

下水汚泥広域利活用検討マニュアル 資料編

資料編 1 現況把握と可能性調査のための調書書式案

資料編 2 費用関数の設定根拠

資料編 3 各 B-DASH 事業事例の概要および費用関数

資料編 4 下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について
(国水下事第 38 号、平成 29 年 9 月 15 日)

資料編 5 社会資本整備総合交付金等を活用した下水処理場の改築にあたっての
コンセッション方式の導入及び広域化に係る検討要件化、汚泥有効利用施設の新設にあたっての PPP/PFI 手法の導入原則化について
(国水下事第 45 号、平成 29 年 2 月 2 日)

資料編 6 地域バイオマスの利活用に関する報告事例一覧

資料編 1 現況把握と可能性調査のための調書書式案

現況把握と可能性調査のための調書書式案

シート1：下水およびその他の汚水処理施設（し尿・浄化槽汚泥、農業集落排水、コミュニティプラント等）

事業者名	処理場名	所在地	供用開始年 (西暦)	経過年数 (年)	処理人口 (人)	流入水量 (m3/日)	うち他施設 からの受入分	主な 汚水処理方式	他施設からの 汚泥受入有無	汚泥処理工程（処理場内で実施しているものに○）							
										濃縮	消化	脱水(常設)	脱水(移動脱水車)	焼却	固形燃料	肥料化	その他（直接入力）
〇〇流域	〇〇処理場	・・・	1,980	38	150,000	52,000	2,000	標準活性汚泥法	有	○	○	○		○			
A市	A処理場	・・・	1,985	33	100,000	30,000		凝集材併用型循環式 硝化脱窒法	無	○		○		○			
B市	B処理センター	・・・	1,990	28	15,000	5,000		標準活性汚泥法	無	○		○				○	
C町	C処理場	・・・	1,995	23	5,000	1,500		オキシデーションディッチ法	無	○							

事業者名	処理場名	汚泥形態別発生量および含水率														最終処分 形態	最終処分量 (t/日)	最終処分 平均含水率 (%)		
		生汚泥		濃縮汚泥		消化汚泥		脱水汚泥		焼却灰		固形燃料		下水汚泥肥料						
		発生量 (m3/日)	平均含水率 (%)	発生量 (m3/日)	平均含水率 (%)	発生量 (m3/日)	平均含水率 (%)	発生量 (m3/日)	平均含水率 (%)	発生量 (t/日)	平均含水率 (%)	生産量 (t/日)	平均含水率 (%)	生産量 (t/日)	平均含水率 (%)					
〇〇流域	〇〇処理場	400	98.0	240	97.0	235	97.0	40	80.0	2	5.0							焼却灰	2.0	5
A市	A処理場	250	98.0	160	97.0			25	80.0	1	5.0							焼却灰	1.0	5
B市	B処理センター	100	99.0	30	97.0			10	80.0					3	60.0			下水汚泥肥料	3.0	60
C町	C処理場	15	98.0	10	97.0													濃縮汚泥	10.0	97

※最終処分形態は各処理場の搬出時の形態を記載する。

事業者名	処理場名	消化ガス利用（消化を行う場合）(Nm3/日)						主要な汚泥処理設備の処理能力と更新時期												統廃合予定																
		発生ガス全量		加温利用量		発電利用量		利用目的		ガス精製利用量		利用目的		焼却処分量		汚泥濃縮槽		汚泥消化槽		脱水設備		焼却炉		固形燃料化施設		肥料化施設		その他								
		能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期	能力(m3/日)	更新時期							
〇〇流域	〇〇処理場	2,000	500	1,500	売電							0	450	H40	450	H35	450	H40	50	H36														無		
A市	A処理場												280	H45			280	H38	30	H42														無		
B市	B処理センター												150	H42			45	H45					8	H32										無		
C町	C処理場												30	H40																				無		

※更新時期は機械電気設備・土木に拘わらず、直近の予定を記載する。

シート2：汚泥処分施設

事業者名	処理場名	所在地	供用開始年 (西暦)	経過年数 (年)	処分方法	処理能力 (t/日)	統廃合予定		
							予定の有無	統廃合時期	統廃合先
A市	A市汚泥処分場	・・・	1980	38	焼却（資材利用）	20.0	無		
B市	B処理センター	・・・	1985	33	埋立	15.0	無		
C町	C処理場	・・・	1990	28	堆肥化	5.0	無		

シート3：地域バイオマス

市町村名	処分に課題を有するバイオマス					下水処理場への受入れを希望する地域バイオマス					既往処分施設の老朽化状況								
	有無	バイオマスの種類	発生量 (t/日)	性状		処分に関する課題の具体的内容	有無	バイオマスの種類	発生量 (t/日)	性状		下水処理場への受入れを希望する理由	施設名	供用年数	バイオマスの種類	処理方法	処理能力 (t/日)	改築・更新予定 (西暦年)	
				VS/TS(%)	含水率(%)					VS/TS(%)	含水率(%)								
A市	あり	刈草、剪定枝	10.0	80.0	10.0	発生場所が分散しており、適切な廃棄方法がなく野積みになっていることが多い	なし												
B市	なし						なし												
C町	あり	家畜ふん尿	15.0	75.0	80.0	未処理で農地散布されており地下水汚染の可能性はある	なし												

シート4：経済性の把握

事業者名	処理場名	最終処分 処分単価(円/t)	主な搬送方法	搬送距離 (約〇〇km)	搬送費 単価(円/t)	搬出先（污水処理施設）			搬出先（廃棄物処理施設）						売却先（有価物を処理場で製造した場合）				
						施設名	種別	投入先工程	施設名・業者名	所在地	公・民	種別	処分方法	(その他入力欄)	売却先	所在地	企業・個人	引渡場所	(その他入力欄)
〇〇流域	〇〇処理場	10,000	トラック	10	5,000				事業者A	・・・	民間施設	産廃（最終処分）	埋立						
A市	A処理場	12,000	トラック	20	6,000				事業者B	・・・	民間施設	産廃（中間処理）	焼却（資材利用）						
B市	B処理センター	-1,500													希望者へ配布		個人	処理場	
C町	C処理場	8,000	バキューム車	5	2,000	〇〇処理場	下水道	消化											

シート5：潜在的な需要

需要者名	所在地	需要のある資源化物	受入れ可能量 (t/日)	求める性状 (具体記述)
〇〇発電所	・・・	固形燃料	20.0	発熱量：〇MJ/t
〇〇堆肥利用組合	・・・	下水汚泥肥料	5.0	窒素：〇%、リン：〇%、C/N比：〇
〇〇株式会社	・・・	固形燃料	20.0	発熱量：〇MJ/t

シート6：広域化に関する意向

事業者名	処理場名	受入れ可能な処理工程	他の污水処理施設の汚泥受入れが不可能な理由 (具体記述)	他の汚泥処理施設への搬出希望	他の汚泥処理施設への搬出を希望する理由	搬出する汚泥の形態	搬出量 (t/日)	含水率 (%)	搬送を開始したい時期 (西暦年)	搬出先として希望する処理施設
〇〇流域	〇〇処理場	消化・脱水		希望しない						
A市	A処理場	脱水		希望しない						
B市	B処理センター		小規模で受入れ余裕がない	希望する	老朽化が著しく、改築に併せて集約処理を検討したい	濃縮汚泥	2.0	98.0	2025	〇〇処理場
C町	C処理場		小規模で受入れ余裕がない	希望しない						

資料編 2 費用関数の設定根拠

費用関数の設定根拠

1. 費用関数(例)について	資 6
1.1 各費用関数(例)の構成.....	資 6
1.2 出典.....	資 6
2. 費用関数(例)	資 7
2.1 費用関数(例)の一覧	資 7
2.2 各費用の関数(例).....	資 11
(1) バキューム車による輸送費	資 11
(2) 移動脱水車による巡回処理費.....	資 12
(3) 送泥管圧送費	資 13
(4) トラック輸送費.....	資 27
(5) 汚泥濃縮処理費.....	資 31
(6) 汚泥消化処理費.....	資 33
(7) 汚泥脱水処理費.....	資 35
(8) 汚泥処理(濃縮・消化・脱水)に係わる電気設備総費用	資 36
(9) 流動焼却処理費.....	資 38
(10) 溶融処理費.....	資 39
(11) コンポスト処理費	資 41
(12) 乾燥処理費.....	資 42
(13) 炭化処理費.....	資 44

1. 費用関数(例)について

汚泥処理区域の検討に用いる費用関数(例)を以下に示す。

費用関数(例)は、汚泥の輸送方式や処理方式の各プロセス毎に示す。

費用関数は、各プロセスの建設・運転に係る費用を年間経費として算定し、それらの総和を総費用として示す。なお、ここに挙げた費用関数(例)にない輸送方式や処理方式等を検討する必要がある場合には適時調査し、適用していくものとする。

1.1 各費用関数(例)の構成

1) 建設費

建設費については各整備の償却期間による建設費年価に換算する。

$$\text{建設費年価} = \text{建設費} \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

i : 利子率

n : 耐用年数

(下水道施設の改築について 平成 25 年 5 月 16 日国水事第 7 号)より設定する。

2) 運転経費

電力費・薬品代等の年間運転経費

3) 補修費

機械・電気設備等の補修費

4) 人件費

運転管理に要する年間人件費を計上する。但し事務管理部門の人員は含まない。

5) 総費用

総費用 = 建設費年価 + 運転経費 + 補修費 + 人件費

1.2 出典

各費用の出典は以下の文献及びアンケート調査資料等による。

- ① 効率的な汚泥濃縮法の評価に関する第 2 次報告書 ー遠心濃縮法についてー
(平成 4 年 3 月 日本下水道事業団技術開発部)
- ② 効率的な汚泥濃縮法の評価に関する第 3 次報告書 ー浮上濃縮法について
(平成 6 年 5 月 日本下水道事業団技術開発部)
- ③ 溶融処理技術に関する調査解析報告書
(平成 12 年 12 月 日本下水道事業団)
- ④ 新技術導入の事後評価に関する調査(コンポスト化施設)
(技術開発部報 1997 日本下水道事業団技術開発部)
- ⑤ 下水汚泥の炭化処理システムの開発に関する共同研究報告書(第一報)
(平成 11 年 3 月 日本下水道事業団)

- ⑥ 移動脱水車、嫌気性消化施設、脱水施設、電気設備、焼却施設、乾燥施設についてはアンケート調査資料
- ⑦ バキューム車、トラック輸送については「建設機械等損料算定表」による積み上げ
- ⑧ 送泥管圧送は、「下水道用設計積算要領－管路施設(開削工法)編－」、「建設物価」、「積算資料」等による積み上げ

なお、⑥のアンケートの調査対象と回答都市数は、下表の通りである。

表－1 汚泥処理施設の経済性に関するアンケートの調査対象と回答都市数

項 目		内 容
調査対象	建設費	過去5カ年に当該施設を建設した処理場を対象とし、過去に建設した全ての施設を対象とする。
	維持管理費	当該施設を有する全処理場を対象とする。
回答都市数		移動脱水車：43 嫌気性消化施設 ：199 脱水施設 ：975 汚泥処理に係る電気設備：912 焼却施設 ：102 乾燥施設 ：25

2. 費用関数(例)

2.1 費用関数(例)の一覧

表－2 に費用関数(例)の一覧を示す。

なお、濃縮施設、消化施設、脱水施設は、それぞれの施設によって投入汚泥固形物濃度が異なるが、ここでは、投入汚泥固形物量から1%固形物濃度に換算した汚泥量を変数とする費用関数とした。

表-2 費用関数(例)の一覧

項 目		総費用費用関数(百万円/年)	適用範囲	備 考	出典
バキューム車による汚泥輸送費	DID 区間率 70%以上	$1.96Nb + 2C \cdot Nb + 0.573 \times 10^{-6} \times GL + 21 \times 10^{-6} \times GT$		Nb : バキューム車必要台数(台) C : 人件費単価(百万円/人・年) G : 軽油単価(円/ℓ) L : バキューム車年間走行距離(km/年) T : 吸泥・排泥の年間操作時間(h/年)	⑦
	DID 区間率 30~70%	$1.96Nb + 2C \cdot Nb + 0.525 \times 10^{-6} \times GL + 21 \times 10^{-6} \times GT$			
	上記以外	$1.96Nb + 2C \cdot Nb + 0.475 \times 10^{-6} \times GL + 21 \times 10^{-6} \times GT$			
移動脱水車による巡回処理費		$12.735Qh^{0.0265} + 0.034Qy^{0.665}$	$1 \leq Qh \leq 18$	Qh : 移動脱水車能力(m ³ /hr) Qy : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m ³ /年)	⑥
送泥管圧送費	送泥管	$11.39 \times 10^{-6} \times D^{0.905} \times L$		D : 送泥管口径(mm) L : 送泥管延長(m) Qm : 送泥費(m ³ /分) C : 人件費単価(百万円/人・年)	⑧
	送泥ポンプ場	$15.85Qm^{0.458} + 0.80Qm^{1.116} + 4.38Qm^{0.457} + 2C$			
脱水汚泥のトラック輸送費	DID 区間率 70%以上	$1.881Nt + C \cdot Nt + 0.594 \times 10^{-6} \times GL$		Nt : トラック必要台数(台) C : 人件費単価(百万円/人・年) G : 軽油単価(円/ℓ) L : トラック年間走行距離(km/年)	⑦
	DID 区間率 30~70%	$1.881Nt + C \cdot Nt + 0.544 \times 10^{-6} \times GL$			
	上記以外	$1.881Nt + C \cdot Nt + 0.492 \times 10^{-6} \times GL$			
重力濃縮施設		$0.045Qd^{0.598} + 0.104Qd^{0.611} + 0.030Qd^{0.628}$	$200 \leq Qd \leq 5,600$	Qd : 計画汚泥量 [1%換算] (m ³ /日)	①
遠心濃縮施設		$1.151Qd^{0.259} + 3.486Qd^{0.422} + 0.661Qd^{0.573}$	$80 \leq Qd \leq 2,000$		②
常圧浮上濃縮施設		$0.237Qd^{0.465} + 0.614Qd^{0.596} + 0.156Qd^{0.821}$	$80 \leq Qd \leq 2,000$		
嫌気性消化施設		$0.607Qd^{0.539} + 5.835Qd^{0.385} + 0.171Qd^{0.390}$	$100 \leq Qd \leq 7,000$	Qd : 計画汚泥量 [1%換算] (m ³ /日) Qy : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m ³ /年)	⑥
汚泥脱水施設		$0.769Qd^{0.444} + 3.454Qd^{0.373} + 0.039Qd^{0.596}$	$10 \leq Qd \leq 10,000$		
汚泥処理に係わる電気設備		$1.120Qd^{0.464} + 0.024Qd^{0.533}$	$10 \leq Qd \leq 30,000$		
流動焼却施設	建屋 : 焼却炉全体	$4.609Xd^{0.380} + 21.350Xd^{0.597} + 5.778Xd^{0.539} + 0.287Xy^{0.673}$	$15 \leq Xd \leq 200$	Xd : 計画脱水汚泥量(t/日) Xy : 年間処理脱水汚泥量(t/年)	⑥
	建屋 : 電気、ブロワ一室程度	$8.215Xd^{0.0094} + 21.350Xd^{0.597} + 5.778Xd^{0.539} + 0.287Xy^{0.673}$			
熔融施設		$38.154Xd^{0.634} + 1.597Xd^{1.009} + CN$	$30 \leq Xd \leq 600$	C : 人件費単価(百万円/人・年) N : 人員数(人)	③
コンポスト施設		$13.943Xd^{0.650} + 1.925Xd^{0.932} + 1.918Xd^{0.324} \cdot C$	$0.2 \leq Xd \leq 100$	C : 人件費単価(百万円/人・年)	④
乾燥施設		$0.417Xd^{0.941} + 3.607Xd^{0.971} + 0.524Xd^{0.809} + 0.362Xy^{0.585}$	$10 \leq Xd \leq 60$	Xd : 計画脱水汚泥量(t/日) Xy : 年間処理脱水汚泥量(t/年)	⑥
炭化施設		$28.211Xd^{0.557} + 2.301Xd^{0.822} + CN$	$3 \leq Xd \leq 40$	Xd : 計画脱水汚泥量(t/日) C : 人件費単価(百万円/人・年) N : 人員数(人)	⑤

注) 出典の番号は資-6の通り。

2.2 各費用の関数(例)

(1) バキューム車による輸送費

1. バキューム車の規格

バキューム車の規格は、建設機械等損料算定表(平成 15 年度版)から以下に示す規格とする。

諸元	積載量 8t 積
機関出力	224kW
基礎価格	13,700 千円/台
耐用年数	10 年
維持修理比率	30%

2. バキューム車本体の年価

上記バキューム車の基礎価格を下記条件により、年価換算する。

利子率	2.3%
残存率	0%
耐用年数	10 年

$$\text{年 価} = \frac{13,700 \times 0.023}{\{1 - (1 + 0.023)^{-10}\}} = 1,549 \text{ 千円/年} \cdot \text{台}$$

3. 維持修理費

維持修理費率および耐用年数から年間維持修理費を求めると、

$$\text{維持修理費} = 13,700 \times \frac{30}{100} \times \frac{1}{10} = 411 \text{ 千円/年} \cdot \text{台}$$

4. 人件費

バキューム車運転手 1 名および作業員 1 名を計上するものとする。

$$\text{人件費} = 2C' \text{ 千円/年} \cdot \text{台} \quad C' : \text{人件費単価(千円/人} \cdot \text{年)}$$

なお、バキューム車運転手及び作業員が他の業務を兼務する場合は人件費単価の設定においてその事を考慮する。

5. 走行燃料費

5-1 走行平均時速

下水道用積算要領 1994 年版によると、残土運搬のサイクルタイムは、以下のように表されている。

$$C_m = \beta L + \alpha$$

C_m : サイクルタイム(分)

β : 運搬状況による係数(下表参照)

L : 運搬距離(片道)(km)

α : 積込み等その他の作業による係数(分)

表-3 運搬状況による係数(β)

状況の区分		β
DID 区間率が 30%以上の区 域を昼間運搬する場合	DID 区間率 70%以上	5.8
	DID 区間率 70%未満 30%以上	5.3
上記以外の運搬の場合		4.8

ここで、βL が走行時間である。これより、平均走行時速(V)を求めると、L が片道距離で表されることから、

$$V = \frac{1}{\beta} \times 60 \times 2$$

で求められる。よって、

DID 区間率 70%以上	$V1 = \frac{1}{5.8} \times 60 \times 2 = 20.7 \text{ km/hr}$
DID 区間率 70%未満 30%以上	$V2 = \frac{1}{5.3} \times 60 \times 2 = 22.6 \text{ km/hr}$
上記以外	$V3 = \frac{1}{4.8} \times 60 \times 2 = 25.0 \text{ km/hr}$

5-2 軽油使用量

建設機械等損料算定表(平成 15 年版)より、

$$\text{バキューム車燃料消費率} = 0.053 \text{ } \ell/\text{kW-hr}$$

より、燃料消費量は、

$$\text{燃料消費量} = 0.053 \times 224 = 11.87 \text{ } \ell/\text{hr}$$

従って燃料消費量は、

DID 区間率 70%以上	$= 11.87 \times \frac{L}{20.7} = 0.573L \text{ } \ell/\text{年}(1.7 \text{ km}/\ell)$
DID 区間率 70%未満 30%以上	$= 11.87 \times \frac{L}{22.6} = 0.525L \text{ } \ell/\text{年}(1.9 \text{ km}/\ell)$
上記以外	$= 11.87 \times \frac{L}{25.0} = 0.475L \text{ } \ell/\text{年}(2.1 \text{ km}/\ell)$

ここで、L：年間走行距離(km/年)

6. 操作に伴う軽油使用量

バキューム車の吸泥、排泥に伴うポンプ動力の軽油使用量は、メーカーヒアリングより以下の値を用いる。

$$\text{軽油使用量} = 21 \text{ } \ell/\text{hr}$$

なお、吸泥・排泥の操作標準時間は 20 分及び 10 分とする。

7. バキューム車輸送費

以上をまとめて、バキューム車輸送費を求めると、

DID 区間率 70%以上

$$\begin{aligned} Y_{11} &= (1,549 + 411 + 2C') \times 10^{-3} \times Nb + 0.573L \times G \times 10^{-6} + 21 \times G \times T \times 10^{-6} \\ &= 1.96Nb + 2CNb + 0.573 \times 10^{-6} \times GL + 21 \times 10^{-6} \times GT \text{ (百万円/年)} \end{aligned}$$

DID 区間率 70%未満 30%以上

$$\begin{aligned} Y_{12} &= (1,549 + 411 + 2C') \times 10^{-3} \times Nb + 0.525L \times G \times 10^{-6} + 21 \times G \times T \times 10^{-6} \\ &= 1.96Nb + 2CNb + 0.525 \times 10^{-6} \times GL + 21 \times 10^{-6} \times GT \text{ (百万円/年)} \end{aligned}$$

