

付録IV

長期的な改築の需要見通しの検討例

付録Ⅳ 長期的な改築の需要見通しの検討例

目 次

第1章 長期的な改築の需要見通しの検討	1
(1) 管路施設の長期的な改築の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の需要見通しの検討例	7

第1章 長期的な改築の需要見通しの検討

1.1 基本的な考え方

長期的な改築の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ることが望ましい。

【解説】

下水道事業を持続的に運営するためには、経営管理・執行体制の課題を把握し、解決に取り組むことが重要である。長期的な改築の需要見通しの検討は、これらに対応するための経営管理・執行体制が、現行の状態ですべてであるかといったギャップの有無を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¹」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の需要見通しが算定できる。

(1) 管路施設の長期的な改築の需要見通しの検討例

1) 長期的な改築の需要見通しに必要な基本情報の整理

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（必要に応じて口径・管種ごとに整理することが有効である）が必要である。

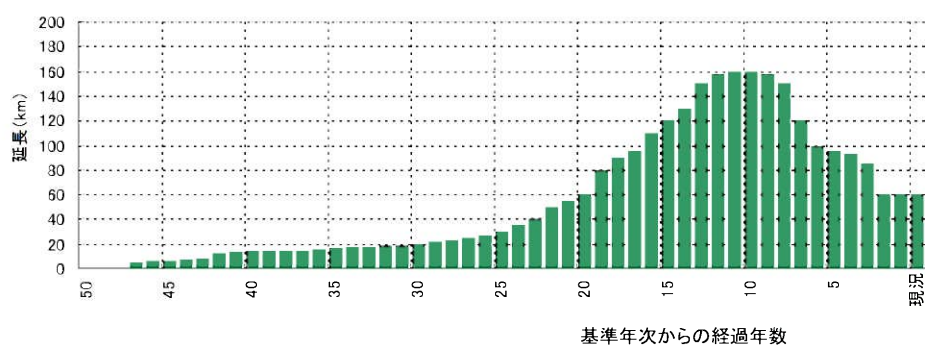


図 1.1 管路施設の年次別布設延長

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 参考資料 平成27年10月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部」の費用関数を用いることも可能とする。

¹ 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/>

表 1.1 管渠施設建設費の費用関数（平成 26 年度単価）

適用工法 (管径の適用範囲)	費用関数
開削工法 ($\phi 150 \leq X \leq \phi 1,200$)	$Y = (1.23 \times 10^{-5} X^2 + 0.56 \times 10^{-3} X + 9.26) \times (109.9 / 102.3)$
小口径管推進工法 ($\phi 250 \leq X \leq \phi 700$)	$Y = (4.16 \times 10^{-5} X^2 - 0.59 \times 10^{-3} X + 25.6) \times (109.9 / 102.3)$
推進工法 ($\phi 800 \leq X \leq \phi 2,000$)	$Y = (2.44 \times 10^{-5} X^2 - 36.9 \times 10^{-3} X + 67.5) \times (109.9 / 102.3)$
シールド工法 ($\phi 1,350 \leq X \leq \phi 5,000$)	$Y = (1.06 \times 10^{-5} X^2 - 16.1 \times 10^{-3} X + 102) \times (109.9 / 102.3)$

X：管径（mm）、Y：mあたり建設費（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）管渠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 17 年度基準、平成 9 年度=102.3、平成 26 年度=109.9）を用いて平成 26 年度価格に補正。

