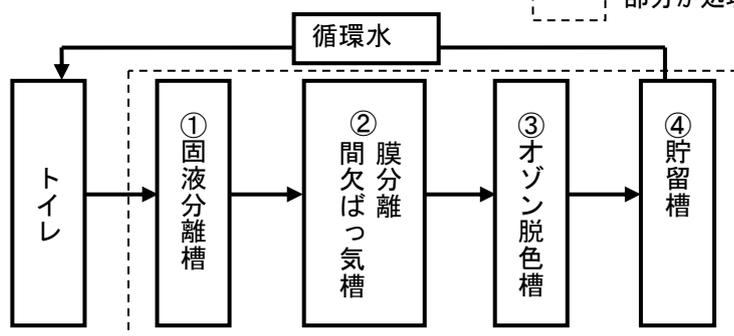


試験結果報告書の概要

し尿処理方式*1)	生物処理方式
実証機関	特定非営利活動法人山のECHO
実証申請者/環境技術開発者	ニッコー株式会社
技術名	自己処理型し尿処理システム「循環王」

注*1)実証試験要領で定義したし尿処理方式の分類名称を記載。

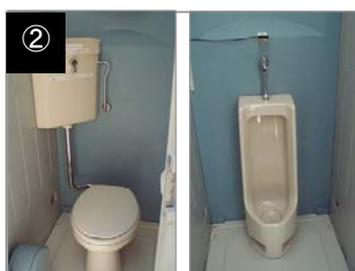
(1)実証装置の概要

<p>装置の特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 膜分離とオゾン処理により、トイレ排水を衛生的な処理水にし、その水をトイレ洗浄水として再利用するコンパクトな装置である。膜には $0.4\mu\text{m}$ の小さい孔が開いており、膜分離により、浮遊物質や大腸菌群を除去することができ、さらにオゾン処理することで脱色・殺菌・脱臭が可能である。 ○ 利用者の累積に伴う余剰水は貯留槽に溜め、清掃後の張り水として用いることが可能で、水の確保が困難な地域でも一定量の初期水を投入すれば、その後水を補給することなく使用可能である。
<p>し尿処理フローおよび解説</p>	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> 部分が処理装置 </div>  <ol style="list-style-type: none"> ① 固液分離槽では、重力分離とろ材により固形物を取り除く。槽上部を流量調整部としており、利用が集中した場合でも一時的にトイレ排水を貯留し、少量ずつ膜分離間欠ばっ気槽へ移送することで、膜分離間欠ばっ気槽、オゾン脱色槽に対する負荷を平準化している。 ② 膜分離間欠ばっ気槽では、多数の管状膜からなる膜分離装置が浸漬されており、活性汚泥によって汚水中の有機物が酸化分解されるとともに、膜分離装置によって活性汚泥と処理水が分離される。 ③ オゾン脱色槽では、オゾンを多孔質散気管を介して水中に散気することにより処理水を脱色している。 ④ 貯留槽内の水は、トイレの洗浄水として再利用される。

(2) 実証試験の概要

① 実証試験場所の概要

設置場所	埼玉県秩父郡長瀬町長瀬 1766-1 宝登山ロープウェイ駅
山岳名	(山域名: —)(山岳名: 宝登山)(標高: 212.7m(宝登山麓))
トイレ供用開始日(既設のみ)	—
トイレ利用期間	(<u>通年利用</u> ・シーズンのみ利用)



①トイレ外観 ②トイレ室内 ③地上設置された処理装置の外観 ④膜分離間欠ばっ気槽
⑤オゾン脱色槽(オゾン発生器運転変更以前) ⑥オゾン脱色槽(オゾン発生器運転変更後)

② 実証装置の仕様および処理能力

項目	仕様および処理能力	
装置名称	名称: 循環王 (型式: JT-1)	
設置面積	(7.11 m ²) (W: 2,540mm × D: 2,800mm) ※処理装置の設置面積とする。	
便器数	男(小1)、女(洋2)	
処理能力等 (設計・仕様)	利用回数	(平常時: 50 回/日)(利用集中時: 100 回/日)
	水質等	(BOD5mg/L 以下、SS5mg/L 以下、大腸菌群数; 10 個/cm ³ 以下)
	必要水量	(初期水量: 2.5 m ³)(補充水量: —m ³)
	必要電力	(必要電力: 8kWh/日)
	必要燃料	(種類: —)(使用量: —)
	必要資材	(種類: 活性汚泥)(使用量: 0.7 m ³ (MLSS濃度が 5,000mg/Lの場合))
	稼働可能な気温	(-5°C以上)
	専門管理頻度	(4 回/年)
	搬出が必要な発生物	(発生物の種類: 余剰水、汚泥) (発生物の量と頻度: 使用頻度による) (最終処分方法: し尿処理場で処理)

(3) 実証試験結果

①稼働条件・状況

項目	実証結果
実証試験期間	(試験期間:平成18年10月17日～平成19年7月12日(269日間)) (越冬期間: 通年利用のためなし)
利用状況	(利用者数合計:11,323回(269日間)) (集中時:最高:264回/日、平均:87.1回/日(56日間)) (平常時:最高:113回/日、平均:30.2回/日(213日間))
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い:(<input type="checkbox"/> 便槽投入・ <input type="checkbox"/> 分別回収)
気温	(最高:32.0℃、最低:-4.9℃、平均:10.9℃)
使用水量	(初期水量:2.5 m ³ 、補充水量:— m ³) (水の確保方法: <input type="checkbox"/> 上水・ <input type="checkbox"/> 雨水・ <input type="checkbox"/> 沢水・ <input type="checkbox"/> 湧水・その他())
使用電力	(設備内容:装置稼働(オゾン発生器、ブロワ、ポンプ)) (使用量:平均 6.7kWh/日(オゾン発生器運転変更前 7.0kWh/日、変更後 5.7kWh/日))
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段(<input type="checkbox"/> 車、 <input type="checkbox"/> ヘリコプター、 <input type="checkbox"/> ブルドーザー、 <input type="checkbox"/> 人力、その他())

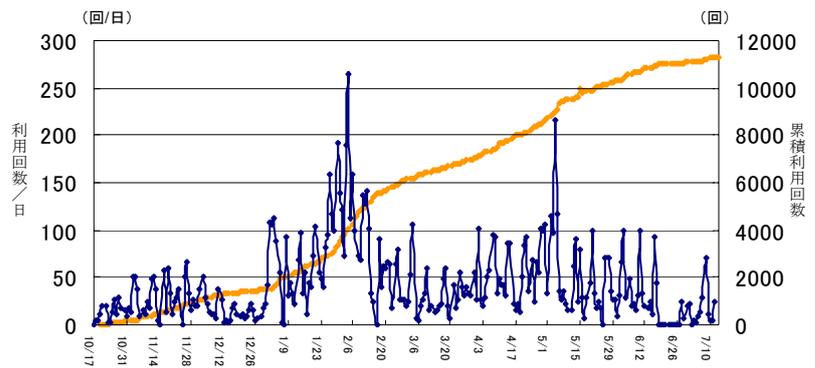
②維持管理性能

項目	実証結果
日常管理	内容:トイレ室内の点検(便器本体及び内壁・床・ドアの汚れ等、換気扇等の異音、トイレットペーパーの補充)・メーター値の記録(使用人数、電力量、循環水量、ブロワ圧力等) (作業量:1回あたりの作業 1人10分、実施頻度 毎日)
専門管理	内容:①全般的な点検事項、②水質に関する測定、③汚泥に関する測定 ④単位装置の点検、⑤膜の洗浄・交換の判断 (作業量:1回あたりの作業 2人120分、実施頻度 5回/約9ヶ月(実証期間))
開閉山対応	内容: 通年利用のため、該当せず (作業量:開山時 — 人 — 分、閉山時 — 人 — 分)
トラブル	内容:1/1 トイレ給水配管凍結のため一時給水不可 5/3-5 利用の短期集中のため、固液分離槽の満水警報作動 (対処方法:凍結は、配管ヒーターの設置により解消。警報作動は、日常管理者による利用休止措置を行い、翌日には利用可能な状態になっている。)
維持管理の作業性	○ 発生物の搬出及び処理について、固液分離槽のろ材充填部分の下にスカム等が堆積し、構造上この部分にホースを挿入することが若干難しいとの指摘があった。 ○ 清掃後の槽内の張り水に貯留槽の余剰水を使用した。使用回数によっては余剰水が足りない恐れがある。また、槽内水の Cl ⁻ 等塩類の蓄積に伴う処理機能への影響やスケールの発生について注意が必要である。
マニュアルの信頼性	○ 日常管理においては、特に複雑な作業はなく、内容・情報量ともに適当であった。これに対し、専門管理については、ニッコー小規模浄化槽 MB 型維持管理要領書を基に判断すると、内容については適当であるが、本装置の維持管理マニュアルとしては情報量が少ないと感じられた。 ○ 今後は、「循環王」の維持管理マニュアルを作成することが必要である。

利用者数および維持管理状況グラフ

試験期間における利用回数は平均 45 回/日、利用回数の最大は 264 回/日であった。

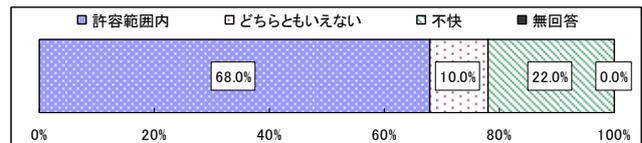
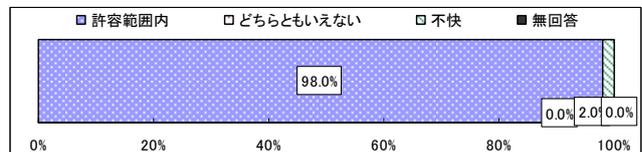
- 12月9日 使用回数 50 回/日の制限を 100 回/日に変更
- 5月2日 オゾン発生器の稼働を 18:00~8:00 のみに変更。使用回数の上限を解除
- 5月29日 ばっ気の間欠運転方法を変更



③室内環境

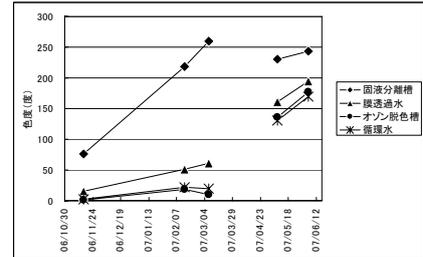
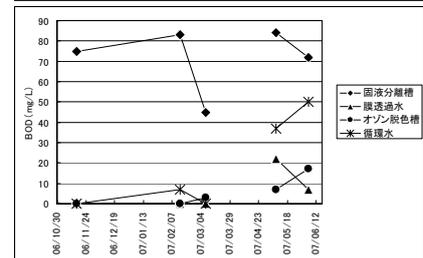
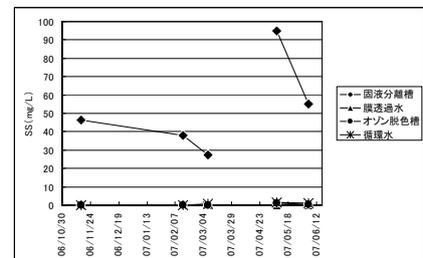
(アンケート実施日:2007/5/5)

- トイレ室内臭気: 回答者のほぼ全員が「許容範囲内である」と回答した。「不快」との回答もあるが、既設の汲み取り式トイレの影響を受けたためと思われる。
- 水の色や濁り: 22%の回答者が「不快」と回答した。この時点での透視度は 100cm 以上となっているため、濁りではなく、オゾン発生器の運転方法の変更に起因する水の着色が原因と思われる。



④処理性能

- 本実証試験期間において、循環水の水質はトイレの機能・衛生面で洗浄水として問題のない水質であった。
- 膜透過水、オゾン脱色槽、循環水の SS、大腸菌群はほぼ完全に除去されていた。
- BOD はオゾン発生装置の運転変更後、硝化率が低下し、NH₄-N、NO₂-N が多量に残存し、N-BOD の影響が出たが、ATU-BOD (C-BOD) は 5mg/L 以下であり、循環水の性能提示値を満足した。
- 色度については、固液分離槽は日数の経過に伴い上昇している。膜透過水は、オゾン発生器の運転変更前の 3 月データでは良好な値となっている(写真:(2)-①-⑤)が、オゾン発生器の運転を変更した後は、利用回数の増加により脱色しきれず、色度が増加する傾向が認められた(写真:(2)-①-⑥)。
- 固液分離槽の流量調整機能について、処理能力内の使用であれば、トイレ排水を一時的に貯留でき、膜分離間欠ばっ気槽、オゾン脱色槽への負荷を平準化するという機能が有効に働いていたと推察された。
- 膜の薬液(次亜塩素酸)洗浄を実施した結果、透過流束の回復が確認された。



⑤コスト	
建設	総事業費(8,750 千円) ※し尿処理装置は地上設置である。
	内、し尿処理装置(約5,000千円)
維持管理	合計(169 千円/約 9 ヶ月(実証期間)) (①~⑥の合計)
	①廃棄物処理費(18 千円) (1.4m ³ 汲み取り代)
	②燃 料 費(41 千円) (商用電力の使用量累積 1785.77kWh)
	③専 門 管 理 費(75 千円) (5 回実施)
	④消 耗 品 費(0 千円)
	⑤トラブル対応費(35 千円)
⑥そ の 他(0 千円)	

(4)本装置導入に向けた留意点

①設置条件に関する留意点

- 処理装置内部の水が凍結した場合、膜の破損を生じる可能性があるため、閉山時には十分に洗浄した後、乾燥させずに凍結させない条件下で保管する等の対応が必要である。
- 通常は処理装置を埋設するため、一定規模の掘削を行う必要がある。
- 搬入路が整備されているか否かによって資材の搬入、施工に要する費用、日数、人員を左右するので、導入にあたって工期や費用面の十分な検討が必要である。

②設計、運転・維持管理に関する留意点

- 使用のピークに対応するため、流量調整部の容量の設定や流量調整水量の調整が必要であり、ばっ気時間、オゾン発生装置の運転時間の変更が容易な設計とすることが必要である。一方、滞留時間の確保のため、1 回あたりの洗浄水量を減量化することは有効な方法である。
- オゾン脱色槽における気液接触効率、オゾンの溶解効率を高める工夫が必要である。
- 膜分離機能は固液分離槽における分離効果に影響され、日数の経過による活性汚泥の性状の変化、濃度の変化に伴い透過流速が低下することになるので注意が必要である。
- 膜洗浄において、NO₂-N の蓄積が多い貯留槽内水を用いて薬液を希釈調整すると、薬液を消費してしまうおそれがある。また、膜面に塩類が沈着した場合、シュウ酸やクエン酸等による洗浄も必要になる。
- 硝化を促進させる運転を行うことによって臭気抑制、オゾンの効果(脱色)を促進させることが可能になる。

(5)課題と期待

- 膜分離活性汚泥法とオゾン脱色の組み合わせであり、循環水の衛生学的安全性は担保されている。
- 脱色性能と排オゾン対策、硝化促進と臭気発生の関係等、装置上及び維持管理上の課題が残されている。
- 膜分離装置の経年変化に伴う膜の交換時期、薬液洗浄時期の判断と方法も十分に明確とはいえない。
- 専門的管理は高度な専門的知識が必要なため、これら技術者の養成にも支援策を検討する必要がある。
- 具体的な管理内容を詳述した日常管理者用の管理要領書やチェックシート、専門管理者向けの維持管理要領書、状況判断、対処法等を記したマニュアルのより一層の充実が必要である。

(参考情報)

このページに示された情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 製品データ

項目		環境技術開発者記入欄			
名称／型式		自己処理型し尿処理システム「循環王」／JT-1			
し尿処理方式		生物処理方式			
製造(販売)企業名		ニッコー株式会社			
連絡先	TEL/FAX	048-554-3132／048-550-1034			
	WEB アドレス	http://www.nikko-company.co.jp/			
	E-mail	h.okitsu@nikko-company.co.jp			
サイズ・重量		固液分離槽・膜分離間欠ばっ気槽 (幅 1120mm × 長 2800mm × 高 1600mm)・(180kg) オゾン脱色槽・貯留槽 (幅 1120mm × 長 2800mm × 高 1600mm)・(180kg)			
設置に要する期間		約 3 日 (処理装置設置のみ)			
実証対象機器寿命		処理装置躯体 (FRP 部) 約 30 年 膜モジュール約 5 年 ポンプなどの機器類 約 5 年 (適切な使用、維持管理が行われていることを前提とします。)			
コスト概算(円)※		費目	単価	数量	計
イニシャルコスト	処理装置	5,000,000 円	1	5,000,000 円	
	標準工事費	1,000,000 円	1	1,000,000 円	
	合計			6,000,000 円	
ランニングコスト	保守管理費	15,000 円	4 回/年	60,000 円	
	膜モジュール	100,000 円	1 回/5 年	20,000 円	
	合計			80,000 円	
※コスト概算の前提条件は以下のとおりとします。 トイレ利用の平均は 50 回/日とします。 イニシャルコストには、運搬費、トイレ建物、機械室、汚水流入管接続、トイレ給水管接続工事、電気一次側工事、試運転調整費は含まれていません。 ランニングコストには、電気料金、清掃費、消耗品代、交換用の機器類費用は含まれていません。					

○ その他メーカーからの情報

「循環王」は、トイレ排水を高度に処理し、その処理水をトイレ洗浄水に再利用する処理フローがシンプルなシステムで、下記の特徴があります。

- ・固液分離槽、膜分離間欠ばっ気槽は、国土交通大臣認定の「膜分離型浄化槽」を基本構造としており、三次処理槽が不要で、省スペースで設置できます。
- ・洗浄水に大腸菌群を含まないため衛生的であり、トイレ利用者に快適な水洗トイレが提供できます。
- ・流量調整機能がついているので、処理性能が安定しています。
- ・膜分離装置は軽量かつコンパクトなので、メンテナンスが容易です。

環境技術実証モデル事業

山岳トイレ技術分野

山岳トイレし尿処理技術 実証試験結果報告書

平成19年8月

実証機関：特定非営利活動法人 山のECHO

環境技術開発者：ニッコー株式会社

技術・製品の名称：流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術

自己処理型し尿処理システム「循環王」

（生物処理方式）

目 次

1.趣旨と目的	1
2.実証試験の概要.....	1
3.実証試験実施場所	2
3-1.実施場所の概要	2
3-2 実施場所の諸条件.....	3
4.実証装置の概要.....	4
4-1.実証技術の特徴と処理フロー	4
4-2.実証装置の仕様	9
4-3.実証装置の設置方法	10
4-4.実証装置の運転・維持管理方法	10
4-5.実証装置の条件設定	10
5.実証試験方法	11
5-1.実証試験の実施体制	11
5-2.役割分担	12
5-3.実証試験期間	16
5-4.実証試験項目	16
5-5.稼働条件・状況.....	17
5-6.維持管理性能	18
5-7.室内環境	18
5-8 周辺環境への影響	19
5-9 処理性能	19
6.実証試験結果及び考察.....	24
6-1.稼働条件・状況.....	24
6-2.現場測定結果	38
6-3.水質分析結果	45
6-4.使用回数と各項目の関係	53
6-5.処理性能のまとめ.....	64
6-6.試験結果の全体的まとめ.....	65
7. 本装置導入に向けた留意点.....	67
8. 課題と期待.....	70

1.趣旨と目的

「環境技術実証モデル事業」は、平成15年度より環境省の新規事業として始まった。本実証試験は、山岳トイレし尿処理技術のうち、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業である。ここでは、山岳トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立を図るとともに、山岳地などの自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的とする。

実証機関としては、地方公共団体、公益法人、及び特定非営利活動法人が対象となっている。NPO法人山のECHO（以下、「山のECHO」という）は、平成18年度及び19年度の実証機関として試験を実施した。

本技術のように水洗トイレでありながら、周辺に放流しないクローズドタイプの技術は、今回のような山麓地域に限らず、今後は海岸や離島、湖沼などの自然観光地域を中心に普及していくことが期待される。そのためには、設置後も長期間にわたり安定して性能を発揮することが求められる。本実証試験の結果を広く情報公開することで、これら技術の普及および適正な維持管理の徹底につながることを期待したい。

2.実証試験の概要

実証試験の概要を表2に示す。

表2 実証試験概要

項目	内容
実証試験期間	平成18年10月17日～19年7月12日
実証試験場所	埼玉県秩父郡長瀬町 宝登山ロープウェイ山麓駅 〒369-1305 埼玉県秩父郡長瀬町長瀬 1766-1 TEL:0494-66-0258 FAX:0494-66-3421
実証機関	特定非営利活動法人(NPO法人) 山のECHO 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-11-7 第2文成ビル 3F TEL:03-3580-7179 FAX:03-3580-7176
実証申請者	ニッコー株式会社 〒361-8585 埼玉県行田市藤原町 1-21-1 TEL:048-554-3132 FAX:048-550-1034
実証対象装置 (し尿処理方式)	自己処理型し尿処理システム「循環王」 (生物処理方式)

3.実証試験実施場所

3-1.実施場所の概要

宝登山ロープウェイ山麓駅は、秩父鉄道長瀨駅から約1km、標高 212.7mにある。宝登山の山頂には梅百花園、宝登山動物園やロウバイ園があり、1月～2月にはロウバイの見物に、また、ゴールデンウィークにも多くの観光客が訪れる。

実証対象となるトイレ名称および所在地、設置主体を以下に示す。

- (1) トイレ名称：(仮称) 宝登山ロープウェイ山麓駅仮設トイレ
- (2) 所在地：埼玉県秩父郡長瀨町長瀨 1766-1 (図 3-1)
- (3) 設置主体：ニッコー株式会社



図 3-1 宝登山ロープウェイ山麓駅仮設トイレへのルートと周辺環境

3-2.実施場所の諸条件

以下に宝登山ロープウェイ山麓駅周辺の自然・社会条件を示す。

- ①標 高：212.7m（宝登山麓）
- ②所 在 地：埼玉県秩父郡長瀬町長瀬 1766-1
- ③気 温：表 3-2 のとおり。（平均 12.8℃、最高 30.5℃（8月）、最低-4.8℃（1月））
- ④平年降水量：1262.3mm/年
- ⑤平年積雪量：59cm/年
- ⑥商 用 電 源：有り
- ⑦ 水 ：有り（水道水）
- ⑧宝登山ロープウェイ山麓駅の利用者数：平成 17 年度乗降客 約 35 万人/年

平成17年度ピーク 約15万人（1,2月合計）

表 3-2 秩父市の平均気温、最高・最低気温の平均(1971-2000) (°C)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均気温	1.3	2.1	5.7	11.8	16.6	20.2	23.8	25.0	20.7	14.6	8.5	3.4
最高気温	8.8	9.2	12.4	18.5	22.9	25.1	28.9	30.5	25.4	20.3	15.5	11.3
最低気温	-4.8	-3.9	-0.3	5.6	10.6	15.9	19.7	20.9	17.0	9.9	3.0	-2.7

(秩父地方气象台提供)

4.実証装置の概要

4-1.実証技術の特徴と処理フロー

(1)実証対象となる処理方式の一般的特徴と技術概要

生物処理には好気性処理と嫌気性処理があり、好気性処理は活性汚泥法や生物膜法等、嫌気性処理は消化法や生物膜法等がある。また、固液分離にはスクリーニング、沈殿方式、ろ過方式、膜分離方式などがあり、後者ほど処理水は良好となるが、設備管理に専門性が必要となる。

ここでの生物処理循環方式は、汚水を微生物等を用いて浄化するとともに、膜分離を行い、その処理水を洗浄水として再利用する方式である。使用回数に応じて汚泥や汚水等が蓄積するため、増加分を部分的に引き抜く必要があり、工程水を循環、ばっ気するためなどに電力が必要となる。

便器の洗浄方式は一般的な水洗トイレと同様に、使用ごとに洗浄水を流すタイプである。一定量の初期水を投入すれば、給水せずに使用できる。非放流式であるため、山岳地などの自然地域において汚濁負荷削減効果が期待できる。

(2)実証対象技術の特徴

本装置の技術的特徴は、膜分離とオゾン処理により、トイレ排水を清澄で衛生的な処理水にし、その水をトイレ洗浄水として再利用するところにあり、装置がコンパクトである。膜には $0.4\mu\text{m}$ の小さな孔が開いており、膜分離により浮遊物質や大腸菌群を除去することができる。さらにその透過水をオゾン処理することで、脱色・殺菌・脱臭が期待できるため、衛生的で不純物の少ない循環水を再利用することが可能になる。

また、利用者の累積に伴い余剰水が発生するが、その水を貯留する貯留槽を設けているため、清掃後の固液分離槽、膜分離間欠ばっ気槽の水張り用の水として用いることができ、山岳地などの水の確保が困難な地域でも、一定量の初期水を投入すれば、その後水を補給することなく使用可能である。

本装置の処理フロー、平・断面図、設置平面図を図 4-1-1～4-1-3 及び写真に示す。

部分が処理装置

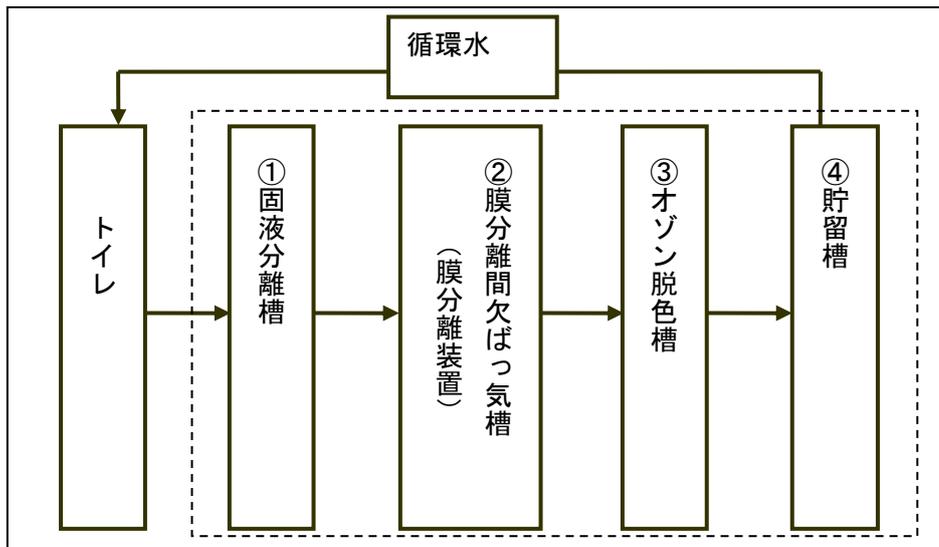


図 4-1-1 し尿処理フロー

固液分離槽 有効容量 2.141 m³

トイレからの汚水は重力分離とろ材により固形物が除かれたのち、エア駆動の移送用ポンプで膜分離間欠ばっ気槽に送られる。槽上部を流量調整部としており、利用者が集中した場合でも流入汚水を一時的に貯留し、少量ずつ膜分離間欠ばっ気槽へ移送することで、膜分離間欠ばっ気槽、オゾン脱色槽に対する負荷を平準化している。

