

放射性廃棄物処理・処分 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定	9月							10月			11月			12月			備考											
				25							2			9			16				23			30							
				6							13			下			上				中			下							
固体廃棄物の保管管理、処理・処分計画	1. 発生量低減対策の推進	持込抑制策の検討	(実績) ・運用開始準備	検討・設計																											
			(予定) ・運用開始準備		現場作業	運用開始準備																									
	固体廃棄物貯蔵庫の設置			(実績) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事 躯体工事	検討・設計																									<ul style="list-style-type: none"> ・2015年7月17日：実施計画変更認可申請認可 	
				(予定) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事 躯体工事		現場作業	固体廃棄物貯蔵庫第9棟にかかる建屋工事 躯体工事（基礎）																								
						現場作業	躯体工事（地下2階）																								
						現場作業	躯体工事（地下1階）																								
	2. 保管適正化の推進	覆土式一時保管施設3,4槽の設置		(実績) ・設置工事（3槽） ・設置工事（4槽）	検討・設計																									<ul style="list-style-type: none"> ・2014年8月12日：安全協定に基づく事前了解 	
				(予定) ・設置工事（3槽） ・設置工事（4槽）		現場作業	設置工事（3槽） 設置工事（4槽）																								
	一時保管エリアの追設/拡張			(実績) ・伐採木一時保管槽の追設・拡張に向けた準備	検討・設計																										
				(予定) ・伐採木一時保管槽の追設・拡張に向けた準備		現場作業	伐採木一時保管槽の追設・拡張に向けた準備																								
雑固体廃棄物焼却設備			(実績) ・停止中（A・B系）	現場作業	【A系】 停止中（不具合原因調査中、対策検討・実施）																								<ul style="list-style-type: none"> ・【A系】 排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手に割れ発生につき停止中（2016年8月10日～） 		
			(予定) ・処理運転（A・B系）		【B系】 停止中（不具合原因調査中、対策検討・実施）																									<ul style="list-style-type: none"> ・【B系】 伸縮継手にピンホール、排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手に割れ発生につき停止中（2016年8月10日～） 	

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		9月		10月				11月			12月		1月	備考	
			25	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	前	後		
保管管理計画	3. 瓦礫等の管理・発電所全体から新たに放出される放射性物質等による敷地境界線量低減	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 一時保管エリアの保管量確認/線量率測定および集計 ガレキ等の将来的な保管方法の検討 線量低減対策検討 ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 一時保管エリアの保管量確認/線量率測定および集計 ガレキ等の将来的な保管方法の検討 線量低減対策検討 ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 伐採木一時保管槽への受入(枝葉) 	検討・設計	伐採木一時保管槽の追設・拡張に向けた準備	一時保管エリアの保管量、線量率集計													
				現場作業	ガレキ等の将来的な保管方法の検討	線量低減対策検討	一時保管エリアの保管量確認、線量率測定	ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続										
固体廃棄物の保管管理	4. 水処理二次廃棄物の長期保管等のための検討	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】スラリー安定化装置の選定要件整理・適用試験(コールド) 【研究開発】セシウム吸着塔の長期保管 <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】スラリー安定化装置の選定要件整理・適用試験(コールド) 【研究開発】セシウム吸着塔の長期保管 	検討・設計	【研究開発】スラリー安定化装置の選定要件整理・適用試験(コールド)	スラリー抽出等確認試験(HICを活用した試験の検討)													
				現場作業	安定化装置の概念設計	【研究開発】セシウム吸着塔の長期保管	実規模加熱検証試験の検討(崩壊熱模擬のための設備に関する設計検討)	実規模加熱検証試験の検討(吸着塔の改造に係る検討)										
処理・処分計画	5. 固体廃棄物の性状把握	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査 【研究開発】固体廃棄物のサンプリング・分析 【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海等)分析試料のJAEA等への輸送 <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査 【研究開発】固体廃棄物のサンプリング・分析 【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海等) 	検討・設計	【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査	【研究開発】固体廃棄物のサンプリング・分析													
				現場作業	固体廃棄物のサンプリング	【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海等)	PCV滞留水(2、3号機滞留水)の分析(γ核種、β核種、α核種、金属元素濃度)	ガレキ(1号機R/B天井コンクリートコア、デッキプレート試料)の分析(α核種、β核種、γ核種)	汚染水(滞留水、セシウム吸着装置出口水試料)の分析(α核種、β核種、γ核種)									
処理・処分計画	6. JAEA分析・研究施設の整備(施設管理棟、第1棟、第2棟)	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内除染・伐採作業 施設管理棟建設工事 <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内除染・伐採作業 施設管理棟建設工事 	検討・設計	敷地内除染・伐採作業														
				現場作業	施設管理棟建設工事													

最新工程反映
伐採木一時保管槽への受入(枝葉)

