

## 参考資料Ⅱ

長期的な改築需要見通しの検討例

## 参考資料Ⅱ 長期的な改築需要見通しの検討例

### 目 次

第1章	今後の長期的な改築需要量見込みの検討.....	1
(1)	管路施設の長期的な改築需要見通しの検討例.....	1
(2)	処理場・ポンプ場施設の長期的な改築需要見通しの検討例.....	7

## 第1章 長期的な改築需要見通しの検討

### 1.1 基本的な考え方

長期的な改築需要見通しの検討にあたっては、費用関数を用いるなど簡易な方法で検討する。なお、台帳、過年度の工事金額、固定資産台帳等の詳細な情報が揃っていて、費用関数等ではなく既往の情報を活用して短期間に検討できる場合には、より詳細な方法で見通しを立てても良い。

#### 【解説】

長期的な改築需要見通しの検討は、ストックマネジメントの導入効果を定量的に把握するために行う。なお、平成23年11月18日に「下水道事業中長期改築需要量調査算定支援ツール<sup>1</sup>」が公表されており、施設諸元等を入力するだけで簡易的に改築需要量の見通しが算定できるので活用されたい。

#### (1) 管路施設の長期的な改築需要見通しの検討

管路施設の長期的な改築需要見通しの検討にあたっては、1)改築シナリオの設定、2)必要情報の整理、3)長期的な見通しの試算により行う。

##### 1) シナリオの設定

次の2つのシナリオを設定することを基本とする。

A 全てを標準耐用年数で単純に改築するシナリオ

B 健全度の低下した路線のみを改築するシナリオ（予防保全型施設管理を実施するシナリオ）

##### 2) 必要情報の整理

###### ①年次別布設延長の整理

検討にあたっては、年次別布設延長の情報が必要である。

（参考：口径別年次別布設延長の情報がある場合は、口径によって重要路線と一般路線に区分し、それぞれの目標耐用年数を検討することも可能である。）

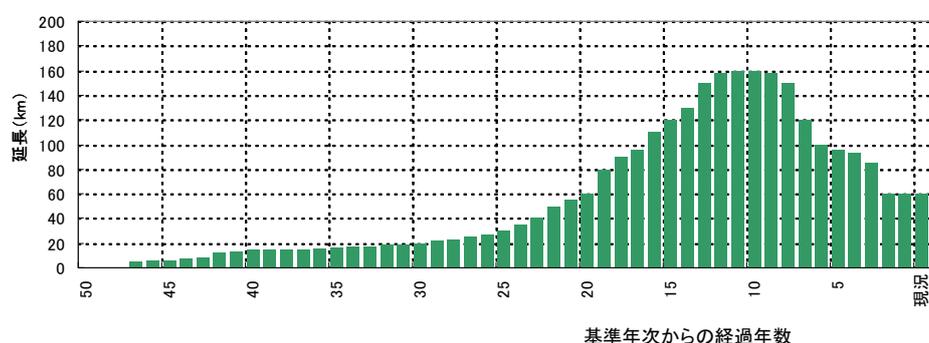


図 1.1 管路施設の年次別布設延長

<sup>1</sup> 日本下水道協会ホームページ「情報のみち ONLINE」に公表 <http://www.jswa.jp/>

②改築費用の設定

改築費用は、実績等に基づく改築の平均単価を求める。実績が無いなどの理由により、改築の平均単価の設定が困難な場合は、新規布設の実績等を元にした平均単価を用いることも可能とする。

また、表 1.1 に示す「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 (社)日本下水道協会 平成 20 年 9 月」の費用関数を用いることも可能とする。

表 1.1 管きょ施設建設費の費用関数 (平成 19 年度単価)

適用工法 (管径の適用範囲)	費用関数
開削工法 (φ 150 ≤ X ≤ φ 1,200)	$Y = (1.23 \times 10^{-5} X^2 + 0.56 \times 10^{-3} X + 9.26) \times (103.3 / 102.2)$
小口径管推進工法 (φ 250 ≤ X ≤ φ 700)	$Y = (4.16 \times 10^{-5} X^2 - 0.59 \times 10^{-3} X + 25.6) \times (103.3 / 102.2)$
推進工法 (φ 800 ≤ X ≤ φ 2,000)	$Y = (2.44 \times 10^{-5} X^2 - 36.9 \times 10^{-3} X + 67.5) \times (103.3 / 102.2)$
シールド工法 (φ 1,350 ≤ X ≤ φ 5,000)	$Y = (1.06 \times 10^{-5} X^2 - 16.1 \times 10^{-3} X + 102) \times (103.3 / 102.2)$

X：管径 (mm)、Y：m 当たり建設費 (万円/m)

(注) 費用関数は、標準モデルを作成し、「下水道用設計積算要領 (社)日本下水道協会 1996 版」に基づいて積み上げ計算した結果により作成。

(注) 管きょ施設建設費の費用関数は、平成 9 年度単価で作成しており、建設工事費デフレーター (平成 12 年度基準、平成 9 年度 = 102.2、平成 19 年度 = 103.3) を用いて平成 19 年度価格に補正。