膜分離間欠ばっ気槽 有効容量 0.885 m³

多数の管状膜からなる膜分離装置が浸漬されており、活性汚泥によって汚水中の有機物が酸化分解されるとともに、重力ろ過式の膜分離装置によって活性汚泥と処理水が分離される。ろ過された処理水はエア駆動のエアリフトポンプでオゾン脱色槽に送られる。

オゾン脱色槽 有効容量 0.655 m³

オゾンを多孔質散気管を介して水中に散気することにより処理水を脱色し、その処理水は自然移流で貯留槽に送られる。

貯留槽 有効容量 1.999 m³

貯留槽の水は、トイレの洗浄水として再利用される。

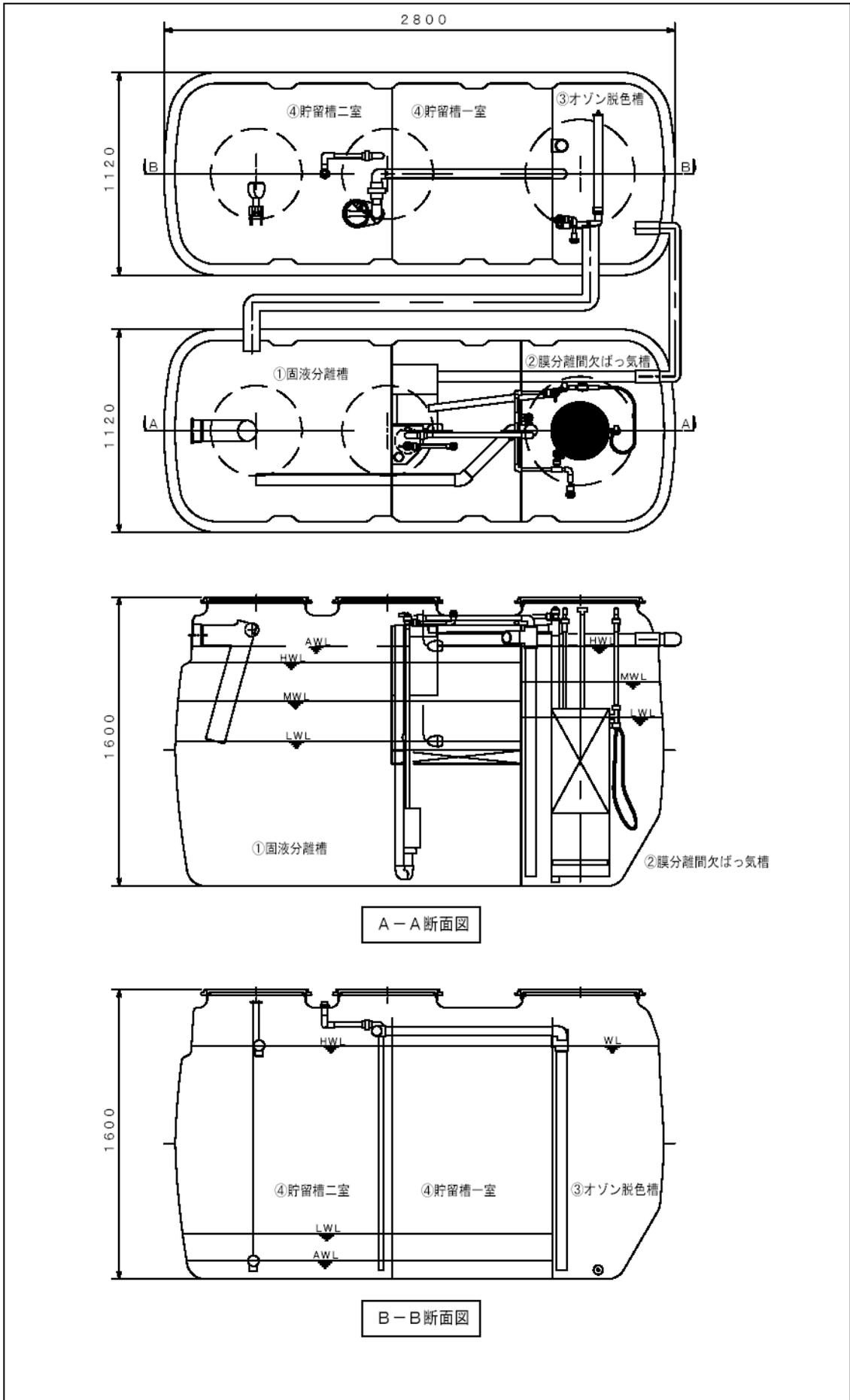


図 4-1-2 平・断面図

[実証対象技術の写真]



トイレ外観



処理装置の外観

トイレ内部



[男性用トイレ]



[個室トイレ]

[設置平面図]

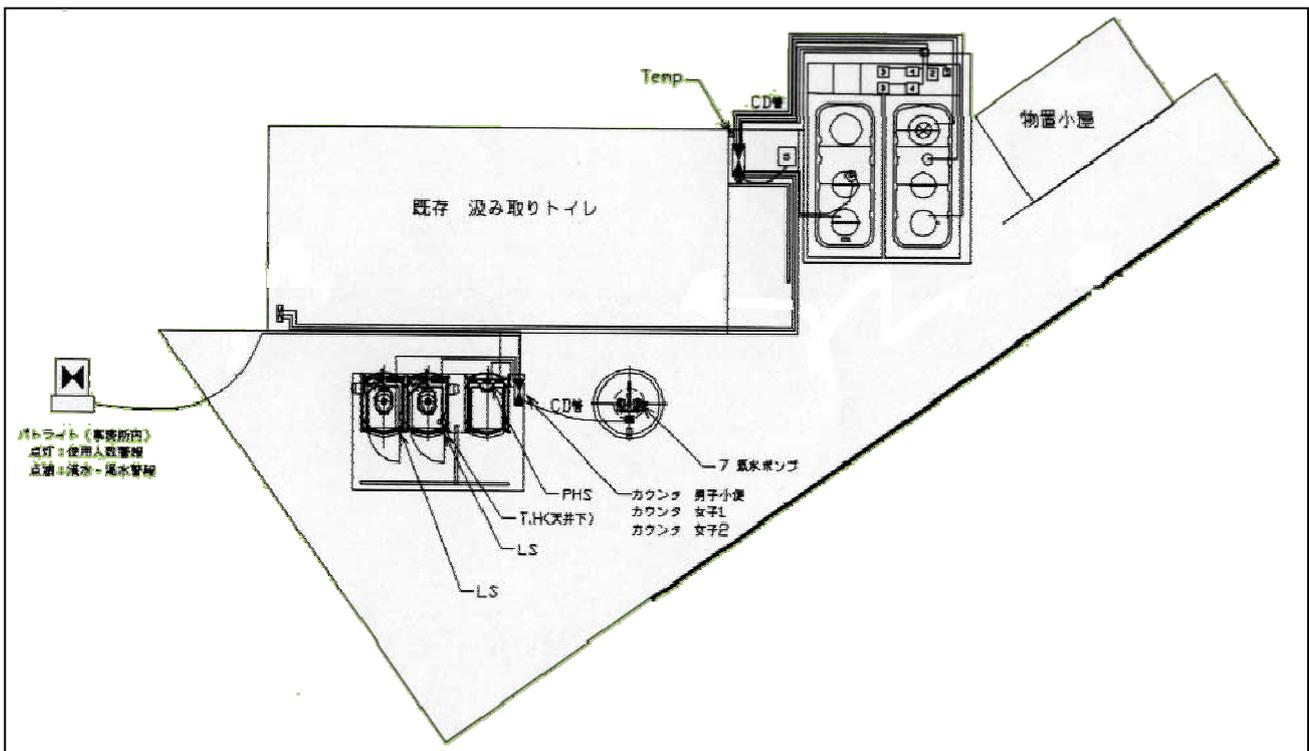
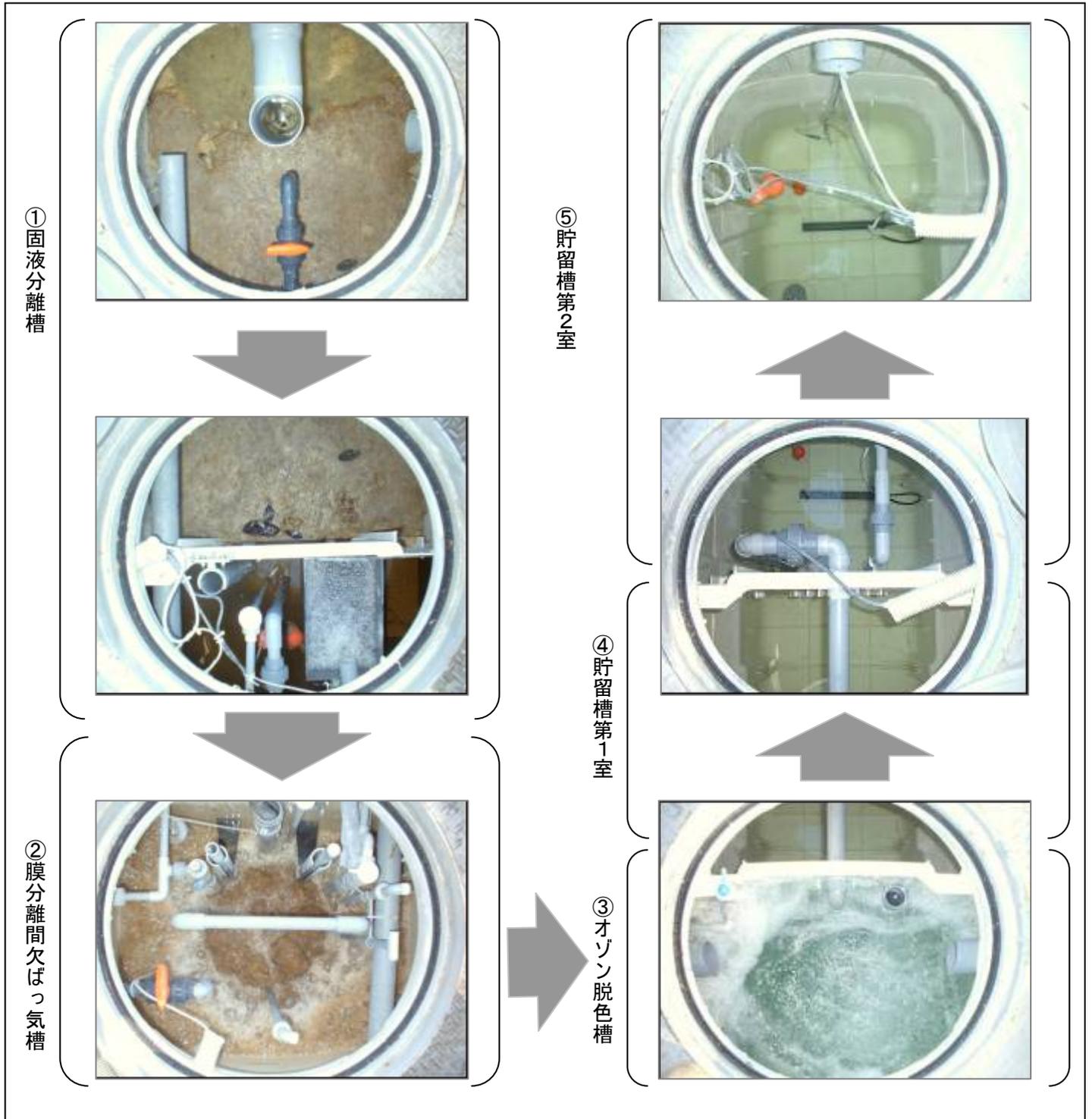


図 4-1-3 設置平面図

[処理装置の内部]



上部から見た槽内写真

4-2.実証装置の仕様

本実証装置の仕様を、表 4-2-1 に示す。

表 4-2-1 実証装置の仕様

企業名		ニッコー株式会社
技術名称		流量調整機能付膜処理によるトイレ排水の再利用技術
装置名称		自己処理型し尿処理システム「循環王」
し尿処理方式		生物処理方式
型番		JT-1
製造企業名		ニッコー株式会社
連絡先	住所	埼玉県行田市藤原町 1-21-1
	担当者	沖津 英夫
	連絡先	TEL:048-554-3132
	E-mail	h.okitsu@nikko-company.co.jp
価格(円)		約 500 万円 (処理装置のみ)
設置条件	水	初期水のみで可 (2.5 m ³)
	電気	必要 (8kWh/日)
	道路	必要
使用燃料	燃料の種類	不要
	消費量	なし
使用資材	資材の種類	活性汚泥
	投入量	0.7 m ³ (MLSS5000mg/L の場合)
温度	適正稼働が可能な気温	-5°C以上
装置タイプ		トイレと処理装置が隣接型
サイズ	隣接型の場合	W1120mm × D2800mm × H1600mm × 2 台
重量	隣接型の場合	180kg/台 × 2 台 = 360kg (処理装置のみ)
処理能力	平常時	50 回/日 (500L/日)
	利用集中時	100 回/日 (1000L/日)
	し尿原単位	0.25L/回、洗浄水を含み 10L/回とする
	水質	BOD; 5mg/L 以下 SS; 5mg/L 以下 大腸菌群数; 10 個/cm ³ 以下
最終処分方法		し尿処理汚泥として処理、処分
保証期間		処理装置 3 年、駆動部 1 年
償却期間		(耐用年数の目安: 処理装置躯体 (FRP部) 30 年。 但し、膜モジュールは 5 年)
ランニングコスト		保守点検費 (清掃等含まず): 60,000 円/年 膜交換費: 100,000 円 (5 年に 1 回)
その他 (特記事項)		固液分離槽、膜分離間欠ばつ気槽は、国土交通大臣認定を受けている (認定番号 DW1A-0055) ニッコー小規模浄化槽 MB 型を基本構造としている。

各機器の仕様を表 4-2-2 に示す。

表 4-2-2 各機器の仕様

	個数	能力	消費電力	初期運転 (試験開始～19年5月まで)		最終運転 (19年5月以降)	
				稼働時間 (h)	消費電力量 (kWh/d)	稼働時間 (h)	消費電力量 (kWh/d)
オゾン発生器	2	1.6g/h	160W 以下	24	3.84 以下	14	2.24 以下
オゾン用ブロウ	2	60L/min	39W	24	0.936	16	0.624
ばっ気用ブロウ	1	200L/min	210W	6	1.26	10	2.1
移送用ブロウ	1	10L/min	11W	8	0.088	8	0.088
給水用ポンプ	1	28L/min	150W	—	—	—	—
原水移送ポンプ	2	0.14m ³ /min	250W	—	—	—	—

(移送用ブロウ、ばっ気用ブロウの稼働時間は、50回/日の利用があった場合の値)

- ・ オゾン発生器、オゾン用ブロウの運転について、初期は24時間連続運転としたが、5月2日以降、排オゾン対策のため、オゾン発生器は18:00～8:00、オゾン用ブロウは18:00～10:00の運転に変更した。
- ・ ばっ気用ブロウの運転について、5月2日以降、硝化反応を促進させるために間欠運転のばっ気時間を延長した。

4-3.実証装置の設置方法

本実証装置は、試験実施のためにニッコー株式会社が設置した。

想定される実証項目を表 4-3 に示す。

表 4-3 実証対象装置の設置方法に関する実証項目

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
土地改変状況	設置面積、地形変更、伐採、 土工量等	図面及び現場判断 により記録	設置時 (1回)	調査機関

4-4.実証装置の運転・維持管理方法

実証試験準備及び実証試験の開始にあたっては、事前に、実証機関、日常的・専門的維持管理者、実証申請者等(表 4-4)との打ち合わせ及び現状把握を行った。

表 4-4 運転・維持管理担当者

分類項目	調査者	方法
日常管理全般	宝登興業(株)	実証申請者が作成した維持管理マニュアルに沿って実施
専門管理全般	(財)日本環境整備教育センター	
トラブル対応	宝登興業(株)	

4-5.実証装置の条件設定

本対象装置は仮設トイレであるため、現地利用状況に対応した設計を行っていないため、平常時 50 回 / 日、集中時 100 回/日に利用回数制限を実施した。

5.実証試験方法

実証試験計画より、試験の体制や調査の方法について以下に抜粋を表記する。

5-1.実証試験の実施体制

山岳トイレ技術分野における実証試験実施体制を図 5-1-1 に示す。また、参加組織連絡先を表 5-1-2 に示す。

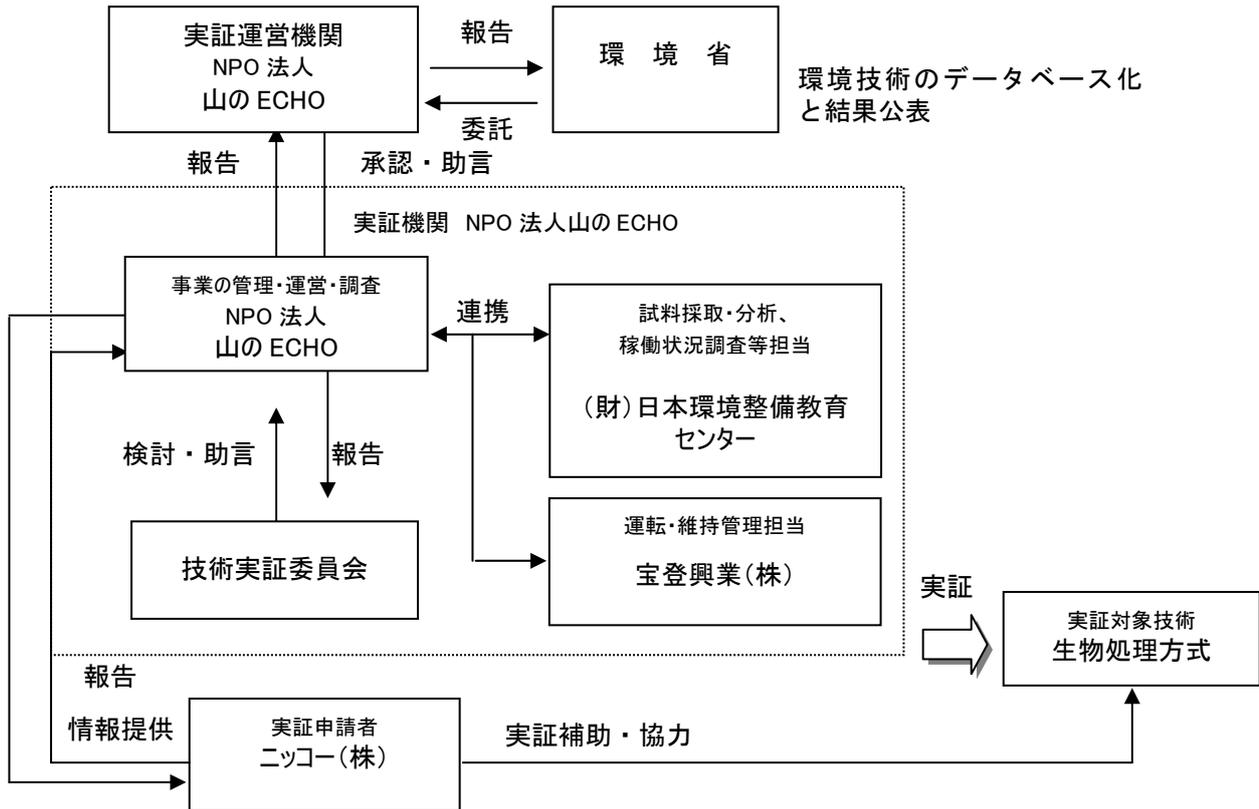


図 5-1-1 実施体制図

表 5-1-2 参加組織連絡先

実証機関	特定非営利活動法人 山のECHO
	〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-11-7 第2文成ビル 3F 加藤 篤 TEL 03-3580-7179 FAX 03-3580-7176 E-mail a_kato@yama-echo.org
技術実証委員	伊与 亨(北里大学医療衛生学部 専任講師)委員長
	相野谷 誠志((株)蒼設備設計 設備設計部 課長)
	岡城 孝雄((財)日本環境整備教育センター 調査研究部主幹)
	関根 正嗣(秩父市役所環境農林部技監)
	田所 正晴(神奈川県環境科学センター 環境技術部専門研究員)
	森田 昭((財)日本環境衛生センター 環境工学部環境施設課課長)
運転・維持管理	宝登興業株式会社
	〒369-1305 埼玉県秩父郡長瀬町長瀬 1766-1 TEL 0494-66-0258 FAX 0494-66-3421
実証試験機関	財団法人日本環境整備教育センター
	〒130-0024 東京都墨田区菊川 2-23-3 TEL 03-3635-4880 FAX 03-3635-4886
実証申請者	ニッコー株式会社
	〒361-8585 埼玉県行田市藤原町 1-21-1 沖津 英夫 TEL 048-554-3132 FAX 048-550-1034 E-mail h.okitsu@nikko-company.co.jp

5-2.役割分担

本試験実施に関する役割分担（実証試験要領第4版に準拠）を以下に示す。

(1)環境省

- ① モデル事業全体の運営管理及び実証手法・体制の確立に向けた総合的な検討を行う。
- ② 環境省総合環境政策局長の委嘱により「環境技術実証モデル事業検討会」を設置する。
- ③ 実証対象技術分野を選定する。
- ④ 実証運営機関を選定する。
- ⑤ 実証機関を承認する。
- ⑥ 実証試験結果報告書を承認する。
- ⑦ 実証試験方法の技術開発を行う。
- ⑧ 実証試験結果等、関連情報をデータベースにより公表する。
- ⑨ 試験結果報告書を承認後、ロゴマーク及び実証番号を申請者に交付する。

(2)環境技術実証モデル事業検討会(以下、「モデル事業検討会」という。)

- ① 環境省が行う事務をはじめとして、モデル事業の実施に関する基本的事項について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
- ② モデル事業の実施状況、成果について評価を行う。

(3)実証運営機関

- ① 山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ(有識者(学識経験者、ユーザー代表等)により構成。原則公開で実施)を設置する。
- ② 実証試験要領を作成・改訂する。
- ③ 実証機関を選定する。(予算の範囲内において、複数設置することができる)
- ④ 実証機関が審査した技術を承認する。
- ⑤ 実証機関に実証試験を委託する。
- ⑥ 実証申請者から実証試験にかかる手数料の項目の設定と徴収を行う。
- ⑦ 必要に応じ、実証機関に対して実証試験計画の内容についての意見を述べる。
- ⑧ 実証試験結果報告書を環境省に報告し、承認を得る。
- ⑨ 必要に応じ、実証試験方法の技術開発を、環境省に代わり行うことができる。
- ⑩ 環境技術実証モデル事業実施要領(第4版)第2部第5章2. の当該技術分野における実証機関の選定の観点に照らし適切と認められた場合に限り、自ら実証機関の機能を兼ねることができる。

(4)山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ(以下、「WG」という。)

- ① 実証運営機関が行う事務のうち、実証試験要領の作成、実証機関の選定等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
- ② 山岳トイレし尿処理技術分野に関するモデル事業の運営及び実証試験結果報告書に関して助言を行う。
- ③ 当該分野に関する専門的知見に基づき、モデル事業検討会を補佐する。
- ④ より効果的な制度の構築のため、必要に応じ、ベンダー代表団体等も含めた拡大 WG(ステークホルダー会議)を開催することができる。

(5)実証機関

- ① 環境省及び実証運営機関からの委託・請負により、実証試験を管理・運営する。
- ② 有識者(学識経験者、ユーザー代表等)で構成する技術実証委員会を設置し、運営する。
- ③ 実証手数料の詳細額を設定する。
- ④ 企業等から実証対象となる技術を公募する。
- ⑤ 技術実証委員会の助言を得つつ、申請技術の実証可能性を審査し、審査結果について、実証運営機関の承認を得る。
- ⑥ 申請技術の審査結果は、当該技術の申請者に通知する。
- ⑦ 実証試験要領に基づき、実証申請者と協議を行い、技術実証委員会で検討し、実証試験計画を作成する。
- ⑧ 実証試験要領及び実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。そのための、各種法令申請や土地の確保等の手続きについての業務を行う。
- ⑨ 実証申請者の作成した「取扱説明書」及び「維持管理要領書」等に基づき、実証装置の維持管理を行う。
- ⑩ 実証試験の一部を外部機関に委託する際は、外部機関の指導・監督を行う。
- ⑪ 技術実証委員会での検討を経た上で、実証試験結果報告書を取りまとめ、実証運営機関に報告

する。

- ⑫ 装置の継続調査が必要と判断した場合、実証申請者の責任において調査を継続するよう実証申請者に助言することができる。

(6)技術実証委員会

実証機関が行う「対象技術の公募・審査」、「実証試験計画の作成」、「実証試験の過程で発生した問題の対処」、「実証試験結果報告書の作成」、などについて、専門的知見に基づき検討・助言を行う。

(7)実証申請者(ニッコー株式会社)