DID 区間率上記以外

$$\begin{aligned} Y_{13} &= (1,549 + 411 + 2C') \times 10^{-3} \times Nb + 0.475L \times G \times 10^{-6} + 21 \times G \times T \times 10^{-6} \\ &= 1.96Nb + 2CNb + 0.475 \times 10^{-6} \times GL + 21 \times 10^{-6} \times GT \text{ (百万円/年)} \end{aligned}$$

ここで、 Y_{11} : DID 区間率 70%以上の地区のバキューム車による汚泥輸送
総費用(百万円/年)

Y_{12} : DID 区間率 30~70%の地区のバキューム車による汚泥輸送
総費用(百万円/年)

Y_{13} : DID 区間率が上記以外の地区のバキューム車による汚泥輸送
総費用(百万円/年)

Nb : バキューム車必要台数(台)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

G : 軽油単価(円/ℓ)

L : バキューム車年間走行距離(km/年)

T : 吸泥・排泥の年間操作時間(hour/年)

なお、図-1 は、2ヶ所の下水道終末処理場から 1 台で集泥を行い、人件費を 600 万円/
人・年とした場合である。

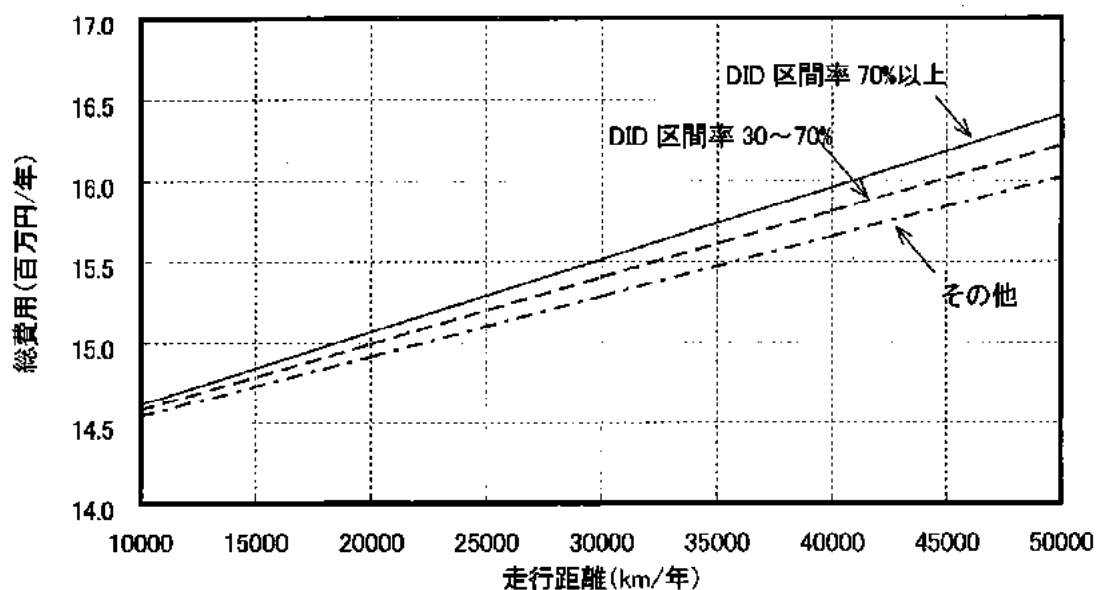


図-1 バキューム車輸送費

(2) 移動脱水車による巡回処理費

1. 移動脱水車の建設費

移動脱水車の建設費に関する費用関数は、実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

回帰を行うにあたり、各移動脱水車の建設年次が異なるため、平成13年度値にデフレーターを用いて換算した値をデータとして用いた。

$$Y_{21} = 1.1262Qh^{0.0265}$$

Y_{21} : 建設費(億円)

Qh : 移動脱水車能力(m^3/hr)

上記移動脱水車の建設費を下記条件により、年価換算する。

利子率 2.3%

残存率 0%

耐用年数 10年

$$Y_{22} = 12.735Qh^{0.0265}$$

Y_{22} : 年価(百万円/年)

Qh : 移動脱水車能力(m^3/hr)

2. 維持管理費

移動脱水車の維持管理費(電力、燃料、薬品費、補修費、人件費)は、建設費と同様に実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$Y_{23} = 0.034Q_y^{0.665}$$

Y_{23} : 維持管理費(百万円/年)

Q_y : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m^3 /年)

3. 総費用

1～2 より、移動脱水車 1 台当たりの総費用は、

$$\begin{aligned} Y_{24} &= Y_{22} + Y_{23} \\ &= 12.735Q_h^{0.0265} + 0.034Q_y^{0.665} \end{aligned}$$

Y_{24} : 総費用(百万円/年)

Q_h : 移動脱水車能力(m^3 /hr)

Q_y : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m^3 /年)

なお、図-2 は、10 m^3 /hr の移動脱水車で処理する場合である。

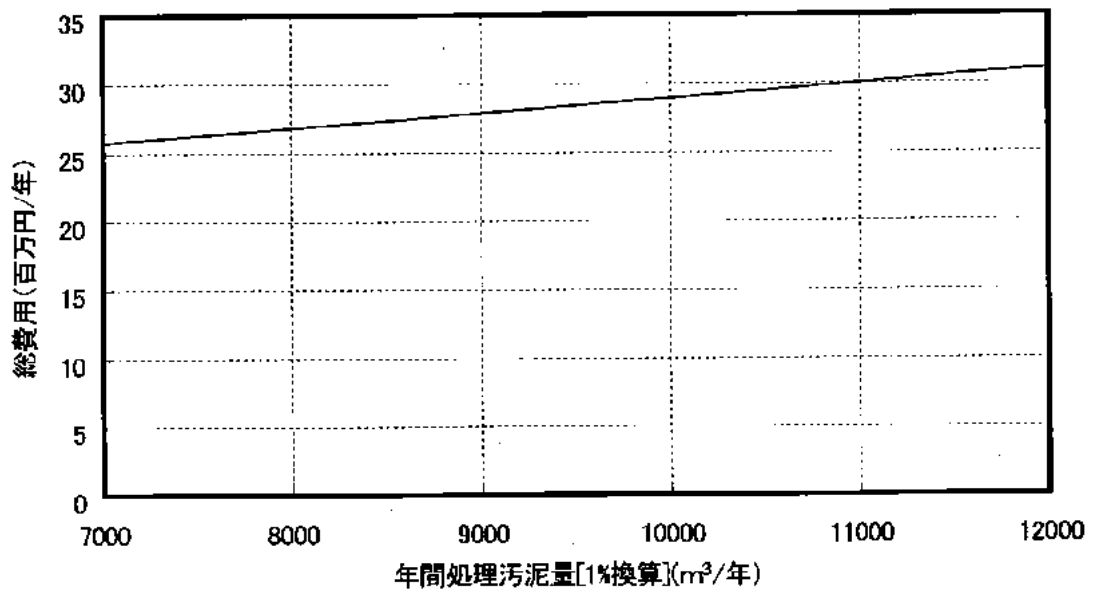


図-2 移動脱水車処理費

(3) 送泥管圧送費

1. 基本事項

(1) 送泥管圧送費の構成

$$\text{【送泥管圧送費】} = \text{【送泥管総費用】} + \text{【送泥ポンプ場総費用】}$$

(2) 送泥管

以下の条件を基に送泥管総費用を算定することとする。

- ・送泥管の布設ルートは、各送泥から受泥処理場への最短ルート(直線ルート)とする。
- ・送泥管の布設は、地表面に沿って行うものとする。
- ・送泥管の本数は原則として1本とし、予備管は設けないこととする。
- ・送泥管の設計条件

最小口径 = 150 mm

管内流速 = 1 m/秒

管種 = DCIP(内面モルタルライニング)

送泥濃度 = 混合汚泥として 1.0%

損失水頭 計算式 = Hazen-Williams 式を修正した実験式

$$H_f = 6.82 (L/D^{1.17}) (V/C_H)^{1.85} (1 + 0.11C)$$

H_f : 乱流域における汚泥の摩擦損失水頭(m)

L : 管路延長(m)

D : 管径(m)

V : 流速(m/秒)

C_H : 流速係数(Hazen-Williams の係数=110)

C : 汚泥の液温 10°Cにおけるみかけの濃度(%)

$$C = \{1 - 0.019(T - 10)\}^{0.37} C_r$$

C_r : 汚泥の液温 T°Cにおけるの濃度(%)

- ・送泥管布設費の算定は、「下水道用設計積算要領—管路施設(開削工法)編—」(2002年版 日本下水道協会)に準じて行い、単価は平成15年4月号の「建設物価」、ならびに2003年4月号の「積算資料」によった。

(3) 送泥ポンプ場

以下の条件を基に送泥ポンプ場総費用を算定することとする。

- ・送泥ポンプ場の建設箇所は、送泥側処理場に最低1箇所を基本とし、管内圧力が負圧となる箇所が想定される場合は、図-3に示すように管路途中にも設け、一旦開放した後に送泥することとする。送泥ポンプの設置イメージ、ならびに送泥ポンプ場の箇所数と設置位置の設定フローをそれぞれ図-4、5に示す。

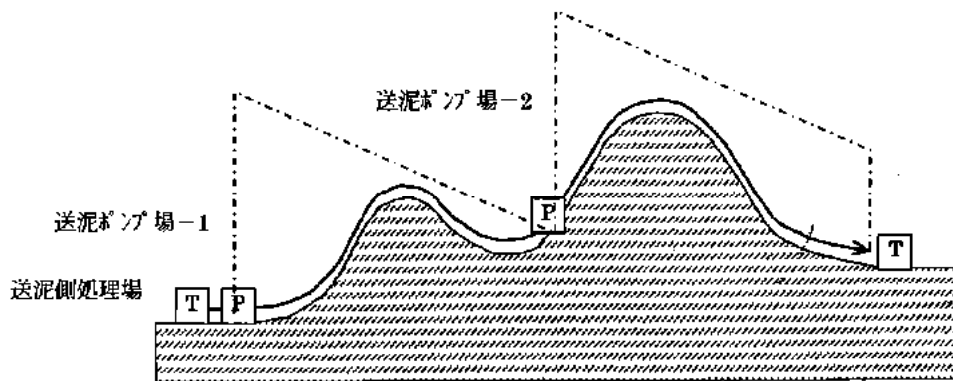


図-3 管路途中での送泥ポンプ場設置のイメージ図

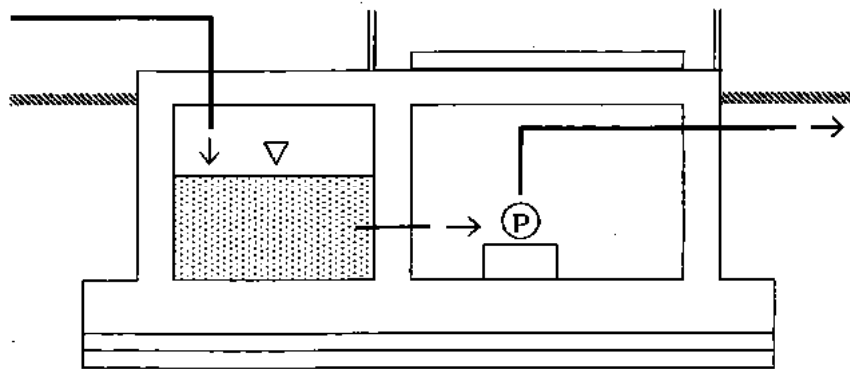


図-4 送泥ポンプ設置のイメージ図(ポンプ場断面)

・各送泥量 Q ($\text{m}^3/\text{分}$) と全揚程 H (m) の関係は、以下に示すとおりとする。

表-4 送泥ポンプの仕様

送泥量 ($\text{m}^3/\text{分}$)	ポンプ口径 (mm)	最高全揚程 (m)	電動機出力 (kW)
$0.6 \leq Q < 1.2$	$\phi 100$	25	5.5~11
$1.2 \leq Q < 2.5$	$\phi 150$	35	11~30
$2.5 \leq Q < 5.5$	$\phi 200$	50	15~75
$5.5 \leq Q < 10$	$\phi 250$	50	55~132

注) ポンプは「吸込スクリュー付汚泥ポンプ」を仮定した。

揚程は安全サイドから「50Hz」仕様の値を採用した。

ポンプ口径は吸込口径を示す。

- ・ポンプの設置台数は、予備も含めて計2台とする。
- ・全揚程不足時には2台直列を考慮するものとする。

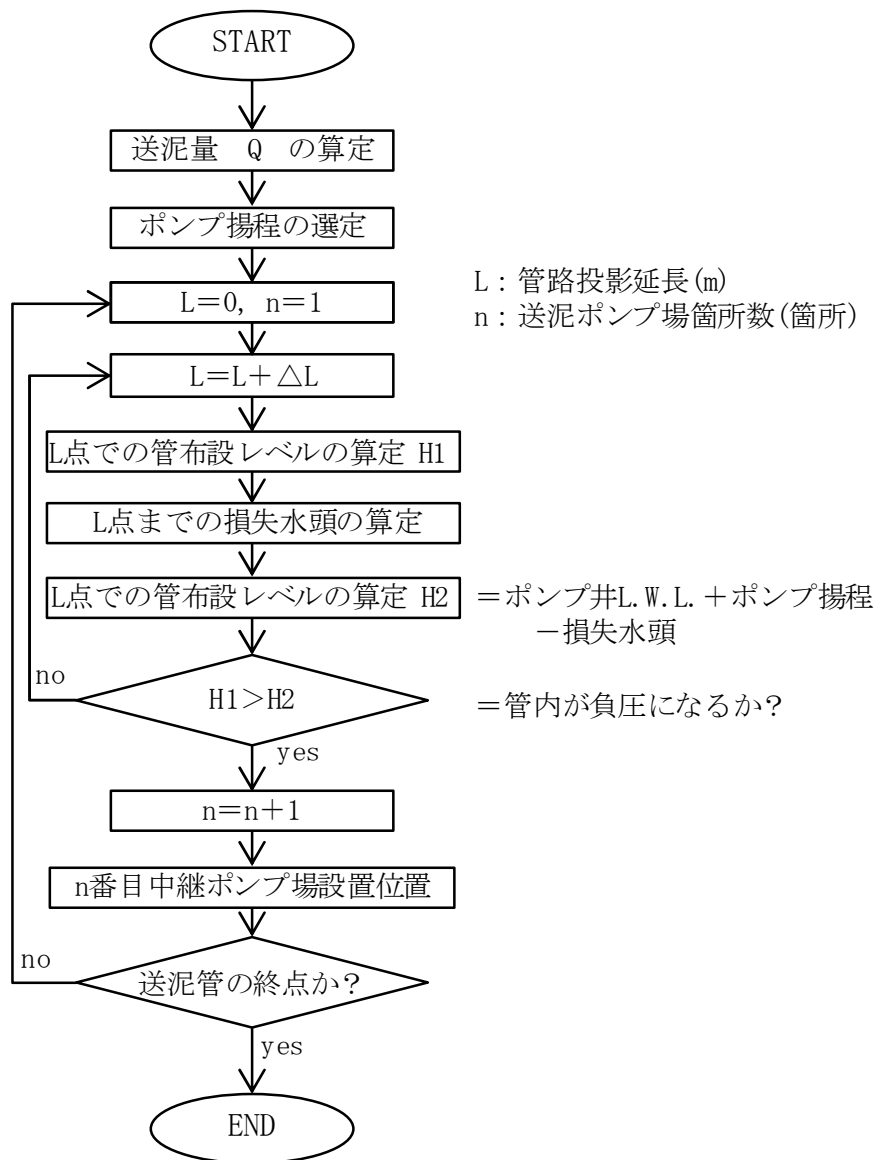


図-5 送泥ポンプ場の箇所数と設置位置の設定フロー

- ・各ポンプの吐出汚泥量を流入汚水量換算すると次のとおりとなる。

表-5 送泥ポンプの流入汚水量換算

ポンプ口径 (mm)	吐出汚泥量 (m ³ /日)	吐出汚泥量の流入汚水量換算 (m ³ /日)
φ 100	864～ 1,728	48,000～ 96,000
φ 150	1,728～ 3,600	96,000～200,000
φ 200	3,600～ 7,920	200,000～440,000
φ 250	5,760～14,400	320,000～800,000

注) 換算の仮定条件：流入 SS 濃度 200m/l, 混合汚泥濃度 1.0%
水処理の SS 除去率 90%

従って、通常規模の処理場を対象とし、混合汚泥を送泥する場合の必要ポンプ台数は、予備を含めて最大2台で対応可能と考えられる。

- ・自家発電設備は原則として設けない。

2. 送泥管圧送の費用関数

(1) 送泥管の費用関数

1) 各送泥管径に対する設計送泥量

各送泥管径の設計流速から算出される流量は、表-6 に示すとおりとなる。

表-6 送泥管径と設計流量

圧送管径 (mm)	管断面積 (m ²)	設計流量 (m ³ /分)
150	0.018	1,060
200	0.031	1,885
250	0.049	2,945
300	0.071	4,241
350	0.096	5,773
400	0.126	7,540
450	0.159	9,543

注) 設計流速は 1.0m/秒とした。

2) 送泥管建設費

①算定条件

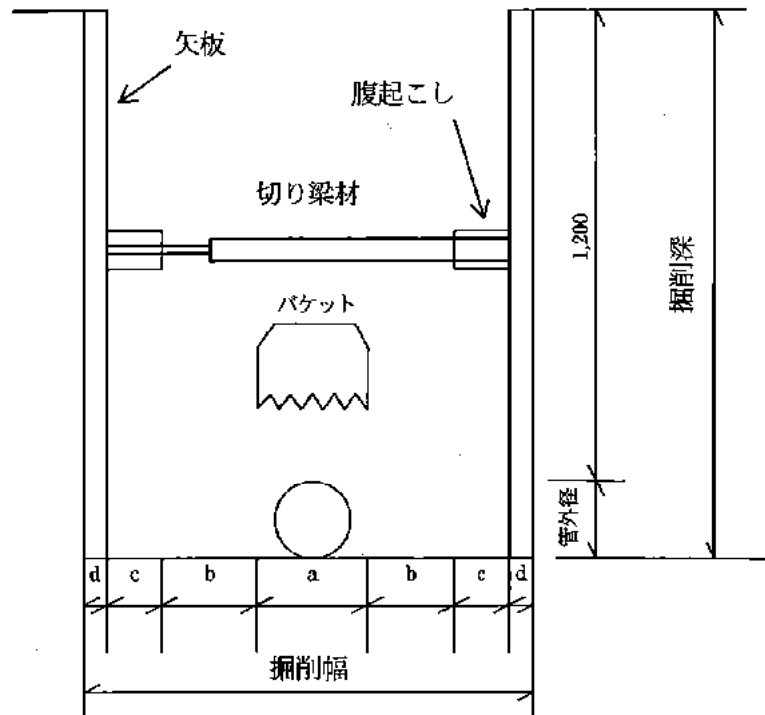
管 種：ダクタイル鋳鉄管 K 型(D3 種)

土被り：1.2m

工 法：開削工法

土留め：軽量鋼矢板建込み工

堀削断面図、埋戻し断面は図-6 および図-7 のように仮定した。



- a : バケット幅 (mm), b : 余裕幅 (両側分 2b : 150mm)
- c : 腹起こし材 (水圧式アルミサポート) 厚さ (70mm)
- d : 矢板厚 (50mm)

図-6 堀削断面図

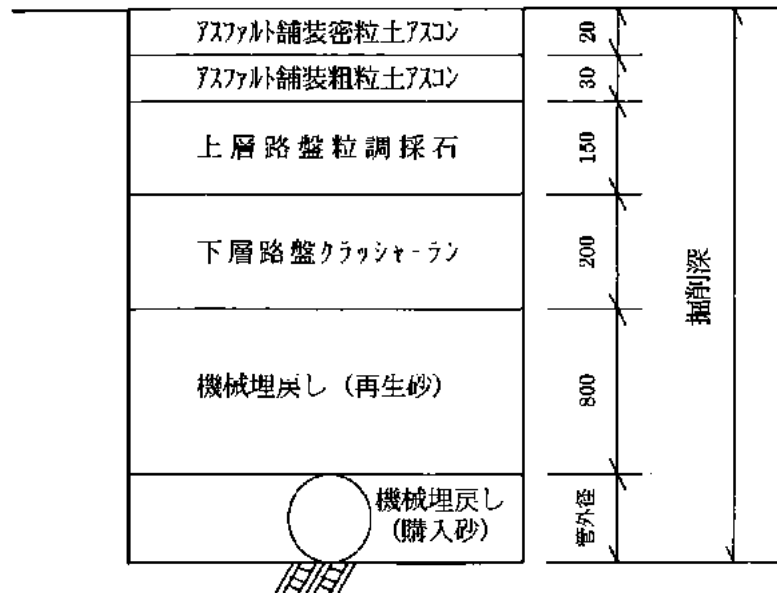


図-7 埋戻し断面図

②送泥管の建設費

①の条件により、各管径に対する建設費を積み上げた結果は表-7 に示すとおりであり、これより回帰分析を行い費用関数を求める(図-8 参照)。

表-7 送泥管建設費

管径 (mm)	1本 当たり 延長 (m)	材料費		管布設費		土工			
		直管 (円/ 本)	接合材 (円/箇所)	吊込み据付 (機械) (円/m)	メカニカ ル継手 (円/箇所)	機械 掘削 (円/m)	機械埋戻し (管上まで) (円/m)	機械埋戻し (管上以上) (円/m)	発生土 処分 (円/m)
150	5.0	24,800	2,800	1,167	2,030	2,362	693	3,367	3,321
200	5.0	32,800	3,280	1,241	2,368	2,436	972	3,367	3,455
250	5.0	40,700	4,440	1,309	2,707	2,506	1,136	3,367	3,581
300	6.0	62,400	5,150	1,417	3,045	2,688	1,364	3,536	3,893
350	6.0	72,700	6,560	1,621	3,045	2,876	1,603	3,704	4,220
400	6.0	88,900	9,000	1,750	3,384	2,894	1,825	3,826	5,217
450	6.0	106,000	9,920	1,944	3,722	2,827	2,072	3,993	5,620
500	6.0	125,000	11,100	2,169	4,060	3,004	2,319	4,159	6,040
600	6.0	168,000	12,700	2,539	4,737	3,374	2,835	4,492	6,921