3) 長期的な改築需要見通しの試算

A 全てを標準耐用年数で単純に改築するシナリオ

本シナリオは、全ての管路施設が、標準耐用年数で更新するシナリオである。事業費は、試算した延長に、実績等に基づく改築の平均単価等に乗じて求める。

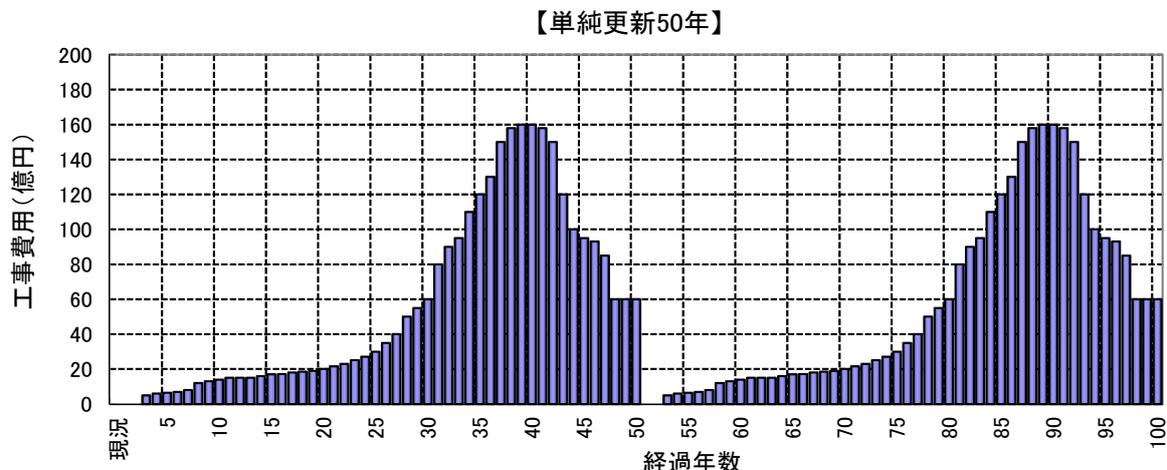


図 1.2 標準耐用年数 (50 年) による単純改築の例

B 健全度の低下した路線のみを改築するシナリオ（予防保全型施設管理を実施するシナリオ）

本シナリオは、健全率予測式によって、管路施設全体に占める健全度の低下した路線延長を把握し、当該路線のみを改築していくシナリオである。

事業費は、試算した延長に、実績等に基づく改築の平均単価を乗じて求める。実績が無いなどの理由により、改築の平均単価の設定が困難な場合は、新規布設の実績等を元にした平均単価を用いることも可とする。

また、健全度の低下した管路の蓄積が顕在化する期間が発生する場合、必要に応じて改築量の平準化を図る。

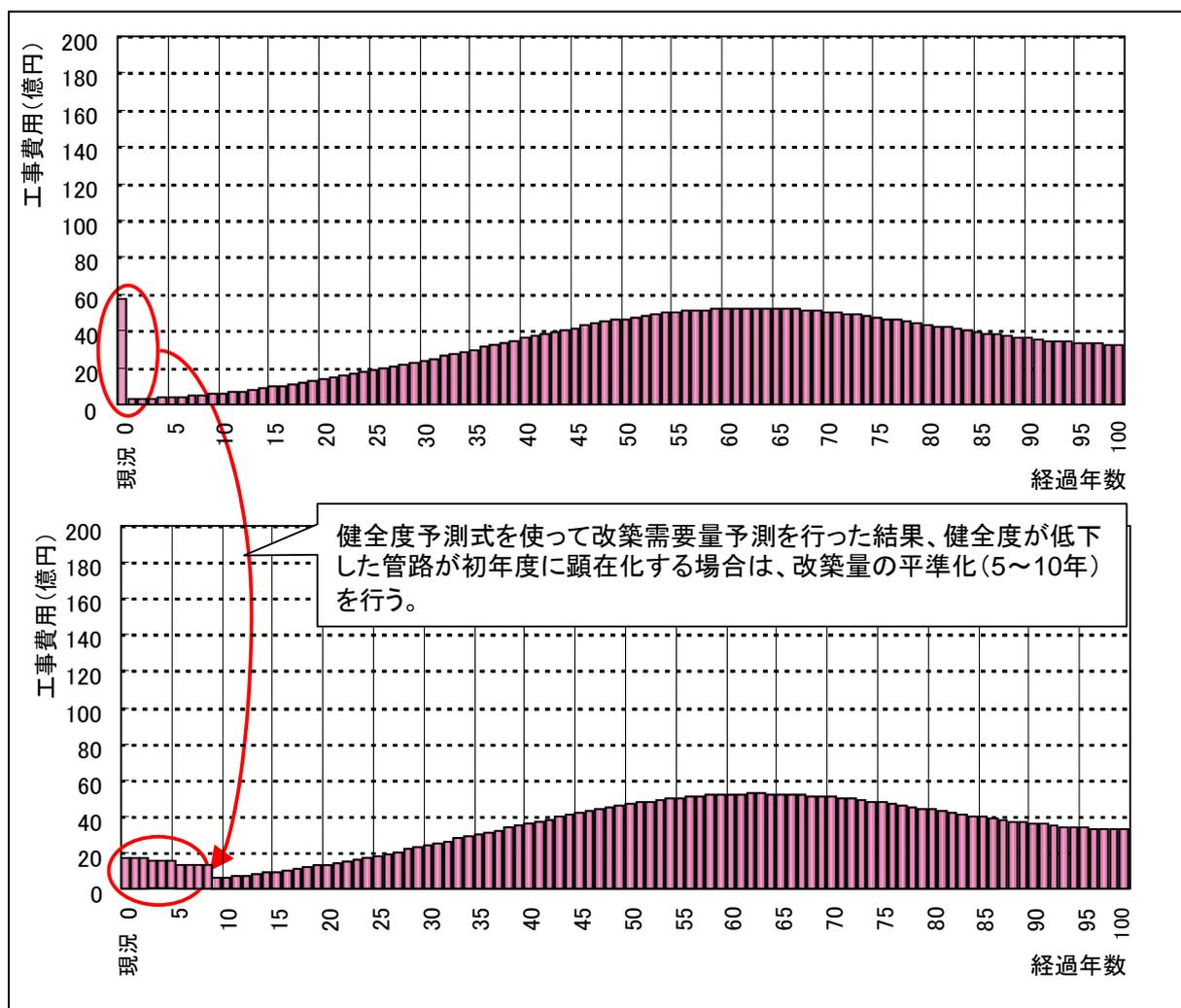


図 1.3 健全度の低下した路線のみを改築する例

健全率予測式は、例えば、国土技術政策総合研究所が、全国から予防保全の考え方にに基づく施設管理が比較的進んでいる都市を選び、そのデータから分析した結果を公表しており<sup>2</sup>、これを活用することにより、一定の予防保全の考え方にに基づく管路施設の長寿命化の効果として改築需要

<sup>2</sup> <http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/rekka-db.html>