- ① 実証機関に、実証試験に参加するための申請を行う。
- ② 実証試験にかかる手数料を実証運営機関に納付する。
- ③ 既存の試験データがある場合は、実証機関に提出する。
- ④ 実証試験計画の策定にあたり、実証機関と協議する。
- ⑤ 実証機関に対し、実証試験計画の内容について承諾した旨の文書を提出する。
- ⑥ 「専門管理者への維持管理要領書」、「日常管理者への取扱説明書」等を実証機関に提出する。
- ⑦ 実証試験実施場所に実証装置を設置する。
- ⑧ 原則として、実証対象装置の運搬、設置、運転及び維持管理、撤去に要する費用を負担する。また薬剤、消耗品、電力等の費用も負担する。
- ⑨ 既に設置してある装置については、必要に応じて、実証試験に必要な付帯機器・装置を設置する。
- ⑩ 実証試験計画に基づき、または実証機関の了承を得て、実証試験中に装置の操作や測定における補助を行う。
- ⑪ 機器の操作、維持管理に関し必要な訓練を受けた技術者を提供する。
- ⑫ 運転トラブルが発生した際は速やかに実証機関に報告し、実証機関の承認を得て、できれば立ち会いの上で、迅速に対処するとともに、対処状況を実証機関に報告する。
- ⑬ 実証試験結果報告書の作成において、実証機関の求めに応じて協力する。

(8)日常的な運転・維持管理者(宝登興業株式会社)

実証試験期間中の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに原則として実証機関が行う。ただし、既に供用開始している施設では、その施設管理者に、日常的に把握すべき稼働条件・状況や維持管理性能に関するデータ調査協力を依頼することができる。

その場合、実証データの信頼性・中立性を保持するために、施設管理者はトラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介することとする。

実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処する。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者ともに対応する。

(9)専門的な運転・維持管理者(財団法人 日本環境整備教育センター)

実証試験期間中、適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、特殊清掃等の運転・維持

管理は、実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。専門的な運転・維持管理は、し尿処理に精通し、これら作業に慣れた組織・担当者が実施することとする。実証機関は必要に応じて、本業務を外部に委託する。

実証申請者は、運転及び維持管理内容について、実際に作業する人と十分打合せを行い、作業方法を指導する必要がある。

5-3.実証試験期間

本実証試験の、専門管理、試料採取スケジュールを表 5-3-1 及び図 5-3-2 に示す。

表 5-3-1 専門管理、試料採取スケジュール

平常時①	18年11月16日
集中時①	19年2月14日
平常時②	19年3月8日
集中時②	19年5月8日
平常時③ 膜洗浄作業含む	19年6月5日
汚泥調査	19年7月12日

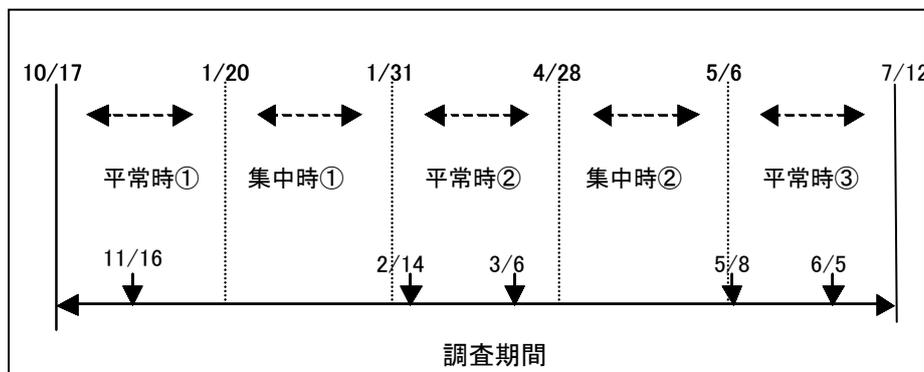


図 5-3-2 専門管理、試料採取スケジュール

5-4.実証試験項目

本実証試験の、実証試験項目について、表 5-4 に示す。

表 5-4 生物処理方式の実証視点

実証視点	参照表	調査者
稼働条件・状況	表 5-5	(財)日本環境整備教育センター NPO 法人山の ECHO
維持管理性能	表 5-6	
室内環境	表 5-7	
処理性能	表 5-9-1~3	

5-5.稼働条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼働するための前提条件として想定される項目を表 5-5 に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表 5-5 稼働条件・状況実証に関する項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
利用回数	トイレ利用人数	カウンターを設置して 16 時に測定	毎日	宝登興業(株)
水量	必要初期水量(t)	初期水投入段階に記録	始動時	(財)日本環境整備教育センター
	増加水量(t)	貯留槽水位から計算し、記録	試料採取時	
	引き抜き量(t)	引き抜き時に記録	都度	
汚泥	必要初期投入量 (m^3 、kg-DB)	初期投入段階に記録	始動時	
	引き抜き量 (m^3 、kg-DB)	引き抜き時に記録	都度	
電力量	消費電力量 (kWh/日)	電力計を設置して測定	毎日	
	設置場所の気温	自動計測器を設置して測定	1 時間 間隔	NPO 法人 山の ECHO

なお、利用回数は、女子トイレはトイレのドアの開閉毎にカウントを行う装置を設置、男子小便器には、利用者が手前に立つごとにカウントを行う装置を設置し計測した。利用回数制限については、1 日の設定回数を超えた事を知らせる警告灯をロープウェイ事務所内に設置し、警告灯からのサインがあり次第、トイレに施錠することとした。

5-6.維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に沿って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、実施の難易性、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。

維持管理性能実証項目の記録方法と頻度を表 5-6 に示す。

表 5-6 維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容、所要人員、所要時間、作業性等	日常管理チェックシートに記録	毎日	宝登興業(株)
専門管理全般		専門管理チェックシートに記録	2-3ヶ月に1回	(財)日本環境整備教育センター
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	宝登興業(株)
汚泥の搬出及び処理・処分		発生汚泥処理・処分チェックシートに記録	汚泥の搬出時	(財)日本環境整備教育センター (作業:(有)伊藤商事)
信頼性	読みやすさ、理解のしやすさ、正確性等	マニュアルチェックシートに記録	試験終了時	宝登興業(株) (財)日本環境整備教育センター

5-7.室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。

室内環境に関する実証項目を表 5-7 に示す。

表 5-7 室内環境に関する実証項目

実証項目	方法	頻度	調査者
温度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、気温を測定・記録	1時間間隔	NPO 法人山の ECHO
湿度	自動計測器を建屋内の天井付近に設置し、湿度を測定・記録	1時間間隔	
許容範囲	利用者へのヒアリング調査により室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握。(資料 2)	合計 50 人程度 (サンプル数)	

なお、許容範囲については、トイレ内の臭気、水の濁り、その他気付いた事等に関するアンケート調査をトイレ利用者へ行い、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握する。

5-8.周辺環境への影響

対象技術は、非放流式であるが周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。また脱色にオゾンを使用しているため、土地改変状況及び処理装置周辺のオゾン濃度について調査する。

5-9.処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼働しているかをみる稼働状況、処理が適正に進んでいるかをチェックする処理状況、運転にともない何がどれだけ発生したかをみる発生物状況に分けられる。

5-9-1.試料採取場所

試料採取場所について表 5-9-1-1 に、単位装置の稼働状況と処理状況、発生物状況を実証するための項目及び試料分析の標準的な方法について表 5-9-1-2 に示す。また、図 5-9-1-3 に試料採取場所と実証項目の関係を示す。これら実証項目により、装置が適正に運転されているか、し尿処理が順調に進んでいるか把握する。

表 5-9-1-1 試料採取場所

分類項目	試料採取場所
循環水	貯留槽
処理工程水	①固液分離槽 ②膜透過水 ③オゾン脱色槽
汚泥	①固液分離槽 ②膜分離間欠ばっ気槽

※詳細は図 5-9-1-3 参照

表 5-9-1-2.処理性能に関する実証項目

分類項目	実証項目	調査・分析方法	実施場所	
1 単位装置稼働状況	—	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認 (専門管理シートに記入)	F	
	—	維持管理者へのヒアリングを実施	F	
2 循環水及び処理工程水	増加水量	貯留槽水位により把握	F	
	色度	下水試験方法第2編第2章第3節	F	
	臭気	下水試験方法第2編第2章第7節の「臭気の種類と種類の一例」参照	F	
	透視度	下水試験方法第2編第2章第6節	F	
	水温	試料採取時に計測	F	
	pH	JIS K 0102 12	F	
	有機性炭素(TOC)	JIS K 0102 22	L	
	生物学的酸素要求量(BOD)	JIS K 0102 21	L	
	塩化物イオン(Cl ⁻)	JIS K 0102 35	L	
	浮遊物質(SS)	下水試験方法第2編第2章第12節	L	
	大腸菌 *循環水のみ	MMO-MUG 法	L	
	大腸菌群 *循環水のみ	下水試験方法第3編第3章第7節	L	
	全窒素(T-N)	下水試験方法第3編第2章第29節	L	
	アンモニア性窒素(NH ₄ -N)	下水試験方法第3編第2章第25節	L	
	亜硝酸性窒素(NO ₂ -N)	下水試験方法第3編第2章第26節	L	
	硝酸性窒素(NO ₃ -N)	下水試験方法第3編第2章第27節	L	
	全リン(T-P)	JIS K 0102 46.3	L	
	その他	色度	下水試験方法第2編第2章第4節 2.透過光測定法	L
		溶存酸素(DO)	JIS K 0102 21	F
		電気伝導率(EC)	JIS K 0102 13	F
	溶存オゾン濃度	溶存オゾン計により計測	F	
3 汚泥	色相	下水試験方法第2編第4章第3節参照	F	
	臭気	下水試験方法第2編第4章第3節	F	
	pH	JIS K 0102 12	F	
	汚泥蓄積状況	スカム厚及び堆積汚泥厚測定用具により測定	F	
	蒸発残留物(TS)	下水試験方法第2編第4章第6節	L	
	強熱減量(VS)	下水試験方法第2編第4章第8節	L	
	浮遊物質(SS)	下水試験方法第2編第4章第9節	L	
	活性汚泥性状	ろ紙ろ過量の測定	F	
4 その他	排オゾン濃度	検知管による測定	F	
	膜閉塞の有無	目視	F	

※実施場所記載欄の、F (Field) は現地測定、L (Laboratory) は試験室で測定することを表す。

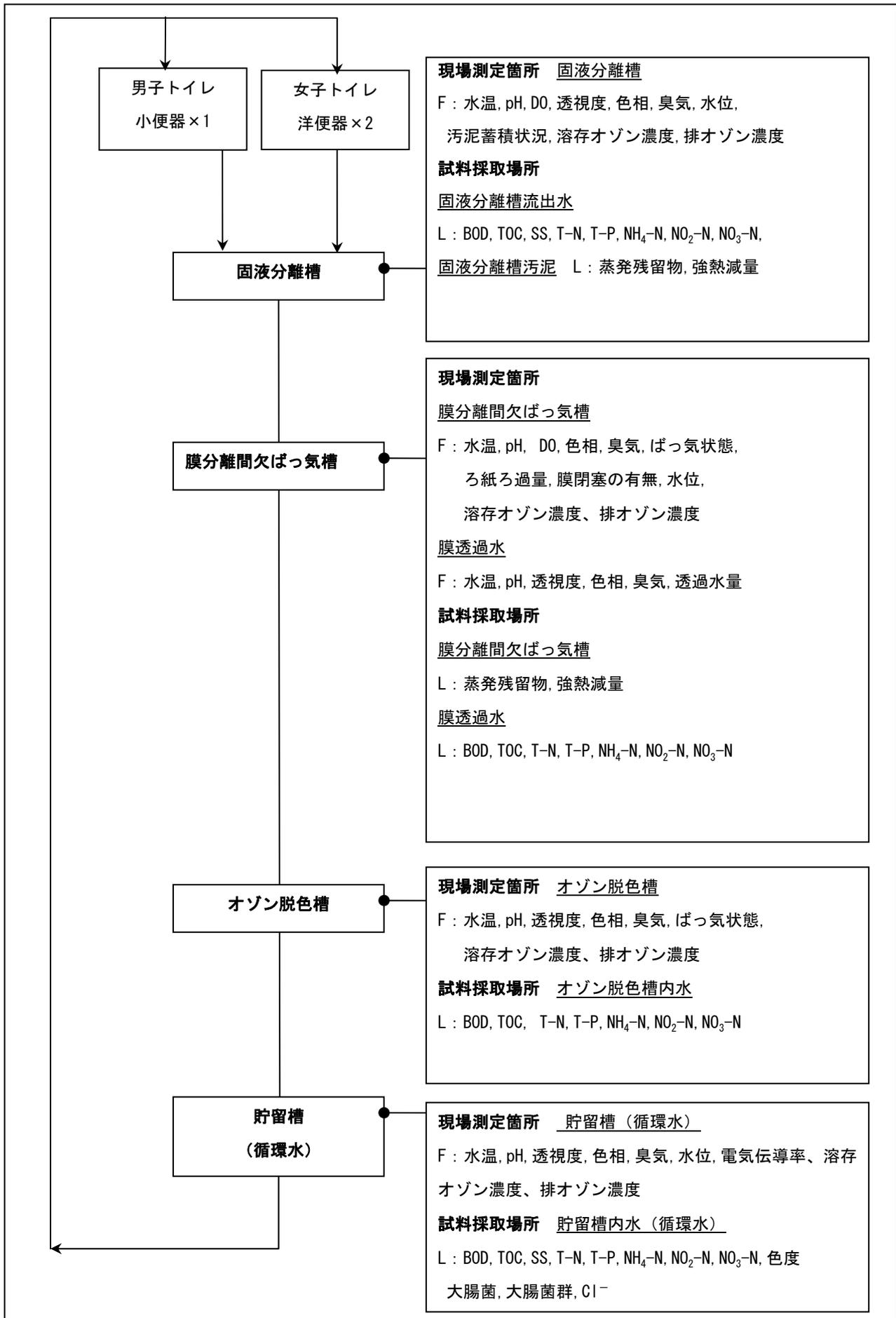


図 5-9-1-3 試料採取場所と実証項目

5-9-2 試料採取スケジュール及び採取方法

1) 試料採取者

環境計量証明事業所、または、それと同等の品質管理が確保できる機関が担当し、装置の構造・機能を理解し、試料採取に関する知識を有する担当者が試料採取、単位装置の稼働状況調査を行う。

2) 試料採取頻度、体制

調査実施時期は、調査期間を集中時と平常時に分類し、以下の3つの視点で処理性能を把握する。

視点1: 平常時の比較的負荷が高くない場合の処理性能を調査する。

視点2: 集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

視点3: 集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

集中時とは試験期間のうちトイレ利用者が多いことが見込まれる1月末から2月上旬及び5月の連休時を指す。また、平常時とは集中時以外の期間を指す。

調査回数は、基本的には集中時前、集中時、集中時後の計3回及び継続試験期間における集中時、集中時後の2回程度とする。また、処理に伴う発生物の搬出を行う場合は、その時点でも処理性能の調査を行うこととする。(試料採取のスケジュールは、表5-3の通り)

3) 試料採取方法

試料採取方法は、JIS K 0094 または下水試験方法に沿って行う。

① 液状試料: 作動時有姿状態で採取

(流水状態で採取=洗浄水フラッシュ時)(必要に応じ0.5~2L)(細菌試験は滅菌びん)

② 汚泥試料: 有姿状態で採取(必要に応じ50~500g)

4) 試料採取用具

① 液状試料: 状況に応じひしゃく、スポイト採水器等(細菌試験は滅菌器具を用いる)

② 汚泥試料: パイプ等の汚泥採取用具等

5) 試料の保存方法

保冷容器輸送(保冷剤入り)後、冷暗所(冷蔵庫等)にて保存する。

6) 試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K 0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

① 試料の名称及び試料番号

② 採取場所の名称及び採取位置(表層または、採取深度等)

③ 採取年月日、時刻

④ 採取者の氏名

⑤ 採取時の試料温度、試料周辺温度

⑥ その他、採取時の状況、特記事項等

7)分析の種類

分析の種類は、正常な水の流れや機器設備の稼働状況等を把握する単位装置の稼働状況調査、各単位装置流出水の性状を把握するための処理工程水質調査、及び汚泥の蓄積状況等を把握するための汚泥調査とする。これらは、機能の判断のための試料採取時にその場で行う分析と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分かれる。

現地で行う調査は、稼働状況調査として装置の稼働状況や汚泥生成量等を確認するとともに、感応試験、化学分析、機器測定により必要な項目を現地で表 5-9-1-2 に従って測定する。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析などとする。

6.実証試験結果及び考察

6-1.稼働条件・状況

実証試験における、本装置の運転状況についてを表 6-1 に示す。

表 6-1 稼働状況

10/17	稼働開始
12/9	トイレ利用回数の制限を 50 回/日から 100 回/日に変更
1/1	トイレ給水管内の洗浄水が凍結。配管にヒーター設置
3/16	稼働率を上げるため、誘導看板を設置
4/11	既設トイレの利用停止
5/2	オゾン発生器の稼働を 18:00~8:00 に調整 利用回数の上限を解除
5/29	ばっ気の間欠運転方法を変更
6/18~27	ロープウェイの運転停止(点検のため)
7/12	試験終了

6-1-1.外気温

実証試験期間における実証試験地の気温の月ごとの最大値、最小値、平均値を表 6-1-1 に、その変化を図 6-1-2 に示す。

期間中の最高気温は、5/4 の 32.0℃、最低気温は、2/3 の -4.9℃であった。

表 6-1-1 外気温

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
最大値	21.4	19.8	17.7	14.0	16.6	23.2	25.8	32.0	29.2	28.0
最小値	12.3	0.4	-2.2	-3.8	-4.9	-3.4	0.7	2.0	13.3	18.2
平均値	16.1	10.5	5.3	3.2	4.8	7.1	11.3	17.3	21.1	22.1

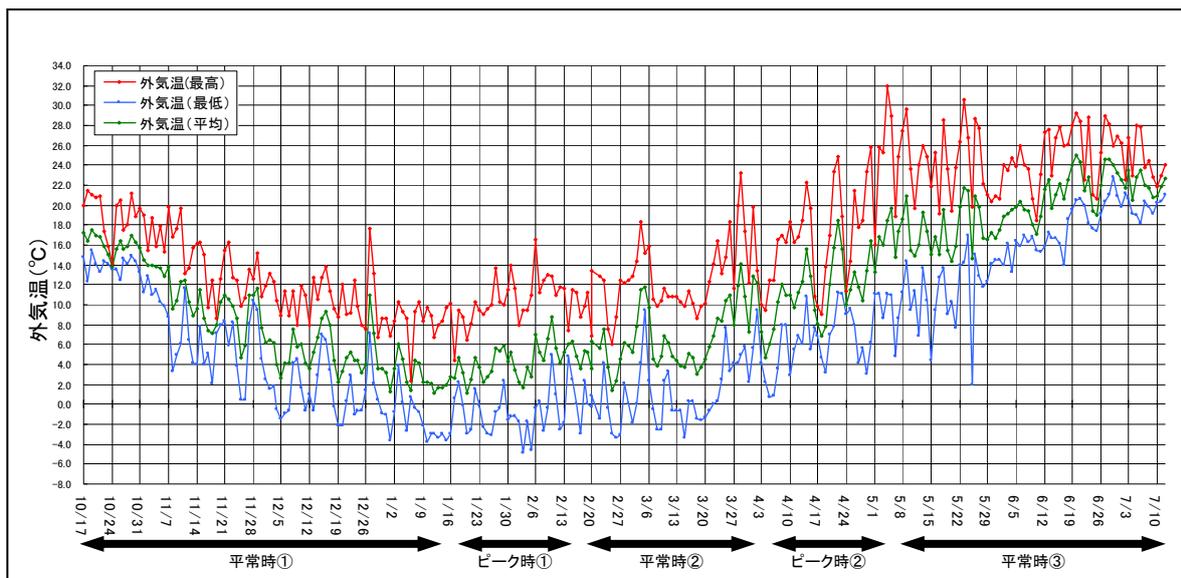


図 6-1-2 外気温

6-1-2.消費電力量

実証試験機の平均使用費電力量（1日あたりの平均値および月の合計）を表 6-1-2-1 に、累積消費電力量を図 6-1-2-2 に示す。

期間中、合計 1785.8kWh の消費があり、1日あたり 6.7kWh となった。これは、申請値の 8kWh/日以内の消費量である。

また、5月以降の運転変更（6-1.稼働条件・状況参照）以前では、1日あたり 7.0 kWh の消費、運転変更以降は 1日あたり 5.7 kWh と電力消費量は減少した。

表 6-1-2-1 平均消費電力量（1日あたり）

(kWh)

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
1日あたり平均	6.2	8.1	6.5	6.9	8.6	6.3	6.4	5.5	6.0	5.9
月合計	87.3	218.7	195.6	214.3	232.9	193.8	192.2	164.7	114.9	70.8

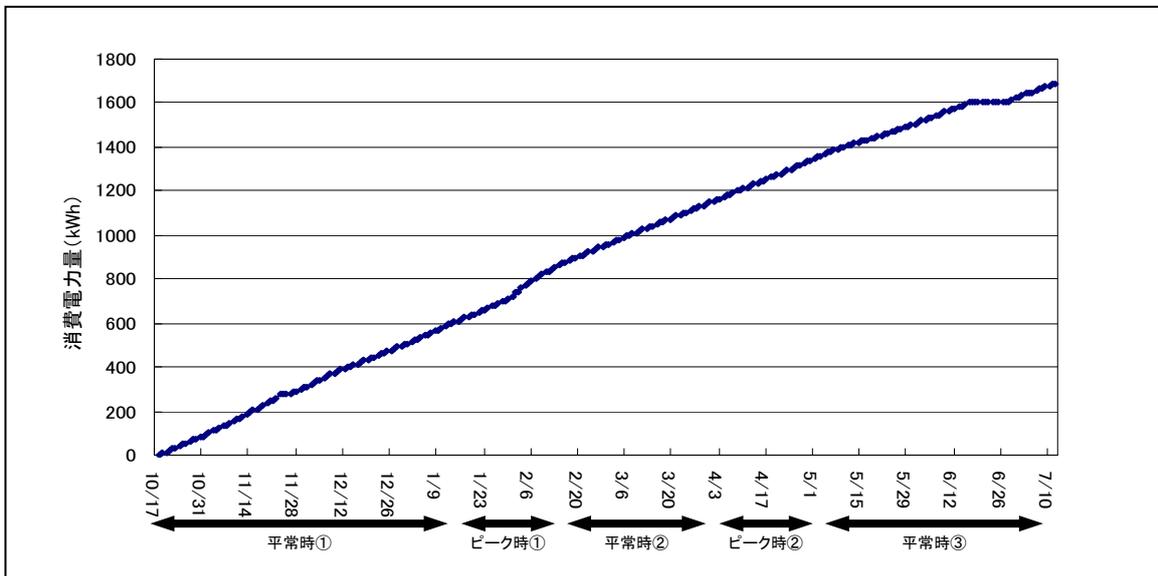


図 6-1-2-2 消費電力量

6-1-3.利用回数

実証試験期間中の利用回数について表 6-1-3-1、日毎の利用者数の及び累積値を図 6-1-3-2、ロープウェイの利用者数の推移を図 6-1-3-3 に示す。

表 6-1-3-1 月毎利用回数

	1日の平均利用回数	1月の合計利用回数	累積利用回数	ロープウェイ利用者数(人)
10月(17日から)	13.3	186	186	10,115
11月	28.9	867	1,053	41,637
12月	16.7	518	1,571	8,870
1月	72.5	2,249	3,820	57,643
2月	83.7	2,344	6,164	71,854
3月	32.1	996	7,160	18,766
4月	56.6	1,699	8,859	27,239
5月	49.1	1,521	10,380	14,330
6月	37.5	750	11,130	8,797
7月(12日まで)	16.1	193	11,323	1,663

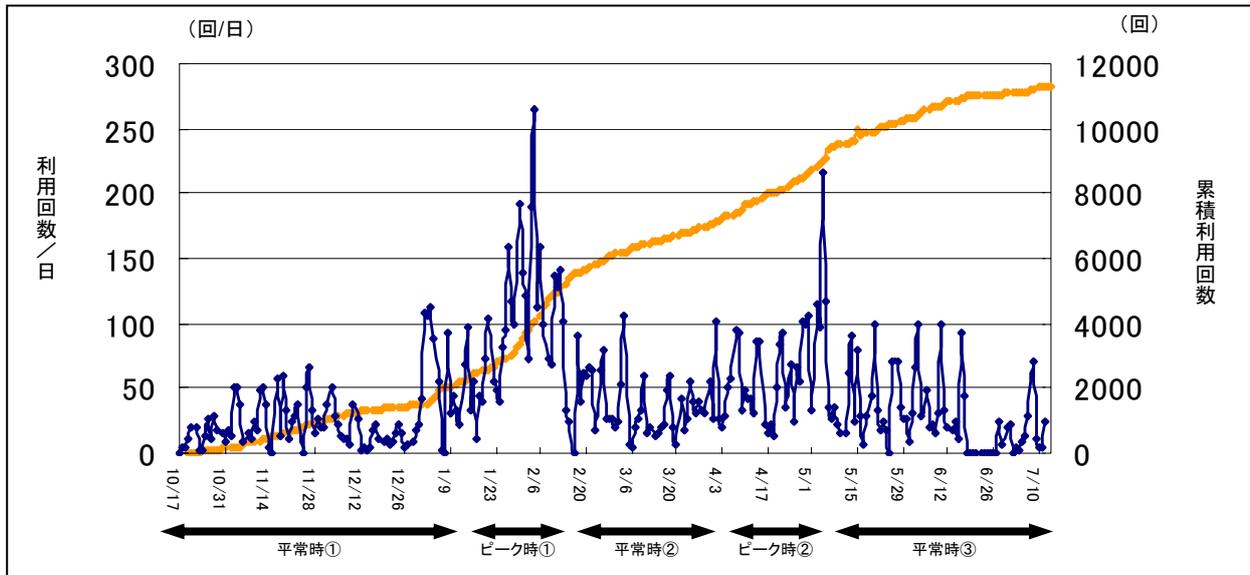


図 6-1-3-2 1日あたりの利用者数と利用者累積値

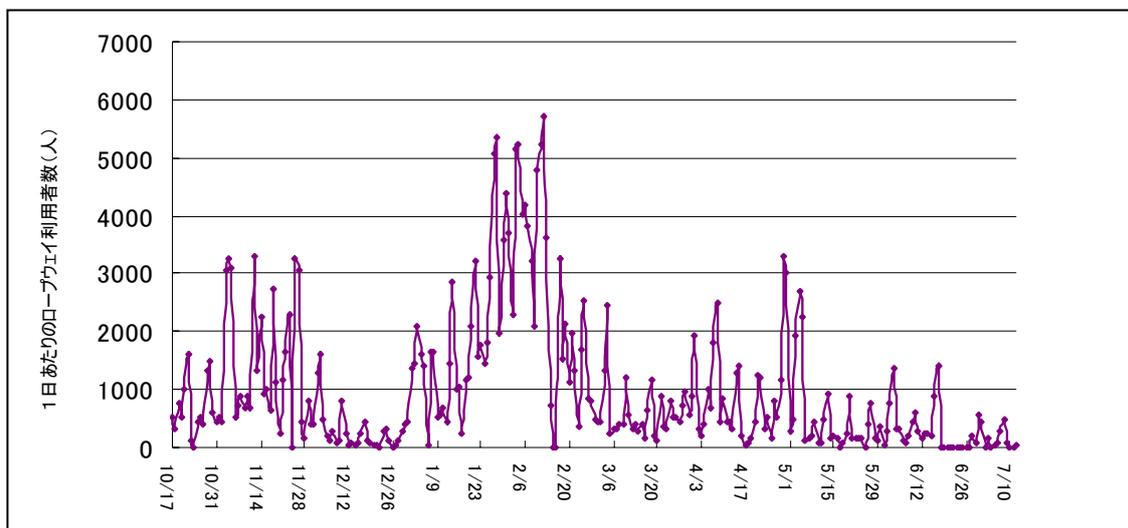


図 6-1-3-3 1日あたりのロープウェイ利用者数

本仮設トイレは既設の汲み取りトイレの前に設置し、手前に白い大きな目隠しパネルを立てたため、利用者からはトイレとして認識されず、利用回数が低かったと思われる。また、多くの観光客は実証試験場所に来る前にある観光駐車場の水洗トイレをあらかじめ利用していたことも利用者が増えない要因と考えられるため、利用回数を確保するための処置として、以下を行った。

