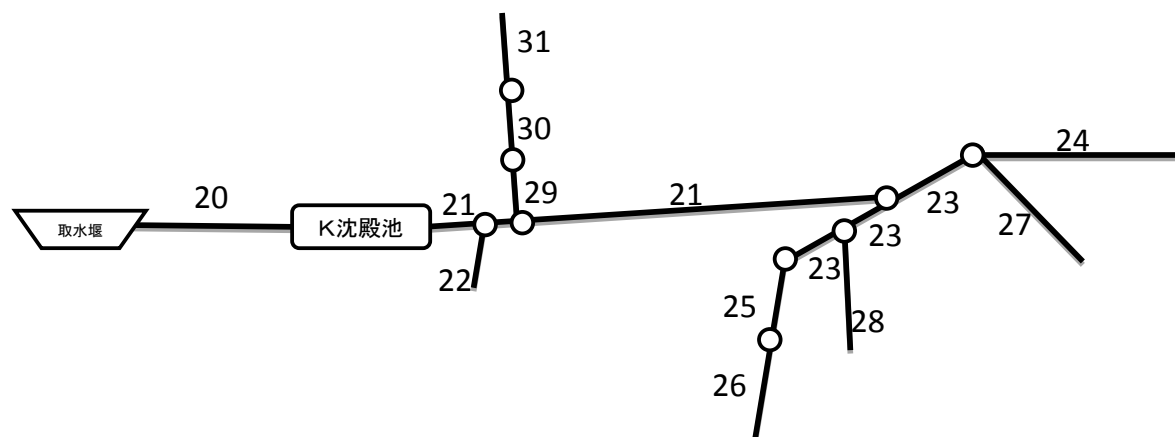


図 1.3 施設概要図

1.1.4 施設諸元

主要施設の概要は以下のとおり。

(1) A 系統

		土木・建築	
		施設	規模・構造
浄水施設			
T沈殿池	沈殿池	RC 横流式傾斜板 幅43.8m×長47.3m×深5m 処理能力:195,000m ³ /日×1池	S45
配水施設			
H配水池	配水池	PC円形ドーム造 1池 有効貯水量5,000m ³ 内径40m×水深4.5m	S43
		機械	
		設備	規模・構造
浄水施設			
T沈殿池	傾斜装置		H8
	薬品注入設備		H18
		管路	
		施設	規模・構造
配水施設			
送配水管路	送水管	φ1100 管路番号1 SP:10,933m	S33
	配水幹線	φ1100 管路番号2 SP:2,342m	S34
	配水幹線	φ1100 管路番号3 SP:10,418m	S35
	配水幹線	φ200 管路番号4 CIP:314m	S35
	配水管	φ450 管路番号5 DIP:4,736m	S41
	配水管	φ150 管路番号6 CIP:2,229m	S41
	配水管	φ800 管路番号7 SP:781m	S34
	配水管	φ200 管路番号8 DIP:1,096m	S34
	配水管	φ1500 管路番号9 DIP:1,785m	S51
	配水管	φ300 管路番号10 SP:1,842m	S40
	配水管	φ100 管路番号11 DIP:1,089m	S40
	配水管	φ500 管路番号12 SP:1,963m	S63
	配水管	φ200 管路番号13 DIP:5,041m	S63
	配水管	φ300 管路番号14 DIP:2,674m	S42
	配水管	φ600 管路番号15 SP:1,845m	S35
	配水管	φ300 管路番号16 DIP:4,066m	S35
	配水管	φ150 管路番号17 CIP:1,286m	S35
	配水管	φ150 管路番号18 DIP:2,066m	H6

(2) B 系統

		土木・建築		
		施設	規模・構造	年
取水・導水施設				
Kポンプ所	ポンプ所	RC地下式	内径24m×深43.6m(最上階は着水井)	S39
着水井	着水井	RC 1池	有効量2,190m ³ 幅9.5m×長12m×深3.2m~6.2m	S39
	着水井	RC 1池	有効量336m ³ 幅7.0m×長6.0m×深8.0m	S43
浄水施設				
K浄水場	沈殿池	RC スラリー循環形	内径32m×深3m~11m 処理能力:50,000m ³ /日×3池=150,000m ³ /日	S38
配水施設				
K調整池	調整池	RC 1池	有効貯水量11,000m ³ 幅46.5m×長60.5m×水深6m	S40
		機械		
		設備	規模・構造	年
取水・導水施設				
Sポンプ場	取水ポンプ	φ900-800kW×4台, φ900-900kW×4台 計8台		S39
Kポンプ所	揚水ポンプ	φ900-1,000kW×6台		S39
浄水施設				
K浄水場	攪拌機			S38
		電気		
		設備	規模・構造	年
取水・導水施設				
Sポンプ場	受変電設備	66KV 800A		H3
	自家発電設備	1,250KVA		H12
浄水施設				
K浄水場	受変電設備	66KV 800A		H15
	自家発電設備	25,000KVA		S63

	管路			年
	施設	規模・構造		
取水・導水施設				
導水管	導水管	管路番号20	φ2,000	S39
			SP: 3,065m	
	水管橋	管路番号20	φ2,000	S46
			SP: 3,162m	
			φ2000	S39
水管橋	管路番号20	SP: 68m	S46	
		φ2000		
		管路番号20	SP: 63m	
浄水施設				
K浄水場	連絡管		φ1350	S39
		管路番号20	SP: 383m	
配水施設				
送配水管路	配水幹線	管路番号21	φ1500	S38
			SP: 7,609m	
	配水幹線	管路番号22	φ150	S38
			DIP: 619m	
	配水幹線	管路番号23	φ1500	S37
			SP: 2,146m	
	配水幹線	管路番号24	φ700	S37
			DIP: 3,475m	
	配水管	管路番号25	φ900	S37
			SP: 1,343m	
	配水管	管路番号26	φ300	S37
			DIP: 836m	
	配水管	管路番号27	φ800	S40
DIP: 2,404m				
配水管	管路番号28	φ200	S45	
		DIP: 406m		
配水管	管路番号29	φ800	S39	
		SP: 603m		
配水管	管路番号30	φ300	S39	
		DIP: 6,273m		
配水管	管路番号31	φ150	S39	
		CIP: 988m		

1.2 ケーススタディにおける検討内容

A市工業用水事業のケーススタディにおける検討内容は下図に示すとおりである。まず、施設更新指針を用い物理診断を行い、施設の更新優先順位を選定する。その結果を受け、アセットマネジメント指針を用い、今後40年間の更新需要を求め、その事業費の平準化を図ったうえで財政収支見直しを行う。

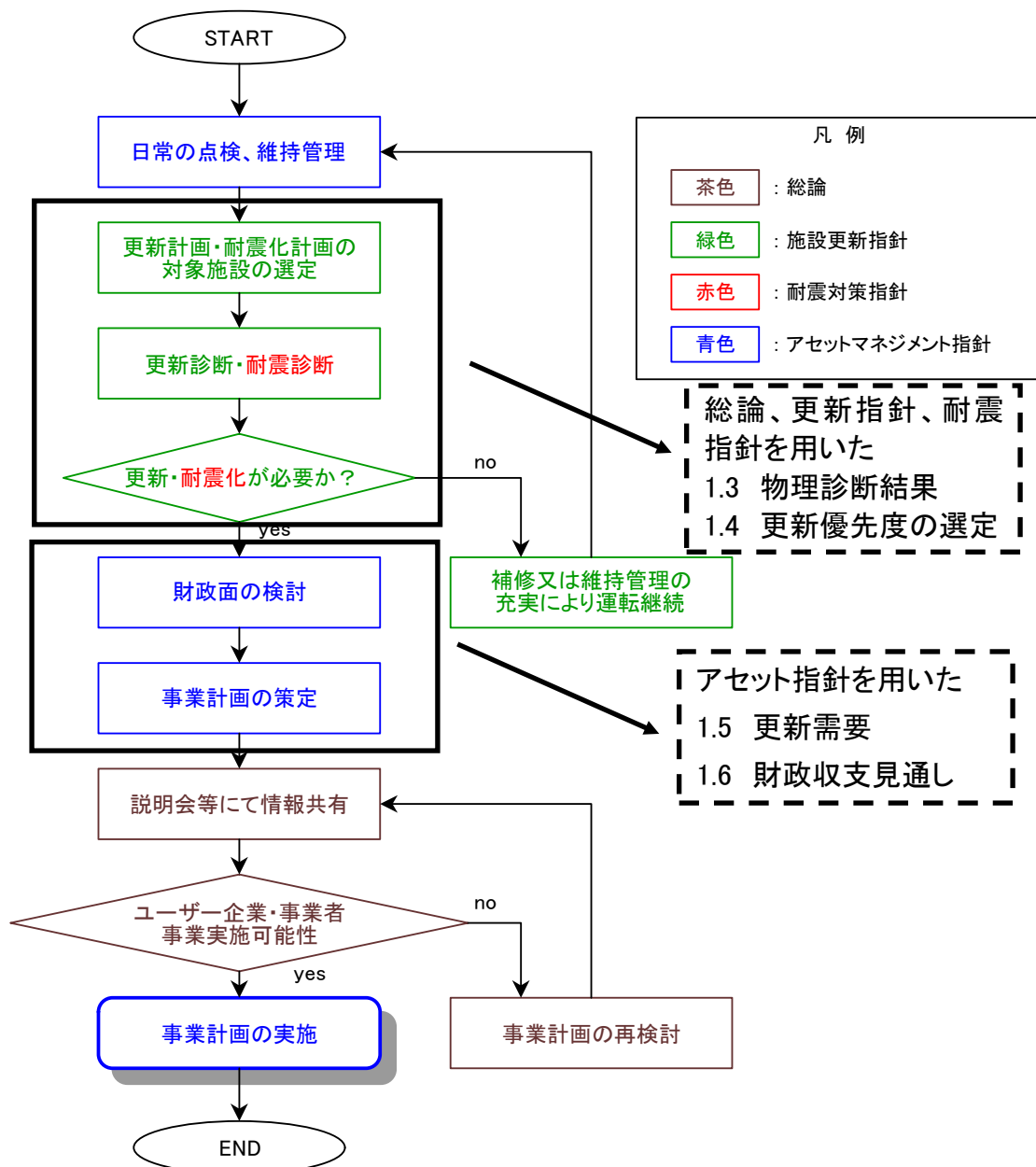


図 1.4 ケーススタディにおける検討内容

1.3 物理診断結果

1.3.1 土木施設の更新診断の事例

A市工業用水道事業の沈殿池を対象に、更新診断を行った例を以下に示す。

この沈殿池について、各項目の点数を算出すると表 1.1 のようになり、総合評価点数は 67 点で、評価は「Ⅱ 一応許容できるが弱点を改良、強化する必要がある」となる。総合評価点数が低い主因は、完成後 40 年以上経過しており、老朽度の評価点が低いこと、現行の耐震基準（社）日本水道協会「水道施設耐震工法指針・解説」、平成 21 年 7 月）の制定前の築造で、耐震をほとんど考慮していないと判断したことから耐震度の評価点が低いことにある。

表 1.1 A市工業用水道事業沈殿池の更新診断結果

評価項目	評価点	諸元等
老朽度 S_Y	38	42年経過
中性化 S_N	100	中性化深さ $L_1=7.4\text{mm}$,鉄筋被り $L_2=45\text{mm}$
圧縮強度 S_σ	92	設計強度 $S_{\sigma 1}=24\text{N/mm}^2$ 、圧縮強度 $S_{\sigma 2}=23.5\text{N/mm}^2$
漏水 S_L	100	なし
耐震度 S_S	25	耐震基準制定前
容量、能力 S_C	100	供給能力1.3時間分
総合評価点数 S	67	一応許容できるが弱点を改良、強化する必要がある

(評価点の計算)

$$\text{老朽度 } S_Y = 100 \times \exp(-0.023 \times \text{経過年数}) = 100 \times \exp(-0.023 \times 42) = \underline{38}$$

$$\text{中性化 } S_N = -0.0667 \times T_N^2 + 5.667 \times T_N = 119 \quad \leftarrow 100 \text{ 以上のため } \underline{100}$$

$$\begin{aligned} \text{コンクリートの中性化残り厚さ } T_N &= \text{鉄筋の被り厚さ } L_2 - \text{中性化深さ } L_1 \\ &= 45\text{mm} - 7.4\text{mm} = 37.6\text{mm} \end{aligned}$$

$$\text{圧縮強度 } S_\sigma = [(S_{\sigma 2} - 18) \div (S_{\sigma 1} - 18)] \times 100 = \underline{92}$$

$$\text{設計強度 } S_{\sigma 1} = 24 \text{ N/mm}^2, \text{ 既存構造物の圧縮強度 } S_{\sigma 2} = 23.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{漏水 } S_L = 100 \times \exp(-0.139 \times R_L) = 100 \times \exp(-0.139 \times 0) = \underline{100}$$

$$\text{漏水度 } R_L = (Q_L / Q) \times 100 = (0 \times 10,000) \times 100 = 0$$

$$\text{一日あたりの土木施設からの漏水量 } Q_L = 0\text{m}^3, \text{ 土木施設の容量 } Q = 10,000\text{m}^3$$

$$\text{耐震 } S_S \quad \leftarrow \text{耐震基準が制定される前のため } \underline{25}$$

$$\text{容量、能力 } S_C \quad \leftarrow \text{供給能力は十分であるため } \underline{100}$$

$$\text{総合評価点数 } S = (S_Y \times S_N \times S_\sigma \times S_L \times S_S \times S_C)^{1/6}$$

$$= (38 \times 100 \times 92 \times 100 \times 25 \times 100)^{1/6} = \underline{67}$$

1.3.2 機械・電気・計装設備の更新診断の事例

機械・電気・計装設備を対象に、更新診断を行った例を以下に示す。ここで、物理的評価点（ S_b ）算出に当っては、機械的評価点（P1）～環境的評価点（P5）にそれぞれ重みを付けて荷重平均値として算出するが、この重みは、工業用水の供給における水量の確保の観点から、表 1.2 のように重み付けした。

表 1.2 物理的評価点算出における各項目の重み

評価項目	重み
P1 機械的評価点	0.3
P2 電氣的評価点	0.4
P3 化学的評価点	0.1
P4 熱的評価点	0.1
P5 環境的評価点	0.1

Y 事業の沈殿池を対象に、各項目の点数を算出すると評価結果は表 1.3 のとおりとなり、「I 健全」と評価された。

また、各評価点の算出根拠は表 1.4～表 1.13 に示すとおりである。

表 1.3 機械・電気・計装設備の総合評価

評価項目	沈殿池	
物理的評価点(S_b)	86	←表1.4
機能的評価点(S_k)	85	←表1.10
経済的評価点(S_e)	70	←表1.11
社会的評価点(S_s)	80	←表1.12
耐震性評価点(S_q)	84	←表1.13
耐用寿命評価点(S_t)	60	←※
機械・電気・計装設備の総合評価点	77	
評価	健全	

$$\begin{aligned} \text{総合評価点数 } S &= (S_b \times S_k \times S_e \times S_s \times S_q \times S_t)^{1/6} \\ &= (86 \times 85 \times 70 \times 80 \times 84 \times 60)^{1/6} = \underline{77} \end{aligned}$$

※なお、耐用寿命の評価点(S_t)は下式により算定した。

$$S_t = [1 - (T / T_\tau) \times 0.5] \times 100 = (1 - 16 \div 20 \times 0.5) \times 100 = \underline{60} \rightarrow \text{表 1.3}$$

T : 経過年数 (年) 16 年、 T_τ : 耐用年数 (年) 20 年

表 1.4 機械・電気・計装設備の物理的評価(S_b)結果

評価項目		沈殿池	
P1 機械的評価点	0.3	89	←表1.5
P2 電气的評価点	0.4	83	←表1.6
P3 化学的評価点	0.1	100	←表1.7
P4 熱的評価点	0.1	80	←表1.8
P5 環境的評価点	0.1	80	←表1.9
物理的評価点(S _b) 100点満点		86	→表1.3

$$S_b = 0.3 \times P1 + 0.4 \times P2 + 0.1 \times P3 + 0.1 \times P4 + 0.1 \times P5 = \underline{86}$$

表 1.5 機械・電気・計装設備の機械的評価(P1)結果

評価項目	沈殿池	
(1)性能(能力)評価	4	
(2)強度低下	4	
(3)事故・故障頻度	5	
(4)事故・故障の大きさ	5	
(5)事故・故障の停止継続時間	5	
(6)腐食、発錆状況	4	
(7)ポンプ	-	
(8)プラント配管	-	
(9)加圧脱水機	-	
(10)濃縮槽、排泥掻寄機	-	
(11)送風機	-	
(12)電動機	-	
(13)オゾン発生装置	-	
(14)空気冷却装置	-	
(15)除湿装置	-	
(16)損傷、磨耗状況	4	
評価点合計	31	
回答項目数	7	
機械的評価点(P1) 100点満点	89	→表1.4

$$P1 = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{89}$$

表 1.6 機械・電気・計装設備の電氣的評価(P2)結果

評価項目	沈殿池
(1)絶縁劣化	4
(2)遮断器、断路器等の開閉特性など	4
(3)変圧器、コンデンサなど	4
(4)受配電盤、監視操作盤、 コントロールセンタ、機側盤など	4
(5)制御装置など	4
(6)CRT,プロジェクタなど	-
(7)交流無停電電源装置	-
(8)蓄電池	-
(9)自家発電装置	-
(10)ケーブルなど	4
(11)事故・故障の大きさ	5
(12)事故・故障の継続時間	4
評価点合計	33
回答項目数	8
電氣的評価点(P2) 100点満点	83

→表1.4

$$P2 = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{83}$$

表 1.7 機械・電気・計装設備の化学的評価(P3)結果

評価項目	沈殿池
(1)薬品による腐食・損傷など	5
評価点合計	5
回答項目数	1
化学的評価点(P3) 100点満点	100

→表1.4

$$P3 = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{100}$$

表 1.8 機械・電気・計装設備の熱的評価(P4)結果

評価項目	沈殿池
(1)蒸気等の熱的影響による腐食・損傷など	-
(2)溶接部の影響による腐食・損傷など	4
評価点合計	4
回答項目数	1
熱的評価点(P4) 100点満点	80