見通しを求めることができる。なお、これ以外にも適切な根拠に基づき健全率を予測する手法を用いることができる。

【健全度の低下した管路延長の試算方法】

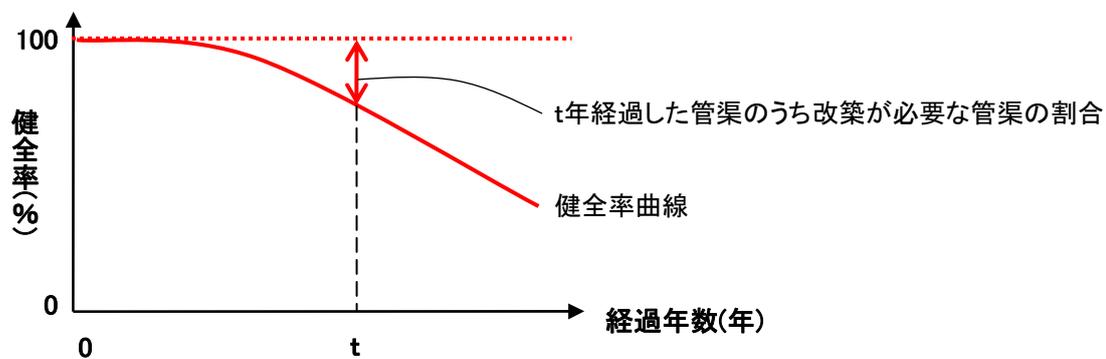


図 1.4 健全率曲線

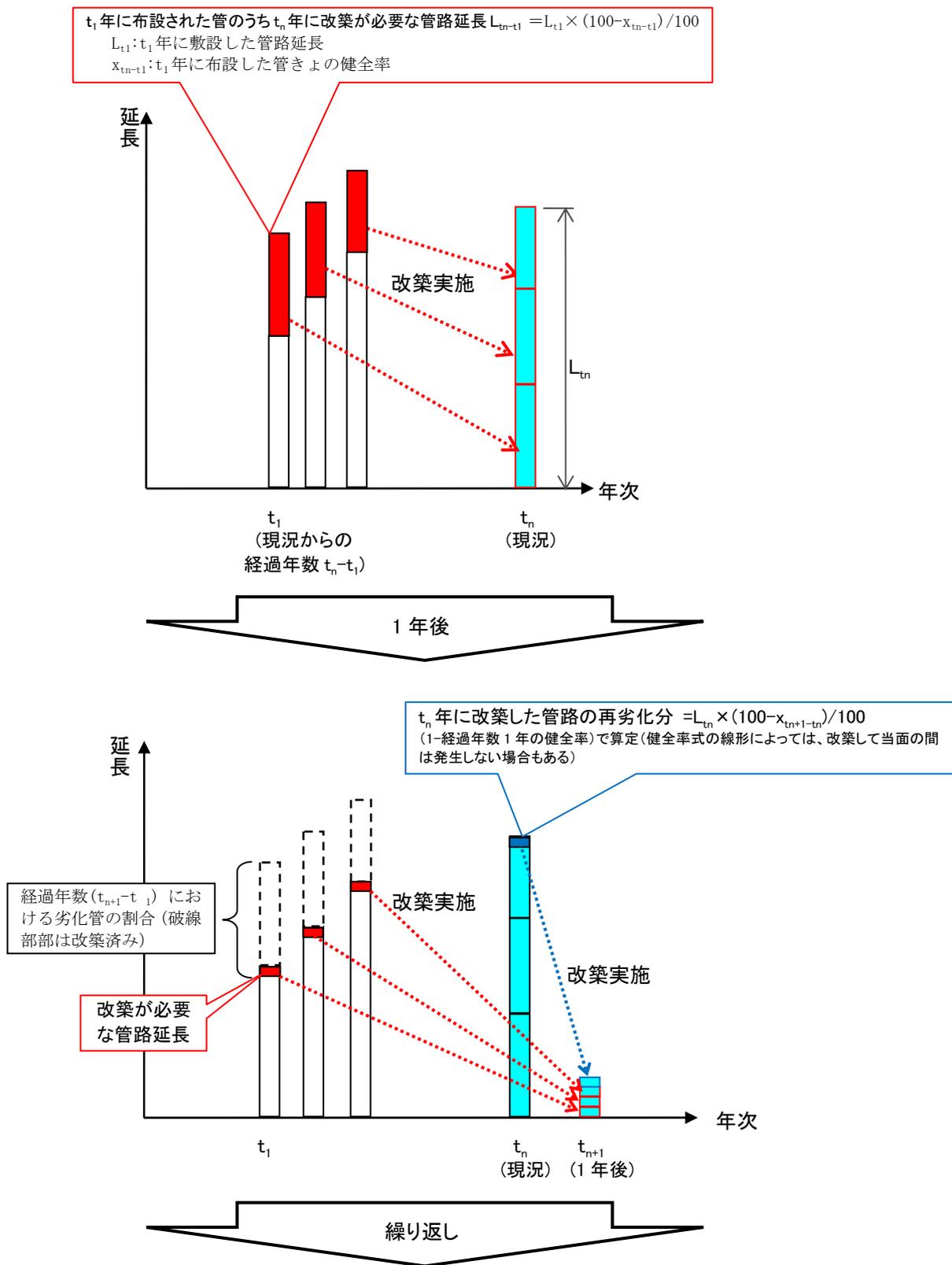


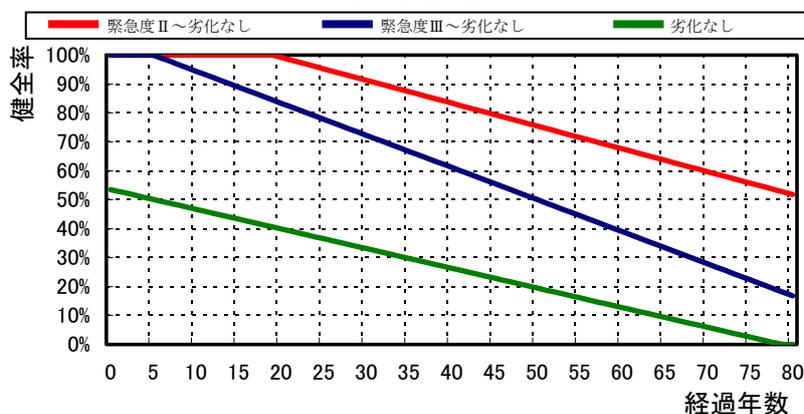
図 1.5 健全度の低下した管路延長の計算方法のイメージ

健全率予測式の例<sup>注</sup>

- ・管種別：全管種
- ・推定式：直線式、ワイブル分布式
- ・健全率予測式

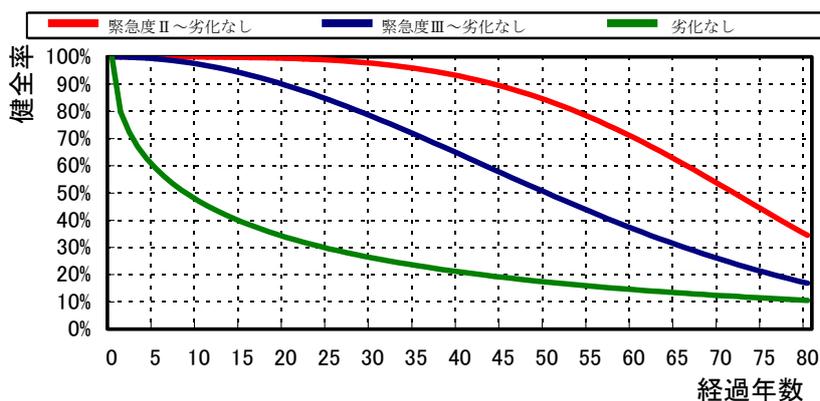
管種	式形	緊急度ランク	健全率予測式	R <sup>2</sup>
全管種	直線式	緊急度Ⅱ～劣化なし	$y = -0.0079x + 1.1500$	0.8218
		緊急度Ⅲ～劣化なし	$y = -0.0111x + 1.0558$	0.8947
		劣化なし	$y = -0.0068x + 0.5352$	0.8007
	ワイブル分布式	緊急度Ⅱ～劣化なし	$y = \exp \{ -(x/78.68)^{3.861} \}$	0.9931
		緊急度Ⅲ～劣化なし	$y = \exp \{ -(x/60.03)^{2.010} \}$	0.9152
		劣化なし	$y = \exp \{ -(x/17.13)^{0.5246} \}$	0.7854

