平成 30 年度温泉排水処理技術開発普及等調査

実証試験報告書 岩手県内温泉施設

平成 31 年 3 月

JFE テクノリサーチ株式会社

一 目 次 一

全体概	要	
1. 実	証試験の概要と目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
2. 実	証試験場所の概要	
2.1	実証試験実施場所の名称等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.2	実証試験実施場所の状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.3	実証試験の平面図及び設置配置図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	į
3. 実	証対象技術の概要	
3.1	実証対象技術の原理およびシステムの構成 ・・・・・・・・・・・	4
3.2	主な消耗品、電力消費量等・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	Ę
3.3	実証対象機器の運転および維持管理に必要な作業項目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	Ę
3.4	汚泥および廃棄物発生量とその取扱い ・・・・・・・・・・・・	6
3.5	実証対象機器の使用者に必要な運転および維持管理技能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	6
3.6	騒音・におい対策・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	6
3.7	期待される効果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	6
4. 実	証試験の方法と実施状況	
4.1	実証試験期間・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	6
4.2	実証水質項目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	7
4.3	監視項目 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	ę
4.4		10
4.5	環境負荷実証項目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	11
5. 実	証試験結果	
5.1	オンサイト分析による実証試験結果・・・・・・・・・・・・・	12
5.2	水質監視項目の試験結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	18
5.3	参考実証試験の結果	
5.3		14
5.3.	2 吸着残渣の蛍光 X 線による分析結果 ・・・・・・・・・・・・・	14
5.4	環境負荷実証項目・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	15
5.5	定性的所見・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	15
6. デ	ータの品質管理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	16
7. =	スト試算・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	17
付録		19
付録		29

【全体概要】	
実証対象技術/排水処理施設	温泉排水中ほう素除去技術 / JFEテクノリサーチ(株)
開発機関	
実証機関	JFEテクノリサーチ株式会社
実験実施期間	平成31年12月2日~6日 のうち3日間
本技術の目的	温泉排水中に含まれるほう素をヒドロキシアパタイト様結
	晶の生成によって沈殿分離することにより除去し、ほう素

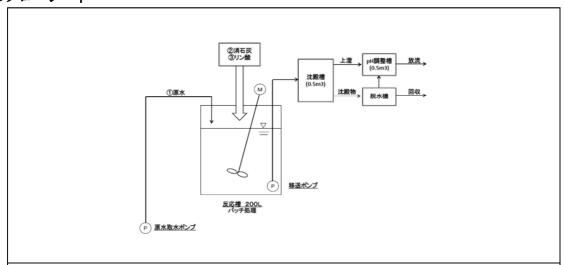
濃度を低減可能か検証する。

【実証試験終括】

【実証試験総括】	
ほう素除去の可否	温泉は塩分を多く含んだ強塩化物泉である。この温泉原水中に
および	ほう素が 1370mg/L ほど含まれている。 実証試験では公共道路側
所 見	溝へ排出される排水溝よりサンプリングを実施した。排水のサン
	プリングは9時、11時、13時、15時の4回実施した。試験は排
	水を 200L 採水し、ヒーターで液温を 35℃まで昇温後、消石灰お
	よびリン酸を投入し 30min 攪拌した。各時間ごとのほう素濃度
	は FIA(フローインジェクション法)により計測を行った。処理水は一晩静
	置したのち上澄み液を pH6~8 に調整して放流した。また、残渣
	はろ布で濾過したのち圧縮機で水分を絞り残渣を回収した。
	試験期間中における排水中ほう素濃度は他の排水(浄化槽、洗い
	場排水等)による希釈効果により源泉濃度のおよそ 1/10 程度ま
	で軽減されていた。ただし日内の変動は大きく、排水中ほう素濃
	度は 80mg/L~246mg/L まで変化した。
	実証試験の結果、ほう素除去に関する共存元素の影響はほとんど
	見られず排水中ほう素濃度を半分以下に低減(47mg/L~
	59mg/L) 可能であった。
総排水処理量	2.4m³ 3 日間
使用した吸着剤	消石灰 24kg、1+5 リン酸 24L
	※1+5とはリン酸:蒸留水を 1:5の割合で混合したもの。

【実証対象技術の概要】

oフローシート



<原理> 温泉排水中に含まれるほう素をヒドロキアパタイト様結晶の生成により沈 殿分離することにより除去する方法である。

【実証試験の概要】

○実証試験場所の概要

項目	内 容
試験場所	岩手県内温泉施設
泉質	含硫黄・鉄・二酸化炭素-ナトリウム-塩化物泉
源泉	湧出量 48m³/日、pH6.8、源泉温度 53℃ ほう素濃度 1370mg/L
排水の性質	pH8.1、ほう素濃度 80~246mg/L
排水量	温泉排水 48m³/日、その他排水 150m³/日

○実証対象機器の仕様および実験条件

○大門の変化を行うという。				
区 分	型式	仕様および運転条件		
設計条件	・対象・一日の処理量・一日の消石灰投入量・一日のリン酸投入量	温泉排水200L×4 回= 800L/日8kg/日8L/日		
主要機器	ポリローリータンク500L1台ポリローリータンク1000L1台反応槽タンク300L2台沈殿分離槽300L1台プロペラ攪拌機2台投込ヒーター1台発電機・インバータ付3台脱水機1台残水処理ポンプ3台	 材質:PE 材質:PE 材質:PVC 金属製 100V 金属製 1.2kWh 2.8kVA 100V 50/60Hz 金属製 100L/min 100V 		

○実証試験日程

> 4						
日 程 12月	2(日)	3(月)	4(火)	5(水)	6(木)	
試験期間	+					
準備/片付け	0				0	
実験		0	0	0		

○実証試験実施状況 (写真)



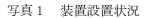




写真 2 排水溝 (取水位置)

○実証試験結果

・ほう素の除去

公定分析の結果、流入水中のほう素濃度は日間で $119\sim146$ mg/L まで変化したが処理 水中のほう素濃度は $47.3\sim59.2$ mg/L と約 6 割低減可能であった。

また排水中の共存元素は比較的少なく、ほう素の吸着に影響を与えなかった。

単位:mg/L ※Clのみ g/L

月日	項目	В	Si	溶解性 Fe	溶解性 Mn	Ca	Cl
10/9	流入水	146	14.8	<0.1	< 0.1	50.0	1.1
12/3	処理水	59.2	<0.1	<0.1	< 0.1	919	1.1
12/4	流入水	125	15.1	< 0.1	< 0.1	46.5	1.0
	処理水	52.7	<0.1	<0.1	< 0.1	929	1.0
12/5	流入水	119	14.9	<0.1	< 0.1	45.9	0.9
	処理水	47.3	<0.1	<0.1	< 0.1	924	1.0

○水質監視項目

・pH 排水: 8.1 、処理水: 12.3

・塩化物イオン 排水中の塩素濃度は 0.1%であり源泉の 1/10 程度であった。また処理の前後で塩素濃度はほとんど変化しなかった。

・カルシウム 排水中のカルシウム濃度は 46~50mg/L であり源泉の 1/10 程度であった。 処理水中のカルシウム濃度は消石灰から溶け出したカルシウムイオンに より増加した。

