環境省請負業務

環境省

平成 28 年度環境技術実証事業

自然地域トイレし尿処理技術分野

実証試験結果報告書

平成 29 年３月

実　証　機　関	：	特定非営利活動法人 日本トイレ研究所
試料採取・分析・解析機関	：	公益財団法人 日本環境整備教育センター
環境技術開発者	：	アルコ株式会社
技術・製品の名称	：	ソフィール／Sofil （水使用―生物処理―土壌）
実証試験実施場所	：	乳岩峡駐車場 （愛知県新城市川合字乳岩）
実　証　番　号	：	０３０－１６０２

環境技術実証事業
ETV 環境省
本技術は第三者による性能の実証結果を公開しています。
http://www.env.go.jp/policy/etv/
自然地域トイレし尿処理技術分野
平成28年度　実証試験　（No.030-1602）
平成　年度　経年実証試験（No.030-　）

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

本報告書はカラー原稿のため、印刷する際などは注意が必要です。

目　次

■全体概要（概要版に同じ）

１．実証装置の概要 1
２．実証試験の概要 2
３．実証試験結果 3
４．本装置導入に向けた留意点 5
５．課題と期待 5
参考情報 6

■本編

１．趣旨と目的 7
２．実証試験の概要 7
３．実証試験実施場所 7
3-1　実施場所の概要 7
3-2　実施場所の諸条件 8
４．実証装置の概要 11
4-1　実証技術の特徴と処理フロー 11
4-2　実証装置の仕様 12
4-3　実証装置の設置・建設方法 23
4-4　実証装置の運転・維持管理方法 23
4-5　実証装置の条件設定 23
５．実証試験方法 24
5-1　実証試験の実施体制 24
5-2　役割分担 25
5-3　実証試験期間 27
5-4　実証試験項目 27
６．実証試験結果及び考察 36
6-1　実証試験の経過状況 36
6-2　維持管理性能 42
6-3　室内環境 47
6-4　周辺環境への影響 51
6-5　処理性能 52
6-6　試験結果の全体的まとめ 66
７．本装置導入に向けた留意点 69
7-1　設置条件に関する留意点 69
7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点 70
８．課題と期待 71
8-1　今後の課題 71
8-2　今後の期待 71

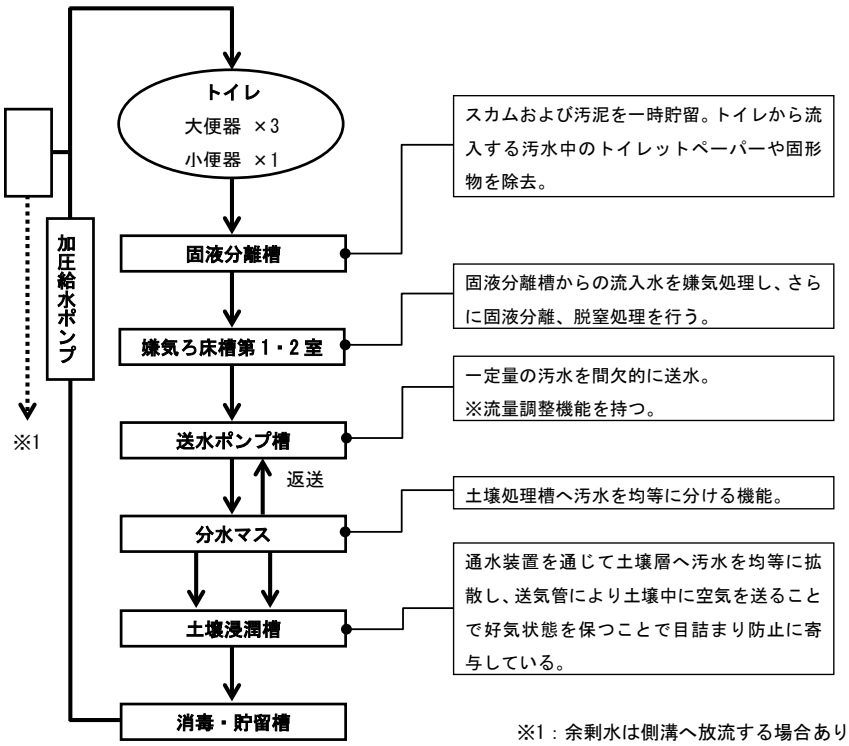
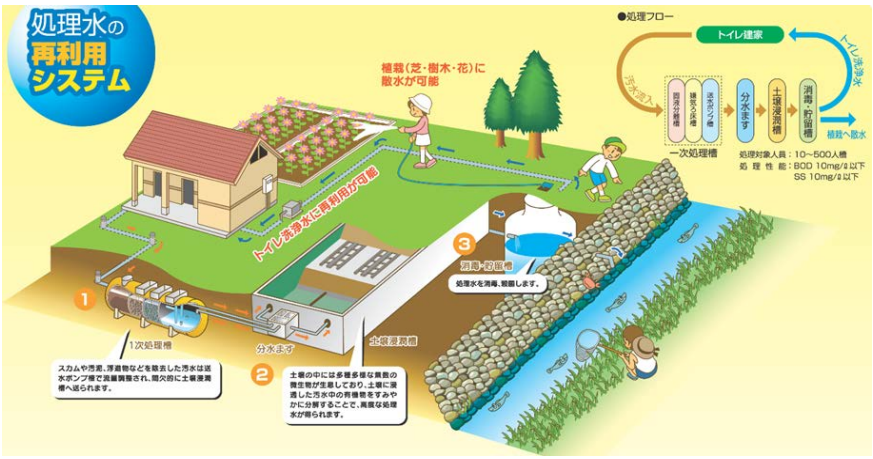
■付録　　用語集
■資料編　　実証試験場所および装置写真

■全体概要

実証試験結果報告書の概要を示す。

し尿処理方式*	水使用―生物処理―土壌
実証機関	特定非営利活動法人 日本トイレ研究所
試料採取・分析・解析機関	公益財団法人 日本環境整備教育センター
実証申請者	アルコ株式会社
処理方式/技術名	ソフィール／Sofil

※実証試験要領で定義したし尿処理方式の分類名称

装置の特徴	本実証装置は、固液分離槽と嫌気ろ床槽での嫌気性処理と土壌浸潤槽での好気性処理を組み合せた生物学的処理方式である。固液分離槽、嫌気ろ床槽を自然流下で通過した嫌気性処理水を、流量調整機能付きの送水ポンプ槽に貯留し、所定時間間隔で間欠的に土壌浸潤槽へ移送し、土壌微生物により生物学的処理が行われる。本実証装置は、国土交通省の浄化槽の一般認定を取得している『ソフィール』の処理水をトイレ洗浄水として循環利用するシステムである。
し尿処理フロー および解説	 

[redacted]

①実証試験場所の概要

設置場所	乳岩峡駐車場
地域（山域等）名等	(愛知県新城市川合字乳岩)　（標高：約 670 m　）
トイレ供用開始日 ※（既設のみ）	平成 27 年 3 月　※トイレを設置し使用し始めた日
トイレ利用期間	通年利用

乳岩峡は宇連川支流の乳岩川に位置し、全長 4km にわたり国の名勝および天然記念物（1934 年 1 月 22 日指定；乳岩および乳岩峡）に指定されている。その拠点となる入口の駐車場に設置されている。

写真右：駐車場より実証装置を望む

②実証装置の仕様および処理能力

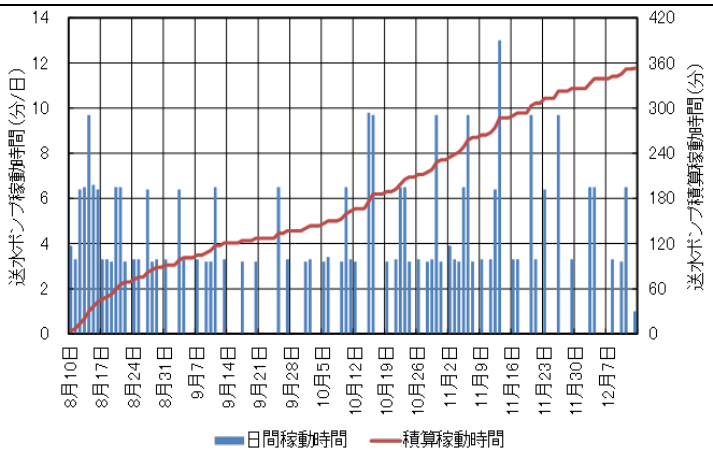
項目	仕様および処理能力	
装置名称	名称：ソフィール　　英語名：Sofil	
設置面積	一次処理槽　W 2,000mm × D 3,070mm × H 2,520mm 土壌浸潤槽　W 4,000mm × D 11,000mm × H 800mm 消毒・貯留槽　W 2,000mm × D 3,000mm × H 2,520mm	
便器数	男子小便器 1 基、男子洋式大便器 1 基 女子洋式大便器 1 基 多目的トイレ 1 基	
処理能力等（設計・仕様）	使用回数 ※	平常時：200 回/日　（使用集中時：300 回/日）
	必要水量	初期水量：12 t　（補充水量：なし）
	必要電力	消費電力量：1.1 kWh/日
	必要燃料	不要
	必要資材	なし
	稼動可能な気温	5 ℃～35 ℃
	専門管理頻度	―
	搬出が必要な発生物	・固液分離槽の汚泥：1 年に 1 回引き抜き処理 ・処理水を循環利用しているが、余剰水を放流することがある。
		最終処分方法：　し尿処理場

①稼動条件・状況	
項目	実証結果
実証試験期間	試験期間：平成 28 年 8 月 10 日～平成 28 年 12 月 13 日（125 日間） 越冬期間：なし
利用状況 ※	使用回数合計：12,600 回　（125 日間） 平均使用回数：　100 回/日 ※回数が計測できなかったため、送水ポンプの稼働時間と 1 分あたりの移送水量を測定し、大便器および小便器の洗浄水量からフラッシュ回数を求め、利用回数を推計した。
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い：便槽投入
気象条件	気温（最高：32.4℃、最低：-1.8℃）、積雪（なし）
使用水量	初期水量：12 t、補充水量：なし 水の確保方法：上水
使用電力	一次処理槽（送水ポンプ、フロートスイッチ）、土壌浸潤槽（送風機）、 消毒・貯留槽（フロートスイッチ）、給水ポンプ、電磁弁 使用量：0.78 kWh/日
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段（車） 処理・処分方法（し尿くみ取り業者によるくみ取り、し尿処理場にて処理）
②維持管理性能	
項目	実証結果
日常管理	内　　容：トイレブースの掃除、トイレットペーパー等消耗品の補充、その他 作 業 量：1 回あたりの作業は 1 人で約 30 分 実施頻度：月 3 回
専門管理	内　　容：１．全般的な点検事項 臭気の有無、設備破損等の有無、蚊やハエ等の害虫の発生の有無、異物等の混入の有無等 ２．装置の点検事項 槽内液等の外観確認、臭気の有無、装置周辺等の異常の有無、 ３．試料採取、臭気測定（検知管） 作 業 量：1 回あたりの作業 2 人で 60 分（試料採取含む、第 3 回は 3 名で実施） 実施頻度：3 回／実証期間
トラブル	9/25 に送水ポンプの 1 基に異物の噛み込みと考えられるトラブルが発生しポンプが停止した。送水ポンプは 2 基設置されているため、この間、正常に稼動していた 1 基のみでの運転となったが、処理機能には全く影響が認められなかった。
維持管理の作業性	点検作業は容易に実施できた。
マニュアルの信頼性	情報量は適正量であり、その記載内容は理解しやすい。汚泥引き出し後の水張りや土壌浸潤槽の閉塞の確認方法については記載することが必要である。

使用回数および維持管理状況グラフ

本実証試験ではトイレ使用回数は送水ポンプの稼動時間から推定した。

8 月下旬までは平日、土日ともに送水ポンプの稼動が認められることから、8 月末までの期間を利用集中時とみなすことができる。9 月には送水ポンプの稼動頻度が低下し、10 月～11 月中旬は土日のポンプ稼動時間が使用集中時よりも長い傾向が認められた。実証試験期間を通して、送水ポンプの稼動は土日に集中していた。

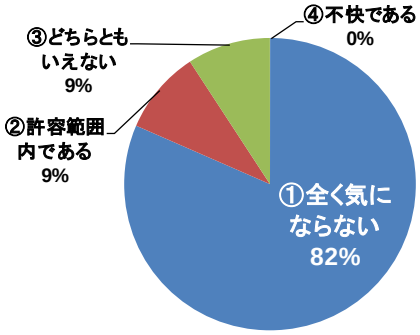


③室内環境

実証試験期間に、本実証装置利用者への「室内環境アンケート」を実施した。トイレ室内の臭気については、全体の約 8 割が気にならないと答えている（右図）。

臭気と同じように、洗浄水の色や濁りについても全体の約 8 割が気にならないと答えている。

自由回答を見ると、実証装置の機能面ではなくトイレ個室に対する要望として、手洗い場が欲しいこと等の要望が挙がっていた。　　（有効回答：65 名）



④処理性能

- 土壌浸潤槽における有機物除去性能がきわめて高く、トイレ洗浄水として使用される消毒・貯留槽内水の生物化学的酸素要求量（BOD）が定量限界未満（ND: 3mg/L未満）、浮遊物質（SS）が 3mg/L以下と実証期間を通して低く、使用回数と水質の相関は認められなかった。
- 固液分離槽流出水は黄土色で送水ポンプ槽流出水は黄土色、薄茶色を示したが、消毒・貯留槽内水は無色であり、濁り、臭気も一切感じられなかった。（下図）

写真左から固液分離槽流出水、送水ポンプ槽流出水、消毒・貯留槽内水

- 送水ポンプ槽流出水の透視度は9～10cm、消毒・貯留槽内水の透視度は100cm超で安定していた。
- 固液分離槽から送水ポンプ槽までは水素イオン濃度指数(pH)が 8 前後を示し、弱アルカリ性であったが、消毒・貯留槽は 6 前後であり、弱酸性となっていた。土壌浸潤槽で硝化反応が進行した影響と考えられる。固液分離槽から送水ポンプ槽までは溶存酸素（DO）がほぼ 0mg/Lとなっており、消毒・貯留槽では高い値を示した。土壌浸潤槽において十分に酸素供給が行われていることが確認できた。
- 実証試験期間を通して、アンモニア及び硫化水素ガスが検出されることはなかった。
- いずれの専門維持管理においても、消毒・貯留槽内水の大腸菌群数は0個/mLであり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

⑤コスト

建設	総事業費	（15,000 千円）※建築物、諸経費を除く	①～②の合計
	①設　備　費	（11,500 千円）	
	②工 事 費 費	（ 3,500 千円）	
維持管理 ※実証装置 における例	合計	（　116 千円/年）	①～⑥の合計
	①廃棄物処理費	（　28 千円）※汚泥処理費　2.8m^3/年	
	②燃　料　費	（　8 千円）※浄化槽の消費電力量を電気代 20 円/kwh で計算	
	③専 門 管 理 費	（　80 千円）※市からの委託費は不明、20 千円/回××回とした。	
	④消 耗 品 費	（　0 円）※消毒剤費用は専門管理費に含む	
	⑤トラブル対応費	（　0 円）※	
	⑥そ　の　他	（　0 円）※	

①設置条件に関する留意点

- 本装置は、地下埋設型であり、外気温の影響を受けにくいが、設置される地域によっては生物処理の効率が低下する程度まで水温及び土壌温度が低下するため、装置本体については凍結防止の対策を講ずることが挙げられる。
- 浄化槽として設置されている場合（本実証装置を含む）、保守点検、清掃、法定検査を実施する必要がある。スカム、汚泥の搬出に際しては、廃棄物処理法にも留意し、スカム、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。

②設計、運転・維持管理に関する留意点

- 設計上の処理性能を得るためには装置の規模に見合った利用人数となることが必要であり、そのため、利用人数の予測や設置面積等十分な事前調査を行い、負荷条件に見合った装置設計を行うことが必要となる。
- 節水型便器を使用することで水量負荷が低下するため、それらの条件も装置設計に反映させる必要がある。
- 日常維持管理の目的は、トイレの機能を維持（衛生維持）することにあるため、高い頻度で確実に実施される体制を検討しておく必要がある。
- 専門維持管理は、特に、水質、汚泥の蓄積状況、通水・通気状況の点検を行うとともに、ブロワ、ポンプ等の機器類の定期的なメンテナンスを行う必要がある。

- 送水ポンプの稼働頻度が低い場合には、送風機から送られた空気の大部分は土壌中の間隙に到達せず、そのまま排気部を通って外部に排出されているため、エネルギー効率を考慮すると送風機の間欠運転（送水ポンプの稼働と連動）を組み込んだ設計を行うことが課題として挙げられる。
- 太陽光等の自然エネルギーを活用して必要電力を得ることも可能であるが、その場合、消費電力の削減を検討することが望ましい。消費電力を削減する手法として、現在、連続運転している送風機を間欠運転にする手法が効果的と考えられる。
- 浄化槽放流水としてみた場合、有機物やリンについてはきわめて低濃度で良好な水質といえるが、処理水を循環再利用することで窒素が高濃度になる点が課題として挙げられる。
- 維持管理・保守管理の課題として、長期的に運転していく場合、各単位装置の水質に関する基準や、土壌浸潤槽における土壌の閉塞の有無を判断するための目安、スカム、汚泥を引き出した後の水張りに関する作業基準を設け、維持管理マニュアル等に反映させることが挙げられる。
- 装置を稼動させるためには電力が必要であるが、自然エネルギーの活用や消費電力の低減が可能と考えられるため、より環境負荷の小さな装置に改修されることが期待される。

［参考情報］

このページに示された情報は、全て実証申請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		実証申請者記入欄			
名称／型式		ソフィール/ 土壌微生物膜合併処理浄化槽			
し尿処理方式		土壌微生物膜処理			
製造（販売）企業名		アルコ株式会社			
連絡先	TEL/FAX	ＴＥＬ 059-213-8811　　ＦＡＸ 059-213-8880			
	WEB アドレス	https://alcoinc.co.jp/			
	E-mail	info@alcoinc.co.jp			
サイズ・重量 ＜実証規模＞		全体（建物別） 一次処理槽　W 2,000mm × D 3,070mm × H 2,520mm 土壌浸潤槽　W 4,000mm × D 11,000mm × H 800mm 消毒・貯留槽 W 2,000mm × D 3,000mm × H 2,520mm			
設置に要する期間		60 日　（装置製造期間含む）			
製品寿命		20 年以上			
コスト概算（円）※		費目	単価	数量	計
イニシャルコスト(円) ＜実証規模＞		設備費	円	1 式	11,500,000 円
		工事費	円	1 式	3,500,000 円
				合計	15,000,000 円
ランニングコスト（円/年） ＜実証規模＞		汚泥処理費	10,000 円	2.8m^3	28,000 円
		維持管理費	20,000 円	4 回/年	80,000 円
		電気代	20 円	400kwh/年	8,000 円
				合計	116,000 円

※ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄ概算及びﾗﾝﾆﾝｸﾞ ｺｽﾄの条件

・イニシャルコストは汚水処理システムの直接工事費です。また、4t 車で運搬できる地域の範囲とし、小運搬やヘリ搬送、海上運搬費は別途となります。

・工事費の土木工事について、軟弱地盤、湧水、岩盤、矢板、植生等の工事は別途となります。

・ランニングコストは、規模や地域によって異なりますので、上記費用は参考金額となります。

○その他メーカーからの情報

・ソフィールは国土交通大臣の浄化槽一般認定を取得しています。汚泥処理、維持管理について、施主から地元の浄化槽清掃業者および維持管理業者に委託して実施していただくことになります。当社および地元販売会社が、設置後も安定稼働できるようにフォローアップさせていただきます。

・ソフィールの消費電力量は小さく、小さな太陽光発電・蓄電システムで対応が可能です。

・ソフィール協会の会員企業が、全国各地で活動しています。　http://sofil-kai.net/

・アルコ㈱は、ものづくり補助金、新連携事業に採択され、技術革新、新商品開発に注力しています。

■本編

１．趣旨と目的

本実証試験は、自然地域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客観的に実証し、情報公開することにより、自然地域トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立をはかり、山岳地等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。

２．実証試験の概要

実証試験の概要を**表 2-1** に示す。

表 2-1　実証試験概要

項　目	内　容
実証試験期間	平成 28 年 8 月 10 日（水）～平成 28 年 12 月 13 日（火）
実証試験場所	乳岩峡駐車場（愛知県新城市川合字乳岩）
実証機関	特定非営利活動法人 日本トイレ研究所 〒105-0004　東京都港区新橋 5-5-1　IMC ビル新橋 9F TEL 03-6809-1308　　FAX 03-6809-1412
試料採取・ 分析・解析機関	公益財団法人 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: 03-3635-4885　FAX: 03-3635-4886
実証申請者	アルコ株式会社 〒514-0815　三重県津市藤方 2254 番地 1 TEL: 059-213-8811　FAX: 059-213-8880
実証対象装置 （し尿処理方式）	ソフィール／Sofil （水使用―生物処理―土壌）

３．実証試験実施場所

3-1　実施場所の概要

実証試験場所は愛知県新城市川合字乳岩にある乳岩峡駐車場（標高約 670m）に設置されている。交通アクセスは豊川 IC より車で約 75 分、新東名新城 IC より車で約 30 分となっている。本実証装置は平成 27 年 3 月より供用開始している。

乳岩峡は、宇連川支流の乳岩川に位置し、全長 4km にわたり、国の名勝および天然記念物（1934 年 1 月 22 日指定；乳岩および乳岩峡）に指定されている。名前の由来はこの峡谷のシンボルでもある乳岩山で、標高 670 メートルにも及ぶ岩山である。辺りは炭酸カルシウムを主成分とする鍾乳石

が多く見られ、その鍾乳石が乳房に見える事から一帯を乳岩と呼ぶ。近くには洞窟が多く見られ、最大の乳岩洞窟は胎内くぐりを楽しむことができ、子安観音が祀られている。また、河床は平坦な一枚岩で形成され、表面が滑らかである。これら一帯は、天竜奥三河国定公園にも含まれる。

図 3-1-1 に実証試験地周辺の地図を示す。

図 3-1-1　実証試験地周辺の地図

（Google マップ<https://maps.google.co.jp>より）

3-2　実施場所の諸条件

実証試験地の気象データについて、気象庁ホームページより新城観測所の平成 26 年の観測データを**表 3-2-1**～**表 3-2-3** に示す。

表 3-2-1　気温（平成 26 年）

月	気温(℃)				
	平均			最高	最低
	日平均	日最高	日最低		
1	4.9	9.8	0.1	14.9	-2.2
2	5.2	10.3	0.2	16.8	-4.2
3	8.9	14.5	3.5	20.9	-2.5
4	14.2	19.4	9.7	25.4	3.1
5	19.5	26.1	13.5	33.1	9.7
6	21.0	25.8	17.1	29.9	13.1
7	24.9	29.0	21.5	36.3	18.4
8	26.3	31.3	22.7	35.7	20.7
9	21.7	26.8	17.7	31.2	11.8
10	17.1	23.3	11.5	27.4	6.2
11	13.7	18.8	9.4	23.2	2.4
12	8.6	14.1	3.4	22.1	-3.8

（気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>より）

表 3-2-2　降水量・風向・風速(平成 26 年)

月	降水量(mm) ※				風向・風速(m/s)				
	合計	日最大	最大		平均	最大風速		最大瞬間風速	
			1 時間	10 分間		風速	風向	風速	風向
1	121.5	31.0	10.5	3.0	2.0	7.5	西北西	15.0	西北西
2	76.5	28.5	13.5	4.5	2.0	7.5	北西	18.8	西北西
3	162.5	63.5	9.5	2.5	1.9	7.8	西	16.3	西南西
4	215.0	79.5	14.0	4.0	1.5	8.1	南南西	16.1	南南西
5	113.5	53.5	15.0	5.0	1.8	8.0	北北西	19.1	北北西
6	138.5	22.0	6.5	4.0	1.6	6.5	西北西	13.7	西
7	453.0	101.0	34.5	12.5	1.5	6.2	東南東	14.2	東南東
8	247.0	106.5	20.5	9.0	1.3	7.2	東	18.4	東南東
9	404.0	114.0	20.5	10.5	1.3	8.8	東南東	23.4	東南東
10	79.5	29.0	16.0	8.0	1.6	9.0	南西	16.7	南南西
11	118.5	22.5	6.5	2.5	1.3	5.8	北西	14.9	南東
12	104.0	68.5	18.5	4.0	1.6	8.7	南東	19.6	南東