・1月よりチップ化開始。順次保管槽受入予定。

最新工程反映 10月→12月終了
HICを活用した試験の追加による延長

新規追加
分析結果中間報告

最新工程反映 12月→10月開始

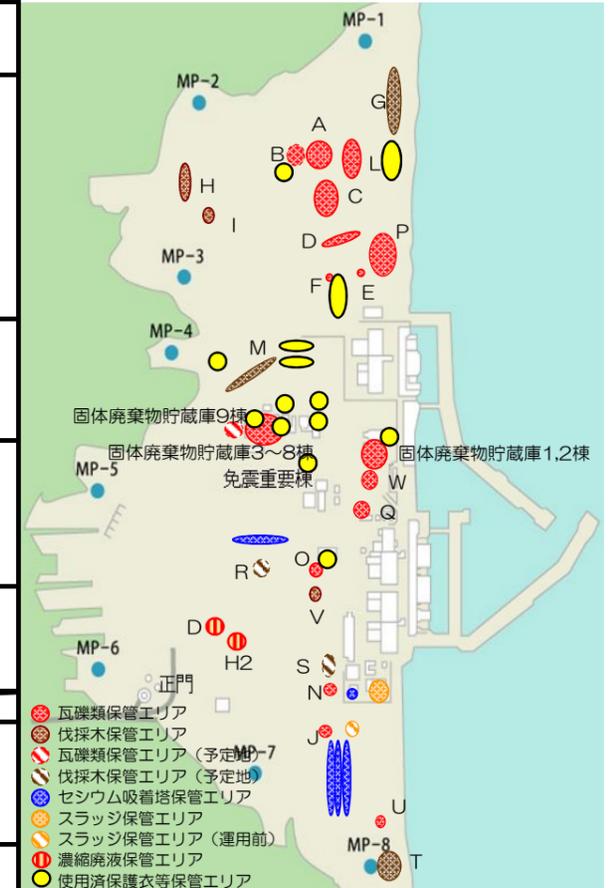
・2016年9月23日: 実施計画認可申請

・2017年度竣工予定

瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の管理状況(2016.9.30 時点)

分類	保管場所	保管方法	エリア境界 空間線量率 (mSv/h)	保管量※1	前回報告比※2 (2016.8.31)	変動理由※3	エリア 占有率	保管量/保管容量 (割合)	トピックス	
瓦礫類 屋外集積 (0.1mSv/h以下)	B	屋外集積	0.01	2,500 m ³	+700 m ³	①②③	77%	130400 / 181200 (72%)	・フランジタンク解体片 エリアPにて一時保管中。(2015年6月15日～) 2016年9月末時点で307基(コンテナ)保管。 ・エリアCの焼却可燃物 リスク低減の観点から容器収納しエリアPにて一時保管中。	
	C	屋外集積	0.01未満	51,600 m ³	-1,600 m ³	②③④⑤	82%			
	F	屋外集積	0.01未満	5,900 m ³	0 m ³	—	79%			
	J	屋外集積	0.02	4,300 m ³	0 m ³	—	89%			
	N	屋外集積	0.01	4,500 m ³	0 m ³	—	45%			
	O	屋外集積	0.01	26,200 m ³	0 m ³	—	95%			
	P	屋外集積	0.01	34,700 m ³	+2,100 m ³	①②	54%			
瓦礫類 シート養生 (0.1～1mSv/h)	D	シート養生	0.01	2,600 m ³	0 m ³	—	88%	37100 / 57300 (65%)	・エリアE、エリアPの瓦礫類について、リスク低減の観点から 容器収納へ移行中。	
	E	シート養生	0.02	7,500 m ³	+1,500 m ³	③④	47%			
	P	シート養生	0.02	6,000 m ³	-100 m ³	⑥	67%			
	W	シート養生	0.03	21,000 m ³	微減	—	72%			
瓦礫類 覆土式一時保管施設、 仮設保管設備、容器 (1～30mSv/h)	L	覆土式一時保管施設	0.01未満	12,000 m ³	0 m ³	—	100%	20300 / 27700 (73%)	・覆土式一時保管施設(第3槽) 瓦礫類収納完了:2015年8月21日 仮覆土:2015年10月26日完了	
	A	仮設保管設備	0.25	1,700 m ³	微減	—	24%			
	E	容器※4	0.02	300 m ³	0 m ³	—	19%			
	F	容器	0.01未満	600 m ³	0 m ³	—	99%			
瓦礫類 固体廃棄物貯蔵庫	固体廃棄物 貯蔵庫	容器※4	0.02	7,500 m ³	+100 m ³	①③⑦	63%	7500 / 12000 (63%)	・主な瓦礫類は、1～3号機建屋で発生した高線量瓦礫類。	
	合計(ガレキ)			195,400 m ³	+2,600 m ³	—	70%			
伐採木 屋外集積 (幹・根・枝・葉)	H	屋外集積	0.01未満	14,700 m ³	0 m ³	—	74%	70200 / 81500 (86%)	・工事により発生した幹・根を随時受入中。	
	I	屋外集積	0.01	10,500 m ³	0 m ³	—	100%			
	M	屋外集積	0.01未満	39,500 m ³	+200 m ³	⑧	88%			
	伐採木 一時保管槽 (枝・葉)	V	屋外集積	0.03	5,500 m ³	0 m ³	—	92%	19600 / 24900 (79%)	
		G	伐採木一時保管槽	0.01未満	8,500 m ³	0 m ³	—	65%		
伐採木 一時保管槽 (枝・葉)	T	伐採木一時保管槽	0.01未満	11,100 m ³	0 m ³	—	94%			
	合計(伐採木)			89,800 m ³	+100 m ³	—	84%			
保護衣 屋外集積	容器	0.02	68,300 m ³	+1,200 m ³	⑨	96%	68300 / 71200 (96%)	・雑固体焼却設備の運用開始(2016年3月18日) ・使用済保護衣等焼却量 744t(2016年9月末累積) ・焼却灰のドラム缶数 112本(2016年9月末累積)		
合計(使用済保護衣等)			68,300 m ³	+1,200 m ³	—	96%				