2) 長期的な改築の需要見通しの試算

A 全てを標準耐用年数で改築

全ての管路施設を標準耐用年数で改築する前提で試算する。改築需要として事業費を用いる場合は、試算した延長に、改築の平均単価を乗じて求める。

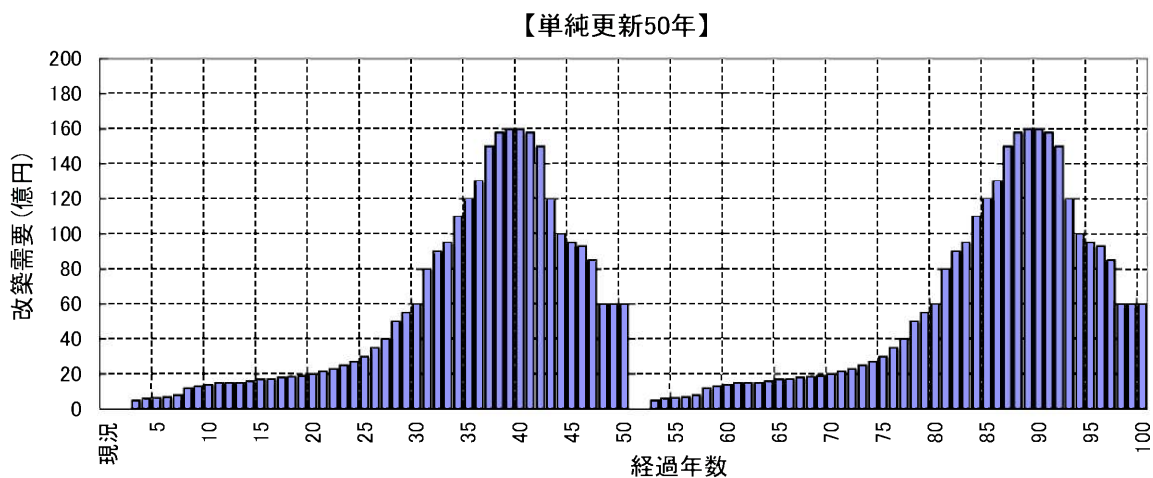


図 1.2 標準耐用年数（50 年）による単純改築の例

B 健全度の低下した路線のみを改築

健全率予測式によって、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前提で試算する。

改築需要として事業費を用いる場合は、改築を実施するものとした延長に、実績等に基づく改築の平均単価を乗じて求める。

また、健全度の低下した管路施設が集中する期間が発生する場合、必要に応じて改築量の平準

化を図ることが望ましい。

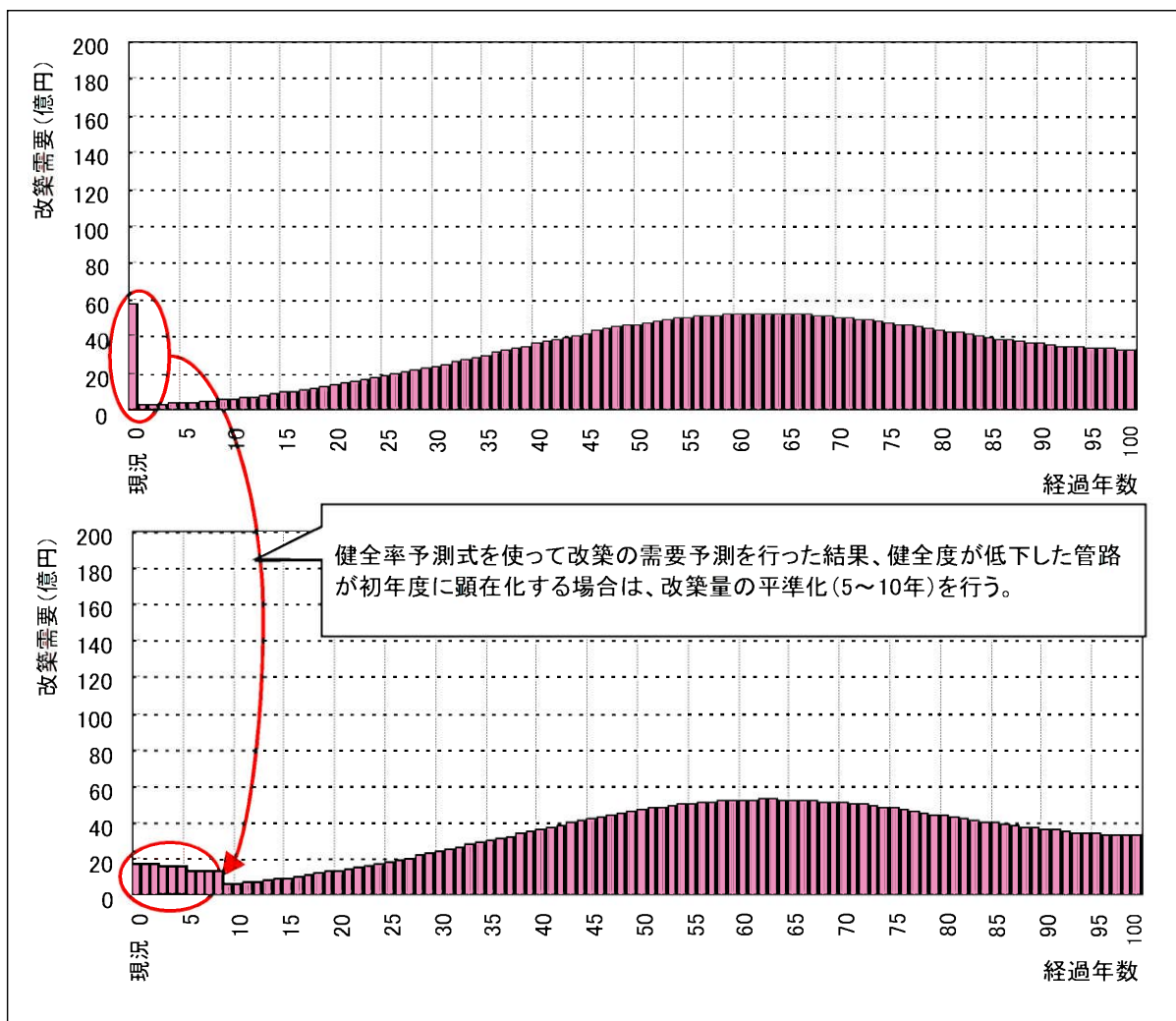


図 1.3 健全度の低下した路線のみを改築する例

健全率予測式は、例えば国土技術政策総合研究所が、全国から収集した調査データから分析した結果を公表しており（「付録Ⅴ 管渠の健全率予測式」参照）、これを活用することにより、改築の需要見通しを求めることができる。なお、これ以外にも各地方公共団体の調査結果を解析し、独自に健全率予測式を推定する方法もあり、データが不足する場合は、国土技術政策総合研究所が公開しているテレビカメラ調査データのデータベース（管渠劣化データベース²）を活用することも有効である。