（気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>より）

表 3-2-3　日照時間（平成 26 年）

月	日照時間 (h)
1	181.2
2	163.1
3	189.9
4	121.2
5	237.3
6	126.2
7	138.7
8	182.1
9	153.5
10	227.7
11	121.5
12	158.8

（気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>より）

４．実証装置の概要

4-1　実証技術の特徴と処理フロー

（１）実証対象となる技術の概要

生物学的処理方式は、微生物等を用いて汚水を浄化し、汚水を処理する方式である。初期に一定量の水を投入すれば、一定回数は給水せずに使用でき、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。

生物学的処理には好気性処理と嫌気性処理があり、好気性処理には、活性汚泥法や接触ばっ気法等があり、嫌気性処理には、標準消化法や UASB 法（上向流嫌気性汚泥ろ床法）等がある。また、固形分の分離にはスクリーニング、沈殿分離方式、ろ過方式、膜分離方式等がある。後者になるほど処理水は良好となるが、良好な水質を求めるほど設置および維持管理コストが増加し、設備管理に専門性が必要となる。なかには、既存の浄化槽をベースに処理システムを構築し、処理水を循環させているものもある。

嫌気性処理と好気性処理の組み合わせ次第によっては、窒素除去が可能になることや、活性炭やオゾン処理技術を取り入れることで脱臭や脱色効果が得られる。いずれのタイプも汚泥や汚水等の発生物は、使用回数に応じて、部分的に引き抜きをする必要があり、また、洗浄水の循環やばっ気のため等に電力が必要となる。なお、循環水の性状には留意が必要であるが、循環水の水質を高度化することは設備費、維持管理費の高騰及び維持管理の困難性を招くことが考えられる。

（２）実証対象技術の特徴

実証装置の『ソフィール』は、固液分離槽と嫌気ろ床槽での嫌気性処理と土壌浸潤槽での好気性処理を組み合せた生物学的処理方式である。固液分離槽、嫌気ろ床槽を自然流下で通過した嫌気性処理水を、流量調整機能付きの送水ポンプ槽に貯留し、所定時間間隔で間欠的に土壌浸潤槽へ移送し、土壌微生物により生物学的処理が行われる。土壌浸潤槽では、空気を供給し、土壌微生物の好気性処理で汚水中の有機物を浄化するとともにアンモニア態窒素を硝酸態窒素へ硝化させる。さらに、土壌粒子の吸着能力やろ過作用、および土壌微生物の代謝作用等を利用して汚水中のリン、着色物質や臭気成分を除去でき、脱リン、脱臭、脱色効果が得られる。

また、装置の使用機器は、送水ポンプと送風機だけで、活性汚泥法や接触ばっ気法に比べて消費電力が極めて小さく、維持管理も容易である。さらに、観光地などのトイレのように、週間や季節的な利用者の変動が大きい施設や冬季に利用されない施設など、活性汚泥法や接触ばっ気法による処理システムでは微生物管理を適切に実施しないと処理能力が安定しないが、ソフィールは汚水の流入がないときでも土壌に生息する土壌微生物が保持され、微生物管理を必要とせずに処理を維持できる。

一方、設置の際には、土壌浸潤槽を埋設するための比較的大きな面積が必要とされる。土壌浸潤槽上部は、芝生などの植栽が可能で、その上を人が歩いたり、遊び場にも利用できる。また、歩道仕上げや駐車場仕様構造とすることも可能である。

本実証装置は、国土交通省の浄化槽の一般認定を取得している『ソフィール』の処理水をトイレ洗浄水として循環利用するシステムである。

4-2　実証装置の仕様

本実証装置は、一次処理槽として固液分離槽、嫌気ろ床槽第 1 室、第 2 室、送水ポンプ槽と分水マス、土壌浸潤槽および消毒・貯留槽で構成されている。固液分離槽でトイレから流入する汚水中のトイレットペーパーや固形物を除去し、嫌気ろ床槽でさらに固液分離を行い、可能な限り土壌浸潤槽へ固形物を送らないように除去する。また、嫌気ろ床槽ではトイレ洗浄水として循環利用している処理水中に含まれる硝酸態窒素を脱窒菌により窒素ガスへと脱窒処理が行われる。送水ポンプ槽は、2 時間に 1 回の頻度で一定量を土壌浸潤槽へ送水する。送水ポンプ槽で流量調整を行うことで、土壌浸潤槽での安定処理できるようにしている。土壌浸潤槽の手前にある分水マスは、ポンプで送られてきた汚水を均等に分けるために機能している。

土壌浸潤槽は、コンクリート枠の内側に遮水シートを設置し、下部から砂利層、標準土壌層、浸潤層、通水装置、上部土壌層で構成されている。汚水を標準土壌層に均等に送水する通水装置は、中央の通水管、両側に多孔質ケイ酸カルシウム資材が入っているろ過層および空気を供給する送気管で構成されている。送気管には送風機から送られる空気が浸潤層側へ自然に送り込まれるようになっている。標準土壌より水を通しやすい浸潤層では、間欠に送られてきた汚水が浸潤層の空隙を埋め、標準土壌の表面全体に均一に浸透し、浸透するときに空気も引き込まれる。標準土壌に生息する土壌微生物が汚水を好気性処理し、土壌の目詰まりを防止し、長期間安定した処理ができることが特徴である。標準土壌は、透水係数、水素イオン濃度指数(pH)、充填硬度を管理し、装置の性能保証を実現している。さらに、処理水が地下に浸透しないように、コンクリート枠の内側に遮水シートを設置し、砂利層中央部の集水管で消毒・貯留槽へ送る構造となっている。

消毒・貯留槽は、塩素で殺菌処理を行い、その処理水を計画汚水量の 1.5 倍以上貯留できる有効容量となっている。

本実証装置の仕様について、**図 4-2-1** にし尿処理フロー、**図 4-2-2** にシステム概念図、**図 4-2-3** に処理装置の実寸と有効容積、**図 4-2-4** に土壌浸潤槽の断面図を示す。また、**表 4-2-1** に技術仕様、**4-2-2** に主要機器の仕様、**図 4-2-5**～**4-2-8** に標準設計図、**図 4-2-9** に電気配線図を示す。

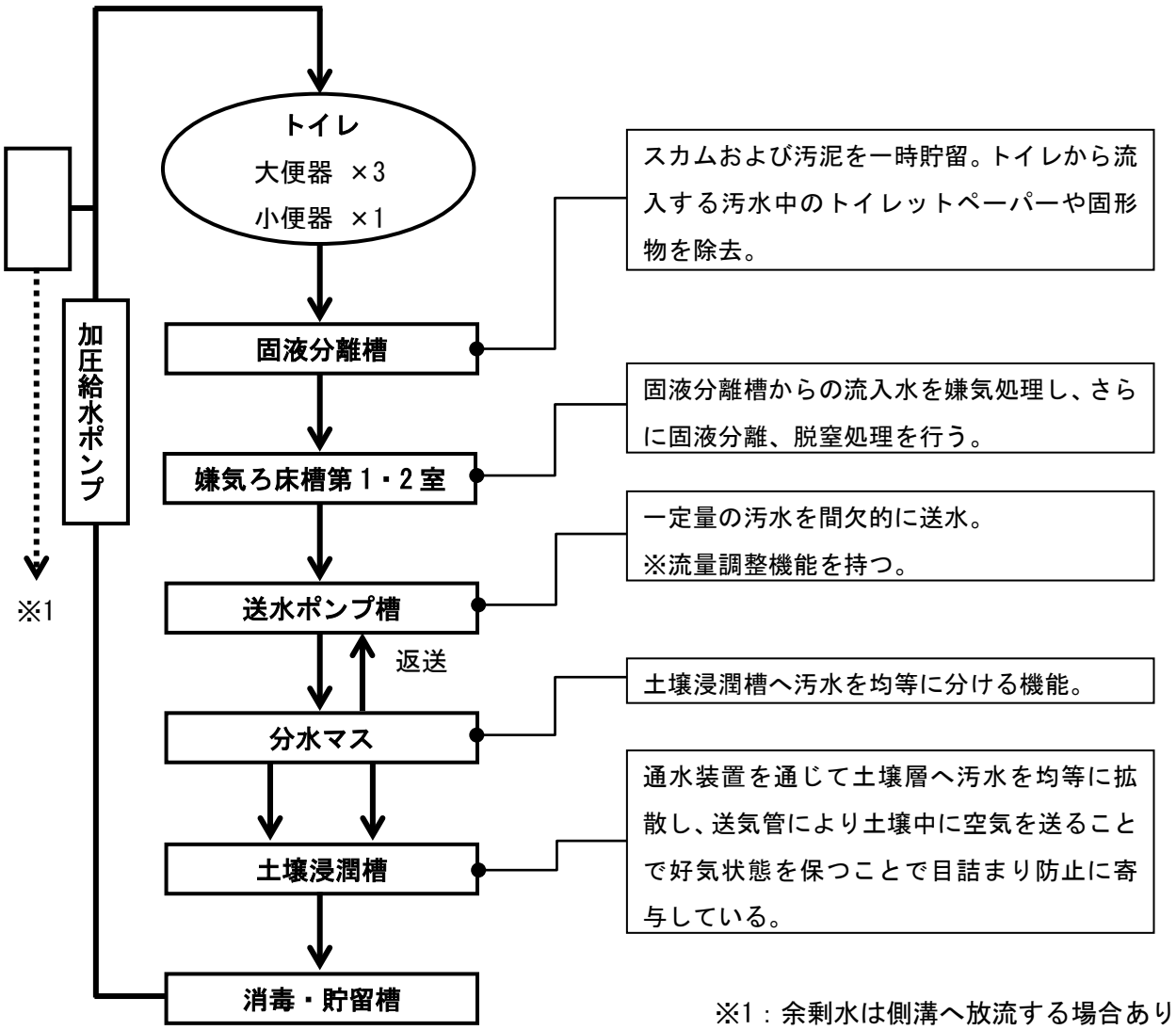


図 4-2-1　し尿処理フロー

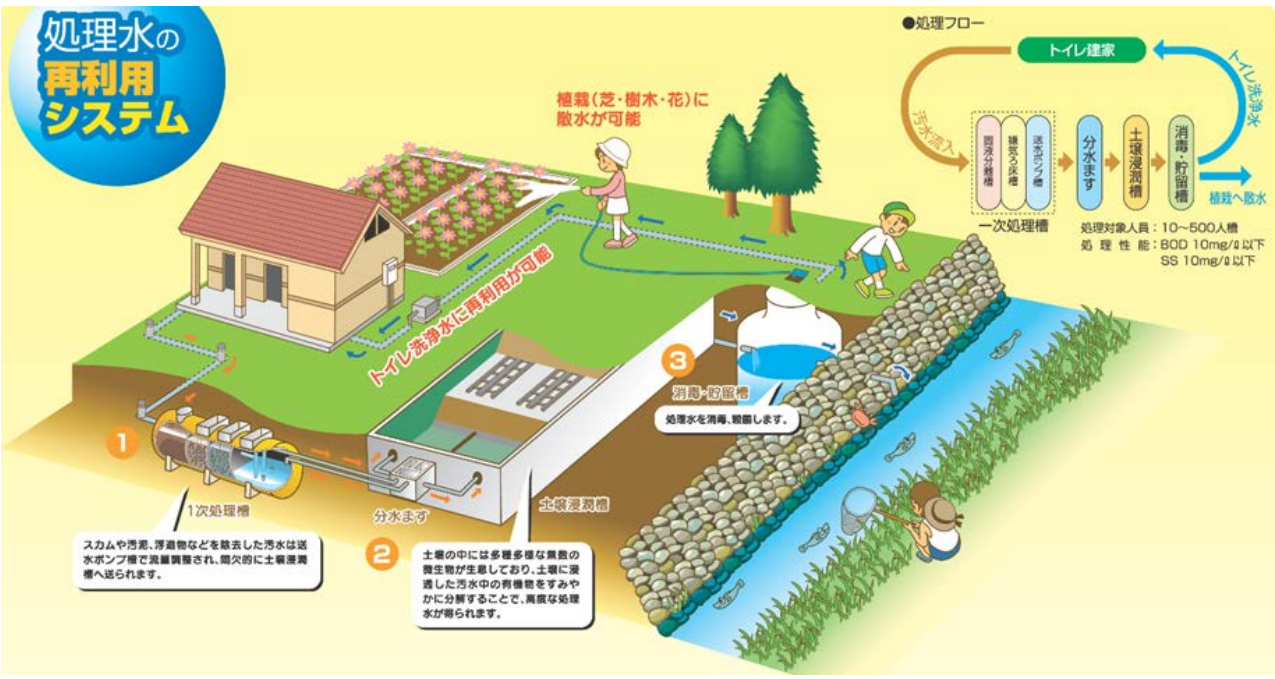
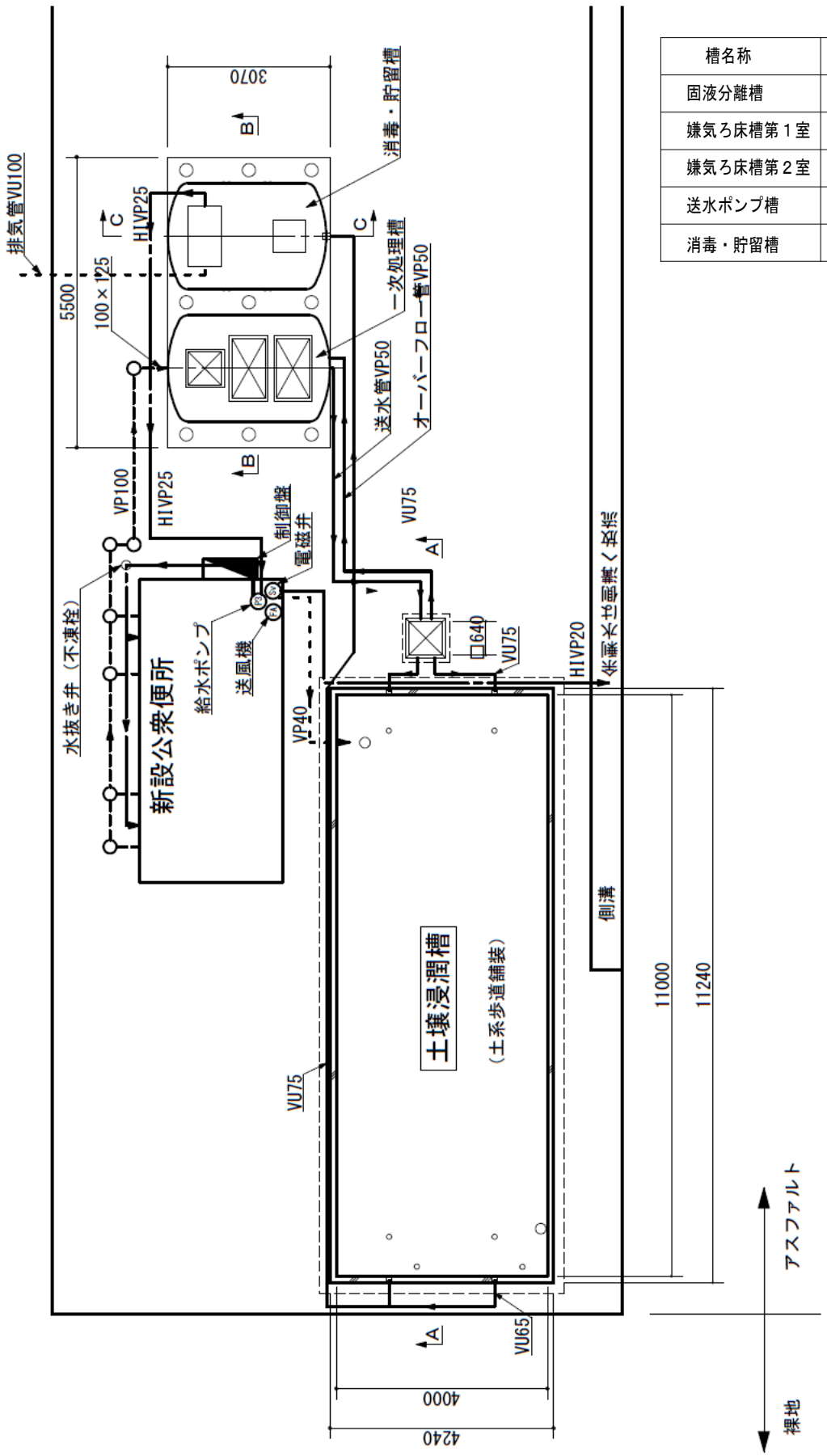


図 4-2-2　システム概念図



槽名称	有 効 容 量
固液分離槽	2.708 m³
嫌気ろ床槽第１室	1.172 m³
嫌気ろ床槽第２室	1.172 m³
送水ポンプ槽	2.230 m³
消毒・貯留槽	4.447 m³

図 4-2-3 処理装置の実寸と有効容積

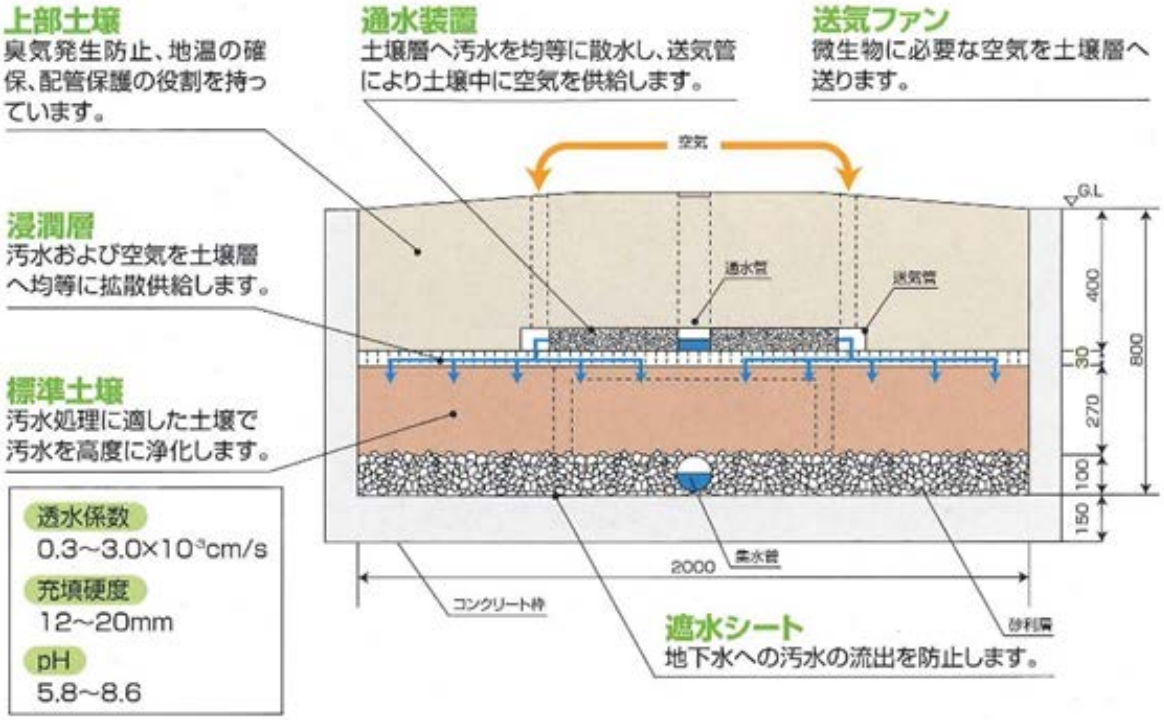


図 4-2-4　土壌浸潤槽の断面図

表 4-2-1　技術仕様

企業名		アルコ株式会社　（ALCO Co.,Ltd.）
技術名称		土壌微生物膜処理
装置名称		ソフィール　　英語名：Sofil
し尿処理方式		水使用―生物処理―土壌
製造企業名		アルコ株式会社
連絡先	住所	〒514-0815　三重県津市藤方 2254 番地 1
	担当者	羽田野 一幸
	連絡先	TEL:059-213-8811　FAX:059-213-8880
	E-Mail	info@alcoinc.co.jp
設置条件	水	初期水のみ（12 t）
	電気	必要（1.1 kWh/日）
	道路	使用
使用燃料	燃料の種類	不要
	消費量	―
使用資材	資材の種類	なし
	投入量	―
温度	適正稼働が可能な気温	5 ℃～35 ℃
装置タイプ（トイレと処理装置が一体型）		男子小便器 1 基、男子洋式大便器 1 基 女子洋式大便器 1 基 多目的トイレ 1 基
サイズ	処理装置のみ	一次処理槽　W 2,000mm × D 3,070mm × H 2,520mm 土壌浸潤槽　W 4,000mm × D 11,000mm × H 800mm 消毒・貯留槽　W 2,000mm × D 3,000mm × H 2,520mm
重量	処理装置のみ	一次処理槽　1.5 t 土壌浸潤槽　50.0 t
処理能力 13 L/回として算定	平常時	200 回/日（2,600 L/日）
	使用集中時	300 回/日（3,900 L/日）
	性能提示値	BOD 10mg/L 以下、SS 10mg/L 以下
その他（特記事項）		・ 固液分離槽の汚泥：1 年に 1 回引き抜き処理 ・ 処理水を循環利用しているが、余剰水を放流することがある。 ・ 同装置の放流タイプについては、性能保証は浄化槽法に準拠（日本建築センターで屎尿浄化槽性能評定（平成 12 年 5 月 BCJ-浄 4415）を取得）

表 4-2-2 主要機器の仕様

設置箇所	機器名	メーカー名	台数	仕様（1 台あたり）
一次処理槽	送水ポンプ	鶴見製作所 型式：40PU2.15S-64	2	AC100V　出力　0.15kW　単相 口径 40mm　吐出量 0.1m^3/min 全揚程 3.5m
	フロート スイッチ	鶴見製作所 型式：MF-3	3	スイッチ容量 50VA　AC/DC 30V a 接点用
土壌浸潤槽	送風機	昭和電機 型式：SF-38-L3A3	1	AC100V　出力　0.025kW　単相 風量 1.3m^3/min　静圧 0.33kPa
消毒・貯留槽	フロート スイッチ	鶴見製作所 型式：MF-3	3	スイッチ容量 50VA　AC/DC 30V a 接点用
給水ポンプ		川本製作所 型式：NF2-400SK	1	AC100V　出力 0.4kW　単相 口径 25mm 吐出量 26L/min 全揚程 22m
電磁弁		ヨシタケ 型式：DP-100	1	AC100V　20A

