

環境技術実証モデル事業

非金属元素排水処理技術分野

実証試験結果報告書

実証機関:環境省

環境技術開発者:株式会社ソフィア

技術・製品の名称:ボロン-Cほう素処理システム

実証試験計画を承認した実証モデル事業参加者

区 分	実証試験参加機関	氏 名
実証機関	環境省 水・大気環境局水環境課 課長 課長補佐 課長補佐 排水基準係 環境専門員	望月 達也 松田 和久 高橋 一浩 小谷 優佳 岡村 貴晶
	(連携機関) 株式会社三菱総合研究所	内野 尚 松木 岳 圓井 道也 森部 昌一
	(連携機関) エヌエス環境株式会社 盛岡支店	渡辺 泰彦
	(連携機関：分析) 株式会社東京環境測定セン ター	五十嵐 鋼
環境技術開発者	株式会社ソフィア	池田 穂高 伊藤 健一 佐野 豊
実証試験実施場所の管理者	新安比温泉株式会社	倍賞 善祐
技術実証委員会		委員長 藤田 正憲
		検討員 小坂 幸夫
		検討員 滝沢 英夫
		検討員 名取 眞
		検討員 宮崎 章

目次

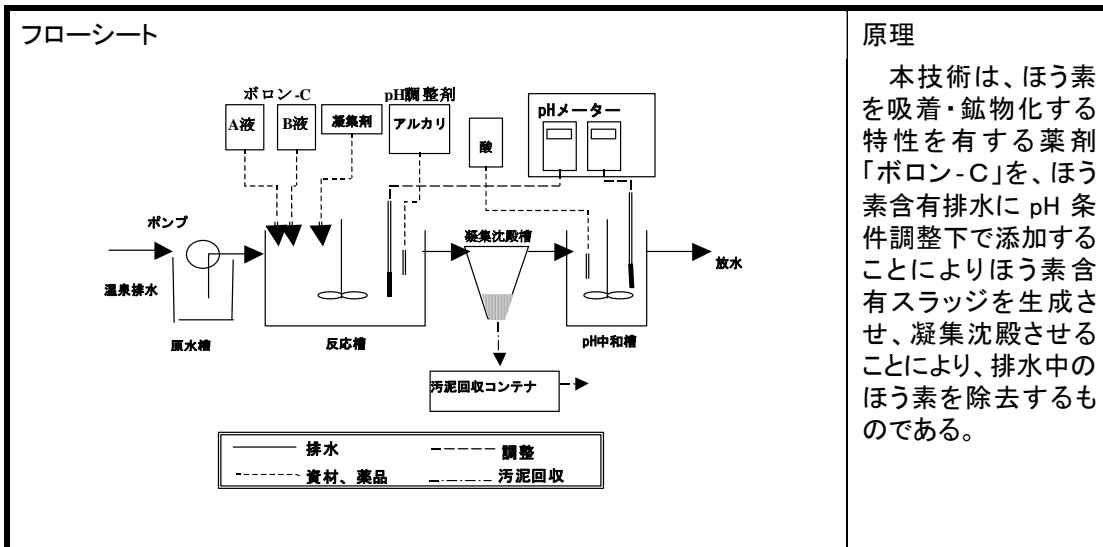
全体概要

1. 実証試験の概要と目的	1
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	2
3. 実証試験実施場所の概要	3
3.1 実証試験実施場所の名称等	3
3.2 実証試験実施場所の状況	3
3.3 現在の排水の状況	3
3.4 実証対象機器の配置	4
4. 実証対象技術の概要	6
4.1 実証対象技術の原理及びシステムの構成	6
4.2 本実証試験における装置運転条件および実証対象機器の仕様・処理能力	7
4.3 主な消耗品、電力等消費量	11
4.4 実証対象機器の運転及び維持管理に必要な作業項目	11
4.5 汚泥及び廃棄物発生量とその取扱い	11
4.6 実証対象機器の使用者に必要な運転及び維持管理技能	12
4.7 騒音・におい対策と建屋の必要性	12
5. 実証試験の方法と実施状況	13
5.1 試験期間	13
5.2 実証対象機器の立ち上げ	13
5.3 水質実証項目	14
5.4 監視項目	16
5.5 水質分析方法	18
5.6 参考実証項目	20
5.7 環境負荷実証項目	21
5.8 運転及び維持管理実証項目	22
6. 実証試験結果	24
6.1 水質実証項目及び水質監視項目の試験結果	24
6.2 参考実証項目の試験結果	34
6.3 環境負荷実証項目の試験結果	34
6.4 運転及び維持管理実証項目の試験結果	35
7. データの品質管理	37
8. 付録	
8.1 現場写真	

## ○ 全体概要

実証対象技術／環境技術開発者	ボロン-Cほう素処理システム／株式会社ソフィア
実証機関	環境省水・大気環境局水環境課
試験実施期間	平成18年11月4日～平成18年11月14日のうち3日間
本技術の目的	高濃度のほう素を含み処理が困難な温泉排水から、簡易な技術により一定以上ほう素を除去すること。

### 1. 実証対象技術の概要



### 2. 実証試験の概要

#### ○ 実証試験実施場所の概要

項目	内容
名称	新安比温泉
泉質	含硫黄・鉄・二酸化炭素－ナトリウム－塩化物温泉
源泉	温度：53℃、pH：7.6、ほう素濃度：1,709 mg/L
排水の性質※1	pH：8.1、ほう素※2：72 mg/L (ICP-MS)、ふっ素：0.066 mg/L (イオンクロマトグラフ)
排水量	103 m <sup>3</sup> /日

※1：環境技術開発者による測定結果

※2：過去の環境省調査では、ほう素濃度498 mg/Lという分析結果も報告されており、排水中のほう素濃度が大きく変動することが知られている。

#### ○ 実証対象機器の標準的仕様

施設概要	サイズ(mm)	W:3,000 D:2,100 H:1,500(薬剤タンクを除く)
	機器構成	原水槽(容量300 L)、反応槽(容量500 L)、凝集沈殿槽(容量500 L)、pH中和槽(500 L)
設計計算	ボロン-Cの物性	A液(白色粉体の水溶液、中性)とB液(アルカリ性、pH 10～12)の2液を一定比率で添加する資材であり、粘土の構成要素であるSi等を主成分とした無機薬剤である。 2液の添加比 A/B:重量比 4.92、容量比 5.84
	ほう素処理性能	ボロン-C2液合計1 kgあたり、最大約 970 mg (2液合計 1 Lあたり、最大約 1,190 mg)

#### ○ 本実証試験条件・試験日程

本実証試験では、実証対象排水の特異性、および実証対象排水と実証対象技術の最適条件との違いを考慮し、2種類の試験を実施した。

##### 【日間水質試験】

排水中ほう素濃度が極めて高く、かつ時間変動が大きい条件下で、一定のボロン-C添加率に対して吸着されるほう素の量を実証するために、午前8時から午後9時まで連続的に試験を実施した。試験条件は2種類設定し、日間水質試験①ではボロン-Cを1%w/v、日間水質試験②ではボロン-Cを6.68%w/v添加した。

**【排水基準対応試験】**

高濃度ほう素排水(最大で約500 mg/Lと想定される)に対して、本技術で排水基準以下に低減することを実証するための試験を行った。具体的には、貯留した流入水を、バッチ式で多段処理(一旦反応槽でポロン-Cを加えたのち凝集沈殿槽で汚泥を分離し、再度反応槽に戻してポロン-Cを加える処理)を行い、各段階での処理水中のほう素濃度を測定した。なお、多段処理は6回行った。

排水中のほう素濃度が高い場合、ポロン-Cの添加量も増加させる必要があるが、標準仕様である1段処理では吸着平衡濃度の関係からほう素濃度低減効果に限界がある。そのため、多段処理を行い少量ずつポロン-Cを添加することで、ほう素濃度を段階的に低減した。

種類	日間水質試験①	日間水質試験②	排水基準対応試験
実施日	11月6日	11月12日	11月11日
設計ほう素濃度 <sup>※1</sup>	20 mg/L	72 mg/L	500 mg/L
処理水量	250 L/hr(総量3.25m <sup>3</sup> )	250 L/hr(総量3.25m <sup>3</sup> )	400 L
処理方式	連続式	連続式	バッチ式
ポロン-C添加率 <sup>※2</sup>	1 %w/v	6.68 %w/v	6.68 %w/v × 6回
pH調整剤:10%消石灰ミルク	6.99 L/m <sup>3</sup>	46.7 L/m <sup>3</sup>	46.7 L/m <sup>3</sup> × 6回
0.2%アニオン系高分子凝集剤	2.3 L/m <sup>3</sup>	15 L/m <sup>3</sup>	15 L/m <sup>3</sup> × 6回
pH中和剤:95%硫酸	0.055 L/m <sup>3</sup>	0.055 L/m <sup>3</sup>	0.055 L/m <sup>3</sup>

※1 設計ほう素濃度:実証試験条件の設定(ポロン-C添加率設定)にあたって想定した排水中のほう素の濃度。

※2 ポロン-C添加率:設計ほう素濃度の排水を一律排水基準(10 mg/L)まで低減するための所要量。

○ 水質実証項目及び水質目標

日間水質試験①、②: 実証試験におけるほう素吸着量(以下、実ほう素吸着量)、及び流入水ほう素濃度(C<sub>0</sub>)と設定したポロン-C添加率から予想されるほう素吸着量Q(以下、予想ほう素吸着量)<sup>※1</sup>に対する実ほう素吸着量の割合(ほう素吸着性能<sup>※2</sup>)

排水基準対応試験: 処理水のほう素濃度。水質汚濁防止法の一貫排水基準値(10 mg/L)以下を目標値とする。

※1  $Q = 0.6687 \times (C_0 / 10M)^{0.8197}$  (環境技術開発者による内部試験結果からの近似式、Mはポロン-C添加率(%w/v))

※2 ほう素吸着性能 = (実ほう素吸着量) ÷ (予想ほう素吸着量) × 100

ただし、実ほう素吸着量及び予想ほう素吸着量はポロン-C 1gあたりの量を示すものとする。

○ 実証試験実施状況



図 装置及び試験作業全景



図 凝集沈殿槽における汚泥沈殿の様子

**3. 実証試験結果**

○ 水質実証項目及び水質目標

試験種類	流入水ほう素濃度(mg/L)	処理水ほう素濃度(mg/L)	ポロン-C 1gあたりの実ほう素吸着量(mg/g)	ほう素吸着性能(%) <sup>※1</sup>
日間水質試験①	110~350 (約 310) <sup>※2</sup>	160~240 (約 220) <sup>※2</sup>	1.0~12.0 (9.3) <sup>※2</sup>	59~96 (82) <sup>※2</sup>
日間水質試験②	100~260 (約 230) <sup>※2</sup>	51~72 (約 65) <sup>※2</sup>	0.7~2.8 (2.4) <sup>※2</sup>	77~138 (131) <sup>※2</sup>
排水基準対応試験	430	6.6 (5回処理後)		

※1 ほう素吸着性能 = 実ほう素吸着量 / 予想ほう素吸着量 [  $0.6687 \times (C_0 / 10M)^{0.8197}$  ] × 100

※2 ( )内は、特異値を除いた平均値を表記している。

日間水質試験①においては、ほう素濃度を310 mg/L程度から220 mg/L程度まで低減した。実ほう素吸着量は、平均 9.3 mg/gであり、予想量と比較して概ね 82%程度のほう素吸着性能であった。日間水質試験②においては、ほう素濃度を230 mg/L程度から65 mg/L程度まで低減した。実ほう素吸着量は、平均 2.4 mg/gであり、予想量と比較して概ね 131%程度のほう素吸着性能であった。

排水基準対応試験については、430 mg/L の流入水をバッチ式で多段処理(一旦反応槽でボロン-Cを加えたのち凝集沈殿槽で汚泥を分離し、再度反応槽に戻してボロン-Cを加える処理)を実施した結果、5 回目ではほう素濃度 6.6mg/L(ほう素除去率 98.5%)となり、目標水質を達成した。

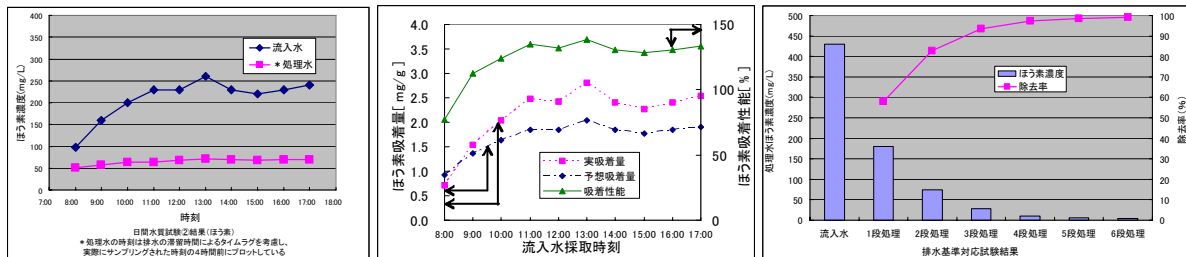


図: 左より、ほう素濃度例、ほう素吸着量・吸着性能例(日間水質試験②)、ほう素濃度・ほう素除去率(排水基準対応試験)