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

【健全度の低下した管路延長の試算方法】

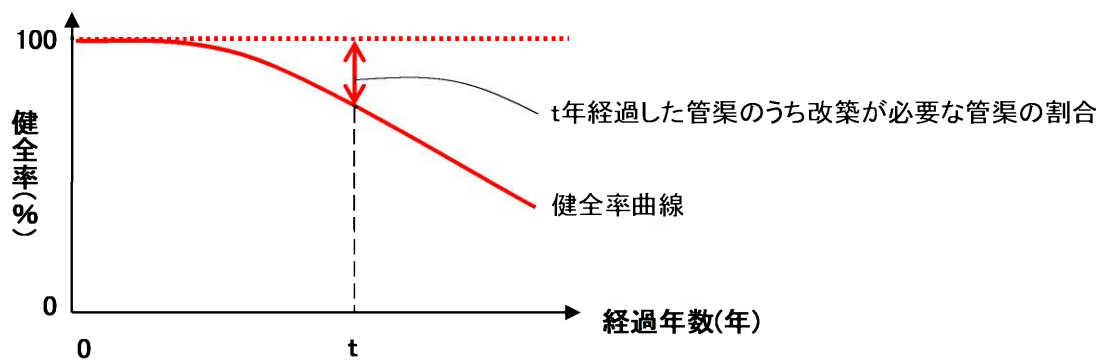


図 1.4 健全率曲線

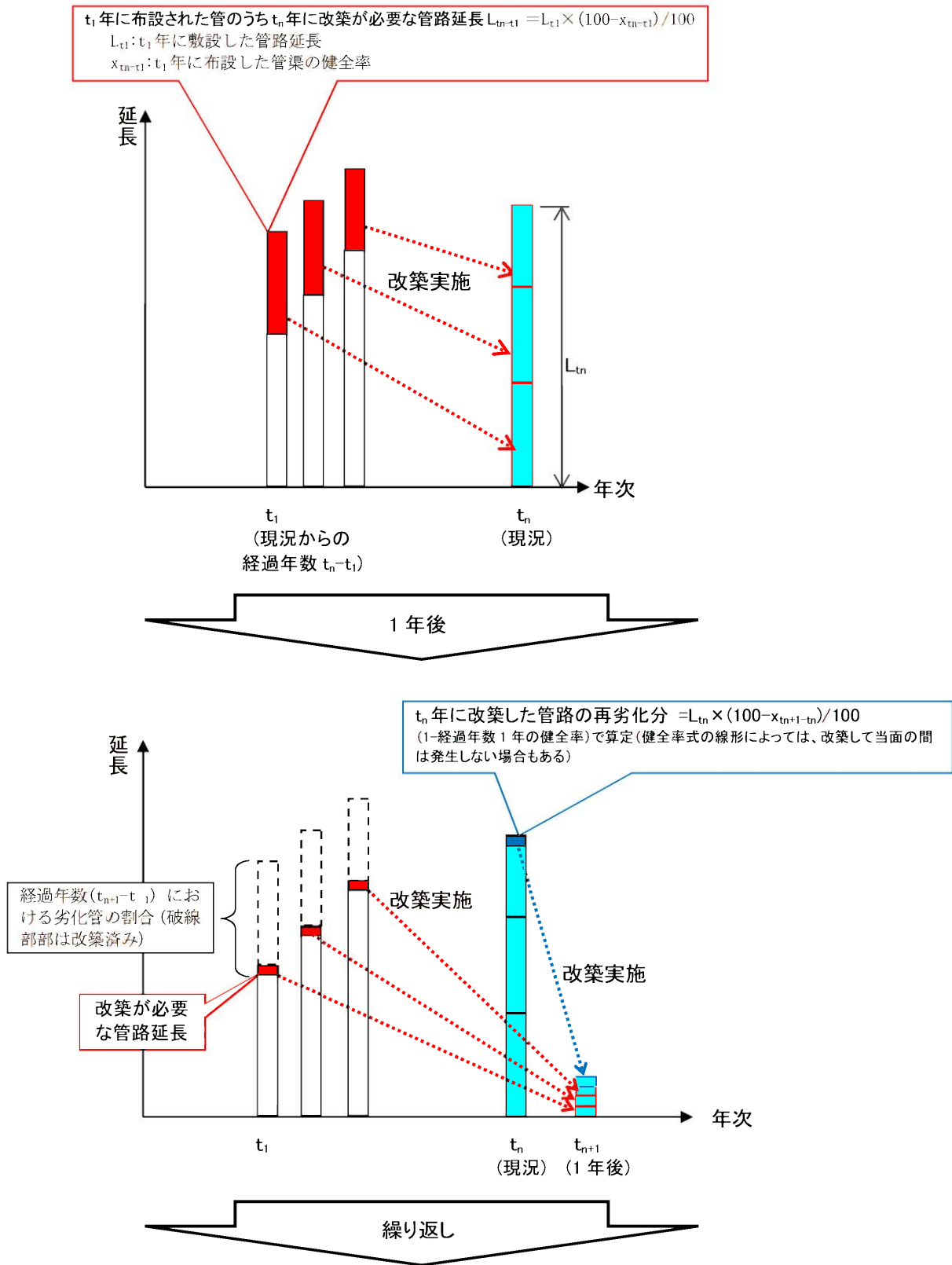
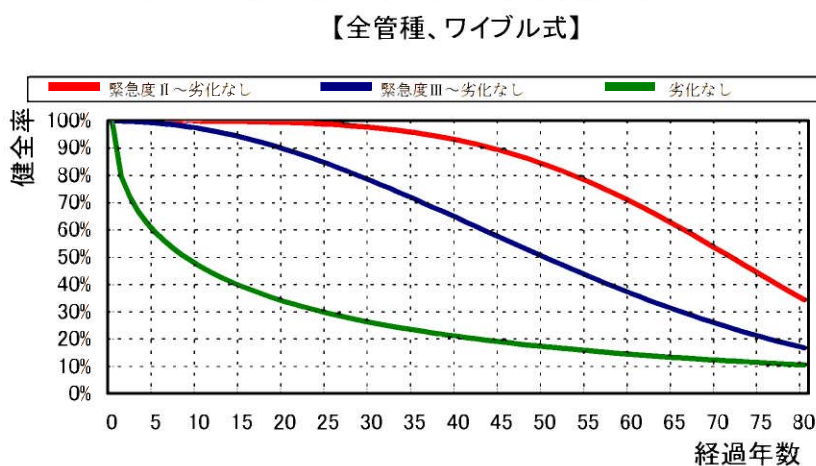
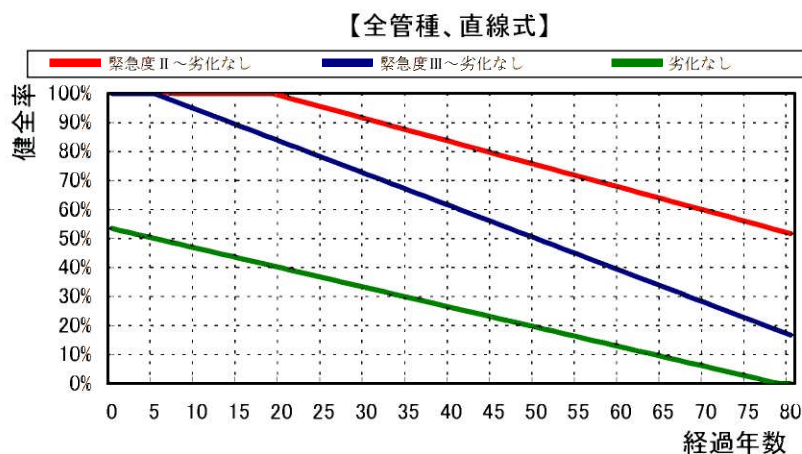


