

せせらぎプラントの開発

1. 研究目的

1.1 はじめに

都市生活のアメニティの必要性が叫ばれ、快適な水と緑の豊かな環境づくりへの関心が高まっている。

最近、下水処理場では、その上部空間や敷地を利用して緑化修景を図り、人々の憩いの場とするところが多くなってきている。

また、処理水を有効活用することにより、従来の下水道施設の機能に更に新しい機能を付加することによって、人々の生活をより「アメニティ（快適）」なものにすることを目的とした「アメニティ下水道」も実施されている。これは、都市化の進展や産業の発達等により水質が悪化したり、流量が減少している都市内の水路に処理水を導入することにより、オープン水路のせせらぎを回復させようとするものである。

『せせらぎプラント』は、これら潤いのある街づくりを創造するための最新技術を用いた超小型下水処理施設である。財団法人 下水道新技術推進機構では、『せせらぎプラント』の実用化のために、今年度は、処理水量 $2,000 \text{ m}^3/\text{d}$ と $4,000 \text{ m}^3/\text{d}$ の2種類の好気性ろ床型の処理施設について研究開発し、標準設計を行った。

1.2 目的

都市部の下水道整備が進んだ地域では、下水処理場から高度処理した下水を送水して、せせらぎや噴

水、滝等に活用しているところが多い。

しかし、都心部や下水処理場から遠く離れた地域等で、処理場に新たな高度処理施設を設けたり、送水管を敷設する等して処理水を遠方に供給することは、経済性、維持管理上から実施し難い状況にある。

そこで本機構では、下水道の幹線や途中のポンプ場に設置経費が安く済む小規模な処理施設『せせらぎプラント』を設置し、市街地でも高度処理ができるようにして、そこから清流を使用する場所へ、処理水を供給できるシステムの開発を行ったものである。

2. 研究内容

2.1 技術の概要

下水道の幹線またはポンプ場から生下水を一定量取水し、近傍の『せせらぎプラント』へ送る。

『せせらぎプラント』はパッケージ型の高度処理施設であり、処理水はここから目的地に送水ポンプで送られる。

高度処理後残った下水汚泥は、系外に排出されることなく、再び下水道の幹線に戻して流下させる。

すなわち、下水汚泥処理等はすべて下流のバックアップ施設である下水処理場が肩代わりすることになる。今回開発した2種類の標準型『せせらぎプラント』は、 400 m^2 程度の敷地に1つの構造物として納まるパッケージ型となるように、出来るだけ小型化・単純化を行った。よって構造物の中は、設備機

器が3階層の立体配置になっている。

処理水質は流入水質により多少変化するが、BOD 5 mg/l, SS 5 mg/l, 以下を目標にしている。

運転は原則的には無人運転であるが、保守・管理は、月に1回程度の巡回点検を考え、また、警報による遠隔管理方式も採用できる。さらに、設置場所が市街地で住宅の近くの場合を考慮して、臭気、騒音等の2次公害の発生のないプラントとした。

『せせらぎプラント』の概念図を図2.1に、イメージ図を図2.2に示す。

2.2 特徴と使用例

『せせらぎプラント』の特徴は、次の通りである。

- (1) コンパクト
- (2) 高い処理機能
- (3) 省エネルギー
- (4) 無人運転
- (5) し渣や汚泥が発生しない

本プラントで処理された水は、次のような目的に利用できる。

- (1) 修景用せせらぎ用水
公園・遊歩道・広場等のせせらぎ水路、池、噴水、滝等の水源として利用。再循環の使用も可。

- (2) 浄化用水
藻等が繁殖して汚濁した池や堀等の補給用水または、循環浄化に利用。
- (3) 河川清流復活用水
汚濁した河川への放流により、浄化を図り、悪臭の発生を防ぎ、清流を復活させる。
- (4) 河川維持用水
都市化によって水量の減った河川への放流により、水量を確保する。
- (5) トイレ用水
業務用ビル等が集中する地域では、ビルの水洗トイレ用水として、効率的に利用が可能。
- (6) ポンプ場では、モータ・エンジン・減速機等の冷却水、ポンプ軸受け潤滑水、除塵機・床等の洗浄水等多目的に利用できる。
- (7) 樹木等散水用水
公園、街路等の樹木、園芸用草花の散水用水として利用。
- (8) 道路の洗浄用水
夜間等に行う幹線道路の清掃・洗浄作業に使用する水として給水車に積み込み利用。
- (9) 路面の冷却散水用水
夏期には舗装された路面が直射日光で焼け、市街地全体がヒートアイランド現象になるため、