【全管種、直線式】



参図1 健全率予測式 (全管種、直線式)

【全管種、ワイブル式】



参図2 健全率予測式 (全管種、ワイブル分布式)

【出典】国土技術政策総合研究所資料

(2) 処理場・ポンプ場施設の長期的な改築需要見通しの検討

改築需要見通しの検討にあたっては、1)改築シナリオの設定、2)必要情報の整理、3)長期的な見通しの試算により行う。

1) 改築シナリオの設定

次の2つのシナリオを設定することを基本とする。

A 標準耐用年数で単純に改築するが、1 施設・設備の改築工事（改築通知別表の大分類を基本とする）を複数年に分割し事業費をならすシナリオ

B 目標耐用年数で単純に改築するが、1 施設・設備の改築工事（改築通知別表の大分類を基本とする）を複数年に分割し事業費をならすシナリオ

2) 必要情報の整理

次の情報を整理することを基本とする。

①施設・設備の諸元情報の整理

- ・改築通知別表の大分類<sup>3</sup>ごとの設置時期
- ・処理場の場合、処理方式、処理能力、水処理及び汚泥処理の系列数
- ・ポンプ場の場合、排水量、系列数（ポンプ台数）

②改築費用の設定

改築費用は、過去の実績や費用関数（例えば、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 平成20年9月」（社）日本下水道協会）を用いて、上記の施設・設備ごとに算定する。

処理場・ポンプ場施設の処理方式、処理能力、系列数及び系列別設置年度等といった、施設の概要情報のみで改築需要見込みを検討するには、費用関数を用いる。費用関数は改築費用ではなく新規設置を想定したものであるが、簡便に改築費用を算定するために便宜的に用いる。

費用関数は、表 1.2、1.3 に示す「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 （社）日本下水道協会 平成20年9月」が参考となる。

---

<sup>3</sup>平成25年5月16日付け 国土水事第7号 国土交通省水管理・国土保全局 下水道事業課長通知参照

表 1.2 二次処理施設（汚泥処理含む）の費用関数（平成 19 年度単価<sup>注</sup>）

処理プロセス	適用範囲	区分	費用関数
オキシデーション ディッチ法 （プレハブ式）	$0.3 \leq Q_1 \leq 1.3$	建設費	$C = 505 Q_1^{0.64}$
オキシデーション ディッチ法 （現場打ち）	$1.4 \leq Q_1 \leq 10$	建設費	$C = 1380 Q_1^{0.42} \times (103.3 / 101.5)$
標準活性汚泥法 （焼却なし）	$10 \leq Q_1 \leq 500$	建設費	$C = 1550 Q_1^{0.58} \times (103.3 / 101.5)$
標準活性汚泥法 （焼却含む）	$10 \leq Q_1 \leq 500$	建設費	$C = 2070 Q_1^{0.56} \times (103.3 / 101.5)$

$Q_1$ ：日最大処理水量（千 $m^3$ /日）、施設規模、 $C$ ：建設費（百万円）

注：オキシデーションディッチ法（現場打ち）、標準活性汚泥法の費用関数は、平成 18 年度単価で作成されているため、建設工事費デフレーター（平成 12 年度基準=100、平成 18 年度=101.5、平成 19 年度=103.3）を用いて平成 19 年度単価に補正されている。建設工事費デフレーターは国土交通省ホームページにて、ホーム >> 統計情報・白書 >> 統計情報 >> 建設工事関係統計データ で公表されているので、年次補正を変更する場合には、そちらを参照されたい。

表 1.3 ポンプ施設の費用関数（平成 19 年度単価<sup>注</sup>）

区 分		費 用 関 数
建 設 費	全体工事	$C = 85.5 Q_1^{0.60} \times (103.3 / 78.0)$
	土木・建築工事	$C = 39.5 Q_1^{0.56} \times (103.3 / 78.0)$
	設備工事	$C = 46.7 Q_1^{0.62} \times (103.3 / 78.0)$

建設費  $Q_1$ ：全体計画流量（時間最大）（ $m^3$ /分）、 $C$ ：建設費（百万円）

注：費用関数は、昭和 54 年度単価で作成されているため、建設工事費デフレーター（平成 12 年度基準=100、昭和 54 年度=78.0、平成 19 年度=103.3）を用いて平成 19 年度単価に補正されている。建設工事費デフレーターは国土交通省ホームページにて、ホーム >> 統計情報・白書 >> 統計情報 >> 建設工事関係統計データ で公表されているので、年次補正を変更する場合には、そちらを参照されたい。

ただし、このままでは土木・建築施設と機械・電気設備の内訳や施設別の改築費用を算定できないため、図 1.6、1.7 に示す「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（社）日本下水道協会 平成 11 年版」の施設別、工種別の建設費用の構成比を活用する（注：平成 20 年 9 月版の同指針と解説では、工種別の比率が示されていないため、平成 11 年版を用いる）。