○ 水質監視項目

- ・pH: ①②ともに流入水 7.7~7.9→処理水 8.0 前後、排水基準対応試験では流入水 7.2→処理水 10.2(6 回処理後)
- ・SS: ①流入水 3~24 mg/L→処理水 2~4 mg/L、②流入水 4~18 mg/L→処理水 3~23 mg/L  
排水基準対応試験では流入水 24 mg/L→処理水 4~170 mg/L と大きく変動
- ・塩化物イオン: ①流入水 2,300 mg/L→処理水 1,800 mg/L ②流入水 2,100 mg/L→処理水 1,400 mg/L  
排水基準対応試験では流入水 3,300 mg/L→処理水 1,900 mg/L(6 回処理後)と減少
- ・Na: ①流入水 1,400 mg/L →処理水 1,600 mg/L ②流入水 1,100 mg/L→処理水 1,700 mg/L  
排水基準対応試験では流入水 2,000 mg/L→処理水 5,700 mg/L(6 回処理後)と大幅に増加
- ・電気伝導率: ①流入水 600~800 mS/m→処理水 1,600 mS/m ②流入水 600 mS/m→処理水 1,100 mS/m  
排水基準対応試験では流入水 980 mS/m→処理水 4,600 mS/m(6 回処理後)と大幅に増加

○ 参考実証項目

日間水質試験①、②で発生した汚泥について、重力脱水および手作業による圧搾を行った後、環境庁告示第13号溶出試験を行った。その結果、溶出ほう素濃度はそれぞれ43 mg/L、15 mg/Lであった。なお、日間水質試験①、②における処理水平均ほう素濃度は、それぞれ216.7 mg/L、65.2 mg/Lであり、汚泥中に含まれる処理水分(高濃度のほう素を含有)が溶出濃度に影響を与えた可能性がある。

試料採取日	試験種類	含水率	pH	溶出ほう素濃度
11月6日	日間水質試験①	79.3%	9.5(19°C)	43 mg/L
11月12日	日間水質試験②	80.7%	9.3(19°C)	15 mg/L

○ 環境負荷実証項目

11月6日、11日、12日の3日間の実験において発生した汚泥を、それぞれ重力脱水後、大型のフレキシブルコンテナバッグに投入し、屋外に静置した。その後、11月14日に消石灰 20kg を水分調整剤として混合した。その際の汚泥発生量は下記の通り。

項目	結果	処理水量
汚泥発生量	総量 680 kg(推定含水率 <sup>※1</sup> 80%)	6.9 m <sup>3</sup> <sup>※2</sup>

※1 ボロン-Cおよび消石灰の消費量から環境技術開発者が推計した値

※2 内訳: 日間水質試験 2 日間における処理水量 3.25 m<sup>3</sup> × 2 日、排水基準対応試験における処理水量 0.4 m<sup>3</sup>

○ 定性的所見

項目	結果												
電力消費量	9.9 kWh(定格電力と運転時間からの推計値)												
水質所見	定性的にも浄化効果が確認された。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>流入水</th> <th>処理水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>色相</td> <td>茶色</td> <td>無色</td> </tr> <tr> <td>外観</td> <td>微濁</td> <td>透明</td> </tr> <tr> <td>臭気</td> <td>微硫黄臭</td> <td>微硫黄臭</td> </tr> </tbody> </table>		流入水	処理水	色相	茶色	無色	外観	微濁	透明	臭気	微硫黄臭	微硫黄臭
	流入水	処理水											
色相	茶色	無色											
外観	微濁	透明											
臭気	微硫黄臭	微硫黄臭											
立ち上げに要する時間	トラックからの荷降ろしおよび機器の据付、配管接続で 2 時間程度。												
終了に要する時間	・ポンプおよび攪拌機の電源を切る作業に 5 分程度。 ・汚泥の抜き取りによる凝集沈殿槽清掃作業に 1 時間程度。												
実証対象機器の信頼性	試験中に、屋外からの混入物による閉塞、機器浸水による漏電、汚泥抜取にあたって処理水の抜け出しが発生。												
トラブルからの復帰方法	閉塞等については、水位変化により異常箇所を特定、送水を停めてポンプを分解、異物を除去。漏電の際はモーター等の交換。												

(参考情報)

注意：このページに示された製品データは、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、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 製品情報

項目	環境技術開発者 記入欄					
名称	ポロン-C ほう素処理システム					
製造(販売)企業名	株式会社 ソフィア					
連絡先	TEL/FAX	TEL (03) 3947-1565 / FAX (03) 3947-1565				
	Web	http://ww.sophia-anp.co.jp/				
	mail	water@sophia-anp.co.jp				
製品仕様	コスト(標準) 運転費 <u>500~1,000 円/m<sup>3</sup></u> (下表参照)、装置費:500 万円 装置(標準) W:3,000・D:2,100 H:1,500(資材タンク別) (仕様詳細、本文参照)					
技術概要	<b>処理手順</b> 排水を pH10 前後に調整後、ほう素除去資材「ポロン-C」A液、B液を同時に添加することで、ポロン-Cが排水中で反応して粘土様の白色鉱物を生成し、ほう素を吸着、除去する。生成した鉱物については、凝集沈殿させ、汚泥として処理する。 <b>取扱上の注意</b> ポロン-C・A 剤:白色粉体。粗粒で水を含むため、粉塵の飛散の危険性は無い。吸湿性のため、密閉保管。水溶液は中性。 ポロン-C・B 剤:アルカリ性(pH 10~12)の液体資材。皮膚等への付着に注意。					
適応水質 前処理の有・無	<b>対象 pH</b> 処理時に pH 調整を行うため、酸性、アルカリ性を問わない。 <b>対象水質</b> カルシウム、鉄分等、SS の多い濁水も前処理なしで処理可能。 (但し、一部有機化合物、アンモニア等を高濃度に含む排水の場合、処理に影響する可能性がある) <b>対象規模</b> 当該装置は排水量 10 m <sup>3</sup> /h の仕様。 (大型排水では通常の濁水処理設備にて運用可能)					
付帯設備	ポロン-Cおよび薬剤貯留タンク					
コスト概算 設定条件 ほう素濃度 処理前:20 mg/L →処理後:10 mg/L ポロン-C添加率 1%(w/v)	費目		単価	数量	計	備考
	ポロン-C	A剤	90 円/kg	2.95kg	265 円	35.5wt%液で使用
		B剤	67 円/kg	1.69kg	113 円	
	薬剤費	pH 調整剤	30 円/kg	2.97kg	89 円	消石灰
		凝集剤	1,000 円/kg	0.041kg	41 円	
		pH 中和剤	30 円/kg	0.6kg	18 円	硫酸
	運転費	汚泥処理	18 円/kg*	21kg	378 円	*:本実証試験における実績値
電力消費量		9.8 円/kWh	0.39 kWh	4 円		
<b>処理水量 1m<sup>3</sup>あたり</b>		<b>908 円</b>				
その他 資料参考資料	<b>汚泥について</b> 排水基準値未満に処理後の汚泥は、ほう素溶出量も排水基準値未満のため、一般の汚泥として管理型処分場にて処理可能。 <参考例> ほう素濃度 72 mg/L の排水処理時の発生汚泥 → ほう素溶出値 7.4 mg/L (社内試験で発生した汚泥を、計量証明事業者が分析した値) <b>ポロン-Cのほう素吸着性能について</b> ポロン-Cは、対象排水中のほう素濃度が高いほど、その吸着能は高い。対象排水中のほう素濃度 x に対して、ポロン-C添加量 1g あたりのほう素吸着量 y は、 $y = 0.67x^{0.82}$ の式で簡易に計算可能。					

## 1. 実証試験の概要と目的

環境技術実証モデル事業は、既に適用が可能な段階にありながら、環境保全効果等について客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者が客観的に実証する事業をモデル的に実施することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促進することを目的とするものである。

本実証試験は、「非金属元素排水処理技術分野（ほう素等排水処理技術）実証試験要領」（平成18年3月6日付 環境省水・大気環境局）に基づき選定された実証対象技術について、同要領に準拠して実証試験を実施することで、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証した。

（実証項目）

- 環境技術開発者が定める技術仕様の範囲での、実際の使用状況下における環境保全効果

（参考項目）

- 運転に必要なエネルギー、物資及びコスト
- 運転及び維持管理にかかる労力



## 2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

実証試験における参加組織とその責任者の責任分掌は、表2-1に示すとおりである。

表2-1 実証試験参加者の責任分掌

区分	実証試験参加組織	責任分掌	参加者
実証機関	〔中核機関〕 環境省	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証モデル事業の全プロセスの運営管理</li> <li>・品質管理システムの構築</li> <li>・実証試験の実施</li> <li>・実証試験データ及び情報の管理</li> <li>・実証試験結果報告書のデータベース登録</li> </ul>	望月 達也 松田 和久 高橋 一浩 小谷 優佳 岡村 貴晶
	〔連携機関〕 株式会社三菱総合研究所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証試験対象技術の公募・選定</li> <li>・技術実証委員会の設置と運営</li> <li>・実証試験計画の策定</li> <li>・実証試験結果報告書の作成</li> </ul>	内野 尚 松木 岳 圓井 道也 森部 昌一
	〔連携機関〕 エヌエス環境株式会社 盛岡支店	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証試験（採水・分析）の実施</li> </ul>	渡辺 泰彦
	〔連携機関〕 株式会社東京環境測定センター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証試験（分析）の実施</li> </ul>	五十嵐 鋼
環境技術 開発者	株式会社ソフィア	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証対象機器の準備と運転マニュアル等の提供</li> <li>・実証対象機器の運転、維持管理</li> <li>・実証対象機器の運搬、設置、撤去</li> <li>・実証対象技術の運転、維持管理に係る消耗品等の経費負担</li> </ul>	(株)ソフィア 池田 穂高 伊藤 健一 山本 中一 佐野 豊 北川 哲夫 (株)ワザワ：装置製作協力)
実証試験 実施場所 の管理者	新安比温泉株式会社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証試験実施場所の情報の提供</li> <li>・実証試験の実施に協力</li> <li>・実証試験の実施期間中における実証試験場所の変化の報告</li> </ul>	倍賞 善祐

### 3. 実証試験実施場所の概要

#### 3.1 実証試験実施場所の名称等

実証試験実施場所の名称、所在地、管理者は、表3-1に示すとおりである。

表3-1 実証試験実施場所の名称、所在地、管理者

項目	内容
名称	新安比温泉株式会社
所在地	岩手県八幡平市叭田 43-1
管理者	倍賞 善祐

#### 3.2 実証試験実施場所の状況

実証試験実施場所の状況については、表3-2に示すとおりである。

表3-2 実証試験実施場所の状況

項目	内容
泉質	含硫黄・鉄・二酸化炭素-ナトリウム-塩化物温泉
源泉温度	53℃
湧出形態	自噴
ほう素濃度	1,709 mg/L
温泉 利用形態	操業時間 24時間 浴室清掃時間 午前8時30分～午前10時 源泉浴槽清掃 1回/週程度
排水量	103 m <sup>3</sup> /日

#### 3.3 現在の排水の状況

実証試験実施場所からの排水の水質に関しては、環境技術開発者自身による分析結果から表3-3に示すとおりである。

なお、環境省における過去の水質調査結果では、排水中のほう素濃度が498 mg/Lとの報告もあり、実際の排水中のほう素濃度は非常に大きく変動することが知られている。

したがって、本実証試験においては、少なくとも72～498 mg/Lの範囲で変動することを想定する必要がある。

表 3-3 実証試験場所からの排水の水質

項目	内容
水質 (大浴場元湯および展望浴場からの排水を採取)	pH : 8.1 ほう素 : 72 mg/L (ICP-MS) ふっ素 : 0.066 mg/L (イオンクロマトグラフ) (参考) 源泉 pH : 7.6、ほう素 : 1,709 mg/L