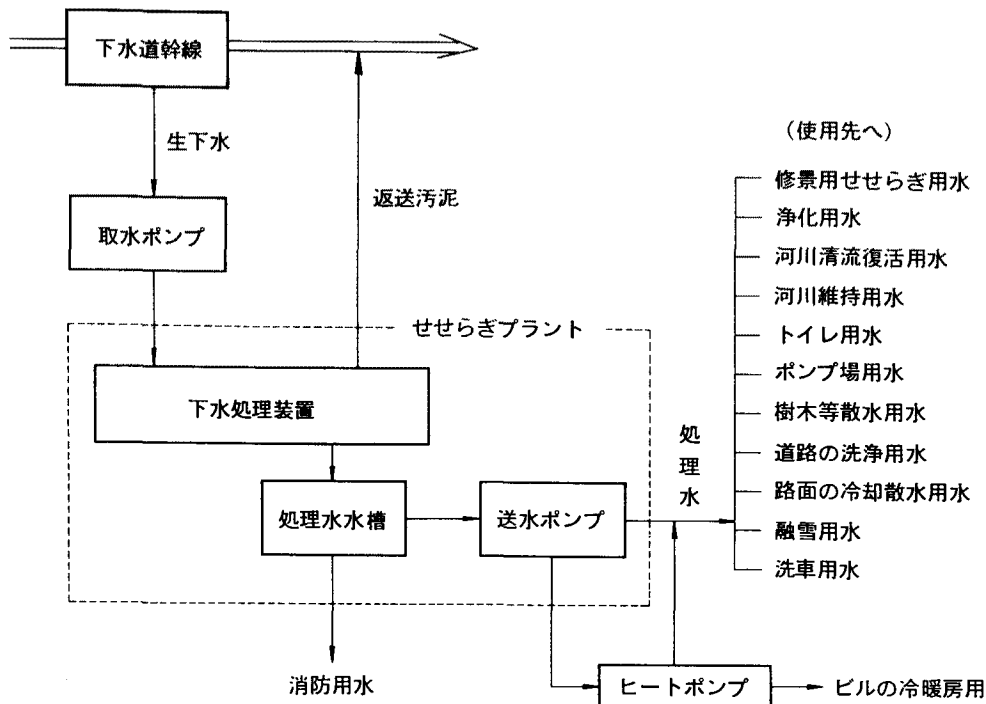


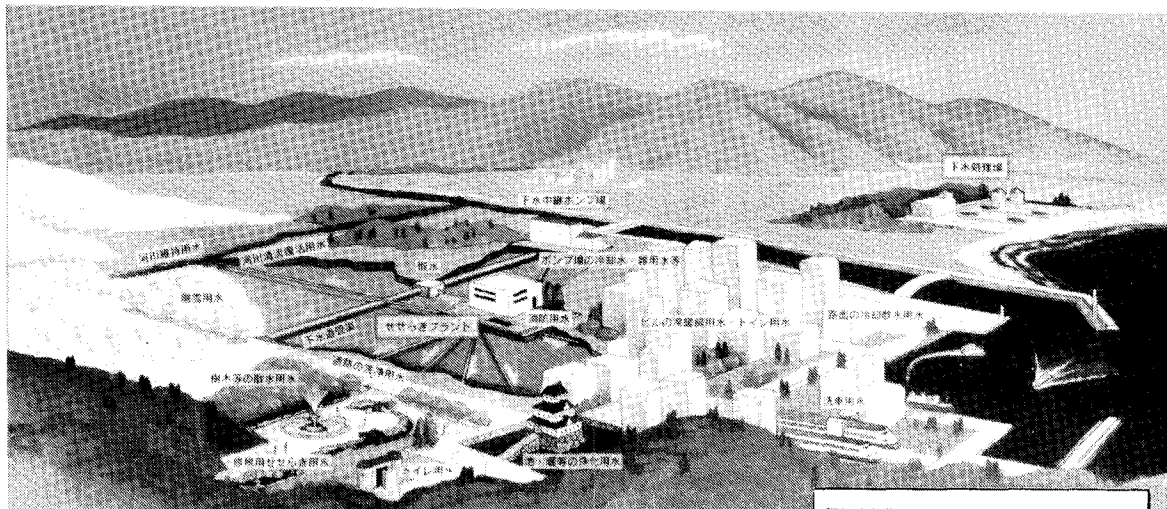
図2.1 「せせらぎプラント」概念図



水と緑の街づくり

最近、私たちの暮らしが豊かになるにつれ、周辺の環境についての関心が高まってきました。街の中に清流が流れ、緑豊かな環境を創ることが各地で試みられています。そのための有効な水源として、下水処理場の処理水が注目されています。