管径 (mm)	仮設費	付帯工		直接工事費計 (円/m)	本工事費 直工×1.5 (円/m)
	軽量鋼矢板 土留工 (円/m)	舗装版 掘削・積込 (円/m)	路面復旧工 (円/m)		
150	0	510	3,834	22,804	34,206
200	0	510	3,834	25,399	38,099
250	0	510	3,834	27,978	41,967
300	10,850	517	4,031	42,599	63,899
350	11,338	523	4,227	46,367	69,550
400	11,526	551	4,405	51,694	77,541
450	11,711	559	4,601	56,369	84,553
500	11,753	566	4,798	61,552	92,327
600	11,982	581	5,171	72,749	109,123

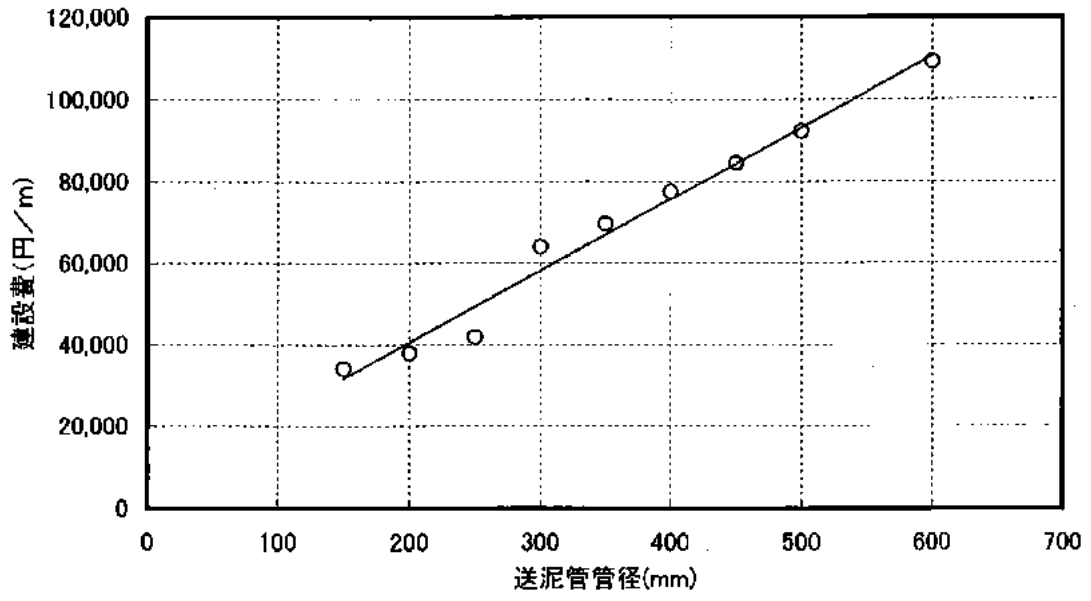


図-8 送泥管建設費(土被り 1.2m)

$$Y_{31} = 336.05 \times D^{0.905}$$

ここに、 Y_{31} ：管路 1m 当たりの建設費(円/m)、 D ：公称管径(mm)
 上式を以下の条件で年価換算する。

利率 2.3%

残存率 0%

耐用年数 50年

$$Y_{32} = 11.39 \times 10^{-6} \times D^{0.905}$$

ここに、 Y_{32} ：管路 1m 当たりの建設費(百万円/年・m)

D ：公称管径(mm)

よって送泥管の総費用は、図-9 に示すように、

$$Y_{33} = 11.39 \times 10^{-6} \times D^{0.905} \times L$$

ここに、 Y_{33} ：送泥管総費用(百万円/年)、 D ：公称管径(mm)

L ：送泥管延長(m)

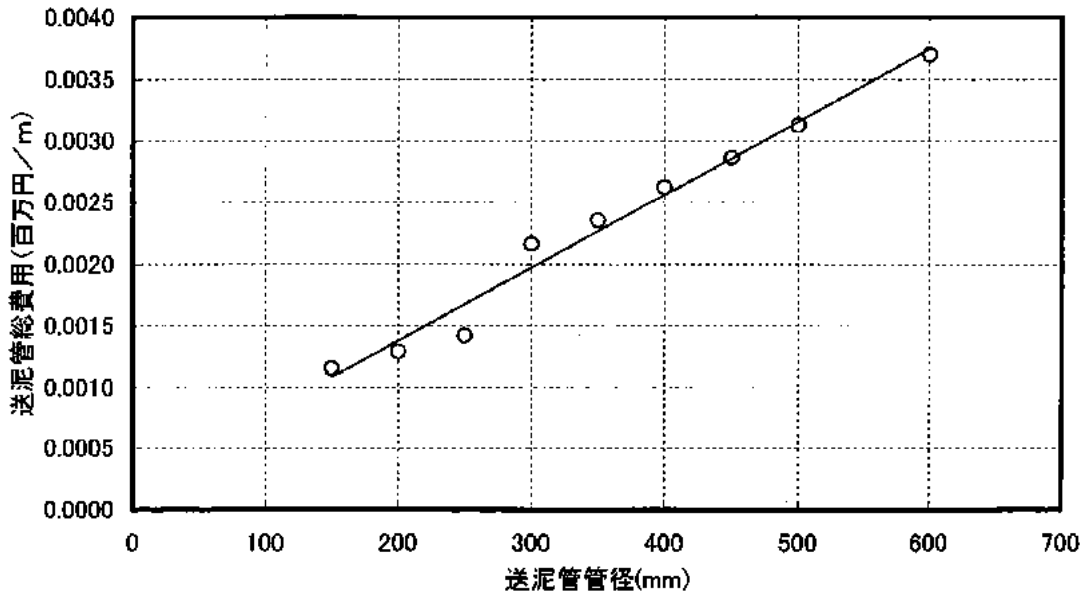


図-9 送泥管総費用(1m 当たり)

(2) 送泥ポンプ場の費用関数

1) 建設費

送泥ポンプ場のモデル設計により積み上げた建設費は表-8に示すとおりである。

表-8 送泥ポンプ場の建設費

送泥量 (m ³ /分)	土木建築 (百万円)	機 械 (百万円)	電 気 (百万円)	合 計 (百万円)
1.0	35.332	63.965	96.803	196.100
2.0	53.413	74.950	107.827	236.190
4.0	65.906	102.237	152.369	320.512
8.0	117.075	216.700	206.356	540.131

上記の結果を以下の条件で年価換算し、回帰分析により費用関数を求める。

耐用年数：土木施設 50年

機械設備 15年

電機設備 10年

残存価値： 0%

利子率： 2.3%

表-9 送泥ポンプ場の建設費年価

送泥量 (m ³ /分)	土木建築 (百万円/年)	機 械 (百万円/年)	電 気 (百万円/年)	合 計 (百万円/年)
1.0	1.196	5.091	10.947	17.234
2.0	1.809	5.965	12.193	19.967
4.0	2.232	8.136	17.230	27.598
8.0	3.964	17.246	23.335	44.545

建設費年価 $Y_{34} = 15.85 \times Q_m^{0.458}$

Y_{54} ：建設費年価(百万円/年)

Q_m ：送泥量(m³/分)

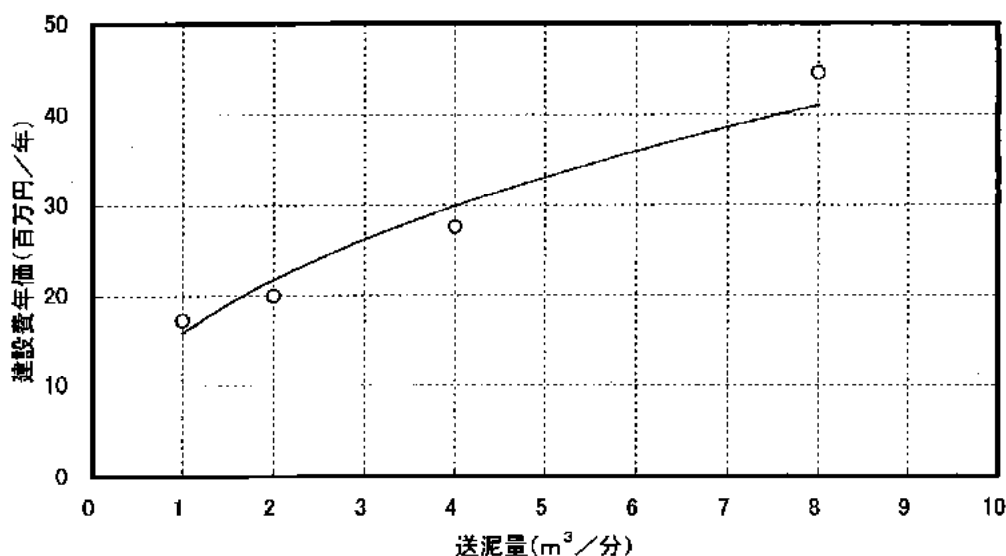


図-10 送泥ポンプ場の建設費年価

2) 運転経費

運転経費＝電力費＋補修費＋人件費とする。

①電力費

電力費は、送泥ポンプの電動機出力に対する「基本料金」と「使用料金」とする。平成15年での東京電力の低圧及び高圧に関する料金は、表-10に示すとおりである。

表-10 電力基本料金及び使用料金の単価(東京電力平成15年値)

項目		低 圧	高 圧
適用範囲		50kW 未満	50kW 以上 500kW 未満
基本料金		1,020 円/kW	1,175 円/kW
使用料金	夏 季	10.59 円/kWh	10.47 円/kWh
	そ の 他	9.63 円/kWh	9.52 円/kWh

各料金は以下のとおり算定する。

$$\text{基本料金(円/年)} = \text{一台当たり電動機出力(kW/台)} \times \text{ポンプ台数(台)} \\ \times \text{単価(円/kW)} \times 12 \text{ヶ月}$$

$$\text{使用料金(円/年)} = \text{一台当たり電動機出力(kW/台)} \times \text{ポンプ台数(台)} \\ \times \text{力率(0.8)} \times \text{単価(円/kWh)} \times \text{年間稼働時間}$$

$$\text{基本料金単価：低圧} = 1,020 \text{ 円/kW}$$

$$\text{高圧} = 1,175 \text{ 円/kW}$$

$$\text{使用料金単価：低圧} = (10.59 \times 3 + 9.63 \times 9) / 12 = 9.9 \text{ 円/kWh}$$

$$\text{高圧} = (10.47 \times 3 + 9.52 \times 9) / 12 = 9.8 \text{ 円/kWh}$$

前掲載の表-4の送泥量と電動機出力について、中間値で整理した場合での電力費を算出した結果は表-11のようになる。

表-11 送泥量と電動機出力及び電力費

送泥量 (m ³ /分)	電動機出力 (kW)	基本料金 (百万円/年)	使用料金 (百万円/年)	電力費 計 (百万円/年)
0.90	8.25	0.12	0.57	0.69
1.85	20.50	0.29	1.41	1.70
4.00	45.00	0.63	3.09	3.72
7.75	93.50	1.32	6.42	7.74

注) 高圧の場合で算出, 年間稼働時間はフルタイムとした

《計算例 送泥量 0.90m³/分》

基本料金 = $8.25 \times 1 \times 1,175 \times 12 \div 10^6 = 0.12$ 百万円/年

使用料金 = $8.25 \times 1 \times 0.8 \times 9.8 \times 365 \times 24 \div 10^6 = 0.57$ 百万円/年

この送泥量と電力費について、回帰分析により求められた費用関数は次のとおりである。

$$\text{電力費 } Y_{35} = 0.80 \times Q_m^{1.116}$$

Y_{35} : 電力費(百万円/年)

Q_m : 送泥量(m³/分)

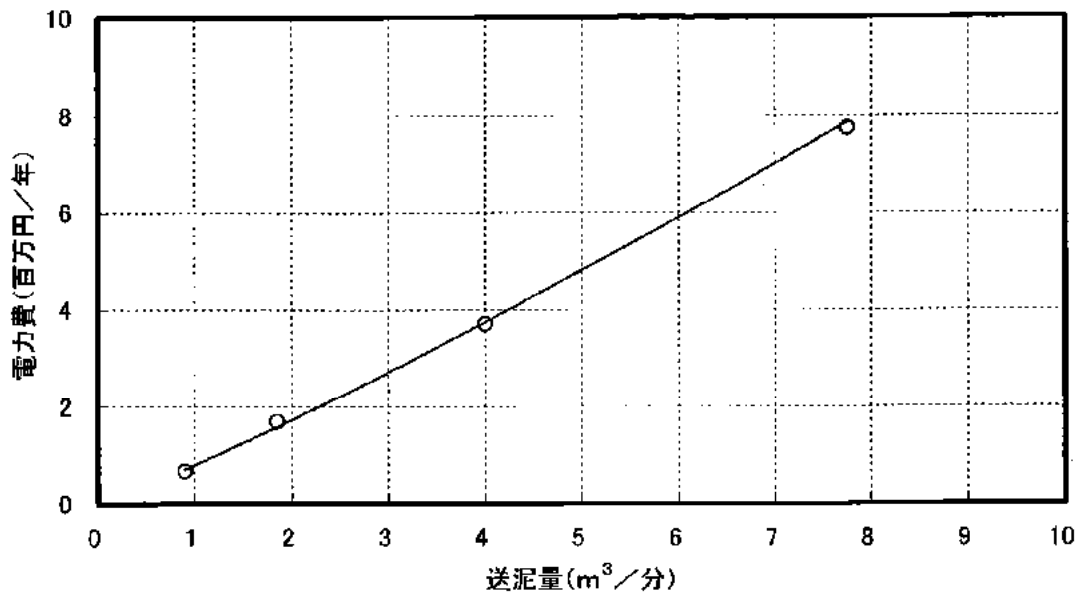


図-11 送泥ポンプ場の電力費

②補修費

補修費は、機械、電気設備工事費に対して3%程度を考える。

$$\text{補修費} = (\text{機械、電気設備の工事費}) \times 3\%$$

表-12 送泥ポンプ場の補修費

送泥量 (m ³ /分)	機 械 (百万円/年)	電 気 (百万円/年)	補修費 計 (百万円/年)
1.0	1.919	2.904	4.823
2.0	2.249	3.235	5.484
4.0	3.067	4.571	7.638
8.0	6.501	6.191	12.692

$$\text{補修費 } Y_{36} = 4.38 \times Q_m^{0.467}$$

Y_{36} : 補修費(百万円/年)

Q_m : 送泥量(m³/分)

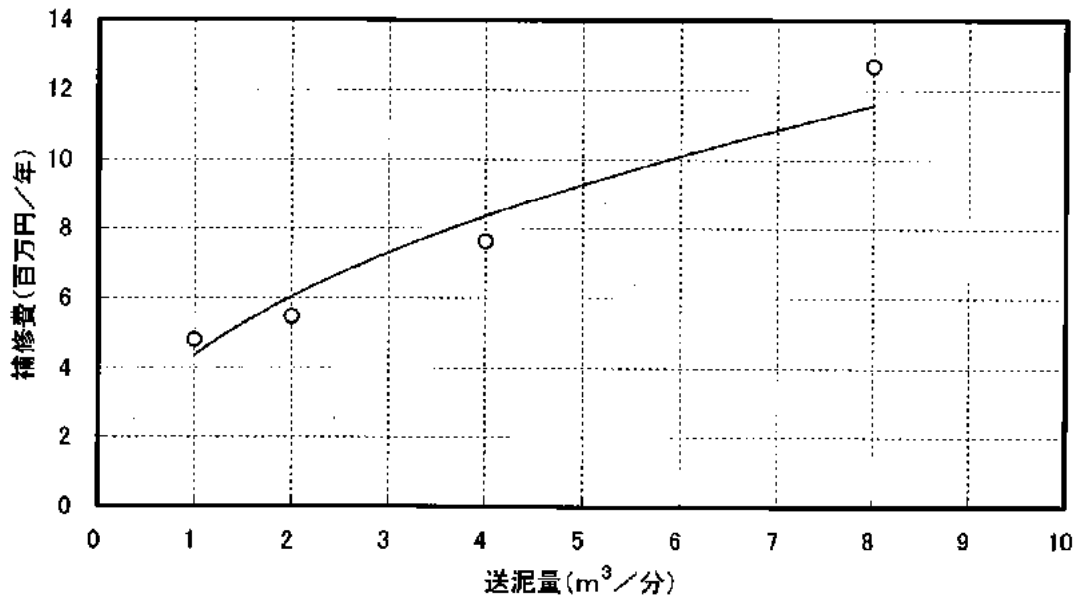


図-11 送泥ポンプ場の補修費

③人件費

監視は、基本的に処理場との兼任で、かつ巡回による管理とし、年間の維持管理人員は2人程度とする。

$$\text{人件費 } Y_{37} = 2 \times C$$

Y_{37} : 人件費(百万円/年)

C : 人件費単価(百万円/(人・年))

3) 送泥ポンプ場総費用

$$\begin{aligned} \text{総費用 } Y_{38} &= Y_{34} + Y_{35} + Y_{36} + Y_{37} \\ &= 15.85Q_m^{0.458} + 0.80Q_m^{1.116} + 4.38Q_m^{0.457} + 2C \end{aligned}$$

Y_{38} : 総費用(百万円/年)

Q_m : 送泥量(m^3 /分)

C : 人件費単価(百万円/(人・年))

なお、人件費単価を600万円/(人・年)とした場合の総費用は図-12のように示される。

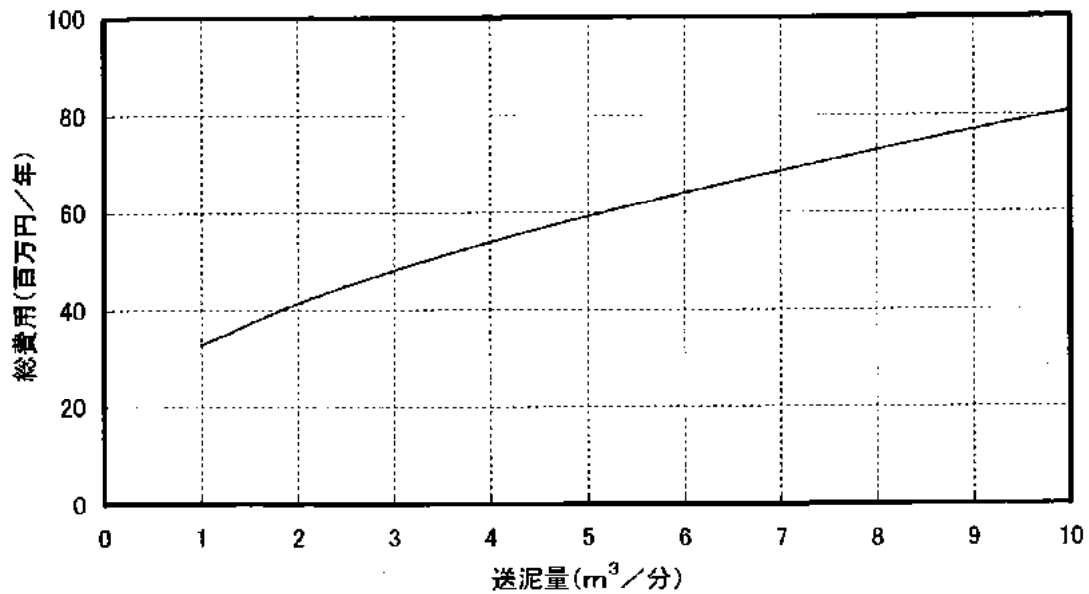


図-12 送泥ポンプ場(1箇所あたり)の総費用

(4) トラック輸送費

1. トラックの規格

トラックの規格は、建設機械等損料算定表(平成15年版)から以下に示す規格とする。

諸元	積載重量 10t 積
機関出力	246kW
基礎価格	9,750 千円/台
耐用年数	8.9 年
維持修理比率	60%

2. トラック本体の年価

上記トラックの基礎価格を下記条件により、年価換算する。

利子率	2.3%
残存率	0%
耐用年数	8.9 年

$$\text{年 価} = \frac{9,750 \times 0.023}{\{1 - (1 + 0.023)^{-8.9}\}} = 1,224 \text{ 千円/年} \cdot \text{台}$$