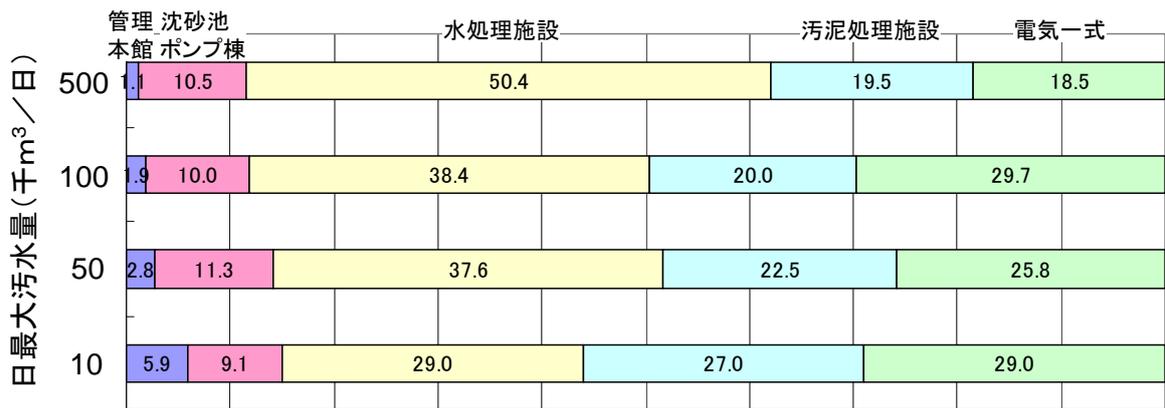


図 1.6 二次処理施設建設費の施設別構成比：標準活性汚泥法（焼却なし）

出典：「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」（社）日本下水道協会 平成 11 年版」

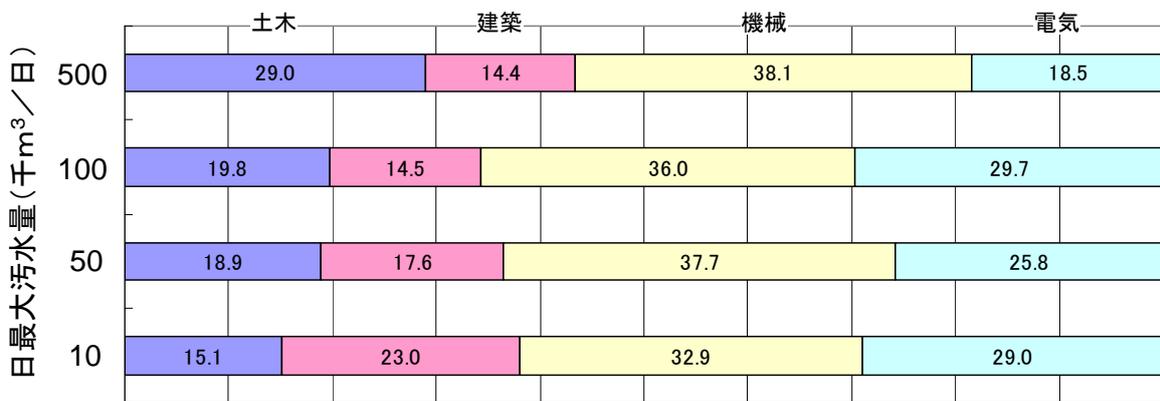


図 1.7 二次処理施設建設費の工種別構成比：標準活性汚泥法（焼却なし）

出典：「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」（社）日本下水道協会 平成 11 年版」

【計算例】

ア) 対象施設の諸元の整理

- ・ A 処理場：処理方式 標準活性汚泥法 分離濃縮+脱水  
 処理能力 30,000m<sup>3</sup>/日 (日最大)  
 水処理系列 6 系列 汚泥処理系列 3 系列
- ・ B 処理場：処理方式 オキシデーションディッチ法 直接脱水  
 処理能力 5,000m<sup>3</sup>/日 (日最大)  
 水処理系列 4 系列 汚泥処理系列 2 系列
- ・ C ポンプ場：計画流量 (時間最大) 20m<sup>3</sup>/分
- ・ D ポンプ場：計画流量 (時間最大) 10m<sup>3</sup>/分

イ) 費用関数による改築費用の算定

施設の諸元情報と表 1.3、1.4 に基づいて各施設の工事費を算出する。

$$\begin{aligned} \text{A 処理場} &= 1550 Q_1^{0.58} \times (103.3/101.5) \\ &= 1550 \times 30,000^{0.58} \times (103.3/101.5) = 11,342 \text{ 百万円} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B 処理場} &= 1380 Q_1^{0.42} \times (103.3/101.5) \\ &= 1380 \times 5,000^{0.42} \times (103.3/101.5) = 2,761 \text{ 百万円} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C ポンプ場 (土木・建築)} &= 39.5 Q_1^{0.56} \times (103.3/78.0) \\ &= 39.5 \times 20^{0.56} \times (103.3/78.0) = 280 \text{ 百万円} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C ポンプ場 (機械・電気)} &= 46.7 Q_1^{0.62} \times (103.3/78.0) \\ &= 46.7 \times 20^{0.62} \times (103.3/78.0) = 396 \text{ 百万円} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D ポンプ場 (土木・建築)} &= 39.5 Q_1^{0.56} \times (103.3/78.0) \\ &= 39.5 \times 10^{0.56} \times (103.3/78.0) = 190 \text{ 百万円} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D ポンプ場 (機械・電気)} &= 46.7 Q_1^{0.62} \times (103.3/78.0) \\ &= 46.7 \times 10^{0.62} \times (103.3/78.0) = 258 \text{ 百万円} \end{aligned}$$

図 1.6、1.7 では、日最大汚水量別の建設費の構成比率が示されているので、これを図 1.8、1.9 のようにプロットして施設別構成比曲線と工種別構成比曲線を作成する。