→表1.4

$$P4 = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{80}$$

表 1.9 機械・電気・計装設備の環境的評価(P5)結果

評価項目	沈殿池
(1)腐食性ガスによる腐食・損傷など	-
(2)周囲温度、湿度の影響	4
(3)高調波の影響	-
評価点合計	4
回答項目数	1
環境的評価点(P5) 100点満点	80

→表1.4

$$P5 = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{80}$$

表 1.10 機械・電気・計装設備の機能的評価(S_k)結果

評価項目	沈殿池
(1)設備・装置・機器容量の過不足	4
(2)制御装置の陳腐化	5
(3)補修及び部品の入手状況	3
(4)監視制御システムの操作	5
評価点合計	17
回答項目数	4
機能的評価点(S _k) 100点満点	85

→表1.3

$$S_k = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{85}$$

表 1.11 機械・電気・計装設備の経済的評価(S_e)結果

評価項目	沈殿池
(1)効率的な制御方式や技術進歩による運転動力の状況	4
(2)維持管理費、補修費の状況	4
(3)部品交換や補修費用の状況	5
(4)運転管理費の状況	1
(5)ライフサイクルコストの状況	-
評価点合計	14
回答項目数	4
経済的評価点(S _e) 100点満点	70

→表1.3

$$S_e = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{70}$$

表 1.12 機械・電気・計装設備の社会的評価(S_s)結果

評価項目	沈殿池
(1)法令の遵守	5
(2)テロ等の危機管理の対応	4
(3)工業用水の安定供給の確保	5
(4)省エネルギーの取り組み	2
評価点合計	16
回答項目数	4
社会的評価点(S _s) 100点満点	80

→表1.3

$$S_s = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{80}$$

表 1.13 機械・電気・計装設備の耐震性評価(S_q)結果

評価項目	沈殿池
(1)機械・電気・計装設備の共通事項	4
(2)水中機械設備	4
(3)ポンプ	-
(4)薬品注入設備	-
(5)塩素注入設備	-
(6)採水設備	4
(7)貯槽類	-
(8)排泥処理設備	-
(9)空気源設備	-
(10)圧油設備	-
(11)受変電設備	-
(12)自家発電設備	-
(13)配電設備	5
(14)監視制御システム	-
(15)ケーブル類	4
評価点合計	21
回答項目数	5
耐震性(S _q) 100点満点	84

→表1.3

$$S_q = \text{評価点合計} \div (\text{回答項目数} \times 5) \times 100 = \underline{84}$$

1.3.3 管路の更新診断の事例

A市工業用水道事業の一つの管路を対象に、更新診断を行った例を以下に示す。

管路の更新診断を行った例を以下に示す。A市工業用水道事業の管路を対象に、各項目の点数を算出すると評価結果は表 1.14 のとおりとなり、「Ⅲ 良い状態ではなく、計画的更新が必要」と評価された。

表 1.14 管路の総合評価結果

評価項目	評価点	諸元等
経年化 S_Y	0.700	54年経過
事故危険度 S_F	100	鋼管(SP)
漏水点数 S_E	72	有効率95%
水理機能 S_H	9	鋼管(SP)、ライニングなし
耐震度 S_S	100	鋼管(SP)、φ1100
水質保持機能 S_Q	10	鋼管(SP)、ライニングなし
総合評価点数 S	26	良い状態ではなく、計画的更新が必要

(評価点の計算)

$$\text{経年化 } S_Y = 0.945 - 0.0105 \times \exp(0.1312 \times (T - 30)) = \underline{0.700}$$

$$\text{経過年数 } T = 54 \text{ 年}$$

$$\text{事故危険度 } S_F = 118.9 \times \exp(-8.664 \times R_F) = \underline{100}$$

$$\text{事故危険度 } R_F = 0.200 \leftarrow \text{SP}$$

$$\text{漏水点数 } S_E = 1.745 \times 10^{-3} \times \exp(0.1118 \times R_E) = \underline{72}$$

$$\text{有効率 } R_E = 95\%$$

$$\text{水理機能 } S_H = 6.981 \times \exp(2.773 \times R_H) = \underline{9}$$

$$\text{水理機能係数 } R_H = 0.1 \leftarrow \text{SP、ライニングなし}$$

$$\text{耐震度 } S_S = 160.4 \times R_S - 190.5 = 114 \leftarrow 100 \text{ 以上のため } \underline{100}$$

$$\text{管路の耐震性強度 } R_S = C_{p-\max} \times C_{d-\max} - C_p \times C_d = 1.2 \times 1.6 - 0.3 \times 0.2 = 1.9$$

$$\text{水質保持機能 } S_Q = 7.736 \times \exp(2.666 \times R_Q) = \underline{10}$$

$$\text{水質保持指数 } R_Q = 0.1 \leftarrow \text{SP、ライニングなし}$$

$$\begin{aligned} \text{総合評価点数 } S &= (S_Y \times S_N \times S_o \times S_L \times S_S \times S_C)^{1/6} \\ &= 0.700 \times (100 \times 72 \times 9 \times 100 \times 10)^{1/6} = \underline{26} \end{aligned}$$

1.4 更新優先度の選定

1.4.1 重要度の設定

重要度については、指針に基づくとともに、浄水施設およびフロキュレータの重要度については、バイパス利用可能を考慮し、“A2”に設定した。

表 1.15 土木建築施設・機械・電気・計装設備の重要度評価例

施設分類	耐震設計上の重要度	備考
貯留施設	ランク A1	
取水・導水施設	ランク A1	
浄水施設	ランク A1	バイパス管等の代替施設がある場合には A2
送水ポンプ施設	ランク A1	
配水池	ランク A1	バイパス管等の代替施設がある場合には A2
配水ポンプ施設	ランク A1	
排泥処理施設	ランク B	汚泥貯留容量が不足する場合、A2

表 1.16 管路の重要度評価例

施設分類	耐震設計上の重要度	影響度	備考
取水管	ランク A1	影響度①	
導水管	ランク A1	影響度①	
浄水場内配管	ランク A1	影響度③	バイパス管がある場合ランク A2 薬品を常時注入する場合、ランク A1
送水管	ランク A1	影響度②	
配水管	ランク A1	影響度②	バイパス管がない場合ランク A1
排泥管	ランク B	影響度④	排泥処理施設の汚泥貯留容量が不足する場合ランク A1

1.4.2 更新優先度の設定

更新優先度は指針の事例に基づき、物理評価点と重要度評価点のマトリックスから 12 グループに分類した。

【A 系統】

	土木・建築			重要度 評価	総合評価							更新優先度	
	施設	規模・構造	年		老朽度	Co中性化度	Co圧縮強度	漏水	耐震度	容量・能力	評価点		
浄水施設													
T沈殿池	沈殿池	RC 横流式傾斜板 幅43.8m×長47.3m×深5m 処理能力:195,000m ³ /日×1池	S45	大	38	100	92	100	25	100	67	弱点を改良して強化	7
配水施設													
H配水池	配水池	PC円形ドーム造 1池 有効貯水量5,000m ³ 内径40m×水深4.5m	S43	大	36	71	95	100	25	100	63	弱点を改良して強化	7
	機械			重要度 評価	総合評価							更新優先度	
	設備	規模・構造	年		物理的劣化	機能的劣化	経済的劣化	社会的劣化	耐震性	耐用寿命	評価点		
浄水施設													
T沈殿池	傾斜装置		H8	中	86	85	70	80	83	60	77	健全	11
	薬品注入設備		H18	中	78	83	62	56	86	85	74	弱点を改良して強化	8
	管路			重要度 評価	総合評価							更新優先度	
	施設	規模・構造	年		経年化	事故危険度	有効率	水理機能	耐震強度	水質保持機能	評価点		
配水施設													
送水管	送水管	φ1100 SP:10,933m	S33	大	0.700	100	72	9	100	10	26	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水幹線	φ1100 SP:2,342m	S34	大	0.730	100	72	9	100	10	27	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水幹線	φ1100 SP:10,418m	S35	大	0.757	100	72	9	100	10	28	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水幹線	φ200 CIP:314m	S35	大	0.757	20	72	9	27	10	15	極めて悪い、早急に更新が必要	1
	配水管	φ450 DIP:4,736m	S41	大	0.859	100	72	9	79	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ150 CIP:2,229m	S41	大	0.859	20	72	9	22	10	17	極めて悪い、早急に更新が必要	1
	配水管	φ800 SP:781m	S34	大	0.730	100	72	9	93	10	26	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ200 DIP:1,096m	S34	大	0.730	100	72	9	79	10	25	極めて悪い、早急に更新が必要	1
	配水管	φ1500 DIP:1,785m	S51	大	0.922	100	72	9	100	10	34	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ300 SP:1,842m	S40	大	0.847	100	72	9	79	10	29	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ100 DIP:1,089m	S40	大	0.847	100	72	9	69	10	29	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ500 SP:1,963m	S63	大	0.957	100	72	9	93	10	34	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ200 DIP:5,041m	S63	大	0.957	100	72	100	79	100	85	健全	10
	配水管	φ300 DIP:2,674m	S42	大	0.870	100	72	9	79	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ600 SP:1,845m	S35	大	0.757	100	72	9	93	10	27	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ300 DIP:4,066m	S35	大	0.757	100	72	9	79	10	26	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ150 CIP:1,286m	S35	大	0.757	20	72	9	22	10	15	極めて悪い、早急に更新が必要	1
	配水管	φ150 DIP:2,066m	H6	大	0.968	100	72	100	69	100	84	健全	10

【B 系統】

		土木・建築			総合評価								更新優先度
施設		規模・構造	年	重要度 評価	老朽度	Co中性化度	Co圧縮強度	漏水	耐震度	容量・能力	評価点		
取水・導水施設													
Kポンプ所	ポンプ所	RC地下式 内径24m×深43.6m(最上階は着水井)	S39	大	33	82	55	100	25	100	58	弱点を改良して強化	7
着水井	着水井	RC 1池 有効量2,190m ³ 幅9.5m×長12m×深3.2m~6.2m	S39	大	33	85	100	100	25	100	64	弱点を改良して強化	7
	着水井	RC 1池 有効量336m ³ 幅7.0m×長6.0m×深8.0m	S43	大	36	94	84	100	25	100	64	弱点を改良して強化	7
浄水施設													
K浄水場	沈殿池	RC スラリー循環形 内径32m×深3m~11m 処理能力:50,000m ³ /日×3池=150,000m ³ /日	S38	中	32	71	89	100	25	100	61	弱点を改良して強化	8
配水施設													
K調整池	調整池	RC 1池 有効貯水量11,000m ³ 幅46.5m×長60.5m×水深6m	S40	大	34	87	73	100	25	100	61	弱点を改良して強化	7
		機械			総合評価								更新優先度
設備		規模・構造	年	重要度 評価	物理的劣化	機能的劣化	経済的劣化	社会的劣化	耐震性	耐用寿命	評価点		
取水・導水施設													
Sポンプ場	取水ポンプ	φ900-800kW×4台, φ900-900kW×4台 計8台	S39	大	89	83	69	53	73	1	35	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
Kポンプ所	揚水ポンプ	φ900-1,000kW×6台	S39	大	75	74	74	69	64	1	35	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
浄水施設													
K浄水場	攪拌機		S38	中	55	54	66	72	64	1	31	良い状態ではなく、計画的更新が必要	5
		電気			総合評価								更新優先度
設備		規模・構造	年	重要度 評価	物理的劣化	機能的劣化	経済的劣化	社会的劣化	耐震性	耐用寿命	評価点		
取水・導水施設													
Sポンプ場	受変電設備	66KV 800A	H3	大	73	88	91	81	66	1	38	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	自家発電設備	1,250KVA	H12	大	57	50	92	95	78	70	72	弱点を改良して強化	7
浄水施設													
K浄水場	受変電設備	66KV 800A	H15	大	94	68	52	61	51	78	66	弱点を改良して強化	7
	自家発電設備	25,000KVA	S63	大	86	56	90	98	76	1	38	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4

施設	管路		年	重要度 評価	総合評価						更新優先度		
	規模・構造				経年化	事故危険度	有効率	水理機能	耐震強度	水質保持機能		評価点	
取水・導水施設													
導水管	導水管	φ2,000 管路番号20 SP:3.065m	S39	大	0.834	100	72	9	100	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
		φ2,000 SP:3.162m	S46	大	0.901	100	72	9	100	10	33	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	水管橋	φ2000 管路番号20 SP:68m	S39	大	0.834	100	72	9	100	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
		φ2000 管路番号20 SP:63m	S46	大	0.901	100	72	9	100	10	33	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
浄水施設													
K浄水場	連絡管	φ1350 管路番号20 SP:383m	S39	大	0.834	100	72	9	100	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
配水施設													
送配水管路	配水幹線	φ1500 管路番号21 SP:7.609m	S38	大	0.818	100	72	9	100	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
		φ150 管路番号22 DIP:619m	S38	大	0.818	100	72	9	69	10	28	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水幹線	φ1500 管路番号23 SP:2.146m	S37	大	0.800	100	72	9	100	10	29	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
		φ700 管路番号24 DIP:3.475m	S37	大	0.800	100	72	9	93	10	29	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ900 管路番号25 SP:1.343m	S37	大	0.800	100	72	9	100	10	29	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
		φ300 管路番号26 DIP:836m	S37	大	0.800	100	72	9	79	10	28	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ800 管路番号27 DIP:2.404m	S40	大	0.847	100	72	9	93	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
		φ200 管路番号28 DIP:406m	S45	大	0.894	100	72	9	79	10	31	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ800 管路番号29 SP:603m	S39	大	0.834	100	72	9	93	10	30	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
		φ300 管路番号30 DIP:6.273m	S39	大	0.834	100	72	9	79	10	29	良い状態ではなく、計画的更新が必要	4
	配水管	φ150 管路番号31 CIP:988m	S39	大	0.834	20	72	9	22	10	16	極めて悪い、早急に更新が必要	1

1.5 更新需要

保有している工業用水道施設の更新費用をそれぞれ求める。これらの費用は、耐用年数ごとに分けて計上する。今回のケーススタディでは、表 1.17 に示すように設定する。

表 1.17 耐用年数の設定

施設種類	耐用年数
土木構造物、建築物	60年
管路	40年
機械・電気設備	20年

1.5.1 概算事業費の算定

A市工業用水道事業では基本計画等が策定されているため、この計画を参考にして更新需要の金額を計上した。その結果、全ての施設を1回更新することにより生じる費用は約602億円となった。(表 1.18)

表 1.18 概算事業費

(単位:百万円)

		A系統	B系統	備考
・土木・建築				
取水施設	構造物	0	405	A系統は上水道施設を利用
導水施設	管路	0	11,169	A系統は上水道施設を利用
浄水施設	構造物	1,492	2,403	
配水施設	構造物	550	0	B系統は調整池から供給
	管路	22,154	14,431	
・機械電気				
取水施設	機械電気	0	1,199	A系統は上水道施設を利用
浄水施設	機械電気	2,561	3,795	
・耐用年数別集計				計
	構造物	2,042	2,808	4,850
	管路	22,154	25,600	47,754
	機械電気	2,561	4,994	7,555
	計	26,757	33,402	60,159

1.5.2 更新需要の年次計画

更新需要の年次計画は、策定期間を40年とし、5年度ごとの事業費を求める。この年次計画を定めるにあたり、比較検討を行った。それぞれのケースにおける算定条件は、表 1.19 に示すとおりである。

表 1.19 更新需要の年次計画の比較ケース

算定条件	ケース A	ケース B
施設更新の頻度	耐用年数どおり	耐用年数どおり
事業費の平準化	なし	あり 更新優先度を考慮

(1) ケース A

施設更新を耐用年数どおりに行うと、それぞれの事業費は、非常にばらつきが生じる結果となった。特に、既に耐用年数を経過している施設が H24～28 の期間にカウントされている影響でこの期間の金額が非常に大きくなる結果となった。(図 1.5、表 1.20)

(2) ケース B

施設の老朽度及び重要度を考慮して、事業費の平準化を行った。A 市の場合、先に設定した更新優先度に従い、優先度の高い施設から更新することを想定した。その結果、事業費は各 5 年度で同等の金額(40～100 億円)となった。(図 1.6、表 1.21)

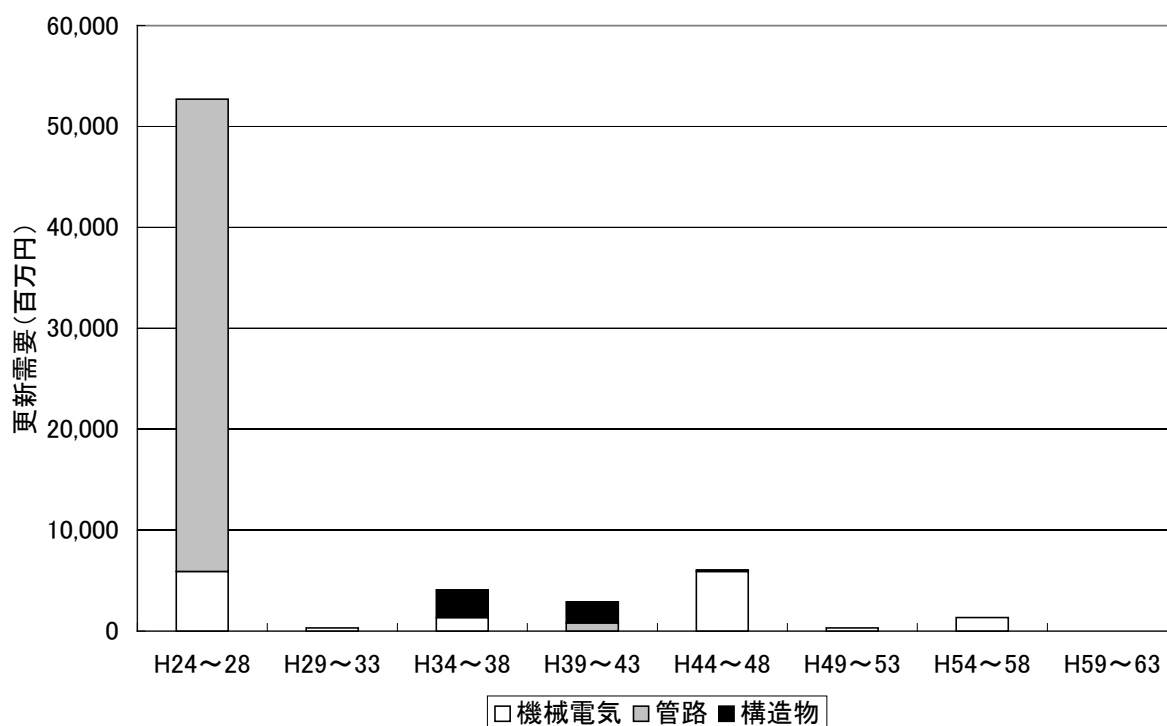


図 1.5 更新需要（ケース A）

表 1.20 更新需要（ケース A）

（単位：百万円）

更新年度	機械電気	管路	構造物	計
H24~28	5,910	46,787	0	52,697
H29~33	310	0	0	310
H34~38	1,335	0	2,756	4,091
H39~43	0	810	2,094	2,904
H44~48	※ 5,910	157	0	6,067
H49~53	※ 310	0	0	310
H54~58	※ 1,335	0	0	1,335
H59~63	※ 0	0	0	0
計	15,110	47,754	4,850	67,714

