

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:日本板硝子株式会社

技術・製品の名称:重金属吸着剤「アドセラ」

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 秋田支店	藤原 政
	(連携機関) 新日本環境調査株式会社	新井 葉子
環境技術開発者	日本板硝子株式会社	高橋 康史 水野 孝美
実証試験実施場所の管理者	新玉川温泉 玉川リゾート開発株式会社	畠山 米一 長岡谷 修平
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	5
3.4 実証対象機器の配置	5
4. 実証対象技術の概要	7
4.1 実証対象技術の原理及びシステムの構成	7
4.2 実証対象機器の仕様及び運転条件	7
4.3 主な消耗品、電力等消費量	9
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	9
4.5 汚泥及び廃棄物発生量とその取扱い	9
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	9
4.7 騒音・におい対策と建屋の必要性	9
5. 実証試験の方法と実施状況	10
5.1 試験期間	10
5.2 実証対象機器の立ち上げ	10
5.3 水質実証項目	10
5.4 監視項目	12
5.5 水質分析方法	13
5.6 参考実証項目	15
5.7 環境負荷実証項目	15
5.8 運転及び維持管理項目	17
6. 実証試験結果	19
6.1 水質実証項目及び水質監視項目の試験結果	19
6.2 参考実証項目の試験結果	31
6.3 環境負荷実証項目の試験結果	32
6.4 運転及び維持管理項目の試験結果	33
7. データの品質管理	35
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	重金属吸着剤「アドセラ」／日本板硝子株式会社
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11日中の4日間
本技術の目的	高濃度のふっ素を含み処理が困難な温泉排水を、吸着技術で一定割合以上除去すること。

1. 実証対象技術の概要

<p>フローシート</p>	<p>原理</p> <p>本技術は、吸着剤を用いて排水中のふっ素を吸着除去する技術である。吸着剤中の希土類化合物と対象とする吸着質の反応で吸着、固定化される。吸着剤は、希土類化合物と珪藻土を混合し成形された粒子であり、珪藻土の親水性を利用して吸着剤へ吸着質を吸い込み、希土類化合物と反応することで固定化される。</p>
---------------	---

2. 実証試験の概要

○ 実証試験実施場所の概要

項目	内容
温泉名	新玉川温泉
泉質	酸性・含二酸化炭素・鉄(Ⅱ)-アルミニウム-塩化物温泉
源泉	湧出地 pH1.05、温度:98℃ ふっ素イオン:95.7 mg/kg、アルミニウムイオン:297.0mg/kg、メタケイ酸:386.0mg/kg
排水の性質	pH3.1、温度:45℃、ふっ素:44 mg/L、ほう素:27.9 mg/L、塩化物イオン:1,934 mg/L
排水量	1,080m ³ /日(そのうち、4.8 m ³ /日または2.4 m ³ /日を取分処理)

○ 実証対象機器の仕様および実験条件

施設概要	名称	重金属吸着剤「アドセラ」	
	サイズ(mm)	W:6,800 D:2,100 H:2,500	
	重量(kg)	7,000	
設計条件	対象	温泉排水等	
	排水量	試験①	0.6 m ³ /hr(空間速度 ^{※1} 1)
		試験②	0.3 m ³ /hr(空間速度 ^{※1} 0.5)
設計計算	アドセラ充填量 ^{※2}	600 kg(ふっ素吸着量:0.5 mg/g-吸着剤)	
	砂(フィルター用)充填量	230 L	
	排水量	試験①	0.6 m ³ /hr × 8 hr × 2日 = 9.6 m ³
		試験②	0.3 m ³ /hr × 8 hr × 2日 = 4.8 m ³
	ふっ素吸着量 ^{※3}	試験①	13.2 g/hr × 8 hr × 2日 = 211.2 g
		試験②	6.6 g/hr × 8 hr × 2日 = 105.6 g
主要機器	吸着塔3基、フィルター塔2基、濾過水タンク、ポンプ		

※1: 水処理の速度指標で、1時間に処理する水の体積を、装置の体積で割った値[1/hr]

※2: 本実証試験では実証対象排水の特異性に鑑み、2日間の試験後、アドセラを交換する。

※3: 排水中ふっ素濃度を44 mg/L、ふっ素除去率50%と仮定して算出

○ 処理目標

流入水に対して、ふっ素除去率50%以上の性能を発揮することを目標とする。

○ 試験日程

日付	11/4	11/5	11/6	11/7	11/8	11/9	11/10	11/11
実施事項	装置搬入、設置	試験準備	試験①		吸着剤交換	試験②		装置撤去

○ 実証試験実施状況



図 装置設置状況



図 流入水取水口および採水作業の状況

3. 実証試験結果

○ 水質実証項目及び水質目標

実験開始後、数時間はふっ素濃度の低減が見られたが、時間の経過に伴いふっ素濃度は上昇し、一定時間以降は、ほぼ流入水と同様の濃度で推移した。以上より、実験開始当初は除去率80%以上の高いふっ素吸着性能が得られたが、設計条件よりも吸着破過が早期に訪れた。原因としては、Al、Si等による吸着剤表面の被覆や、中和処理時に溶存した炭酸ガスによる吸着剤と処理水との接触障害、pHの局所的変化による吸着阻害ないしはスケール発生等が考えられる。(Al、Siの濃度変化は水質監視項目の結果参照。また環境技術開発者より、污泥中に含まれるアルミ、シリカの重量増加や、試験実施時における吸着塔の内部圧上昇が報告されている。)

試験種類	項目	目標	流入水(mg/L)	処理水(mg/L)	除去率 (%)
試験①	ふっ素除去率	50%以上	46~52	17~48	0~63
試験②	ふっ素除去率	50%以上	48~51	2.3~49	0~95

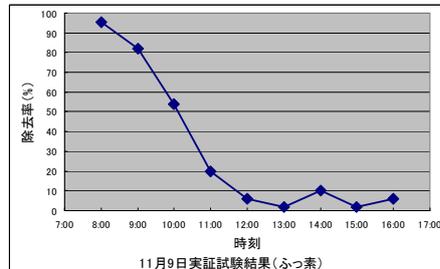
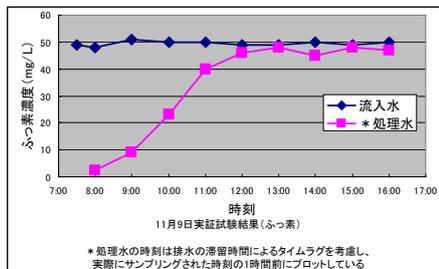


図 ふっ素濃度変化一例(11月9日) 図 ふっ素除去率変化一例(11月9日)

○ 水質監視項目

- ・pH 流入水:3.0~4.1、処理水:3.9~4.3
- ・SS 流入水:77~220mg/Lの間で大きく変動
処理水:試験開始時以外はほぼ検出限界未満で推移
(吸着剤中に含まれる粉が試験開始時にSSとして発生)
- ・塩化物イオン 流入水、処理水ともに2,100~2,700mg/L、処理による影響なし
- ・硫酸イオン 流入水:900mg/L付近
処理水:試験開始時は高濃度となるが(最大31,000mg/L、吸着剤を担持する石膏分が排水内に溶出するため)、その後900mg/L付近で推移
- ・T-As 流入水:1.0~1.6mg/L
処理水:検出限界未満で推移、安定的な除去性能が発揮されている。
- ・T-Al 流入水:160~190mg/L
処理水:試験開始時は①の場合86mg/L、②の場合57mg/L、その後濃度は徐々に上昇し、流入水と同程度で推移

- T-Fe 流入水:65~90mg/L 程度
処理水:試験開始時は低濃度となるが(最小 0.07mg)、その後濃度上昇
- T-Mn 流入水:1.6~1.8mg/L
処理水:試験開始時は ①で 19mg/L、②で 42 mg/L、その後濃度は低下し、流入水と同程度で推移
- D-Si 流入水、処理水ともにほぼ 80~90mg/L の範囲で推移

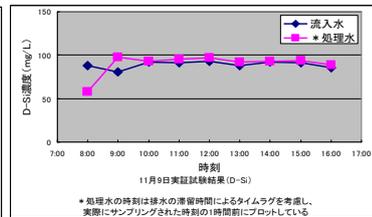
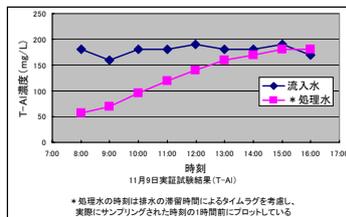
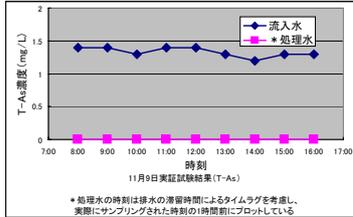


図 監視項目試験結果一例(左から T-As, T-Al, D-Si, 11月9日)

○参考実証項目

試験①、試験②それぞれについて、2日間の試験終了後、吸着塔から使用済み吸着剤を採取し、環境庁告示第 13 号溶出試験を行った。その結果、溶出ふっ素濃度は試験①で発生した使用済み吸着剤試料については 2.8 mg/L、試験②で発生した使用済み吸着剤試料については 2.6 mg/L であった。

試料採取日	試験種類	含水率(%)	pH	溶出ふっ素濃度(mg/L)
11月8日	試験①	34.3	4.4	2.8
11月10日	試験②	38.3	4.4	2.6

○環境負荷実証項目

4日間の実験における廃棄物発生量は下記の通りであった。なお、砂の目詰まりや固結は見られなかったため、砂については継続使用が可能な状態であった。また、騒音、においについては下記のとおり、ほとんど発生していないことが確認された。

項目	結果
廃棄物発生量	汚泥 1.920 kg(試験①、試験②で発生した使用済み吸着剤が各 960 kg。) フィルター18本(入口側12本、出口側6本)、砂 230 L (1回分) ※処理水量 14.4 m ³ (試験①4.8 m ³ ×2日間、試験②2.4 m ³ ×2日間)
騒音	装置稼動時:50 dB 装置停止時:45 dB
におい	臭気濃度、臭気指数:共に10以下 臭気強度、快・不快度:共にゼロ 臭質:無臭

○定性的所見

項目	所見													
試験期間中の消費電力量	118.4 kWh(定格電力と運転時間からの推計値)													
水質所見	4日間の試験における流入水、処理水の所見は、総合すると概ね以下の通りであった。													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>流入水</th> <th>処理水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>色相</td> <td>淡褐色</td> <td>無色</td> </tr> <tr> <td>外観</td> <td>濁</td> <td>透明</td> </tr> <tr> <td>臭気</td> <td>金気臭</td> <td>無し</td> </tr> </tbody> </table>		流入水	処理水	色相	淡褐色	無色	外観	濁	透明	臭気	金気臭	無し
		流入水	処理水											
	色相	淡褐色	無色											
外観	濁	透明												
臭気	金気臭	無し												
立ち上げに要する時間	機器類(吸着塔、タンク)の設置および配管:1時間程度 通水試験:7時間程度													
終了に要する時間	停止操作はドレインの開閉操作と排水口の蓋の開閉操作のみ。 電源 OFF 後、約 30 分で作業は終了。													
実証対象機器の信頼性	特に問題なく運転が行われた。													
試験中に発生した事態への対処方法	中和処理時に溶存した炭酸ガスにより吸着塔内部の空気圧が頻繁に上昇したため、30分に1回程度ガス抜きを行った。													