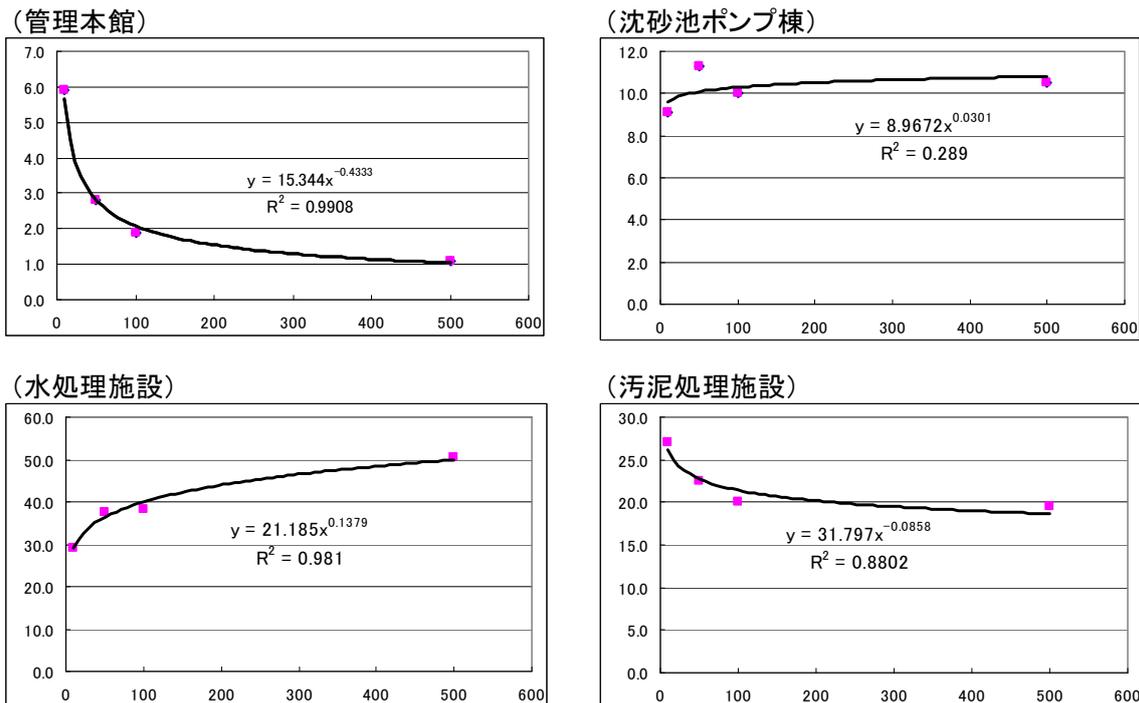


図 1.8 施設別構成比曲線：標準活性汚泥法（焼却なし）

横軸：日最大汚水量（千m<sup>3</sup>/日） 縦軸：構成比（%）

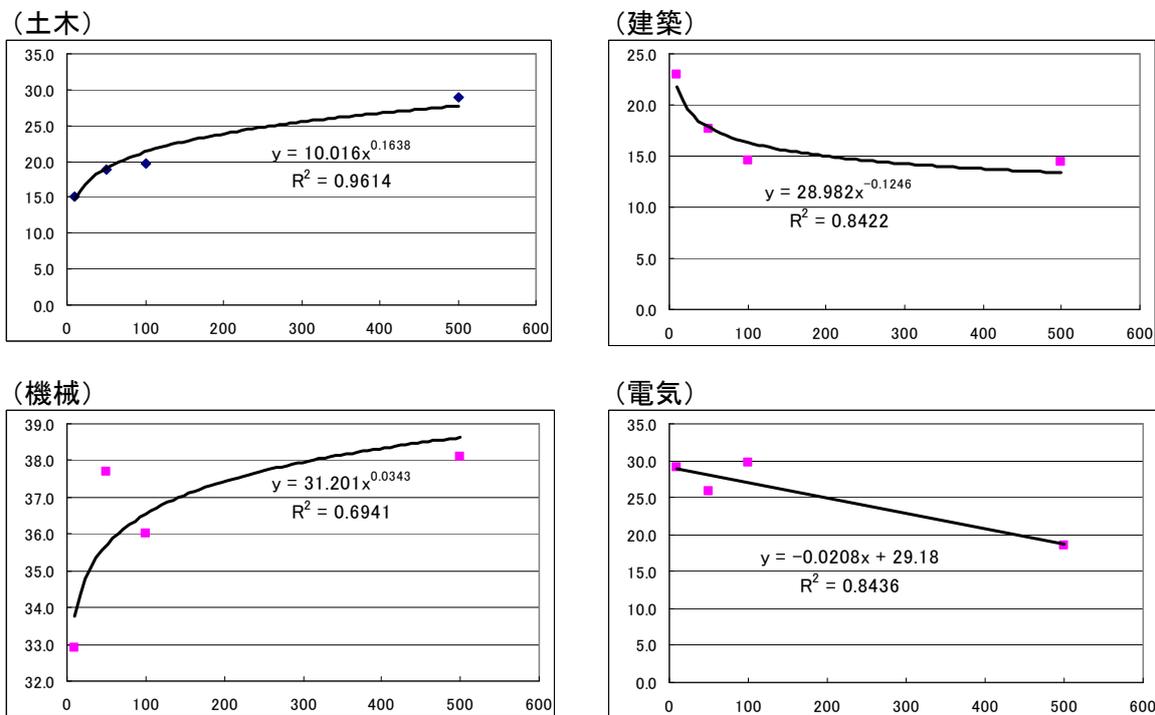


図 1.9 工種別構成比曲線：標準活性汚泥法（焼却なし）

横軸：日最大汚水量（千m<sup>3</sup>/日） 縦軸：構成比（%）

施設の諸元情報と図 1.8、1.9 で求めた施設別構成比曲線と工種別構成比曲線から表 1.4、1.5 に示すように各施設の施設別、工種別の構成比を算出する。なお、表 1.4 の施設別構成比における電気一式は、図 1.6 に示すように、沈砂池ポンプ棟、水処理施設等とは別計上で電気一式として構成比が示されており、このままでは段階的な増設費用（系列毎の増設費用）を算出できない。このため、電気設備一式の比率分を便宜的に管理本館、沈砂池ポンプ棟、水処理施設、汚泥処理施設の構成比で案分して各施設に加算して表 1.4 黄色着色部の構成比を作成した。

また、オキシデーションディッチ法の施設別構成比及び工種別構成比は不明であるため、標準活性汚泥法（焼却なし）の構成比で代用した。

表 1.4 対象処理場の施設別構成比

日最大汚水量 (千m <sup>3</sup> /日)	施設別構成比					合計
	管理本館	沈砂池 ポンプ棟	水処理 施設	汚泥処理 施設	電気一式	
30	2.9	9.9	33.9	23.7	—	70.4
(A処理場)	4.1	14.1	48.2	33.6	—	100.0
5	7	9.4	26.4	27.7	—	70.5
(B処理場)	9.9	13.3	37.4	39.4	—	100.0

※黄色の構成比を使用（施設別構成比曲線で算出した構成比を合計 100%値に換算した値）

表 1.5 対象処理場の工種別構成比

日最大汚水量 (千m <sup>3</sup> /日)	工種別構成比				合計
	土木	建築	機械	電気	
30	17.5	19.0	35.1	28.6	100.2
(A処理場)	17.5	19.0	35.0	28.5	100.0
5	13.0	23.7	33.0	29.1	98.8
(B処理場)	13.2	24.0	33.4	29.4	100.0

※黄色の構成比を使用（工種別構成比曲線で算出した構成比（100%超）を合計 100%値に換算した値）

参考資料Ⅱ：長期的な改築需要見通しの検討

㊦施設別・工種別・年度別の工事費用の算出

各処理場・ポンプ場の総工事費、施設別・工種別構成比と各施設・工種の系列数及び増設年度情報から、表 1.6 に示すように、施設別・工種別・年度別の工事費用を算出した。