※機械電気は 2 回更新

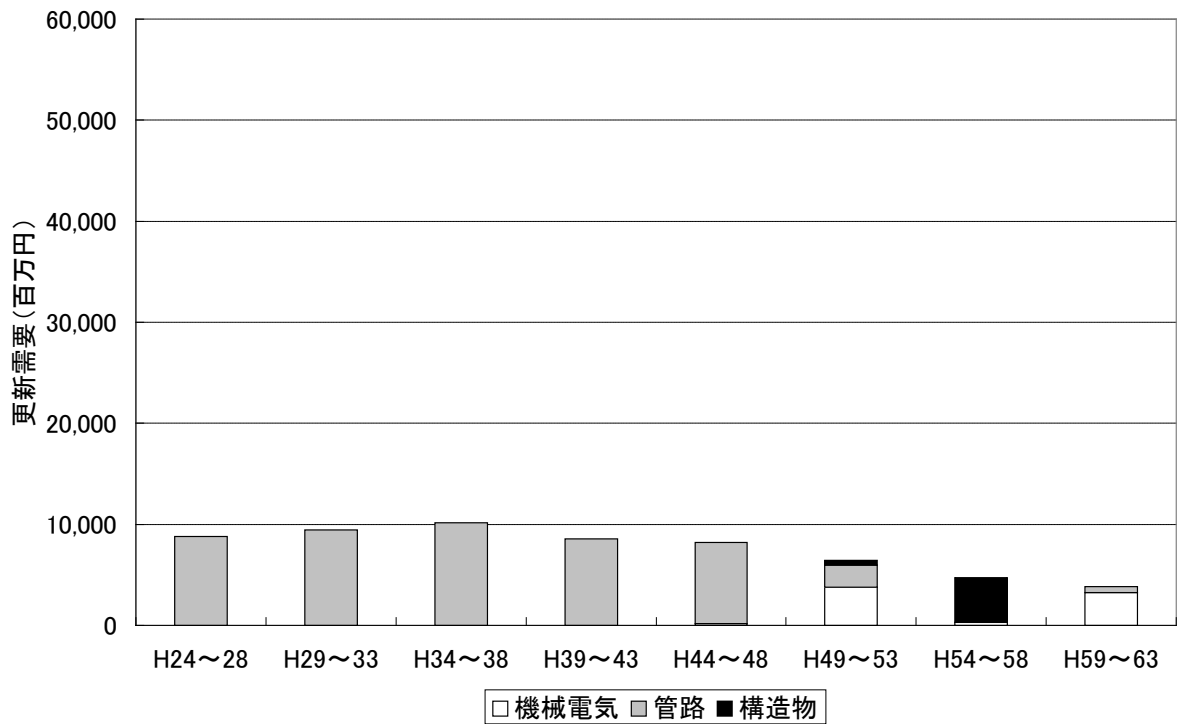


図 1.6 更新需要（ケース B）

表 1.21 更新需要（ケース B）

（単位：百万円）

更新年度	機械電気	管路	構造物	計
H24~28	0	8,818	0	8,818
H29~33	0	9,436	0	9,436
H34~38	0	10,163	0	10,163
H39~43	0	8,572	0	8,572
H44~48	196	8,013	0	8,209
H49~53	3,795	2,156	463	6,414
H54~58	310	0	4,387	4,697
H59~63	3,254	596	0	3,850
計	7,555	47,754	4,850	60,159

1.6 財政収支見通し

1.6.1 算定条件

算定期間は40年とする。ここでは、この期間内の水量は一定と仮定する。

水量の考え方は以下の二通りあるが、ここでは「実使用水量」を基準とした「計量分有収水量」に基づいて、供給単価及び給水原価を求めた。

表 1.22 水量の考え方

水量の基準	有収水量の種類
実使用水量	計量分有収水量
契約水量	料金算定分有収水量

(1) 工業用水道料金

料金改定が無ければ、料金収入は一定である。料金改定の実施は、工業用水道料金算定要領にも示されているように、5年に一度必要に応じて行うものとする。

(2) 人件費、物件費等

水量を一定と仮定していることから、人件費及び物件費等は一定額を計上する。

(3) 減価償却費等

減価償却費は、取得した資産の減価償却に伴い発生する費用で、平成23年度までに取得した資産分については、資産台帳から集計した額を既往分として計上する。

$$\text{減価償却費} = \text{既往分} + \text{新規分}$$

既往分 : H23 までに取得した資産に対する将来の減価償却費

新規分 : H24 以降に取得する資産に対する将来の減価償却費

また、平成24年度以降に取得する見込みである資産分については、年度別事業計画から見込まれる額を新規分とし、耐用年数に応じて下式により計上する。

$$\text{新規分の単年度減価償却費} = \text{建設改良費(税抜)} \times 90\% \times \text{償却率}$$

(耐用年数) 電気機械・・・20年、管路・・・40年、構造物・・・60年
(定額法償却率) 電気機械・・・0.050、管路・・・0.025、構造物・・・0.017

(4) 支払利息等

支払利息は、企業債の償還利息で、平成23年度までに発行した企業債の利息を既往分とし、平成24年度以降に発行する企業債の利息を新規分とする。

なお、新規分の支払利息の計算は政府債に準じ、償還年数30年(半年賦元利均等償還)、据置期間5年、年利率2.0%で算定するものとする。

$$\text{支払利息} = \text{既往分} + \text{新規分}$$

既往分 : H23 までの借入企業債に対する将来の支払利息

新規分 : H24 以降の借入企業債に対する将来の支払利息

(5) 企業債

企業債充当率（建設改良費に対する企業債借入額の割合）は、資金残高が同水準になるように調整を行う。

(6) 国庫補助金

今回のケーススタディでは、国庫補助金を計上しないものとする。

(7) 建設改良費

前項の平準化された更新需要（ケース B）を計上する。ただし、更新需要は 5 年度ごとであることから、各年度に均等配分することにより、年度別の建設改良費を計上する。

(8) 企業債償還金

企業債の元金償還金で、平成 23 年度までに発行した企業債の元金償還金を既往分とし、平成 24 年度以降に発行する企業債の元金償還金を新規分とする。これら既往分と新規分の合算額を計上するものとする。なお、借入条件は支払利息と同様に設定する。

$$\text{元金償還金} = \text{既往分} + \text{新規分}$$

既往分 : H23 までの借入企業債に対する将来の元金償還金

新規分 : H24 以降の借入企業債に対する将来の元金償還金

なお、減価償却費、支払利息、企業債償還金に示す、**既往分** 及び **新規分** のイメージは図 1.7 に示すとおりである。

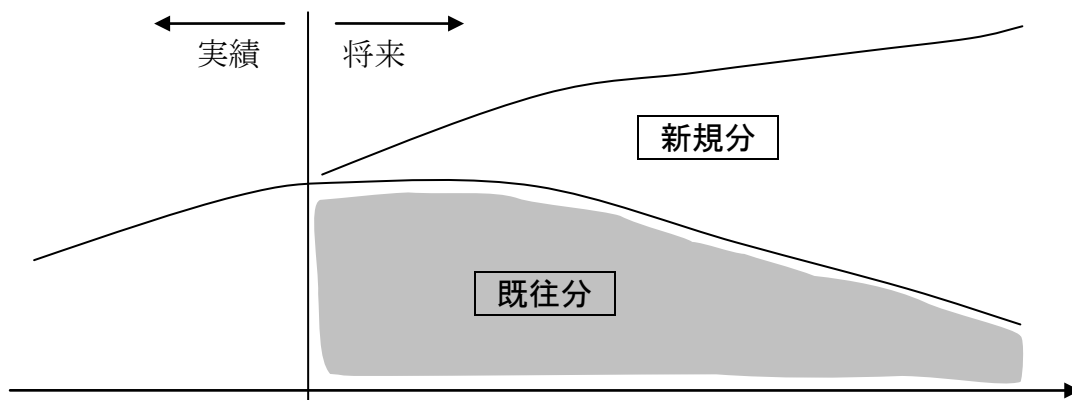


図 1.7 既往分と新規分のイメージ

1.6.2 収支見通し結果

A市工業用水道事業は事業規模が比較的大きく、既に資産維持費の考え方を導入した料金設定となっているため、企業債に大きく依存しなくとも事業実施が可能となる見通しとなった。

財政収支見通しは策定期間を40年として算定し、比較検討を行った。それぞれのケースにおける算定条件は、表1.23に示すとおりである。

表 1.23 財政収支見通しの比較ケース

算定条件	ケース①	ケース②
施設更新の頻度	耐用年数どおり	耐用年数どおり
事業費の平準化	あり 更新優先度を考慮	あり 更新優先度を考慮
料金改定の有無	なし	あり

(1) ケース①

料金改定を行うことなく、資金残高を一定にするように企業債充当率を調整した。その結果、赤字が発生することなく、更新が可能となる見通しとなった。(図 1.8)

また、供給単価は現状の65円/m³一定である一方、給水原価は50円/m³から66円/m³に増加する見通しとなった(図 1.9)。なお、「契約水量」を基準とした「料金算定分有収水量」で算定すると、供給単価は28円/m³一定、給水原価は22円/m³から29円/m³に増加する結果となった。

(2) ケース②

ここでは、純利益を常に5億円以上確保するように、必要に応じて料金改定を行うように調整した。その結果、平成29年度と平成54年度に5%ずつ改定を行うことで、平成44年度以降企業債を借入することなく、更新が可能となる見通しとなった。しかし、平成54年度以降資金が増加しつづける結果となった(図 1.10)

また、供給単価は現状の65円/m³から75円/m³(15%UP)に、給水原価は50円/m³から65円/m³に増加する見通しとなり、若干ではあるがケース①と比較して企業債借入額の抑制による効果が表れている(図 1.11)。なお、「契約水量」を基準とした「料金算定分有収水量」で算定すると、供給単価は28円/m³から33円/m³、給水原価は22円/m³から28円/m³に増加する結果となった。

ただし、これは水量が減少しないことが前提条件となっていることから、実際には料金改定に関する検討を定期的にかつ継続的に行っていくことが望ましい。

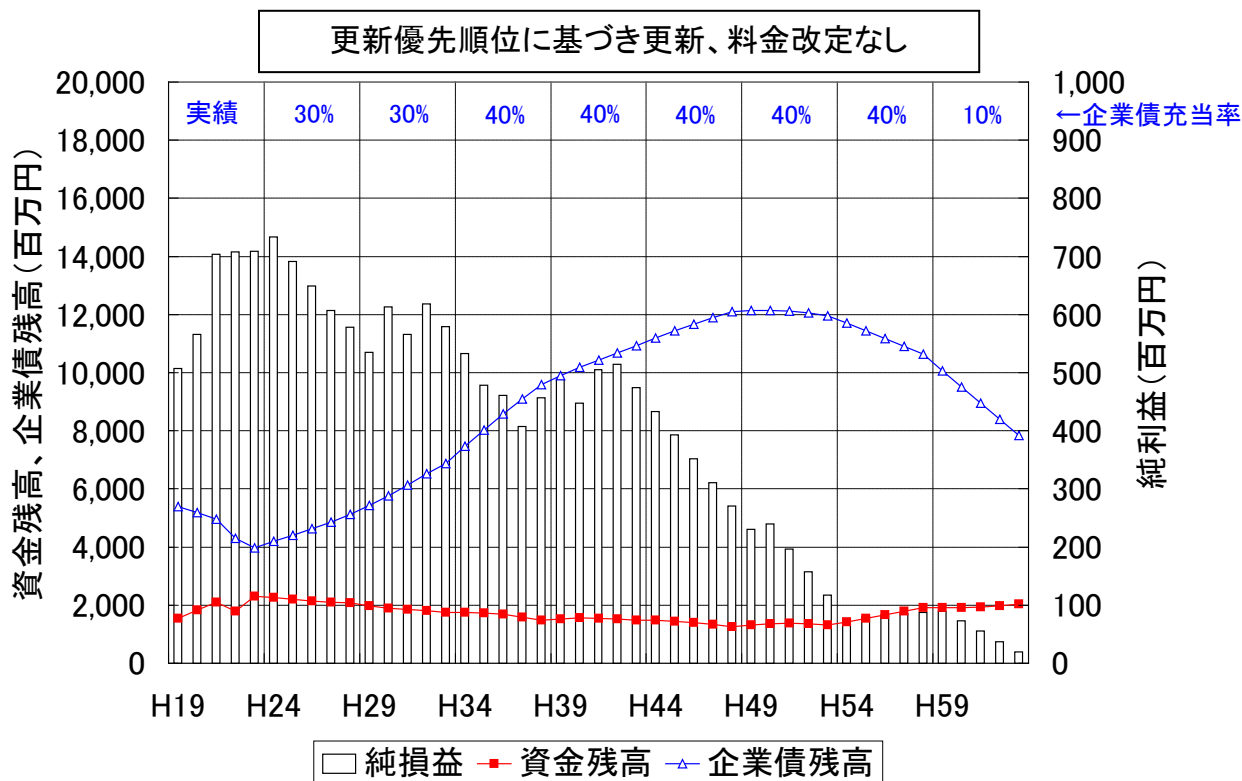


図 1.8 収支見通し (ケース①)

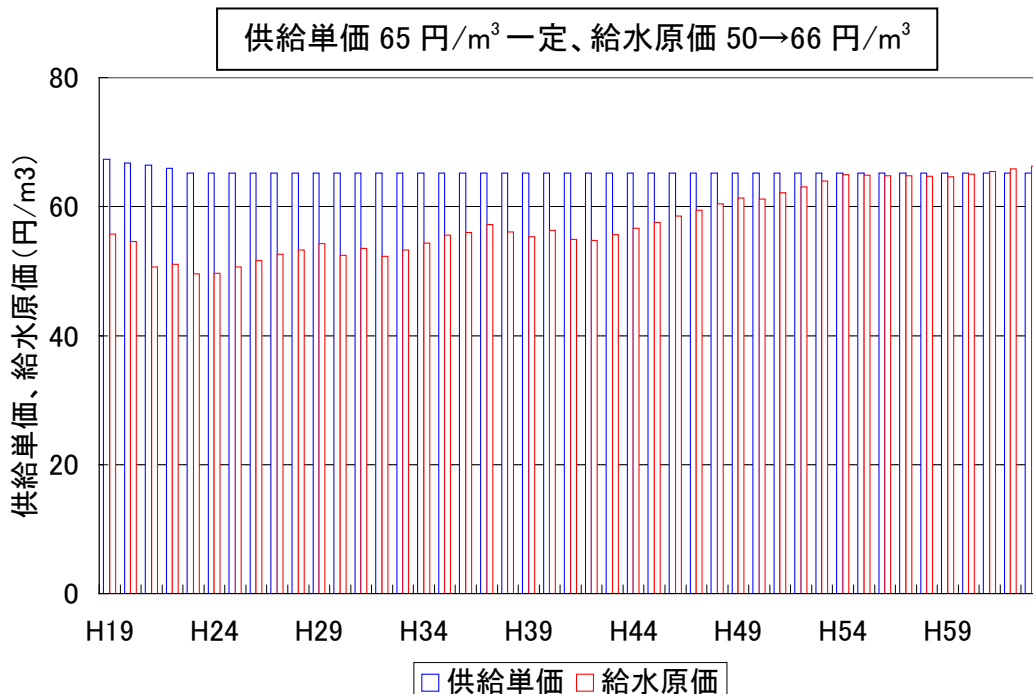


図 1.9 供給単価と給水原価 (ケース②)