- ・ 12/9 トイレ利用回数の制限を 50 回/日から 100 回/日に変更
- ・ 3/16 誘導看板の設置
- ・ 4/11 既設トイレの利用停止
- ・ 5/2 利用回数の上限を解除

【全体】



【男子トイレ】



【女子トイレ】



3/16、4/11 における利用回数確保対策以降、4月、5月における利用回数が増加している。また、利用集中時①は、1/18～2/14の期間において、平均 106.6 回/日、合計 2985 回であり、中でも、1/30～2/5の期間において 156.3 回/日 と多くなった。

利用集中時②は、4/8～5/5の期間において、平均 67.7 回/日、合計 1895 回であり、中でも、4/29～5/5の期間において 111.7 回/日 と多くなった。

6-1-4.水温

固液分離槽、膜分離間欠ばっ気槽、及び貯留槽の水温について、図 6-1-4 に示す。

各槽とも類似した変化の様子であった。

最低水温は、貯留槽で 4.8℃、最高水温は、膜分離間欠ばっ気槽で 25.9℃を記録した。

期間中 0℃を下回ることには無かったが、1/1 にトイレ給水管において洗浄水の凍結があり、トイレ給水配管にヒーターを設置することで対応した。

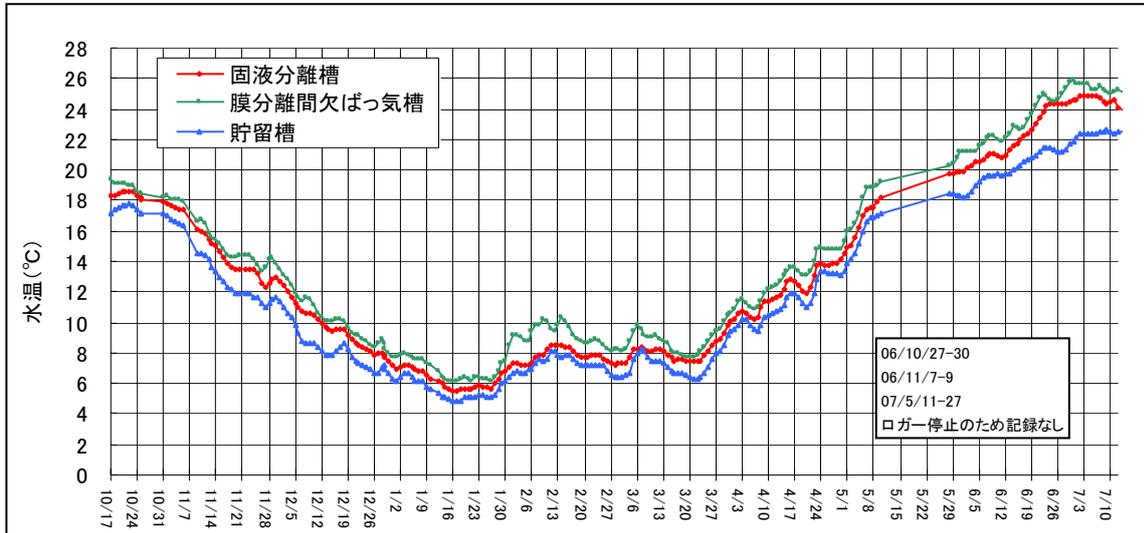


図 6-1-4 水温

6-1-5.流量調整機能

本装置の流量調整機能を確認するため、実証試験期間中、固液分離槽内に水位計を取り付け、水位を測定した。水位の変動を図 6-1-5-1 に示す。

本装置の設計処理能力は、平常時 50 回/日、利用集中時 100 回/日であるが、実際の利用集中時には 200 回/日を超えて使用された時もあり、その場合、水位の上昇により警報が作動し、日常管理者による使用制限が行われた。ただし、処理能力内の使用であれば、現状の流量調整部の容量でトイレ排水を一時的に貯留できることが確認された。

また、移送水量について、表 6-1-5-2 に示す。後段への移送水量は、1 サイクル 1,360~1,670mL で安定していたことから、膜分離間欠ばっ気槽、オゾン脱色槽への負荷を平準化するという流量調整の機能は、有効に働いていた。

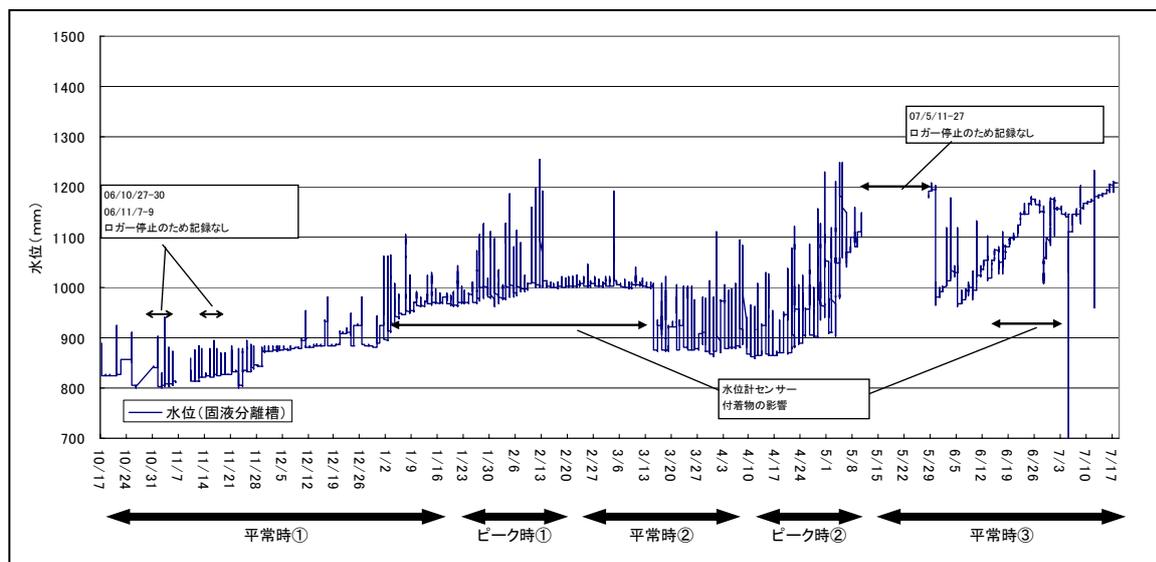


図 6-1-5-1 固液分離槽内の水位

表 6-1-5-2 固液分離槽の移送水量測定結果

	移送水量 (mL/1サイクル)	1サイクル時間 (sec/1サイクル)	移送水量 (mL/min)	固液分離槽水位 (mm)
平常時① (11月16日)	1,360	79	1,033	875
集中時① (2月14日)	1,490	105	851	890
平常時② (3月8日)	1,510	123	737	690
集中時② (5月8日)	1,570	115	819	—
平常時③ (6月5日)	1,670	95	1,055	1,000

6-1-6.室温

トイレブース内の室温の月ごとのの最大値、最小値、平均値を表 6-1-6-1 に、室温の変化について、図 6-1-6-2 に示す。

今回の試験において設置したトイレは仮設仕様であるため、外気温の影響を強く受けた。期間中のトイレ室内の温度の最大値は、6/21 の 44.0℃、最小値は、2/3 の -7.3℃を記録した。

表 6-1-6-1 月ごとの室温の最大値、最小値、平均値 (°C)

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
最大値	33.0	30.8	21.9	22.7	22.8	32.3	38.3	41.1	44.0	42.0
最小値	10.8	-1.6	-4.0	-5.8	-7.3	-5.7	-1.0	4.4	11.7	16.7
平均値	17.3	11.5	5.4	3.6	5.3	8.0	12.1	18.7	23.2	23.7

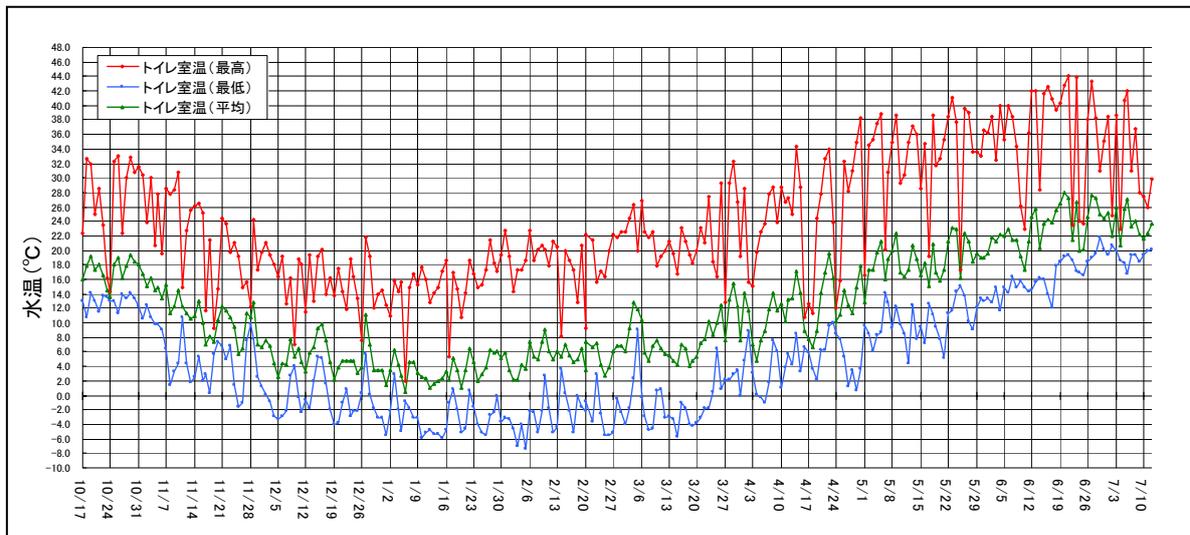


図 6-1-6-2 室温の変化

6-1-7.室内湿度

トイレ室内の湿度の月ごとの最大値、最小値、平均値を表 6-1-7-1 に、室内湿度の変化を図 6-1-7-2 に示す。

湿度は、自動計測器により 1 時間ごとに測定・記録されたが、夜間の計器の結露による異常値が発生したため、トイレの利用時間となるロープウェイの営業時間（9～17 時）のデータを表記した。また、昼間においても同様の現象が発生していたため、最大値は 7 月を除いて各月とも 100% を記録している。

また、最小値は 4/27 の 8.0% であった。

表 6-1-7-1 月毎の室内湿度の最大値、最小値、平均値 (％)

	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
最大	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5
最小	25.3	12.5	18.0	16.9	12.3	9.2	8.0	9.6	12.5	24.5
平均	63.7	57.7	54.2	43.3	35.3	30.4	45.9	40.1	46.7	66.1

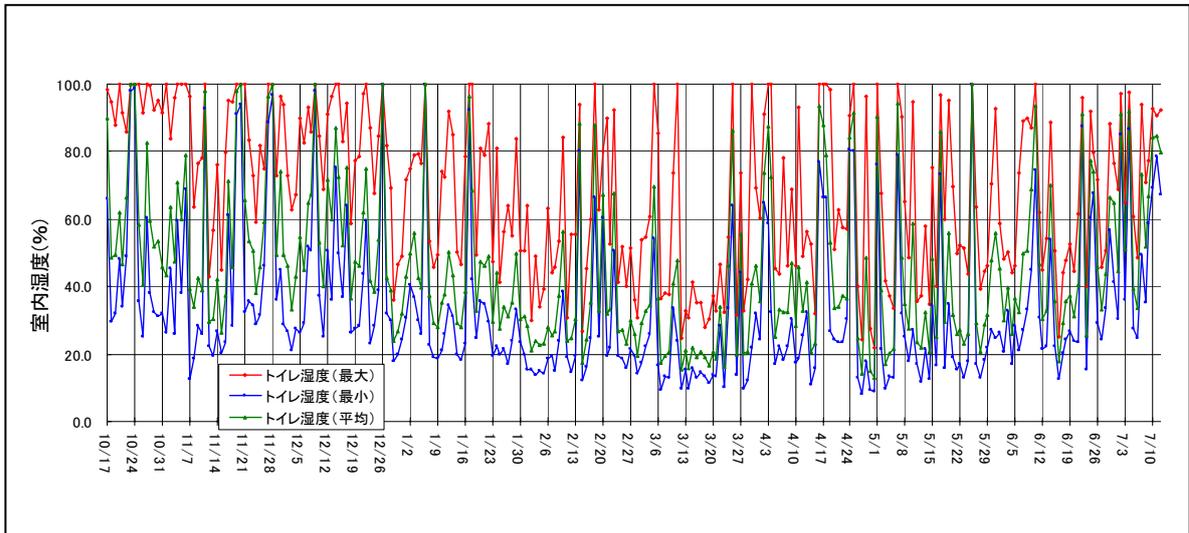


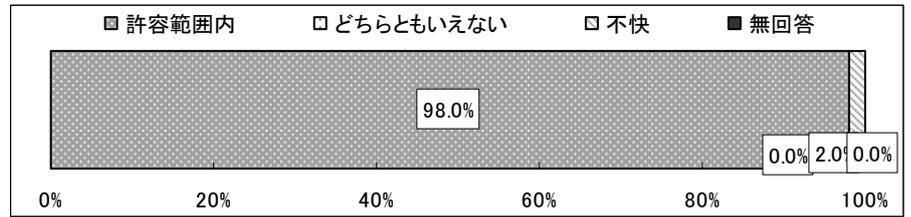
図 6-1-7-2 室内湿度

6-1-8.許容範囲

試験期間中、トイレ利用者 50 名へのアンケート行い、室内環境に対する快適性に関する許容範囲を調査した。調査は、19 年 5 月 5 日に実施した。調査結果を以下に示す。

①トイレ室内臭気

回答者のほぼ全員が「許容範囲内である」と回答しており、また、「不快」との回答も②の水の濁りや、隣接する既設の貯留式トイレの影響を受けたためと思われる。

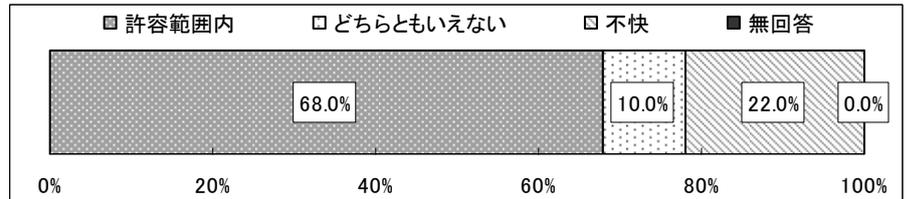


②水の色や濁り

68%の回答者が「許容範囲内である」と回答、22%の回答者が「不快」と回答している。

また、記述回答では、「水の色や濁りについての理由を明示することが必要である」との内容が 10 件、「気になる、色は無いほうが良い」との回答が 15 件あった。

調査実施時点での透視度(表 6-2 現場測定結果 集中時②)をみると 100cm 以上となっていることから、不快と感じた回答者は、洗浄水の濁りではなく、着色を不快の原因と捉えたと推察される。



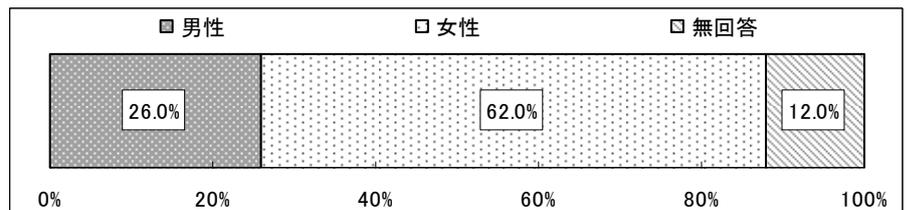
← 運転変更前の貯水槽



運転変更後の貯水槽→

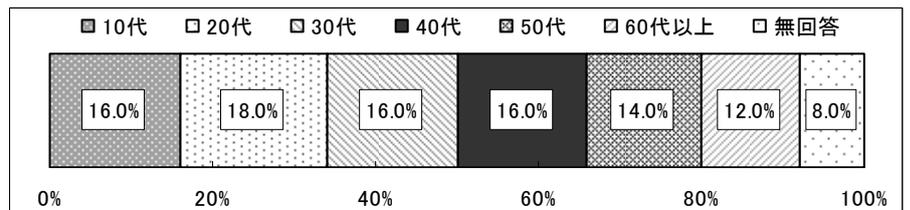
③性別

合計 50 名(男性 13 名、女性 31 名、無回答 6 名)となっている。



④年代

アンケートの実施時期(ゴールデンウィーク)の影響もあり、各年代層に分布している。



⑤その他意見

「環境によいと思う」「室内の汚れが気になる」「狭い」「手洗いがほしい」「暑い」「水洗であることが良い」などの意見があげられている。

6-1-9.日常維持管理

日常維持管理は、生物処理方式実証試験計画（平成 18 年 10 月）中の日常管理チェックシートに従い、宝登興業（株）が実施した。表 6-1-9 に概要を示す。

表 6-1-9 日常維持管理の概要

	実証試験結果
実施日	試験期間中 毎日
実施者	宝登興業(株)
作業人数	1 人
作業時間	約 10 分
作業内容	・トイレ室内(便器本体及び内壁・床・ドアの汚れ等、換気扇等の異音、トイレットペーパーの補充)の点検 ・メーター値の記録(使用人数、電力量、循環水量、ブロワ圧力等)
作業性	特に問題なし

6-1-10.専門維持管理

専門維持管理は、生物処理方式実証試験計画（平成 18 年 10 月）の資料 1-②の専門管理チェックシートに従い、(財) 日本環境整備教育センターが実施した。表 6-1-10 に概要を示す。

表 6-1-10 専門維持管理の概要

	実証試験結果		
実施日	平常時①	2006年11月16日	人数:2人
	集中時①	2007年 2月14日	人数:2人
	平常時②	3月 8日	人数:2人
	集中時②	5月 8日	人数:2人
	平常時③	6月 5日	人数:2人
実施者	(財)日本環境整備教育センター		
作業時間	約 2 時間(試料採取を含む)		
作業内容	1. 全般的な点検事項 2. 水質に関する測定 3. 汚泥に関する測定 4. 単位装置の点検 5. 膜の洗浄・交換(平常時③に膜の洗浄を実施)		
作業性	特に問題なし		

膜の洗浄については、平常時③に実施した。但し、実際には膜の洗浄時期ではなく、本実証試験期間中には、膜の洗浄は不要と判断されたが、使用回数、及び塩類の蓄積状況等によっては、6 ヶ月に 1 回程度の膜の洗浄が必要になることが想定される。

6-1-11.発生物の搬出及び処理・処分

発生物の搬出・運搬は、(財)日本環境整備教育センターが立会い、(有)伊藤商事が実施した。表 6-1-11 に概要を示す。

表 6-1-11 発生物の搬出及び処理・処分の概要

	実証試験結果
実施日	2007年7月12日
実施者	(有)伊藤商事
作業人数	1人((有)伊藤商事) 立会い:2人((財)日本環境整備教育センター)
作業時間	約1時間
搬出物・搬出量	清掃汚泥(固液分離槽蓄積汚泥)・約1.4m ³
搬出方法	バキューム車により汲取り、搬出
処分方法	し尿処理施設へ搬入
作業を実施する上での問題点	① 固液分離槽のろ材充填部分の下にスカム等が堆積し、構造上この部分にサクシオンホースを挿入することが若干難しかった。 ② 清掃後の槽内の張水に貯留槽の槽内水を使用した。使用回数によっては槽内水が十分ではなく、足りない恐れがあった。また、槽内水のため、Cl ⁻ 等塩類の蓄積が懸念された。

固液分離槽の汚泥蓄積状況からは、汚泥の引き抜き時期ではなかったが、実際には使用回数、スカム、堆積汚泥の蓄積状況等から汚泥の引き抜き時期を判断する必要がある。本実証試験の使用状況等から見ると、固液分離槽は約1年程度の汚泥の蓄積能力を有すると推察される。

6-1-12.トラブル対応

トラブル対応は、トラブル発生時に、宝登興業(株)が、生物処理方式実証試験計画(平成18年10月)の資料1-③のトラブルチェックシートに記入した。表 6-1-12 に概要を示す。

処理装置のトラブルは特に無かったが、トイレ給水管の凍結等があった。

表 6-1-12 トラブル対応

発生日	対応内容
2007/1/1	トイレ給水管の洗浄水が凍結したため、給水不可となった。 凍結対策のため、給水配管にヒーターを取り付けた。

6-1-13.維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルの信頼性は、生物処理方式実証試験計画（平成 18 年 10 月）の資料 1-⑤の専門管理チェックシートに従い、宝登興業（株）及び（財）日本環境整備教育センターが実施した。表 6-1-13-1 及び表 6-1-13-2 に概要を示す。

表 6-1-13-1 維持管理マニュアルの信頼性

記入者	宝登興業(株)
担当作業内容	日常維持管理
使用したマニュアル名	「循環王」日常維持管理マニュアル
(5段階評価)	<ul style="list-style-type: none"> ・読みやすさ :①とてもよい ・理解しやすさ :②よい ・正確性 :①とてもよい ・情報量 :③適当
その他	特になし

表 6-1-13-2 維持管理マニュアルの信頼性

記入者	(財)日本環境整備教育センター
担当作業内容	専門維持管理
使用したマニュアル名	ニッコー小規模浄化槽 MB 型維持管理要領書
(5段階評価)	<ul style="list-style-type: none"> ・読みやすさ :③ふつう ・理解しやすさ :③ふつう ・正確性 :③ふつう ・情報量 :④少ない
その他	MB 型維持管理要領書を基に、「循環王」の維持管理マニュアルを作成することが望ましい。

6-1-14.稼働条件・状況、維持管理性能のまとめ

<外気温>

外気温については、申請された低温限界の -5°C 以上である $-4.9^{\circ}\text{C}\sim 32.0^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移した。

<消費電力量>

消費電力量については、申請された 8.0kWh/日 を下回り、平均 7.0kWh/日 での稼働であった。また、5月以降、ブロワ及びオゾン発生器の運転方法を変更したことにより、消費電力は平均で $5.5\text{kWh/日}\sim 6.0\text{kWh/日}$ となった。

<利用回数>

利用回数については、18年度集中時①にあたる1月～2月を除き、平常時に50回/日を確保できていなかったことから試験を19年度に延長した。利用者数の確保対策の結果、19年度では、4月～5月にはほぼ50回/日を確保できている。6月以降の利用者数の減少は、現場施設のロープウェイの運休(6/18～6/27)などが影響したものであるが、最終試料採取は6/12日に実施しており、実証上の影響はない。

<水温>

水温については、処理装置内では 0°C を下回ることにはなかったが、槽外の配管における洗浄水の凍結が1月1日に発生したため、ヒーターの設置により対応がされた。

<流量調整機能>

流量調整機能については、処理能力の設定値を大きく超えた200回/日の場合において、満水警報が作動したが、それ以外の場合においては安定した移送が行われ、処理の負荷の軽減に有効に働いた。

<室温>

室温については、仮設トイレの建屋を利用し、特別な保温に対する対策を行っていない。そのため外気の影響を大きく受け、外気より室温が高く、また低くなるといった状況もあった。

<室内湿度>

室内湿度についても特別な対策を行っていないため、設置場所の影響を受け、平均で $30.4\%\sim 66.1\%$ と高くなっている。

<許容範囲>

許容範囲は、臭気についてはほぼ全ての人が許容範囲との回答、水の色や濁りは 22.0% が不快であるとの回答となっている。色度の推移(図6-3-4)をみると、循環水の着色は、5月の運転変更後であることがわかる。

<日常維持管理>

日常的な維持管理については、通常の掃除作業とは異なる位置づけで本試験のために毎日実施した。その結果、日常管理上のトラブルや問題等は発生しなかった。

<専門維持管理>

専門的な維持管理については、一回当たり2人で2時間程度のものを計5回実施した。その結果、特にトラブルや問題等は発生しなかった。

膜の洗浄、固液分離槽の汚泥引き抜き作業の作業性については、特に問題はなかった。

<発生物の搬出及び処理・処分>

実証試験期間中に1回（2007年7月12日）に、固液分離槽の汚泥の引き抜きを実施した。作業性については、固液分離槽の構造に由来する若干の作業性の困難が指摘された。また、張り水について、利用状況によって水量の不足が発生する可能性などの課題が指摘された。

<トラブル対応>

冬期に、給水管内の水の凍結が発生したが、ヒーターの設置により解消されている。また、処理装置自体のトラブルは発生しなかった。

<維持管理マニュアル>

ニッコー小規模浄化槽 MB 型の維持管理要領書を基に、本装置専用の「循環王」維持管理マニュアルを作成することが望まれた。

6-2.現場測定結果

専門維持管理の実施日（平常時①：11月16日、集中時①：2月14日、平常時②：3月8日、集中時②：5月8日、平常時③：6月5日）における現場測定の結果を表6-2-1に示す。なお、循環水はロータンクから採取した。