- ・シリカ 排水中のシリコン濃度は 15mg/L 程度であった。処理水中のシリコン濃度 はほぼゼロとなっていることから消石灰表面への表面吸着と考えられる。
 - ・溶解性鉄・溶解性マンガン 排水中にはほとんど含まれていなかった。

○参考実証項目

・ほう素の溶出試験

吸着残渣を 5L 抜き取り、ろ過、乾燥したものを環境省告示第 13 号試験によってほう素の溶出試験を行った。溶出試験の結果、ほう素の再溶出は 3.8mg/L であり土壌溶出基準 (1mg/L) はクリアできないが第二溶出基準(30mg/L)はクリア可能であった。

・蛍光 X 線による半定量分析 石灰の主成分であるカルシウム (Ca) 及びヒドロキシアパタイト様結晶に由来するリン (P) の存在も確認できた。

○環境負荷実証試験

項目	結 果
廃棄物の種類と発生量	・汚泥 68kg (含水率 65%)
	・オンサイト分析の廃液 0.3L
騒音(音源1m値)等価騒音レベル Laeq	稼働時:77dB 装置停止時:44dB
におい	なし
汚泥、廃棄物等	周辺環境への影響なし

〇定性的所見

項目	所 見
試験期間中の消費電力量	ポンプ・ヒーター 8.4kW
	分析装置 0.4kW 計 8.8kW
排水および処理水の水質所見	無色、まれに浴室洗浄排水が混入するケー
	ス有り(泡有)
立ち上げに要する時間	取水タンクに排水をためる時間が必要。
	所要時間は約 10 分程度
運転停止に要する時間	ポンプ OFF、発電機 OFF
	ポンプ内の水抜き(凍結対策)
	所要時間は約 30 分程度
実証対象機器の信頼性	3日間、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	ヒーターによる排水の昇温(35℃)
	所要時間 約20分程度

〇コスト試算 (処理量 100m3/日)

温泉排水中ほう素濃度	イニシャルコスト※2	ランニングコスト*1
	千円	千円/年
1) 130mg/L⇒90mg/L に低減	40,000	12,128
2) 230mg/L⇒190mg/L に低減 [*] 3	$25{,}950^{st\!\!/4}$	1,996

- ※1 ランニングコストには吸着剤と廃棄物(汚泥)の処理費用含む。人件費等は含まず。
- ※2 イニシャルコストには基礎工事・電気工事等は含まず。
- ※3 処理量を1/4(25m³)とした場合。
- ※4 処理量および処理時間短縮により装置をスケールダウンした場合。

1. 実証試験の概要と目的

ほう素及びふっ素については、平成 13 年に水質汚濁防止法における有害物質として排水基準を設定したところであるが、旅館業(温泉を利用する者に限る。)(以下「温泉旅館」という。)に対しては、期限付きの暫定排水基準を適用しており、排水処理の促進等の対応が求められている。

温泉旅館より排出される排水(以下「温泉排水」という。)には、源泉由来の化学成分が高い割合で含まれている場合が多く、ほう素及びふっ素の他にも多種多様な共存物質が比較的高い濃度で成分として含まれる場合があり、これらの共存物質が排水処理を阻害すること等により、既存の排水処理技術ではほう素及びふっ素の除去が難しいのが現状である。

ほう素及びふっ素の暫定排水基準は 3 年ごとに見直すこととし、現在の暫定排水基準 の適用期限は平成 31 年 6 月末までとなっていることから、温泉排水を対象とした排水処 理技術の開発普及等が必要である。

本業務は、温泉排水を対象とした新しい排水処理技術の実証試験を実施し、温泉旅館における導入の可能性を検証することを目的とするものである。

2. 実証試験実施場所の概要

2. 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2-1に示すとおりである。

表2-1 実証試験実施場所の名称、所在地

項目	内 容
名 称	温泉施設
所在地	岩手県内

2. 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2-2に示すとおりである。

表2-2 実証試験場所の状況

項目	内 容
試験場所	温泉施設内
泉質	含硫黄・鉄・二酸化炭素-ナトリウム-塩化物泉
源泉	湧出水 pH6.8 、温度 53℃
//ボプK	ほう素濃度 1,370mg/L
排水の性質	無色、pH8.1、ほう素濃度 60~250mg/L
排水量	温泉排水 48m³/日、その他排水 150m³/日

源泉は強塩泉であり、ほう酸、ナトリウム、塩素イオンを多く含んでいる。特にほう素濃度が高いのが特徴である。pH はおよそ中性であり、特別な排水処理は行っていない。温泉成分を表 2-3 に示す。

なお実験排水は公共用水路へ通じる排水溝より採取した。

表 2 - 3 源泉成分表

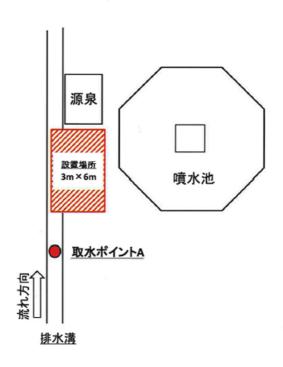
単位 mg/kg

Li	Na	K	Mg	Ca	Total-Fe	F	SiO_2
28.9	8840	269	219	275	30	0.4	76.2
Cl	SO4	HCO_3	HBO_2	Br	I		
11900	217	4050	5780	22.2	8.8		

温泉化学 第43巻(1993)より

2. 3 実証試験の平面配置図及び設備配置図

【平面配置図】



【設備配置状況】



3. 実証対象技術の概要

3. 1 実証対象技術の原理およびシステムの構成

温泉排水中のほう素を、アルカリ条件下で水酸化カルシウム(消石灰)、リン酸と反応させることで沈殿させ、除去する方法である。具体的には添加した水酸化カルシウムの一部が解離することにより液性がpH12以上となる。このpH 領域では、ほぼ全量のほう素は $B(OH)_4$ -の形態をとる。この $B(OH)_4$ -が水酸化カルシウム(溶解しないで固体として液中に分散している)表面に吸着(O-O の共有結合)する。さらに $B(OH)_4$ -が吸着した水酸化カルシウム表面にカルシウムイオンとリン酸イオンが反応してヒドロキシアパタイト様結晶を生成し、沈降・分離するものである。ほう素分離後の排液は塩酸でpH 調整後排出される。実証試験では、温泉の業務実態やオンサイト分析(FIA 方式分析計)によって除去状況を把握しながら適正化を図った。