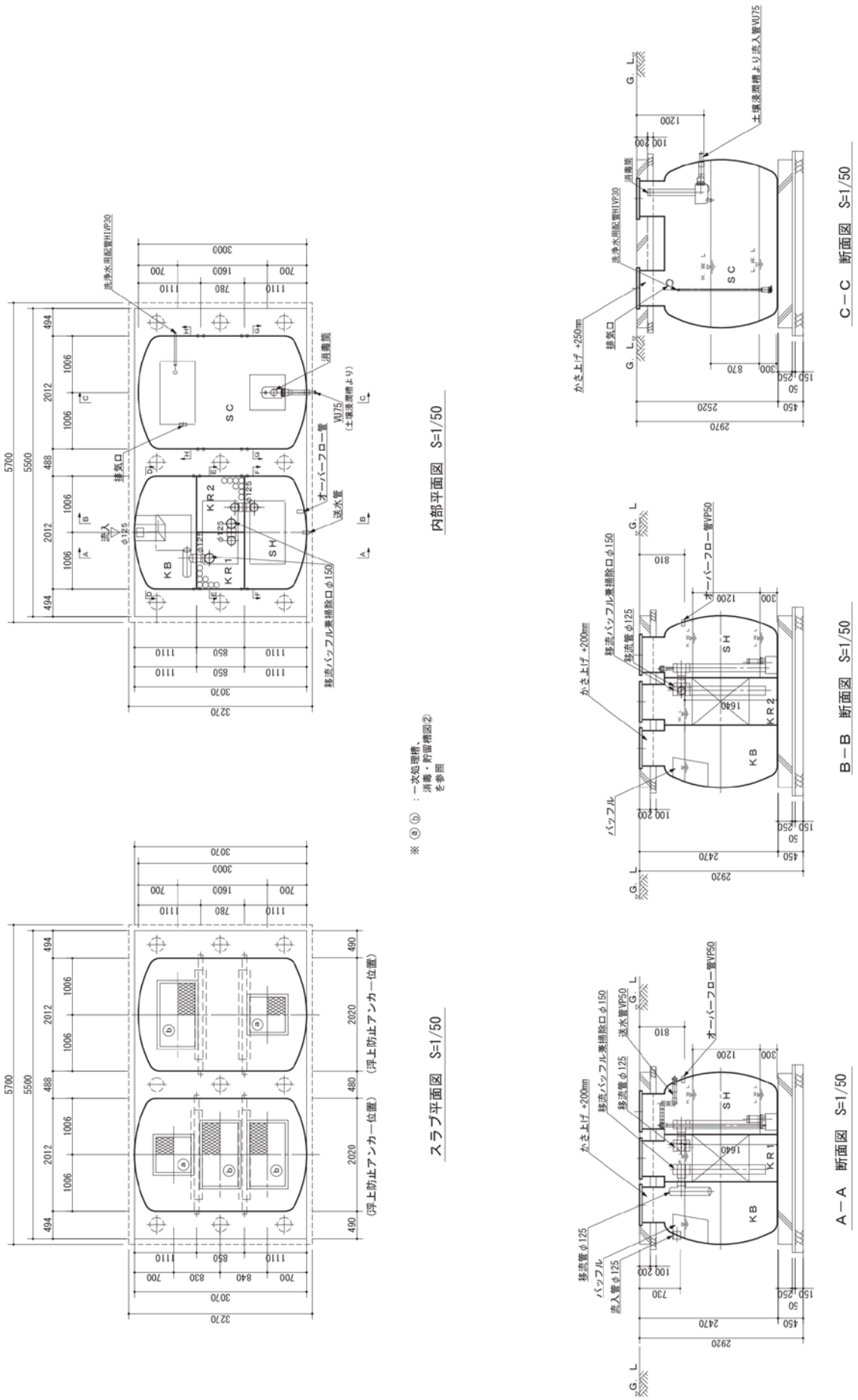


図 4-2-5　　標準設計図（一次処理槽、消毒･貯留槽①）

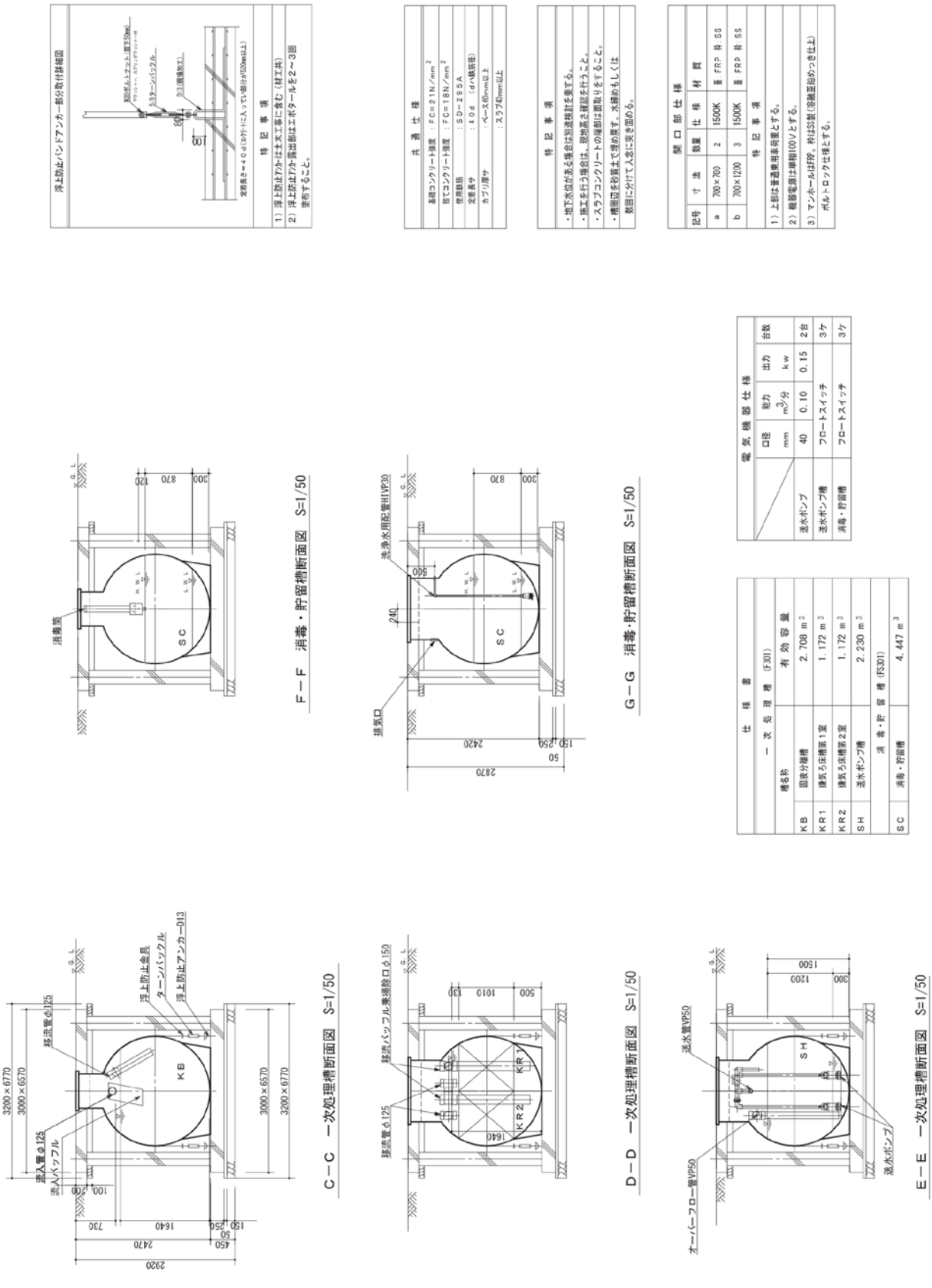


図 4-2-6　標準設計図（一次処理槽、消毒･貯留槽②）

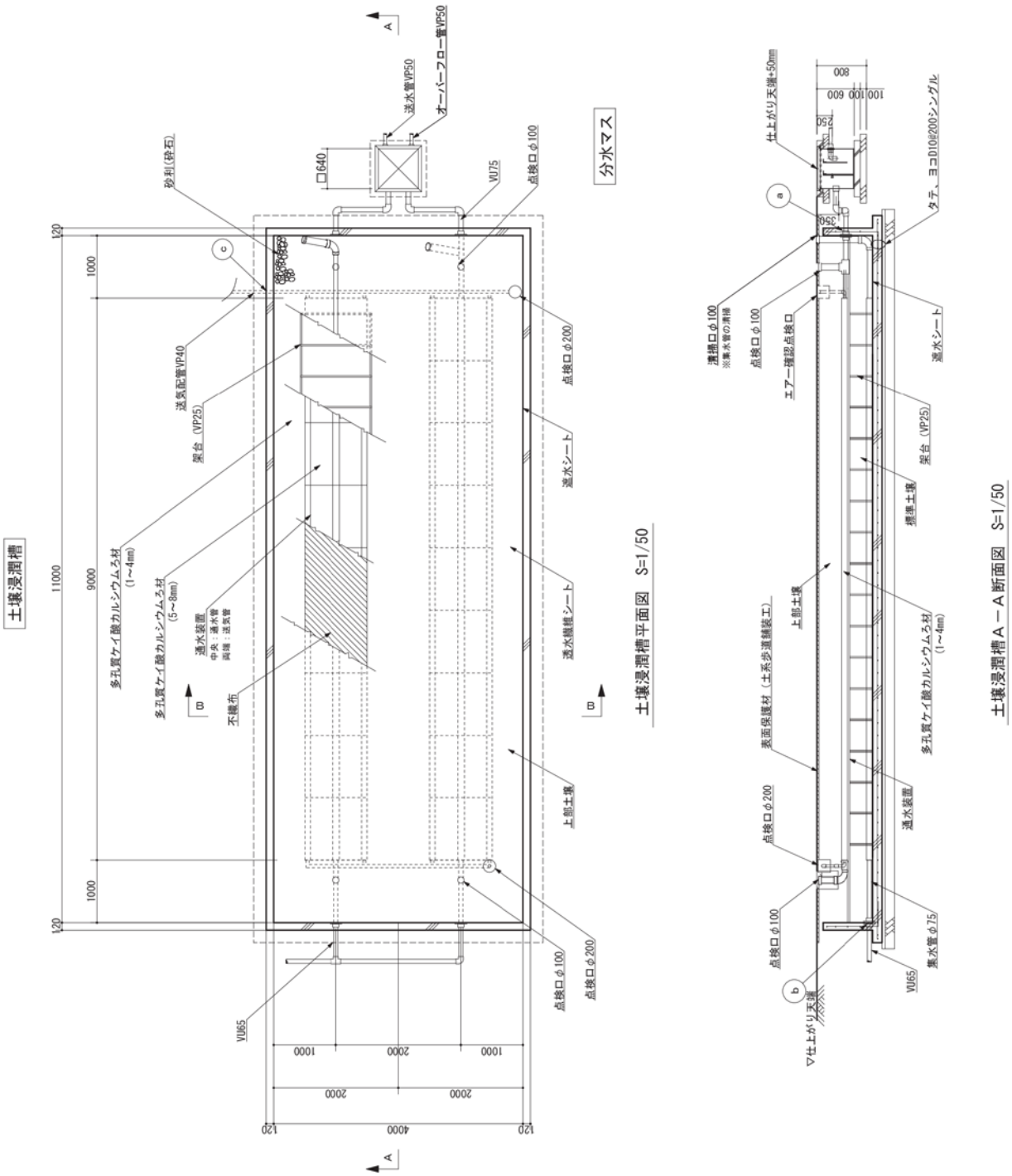


図 4-2-7　標準設計図（土壌浸潤槽①）

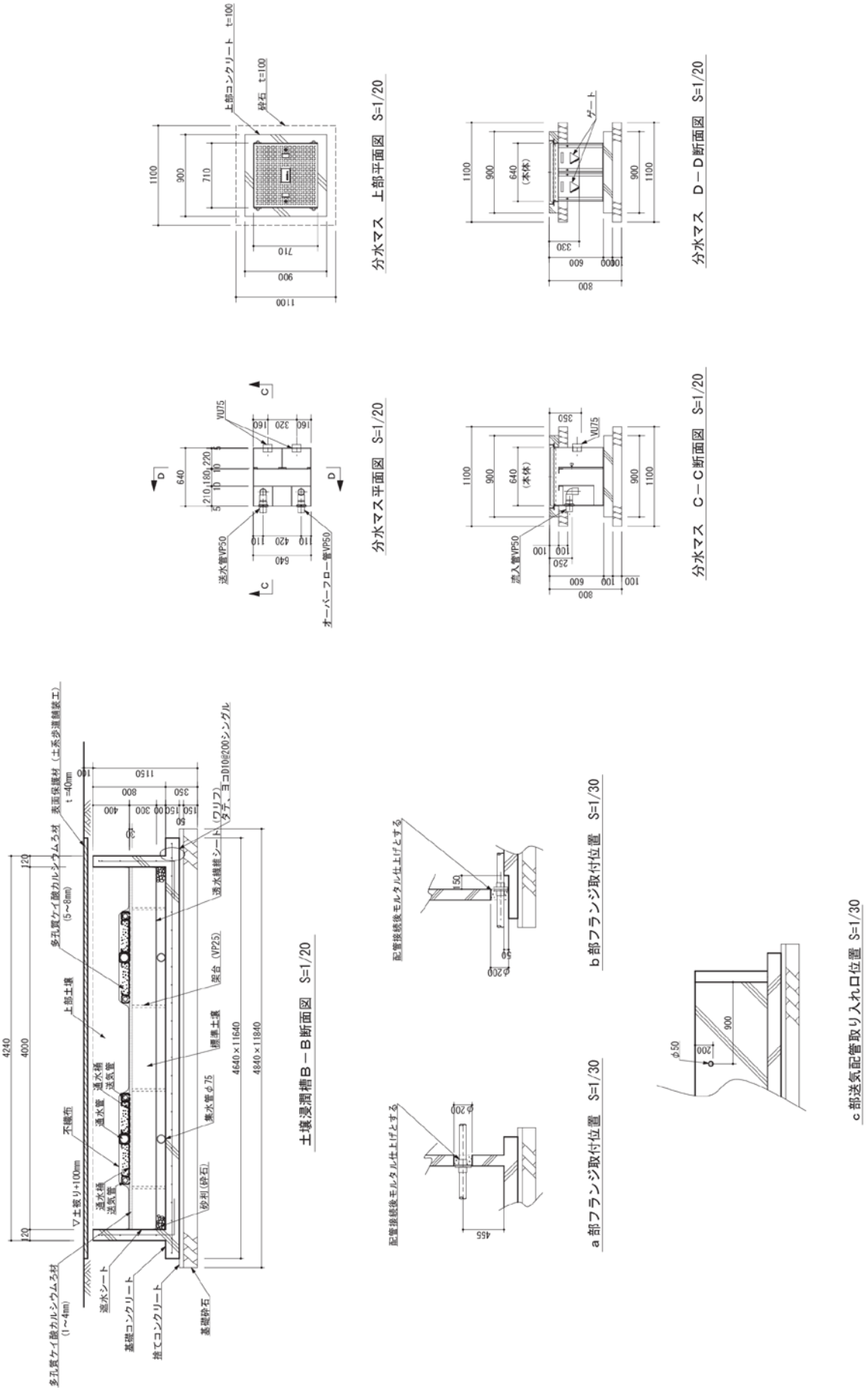


図 4-2-8　標準設計図（土壌浸潤槽②）

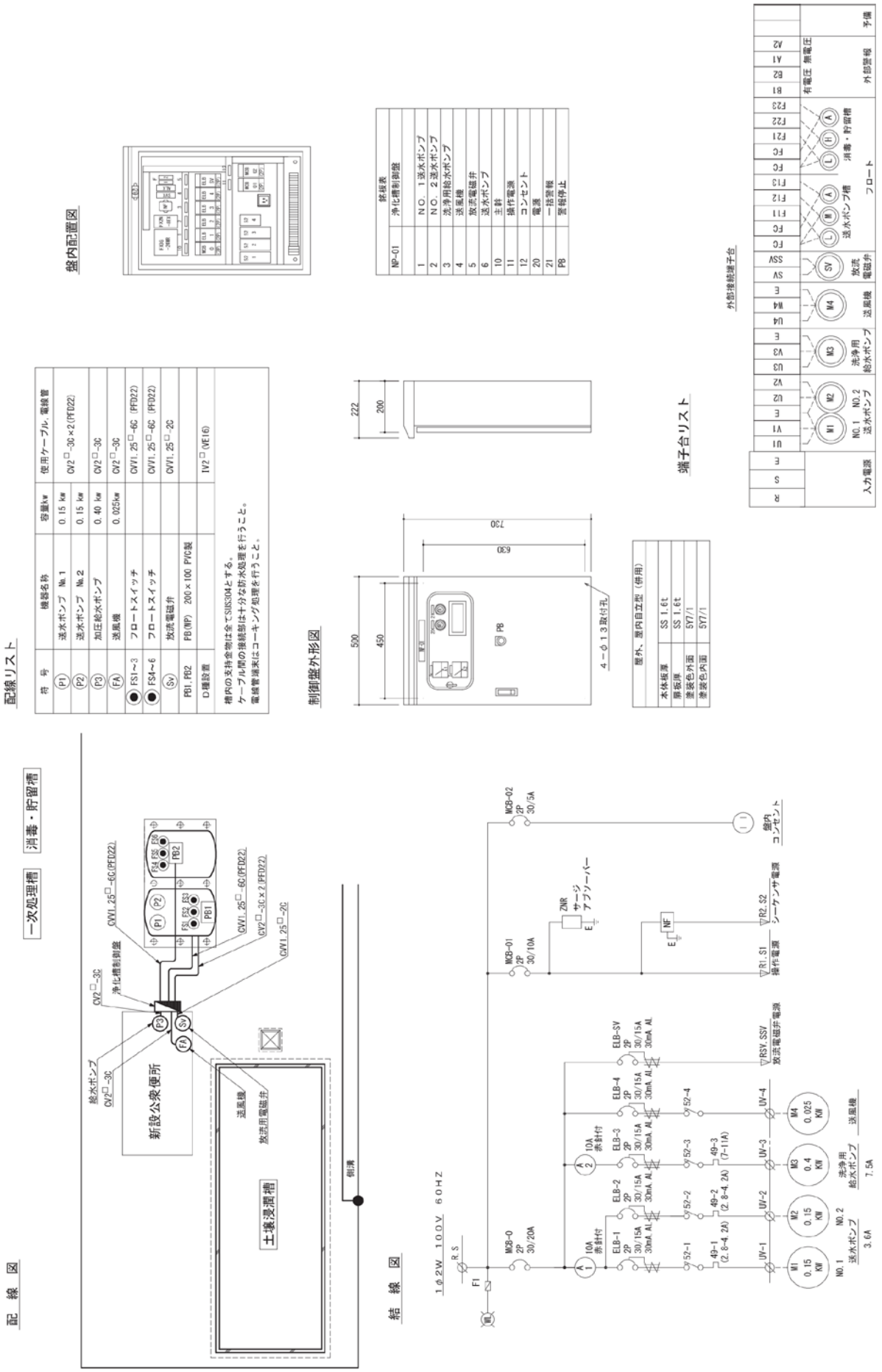

配線リスト
盤内配置図
銘板表
制御盤外形図
端子台リスト
配線図
結線図
一次処理槽
消毒・貯留槽
新設公衆便所
土壌浸潤槽
浄化槽制御盤
送風機
放流用電磁弁
洗浄用給水ポンプ
放流ポンプ
側溝
盤内コンセント
シーケンサ電源
操作電源
放流電磁弁電源
送水ポンプ
送風機
1φ2W 100V 60HZ

図 4-2-9　電気配線図

4-3　実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、実証申請者であるアルコ株式会社が平成 27 年 3 月に設置した。

4-4　実証装置の運転・維持管理方法

本実証装置に関する日常維持管理とトラブル対応は、日常維持管理者である愛知県新城市産業振興部観光課が、また専門維持管理は、実証申請者であるアルコ株式会社立会いの下、特定非営利活動法人日本トイレ研究所及び試料採取・分析・解析機関の公益財団法人日本環境整備教育センターが行った。

4-5　実証装置の条件設定

本実証装置の設置条件および利用条件について、**表 4-5-1** に示す。

表 4-5-1　設備条件及び利用条件

供用開始			平成 27 年 3 月
インフラ条件	給水	上水	なし
		雨水	なし
	電源		あり（商用電力）
	道路		舗装道路
使用条件	利用形態		水洗
	使用期間		通年使用
	使用集中時等の制限		特になし
	トイレットペーパー		そのまま投入

５．実証試験方法

試験の体制や調査の方法について、水使用―生物処理―土壌方式の実証試験計画（平成28年８月）より要約し、以下に示した。

5-1　実証試験の実施体制

自然地域トイレし尿処理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、技術実証検討員を**表 5-1-1**、参加組織連絡先を**表 5-1-2** に示す。

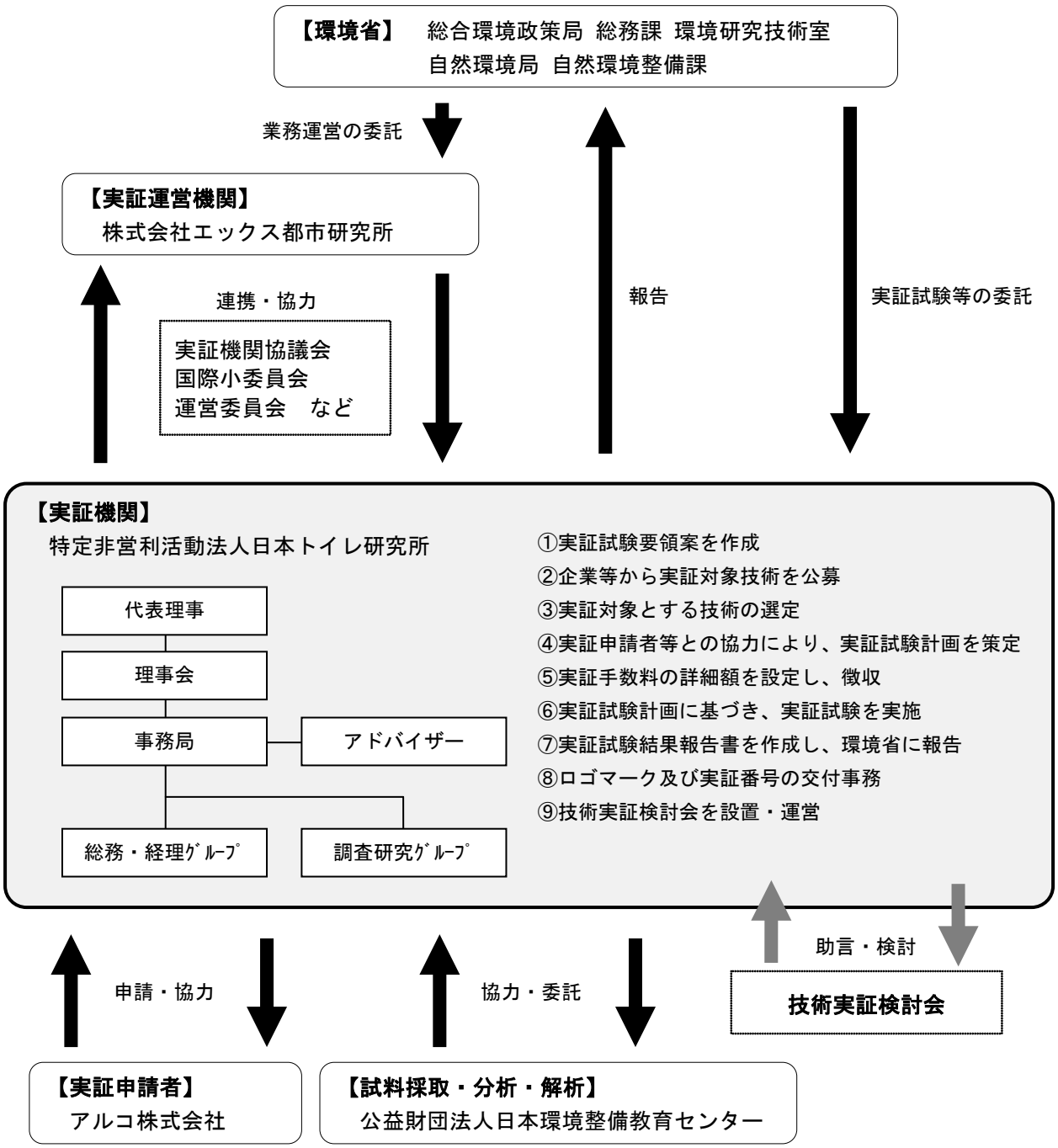


図 5-1-1　実施体制図

表 5-1-1　技術実証検討員

名　前	所属・肩書
伊与　亨	北里大学医療衛生学部健康科学科 講師
河村　清史	元 埼玉大学大学院理工学研究科 教授
木村　茂雄	神奈川工科大学機械工学科 教授
桜井　敏郎	公益社団法人神奈川県生活水保全協会 理事
穂苅　康治	槍ヶ岳観光株式会社 代表取締役
宮原　登	長野県環境部 自然保護課長