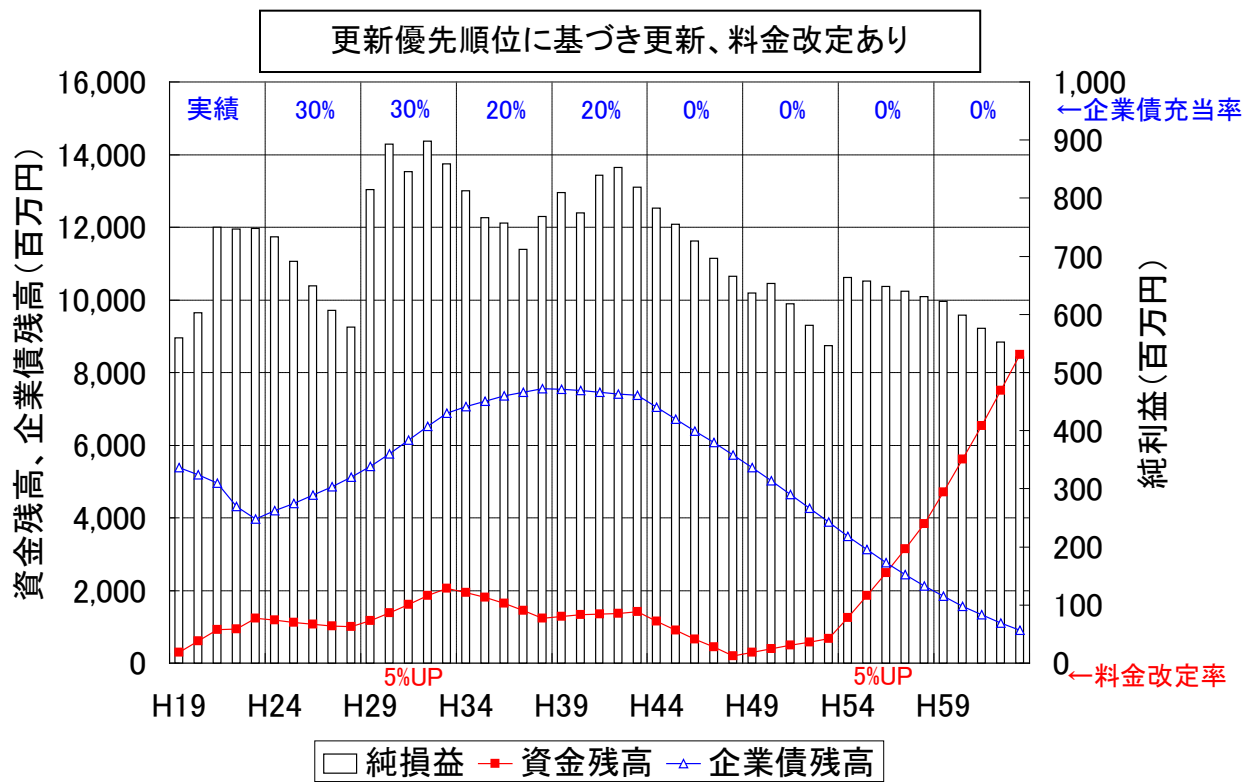


図 1.10 収支見通し (ケース②)

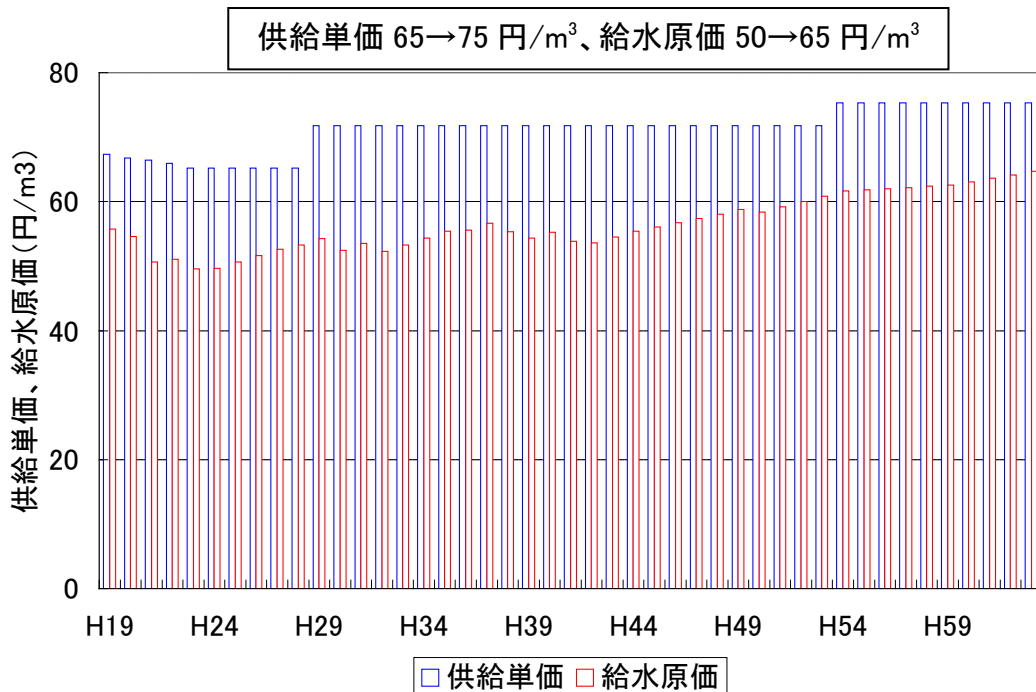


図 1.11 供給単価と給水原価 (ケース②)

(3) 資産維持費について

A市工業用水道事業では既に資産維持費の考え方を反映した料金設定を行っている。ケース①の料金改定なしの場合で更新需要に対応可能な結果となった。しかし、給水原価が増加し続ける見通しであることから、必要に応じた改定を行うことが必要である。

ケース②では企業債発行の抑制により、支払利息が低く抑えられており、算定期間40年で1円/m³の費用削減効果が見られる。

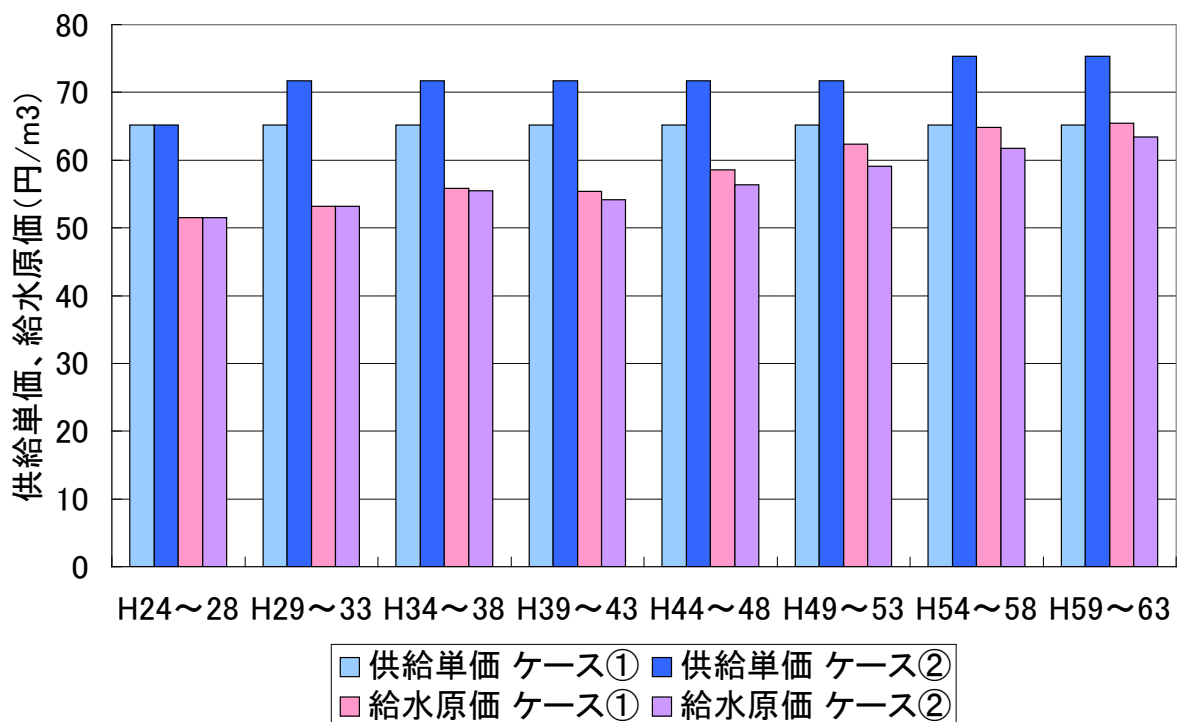


図 1.12 供給単価と給水原価の比較

(4) 二部料金制について

A市の場合、既に二部料金制が採用されており、毎月の水道料金は、基本料金（基本水量×基本料金単価 25.1 円/m³×日数）＋基本使用料金（{実使用水量－超過使用水量}×基本使用水量料金 4.0 円/m³）＋超過料金（超過使用水量×87.3 円/m³）となっている。したがって、超過使用水量分に対して二部料金制度が採択されている状況にある。

契約水量分	基本水量	→	基本料金	…	25.1 円/m ³
使用水量分	基本使用水量	→	基本使用料金	…	4.0 円/m ³
	超過使用水量	→	超過料金	…	87.3 円/m ³

2章 B市工業用水道事業のケーススタディ（標準型）

2.1 事業概要

B市工業用水道事業は第一工業用水道事業および第二工業用水道事業で行われている。第一工業用水道事業は、工業団地への工業用水供給を目的に昭和43年から供給開始（施設能力：一日最大配水量 25,270m³/日）している。

その後、工業都市を促進するべく第二工業団地造成に伴い、第二工業用水道事業とし工業団地に昭和52年から供給開始（施設能力：一日最大配水量 8,040m³/日）している。

2.1.1 第一工業用水道事業

水源はA川表流水（計画取水量：21,900m³/日）およびB川表流水（計画取水量：5,270m³/日）であり、浄水場にてそれぞれ個別に凝集沈殿処理した後、配水池を経由して工業団地に供給している。

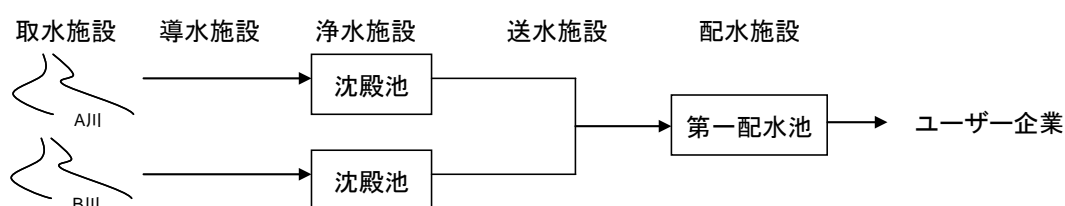


図 2.1 第一工業用水道事業の施設フロー

2.1.2 第二工業用水道事業

水源はB川表流水（計画取水量：8,640m³/日）であり、第一工業用水道事業と同一敷地にある浄水場にて凝集沈殿処理した後、配水池を経由して工業団地に供給している。

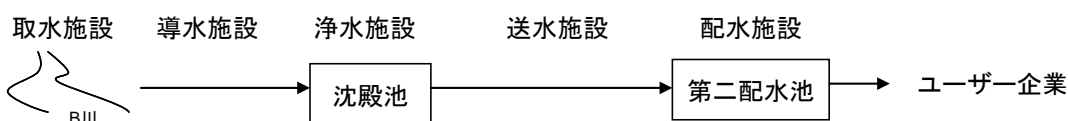


図 2.2 第二工業用水道事業の施設フロー

2.1.3 給水区域

工業用水道は、下表に示す区域に給水している。

表 2.1 給水区域

系統		配水能力 (m ³ /日)
第一工業用水道	A川系	20,370
	B川系	4,900
第二工業用水道	B川系	8,040
合計		33,310

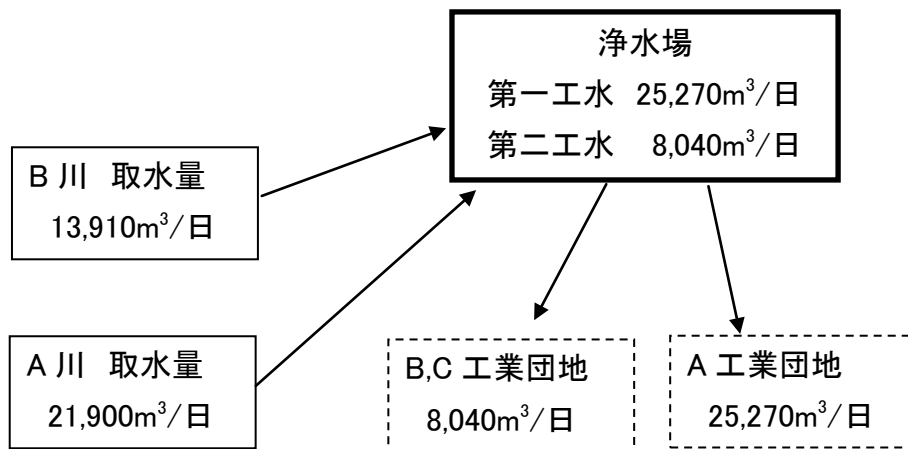


図 2.3 施設概要図

2.1.4 施設諸元

主要施設の概要は以下のとおり。

(1) 第一工水 A 川水系

		土木・建築		
		施設	規模・構造	年
取水施設				
	接合井	接合井	容量: 7.4m ³	S43
	着水井	着水井	容量: 51m ³ 4.5m × 3.0m × 8.9m	S43
	沈砂池	沈砂池	容量: 158m ³ /池 × 2池=316m ³	S43
	ポンプ井	ポンプ井	容量: 105m ³	S43
	排砂池	排砂池	容量: 198.9m ² × 0.8m=159m ³	S43
	排砂柵	排砂柵	容量: 2.0m × 2.0m × 7.5m=30m ³	S43
	ポンプ室・電気室	ポンプ室・電気室	1F 99m ² , 2F 66m ²	S43
	自家発室	自家発室	110.5m ²	S43
導水施設				
	導水管	導水管	DCIP φ 500mm L=4,024m	S43
	水管橋	水管橋	L=37m	S43
		水管橋	L=64.3m	S43
浄水施設				
	着水井	分水井	2系統に分水	S43
	急速攪拌池		不明	S43
	流入渠	流入渠	容量: 41m ³ /池 × 2池=81m ³	S43
	フロック形成池	フロック形成池	容量: 39m ² × 2.5m × 4池=390m ³ 面積: 6.5m × 6m=39m ²	S43
	沈殿池	沈殿池	容量: 248m ² × 3.5m × 4池=3,472m ³ 面積: 8m × 31m=248m ²	S43
	配水池	A川系・B川系共通	容量: 150m ² × 5m × 2池=1,500m ³ 面積: 10m × 15m × 2=300m ²	S43
	ポンプ室・電気室	第一・第二共通	73.25m ²	S43
	自家発室	第一・第二共通	64.1m ²	S43
	管理棟	第一・第二共通	1F 367.73m ² , 2F 185m ² 総延床面積552.73m ²	S43
配水施設				
	配水管	DCIP φ 600mm	L=560m	S43
		DCIP φ 500mm	L=265m	S43
		DCIP φ 450mm	L=330m	S43
		DCIP φ 300mm	L=485m	S43
		DCIP φ 200mm	L=240m	S43
		DCIP φ 150mm	L=220m	S43
排泥処理施設(第一・第二共通)				
	汚水池No.1	汚水池	容量: 44m ² × 4.8m=211m ³	S43
	汚水池No.2	汚水池	容量: 18m ² × 4.3m=77m ³	S43
	分配槽	分配槽	容量: 38.7m ³	S43
	濃縮槽	濃縮槽	容量: 24m ² × 3.5m × 84m ³	S43
	天日乾燥床	天日乾燥床	全堆積量(乾燥状態): 15m × (16.3m+16.4m) × 2m=981m ³ /2池	S43

	機械		
	設備	規模・構造	年
取水施設			
取水口	排砂ポンプ	2.5m ³ /min × 13.5m × 11kw	不明
接合井	排砂ポンプ	2.5m ³ /min × 13.5m × 11kw	H1
沈砂池	ジェットポンプ	0.5m ³ /min × 5.5kw × 2台	H11
	排砂ポンプ	2.5m ³ /min × 13.5m × 11kw × 2台	不明
取水ポンプ	両吸込渦巻ポンプ	7.6m ³ /min × 68m × 160kw × 3台	S62
	真空ポンプ(呼び水用)	1.1m ³ /min × 2.2kw × 2台	H9
排砂柵	排砂ポンプ	2.5m ³ /min × 13.5m × 11kw × 1台	H1
浄水施設			
急速攪拌池	フラッシュミキサー	1.5kw × 2台	H21
フロック形成池	バイエルサイクロ可変減速機	3台/2池 × 2=6台	H11
沈殿池	汚泥掻寄機	2連 × 2台 (ワイヤー巻上げ式)	S60
	バイエルサイクロ可変減速機	1台/1池 × 2=2台	不明
薬品注入設備			
PAC	制御容量ポンプ	0.381ℓ/min × 0.4kw × 3台 (ダイアフラム式)	S56
	貯槽(第一・第二共通)	容量: 6.0m ³ × 1槽 4.0m ³ × 2槽	S43
ソーダ灰 濃度: 5%	制御容量ポンプ	7.2ℓ/min × 0.75kw × 3台 (ダイアフラム式)	S43
	溶解槽(第一・第二共通)	4m ³ × 2槽 (1槽のみ使用)	S43
	攪拌機(第一・第二共通)	2台	S43
排泥処理施設(第一・第二共通)			
汚水池No.1	上澄水排水装置・移送ポンプ	1台	不明
濃縮槽	汚泥掻寄機	0.75kw × 1台	S60
	送泥ポンプ	0.3m ³ /min × 10m × 3.7kw × 2台	S61

	電気		
	設備	規模・構造	年
取水施設			
受電	受電電圧・容量	6.6kV 545KVA	H3
	受電用遮断器	VCB7.2kV 600A RC12.5kA	H3
	非常用予備発電	6.6kV 750KVA	H3
浄水施設(第一・第二共通)			
ポンプ室・電気室	受電電圧・容量	6.6kV 130KVA	H17
	受電用遮断器	LBS PF付7.2kV 40A RC12.5kA	H17
	非常用予備発電	200V 100KVA	H21

(2) 第一工水 B 川水系

		土木・建築		
		施設	規模・構造	年
取水施設				
取水口	第二B川系共通	不明		S43
着水井	第二B川系共通	容量: 51m ³ 4.5m × 3.0m × 8.9m		S43
沈砂池	沈砂池	容量: 66m ³		S43
ポンプ室・電気室	第二B川系共通	187.73m ²		S43
導水施設				
導水管	DCIP φ250mm	L=1,687m		S43
サージタンク	サージタンク	5m ³		H15
浄水施設				
着水井		不明		S43
急速攪拌池		不明		S43
流入渠	流入渠	容量: 21m ³		S43
フロック形成池	フロック形成池	容量: 39m ² × 2.5m=97.5m ³ 面積: 6.5m × 6m=39m ²		S43
沈殿池	沈殿池	容量: 248m ² × 3.5m=868m ³ 面積: 8m × 31m=248m ²		S43
		機械		
		設備	規模・構造	年
取水施設				
取水口(共通)	排砂ポンプ(第二B川系共通)	2.5m ³ /min × 13.5m × 11kw		不明
沈砂池	排砂ポンプ	2.5m ³ /min × 13.5m × 11kw × 1台		不明
取水ポンプ	両吸込渦巻ポンプ	3.7m ³ /min × 58m × 60kw × 2台		S62
	真空ポンプ(呼び水用)	1.1m ³ /min × 2.2kw × 2台(花園系共通)		H18
浄水施設				
急速攪拌池	フラッシュミキサー	1.5kw × 1台		H21
フロック形成池	バイエル無段変速機	3台		H15
	サイクロ減速機	3台		H15
沈殿池	汚泥掻寄機	(ワイヤー巻上げ式)		S60
	バイエルサイクロ可変減速機	1台		不明
薬品注入設備				
PAC	制御容量ポンプ	0.179ℓ/min × 0.4kw × 2台(ダイヤフラム式)		S57
ソーダ灰	制御容量ポンプ	2.9ℓ/min × 0.4kw × 2台(ダイヤフラム式)		S43
		電気		
		設備	規模・構造	年
取水施設(花園系共通)				
ポンプ室・電気室		受電電圧・容量: 6.6kV 350KVA		H18
		受電用遮断器: VCB7.2kV 400A RC4kA		H18