(参考情報)

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

○製品データ

項目		環境技術開発者 記入欄			
名称		中型水処理装置、重金属吸着剤「アドセラ」			
型式					
製造(販売)企業名		日本板硝子株式会社			
連絡先	TEL/FAX	TEL(03)5443-9512 / FAX(03)5443-9567			
	Web アドレス	http://www.nsg.co.jp			
	E-mail	KojiTakahashi@mail.nsg.co.jp			
サイズ・重量		W*D*H=6,800*2,100*2,500 重量=2,500kg			
前処理、後処理の必要性		水質に応じて要 pH 調整(3-8)。			
付帯設備		なし 具体的に			
実証対象機器寿命		10年			
立ち上げ期間		1日(作業要員数により変動)			
コスト概算 【試算条件】 月間稼働日数:30日 稼働時間:24時間/日 月間処理水量 :2,880 m ³ (4 m ³ /h) 流入水質(ふっ素濃度) :15 ppm 処理水質(ふっ素濃度) :8 ppm ふっ素飽和吸着量 :9 mg/g-吸着剤		費目		数量	計
		イニシャルコスト			12,056,500
		中型水処理装置一式*		1 式	10,000,000
		吸着剤		600 kg	2,056,500
		砂ろ過材		230 L	
		フィルター		18 本	
		設置費用(目安)		1 回	
		ランニングコスト(月間)			5,857,280
		電気代		2,664 kw	5,857,280
		吸着剤		2,300 kg	
		フィルター		18 本	
		吸着剤廃棄費用		2,300 kg	
吸着剤交換費用		3 回			
メンテナンス契約		(年間契約)			
処理水量 1m ³ あたり			2,033		

※本実証試験にて使用した装置一式と同一の機器構成(吸着塔3基、フィルター塔2基、逆洗用ろ過水槽、ポンプ)を想定

○その他メーカーからの情報

○吸着剤の持続期間について

本実証試験では、処理対象水の特異性から、2日間の試験(通水時間:16時間)終了後にアドセラを交換しています。通常の使用条件であるふっ素濃度 15 mg/L 程度の排水処理においては、1ヶ月程度持続します。

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するものである。

（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"> ・実証モデル事業の全プロセスの運営管理 ・品質管理システムの構築 ・実証試験の実施 ・実証試験データ及び情報の管理 ・実証試験結果報告書のデータベース登録 	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"> ・実証試験対象技術の公募・選定 ・技術実証委員会の設置と運営 ・実証試験計画の策定 ・実証試験結果報告書の作成 	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 秋田支店	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験（採水・分析）の実施 	藤原 政
	〔連携機関〕 新日本環境調査株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験（分析）の実施 	新井 葉子
環境技術 開発者	日本板硝子株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・実証対象機器の準備と運転マニュアル等の提供 ・実証対象機器の運転、維持管理 ・実証対象機器の運搬、設置、撤去 ・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 	高橋 康史 水野 孝美
実証試験 実施場所 の管理者	新玉川温泉 玉川リゾート開発 株式会社	<ul style="list-style-type: none"> ・実証試験実施場所の情報の提供 ・実証試験の実施に協力 ・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 	畠山 米一 長岡谷 修平

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等は、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、管理者等

項目	内容
名称	新玉川温泉
所在地	秋田県仙北市田沢湖玉川字渋黒沢
管理者	取締役副支配人 畠山 米一 総務部 管理主任 長岡谷 修平

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	酸性・含二酸化炭素・鉄(Ⅱ)-アルミニウム-塩化物温泉
源泉温度	98℃
湧出形態	自然湧出
ふっ素濃度	表3-3のとおり(源泉)
排水量	1,080 m ³ /日

次に、玉川温泉の源泉分析表を表3-3に示す(新玉川温泉は、玉川温泉の源泉を採取、運送の上で利用している)。源泉はきわめて強い酸性であり、かつ陽イオンとしてアルミニウム、鉄、カルシウムを特に多量に含有していると同時に、遊離成分としてメタケイ酸を多量に含有している。

既往の文献に掲載されている、日本の温泉における平均的組成に関するデータと、玉川温泉分析データとの比較を表3-4に示す。この表より、全国の平均的な温泉と比べて、玉川温泉の源泉にはアルミニウム、鉄、シリカ分が極めて多量に含まれており、温泉として特異な性質を持っていることが分かる。

表 3-3 玉川温泉源泉分析表

pH値	湧出地；pH1.05 (試験室；pH1.11)		
成分・分量 (1 kg 中)	陽イオン	水素イオン	89.5 mg
		リチウムイオン	<0.1 mg
		ナトリウムイオン	78.0 mg
		カリウムイオン	38.8 mg
		アンモニウムイオン	0.2 mg
		マグネシウムイオン	62.1 mg
		カルシウムイオン	190.4 mg
		ストロンチウムイオン	0.3 mg
		バリウムイオン	<0.1 mg
		アルミニウムイオン	297.0 mg
		マンガンイオン	2.7 mg
		鉄(Ⅱ)イオン	211.3 mg
		鉄(Ⅲ)イオン	<0.1 mg
		銅イオン	<0.1 mg
		亜鉛イオン	2.7 mg
		陽イオン 計	973.0 mg
陰イオン	フッ素イオン	95.7 mg	
	塩素イオン	4,584.0 mg	
	臭素イオン	8.0 mg	
	ヨウ素イオン	2.6 mg	
	チオ硫酸イオン	0.5 mg	
	硫酸水素イオン	1,033.0 mg	
	硫酸イオン	344.2 mg	
	硝酸イオン	1.2 mg	
	陰イオン 計	6,069.2 mg	
遊離成分	非解離	メタケイ酸	386.0 mg
		メタホウ酸	137.3 mg
		メタ亜ヒ酸	4.6 mg
		リン酸	2.7 mg
		硫酸	232.6 mg
		非解離成分 計	763.2 mg
	溶存ガス	遊離二酸化炭素	1,435.0 mg
		遊離硫化水素	0.4 mg
		溶存ガス成分 計	1,435.4 mg

(出典：玉川温泉ウェブサイト(平成16年9月9日(株)秋田県分析化学センターによる分析結果))

表3-4 日本の温泉における平均値と玉川温泉の値との比較
(金属類およびシリカの濃度について)

単位はmg/L

項目	Na	K	Mg	Ca	Al	Mn	Fe(II)	Cu	SiO ₂	出典
全国平均	591	50	1.1	139	15.8	1.1	6.9	0.11	142	①
玉川温泉	78	38.8	62.1	190.4	297.0	2.7	211.3	<0.1	297	②

①健康と温泉FORUM' 89 記念誌 温泉とリゾート開発 p82-p93

「温泉資源の利用とその課題」表9より、金属類およびシリカを抜粋、編集

②玉川温泉ウェブサイト(平成16年9月9日(株)秋田県分析化学センターによる分析結果)のデータを基に(株)三菱総合研究所編集

3.3 現在の排水の状況

実証試験実施場所からの排水の流量及び水質に関しては、環境技術開発者による分析結果から表3-5に示すとおりである。

表3-5 実証試験場所からの排水の流量及び水質

項目	内容
水質 (採水場所：温泉排水を消石灰で中和処理後の採取ピット)	pH : 3.1 ふっ素濃度 : 44 ppm ほう素濃度 : 27.9 ppm 塩化物イオン濃度 : 1,934 ppm 温度 : 45°C

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。

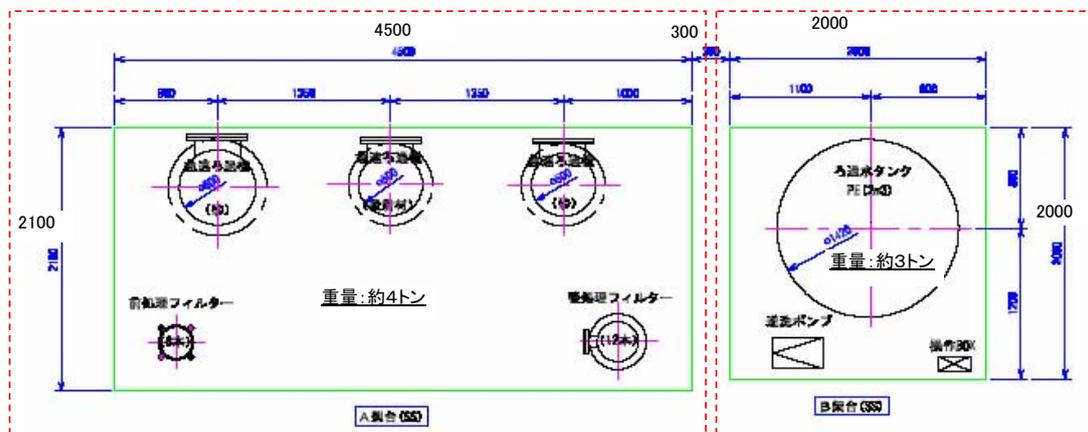


図3-1 実証対象機器の設置状況(平面図)

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。本実証試験では図中の採取ピットから処理をする流入水を水中ポンプで取水し、フィルターにより微粒子成分を除去したのち、実証対象技術であるアドセラを充填した吸着塔に流入水を通水し、アドセラにふっ素を吸着させて除去処理する。その際、全量进行处理するのではなく、全排水量(1,080 m³/日)のうち4.8 m³/日(0.6 m³/hr)ないしは2.4 m³/日(0.3 m³/hr)を取水し処理するものとする。吸着後の処理水は、フィルターを通して排水ピットに接続された耐圧ホースを経由して放水される。