上記方式によるフローシートを図3-1に示す。

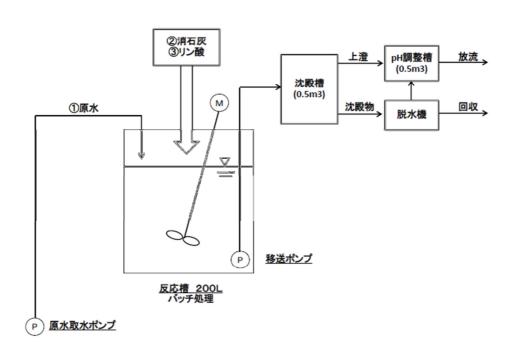


図3-1 実証試験のフローシート

表3-1 実証対象機器の仕様

区分	型式	仕様および運転条件
	・対象	・温泉排水
設計条件	・一日の処理量	・200L×4 回= 800L/日
設司条件	・一日の消石灰投入量	・2kg/回×4 回=8kg/日
	・一日の(1+5)リン酸投入量	・2L/回×4回 =8L/日
	ポリローリータンク 500L 1台	・材質:PE
	ポ゚リローリータンク 1000L 1台	・材質:PE
	反応槽タンク 300L 2台	・材質:PVC
	沈殿分離槽 300L 1台	・金属製
主要機器	プロペラ攪拌機 2台	· 100V
	投込ヒーター 1台	・金属製 1.2kwh
	発電機・インバータ付 3台	· 2.8kVA 100V 50/60Hz
	脱水機 1台	・金属製
	送液用処理ポンプ 3台	· 100L/min 100V

3.2 主な消耗品、電力消費量等

試験期間中の消耗品および電力消費量を表3-2に示した。

表 3-2 消耗品および電力消費量

項目	消	費量	
消耗品消費量	消石灰		24kg
	リン酸(1+5)		24L
	pH 調整用塩	酸	8L
電力消費量	3.6kw(ポンプ容量	± 0.4kwh×3 7	台、1 時間/日として)
	4.8kw(ヒーター容	序量 1.2kwh、	80分/日として)
	0.4kw(FIA 装置移	除働 3日間)	

3. 3 実証対象機器の運転および維持管理に必要な作業項目

実証対象機器の運転および維持管理に必要な作業項目を表 3-3 に示した。点検は 試験ごとに環境技術開発者が実施した。

表 3-3 運転および維持管理項目

項	Ħ	内	容	頻	度	
定期	点検	装置の異	! 常、異臭	試馴	食ごと	
		ポンプの	給水量確認			
		pH 計校	正およびチェック	,		
		温度計の)チェック			

3.4 汚泥および廃棄物発生量とその取り扱い 試験中に発生する汚泥および廃棄物発生量を表3-4に示した。

表 3-4 汚泥および廃棄物発生量

項 目	発 生 量
汚泥(使用済み吸着剤)	68kg(含水率 65%)
オンサイト分析試薬廃液	0.3L

3. 5 実証対象機器の使用者に必要な運転および維持管理技能

本対象実証機器はポンプの電源を on、off して送液するだけの簡単な操作なので、特別な技能を必要としない。

3.6 騒音・におい対策

本実証対象機器の稼動部分は送液用ポンプおよびオンサイト分析計の小型ポンプだけなので大きな騒音はない。

3. 7 期待される効果

本実証試験により、温泉排水中に含まれるほう素を迅速に除去可能である。

4. 実証試験の方法と実施状況

4. 1 実証試験期間

試験期間は、平成 30 年 12 月 2 日から 5 日間とした。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 4-1 に示す。

表 4-1 実証試験スケジュール

試験月日	2	日(日)	3 日	(月)	4 日	(火)	5 目(水)	6日(木)
(12月)	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
試験期間	-									
設置・撤去	-									←→
実証試験			4							
検証水質分析										
(第三者機関)										

実証対象機器を、環境技術開発者が平成 30 年 12 月 2 日に実証試験場所に搬入し、 設置した。同時に使用する試薬、備品などを搬入し、各種機器の設定などを行い、動 作確認した。

4. 2 実証水質項目

事前のビーカー試験では本実証試験対象水の夾雑物等の影響を強く受けずに、ほう素 濃度を一定濃度まで低減できる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目標は、温泉排水中の夾雑物による影響等も考慮して、ほう素濃度半分程度以下とした。

水質目標を設定する位置は、最終処理排水漕におけるほう素濃度とする。

*ほう素除去率は次の式によって求める。

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

(1) 試料採取

試料の採取に当たっては、以下の要領で行った。

- ①試料採取方法
 - a) 流入水

[採水場所] 温泉排水受けタンク (200L)

[採水方法] 人力による採取器具を使う方法

[試験試料採取器具] 250mLポリ容器

[試験試料採取量] 250mL×4 回= 1L/日

b) 処理水

[採水場所] 処理水沈降槽タンク(1000L)

[採水方法] 人力による採取器具を使う方法

[試験試料採取器具] 1Lポリ容器

[試験試料採取量] 1L/日

②採取スケジュール

採取スケジュールは、流入水質及び処理水質について、日内および日間変動の調査およ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。

[試験試料採取日程] 平成30年12月3日から3日間

[採取間隔] 9時 11時 13時 15時 の計4回/日

<公定分析用試料>

流入水: 1日4回のサンプリング(250mL)を行い、これをまとめて1日の代表流入水試料 (1L) とした。

処理水:一晩静置後の沈降槽タンク上水からサンプリングを行い、1日の代表処理 水試料(1L)とした。

<オンサイト分析>

すべての流入水および処理水をサンプリングし FIA によりオンサイト分析 (ほう素、pH) を実施した。

③試料の保存

採取した試料は、以下の要領で保存した。

[試験における試料採取]

試料は、採取後、冷暗所に保存し分析機関に移送した。

[試料保存方法]

i) 試料採取直後

試料は、冷暗所に保存。

- ii) 実証試験場所から分析機関までの移送の間 試料保存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により移送。
- iii) 分析機関

試料保存容器に充填した試料は、分析作業が行われるまでの期間、 冷暗所にて保存。

(2) 水質分析方法および頻度

実証機器への流入水及び処理水についての分析項目は、それぞれ以下のとおりである。

- ① 流入水(公定分析) 頻度:1L/日×3日
 - ・ pH、ほう素、溶解性鉄、溶解性マンガン、シリカ、 カルシウムイオン、塩化物イオン
- ② 処理水(公定分析) 頻度:1L/日×3日
 - ・ pH、ほう素、溶解性鉄、溶解性マンガン、シリカ、 カルシウムイオン、塩化物イオン
- ③ オンサイト分析 すべてのサンプリング試料について分析(ほう素・pH)を実施した。

(3) 流量および監視スケジュール

流量については、一日当たりの源泉揚水量と水道水使用量から一日当たりの排水量を計算によって算出する。また繁忙期の水道水使用量から想定される排水量についても計算によって算出する。

(4) 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。 [監視対象とする試料の採取日] 平成30年12月3日から3日間

[監視対象となる試料の採取時刻] 9時、11時、13時、15時

4. 3 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、それぞれ以下の通りである。

【流入水】

pH、ほう素、シリカ、カルシウムイオン、溶解性 Fe、溶解性 Mn、塩化物イオン 【処理水】

pH、ほう素、シリカ、カルシウムイオン、溶解性 Fe、溶解性 Mn、塩化物イオン 臭気、着色など

上記項目の設定根拠を表4-2に示す。pH 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。シリカ、カルシウムイオンについては、共存物質の影響や、スケール発生を含めた状況を監視するために測定した。また処理後の排水について臭気や着色について監視を行った。