『せせらぎプラント』は、うるおいのある街づくりを創造するための最新の技術を用いた超小型下水処理施設です。財団法人下水道新技術推進機構は、『せせらぎプラント』の実用化のための研究をすすめています。



■特徴

- 超小型
- 高度処理
- 省エネルギー
- 無人運転
- 周辺環境と調和

- 供給水量 2,000m³/日～4,000m³/日
- 目標水質 SS 5mg/l
BOD 5mg/l
- 処理施設 パッケージ型（各種装置を立体化）
設置面積≒400m²

図2.2 『せせらぎプラント』イメージ図

路面の散水冷却水として利用。

(10) 融雪用水

積雪地帯の市街地街路の融雪用散水として、下水の持つ熱量を利用する。

(11) 洗車用水

鉄道車両、バス、清掃車、トラック等の基地において洗車用水として利用。

(12) 消防用水

『せせらぎプラント』には、処理水を一時貯留する水槽が設置されており、緊急時の消防用水として活用できる。

(13) ビルの冷暖房用水

下水の水温は、年間を通して気温程変化が無いため、処理水を利用してヒートポンプにて熱回収・放熱を行いビルの冷暖房に使用する。

生下水に比べ熱交換器が固形物等で汚れないメリットがある。

3.2 水質

本プラントでの処理水質目標値を表3.1に示す。

表3.1 処理水質目標値

	BOD	SS	T-N	大腸菌群数
原水 (推測値)	150mg/l	150mg/l	35mg/l	——
処理水 (目標値)	5mg/l以下	5mg/l以下	20mg/l *1	10個/ml以下

*1: NH₄-Nは8mg/l以下

3.3 標準処理フロー

本プラントの標準処理フローを図3.1に示す。

3.4 処理設備

本プラントの処理設備は主に次の機器で構成されている。

(1) 破碎機

後段の処理を円滑に行うために生下水中のし渣分を破碎する。

(2) 高速ろ過

SS捕捉量の大きいろ過方法を採用し、高速(200m/d)にてろ過を行う。

(3) 好気性ろ床(二次処理)