図 1.5 健全度の低下した管路延長の計算方法のイメージ

健全率予測式の例^注

- ・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 ²
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



【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の需要見通しの検討例

1) 長期的な改築の需要見通しに必要な基本情報の整理

①施設・設備の諸元情報の整理

- ・改築通知別表の大分類³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、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 参考資料 平成 27 年 10 月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部」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の需要見通しを検討するには、費用関数を用いる。費用関数は改築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。

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、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 参考資料 平成 27 年 10 月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部」の工種別の建設費用の構成比を活用する（注：平成 27 年 10 月版の同指針と解説では、施設別の比率が示されていないため、平成 11 年版を用いる）。

³平成 25 年 5 月 16 日付け 国水下水事第 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 26 年度単価^注）

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	$C = 505 Q_1^{0.64} \times (109.9 / 103.9)$
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	$C = 1380 Q_1^{0.42} \times (109.9 / 101.6)$
標準活性汚泥法 （焼却なし）	$10 \leq Q_1 \leq 500$	建設費	$C = 1550 Q_1^{0.58} \times (109.9 / 101.6)$
標準活性汚泥法 （焼却含む）	$10 \leq Q_1 \leq 500$	建設費	$C = 2070 Q_1^{0.56} \times (109.9 / 101.6)$

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 1) オキシデーションディッチ法（プレハブ式）は、濃縮または直接脱水までの汚泥処理を行っている同法の下処理場について、水処理～汚泥濃縮施設に係る実績値より費用関数を作成。また、オキシデーションディッチ法（現場打ち）は、 $Q_1=1.4, 5, 10$ （千 m^3 /日）の3ケース（汚泥処理は直接脱水）のモデル積算結果より費用関数を作成。
- 2) 標準活性汚泥法は、 $Q_1=10, 50, 100, 500$ （千 m^3 /日）の4ケースのモデル積算結果より費用関数を作成。標準活性汚泥法の汚泥処理は、（焼却なし）は「分離濃縮+脱水」、（焼却含む）は「分離濃縮+脱水+焼却」。
- 3) オキシデーションディッチ法（プレハブ式）の費用関数は、平成 19 年度単価で作成されており、建設工事費デフレーター（平成 17 年度基準、平成 19 年度=103.9、平成 26 年度=109.9）を用いて平成 26 年度価格に補正。
- 4) 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おり、建設工事費デフレーター（平成 17 年度基準、平成 18 年度=101.6、平成 26 年度=109.9）を用いて平成 26 年度価格に補正。

表 1.3 ポンプ施設の費用関数（平成 26 年度単価^注）

区 分	費用関数
全体工事	$C = 85.5 Q_1^{0.60} \times (109.9 / 78.1)$
土木・建築工事	$C = 39.5 Q_1^{0.56} \times (109.9 / 78.1)$
設備工事	$C = 46.7 Q_1^{0.62} \times (109.9 / 78.1)$