表 1.6 施設別・工種別・年度別の工事費用

A処理場:標準活性汚泥法(焼却なし) 30 千m<sup>3</sup>/日

施設別事業費 (百万円)		施設・工種別事業費 (百万円)		系列数	耐用 年数	事業費(百万円)					
						第1期工事 1970年度	第2期工事 1975年度	第3期工事 1980年度	第4期工事 1990年度	第5期工事 2000年度	第6期工事 2005年度
全体	11,342	—	—								
管理本館	465	建築	186	1	50	186	0	0	0	0	0
		電気	279	1	15	279	0	0	0	0	0
沈砂池 ポンプ棟	1,599	土木	280	1	50	280	0	0	0	0	0
		建築	304	1	50	304	0	0	0	0	0
		機械	560	3	15	187	0	187	0	186	0
		電気	455	3	15	152	0	152	0	151	0
水処理 施設	5,467	土木	957	6	50	160	160	160	160	160	157
		建築	1,039	1	50	1,039	0	0	0	0	0
		機械	1,913	6	15	319	319	319	319	319	318
		電気	1,558	6	15	260	260	260	260	260	258
汚泥処理 施設	3,811	土木	667	1	50	667	0	0	0	0	0
		建築	724	1	50	724	0	0	0	0	0
		機械	1,334	3	15	445	0	445	0	444	0
		電気	1,086	3	15	362	0	362	0	362	0

B処理場:オキシデーションディッチ法(現場打ち) 5 千m<sup>3</sup>/日

施設別事業費 (百万円)		施設・工種別事業費 (百万円)		系列数	耐用 年数	事業費(百万円)			
						第1期工事 1983年度	第2期工事 1988年度	第3期工事 1998年度	第4期工事 2008年度
全体	2,761	—	—						
管理本館	273	建築	123	1	50	123	0	0	0
		電気	150	1	15	150	0	0	0
沈砂池 ポンプ棟	367	土木	48	1	50	48	0	0	0
		建築	88	1	50	88	0	0	0
		機械	123	2	15	62	0	61	0
		電気	108	2	15	54	0	54	0
水処理 施設	1,033	土木	136	4	50	34	34	34	34
		建築	248	1	50	248	0	0	0
		機械	345	4	15	86	86	86	87
		電気	304	4	15	76	76	76	76
汚泥処理 施設	1,088	土木	144	1	50	144	0	0	0
		建築	261	1	50	261	0	0	0
		機械	363	2	15	182	0	181	0
		電気	320	2	15	160	0	160	0

ポンプ場

施設名・計画流量 (m <sup>3</sup> /分)		施設・工種別事業費 (百万円)		系列数	耐用 年数	事業費(百万円)		
名称	計画流量					第1期工事 1978年度	第2期工事 1983年度	第3期工事 1993年度
Cポンプ場	20	土木	280	1	50	280	0	0
		建築						
		機械 電気						

施設名・計画流量 (m <sup>3</sup> /分)		施設・工種別事業費 (百万円)		系列数	耐用 年数	事業費(百万円)	
名称	計画流量					第1期工事 1985年度	第2期工事 1995年度
Dポンプ場	10	土木	190	1	50	190	0
		建築					
		機械 電気					

3) 長期的な改築需要見通しの試算

A 標準耐用年数で単純に改築するが、1 施設・設備の改築工事（改築通知別表の大分類を基本とする）を複数年に分割し事業費をならすシナリオ

本シナリオでは、新設した年度から、土木・建築及び機械・電気それぞれの標準耐用年数が経過した年度に改築を実施すると仮定し、**図 1.10** に示すように対象施設全体の今後の改築事業量を予測する。

1 改築工事を複数年に分割し、事業費をならして計上する。（土木・建築事業費を 5 箇年程度、機械・電気事業費を 2、3 箇年程度均等分割する。）

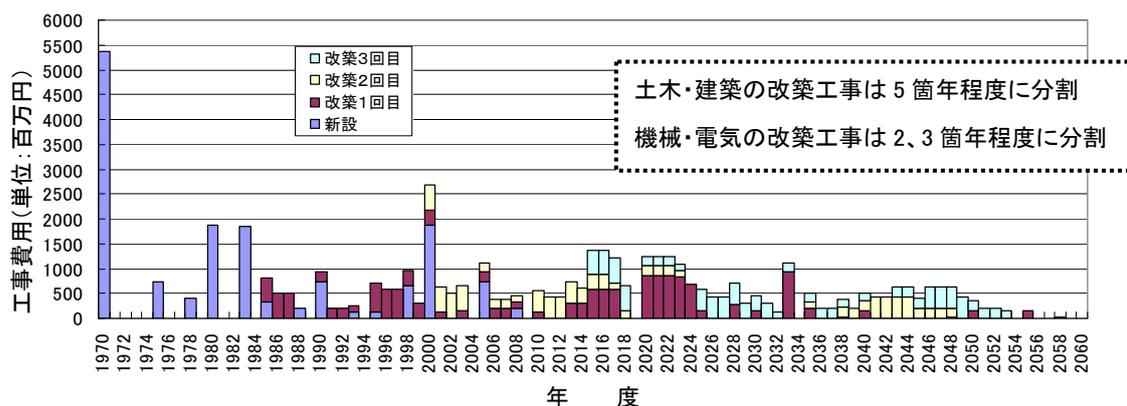


図 1.10 工事の複数年分割による標準耐用年数での改築事業量の例

B 目標耐用年数で単純に改築するが、1 施設・設備の改築工事（改築通知別表の大分類を基本とする）を複数年に分割し事業費をならすシナリオ

本シナリオでは、新設した年度から、土木・建築及び機械・電気それぞれの目標耐用年数を設定し、目標耐用年数が経過した年度を目安に改築を実施すると仮定し、**図 1.11** に示すように対象施設全体の今後の改築事業量を予測する。

1 改築工事を複数年に分割し、事業費をならして計上する。（たとえば、一定規模以上の土木・建築事業費を 5 箇年程度、一定規模以上の設備工事に係る機械・電気事業費を 2、3 箇年程度均等分割するなどの平準化が考えられる。）