表4-2 監視項目の設定根拠

項目	設定根拠		
pH	水質基準の監視		
ほう素	処理対象物質		
塩化物イオン	共存陰イオンの影響監視		
Caイオン、シリカ	共存物質、スケール発生状況の監視		
溶解性 Fe、溶解性 Mn			
臭気・着色	周辺への影響監視		

4. 4 水質分析方法

(1) 分析頻度

試験期間(3日間)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

表 4-3 分析方法

分析項目	分析方法	
pН	JIS K 0102(2016)12.1	ガラス電極法
塩化物イオン	JIS K 0102(2016)35.3	イオンクロマトグラフ法
溶解性鉄	JIS K 0102(2016)57.4	ろ過後、ICP 発光分光分析
溶解性 Mn	JIS K 0102(2016)56.4	ろ過後、ICP 発光分光分析
シリカ	JIS K 0102(2016)	ICP 発光分光分析
Caイオン	JIS K 0102(2016)50.3	ろ過後、ICP 発光分光分析
ほう素	JIS K 0102(2016)47.3	ICP 発光分光分析

[分析スケジュール]

pH については、試料採取時にその場で測定した。その他の分析項目については、平成 30 年 12 月中旬から平成 31 年 1 月中旬にかけて分析した。

(3) 校正方法および校正スケジュール

表4-4 校正方法およ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	標準溶液にてゼロ (pH7)	毎測定開始時
	スパン (pH4 または 9) 校正	
	計量法に係る検定・検査の実施	毎年
ICP 発光分光	測定開始時における装置備え付けの	カ 毎測定時
	波長校正を実施	
	標準溶液から混合標準溶液を調製し	ン、 定期点検
	濃度と応答値の関係から検量線作品	戈
イオンクロマト	標準溶液から混合標準溶液を調製し	ン、 毎測定時
グラフ	濃度と応答値の関係から検量線作品	戊 定期点検

(4) 検証水質分析項目及び頻度(第三者機関による)

サンプリングは実証試験3日目の14時~15時に実施した。

(5) 参考実証項目(企業による追加項目等)

- i) 参考実証項目は以下のとおりとする。
 - ・吸着残渣からのほう素溶出量および残渣の定性分析 試料採取及び溶出液の調整、試料採取および溶出液の調製については、以下の 要領で行った。
 - ① 試料料採取方法 沈降槽より吸着残渣約 5L を採取し乾燥。
 - ② 採取スケジュール 平成30年12月6日 午前
 - ③ 溶出試験 環境庁告示第 13 号に準じて実施。
 - ④ 蛍光 X 線による定性分析。

4.5 環境負荷実証項目

表4-5 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(音源 1m 値)		
	臭い		
	汚泥、廃棄物、においの処理等の		
	容易さ等の質的評価		

5. 実証試験結果

5. 1 オンサイト分析による実証試験結果 オンサイト分析結果を表 5-1 に示す。また、処理前と処理後のほう素濃度の推移 を図 5-1 に示す。

	13	3 1 A > 94 F		
松田田	液温℃	. U	処理前	処理後
採取時間	一	рΗ	ほう素濃度	ほう素濃度
12/3 9時	35℃	7.85	246 mg/L	144 mg/L
11 時	31℃	8.11	96 mg/L	$32~\mathrm{mg/L}$
13 時	31℃	8.13	132 mg/L	52 mg/L
15 時	31℃	8.13	80 mg/L	30 mg/L
12/4 9時	34℃	8.06	130 mg/L	44 mg/L
11 時	33℃	8.25	119 mg/L	$32~\mathrm{mg/L}$
13 時	34℃	8.25	113 mg/L	43 mg/L
15 時	34℃	8.16	135 mg/L	91 mg/L
12/5 9時	33℃	8.03	97 mg/L	$65~\mathrm{mg/L}$
11 時	32℃	8.12	110 mg/L	64 mg/L
13 時	32℃	8.28	135 mg/L	$36~\mathrm{mg/L}$
15 時	39℃	8 3/1	87 mg/L	31 mg/L

表5-1 オンサイト分析結果

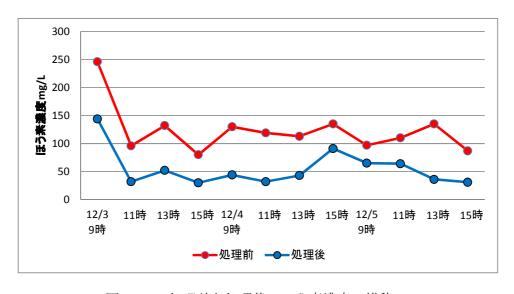


図5-1 処理前と処理後のほう素濃度の推移

実証期間中の排水温度は平均 32.7 \mathbb{C} 、pH は 8.1 であった。 ほう素濃度については日間で $80\sim246mg/L$ と大きく変動した。また 12/3 日実験開始直後(9 時)の排水中ほう素濃度が 246mg/L と高かった。

この原因は明らかではないが排水量が一時的に多くなった事から、浴槽の清掃時間であっ た可能性が高い。また排水温度が 32℃程度であったため、投げ込みヒーターにより液温を 35℃程度まで上昇させて試験を実施した。これはヒドロキシアパタイトの生成反応を促進 するためである。オンサイト分析の結果では、ほう素の除去率は平均 56.5%であり、排水 中ほう素濃度を約半分程度まで除去可能であった。

5. 2 水質監視項目の試験結果

公定分析結果を表5-2に示す。

表 5-2 公定分析結果

表	表 5 - 2 公定分析結果 単位: mg/L ※塩素のみ g/L						
月日	項目	В	Si	溶解性 Fe	溶解性 Mn	Ca	Cl*
12/3	流入水	146	14.8	<0.1	<0.1	50.0	1.1
12/3	処理水	59.2	< 0.1	<0.1	<0.1	919	1.1
10/4	流入水	125	15.1	<0.1	<0.1	46.5	1.0
12/4	処理水	52.7	< 0.1	<0.1	<0.1	929	1.0
10/5	流入水	119	14.9	<0.1	<0.1	45.9	0.9
12/5	処理水	47.3	<0.1	<0.1	<0.1	924	1.0

<ほう素>

流入水中のほう素濃度は日間で 119~146mg/L まで変化した。また処理水中のほう 素濃度は 47.3~59.2mg/L であり、平均 59%の除去率であった。

図5-2に標準溶液によるほう素吸着容量と本試験でのほう素吸着容量を示す。

標準溶液は液温 35℃の蒸留水中にほう素濃度が 10、50、100、500、1000mg/L と なるように調製した。次にそれぞれの溶液に消石灰を 1wt%、(1+5)リン酸を 1vol%添加 し、吸着されたほう素量を Ca 添加量当たりのほう素吸着量容量 (B mg/Ca-g) とした。