3. 維持修理費

維持修理費率および耐用年数から年間維持修理費を求めると、

$$\text{維持修理費} = 9,750 \times \frac{60}{100} \times \frac{1}{8.9} = 657 \text{ 千円/年} \cdot \text{台}$$

4. 人件費

トラック運転手1名を計上するものとする。

$$\text{人件費} = C' \text{ 千円/年} \cdot \text{台} \quad C' : \text{人件費単価(千円/人} \cdot \text{年)}$$

なお、トラック運転手が他の業務を兼務する場合は、人件費単価の設定においてその事を考慮する。

5. 燃料費

建設機械等損料算定表(平成15年度版)より、ダンプトラックの燃料消費率は、

0.0500 ℓ/年 kW-hr

$$\text{時間当りの燃料消費量} = 0.050 \times 246 = 12.3 \text{ ℓ/hr}$$

バキューム車と同様、走行区分毎に走行時速を設定し、走行距離当りの燃料消費量を算定すると、

$$\text{DID 区間率 70\%以上} \quad 12.3 \times L / 20.7 = 0.594L \text{ ℓ/年 (1.7km/ℓ)}$$

$$\text{DID 区間率 30\sim70\%} \quad 12.3 \times L / 22.6 = 0.544L \text{ ℓ/年 (1.8km/ℓ)}$$

$$\text{DID 区間率 上記以外} \quad 12.3 \times L / 25.0 = 0.492L \text{ ℓ/年 (2.0km/ℓ)}$$

ここで、L : 年間走行距離(km/年)

6. 脱水汚泥のトラック輸送費

以上をまとめて、脱水汚泥のトラック輸送費を求めると、
DID 区間率 70%以上

$$Y_{41} = (1,224 + 657 + C') \times 10^{-3} \times Nt + 0.594L \times G \times 10^{-6}$$

$$= 1.881Nt + CNt + 0.594 \times 10^{-6} \times GL \text{ (百万円/年)}$$

DID 区間率 70%未満 30%以上

$$Y_{42} = (1,224 + 657 + C') \times 10^{-3} \times Nt + 0.544L \times G \times 10^{-6}$$

$$= 1.881Nt + CNt + 0.544 \times 10^{-6} \times GL \text{ (百万円/年)}$$

DID 区間率上記以外

$$Y_{43} = (1,224 + 657 + C') \times 10^{-3} \times N + 0.492L \times G \times 10^{-6}$$

$$= 1.881Nt + CNt + 0.492 \times 10^{-6} \times GL \text{ (百万円/年)}$$

ここで、

Y_{41} : DID 区間率 70%以上の地区のトラックによる脱水汚泥輸送総費用(百万円/年)

Y_{42} : DID 区間率 30~70%の地区のトラックによる脱水汚泥輸送総費用(百万円/年)

Y_{43} : DID 区間率が上記以外の地区のトラックによる脱水汚泥輸送総費用(百万円/年)

Nt : トラック必要台数(台)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

G : 軽油単価(円/ℓ)

L : トラック年間走行距離(km/年)

なお、図-14 は、1 台で輸送を行い、人件費を単価 600 万/人・年とした場合である。

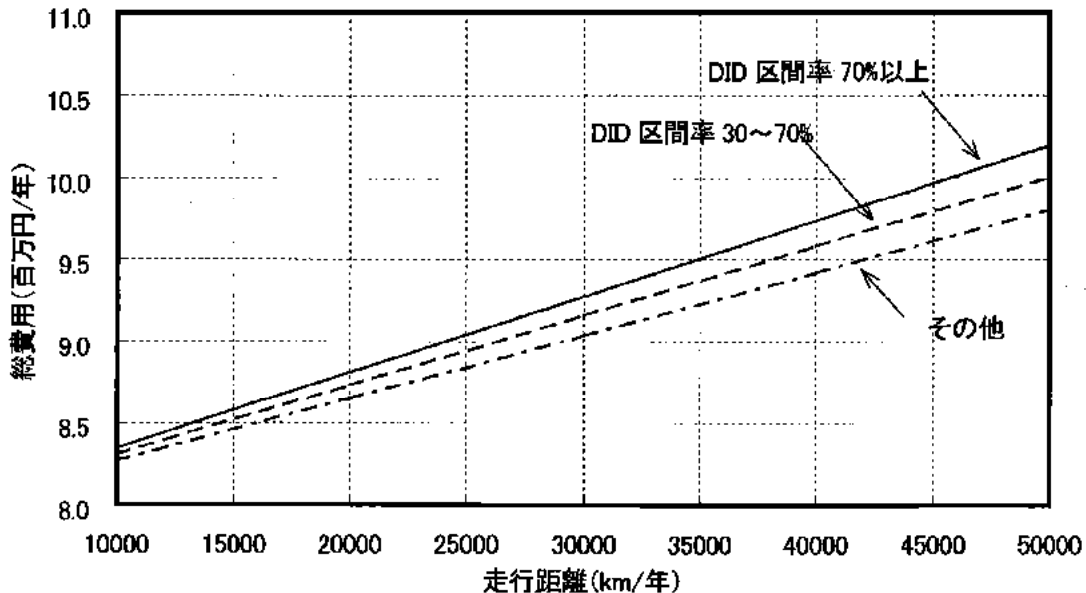


図-14 トラック輸送費

(5) 汚泥濃縮処理費

1) 重力濃縮タンク設備

1. 建設費

汚泥濃縮タンクの設備費に関する費用関数は「効率的な汚泥濃縮法の評価に関する報告書 第3次報告書 ー浮上濃縮法について 平成6年5月 日本下水道事業団技術開発部」で作成された経済性試算結果をデフレーターを用いて平成13年度価格に換算し、回帰式を作成した。なお、 Q_d は投入汚泥固形物量を1%固形物濃度に換算した汚泥量であり、重力濃縮施設への計画投入汚泥量とは異なる。

$$\text{土木施設 } Y_{51} = 0.0124Q_d^{0.598}$$

$$\text{機械設備 } Y_{51} = 0.0131Q_d^{0.611}$$

Y_{51} : 建設費(億円)

Q_d : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

以下の条件で各建設費を年価換算する。

耐用年数 : 土木施設 45年

機械設備 15年

残存価値 : 土木施設 0%

機械設備 0%

利子率 : 2.3%

$$\text{年 価 } Y_{52} = 0.045Q_d^{0.596} + 0.104Q_d^{0.611}$$

Y_{52} : 建設費年価(百万円/年)

Q_d : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

2. 維持管理費

1) 消費電力費、補修費

汚泥濃縮タンクの設備費に関する費用関数は「効率的な汚泥濃縮法の評価に関する報告書 第3次報告書 ー浮上濃縮法について 平成6年5月 日本下水道事業団技術開発部」で作成された経済性試算結果から回帰式を作成した。

$$\text{消費電力、補修費 } Y_{53} = 0.030Q_d^{0.628}$$

Y_{53} : 消費電力、補修費(百万円/年)

Q_d : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

2) 人件費

脱水施設に含むものとし、計上しない。

3. 総費用

1~2より、

$$Y_{54} = Y_{52} + Y_{53}$$

$$= 0.045Q_d^{0.598} + 0.104Q_d^{0.611} + 0.030Q_d^{0.628}$$

Y_{54} : 消費電力、補修費(百万円/年)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m³/日)

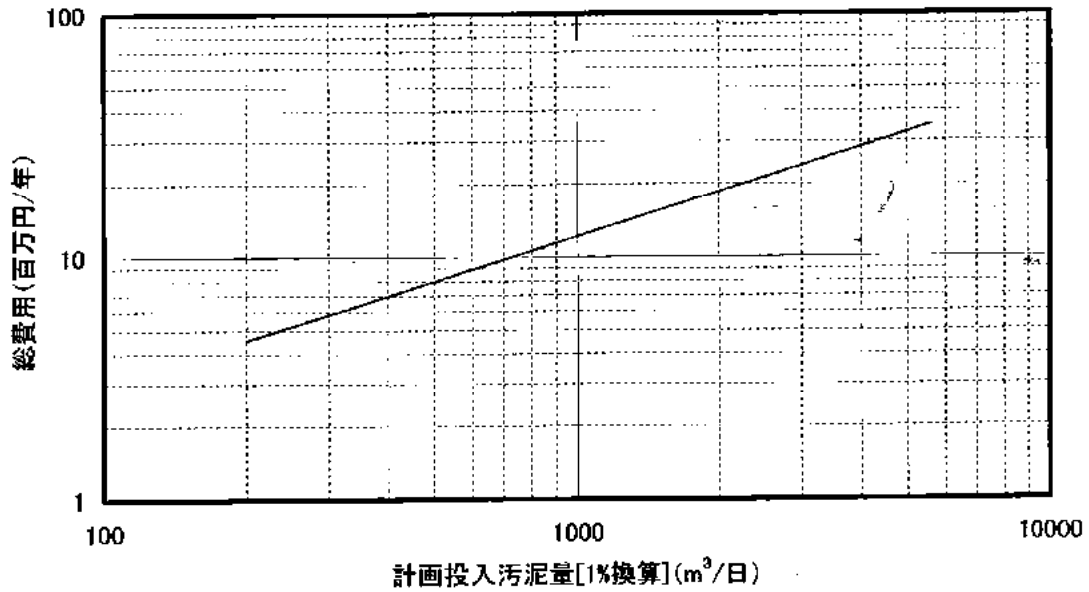


図-15 重力濃縮処理費

2) 遠心濃縮設備

1. 建設費

遠心濃縮施設の建設費に関する費用関数は「効率的な汚泥濃縮法の評価に関する第2次報告書 ー遠心濃縮法についてー 平成4年3月 日本下水道事業団技術開発部」で作成された経済性試算結果をデフレーターを用いて平成13年度価格に換算し、回帰式を作成した。なお、Qdは投入汚泥固形物量を1%固形物濃度に換算した汚泥量であり、遠心濃縮設備への計画投入汚泥量とは異なる。

$$\text{土木施設 } Y_{51} = 0.340Qd^{0.259}$$

$$\text{機械設備 } Y_{51} = 0.438Qd^{0.422}$$

Y₅₁ : 建設費(億円)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m³/日)

以下の条件で各建設費を年価換算する。

耐用年数 : 土木建築施設 50年

機械設備 15年

残存価値 : 土木建築施設 0%

機械設備 0%

利子率 : 2.3%

$$\text{年 価 } Y_{52} = 1.151Qd^{0.259} + 3.486Qd^{0.422}$$

Y₅₂ : 建設費年価(百万円/年)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m³/日)

2. 運転経費

1) 消費電力費、補修費

汚泥濃縮タンクの設備費に関する費用関数は「効率的な汚泥濃縮法の評価に関する第2次報告書 ー遠心濃縮法についてー 平成4年3月 日本下水道事業団技術開発部」で作成された経済性試算結果から回帰式を作成した。

$$\text{消費電力、補修費 } Y_{53} = 0.661Qd^{0.573}$$

Y_{53} : 消費電力、補修費(百万円/年)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

2) 人件費

脱水施設に含むものとし、計上しない。

3. 総費用

1~2より、

$$Y_{54} = Y_{52} + Y_{53}$$

$$= 1.151Qd^{0.259} + 3.486Qd^{0.422} + 0.661Qd^{0.573}$$

Y_{54} : 総費用(百万円/年)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

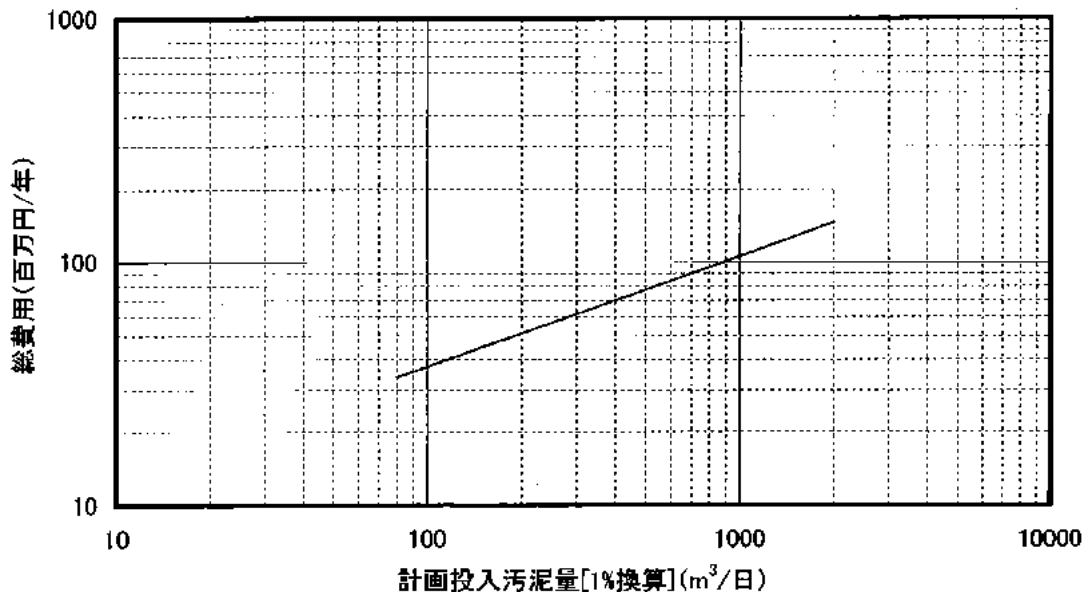


図-16 遠心濃縮処理費

3) 常圧浮上濃縮設備

1. 建設費

常圧浮上濃縮施設の建設費に関する費用関数は「効率的な汚泥濃縮法の評価に関する第3次報告書 ー浮上濃縮法についてー 平成6年5月 日本下水道事業団技術開発部」で作成された経済性試算結果をデフレーターを用いて平成13年度価格に換算し、回帰式

を作成した。なお、 Q_d は投入汚泥固形物量を 1%固形物濃度に換算した汚泥量であり、常圧浮上濃縮設備への計画投入汚泥量とは異なる。

$$\text{土木施設 } Y_{51} = 0.0700Q_d^{0.465}$$

$$\text{機械設備 } Y_{51} = 0.0771Q_d^{0.596}$$

$$Y_{51} = \text{土木施設建設費(億円)}$$

$$Q_d = \text{計画投入汚泥量 [1\%換算]} (\text{m}^3/\text{日})$$

以下の条件で各建設費を年価換算する。

耐用年数：土木建築施設 50年

機械設備 15年

残存価値：土木建築施設 0%

機械設備 0%

利子率 : 2.3%

$$\text{年 価 } Y_{52} = 0.237Q_d^{0.465} + 0.614Q_d^{0.596}$$

$$Y_{52} : \text{建設費年価(百万円/年)}$$

$$Q_d : \text{計画投入汚泥量 [1\%換算]} (\text{m}^3/\text{日})$$

2. 運転経費

1) 消費電力費

常圧浮上濃縮施設の消費電力、薬品費、補修費に関する費用関数は「効率的な汚泥濃縮法の評価に関する第3次報告書 ー浮上濃縮法についてー 平成6年5月 日本下水道事業団技術開発部」で作成された経済性試算結果から回帰式を作成した。

$$\text{消費電力、薬品費、補修費 } Y_{53} = 0.156Q_d^{0.821}$$

$$Y_{53} : \text{消費電力、薬品費、補修費(百万円/年)}$$

$$Q_d : \text{計画投入汚泥量 [1\%換算]} (\text{m}^3/\text{日})$$

2) 人件費

脱水施設に含むものとし、計上しない。

3. 総費用

1~2より、

$$Y_{54} = Y_{52} + Y_{53}$$

$$= 0.237Q_d^{0.465} + 0.614Q_d^{0.596} + 0.156Q_d^{0.821}$$

$$Y_{54} : \text{総費用(百万円/年)}$$

$$Q_d : \text{計画投入汚泥量 [1\%換算]} (\text{m}^3/\text{日})$$

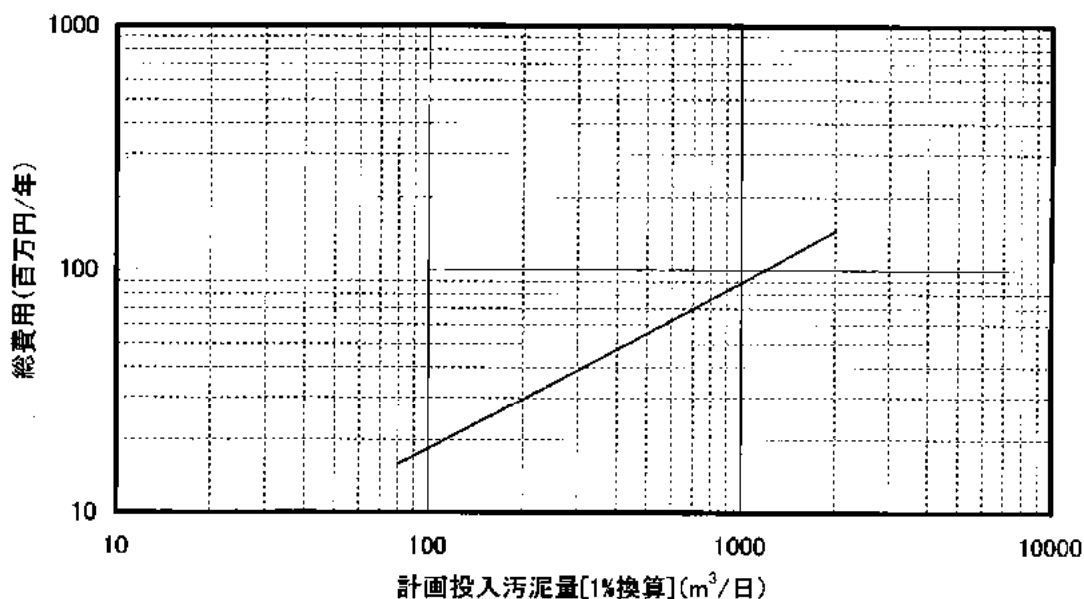


図-16 常圧浮上濃縮処理費

(6) 汚泥消化処理費

1. 建設費

汚泥消化施設の建設費に関する費用関数は、実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

回帰を行うにあたり、各施設の建設年次が異なるため、平成13年度値にデフレーターを用いて換算した値をデータとして用いた。なお、Qdは投入汚泥固形物量を1%固形物濃度に換算した汚泥量であり、汚泥消化施設への計画投入汚泥量とは異なる。

$$\text{土木施設 } Y_{61} = 0.169Qd^{0.539}$$

$$\text{機械設備 } Y_{61} = 0.516Qd^{0.385}$$

Y_{61} : 建設費(億円)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m³/日)

以下の条件で各建設費を年価換算する。

耐用年数 : 土木施設 45年

機械設備 10年

残存価値 : 土木施設 0%

機械設備 0%

利率 : 2.3%

$$\text{年 価 } Y_{62} = 0.607Qd^{0.539} + 5.835Qd^{0.385}$$

Y_{62} : 建設費年価(百万円/年)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m³/日)

2. 維持管理費

汚泥消化施設の維持管理費(電力、燃料、薬品費、補修費、人件費)は、建設費と同様に実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$Y_{63} = 0.171Q_y^{0.390}$$

Y_{63} : 維持管理費(百万円/年)

Q_y : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m^3 /年)

3. 総費用

1~2 より、

$$Y_{64} = Y_{62} + Y_{63}$$

$$= 0.607Q_d^{0.539} + 5.835Q_d^{0.385} + 0.171Q_y^{0.390}$$

Y_{64} : 総費用(百万円/年)

Q_d : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

Q_y : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m^3 /年)