表 6-2 現場測定結果

11月16日 平常時①									
	透視度 (cm)	臭気	外観	浮遊物	DO (mg/L)	水温 (°C)	pH (-)	溶存 オゾン (mg/L)	電気 伝導率 (μ S/cm)
固液分離槽	8.5	有	淡褐色	有	0.56	13.7	8.55	—	—
膜分離間欠ばっ気槽	—	有	褐色	—	上：8.2 下：8.1	15.1	6.82	—	—
膜透過水	>100	有	淡黄色	無	—	15.0	6.91	0	—
オゾン脱色槽	>100	有	無色	無	—	13.3	3.71	0	—
循環水	>100	無	無色	無	—	13.8	5.72	—	964

2月14日 集中時①									
	透視度 (cm)	臭気	外観	浮遊物	DO (mg/L)	水温 (°C)	pH (-)	溶存 オゾン (mg/L)	電気 伝導率 (μ S/cm)
固液分離槽	9.0	有	黄色	有	0.55	8.5	9.29	—	—
膜分離間欠ばっ気槽	—	有	黄色	—	上：8.9 下：8.8	9.8	9.23	—	—
膜透過水	>100	有	微黄色	無	—	9.2	9.27	0	—
オゾン脱色槽	>100	有	微黄色	無	—	8.6	9.33	0	—
循環水	>100	無	微黄色	無	—	8.1	9.32	—	7,860

3月8日 平常時②									
	透視度 (cm)	臭気	外観	浮遊物	DO (mg/L)	水温 (°C)	pH (-)	溶存 オゾン (mg/L)	電気 伝導率 (μ S/cm)
固液分離槽	8.0	有	褐色	有	0.8	8.5	9.15	—	—
膜分離間欠ばっ気槽	—	有	褐色	—	上：11.7 下：11.7	8.3	9.01	—	—
膜透過水	>100	有	褐色	無	—	8.5	9.03	0	—
オゾン脱色槽	>100	有	無色	無	—	7.8	9.23	0	—
循環水	>100	無	無色	無	—	8.6	9.16	—	8,970

5月8日 集中時②									
	透視度 (cm)	臭気	外観	浮遊物	DO (mg/L)	水温 (°C)	pH (-)	溶存 オゾン (mg/L)	電気 伝導率 (μ S/cm)
固液分離槽	5.5	有	茶褐色	有	—	17.6	8.71	—	—
膜分離間欠ばっ気槽	—	有	褐色	—	上：3.3 下：3.2	18.2	7.80	—	—
膜透過水	>100	有	茶色	無	—	—	—	0	—
オゾン脱色槽	>100	有	黄色	無	—	17.3	8.64	0	—
循環水	>100	有	黄色	無	—	17.3	8.51	—	10,090

6月5日 平常時③									
	透視度 (cm)	臭気	外観	浮遊物	DO (mg/L)	水温 (°C)	pH (-)	溶存 オゾン (mg/L)	電気 伝導率 (μ S/cm)
固液分離槽	9	有	黄褐色	有	0.45	20.7	8.54	—	—
膜分離間欠ばっ気槽	—	有	茶褐色	—	上：5.9 下：5.8	21.0	6.42	—	—
膜透過水	>100	無	黄色	無	—	21.3	5.83	0	—
オゾン脱色槽	>100	無	黄色	無	—	19.7	6.88	0	—
循環水	>100	無	黄色	無	—	19.7	7.88	—	9,240

DO：溶存酸素（mg/L）

水中に溶解している酸素を意味する。水系の自浄作用に不可欠で、清純な水ほど飽和量に近くなる。溶存酸素がなくなり嫌気状態になると、硫化水素が発生、悪臭を放つようになる。

6-2-1.水温、pH

各単位装置における水温、pHの経日変化を図6-2-1-1と図6-2-1-2に示す。

水温は、冬季の集中時①及び平常時②において10℃を下回ったが、他の専門管理実施日においては10℃を上回った。各単位装置で大きな差はなかった。

pHは、平常時①において、固液分離槽で8.55と弱アルカリ性を示し、膜分離間欠ばっ気槽、膜透過水で6.82~6.91と弱酸性を示したが、オゾン脱色槽では3.71と大きく低下した。集中時①及び平常時②においては、アンモニアの蓄積により各単位装置で9.01~9.33の弱アルカリ性を示した。さらに集中時②及び平常時③においては、平常時③の前にアンモニア対策として硝化の進行が促進されるように間欠ばっ気の運転条件の変更を行い、その結果硝化が進行し、pHが低下したものと考えられる。

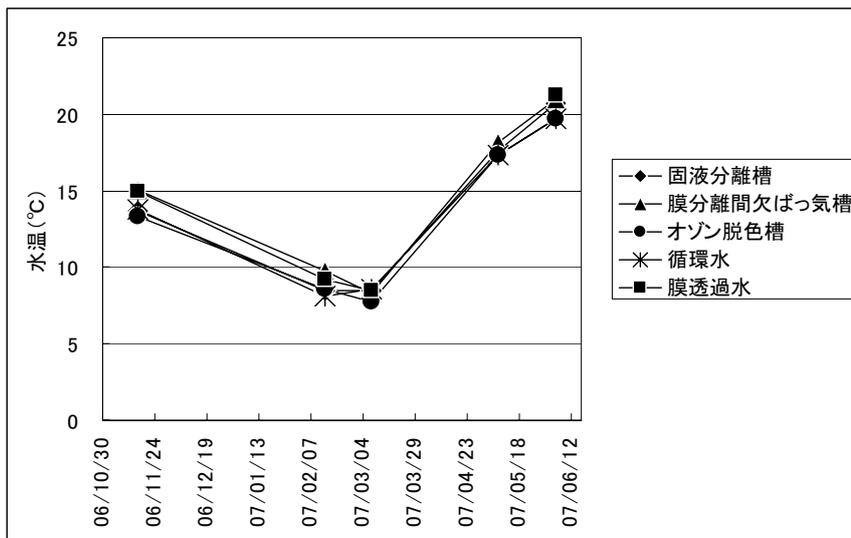


図6-2-1-1 各単位装置における水温の経日変化

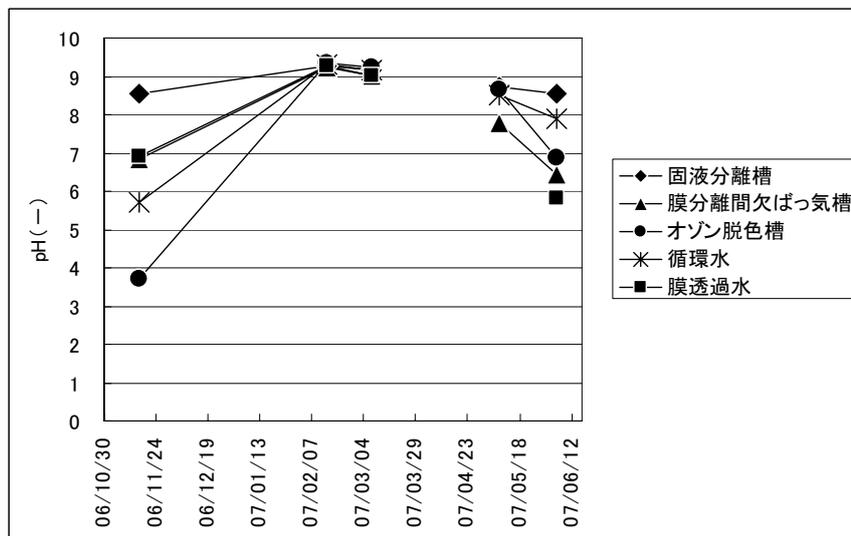


図6-2-1-2 各単位装置におけるpHの経日変化

pH: 水素イオン濃度指数

酸性、アルカリ性の度合いを示す指標。pHが7のときに中性で、7より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示す。一般にし尿は、排泄時は弱酸性だが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。

6-2-2.透視度

固液分離槽において 5.5～9.0cm であり、経日的な大きな変化はなかったが、透明感はほとんどなかった。膜透過後は、専門管理実施日のいずれにおいても、100cm 以上を示し、透明感があった。

処理工程水の外観を表 6-2-2 に示す。固液分離槽は、膜透過水で淡黄色～褐色であったが、平常時①及び②においてオゾン処理後は無色透明であり、透明感が高かった。集中時①では高負荷のため、集中時②及び平常時③では排オゾン対策で集中時②の前にオゾン装置の運転を 24 時間連続運転から夜間（18 時から翌 8 時）のみの運転に変更したため、オゾン酸化による脱色効果が小さく、オゾン処理後においても微黄色～黄色を示したと考えられる。

表 6-2-2 処理工程水の外観

	平常時①	集中時①	平常時②	運転変更	集中時②	平常時③
	11月16日	2月14日	3月8日		5月8日	6月5日
固液分離槽	淡褐色	黄色	褐色		茶褐色	黄褐色
膜分離間欠ばっ気槽	褐色	黄色	褐色		褐色	茶褐色
膜透過水	淡黄色	微黄色	褐色		茶色	黄色
オゾン脱色槽	無色	微黄色	無色		黄色	黄色
循環水	無色	微黄色	無色		黄色	黄色

臭気は、専門管理実施日のいずれにおいても、固液分離槽、膜分離間欠ばっ気槽、膜透過水ではし尿臭があった。また、オゾン脱色槽では平常時①から平常時②まではオゾン臭、排オゾン対策実施後の集中時②及び平常時③ではオゾン臭は認められず、し尿臭が認められたことから、オゾン不足の可能性が示唆された。

溶存オゾンは、専門管理実施日のいずれにおいても、膜透過水、オゾン脱色槽において検出されなかった。

6-2-3.電気伝導率

循環水における電気伝導率の経日変化を図 6-2-3 に示す。

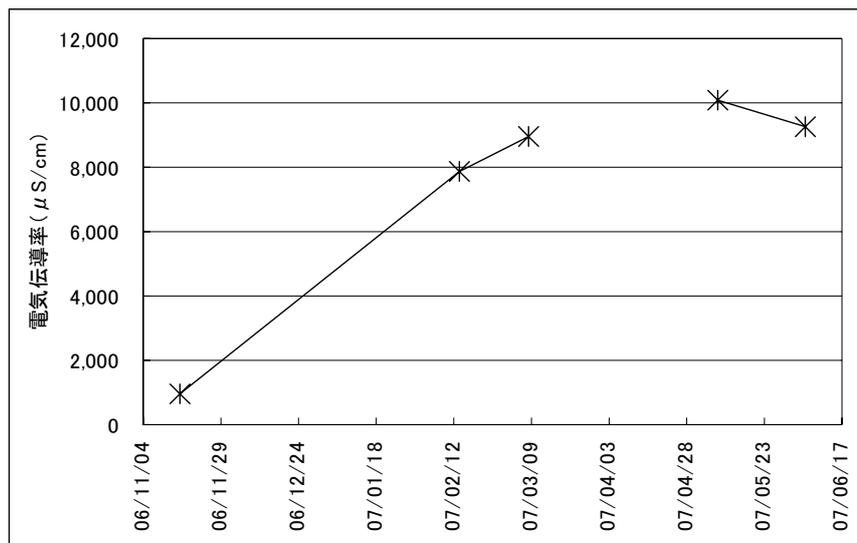


図 6-2-3 循環水における電気伝導率の経日変化

電気伝導率 (μ S/cm または mS/m)

水溶液の電気の通しやすさを表す。水に溶けているイオン総量を示す指標であり、塩類蓄積の指標となる。純水では電気伝導率はほぼ 0 に近い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなる。

循環水の電気伝導率は、964 μ S/cm から 10,090 μ S/cm をピークに大きく増加しており、含有する電解質が増加傾向にあることを示した。

6-2-4.固液分離槽のスカム、堆積汚泥の蓄積状況

固液分離槽内のスカム、堆積汚泥の蓄積状況について、表 6-2-4 に示す。

表 6-2-4 固液分離槽のスカム、堆積汚泥の蓄積状況

専門管理実施日	スカム	堆積汚泥	
平常時①	11月16日	流出部側、全面の3/5に1cm以下	流入部側3cm以下
集中時①	2月14日	流出部側、全面の3/5に10cm	流入部側10cm
平常時②	3月8日	流出部側、全面の2/3に5~10cm	流入部側20cm(底部5cmは濃い)、 流出部側20cm(淡い)
集中時②	5月8日	全面、流入部側5cm、流出部側30~40cm、ペーパー主体	ほとんど無し
平常時③	6月5日	全面、流入部側2~3cm、中央部18cm、 流出部側10cm	ほとんど無し(3cm以下)
汚泥引き 抜き	7月12日	全面の4/5、流入側1~2cm、中央部 15cm、流出部側8cm 固液分離槽2室 全面1~2cm(膜分離 間欠ばっ気槽のスカムが越流)	ほとんど無し

使用開始後から日数の経過に伴い、スカム、堆積汚泥の蓄積傾向が認められたが、底部の堆積汚泥は濃度が低く、圧密性の悪い汚泥であった。スカムはトイレットペーパーを主体として圧密性が高く、水温の上昇に伴い底部の堆積汚泥がスカム化したものと考えられる。

6-2-5.処理装置内部気相中のオゾン濃度測定結果

図 6-2-5-1 に示したマンホールについて、平常時①から平常時②におけるマンホールのふたを開ける前と開けた後のオゾン濃度の測定結果を表 6-2-5-2 に示す。なお、マンホールを開ける前の数値は、処理装置のマンホール上部に設けられた雨水浸入防止用蓋（処理装置が地上設置のため）内部での値であり、マンホールを開けた後の数値は、処理装置内部気相中の値である。

平常時①から平常時②までは、マンホールを開ける前で、最大で 50ppm（平常時①、オゾン脱色槽）のオゾンが検出された。また、マンホールを開けた後では、平常時①でオゾン脱色槽、貯留槽において 100～130ppm の高濃度のオゾンが検出され、オゾン脱色槽より前の単位装置においても 0.2～50ppm のオゾンが検出された。なお、処理装置の上部ではオゾン臭は認められた。

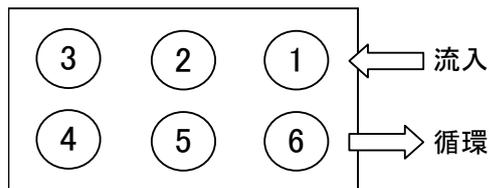


図 6-2-5-1 オゾン濃度測定箇所

表 6-2-5-2 オゾン濃度測定結果

オゾン濃度測定箇所 ppm	平常時①		集中時①		平常時②	
	前	後	前	後	前	後
①固液分離槽	0.3	30	0.25	18	2	50
②	2	15	0.5	11	2	20
③膜分離間欠ばっ気槽	2.5	0.8	0.1	0.4	0.3	2
④オゾン脱色槽	50	110	1	40	20	47
⑤	0.25	100	1.5	30	5	60
⑥貯留槽	10	130	3	40	1	45

処理装置内の気相中で高濃度のオゾンが検出され、維持管理作業等への暴露被害が懸念されたため、排オゾン対策を実施することとした。集中時②の前にオゾン装置の運転を、24 時間連続運転から夜間（18 時から翌 8 時）のみの運転に変更した（5/2 以降実施）。図 6-2-5-3 にオゾン装置の運転方法等を示す。

集中時②及び平常時③においては、オゾン装置運転開始直前と運転後 2 時間まで、及びオゾン装置停止直前と停止後 2 時間までの間、マンホール①、④及び⑥で、オゾン測定を実施した。結果を表 6-2-5-4 及び 6-2-5-5 に示す。なお、検知管によるオゾンの測定には共存物質による擬似反応が指摘されており、NO₂、NH₃、水蒸気等の共存物質による擬似反応が疑われたため、18M（高濃度用、4～400ppm）の検知管を使用した測定結果については、オゾン臭がない場合、値（オゾン濃度）は「—」とした。なお、18L の検知管は低濃度用（0.025～3ppm）である。また、オゾン臭がないのに検知管全体が淡白く変色したものは、「白」と表記した。

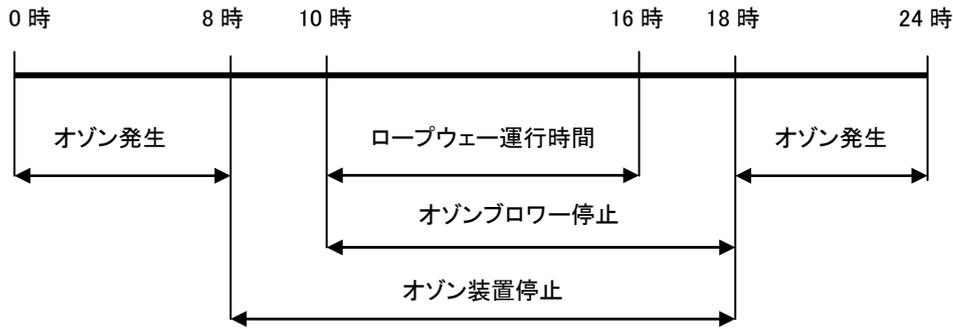


図 6-2-5-3 オゾン装置の運転方法

表 6-2-5-4 オゾン濃度測定結果（集中時②）

		マンホール①							
		前				後			
		種類	回数	目盛	値	種類	回数	目盛	値
2007/5/7	17:30	18L	10	0	0	18L	5	0	0
	18:30	—	—	—	—	—	—	—	—
	19:00	18L	5	0	0	18M	5	20	—
	20:00	18L	5	0	0	18M	5	20	—
2007/5/8	7:30	18L	5	0	0	18M	5	20	—
	9:00	18L	5	0	0	18M	5	27	—
	10:00	18L	5	0	0	18M	5	25	—

		マンホール④							
		前				後			
		種類	回数	目盛	値	種類	回数	目盛	値
2007/5/7	17:30	18L	10	0	0	18L	10	0	0
	18:30	18L	10	0	0	18M	5	20	—
	19:00	18L	5	0	0	18M	5	25	—
	20:00	18L	5	0	0	18M	5	25	—
2007/5/8	7:30	18L	5	0	0	18M	5	30	—
	9:00	18L	5	0	0	18M	5	30	—
	10:00	18L	5	0	0	18M	5	25	—

		マンホール⑥							
		前				後			
		種類	回数	目盛	値	種類	回数	目盛	値
2007/5/7	17:30	18L	10	0	0	18L	10	0	0
	18:30	—	—	—	—	—	—	—	—
	19:00	18L	5	0	—	18M	5	25	—
	20:00	18L	5	0.2	0.2	18M	5	20	—
2007/5/8	7:30	18L	5	0	0	18M	5	20	—
	9:00	18L	5	0	0	18M	5	25	—
	10:00	18L	5	0	0	18M	5	20	—

集中時②においては、マンホールのふたを開ける前のオゾンはほとんど検出されなかった。装置内の気相中においてはオゾン検知管の色に変化が見られた

表 6-2-5-5 オゾン濃度測定結果（平常時③）

		マンホール①							
		前				後			
		種類	回数	目盛	値	種類	回数	目盛	値
2007/6/4	17:30	—	—	—	—	18L	5	0	0
	18:30	—	—	—	—	—	—	—	—
	19:00	18L	5	0	0	18L	5	0	0
	20:00	18L	5	0	0	18L	5	白	ND
2007/6/5	7:30	18L	5	0	0	18L	5	白	ND
	9:00	18L	5	0	0	18L	5	0	0
	13:30	—	—	—	—	—	—	—	—

		マンホール④							
		前				後			
		種類	回数	目盛	値	種類	回数	目盛	値
2007/6/4	17:30	—	—	—	—	18L	5	0	0
	18:30	18L	5	0	0	18L	5	0	0
	19:00	18L	5	0	0	18L	3	白	ND
	20:00	18L	5	0	0	18L	5	白	ND
2007/6/5	7:30	18L	5	0	0	18L	2	0.5	1.25
	9:00	18L	5	0	0	18L	5	0	0
	13:30	18L	5	0.1	0.1	18L	2	0.5	1.25

		マンホール⑥							
		前				後			
		種類	回数	目盛	値	種類	回数	目盛	値
2007/6/4	17:30	18L	5	0	0	18L	5	0	0
	18:30	—	—	—	—	—	—	—	—
	19:00	18L	5	0	0	18L	3	白	ND
	20:00	18L	5	0	0	18L	5	白	ND
2007/6/5	7:30	18L	5	0.3	0.3	18L	3	0.5	0.83
	9:00	18L	5	0	0	18L	5	0	0
	13:30	—	—	—	—	—	—	—	—

平常時③(表 6-2-5-5)においては、オゾンの測定とともに NO₂、NH₃ の測定も行ったところ、NO₂ は 0.7~5ppm、NH₃ は 2~5ppm 検出されており、検知管によるオゾン測定には共存物質による擬似反応の影響があるものと考えられた。処理装置の上部において検知管での測定作業時に、オゾン発生装置の稼動開始前にはオゾン臭は認められなかったが、稼動開始後は若干のオゾン臭が認められた。しかしながら、排オゾン対策を実施する前と後では明らかに検知管の変色状況が変化し、オゾン臭の感じ方にも差が生じていたことから、排オゾン対策により排オゾンの濃度は低下したと考えられる。

6-2-6.処理装置の設置に関する周辺環境への影響

本装置では、仮設トイレ施設を設置し試験を行った。

施工期間は、平成 18 年 9 月~10 月に実施、設置面積は、トイレ設置 7.5 m²、処理装置設置 14 m² となっている。

6-3.水質分析結果

専門管理実施日（平常時①：11月16日、集中時①：2月14日、平常時②：3月8日、集中時②：5月8日、平常時③：6月5日）における水質分析の結果を表6-3に示す。なお、循環水はロータンクから採取したものである。

表 6-3 水質分析結果

11月16日 平常時①													
単位装置	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	TOC (mg/L)	大腸菌 (MPN/mL)	大腸菌群 (CFU/mL)
固液分離槽	75	68	46.3	136	119	ND	ND	12.2	134	75.8	50.0	—	—
膜透過水	<3	<3	<2	116	42.8	0.08	78.7	12.2	104	15.5	8.4	—	—
オゾン脱色槽	<3	<3	<2	128	41.6	ND	90.3	9.42	81.2	0.9	3.2	—	—
循環水	<3	<3	<2	91.8	32.0	0.17	62.2	7.91	65.4	1.9	2.5	ND	ND

2月14日 集中時①													
単位装置	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	TOC (mg/L)	大腸菌 (MPN/mL)	大腸菌群 (CFU/mL)
固液分離槽	83	77	38.0	960	589	ND	ND	42.1	985	218	131	—	—
膜透過水	<3	<3	<2	834	732	6.19	ND	42.5	936	51.2	56.7	—	—
オゾン脱色槽	<3	<3	<2	844	728	ND	37.5	41.5	960	18.3	50.9	—	—
循環水	7	5	<2	904	717	0.28	40.0	40.0	1,009	22.0	60.1	ND	ND

3月8日 平常時②													
単位装置	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	TOC (mg/L)	大腸菌 (MPN/mL)	大腸菌群 (CFU/mL)
固液分離槽	45	36	27.5	908	832	ND	ND	49.6	1,130	259	114	—	—
膜透過水	<3	<3	<2	828	770	ND	2.2	51.4	983	61.4	57.8	—	—
オゾン脱色槽	3	3	<2	855	783	0.05	43.8	49.9	1,130	10.1	57.2	—	—
循環水	<3	3	<2	850	764	1.87	34.5	47.7	1,130	19.2	55.1	ND	ND

5月8日 集中時②													
単位装置	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	TOC (mg/L)	大腸菌 (MPN/mL)	大腸菌群 (CFU/mL)
固液分離槽	84	70	94.9	922	775	103	2.8	64.2	1,456	231	166	—	—
膜透過水	22	<3	<2	938	537	338	10.0	66.1	1,359	161	73.6	—	—
オゾン脱色槽	7	<3	<2	905	590	285	24.4	68.5	1,359	135	73.7	—	—
循環水	37	<3	<2	906	630	259	14.4	66.8	1,456	131	75.5	ND	ND

6月5日 平常時③													
単位装置	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	TOC (mg/L)	大腸菌 (MPN/mL)	大腸菌群 (CFU/mL)
固液分離槽	72	25	55.1	730	469	193	15.2	69.2	1,250	243	117	—	—
膜透過水	7	<3	<2	719	318	377	24.2	77.8	1,470	195	60.2	—	—
オゾン脱色槽	17	<3	<2	699	300	324	45.9	82.5	1,466	177	60.7	—	—
循環水	50	<3	<2	780	348	354	49.3	75.1	1,380	170	65.5	ND	ND

6-3-1.BOD、SS、TOC

各単位装置における BOD、SS、TOC の経日変化を図 6-3-1 に示す。

BOD について、固液分離槽では 45～84mg/L で推移した。膜透過後において、平常時②までは、集中時①の循環水で 7mg/L を示したのを除き、すべて 3mg/L 以下で推移した。集中時②以降は、7～50mg/L と高い値で推移したが、これは、NH₄-N、NO₂-N の蓄積による N-BOD の影響が大きいと考えられた。なお、試験計画の分析項目にはないが ATU-BOD は、循環水の 1 点が 5mg/L を示したほかは測定した全てで 3mg/L 以下であった。

SS について、固液分離槽では 28～95mg/L で推移した。膜透過後においては、2mg/L を超えることはなかった。

TOC について、ばらつきはあるものの増加傾向を示し、固液分離槽では 50～166mg/L、膜透過以降は 3～76mg/L で推移した。

BOD:生物化学的酸素要求量 (mg/L)

水の処理状態を示す代表的な水質項目の 1 つ。水中に含まれる有機物質等が、微生物により分解される際に消費される酸素量を表す。生物分解が可能な有機物量が多く、水が汚れてくると BOD 値は高くなる。一般に収集し尿 1 l につき、約 13,000mg の BOD を含んでいる。

SS:浮遊物質 (mg/L)

水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が 2mm 以下の固形物量を表す。BOD とともに重要な項目で、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなる。処理により SS が除去されると BOD も低くなる。一般に収集し尿は 1 l につき約 18,000mg の SS を含んでいる。