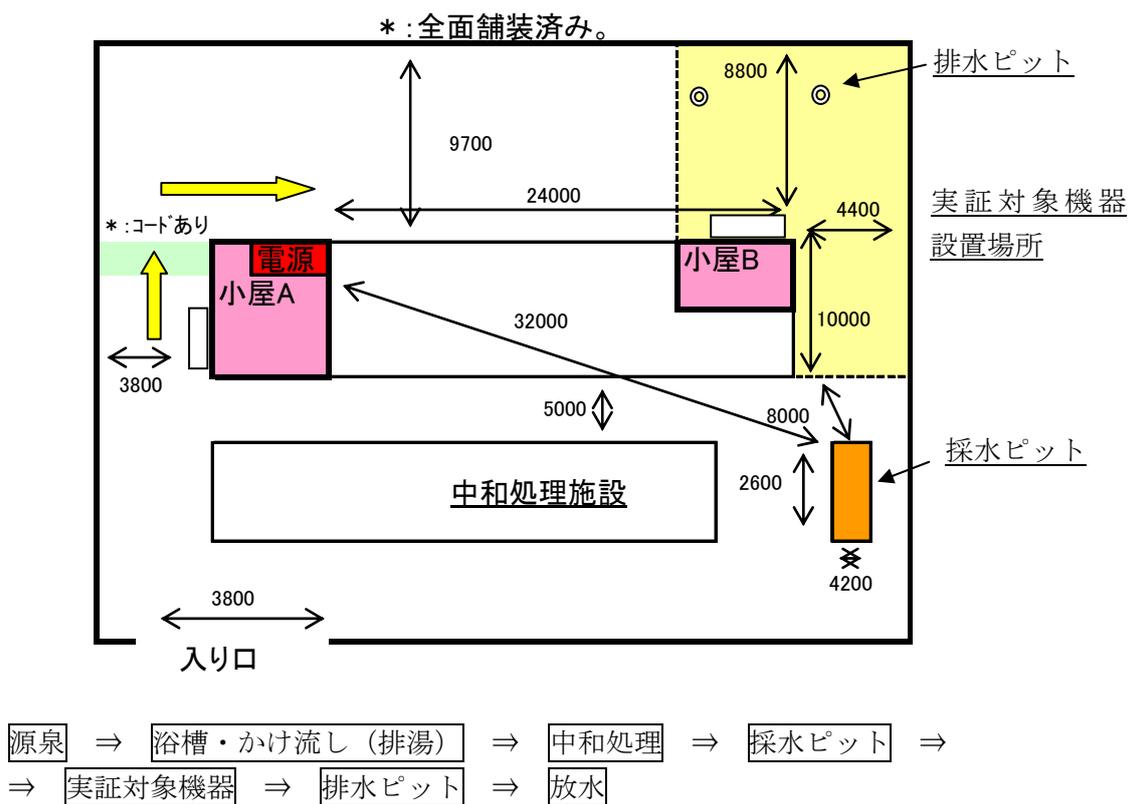


図3-2 新玉川温泉実証対象機器設置場所および排水処理フロー

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

この技術は、吸着剤を用いて排水中のふっ素を吸着除去する技術である。

吸着剤は希土類化合物を含んでおり、希土類化合物と対象とする吸着質の反応で吸着固定化される。吸着剤は、平均粒径が1mmからなる成形体であり、希土類化合物と珪藻土を混合し成形されている。珪藻土の親水性を利用し、吸着剤へ対象とする吸着質を吸い込み、希土類化合物と反応することで固定化される。

実証対象技術のフローシートを図4-1に示す。

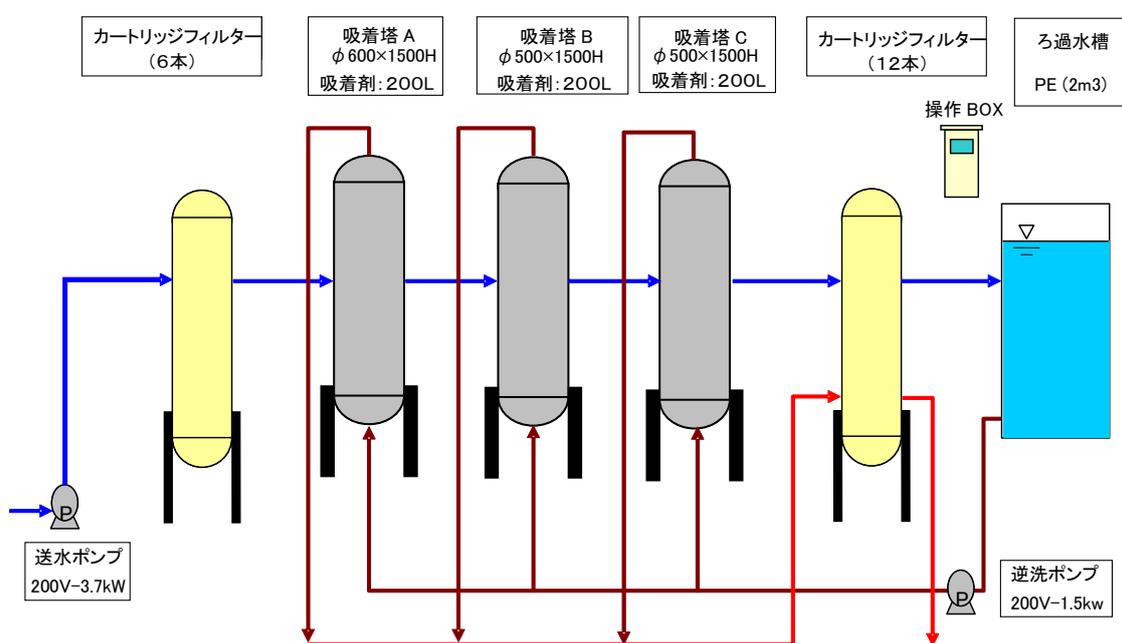


図4-1 実証対象技術のフローシート

4.2 実証対象機器の仕様及び運転条件

表4-1に、実証対象機器の仕様及び運転条件を示すとともに、実証対象機器の設計図面を図4-2に示す。

運転条件としては、水を処理する速度の指標である「空間速度」(1時間に処理できる水の体積を、装置の体積で割った値)を2通りに変化させて行った。以下、空間速度1の場合の試験を試験①、空間速度0.5の場合の試験を試験②と称する。

表 4-1 実証対象機器の仕様及び運転条件

区分	仕様及び運転条件	
施設概要	名称	重金属吸着剤「アドセラ」
	型式	—
	サイズ(mm)	W:6,800 D:2,100 H:2,500
	重量(kg)	7,000
設計条件	対象	温泉排水等
	流入水量	試験① 0.6 m ³ /hr (空間速度 1) 試験② 0.3 m ³ /hr (空間速度 0.5)
設計計算	ふっ素吸着量:	0.5 mg/g-吸着剤
	資材充填量 (1回あたり)	アドセラ : 600 kg 砂 : 230 L
	流入水量	試験① 0.6 m ³ /hr × 8 hr × 2日 = 9.6 m ³ 試験② 0.3 m ³ /hr × 8 hr × 2日 = 4.8 m ³
	実証試験におけるふっ素吸着予定量*	試験① 13.2 g/hr × 8 hr × 2日 = 211.2 g 試験② 6.6 g/hr × 8 hr × 2日 = 105.6 g
	本試験における資材必要量	アドセラ : 1,200 kg (1回交換) 砂 : 230 L
主要機器	吸着塔	材質 : SUS304 寸法 : 600 φ × 1500H
	フィルター塔	材質 : SUS304 2式
	フィルター	PFR-500W-1T0相当 18本
	濾過水タンク	MC-2000 φ 1420 × 1850H 1式

※ : 排水中ふっ素濃度 44 mg/L、50%除去として計算

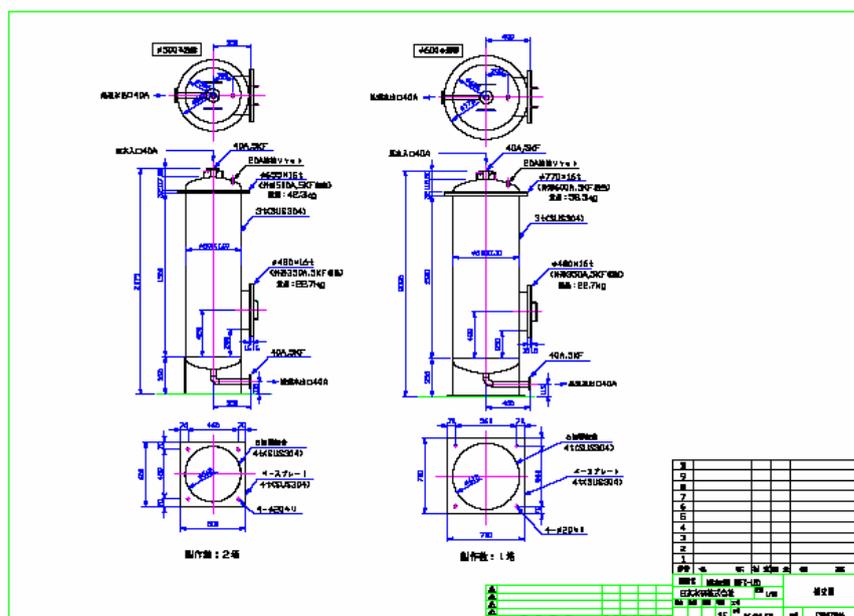


図 4-2 実証試験装置 設計図面

4.3 主な消耗品、電力等消費量

試験期間中の消耗品及び電力消費量については、表4-2に示すとおりである。

表4-2 消耗品及び電力消費量

項目	消費量
消耗品消費量	アドセラ 1,200 kg 砂 230 L フィルター 18本
電力消費量	29.6 kWh/日 (ポンプ容量 3.7 kW、1日8時間使用として)

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4-3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4-3 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 圧力計の異常 積算流量計の確認 エアータマリの有無 吸着塔の清掃 カートリッジフィルターの交換	試験ごと

4.5 汚泥及び廃棄物発生量とその取扱い

試験期間中に発生する汚泥及び廃棄物発生量については、表4-4に示すとおりである。

表4-4 汚泥及び廃棄物発生量

項目	発生量
汚泥発生量 (使用済み吸着剤)	1,200 kg (完全乾燥時)
廃棄物発生量 (砂、フィルター)	230 L 18本

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

本実証対象機器はポンプの電源をON, OFFして送液するだけの操作なので特別な技能を必要としない。

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だけなので大きな騒音は考えられない。また、においについては実証対象機器、及び吸着剤ともに発生源がないため、発生は考えにくい。従って、騒音・におい対策としての建屋の必要性はない。

5. 実証試験の方法と実施状況

5.1 試験期間

試験期間は、平成18年11月4日～平成18年11月11日とした。

試験期間には、機器の設置、条件調整、実証試験、機器の撤去にかかる期間を含む。

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 (11月)	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日
試験期間							
準備・後片付け	○						○
定期試験		○	○		○	○	
吸着剤交換				○			

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)に実証試験実施場所に搬入し、設置を行った。同時に、使用する吸着剤、備品などを搬入した。翌日、電気工事、配管工事などを行い、動作確認を行った。実証機関は搬入、設置作業に立ち会った。

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	処理水のふっ素濃度
	ふっ素除去率*

事前のビーカー試験等の結果から、本実証試験対象水の夾雑物等の影響により吸着剤の性能が低下し、ふっ素濃度を水質汚濁防止法の一律排水基準である8 mg/Lまで低減できないことが明らかとなっている。

従って本実証試験における処理水質目標は、ふっ素除去率50%とした(事前の採水分析結果からは、ふっ素濃度22 mg/Lに相当)。

水質目標を設定する位置は、実証対象機器から放流するための耐圧ホースの出口におけるふっ素濃度とした。

*ふっ素除去率は次の式によって求めるものとした。

$$\text{ふっ素除去率 (\%)} = \{ 1 - (\text{処理水のふっ素濃度} / \text{流入水のふっ素濃度}) \} \times 100$$

(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] 採水ピット

[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] 実証対象機器に接続された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、日間変動の調査及び全試験期間にわたる総合的な処理性能の調査を実施するため、下記の通り設定した。

但し、11月9日、10日の試験については、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9:00～17:00（流入水の1時間後）とした。

[採取期間] 連続した8時間（8:00～16:00）で、4日間にわたり採取

[採取間隔] 1時間毎（9回）

[採取時刻] 毎正時

[採取日程] 平成18年11月6日、7日、9日、10日

③ 試料の保存

採取した試料は、以下の要領で保存した。

[試験における採取試料]

試験における試料は、採取後、分析機関が指定する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] 採取毎に準備した。

