

# 未普及地域における効率的な下水道 整備の在り方に関する研究 (費用関数に関する研究)

## 1. はじめに

平成13年度に策定された「効率的な汚水処理施設整備のための都道府県構想策定マニュアル(案)」(以下、現行マニュアル)については、近年の社会情勢の変化に対応すべく、見直すこととなった。

本研究は、現行マニュアルに記載されている内容のうち、「表3-1 建設費、維持管理費、経済比較の際に参考となる年数(法律と実績)」、「表4-1 圧送に必要な施設の費用関数」に示されている費用関数(建設費、維持管理費)について見直し、「効率的な汚水処理施設整備のための都道府県構想策定マニュアル(案)検討委員会」(委員長：国土技術政策総

合研究所 榊原下水道研究室長)の審議を経て、新たな費用関数を提案することを目的とする。

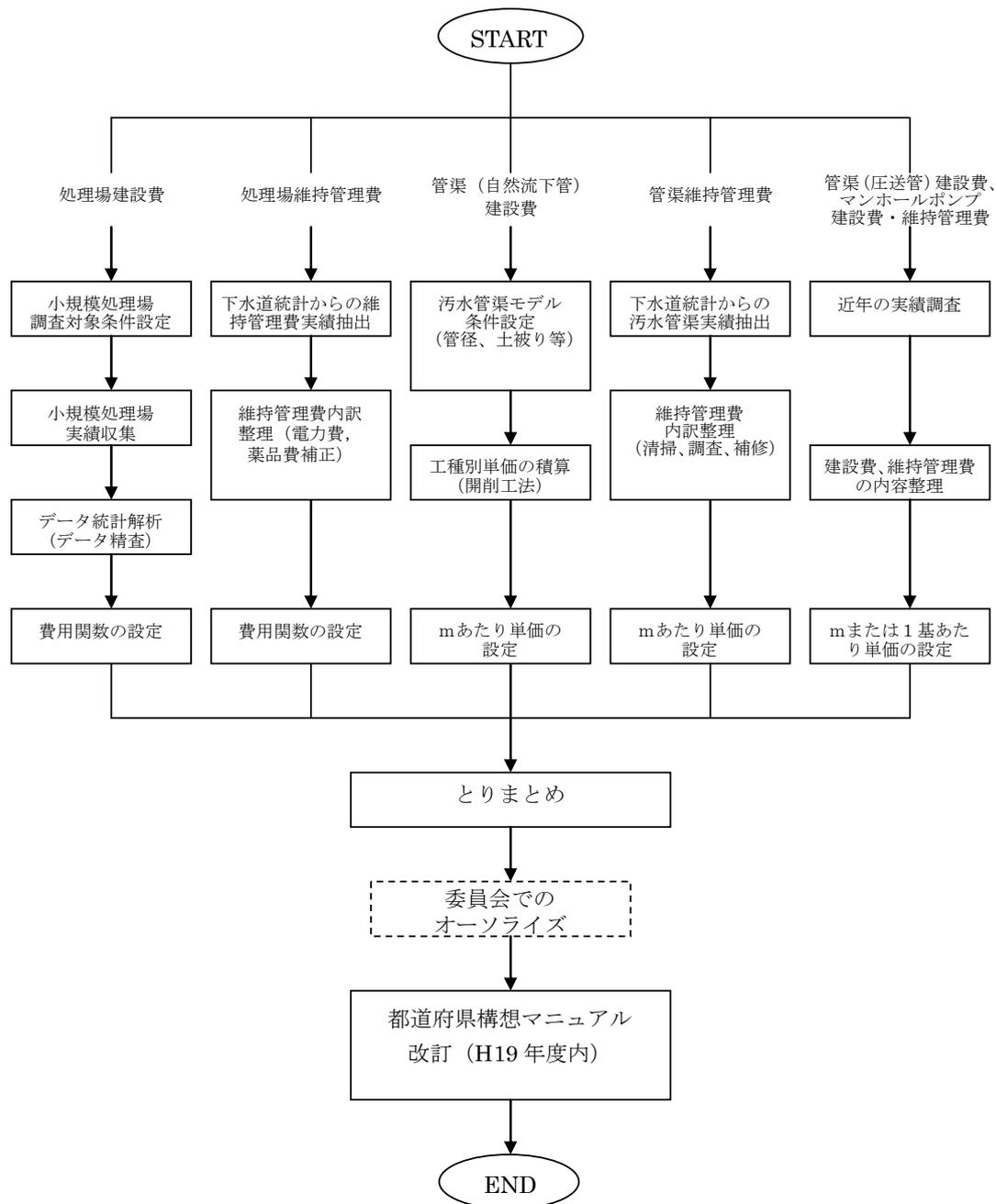
## 2. 費用関数の見直し検討方針

現行マニュアルが平成13年度に発刊されて6年が経過しており、その間、小規模処理場の実績増加、維持管理の外部委託化などの管理体制の変化などが見られる。

本研究では、小規模処理場及び管路施設(マンホールポンプを含む)の費用関数について、近年の実態を反映した見直しを行う。費用関数見直しの検討方針を表-1に、研究フローを図-1に示す。

表-1 費用関数見直しの検討方針

施設	種別	細目	検討方針
処理場	建設費	日最大処理水量 < 300m <sup>3</sup> /日	日本下水道事業団受託の小規模処理施設の実績に基づき、費用関数を設定
		日最大処理水量 ≥ 300m <sup>3</sup> /日	「流総計画指針(H11)」の費用関数を引用(据え置き) ※三省通達では対象外
	維持管理費	日平均処理水量 < 300m <sup>3</sup> /日	下水道統計に基づき、対象条件に合致した処理場を抽出して、特殊要因を含む施設および費用を除外し、電力費と薬品費を施設能力に補正した費用関数を設定