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おり、建設工事費デフレーター（平成 17 年度基準、昭和 54 年度=78.1、平成 26 年度=109.9）を用いて平成 26 年度価格に補正。

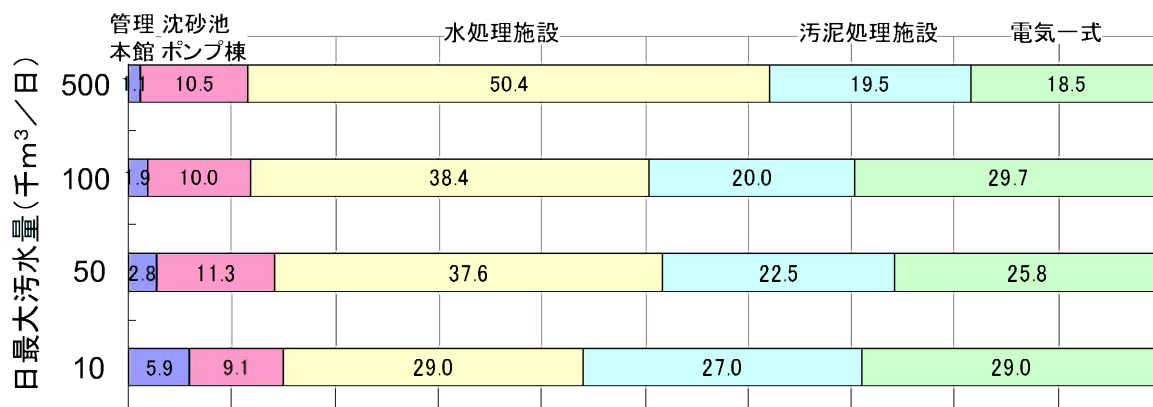


図 1.6 二次処理施設建設費の施設別構成比：標準活性汚泥法（焼却なし）

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」

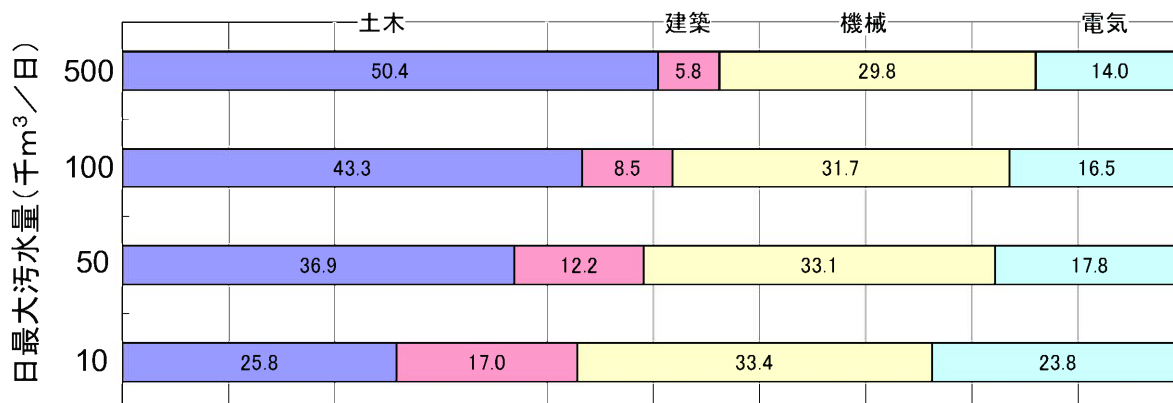


図 1.7 二次処理施設建設費の工種別構成比：標準活性汚泥法（焼却なし）

出典：「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（参考資料）」（社）日本下水道協会 平成 27 年 10 月」

【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 30,000m³/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 5,000m³/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） 20m³/分
- ・ D ポンプ場：計画流量（時間最大） 10m³/分

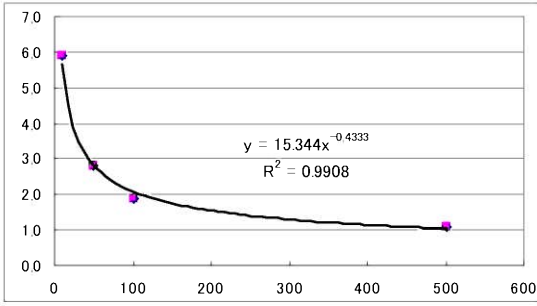
イ) 費用関数による改築費用の算定

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。

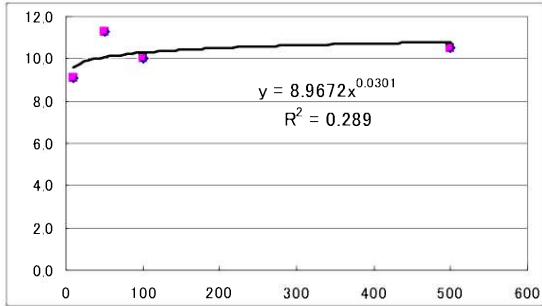
$$\begin{aligned}
 \text{A 処理場} &= 1550 Q_1^{0.58} \times (109.9/101.6) \\
 &= 1550 \times 30,000^{0.58} \times (109.9/101.6) = 12,055 \text{ 百万円} \\
 \text{B 処理場} &= 1380 Q_1^{0.42} \times (109.9/101.6) \\
 &= 1380 \times 5,000^{0.42} \times (109.9/101.6) = 2,935 \text{ 百万円} \\
 \text{C ポンプ場（土木・建築）} &= 39.5 Q_1^{0.56} \times (109.9/78.1) \\
 &= 39.5 \times 20^{0.56} \times (109.9/78.1) = 298 \text{ 百万円} \\
 \text{C ポンプ場（機械・電気）} &= 46.7 Q_1^{0.62} \times (109.9/78.1) \\
 &= 46.7 \times 20^{0.62} \times (109.9/78.1) = 421 \text{ 百万円} \\
 \text{D ポンプ場（土木・建築）} &= 39.5 Q_1^{0.56} \times (109.9/78.1) \\
 &= 39.5 \times 10^{0.56} \times (109.9/78.1) = 202 \text{ 百万円} \\
 \text{D ポンプ場（機械・電気）} &= 46.7 Q_1^{0.62} \times (109.9/78.1) \\
 &= 46.7 \times 10^{0.62} \times (109.9/78.1) = 274 \text{ 百万円}
 \end{aligned}$$