（50 音順　敬称略）

表 5-1-2　参加組織連絡先

実証機関	特定非営利活動法人 日本トイレ研究所 〒105-0004　東京都港区新橋 5-5-1　IMC ビル新橋 9F TEL: 03-6809-1308　FAX: 03-6809-1412 平澤 恵介／柏﨑和可子／ 上　幸雄 E-Mail:　etv@toilet.or.jp
試料採取・分析・解析	公益財団法人 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: 03-3635-4885　FAX: 03-3635-4886 濱中 俊輔 E-Mail　hamanaka@jeces.or.jp
運転・維持管理	新城市産業振興部観光課 〒441-1392　愛知県新城市字東入船 6 番地 1 TEL: 0536-23-1111（代表）　FAX: 0536-23-2002 E-Mail:　info@city.shinshiro.lg.jp
実証申請者	アルコ株式会社 〒514-0815　三重県津市藤方 2254 番地 1 TEL: 059-213-8811　FAX: 059-213-8880 羽田野 一幸 E-Mail:　info@alcoinc.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 12 版（平成 28 年 3 月）に準拠）について、実証試験参加者と責任分掌を**表 5-2-1** に示す。なお、環境省および実証運営機関（株式会社エックス都市研究所）の責任分掌については、実証事業実施要領を参照のこと。

表 5-2-1　実証試験参加者と責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	参加者
実証機関	特定非営利活動法人 日本トイレ研究所	①実証試験要領案を作成 ②企業等から実証対象技術を公募 ③実証対象とする技術の選定 ④実証申請者等との協力により、実証試験計画を策定 ⑤実証手数料の詳細額を設定し、徴収 ⑥実証試験計画に基づき、実証試験を実施 ⑦実証試験結果報告書を作成し、環境省に報告 ⑧ロゴマーク及び実証番号の交付事務 ⑨技術実証検討会を設置・運営	○調査研究ｸﾞﾙｰﾌﾟ (理事) 上　幸雄 (研究員) 平澤 恵介 柏﨑和可子 ○総務・経理ｸﾞﾙｰﾌﾟ 原田 雄美
実証申請者	アルコ株式会社	①実証試験計画の策定にあたり、実証機関に必要な情報を提供する等、実証機関に協力 ②実証対象製品を準備。また、その他実証に必要な比較対象技術の情報等を実証機関に提供 ③実証対象製品の運搬、施工、撤去等が必要な場合は、実証申請者の費用負担及び責任で行う ④実証機関の要請に基づき、必要に応じ、試験作業の一部を実施する。また、その場合、実証試験計画書通りに試験が進められていることを示す、または試験に使用したデータを全て実証機関に提出する等、実証機関の要請に対して協力 ⑤実証対象技術に関する既存の性能データを用意 ⑥実証試験結果報告書の作成において、実証機関に協力	○執行役員 水環境事業部長 羽田野 一幸
日常的な運転・維持管理者	新城市	①実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに実施 ②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 （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。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応。）	○産業振興部 観光課
専門的な運転・維持管理者	公益財団法人 日本環境整備教育センター	①実証試験計画に基づき試料採取・分析・解析を実施 ②実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、汚泥の引き抜き等を実施	○調査・研究ｸﾞﾙｰﾌﾟ 濱中 俊輔

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** に示す。

表 5-3-1　専門管理、試料採取スケジュール

	専門管理、試料採取日
	平成 28 年　8 月 10 日　（水）　実証開始日
第 1 回	平成 28 年　9 月 7 日　（水）　実証開始から 28 日目
第 2 回	平成 28 年　10 月 6 日　（木）　実証開始から 57 日目
第 3 回	平成 28 年　12 月 13 日　（火）　実証開始から 125 日目

5-4　実証試験項目

本実証試験の実証試験項目を**表 5-4-1** に示す。

表 5-4-1　実証視点と調査者

実証視点	調査者
(1) 稼働条件・状況	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター
(2) 維持管理性能	
(3) 室内環境	
(4) 周辺環境影響	
(5) 処理性能	

5-4-1　稼働条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼動するための前提条件として想定される項目を**表 5-4-1-1** 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 5-4-1-1　　稼動条件・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
処理能力	トイレ洗浄水量	送水ポンプの稼働時間を記録し、洗浄水量を推定	1 回/日 （自動記録）	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター
水	必要初期水量（m^3）	初期水投入段階に記録	開始時	
	増加水量（m^3）	装置の水位から計算し、記録	試料採取時	
	引き抜き量（m^3）	引き抜き時に記録	都度	
汚泥	引き抜き量（m^3、kg）	引き抜き時に記録	都度	
電力	消費電力量（kWh/日）	電力計（実証装置に装備）を記録	1 回/日 （自動記録）	
気温 ※	設置場所の気温	自動計測器を設置して測定	1 時間間隔	

※　計測器には「実証試験機材」であることを明示する。なお、計測は自動測定器を用いる。

（１）使用回数

使用回数は、実証装置内の送水ポンプの稼動時間から使用状況を推定することとした。送水ポンプの稼動頻度は 2 時間に 1 回と設定されており、設定された時刻に、送水ポンプ槽の水位が一定値を超えていればポンプが稼動する。トイレ使用回数が多い時期ほど送水ポンプ稼動頻度が高くなり、稼動時間も長くなる。ポンプの稼働頻度を確認するための制御盤の外観を**図 5-4-1-1** に示す。

図 5-4-1-1　制御盤の外観

（２）室内温度、外気温、湿度、大気圧

室内温度、外気温、湿度、大気圧は、自動計測器を設置して測定・記録した。自動計測器の仕様を**表 5-4-1-2** に示す。

表 5-4-1-2　　温度センサー

エスペックミック株式会社		
	a.名称	温度データロガー
	b.型式	RT-30S および RT-32S
	c.チャンネル	1 チャンネル（外部センサ）
	d.測定範囲	-60～155℃
	e.測定表示	0.1℃
	f.測定精度	typ.±0.3℃（-20～80℃） typ.±0.5℃（-40～20℃/80～110℃） typ.±1.0℃（-60～-40℃/110～155℃）
	g.動作環境	温度：-40～80℃
	h.記録容量	16,000 データ×1 チャンネル
	i.記録間隔	1・2・5・10・15・20・30 秒・1・2・5・10・15・20・30・60 分　から選択
	j.寸法・重量	H62×W47×D19mm、55g（電池含む）
	k.使用電池	リチウム電池(ER3V M) 1 本(CR2　使用可能)
	l.電池寿命	最長 2 年

5-4-2　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及び頻度を**表 5-4-2-1** に示す。

表 5-4-2-1　　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、またはそれに準じた記録を行う	実施時	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター
専門管理全般		専門管理チェックシートに記録	試料採取時	
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	
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	
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	

5-4-3　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。また、実証試験期間中にはトイレ利用者へのアンケート調査を行い、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。トイレ利用者室内環境に関する実証項目を**表 5-4-3-1** に、温湿度センサーの仕様を**表 5-4-3-2** に示す。

表 5-4-3-1　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に設置し、気温を測定・記録	1 時間間隔	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター
湿度　※	自動計測器を建屋内に設置し、湿度を測定・記録		
許容範囲	利用者へのアンケート調査により、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 （ｻﾝﾌﾟﾙ数）	

※ 計測器には「実証試験機材」であることを明示する。なお、計測は自動測定器を用いる。

表 5-4-3-2　温湿度センサー

エスペックミック株式会社		
	a.名称	温度、湿度データロガー
	b.型式	RS-12 および RS-13
	c.チャンネル	温度、湿度各 1 チャンネル
	d.測定範囲	温度：0～50℃ 湿度：10～95%RH
	e.測定表示	温度：0.1℃ 湿度：1%RH
	f.測定精度	温度：typ.±0.3℃ 湿度：±5%RH
	g.動作環境	温度：-10～60℃ 湿度：90%RH 以下（結露しないこと）
	h.記録容量	8,000 データ×2 チャンネル
	i.記録間隔	1・2・5・10・15・20・30 秒・1・2・5・10・15・20・30・60 分　から選択
	j.寸法・重量	H55×W78×D18mm、62g（電池含む）
	k.使用電池	単 3 アルカリ電池×1 本
	l.電池寿命	約 1 年

5-4-4　実証装置の設置における周辺環境への影響

対象技術は非放流式であるが、設置に伴う土地改変状況等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。そのため、本技術運用に伴う土地改変状況等についてチェックを行う。周辺環境への影響に関する実証項目について、**表 5-4-4-1** に示す。

表 5-4-4-1　実証装置の設置における周辺環境への影響に関する実証項目

分類項目	実証項目	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	実証試験前（１回）	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター

5-4-5　処理性能

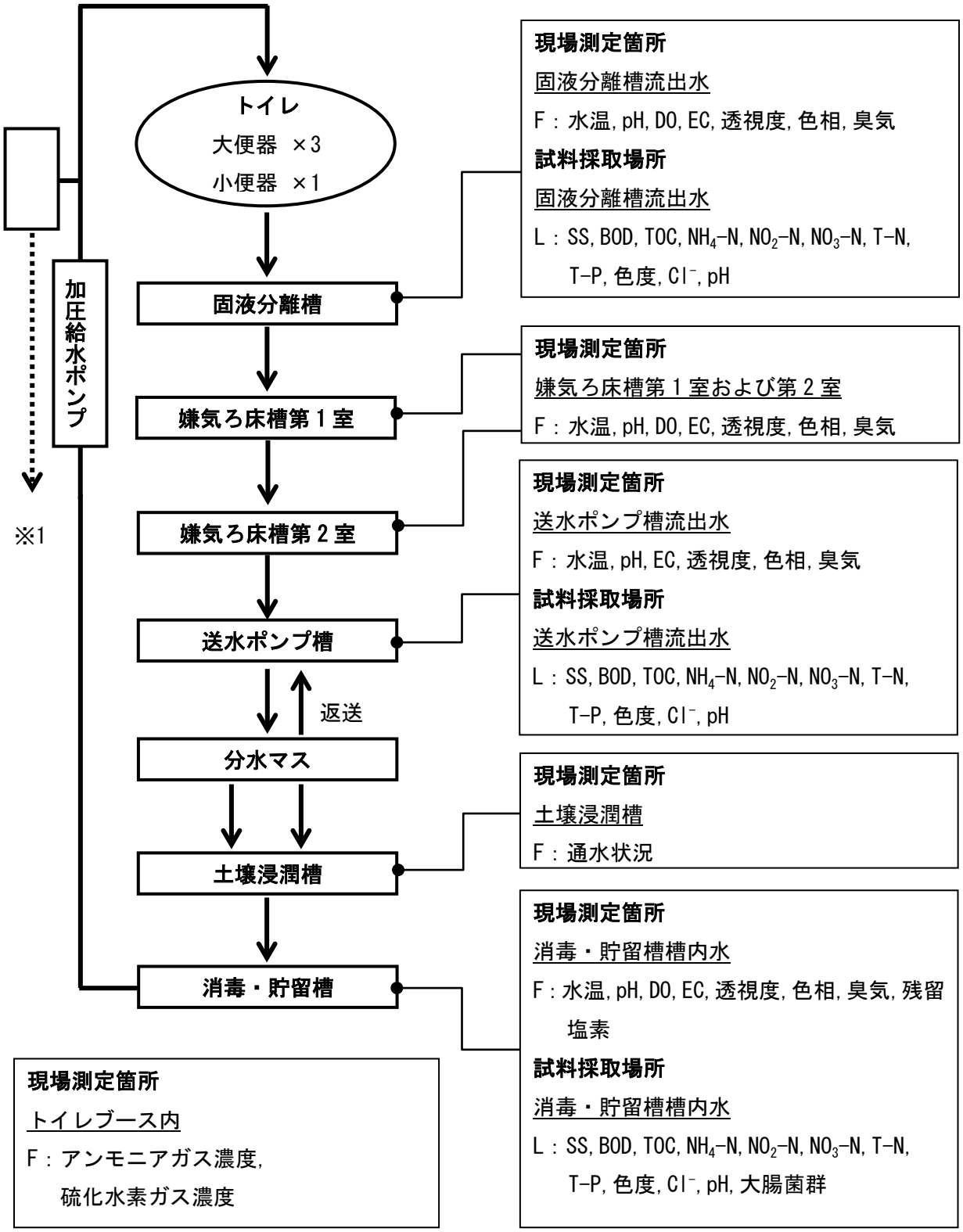
処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる「稼動状況」、処理が適正に進んでいるかをみる「処理状況」、運転に伴って何がどれだけ発生したかをみる「発生物状況」等に分けられる。これらの処理性能を実証するため、処理水の分析、現地測定、現地調査(発生物調査等)を行う。

（１）試料採取場所

試料採取場所と分析項目について**表 5-4-5-1** と**図 5-4-5-1** に、処理性能に関する実証項目について**表 5-4-5-2** に示す。

表 5-4-5-1　試料採取場所

分類項目	試料採取場所
循環水	消毒・貯留槽内水
処理工程水	固液分離槽流出水、送水ポンプ槽流出水
汚泥	搬出汚泥



※1：余剰水は側溝へ放流する場合あり

※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 5-4-5-1　試料採取場所と分析項目

表 5-4-5-2　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
1 単位装置の稼働状況	―	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 処理工程水循環水	増加水量	槽内水位及び汚泥引き出し量により把握	F
	色相	目視	F
	臭気	臭気の確認	F
	透視度	下水試験方法第 2 編第 1 章第 6 節	F
	水温	試料採取時に計測	F
	水素イオン濃度指数（pH）	ポータブル計測器で測定、JIS K0102 12.1	F,L
	化学的酸素要求量（COD_{Mn}）※2	JIS K 0102 17	L
	生物化学的酸素要求量（BOD）	JIS K 0102 21	L
	有機体炭素（TOC）	JIS K 0102 22	L
	塩化物イオン（Cl^-）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 31 節	L
	浮遊物質（SS）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 12 節	L
	大腸菌群	下水試験方法第 6 編第 4 章第 2 節（デソキシコール酸塩培地法）	L
	アンモニア性窒素（NH_4－N）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 25 節	L
	亜硝酸性窒素（NO_2－N）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 26 節	L
	硝酸性窒素（NO_3－N）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 27 節	L
	全窒素（T-N）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 29 節	L
	全リン（T-P）	下水試験方法第 2 編第 1 章第 30 節	L
	色度	下水試験方法第 2 編第 1 章第 4 節 1.透過光測定法	L
	残留塩素	JIS K 0102 33.2	F
	溶存酸素（DO）	ポータブル計測器で測定	F
	電気伝導率（EC）	ポータブル計測器で測定	F
3 汚泥	色相	目視	F
	臭気	臭気の確認	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 5 編第 1 章第 6 節	L
	強熱減量（VS）	下水試験方法第 5 編第 1 章第 8 節	L
	浮遊物質（SS）	下水試験方法第 5 編第 1 章第 9 節	L
4 その他	アンモニアガス濃度	検知管による測定	F
	硫化水素ガス濃度	検知管による測定	F

※1　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。

※2　100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量

（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。

調査回数は、集中時、集中時後（平常時①）、気温低下時（平常時②）の計３回程度とし、実証装置の特徴や申請者が提出するデータをもとに、性能を適切に把握できる回数とする。

ただし、第１回目の試料採取を行う前には、必ず稼働状況をチェックし、正常に稼働している状態かどうかを確認する。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。

集中時とは試験期間のうちトイレ利用者が多いと見込まれる期間のことを指し、具体的な期間については、実証機関が実証試験場所の利用条件を踏まえて設定する。平常時とは集中時以外の期間を指す。なお、試料採取は、可能な限り定刻とする。

具体的な試料採取実施日については**表 5-4-5-3** に示す。

表 5-4-5-3　　試料採取日

	試料採取実施日
第１回	平成 28 年　　9 月　7 日　（水）　実証開始から 28 日目
第２回	平成 28 年　　10 月　6 日　（木）　実証開始から 57 日目
第３回	平成 28 年　　12 月 13 日　（火）　実証開始から 125 日目

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：作動時に有姿状態で採取
（流水状態で採取＝洗浄水フラッシュ時）（必要に応じ 0.5～2 L）
（細菌試験以外の項目の試料はポリエチレンびん等、細菌試験の試料は滅菌びん）

② 汚泥試料：室内水を自給式ポンプ等で撹拌混合しひしゃく等で採取またはバキューム車で吸引した汚泥混合物をバキュームタンク内で撹拌し採取（必要に応じ 50～500 g）

４）試料採取器具

①液状試料：状況に応じひしゃく、スポイト採水器等
（細菌試験の試料は直接滅菌びんに採取する）

②汚泥試料：状況に応じ自給式ポンプ、ひしゃく、バキューム車等

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 K0094「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）処理性能に関する調査の分類

処理性能に関する調査は、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に分類される。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現場測定と、試験室に持ち帰ったのち行う分析に分かれる。

現地で行う現場測定は、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 5-4-5-2** 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、化学分析等とする。

６．実証試験結果及び考察

6-1　実証試験の経過状況

実証試験における、実証試験の全体スケジュールを**図 6-1-1**、本装置の運転状況について**表 6-1-1**に示す。実証試験実施期間は平成 28 年 8 月 10 日（計測機器の設置）から平成 28 年 12 月 13 日（最終の試料採取及び計測機器の撤去）までである。

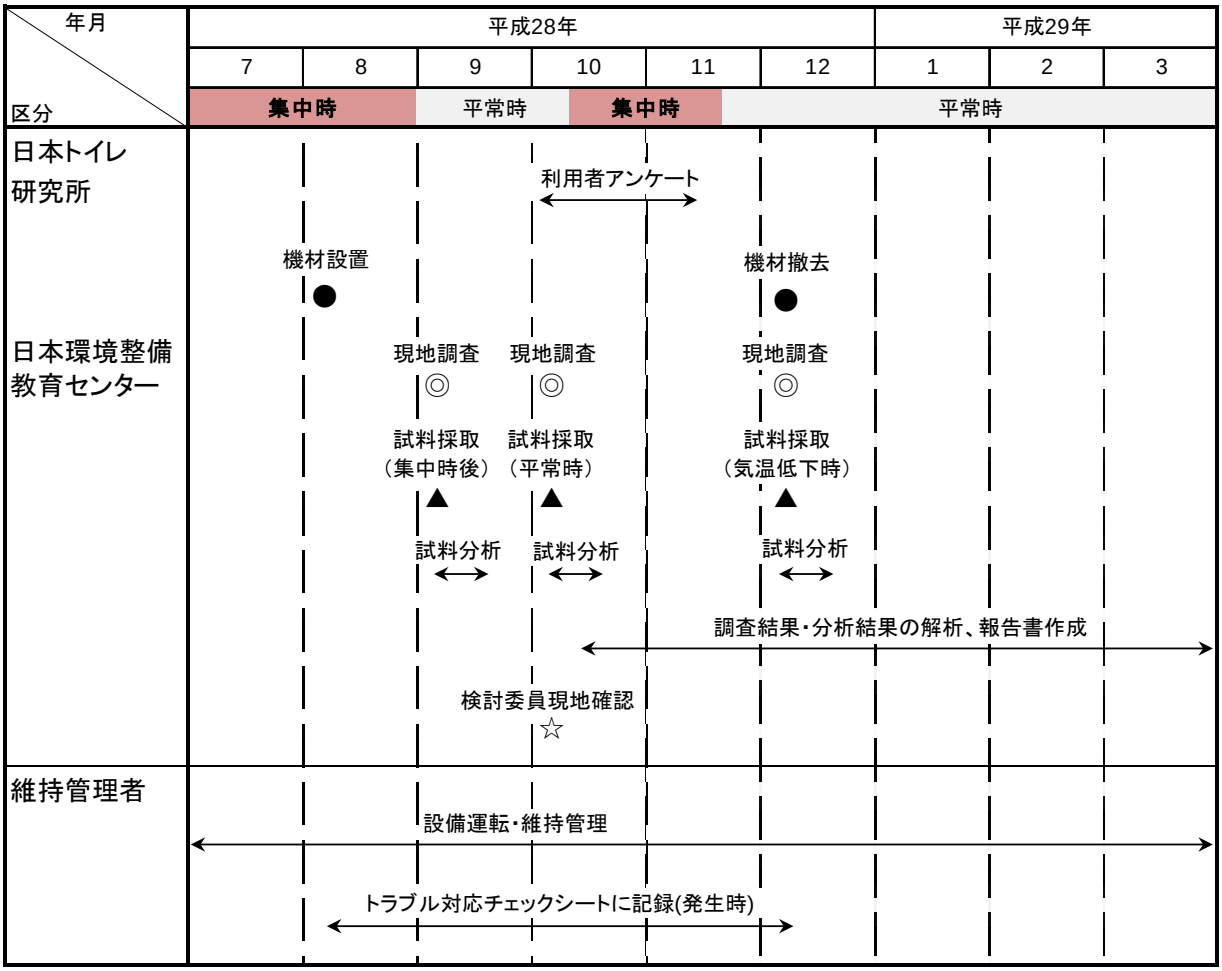


図 6-1-1　実証試験事業の全体スケジュール

表 6-1-1　運転状況

日時	経過日数	作業内容等
8/10(水)	―	実証試験開始、計測機器（温度計）設置及び計測開始
9/7(水)	28 日後	第１回現場調査：試料採取、臭気・水質測定、設備チェック
10/6(木)	57 日後	検討会（現地調査） 第２回現場調査：試料採取、臭気・水質測定、設備チェック
12/13(火)	125 日後	第３回現場調査：試料採取、臭気・水質測定、設備チェック 計測機器（温度計）撤去及び計測終了 実証対象装置の実証試験終了

※実証対象装置の供用開始は平成 27 年 3 月である。また、実証試験開始の 5 ヶ月前に汚泥の搬出を行った。

6-1-1　気温、使用回数、電力量等

（１）気温、降水量

実証装置設置場所の気温を**図 6-1-1-1** に示す。

参考として、実証試験期間における新城観測所（北緯 34 度 54.5 分、東経 137 度 31.1 分、標高 53m：実証装置から直線距離で約 18.3km 地点）の日ごとの降水量を**図 6-1-1-2** に示す。降水量データは気象庁ホームページ（http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html）から引用した。