なお、図-17 は、日最大：日平均の比を 1：0.8 とし、年間処理汚泥量＝計画汚泥量×365×0.8 とした場合である。

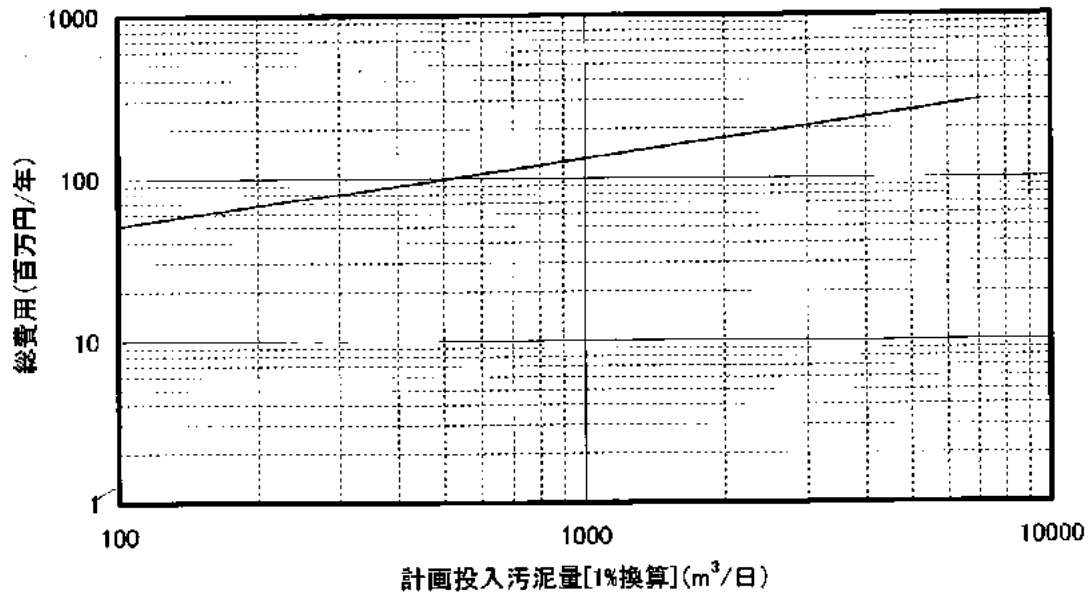


図-17 汚泥消化処理費

(7) 汚泥脱水処理費

1. 建設費

汚泥脱水施設(高分子系)の建設費に関する費用関数は、実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

回帰を行うにあたり、各施設の建設年次が異なるため、平成13年度値にデフレータを用いて換算した値をデータとして用いた。なお、Qdは投入汚泥固形物量を1%固形物濃度に換算した汚泥量であり、脱水施設への計画投入汚泥量とは異なる。

$$\text{土木施設 } Y_{71} = 0.227Qd^{0.444}$$

$$\text{機械設備 } Y_{71} = 0.434Qd^{0.373}$$

Y_{71} : 建設費(億円)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

以下の条件で各建設費を年価換算する。

耐用年数 : 土木建築施設 50年

機械設備 15年

残存価値 : 土木建築施設 0%

機械設備 0%

利子率 : 2.3%

$$\text{年 価 } Y_{72} = 0.769Qd^{0.444} + 3.454Qd^{0.373}$$

Y_{72} : 建設費年価(百万円/年)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

2. 維持管理費

汚泥脱水施設の維持管理費(電力、燃料、薬品費、補修費、人件費)は、建設費と同様に実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$Y_{73} = 0.039Qy^{0.596}$$

Y_{73} : 維持管理費(百万円/年)

Qy : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m^3 /年)

3. 総費用

1~2より、

$$Y_{74} = Y_{72} + Y_{73}$$

$$= 0.769Qd^{0.444} + 3.454Qd^{0.373} + 0.039Qy^{0.596}$$

Y_{74} : 総費用(百万円/年)

Qd : 計画投入汚泥量 [1%換算] (m^3 /日)

Qy : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m^3 /年)

なお、図-18は、日最大：日平均の比を1：0.8とし、年間処理汚泥量＝計画汚泥量×365×0.8とした場合である。

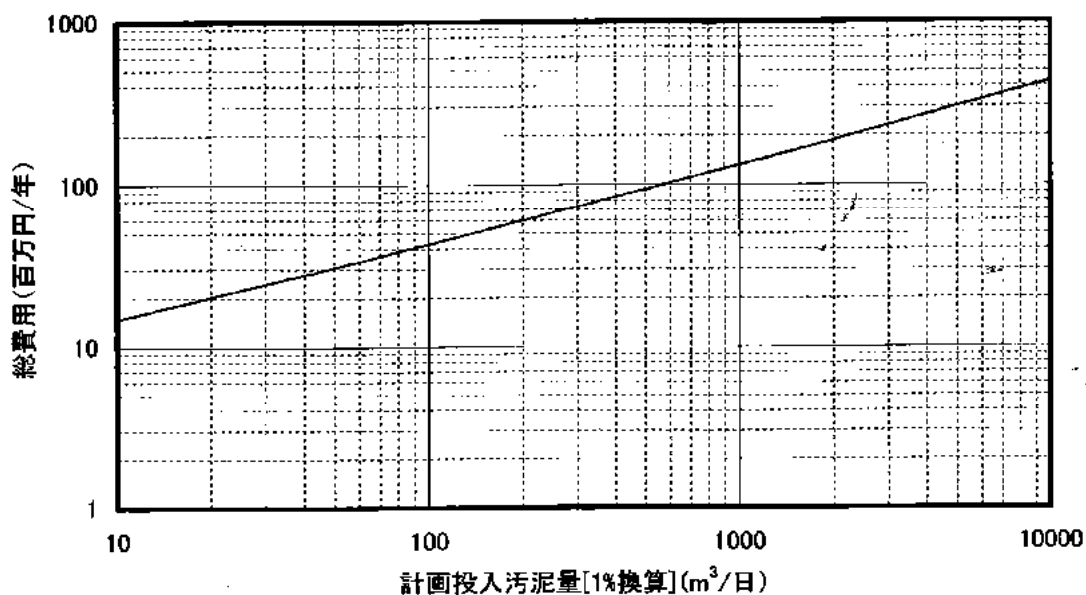


図-18 汚泥脱水処理費

(8) 汚泥処理(濃縮・消化・脱水)に係わる電気設備総費用

1. 建設費

汚泥処理(濃縮・消化・脱水)に係わる電気設備建設費に関する費用関数は、実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

回帰を行うにあたり、各施設の建設年次が異なるため、平成13年度値にデフレーターを用いて換算した値をデータとして用いた。なお、Qdは濃縮施設投入汚泥固形物量を1%固形物濃度に換算した汚泥量である。

$$\text{電気設備 } Y_{81} = 0.178Qd^{0.464}$$

Y_{81} : 電気設備建設費(億円)

Qd : 計画濃縮汚泥量 [1%換算] (m³/日)

以下の条件で年価換算する。

電気設備 20年

残存価値 0%

利子率 2.3%

$$\text{年 価 } Y_{82} = 1.120Qd^{0.464}$$

Y_{82} : 建設費年価(百万円/年)

Qd : 計画濃縮汚泥量 [1%換算] (m³/日)

2. 維持管理費

汚泥処理(濃縮・消化・脱水)に係わる電気設備の維持管理費(補修費、人件費)は、建設費と同様に実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$Y_{83} = 0.0024Qy^{0.533}$$

Y_{83} : 維持管理費(百万円/年)

Qy : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m³/年)

3. 総費用

1~2 より、

$$Y_{84} = Y_{82} + Y_{83}$$

$$= 1.120Qd^{0.464} + 0.0024Qy^{0.533}$$

Y₈₄ : 総費用(百万円/年)

Qd : 計画濃縮汚泥量 [1%換算] (m³/日)

Qy : 年間処理汚泥量 [1%換算] (m³/年)

なお、図-19 は、日最大：日平均の比を 1 : 0.8 とし、年間処理汚泥量 = 計画汚泥量 × 365 × 0.8 とした場合である。

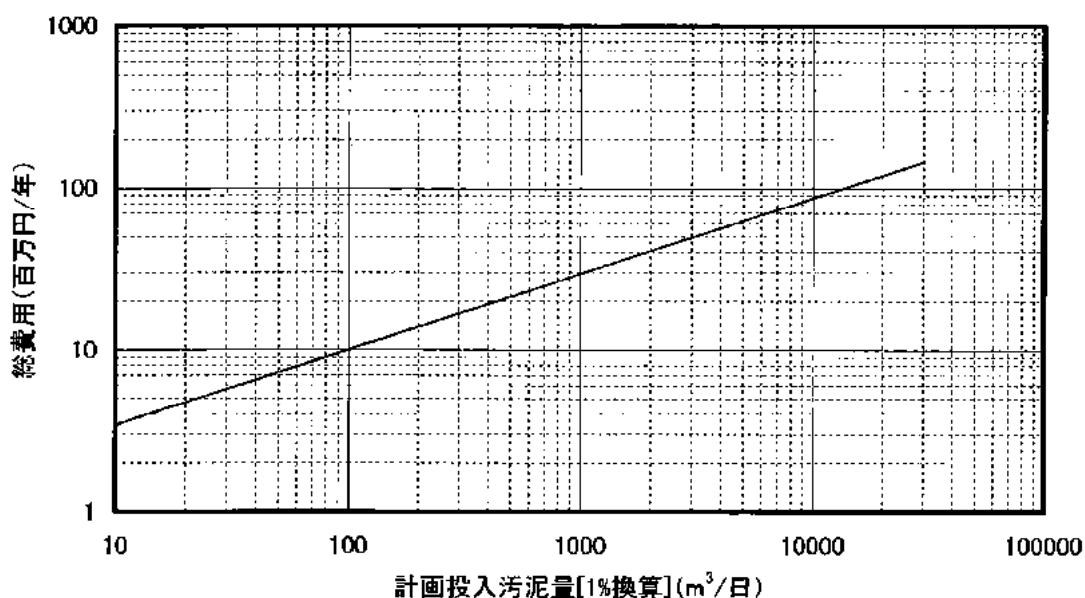


図-19 電気設備に係る総費用

(9) 流動焼却処理費

1. 建設費

流動焼却施設の建設費に関する費用関数は、実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

回帰を行うにあたり、各施設の建設年次が異なるため、平成 13 年度値にデフレーターを用いて換算した値をデータとして用いた。なお、土木建築建設費は、建屋形式により 2 ケースに分類し、回帰を行った。

土木建築建設費(建屋：焼却炉全体)	$Y_{91} = 1.361Xd^{0.380}$
土木建築建設費(建屋：電気、ブロー室程度)	$Y_{91} = 2.426Xd^{0.0094}$
機械建設費	$Y_{91} = 1.888Xd^{0.597}$
電気建設費	$Y_{91} = 0.726Xd^{0.539}$

Y₉₁ : 建設費(億円)

Xd : 施設規模(wet-t/日)

上式を以下の条件により年価換算する。

耐用年数：土木建築施設 50年

機械設備 10年

電気設備 15年

残存価値：土木建築施設 0%

機械設備 0%

電気設備 0%

利子率 : 2.3%

土木建築建設費(建屋：焼却炉全体) $Y_{92}=4.609Xd^{0.380}$

土木建築建設費(建屋：電気ブロワー室程度) $Y_{92}=8.215Xd^{0.0094}$

機械建設費 $Y_{92}=21.350Xd^{0.597}$

電気建設費 $Y_{92}=5.778Xd^{0.539}$

Y_{92} ：建設費年価(百万円/年)

X_d ：施設規模(wet-t/日)

①建屋形式：焼却炉全体の場合

$$Y_{92}=4.609Xd^{0.380}+21.350Xd^{0.597}+5.778Xd^{0.539}$$

②建屋形式：電気、ブロワー室程度の場合

$$Y_{92}=8.215Xd^{0.0094}+21.350Xd^{0.597}+5.778Xd^{0.539}$$

Y_{92} ：建設費年価(百万円/年)

X_d ：施設規模(wet-t/日)

2. 維持管理費

流動焼却施設の維持管理費(電力、燃料、薬品費、補修費、人件費)は、建設費と同様に実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$Y_{93}=0.287Xy^{0.673}$$

Y_{93} ：維持管理費(百万円/年)

X_y ：年間処理脱水汚泥量(wet-t/年)

3. 総費用

1～2より、

建屋形式：焼却炉全体

$$Y_{94}=Y_{92}+Y_{93}$$

$$=4.609Xd^{0.370}+21.350Xd^{0.97}+5.778Xd^{0.539}+0.287Xy^{0.673}$$

建屋形式：電気、ブロワー室程度

$$Y_{94}=Y_{92}+Y_{93}$$

$$=8.215Xd^{0.0094}+21.350Xd^{0.597}+5.778Xd^{0.539}+0.287Xy^{0.675}$$

Y_{94} ：総費用(百万円/年)

X_d ：施設規模(wet-t/日)

X_y ：年間処理脱水汚泥量(wet-t/年)

なお、図-20 は、日最大：日平均の比を 1：0.8、施設稼働率 80%とし、年間処理脱水汚泥量＝施設規模×365×0.8×0.8 とした場合である。

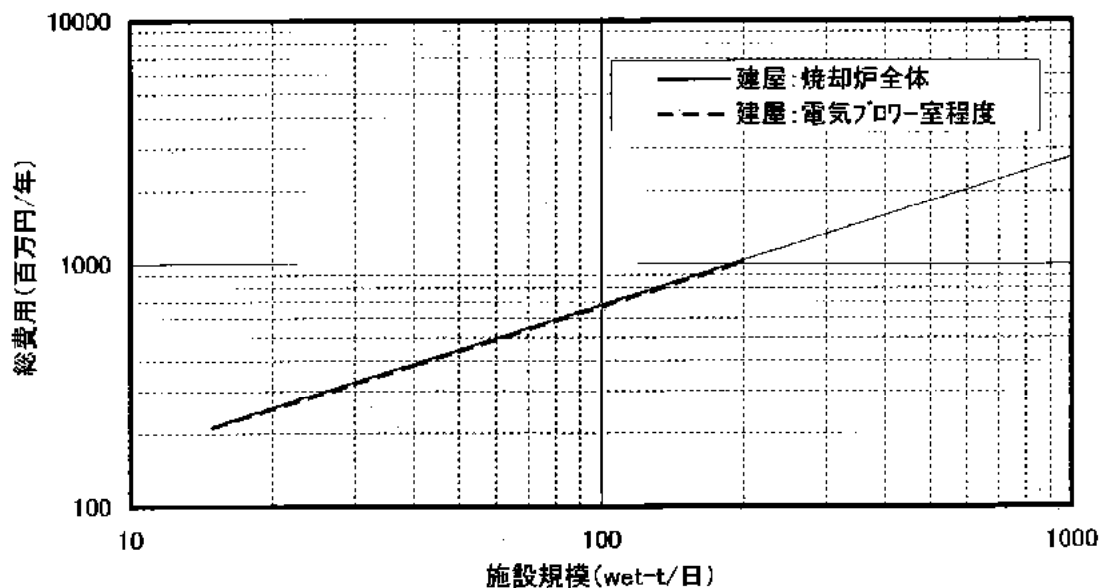


図-20 汚泥流動焼却処理費

(10) 溶融処理費

1. 建設費

汚泥溶融施設の建設費に関する費用関数は、「平成 12 年度 溶融処理技術に関する調査解析 日本下水道事業団」の調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。なお、作成した回帰式は平成 13 年度値にデフレーターを用いて換算した。

溶融施設建設費

$$\text{溶融施設建設費 } Y_{a1} = 3.374Xd^{0.634}$$

Y_{a1} : 溶融施設建設費(億円)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

また、耐用年数 10 年、残存価値 0%、利率率 2.3%で設備費を年価に換算すると以下のとおりとなる。

$$\text{建設費年価 } Y_{a2} = 38.154Xd^{0.634}$$

Y_{a2} : 建設費年価(百万円/年)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

2. 運転経費

1) 電力、燃料、薬品費、補修費

汚泥溶融炉施設の運転経費に関する費用関数は、「平成 12 年度溶融処理技術に関する調査解析 日本下水道事業団」の調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$\text{電力、燃料、薬品費、補修費 } Y_{a3} = 1.597Xd^{1.009}$$

Y_{a3} : 電力、燃料、薬品費、補修費(百万円/年)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

2) 人件費

人件費単価を C、必要人員を N とすれば下式の通り。

$$Y_{a4} = CN$$

Y_{a4} : 人件費(百万円/年)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

N : 必要人員数(人)

3) 維持管理費

1) および 2) より、

$$Y_{a5} = Y_{a3} + Y_{a4}$$

$$= 1.597Xd^{1.009} + CN$$

Y_{a5} : 維持管理費(百万円/年)

X_d : 溶融炉規模(脱水汚泥 wet-t/日)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

N : 必要人員数(人)

3. 総費用

1~2 より総費用は、

$$Y_{a6} = Y_{a2} + Y_{a5}$$

$$= 38.154Xd^{0.634} + 1.597Xd^{1.009} + CN$$

Y_{a6} : 総費用(百万円/年)

X_d : 溶融炉規模(脱水汚泥 wet-t/日)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

N : 必要人員数(人)

なお、図-21 は人件費を単価 600 万円/人・年、必要人員 8 人(交替勤務 2 人×4 班) とした場合である。

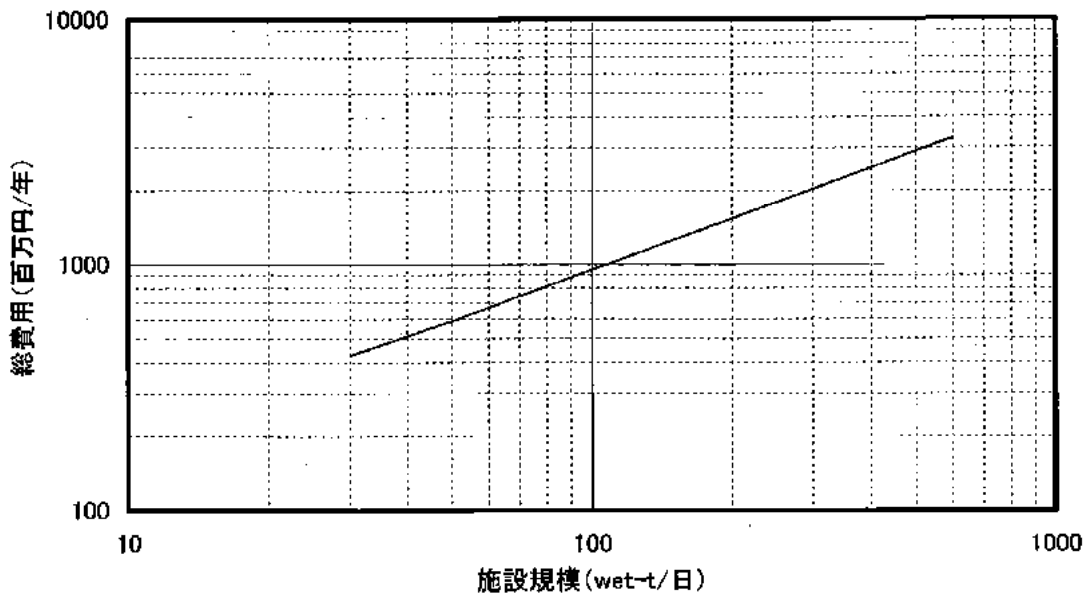


図-21 汚泥溶融処理費

(11) コンポスト処理費

1. 建設費

コンポスト施設の建設費に関する費用関数は、「新技術導入の事後評価に関する調査(コンポスト化施設) 日本下水道事業団」の調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。なお、作成した回帰式は平成13年度値にデフレーターを用いて換算した。

$$\text{コンポスト施設建設費 } Y_{b1} = 1.233Xd^{0.650}$$

Y_{b1} : 建設費(億円)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

また、耐用年数10年、残存価値0%、利率率2.3%で設備費を年価に換算すると以下のとおりとなる。

$$\text{建設費年価 } Y_{b2} = 13.943Xd^{0.650}$$

Y_{b2} : 建設費年価(百万円/年)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

2. 維持管理費

1) 電力、燃料、薬品費、補修費

コンポスト施設の運転経費に関する費用関数は「新技術導入の事後評価に関する調査(コンポスト化施設) 日本下水道事業団」の調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$\text{電力、燃料、薬品費、補修費 } Y_{b3} = 1.925Xd^{0.932}$$

Y_{b3} : 電力、燃料、薬品費、補修費(百万円/年)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

2) 人件費

運転管理の人員数については、「新技術導入の事後評価に関する調査(コンポスト化施設) 日本下水道事業団」の調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$Y_{b4} = 1.918Xd^{0.324}$$

Y_{b4} : 作業人員(人)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

従って人件費は以下の式で示される。

$$Y_{b5} = 1.918Xd^{0.324} \cdot C$$

Y_{b5} : 人件費(百万円/年)

X_d : 施設規模(wet-1/日)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

3) 維持管理費

1) および2) より、

$$Y_{b6} = Y_{b3} + Y_{b5}$$

$$= 1.925Xd^{0.932} + 1.918Xd^{0.324} \cdot C$$

Y_{b6} : 維持管理費(百万円/年)