(3) 第二工水 B 川水系

	土木・建築		
	施設	規模・構造	年
取水施設			
沈砂池	沈砂池	容量: 96m ³ /池 × 2池=192m ³	S52
ポンプ井	ポンプ井	容量: 46.8m ³	S52
導水施設			
		DCIP φ 350mm L=2,100m	S52
浄水施設			
着水井		不明	S52
急速攪拌池		不明	S52
流入渠	流入渠	容量: 15.6m ³	S52
フロック形成池	フロック形成池	面積: 3.5m × 7.5m=26.25m ² 容量: 26.25m ² × 2.4m × 2池=126m ³	S52
沈殿池	沈殿池	容量: 5m × 12.85m × 4.1m=263m ³ + 25m ³ =288m ³ 288m ³ /池 × 2池=576m ³	S52
配水池	配水池	面積: 3.4m × 15m × 2=102m ² 容量: 102m ² × 5m=510m ³ (2池)	S52
配水施設			
配水管	DCIP φ 600mm	L=819m	S52
	DCIP φ 300mm	L=3,050m	S52
	DCIP φ 150mm	L=310m	S52

	機械		
	設備	規模・構造	年
取水施設			
沈砂池	排砂ポンプ	2.5m ³ /min × 13.5m × 11kw × 1台	不明
取水ポンプ	両吸込渦巻ポンプ	6.0m ³ /min × 55m × 90kw × 2台	不明
排砂池	給水ポンプ	0.8m ³ /min × 38.5m × 11kw × 1台	不明
浄水施設			
急速攪拌池	フラッシュミキサー	0.75kw × 1台	H12
フロック形成池	バイエルサイクロ可変減速機	3台	H15
沈殿池	汚泥掻寄機	(ダブルチェーンコンベア)	不明
	サイクロ減速機	1台/1池 × 2=2	不明
	傾斜板	3段 × 7列	不明
薬品注入設備			
PAC	制御容量ポンプ	0.286ℓ/min × 0.4kw × 1台 (ダイヤフラム式)	H7
		0.363ℓ/min × 0.75kw × 1台 (ダイヤフラム式)	S63
ソーダ灰	制御容量ポンプ	3.34ℓ/min × 0.75kw × 2台 (ダイヤフラム式)	S52

2.2 ケーススタディにおける検討内容

B市工業用水事業のケーススタディにおける検討内容は下図に示すとおりである。アセットマネジメント指針を用い、今後40年間の更新需要を求め、その事業費の平準化を図ったうえで財政収支見直しを行う。A市のケースと異なり、施設の更新優先順位は、施設の重要度を考慮して設定する。

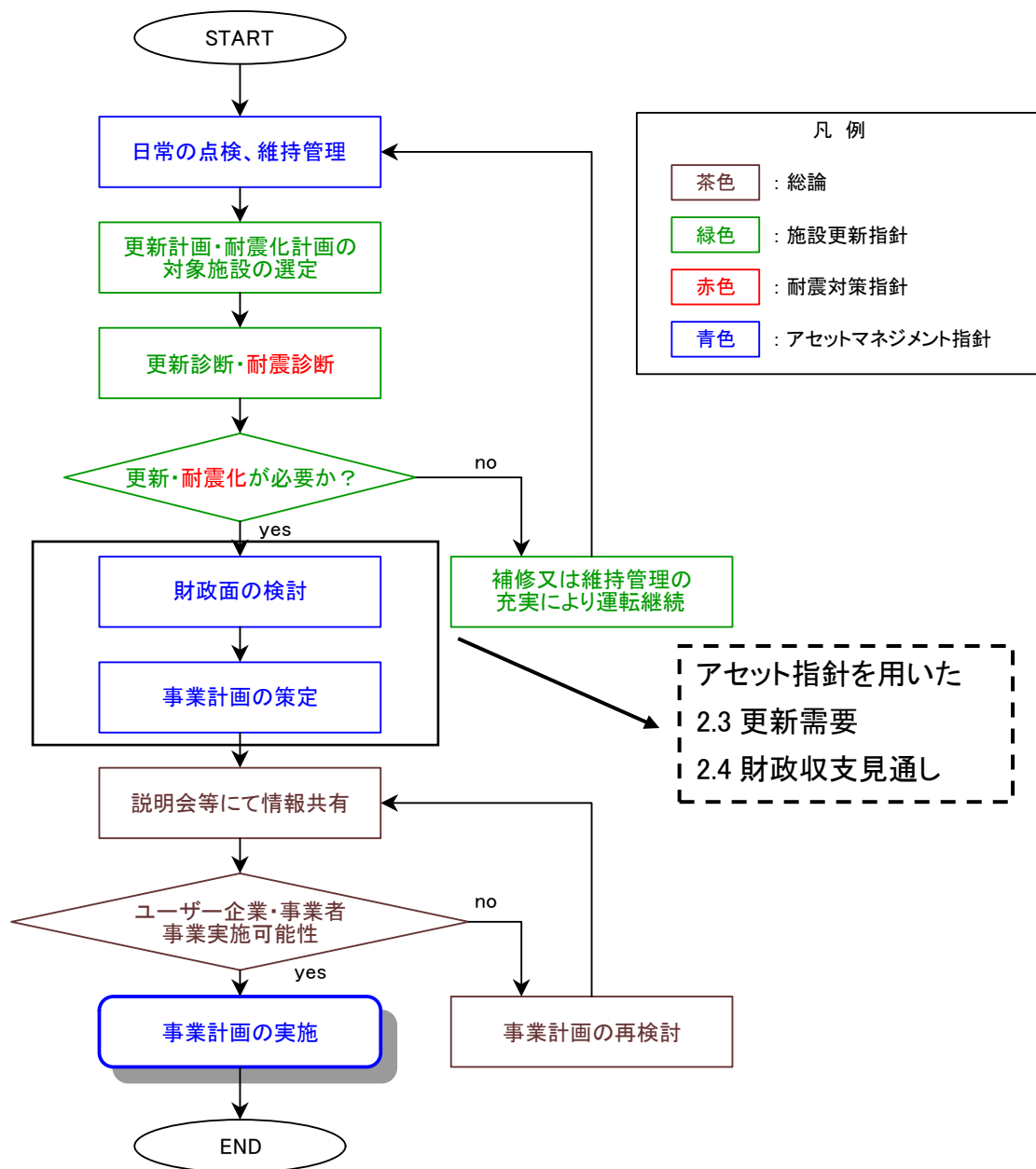


図 2.4 ケーススタディにおける検討内容

2.3 更新需要

保有している工業用水道施設の更新費用をそれぞれ求める。これらの費用は、耐用年数ごとに分けて計上する。今回のケーススタディでは、表 2.2 に示すように設定する。

表 2.2 耐用年数の設定

施設種類	耐用年数
土木構造物、建築物	60年
管路	40年
機械・電気設備	20年

2.3.1 概算事業費の算定

B市工業用水道事業では基本計画等が策定されていないため、固定資産台帳における帳簿原価（取得価額）をベースに、国土交通省が公開している建設デフレーターにより現在価値化を行って更新需要の金額を計上した。その結果、全ての施設を1回更新することにより生じる費用は約58億円となった。（表 2.3）

表 2.3 概算事業費

（単位：百万円）

		第一工水		第二工水	備考
		A川	B川	B川	
・土木・建築					
取水施設	構造物	156	109	29	
導水施設	管路	989	166	269	
浄水施設	構造物	548	135	153	
配水施設	管路	334		568	第一共通
排泥処理施設	構造物	136			第一第二共通
・機械					
取水施設	機械電気	140	82	86	
浄水施設	機械電気	283	105	104	
薬品注入設備	機械電気	135	118	122	
排泥処理施設	機械電気	163			第一第二共通
・電気					
取水施設	機械電気	403	187		B川共通
浄水施設	機械電気	312			第一第二共通
・耐用年数別集計					計
	構造物	840	244	182	1,266
	管路	1,323	166	837	2,326
	機械電気	1,436	492	312	2,240
	計	3,599	902	1,331	5,832

2.3.2 更新需要の年次計画

更新需要の年次計画は、策定期間を40年とし、5年度ごとの事業費を求める。この年次計画を定めるにあたり、比較検討を行った。それぞれのケースにおける算定条件は、表2.5に示すとおりである。

なお、表中の耐用年数の1.5倍については、「第4編アセット指針3.3資産の将来見通しの把握」の記述によるものである。

表 2.4 更新需要の年次計画の比較ケース

算定条件	ケース A	ケース A'	ケース B	ケース B'
施設更新の頻度	耐用年数どおり	耐用年数どおり	耐用年数の1.5倍	耐用年数の1.5倍
事業費の平準化	なし	あり 重要度を考慮	なし	あり 重要度を考慮

(1) ケース A

施設更新を耐用年数どおりに行うと、それぞれの事業費は、非常にばらつきが生じる結果となった。特に、既に耐用年数を経過している施設が H24～28 の期間にカウントされている影響でこの期間の金額が非常に大きくなる結果となった。(図 2.5、表 2.5)

(2) ケース A'

施設の老朽度及び重要度を考慮して、事業費の平準化を行った。B市の場合、管と躯体の更新費用がほぼ同等となっていることから、前半に管、後半に躯体の更新を行うことを想定した。その結果、事業費は各5年度で同等の金額(9～12億円)となった。(図 2.6、表 2.6)

(3) ケース B

施設更新を耐用年数の1.5倍で行うと、それぞれの事業費は、非常にばらつきが生じる結果となった。特に、建設年度の関係で H39～43 及び H49～53 の期間において管路の更新事業費が非常に大きくなる結果となった。また、耐用年数の1.5倍としたことから、構造物の更新需要は発生しなかった。(図 2.7、表 2.7)

(4) ケース B'

施設の老朽度及び重要度を考慮して、事業費の平準化を行った。今回は算定期間内に構造物の更新需要が発生しないことから、機械電気と管路に対して平準化を行った。その結果、事業費は各5年度で同等の金額(5～8億円)となった。(図 2.8、表 2.8)

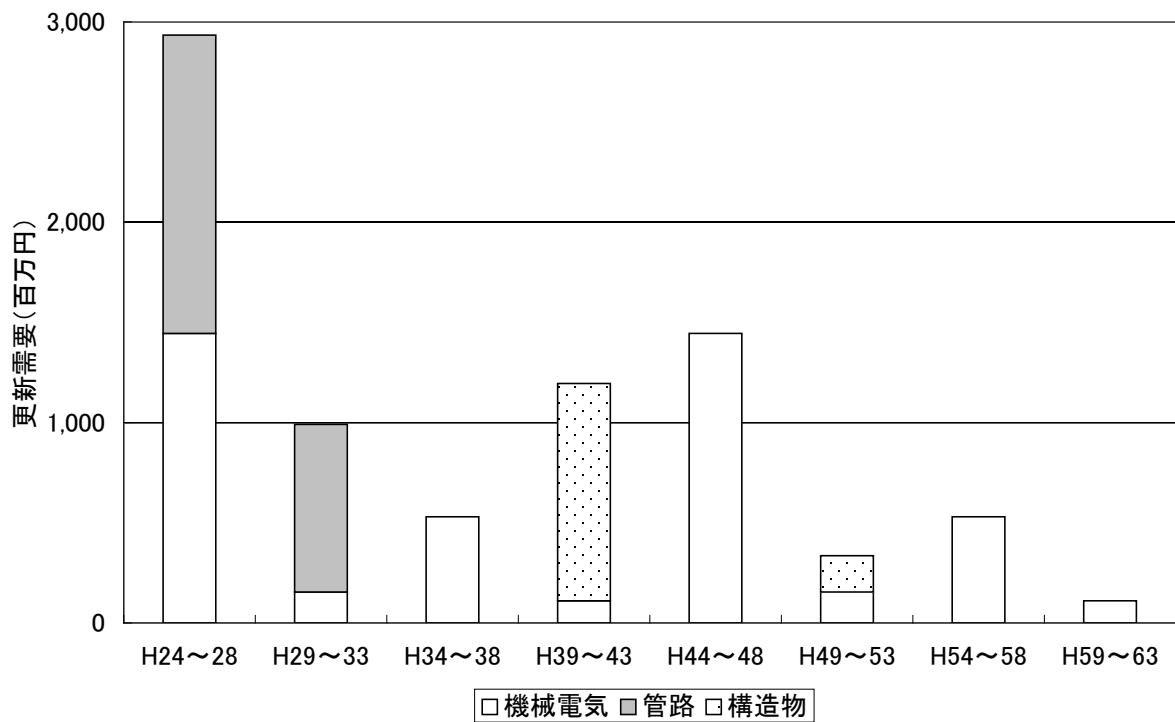


図 2.5 更新需要（ケース A）

表 2.5 更新需要（ケース A）

（単位：百万円）

更新年度	機械電気	管路	構造物	計
H24~28	1,445	1,489	0	2,934
H29~33	154	837	0	991
H34~38	530	0	0	530
H39~43	111	0	1,084	1,195
H44~48	※ 1,445	0	0	1,445
H49~53	※ 154	0	182	336
H54~58	※ 530	0	0	530
H59~63	※ 111	0	0	111
計	4,480	2,326	1,266	8,072

※機械電気は 2 回更新

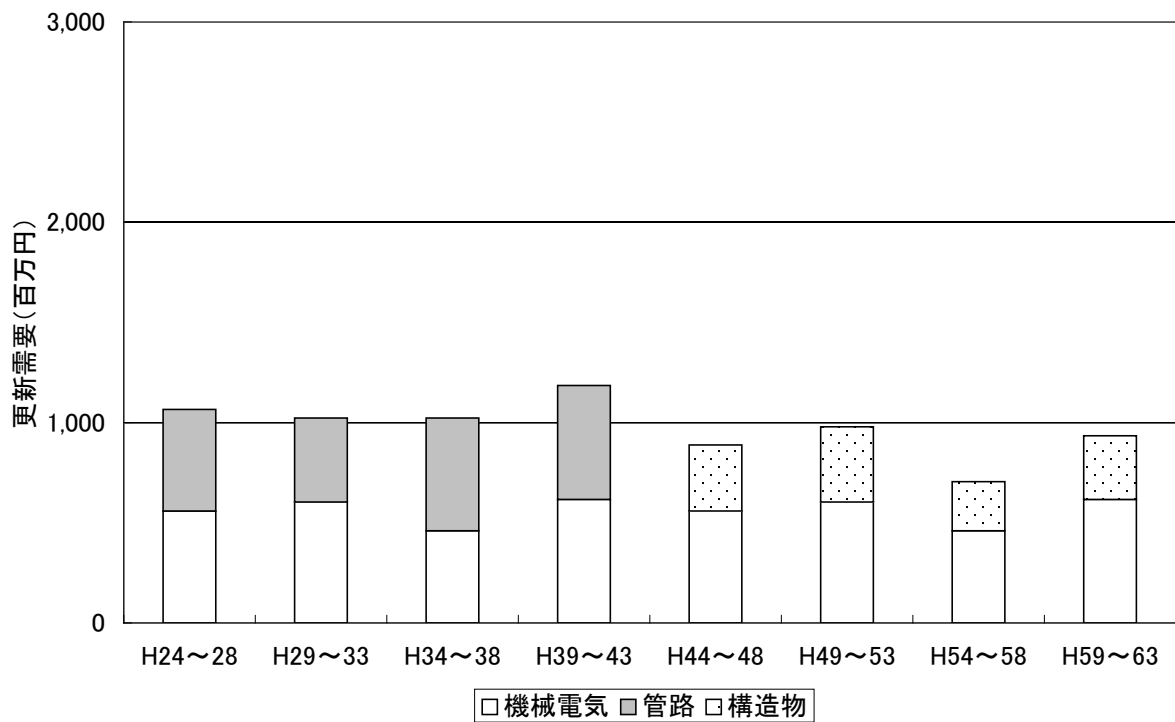


図 2.6 更新需要（ケース A'）

表 2.6 更新需要（ケース A'）

（単位：百万円）

更新年度	機械電気	管路	構造物	計
H24~28	559	507	0	1,066
H29~33	604	688	0	1,292
H34~38	460	563	0	1,023
H39~43	617	568	0	1,185
H44~48	※ 559	0	329	888
H49~53	※ 604	0	375	979
H54~58	※ 460	0	245	705
H59~63	※ 617	0	317	934
計	4,480	2,326	1,266	8,072