TOC:有機性炭素 (mg/L)

有機物中の炭素量を表す。有機物量が多く、水が汚れてくると TOC 値が高くなる。BOD の分析には 5 日間かかるが、TOC は分析装置により短時間で分析できる。

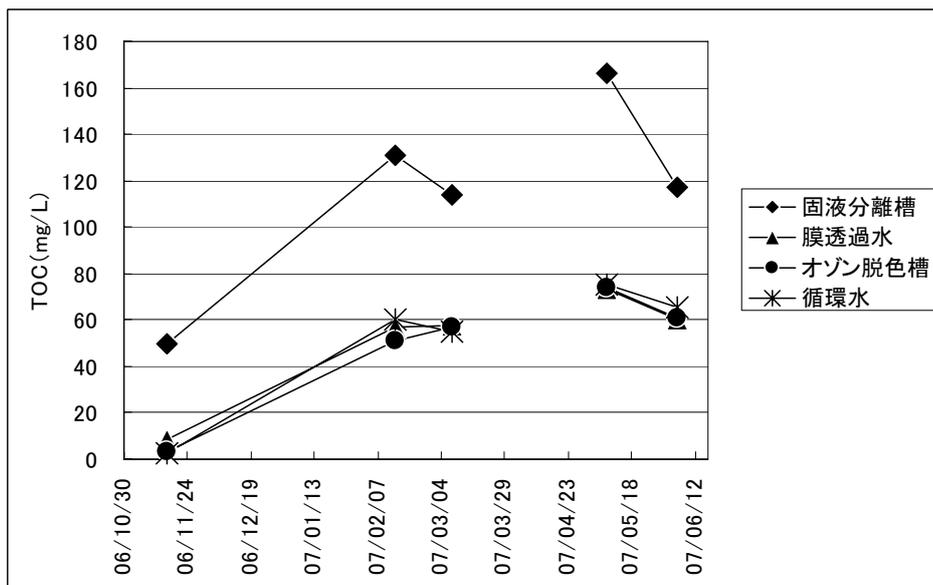
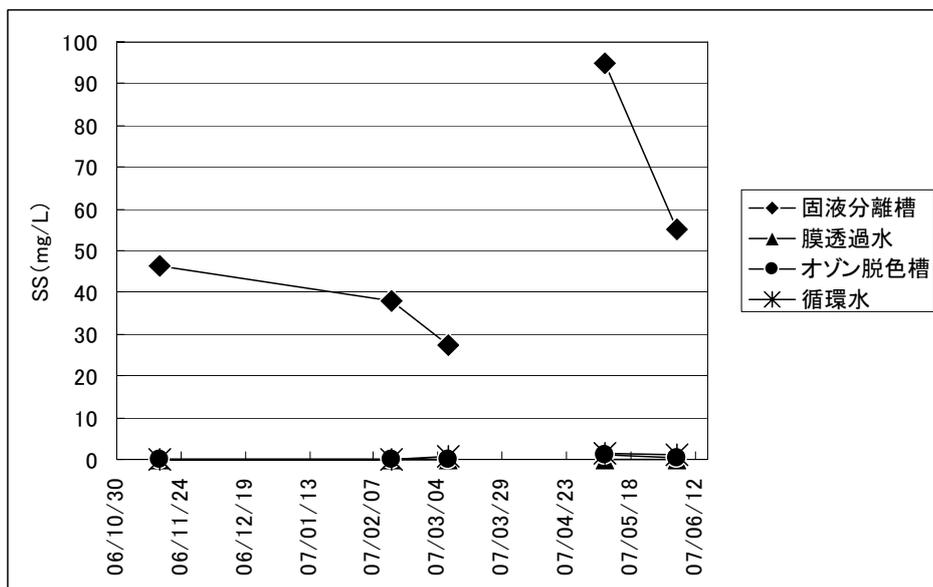
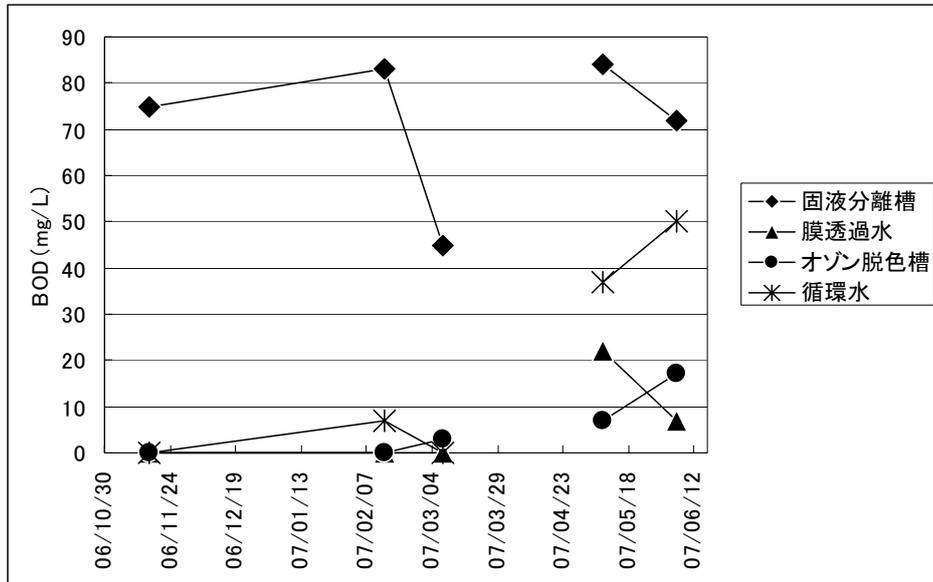


図 6-3-1 処理工程水の BOD、SS、TOC の経日変化

6-3-2.T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N

各単位装置における T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N の経日変化を図 6-3-2-1~6-3-2-2 に示す。

T-N については、各単位装置とも平常時①の約 100mg/L から集中時①の約 900mg/L へと増加したが、平常時②及び集中時②では約 900mg/L で推移し、平常時③では約 750mg/L と若干減少した。

NH₄-N も T-N と同様な変動を示し、集中時②及び平常時③では NH₄-N 濃度は減少したが、これは、集中時②の前の排オゾン対策により有機性 N から NH₄-N への脱アミノ反応が進行せず、さらに平常時③の前の硝化反応の促進のための運転条件の変更に伴い、NH₄-N から NO₂-N の硝化反応が促進されたためと考えられる。

NO₂-N、NO₃-N については、平常時②まではオゾン酸化で NO₂-N から NO₃-N の反応が主であったため、NO₂-N は低値、NO₃-N は高値で推移したが、排オゾン対策後の集中時②及び平常時①ではオゾン酸化が減少して NO₂-N が蓄積し、NO₂-N は高値を示したと考えられる。固液分離槽及び集中時①以降の膜透過水の NO₃-N が低値であるのは、脱窒反応のためと考えられる。

T-N: 全窒素(mg/L) 有機性窒素化合物および無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。
NH ₄ -N: アンモニア性窒素(mg/L) アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表す。アンモニアは蛋白質のような有機性窒素化合物が分解して生成する。
NO ₂ -N: 亜硝酸性窒素(mg/L) 亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。亜硝酸は、主にし尿および下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成する。
NO ₃ -N: 硝酸性窒素(mg/L) 硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物である。

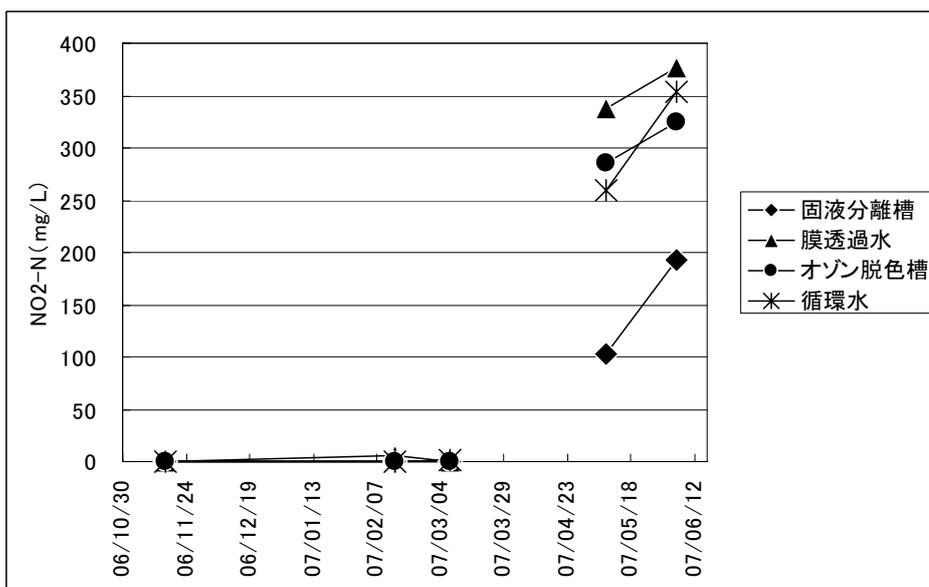
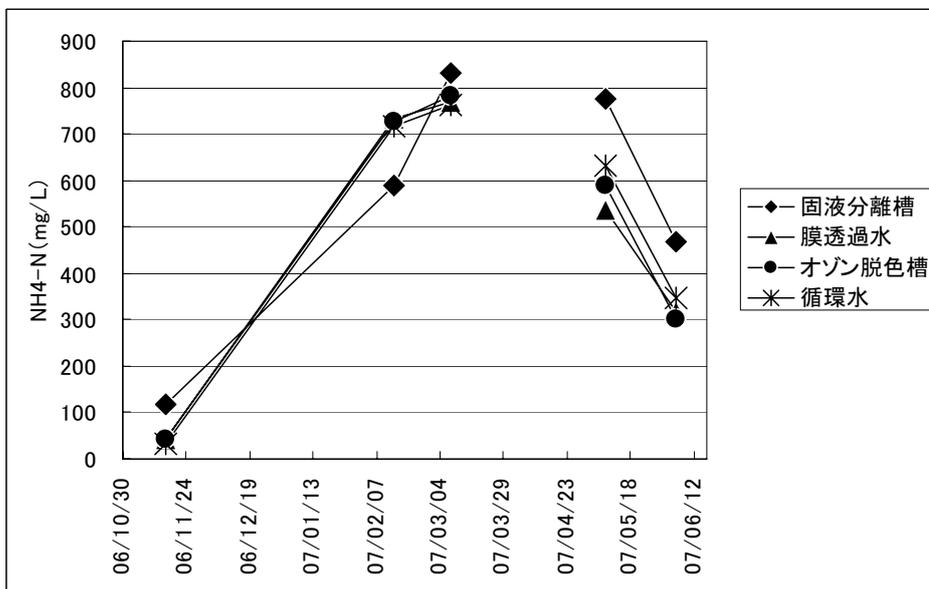
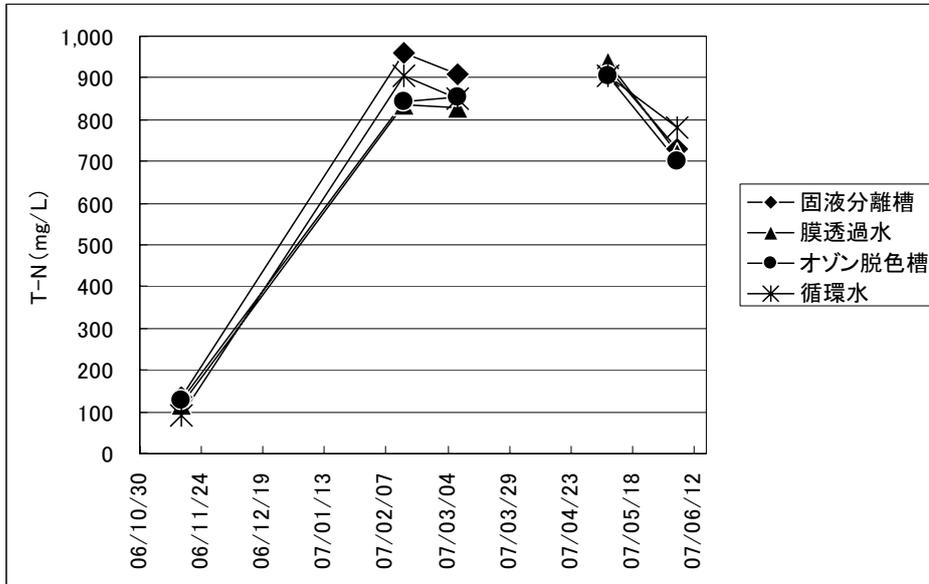


図 6-3-2-1 処理工程水の T-N、NH4-N、NO2-N の経日変化

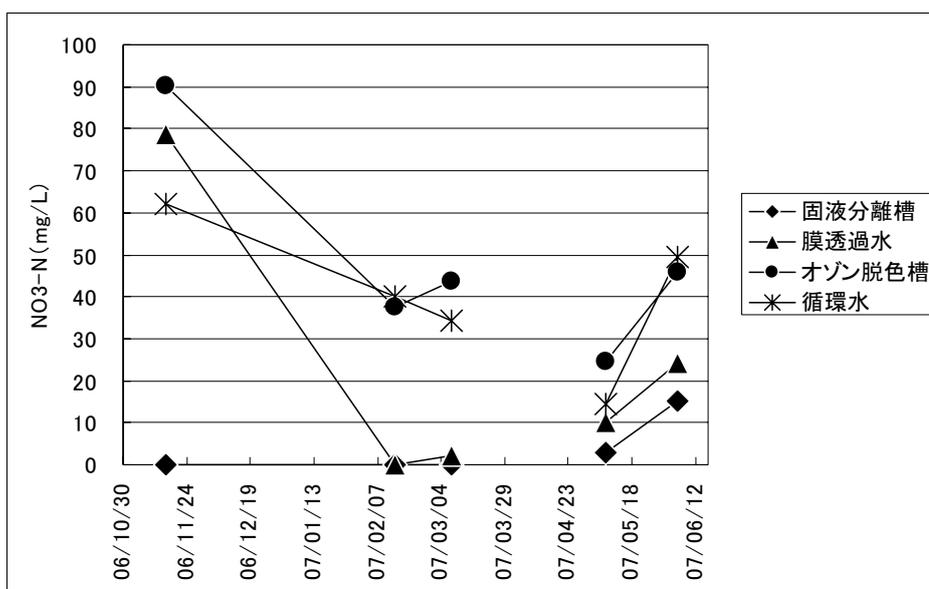


図 6-3-2-2 処理工程水の NO3-N の経日変化

6-3-3.T-P

T・P は各処理工程水ともに増加傾向であり、処理工程水による差はほとんどなく、処理装置内に蓄積していた。

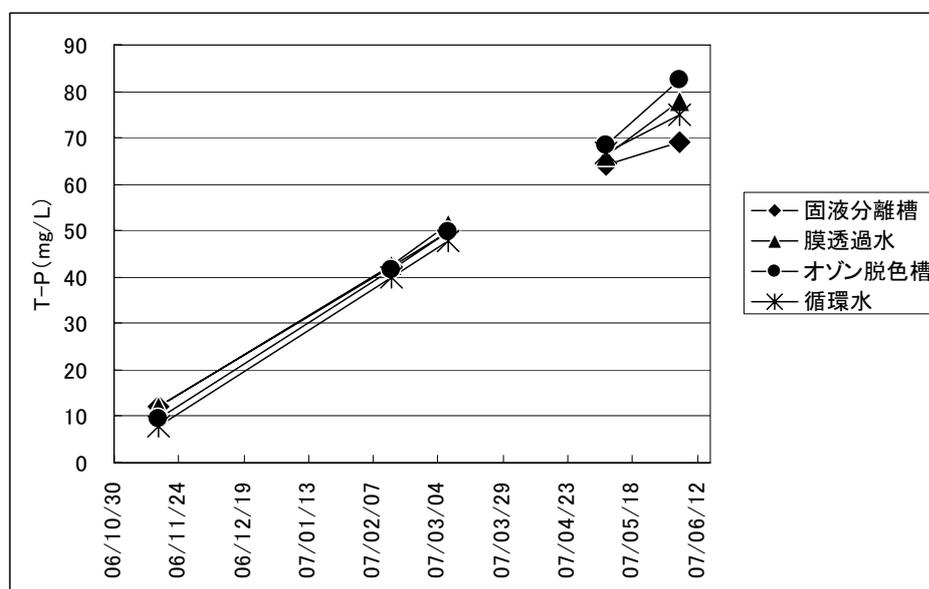


図 6-3-3 処理工程水の T-P の経日変化

P：リン (mg/L)

生体すべての組織、細胞を構成する元素で、人体からはほとんどが尿中に排出。Cl-と同じく、通常の生物処理で除去されないため、洗浄水による希釈度合いを推定することができる。

6-3-4.塩化物イオン、色度

各単位装置における塩化物イオン、色度の経日変化を図 6-3-4 に示した。

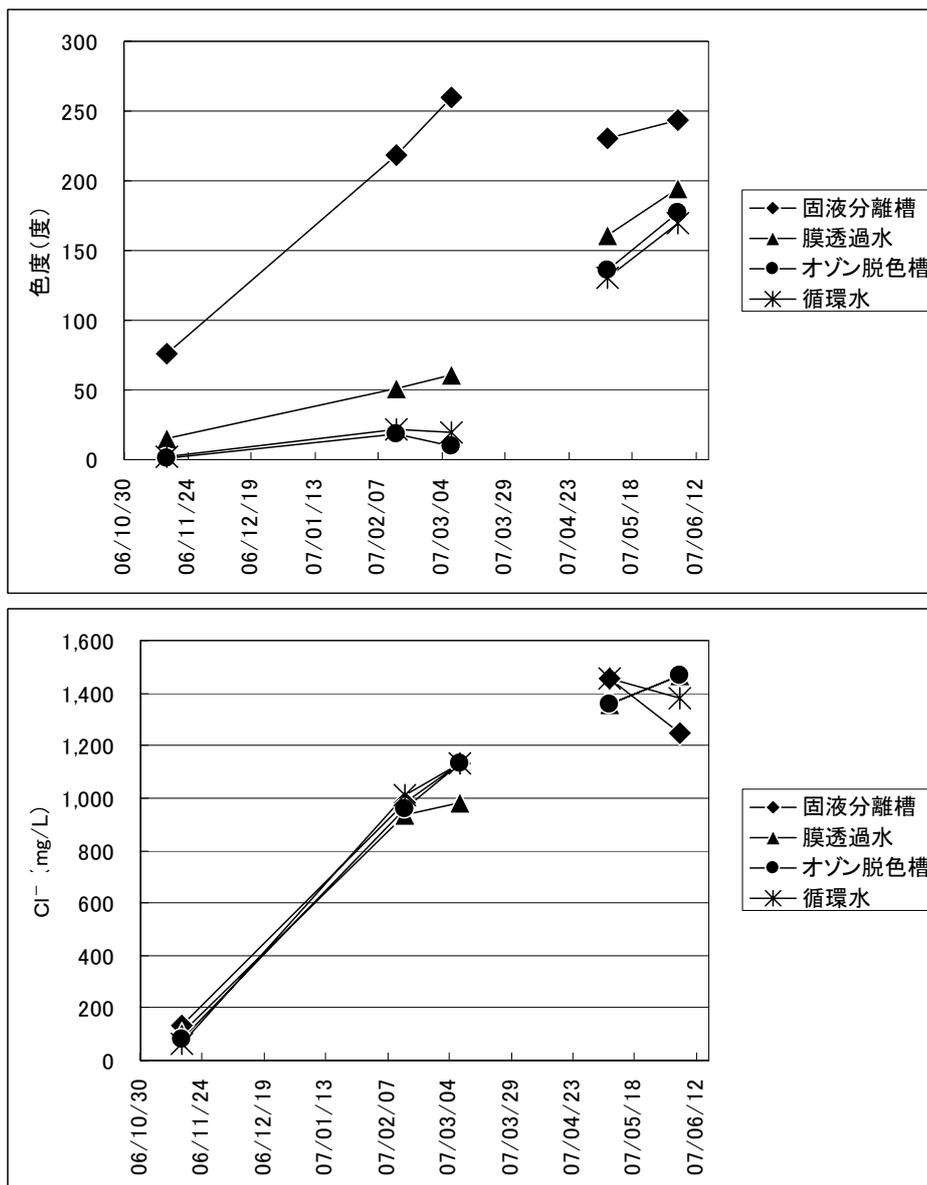


図 6-3-4 処理工程水の色度、塩化物イオンの経日変化

色度及び塩化物イオンは、各単位装置で増加傾向にあった。

色度については、固液分離槽において経過日数に伴い上昇したが、5月～6月ではpHがそれまでより低下しているため、約250度付近で上昇せずに横ばいになったものと推測される。また、膜透過水、オゾン脱色槽、循環水においても色度の増加傾向が認められた。平常時②から集中時②への急激な増加は、利用回数の増加と集中時②の前に排オゾン対策によるオゾン発生器の運転を24時間連続運転から夜間（18時から翌8時）のみの運転に変更した影響で、脱色しきれなかったためと考えられる。

塩化物イオンについては、処理装置内に蓄積する傾向であり、電気伝導率の経日変化と同傾向を示した。平常時①において、循環水は固液分離槽の約1/2であり、初期の張り水の影響と考えられたが、集中時①以降においては、各単位装置の塩化物イオン濃度には若干のばらつきはあるものの、槽内はほぼ定常状態になっていると考えられた。

Cl⁻ : 塩化物イオン (mg/L)

水中でイオン化している塩素を表す。通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定することができる。

6-3-5. 大腸菌、大腸菌群

循環水の大腸菌及び大腸菌群は、専門管理実施日のいずれにおいても検出されなかった。

6-3-6. 膜分離間欠ばっ気槽の活性汚泥濃度

膜分離間欠ばっ気槽内の活性汚泥の汚泥分析結果を表 6-3-6 に示す。

表 6-3-6 膜分離間欠ばっ気槽の汚泥分析結果

	TS (mg/L)	VS (mg/L)	SS (mg/L)	VSS (mg/L)
平常時① (11月16日)	3,560	2,650	2,880	2,250
集中時① (2月14日)	6,570	3,720	4,120	3,220
平常時② (3月8日)	6,820	3,820	4,300	3,380
集中時② (5月8日)	8,430	4,520	4,490	3,560
平常時③ (6月5日)	9,090	4,900	5,310	4,180

MLSS は 2,880mg/L から 5,310mg/L と上昇傾向にあるが、膜分離活性汚泥方式としては若干低い値であると考えられる。SS に対する VSS の比率は 78~79%であった。

本実証試験期間においては、膜分離間欠ばっ気槽の活性汚泥濃度の調整は実施していないが、活性汚泥濃度の上昇に伴い膜の閉塞等、処理機能への影響が懸念される。

MLSS : 活性汚泥浮遊物質 (mg/L)

ばっ気槽中の混合液の浮遊物質、すなわち活性汚泥の濃度を表す。標準活性汚泥方式のばっ気槽の場合、1,000~3,000mg/L、膜分離活性汚泥方式の場合は、3,000~20,000 mg/L が維持管理の目安となる。

6-3-7. 固液分離槽の清掃汚泥濃度

固液分離槽の清掃汚泥の分析結果を表 6-3-7 に示す。

表 6-3-7 固液分離槽の清掃汚泥の分析結果

	TS (mg/L)	VS (mg/L)	SS (mg/L)	VSS (mg/L)
7月12日	8,630	4,610	4,690	4,020

TS に比べ SS の濃度が低く、溶解性成分が多量に含まれており、その大部分は溶解性の無機成分、すなわち塩類であると考えられる。また、SS に対する VSS の比率が 85%を超えており、有機性成分の比率が高かった。これは、トイレトペーパーの蓄積の影響と考えられる。

大腸菌群 (個/mL)

大腸菌及びそれによく似た性質をもつ細菌の総称。大腸菌は人や動物の腸管内に多く生息しているため、大腸菌 (群) が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性があることを意味する。一般に収集し尿 1 mL 中には 100 万個以上の大腸菌などが存在している。

6-4.使用回数と各項目の関係

専門管理実施日前日までのトイレの使用回数(男子小便器及び女子大便器合計)を表6-4に示す。

表 6-4 専門管理実施日前日までの累積総使用回数

専門管理実施日		経過日数 (日)	累積総使用回数 (回)
平常時① (11月16日)	11月15日 16:00	29	573
集中時 (2月14日) ①	2月13日 16:00	119	5,487
平常時 (3月8日) ②	3月7日 16:00	141	6,400
集中時 (5月8日) ②	5月7日 16:00	202	9,497
平常時 (6月5日) ③	6月4日 16:00	230	10,587