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。

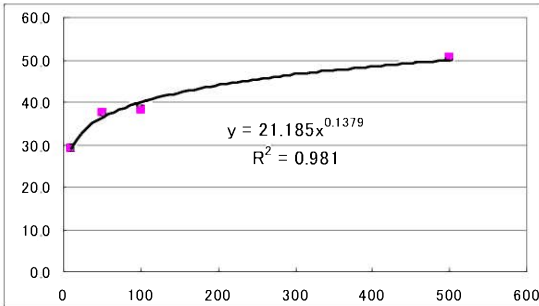
(管理本館)



(沈砂池ポンプ棟)



(水処理施設)



(汚泥処理施設)

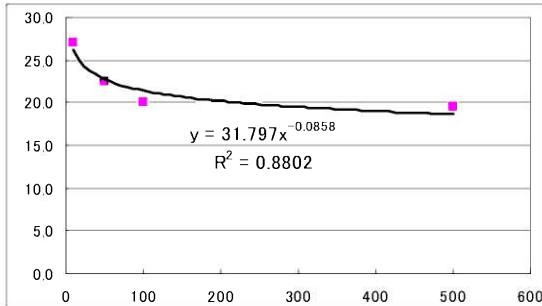
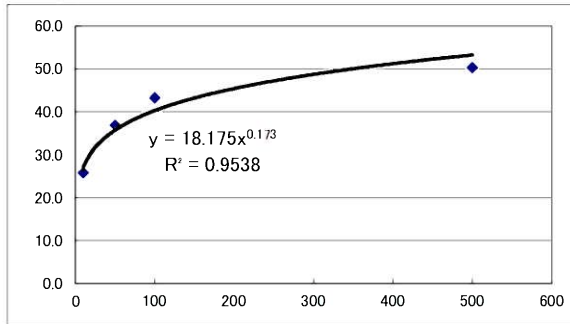


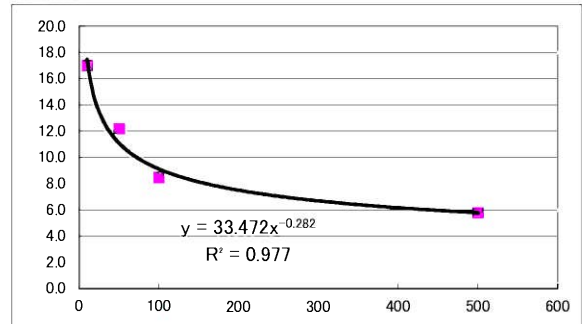
図 1.8 施設別構成比曲線：標準活性汚泥法（焼却なし）

横軸：日最大汚水量（千m³/日） 縦軸：構成比（%）

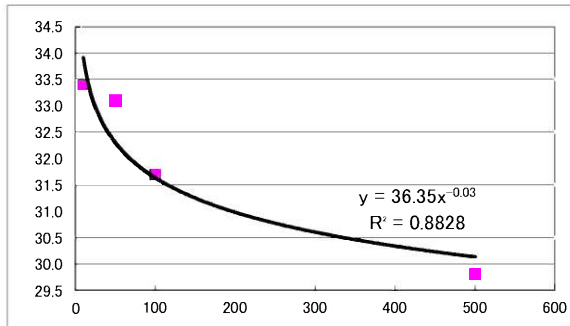
(土木)



(建築)



(機械)



(電気)

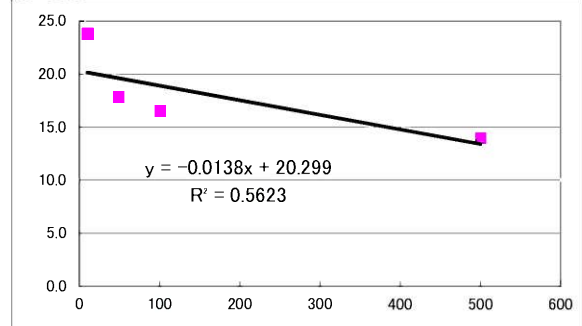


図 1.9 工種別構成比曲線：標準活性汚泥法（焼却なし）

横軸：日最大汚水量（千m³/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^3 /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^3 /日)	工種別構成比				合計
	土木	建築	機械	電気	
30	32.7	12.8	40.3	19.9	105.7
(A処理場)	30.9	12.1	38.1	18.9	100.0
5	24.0	21.3	38.1	20.2	103.6
(B処理場)	23.2	20.6	36.8	19.4	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）