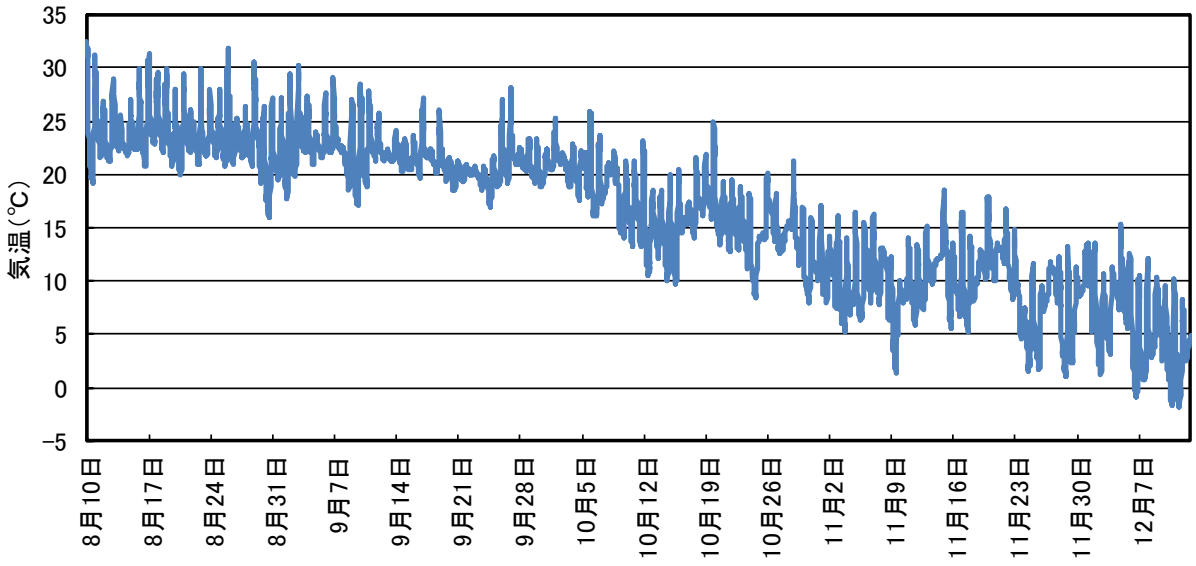


図 6-1-1-1　　実証装置設置場所における気温データ

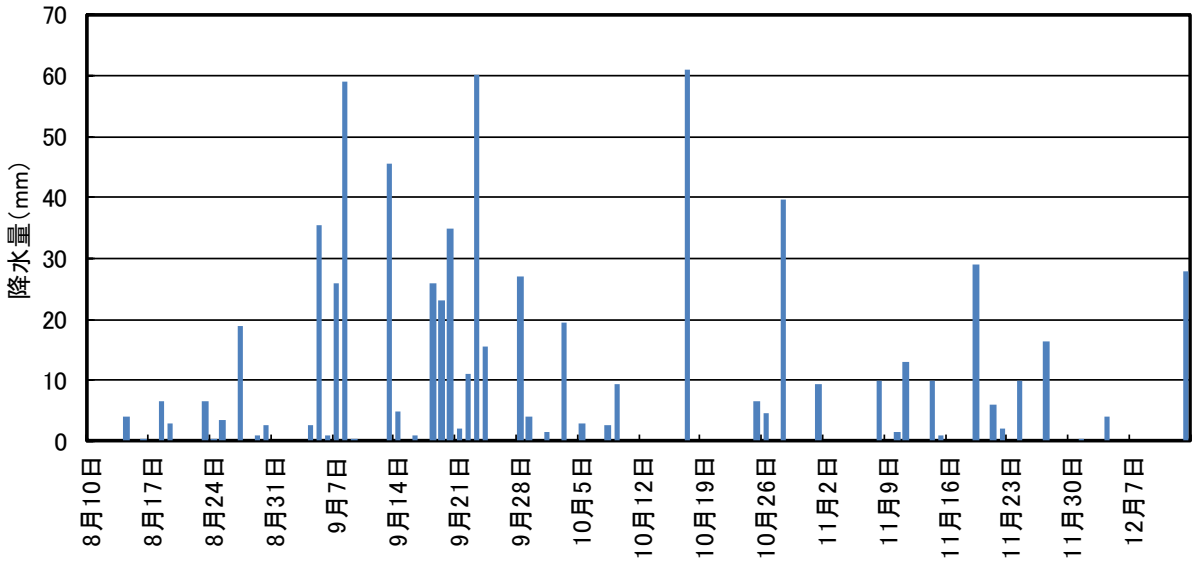


図 6-1-1-2　　新城観測所における降水量データ

（２）消費電力量

送風機およびポンプの出力から推計した消費電力量の推移を**図 6-1-1-3** に示す。推計にあたり、送風機の消費電力を 0.025kW、送水ポンプの消費電力を 0.15kW、給水ポンプの消費電力を 0.4kW とした。また、送水ポンプの吐出量は 182L/分、給水ポンプの吐出量は 20L/分として推計を行った。

１日当たり平均消費電力量は、実証試験期間（8/10～12/13）で 0.78kWh/日であった。実証対象装置は送風機が連続稼動するため、使用回数に関わらず一定の電力を消費する。便器洗浄のための給水ポンプおよび土壌浸潤槽への送水のための送水ポンプを稼動させるための電力量は使用回数が増加する時期に上昇するが、消費電力量全体に占める送風機消費電力量の割合が高いため、実証期間を通して１日当たり平均消費電力量に大きな変動は認められなかった。

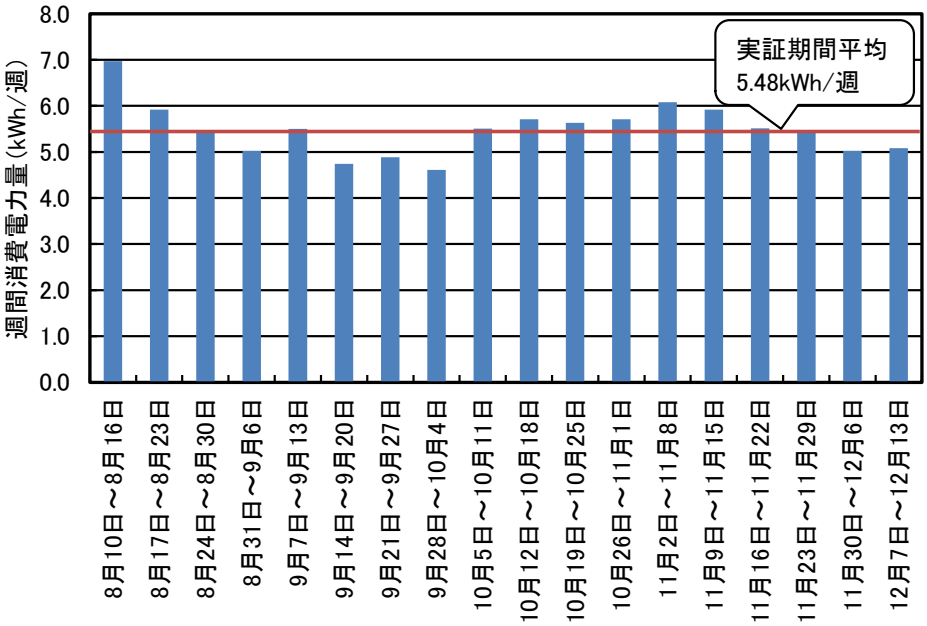


図 6-1-1-3　消費電力量

（３）送水ポンプ稼動時間（使用回数）

本実証試験においては、トイレ使用回数を計測しておらず、実証装置内の送水ポンプの稼動時間から使用状況を推定することとした。送水ポンプの稼動頻度は 2 時間に 1 回と設定されており、設定された時刻に、送水ポンプ槽の水位が一定値を超えていればポンプが稼動する。トイレ使用回数が多い時期ほど送水ポンプ稼動頻度が高くなり、稼動時間も長くなる。

実証試験開始（8/10）から実証試験終了までの送水ポンプ稼動時間の推移を**表 6-1-1-1** 及び**図 6-1-1-4** に示す。また、曜日別の送水ポンプ平均稼動時間を**図 6-1-1-5** に示す。

8 月下旬までは平日、土日ともに送水ポンプの稼動が認められることから、8 月末までの期間を利用集中時とみなすことができる。9 月には送水ポンプの稼動頻度が低下し、10 月～11 月中旬は土日のポンプ稼動時間が使用集中時よりも長い傾向が認められた。実証試験期間を通して、送水ポンプの稼動は土日に集中しており、平日はポンプが稼動しない日も多く認められた。

表 6-1-1-1　試料採取日前日までの送水ポンプ稼動時間

区分	採取日	稼動日数(8/10～) （日）	累積稼動時間(8/10～) (分)	１日平均稼動時間 (8/10～) (分/日)
第１回試料採取	9/7	28	101.3	3.6
第２回試料採取	10/6	57	146.7	2.6
第３回試料採取	12/13	125	353.0	2.8

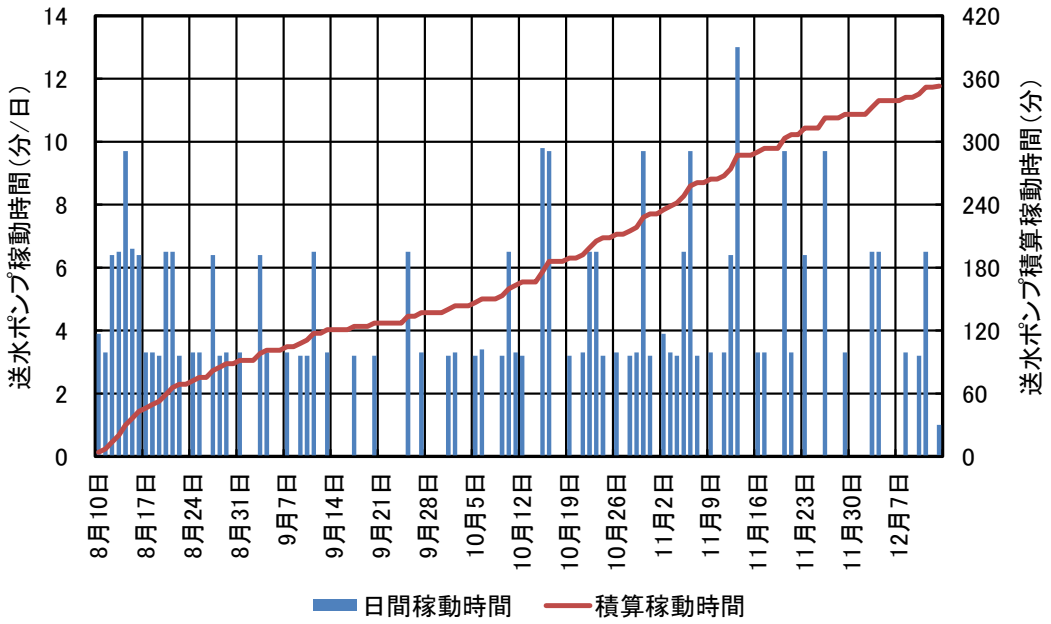


図 6-1-1-4　送水ポンプ稼動時間の推移

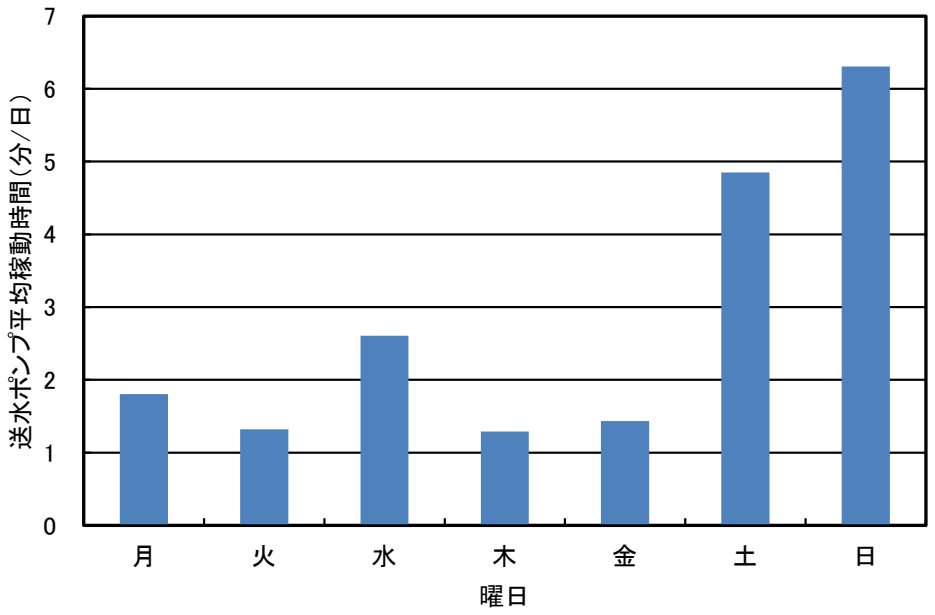


図 6-1-1-5　曜日別の送水ポンプ平均稼動時間

送水ポンプの 1 分当たりの移送水量を現場で測定したところ、182L/分であった。また、大便器の洗浄水量を 6.0L/回、小便器の洗浄水量を 4.5L/回とし、大便器、小便器の使用頻度の比をアンケート調査の結果から 4：6 としてフラッシュ回数を推定した。週間フラッシュ回数の推移を**図 6-1-1-6** に示す。

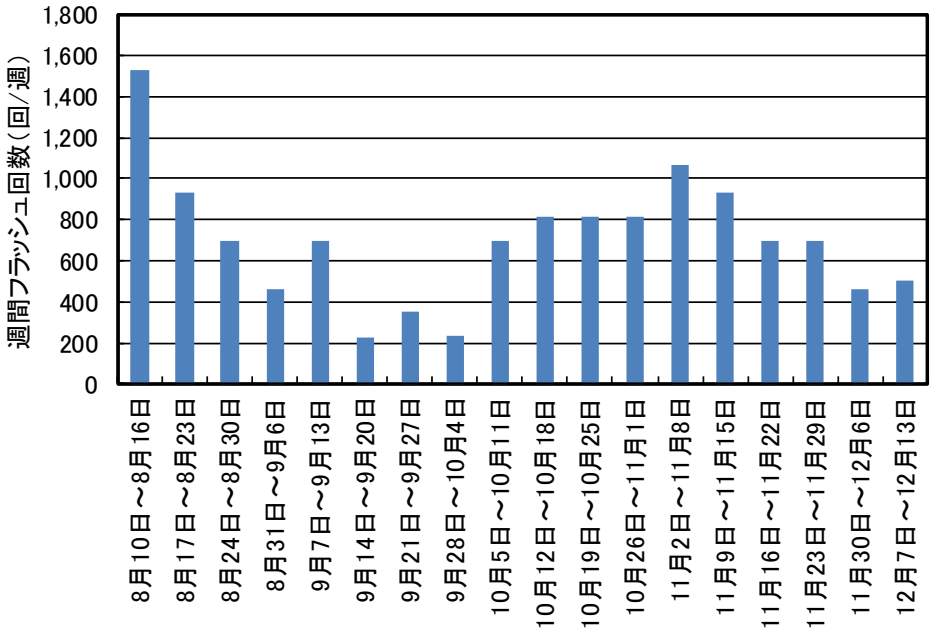


図 6-1-1-6　週間トイレ洗浄（使用）回数の推移

実証試験期間における実証装置の累積フラッシュ回数は約 12,600 回で、単純平均すると 1 日当たりのフラッシュ回数は 100 回/日と推定された。高速道路サービスエリア、パーキングエリアのトイ

レにおける 1 人当たりのフラッシュ回数が 1.2～1.5 回/人との報告があることから、本実証試験においてもトイレ利用者数とフラッシュ回数は一致しないと考えられ、トイレ利用者数はフラッシュ回数より少ないと推察される。アンケート調査（通日調査）実施日のフラッシュ回数の推計値と、トイレ利用者数を比較した場合、複数回フラッシュする利用者が含まれることを考慮しても、フラッシュ回数の推計値が過大となっている可能性がある。今後、より精度の高いトイレ利用者数の把握のための工夫が必要である。

6-1-2　稼動条件・状況のまとめ

＜外気温、降水量＞

実証対象装置の設置場所における気温は、実証試験開始（8/20）から 10 月上旬まで 20℃以上で推移したが、試験期間の終了段階である 12 月上旬には日間平均気温が 5℃程度まで低下した。

実証試験期間における最高気温は 32.4℃、最低気温は-1.8℃であった。

＜消費電力量＞

1 日当たり平均消費電力量は、実証試験期間（8/10～12/13）で 0.78kWh/日であった。実証対象装置は送風機が連続稼動するため、使用回数に関わらず一定の電力を消費する。便器洗浄のための給水ポンプおよび土壌浸潤槽への送水のための送水ポンプを稼動させるための電力量は使用回数が増加する時期に上昇するが、消費電力量全体に占める送風機消費電力量の割合が高いため、実証期間を通して 1 日当たり平均消費電力量に大きな変動は認められなかった。

＜送水ポンプ稼動時間（使用回数）＞

8 月下旬までは平日、土日ともにトイレの使用が認められ、9 月には使用頻度が低下した。10 月～11 月中旬は土日に使用が集中していた。

実証試験期間における実証装置の累積フラッシュ回数は約 12,600 回で、単純平均すると 1 日当たりのフラッシュ回数は 100 回/日と推定された。

6-2　維持管理性能

6-2-1　日常維持管理

日常維持管理は、水使用-生物処理-土壌方式実証試験計画（平成 28 年 8 月）の日常管理チェックシートの内容に従い、新城市産業振興部観光課が実施した。**表 6-2-1-1** に概要を示す。

表 6-2-1-1　日常維持管理の概要

項目	実証試験結果
実施日	月 3 回
実施者	新城市産業振興部観光課
作業人数	1 人
作業時間	約 30 分間
作業内容	トイレブースの掃除、トイレットペーパー等消耗品の補充、その他
作業内容についての意見	上記作業は容易に実施できた

6-2-2　専門維持管理

専門維持管理は、水使用-生物処理-土壌方式実証試験計画（平成 28 年 8 月）の専門管理チェックシートの内容に従い、公益財団法人日本環境整備教育センターが実施した。**表 6-2-2-1** に概要を示す。

表 6-2-2-1　専門維持管理の概要

項目	実証試験結果		
実施日	第1回 第2回 第3回	平成28年 9月7日 10月6日 12月13日	人数：2人 人数：2人 人数：3人
実施者	公益財団法人　日本環境整備教育センター		
作業時間	約 1 時間 20 分（試料採取を含む）		
作業内容	１．全般的な点検事項 臭気の有無、設備破損等の有無、蚊やハエ等の害虫の発生の有無、異物等の混入の有無等 ２．装置の点検事項 槽内液等の外観確認、臭気の有無、装置周辺等の異常の有無、 ３．試料採取、臭気測定（検知管）		
作業内容についての意見	点検作業は容易に実施できた。		

6-2-3　発生物の搬出及び処理・処分

本技術は処理水再利用のクローズドシステムであるが、使用回数増加に伴い、スカム・汚泥の蓄積が進行するため、スカム・汚泥の定期的な引き抜き処分が必要となる。

汚泥・スカムの搬出を行った後 5 ヶ月使用した時点で実証試験を開始したため、実証試験開始時には固液分離槽にある程度のスカム・汚泥が蓄積していたが、実証試験期間中にスカム・汚泥の蓄積量が大幅に増加する現象は認められず、また、送水ポンプ槽流出水中への汚泥の混入も認められなかったことから、実証試験終了時にも汚泥貯留能力に余裕があったと考えられる。そのため、実証試験期間中にスカム・汚泥の搬出を行う必要はなく、実施しなかった。

6-2-4　トラブル対応

9/25 に送水ポンプの 1 基に異物の噛み込みと考えられるトラブルが発生しポンプが停止したが、第 2 回専門維持管理（10/6）において、ポンプを引き揚げトラブルの解消を図った。しかし、その数日後には再度ポンプが停止し、保守点検時（11/2）に解消された。

送水ポンプは 2 基設置されているため、この間、正常に稼動していた 1 基のみでの運転となったが、処理機能には全く影響が認められなかった。

6-2-5　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、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、公益財団法人日本環境整備教育センターが実施した。**表 6-2-5-1** に維持管理要領書の記載項目チェック票を示す。

表 6-2-5-1　維持管理要領書の記載項目チェック票

記入者名（組織名）：	濱中　俊輔（日本環境整備教育センター）
担当作業内容：	専門管理　（主な作業内容：現場調査、試料採取、分析）
申 請 者 名 ：	アルコ株式会社
技　術　名　：	ソフィール／Sofil
維持管理マニュアル類	

大項目	小項目	記載の有無	コメント
1.日常管理全般（製品説明）	1.　利用上の注意	有	
	2.　処理の仕組み	有	
	3.　各部名称	有	
	4.　主要機器一覧	有	
	5.　運転・使用方法	有	
	6.　日常点検・清掃・頻度	—	トイレと処理装置が分かれた装置のため、維持管理要領書にはトイレ個室側の記載が無い。
	7.　製品仕様	有	
	8.　充填材	—	
2. 専門管理全般（専門技術者向け）	9.　保守点検表	有	
	10. 制御盤	無	制御盤の仕様、操作方法が標準化されているならば、記載することが望ましい。
	11. 処理槽	有	
	12. 循環水等	無	消毒・貯留槽の正常な状態の目安に水質の目安を追加することが望ましい。
	13. 補修・交換部品	有	給水ポンプ、送風機についても記載することが望ましい。
	14. 充填材	—	※塩素系消毒剤に関する記述がある。
3. 開始･閉鎖時対応	15. 開始・閉鎖時対応	無	
4. 発生物の搬出及び処理・処分	16. 清掃方法（汚泥引き抜き等）	有	引き出し量の目安（全量、適正量）を記載することが望ましい。また、引き出し後の水張りについて記載することが必要である。
5. トラブル対応	17. トラブル対応（想定及び対応例）	有	

維持管理要領書の信頼性の確認

大項目	小項目	記載内容	コメント
1.日常管理全般（製品説明）	1.　読みやすさ	良い	
	2.　理解しやすさ	良い	
	3.　正確性	良い	
	4.　情報量	適正	
2.専門管理全般（専門技術者向け）	1.　読みやすさ	良い	
	2.　理解しやすさ	普通	送水ポンプの稼働条件が分かりやすく記載されているとよい。
	3.　正確性	良い	
	4.　情報量	適正	
3.開始・閉鎖時対応	1.　読みやすさ	―	
	2.　理解しやすさ	―	
	3.　正確性	―	
	4.　情報量	―	
4.発生物の搬出及び処理・処分	1.　読みやすさ	普通	
	2.　理解しやすさ	普通	
	3.　正確性	普通	
	4.　情報量	少ない	
5.トラブル対応	1.　読みやすさ	良い	
	2.　理解しやすさ	良い	
	3.　正確性	良い	
	4.　情報量	適正	

6-2-6　維持管理性能のまとめ

＜日常維持管理＞

実証試験期間における日常委理事管理に示された作業は、容易に実施できた。

＜専門維持管理＞

実証試験期間における専門維持管理に示された作業は、一回当たり 2 人または 3 人で 1 時間 20 分程度のものを計 3 回実施し、その作業は容易に実施できた。

＜発生物の搬出及び処理・処分＞

実証試験期間中にスカム・汚泥の搬出を行う必要はなく、実施しなかった。

＜トラブル対応＞

実証試験期間中、送水ポンプの 1 基が稼動しなくなるトラブルが発生したが、保守点検時に解消された。送水ポンプは 2 基設置されているため、処理機能には全く影響が認められなかった。

＜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の評価は、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、（公財）日本環境整備教育センターが実施した。情報量は適正量であり、その記載内容は理解しやすいが、一部の記述を追加するとなおよい。特に、汚泥引き出し後の水張りや土壌浸潤槽の閉塞の確認方法について記載することが必要である。