### 3.4 実証対象機器の配置

実証対象機器の設置状況（平面図）は図 3-1 のとおりである。

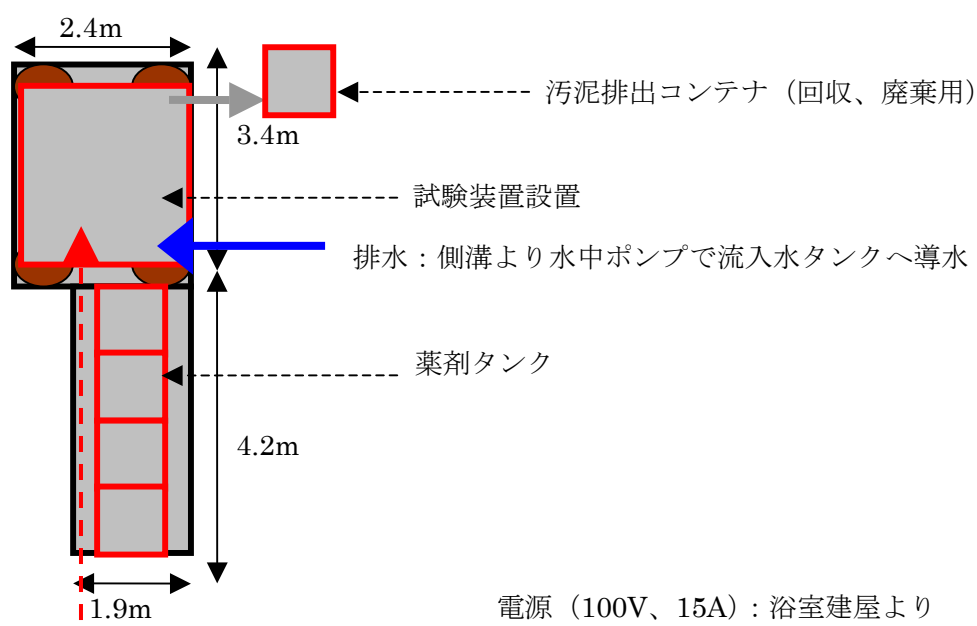


図 3-1 実証対象機器の設置状況（平面図）

実証試験場所の排水処理フローと実証対象機器の設置場所について図 3-2 に示した。本実証試験では別館地下 1 階の大浴場元湯、および本館 5 階の展望浴場から排出される水について、設置場所脇に流れる側溝（図中※1）から試験のために排水を取水し、実証対象技術である薬剤「ボロン-C」及び pH 調整剤を添加混合した後、凝集剤を添加してほう素含有スラッジを凝集沈殿により除去処理した。温泉の日排水量 103 m<sup>3</sup>のうち、日間水質試験においては 3.25 m<sup>3</sup>/日を取水し処理した。その凝集沈殿後の処理水は pH 中和槽で中和し（図中※2）側溝に放水した。

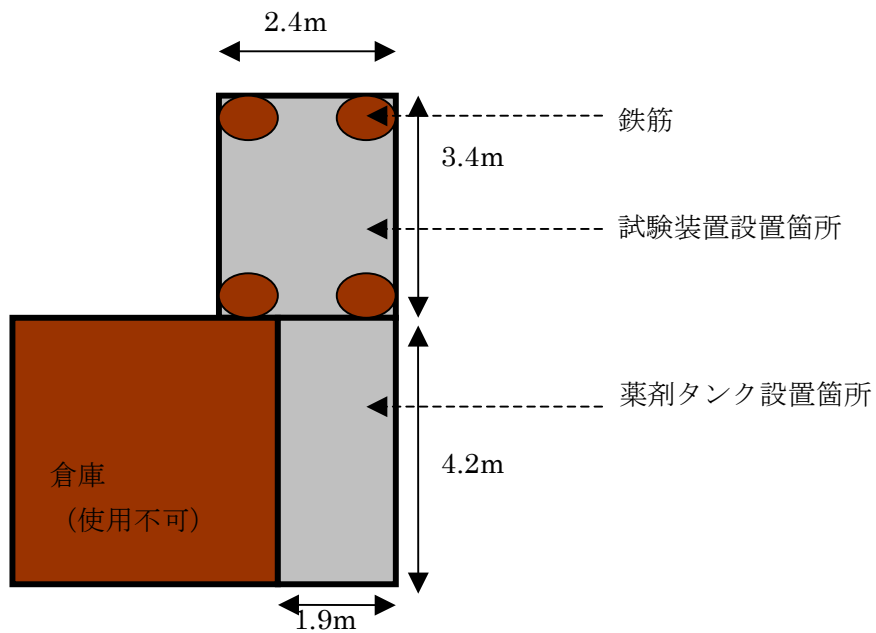
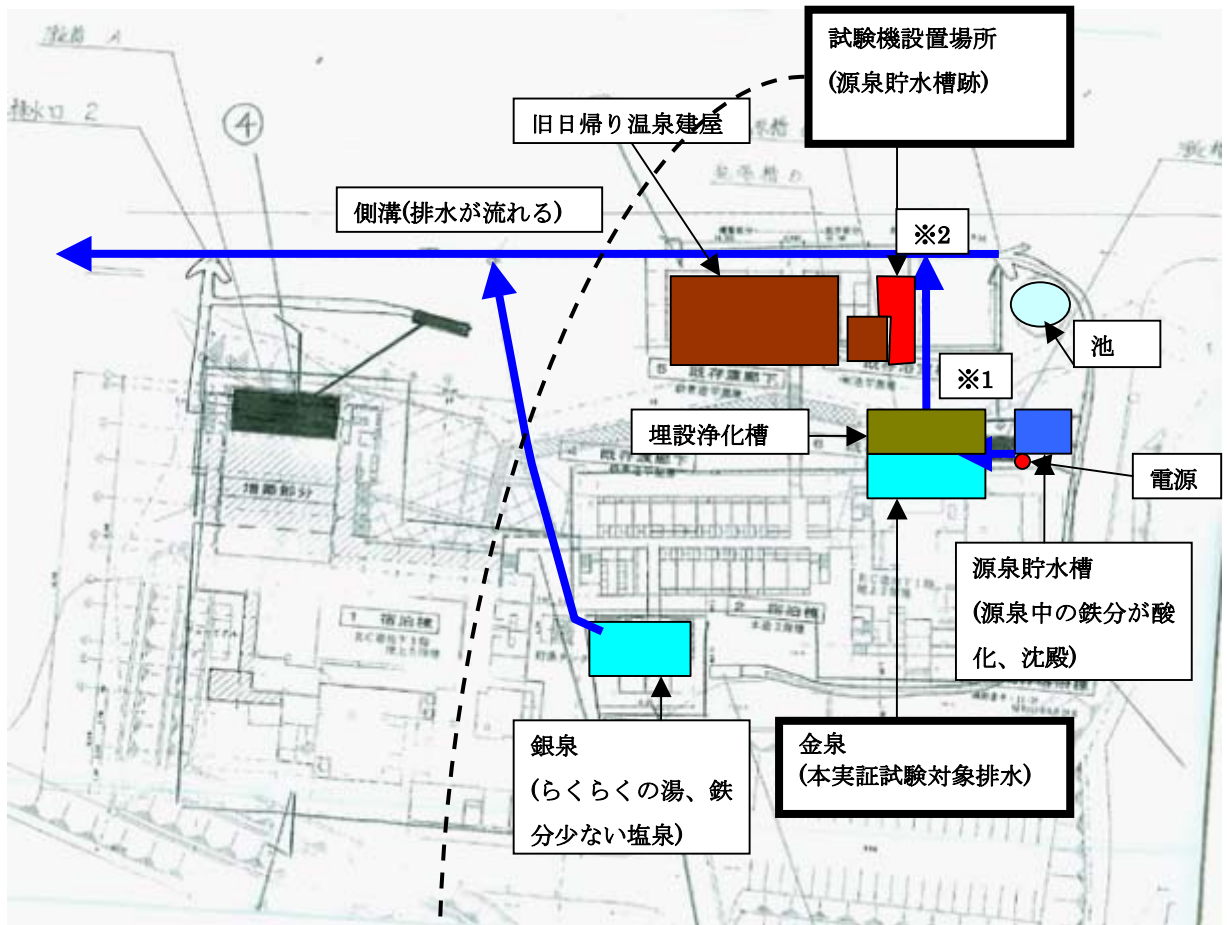


図3-2 新安比温泉の排水フロー図と実証対象機器設置場所

#### 4. 実証対象技術の概要

##### 4.1 実証対象技術の原理及びシステムの構成

本技術は、ほう素を吸着・鉱物化する特性を有する薬剤「ボロン-C」を、ほう素含有排水にpH条件調整下で添加することによりほう素含有スラッジを生成させ、凝集沈殿させることにより、排水中のほう素を除去するものである。

環境技術開発者より申請された、標準的処理条件における実証対象技術の処理フローを図4-1、実証試験に用いる装置のフローシートを図4-2にそれぞれ示す。

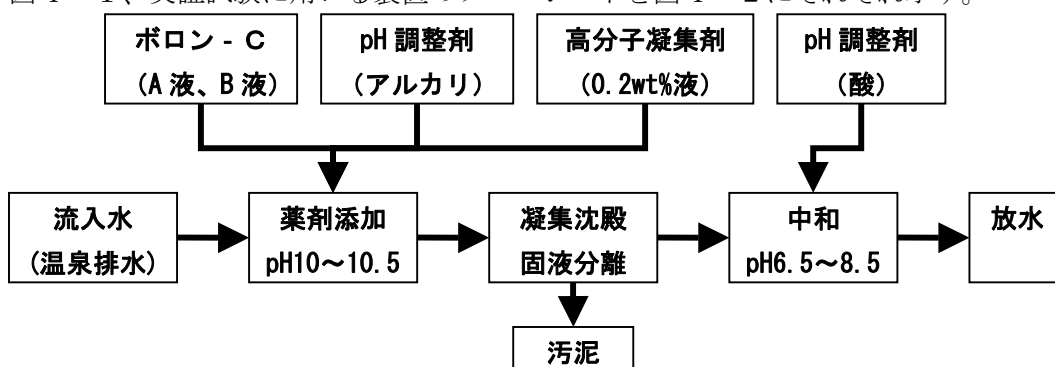


図4-1 実証対象技術の処理フロー

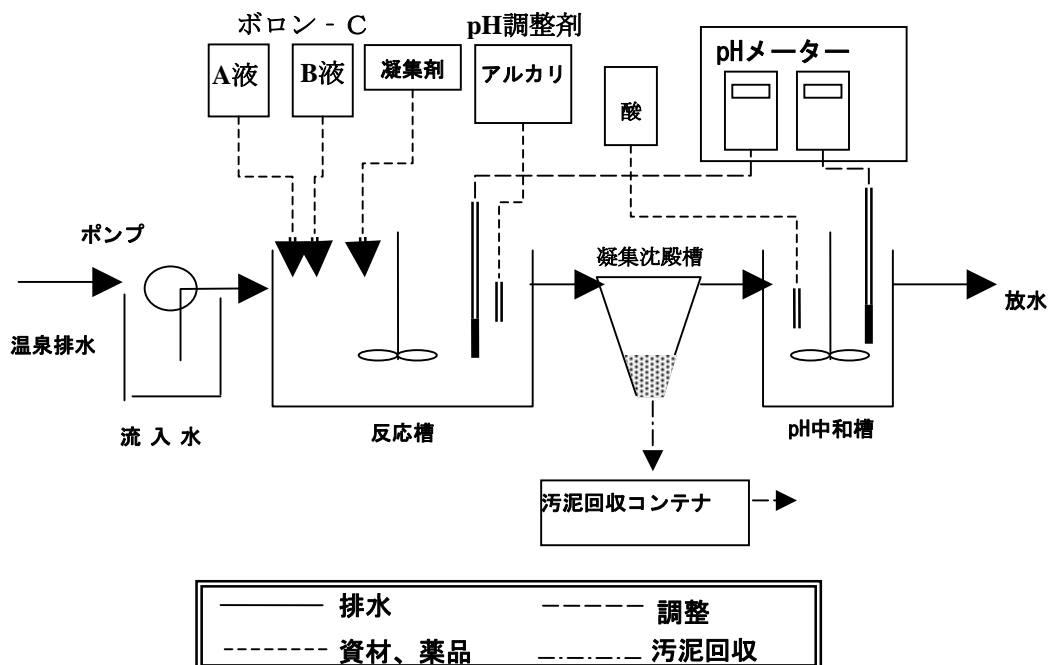


図4-2 実証試験装置のフローシート

#### 4.2 本実証試験における装置運転条件および実証対象機器の仕様・処理能力

本実証試験では、実証対象技術の性能および高濃度のほう素を含む温泉排水に対する処理性能の実証を目的として、装置運転条件を表4-1に示すとおり設定した。

表4-1 本実証試験における装置運転条件

	日間水質試験①	日間水質試験②	排水基準対応試験
設計ほう素濃度	20 mg/L	72 mg/L	500 mg/L
設定水量	3.25 m <sup>3</sup> /日 (250 L/hr)	3.25 m <sup>3</sup> /日 (250 L/hr)	0.4 m <sup>3</sup> /日
処理方式	連続式	連続式	バッチ式

日間水質試験では、本技術における標準的装置仕様で処理した場合、一定のボロン - C 添加率に対してどの程度の量のほう素が吸着されるかを実証するため、連続的に試験を実施した。試験条件は、下記に示すとおり、ボロン - C 添加率によって2種類設定した。

- ①本技術における標準的仕様として、排水中ほう素濃度20 mg/Lの排水を処理する場合のボロン - C 添加率
  - ②標準的装置仕様で処理可能な条件として、排水中ほう素濃度72 mg/L\*の排水を処理する場合のボロン - C 添加率
- (\* 事前試験における排水中ほう素濃度結果および標準的装置仕様を考慮して設定)

排水基準対応試験は、ほう素濃度が極めて高い(想定最大ほう素濃度約500 mg/L) 新安比温泉の排水に対して、ほう素濃度を排水基準(10 mg/L)以下まで低減させる性能を有することを実証するために行った。