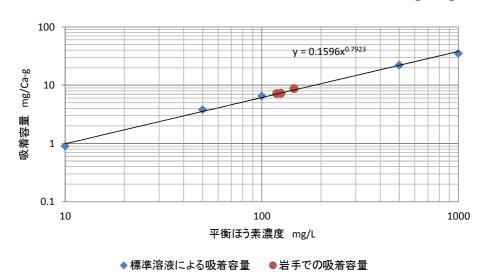


図5-2 標準溶液と試験溶液におけるほう素吸着容量の比較

本試験でのほう素吸着容量は標準溶液での吸着容量とほぼイコールであり共存元素の影響は認められなかった。

<Hq>

排水中のpH はほぼ一定であり、pH7.8~pH8.3の範囲であった。

<塩素>

排水中の塩素濃度は約 0.1%であり、ほぼ源泉の約 1/10 であった。また処理水中の塩素濃度は処理の前後でほとんど変化しなかった。

<カルシウム>

排水中のカルシウム濃度は 46~50mg/L であり、源泉の約 1/10 であった。処理水中のカルシウム濃度は消石灰から溶け出したカルシウムイオンにより 900mg/L に増加した。

<シリコン>

排水中のシリコン濃度は約 15mg/L であった。処理水中のシリコン濃度はほぼゼロとなっていることから消石灰表面への表面吸着と考えられる。

<溶解性鉄、溶解性マンガン>

溶解性鉄および溶解性マンガンは排水中に含まれておらず、スケール発生に寄与しない。

5. 3 参考実証試験の結果

5. 3. 1 ほう素の溶出試験

吸着残渣を 5L 抜き取り、ろ過、乾燥したものを環境省告示 13 号試験によってほう素の溶出試験を行った。結果を表 5-3に示す。

表 5-3 溶出試験結果(単位 mg/L)

	12/6採取
吸着残渣	3.8

溶出試験の結果、ほう素は土壌溶出基準 (1mg/L) はクリアできないが第二溶出基準 (30mg/L)はクリア可能であった。

5. 3. 2 吸着残渣の蛍光 X 線分析結果

表5-4 残渣の蛍光 X 線によ分析結果

単位%

Ca	P	Si	Al	Fe	S	Others
21.4	1.8	0.2	0.1	< 0.1	<0.1	76.5

Others: Na 以下軽元素の総和

5. 4 環境負荷実証項目

項目	結 果
廃棄物の種類と発生量	·吸着残渣(含水率 65%) 68kg
	・塩酸(HCl) 8L
	・オンサイト分析の廃液 0.3L
騒音(音源1m値)等価騒音レベル Laeq	稼働時:77dB 装置停止時:44dB
臭気・着色	わずかに石鹸臭あり
	着色なし
汚泥、廃棄物処理等の	周辺環境への影響なし
容易さ等の質的評価	

5. 5 定性的所見

項目	所 見			
試験期間中の消費電力量	ポンプ 3.6kw ヒーター 4.8kw			
	分析装置 0.4kw 計 8.8kw			
排水および処理水の水質所見	ほぼ無色、まれに浴室洗浄排水が混入する			
	ケース有り(泡有)			
立ち上げに要する時間	原水タンクに排水をためる時間が必要。			
	・所要時間は約 10 分程度			
	・昇温(33℃⇒35℃)20 分ほど			
運転停止に要する時間	ポンプ OFF、発電機 OFF			
	ポンプ内の水抜き (凍結対策)			
	所要時間は約30分程度			
実証対象機器の信頼性	3日間、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	特になし			

6. データの品質管理

本水質実証項目の分析においてはJISに基づいて作成した標準作業手順書遵守の他、 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	全測定試料に対し、2回測定を実施

その結果、それぞれの測定値の差は 1.0%以内であった。また濃度既知の標準溶液により正確さの確認を行った。以上の結果より、データ品質は適切に確保されていることを確認した。

7. コスト試算

温泉排水処理技術についてコスト試算を行った。

【1日当たり100m3の処理を想定】

(1) 排水 (原水) 中ほう素濃度が平均 130mg/L の排水について、処理後のほう素濃度を 100mg/L 以下 (90mg/L 程度) とする場合。

※全排水が処理対象

175 口	使用量	想定単価		ランニングコスト	
項目	排水 1m³ あたり	現品 低廉化品		1 日	年間
85%リン酸	1kg/m³	456 円/kg	52 円/kg	5200 円	1,898,000 円
消石灰	$5.2 \mathrm{kg/m^3}$	52 円/kg	10 円/kg	5200 円	1,898,000 円
pH 調整用塩酸	$0.01 \mathrm{kg/m^3}$	600 円/kg	70 円/kg	70 円	25,550 円
水道水	$0.005 \mathrm{m}^3/\mathrm{m}^3$	200 円/m³	200 円/m³	100 円	36,500 円
凝集剤等	$0.005 \mathrm{kg/m^3}$	700 円/kg	200 円/kg	100 円	36,500 円
汚泥発生量	14.8kg/m ³	15 円/kg	_	22,200円	8,103,000円
電力	0.3kW/ m³	12 円/kwh	_	360 円	131,400 円

33,230 円 12,128,950 円

(2) 排水 (原水) 中ほう素濃度が 200mg/L を超える排水(230mg/L 相当)について、処理 後のほう素濃度を 200mg/l 以下 (190mg/L 程度) に低減する場合。

※全排水の1/4 (25m³) を処理すると仮定

TE日	使用量	想定	三単価	ランニングコスト	
項目	排水 1m³ あたり	現品	低廉化品	1 日	年間
85%リン酸	$0.67 \mathrm{kg/m^3}$	456 円/kg	52 円/kg	871 円	317,915 円
消石灰	$3.37 \mathrm{kg/m^3}$	52 円/kg	10 円/kg	842 円	307,330 円
pH 調整用塩酸	0.01kg/m ³	600 円/kg	70 円/kg	17円	6,205円
水道水	$0.005 \mathrm{m}^3/\mathrm{m}^3$	200 円/m³	200 円/m³	25 円	9,125 円
凝集剤等	$0.005 \mathrm{kg/m^3}$	700 円/kg	200 円/kg	25 円	9,125 円
汚泥発生量	$9.6 \mathrm{kg/m^3}$.6kg/m³ 15 円/kg		3,600 円	1,314,000 円
電力	0.3kW/ m³	12 円/kwh	_	90 円	32,850 円

5,470 円 1,996,550 円

注)ランニングコストには吸着剤と廃棄物(汚泥)の処理費用含む。運搬費、人件費等は含まず。

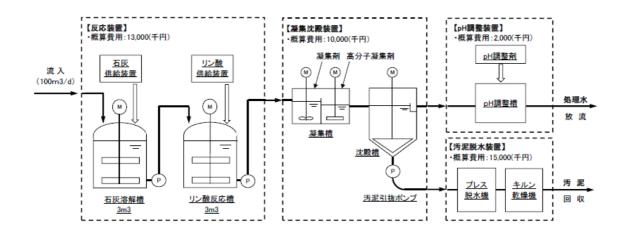
【イニシャルコストの試算】

連続処理を前提とした設備構成とした。なお処理量および反応時間の短縮により反応装置、凝集沈殿装置、汚泥脱水装置、pH 調整装置をスケールダウンした場合の想定されるコスト試算を()に示す。