		日平均処理水量 ≥ 300m <sup>3</sup> /日	「流総計画指針(H11)」の費用関数を引用(据え置き) ※三省通達では対象外
管きよ	建設費	自然流下管	前回の単価設定に用いたモデル(開削工法)を必要に応じて変更し(例えば土被り等)、数量を見直すとともに、積算に用いている工種別工事費単価を修正して設定
		圧送管	近年の実態調査を行った上で、平均的な建設費単価を設定
	維持管理費		下水道統計に基づき、汚水管渠のみを維持管理している市町村における管渠清掃、調査、補修に要した費用を調査し、汚水管渠総延長で除して維持管理費単価を設定
マンホールポンプ	建設費		近年の実態調査を行った上で、平均的な建設費単価を設定
	維持管理費		近年の実態調査を行った上で、平均的な維持管理費単価を設定



図一 費用関数見直しフロー

### 3. 費用関数の算出

#### 3.1 処理場建設費

##### 3.1.1 算出条件

下水道事業団より、以下の条件の小規模処理場を対象とし、施設別の建設費実績を収集した。

- ・計画汚水量 3,000m<sup>3</sup>/d 以下で、POD を採用している下水処理場を対象とする。
- ・処理工程は、現行費用関数が濃縮までを対象としているが、近年は濃縮施設を設けずに引き抜

き汚泥を直接脱水する方式（以下、直脱方式と言う。）が主流となっているため、この方式は対象とする。

- ・水処理施設の増設がある処理場は、土工などの重複や共通施設の建設などにより割高となるため除外した。ただし、複数系列を有する下水処理場のうち、全系列を同時に建設した場合は費用関数算定の対象とする。

処理場建設費の費用関数の算出条件は以下のとおりとした。

①全体

- ・金額は、諸経費込みの工事費とし、消費税を含まない。
- ・以下にあげる特殊条件として除外した項目は、直接工事費から控除し、控除後の直接工事費に元の全体金額における経費率を乗じたものを、費用関数算定に用いる工事費とした。