本技術では、高濃度排水に対してはボロン - C を多量に添加する必要があるが、一段処理では吸着平衡濃度の関係からほう素濃度低減効果に限界がある。そのため、多段処理を行い少量ずつボロン - C を添加することで、ほう素濃度を段階的に低減した。

通常であれば反応槽、固液分離装置(凝集沈殿槽)を複数台設置し、複数段階の処理によりほう素濃度を排水基準まで低減させるプロセスとなるが、本実証試験では諸々の制約条件を考慮し、処理水を同一の固液分離装置(凝集沈殿槽)に複数回循環させ、反応・凝集沈殿を多段式に行うものとした。

具体的な作業としては、まず源泉(90 L)と排水(300 L)を混合し、想定最大ほう素濃度に近い高濃度の流入水400 L(ほう素濃度430 mg/L)を調整した。

この流入水に対し、所定割合のボロン - C 2液、消石灰を添加し、更に高分子凝集剤を添加した。一定時間、穏速攪拌および凝集沈殿させた後、上澄水および汚泥をろ過袋により固液分離して発生したろ液を回収し、次回の流入水とした。2回目以降も薬剤等の添加率は固定とし、上記作業を計6回にわたり行った。

表4-2に実証対象機器の標準的仕様及び処理能力を、表4-3に本実証試験における試験条件をそれぞれ示した。また、実証試験時の処理フローを図4-3に、実証対象機器の設計図面を図4-4に示した。

表4-2 実証対象機器の標準的仕様及び処理能力

区分	仕様及び処理能力	
施設概要	名称	ボロン-Cほう素処理システム
	型式	—
	サイズ(mm)	W:3,000 D:2,100 H:1,500 (薬剤タンクを除く)
	重量	1t未満(薬剤タンクを除く)
設計条件	対象	温泉排水、工場排水等
	ほう素濃度	20 mg/L
設計計算	ボロン-Cの物性	A液(白色粉体の水溶液、中性)とB液(アルカリ性、pH10~12)の2液を一定比率で添加する資材であり、粘土の構成要素であるSi等を主成分とした無機薬剤である。 A液(A剤の35.5 wt%溶液) : 比重1.18 B液 : 比重1.4 2液の添加比 A/B : 重量比4.92、容量比5.84
	標準的使用条件におけるほう素吸着量	ボロン-C 2液合計1 kgあたり、最大約970 mg/kg (2液合計1 Lあたり、最大約1,190 mg)
主要機器	流入水槽(受水槽) 1式	樹脂製タンク 300 L 送液ポンプ 16~20 L/min 流量計 0~30 L/min フロート(ポンプ保護用)
	反応槽 1式	樹脂製タンク 500 L 攪拌機 100 V 200 W pH計 送液ポンプ(pH調整用) 2 L/min 送液ポンプ(A液) 300~500 mL/min 送液ポンプ(B液) 50~100 mL/min 送液ポンプ 16~20 L/min
	凝集沈殿槽 1式	SUS304製タンク 500 L 攪拌機 100 V 200 W 凝集剤用タンク 50 L 送液ポンプ(凝集剤) 150~200 mL/min 流量計 0~30 L/min
	pH中和槽 1式	樹脂製タンク 500L 攪拌機 100 V 200 W pH計 送液ポンプ(pH中和用) 2 L/min

表4-3 本実証試験における試験条件

試験種類		日間水質試験①	日間水質試験②	排水基準対応試験
試験条件	設計ほう素濃度 <sup>※1</sup>	20 mg/L	72 mg/L	500 mg/L
	流入水量	250 L/hr 3.25 m <sup>3</sup> /日	250 L/hr 3.25 m <sup>3</sup> /日	400 L 0.4 m <sup>3</sup> /日
	ボロン - C 添加率 (重量ベース) <sup>※2</sup>	1 %w/v A液8.31 kg/m <sup>3</sup> B液1.69 kg/m <sup>3</sup>	6.68 %w/v A液55.5 kg/m <sup>3</sup> B液11.3 kg/m <sup>3</sup>	40.1 %w/v (6.68 %w/v × 6 回処理)
	同体積換算	8.24 L/m <sup>3</sup> A液7.04L/m <sup>3</sup> B液1.20L/m <sup>3</sup>	55.0 L/m <sup>3</sup> A液47.0 L/m <sup>3</sup> B液8.02 L/m <sup>3</sup>	330 L/m <sup>3</sup> (55.0 L/m <sup>3</sup> × 6 回処理)
	pH調整剤： 10%消石灰ミルク	6.99 L/m <sup>3</sup> (資材換 算0.70 kg/m <sup>3</sup> )	46.7 L/m <sup>3</sup> (資材換 算4.67 kg/m <sup>3</sup> )	280.2 L/m <sup>3</sup> (46.7 L/m <sup>3</sup> × 6 回処理)
	凝集剤： 0.2%高分子凝集 剤液 (アニオン系)	2.3 L/m <sup>3</sup> (資材換 算 0.004 kg/m <sup>3</sup> )	15 L/m <sup>3</sup> (資材換 算 0.03 kg/m <sup>3</sup> )	90 L/m <sup>3</sup> (15 L/m <sup>3</sup> × 6 回処理)
	pH中和剤：95%硫酸 (比重1.84)	0.055 L/m <sup>3</sup> (0.10 kg/m <sup>3</sup> )	0.055 L/m <sup>3</sup> (0.10 kg/m <sup>3</sup> )	0.055 L/m <sup>3</sup> (0.10 kg/m <sup>3</sup> )
	予想汚泥量	13.2 kg/m <sup>3</sup> (含水 率60 wt%時)	88.2 kg/m <sup>3</sup> (含水 率60 wt%時)	529.2 kg/m <sup>3</sup> (含水 率60 wt%時)
処理目標	処理水ほう素濃度	X	X	10 mg/L
	排水ほう素濃度 (C <sub>0</sub> mg/L) 対 して予想されるほ う素吸着量 <sup>※3</sup>	0.101 × C <sub>0</sub> <sup>0.82</sup> [mg/g]	0.021 × C <sub>0</sub> <sup>0.82</sup> [mg/g]	X

- ※1 設計ほう素濃度とは、実証試験条件の設定（ボロン - C 添加率設定）にあたって想定した排水中のほう素の濃度。
- ※2 ボロン - C 添加率は、設計ほう素濃度を一律排水基準（10 mg/L）まで低減するための所要量。
- ※3 環境技術開発者によると、ほう素濃度 C<sub>0</sub> [mg/L] の排水におけるボロン - C 1 g あたりの吸着量 Q (mg/g) は、環境技術開発者が実施した内部試験（処理対象水のほう素濃度およびボロン - C 添加率を変化させた時のほう素吸着量の試験）の結果より、近似的に次式で表される。（Mはボロン - C 添加率[% w/v]）

$$Q = 0.6687 \times (C_0 / 10 M)^{0.8197}$$



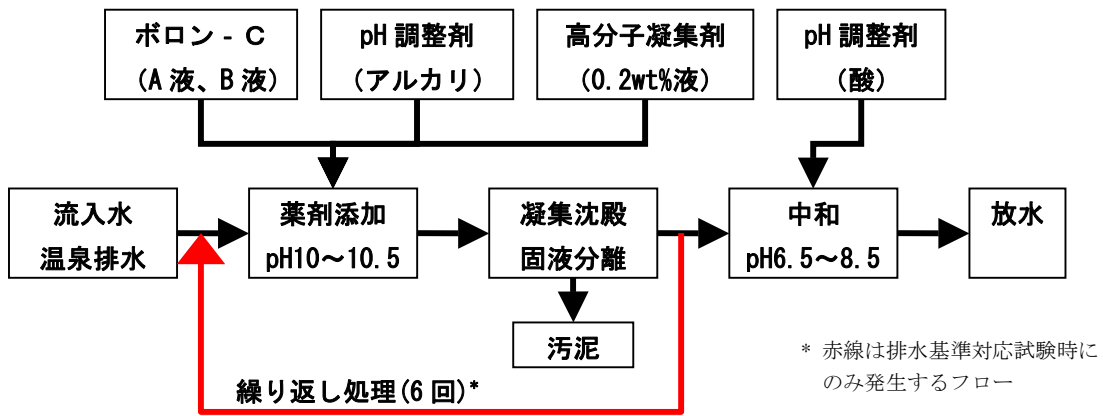


図4-3 実証試験時の処理フロー

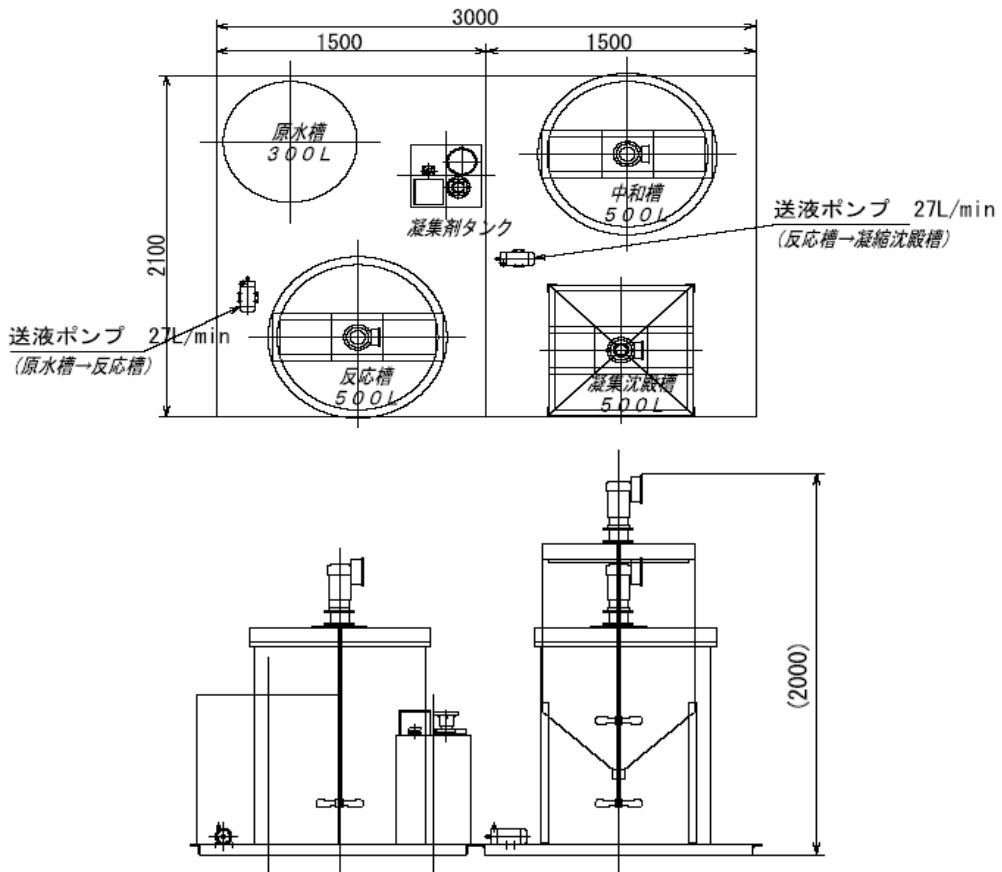


図4-4 ボロン-Cほう素処理システム設計図面

#### 4.3 主な消耗品、電力等消費量

消耗品及び電力消費量については、表4-4に示すとおりである。

表4-4 消耗品及び電力消費量

項目	消費量	
消耗品消費量 (3日間の実証試験における消費量)	ボロン-C A液	341 kg
	ボロン-C B液	69.3 kg
	消石灰	28.7 kg
	高分子凝集剤	0.18 kg
	硫酸	0.69 kg
電力消費量	6.6 kWh / 24 hr (装置各部材のスペックより)	

#### 4.4 実証対象機器の運転及び維持管理に必要な作業項目

実証対象機器の運転及び維持管理に必要な作業項目は表4-5に示すとおりであり、試験ごとに環境技術開発者が点検する。

表4-5 運転及び維持管理項目

項目	内容	頻度
定期点検	装置の異常、異臭 モーターの発熱 瞬時流量計の確認 積算流量計の確認 凝集・固液分離の確認	試験ごと

#### 4.5 汚泥及び廃棄物発生量とその取扱い

汚泥及び廃棄物発生量については、表4-6に示すとおりである。

表4-6 汚泥及び廃棄物発生予想量

項目	発生量
汚泥発生予想量	日間水質試験① (3.25 m <sup>3</sup> /日処理) 13.2 kg/m <sup>3</sup> (含水率 60 wt%時) → 42.9 kg/日(13時間)
	日間水質試験② (3.25 m <sup>3</sup> /日処理) 88.2 kg/m <sup>3</sup> (含水率 60 wt%時) → 287 kg/日(13時間)
	排水基準対応試験 (0.4 m <sup>3</sup> /日処理) 529.2 kg/m <sup>3</sup> (含水率 60 wt%時) → 212 kg