※機械電気は 2 回更新

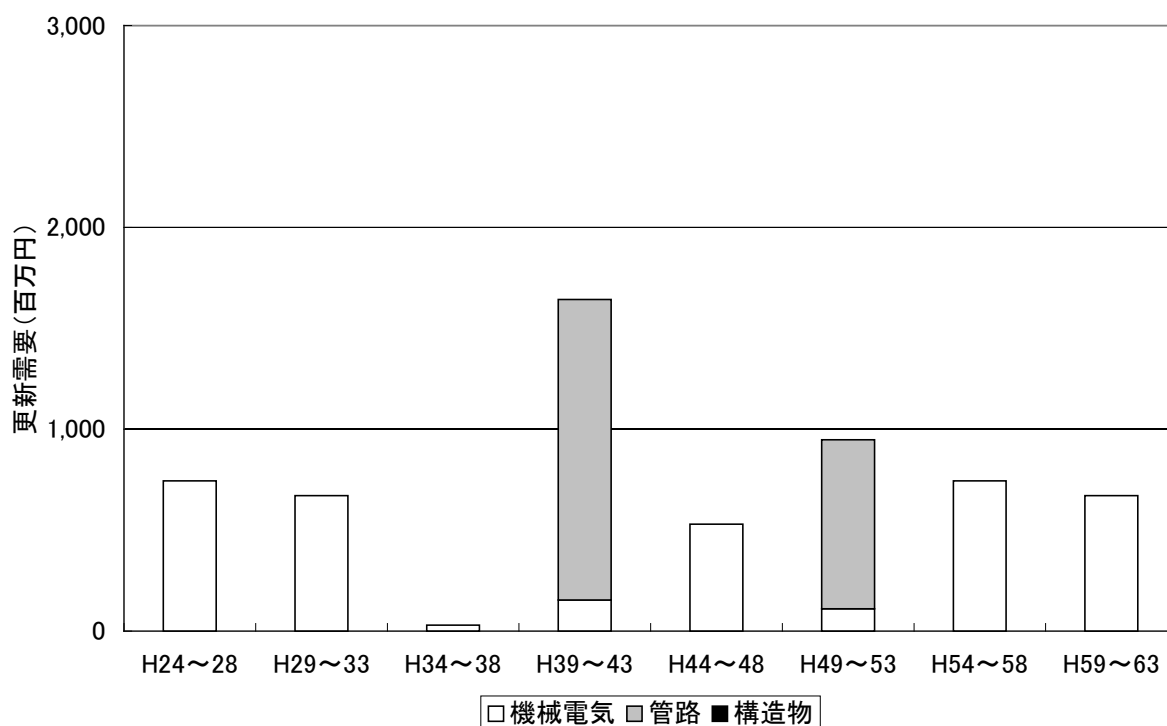


図 2.7 更新需要（ケース B）

表 2.7 更新需要（ケース B）

（単位：百万円）

更新年度	機械電気	管路	構造物	計
H24~28	744	0	0	744
H29~33	671	0	0	671
H34~38	30	0	0	30
H39~43	154	1,489	0	1,643
H44~48	530	0	0	530
H49~53	111	837	0	948
H54~58	※ 744	0	0	744
H59~63	※ 671	0	0	671
計	3,655	2,326	0	5,981

※機械電気は一部 2 回更新

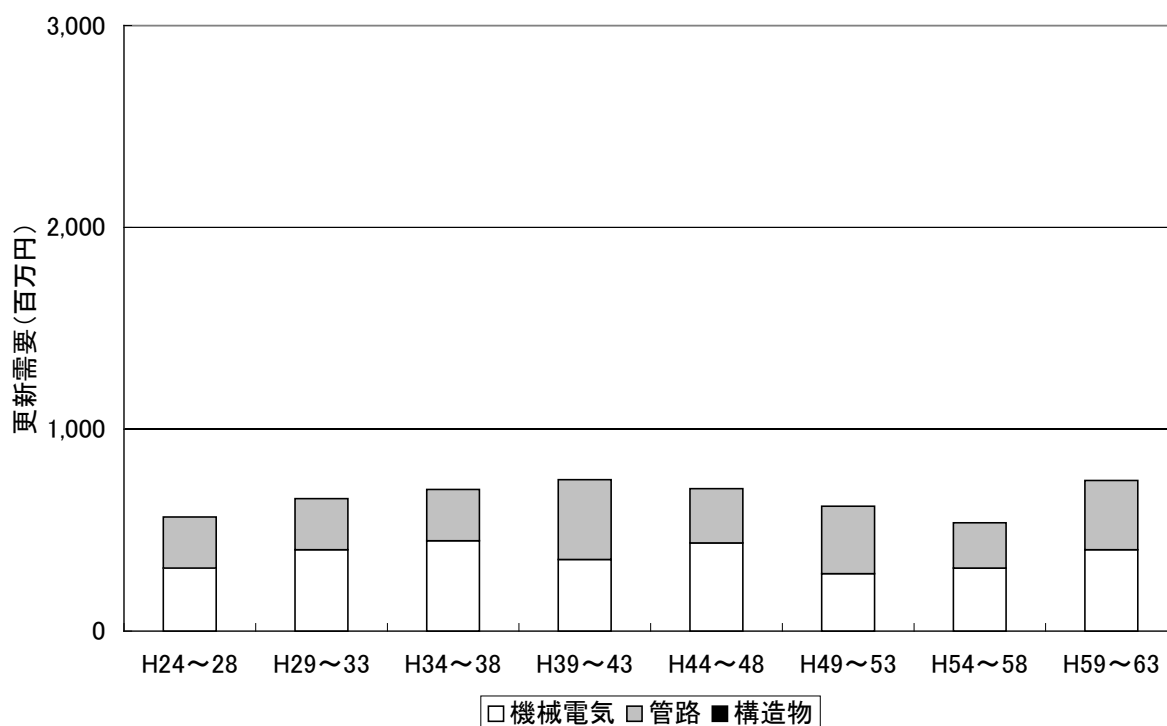


図 2.8 更新需要（ケース B'）

表 2.8 更新需要（ケース B'）

（単位：百万円）

更新年度	機械電気	管路	構造物	計
H24~28	312	253	0	565
H29~33	403	253	0	656
H34~38	448	253	0	701
H39~43	355	395	0	750
H44~48	437	269	0	706
H49~53	285	334	0	619
H54~58	※ 312	225	0	537
H59~63	※ 403	343	0	746
計	2,955	2,326	0	5,281

※機械電気は一部 2 回更新

2.4 財政収支見通し

2.4.1 算定条件

算定期間は40年とする。ここでは、この期間内の水量は一定と仮定する。

水量の考え方は以下の二通りあるが、ここでは「実使用水量」を基準とした「計量分有収水量」に基づいて、供給単価及び給水原価を求めた。

表 2.9 水量の考え方

水量の基準	有収水量の種類
実使用水量	計量分有収水量
契約水量	料金算定分有収水量

(1) 工業用水道料金

料金改定が無ければ、料金収入は一定である。料金改定の実施は、工業用水道料金算定要領にも示されているように、5年に一度行うものとする。

(2) 人件費、物件費等

水量を一定と仮定していることから、人件費及び物件費等は一定額を計上する。

(3) 減価償却費等

減価償却費は、取得した資産の減価償却に伴い発生する費用で、平成23年度までに取得した資産分については、資産台帳から集計した額を既往分として計上する。

$$\text{減価償却費} = \text{既往分} + \text{新規分}$$

既往分 : H23 までに取得した資産に対する将来の減価償却費

新規分 : H24 以降に取得する資産に対する将来の減価償却費

また、平成24年度以降に取得する見込みである資産分については、年度別事業計画から見込まれる額を新規分とし、耐用年数に応じて下式により計上する。

$$\text{新規分の単年度減価償却費} = \text{建設改良費(税抜)} \times 90\% \times \text{償却率}$$

(耐用年数) 電気機械・・・20年、管路・・・40年、構造物・・・60年
(定額法償却率) 電気機械・・・0.050、管路・・・0.025、構造物・・・0.017

(4) 支払利息等

支払利息は、企業債の償還利息で、平成23年度までに発行した企業債の利息を既往分とし、平成24年度以降に発行する企業債の利息を新規分とする。

なお、新規分の支払利息の計算は政府債に準じ、償還年数30年(半年賦元利均等償還)、据置期間5年、年利率2.0%で算定するものとする。

$$\text{支払利息} = \text{既往分} + \text{新規分}$$

既往分 : H23 までの借入企業債に対する将来の支払利息

新規分 : H24 以降の借入企業債に対する将来の支払利息

(5) 企業債

企業債充当率（建設改良費に対する企業債借入額の割合）は、検討ケースごとに設定するものとする。算定期間内は同一の充当率を用いて計上するものとする。ただし、H24～29 の期間に料金改定を行うことは現実的には困難であることから、この期間は全てのケースにおいて、企業債充当率を 100% とする。

(6) 国庫補助金

今回のケーススタディでは、国庫補助金を計上しないものとする。

(7) 建設改良費

前項の平準化された更新需要（ケース A' 及びケース B'）を計上する。ただし、更新需要は 5 年度ごとであることから、各年度に均等配分することにより、年度別の建設改良費を計上する。

(8) 企業債償還金

企業債の元金償還金で、平成 23 年度までに発行した企業債の元金償還金を既往分とし、平成 24 年度以降に発行する企業債の元金償還金を新規分とする。これら既往分と新規分の合算額を計上するものとする。

なお、借入条件は支払利息と同様に設定する。

$$\text{元金償還金} = \text{既往分} + \text{新規分}$$

既往分 : H23 までの借入企業債に対する将来の企業債償還金

新規分 : H24 以降の借入企業債に対する将来の企業債償還金

なお、減価償却費、支払利息、企業債償還金に示す、**既往分** 及び **新規分** のイメージは図 2.9 に示すとおりである。

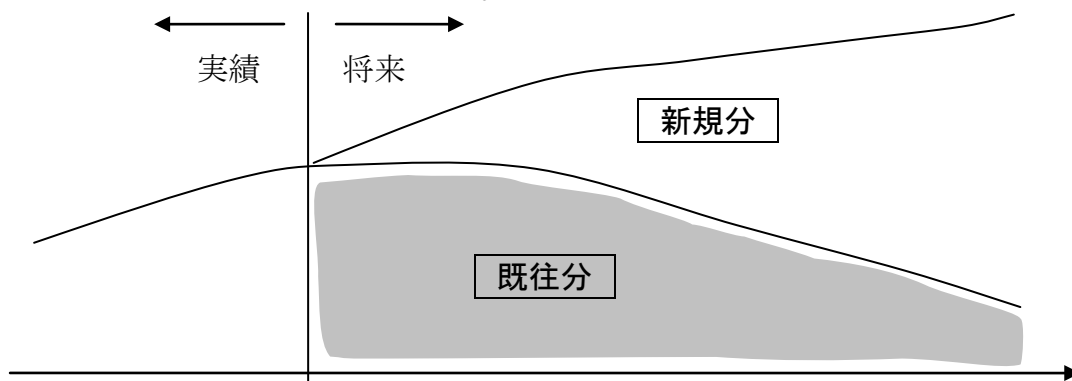


図 2.9 既往分と新規分のイメージ

2.4.2 収支見通し結果

B市工業用水道事業は実績で赤字が発生しており、事業規模も小さいことから、できるだけ企業債を活用することを想定した。しかし、企業債の借入額を建設改良費の100%（企業債充当率100%）としても、資金残高が不足する結果となるため、事業実施にあたっては料金改定が必要となる見通しとなった。

財政収支見通しは策定期間を40年として算定し、比較検討を行った。それぞれのケースにおける算定条件は、表2.10に示すとおりである。

なお、表中の耐用年数の1.5倍については、「第4編アセット指針3.3資産の将来見通しの把握」の記述によるものである。

表 2.10 財政収支見通しの比較ケース

算定条件	ケース A'-①	ケース A'-②	ケース B'-①	ケース B'-②
施設更新の頻度	耐用年数どおり	耐用年数どおり	耐用年数の1.5倍	耐用年数の1.5倍
事業費の平準化	あり 重要度を考慮	あり 重要度を考慮	あり 重要度を考慮	あり 重要度を考慮
企業債充当率	100%	50%	100%	50%

(1) ケース A'-①

できるだけ企業債を活用することを想定し、企業債充当率を100%とした。それでも、資金残高が不足する結果となるため、必要に応じて料金改定を行う試算を行った。その結果、資金残高を現状と同程度確保できるように5年毎の料金改定を行うことで、途中年度で赤字が発生するものの、更新が可能となる見通しとなった。

(図 2.10)

また、供給単価は現状の26円/m³から55円/m³（210%UP）に、給水原価は27円/m³から46円/m³に増加する見通しとなった（図 2.11）。なお、「契約水量」を基準とした「料金算定分有収水量」で算定すると、供給単価は17円/m³から35円/m³、給水原価は18円/m³から30円/m³に増加する結果となった。

(2) ケース A'-②

ここでは、企業債充当率を50%（H24～29は100%）とし、必要となる金額を料金値上げ（資産維持費の計上）で対応するものとした。その結果、資金残高を現状と同程度確保できるように5年毎の料金改定を行うことで、H29以降は純利益を確保しつつ、更新が可能となる見通しとなった。（図 2.12）

また、供給単価は現状の 26 円/m³ から 49 円/m³ (88%UP) に、給水原価は 27 円/m³ から 44 円/m³ に増加する見通しとなり、ケース A'-①と比較して企業債借入額の抑制による効果が表れている。ただし、初回の改定率が 70%となることからユーザー企業に十分な説明を要する結果となった(図 2.13)。なお、「契約水量」を基準とした「料金算定分有収水量」で算定すると、供給単価は 17 円/m³ から 31 円/m³、給水原価は 18 円/m³ から 28 円/m³ に増加する結果となった。

(3) ケース B'-①

ケース A'-①と同様に、料金改定なしでは資金残高が不足する結果となるため、必要に応じて料金改定を行う試算を行った。その結果、その結果、資金残高を現状と同程度確保できるように 5 年毎の料金改定を行うことで、途中年度で赤字が発生するものの、更新が可能となる見通しとなった。(図 2.14)

また、供給単価は現状の 26 円/m³ から 42 円/m³ (62%UP) に、給水原価は 27 円/m³ から 39 円/m³ に増加する見通しとなった(図 2.15)。なお、「契約水量」を基準とした「料金算定分有収水量」で算定すると、供給単価は 17 円/m³ から 27 円/m³、給水原価は 18 円/m³ から 25 円/m³ に増加する結果となった。

(4) ケース B'-②

ここでは、企業債充当率を 50% (H24~29 は 100%) とし、必要となる金額を料金値上げ(資産維持費の計上)で対応するものとした。その結果、資金残高を現状と同程度確保できるように 5 年毎の料金改定を行うことで、H29 以降は純利益を確保しつつ、更新が可能となる見通しとなった。(図 2.14)

また、供給単価は現状の 26 円/m³ から 38 円/m³ (47%UP) に、給水原価は 27 円/m³ から 35 円/m³ に増加する見通しとなり、ケース A'-②と比較して企業債借入額の抑制による効果が表れている。ただし、初回の改定率が 40%となることからユーザー企業に十分な説明を要する結果となった(図 2.17)。なお、「契約水量」を基準とした「料金算定分有収水量」で算定すると、供給単価は 17 円/m³ から 25 円/m³、給水原価は 18 円/m³ から 23 円/m³ に増加する結果となった。

以上の結果から、現実的ではない大幅な料金改定を伴うことから、実際にはケース A'-①及びケース A'-②の事業実施は困難である。

ケース B'-②は給水原価の増加を比較的抑え、さらに企業債の残高をさほど増加させることなく、6 億円/5 年度程度の建設改良が各ケースの中で最も現実的に実施可能な状態になった。