装置名	仕様	概算費用
1. 反応装置	・石灰溶解槽 3m²	13,000 千円
	・リン酸反応槽 3m ²	(8,450 千円)
	・攪拌用モータ 2基	
	・送液ポンプ 2 基	
	・石灰供給装置 1基	
	・リン酸供給装置 1基	
2. 凝集沈殿装置	・凝集槽 1 基	10,000 千円
	・沈殿槽 1 基	(6,450 千円)
	・攪拌モータ 3 基	
	・凝集剤添加装置 2基	
	・汚泥吸引ポンプ 1基	
3. 汚泥脱水装置	・プレス脱水機 1 基	15,000 千円
	・キルン乾燥機 1基	(9,750 千円)
4. pH 調製装置	・pH 調整槽 1 基	2,000 千円
	・pH 調整装置 1基	(1,300 千円)

総費用 40,000 千円

※スケールダウンによる総費用 (25,950 千円)

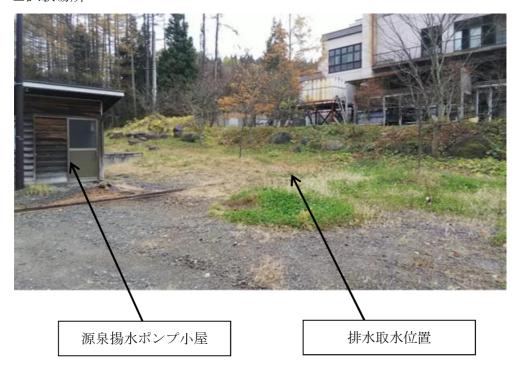


注) イニシャルコストには基礎工事・電気工事等は含まず。

付 録

現 場 写 真

■試験場所



■温泉水概況

源泉は掘削自噴の間欠泉である。源泉は貯水槽に貯め、一定量風呂場へ供給している。排水口は2箇所あり実証試験はそのうちの一ヶ所について行った。

①温泉揚湯量

48m³/日

②温泉施設水道使用量

150 m³/日

③温泉排水量

温泉排水:48 m³/日、その他排水 150 m³/日

④温泉入り込み数(16:00まで)

⑤特記事項

- ・浴槽清掃時間 ほぼ毎日8時~9時頃に排水量が一時的に増加。
- ・源泉にガスを含むため1~2回/日ガス抜きを行っている。

20



【装置設置状況】



【源泉の揚水パイプ】



【源泉貯水タンク】



【公共用水路】



【試験排水のサンプリング位置】



【試験排水(200L)のサンプリング】



【昇温・攪拌】



【消石灰およびリン酸添加】



【攪 拌】



【サンプリング】



【ほう素のオンサイト分析】



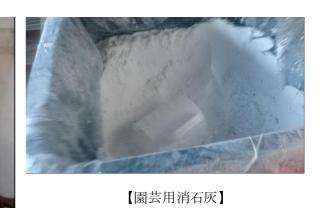
【沈降槽に移し入れ】



【分離槽で汚泥分離】



【汚泥の分離状況】



【リン酸および pH 調整用塩酸】



【残渣回収】



【実験風景】



【環境省・岩手県 現地立会 ①】



【環境省・岩手県 現地立会 ②】



【環境省・岩手県 現地立会 ③】



【機材撤収作業】



【作業終了·原状復帰】

付 録

ほう素分析計取扱い説明



ホウ素分析システム

BS-1000(前処理装置) ABA-1000(自動ホウ素分析計)

取扱説明書

このホウ素分析システムは、前処理装置とホウ素分析計に分割されており、2基を組み合わせたシステム使用の他、目的に応じて各装置単体での使用も可能です。

<目次>

1.	Boron Separator (BS-1000)	- 1 -
	1.1 概要	- 1 -
	1.2 電源、寸法	- 1 -
	1.3 フロー図及び、装置構成	- 1 -
	1.4 設置方法	- 2 -
	1.5 操作方法	- 3 -
	1.6 各部の保守及び設定方法	- 5 -
	1.6.1 送液ポンプ ペリスタポンプ(3流路)	- 5 -
2.	自動木ウ素分析計 (ABA-1000)	- 6 -
	2.1 概要	- 6 -
	2.2 電源、寸法	- 6 -
	2.3 フロー図及び、装置構成	- 6 -
	2.4 設置方法	- 7 -
	2.5 操作方法	- 8 -
	2.6 各部の保守及び設定方法	- 10 -
	2.6.1 送液ポンプ ペリスタポンプ(3流路)	- 10 -
	2.6.3 蛍光検出器 (FLD-360)	- 10 -

H11.12.3 鋼管計測 ㈱

1. Boron Separator (BS-1000)

1.1 概要

本装置は、ホウ素を分析するための前処理装置です。サンプル中のホウ素を、特殊高分子ゲルを 充填したカラムに吸着させ、ホウ素以外のマトリックス成分を除去後、溶離液によりホウ素を溶 離します。ホウ素分析装置(ABA-1000) と組み合わせて使用することで、前処理から検出まで の自動分析が可能です。

1.2 電源、寸法

使用電源及び寸法、重量は以下の通りです。

- •電源 AC100V 80VA
- 寸法 200mm(W),350mm(D),200mm(H)
- •重量 8kg

1.3 フロー図及び、装置構成

フロー図及び装置構成を以下に示します。

・送液ポンプ(P1): 3連ペリスタポンプ(吐出圧力2kg/cm2)1台・6方/バルブ(V1,V2): 6方自動切り換えバルブ(低圧型)2台・3方電磁弁(V3): 3方電磁弁1台

カラム : 充填剤·・・・特殊高分子ゲル

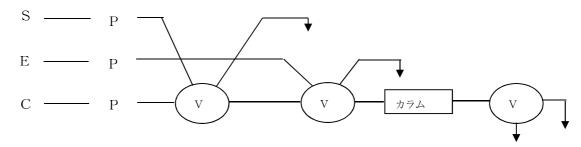
サイズ····4.6mmlD, 50mmL

カラム・・・・テフロン製, PAT(PEEK Alloyed with Teflon) Frits 10μm

・配管類 : テフロンチューブ(外径1/16インチ,内径0.8mm 他)

オレフィン系チューブ(ファーメドチューブ) フィッティング類を含め接液部材質は樹脂とする

・フロー図



S:サンフル E:溶離液 C:キャリア液

1.4 設置方法

本装置使用時には、以下の手順で設置を行って下さい。

(1).水平な平面に設置します。 前面のカバーを取り外します。





- (2).電源コードを接続します。 100VAC電源を装置背面の電源部に接続します。 このとき必ず接地を行って下さい。
- (3). ホウ素分析計 (ABA-1000) との連動は、リモートケーブルでABA-1000と接続します。