#### 4.6 実証対象機器の使用者に必要な運転及び維持管理技能

本実証対象機器は単純な構造であることから、その運転において特別な技能を必要とせず、運転に必要な操作は以下の通りである。

- ・ 装置（ポンプ、攪拌機）の電源のON, OFF
- ・ 流量計・pHメーターの確認

ただし、本実証試験においては処理条件を変化させた運転を行うため、環境技術開発者が短期間の試験に合わせて装置仕様を調整して、機械運転を行なうこととした。

#### 4.7 騒音・におい対策と建屋の必要性

本実証対象機器の稼動部分はポンプ・攪拌機だけなので大きな騒音は考えられない。また、開放系の試験装置であるが、生物分解等を行っていないため、凝集沈殿後のスラッジを長期間放置するなどがなければ、においの発生は考えにくい。

建屋については、雨水等からの動力装置の防護対策、異物混入による装置不具合発生の防止対策として、設置する必要がある。

## 5 実証試験の方法と実施状況

### 5.1 試験期間

試験期間は11月4日から11月14日の間とし、各種実証試験を3回に分けて行った。  
実証試験スケジュールを表5-1に示す。

表5-1 実証試験スケジュール

日付		作業内容
11月4日	土	装置搬入、設置
11月5日	日	日間水質試験①→操業に支障発生、実験条件等再設定
11月6日	月	日間水質試験①
11月7日	火	日間水質試験①→悪天候により中止
11月8日	水	
11月9日	木	
11月10日	金	
11月11日	土	排水基準対応試験
11月12日	日	日間水質試験②
11月13日	月	日間水質試験②→操業に支障発生、中止
11月14日	火	装置撤去

※日間水質試験①、②、排水基準対応試験の条件については9ページを参照。

### 5.2 実証対象機器の立ち上げ

実証対象機器を、環境技術開発者が平成18年11月4日（土）午前中に実証試験実施場所に搬入し、午後に設置、動作確認を行った。実証機関は搬入、設置、動作確認作業に立ち会った。

### 5.3 水質実証項目

#### (1) 水質実証項目及び水質目標

水質実証項目	処理水のほう素濃度
	予想されるほう素吸着量に対する実際のほう素吸着量、ほう素吸着性能 (日間水質試験時)
	排水基準を満たすまでの多段処理の回数(排水基準対応試験時)、ほう素除去率

本実証試験における目標は、以下の通りとした。なお、日間水質試験については、流入水量と実証対象装置のスケールから、流入水は反応槽への流入後4時間で排水ホースから排出されることを前提として、データの解析を行った。

日間水質試験 : 本実証試験における温泉排水は、ほう素濃度の時間変動が大きく予測困難であり、かつ他の温泉地に比べて特異的にほう素濃度が高く、実証技術の最適ほう素濃度(10~50 mg/L)を大幅に上回るものであった。そのため、環境技術開発者の既存の知見からは完全な処理性能の予測が困難であった。従って、実証試験の目標を次のように設定した。

i) 流入水(温泉排水)のほう素濃度が設計値(本試験の場合20 mg/L、72 mg/L)以下の場合

→水質汚濁防止法の一律排水基準である10 mg/Lを水質目標とする。

ii) 流入水のほう素濃度が設計値(本試験の場合20 mg/L、72 mg/L)より大きい場合

→実証試験におけるほう素吸着量(以下、実ほう素吸着量\*と表記)、及び流入水ほう素濃度と設定したボロン-C添加率から予想されるほう素吸着量(以下、予想ほう素吸着量\*と表記)に対する実ほう素吸着量の割合(ほう素吸着性能\*)を実証する。

排水基準対応試験 : 水質汚濁防止法の一律排水基準である10 mg/L以下を水質目標とする。併せて、ほう素除去率\*を実証する。

なお、水質目標を設定する位置は、排水送液用ホース出口におけるほう素濃度とする。

\* 該当する指標は、それぞれ次の式によって求めるものとした。

$$\text{実ほう素吸着量}[\text{mg/g}] = (\text{流入水ほう素濃度} - \text{処理水ほう素濃度}) [\text{mg/L}] \div (\text{ボロン-C添加率}[\% \text{ w/v}] \times 10) [\text{g/L}]$$

$$\text{予想ほう素吸着量}[\text{mg/g}] = 0.6687 \times \{ \text{流入水ほう素濃度} [\text{mg/L}] \div (\text{ボロン-C添加率}[\% \text{ w/v}] \times 10) \}^{0.8197}$$

(9ページ※3の式から算出される量)

ほう素吸着性能 (%) = (実ほう素吸着量 ÷ 予想ほう素吸着量) × 100

ほう素除去率 = { 1 - (処理水のほう素濃度 ÷ 流入水のほう素濃度) } × 100

## (2) 試料採取

試料の採取に当たっては、流入水及び処理水について、以下の要領で行った。

### ① 試料採取方法

#### a) 流入水

[採取場所] 流入水槽

[採取方法] 人力による採取器具を使った方法

[採取器具] ポリ容器

[採取量] 4 リットル

#### b) 処理水

[採取場所] 排水送液用ホース出口

[採取方法] 人力による採水器具を使った方法

[採取器具] ポリ容器

[採取量] 4 リットル

### ② 採取スケジュール

採取スケジュールは、実証対象機器の性能評価を適切に行うため、流入水質及び処理水質について、総合的な処理性能および日間変動の調査（日間水質試験）、排水基準達成のための調査（排水基準対応試験）を行った。

但し、日間水質試験については、実証対象機器内における流入水の滞留時間を考慮し、処理水の採取時間帯を12:00～21:00（流入水の4時間後）とした。

#### a) 日間水質試験

[試験期間] 連続した13時間(8:00～21:00)

[採取期間] 連続した9時間(流入水は8:00～17:00、処理水は12:00～21:00)

[採取間隔] 1時間毎(10回)

[採取時刻] 毎正時

#### b) 排水基準対応試験

[試験期間] 10時間(9:30～19:30)

[採取期間] 試験開始時の流入水については、温泉排水を流入水タンクに貯留し、ほう素濃度500 mg/L前後に調製したものについて採取した。なお、ほう素濃度が500 mg/L前後より低い場合、源泉を加えて調製するものとした。

その後の処理水については、反応、固液分離操作の後に流入水タンクに戻された処理水を1時間毎に採取した。

[採取間隔] 7回（処理毎）

[採取時刻] 各処理開始時刻

### ③ 採取頻度

日間水質試験及び排水基準対応試験における試料の採取頻度は、以下の通りとした。

#### a) 日間水質試験

日間水質試験は以下の日程にて実施した。

日間水質試験①：平成18年11月6日（月）

日間水質試験②：平成18年11月12日（日）

#### b) 排水基準対応試験

排水基準対応試験は以下の日程にて実施した。

平成18年11月11日（土）

### ④ 試料の保存

採取した試料は、採取後冷媒の入ったクーラーボックスで保存し分析機関に移送した。

[試料保存用容器] 測定日毎に準備した。

[分取器具] 漏斗

[試料の調整・保存方法]

#### (i) 採取直後

試料は、冷媒の入ったクーラーボックスで冷却保存した。

#### (ii) 実証試験実施場所から分析機関までの移送の間

試料は、採取直後の状態で分析機関まで車両（自動車）により移送した。

#### (iii) 分析機関

搬入した試料は、分析作業が行われるまでの間、冷蔵庫にて保存した。

## 5.4 監視項目

### (1) 水質監視項目

実証機器への流入水及び処理水についての水質監視項目は、それぞれ以下に示すとおりである。

#### ① 流入水

- ・ pH、SS、ほう素、塩化物イオン、Na、電気伝導率
- ・ Mg、Ca、T-Hg
- ・ Cu、Pb

## ②処理水

- pH、SS、ほう素、塩化物イオン、Na、電気伝導率
- Mg、Ca、T-Hg
- Cu、Pb

上記水質監視項目の設定根拠を表5-2に示す。本実証対象技術では、pH調整を行った上で反応させること、凝集沈殿を行うことから、pH、SS等の水質基準の監視を実施した。

また、本温泉排水では、温泉の営業形態や利用者の多寡により、水質、特に源泉と比べた排水の希釈度合いが大幅に変化することが想定された。このことから、食塩分が非常に高い本温泉排水における希釈度合いの指標として、塩化物イオン、Na、電気伝導率の監視を実施した。なお、浴槽からの排水用の導管中にはMg、Ca由来のスケールが発生することが分かっており、本実証試験へ与える影響を監視するためにMg、Caを測定した。

表5-2 水質監視項目の設定根拠

項目	設定根拠
pH、SS	水質基準の監視
ほう素	処理対象物質の測定
塩化物イオン、Na、電気伝導率	源泉希釈状況の監視
Mg、Ca	スケール発生状況の監視
T-Hg、Cu、Pb	重金属類の監視

### (2) 流量の監視地点、監視方法と監視装置、監視スケジュール

流量については、pH中和槽放水口付近に瞬時流量計を設置して処理水量を測定した。方法としては、瞬時流量計において60分毎に流量計の値を読み取り、記録した。

### (3) 水質監視項目の監視地点、監視方法と監視装置、監視スケジュール

監視地点と監視スケジュールは後述する水質実証項目と同じである。但し、一部の監視項目については、以下の通り一部の試料に限定して監視するものとした。

- Mg、Ca、T-Hg

[監視対象とする試料の採取日]

平成18年11月6日、11月11日、11月12日

[監視対象とする試料の採水時刻]

流入水…9:00、13:00、17:00

処理水…13:00、17:00、21:00

- Cu、Pb

[監視対象とする試料の採取日]

平成18年11月6日、11月12日



[監視対象とする試料の採水時刻]

流入水…9:00

処理水…13:00

## 5.5 水質分析方法

### (1) 分析頻度

水質実証項目及び水質監視項目の分析頻度は日間水質試験、排水基準対応試験で採取した試料について分析を行った。

### (2) 分析方法及び分析スケジュール

分析項目	分析方法	分析スケジュール
pH	JIS K 0102 12.1 ガラス電極法	平成 18 年 11 月 6, 11, 12 日
SS	昭和46年環境庁告示第59号 付表8ろ過重量法	平成 19 年 1 月 11 日
ほう素	JIS K 0102 47.3 ICP発光分光分析法	平成 19 年 1 月 11 日
塩化物イオン	JIS K 0102 35.3 イオンクロマトグラフ法	平成 19 年 1 月 11 日
Na	JIS K 0102(1998) 48.2 フレーム原子吸光法	平成 19 年 1 月 12 日～15 日
電気伝導率	JIS K 0102 13	平成 18 年 11 月 6, 11, 12 日
Mg	JIS K 0102 51 ICP発光分光分析法	平成 19 年 1 月 11 日
Ca	JIS K 0102 50 ICP発光分光分析法	平成 19 年 1 月 11 日
T-Hg	昭和 46 年環告 59 号付表 1	平成 19 年 1 月 11 日
Cu	JIS K 0102 52.2 ICP 発光分光分析法	平成 19 年 1 月 10 日
Pb	JIS K 0102 54 ICP発光分光分析法	平成 19 年 1 月 15 日
ほう素 (溶出)	環告13号溶出後、JIS K 0102 47.3	平成 19 年 1 月 11 日

(3) 校正方法及び校正スケジュール

機器	校正方法	校正スケジュール
pHメーター	JCSS付標準溶液にて、ゼロ (pH7) ・ スパン (pH4or9) 校正	毎測定開始時
	計量法に係る検定・検査の実施	各部位毎に検定検査実施
DOメーター	亜硫酸ナトリウム溶液によるゼロ合わせ後、酸素飽和蒸留水にてスパン校正	毎測定開始時 (1日連続作業の場合、午前午後実施)
直示天秤	標準分銅による指示値確認	1回/6ヶ月
	機器指示値ゼロ合わせ	毎測定開始時
	その他	1回/年メーカー校正
ICP発光分光分析装置	測定開始時に装置備え付けの波長校正を実施	毎測定開始時
	標準原液から混合標準溶液を調製し濃度と応答値の関係から検量線を作成	毎測定開始時
	その他	1回/年メーカーメンテナンス実施
吸光光度計	JCSS付標準原液から混合標準溶液を調製し発色させ、その標準液の濃度と吸光度の関係から検量線を作成	毎測定開始時
	ベースラインの安定及び波長測定精度を確認	1回/月実施
	その他	1回/年メーカーメンテナンス実施
イオンクロマトグラフ	JCSS付標準原液から混合標準溶液を調製し濃度と応答値の関係から検量線を作成	毎測定開始時
	その他	1回/年メーカーメンテナンス実施

## 5.6 参考実証項目

### (1) 参考実証項目

参考実証項目	汚泥からのほう素溶出量
--------	-------------

### (2) 試料採取及び溶出液の調製

汚泥の試料採取及び溶出液の調製については、以下の要領で行った。

#### ① 試料採取方法

凝集沈殿槽より排出し、処分の都合から昭和48年環境庁告示第13号に則して脱水処理した汚泥について、1～2 kg程度を回収した。一部を乾燥させて含水率を測定した。

#### ② 汚泥の採取スケジュール

装置停止時にそれぞれ1回、計2回採取した。採取スケジュールは以下のとおり。

[第1回目] 平成18年11月6日(月) …日間水質試験①における発生汚泥

[第2回目] 平成18年11月12日(日) …日間水質試験②における発生汚泥

#### ③ 汚泥からの溶出試験

産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法(昭和48年環境庁告示第13号)に定める溶出試験の方法に従って実施した。検液についてpHとほう素濃度の測定を行った。