[分取器具] 漏斗

[試料の保存方法]

(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

試料保存用容器に充填した試料は、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

試料保存用容器に充填した試料は、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、ふっ素、塩化物イオン、硫酸イオン、T-As、T-Al、T-Fe、T-Mn、D-Si
- ・ T-Hg、Cu、Pb、Ca

②処理水

- ・ pH、SS、ふっ素、塩化物イオン、硫酸イオン、T-As、T-Al、T-Fe、T-Mn、D-Si
- ・ T-Hg、Cu、Pb、Ca

上記項目の設定根拠を表5-2に示す。pH、SSについては、処理対象となる温泉排水の特性より監視を行った。塩化物イオン、硫酸イオンについては、共存陰イオンの影響を監視するために測定した。T-Al、T-Fe、T-Mn、D-Si、Caについては、夾雑物の影響や、スケール発生を含めた状況を監視するために測定した。T-As、T-Hg、Cu、Pbについては、重金属類の排出状況を監視するために測定した。

表5-2 監視項目の設定根拠

項目	設定根拠
pH、SS	水質基準の監視
ふっ素	処理対象物質
塩化物イオン、硫酸イオン	共存陰イオンの影響監視
T-Al、T-Fe、T-Mn、D-Si、Ca	夾雑物、スケール発生状況の監視
T-As、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、採水経路に瞬時流量計を設置し、排水経路に積算流量計を設置して、流量及び全処理水量を測定した。

[方法] 瞬時流量計において60分毎に流量計の値を読み取り、記録する。

(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。

・ T-Hg、Cu、Pb、Ca

[監視対象とする試料の採取日] 平成18年11月6日、7日、9日、10日

[監視対象となる試料の採水時刻] 16:00

(但し、11月9日、10日の流入水採取時刻は15:00とした)

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試験で採取した試料について分析を行った。

(2) 分析方法および分析スケジュール

[分析方法]

分析項目	分析方法	
ふっ素	JIS K 0102(1998) 34.1	ランタン-アリザリンコンプレキソ吸光光度法
pH	JIS K 0102(1998) 12.1	ガラス電極法
SS	環告 59 号付表 8	ろ過重量法
塩化物イオン	JIS K 0102(1998) 35.3	イオンクロマトグラフ法
硫酸イオン	JIS K 0102(1998) 41.3	イオンクロマトグラフ法
T-A s	JIS K 0102(1998) 61.2	水素化物発生原子吸光法
T-A l	JIS K 0102(1998) 58.4	ICP 発光分光分析法
T-F e	JIS K 0102(1998) 57.4	ICP 発光分光分析法
T-M n	JIS K 0102(1998) 56.4	ICP 発光分光分析法
D-S i	JIS K 0116(1995)	ろ過後、ICP 発光分光分析法
T-H g	環告 59 号付表 1	還元気化原子吸光法
C u	JIS K 0102(1998) 52.4	ICP 発光分光分析法
P b	JIS K 0102(1998) 54.3	ICP 発光分光分析法
C a	JIS K 0102(1998) 50.3	ICP 発光分光分析法
ふっ素 (溶出)	環告 13 号溶出後、JIS K 0102 34.1	ランタン-アリザリンコンプレキソ吸光光度法

[分析スケジュール]

pH、ふっ素については、試験当日または翌日に分析を開始した。その他の分析項目については、平成18年12月22日から平成19年1月31日にかけて行われた。

(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 計量法に係る検定・検査の実施	毎測定開始時 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 機器指示値ゼロ合わせ その他	1回/6ヶ月 毎測定開始時 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 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 その他	毎測定開始時 毎測定開始時 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 ベースラインの安定及び波長測定精度を確認する その他	毎測定開始時 1回/月実施 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 その他	毎測定開始時 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

参考実証項目は以下のとおりとした。

参考実証項目	汚泥からのふっ素溶出量
--------	-------------

(2) 試料採取及び溶出液の調製

吸着済み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

各吸着塔上部より、1 kgの汚泥を採取した。

②汚泥の採取スケジュール

平成18年11月8日、10日

③汚泥からの溶出試験

環境庁告示第13号に準じて実施した。

(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

分析方法は環境庁告示第13号に準じた。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

環境負荷実証項目は以下のとおりとした。

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、使用済み吸着剤、使用済みフィルター、砂がある。
測定方法はそれぞれの発生重量を計測した。

[測定頻度] 吸着剤交換時に使用済み吸着剤、フィルター、砂の重量を記録した。

(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を以下の方法、測定スケジュールにて行った。

[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」に準拠して行った。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した。測定時間は10分程度と定めた。当該試験場所では既存の処理プラントの騒音があり、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9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を以下の方法、測定スケジュールにて行った。

[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分以内で採取した。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った。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・臭質も測定した。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。

当該試験場所では硫化水素等のガスに由来する臭いがあり、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、実証機器と現地の臭いを合わせて測定することとした。

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（平成18年11月9日）実施した。

5.8 運転及び維持管理項目

(1) 運転及び維持管理実証項目

運転及び維持管理実証項目は以下のとおりとした。

[運転及び維持管理実証項目]

運転及び維持管理 実証項目	消費電力量
	水質所見
	実証機器の立ち上げに要する期間
	実証機器の維持管理に要する時間
	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った。

(4) 実証機器の立ち上げに要する期間

実証機器の設置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4tトラックを使用しての搬入開始から、定位置に設置するまでの時間を、時計を用いて測定した。

[測定頻度] 実証機器の設置の時のみであり、平成18年11月4日に測定した。

実証機器の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] 電気工事、配管工事終了後、ポンプの設置を行い、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、時計を用いて測定した。

[測定頻度] 実証機器の準備段階の時のみであり、平成18年11月5日に測定した。

(5) 実証機器の維持管理に要する期間

実証機器の維持管理に要する時間を以下の方法により測定した。

[方 法] 使用済み吸着剤の抜き取り開始から、新規吸着剤の充填終了までの時間を、時計を用いて測定した。

[測定頻度] 吸着剤の交換時のみであり、平成18年11月8日に測定した。

(6) 実証機器の停止に要する期間

実証機器の日々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] 実証機器の停止は吸着塔に流入水を送水するポンプの電源をOFF にする操作、及び各吸着塔より流入水を抜き取るのに要した時間を、時計を用いて測定した。

[測定頻度] 試験期間中に2回測定した。

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、11月9日、10日の試験については、流入水の実証対象機器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1時間前の流入水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) ふっ素

① 試験①

11月6日、11月7日の試験におけるふっ素濃度の測定結果およびふっ素除去率をそれぞれ図6-1～図6-4に示す。

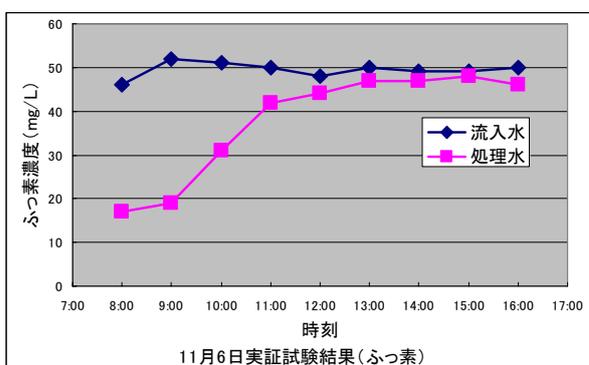


図6-1 11月6日のふっ素濃度

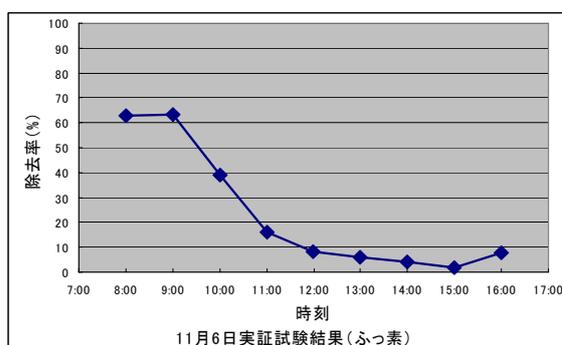


図6-2 11月6日のふっ素除去率

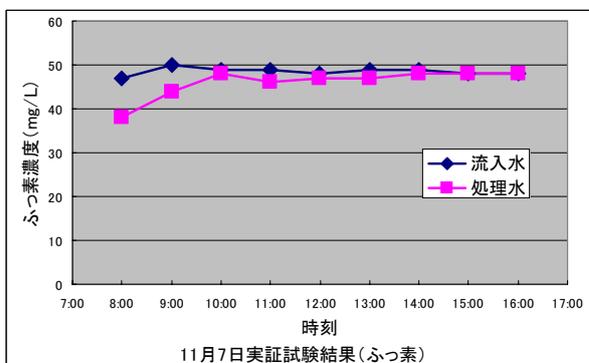


図6-3 11月7日のふっ素濃度

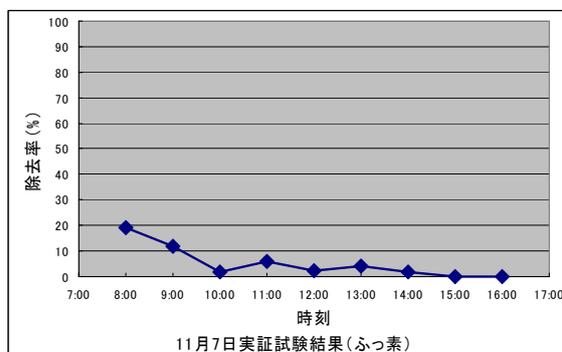


図6-4 11月7日のふっ素除去率

流入水のふっ素濃度は両日ともに 46 mg/L～52 mg/L と、概ね一定であった。

処理水のふっ素濃度は、6日の実験開始直後（8:00）は17 mg/Lと、流入水に比べ大きく低減した。しかし、その後時間の経過とともに上昇し、12:00以降は45 mg/L前後と、流入水とほぼ同程度の濃度で推移した。7日は、実験開始直後が38 mg/Lであった以外は、試験終了まで45 mg/L前後で推移した。

ふっ素除去率は、6日の実験開始直後（8:00）では63%であったが、その後時間の経過とともに低下し、12:00以降は0～10%で推移した。7日の試験では、8:00、9:00におけるふっ素除去率はそれぞれ20%、10%程度であり、10:00以降のふっ素除去率は0～6%程度であった。