ただし、これは水量が減少しないことが前提条件となっていることから、実際には料金改定に関する検討を定期的にかつ継続的に行っていくことが望ましい。

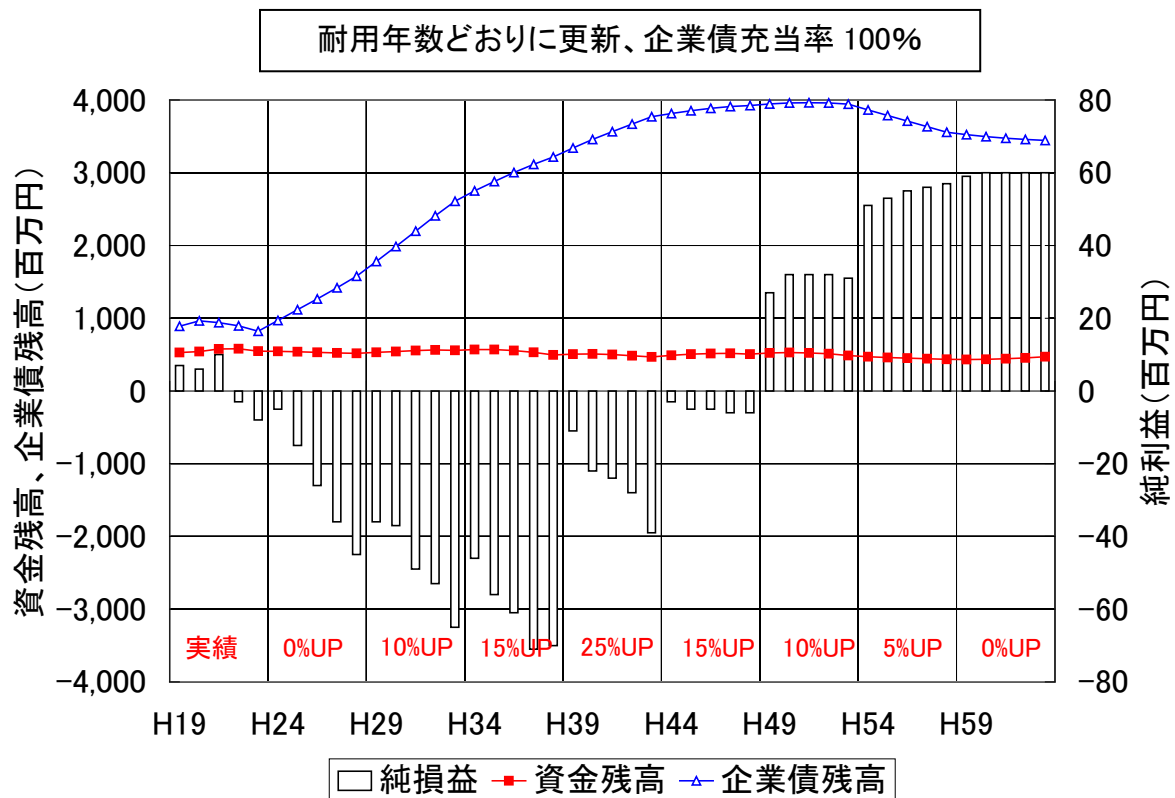


図 2.10 収支見通し（ケース A'-①）

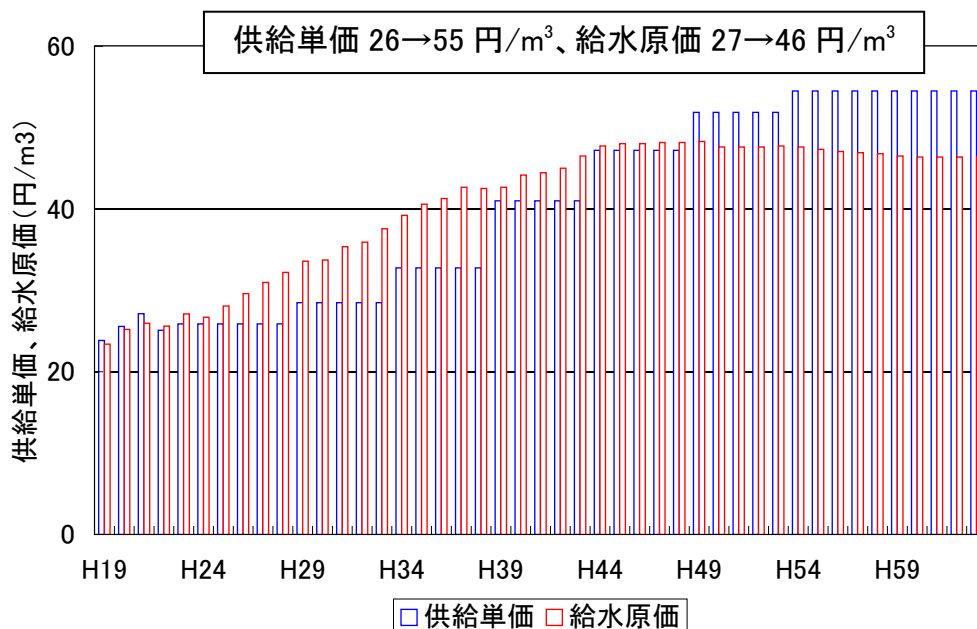


図 2.11 供給単価と給水原価（ケース A'-①）

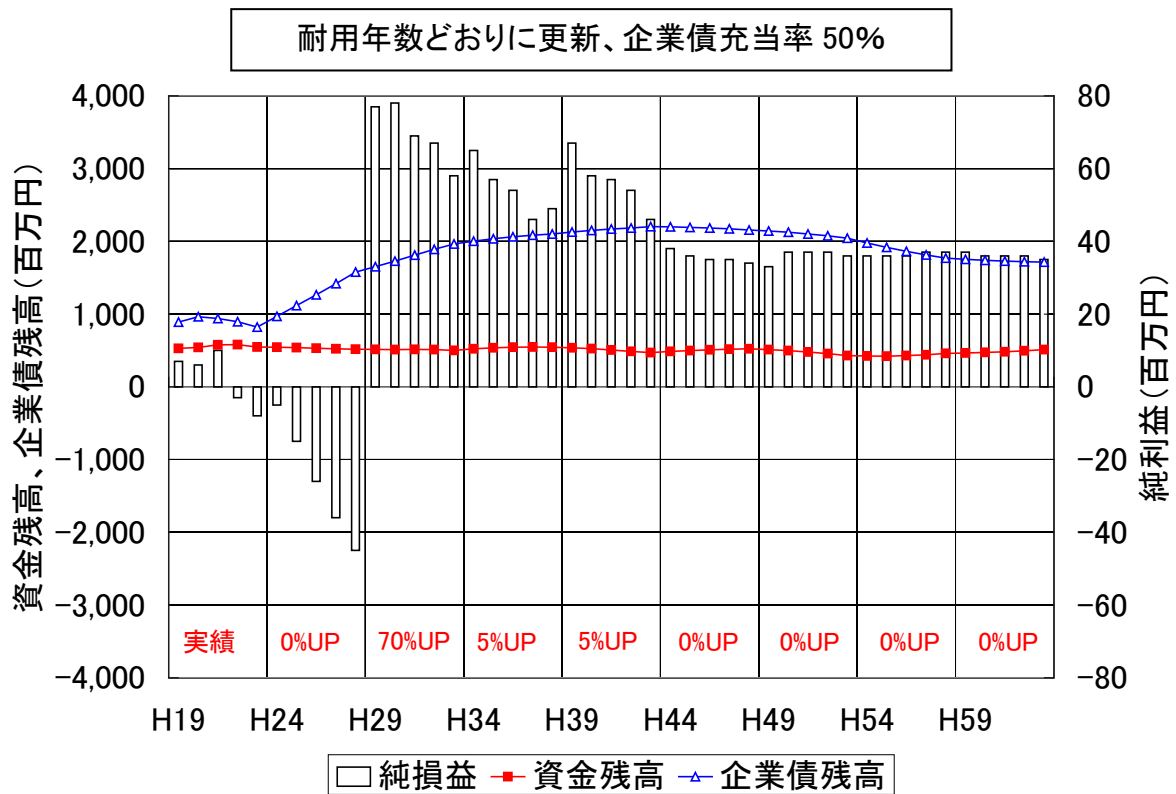


図 2.12 収支見通し (ケース A'-②)

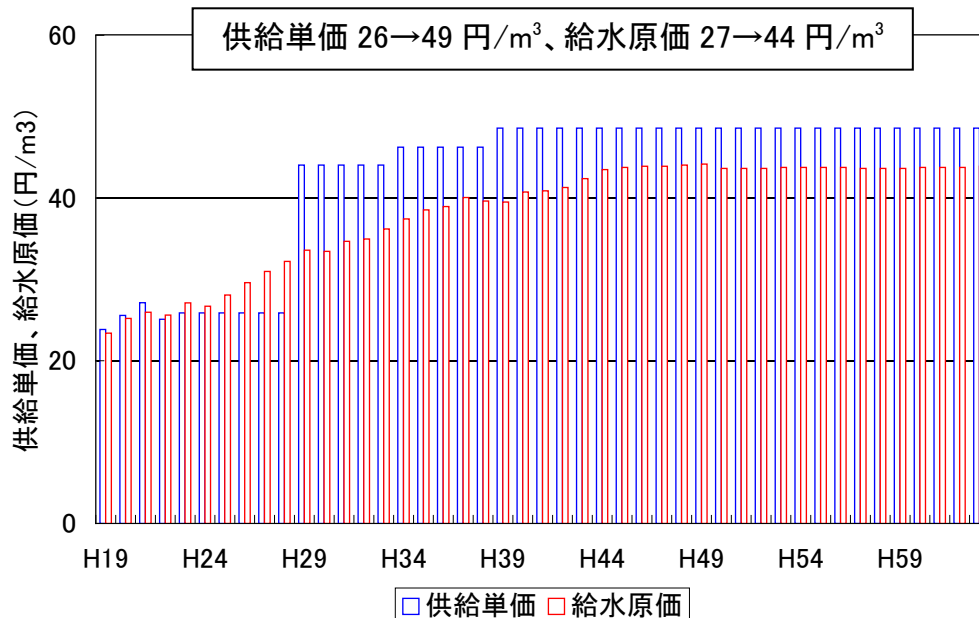


図 2.13 供給単価と給水原価 (ケース A'-②)

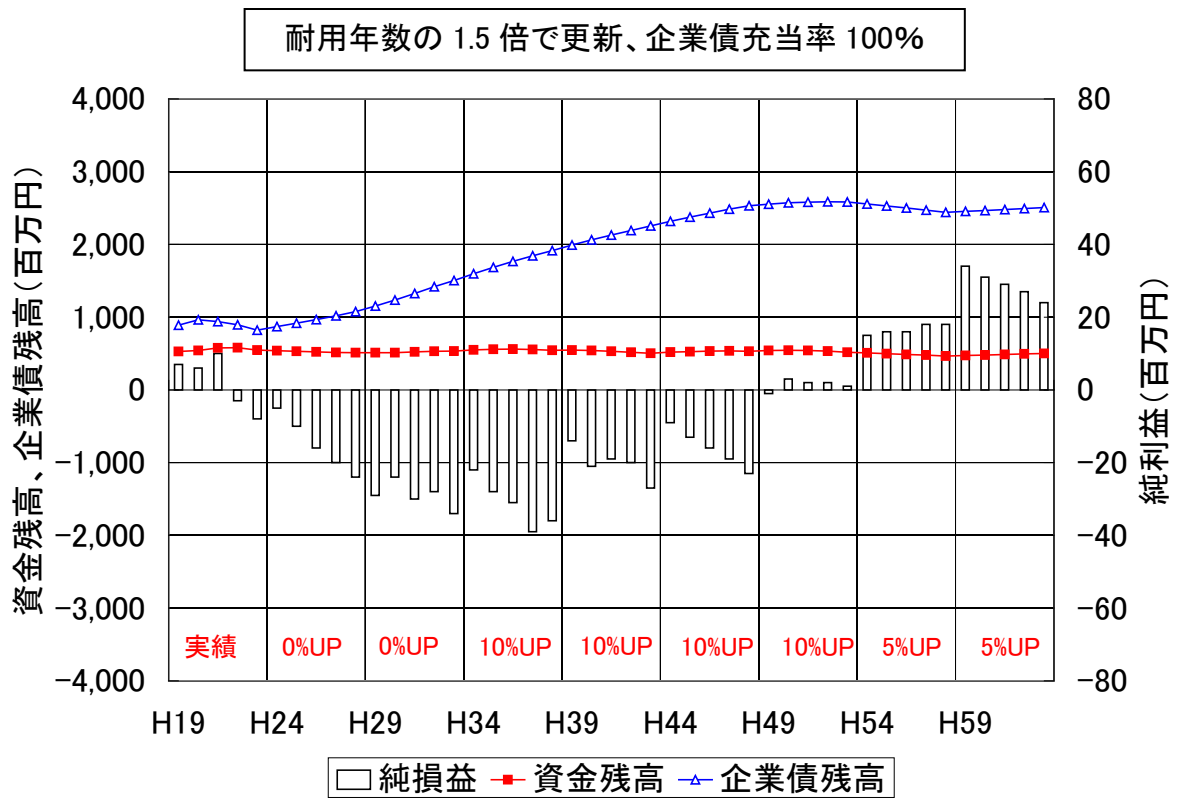


図 2.14 収支見通し（ケース B'-①）

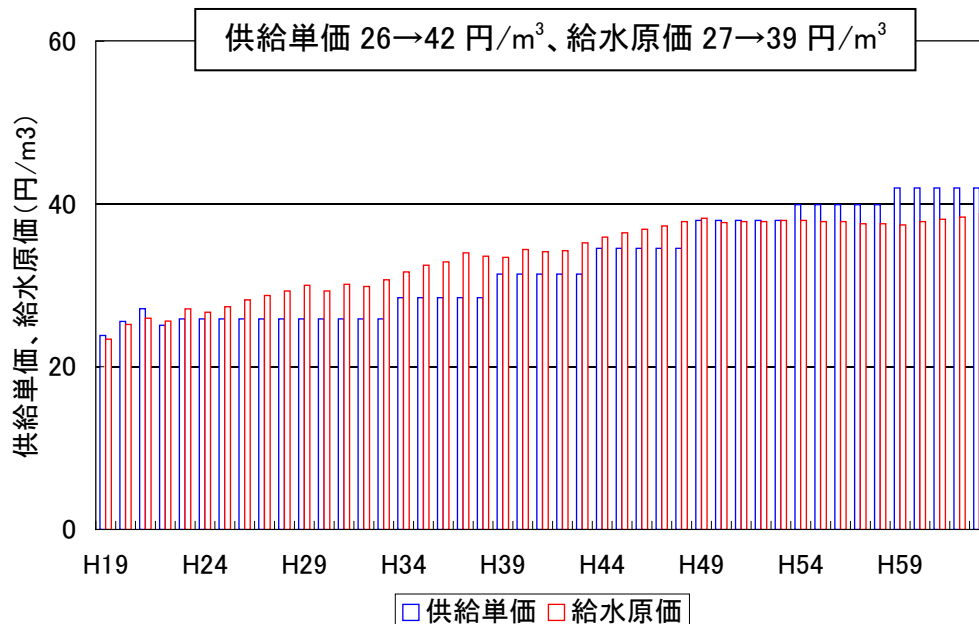


図 2.15 供給単価と給水原価（ケース B'-①）

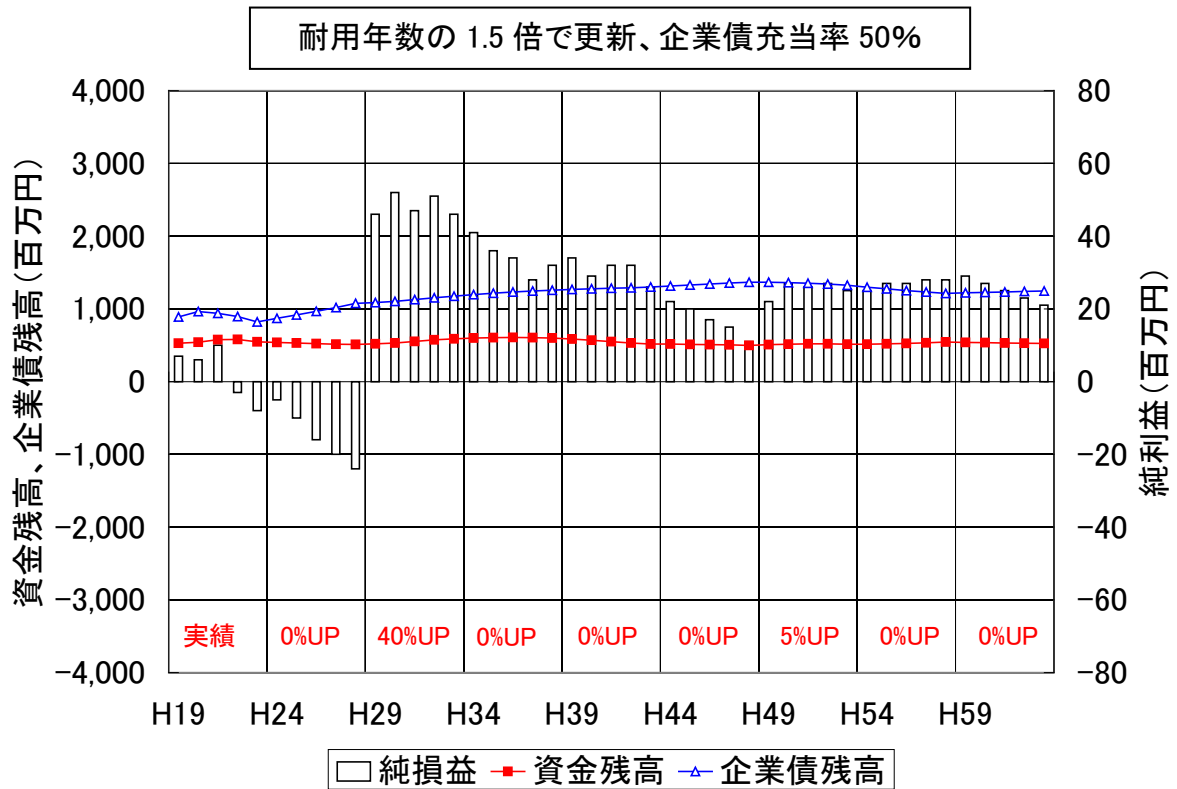


図 2.16 収支見通し (ケース B'-(2))

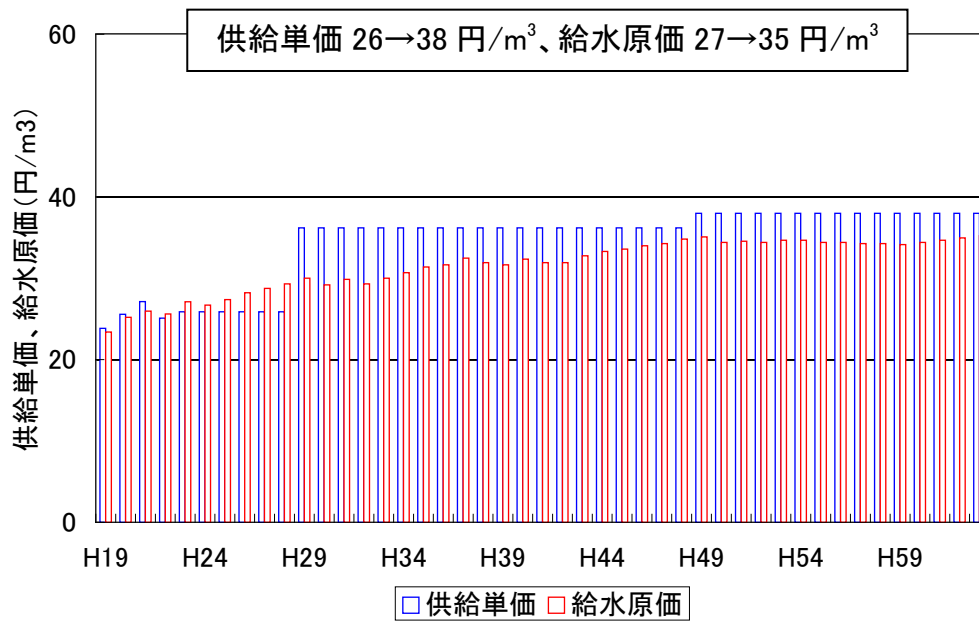


図 2.17 供給単価と給水原価 (ケース B'-(2))

(5) ケースの比較

各ケースにおける供給単価と給水原価を比較した結果は、図 2.18、図 2.19 に示すとおりである。この中で、ケース A'-①及びケース A'-②は供給単価及び給水原価ともに非現実的な状態となってしまふ。ケース B'-①と比較してケース B'-②は初回の料金改定率が大きいものの、給水原価を最も抑えることができる。