### (3) 分析頻度

参考実証項目の分析頻度は、採取した試料毎に行った。

### (4) 分析方法及び分析スケジュール

分析方法は水質実証項目と同じとした。分析スケジュールは試料が分析機関に到着した当日もしくは翌日に分析を開始した。

### (5) 校正方法及び校正スケジュール

校正方法と校正スケジュールは水質実証項目と同じである。

## 5.7 環境負荷実証項目

### (1) 環境負荷実証項目

環境負荷実証項目	廃棄物の種類と発生量
	騒音
	におい
	汚泥、廃棄物、においの処理等の容易さ等の質的評価

### (2) 廃棄物発生量の測定方法と測定装置、測定スケジュール

実証対象機器における廃棄物発生量の測定方法、測定スケジュールについては以下のとおりとした。

[方 法] 発生する廃棄物は、凝集沈殿したほう素含有汚泥がある。測定方法は発生汚泥の重量を計測することとした。

[測定頻度] 試験終了時に発生重量を記録した。

### (3) 騒音の測定方法、測定スケジュール

実証対象機器における騒音の測定方法、測定スケジュールについては以下のとおりとした。なお、後述の通り騒音、においについては諸事情により測定できなかったため、計画段階における内容を記載している。

[方 法] 測定はJISC1502 に定められた普通騒音計を用いて、昭和43年厚生・農林・通産・運輸省告示第1号及びJIS Z 8731 「環境騒音の表示・測定方法付属書2」に準拠して行う。測定は実証対象機器の設置場所から1m離れた地点の騒音レベルを測定することとした。測定時間は10分程度と定めた。当該試験場所では周辺環境（高速道路および温泉に出入りする車輛）の騒音があり、実証機器の騒音そのものを測定することはできないので実証機器のポンプの運転時と停止時を既存プラントの騒音を含めて測定比較することとした。

[測定頻度] 測定は試験期間中1回実施するものとし、日程は平成18年11月12日とした。

### (4) においの測定方法、測定スケジュール

実証対象機器におけるにおいの測定方法、測定スケジュールについては以下のとおりとした。なお、後述の通り騒音、においについては諸事情により測定できなかったため、計画段階における内容を記載している。

[方 法] 実証試験調査場所周辺（施設から1.5m程度離れた場所）で風下側に立ち、ゆっくりと移動をしながらにおいを嗅ぎ、においの比較的強いと感じられる地点（1～2地点程度）で地上から高さ約1.5mから内容量10Lのポリエ

ステル製バックにサンプラーを用い試料ガスを1分以内で採取する。試料ガスを採取後、臭気指数・臭気濃度・臭気強度・不快度・臭質の5項目について官能試験を行う。ただし、試料採取時には採取状況を把握するために気温・湿度・風向風速（屋外採取時・臭気強度・不快度・臭質も測定しておく。測定項目及び測定試験方法は以下の表に示すとおりである。当該試験場所では既存の温泉排水の臭いがあり、実証機器による臭いそのものを測定することはできないので実証機器と温泉排水による臭いを合わせて測定することとする。

測定項目	測定試験方法
臭気指数	平成7年環境庁告示63号
臭気濃度	三点比較式臭袋法
臭気強度	6段階臭気強度表示法
不快度	9段階快・不快度表示法
臭質	嗅覚による
風向・風速	中浅式風向風速計・方位磁石
気温・湿度	アスマン通風乾湿計

[測定頻度] 測定は試験期間中1回実施するものとし、日程は平成18年11月12日とした。

## 5.8 運転及び維持管理実証項目

### (1) 運転及び維持管理実証項目

運転及び維持管理項目	消費電力量
	水質所見
	実証機器の立ち上げに要する期間
	実証機器の停止に要する期間
	実証対象機器の信頼性
	トラブルからの復帰方法

### (2) 電力消費量の測定方法と測定装置、測定スケジュール

実証対象機器についての電気使用量は、施設の使用量を単独で測定する機器（電力計等）が現状では設置されていないため、以下の方法により求めた推計値とした。

[方 法] 機器の電力消費量に運転時間を積算し、試験期間中の電力使用量とする。

[測定頻度] 試験期間中連続測定

(3) 水質所見の測定方法と測定装置、測定スケジュール

水質調査時の観測を以下の方法により行った。

[方 法] 流入水及び処理水についての色相、外観、臭気は観察により、気温は携帯用デジタル温度計により、流入水及び処理水の水温、電気伝導率、透視度はそれぞれ携帯用電気伝導率計に付属している温度計、携帯用電気伝導率計、透視度計を用いて測定を行う。

[測定頻度] 採取試料全てについて測定

(4) 実証機器の立ち上げに要する期間

実証機器の設置と通水試験に要する時間を以下の方法により測定した。

[方 法] 実証機器を設置するためユニッククレーン付き4tトラックを使用しての搬入開始から、ポンプを稼働させて通水させ、漏れなどの異常が無くなり、使用可能な状態になるまでの時間を時計を用いて測定する。

- ・反応槽、凝集槽などで構成される基本装置部の搬入、据付
- ・試験のための付帯設備設置
- ・試験のための排水の導水

[測定頻度] 実証機器の設置時の平成18年11月4日（木）に測定した。

(5) 実証機器の停止に要する期間

実証機器の稼働終了時の停止に要する時間を以下の方法により測定した。

[方 法] 実証機器の停止は、流入水およびボロン-Cを反応槽に送水するポンプの電源をOFFにする操作に要した時間を停止に要する時間とし、時計を用いて測定した。

[測定頻度] 試験期間中に2回測定し、日程は以下のとおりとした。

[第1回目] 平成18年11月6日（月）

[第2回目] 平成18年11月12日（日）

## 6. 実証試験結果

本章では、実証試験の結果について示した。なお、日間水質試験①、②においては、流入水の装置内における滞留時間を考慮し、処理水のデータは採水された時刻の4時間前の流入水のデータに対応するものとして結果の解析を行った。

### 6.1 水質実証項目及び水質監視項目の試験結果

#### (1) ほう素

##### ① 日間水質試験①

日間水質試験①におけるほう素濃度およびほう素吸着量（実ほう素吸着量、予想ほう素吸着量、吸着性能）をそれぞれ図6-1、図6-2に示す。

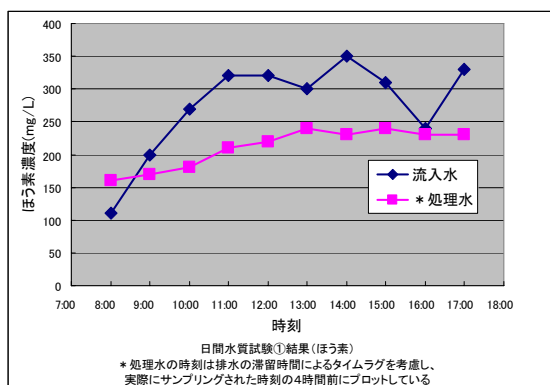


図6-1 日間水質試験①におけるほう素濃度

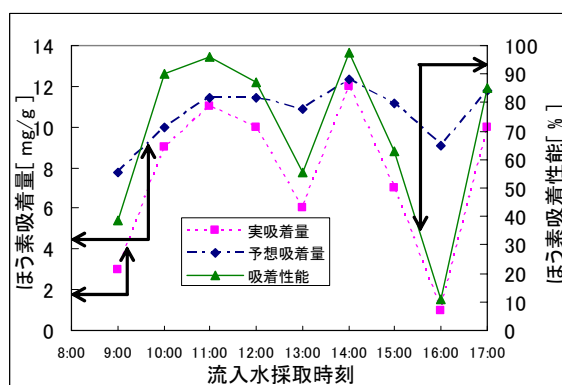


図6-2 日間水質試験①におけるほう素吸着量

日間水質試験①では流入水のほう素濃度は大きく変動した(110 mg/L~350 mg/L)。8:00、9:00のほう素濃度はそれぞれ110 mg/L、200 mg/Lと低い値であったが、10:00以降は16:00を除き、平均310 mg/L程度で推移した。

処理水のほう素濃度は160 mg/L~240 mg/Lであり、10:00以降は概ね200 mg/L~240 mg/L(平均220 mg/L)で推移した。8:00、9:00のデータについては、流入水のほう素濃度が処理水のほう素濃度よりも低い値であった。これは、装置内に前日に運転した時の処理水が残留したこと等が影響した可能性がある。

また、流入水のほう素濃度の変動の大きさに対して、処理水のほう素濃度は非常に変動が小さい。これは、本実証試験装置では、処理中の排水が滞留する槽が4基存在することから、濃度変動の影響が緩和されたものと考えられる。

従って、実ほう素吸着量は1.0~12.0 mg/gであり、予想ほう素吸着量と比較して11~97%のほう素吸着性能と、数値が大きく変動した(8:00のデータからは吸着量および吸着性能は算出不能であった)。しかしながら、8:00、9:00、16:00の値を特異値として除くと、実ほう素吸着量は平均で9.3 mg/g、ほう素吸着性能は平均で82%であった。

以上より、ボロン-C添加率1%w/vで排水処理を行った場合、本実証試験における温泉排水(ほう素濃度310 mg/L程度)に対しては、ボロン-Cは9.3 mg/gのほう素を吸着しており、予想ほう素吸着量と比較して概ね82%のほう素吸着性能であった。

## ② 日間水質試験②

日間水質試験②におけるほう素濃度およびほう素吸着量（実ほう素吸着量、予想ほう素吸着量、吸着性能）を図6-3、図6-4に示す。

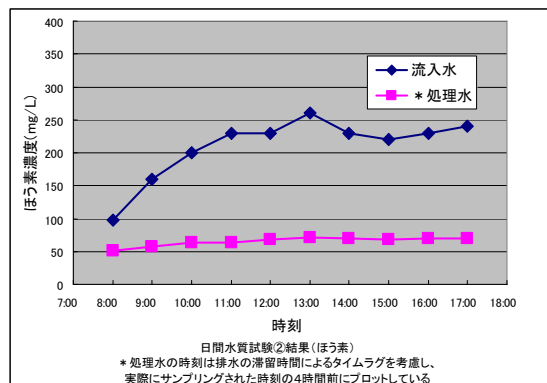


図6-3 日間水質試験②におけるほう素濃度

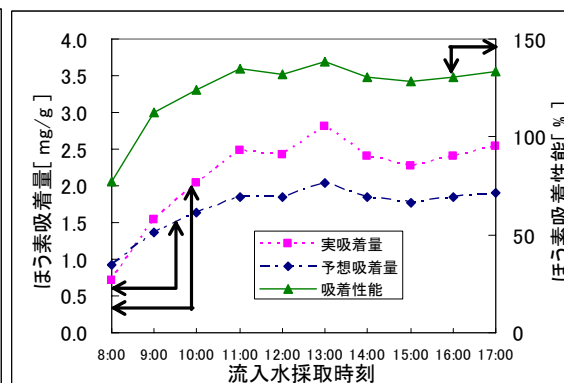


図6-4 日間水質試験②におけるほう素吸着量

日間水質試験②における流入水のほう素濃度は、8:00、9:00の濃度は日間水質試験①と同様に比較的低い値であったが、10:00以降は概ね200 mg/L～260 mg/L（平均230 mg/L）で推移した。

処理水のほう素濃度は51 mg/L～72 mg/Lであり、概ね65 mg/L程度であった。すなわち、流入水の8:00、9:00のほう素濃度が低い値にもかかわらず、処理水のほう素濃度は1日を通してほぼ一定であった。これは、本実証試験装置では、処理中の排水が滞留する槽が4基存在することから、濃度変動の影響が緩和されたものと考えられる。

実ほう素吸着量は0.7～2.8 mg/gであり、予想ほう素吸着量と比較して77～138%のほう素吸着性能であった。8:00、9:00の値を特異値として除くと、実ほう素吸着量は平均で2.4 mg/g、ほう素吸着性能は平均で131%であった。

以上より、ボロン - C添加率6.68%w/vで排水処理を行った場合、本実証試験における温泉排水（ほう素濃度230 mg/L程度）に対しては、ボロン - Cは2.4 mg/gのほう素を吸着しており、予想ほう素吸着量と比較して概ね131%のほう素吸着性能であった。

なお、2日間ともに、流入水のほう素濃度は8:00、9:00の段階では低い値であったが、後述のとおり塩化物イオン濃度、Na濃度、電気伝導率の値も、8:00、9:00では低かった。このことから、同時間帯には、浴室洗浄等により希釈度の高い温泉排水が流入水として採取されたと推測される。