②土木施設

- ・場内整備工は含むが、造成工は処理場の立地条件により大幅に金額が変わるので除外する。
- ・流入渠工，放流渠工，吐口工は含める。

③建築施設

- ・脱水機棟，移動脱水車車庫は除外する。
- ・スクリーンユニット，塩素混和池の上屋は除外する。
- ・N，P測定上屋は除外する。

④機械

- ・POD及び最終沈殿池の覆蓋は除外する。
- ・脱水設備以降の汚泥処理設備は除外するが、直脱方式の汚泥処理設備は費用関数の対象とする。

⑤電気

- ・機械設備に対応する電気設備を対象とする。
- ・一部に脱水設備に対応する電気設備を分離できない資料があったため，その場合はそのまま費用関数算定に使用した。

3.1.2 算出結果

上記の算出条件から費用関数を設定した。

$$Y = 620 \times X^{0.637}$$

ここで、Y：処理場建設費（万円），

X：施設規模（日最大処理水量・m<sup>3</sup>/d）

また，現行費用関数と新たに算定した費用関数の比較を図-2及び表-2に示す。

3.2 処理場維持管理費

3.2.1 算出条件

下水道統計の全国の最近3年間データ（H14～16）から，「1市町村に1施設のみ」を前提に，以下の条件の下水処理場を抽出した。

- ・日平均処理水量が3,000m<sup>3</sup>/d以下の施設。
- ・水処理方式が「オキシデーションディッチ法」である施設。

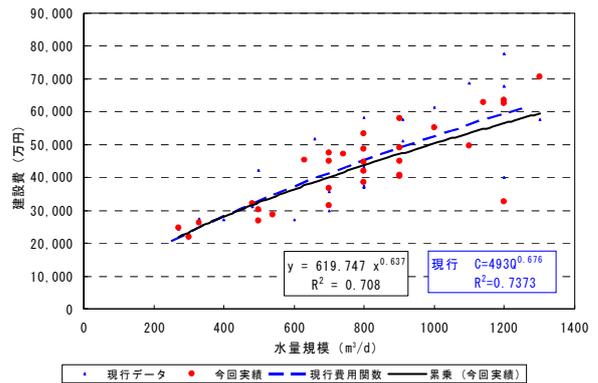


図-2 処理場建設費費用関数の比較

表-2 現行マニュアルとの処理場建設費比較

処理規模(m <sup>3</sup> /d)	100	200	300
現行(万円)	11,088	17,715	23,301
今回(万円)	11,652	18,120	23,459
今回/現行	1.05	1.02	1.01

- ・汚泥処理方式が「濃縮まで」または「水処理施設からの直接脱水」である施設。
- ・計画処理能力（日最大処理水量）と日平均処理水量（年間実績平均）との比率が乖離していない施設（条件式：日最大水量×0.75×0.5<日平均水量）。
- ・現有施設能力（日平均処理水量＝下水道統計「晴天時日最大・現在」×0.75）と処理場維持管理費を比較し，両者が把握できる施設を解析対象とした。

上記条件より抽出した施設に対して，以下のデータ解析を行った。

- ・維持管理費の内訳は，人件費，電力費，運転管理委託費，修繕費（直営，委託），薬品費，燃料費，水質測定経費（直営，委託），その他（直営，委託）とし，汚泥処分費は含まない。
- ・現行マニュアルと同様の下記の調整を行う。

- ①解析対象の施設に対して，特殊要因（へき地である，汚泥処分費が他の項目に含まれて分離できない，複数の処理場を維持管理している等）の有無をヒアリング調査し，特殊な処理場および維持管理費は除く。
- ②電力費と薬品費については，処理水量に比例して増加するため，施設能力/処理水量の比で補正する。

### 3.2.2 算出結果

上記の算定条件から費用関数を設定した。

$$Y = 10.7 \times X^{0.782}$$

ここで、Y：処理場維持管理費（万円）、

X：施設規模（日平均処理水量・m<sup>3</sup>/d）

また、現行費用関数と新たな費用関数の比較を図-3及び表-3に示す。

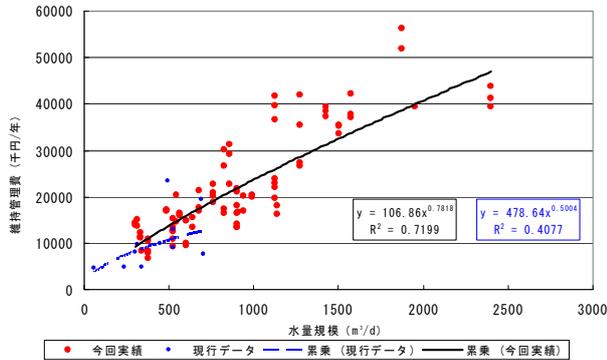


図-3 処理場維持管理費用関数の比較

表-3 現行マニュアルとの処理場維持管理費比較

処理規模(m <sup>3</sup> /d)	100	200	300
現行(千円)	4,803	6,797	8,328
今回(千円)	3,912	6,726	9,235
今回/現行	0.81	0.99	1.11