付録Ⅳ：長期的な改築の需要見通しの検討例

ウ) 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m³/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	12,055	—	—							
管理本館	494	建築	193	1	75	193	0	0	0	0
		電気	301	1	25	301	0	0	0	0
沈砂池 ポンプ棟	1,700	土木	525	1	75	525	0	0	0	0
		建築	206	1	75	206	0	0	0	0
		機械	648	3	25	216	0	216	0	216
		電気	321	3	25	107	0	107	0	107
水処理 施設	5,811	土木	1,796	6	75	299	299	299	299	299
		建築	703	1	75	703	0	0	0	0
		機械	2,214	6	25	369	369	369	369	369
		電気	1,098	6	25	183	183	183	183	183
汚泥処理 施設	4,050	土木	1,251	1	75	1,251	0	0	0	0
		建築	490	1	75	490	0	0	0	0
		機械	1,543	3	25	514	0	514	0	515
		電気	766	3	25	255	0	255	0	256

B処理場:オキシゲーションディッチ法(現場打ち) 5 千m³/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	2,935	—	—					
管理本館	291	建築	150	1	75	150	0	0
		電気	141	1	25	141	0	0
沈砂池 ポンプ棟	390	土木	90	1	75	90	0	0
		建築	80	1	75	80	0	0
		機械	144	2	25	72	0	72
		電気	76	2	25	38	0	38
水処理 施設	1,098	土木	255	4	75	64	64	64
		建築	226	1	75	226	0	0
		機械	404	4	25	101	101	101
		電気	213	4	25	53	53	53
汚泥処理 施設	1,156	土木	268	1	75	268	0	0
		建築	238	1	75	238	0	0
		機械	425	2	25	213	0	212
		電気	225	2	25	113	0	112

ポンプ場

施設名・計画流量 (m ³ /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)			
				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	土木	298	1	75	298	0	0
	建築						
	機械						
	電気	421	3	25	140	140	141

施設名・計画流量 (m ³ /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)		
				第1期工事 1985年度	第2期工事 1995年度	
Dポンプ場	土木	202	1	75	202	0
	建築					
	機械					
	電気	274	2	25	137	137

2) 長期的な改築の需要見通しの試算

A 標準耐用年数で改築し、1 つの施設・設備の改築工事を複数年に分割することで、改築需要の平準化を図るシナリオ

本方法では、土木・建築施設及び機械・電気設備がそれぞれの標準耐用年数を経過した年度に改築を実施することとし、**図 1.10** に示すように対象施設全体の今後の改築需要を予測するシナリオである。

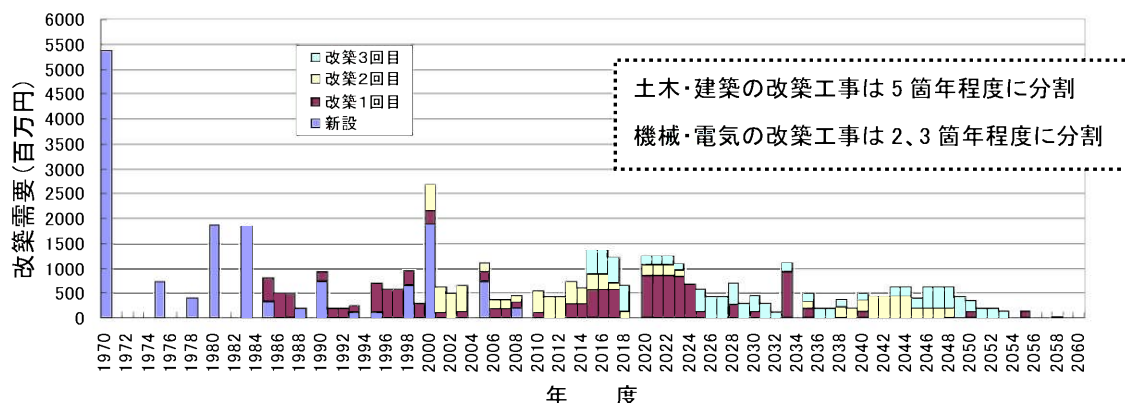


図 1.10 標準耐用年数での改築需要の例

B 目標耐用年数で改築し、1 つの施設・設備の改築工事を複数年に分割することで、改築需要の平準化を図るシナリオ

本方法は、土木・建築施設及び機械・電気設備それぞれの目標耐用年数を設定し、目標耐用年数を経過した年度に改築を実施することとし、**図 1.11** に示すように対象施設全体の今後の改築需要を予測するシナリオである。