X_d : 施設規模(脱水汚泥 wet-t/日)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

3. 総費用

1~2 よりコンポスト処理費の総費用は次式のようなになる。

$$Y_{b7} = Y_{b2} + Y_{b6}$$

$$= 13.943Xd^{0.650} + 1.925Xd^{0.932} + 1.918Xd^{0.324} \cdot C$$

なお、図-22 は人件費を単価 600 万円/人・年とした場合である。

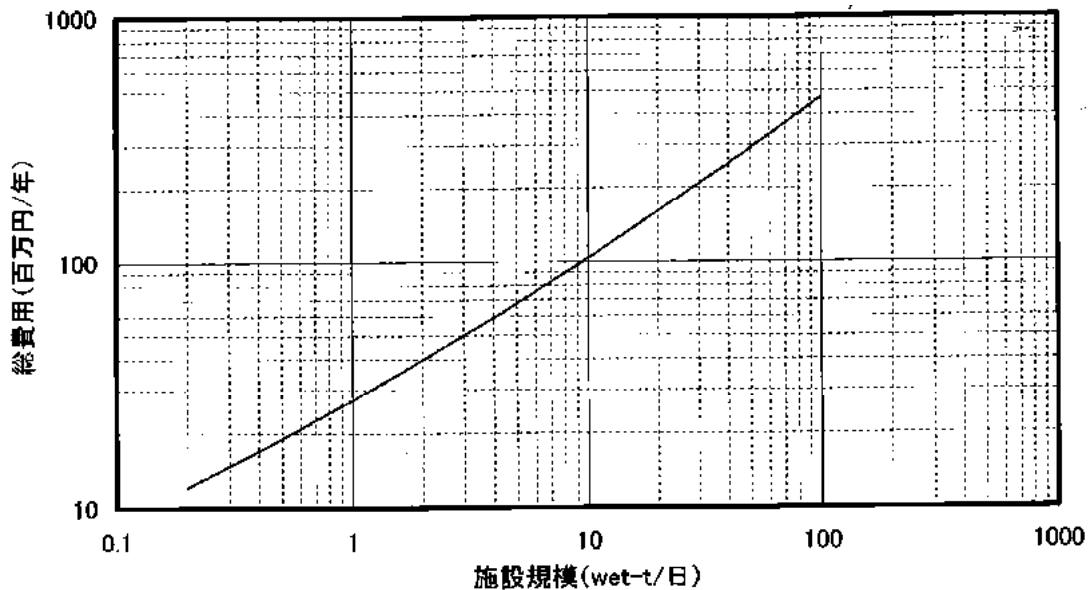


図-22 コンポスト処理費

(12) 乾燥処理費

1. 建設費

汚泥乾燥施設の建設費に関する費用関数は、実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

回帰を行うにあたり、各施設の建設年次が異なるため、平成 13 年度値にデフレーターを用いて換算した値をデータとして用いた。

$$\text{土木建築建設費 } Y_{c1} = 0.123Xd^{0.941}$$

$$\text{機械建設費 } Y_{c1} = 0.319Xd^{0.971}$$

$$\text{電気建設費 } Y_{c1} = 0.0659Xd^{0.809}$$

Y_{c1} : 建設費(億円)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

上式を以下の条件により年価換算する。

耐用年数：土木建築施設 50 年

機械設備 10 年

電気設備 15年
 残存価値：土木建築施設 0%
 機械設備 0%
 電気設備 0%

利率率 : 2.3%

$$Y_{c2} = 0.417Xd^{0.941} + 3.607Xd^{0.971} + 0.524Xd^{0.809}$$

Y_{c2} : 建設費年価(百万円/年)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

2. 維持管理費

流動焼却施設の維持管理費(電力、燃料、薬品費、補修費、人件費)は、建設費と同様に実態調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$Y_{c3} = 0.362Xy^{0.585}$$

Y_{c3} : 維持管理費(百万円/年)

Xy : 年間処理脱水汚泥量(wet-t/年)

3. 総費用

1~2より、

$$Y_{c4} = Y_{c2} + Y_{c3}$$

$$= 0.417Xd^{0.941} + 3.607Xd^{0.971} + 0.524Xd^{0.809} + 0.362Xy^{0.585}$$

Y_{c4} : 総費用(百万円/年)

X_d : 施設規模(wet-t/日)

Xy : 年間処理脱水汚泥量(wet-t/年)

なお、図-23は、日最大：日平均の比を1：0.8、施設稼働率80%とし、年間処理脱水汚泥量=施設規模×365×0.8×0.8とした場合である。

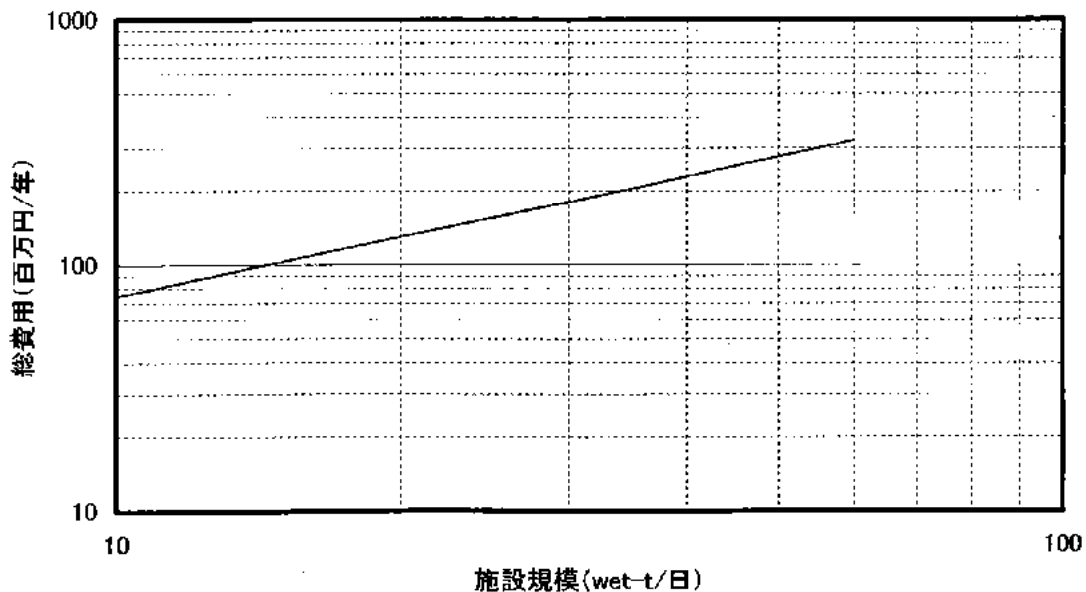


図-23 汚泥乾燥処理費

(13) 炭化処理費

1. 建設費

炭化施設の建設費に関する費用関数は、「下水汚泥の炭化処理システムの開発に関する共同研究報告書(第一報) 日本下水道事業団」の調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。なお、作成した回帰式は平成 13 年度値にデフレーターを用いて換算した。

$$\text{炭化施設建設費 } Y_{d1} = 2.058X_d^{0.557}$$

Y_{d1} : 建設費(億円)

X_d : 施設規模(脱水汚泥 wet-t/日)

また、耐用年数 10 年、残存価値 0%、利率率 2.3%で設備費を年価に換算すると以下のとおりとなる。

$$\text{建設費年価 } Y_{d2} = 23.272X_d^{0.557}$$

Y_{d2} : 建設費年価(百万円/年)

X_d : 施設規模(脱水汚泥 wet-t/日)

2. 維持管理費

1) 電力、燃料、薬品費

炭化施設の運転経費に関する費用関数は「下水汚泥の炭化処理システムの開発に関する共同研究報告書(第一報) 日本下水道事業団」の調査結果に基づく回帰分析により算定するものとする。

$$\text{電力、燃料、薬品費 } Y_{d3} = 2.301X_d^{0.822}$$

Y_{d3} : 電力、燃料、薬品費(百万円/年)

X_d : 炭化施設規模(脱水汚泥 wet-t/日)

2) 補修費

設備費の 2.4%を補修費とする。

$$\begin{aligned} \text{補修費 } Y_{d4} &= 0.024 \times 2.058X_d^{0.557} \times 10^2 \\ &= 4.939X_d^{0.557} \end{aligned}$$

Y_{d4} : 補修費(百万円/年)

X_d : 施設規模(脱水汚泥 wet-t/日)

3) 人件費

人件費単価を C、必要人員を N とすれば下式の通り。

$$Y_{d5} = CN$$

Y_{d5} : 人件費(百万円/年)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

N : 必要人員数(人)

4) 維持管理費

1) ~3) より、

$$Y_{d6} = Y_{d3} + Y_{d4} + Y_{d5}$$

$$= 2.301Xd^{0.822} + 4.939Xd^{0.557} + CN$$

Y_{d6} : 維持管理費(百万円/年)

X_d : 施設規模(脱水汚泥 wet-t/日)

C : 人件費単価(百万円/人・年)

N : 必要人員数(人)

2. 総費用

1~2 より炭化処理費の総費用は次式のようになる。

$$Y_{d7} = Y_{d2} + Y_{d6}$$

$$= 23.272Xd^{0.557} + 2.301Xd^{0.822} + 4.939Xd^{0.557} + CN$$

$$= 28.211Xd^{0.557} + 2.301Xd^{0.822} + CN$$

なお、図-24 は人件費を単価 600 万円/人・年、必要人員 8 人(交替勤務 2 人×4 班)とした場合である。

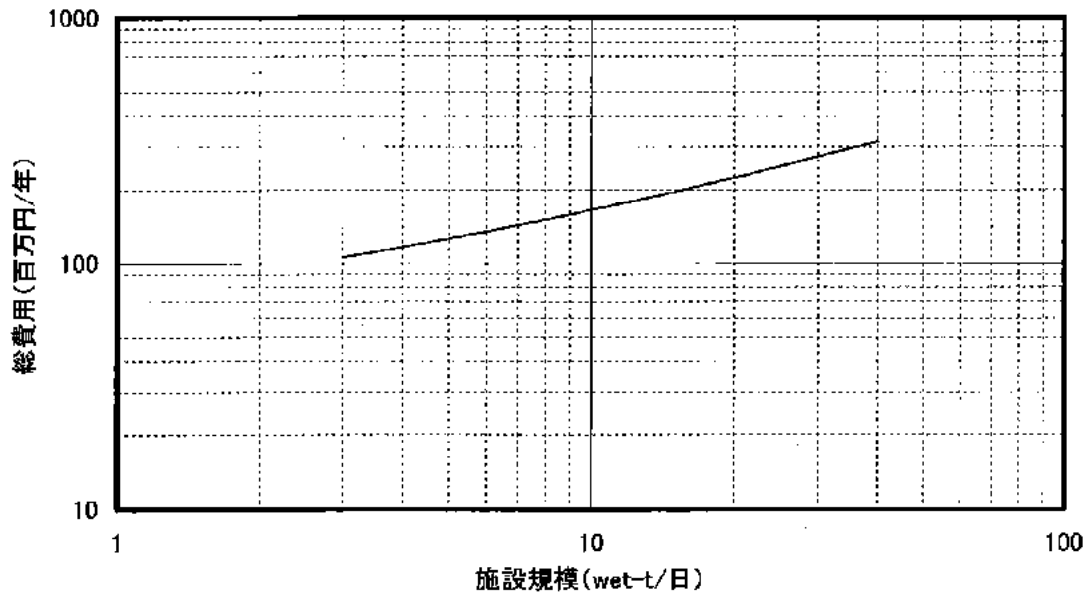


図-24 汚泥炭化処理費

資料編 3 各 B-DASH 事業の概要および費用関数

1. 超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム

平成23年度実証事業の概要(1)

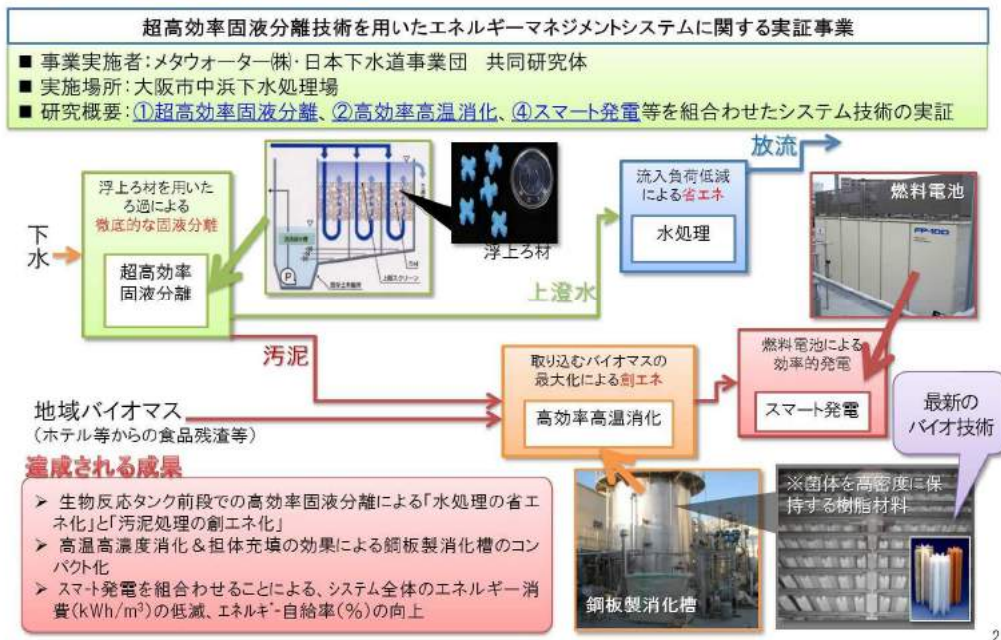


図 1-1 1. 超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム技術概要

表 1.1 先進技術に関する費用関数(超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム)

	設備	項目	費用関数	単位	備考
建設費	高効率高温消化技術	コスト原単位	$Y = 108 \times (V/790)^{0.6 \sim 0.7}$	百万円	V: 消化タンク容量(m) (1000 ≧ V ≧ 300)
	スマート発電システム技術	コスト原単位	$Y = 11000 \times N$	百万円	N: 燃料電池設置数
維持管理費	高効率高温消化技術	電力費 コスト原単位	$Y = 0.2 \times V$	万円/年/ m ³	V: 消化タンク容量(m) (1000 ≧ V ≧ 300)
		電力費以外 コスト原単位	$Y = 1.3 \times V$		
	スマート発電システム技術	電力費コスト 原単位	$Y = -778 \times N$	万円/台	N: 燃料電池設置数
		薬品・補修・ 点検費コスト 原単位	$Y = 688 \times N$		

出典:

B-DASH プロジェクト No.1

「超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム導入ガイドライン (案)」

2. バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム

平成23年度実証事業の概要(2)

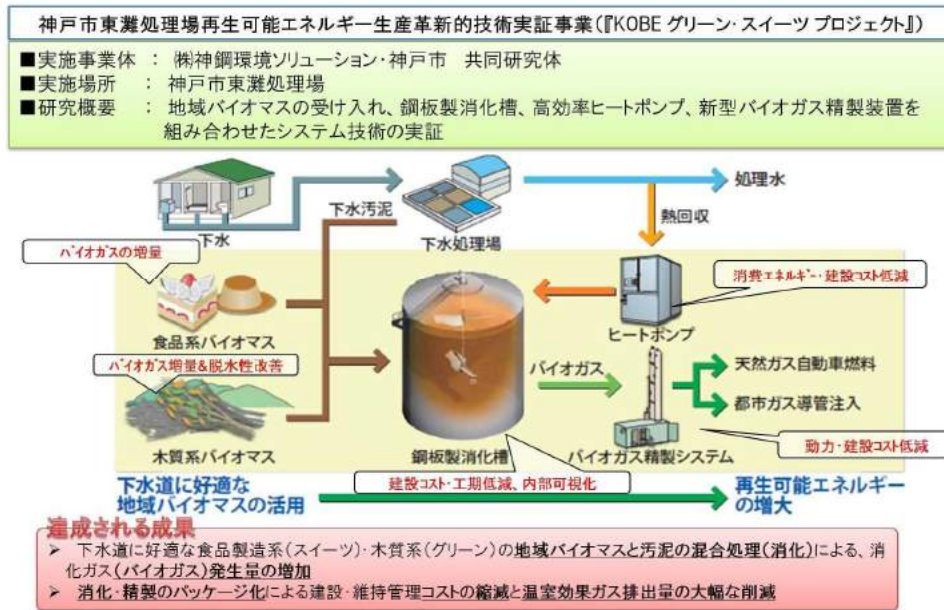


図 2-1 バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム技術概要

表 2.1 先進技術に関する費用関数(バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム)

	設備	項目	費用関数	単位	備考
建設費	地域バイオマス混合調整設備	機械・電気工事	$Y = 187.9 \times Q^{0.304}$	百万円	Q : 地域バイオマス受け入れ量 (t-ds/日)
	消化設備 (高効率鋼板製消化槽、高効率ヒートポンプ)	機械・電気工事	$Y = 5.85 \times Q^{0.570}$	百万円	Q : 貯留容量(m ³) 6000 ≧ Q ≧ 200 滞留日数は 20 日とする。
		土木工事	$Y = 0.0117 \times Q + 25.6$	百万円	
	バイオガス精製・貯留設備 (新型バイオガス精製装置、円筒型中圧ガスホルダ)	機械・電気工事	$Y = 35.2 \times Q^{0.323}$	百万円	Q : バイオガス処理量(m ³ N/日)
維持管理費	地域バイオマス受入・混合調整設備	電力	$Y = 1.536 \times Q^{0.475}$	百万円/年	Q : 地域バイオマス受け入れ量 (t-ds/日)
		点検補修	$Y = 17.8 \times Q^{0.243}$	百万円/年	
	消化槽設備	電力	$Y = 0.0053 \times Q^{0.911}$	百万円/年	Q : 貯留容量(m ³) 6000 ≧ Q ≧ 200 滞留日数は 20 日とする。
		点検補修	$Y = 0.303 \times Q^{0.350}$	百万円/年	
バイオガス精製・貯留設備	電力	$Y = 0.0318 \times Q^{0.644}$	百万円/年	Q : バイオガス処理量(m ³ N/日) 下水汚泥 : 500 m ³ N/t-投入 VS 食品製造系 : 125 m ³ N/t-wet 木質系 : 500 m ³ N/t-dry	
	点検補修	$Y = 0.856 \times Q^{0.234}$	百万円/年		

出典 :

B-DASH プロジェクト No.2

「バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム導入ガイドライン (案)」

3. 廃熱利用型低コスト固形燃料化技術

廃熱利用型低コスト下水汚泥固形燃料化技術の実用化に関する実証研究

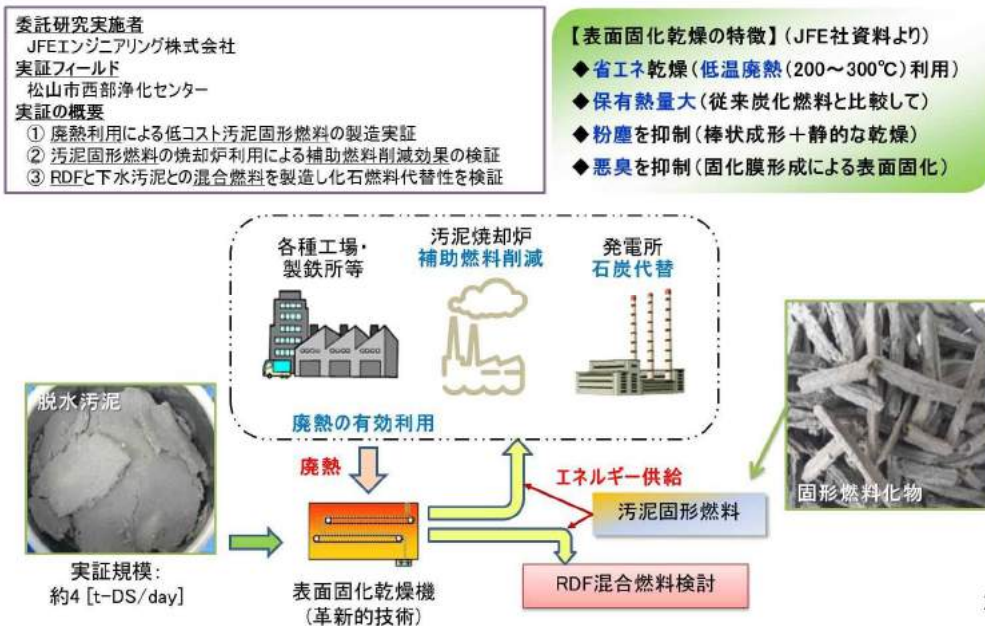


図 3-1 廃熱利用型低コスト固形燃料化技術の技術概要

表 3.1 先進技術に関する費用関数(廃熱利用型低コスト固形燃料化技術)

設備	項目	費用関数	単位	備考	
建設費	表面固化乾燥機設備	機械設備工事	$Y = 10.34 \times (Q/30)^{0.7}$	億円	Q: 施設規模(t-wet/日)
		電気設備工事	$Y = 1.42 \times (Q/30)^{0.7}$	億円	
		既設改造工事(場内利用)	$Y = 0.02$	億円	
		既設改造工事(場外利用)	$Y = 0.01$	億円	
維持管理費	表面固化乾燥機設備	電力費	$Y = (10.112 \times \ln Q + 65.447) \times Qrd \times D \times E \times 10^{-6}$	百万円/年	Q: 設備規模(t-wet/日) Qrd: 実処理量(t-wet/日) D: 年間稼働日数 E: 電力単価(円)
		燃料費	$Y = \left(Q - M1 - \frac{M2}{39.1} \right) \times D \times O \times 10^{-6}$ $Q = 2.5 \times Qrd \times (1 - (1 - W/100) / (1 - D/100)) \times 100 \times \eta$ M1 = 消化ガス使用量 × 22.5 M2 = 焼却炉排熱量 × 0.2149		
	補修費	工事費の2%			

出典:

B-DASH プロジェクト No.4

「廃熱利用型 低コスト下水汚泥固形燃料化技術導入ガイドライン(案)」

4. 水熱処理と担体式高温消化による固形燃料技術

温室効果ガスを排出しない次世代型下水污泥固形燃料化技術実証研究

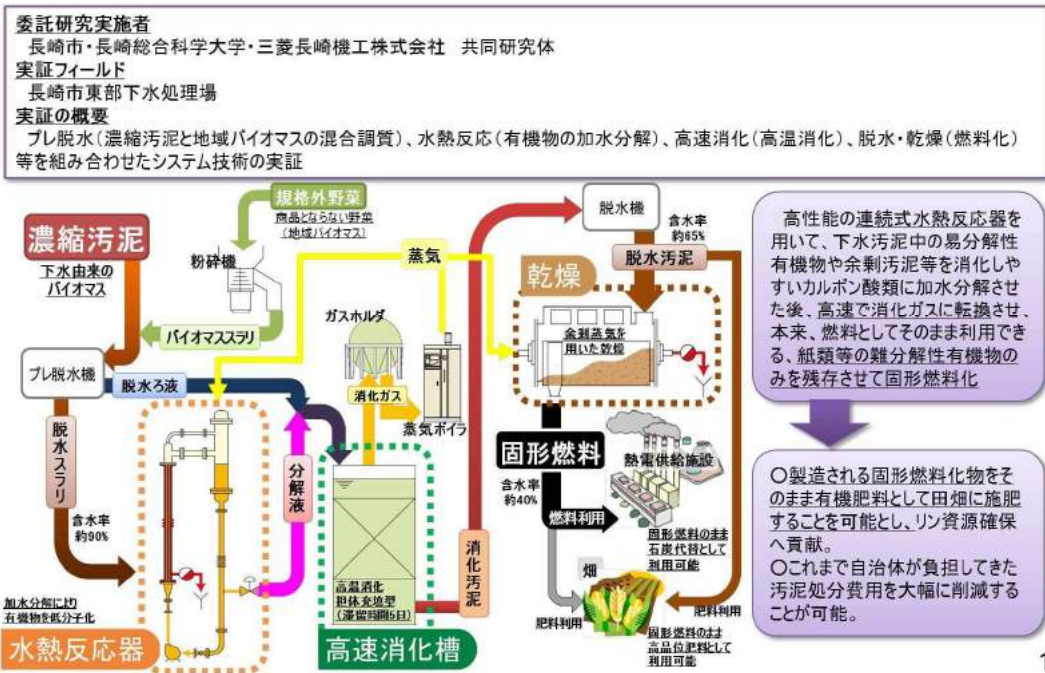


図 4-1 水熱処理と担体式高温消化による固形燃料化技術の技術概要

表 4.1 先進技術に関する費用関数(水熱処理と担体式高温消化による固形燃料技術)

	設備	項目	費用関数	単位	備考
建設費	水熱処理設備 単体式消化設備 乾燥設備 造粒設備 燃焼脱臭設備	機械設備	$Y = 353.2 \times Qd^{0.591}$	百万円	Qd : 処理規模(t-DS/日)
		電気設備	$Y = 108.3 \times Qd^{0.244}$	百万円	
		土木設備	$Y = 95.15 \times Qd^{0.507}$	百万円	
		合計	$Y = 548.4 \times Qd^{0.532}$	百万円	
維持管理費	水熱処理設備 単体式消化設備 乾燥設備 造粒設備 燃焼脱臭設備	燃料運搬費込	$Y = 43.20 \times Qd^{0.576}$	百万円/年	Qd : 処理規模(t-DS/日)
		燃料運搬を除く	$Y = 43.05 \times Qd^{0.563}$	百万円/年	
		脱水汚泥 運搬費込	$Y = 39.03 \times Qd^{0.592}$	百万円/年	
		脱水汚泥 運搬費除く	$Y = 38.41 \times Qd^{0.575}$	百万円/年	

出典：

B-DASH プロジェクト No.8

「温室効果ガスを抑制した水熱処理と担体式高温消化による固形燃料化技術導入ガイドライン(案)」

5. 脱水・燃焼・発電を全体最適化した下水汚泥エネルギー転換システム

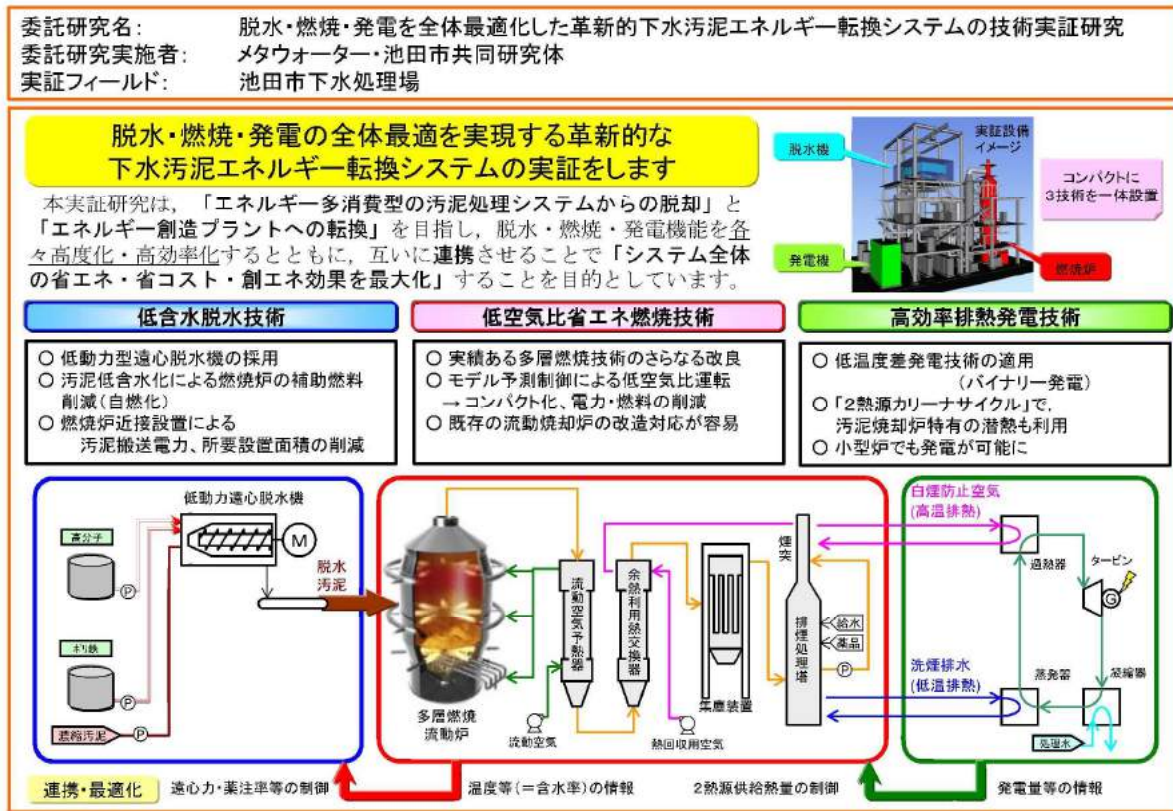


図 5-1 脱水・燃焼・発電を全体最適化した下水汚泥エネルギー転換システムの技術概要

表 5.1 先進技術に関する費用関数(脱水・燃焼・発電を全体最適化した下水汚泥エネルギー転換システム)

	設備	項目	費用関数	単位	備考
建設費	脱水設備	機械設備	$Y = 3.365 \times Qd + 444.3$	百万円	Qd : 検討規模 (t-wet/日) [含水率 76%換算、 $300 \geq Qd \geq 100$]
		土木設備	$Y = 0.438 \times Qd + 117$	百万円	
	燃焼設備	機械設備	$Y = 9.000 \times Qd + 1533$	百万円	
		電気設備	$Y = 1.000 \times Qd + 600$	百万円	
発電設備	機械設備	$Y = 0.772 \times Qd + 282$	百万円		
維持管理費	脱水設備	電力	$Y = 4.654 \times Q$	MWh/年	Qd : 検討規模 (t-wet/日) [含水率 76%換算、 $300 \geq Qd \geq 100$]
		高分子凝集剤	$Y = 0.516 \times Q$	t/年	
		ポリ硫化第二鉄	$Y = 3.688 \times Q$	t/年	
	焼却設備	電力	$Y = 15.26 \times Q + 115.3$	MWh/年	
		燃料	$Y = 0.252 \times Q + 1.439$	kL/年	
		苛性ソーダ	$Y = 4.050 \times Q$	t/年	
		焼却灰	$Y = 17.101 \times Q$	t/年	
発電設備	電力	$Y = 0.320 \times Q + 57.44$	MWh/年		

出典：

B-DASH プロジェクト No.9

「脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム導入ガイドライン(案)」

6. 下水道バイオマスからの電力創造システム

下水道バイオマスからの電力創造システムに関する技術実証研究



図 6-1 下水道バイオマスからの電力創造システムの技術概要

表 6.1 先進技術に関する費用関数(下水道バイオマスからの電力創造システム)

	設備	項目	費用関数	単位	備考
建設費	低含水率化	機械設備	$Y = 1.06 \times Qd + 14.11$	百万円/年	Qd: 処理規模(t-ds/日) 耐用年数 機械設備(低含水率化): 15年 機械設備(回収): 10年 機械設備(変換): 15年 電気設備: 15年 土木設備: 50年
	焼却廃熱	土木設備	$Y = 0.071 \times Qd + 5.19$	百万円/年	
	エネルギー回収設備	機械設備	$Y = 4.43 \times Qd + 161.4$	百万円/年	
		電気設備	$Y = 1.19 \times Qd + 19.3$	百万円/年	
	焼却廃熱エネルギー変換設備	機械設備	$Y = 0.86 \times Qd + 1.06$	百万円/年	
		電気設備	$Y = 0.133 \times Qd + 1.59$	百万円/年	
維持管理費	焼却廃熱回収施設	使用電力(低含水率化)	$Y = 20.39 \times Qd - 18.17$	MWh/年	Qd: 処理規模(t-ds/日)
		使用電力(エネルギー回収・変換)	$Y = 39.39 \times Qd + 222.84$	MWh/年	
		発電電力	$Y = 112.07 \times Qd - 217.98$	MWh/年	
		補助燃料(エネルギー回収)	$Y = 0.098 \times Qd$	kL/年	
		薬品(高分子)	$Y = 2.07 \times Qd$	t/年	
		薬品(無機)	$Y = 29.57 \times Qd$	t/年	
		薬品(苛性ソーダ: 24%)	$Y = 42.98 \times Qd$	t/年	
		灰発生量	$Y = 75.56 \times Qd$	t/年	

出典:

B-DASH プロジェクト No.10

「下水道バイオマスからの電力創造システム導入ガイドライン(案)」

表 7.1 先進技術に関する費用関数(下水道バイオガス原料による水素創エネ技術)

	設備	項目	費用関数	単位	備考
建設費	水素製造・供給施設 (CO ₂ 液化回収設備有)	機械・ 電気設備	$Y = 1.558 \times Q + 540.7$	百万円	Q : 検討規模 (N m ³ /h-CH ₄)
		土木建築設備	$Y = 0.1917 \times Q + 91.3$	百万円	
	水素製造・供給施設 (CO ₂ 液化回収設備無)	機械・ 電気設備	$Y = 1.308 \times Q + 458.3$	百万円	
		土木建築設備	$Y = 0.1667 \times Q + 77.0$	百万円	
維持管理費	水素製造・供給設備 (CO ₂ 液化回収設備有)	電力費	$Y = 109.42 \times Q + 5367.7$	千円/年	Q : 検討規模 (N m ³ /h-CH ₄)
		上水費	$Y = 9.400 \times Q + 187.0$	千円/年	
		消耗品 (ポリシャー、 薬品費)	$Y = 9.0250 \times Q + 0.7$	千円/年	
		消耗品 (交換膜費)	$Y = 1.583 \times Q + 648.3$	千円/年	
		消耗品 (フィルター費)	$Y = 8.358 \times Q - 0.3$	千円/年	
		消耗品 (活性炭費)	$Y = 5.142 \times Q + 789.7$	千円/年	
		人件費	$Y = 7000 \times 2$	千円/年	
		修繕費	$Y = 19.058 \times Q + 26874$	千円/年	
	水素製造・供給設備 (CO ₂ 液化回収設備無)	電力費	$Y = 90.008 \times Q + 4455.3$	千円/年	
		上水費	$Y = 8.575 \times Q + 187.3$	千円/年	
		消耗品 (ポリシャー、 薬品費)	$Y = 8.4167 \times Q$	千円/年	
		消耗品 (交換膜費)	$Y = 1.583 \times Q + 648.3$	千円/年	
		消耗品 (フィルター費)	$Y = 7.367 \times Q$	千円/年	
		消耗品 (活性炭費)	$Y = 5.142 \times Q + 789.7$	千円/年	
		人件費	$Y = 7000 \times 2$	千円/年	
		修繕費	$Y = 15.450 \times Q + 24660$	千円/年	

出典：

B-DASH プロジェクト

「No.11 下水バイオガス原料による水素創エネ技術導入ガイドライン (案)」

資料編 4 下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の
導入について（国水事第 38 号、平成 29 年 9 月 15 日）

各都道府県下水道担当部長
各政令指定都市下水道担当部長 殿
(地方整備局等下水道担当部長等経由)

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
下水道事業課長

下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について

地球温暖化の進行や資源・エネルギーの枯渇等の状況から、下水道事業においても省エネルギー・創エネルギーを積極的に進める必要があります。このような状況を踏まえ、国においても下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）において、省エネルギー・創エネルギー技術の実証を主体的に推進し、下水道事業におけるエネルギー効率の改善を全国に広げるため、施設の設置、改築の機会を捉えてエネルギー効率に優れた技術の導入を進めることとしています。

つきましては、当面の対応として、消化槽、消化ガス発電に加え、焼却炉等の施設について下記のとおりエネルギー効率に優れた技術の導入を図ることとしましたので、ご協力方よろしくお願いいたします。

なお、今後は、施設毎の評価ではなく水処理・汚泥処理システム全体としての評価を可能とするよう指標の設定、提示等を進める予定です。

都道府県におかれては、貴管内の市町村（政令指定都市を除く。）に対しても、周知徹底方お願いします。

記

1. 対象施設

平成30年度以降に交付金※を活用して「消化槽」、「消化ガス発電」、「消化ガス精製」、「消化槽を加温する場合のヒートポンプ」、「焼却炉※」、「溶融炉※」のいずれかの設置、改築を行うものとします。（ただし、当該通知の発出前に実施設計を完了しているものを除く。）

※平成28年4月1日付け国水下事第109号国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長通知「下水道施設の改築について」の別表における小分類のそれぞれ「焼却炉」「溶融炉」を対象とする。

2. 求める性能

(1) 1. の施設のうち「消化槽」、「消化ガス発電」、「消化ガス精製」、「消化槽を加温する場合のヒートポンプ」、「焼却炉」の設置・改築は、原則、別紙の表1（詳細は表2～5）に定める性能指標を満たすものを交付金の交付対象とします。

(2) 1. の施設のうち「溶融炉」の設置・改築は、溶融による有害物質の封じ込めなど特段の理由※がある場合に限り交付対象とします。その際、エネルギー効率に優れた技術の導入に努めていただくようお願いいたします。

※「特段の理由」については、国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課まで個別にご相談ください。

附則

平成26年3月31日付け国水下事第87号国土交通省水管理・国土保全局下水道部下水道事業課長通知「下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について」は廃止する。

下水道施設のエネルギー効率に関する性能指標及び算定方法について

1. 経緯

国土交通省においては、省エネルギー・創エネルギー、低コストの技術実証を図る目的で下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）を平成 23 年度より実施しており、平成 25 年度には、「固液分離、バイオガスの回収・発電・精製」に関するシステム技術 2 件、平成 27 年度には、「バイオマス発電技術（焼却排熱発電）」に関するシステム技術 2 件などのガイドライン案の公表を随時行っている。

今般、B-DASH プロジェクトで実証した技術（以下、「B-DASH 技術」という）を踏まえ、エネルギー効率に優れた技術^{*}導入の観点から、バイオガス回収に関連する技術についてエネルギー効率に関する指標を定めたので、当該指標値を上回る施設の導入をお願いするものである。

なお、エネルギー効率に関する性能指標及び標準的な算定方法は以下のとおりである。

(参考)

エネルギー効率に優れた下水道技術とは、水・汚泥処理において処理水量・汚泥量当たりの電力消費等が少ない「省エネ技術」や汚泥バイオガスの利用等によりエネルギーを回収する「創エネ技術」のうち、指標項目の値が指標値以上で優れているものをいう。B-DASH 技術をはじめ、国等の公的機関により評価されたもの、または、運転実績により確認されたものが該当する。

2. エネルギー効率の性能指標及び標準的な算定方法について

(1) エネルギー効率の性能指標

エネルギー効率の性能指標として、表 1（詳細は表 2～5）のとおり、汚泥のバイオガス回収（消化槽）、バイオガス発電（電力として利用）、バイオガス精製（ガスとして利用）、ヒートポンプ（消化槽加温）、焼却炉について具体的な指標項目及び指標値を示す。

なお、固液分離および他バイオマス受入・混合技術については、今後、システム全体としての評価の中で指標を示す予定である。

(2) エネルギー効率の標準的な算定方法

エネルギー効率の標準的な算定方法としては、対象プロセスの導入を検討する技術ごとに、機器構成リストを作成して定格出力、負荷率、年間稼働時間より年間消費電力を算定し、これを年間分解有機物重量（消化槽の場合）や年間ガス精製量（ガス精製の場合）で除すことにより、指標となる消費電力原単位を算定するものとする。算定に必要な汚泥濃度等の条件設定も含めて、詳細は表 6～8 に示す。

なお、B-DASH 技術とそれ以外の技術に適用する算定方法はそれぞれ次のとおりとする。

①B-DASH 技術について

B-DASH 技術については、公表ガイドライン案及び本資料に基づいて算定するものとする。

②B-DASH 以外の技術で開発済みの技術

B-DASH 以外の技術で開発済みの技術については、消費電力等に関する公的評価結果が利用できる場合は、その評価結果及び本資料に基づいて算定するものとする。利用できる公的評価結果がない場合は、暫定的な対応として、独自の消費電力等の推定及び本資料に基づいて算定するが、実施の導入後は運転実態を把握して算定の正しさを確認し、性能が指標値を満たさない場合は改善を図るものとする。

③B-DASH 以外の技術で今後新たに開発する技術

B-DASH 以外の技術で今後新たに開発する技術については、公的評価の段階で消費電力等が適切に評価されるよう留意するものとする。

具体的な算定方法のイメージを例に示す。

(例) 嫌気性消化槽を改築する場合

B-DASH 技術（鋼板製消化槽による、中温消化または担体充填高温消化）と従来技術（既存施設と同様のコンクリート製卵形消化槽での消化技術）について、それぞれ機器構成リストを作成し、各機器（かくはん機、汚泥循環ポンプ等）の定格出力、負荷率、稼働時間より年間消費電力の合計を算定する。

機器の諸元は、B-DASH 技術は公表ガイドライン案を用い、従来技術は既存施設の実績値等を用いる。年間消費電力を年間分解有機物重量で除すことにより、消費電力原単位である性能指標（kWh/t-VS 分解）を算定する。

表 1-1 性能指標

施設・設備	区分	性能指標	規模別性能指標値	
			日最大汚水量 25,000m ³ /日規模	日最大汚水量 50,000m ³ /日規模
消化槽	中温消化 ^{※1} (消化日数 20~30 日)	消費電力量 (分解 VS 量当たり) [kWh/t-VS 分解]	280 以下	280 以下
	担体充填高温消化 ^{※1,2} (消化日数 5~10 日)	同上	① 370 以下 ② 420 以下	① 260 以下 ② 400 以下
バイオガス発電	高効率発電	発電効率 [%]	40 以上	
	コージェネレーション	発電効率 [%] 及び 排熱利用を含む総合効率 [%]	発電効率 20% 以上かつ総合効率 75% 以上	
ガス精製 (高機能脱硫)		消費電力量 (精製ガス量当たり) [kWh/m ³ N-gas]	1.7 以下	1.3 以下
ヒートポンプ ^{※2}		COP (水温 20°C)	2.7 以上	
固液分離		—	水処理・汚泥処理のシステム全体としての評価の中で指標を示す予定である。	
他バイオマス受入・混合設備		—	同上	
焼却炉		廃熱回収率 ^{※4,5} [%] 及び 消費電力削減率 ^{※5} [%]	廃熱回収率 40% 以上かつ消費電力量削減率が 20% 以上	