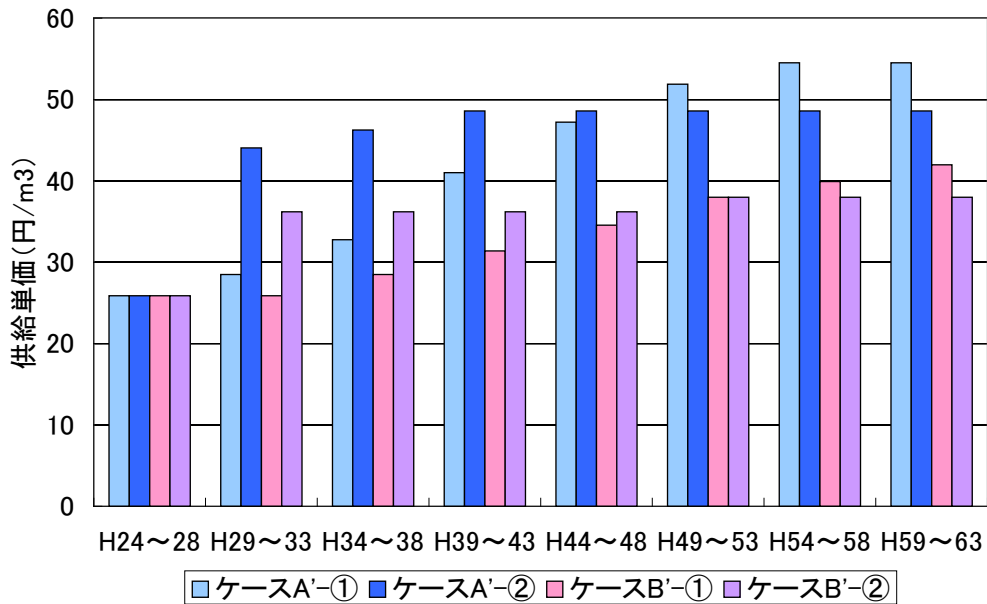


図 2.18 供給単価の比較

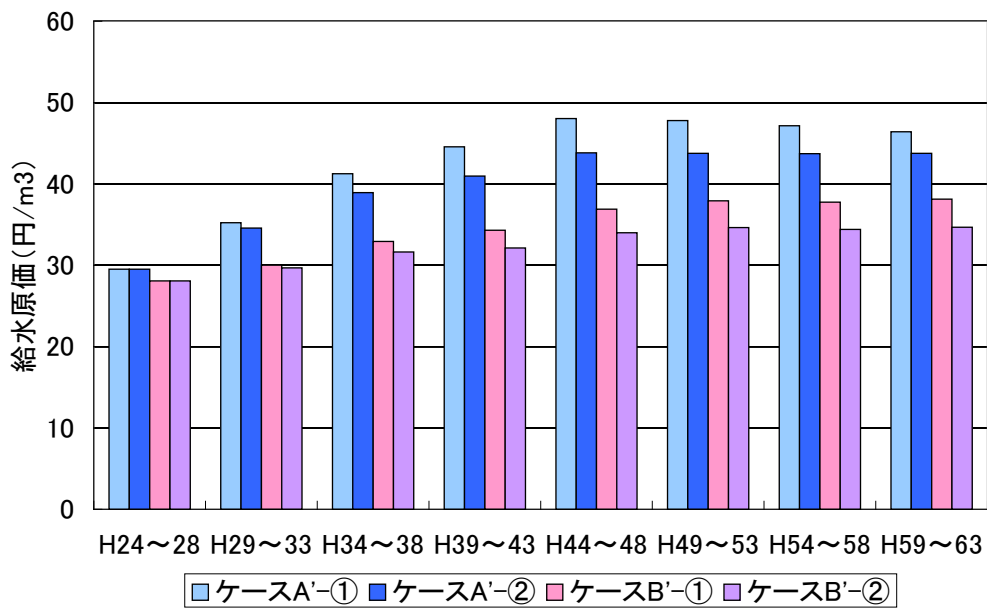


図 2.19 給水原価の比較

(6) 資産維持費について

ケース B'-②は、企業債に代わり資産維持費を資金として計上した場合の財政収支見通しとなる。収支見通しの中で、各ケース間で金額が変動するのは、収益的収入のうち工業用水道料金、収益的支出のうち新規分の支払利息である。それぞれを比較した結果は、表 2.11 に示すとおりである。

ケース B'-②では企業債発行の抑制により、支払利息が低く抑えられており、算定期間 40 年で約 6 億円の費用削減効果が見られる。これに伴い、工業用水道料金は H54 以降、ケース B'-②の方が安くなる見通しであり、さらに長期な見通しを行うと、トータルでも安くなることが想定され、資産維持費による効果が発揮されている。

表 2.11 収入と支出の比較

年度	(収入)工業用水道料金			(支出)支払利息(新規分)		
	ケース B'-①	ケース B'-②	差額	ケース B'-①	ケース B'-②	差額
H24～28	940	940	0	23	23	0
H29～33	940	1,315	375	81	69	-12
H34～38	1,035	1,315	280	142	95	-47
H39～43	1,140	1,315	175	195	116	-79
H44～48	1,255	1,315	60	234	129	-105
H49～53	1,380	1,380	0	254	134	-120
H54～58	1,450	1,380	-70	249	127	-122
H59～63	1,525	1,380	-145	245	120	-125
計	9,665	10,340	675	1,423	813	-610

「今後の低廉かつ安定的な工業用水供給の実現のために（平成 24 年 6 月：工業用水道政策小委員会）」によると、試算では今後 50 年間の全国の施設更新・耐震化事業に対する財源不足額を全て料金収入で賄おうとする場合、全国の工業用水平均料金（23.3 円/m³）が約 1.5 円/m³（6.2%）増加する可能性があるとされている。この単価の差額は、「契約水量」を基準とした「料金算定分有収水量」で算定したものである。

B 市工業用水道事業のような小規模事業者では、ケース B'-②においても供給単価の増加は、「計量分有収水量」ベースで 12 円/m³、「料金算定分有収水量」で 5 円/m³で 47%アップとなる結果となった。

(7) 二部料金制について

二部料金制は、料金を固定費（人件費、その他費用等）と変動費（物件費のうち動力費、薬品費等）に分け、変動費分を使用量に応じて従量料金として徴収する制度である。この制度の導入により、料金総額が変更になるものではない。

B市工業用水道事業の場合、平成23年度の決算額を例にとってみると、動力費は25百万円、薬品費は1百万円となっており、総費用197百万円に対し、13%程度が変動費に該当する。二部料金制を導入した場合のイメージは図2.20に示すとおりである。

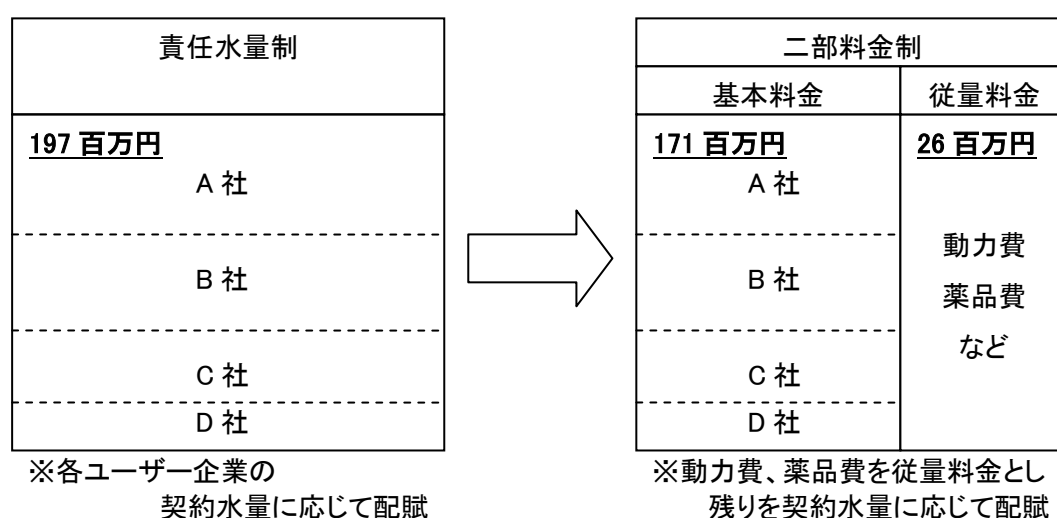


図 2.20 二部料金制の導入イメージ

実給水率が高いユーザー企業は、二部料金制を採用すると負担が増加する可能性が高い。そこで、企業の希望により、責任水量制と二部料金制のいずれかを選択できるようにするなど、選択制の導入も視野に入れる必要がある。

3章 C 県工業用水道事業の耐震化対策事例報告

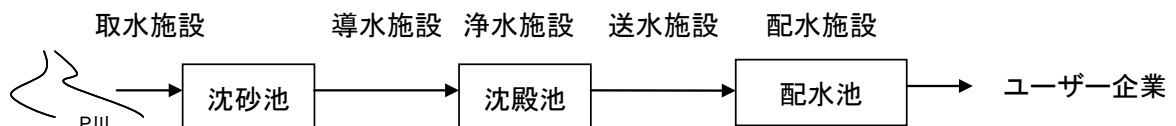
3.1 事業概要

C 県工業用水道事業は P 工業用水道事業および Q 工業用水道事業の 2 事業で行われている。

P 工業用水道事業は昭和 43 年から給水開始（施設能力：一日最大配水量 80,000m³/日）し、工業地域の拡大に伴い、昭和 50 年から施設能力 160,000m³/日で給水している。一方、Q 工業用水道事業は昭和 45 年から給水開始（施設能力：一日最大配水量 46,500m³/日）し、工業地域の拡大に伴い、平成 8 年から施設能力 93,000m³/日で給水している。

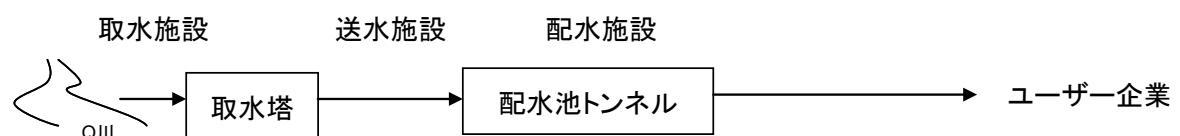
3.1.1 P 工業用水道事業

水源は表流水であり、取水口、沈砂池、取水ポンプを経由後、P 浄水場にて凝集沈殿処理している。その後、配水池を経由して工業地域に給水している。



3.1.2 Q 工業用水道事業

水源は伏流水であり、河床に埋設した集水管により取水した伏流水を、山腹の配水池トンネルへ揚水し、自然流下により給水している。



3.2 更新計画・耐震対策の事例

3.2.1 計画概要

(1) 緊急時の水源確保

緊急時の水源確保のための対策として、近隣の国営農地防災事業の農業用水管路や河川の異なる取水地点からの仮設ポンプ車と仮設ポリエチレン管を活用した緊急取水計画を検討している。



図 3.1 農業用水管からの取水イメージとポンプ車

(2) 管路の耐震化

管路については、試掘調査を実施しており、管路の外面腐食深さを確認すると共に、管路全体の老朽度ランクを評価している。施設更新指針をベースに老朽度ランクによる評価結果を加味し、独自の更新優先順位付けを行っている。

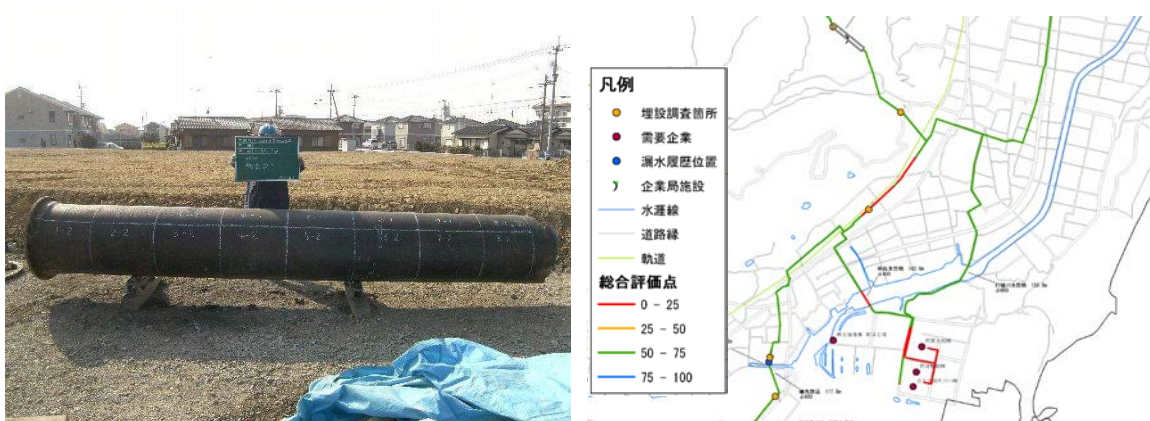


図 3.2 直接診断と管路更新の優先順位付け

(3) その他の計画（ソフト対策）

ソフト対策として、復旧日数の短縮を図るべく、復旧資材の備蓄や他事業者等との応援協定を行っている。

復旧資材の備蓄については、資材の備蓄用倉庫を新築し、復旧資材を備蓄予定である。

他事業者等との応援協定については、近接4県の事業者との相互応援協定に加えて、同時に被災しないと考えられる遠方の県とも応援協定を締結している。

また、県内建設業協会と地区ごとに施工する業者を決めた応援協定を締結している。

3.2.2 事業化にむけて

C 県工業用水道事業全体としては、前述の地震対策として最大 174 億円の事業費を見込んでいる。D 県企業局では主に下記の実施方針で事業化にむけて取り組んでいる。

(1) アンケートの実施

緊急時対策を計画するにあたり、ユーザー企業にアンケート調査を行い、水質悪化の許容可否、工場等の復旧日数および被災後の必要水量等について調査している。

水質悪化に対しては、冷却水用等許容可能なケースが多いものの、汽かん用、洗浄・清掃用など水質悪化が許容できない用途もある。

工場等が被災した場合の復旧日数は設定していない企業ユーザーが多いが、設定している企業では、大地震においては、2週間～2ヶ月を復旧目標としている。

被災後の必要水量については、3～4日後、1週間後、2週間後で回答を整理している。（更に、各ユーザーにヒアリング調査を行うなどにより、シビアな数値としていく必要あり。）

緊急対策にむけての主なアンケート内容

- ① 工業用水の使用用途はなにか。
→ 緊急対策設備による水質設定
- ② 工場等が被災した場合の復旧日数をどのくらいに設定しているか。
→ 工業用水道の復旧目標設定
- ③ 被災後どのくらいの工業用水が必要か。（時間経過に伴う必要水量）
→ 緊急対策に必要な水量の把握
- ④ 工業用水をどのくらい断水することが可能か。
→ 対策工事での断水期間の把握

(2) 研究会の実施

事業計画の策定に先立ち、「工業用水道緊急対策研究会」を複数回開催し、ユーザー企業代表、学識経験者およびその他専門家を交えて、計画内容の妥当性について検証している。

(3) 料金への反映

景気の低迷等により、当面は累積赤字も出さずにできる事業範囲で実施する予定である。水管橋の耐震化、緊急時水源確保対策およびソフト対策を優先させている。

(4) ユーザー企業への対応

ユーザー企業に対しては、県工業用水協議会を開催し（総会と担当者会議を定期的に実施）、事業計画について意見交換し、事業の必要性の理解を得ている。

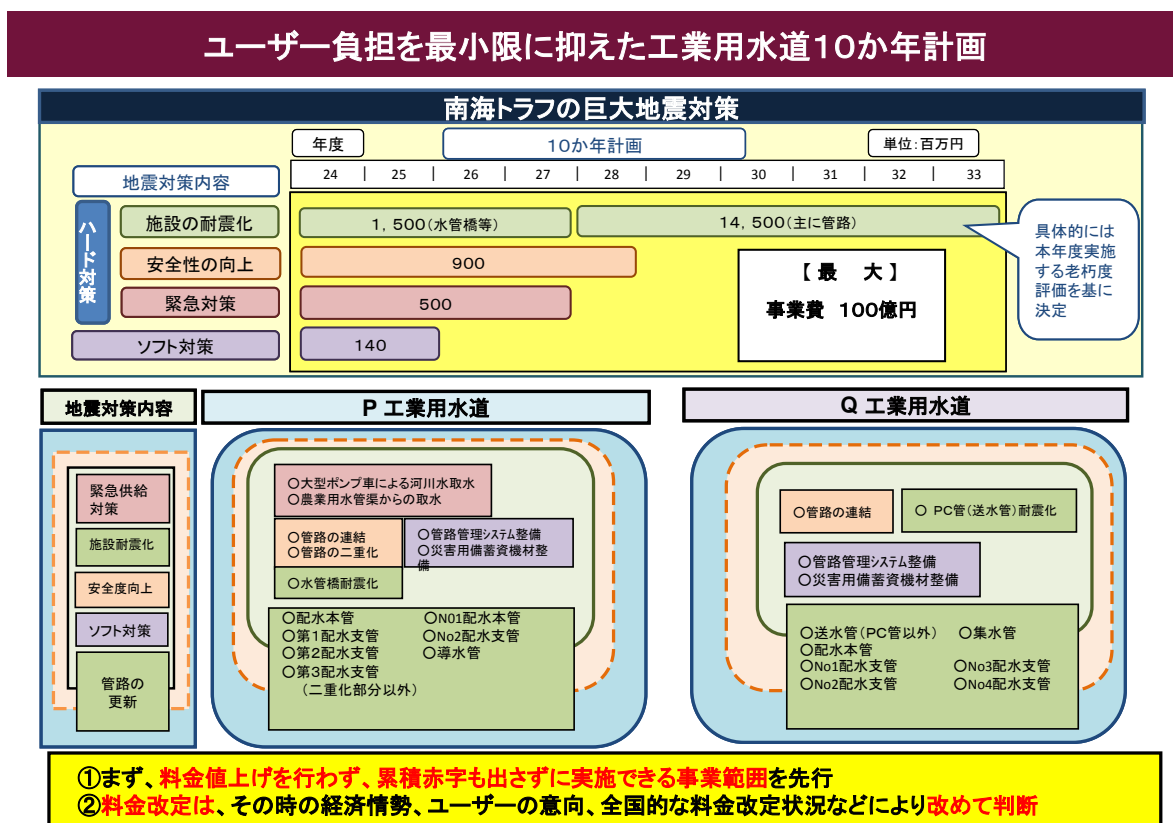


図 3.3 工業用水道 10ヶ年計画