② 試験②

11月9日、11月10日の試験におけるふっ素濃度の測定結果およびふっ素除去率をそれぞれ図6-5～図6-8に示す。

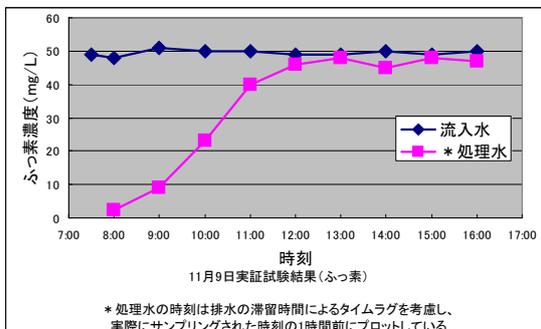


図6-5 11月9日のふっ素濃度

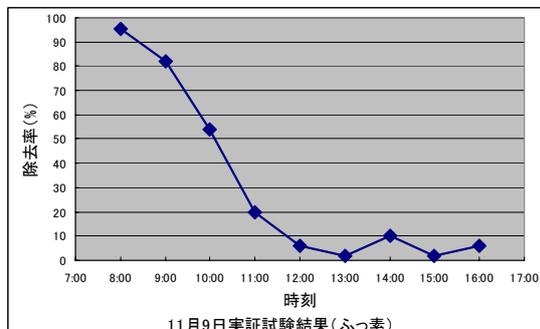


図6-6 11月9日のふっ素除去率

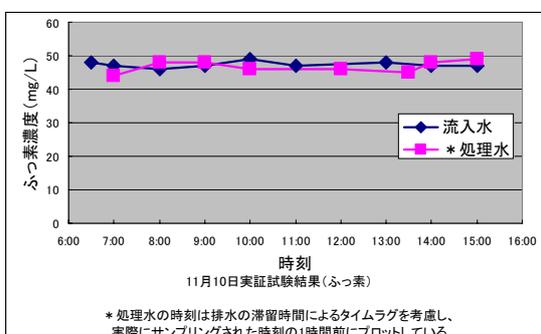


図6-7 11月10日のふっ素濃度

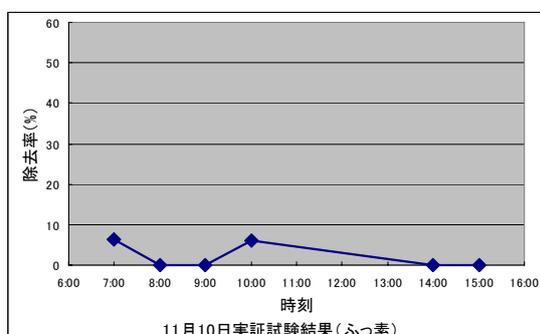


図6-8 11月10日のふっ素除去率

両日とも、流入水のふっ素濃度は48 mg/L～51 mg/Lであり、概ね一定で推移した。

処理水のふっ素濃度は、9日の実験開始直後（8:00）は2.3 mg/Lと、流入水に比べ大きく低下した。しかし、その後時間の経過とともに上昇し、12:00以降は45 mg/L前後と、流入水とほぼ同程度の濃度であった。10日は、試験開始から終了まで45 mg/L前後（44 mg/L～49 mg/L）であった。（10日の試験中に詰まりが発生し、装置を一旦停止したことにより欠測が発生した。）

ふっ素除去率は、9日の実験開始直後（8:00）では95%であったが、その後時間の経過とともに低下し、12:00以降は0～10%で推移した。10日は試験開始から終了まで0～6%程度のふっ素除去率であった。

以上の通り、実験開始当初は除去率 80%以上の高いふっ素吸着性能が得られたが、設計条件よりも吸着破過が早期に訪れた。原因としては、アルミ、シリコン等による表面の被覆や、中和処理時に発生し溶存した炭酸ガスによる吸着阻害やスケール発生等が可能性として考えられる。

（Al、Si の濃度変化は水質監視項目の結果（P26、P29）参照。また環境技術開発者より、使用済み吸着剤中に含まれるアルミナ、シリカの重量増加や、試験中に、中和処理時に溶存した炭酸ガスによる吸着塔の内部圧上昇（P34 参照）が報告されている。）

(2) pH

試験① (11月6日、7日) における pH 測定結果を図6-9～図6-10に示す。

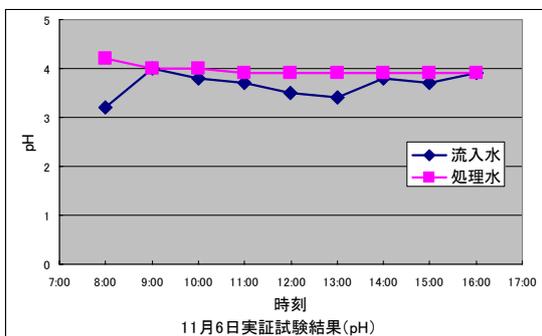


図6-9 11月6日の pH

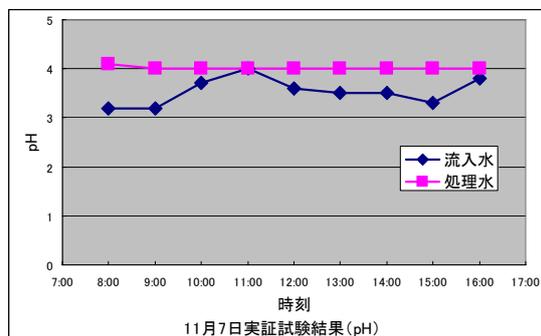


図6-10 11月7日の pH

6日、7日ともに、流入水の pH は 3.2～4.0 の間で変動した。一方、処理水の pH は 3.9～4.2 とほぼ一定であった。

試験② (11月9日、10日) における pH 測定結果を図6-11～図6-12に示す。

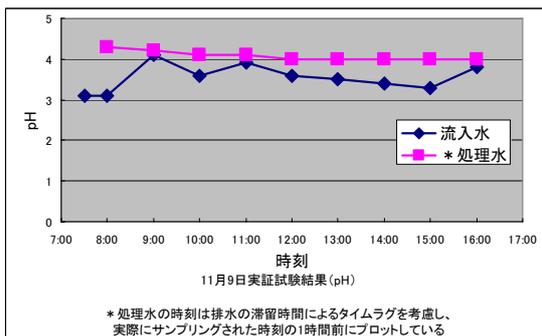


図6-11 11月9日の pH

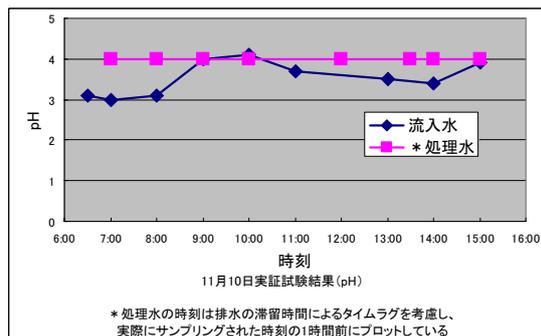


図6-12 11月10日の pH

9日、10日ともに、流入水の pH は 3.0～4.1 の間で変動した。一方、処理水の pH は 4.0～4.3 であり、ほぼ一定であった。

(3) SS

試験① (11月6日、7日)におけるSS濃度の測定結果を図6-13～図6-14に示す。

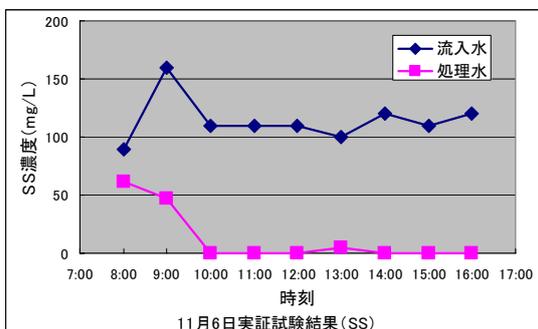


図6-13 11月6日のSS濃度

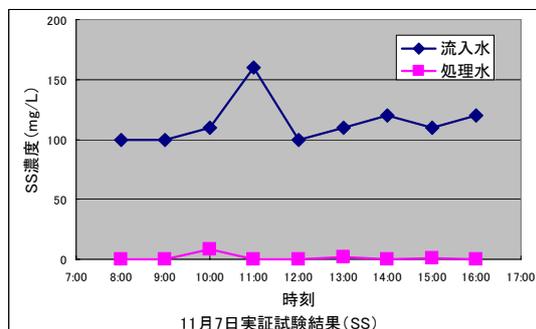


図6-14 11月7日のSS濃度

流入水のSS濃度は89 mg/L～160 mg/Lであり、6日の9:00、7日の11:00を除いて概ね100～110 mg/L付近で推移した。処理水のSS濃度は、6日の試験開始時を除くと概ね1 mg/L以下であり、本装置によって検出限界未満まで低下することが分かった。

試験② (11月9日、10日)におけるSS濃度の測定結果を図6-15～図6-16に示す。

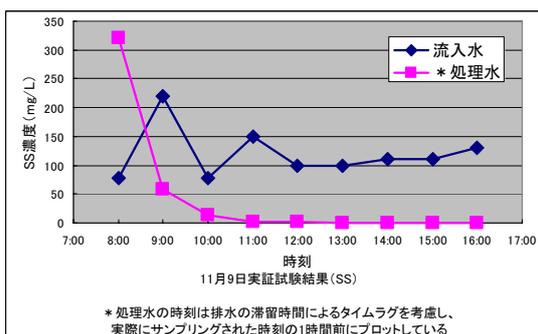


図6-15 11月9日のSS濃度

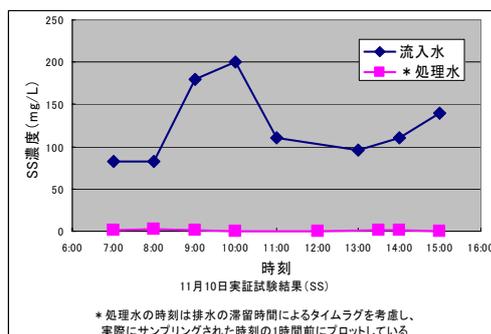


図6-16 11月10日のSS濃度

流入水のSS濃度は77 mg/L～220 mg/Lと、両日にわたって大きく変動した。処理水のSS濃度は、9日の8:00では流入水よりも大幅に高い値を示したが、同日9:00には大幅に減少し、同日10:00以降はほぼ1 mg/L程度で推移し、本装置によって検出限界未満まで低下することが分かった。

試験開始時にSSが高い値を示した理由は、吸着剤中に含まれる粉が試験開始時にSSとして発生するためと考えられる。

(4) 塩化物イオン

試験① (11月6日、7日)における塩化物イオン濃度の測定結果を図6-17～図6-18に示す。

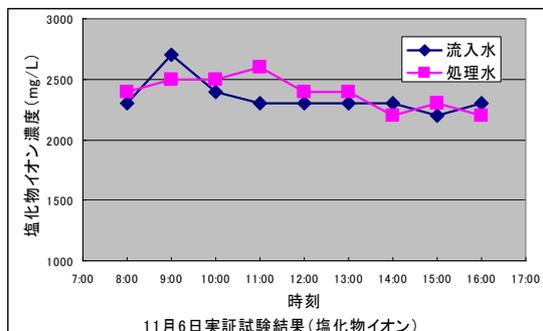


図6-17 11月6日の塩化物イオン濃度

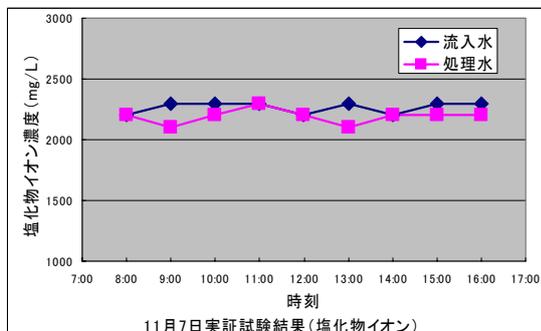


図6-18 11月7日の塩化物イオン濃度

6日の流入水の塩化物イオン濃度は2,200 mg/L～2,700 mg/Lであり、概ね2,300 mg/L付近で推移した。一方、処理水の塩化物イオン濃度は2,200 mg/L～2,600 mg/Lと、概ね2,400 mg/L付近であり、処理による影響は見られなかった。