6-3　室内環境

6-3-1　室温、湿度

実証試験期間中の8月10日から12月13日における多目的トイレブース室温の変化を**図 6-3-1-1**、湿度の変化を**図 6-3-1-2** に示す。

室温は4.7～29.1℃（平均18.3℃）であり、湿度は42～99%（平均89.4%）であった。

トイレ室内の温度及び湿度を**表 6-3-1-1** に示す。

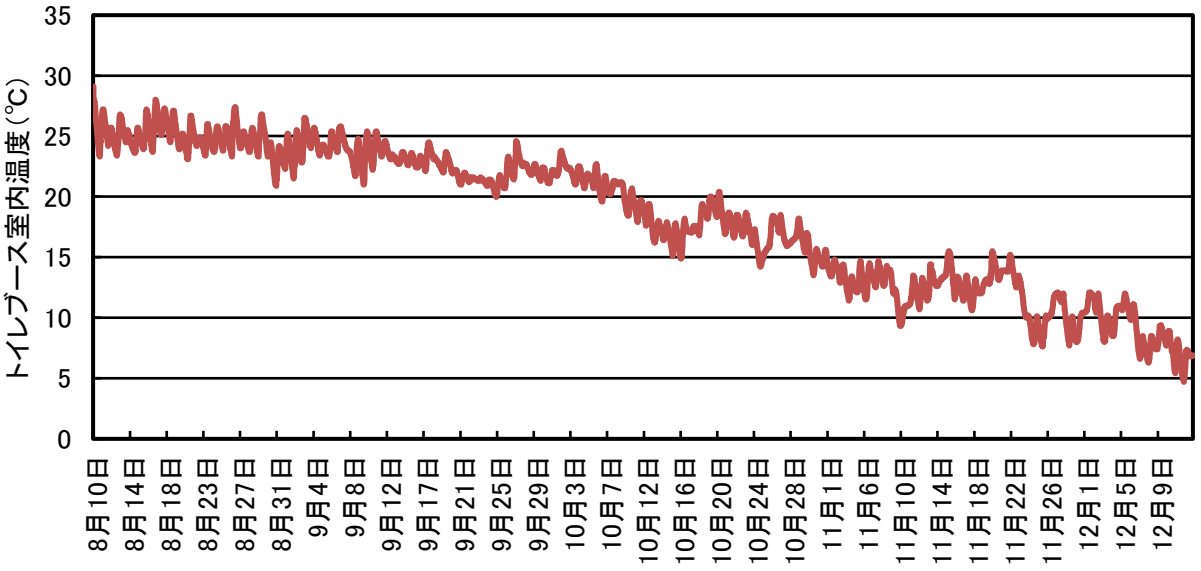


図 6-3-1-1　トイレブース内の室温変化

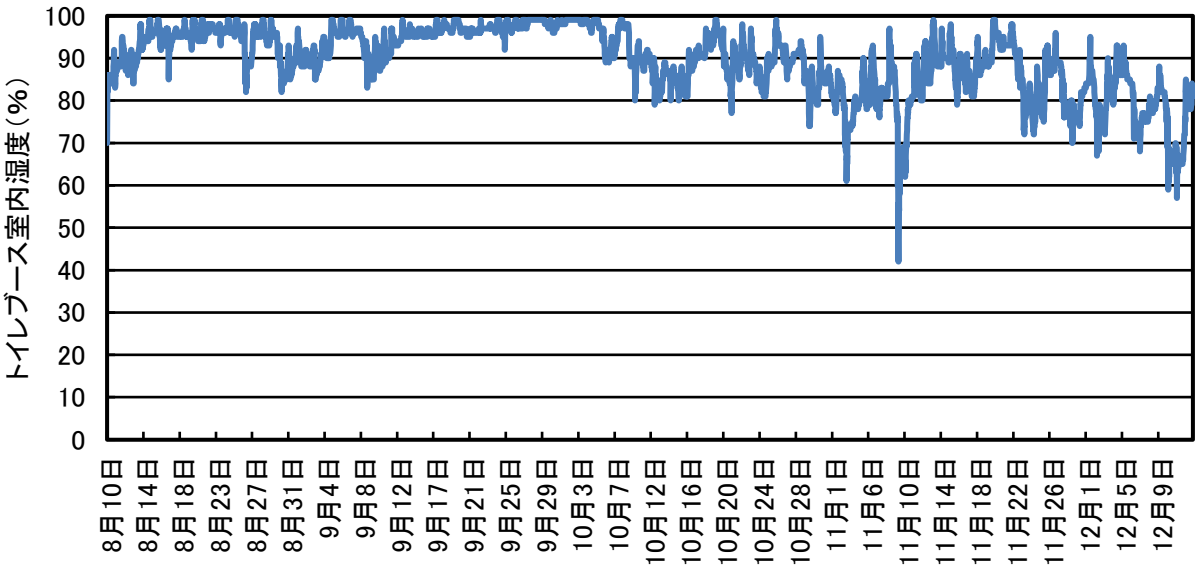


図 6-3-1-2　トイレブース内の湿度変化

表 6-3-1-1　トイレ室内の温度、湿度の最大値、最小値、平均値

	多目的トイレ (8/10～12/13)	
	温度 (℃)	湿度 (%)
最大値	29.1	99
最小値	4.7	42
平均値	18.3	89.4

6-3-2　室内環境に関する許容範囲

実証試験期間に、本実証装置利用者への「室内環境アンケート」を実施した。有効回答数は 65 件。アンケート実施は実証試験期間に 3 回（8/10、10/6、11/12）行われた。回答者属性、及び質問項目の集計結果を下記に示す。

（１）回答者属性

①性別と年代

性別と年代について、**表 6-3-2-1** に示す。男女比は概ね 6:4 となっており、年代別では「60 代以上」が全体の 34%を占め最も高い。以下、40 代（25%）、30 代（15%）となっている。

表 6-3-2-1　回答者属性（性別と年代）

性別と年代	男性	女性	無回答	回答数
10代未満	3	1	0	4
10代	1	0	0	1
20代	1	4	0	5
30代	9	3	0	12
40代	12	4	0	16
50代	2	3	0	5
60代以上	14	8	0	22
無回答	0	0	0	0
計	42	23	0	65

②利用時間帯

利用時間帯について、**表 6-3-2-2** に示す。調査時間帯もあるが、回答は昼が最も多い。

表 6-3-2-2　回答者属性（利用時間帯）

利用時間帯	件数
朝（～11:59）	18
昼（12:00～15:59）	47
夕方（16:00～）	0
無回答	0
計	65

③利用時の混雑状況

利用時の混雑状況について、**表 6-3-2-3** に示す。回答者全員が「空いていた（トイレ待ちなし）」と答えている。

表 6-3-2-3　回答者属性（利用時の混雑状況）

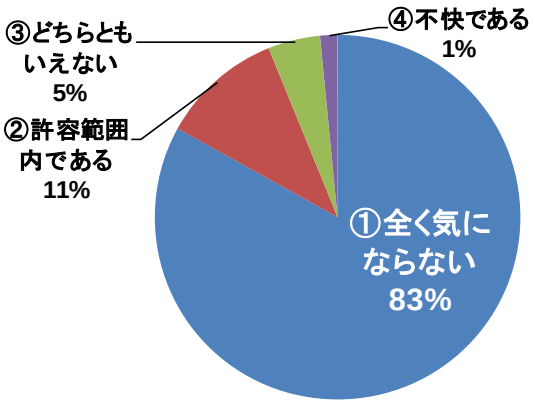
利用時の混雑状況	件数
①空いていた（トイレ待ちなし）	65
②やや混雑していた（列はない）	0
③非常に混雑していた（列ができていた）	0
無回答	0
計	65

（２）トイレ室内の臭気

トイレ室内の臭気については、「①全く気にならない」との回答が全体の 83%となっている。トイレブースには壁面にヒノキ材が貼られており、自由回答を見ると“ヒノキの香りがよい”や“トイレの臭いはない”という回答が見られる。不快な臭気についてはほとんどの利用者が感じていないといえる。

表 6-3-2-4　トイレ室内の臭気について

Q1[SA]	件数
①全く気にならない	54
②許容範囲内である	7
③どちらともいえない	3
④不快である	1
計	65

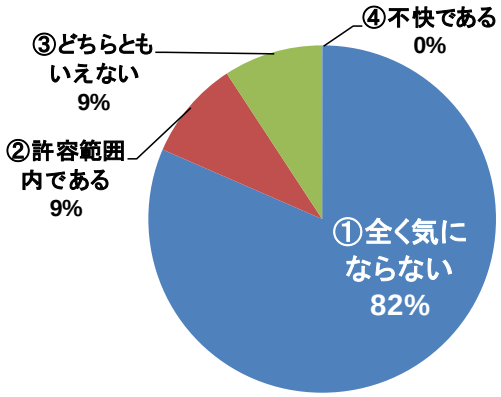


（３）洗浄水の色や濁り

洗浄水の色や濁りについては「①全く気にならない」との回答が全体の 82%となっている。自由回答を見ると“水がきれい”との回答がある。現地を訪れる観光客にヒアリングした際も、本装置が循環水を使用している事が分からなかったとの声も聞かれた。

表 6-3-2-5　洗浄水の色や濁りについて

Q2[SA]	件数
①全く気にならない	53
②許容範囲内である	6
③どちらともいえない	6
④不快である	0
計	65

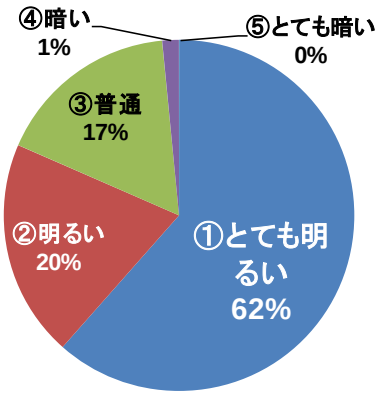


（４）トイレブース内の明るさ

トイレブース内の明るさについては、「①とても明るい」が全体の 62%となっている。「②明るい」と合わせると 82%となるため、明るさは回答者の許容範囲であると考えられる。本トイレには男女および多目的トイレが設置されており、“多目的トイレが最も明るい”との回答があった。

表 6-3-2-6　トイレブース内の明るさについて

Q3[SA]	件数
①とても明るい	40
②明るい	13
③普通	11
④暗い	1
⑤とても暗い	0
計	65

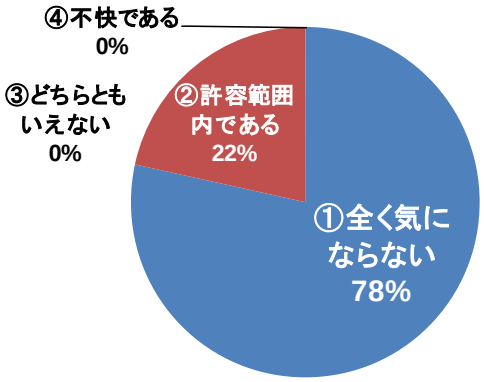


（５）トイレ室内の機械音

トイレ室内の機械音については、「①全く気にならない」（78%）、「②許容範囲内である」（22%）となっており、全ての回答者が許容範囲となっている。

表 6-3-2-7　トイレ室内の機械音

Q4[SA]	件数
①全く気にならない	51
②許容範囲内である	14
③どちらともいえない	0
④不快である	0
計	65



（６）自由回答の内容

有効回答 65 名のうち、22 名の回答者からコメントが得られた。自由回答の内容は、半数が実証装置のトイレ空間の快適さについてのコメント（“きれい”、“いいにおい”）となっている。残りのコメントを見ると、いくつかの提案的な内容が示されている。

- 手洗い場がない
- カギが分かりにくい（閉め方が分からない）
- 多目的トイレのスペースが広いが、車いすの人たち用の、大人用ベッド・いす・フックなどが無いため欲しい。
- 虫の死骸があり嫌な人がいるかもしれない

上記の通り、トイレ室内に対する要望は出ているものの、実証装置としての機能面に関する不満は殆ど見られないため、装置の快適性がうかがえる内容といえる。

6-4　周辺環境への影響

実証対象装置は処理水循環式の装置であるが、し尿の流入及び土壌浸潤槽への雨水の流入により槽内水が増水し、消毒・貯留槽の水位が一定の範囲を超えると、ポンプにより消毒・貯留槽の槽内水の一部が放流される。所定の性能が発揮されれば、有機物除去能がきわめて高いことから、周辺水環境の有機汚濁及び衛生環境の悪化を引き起こす可能性はきわめて低い。しかし、処理水の高濃度の窒素が放流される点には注意を払う必要がある。また、装置を地中に埋設するタイプであり、特に、土壌浸潤槽は広い面積を必要とすることから、設置の際に大規模な土地改変（掘削等）が必要となる。

6-5　処理性能

6-5-1　現場測定結果

（１）温度経時変化の測定結果

土壌浸潤槽への流入水（分水マス）の水温及び土壌浸潤槽の土壌の温度（槽流入部及び流出部（上部土壌の表面から約 40cm の深さ））については温度データロガーを使用して経時変化の測定を行った。測定結果を**図 6-5-1-1**、外気温との比較を**表 6-5-1-1** に示す。

地下埋設型であるため、水温、土壌温度ともに外気温の影響を受けにくく、外気温と比較すると日間の温度変動幅は小さいことが確認された。実証試験期間終了時には水温及び土壌温度が 10℃を下回ったことから、冬期には生物処理の効率が低下すると考えられる。ただし、土壌浸潤槽における処理は、生物処理の他、ろ過、吸着等の物理処理が期待されることから、凍結しない程度の温度を維持できれば処理機能が大幅に悪化することはないと推察される。

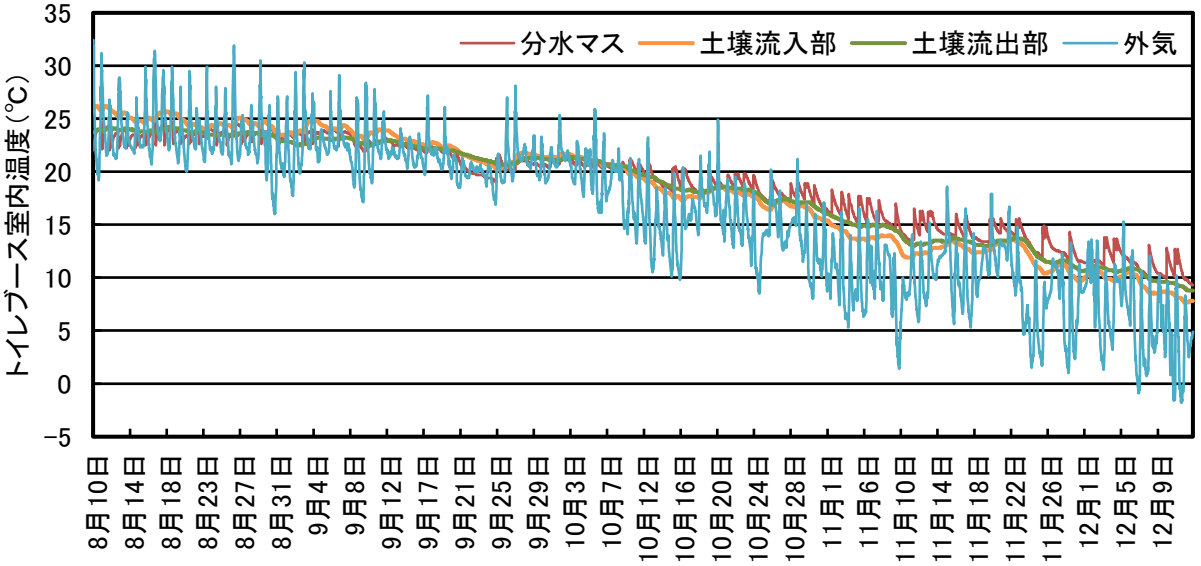


図 6-5-1-1　水温・土壌温度・外気温の経時変化

表 6-5-1-1　水温、土壌温度および外気温

	分水マス 水温	土壌流入部 温度	土壌流出部 温度	外気温
最大値（℃）	24.9	26.2	24.2	32.4
最小値（℃）	9.3	7.6	8.8	-1.8
平均値（℃）	18.8	18.4	18.4	16.2

（２）現地調査時の測定結果

専門維持管理実施日（第１回：９月７日、第２回：10 月６日、第３回：12 月 13 日）に実施した各項目の測定結果を以下に示す。

ア．水素イオン濃度指数（pH)

専門維持管理において、固液分離槽、嫌気ろ床槽第 1 室及び第 2 室、送水ポンプ槽、消毒・貯留槽について pH の測定を行った。測定結果を**表 6-5-1-2** に示す。

固液分離槽から送水ポンプ槽まで pH が 8 前後を示し、弱アルカリ性であったが、消毒・貯留槽は 6 前後であり、弱酸性となっていた。土壌浸潤槽で硝化反応が進行した影響と考えられる。

表 6-5-1-2　各処理工程の pH

	固液分離槽	嫌気ろ床槽第 1 室	嫌気ろ床槽第 2 室	送水ポンプ槽	消毒・貯留槽
利用集中時後　：平成 28 年 9/7	8.0	8.1	8.1	8.1	5.8
平常時　：平成 28 年 10/6	7.7	7.8	7.7	8.0	6.1
気温低下時　：平成 28 年 12/13	8.4	8.3	8.3	8.2	5.9

イ．透視度

専門維持管理において、固液分離槽、嫌気ろ床槽第 1 室及び第 2 室、送水ポンプ槽、消毒・貯留槽について透視度の測定を行った。測定結果を**表 6-5-1-3** に示す。

固液分離槽から嫌気ろ床槽第 2 室までの透視度は第 3 回専門維持管理（気温低下時）にやや低い値となったが、送水ポンプ槽流出水の透視度は 9～10cm、消毒・貯留槽内水の透視度は 100cm 超で安定していた。

表 6-5-1-3　各処理工程の透視度

	固液分離槽（cm）	嫌気ろ床槽第 1 室（cm）	嫌気ろ床槽第 2 室（cm）	送水ポンプ槽（cm）	消毒・貯留槽（cm）
利用集中時後　：平成 28 年 9/7	3.5	7.0	9.5	10	>100
平常時　：平成 28 年 10/6	4.0	7.0	8.0	9.5	>100
気温低下時　：平成 28 年 12/13	3.0	5.0	4.5	9.0	>100

ウ．溶存酸素（DO）

専門維持管理において、固液分離槽、嫌気ろ床槽第 1 室及び第 2 室、送水ポンプ槽、消毒・貯留槽について溶存酸素を測定した。測定結果を**表 6-5-1-4** に示す。

固液分離槽から送水ポンプ槽までは DO がほぼ 0mg/L となっており、消毒・貯留槽のみ高い値を示した。土壌浸潤槽において十分に酸素供給が行われていることが確認できた。

表 6-5-1-4　各処理工程の溶存酸素

	固液分離槽（mg/L）	嫌気ろ床槽第 1 室（mg/L）	嫌気ろ床槽第 2 室（mg/L）	送水ポンプ槽（mg/L）	消毒・貯留槽（mg/L）
利用集中時後　：平成 28 年 9/7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
平常時　：平成 28 年 10/6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
気温低下時　：平成 28 年 12/13	0.0	0.1	0.0	0.0	8.3

エ．電気伝導率（EC）

専門維持管理において、固液分離槽、嫌気ろ床槽第 1 室及び第 2 室、送水ポンプ槽、消毒・貯留槽について電気伝導率の測定を行った。測定結果を**表 6-5-1-5** に示す。

単位装置ごとの電気伝導率を比較すると、消毒・貯留槽の電気伝導率がやや低い傾向が認められ、土壌浸潤槽への雨水の流入による影響と考えられるが、その影響は小さいといえる。実証試験開始からの日数の経過に伴う電気伝導率の変化は小さく、試験期間を通してほぼ一定の値を示した。

表 6-5-1-5　各処理工程の電気伝導率

	固液分離槽（mS/m）	嫌気ろ床槽第 1 室（mS/m）	嫌気ろ床槽第 2 室（mS/m）	送水ポンプ槽（mS/m）	消毒・貯留槽（mS/m）
利用集中時後　：平成 28 年 9/7	543	539	538	456	446
平常時　：平成 28 年 10/6	564	564	569	523	454
気温低下時　：平成 28 年 12/13	578	559	558	551	473

オ．色相

専門維持管理において、固液分離槽、嫌気ろ床槽第 1 室及び第 2 室、送水ポンプ槽、消毒・貯留槽について色相を確認した。測定結果を**表 6-5-1-6** に示す。また、固液分離槽流出水、送水ポンプ槽流出水及び消毒・貯留槽内水の外観を**図 6-5-1-2** に示す。

表 6-5-1-6　各処理工程の色相

	固液分離槽	嫌気ろ床槽第 1 室	嫌気ろ床槽第 2 室	送水ポンプ槽	消毒・貯留槽
利用集中時後　：平成 28 年 9/7	黄土色	黄土色	黄土色	黄土色	無色
平常時　：平成 28 年 10/6	黄土色	黄土色	黄土色	黄土色	無色
気温低下時　：平成 28 年 12/13	黄土色	黄土色	黄土色	うす茶	無色

固液分離槽から嫌気ろ床槽第 2 室までは黄土色を示した。送水ポンプ槽流出水は使用集中時後及び平常時の専門維持管理において黄土色を示したが、嫌気ろ床槽第 2 室までの槽内水と比較するとやや薄い黄土色であった。また、気温低下時の専門維持管理においては、送水ポンプ槽流出水は薄茶色であった。3 回の専門維持管理のいずれにおいても、消毒・貯留槽内水は無色であり、濁り、臭気も一切感じられなかった。

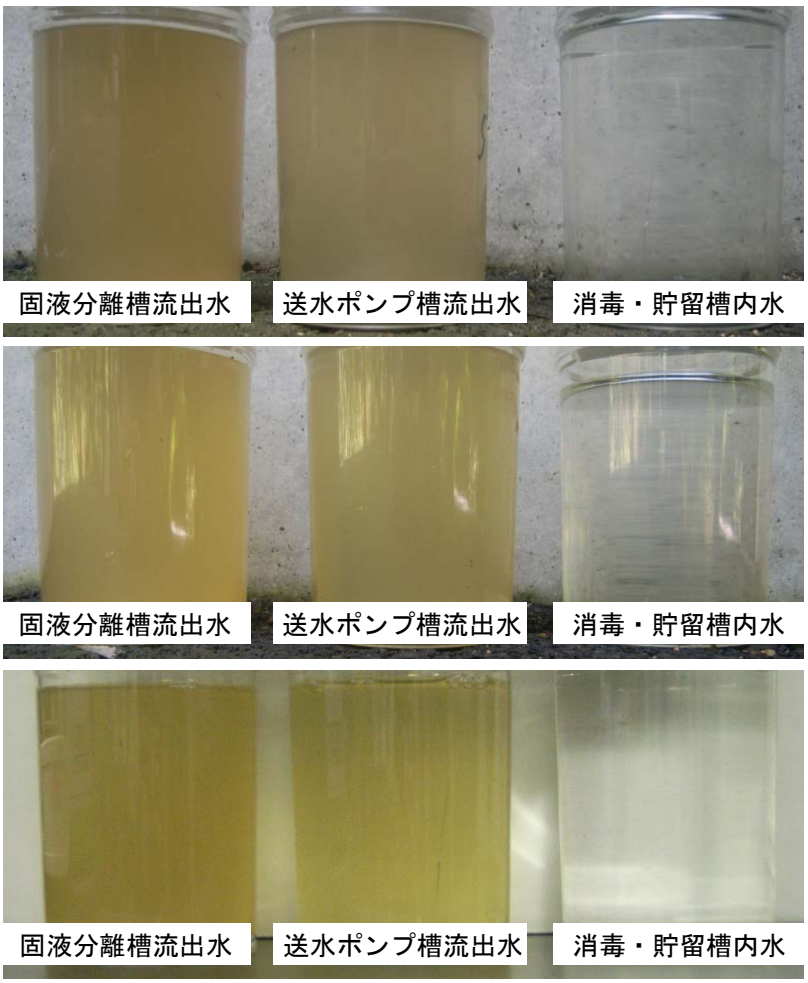


図 6-5-1-2　試料の外観

カ．汚泥蓄積状況

専門維持管理において、固液分離槽、嫌気ろ床槽第 1 室及び第 2 室、送水ポンプ槽、消毒・貯留槽についてスカム厚及び堆積汚泥厚の測定を行った。測定結果を**表 6-5-1-7** に示す。

スカムは固液分離槽のみ認められ、日数の経過とともにスカム厚が減少していった。

底部堆積汚泥は固液分離槽と嫌気ろ床槽第 1 室に認められた。固液分離槽の堆積汚泥は第 1 回及び第 2 回専門維持管理において流入部が厚く、流出部は薄かった。第 3 回専門維持管理においては流入部が薄く、流出部が厚い分布に変化していた。また、嫌気ろ床槽第 1 室の堆積汚泥は 10cm 前後で、日数の経過に伴い減少した。

嫌気ろ床槽第 2 室、送水ポンプ槽及び消毒・貯留槽については、スカム、堆積汚泥ともに確認されなかった。

表 6-5-1-7　各単位装置のスカム厚及び堆積汚泥厚

	固液分離槽			嫌気ろ床槽第 1 室	
	スカム厚 (cm)	堆積汚泥厚 流入部 (cm)	堆積汚泥厚 流出部 (cm)	スカム厚 (cm)	堆積汚泥厚 (cm)
利用集中時後 ：平成 28 年 9/7	40	25	15	0	15
平常時 ：平成 28 年 10/6	35	29	14	0	12
気温低下時 ：平成 28 年 12/13	30	5	32	0	8.5

	嫌気ろ床槽第 2 室		送水ポンプ槽		消毒・貯留槽	
	スカム厚 (cm)	堆積汚泥厚 (cm)	スカム厚 (cm)	堆積汚泥厚 (cm)	スカム厚 (cm)	堆積汚泥厚 (cm)
利用集中時後 ：平成 28 年 9/7	0	0	0	0	0	0
平常時 ：平成 28 年 10/6	0	0	0	0	0	0
気温低下時 ：平成 28 年 12/13	0	0	0	0	0	0