※1 「中温消化」については混合汚泥を消化する場合の性能指標値。「担体高温消化」の①は生汚泥(超効率固液分離汚泥)を、②は混合汚泥を消化する場合の性能指標値。

※2 担体を充填しない高温消化については今後指標値を検討するが、担体充填高温消化の指標値以下を目標として施設の検討に努めていただきたい。

※3 「ヒートポンプ」については、処理水の熱等を利用して消化槽を加熱する場合の性能指標値。

※4 廃熱回収とは、焼却プロセスにおける廃熱回収(空気を加熱器や白煙防止用熱交換器及び乾燥用熱交換器による排ガスからの熱回収、廃熱の有する熱エネルギーの過給機への利用等)、廃熱発電、消化槽加温及び地域熱供給(空調利用、ロードヒーティング等)等とし、高温焼却と同等以上の N₂O 排出削減が出来ること(N₂O 排出量 0.645kg/t-wet 以下)を前提とする。

※5 「廃熱回収率」及び「消費電力削減率」の算出方法は別添(資料-2)を参照いただきたい。

表一2 処理規模別性能指標値 [中温消化]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化槽処理汚泥量 [t-DS/日]	性能指標値 [kWh/t-VS 分解]
25,000	2.44	280
30,000	2.93	280
35,000	3.42	280
40,000	3.91	280
45,000	4.39	280
50,000	4.88	280
55,000	5.37	280
60,000	5.86	280
65,000	6.35	280
70,000	6.84	270
75,000	7.32	270
80,000	7.81	270
85,000	8.30	270
90,000	8.79	270
95,000	9.28	270
100,000	9.77	270

表一3 処理規模別性能指標値 [担体充填高温消化(生污泥)]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化槽処理汚泥量 [t-DS/日]	性能指標値 [kWh/t-VS 分解]
25,000	1.74	370
30,000	2.09	340
35,000	2.44	310
40,000	2.79	290
45,000	3.14	270
50,000	3.49	260
55,000	3.84	260
60,000	4.19	260
65,000	4.54	260
70,000	4.88	260
75,000	5.23	260
80,000	5.58	260
85,000	5.93	260
90,000	6.28	260
95,000	6.63	260
100,000	6.98	260

(注) 消化槽処理汚泥量は、超高効率固液分離技術を用いた場合の生污泥発生量から計算した一般的な値。最初沈殿池を用いた場合は生污泥発生量が異なるため、消化槽処理汚泥量も異なる。

表一4 処理規模別性能指標値 [担体充填高温消化(混合汚泥)]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化槽処理汚泥量 [t-DS/日]	性能指標値 [kWh/t-VS 分解]
25,000	2.44	420
30,000	2.93	420
35,000	3.42	420
40,000	3.91	410
45,000	4.39	410
50,000	4.88	410
55,000	5.37	410
60,000	5.86	410
65,000	6.35	410
70,000	6.84	410
75,000	7.32	410
80,000	7.81	400
85,000	8.30	400
90,000	8.79	400
95,000	9.28	400
100,000	9.77	400

表一5 処理規模別性能指標値 [ガス精製]

日最大汚水量 [m ³ /日]	日平均消化ガス発生量 [m ³ N-gas/日]	性能指標値 [kWh/m ³ N -gas]
25,000	971	1.7
30,000	1,166	1.6
35,000	1,360	1.5
40,000	1,554	1.4
45,000	1,748	1.4
50,000	1,943	1.3
55,000	2,137	1.3
60,000	2,331	1.2
65,000	2,525	1.2
70,000	2,720	1.1
75,000	2,914	1.1
80,000	3,108	1.1
85,000	3,302	1.1
90,000	3,497	1.0
95,000	3,691	1.0
100,000	3,885	1.0

表一6 性能指標値の算定条件(標準的な値)

項目	条件設定値
発生汚泥量	日最大汚水量 50,000 m ³ /日の場合 7.0 t-DS/日 (生汚泥+余剰汚泥) ※日平均量は日最大量の 0.8 倍とするため、 発生汚泥量(日平均)は 5.6 t-DS/日。
固形物回収率	85% (重力濃縮) 90% (機械濃縮)
濃縮汚泥濃度	3.0% (重力濃縮汚泥) 4.0% (機械濃縮汚泥)
有機物含有率	80% (混合汚泥) 80% (生汚泥)
消化率	50% (混合汚泥) 60% (生汚泥)
消化ガス発生率	500 m ³ N/t-VS 投入 (混合汚泥)
消化ガスメタン濃度	60%
精製ガスメタン濃度	97%
メタン回収率	97%

※ 年間消化槽処理汚泥量は、汚泥種類ごとの「発生汚泥量(日平均) × (固形物回収率/100)」の合計値の 365 日分。

※ 年間消化ガス発生量は、「年間消化槽処理汚泥量 × (有機物含有率/100) × 消化ガス発生率」。

表-7 機器構成

技術	機器構成
中温消化	鋼板製消化槽 消化槽攪拌機 汚泥循環ポンプ 温水循環ポンプ 熱交換器 消化汚泥貯留槽攪拌機 消化汚泥移送ポンプ
担体充填高温消化	担体充填鋼板製消化槽 消化槽攪拌機 汚泥循環ポンプ 温水循環ポンプ 消化汚泥引抜ポンプ 熱交換器 消化汚泥貯留槽攪拌機 消化汚泥移送ポンプ
ガス精製(高機能脱硫)	高機能脱硫装置 ガスタンク

表-8 性能指標値の算定方法

技術	算定方法
中温消化 担体充填高温消化	$\begin{aligned} & \text{消費電力量(分解 VS 量あたり)[kWh/t-VS 分解]} \\ & = \frac{\text{年間消費電力量[kWh/年]}}{\text{年間分解有機物量 [t-VS 分解/年]}} \\ & = \frac{\Sigma(\text{構成機器運転台数[台]} \times \text{電動機出力[kW]} \times \text{稼働時間[hr/年]} \times \text{負荷率[-]})}{\text{年間消化槽処理汚泥量[t-DS/年]} \times \frac{\text{有機物含有率[\%]}}{100} \times \frac{\text{消化率[\%]}}{100}} \end{aligned}$
ガス精製 (高機能脱硫)	$\begin{aligned} & \text{消費電力量(精製ガス量あたり)} \\ & = \frac{\text{年間消費電力量[kWh/年]}}{\text{年間精製ガス量[m}^3\text{N-gas/年]}} \\ & = \frac{\Sigma(\text{構成機器運転台数[台]} \times \text{電動機出力[kW]} \times \text{稼働時間[hr/年]} \times \text{負荷率[-]})}{\text{年間消化ガス発生量[m}^3\text{N-gas/年]} \times \frac{\text{消化ガスメタン濃度[\%]}}{97} \times \frac{\text{メタン回収率[\%]}}{100}} \end{aligned}$

※年間精製ガス量は、精製ガスのメタン濃度が97%の場合に相当する量に換算して示すため、精製ガスメタン濃度を97%として算定する。

【性能指標値の算定(例)】(日最大汚水量 50,000m³/日 中温消化の場合)

① 分解有機物量の算定

- ・日平均消化槽処理汚泥量 4.88 t-DS/日(重力濃縮汚泥+機械濃縮汚泥)
- ・有機物含有率 80%
- ・消化率 50%
- ・分解有機物量 $4.88 \times (80/100) \times (50/100) = 1.95 \text{ t-VS 分解/日}$
 $= 711.75 \text{ t-VS 分解/年}$

② 消費電力量の算定

- ・消費電力量 436.3 kWh/日 = 159,250 kWh/年(表-9参照)

表-9 中温消化の機器構成及び消費電力量の算定例

機器名称	運転台数 [台]	電動機出力 [kW]	稼働時間 [hr/日]	負荷率 [-]	消費電力量 [kWh/日]
鋼板製消化槽	1	-	-	-	-
消化槽攪拌機	1	3.7	24.0	0.7	62.2
汚泥循環ポンプ	1	15	24.0	0.7	252.0
温水循環ポンプ	1	5.5	16.1	0.7	62.0
熱交換器	1	-	-	-	-
消化汚泥貯留槽攪拌機	1	2.2	24.0	0.7	37.0
消化汚泥移送ポンプ	1	11	3.0	0.7	23.1
合計	-	-	-	-	436.3

※ 年間稼働日数 365 日

③ 性能指標値の算定

- ・消費電力量(分解 VS 量当たり)

$$= \frac{\text{年間消費電力量[kWh/年]}}{\text{年間分解有機物量[t-VS 分解/年]}}$$

$$= \frac{\Sigma(\text{構成機器運転台数[台]} \times \text{電動機出力[kW]} \times \text{稼働時間[hr/年]} \times \text{負荷率[-]})}{\text{年間分解有機物量[t-VS 分解/年]}}$$

$$= \frac{159,250 \text{ [kWh/年]}}{711.75 \text{ [t-VS 分解/年]}} = 224 \text{ [kWh/t-VS 分解]} < 280 \text{ [kWh/t-VS 分解]}$$

焼却炉の性能指標の算出方法

1. 廃熱回収率の具体的な算出方法

廃熱回収率の評価は下式にて行う。

$$\text{廃熱回収率} = \frac{\text{廃熱から回収する熱量}}{\text{焼却炉へ投入する熱量}} = \frac{\text{③} + \text{④} + \text{⑤}}{\text{①} + \text{②}}$$

- ①焼却炉へ投入する脱水汚泥の熱量
- ②焼却炉へ投入する補助燃料の熱量
- ③空気予熱器による回収熱量
- ④白煙防止熱交換器による回収熱量^{※1}
- ⑤その他の回収熱量(廃熱発電等)^{※2}

※1 白煙防止熱交換器による回収熱量

白煙防止に利用している熱量の計算には、白煙防止に有効に利用されている熱量を用いる。参考として、50t/日規模の焼却炉においては700MJ/h程度となる。

※2 その他の回収熱量(廃熱発電、過給機、乾燥用熱交換器からの熱回収等)

- ・バイナリー発電、蒸気発電による回収熱量: 発電設備に投入される熱量
- ・過給機、流動タービンによる回収熱量:
ターボ発電相当分電力(kWh) × 受電端投入熱量 9.484MJ/kWh
- ・乾燥設備による回収熱量: 乾燥設備により有効に回収される熱量

2. 消費電力削減率の具体的な算出方法

計画する施設の消費電力量削減率(%)は、下記の式より算出する。

$$\text{消費電力量削減率}[\%] = \left[1 - \frac{\text{計画する焼却炉の消費電力相当量 [kWh/投入固形物量 t-DS]}}{\text{従来の焼却炉の消費電力相当量 [kWh/投入固形物量 t-DS]}} \right] \times 100$$

※ 従来の焼却炉の消費電力相当量 [千 kWh/投入固形物量 t-DS]は、下記のとおり算定する。(具体的な算定例は表-10参照)

- ・年間焼却炉投入固形物量[t-DS/年] を x として、

$x \leq 3500$ のとき	: 1.59
$3500 < x < 25000$ のとき	: $-0.480\ln(x) + 5.51$
$25000 \leq x$ のとき	: 0.65

表-10 従来の焼却炉の消費電力相当量の算定例 [千 kWh/投入固形物量 t-DS]

年間焼却炉投入固形物量 (x) [t-DS/年]	従来の焼却炉の消費電力相当量 [千 kWh/投入固形物量 t-DS]
25,000 以上	0.65
20,000	0.76
15,000	0.89
10,000	1.09
5,000	1.42
3,500 以下	1.59

※ 留意点

(1) 焼却炉の消費電力相当量[kWh/t-DS]

$$= (\text{焼却炉の消費電力量[kWh/年]} \quad (\text{留意点(2)参照}) \\ + \text{投入補助燃料量[kL/年]} \times \text{単位発熱量[MJ/kL]} \div \text{一次換算投入熱量[MJ/kWh]}) \\ \div \text{年間投入固形物量[t-DS/年]}$$

※ 一次換算投入熱量：9.5[MJ/kWh] (2013 年度改訂標準発熱量・炭素排出係数表より)

(2) 焼却廃熱を用いた発電を行い、焼却炉を含む下水処理場内で使用する場合

焼却炉の消費電力量[kWh/年]

$$= \text{焼却炉で消費される総電力量[kWh/年]} - \text{焼却廃熱を用いた発電電力量[kWh/年]}$$

(3) 投入補助燃料としては重油等を想定している。バイオガス、污泥の燃料化物等の再生可能エネルギーを焼却炉に補助燃料として使用する際は、上記の投入補助燃料量に含めない。

(4) 個別の処理場において計画する焼却炉の消費電力相当量を算出する際に必要な条件設定は、表-6 および表-11 に示す。なお、個別の処理場において污泥性状が異なる場合、実測値を用いて算出してもよいものとする。

表-11 脱水污泥の性状 (標準的な値)

項目	脱水污泥	
	未消化污泥	消化污泥
平均含水率	76%	80%
平均有機分率	80%	71%

資料編 5 社会資本整備総合交付金等を活用した下水処理場の改築にあ
たったのコンセッション方式の導入及び広域化に係る検討要件化、汚泥
有効利用施設の新設にあたっての PPP/PFI 手法の導入原則化について
(国水事第 45 号、平成 29 年 2 月 2 日)

国 水 下 事 第 4 5 号
平 成 2 9 年 2 月 2 日

都 道 府 県 下 水 道 担 当 部 長 殿
政 令 指 定 都 市 下 水 道 担 当 局 長 殿
(以上地方整備局等
下水道事業担当部長等経由)
独 立 行 政 法 人 都 市 再 生 機 構 担 当 部 長 殿
地 方 共 同 法 人 日 本 下 水 道 事 業 団 事 業 統 括 部 長 殿

国土交通省 水管理・国土保全局
下水道部 下水道事業課長

社会資本整備総合交付金等を活用した下水処理場の改築にあたっての
コンセッション方式の導入及び広域化に係る検討要件化、汚泥有効利用
施設の新設にあたっての PPP/PFI 手法の導入原則化について

国土交通省においては、下水道事業のさらなる効率化に向け、コンセッション方式をはじめとする PPP/PFI 手法の活用や汚水処理施設の広域化を推進しているところである。これらの取組を一層推進するため、社会資本整備総合交付金及び防災・安全交付金の交付にあたって、以下のとおり取り扱うこととしたので通知する。

- ① 社会資本整備総合交付金等を活用して下水処理場における各施設の改築を行うにあたっては、予めコンセッション方式の導入に係る検討を了していることを、下記1. のとおり交付要件とすることとした。
- ② 同交付金等を活用して下水処理場における各施設の改築を行うにあたっては、予め当該処理場の統廃合に係る検討を了していることを、下記2. のとおり交付要件とすることとした。
- ③ 同交付金等を活用して汚泥有効利用施設の新設を行うにあたっては、原則として PPP/PFI 手法（コンセッション、PFI、DBO、DB を言う。以下同じ。）を活用することを、下記3. のとおり交付要件とすることとした。

なお、PPP/PFI 手法の活用を含む下水道施設の広域化・効率化に係る計画策定や、PPP/PFI 手法の活用を前提とした下水汚泥のエネルギー利用等に係る計画策定については、平成 29 年度予算新規事項「下水道地域活力向上計画策定事業」の対象となるので、上記①～③の検討等にあたっては、同事業制度の活用も検討されたい。

都道府県におかれては、貴管内の市町村（政令指定都市を除く。）に対しても、周知徹底方をお願いする。

記

1. 下水処理場の改築におけるコンセッション方式導入検討の要件化

(1) 対象地方公共団体

下水道事業を実施する人口 20 万人以上の地方公共団体。

(2) 対象事業

社会資本整備総合交付金または防災・安全交付金を活用して実施する下水処理場における施設（国土交通省下水道事業課長通知「下水道施設の改築について」（平成 28 年 4 月 1 日国水下水第 109 号）別表に記載の「中分類」以上の施設に限る。）の改築であって、当該施設の整備に際し実施する工事契約 1 件あたりの概算事業費が 10 億円以上と見込まれる事業。（ただし、平成 29 年 3 月 31 日時点で詳細設計に着手しているものを除く。）

(3) コンセッション方式導入検討の方法

「下水道事業における PPP/PFI 手法導入優先的検討規程作成のためのガイドライン」（平成 29 年 1 月国土交通省下水道部）もしくは各地方公共団体が定める優先的検討規程に基づく「簡易な検討」を行うことを基本とし、その検討単位としては、処理場単位、処理区単位などが考えられ、各地方公共団体の実情に合わせて適当な範囲で検討を行うこと。また、検討結果については、事業主体が策定する全体計画、中期ビジョン等の中長期計画、事業計画の策定または改定を行う場合には、それと併せて内容の点検・見直しを実施するなど、常にその内容が適当なものであるよう努めること。

(4) 報告等

(1) に該当の地方公共団体が (2) に記載の事業についての詳細設計に着手する場合は、コンセッション方式導入の検討結果について、前年度の 3 月末日までに別添様式 1 により国土交通省まで報告されたい。

(5) その他

これによりがたい場合は、国土交通省下水道部下水道事業課まで相談されたい。

2. 下水処理場の改築における当該処理場の統廃合に係る検討の要件化

(1) 対象地方公共団体

下水道事業を実施する全ての地方公共団体。

(2) 対象事業

社会資本整備総合交付金または防災・安全交付金を活用して実施する下水処理場における施設（国土交通省下水道事業課長通知「下水道施設の改築について」（平成 28 年 4 月 1 日国水下水事第 109 号）別表に記載の「中分類」以上の施設に限る。）の改築であって当該施設の整備に際し実施する工事契約 1 件あたりの概算事業費が 10 億円以上と見込まれる事業。（ただし、平成 29 年 3 月 31 日時点で詳細設計に着手しているものを除く。）

(3) 処理施設の統廃合に係る検討の方法

「持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」（平成 26 年 1 月国土交通省、農林水産省、環境省）（以下「都道府県構想マニュアル」）を踏まえ、当該処理場を廃止し、近接する他の処理場と統合する場合について、社会情勢を適切に踏まえつつ、経済性比較を前提とした検討を行うこと。

なお、検討にあたっては「都道府県構想マニュアル」に記載の「4-6 集合処理区域（既整備区域等含む）同士の接続検討」等を参考にされたい。

(4) 報告等

(1) に該当の地方公共団体が (2) に記載の事業についての詳細設計に着手する場合は、当該処理場の統廃合の検討結果について、前年度の 3 月末日までに別添様式 2 により国土交通省まで報告されたい。

(5) その他

これによりがたい場合は、国土交通省下水道部下水道事業課まで相談されたい。

3. 汚泥有効利用施設の新設にあたっての PPP/PFI 手法の導入原則化

(1) 対象地方公共団体

下水道事業を実施する人口 20 万人以上の地方公共団体。

(2) 対象事業

汚泥有効利用施設（消化ガス発電施設、固形燃料化施設、肥料化施設、リン回収施設、汚泥焼却廃熱利用施設、建設資材化施設等）の新設であって、当該施設の整備に際し実施する工事契約 1 件あたりの概算事業費が 10 億円以上と見込まれる事業。（ただし、平成 29 年 3 月 31 日時点で詳細設計に着手しているものを除く。）

(3) その他

これによりがたい場合は、国土交通省下水道部下水道事業課まで相談されたい。

<参考>コンセッション・統廃合に係る検討と報告の時期について

年度	検討・報告時期
○年度以前	<u>コンセッション・統廃合の検討</u> (事業計画、中期ビジョン策定・改定時等)
○年度	改築基本設計 <u>コンセッション・統廃合の検討</u> (以前の検討結果を活用可能)
○年度末	検討結果の報告
○+1 年度	改築詳細設計
○+2 年度	改築工事

資料編 6 地域バイオマスの利活用に関する報告事例一覧

地域バイオマスの利活用に関する報告事例一覧

表題	雑誌・報告書名	年次	著者・発行元
河川事業等に由来するバイオマスの下水処理場内利用に関する研究	平成29年度下水道関係調査研究年次報告書集	2018年（平成30年）8月	国立研究開発法人 土木研究所
水草と下水汚泥の混合嫌気性消化に関する基礎的研究	第54回 下水道研究発表会講演集	2017年（平成29年）7月	岡安 祐司、山崎 廉予、植松 龍二
刈草の有効利用方法検討のための温室効果ガス排出量の算定に関する研究	土木研究所資料 第4356号	2017年（平成29年）3月	国立研究開発法人 土木研究所
バイオマス利活用事業の先行事例	下水処理場における地域バイオマス利活用マニュアル 資料編	2017年（平成29年）3月	国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
下水汚泥、稲わら、刈草などからのバイオガス生成と利用	日本エネルギー学会機関誌	2017年（平成29年）	姫野 修司、小松 俊哉
流域における下水処理場の物質・エネルギー循環ポテンシャルに関する研究	環境工学研究論文集 第54巻	2017年（平成29年）	福嶋 俊貴
下水汚泥と刈草の混合嫌気性消化特性	環境工学研究論文集 第52巻	2015年（平成27年）	竹田 悠人、栗田 雄佑、小松 俊哉、姫野 修司
下水処理場の地域における物質・エネルギー循環拠点化に関する研究	環境工学研究論文集 第52巻	2015年（平成27年）	福嶋 俊貴
既設下水処理場への複合バイオマスの受入れと混合消化の取組み	第23回廃棄物資源循環学会研究発表会	2012年（平成24年）	八村 幸一、塩山 欣春、阿部 芳久、菅野 一敏