7日の流入水の塩化物イオン濃度は2,200 mg/L～2,300 mg/Lと、ほぼ一定であった。また、処理水の塩化物イオン濃度は2,100 mg/L～2,300 mg/Lと、ほぼ一定であり、処理による影響は見られなかった。

試験② (11月9日、10日)における塩化物イオン濃度の測定結果を図6-19～図6-20に示す。

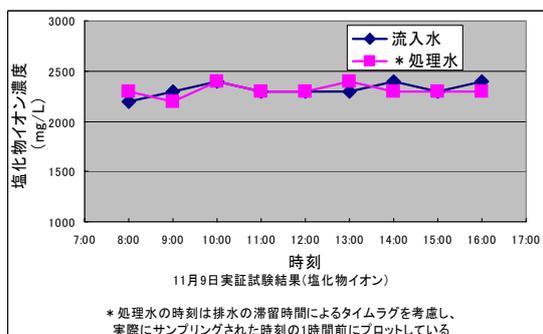


図6-19 11月9日の塩化物イオン濃度

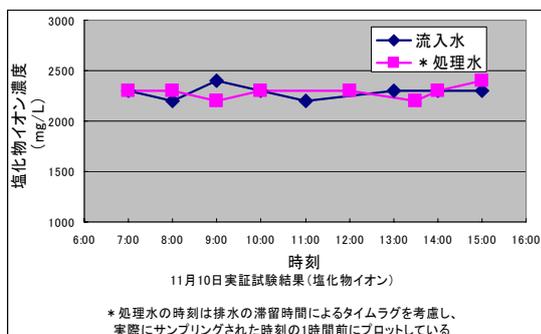


図6-20 11月10日の塩化物イオン濃度

9日の流入水の塩化物イオン濃度は2,200 mg/L～2,400 mg/Lであり、ほぼ一定であった。また、処理水の塩化物イオン濃度も2,200 mg/L～2,300 mg/Lとほぼ一定で推移し、処理による影響はほとんど見られなかった。

10日流入水の塩化物イオン濃度は2,200 mg/L～2,400 mg/Lであり、ほぼ一定であった。また、処理水の塩化物イオン濃度も2,200 mg/L～2,400 mg/Lとほぼ一定で推移し、処理による影響はほとんど見られなかった。

(5) 硫酸イオン

試験① (11月6日、7日)における硫酸イオン濃度の測定結果を図6-21~図6-22に示す。

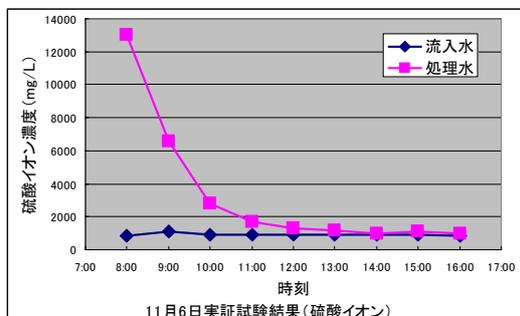


図6-21 11月6日の硫酸イオン濃度

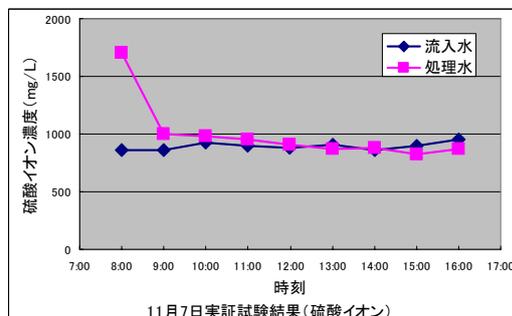


図6-22 11月7日の硫酸イオン濃度

6日の流入水の硫酸イオン濃度は850 mg/L~1,100 mg/Lであり、概ね900 mg/L付近であった。一方、処理水の硫酸イオン濃度は8:00に13,000 mg/Lと高い値であったが急激に低下し、11:00以降は2,000 mg/L以下となり、概ね1,300 mg/L付近で推移した。

7日の流入水の硫酸イオン濃度は860 mg/L~950 mg/Lであり、概ね900 mg/L付近であった。一方、処理水の硫酸イオン濃度は8:00に1,700 mg/Lと高い値であったが、9:00以降は1,000 mg/L以下となり、900 mg/L付近で推移した。

試験② (11月9日、10日)における硫酸イオン濃度の測定結果を図6-23~図6-24に示す。

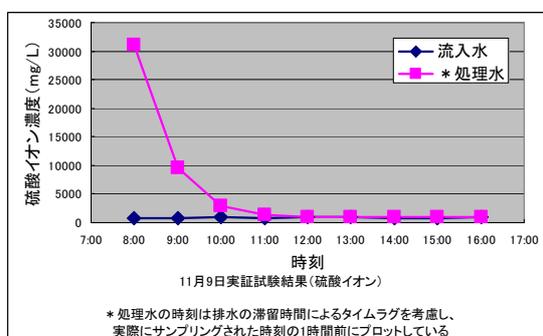


図6-23 11月9日の硫酸イオン濃度

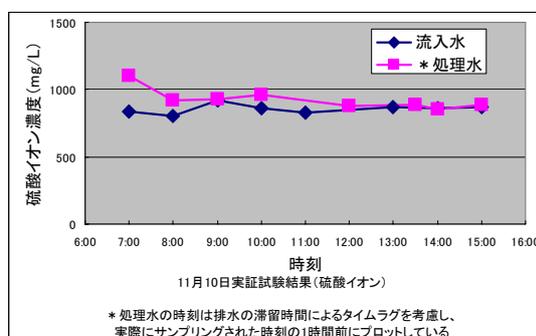


図6-24 11月10日の硫酸イオン濃度

9日の流入水の硫酸イオン濃度は840 mg/L~910 mg/Lと、概ね900 mg/L付近であった。一方、処理水の硫酸イオン濃度は8:00に31,000 mg/Lと高い値であったが、急激に減少し、11:00以降はほぼ1,000 mg/L付近で安定した。

10日の流入水の硫酸イオン濃度は800 mg/L~920 mg/Lであり、概ね900 mg/L弱で推移した。一方、処理水の硫酸イオン濃度は7:00に1,100 mg/Lと若干高い値であったが、8:00以降はほぼ900 mg/L付近で推移した。

以上のように、流入水の硫酸イオン濃度は一定であるが、処理水の硫酸イオン濃度は吸

着剤使用開始直後には大きくなり、時間が経過すると流入水と同程度の値となることが分かった。これは、環境技術開発者の知見より、吸着剤を担持している石膏分が排水内に溶出することが原因と推測されている。

(6) T-As

試験① (11月6日、7日) における T-As 濃度の測定結果を図6-25～図6-26に示す。

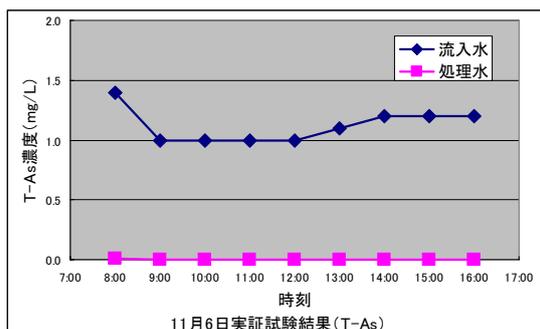


図6-25 11月6日の T-As 濃度

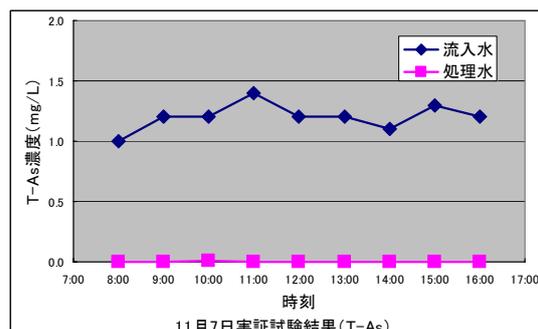


図6-26 11月7日の T-As 濃度

6日、7日ともに、流入水の T-As 濃度は 1.0 mg/L～1.4 mg/L とほぼ一定であった。一方、処理水の T-As 濃度は検出限界未満であった。

試験② (11月9日、10日) における T-As 濃度の測定結果を図6-27～図6-28に示す。

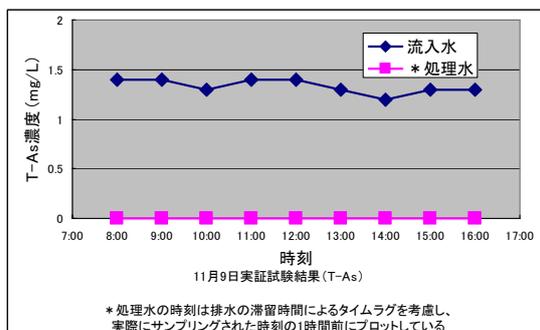


図6-27 11月9日の T-As 濃度

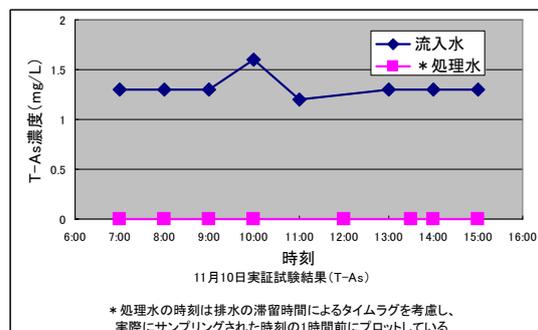


図6-28 11月10日の T-As 濃度

9日、10日ともに流入水の T-As 濃度は 1.2 mg/L～1.6 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-As 濃度は検出限界未満であった。

以上より、砒素については、試験実施期間中を通して良好な除去性能を示すことがわかった。

(7) T-Al

試験① (11月6日、7日) における T-Al 濃度の測定結果を図6-29～図6-30に示す。

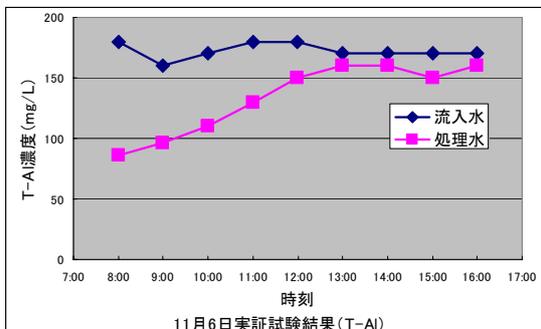


図6-29 11月6日の T-Al 濃度

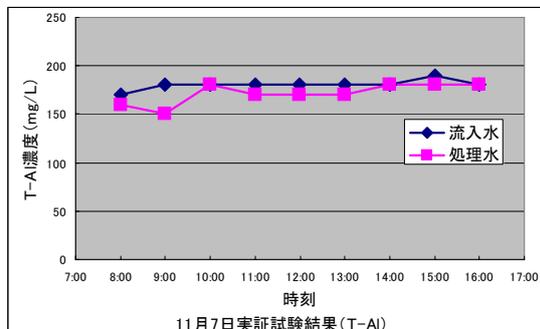


図6-30 11月7日の T-Al 濃度

6日の流入水の T-Al 濃度は 160 mg/L～180 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-Al 濃度は 86 mg/L～160 mg/L であり、8:00 の 86 mg/L から徐々に上昇し、12:00 以降は 160 mg/L 付近で一定となった。