キ．臭気測定結果

専門維持管理の実施日におけるトイレブース内の臭気測定結果を**表 6-5-1-8** に示す。なお、臭気測定は検知管法にて行った。

実証試験期間を通して、アンモニア及び硫化水素ガスが検出されることはなかった。

表 6-5-1-8　トイレブース内の臭気

	男性用		女性用	
	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)
利用集中時後 ：平成 28 年 9/7	ND	ND	ND	ND
平常時 ：平成 28 年 10/6	ND	ND	ND	ND
気温低下時 ：平成 28 年 12/13	ND	ND	ND	ND

ND：0.1ppm 未満

6-5-2　試料分析結果

（１）水質分析結果

専門維持管理実施日（第１回：９月７日、第２回：10 月６日、第３回：12 月 13 日）に採取した検体の分析結果を**表 6-5-2-1** に示す。

表 6-5-2-1　採取試料の分析結果

■利用集中時後（試料採取日：平成28年9月7日）

試料名	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)
①固液分離槽流出水	108	120	110	30	166	109	143	101
②送水ポンプ槽流出水	100	53	51	20	92	67.6	62.2	56.2
③消毒・貯留槽内水	2.1	ND	ND	ND	18	14.9	15.5	15.3

試料名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	Cl^- (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
①固液分離槽流出水	235	224	190	0.78	11	6.9	4.2	848	380	—
②送水ポンプ槽流出水	241	224	208	0.32	16	4.0	3.0	798	168	—
③消毒・貯留槽内水	170	9.6	5.2	ND	160	ND	ND	724	5	0

■平常時（試料採取日：平成28年10月6日）

試料名	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)
①固液分離槽流出水	154	190	180	74	162	127	313	239
②送水ポンプ槽流出水	60	110	105	40	115	101	122	100
③消毒・貯留槽内水	0.4	ND	ND	ND	14.9	14.0	14.3	14.2

試料名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	Cl^- (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
①固液分離槽流出水	245	244	207	ND	0.2	11.6	6.1	761	483	—
②送水ポンプ槽流出水	216	216	194	ND	0.3	6.4	4.4	798	413	—
③消毒・貯留槽内水	243	9.3	3.7	0.04	234	ND	ND	812	4	0

■気温低下時（試料採取日：平成28年12月13日）

試料名	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	ATU-BOD (mg/L)	溶解性BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性TOC (mg/L)
①固液分離槽流出水	117	130	110	40	141	93.5	133	85.2
②送水ポンプ槽流出水	53	43	30	14	68.1	54.0	71.2	51.1
③消毒・貯留槽内水	2.0	ND	ND	ND	13.9	13.0	10.8	10.6

試料名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH_4-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	Cl^- (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
①固液分離槽流出水	262	235	216	8.5	19	7.1	2.8	798	300	—
②送水ポンプ槽流出水	229	215	208	0.22	13	6.1	4.0	721	122	—
③消毒・貯留槽内水	120	4.5	ND	0.16	115	ND	ND	650	5	0

ND：BOD 3mg/L 未満
NH_4-N 1.5mg/L 未満
NO_2-N 0.01mg/L 未満
T-P，PO_4-P 0.03mg/L 未満

ア．浮遊物質（SS）

実証装置における SS の推移を**図 6-5-2-1** に示す。

後段の処理工程に進むほど SS が順次低下する傾向が認められた。第２回専門維持管理（平常時）では送水ポンプ槽流出水の SS が第１回及び第３回と比較して高かったが、外観から判断して、汚泥の混入は認められなかった。消毒・貯留槽内水は SS がきわめて低く、いずれの専門維持管理においても 3mg/L 以下であった。

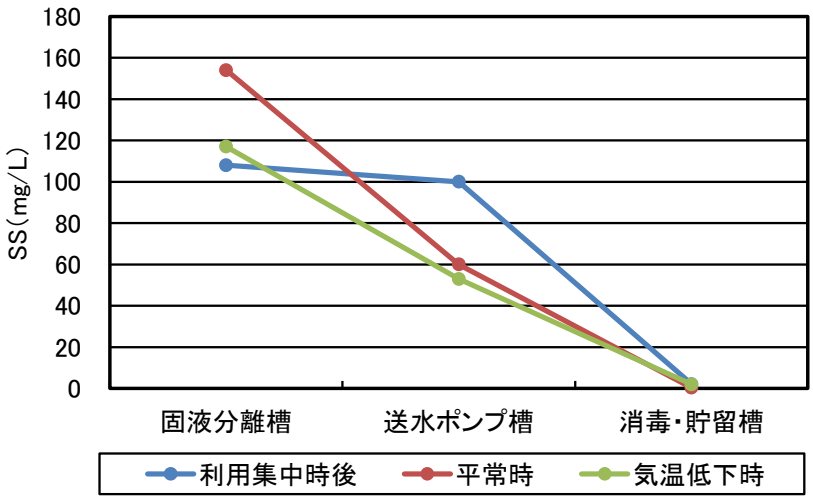


図 6-5-2-1　SS の推移

イ．生物化学的酸素要求量（BOD）

実証装置における BOD、硝化を抑制した生物化学的酸素要求量（ATU-BOD）及び溶解性 BOD の推移を**図 6-5-2-2～6-5-2-4** に示す。

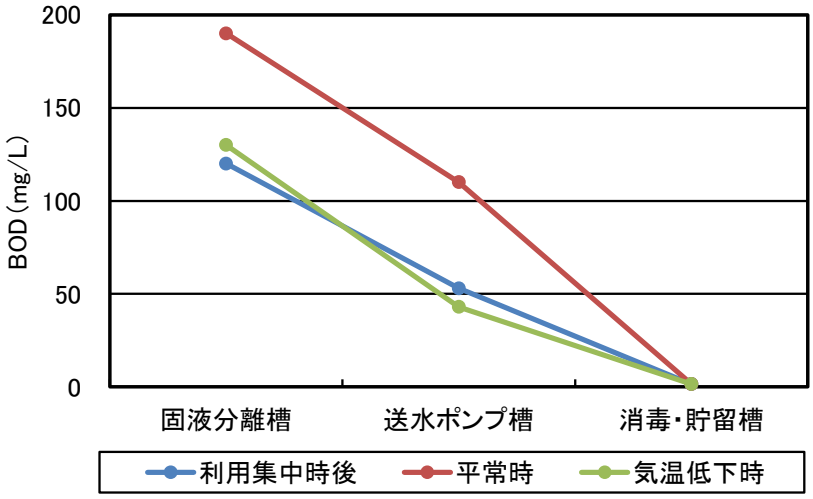


図 6-5-2-2　BOD の推移

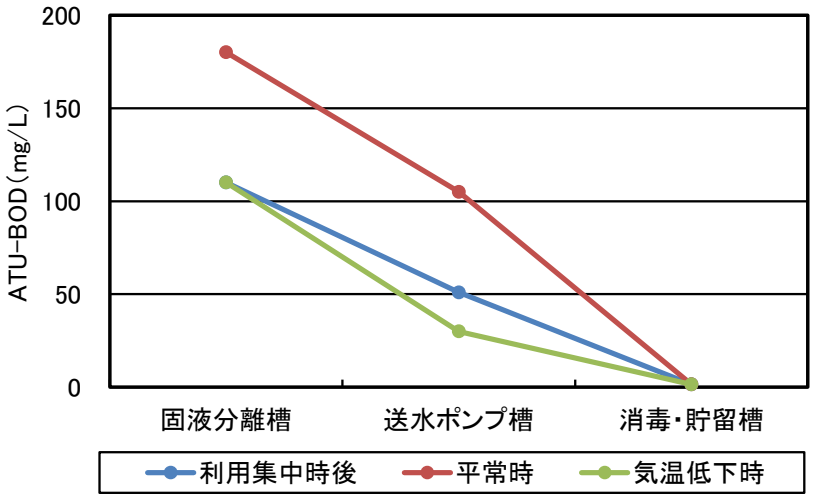


図 6-5-2-3　ATU－BOD の推移

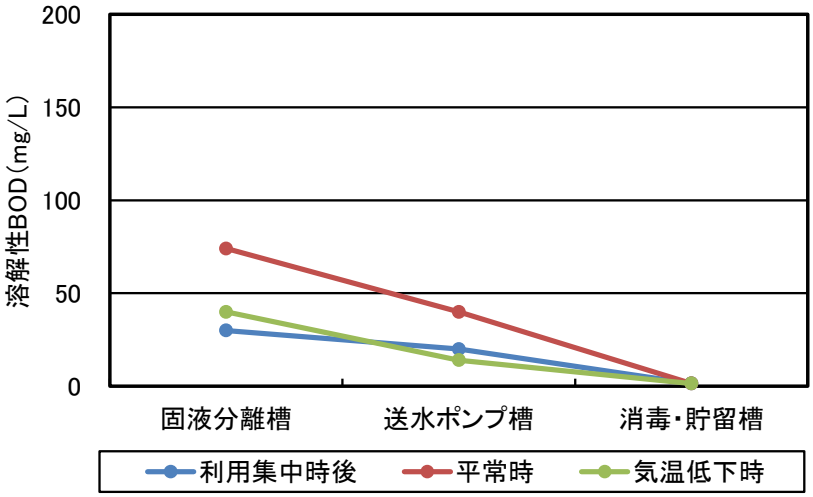


図 6-5-2-4　溶解性 BOD の推移

後段の処理工程に進むほど BOD が順次低下する傾向が認められた。第２回専門維持管理（平常時）においては、他の専門維持管理と比較して固液分離槽流出水及び送水ポンプ流出水の BOD が高く、槽内に蓄積した汚泥の可溶化が進んだためと推測される。消毒・貯留槽内水は BOD がきわめて低く、いずれの専門維持管理においても 3mg/L 未満であった。

ATU-BOD、溶解性 BOD は BOD と同様の傾向であった。

ウ．化学的酸素要求量（COD）

実証装置における COD 及び溶解性 COD の推移を**図 6-5-2-5～6-5-2-6** に示す。

BOD と同様、後段の処理工程に進むほど COD が順次低下する傾向が認められ、消毒・貯留槽内水の COD は低い値で安定していた。

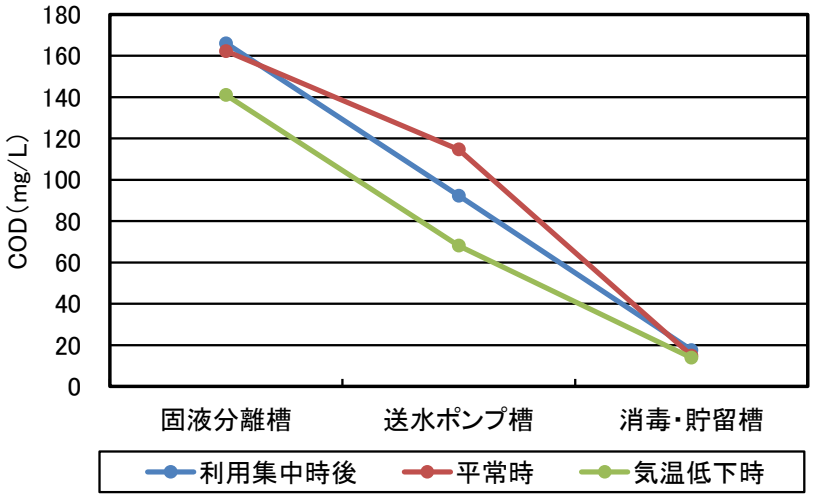


図 6-5-2-5　COD の推移

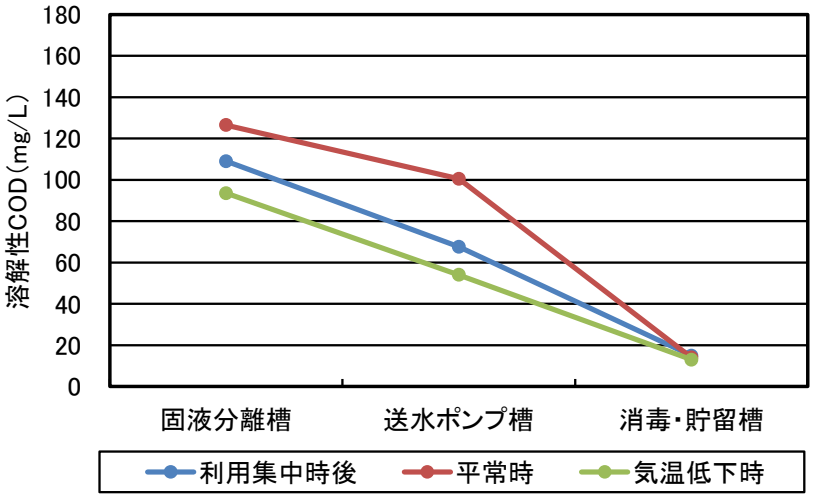


図 6-5-2-6　溶解性 COD の推移

エ．有機体炭素（TOC）

実証装置における TOC 及び溶解性 TOC の推移を**図 6-5-2-7～6-5-2-8** に示す。

後段の処理工程に進むほど TOC が順次低下する傾向が認められた。第２回専門維持管理（平常時）においては、他の専門維持管理と比較して固液分離槽流出水及び送水ポンプ流出水の TOC が高く、BOD と類似した推移であった。

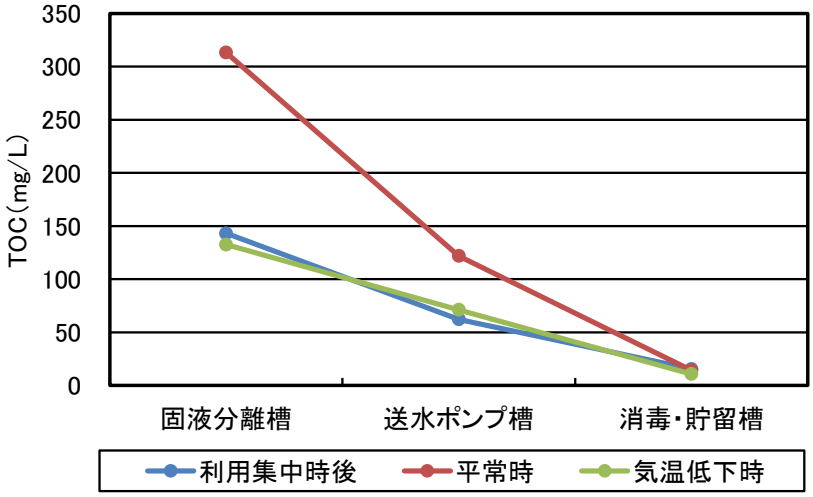


図 6-5-2-7　TOC の推移

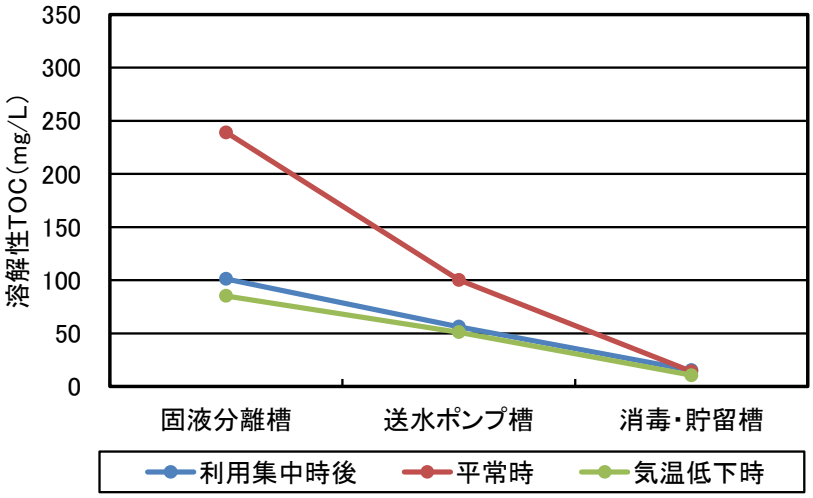


図 6-5-2-8　溶解性 TOC の推移

オ．窒素

実証装置における全窒素の推移を**図 6-5-2-9**、平常時における各試料の窒素形態を**図 6-5-2-10** に示す。

全窒素は第１回専門維持管理（利用集中時後）と第３回専門維持管理（気温低下時）においては、消毒・貯留槽内水が最も低く、第２回専門維持管理（平常時）においては送水ポンプ槽流出水が最も低かった。単位装置ごとの変化には明確な傾向が認められなかった。

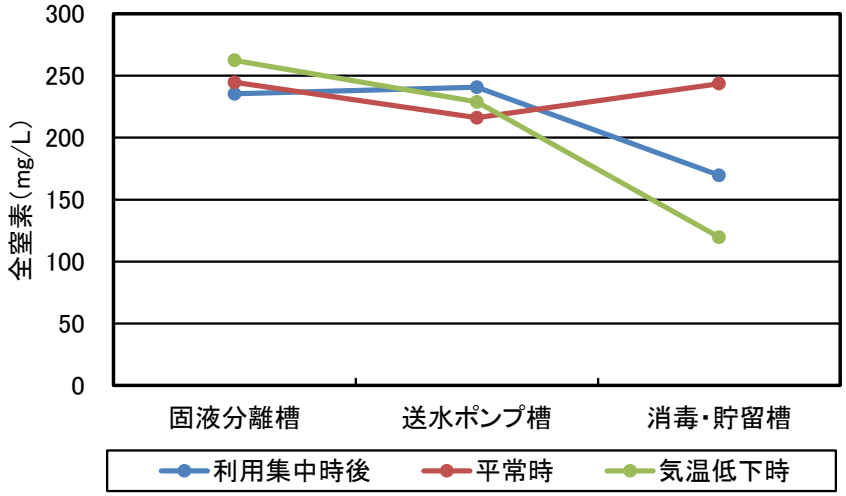


図 6-5-2-9　全窒素の推移

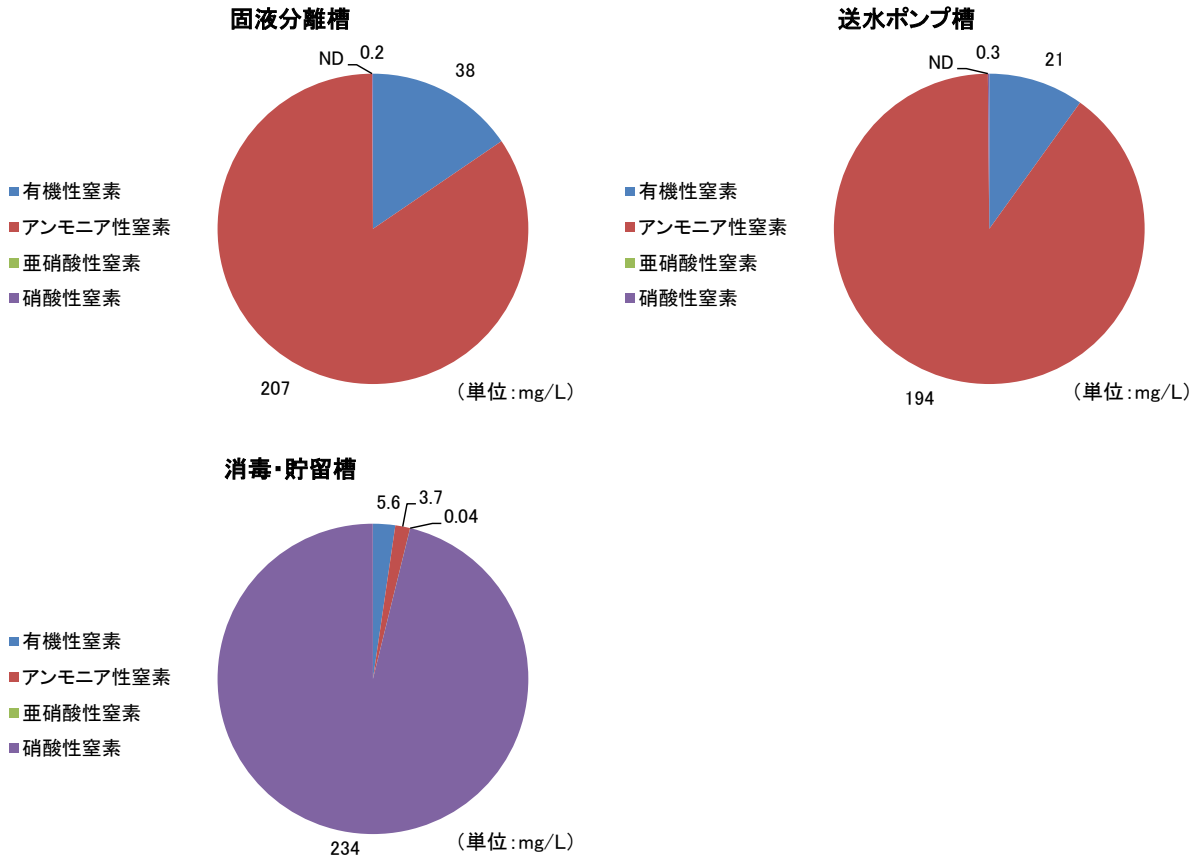


図 6-5-2-10　平常時における各試料の窒素形態

固液分離槽流出水及び送水ポンプ槽流出水に含まれる窒素は大部分が有機性窒素及びアンモニア性窒素であり、一方、消毒・貯留槽内水に含まれる窒素は大部分が硝酸性窒素である。消毒・貯留槽内水に有機性窒素及びアンモニア性窒素がほとんど含まれていないことから、土壌浸潤槽において硝化反応が十分進んでいることが分かる。また、固液分離槽流出水及び送水ポンプ槽流出水に硝酸性窒素がほとんど含まれていないことから、トイレ洗浄水（消毒・貯留槽内水）中の

硝酸性窒素は脱窒反応によって除去されたと考えられる。

カ．リン

実証装置における全リンの推移を**図 6-5-2-11** に、リン酸態リンの推移を**図 6-5-2-12** に示す。

消毒・貯留槽内水はいずれの専門維持管理においても全リン、リン酸態リンともに 0.03mg/L 未満であった。土壌浸潤槽において、充填されている土壌に吸着し除去されたと考えられる。

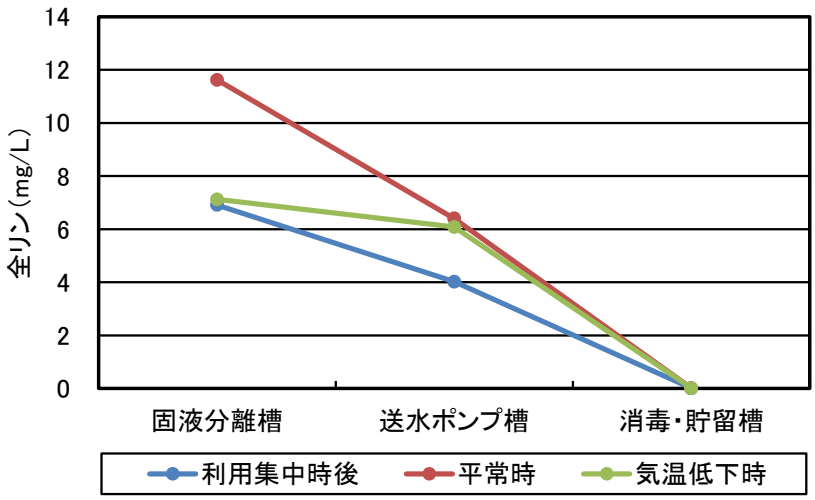


図 6-5-2-11　全リンの推移

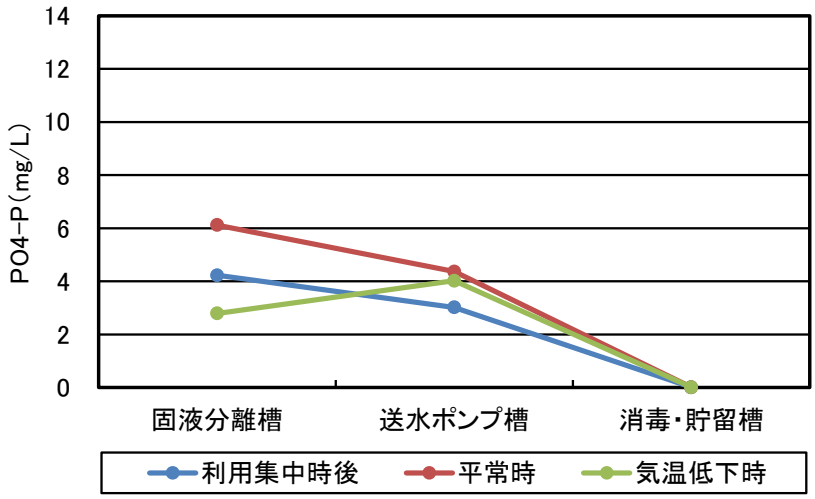


図 6-5-2-12　リン酸態リンの推移

カ．塩化物イオン（Cl^-）

実証装置における塩化物イオンの推移を**図 6-5-2-13** に示す。

塩化物イオンは、実証試験開始からの日数の経過に伴う変化がほとんど認められず、し尿の流入による塩化物イオンの増加と、土壌浸潤槽への雨水の流入による希釈作用が同時に働き、槽内の塩化物イオン濃度がほとんど変化しなかったと考えられる。