6-4-1. 増加水量

総使用回数と増加水量の関係を図6-4-1に示す。

増加水量は、使用回数の増加に伴いほぼ直線的に増加しており、雨水等の混入はないものと考えられる。

1回当たりの増加水量は93.8mLとなり、設計時のし尿原単位250mLに対して約37.5%と少量であった。

水量の増加については、期間中1037.439L+試料採取分(60L:6/28付)となっている。

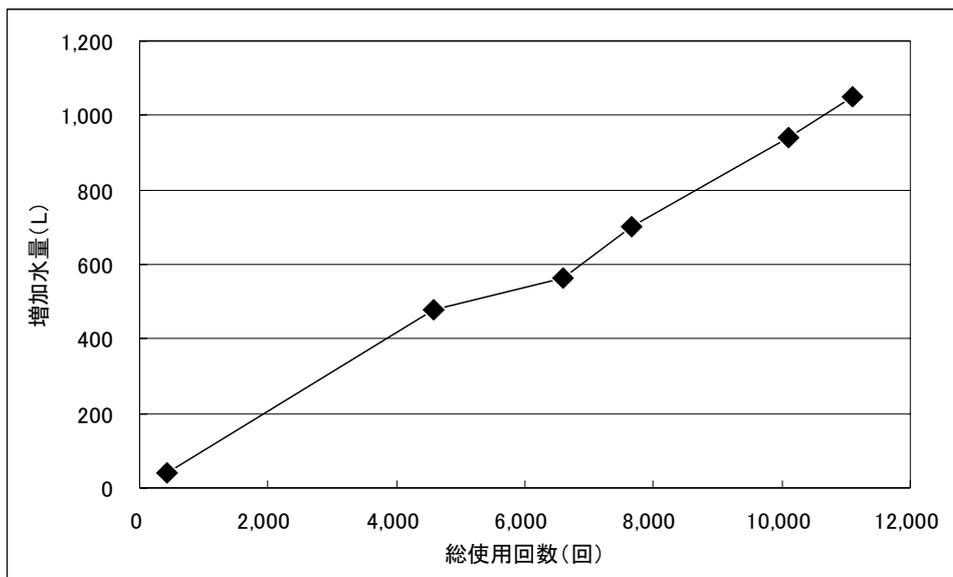


図 6-4-1 総使用回数と増加水量の関係

6-4-2. 使用回数と pH

使用回数と各単位装置の pH を図 6-4-2 に示す。

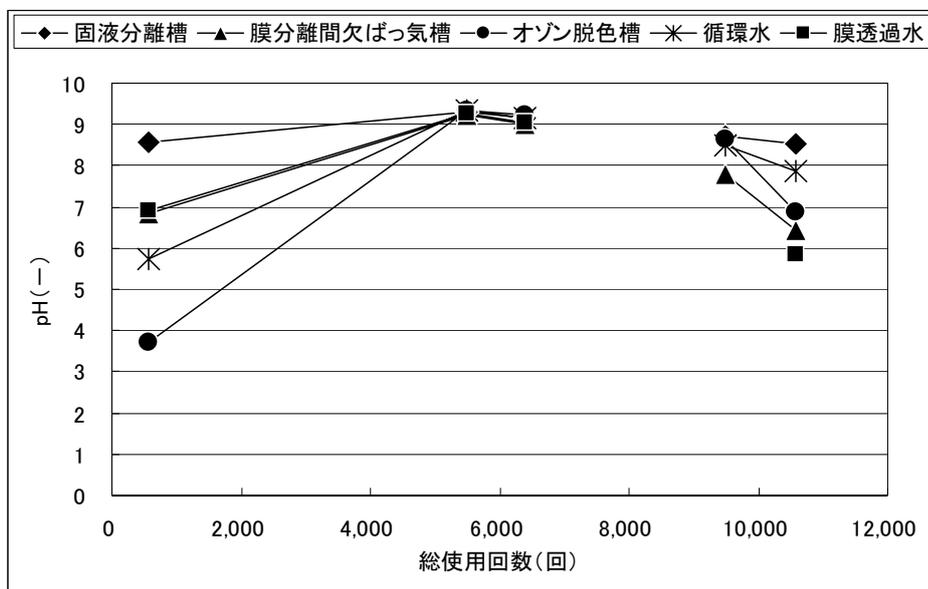


図 6-4-2 使用回数と各単位装置の pH

使用回数の少ない初期の段階では各単位装置の pH はばらついたが、約 5,500~6,500 回までの使用では硝化を抑制する膜分離間欠ばっ気槽の運転によりアンモニアが蓄積し、各単位装置とも 9~9.3 の弱アルカリ性を示した。その後約 9,500~10,600 回では、硝化を促進させるように間欠ばっ気槽の運転条件を変更したため、硝化が進行し pH が低下したと考えられる。

6-4-3 電気伝導率

使用回数と循環水の電気伝導率を図 6-4-3 に示す。

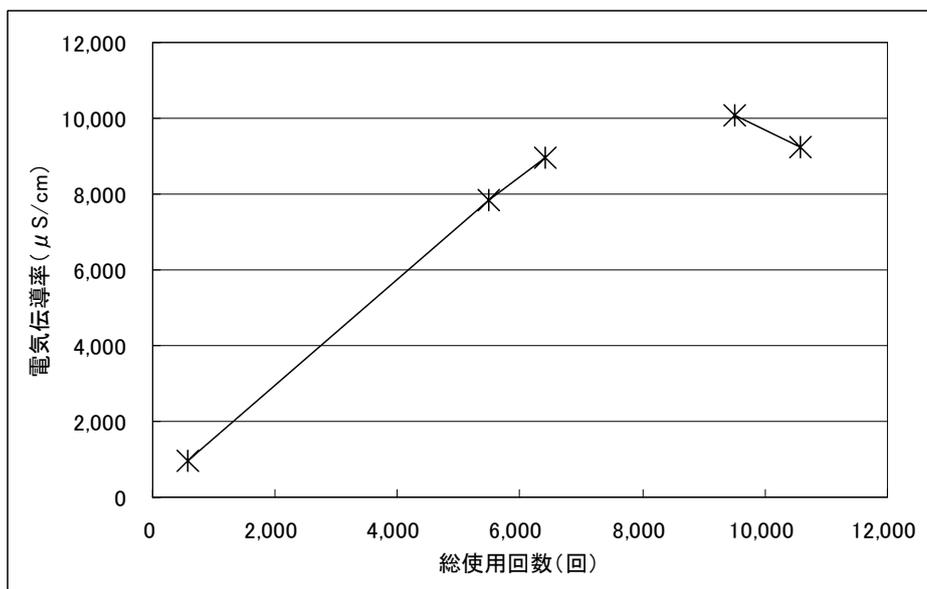


図 6-4-3 循環水における使用回数と電気伝導率

使用回数の増加に伴い約 6,500 回まではほぼ直線的に増加しており、含有する電解質が蓄積傾向にあったが、約 10,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ で横ばいとなる傾向を示した。これは、6-4-1 の使用回数と増加水量の関係から装置内への雨水等の混入はなかったと考えられることから、塩類等が汚泥中に蓄積された結果と考えられる。

6-4-4.膜分離間欠ばつ気槽の膜透過水量と活性汚泥のろ紙ろ過量

膜分離間欠ばつ気槽の膜透過水量、及び活性汚泥のろ紙ろ過量を表 6-4-4-1 に、使用回数と膜分離間欠ばつ気槽の膜透過水量、及び活性汚泥のろ紙ろ過量の関係を図 6-4-4-2 に示す。

表 6-4-4-1 膜分離間欠ばつ気槽の膜透過水量、及び活性汚泥のろ紙ろ過量

専門管理実施日	ろ紙ろ過量 (mL/5min)	透過水量 (mL/min)
平常時① (11月16日)	19.4	900
集中時① (2月14日)	8.0	320
平常時② (3月8日)	5.5	400
集中時② (5月8日)	2.3	510
平常時③ (6月5日)	5.0	500
膜洗浄後 (6月5日)	—	960

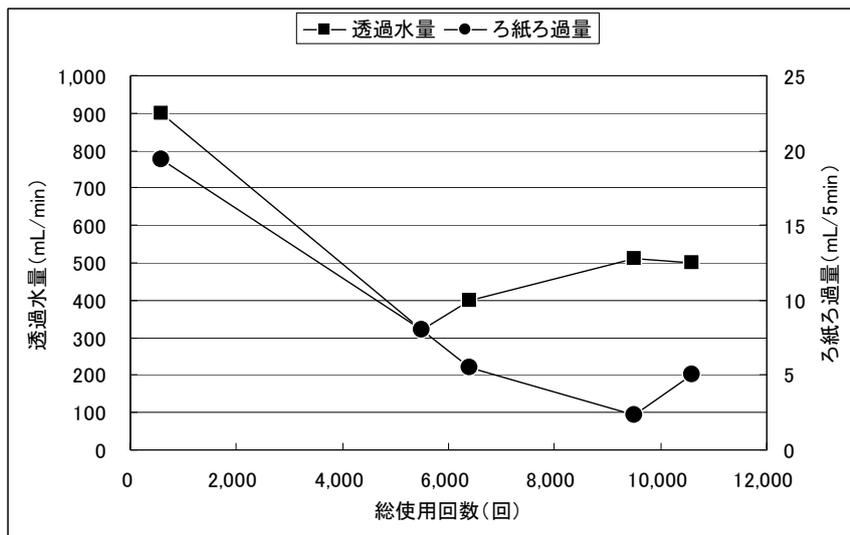


図 6-4-4-2 使用回数と膜透過水量及び活性汚泥のろ紙ろ過量の関係

膜透過水量、ろ紙ろ過量とも、使用回数 5,500 回程度までは低下し、膜透過水量は 400～

500mL/min、ろ紙ろ過量は 2.5~5mL/5min で一定になる傾向を示した。

また、膜洗浄後の膜透過水量は、平常時①のレベルまで回復していた。

週間の使用回数と膜透過水量、ろ紙ろ過量、MLSS の関係を図 6-4-4-3 および図 6-4-4-4 に示す。

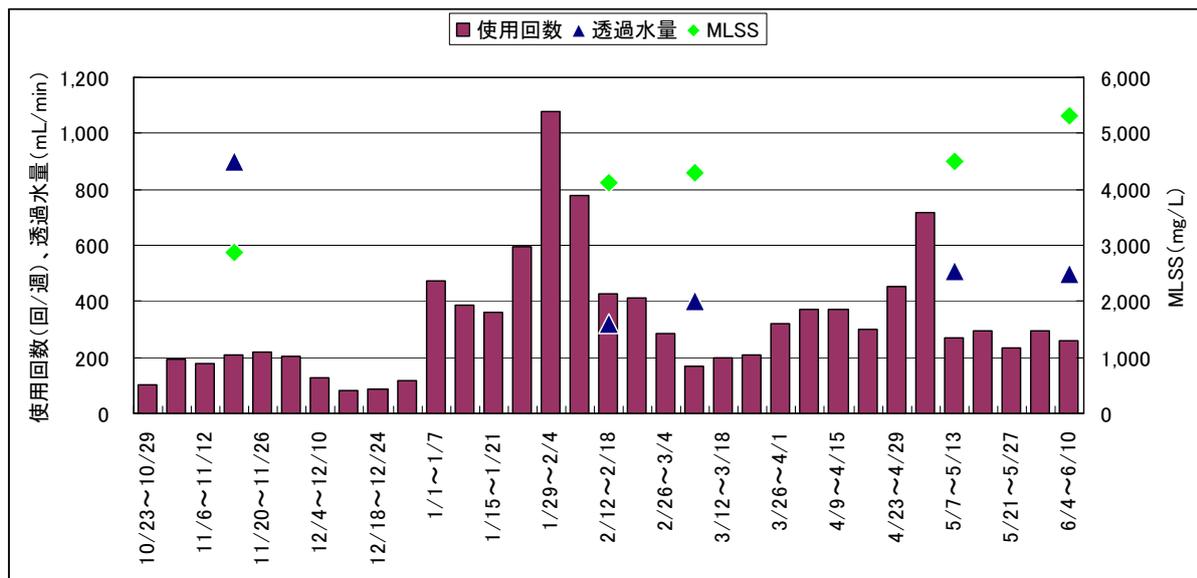


図 6-4-4-3 週間の使用回数と膜透過水量、MLSS

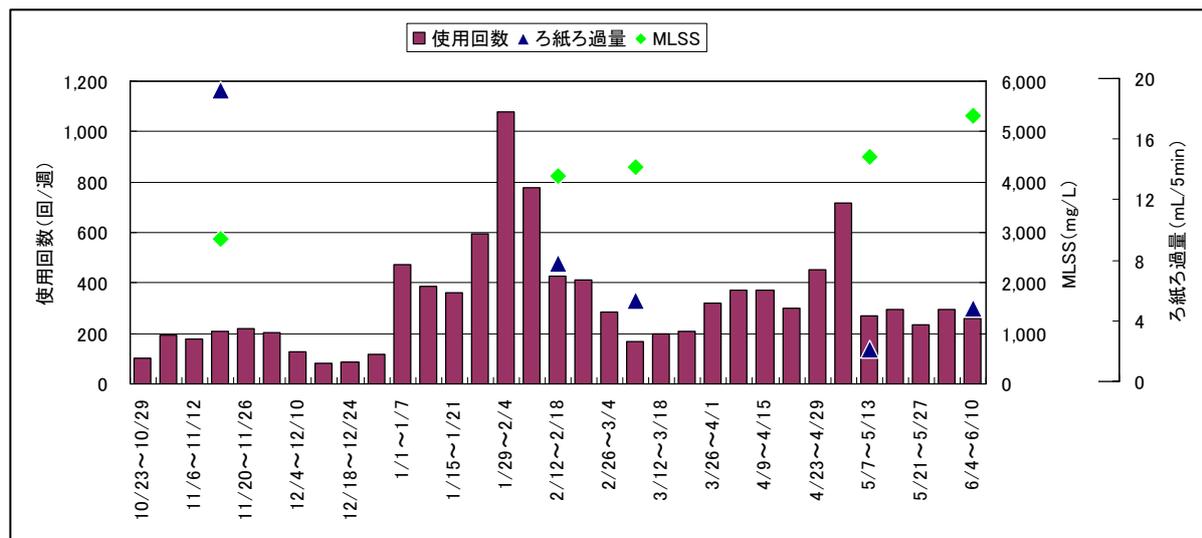


図 6-4-4-4 週間の使用回数とろ紙ろ過量、MLSS

膜透過水量、ろ紙ろ過量ともに低下したが、1月から2月上旬のピークを過ぎて週間の使用回数が少なくなると膜透過水量は回復傾向を示し、約 500mL/min で定常状態となった。これは、ばつ気による膜面の洗浄効果が有効に働いた結果と考えられる。

6-4-5.BOD、SS、TOC

使用回数と各単位装置の BOD、SS、TOC を図 6-4-5-1 に示す。

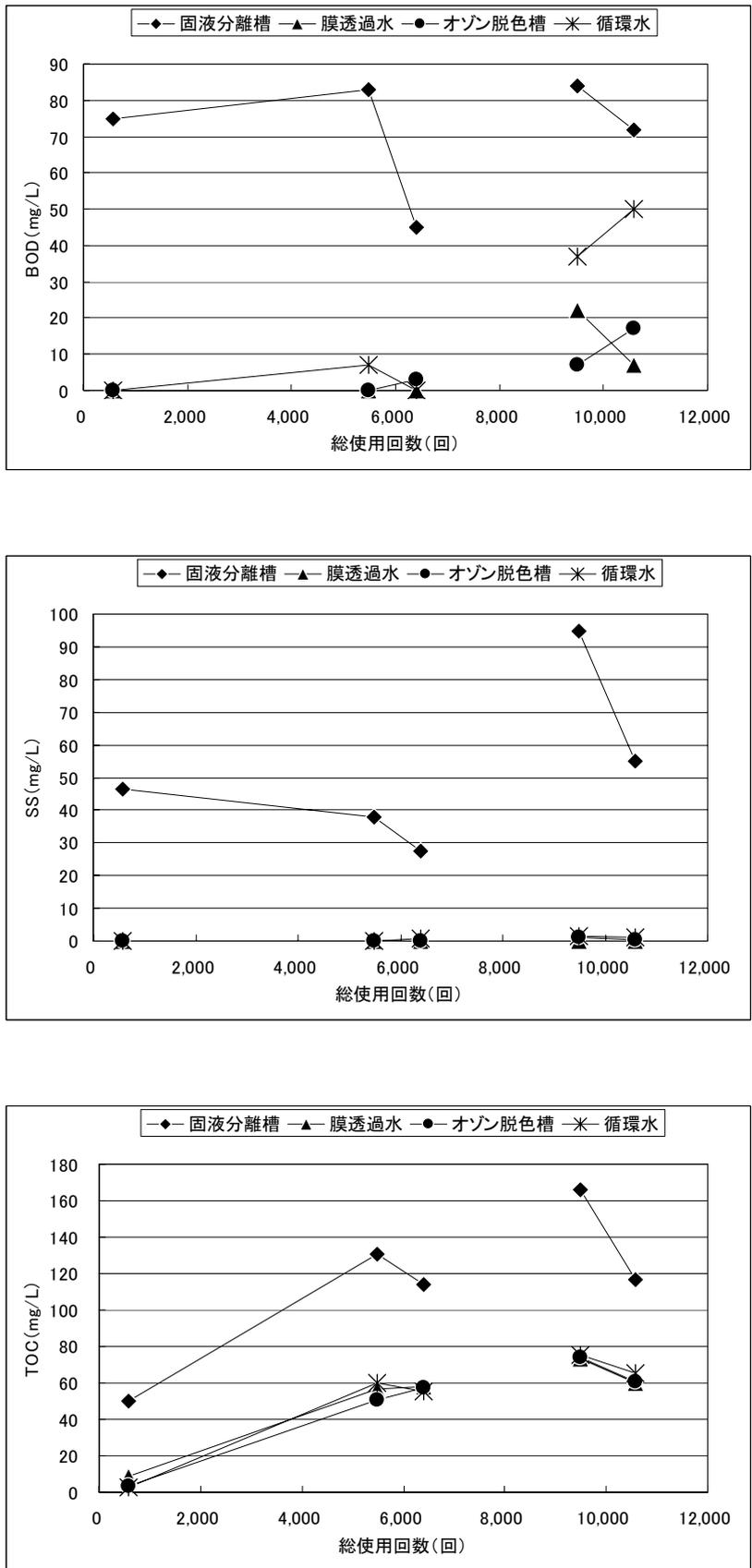


図 6-4-5-1 使用回数と処理工程水の BOD、SS、TOC

BOD、SS、TOC については、使用回数と濃度に相関はみられない。
週間の使用回数と循環水の BOD、TOC の関係を図 6-4-5-2 に示す。

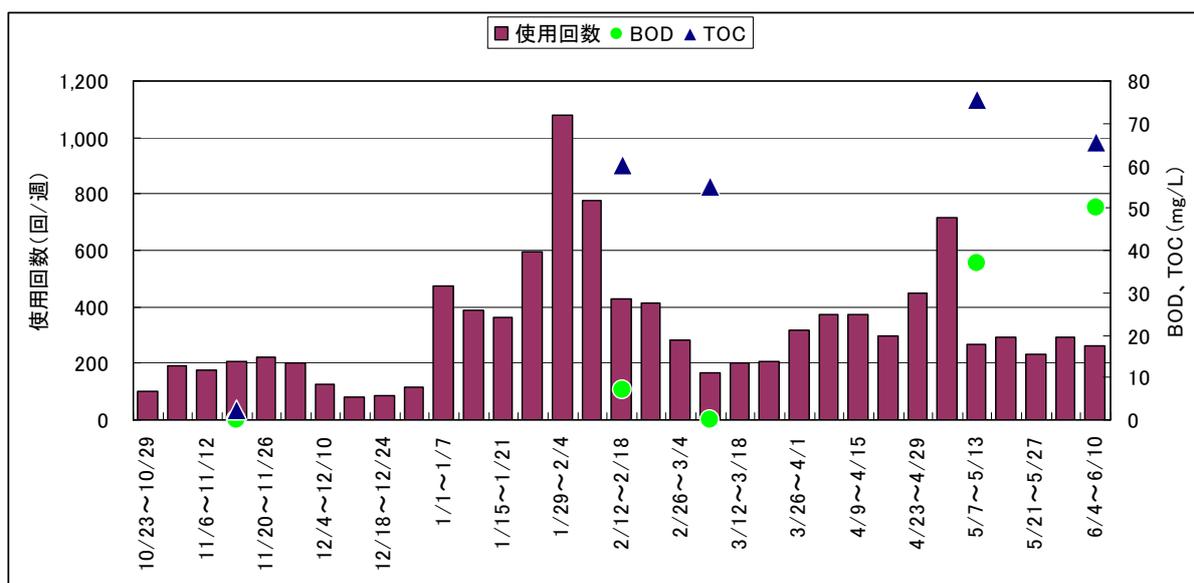


図 6-4-5-2 週間の使用回数と循環水の BOD、TOC

集中時①の BOD、TOC は、1 月から 2 月上旬の使用回数のピークの影響で増加したが、使用回数
が減少すると、平常時②においては BOD、TOC とともに減少した。集中時②において BOD、TOC
が増加していたのは、ゴールデンウィークの使用回数の増加とオゾン発生装置の運転方法を変更し
たことが影響したと考えられる。特に BOD については、オゾン発生装置の運転変更により硝化が進
行せず、 NH_4N 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が多量に蓄積し、これらによる N-BOD の影響が大きかったと考えられた。

6-4-6.塩化物イオン、色度

使用回数と各単位装置の塩化物イオン、色度を図 6-4-6-1 に示す。

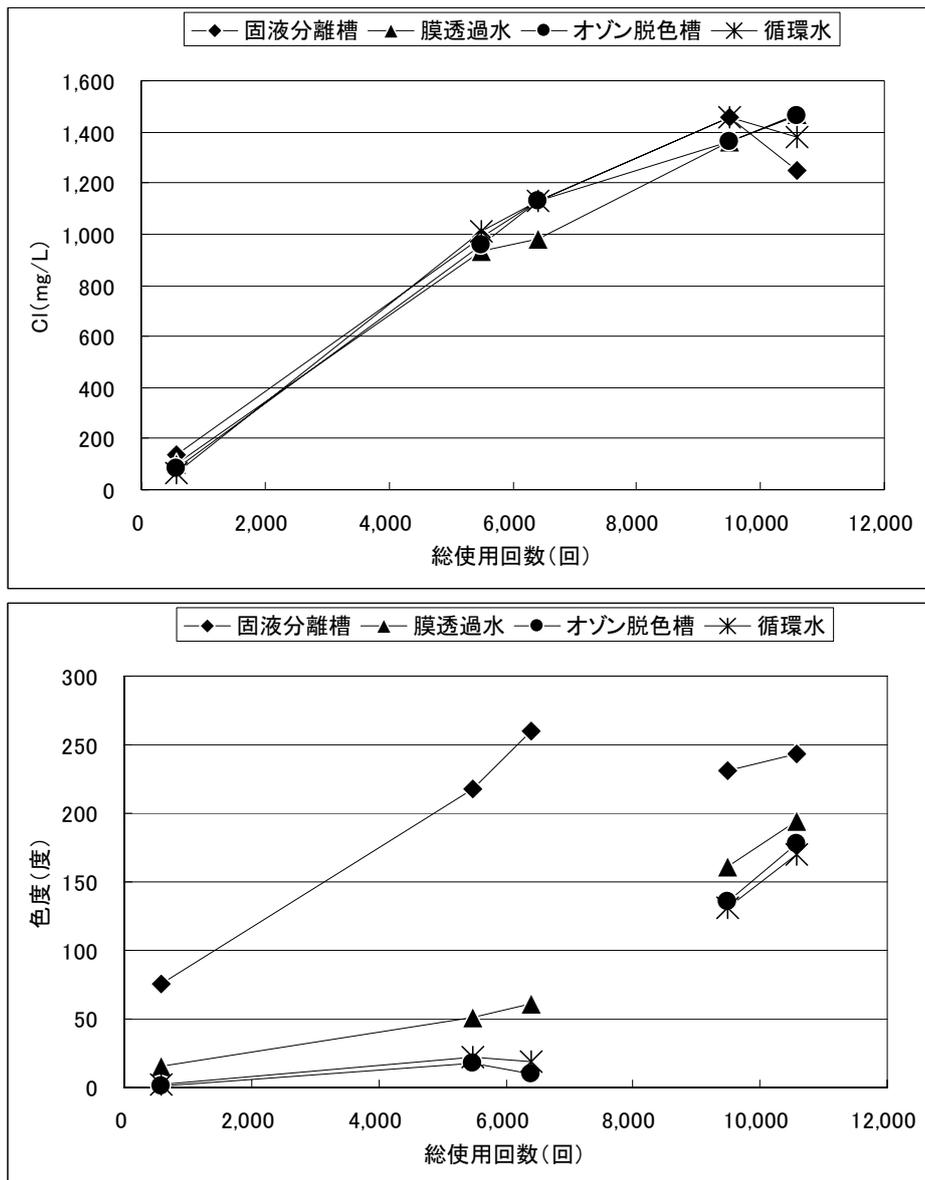


図 6-4-6-1 使用回数と処理工程水の塩化物イオン、色度

塩化物イオンについては、使用回数に応じて直線的に増加しており、電気伝導率の変化と同傾向を示した。

色度については、約 6,000 回までの増加速度とそれ以降の約 6,000~11,000 回の増加速度に差が生じており、後者の増加速度が大きいが、これは約 6,000~9,000 回の間には排オゾン対策としてオゾン発生装置の運転条件を変更したことが影響している。

週間の使用回数と循環水の色度の関係を図 6-4-6-2 に示す。

平常時②までは、使用回数の割に色度は増加しておらず、オゾンの脱色効果が現れている。

集中時②及び平常時③では、オゾン発生装置の運轉變更による影響で、脱色作用が発揮されず、色度が蓄積したものと考えられる。

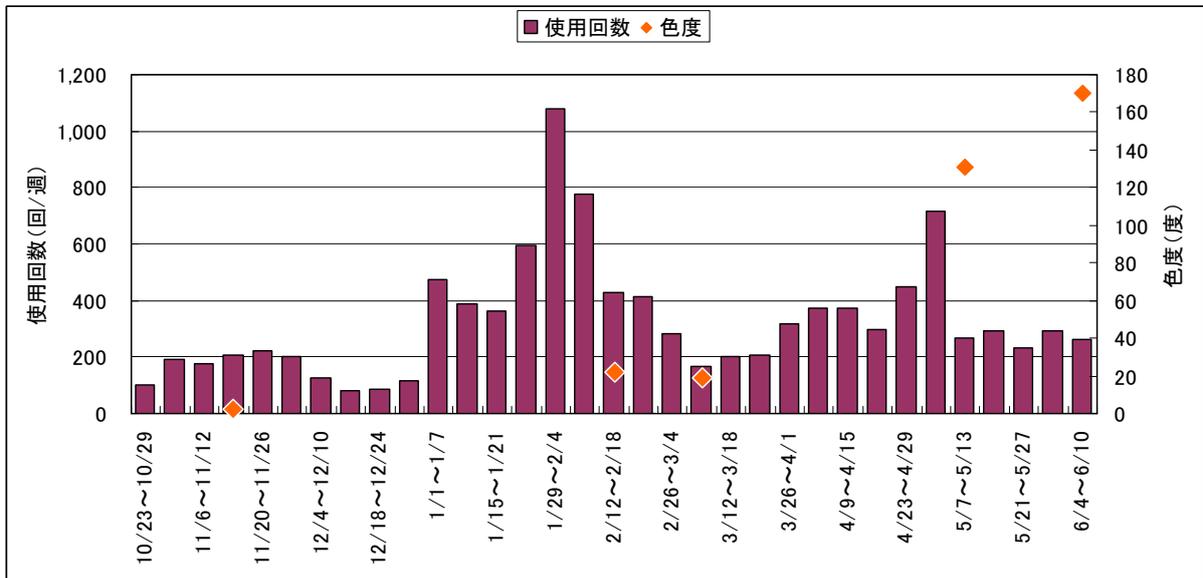


図 6-4-6-2 週間の使用回数と循環水の色度

6-4-7.T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N

使用回数と各単位装置の T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N を図 6-4-7-1～6-4-7-3 に示す。