### 3.3 管きよ建設費

#### 3.3.1 算出条件

##### ①自然流下管

- 基本的に、現行マニュアルにおける建設費単価算定手法に準拠することとし、標準モデルに基づいて、積み上げにより工事費単価を算定した。
- 見直しのポイントとしては、単価のほか、工法等の進化に伴う数量、歩掛りの変化を考慮した。
- 費用の積み上げは基本的に「下水道用設計積算要領」に準じて行い、簡素化代価として、「平成18年度版下水道工事積算標準単価」（（財）建設物価調査会の東京値）を、その他の単価は「建設物価」（平成19年9月号の東京値）を用いて算定した。

##### ②圧送管

- 最近10年に供用開始した全国の市町村に対して、以下の条件の圧送管建設費をアンケート調査した。
- マンホールポンプから圧送し、接続先の自然流下管まで接続する管渠を対象とする。

- 土被りが、概ね2.0m以下とする。
- 河川横断等は除くものとし、一般道路下に埋設されている。
- 圧送管の管径、管種をあわせて把握する。

#### 3.3.2 算出結果

##### ①自然流下管

今回、小規模下水道の最小管径であるφ150mmに加えて、一般都市で採用事例の多いφ200mmについてもモデル計算を行った。計算結果を下表に示す。

φ150mmとφ200mmで大きな差がないことから、平均値である6.5万円/mを管渠建設費の費用関数として採用することとした。

表-4 管きよ建設費（自然流下管）

管径(mm)	延長(m)	工事費(万円)	単価(万円/m)
150	30	191.4	6.4
200		199.3	6.6
平均	—	—	6.5
現行：150			7.5

現行の費用関数7.5万円/mより1万円/m安くなっており、これは、小規模建設機械の普及により、掘削幅を小さくとることができ、土工などの費用が縮減されたことが影響しているものと考えられる。

##### ②圧送管

圧送管種として代表的なVP系統、DCIP系統、PE系統のデータから、それぞれφ75mm、φ100mm、φ150mmの総延長、および総建設費を集計し、その平均単価を算出し、3.5万円/mとした。

圧送管の場合の費用関数も、現行に比べて約1万円/m安くなっており、自然流下管と同様に小規模建設機械の普及などにより、土工などの施工費の縮減が要因と考えられる。

表-5 管きよ建設費（圧送管）

管径(mm)	データ数	総延長(m)	総建設費(万円)	建設単価(万円/m)
75	2,708	420,108	1,193,659	2.8
100	1,443	342,248	1,207,283	3.5
150	593	173,157	867,172	5.0
計	4,744	935,514	3,268,114	3.5
現行				4.7

### 3.4 管きよ維持管理費

#### 3.4.1 算出条件

- ・「下水道統計」の全国の最近3年間データ（H14～16）から、「污水管渠のみで、事業（公共、特環）の維持管理費が把握される市町村および組合」を抽出する。
- ・管きよの清掃、調査、補修の維持管理費を、污水管きよ延長で除して算出する。

#### 3.4.2 算出結果

下水管きよの維持管理単価は、下表より、57円/m/年とした。

現行の維持管理費の単価は、80円/m/年であり、約30%も費用が安くなっている。維持管理費の内訳を見ていくと、外部委託費が、前回調査と比べて全体的に下がっており、これが、管きよ維持管理費の単価を下げる要因になっていると考えられる。

表-6 管きよ維持管理費

下水道統計年度	抽出市町村数	污水管渠総延長(m)	維持管理費総計(千円/年)				維持管理単価(円/m/年)
			清掃	調査	補修	計	
H14	992	42,095,457	603,931	757,301	1,242,596	2,603,828	62
H15	1,027	46,529,736	593,734	729,976	1,304,805	2,628,515	56
H16	815	43,832,596	588,424	563,048	1,178,464	2,329,936	53
計		132,457,789	1,786,089	2,050,325	3,725,865	7,562,279	57

### 3.5 マンホールポンプ建設費

#### 3.5.1 算出条件

- ・最近10年に供用開始した全国の市町村に対して、マンホールポンプ（機械電気設備）建設費をアンケート調査する。
- ・口径、ポンプ台数が把握され、機械電気設備費と土木躯体建設費が分けられているマンホールポンプを抽出する。
- ・マンホールポンプに主に採用されている口径、およびポンプ台数を把握し、その平均単価を算出する。