7日の流入水の T-Al 濃度は 170 mg/L～190 mg/L であり、180 mg/L 付近でほぼ一定であった。処理水の T-Al 濃度は 150 mg/L～180 mg/L であり、ほぼ一定であった。

試験② (11月9日、10日) における T-Al 濃度の測定結果を図6-31～図6-32に示す。

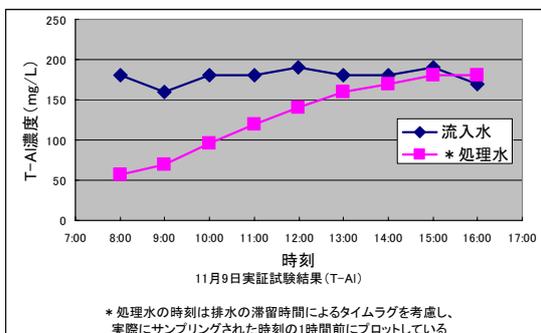


図6-31 11月9日の T-Al 濃度

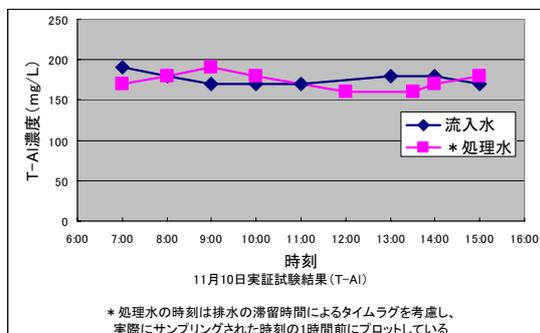


図6-32 11月10日の T-Al 濃度

9日の流入水の T-Al 濃度は 160 mg/L～190 mg/L であり、180 mg/L 付近でほぼ一定であった。一方、処理水の T-Al 濃度は 57 mg/L～180 mg/L であり、8:00 の 57 mg/L から徐々に上昇し、14:00 以降は 180 mg/L 付近で一定となった。

10日の流入水の T-Al 濃度は 170 mg/L～190 mg/L であり、ほぼ一定であった。処理水の T-Al 濃度は 160 mg/L～190 mg/L であり、170 mg/L 付近でほぼ一定であった。

(8) T-Fe

試験① (11月6日、7日) における T-Fe 濃度の測定結果を図6-33～図6-34に示す。

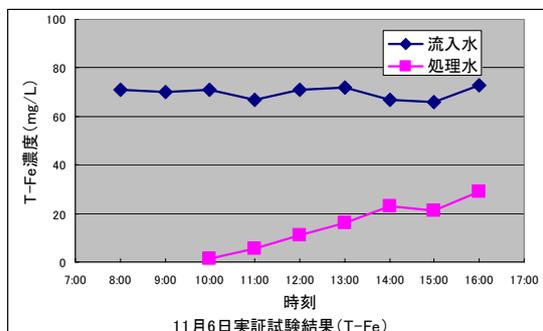


図6-33 11月6日の T-Fe 濃度

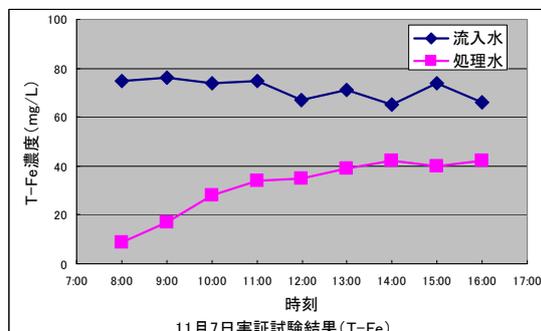


図6-34 11月7日の T-Fe 濃度

6日の流入水の T-Fe 濃度は 66 mg/L～73 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-Fe 濃度は 1.3 mg/L～29 mg/L であり、10:00 の 1.3 mg/L から徐々に上昇した。

7日の流入水の T-Fe 濃度は 65 mg/L～76 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-Fe 濃度は 8.8 mg/L～42 mg/L であり、8:00 の 8.8 mg/L から徐々に上昇していったが、13:00 以降は 40 mg/L 付近で一定となった。

試験② (11月9日、10日) における T-Fe 濃度の測定結果を図6-35～図6-36に示す。

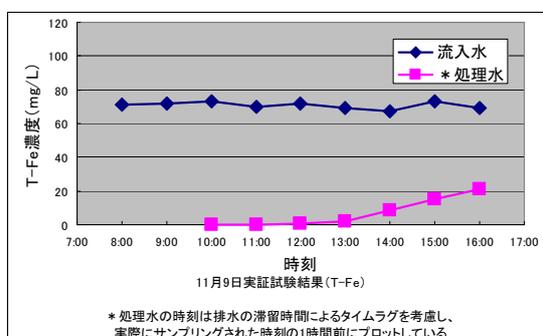


図6-35 11月9日の T-Fe 濃度

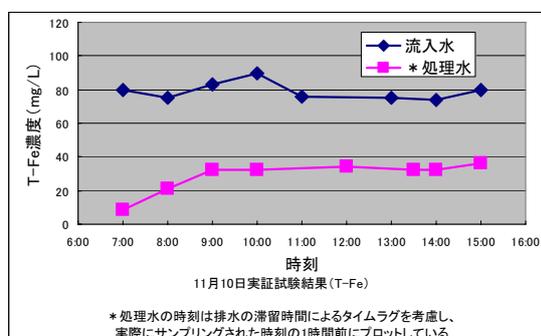


図6-36 11月10日の T-Fe 濃度

9日の流入水の T-Fe 濃度は 69 mg/L～73 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-Fe 濃度は 0.07 mg/L～21 mg/L であり、11:00 の 0.07 mg/L から徐々に上昇していき、16:00 には 21 mg/L となった。

10日の流入水の T-Fe 濃度は 74 mg/L～90 mg/L であり、80 mg/L 付近でほぼ一定であった。一方、処理水の T-Fe 濃度は 8.9 mg/L～36 mg/L であり、7:00 の 8.9 mg/L から徐々に上昇していき、9:00 以降は 35 mg/L 付近で一定となった。

(9) T-Mn

試験① (11月6日、7日) における T-Mn 濃度の測定結果を図6-37～図6-38に示す。

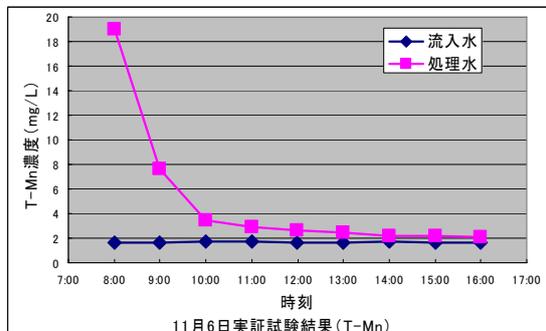


図6-37 11月6日の T-Mn 濃度

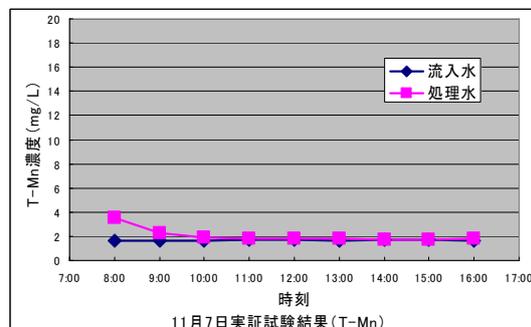


図6-38 11月7日の T-Mn 濃度

6日の流入水の T-Mn 濃度は 1.6 mg/L～1.7 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-Mn 濃度は 8:00 では 19 mg/L と高濃度であったが、10:00 の 3.5 mg/L まで急激に低下した後、16:00 の 2.1 mg/L まで徐々に低下した。

7日の流入水の T-Mn 濃度は 1.7 mg/L～1.8 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-Mn 濃度は、8:00 の 3.5 mg/L から徐々に低下し、10:00 以降は 1.8 mg/L 付近で一定であった。

試験② (11月9日、10日) における T-Mn 濃度の測定結果を図6-39～図6-40に示す。

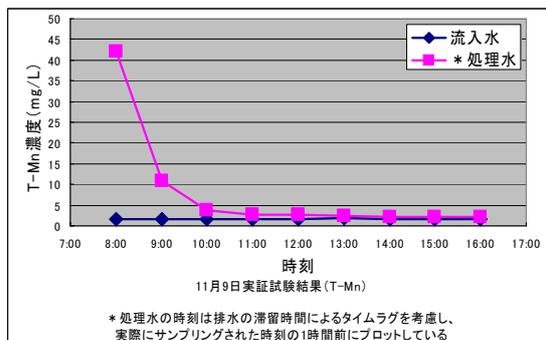


図6-39 11月9日の T-Mn 濃度

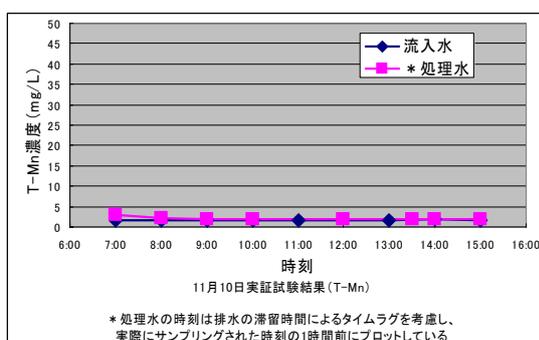


図6-40 11月10日の T-Mn 濃度

9日の流入水の T-Mn 濃度は 1.7 mg/L～1.8 mg/L であり、ほぼ一定であった。処理水の T-Mn 濃度は 8:00 で 42 mg/L と高濃度であったが、11:00 には 2.8 mg/L まで急激に低下した後、16:00 の 2.1 mg/L まで徐々に低下していった。

10日の流入水の T-Mn 濃度は 1.7 mg/L～1.8 mg/L であり、ほぼ一定であった。一方、処理水の T-Mn 濃度は、8:00 の 2.9 mg/L から徐々に低下し、10:00 以降は 1.8 mg/L 付近で一定であった。