## ③ 排水基準対応試験結果

排水基準対応試験における流入水・処理水のほう素濃度、ほう素除去率を図6-5に示す。



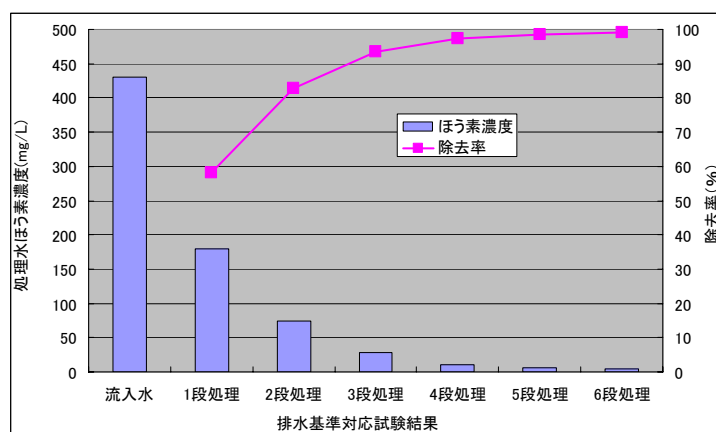


図6-5 排水基準対応試験におけるほう素濃度およびほう素除去率

4段処理後、5段処理後、6段処理後のほう素濃度は11 mg/L、6.6 mg/L、4.3 mg/Lであった。また、4段処理後、5段処理後、6段処理後のほう素除去率はそれぞれ97.4%、98.5%、99%であった。

以上より、流入水の430 mg/Lから5段処理を行うことによって、ほう素濃度を一律排水基準値未満の6.6 mg/Lまで低減した。

## (2) pH

日間水質試験①、②におけるpHの推移を図6-6、図6-7に示す。

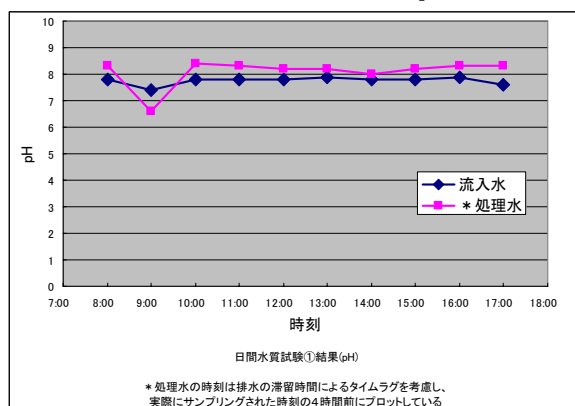


図6-6 日間水質試験①における pH 推移

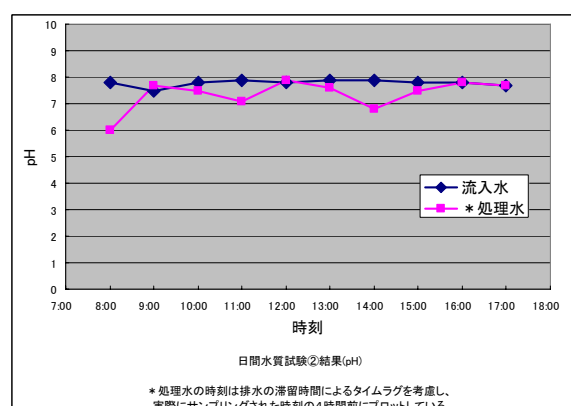


図6-7 日間水質試験②における pH 推移

流入水のpHは、日間水質試験①、②ともに概ね7.7~7.9で推移しており、ほぼ中性の排水であった。一方、処理水のpHは、日間水質試験①、②ともに概ね8.0であり、pH管理が適切に行われていたと言える。

次に、排水基準対応試験におけるpHの推移を表6-1に示す。流入水はほぼ中性であったが、処理水のpHは9.8~10.2とアルカリ性を示した。

表 6 - 1 排水基準対応試験におけるpHの推移

採水時刻	採取対象	pH(水温℃)
9:30	流入水	7.2(14)
12:15	処理水 (1 段処理後)	9.8(15)
13.25	処理水 (2 段処理後)	9.8(15)
15:30	処理水 (3 段処理後)	9.8(15)
17:10	処理水 (4 段処理後)	10.0(15)
18:40	処理水 (5 段処理後)	10.0(15)
19:30	処理水 (6 段処理後)	10.2(15)

(3) SS

日間水質試験①、②におけるSS濃度をそれぞれ図6-8、図6-9に示す。

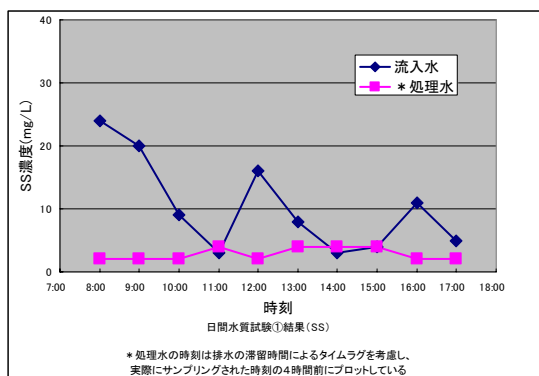


図6-8 日間水質試験①におけるSS濃度

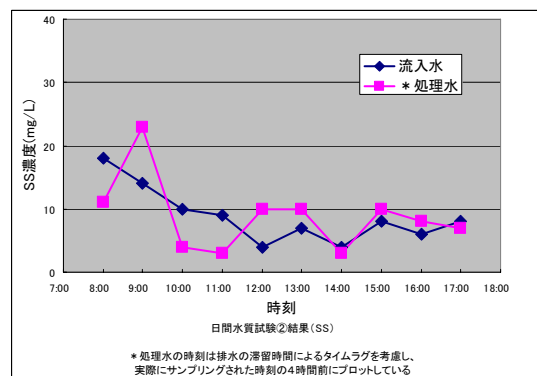


図6-9 日間水質試験②におけるSS濃度

日間水質試験①では、流入水SS濃度は3 mg/L～24 mg/Lの間で変動したが、処理水のSS濃度は2 mg/L～4 mg/Lと大きく低下した。

日間水質試験②では、流入水SS濃度は4 mg/L～18 mg/Lの間で変動し、8:00の18 mg/Lから徐々に減少し、12:00以降は6 mg/L付近でほぼ一定であった。一方、処理水のSS濃度は3 mg/L～23 mg/Lの間で大きく変動し、流入水の値と比較してあまり変化が見られなかった。

なお、処理水中のSS分はボロン-Cに由来するものであり、流入水中のSSとは別成分であると考えられる。

排水基準対応試験におけるSS濃度を表6-2に示す。

表6-2 排水基準対応試験におけるSS濃度

採取対象	SS濃度 [ mg/L ]
流入水	24
処理水 (1段処理後)	29
処理水 (2段処理後)	21
処理水 (3段処理後)	4
処理水 (4段処理後)	170
処理水 (5段処理後)	77
処理水 (6段処理後)	64

2段階処理まではほぼ一定であったSS濃度が、3段階処理において急激に減少後、4段階処理において急激に上昇し、5段階処理、6段階処理においても流入水の倍以上のSS濃度であった。これは、本試験ではろ過袋を用いて汚泥の脱水（固液分離）を行っていることから、ろ過袋の網目から固体分が分離液中に混入したことが影響した可能性がある。

#### (4) 塩化物イオン

日間水質試験①、②における塩化物イオン濃度をそれぞれ図6-10、図6-11に示す。

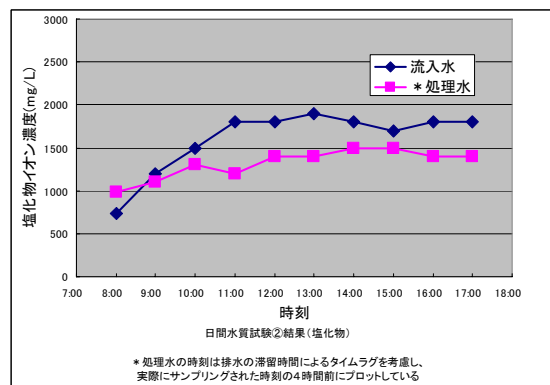
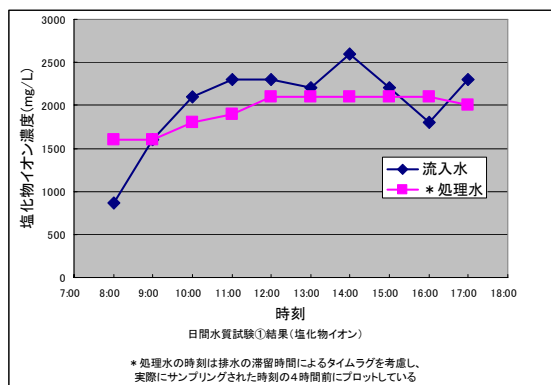


図6-10 日間水質試験①における塩化物イオン濃度 図6-11 日間水質試験②における塩化物イオン濃度

流入水の塩化物イオン濃度は、日間水質試験①では8:00の860 mg/Lから徐々に上昇し、11:00以降は2,300 mg/L付近で推移した。日間水質試験②では8:00の730 mg/Lから徐々に上昇し、11:00以降は1,800 mg/L付近で推移した。

処理水の塩化物イオン濃度は、日間水質試験①では8:00の1,600 mg/Lから徐々に上昇し、12:00以降は2,100 mg/L付近で推移した。日間水質試験②では8:00の980 mg/Lから徐々に上昇し、12:00以降は1,400 mg/L付近で推移した。

以上より、処理水の塩化物イオン濃度は、流入水の塩化物イオン濃度より多少低下することが分かった。

排水基準対応試験における塩化物イオン濃度を表6-3に示す。

表6-3 排水基準対応試験における塩化物イオン濃度

採取対象	塩化物イオン濃度 [ mg/L ]
流入水	3,300
処理水 (1段処理後)	2,900
処理水 (2段処理後)	2,800
処理水 (3段処理後)	2,300
処理水 (4段処理後)	2,200
処理水 (5段処理後)	2,100
処理水 (6段処理後)	1,900

処理が進むにつれて、塩化物イオン濃度は漸減していることがわかった。

(5) Na

日間水質試験①、②におけるNa濃度をそれぞれ図6-12、13に示す。

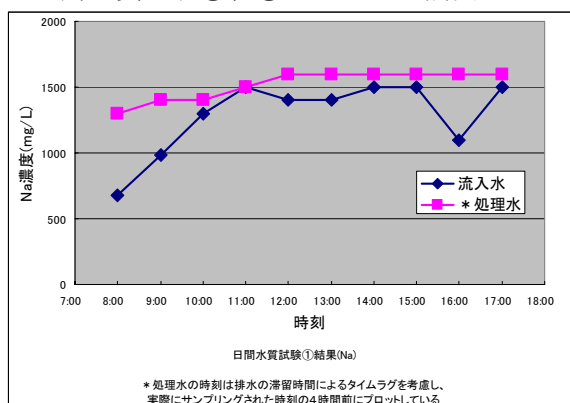


図6-12 日間水質試験①におけるNa濃度

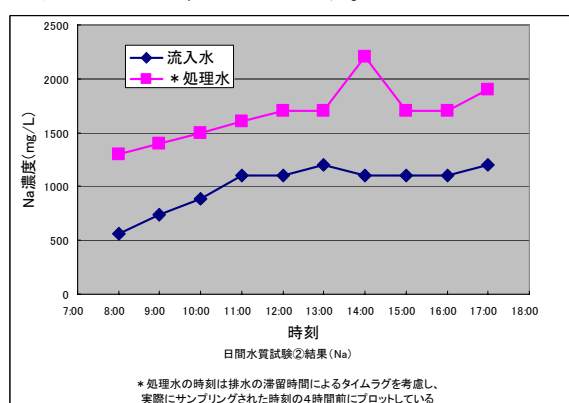


図6-13 日間水質試験②におけるNa濃度

流入水のNaの濃度については、日間水質試験①では8:00の段階で680 mg/Lであったが、そこから徐々に上昇し、11:00以降は1,400 mg/L付近で推移した。日間水質試験②では8:00の560 mg/Lから徐々に上昇し、11:00以降は1,100 mg/L付近で推移した。

処理水のNaの濃度については、日間水質試験①では8:00の段階で1,300 mg/Lであったが、そこから徐々に上昇し、12:00以降は1,600 mg/L付近で推移した。日間水質試験②では1,300 mg/L～2,200 mg/Lであり、8:00の1,300 mg/Lから徐々に上昇し、12:00以降は1,700 mg/L付近でほぼ一定であった。

排水基準対応試験結果を表6-4に示す。

表6-4 排水基準対応試験におけるNa濃度

採取対象	Na濃度 [ mg/L ]
流入水	2,000
処理水 (1段処理後)	2,900
処理水 (2段処理後)	3,700
処理水 (3段処理後)	4,200
処理水 (4段処理後)	4,700
処理水 (5段処理後)	5,400
処理水 (6段処理後)	5,700