REMOTE端子







(4).試薬ビン、廃液ビンをセットします。

ポンプ上のチューブ収納部からInletチューブと廃液チューブを取り出し、各チューブを試薬ビン及び廃液ビンの中にセットします。

このとき試薬ビンは満たされ、廃液ビンは空になっていることを確認して下さい。

チューブ収納部



1.5 操作方法

電源

本装置での前処理は、以下の手順で行います。 ホウ素分析計(ABA-1000)とリモートケーブル接続時は、本装置のSTARTボタンにより、ABA-1000も連動します。

(1) 本装置の電源を投入します。 背面の電源スイッチをONにします。

これにより、6方バルブがホーム位置であるInject側に切り替わります。



(2).STARTボタンを押します。

試料のマトリックス成分からホウ素を分離する一連の操作を自動で行うために、本装置は、以下のタイムチャートに従い、プログラムされています。

STARTボタンを押すことで、①から⑦の一連の操作を自動で行います。

	Busyランプ	P1	V1	V2	V3	タイマー
① カラムの平衡化	点灯	ON	Inject	Inject	廃液	T1
② サンプリング			Load	Load		T2
③ サンプル注入			Inject			Т3
④ 溶離液注入				Inject		T4
⑤ ホウ素含有液の回収					回収	T5
⑥ 回収終了					廃液	Т6
⑦ P1停止(レディ)	消灯	OFF				

- ・ABA-1000との連動時は、ABA-1000側において、①で送液を開始し、インジェクションバルブを⑤でLoadに、⑥でInjectに切り換えます。Injectから5分(T7)後に送液を終了します。
- ・出荷時の各タイマーの設定時間は、以下の通りです。この設定時間はポンプ流速0.7ml/min (25目盛り)で運転時に合わせています。流路の変更時には、タイマーの設定を調整して下さい。タイマーの設定は、装置内の基板上で行います。

T4 T1 T2 T3 T5 T6 T7 1分 3分 23秒 2分 1分 5分 1分 2分 4分 28秒 2分 1分 5分

- ・サンプリングラインの試料溶液による共洗いを十分に行うために、③のサンプル注入工程が終了後すみやかに、次の試料にSのインレットチューブを挿入しておくことをおすすめします。
- (3).③の<u>サンプル注入</u>工程終了後、次試料に置き換えてサンプリングラインを共洗いしておき、 BUSYランプが消えてレディ状態になったら、次試料の前処理のためにSTARTボタンを押し、 前処理操作を繰り返します。
- (4).終了操作を行います。

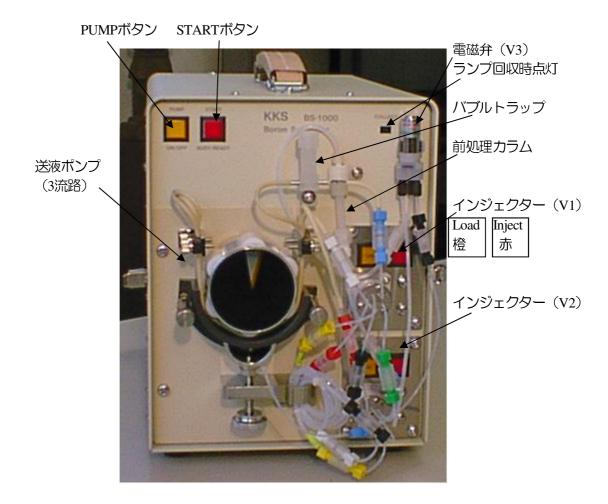
分析終了後、各Inletチューブを水のボトルに浸し、約10分間の送液をしてラインを水で置換します。(配管中に試薬液が残ると、種々のトラブルの原因になります。

<ポンプのみを運転したいとき>

- ・PUMP(ON/OFF)ボタンを押しすと、ポンプの運転を開始し、PUMPボタンが点灯します。 (再度PUMPボタンを押すと、ポンプの運転を停止し、ランプも消えます。)
- ・PUMPボタンによる送液ポンプの駆動切換は、BUSY中も有効です。
- ・STARTボタンによるプログラムの実行前に、PUMPボタンにより送液を開始していても、 STARTボタンで、送液を続けたままプログラムを開始します。

く6方バルブを任意に切り換えたいとき>

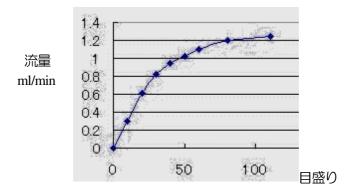
- ・6方バルブ部のLoadボタンを押しと、バルブがLoad側に切り換わります。
- •バルブ切換ボタンはBUSY中も有効ですが、動作が混乱しますのでBUSY中は使用しないことをお勧めします。
- STARTボタンによるプログラムの実行前に、ボタンによりバルブ切換を行っていても、START ボタンで初期状態に戻ります。



1.6 各部の保守及び設定方法

1.6.1 送液ポンプ ペリスタポンプ (3流路)

- (1).チューブの劣化により送液量が低下してきた際には、ポンプ部のファーメドチューブを新品と交換して下さい。この際必ず3流路一緒に交換して下さい。以下に交換方法を示します。
 〈交換方法〉
 - ・流路を水置換した状態でファーメドチューブに接続の配管をはずします。
 - チューブを締め付けているねじ(ストッパーねじ2個と締め付けねじ1個)をゆるめ、 さらにチューブ押さえの固定ねじをゆるめ、ファーメドチューブをはずします。
 - ・新しいファーメドチューブから、使用していた各チューブの長さに合わせて、3本の チューブを切り出し、ポンプヘッドに取り付けます。
 - チューブに接続の配管を取り付けた後、チューブを張った状態でチューブ押さえを固 で締め付け状態が動かないようにストッパーねじを締めます。
 - ・送液をしばらく行い、チューブがたるんできたら、チューブ押さえの固定ねじをゆる めてチューブを引っ張り、チューブが張った状態にします。
- (2).このポンプの流量は、装置内部にあるボリュームで設定しています。ボリューム目盛りに対応したポンプ流量を以下に示します。 出荷時の設定は、目盛り25(約0.7ml/min)です。



2. 自動木ウ素分析計 (ABA-1000)

2.1 概要

本装置は、蛍光検出器を用いたホウ素の自動分析計です。サンプル中のホウ素を、反応試薬であるクロモトロープ酸と反応させ、生成する蛍光物質を、蛍光検出器により検出します。 本分析計単体での測定の他、専用の前処理装置(BS-1000)との連動動作が可能です。