(10) D-Si

試験① (11月6日、7日) におけるD-Si濃度の測定結果を図6-41～図6-42に示す。

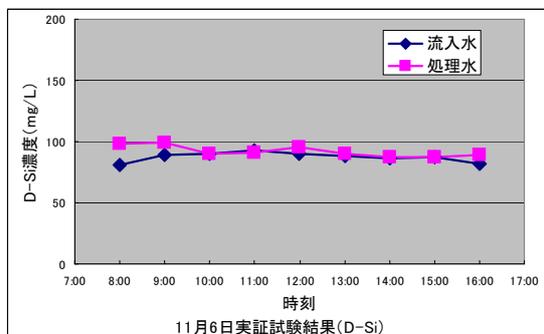


図6-41 11月6日のD-Si濃度

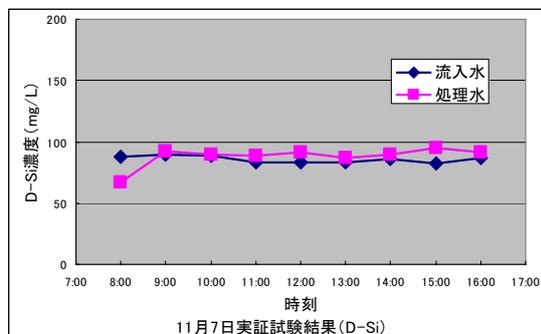


図6-42 11月7日のD-Si濃度

6日の流入水のD-Si濃度は81 mg/L～93 mg/Lであり、ほぼ一定であった。一方、処理水のD-Si濃度は87 mg/L～99 mg/Lであり、流入水とほぼ同じ濃度であった。

7日の流入水のD-Si濃度は82 mg/L～90 mg/Lであり、ほぼ一定であった。一方、処理水のD-Si濃度は67 mg/L～95 mg/Lであり、8:00の67 mg/Lを除いて流入水とほぼ同じ濃度であった。

試験② (11月9日、10日) におけるD-Si濃度の測定結果を図6-43～図6-44に示す。

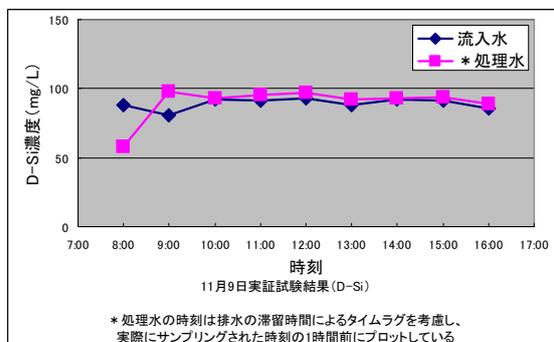


図6-43 11月9日のD-Si濃度

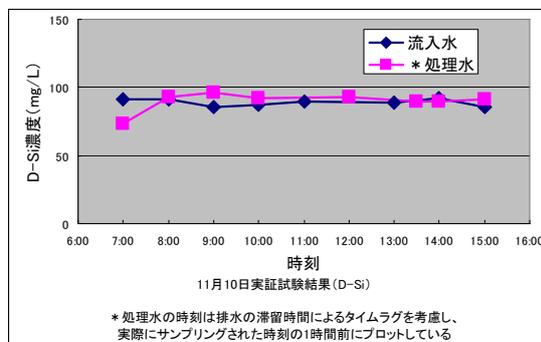


図6-44 11月10日のD-Si濃度

9日の流入水のD-Si濃度は81 mg/L～93 mg/Lであり、90 mg/L付近ではほぼ一定であった。一方、処理水のD-Si濃度は58 mg/L～98 mg/Lであり、8:00の58 mg/Lを除いて流入水とほぼ同じ濃度であった。

10日の流入水のD-Si濃度は86 mg/L～92 mg/Lであり、ほぼ一定であった。一方、処理水のD-Si濃度は73 mg/L～96 mg/Lであり、7:00の73 mg/Lを除いて流入水とほぼ同じ濃度であった。

(1 1) T-Hg

試験①、②における T-Hg 濃度を表 6 - 1 に示す。流入水、処理水ともに、水銀分は 0.0005 mg/L 未満の濃度であった。

表 6 - 1 試験①、②におけるCa濃度

試験種類	試験日	流入水採水時刻	T-Hg 濃度	処理水採水時刻	T-Hg 濃度
試験①	11/6	16:00	<0.0005 mg/L	16:05	<0.0005 mg/L
	11/7	16:00	<0.0005 mg/L	16:05	<0.0005 mg/L
試験②	11/9	15:00	<0.0005 mg/L	17:09	<0.0005 mg/L
	11/10	14:00	<0.0005 mg/L	16:00	<0.0005 mg/L

(1 2) Cu

試験①、②における Cu 濃度を表 6 - 2 に示す。流入水、処理水ともに、銅分は概ね 0.05 mg/L 未満の濃度であった。11/10 の試験時は、流入水の Cu 濃度が 0.11 mg/L であったが、処理後は 0.05 mg/L 未満まで低下した。

表 6 - 2 試験①、②におけるCu濃度

試験種類	試験日	流入水採水時刻	Cu 濃度	処理水採水時刻	Cu 濃度
試験①	11/6	16:00	<0.05 mg/L	16:05	<0.05 mg/L
	11/7	16:00	<0.05 mg/L	16:05	<0.05 mg/L
試験②	11/9	15:00	<0.05 mg/L	17:09	<0.05 mg/L
	11/10	14:00	0.11 mg/L	16:00	<0.05 mg/L

(1 3) Pb

試験①、②におけるPb濃度を表 6 - 3 に示す。流入水のPb濃度は0.79 mg/L～1.3 mg/Lであったが、処理水のPb濃度は0.05 mg/L未満まで低下した。

表 6 - 3 試験①、②におけるPb濃度

試験種類	試験日	流入水採水時刻	Pb 濃度	処理水採水時刻	Pb 濃度
試験①	11/6	16:00	1.2 mg/L	16:05	<0.05 mg/L
	11/7	16:00	1.1 mg/L	16:05	<0.05 mg/L
試験②	11/9	15:00	1.3 mg/L	17:09	<0.05 mg/L
	11/10	14:00	0.79 mg/L	16:00	<0.05 mg/L

(14) Ca

試験①、②におけるCa濃度を表6-4に示す。流入水と処理水のCa濃度はほぼ同一の値であり、本処理装置による影響はほとんど無いと見られる。

表6-4 試験①、②におけるCa濃度

試験種類	試験日	流入水採水時刻	Ca 濃度	処理水採水時刻	Ca 濃度
試験①	11/6	16:00	1,200 mg/L	16:05	1,200 mg/L
	11/7	16:00	1,300 mg/L	16:05	1,200 mg/L
試験②	11/9	15:00	1,300 mg/L	17:09	1,300 mg/L
	11/10	14:00	1,300 mg/L	16:00	1,300 mg/L

6.2 参考実証項目の試験結果

試験①、試験②それぞれについて、2日間の試験終了後、吸着塔から使用済み吸着剤を採取し、環境庁告示第13号溶出試験を行った。その結果、溶出ふっ素濃度は試験①で発生した使用済み吸着剤試料については2.8 mg/L、試験②で発生した使用済み吸着剤試料については2.6 mg/Lであった。

表6-5 溶出試験結果

試料採取日	試験種類	含水率	pH	溶出ふっ素濃度 (mg/L)
11月8日	試験①	34.3 %	4.4	2.8
11月10日	試験②	38.3 %	4.4	2.6

6.3 環境負荷実証項目の試験結果

(1) 廃棄物発生量

実証対象機器において、4日間の実験における廃棄物発生量および処理した水量については表6-6の通りであった。なお、砂の目詰まりや固結は見られなかったため、砂については継続使用が可能な状態であった。

表6-6 廃棄物発生量および処理した水量

廃棄物種類	発生量	処理した水量
使用済み吸着剤	約 1,920 kg (試験①、試験②で発生した使用済み吸着剤が各々960kgずつであった。)	14.4 m ³ (内訳) 試験①：9.6 m ³ 試験②：4.8 m ³
使用済みフィルター	18本 (入口側12本、出口側6本)	
砂	230 L (1回分)	

(2) 騒音の測定結果

実証対象機器稼動時の騒音について、平成18年11月9日に測定を行った。結果は以下の通りであった。

測定時の施設稼動状況	騒音レベル (90%レンジの上端値：L _{A5})
実証試験施設稼動時	50 dB
実証試験施設停止時 (暗騒音)	45 dB

(3) 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について、平成18年11月9日に採取を行い、同年11月10日に臭気測定を行った。結果は以下の通りであった。

[測定結果]

測定場所	臭気濃度	臭気指数	臭気強度	快・不快度	臭質
実証試験施設周辺 (新玉川温泉)	10以下	10以下	0	0	無臭

[測定記録]

測定場所	採取時刻	測定時の記録
実証試験施設周辺 (新玉川温泉)	15:32	風向：西北西 風速：1.2m/s 気温：14.8℃ 湿度：56%

6.4 運転及び維持管理項目の試験結果

(1) 電力消費量

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。

使用ポンプの容量が3.7 kWで、8時間、4日間使用した。従って試験期間中の電力使用量は以下の通り算出される。

$$3.7 \text{ kW} \times 8 \text{ 時間} \times 4 \text{ 日} = 118.4 \text{ kWh}$$

(2) 水質所見

4日間の試験における流入水、処理水の所見は、総合すると概ね表6-7の通りであった。

表6-7 水質所見の概況

項目	流入水	処理水
色相	淡褐色	無色
外観	濁	透明
臭気	金気臭	無し

(3) 実証機器の立ち上げに要する期間

①実証機器の設置に要した時間

9時40分に構成機器である吸着塔とタンクを4tトラックからおろした後、配管作業を行った。装置の積み下ろしは10時に終了し、配管を接続するために若干位置の微調整を行った。これらに要した時間は、1時間程度であった。

②実証機器の通水試験に要した時間

作業人数等によっても変化するが、当日は以下のような経過であった。

9:00～9:30	ポンプ配線確認、ポンプ作動確認
10:00～11:10	装置への砂ろ過材充填
12:30～13:30	通水テスト、ポンプ長時間作動確認
14:00～15:30	吸着剤充填
16:00	準備終了

(4) 実証機器の維持管理に要する期間

実証機器の維持管理にあたっては、使用済み吸着剤の交換が必要となる。使用済み吸着剤の抜き取り開始から、新規吸着剤の充填終了までの時間を測定した結果、吸着塔1基あたり平均2時間程度を要した。全体では、吸着塔3基分の吸着剤を交換し、後片付けを行うのに要した時間は7時間程度であった。

(5) 実証機器の停止に要する期間

実証機器は手動仕様であり、凍結防止のため、吸着塔からの水の抜き取りを1日の作業終了後、ドレインを使用し行った。停止にあたってはドレインの開閉操作と排水口の蓋の開閉操作を行い、所要時間は電源OFF後、約30分程度であった。

(6) 実証対象機器の信頼性

本実証対象機器は、本試験期間中において、ポンプの目詰まりが1回発生した以外は、特にトラブルは発生せず、順調に運転した。従って、本対象機器の信頼性については、本実証試験の運転範囲内では十分高く、問題ないレベルと言える。

(7) 試験中に発生した事態について

本実証試験では、吸着塔内部の空気圧が頻繁に上昇したため、30分に1回程度ガス抜きを行う必要があった。これは、石灰による温泉排水の中和処理の際に炭酸ガスが発生し、炭酸ガスが過飽和となった状態で流入水が吸着塔内に導入されたためと考えられる。

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、以下の通り実施した。

(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
ふっ素	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10.6%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>

試験装置荷降ろし①



試験装置荷降ろし②



吸着剤の充填作業①



実証試験地概観



<試験>

流入水の取水場



流入水の採水



処理水の採水



流入水、処理水の現地分析



流入水、処理水サンプル



新玉川温泉 試験設置場所撤去確認