槽内に充填されたろ材の表面に付着した生物

3. 研究結果

3.1 標準処理水量

本プラントの標準処理水量は、

- (a) 2,000m³/d
- (b) 4,000m³/d

の2種類とする。

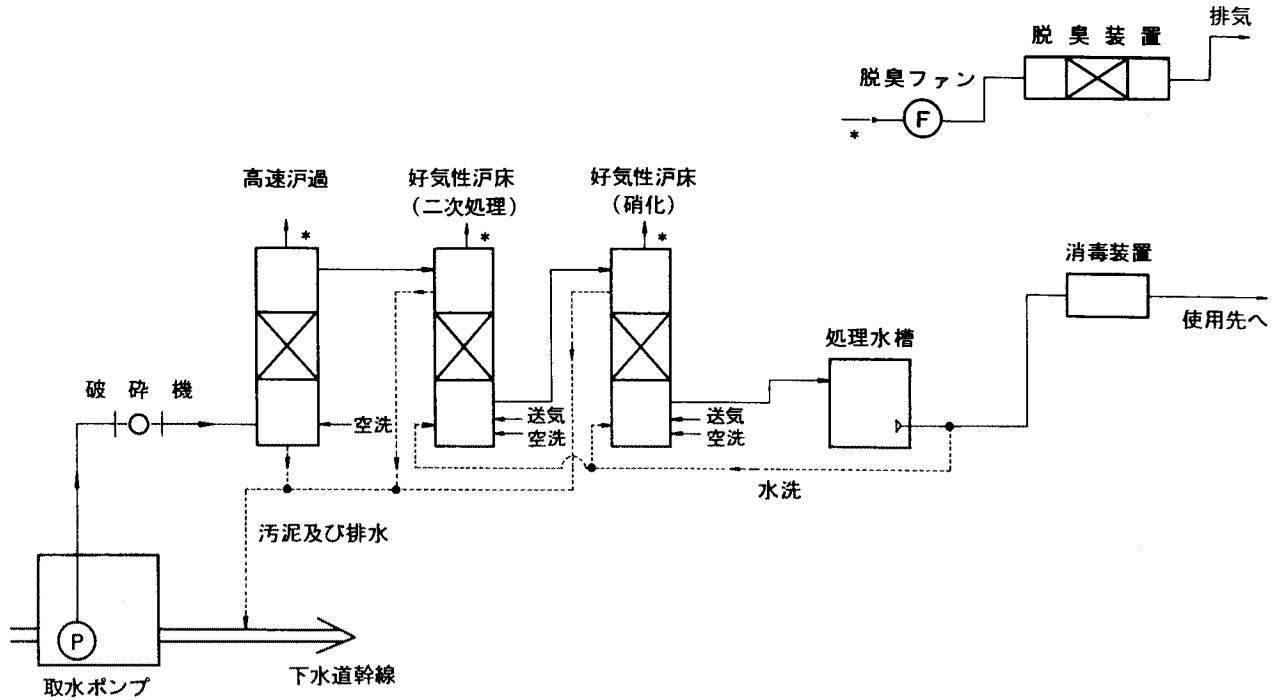


図3.1 「せせらぎプラント」標準処理フロー

膜により、汚水の浄化及びろ過を行う。

(4) 好気性ろ床 (硝化)

槽内に充填されたろ材の表面に付着した生物膜により、アンモニア性窒素を硝化し、極力無害な状態にする。

(5) 消毒装置

処理水を使用目的に送水する際、紫外線による消毒を行う。

(6) 脱臭装置

処理設備から発生する臭気を、活性炭吸着塔で脱臭する。

3.5 その他の仕様

- (1) 無人運転を原則とし、警報による遠隔管理も採用できる方式とする。
- (2) 高速ろ過及び好気性ろ床からの汚泥、排水は、元の幹線に戻す。
- (3) 幹線からの生下水取出し部は、それぞれの立地状況による。
- (4) 処理施設からの騒音及び排出臭気は、敷地境界において、騒音はA類型、臭気強度は2.5を原則とする。

3.6 処理施設の設計諸元

処理施設の設計計算結果を表3.2に示す。

表3.2 処理施設の設計諸元

標準処理水量		2,000 m ³ /d	4,000 m ³ /d	
高速ろ過	ろ速	m/d	200	200
	ろ過面積	m ²	13.2	26.7
	空洗空気量	m ³ /分	9.9	20.0
	充填高	m	2	2
	処理目標水質	mg/l	SS 40 BOD 90	SS 40 BOD 90
好気性ろ床①・2次処理	ろ速	m/d	50	50
	ろ過面積	m ²	53.3	106.0
	送気量	m ³ /分	4.33	8.67
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
好気性ろ床②・硝化目的	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
その他の機器	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
	ろ過	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量	m ³ /分	0.27	0.54
	逆洗水量(1池)	m ³ /分	5.55	11.0
	逆洗空気量(1池)	m ³ /分	6.66	13.2
処理水槽	ろ速	m/d	100	100
	ろ過面積	m ²	26.6	52.9
	送気量			

3.7 建設費と処理コスト

処理施設の建設費と処理コストについて試算した結果を表3.3、表3.4に示す。

表3.3 建設費

標準処理水量		2,000m ³ /d	4,000m ³ /d
建設費	百万円	1,130.0	1,630.0
処理水当たりの建設単価	万円/m ³	56.5	40.8

注記：建設費は概算工事費を示す。

表3.4 処理コスト

標準処理水量		2,000m ³ /d	4,000m ³ /d
原価償却費	円/m ³	62.9	46.5
維持管理費	円/m ³	15.8	12.5
処理コスト	円/m ³	78.7	59.0

注記：(a)原価償却費は、機械・電気15年、土建50年として金利負担なしで計算。

4. まとめ

下水道普及率の向上とともに、下水の量は年々増加する一方であるが、その処理水をただ放流するだけではなく、貴重な水資源として大いに活用することも今後重要な課題である。

『せせらぎプラント』はその水再利用の1つの方策として、財団法人 下水道新技術推進機構において研究開発を行ったもので、その初年度として、「好気性ろ床型・せせらぎプラント」パッケージモデル2種類について、計画・設計書、標準図面、仕様書類等を完成させた。

処理水のコストは、m³当たり100円を大幅に下回っており、水道・下水道料金の600円強（東京都の場合）と較べても、用途によっては遥かに経済的である。

平成6年度からは、これら研究開発の成果を踏まえ実施施設の建設を行うと共に、さらに、他の処理方式によるせせらぎプラントの研究開発も行う予定である。

● この研究に関する問い合わせは

研究第二部長

藤田 昌一

技術部主任研究員

間野 昭

研究第一部主任研究員

黒田 秀男