T-N については、処理工程水による差はあまり見られず、使用回数が約 5,500 回を超えると 800～900mg/L でほぼ一定となる傾向を示した。

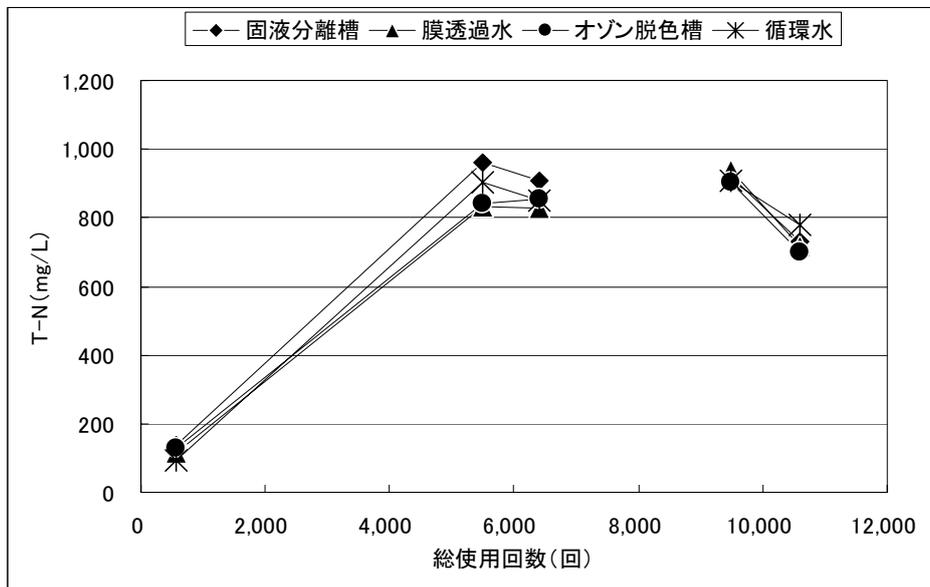


図 6-4-7-1 使用回数と各処理工程水の T-N

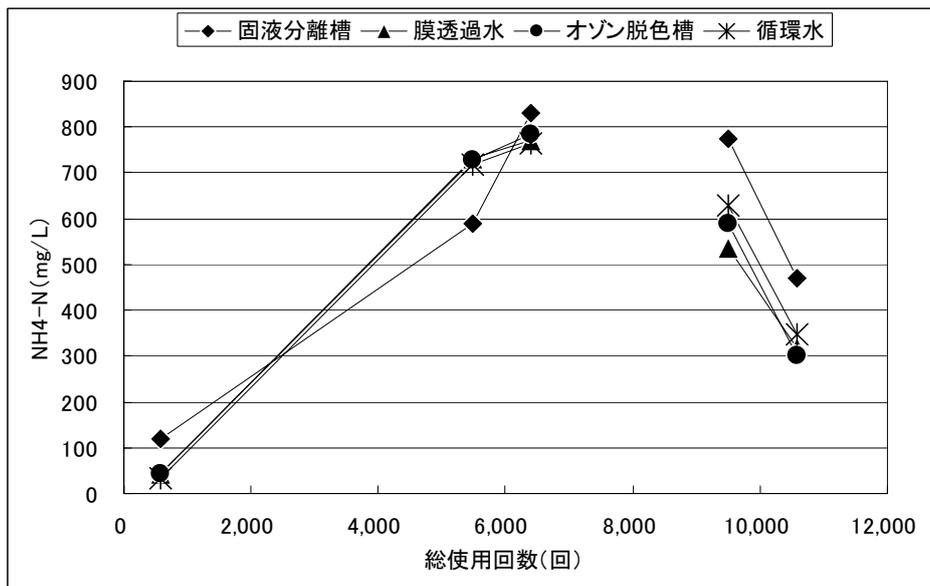


図 6-4-7-2 使用回数と各処理工程水の NH₄-N

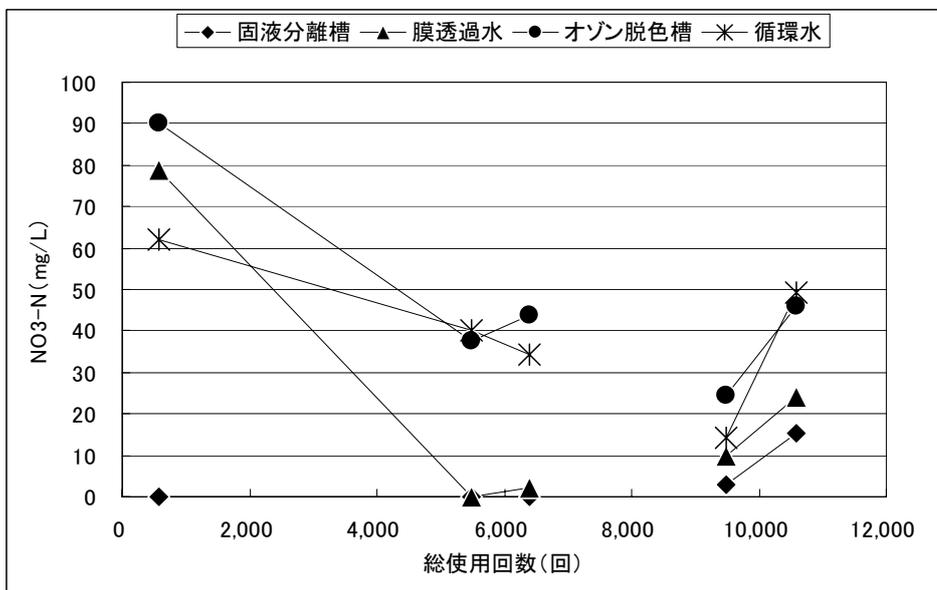
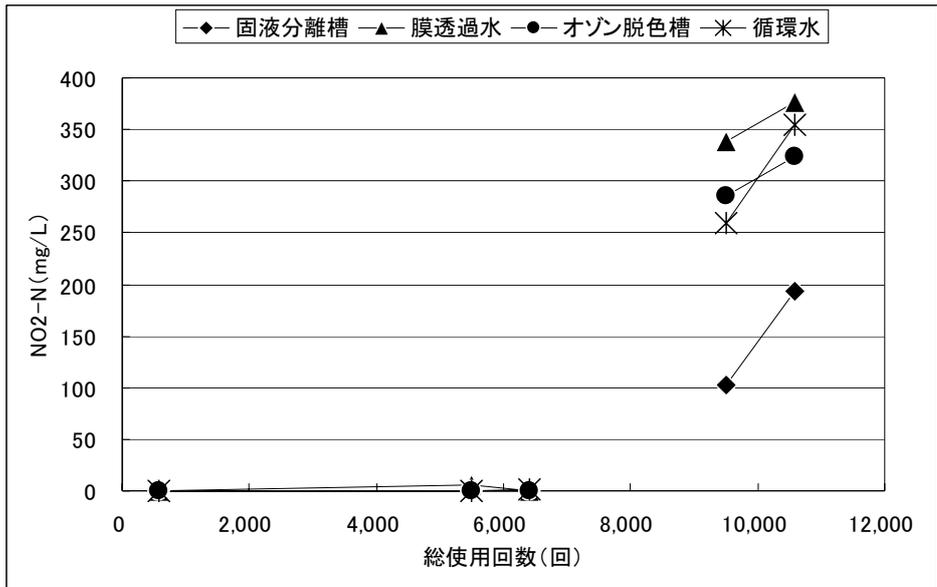


図 6-4-7-3 使用回数と各処理工程水の NO₂-N、NO₃-N

NO₂-N について、使用回数が約 6,500 回を超えて急激に増加したのは、オゾン発生装置の運転変更により、硝化が進行しなかったことが影響したと考えられる。

平常時③において、T-N、NH₄-N の減少、NO₃-N の増加は、平常時③の前に実施した膜分離間欠ばっ気槽の運転変更により硝化・脱窒反応が促進された結果と考えられる。

6-4-8.T-P

使用回数と各単位装置の T-P を図 6-4-8 に示す。

各単位装置ともに使用回数の増加に伴い、濃度が直線的に上昇する傾向を示し、各単位装置に蓄積する傾向を示した。

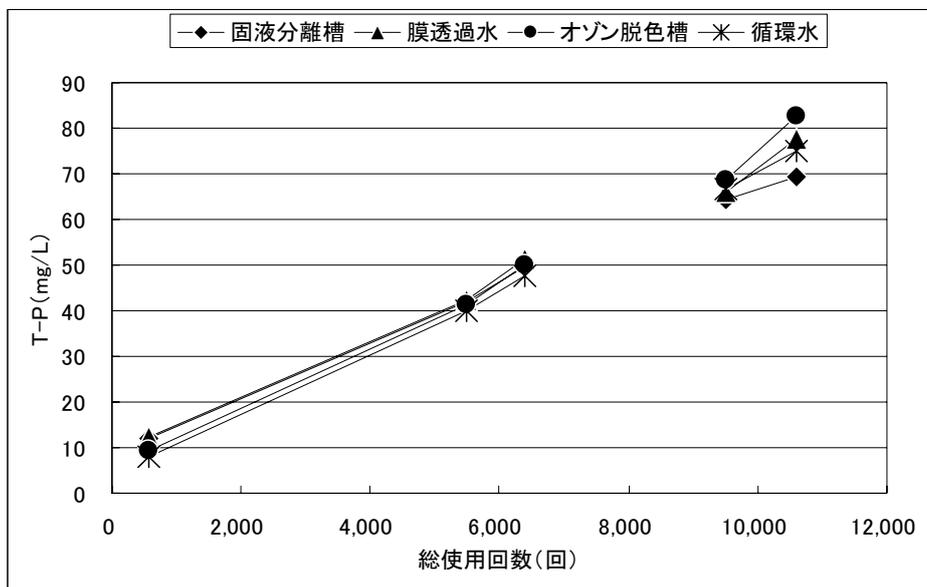


図 6-4-8 使用回数と各処理工程水の T-P

6-5.処理性能のまとめ

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

本装置は膜分離活性汚泥方式を用いた技術であり、膜透過後の処理水については SS、大腸菌群等をほぼ完全に除去でき、循環水の性能提示値を満足したが、BOD については、特にオゾン発生装置の運転変更後において、硝化反応が進行せず $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が多量に残存し、N-BOD の影響が出た結果となった。ただし、硝化の影響を除いて測定した ATU-BOD (C-BOD) は 5mg/L 以下であり、循環水の性能提示値を満足した。

本実証試験期間中の水温低下による水質の悪化は認められなかった。また、塩類の蓄積が認められたが、本実証試験においては生物処理に悪影響を及ぼすことはなかった。

T-N はいずれの処理工程水においても高く、その大部分を $\text{NH}_4\text{-N}$ が占めていたが、オゾン発生装置の運転変更後に $\text{NO}_2\text{-N}$ が増加したことから、硝化反応はある程度進行していたと考えられた。

本装置は膜分離活性汚泥方式であることから、膜透過後の単位装置において蓄積汚泥は認められない。固液分離槽においては、スカムの良好な生成状況が認められ、本実証試験期間において固液分離槽の蓄積汚泥の増加による処理性能への影響はなかった。

ATU-BOD

試料にアリルチオ尿素 (ATU) を添加し、硝化作用を抑制して測定した BOD。硝化菌が多量に存在している場合、通常の BOD 測定法ではアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素等の硝化による酸素消費量が加算されて高い BOD 値を示すことがある。

N-BOD

硝化による酸素消費量。通常の BOD と ATU-BOD の差。窒素化合物や硝化細菌により値が大きく左右されるため、有機物のみによる酸素消費量をみるためには、ATU-BOD を測定する。

6-6.試験結果の全体的まとめ

<稼働条件・状況>

本実証試験は、平成18年10月17日から平成19年7月12日までの期間において実施した。本装置が適切に稼働する低温限界は -5°C であるが、今回の実証試験期間中の気温はそれを下回ることはなかった。

処理装置内の水温は冬期においても 4.8°C を下回ることはなく、凍結等によるトラブルは発生しなかった。

利用集中時における設計処理能力は100回/日で、平常時は50回/日である。試験結果では、集中時に平均106.6回/日、平常時が平均40.6回/日(6/5まで)であったが、最大設計能力200回/日を超える負荷状況は2日間あった。また、最も負荷が高い週の利用者数は平均156.3回/日であった。

実証試験期間中には汚泥及び槽内水の引き抜き等は実施せず、また給水は一切行っていない。電力に関する実証申請者の提示では8kWh/日で、試験結果は約7.03kWh/日であることから、性能提示値を下回る結果となった。

循環水の脱色を目的としてオゾン脱色装置を採用しているため、オゾン発生装置の運転方法や排オゾンの処理方法に検討が必要である。

<維持管理性>

日常的な維持管理については、通常の掃除作業とは異なる位置づけにより、本試験のために毎日実施した。専門的な維持管理については、一回当たり2人で2時間程度のものを計5回実施した。その結果、特にトラブルや問題等は発生しなかった。

膜の洗浄、固液分離槽の汚泥引抜き作業の作業性については、特に問題はなかった。

<室内環境>

今回の実証試験の実施においては、プレハブによる仮設タイプのものを利用したため、トイレ室内は外気温の影響を受けやすく、試験期間中の室内温度は -7.3°C まで下がることが確認された。

本トイレの室内臭気についてはほぼ許容範囲であった。また、洗浄水色については色度も低く良好であったが、オゾン発生装置の運転方法の変更以降は着色が確認された。

<周辺環境への影響>

対象装置は、排水および放流の必要性がなく、余剰水や汚泥が溜まり次第汲み取る方式である。そのため、排水による周辺環境への影響はない。本装置は、通常は埋設することが基本であるため、その場合は一定規模(概ねの容量 $=26\text{ m}^3$)の掘削を行う必要があるが、今回は試験場所の都合により、地上設置とした。そのため、地形変更はほとんど行っていない。

<処理性能>

本装置は膜分離活性汚泥方式を用いた技術であり、膜透過後の処理水についてはSS、大腸菌群等をほぼ完全に除去でき、循環水の性能提示値を満足したが、BODについては、特にオゾン発生装置の運転変更後において、硝化反応が進行せずNH₄-N、NO₂-Nが多量に残存し、N-BODの影響が出た結果となった。ただし、硝化の影響を除いて測定したATU-BOD(C-BOD)は5mg/L以下であり、循環水の性能提示値を満足した。

本実証試験期間中の水温低下による水質の悪化は認められなかった。また、塩類の蓄積が認められたが、本実証試験においては生物処理に悪影響を及ぼすことはなかった。

T-Nはいずれの処理工程水においても高く、その大部分をNH₄-Nが占めていたが、NO₂-Nが増加したことから、硝化反応はある程度進行していたと考えられた。

本装置は膜分離活性汚泥方式であることから、膜透過後の単位装置において蓄積汚泥は認められない。固液分離槽においては、トイレトペーパーの影響により、大きく硬いスカムが生成したが、良好な固液分離機能が認められ、本実証試験期間において固液分離槽の蓄積汚泥の増加による処理性能への影響はなかった。

本実証試験期間において循環水の水質はトイレの機能・衛生面では洗浄水としては問題のない水質であった。

固液分離槽の流量調整機能について、本実証試験では処理能力内の使用であれば、現状の流量調整部の容量でトイレ排水を一時的に貯留できることが確認された。また、後段への移送水量は、1サイクル1,360~1,670mLで安定していたことから、膜分離間欠ばっ気槽、オゾン脱色槽への負荷を平準化するという流量調整の機能は、有効に働いていたと推察される。

7. 本装置導入に向けた留意点

7-1. 設置条件に関する留意点

7-1-1. 自然条件からの留意点

本装置は、汚水処理技術として膜分離活性汚泥法という高度な処理技術を用いており、その生物処理、物理処理に係わる自然条件の影響を考慮する必要がある。本実証試験において地上に設置された本装置は、冬季において水温が5℃前後まで低下した。水温の低下は生物処理機能の低下および水の粘度が上昇することによる透過流束に影響を与える。このような観点から水温低下を防止するためには、地下埋設型で設置する方が有効であり、地上設置型とする場合には相当な保温対策またはヒーターの設置も検討する必要がある。また、トイレの洗浄水に処理水を循環して使用することから、配管システムに対する凍結防止、保温対策も必要である。

本実証試験は山麓に近く通年利用される場所で行われたが、山岳地域等に設置する場合には、設置場所の気象条件、とくに、冬期間の気温、水温に留意する必要がある。中でも、地上部に設置される操作盤などは、結露、凍結、強風による破損防止策などに充分配慮した構造としなければならない。

なお、冬期に閉山するような場所では、処理装置部分についても凍結深度以下に施工する等の保温対策を講ずる配慮も必要とされるが、万が一凍結した場合には膜の破損を生じる可能性があるため、閉山時には十分に洗浄した後、乾燥させずに凍結させない条件下で建て屋内に保管するか、あるいは平地に下ろし保管する等の対応が必要である。

7-1-2. 社会条件からの留意点

汚物処理は不衛生となりやすいので日常の清掃が欠かせない。さらに、設備、機器の日常的な点検、保守も機能を維持するうえで必須となる。日常の管理を山小屋等に委託して行える体制を整えておくことが必要である。

非放流式の処理装置であるため、浄化槽法や水質汚濁防止法に抵触しないが、トイレとしては建築基準法に従う必要がある。また、設置される地域によっては自然公園法、森林法、河川法等も考慮する必要がある。一方、通常運転が開始されると定期的に汚泥の搬出が必要になることから廃棄物処理法にも留意し、汚泥の処理方法、輸送手段、業者等についても検討しておく必要がある。

また、モデル実証における利用者アンケートの結果から、多くの利用者の満足を得られていたことから、維持管理についても利用者の理解を得られるような方策、トラブルの未然防止策を検討する事も有効である。

なお、後述する専門的な管理については、高度な専門的知識を必要とすることから、これら技術者の養成についても支援策を検討する必要がある。

7-1-3. インフラ整備条件からの留意点

本装置は、ポンプ設備、工場生産型の処理装置、配管設備、電気・機器設備から構成され、施工時には地盤の掘削、コンクリート打設などを伴うため、資材や重機の搬入に相応の機動力を必要とする。施工時に、搬入路が整備されているか否かによって資材の搬入、施工に要する費用、日数、人員を左右するので、導入にあたって工期や費用面の十分な検討が必要である。同様に、竣工後の

仮設資材や建設廃材の搬出にあたっては、機動力の確保が施工性を大きく左右することにも配慮が必要である。なお、本装置はセット型であるため比較的施工に要する日数、人員に係る負荷が小さい利点を有する。

また、本装置は初期水、良好な活性汚泥、電力が必要であるため、これらを確保できる地域が設置の条件となる。例えば、商用電力が可能な地域か、それが無理な場合には発電設備が必須条件となる。さらに、初期水を確保するための方法、定期的な部品交換や保守作業の際の資機材の搬入対策、槽内汚泥を系外に搬出するための輸送手段(道路、ヘリコプター)等について十分な検討が必要である。

7-2. 設計、運転・維持管理に関する留意点

<設計>

本装置の処理能力は、平常時 50 回、ピーク時 100 回とされているが、実際のピーク時には 200 回程度の使用がなされた。その間も有機物除去機能、SS除去機能は問題なく処理水質は良好であったが、200 回程度まで上昇したピーク時において固液分離槽の水位が上昇し警報が発令された。使用回数の増加は貯留槽の蓄積量に影響するが、その前段階において洗浄水量の増加が流量調整部の水位、流量調整水量の設定、単位装置の滞留時間に影響する。

このような突発的なピークに対応するためには、設計段階における流量調整部の容量の増加、予期されるピークに対しては流量調整水量の調整が必要であり、ばっ気時間、オゾン発生装置の運転時間の変更が容易な設計とすることが必要である。一方、洗浄水量についてもトイレと処理装置との距離を考慮する必要があるが、1 回あたりの洗浄水量を減量化することも有効な方法と考えられる。

実証試験期間において膜分離装置に関するトラブルは発生しなかったため、膜面の閉塞現象時に生ずるトラブル、緊急時の対応等について確認することができなかった。その対応が装置設計上に係わる部分については十分に配慮する必要がある。

オゾン発生装置については、その脱色機能は負荷条件に大きく影響された。脱色機能を高めるためのオゾンの注入は排オゾンの増加につながる傾向が強かったことから、オゾン発生装置の運転を人が出入りする昼間に停止する対応を取ったが脱色効果が十分ではなかったことから、オゾン脱色槽における気液接触効率、オゾンの溶解効率を高める工夫が必要と考えられる。

排オゾン対策とも係わるが汚水処理装置からの排気に関する対応が取られていない点に対しても、排気口の必要性とその位置、強制排気ファンの必要性およびトラップの必要性等、設計上の対応について検討する必要がある。

<維持管理>

実証試験期間中におけるトラブルは異常な水位の上昇による警報があり、日常管理者への速やかな通報が行われた。ただし、そのトラブルに対しては日常管理者が対応できる要素としては、トイレの使用禁止や他のトイレの活用による対応が主となる。なお、処理装置内の設定を季節的な使用状況に対応して変更することによって、かなりの部分が対応可能であることから、専門管理によるデータの積み重ねが重要である。

定期的な専門管理としては、汚水処理の進行状況を判断する水質管理、処理に伴って発生する汚泥の管理、増加水量の管理、および設備機器の管理がある。特に膜分離装置の処理機能を維持していくためには、固液分離槽における分離効果が維持されることが重要である。日数の経過とともに活性汚泥の性状の

変化、濃度の変化に伴い透過流束が低下することになる。

本実証期間内においては負荷条件が申請条件に近かったことから、処理能力の著しい低下には至らなかったが、膜の薬液(次亜塩素酸塩による)洗浄を実施した結果では、透過流束の回復が確認された。なお、薬液調整にあたっては原液を貯留槽内水を用いて希釈調整する計画であったが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積が多く薬液を消費してしまうおそれから、水道水によって調整し薬液洗浄を行った。中和処理後、通常運転にしたところ若干の発泡現象が生じ薬液による影響が認められたが、処理水質への影響には至らなかった。

なお、塩類の蓄積や初期水に鉄塩等が多量に混在した場合には、膜面に塩類が沈着する可能性がある。この場合にはシュウ酸やクエン酸等による洗浄も必要になる。

処理装置内の臭気については、運転初期段階においてはオゾン臭が感じられたが、その段階では硝化が極めて進行し pH が急激に低下した。それを懸念してオゾン装置の運転方法を変更した結果、硝化率が低下し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の残存と $\text{NO}_2\text{-N}$ の蓄積が観察され、pH が上昇する傾向を示した。その結果、オゾン臭は無くなり尿臭が強くなる傾向を示した。すなわち、pH の上昇に伴い NH_3 の揮散が生じやすくなったこと、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が蓄積することによりオゾン消費物質が増加したことが、オゾンの脱色効果にも影響したものと考えられる。これらのことから、硝化を促進させる運転を行うことによって臭気抑制、オゾンの効果を促進させることが可能になると考えられる。

運転初期においては点検口を開放すると初期段階ではオゾン臭が認められたが、排オゾン対策として運転条件の変更を行ったところ、観光地特有のトイレの使用条件に対応したタイマー運転は有効な方法であった。しかし、脱色は十分とはいえず、また、オゾン脱色槽に $\text{NO}_2\text{-N}$ が共存したことはオゾンの大部分が消費されてしまっていることを示し、検知管で測定されたオゾンは、他の物質による擬似反応の影響が濃厚と考えられた。いずれにしても、オゾン脱色槽の色と $\text{NO}_2\text{-N}$ の検出はオゾンとの反応の状況を判断する有効な指標になるものと考えられる。

汚泥の搬出が必要となる単位装置は固液分離槽であるが、本実証試験において設置した原水ポンプ槽もその対象になることもある。比較的高濃度に蓄積されており、搬出時にはスカムの粉碎等を行う作業を伴うことから、立地条件を踏まえた計画的な搬出を実施することが必要である。

なお、事故や故障の発生時における、日常管理者、設置者、技術管理者、メーカー間の連絡体制を明確にしておくことが必要である。

透過流束：単位膜面積を単位時間内に透過する液量を意味する。 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$

分離膜の薬品洗浄：物理洗浄だけでは膜ろ過機能が回復しない場合、低下した膜ろ過機能を回復させるために薬品を用いて行う洗浄のことを言う。

8. 課題と期待

モデル実証試験により、本装置の稼動状況、維持管理性能、室内環境、処理性能、周辺環境への影響を確認したところ、「すでに適用可能な段階にあり、有用な先進的環境技術」である可能性は高いが、改善すべき課題もある。

特に先進的な点では、膜分離活性汚泥法とオゾン脱色を組み合わせていることから、循環水の衛生学的な安全性を担保することができることである。ただし、その技術は高度であるがゆえに、地上での実績に対し山岳、山麓での実績が極めて少ない。本実証においても脱色性能と排オゾン対策、硝化の促進と臭気の発生の関係等、装置的な課題と維持管理上の課題が残されている。

また、膜分離装置の処理水質は極めて良好であったが、膜分離装置の経年変化に伴う交換の時期、薬液洗浄時期の判断と方法も十分に明確とはいえない。

すなわち、高度な処理技術であるが、それを維持していくためには維持管理が重要であり、試験期間の制約から機器類の故障までは確認することができなかった。実際の運用にあたっては、必ず必要とされる維持管理作業であり、今後の運用において確認することが必要である。

なお、現時点でメーカーが用意している管理者向けの管理要領書（メンテナンスマニュアル）では、日常の管理者が対応することは困難である。具体的な管理内容を詳述した日常管理者用の管理要領書やチェックシート、専門管理者向けの維持管理要領書、状況判断、対処法等を記したマニュアルを早急に完成させる必要がある。

本技術のような極めて先進的環境技術が普及することにより、国立公園、自然公園などの環境保全に大きく寄与することが期待される。