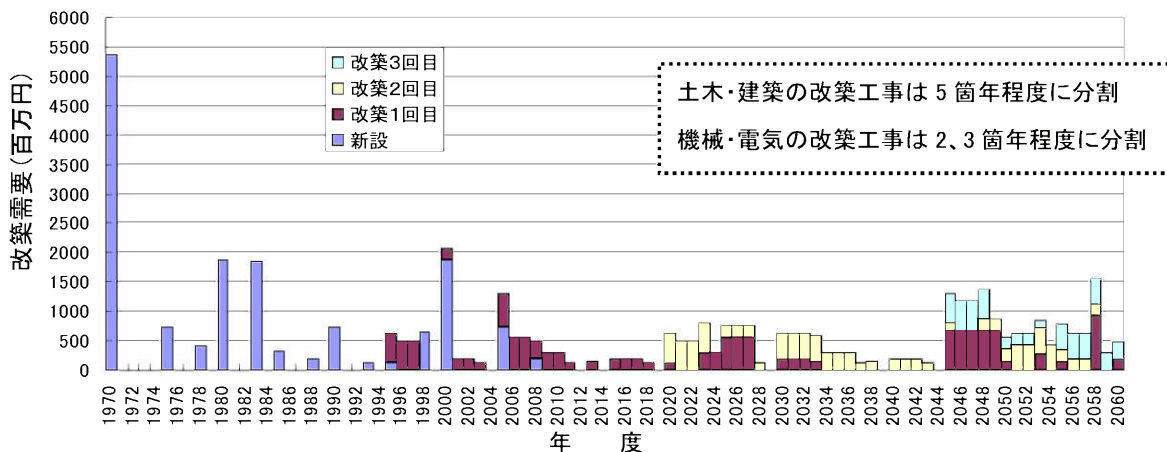


図 1.11 目標耐用年数での改築需要の例

【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。

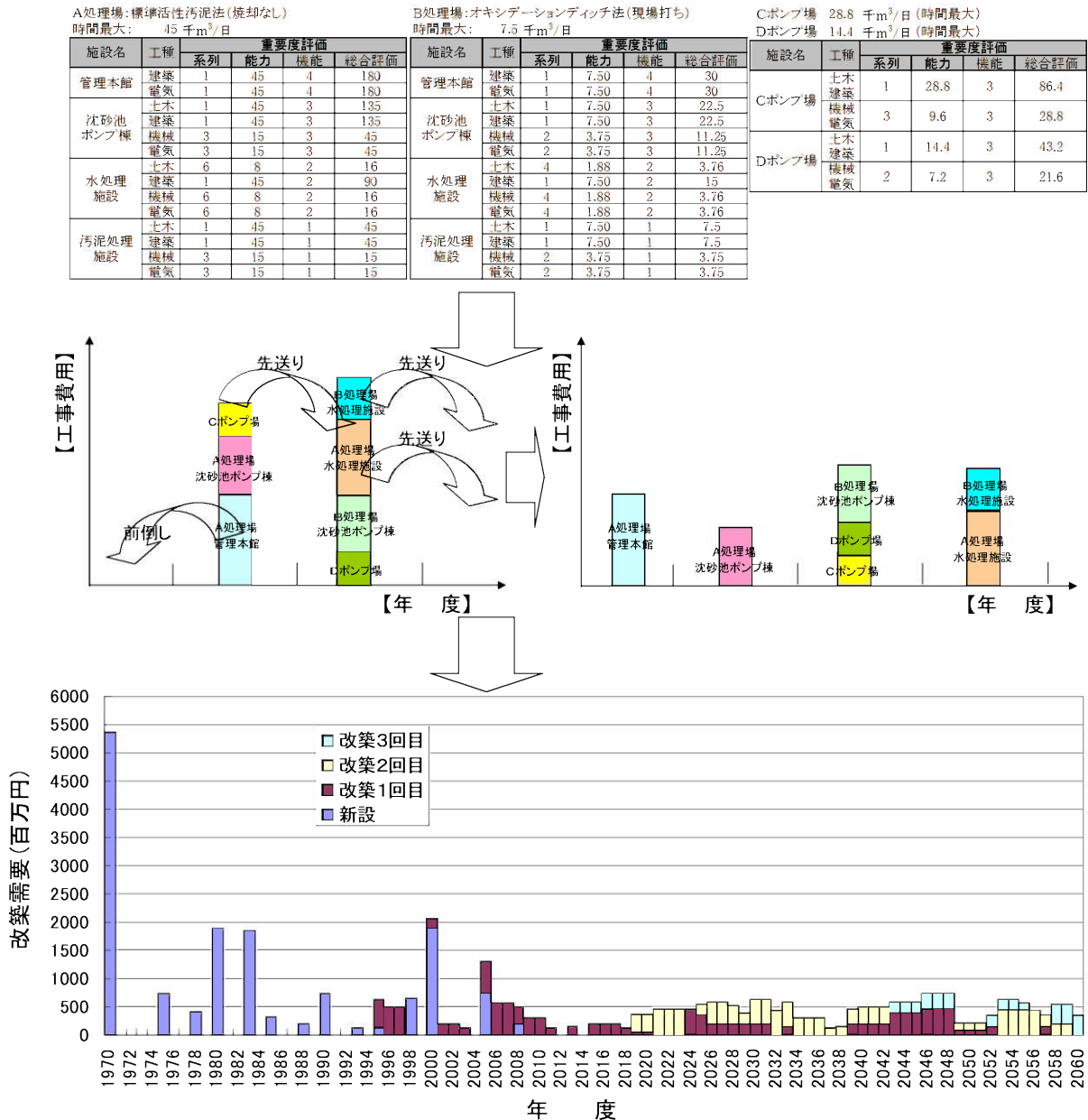


図 1.12 概略の影響度評価による改築事業量の平準化

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、長期的な改築の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）。

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 ^①	15	15～50	30.9	2.1	
雨水ポンプ ^②	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