2.2 電源、寸法

- •電源 AC100V 80VA
- 寸法 200mm(W),350mm(D),250mm(H)
- •重量 10kg

2.3 フロー図及び、装置構成

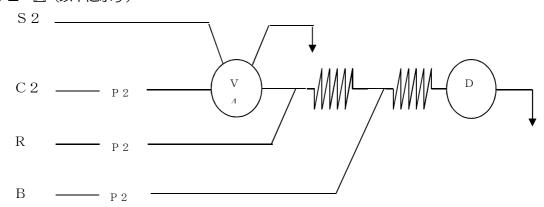
・送液ポンプ(P2)
 ・6方バルブ(V4)
 ・6方自動切り換えバルブ(低圧型)
 ・検出器(D)
 ・強光検出器(励起光 λ=313nm,検出蛍光 λ=360nm

セル容量90川, アナログ出力)

配管類 : テフロンチューブ(外径1/16インチ,内径0.8mm)

シリコンチューブまたはオレフィン系チューブ フィッティング類を含め接液部材質は樹脂とする

フロー図(以下に示す)



S2:サンプル(前処理装置からのインライン注入、またはマニュアル注入)

C2:キャリア液(サンプルとマトリックスを合わせた溶液)

R :反応試薬

B:pH調整用アルカリ液

2.4 設置方法

本装置使用時には、以下の手順で設置を行って下さい。

(1).水平な平面に設置します。 前面のカバーを取り外します。





(2) ・電源コードを接続します。 100VAC電源を装置背面の電源部に接続します。 このとき必ず接地を行って下さい。

電源部

(3).記録計または、データ処理装置を接続します。

分析のためには、検出器からの出力をデータ処理機等で読みとる必要が あります。装置背面のシグナル端子に、データ処理機等のデータ取り込みラインを 接続します。

装置背面のINT.START端子は、サンプルをInjectするタイミングで、データ処理機を自動でスタートするための端子です。データ処理機のInject信号ラインを接続して下さい。

シグナル端子 INT.START端子



REMOTE端子

(4).リモートケーブルを接続します。(BS-1000と連動時のみ) BS-1000との連動で使用するときは、REMOTE端子にBS-1000からのリモートケーブルを接続します。

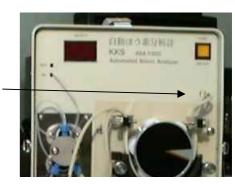
(5).試薬ビン、廃液ビンをセットします。

ポンプ上のチューブ収納部からInletチューブと廃液チューブを取り出し、各チューブを試

薬ビン及び廃液ビンの中にセットします。

このとき試薬ビンは満たされ、廃液ビンは空になっていることを確認して下さい。

チューブ収納部



2.5 操作方法

<ABA-1000の単独使用時> 本分析計単体での測定は、以下の手順で行います。

(1) 本装置の電源を投入します。

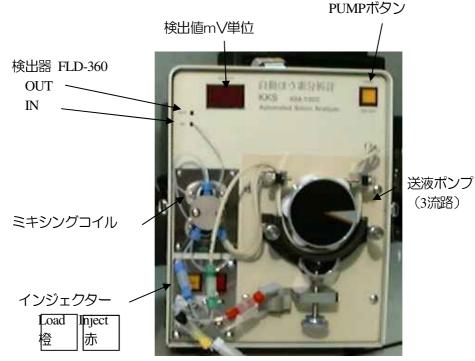
背面の電源スイッチをONにします。

この操作により、以下の動作が実行されます。

- ・蛍光検出器の電源が投入され光源ランプが点灯し、検出値をmV単位で前面に表示します。
- ・6方バルブがホーム位置であるInject側に切り替わります。
- (2).ポンプのSTART/STOPボタンを押します。

ポンプの運転を開始し、START/STOPボタンが点灯します。

(再度START/STOPボタンを押すと、ポンプの運転を停止し、ランプも消えます。)



(3).安定後、以下の手順で分析を開始します。

ラインが置換するために、ポンプの運転を開始してから約10分を要します。 ラインが十分に置換されてから、サンプルごとに以下の測定操作を行います。

- ・インジェクションバルブのLoadボタンを押します。
- インジェクションバルブにサンプルを注入します。
- ・インジェクションバルブのInjボタンを押します。・・・・測定の開始信号を出力します。
- ・分析時間終了後、次サンプルの測定操作へ

(4).終了操作を行います。

分析終了後、各Inletチューブを水のボトルに浸し、約10分間送液してラインを水で置換します。(検出器フローセルや配管中に試薬が残ると、種々のトラブルの原因になります。) 水置換後、PUMPボタンを押し送液を終了し、背面の電源スイッチをOFFにします。

〈BS-1000との連動時〉 本分析計単体での測定は、以下の手順で行います。

BS-1000との連動時は、BS-1000の電磁弁(V3)からの回収ラインを、本装置のインジェクションバルブ(V4)に接続します。これにより前処理装置での回収溶液を自動で本装置に注入できます。

- (1) 本装置の電源を投入します。
- (2).BS-1000においてSTARTボタンを押すと、本装置での送液開始、サンプリングとインジェクション動作、さらにピーク検出後の送液の停止を、自動で行います。 回収溶液のインジェクションから約5分(T7)後に、送液ポンプは停止します。
- (3).測定後、終了操作を行います。

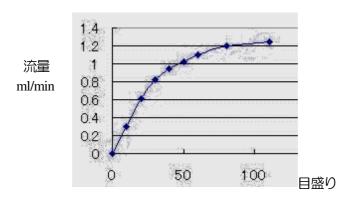
2.6 各部の保守及び設定方法

2.6.1 送液ポンプ ペリスタポンプ (3流路)

- (1).チューブの劣化により送液量が低下してきた際には、ポンプ部のファーメドチューブを新品と交換して下さい。この際必ず3流路一緒に交換して下さい。以下に交換方法を示します。

 〈交換方法〉
 - ・流路を水置換した状態でファーメドチューブに接続の配管をはずします。
 - チューブを締め付けているねじ(ストッパーねじ2個と締め付けねじ1個)をゆるめ、 さらにチューブ押さえの固定ねじをゆるめ、ファーメドチューブをはずします。
 - ・新しいファーメドチューブから、使用していた各チューブの長さに合わせて、3本の チューブを切り出し、ポンプヘッドに取り付けます。
 - ・チューブに接続の配管を取り付けた後、チューブを張った状態でチューブ押さえを固定し、ポンプを運転しながら締め付けねじを締めていき、送液が確実になったポイントで締め付け状態が動かないようにストッパーねじを締めます。
 - ・送液をしばらく行い、チューブがたるんできたら、チューブ押さえの固定ねじをゆる めてチューブを引っ張り、チューブが張った状態にします。
- (2).このポンプの流量は、装置内部にあるボリュームで設定しています。ボリューム目盛りに対応したポンプ流量を以下に示します。

出荷時の設定は、目盛り25(約0.7ml/min)です。



2.6.3 蛍光検出器 (FLD-360)

本検出器の光源は、通常の使用下では5000時間の寿命が見込まれています。光源ランプの交換または異常時には弊社にお問い合わせ下さい。

流路の汚れに関しては、ポンプによる洗浄液等の送液で、洗浄を行って下さい。洗浄後水を流した状態でブランク値が高い等の異常時には、弊社にお問い合わせ下さい。