#### 3.5.2 算出結果

マンホールポンプ（機械電気設備）は、φ50, 65, 80mmの口径が多く採用されており、全体の約80%を占めている。また、予備台数を含む設置ポンプ数は、2台が90%前後となっている。

そこで、標準的な建設費の算定にあたっては、「φ50, 65, 80mmの口径で、ポンプ台数（予備含む）が2台のマンホールポンプ」の費用をそれぞれ算出し、最後に平均した単価をマンホールポンプの建設費とした。

各計算結果を表-7に示す。

これより、マンホールポンプの建設費は、880万円/基とした。

今回のφ80mmの建設単価と現行マニュアルの建設費（採用値は、φ80mmの1,000万円/基）と比較すると、ほぼ同じである。

表-7 マンホールポンプ建設費

口径(mm)	設備建設費(万円/基)	土木躯体建設費(万円/基)	データ数	構成比率(%)
50	643	125	927	17.5
65	843	206	2,218	41.9
80	1,007	302	2,149	40.6
平均	875	231	5,294	—

※ポンプ台数は2台（予備含む）

### 3.6 マンホールポンプ維持管理費

#### 3.6.1 算出条件

- ・最近10年に供用開始した全国の市町村に対して、マンホールポンプ（機械電気設備）維持管理費の2006年度実績をアンケート調査する。
- ・口径、ポンプ台数が把握されるマンホールポンプを抽出する。
- ・マンホールポンプに主に採用されている口径、およびポンプ台数を把握し、その平均単価を算出する。

#### 3.6.2 算出結果

マンホールポンプ（機械電気設備）維持管理費は、建設費同様、「φ50, 65, 80mmの口径で、ポンプ台数（予備含む）が2台のマンホールポンプ」の平均的な維持管理費として、下表より20万円/年/基とした。

表-8 マンホールポンプ維持管理費

口径(mm)	設備維持管理費(万円/年/基)	データ数	構成比率(%)
50	15	954	18.3
65	17	2,081	40.0
80	24	2,174	41.7
平均	20	5,209	—

現行マニュアルでは、維持管理費は50万円/年/基とされており、今回の算定結果と比べて著しく安くなっている。現行マニュアルの算定方法は委託契約費についてアンケート調査し、それに電気料と修繕費を積み上げて、維持管理費を設定している。

そこで、今回調査した市町村の中から、平均的な維持管理費を回答している市町村（口径ごとに6～8箇所）を任意抽出し、内訳について再度調査を行っ

た結果、委託契約費、電気料、修繕費を含めた費用であるとの回答を得ており、今回調査の維持管理費20万円/年/基は、維持管理費全体の費用として妥当であることが検証された。

### 3.7 まとめ

以上より算出した費用関数を表-9にまとめる。

表-9 費用関数まとめ

施設	種別	今回見直し結果	現行費用関数
処理場	建設費	$C=620 \times Qd^{0.637}$ (Qd<300) ここで、C：処理場建設費（万円）， Qd：日最大汚水量（m <sup>3</sup> /d）	$C=493 \times Qd^{0.676}$ (Qd<300) 同左
	維持管理費	$M=10.7 \times Qa^{0.782}$ (Qa<300) ここで、M：処理場維持管理費（万円/年）， Qa：日平均汚水量（m <sup>3</sup> /d）	$M=47.8 \times Qa^{0.501}$ (Qa<300) 同左
管きよ	建設費	自然流下管：6.5万円/m（開削工法） 圧送管：3.5万円/m	自然流下管：7.5万円/m（開削工法） 圧送管：4.7万円/m
	維持管理費	57円/m/年	80円/m/年
マンホールポンプ	建設費	880万円/基（機械電気設備）	1,000万円/基（機械電気設備）
	維持管理費	20万円/基/年（機械電気設備）	50万円/基/年（機械電気設備）

## 4. おわりに

今回算出した費用関数は、「効率的な汚水処理施設整備のための都道府県構想策定マニュアル（案）」の改定に反映される予定である。

#### ●この研究を行ったのは

研究第一部長  
研究第一部副部長  
研究第一部主任研究員

清水 俊昭  
寺川 孝  
和知 英治

#### ●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長 清水 俊昭  
研究第一部副部長 寺川 孝  
研究第一部総括主任研究員 和知 英治  
問い合わせ先 電話 03-5228-6597