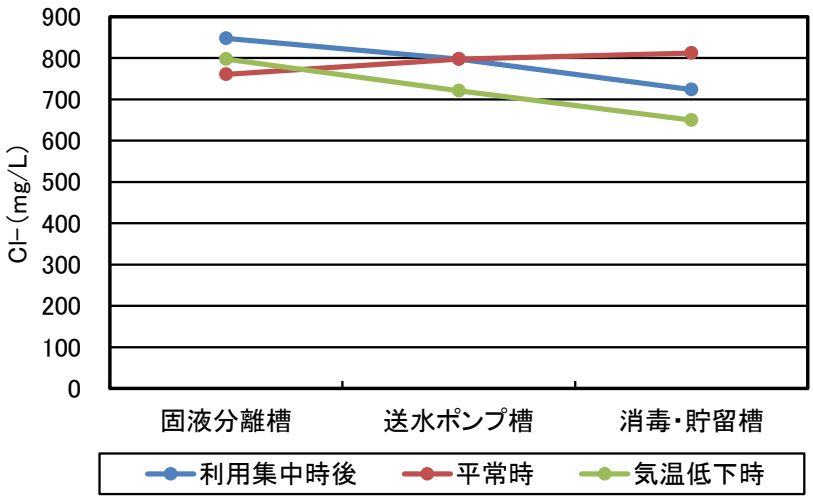


図 6-5-2-13　塩化物イオンの推移

キ．色度

実証装置における色度の推移を**図 6-5-2-14** に示す。

固液分離槽流出水及び送水ポンプ槽流出水の色度は、第２回専門維持管理（平常時）が最も高く、第３回専門維持管理（気温低下時）の際には低下していた。消毒・貯留槽内水の色度はいずれの専門維持管理においても 5 度前後の低い値を示し、土壌浸潤槽における着色成分の吸着除去が確認された。

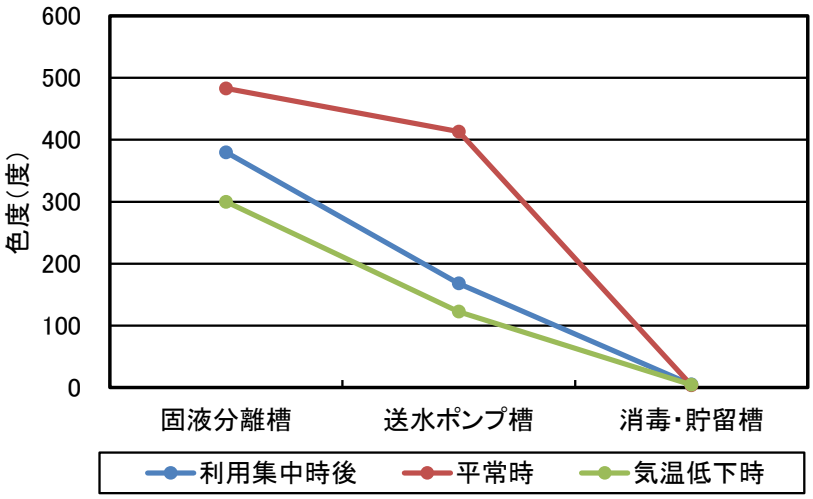


図 6-5-2-14　色度の推移

ク．大腸菌群

消毒・貯留槽の大腸菌群数を**表 6-5-2-2** に示す。

いずれの専門維持管理においても、消毒・貯留槽内水の大腸菌群数は 0 個/ml（デソキシコール酸塩培地法ではコロニーが検出されなかった。）であり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

表 6-5-2-2　消毒・貯留槽の大腸菌群数

	大腸菌群数（個/mL）
利用集中時後　：平成 28 年 9/7	0
平常時　　：平成 28 年 10/6	0
気温低下時　：平成 28 年 12/13	0

（２）使用回数と水質への影響

実証装置は土壌浸潤槽における有機物除去性能がきわめて高く、トイレ洗浄水として使用される消毒・貯留槽内水の BOD 等が実証期間を通して低く、使用回数と水質の相関は認められなかった。

6-5-5 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。

＜現場測定結果＞

地下埋設型であるため、水温、土壌温度ともに外気温の影響を受けにくく、外気温と比較すると日間の温度変動幅は小さいことが確認された。実証試験期間終了時には水温及び土壌温度が 10℃を下回ったことから、冬期には生物処理の効率が低下すると考えられる。ただし、土壌浸潤槽における処理は、生物処理の他、ろ過、吸着等の物理処理が期待されることから、凍結しない程度の温度を維持できれば処理機能が大幅に悪化することはないと推察される。

固液分離槽から送水ポンプ槽までは pH が 8 前後を示し、弱アルカリ性であったが、消毒・貯留槽は 6 前後であり、弱酸性となっていた。土壌浸潤槽で硝化反応が進行した影響と考えられる。

固液分離槽から嫌気ろ床槽第 2 室までの透視度は第３回専門維持管理（気温低下時）にやや低い値となったが、送水ポンプ槽流出水の透視度は 9～10cm、消毒・貯留槽内水の透視度は 100cm 超で安定していた。

固液分離槽から送水ポンプ槽までは DO がほぼ 0mg/L となっており、消毒・貯留槽のみ高い値を示した。土壌浸潤槽において十分に酸素供給が行われていることが確認できた。

単位装置ごとの電気伝導率を比較すると、消毒・貯留槽の電気伝導率がやや低い傾向が認められ、土壌浸潤槽への雨水の流入による影響と考えられるが、その影響は小さいといえる。実証試験開始からの日数の経過に伴う電気伝導率の変化は小さく、試験期間を通してほぼ一定の値を示した。

3 回の専門維持管理のいずれにおいても、消毒・貯留槽内水は無色であり、濁り、臭気も一切感じ

られなかった。

スカム、堆積汚泥は固液分離槽及び嫌気ろ床槽第 1 室に認められ、その分布は日数の経過とともに変化した。

実証試験期間を通して、アンモニア及び硫化水素ガスが検出されることはなかった。

＜試料分析結果＞

SS、BOD、COD、TOC は後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められた。槽内に蓄積した汚泥の可溶化に伴い一次処理装置流出水の BOD 等が高くなった時期もあるが、実証試験期間を通して、土壌浸潤槽への汚泥の混入は認められなかった。消毒・貯留槽内水はいずれの専門維持管理においても SS が 3mg/L 以下、BOD が 3mg/L 未満ときわめて清澄で安定した処理が行われていた。

全窒素は、単位装置ごとの変化に明確な傾向が認められなかった。また、固液分離槽流出水及び送水ポンプ槽流出水に含まれる窒素は大部分が有機性窒素及びアンモニア性窒素であり、一方、消毒・貯留槽内水に含まれる窒素は大部分が硝酸性窒素であったことから、土壌浸潤槽において硝化反応が、固液分離槽流出水及び嫌気ろ床槽において脱窒反応が進行したと考えられた。

消毒・貯留槽内水の全リン、リン酸態リンは、いずれの専門維持管理においても 0.03mg/L 未満であり、土壌浸潤槽におけるリンの吸着除去が確認された。同様に、消毒・貯留槽内水の色度がいずれの専門維持管理においても 5 度前後の低い値を示したことから、土壌浸潤槽における着色成分の吸着除去が確認された。

塩化物イオンの推移から土壌浸潤槽への雨水の流入があったと推測されたが、塩化物イオン濃度の経日変化はほとんど認められなかった。

いずれの専門維持管理においても、消毒・貯留槽内水の大腸菌群数は 0 個/ml（デソキシコール酸塩培地法ではコロニーが形成されなかった。）であり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

＜使用回数と水質への影響＞

実証装置は土壌浸潤槽における有機物除去性能がきわめて高く、トイレ洗浄水として使用される消毒・貯留槽内水の BOD 等が実証期間を通して低く、使用回数と水質の相関は認められなかった。

6-6　試験結果の全体的まとめ

＜稼動条件･状況＞

実証対象装置の設置場所における気温は、実証試験開始（8/20）から 10 月上旬まで 20℃以上で推移したが、試験期間の終了段階である 12 月上旬には日間平均気温が 5℃程度まで低下した。

実証試験期間における最高気温は 32.4℃、最低気温は-1.8℃であった。

１日当たり平均消費電力量は、実証試験期間（8/10～12/13）で 0.78kWh/日であった。実証対象装置は送風機が連続稼動するため、使用回数に関わらず一定の電力を消費する。便器洗浄のための給水ポンプおよび土壌浸潤槽への送水のための送水ポンプを稼動させるための電力量は使用回数が増加する時期に上昇するが、消費電力量全体に占める送風機消費電力量の割合が高いため、実証期間を通して１日当たり平均消費電力量に大きな変動は認められなかった。

8 月下旬までは平日、土日ともにトイレの使用が認められ、9 月には使用頻度が低下した。10 月～11 月中旬は土日に使用が集中していた。

実証試験期間における実証装置の累積トイレ洗浄（使用）回数は約 12,600 回で、単純平均すると 1 日当たりの洗浄（使用）回数は 100 回/日と推定された。

＜維持管理性能＞

専門維持管理は、一回当たり 2 人または 3 人で 1 時間 20 分程度のものを計 3 回実施し、その作業は容易に実施できた。

実証試験期間中にスカム・汚泥の搬出を行う必要はなく、実施しなかった。

実証試験期間中、送水ポンプの 1 基が稼動しなくなるトラブルが発生したが、保守点検時に解消された。送水ポンプは 2 基設置されているため、処理機能には全く影響が認められなかった。

維持管理マニュアルの情報量は適正量であり、その記載内容は理解しやすいが、一部の記述を追加するとなおよい。特に、汚泥引き出し後の水張りや土壌浸潤槽の閉塞の確認方法について記載することが必要である。

＜室内環境＞

室内環境について把握するため、実証試験期間中に本実証装置利用者に対し「室内環境アンケート」を実施した（有効回答数：65 件）。調査内容は、臭気、洗浄水の色や濁り、使用中のトイレ室内の明るさ、機械音について、必要最小限の条件が満たされているか、許容範囲内であるかについての回答を得た。

いずれの設問も 9 割前後の回答者が「全く気にならない」、または「許容範囲内である」と回答しており、実証装置利用時の快適性がうかがえる結果となった。自由回答においては手洗い場がないことや鍵の締め方が分からない、多目的トイレの要求事項などのコメントがあったものの、実証装置の機能面に関する不満は殆ど見られなかったことから、装置の快適性がうかがえる内容となった。

＜周辺環境への影響＞

実証対象装置は処理水循環式の装置であるが、し尿の流入及び土壌浸潤槽への雨水の流入により槽内水が増水し、消毒・貯留槽の水位が一定の範囲を超えると、ポンプにより消毒・貯留槽の槽内水の一部が放流される。所期の性能が発揮されれば、有機物除去能がきわめて高いことから、周辺水環境の有機汚濁及び衛生環境の悪化を引き起こす可能性はきわめて低い。しかし、処理水の高濃度の窒素が放流される点には注意を払う必要がある。

また、装置を地中に埋設するタイプであり、特に、土壌浸潤槽は広い面積を必要とすることから、設置の際に大規模な土地改変（掘削等）が必要となる。

＜処理性能＞

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。

○現場測定結果

実証試験期間中の分水マスの水温は 9.3～24.9℃（平均 18.8℃）、土壌浸潤槽流入部の土壌温度は

7.6～26.2℃（平均 18.4℃）、土壌浸潤槽流出部の土壌温度は 8.8～24.2℃（平均 18.4℃）であった。地下埋設型であるため、水温、土壌温度ともに外気温の影響を受けにくく、外気温と比較すると日間の温度変動幅は小さいものの、実証試験期間終了時には水温及び土壌温度が 10℃を下回ったことから、冬期には生物処理の効率が低下すると考えられる。ただし、土壌浸潤槽における処理は、生物処理の他、ろ過、吸着等の物理処理が期待されることから、凍結しない程度の温度を維持できれば処理機能が大幅に悪化することはないと推察される。

固液分離槽から送水ポンプ槽までは pH が 8 前後を示したのに対し、消毒・貯留槽は土壌浸潤槽における硝化反応の進行の影響を受け、6 前後の値を示した。

透視度は、固液分離槽から嫌気ろ床槽第 2 室までの処理工程水でやや変動が認められたが、送水ポンプ槽流出水は 9～10cm、消毒・貯留槽内水は 100cm 超で安定していた。

DO は、固液分離槽から送水ポンプ槽まではほぼ 0mg/L となっており、消毒・貯留槽は土壌浸潤槽における酸素供給の影響で高い値を示した。

処理工程水の色相は、固液分離槽から嫌気ろ床槽第 2 室までが黄土色、送水ポンプ槽流出水が黄土色または薄茶色、消毒・貯留槽内水は無色であった。

実証試験期間を通して、アンモニア及び硫化水素ガスが検出されることはなかった。

○試料分析結果

SS、BOD、COD、TOC は後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められ、土壌浸潤槽への汚泥の混入は認められなかった。実証試験期間を通して、消毒・貯留槽内水の SS は 3mg/L 以下、BOD は 3mg/L 未満ときわめて清澄であり、設計値（SS 10mg/L 以下、BOD 10mg/L 以下）を満たしていた。

各態の窒素の挙動から、土壌浸潤槽において硝化反応が、固液分離槽流出水及び嫌気ろ床槽において脱窒反応が進行することが確認された。

消毒・貯留槽内水のリン及び色度が低濃度であったことから、土壌浸潤槽におけるリン及び着色成分の吸着除去が確認された。

塩化物イオンの推移から土壌浸潤槽への雨水の流入があったと推測されたが、塩化物イオン濃度の経日変化はほとんど認められなかった。

いずれの専門維持管理においても、消毒・貯留槽内水の大腸菌群数は 0 個/ml であり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

○使用回数と水質への影響

実証装置は土壌浸潤槽における有機物除去性能がきわめて高く、トイレ洗浄水として使用される消毒・貯留槽内水の BOD 等が実証期間を通して低く、使用回数と水質の相関は認められなかった。

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

本装置は処理技術として、好気性及び嫌気性微生物を利用した生物処理を用いている。そのため、生物処理に係わる自然条件の影響を考慮する必要がある。本実証対象装置は、地下埋設型であり、外気温の影響を受けにくいが、設置される地域によっては生物処理の効率が低下する程度まで水温及び土壌温度が低下する。ただし、土壌浸潤槽における処理は、生物処理の他、ろ過、吸着等の物理処理が期待されることから、装置本体については凍結防止の対策を講ずることが留意点として挙げられる。また、配管系統に対する凍結防止、保温対策も必要である。

冬期に閉鎖する場所では、配管系統について凍結防止の保温対策を講ずるか、閉鎖前に配管内の水抜きを行う等の対策が必要である。

7-1-2　社会条件からの留意点

トイレブース側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。日常管理を確実に行える体制を整えておくことが必要である。

処理水をトイレ洗浄水として再利用する処理装置であるが、処理水の一部が放流されるため、浄化槽法上の浄化槽として設置される場合がある。地方公共団体の建築部局と協議の上、浄化槽として設置される場合は、浄化槽関係法令に規定された各種の届出を行う必要がある。

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、浄化槽として設置されている場合、保守点検、清掃、法定検査を実施する必要がある。スカム、汚泥の搬出に際しては、廃棄物処理法にも留意し、スカム、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。

7-1-3　インフラ整備条件からの留意点

本装置は、地下埋設型の装置であるため、施工時には通常、地盤の掘削、コンクリート打設等が必要である。そのため、装置及び資材の搬入、残土の搬出のための道路が整備されていることが望ましい。

施工時に搬入路が整備されているか否かによって、装置の搬入、施工に要する費用、日数、人員が左右されるので、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。また、本装置を運転していくためには、初期水、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。そのため、原則として、商用電力が確保できる地域が必須条件となる。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、余剰水や汚泥を系外に搬出するための輸送手段等について十分な検討が必要である。特にスカム、汚泥の系外搬出及び水張り用水の搬入を行うための輸送手段としてはバキューム車使用が条件となるため、施設（装置）の側まで道路が整備されていることが必要である。

7-2　設計、運転・維持管理に関する留意点

7-2-1　設計上の留意点

本装置は水使用・循環処理技術が使われているため、トイレ排水が処理槽で処理され洗浄水として循環・再利用される。そのため、処理水は利用者に不快感を与えない程度に臭気、色、濁りが抑えられている必要があり、さらに、大腸菌群数等が少なく、衛生的であることが望まれる。本装置は、好気性及び嫌気性微生物を利用した生物処理に加え、土壌によるろ過、吸着等の物理処理を基本技術としており、きわめて高度な汚水処理が期待できるものである。よって、設計上の処理性能を得るためには装置の規模に見合った利用人数となることが必要であり、そのため、利用人数の予測や設置面積等十分な事前調査を行い、負荷条件に見合った装置設計を行うことが必要となる。また、節水型便器を使用することで水量負荷が低下するため、それらの条件も装置設計に反映させる必要がある。

7-2-2　運転・維持管理上の留意点

日常維持管理の目的は、トイレの機能を維持（衛生維持）することにあるため、高い頻度で確実に実施される体制を検討しておく必要がある。

専門維持管理の目的は、設計上の処理機能が発揮されるよう点検及び機器類の調整を行うことにある。特に、水質、汚泥の蓄積状況、通水・通気状況の点検を行うとともに、ブロワ、ポンプ等の機器類の定期的なメンテナンスを行う必要がある。

専門維持管理は日常維持管理ほどの頻度で実施する必要はないが、異常時には、日常維持管理実施者から専門維持管理実施者へ速やかに連絡が取れる連携体制を構築しておく必要がある。

８．課題と期待

8-1　今後の課題

8-1-1　設計上の課題

実証対象装置の最も基本的な課題は使用回数に応じた適正な規模の設定である。

送水ポンプ槽流出水の土壌浸潤槽への移流は間欠的に行われており、土壌中の間隙が移流水で一旦満たされた後、水位が低下していく際に、槽内の土壌上部空間が負圧となり土壌中に空気が供給される。そのため、送水ポンプの稼働頻度が低い場合には、送風機から送られた空気の大部分は土壌中の間隙に到達せず、そのまま排気部を通って外部に排出されているため、エネルギー効率を考慮すると送風機の間欠運転（送水ポンプの稼働と連動）を組み込んだ設計を行うことが課題として挙げられる。

8-1-2　電力供給の課題

実証対象装置は処理に電力を使用するため、商用電力が整備されている山岳、山麓、海岸、離島、河川敷、観光地等では有効である。太陽光等の自然エネルギーを活用して必要電力を得ることも可能であるが、その場合、消費電力の削減を検討することが望ましい。消費電力を削減する手法として、現在、連続運転している送風機を間欠運転にする手法が効果的と考えられる。

8-1-2　処理水（循環水）の課題

本技術は土壌中の好気性微生物を利用した生物処理及び土壌によるろ過、吸着等の物理処理を組み合わせることで、きわめて清澄な処理水が得られる技術である。トイレ洗浄用の再利用水としてみた場合、使用者に対して不快感を与えることや衛生上の問題を引き起こすことが考えにくく、水質面の課題はないといえる。一方、浄化槽放流水としてみた場合、有機物やリンについてはきわめて低濃度で良好な水質といえるが、処理水には高濃度の窒素（主に硝酸性窒素）が含まれているため、放流する際は注意を払う必要がある。

8-1-3　維持管理・保守管理の課題

本実証試験において送水ポンプのトラブルが発生したように、機器類の異常、故障が起こる可能性があるため、専門知識を有した者が維持管理を行う必要がある。処理装置が浄化槽として設置されている場合は、専門知識を有した浄化槽管理士が維持管理を行うため、機器類のメンテナンスは問題なく行うことができると考えられる。

実証対象装置を長期的に運転していく場合、各単位装置の水質に関する基準や、土壌浸潤槽における土壌の閉塞の有無を判断するための目安、スカム、汚泥を引き出した後の水張りに関する作業基準を設け、維持管理マニュアル等に反映させることが今後の課題として挙げられる。

8-2　今後の期待

本技術はトイレ排水を処理して再利用するとともに、余剰水については放流するものである。土壌を利用した生物及び物理処理によりきわめて良好な水質の処理水が得られるため、周辺環境への影響が小さく、また、水の使用水量を削減できることから、環境保全に貢献できる技術である。

装置を稼動させるためには電力が必要であるが、自然エネルギーの活用や消費電力の低減が可能

と考えられるため、より環境負荷の小さな装置に改修されることが期待される。

本技術のような先進的な環境技術が普及することにより、自然環境の豊かな自然地域の環境保全に大きく寄与することが期待される。

■付録 ―用語集―

用語	解説
BOD: 生物化学的酸素要求量（mg/L）	水の汚濁状態を表す有機汚濁指標の一つ。水中の還元物質が、微生物の呼吸作用により酸化される際に消費される酸素量で表した図。通常 20℃、5 日間で消費された溶存酸素量を mg/L で表す。
COD：化学的酸素要求量（mg/L）	水中に含まれる有機物質量の指標の一つ。有機物質を化学的に酸化するときに消費した酸化剤の量を相当する酸素量で表した値。
DO：溶存酸素（mg/L）	水中に溶解している分子状の酸素。その濃度は水温、圧力、酸素分圧、塩類濃度等に影響される。
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 2 mm 以下の固形物量を表し、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 18,000 mg の SS を含んでいる。
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、排泄時は弱酸性であるが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。
EC：電気伝導率（mS/m）	水溶液の電気の通しやすさを表し、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。
Cl^-：塩化物イオン（mg/L）	水中でイオン化している塩素を表します。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事ができる。
TOC:有機体炭素（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。
T-N：全窒素（mg/L）	有機性窒素化合物及び無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。
T-P：全リン（mg/L）	栄養塩類の一つ。溶解性及び浮遊性のリンの総量。
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。アンモニアはタンパク質のような有機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、主にし尿及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。
大腸菌群（個/mL）	大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称です。大腸菌群は人や動物の腸管内に多く生息しているので、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 万個以上の大腸菌群が存在している。

■資料編　―実証試験場所および装置写真―

１．実証装置周辺

写真① 実証装置手前の駐車場

写真② 観光名所の乳岩の景観

※平成 28 年 11 月 12 日撮影

２．実証装置本体

（１）実証装置の外観

写真③　実証装置の外観　（写真：平成 28 年 7 月 19 日撮影）

（２）処理装置

写真④ フロートスイッチ

写真⑤ 土壌浸潤槽に入る分水マス

写真⑥ 消毒貯留槽

※平成 28 年 10 月 6 日撮影

（３）トイレブース内

写真⑦ 実証装置のトイレブース（男子トイレ）

写真⑧ 実証装置のトイレブース（女子トイレ）

写真⑨ 実証装置のトイレブース（多目的トイレ）

写真⑩ 実証装置の便器内の循環水