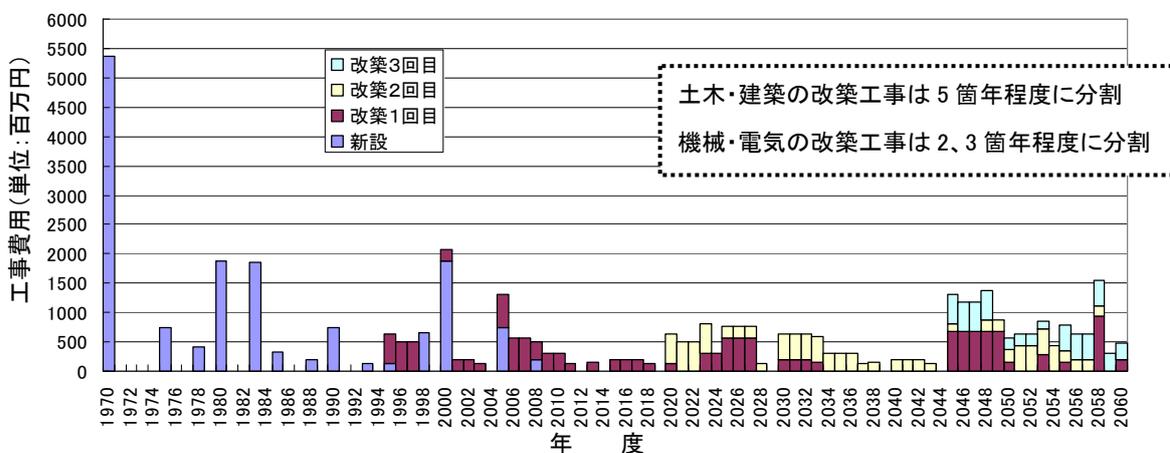


図 1.11 工事の複数年分割による目標耐用年数での改築事業量の例

【参考：概略の影響度評価による平準化】

平準化する方法として、機能面（管理棟＞ポンプ場（揚水機能）＞水処理施設＞汚泥処理施設）と能力面（系列毎の能力）から図 1.12 に示すように各施設の影響度評価（総合評価＝能力×機能）を実施し、影響度の高い施設を先に改築し、影響度が低い施設を先送りして平準化する。

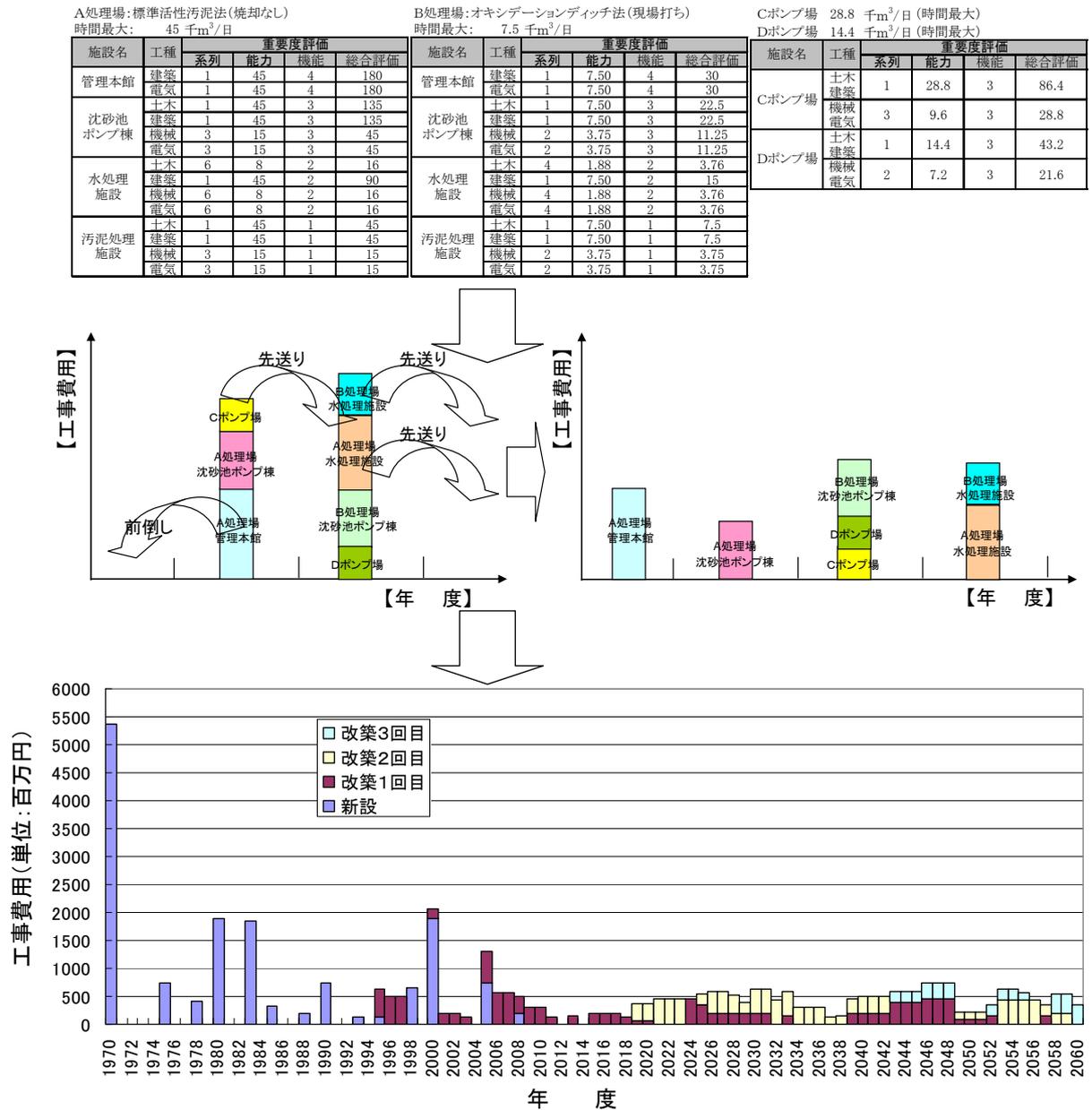


図 1.12 概略の影響度評価による改築事業量の平準化

なお、地方公共団体によっては、資産台帳或いは設備台帳が整備済みであったり、独自の目標耐用年数を設定している。これらを活用して、長期的な改築需要見通しを検討しても良い。

・目標耐用年数の設定

目標耐用年数は、表 1.7 に示すような他都市の事例も参考に設定する（設定例：機械・電気設備 25 年、土木・建築施設 75 年）。

目標耐用年数のその他事例については、「参考資料Ⅳ 1.5.4 発生確率（不具合の起こりやすさ）の検討」を参照されたい。

表 1.7 目標耐用年数の設定例

項目	標準耐用年数	自治体への耐用年数実績アンケート結果（年）	自治体への耐用年数実績アンケート結果平均（年）	目標/標準	平均倍率
除塵機	15	15～25	23.5	1.6	1.7
汚水ポンプ	15	15～50	30.9	2.1	
雨水ポンプ	20	20～40	31.7	1.6	
送風機	20	20～35	29.6	1.5	
散気装置	10	10～25	21.8	2.2	
脱水機	15	15～25	20.8	1.4	
機械濃縮機	15	15～23	20.6	1.4	
焼却炉	10	10～35	23.3	2.3	

出典：「効率的な改築事業計画策定技術資料 【下水道主要設備機能診断】」2005年8月、（財）下水道新技術推進機構、P185 及び P187