処理が進むに伴い、Naの濃度が上昇していく傾向が見られた。

## (6) 電気伝導率

日間水質試験①、②における電気伝導率の値をそれぞれ図6-14、15に示す。

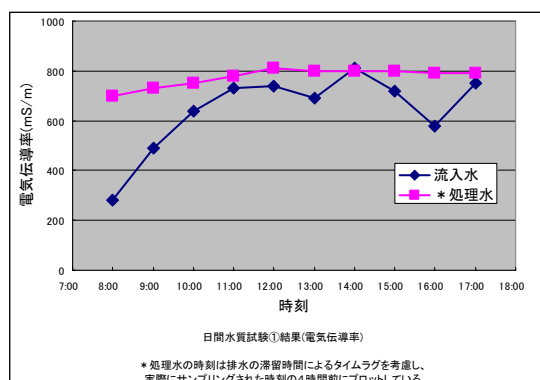


図6-14 日間水質試験①における電気伝導率

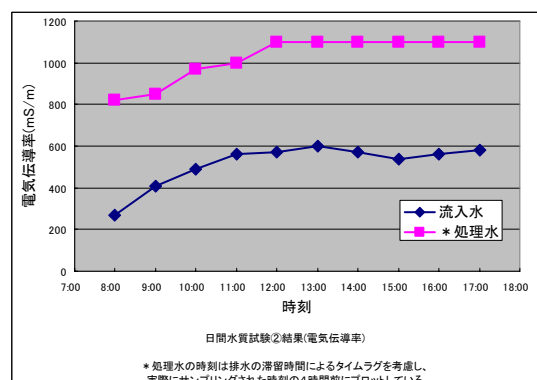


図6-15 日間水質試験②における電気伝導率

流入水の電気伝導率は、日間水質試験①では8:00の280 mS/mから徐々に上昇し、11:00以降は600~800 mS/mの間で推移した。日間水質試験②では8:00の280 mS/mから徐々に上昇し、11:00以降は600 mS/m程度で推移した。

処理水の電気伝導率は、日間水質試験①では8:00の1,300 mS/mから緩やかに上昇し、12:00以降は1,600 mS/mでほぼ一定であった。日間水質試験②では8:00の800 mS/mから徐々に上昇し、12:00以降は1,100 mS/mでほぼ一定であった。

排水基準対応試験結果を表6-5に示す。

表6-5 排水基準対応試験における電気伝導率

採取対象	電気伝導率 [ mS/m ]
流入水	980
処理水 (1段処理後)	1,400
処理水 (2段処理後)	1,700
処理水 (3段処理後)	3,300
処理水 (4段処理後)	3,800
処理水 (5段処理後)	4,300
処理水 (6段処理後)	4,600

処理が進むにつれて、電気伝導率が上昇していく傾向が見られた。

(7) Mg

日間水質試験①、②、排水処理試験におけるMg濃度を表6-6に示す。処理が進むにつれて、Mgの濃度が上昇していく傾向が見られた。

表6-6 日間水質試験①、②、排水処理試験におけるMg濃度

試験種類	流入水採水時刻	Mg 濃度	処理水採水時刻	Mg 濃度
日間水質試験① 11/6	9:00	37 mg/L	13:00	160 mg/L
	13:00	50 mg/L	17:00	150 mg/L
	17:00	56 mg/L	21:00	130 mg/L
排水基準対応試験	9:30	73 mg/L	19:30	5,660 mg/L
日間水質試験② 11/12	9:00	36 mg/L	13:00	460 mg/L
	13:00	48 mg/L	17:00	700 mg/L
	17:00	45 mg/L	21:00	720 mg/L

(8) Ca

日間水質試験①、②、排水処理試験におけるCa濃度を表6-7に示す。処理が進むにつれて、Caの濃度が上昇していく傾向が見られた。

表6-7 日間水質試験①、②、排水処理試験におけるCa濃度

試験種類	流入水採水時刻	Ca 濃度	処理水採水時刻	Ca 濃度
日間水質試験① 11/6	9:00	50 mg/L	13:00	340 mg/L
	13:00	63 mg/L	17:00	300 mg/L
	17:00	72 mg/L	21:00	360 mg/L
排水基準対応試験	9:30	90 mg/L	19:30	470 mg/L
日間水質試験② 11/12	9:00	50 mg/L	13:05	850 mg/L
	13:00	61 mg/L	17:05	780 mg/L
	17:00	61 mg/L	21:20	740 mg/L

(9) T-Hg

日間水質試験①、②、排水処理試験におけるT-Hg濃度を表6-8に示す。流入水、処理水ともに、水銀分は概ね検出限界未満の濃度であった。

表6-8 日間水質試験①、②、排水処理試験におけるT-Hg濃度

試験種類	流入水採水時刻	T-Hg 濃度	処理水採水時刻	T-Hg 濃度
日間水質試験① 11/6	9:00	ND	13:00	ND
	13:00	ND	17:00	ND
	17:00	ND	21:00	ND
排水基準対応試験	9:30	0.0008mg/L	19:30	ND
日間水質試験② 11/12	9:00	ND	13:05	ND
	13:00	ND	17:05	ND
	17:00	ND	21:20	ND

(10) Cu

日間水質試験①、②におけるCu濃度を表6-9に示す。流入水、処理水ともに、銅分は概ね検出限界未満の濃度であった。

表6-9 日間水質試験①、②におけるCu濃度

試験種類	流入水採水時刻	Cu 濃度	処理水採水時刻	Cu 濃度
日間水質試験① 11/6	9:00	ND	12:00	ND
日間水質試験② 11/12	9:00	ND	12:05	ND

(11) Pb

日間水質試験①、②におけるPb濃度を表6-10に示す。流入水、処理水ともに、鉛分は概ね検出限界未満の濃度であった。

表6-10 日間水質試験①、②におけるPb濃度

試験種類	流入水採水時刻	Pb 濃度	処理水採水時刻	Pb 濃度
日間水質試験① 11/6	9:00	ND	12:00	ND
日間水質試験② 11/12	9:00	ND	12:05	ND



## 6.2 参考実証項目の試験結果

日間水質試験①、②で発生した汚泥を、ろ過袋にて重力脱水を行った後、手作業による圧搾を行い脱水した。こうして得られた汚泥について、環境庁告示第13号溶出試験を行った。その結果を表6-11に示す。

表6-11 汚泥からのほう素溶出試験の結果

試料採取日	試験種類	含水率	pH	溶出ほう素濃度
11月6日	日間水質試験①	79.3%	9.5(19℃)	43 mg/L
11月12日	日間水質試験②	80.7%	9.3(19℃)	15 mg/L

日間水質試験①における汚泥は、溶出ほう素濃度が43 mg/Lであった。日間水質試験②における汚泥は、溶出ほう素濃度が15 mg/Lであった。なお、日間水質試験①、②における処理水平均ほう素濃度は、それぞれ216.7 mg/L、65.2 mg/Lであり、汚泥中に含まれる処理水分(高濃度のほう素を含有)が、溶出濃度に影響を与えた可能性がある。

## 6.3 環境負荷実証項目の試験結果

### (1) 廃棄物の種類と発生量

実証試験(11月6日、11日、12日に実施)において凝集沈殿により発生した汚泥を、それぞれ凝集沈殿槽下部より抜き取り、ろ過袋にて重力脱水後、単一の大型フレキシブルコンテナバッグに投入し、屋外に静置した。その後、11月14日に消石灰20kgを水分調整剤として混合した。その際の汚泥発生量は表6-12の通りであった。

表6-12 廃棄物の種類および発生量

項目	発生量	処理した水量
汚泥	総量 680 kg (推定含水率 80%)	6.9 m <sup>3</sup>

なお、含水率については、ボロン-Cおよび消石灰の消費量から環境技術開発者が推計した値である。また、処理した水量の内訳は、日間水質試験①、②(11月6日、11月12日の2日間)における流入水量3.25 m<sup>3</sup>×2日、および排水基準対応試験における流入水量0.4 m<sup>3</sup>である。

### (2) 騒音

本試験では諸般の事情(試験期間および回数の減少、悪天候等)により、分析機関による測定は実施できなかった。しかしながら、装置運転に伴い発生する音は、ポンプおよび攪拌モーターの動作音であり、試験実施中、騒音はほとんど発生しなかった。

(3) におい

本試験では諸般の事情（試験期間および回数の減少、悪天候等）により、分析機関による測定は実施できなかった。しかしながら、装置運転に用いる薬剤は無臭であるとともに、処理水中和に用いる希硫酸は極めて微量である。従って、水質所見にもあるとおり、試験実施中の臭いの発生はほとんどみられなかった。

#### 6.4 運転及び維持管理実証項目の試験結果

(1) 電力消費量の測定方法と測定装置、測定スケジュール

実証対象機器についての電気使用量は、施設の使用量を単独で測定する機器（電力計等）が設置されていないため、表4-4 消耗品及び電力消費量より、以下の方法によって求めた推計値とした。

$$\begin{aligned} \text{電力消費量} &= \text{運転時間（日）} \times \text{機器設備電力消費量} \\ 9.9 \text{ kWh} &= (13[\text{時間}] \times 2[\text{試験}] + 10\text{時間} \times 1[\text{試験}]) / 24[\text{時間/日}] \times 6.6[\text{kWh/日}] \end{aligned}$$

（運転時間は、各試験における採水開始時間から採水終了時間までと設定した。）

(2) 水質所見

水質所見は、全サンプルについて概ね以下の通りであり、定性的にも浄化効果が確認された。

項目	流入水	処理水
色相	茶色	無色
外観	微濁	透明
臭気	微硫黄臭	微硫黄臭

(3) 実証機器の立ち上げに要する期間

実証機器の設置と通水試験に要する時間を以下の方法により測定する。

[方 法] 実証機器を設置するためユニッククレーン付き4 tトラックを使用し、搬入開始から、ポンプを稼働させて通水させ、漏れなどの異常が無くなり、使用可能な状態になるまでの時間を測定した。

[測定日時] 実証機器の設置の時の平成18年11月4日（木）に測定した。

[測定結果]

- ・反応槽、凝集槽などで構成される基本装置部の搬入、据付は、9時から開始し、10時前に終了した。続いて、配管接続や装置の微調整を行い11時頃に作業が終了した。

#### (4) 実証機器の停止に要する期間

実証機器を、日々の稼働終了時に停止させる際に要する時間は以下のとおりであった。

- ・ポンプおよび攪拌機の電源を落とすのに5分程度。
- ・汚泥の抜き取りによる凝集沈殿槽清掃に1時間程度。

#### (5) 実証対象機器の信頼性

本装置は屋内設置用であったため、装置上部が開放系であり、かつポンプ、攪拌機モーター等の電気機器が保護されておらず、屋外設置に対応した形態ではなかった。しかし、試験では設置の都合上、屋外に設置したことに伴い、試験中に以下の不具合が発生した。

- ① 屋外からの混入物による配管閉塞
- ② 機器浸水による漏電

また、凝集沈殿槽の形や汚泥の性質から、汚泥分離、処理にあたって以下の問題が発生した。

- ③ 汚泥の抜き取りにあたって、凝集沈殿槽底部からの処理水の抜け出し

#### (6) トラブルからの復帰方法

上記①～③の不具合に対して、それぞれ下記のような対処を行った。

- ① 水位変化により異常箇所を特定、送水を停めてポンプを分解、異物を除去。
- ② 故障機器の交換。
- ③ 処理水抜け出し分をフィルターバックに流し込みバケツ上に静置、下に貯まった水を中和槽へ投入。

## 7. データの品質管理

本実証試験を実施するにあたりデータの品質管理は、以下のように実施された。

### (1) データ品質指標

本水質実証項目の分析においては、JIS等公定法に基づいて作成した標準作業手順書の遵守の他、以下に示すデータ管理・検証による精度管理を実施した。

水質実証項目	精度管理方法
ほう素	全測定試料の10%程度に対し、二重測定を実施

その結果、それぞれの測定値の差は5.7%以内であった。以上より、データ品質は適切に確保されていることが確認された。

## 8. 付録

### 8.1 現場写真

#### <設置、準備>

4トントラックからの積卸開始



装置一式の設置状況



#### <試験>

側溝からの温泉排水採取



ボロン - C反応状況



凝集沈殿槽での上澄水越流状況



ろ過袋への汚泥抜き出し作業



ろ過袋による重力脱水



重力脱水後の汚泥



採水作業準備



流入水の採水



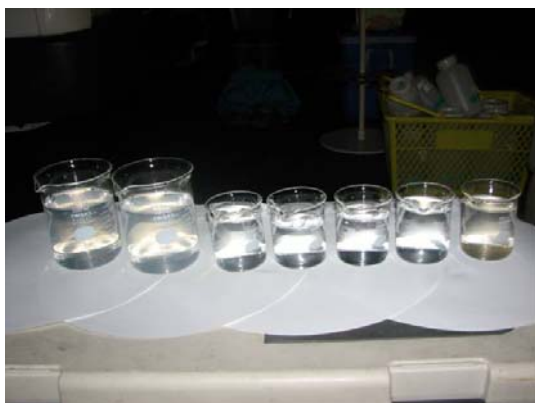
処理水の採水



処理水の透視度確認



採取した処理水



装置撤去後の現場