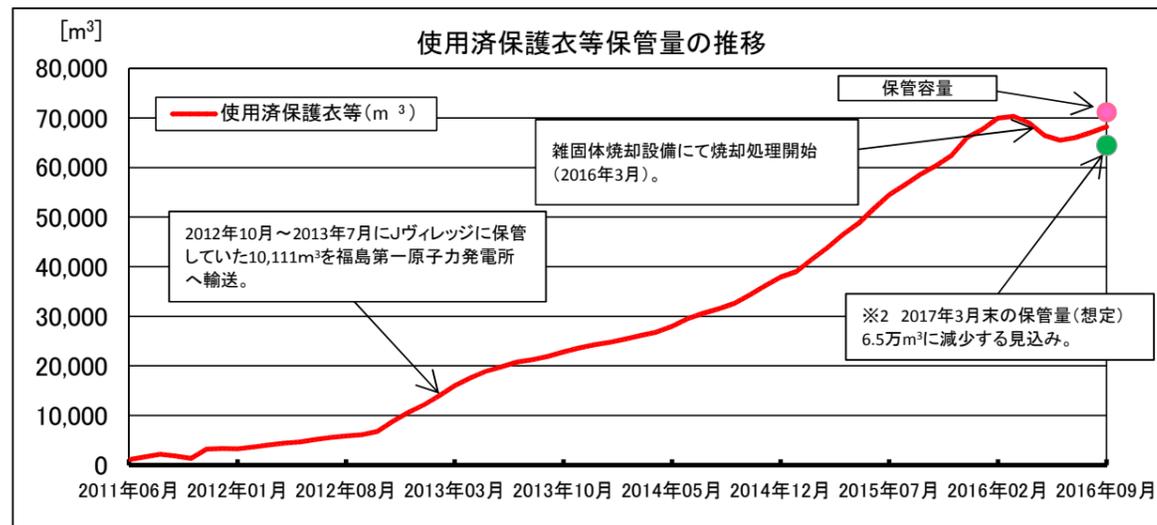
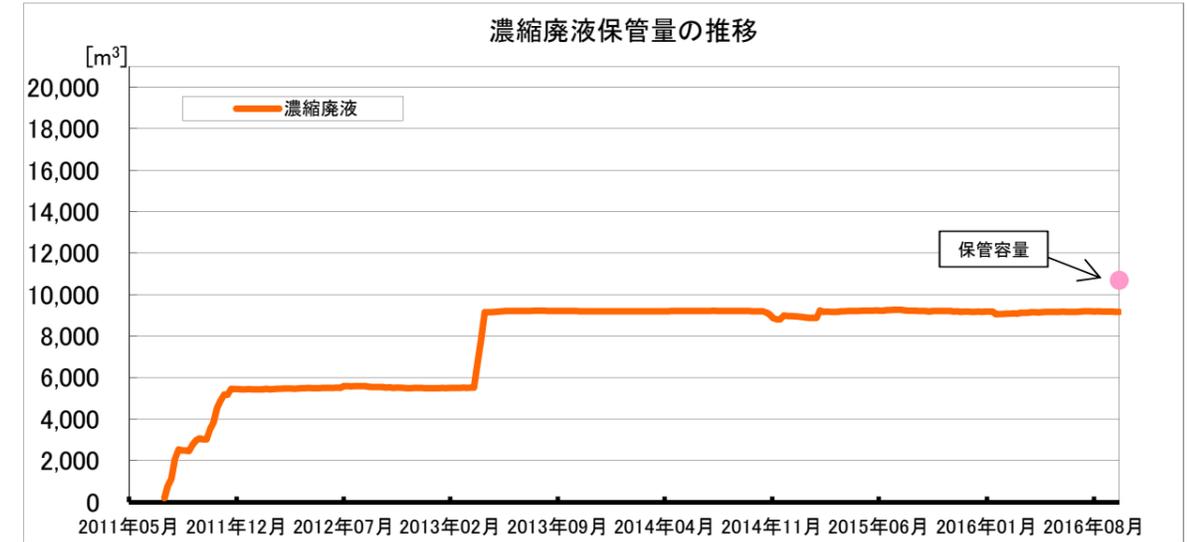
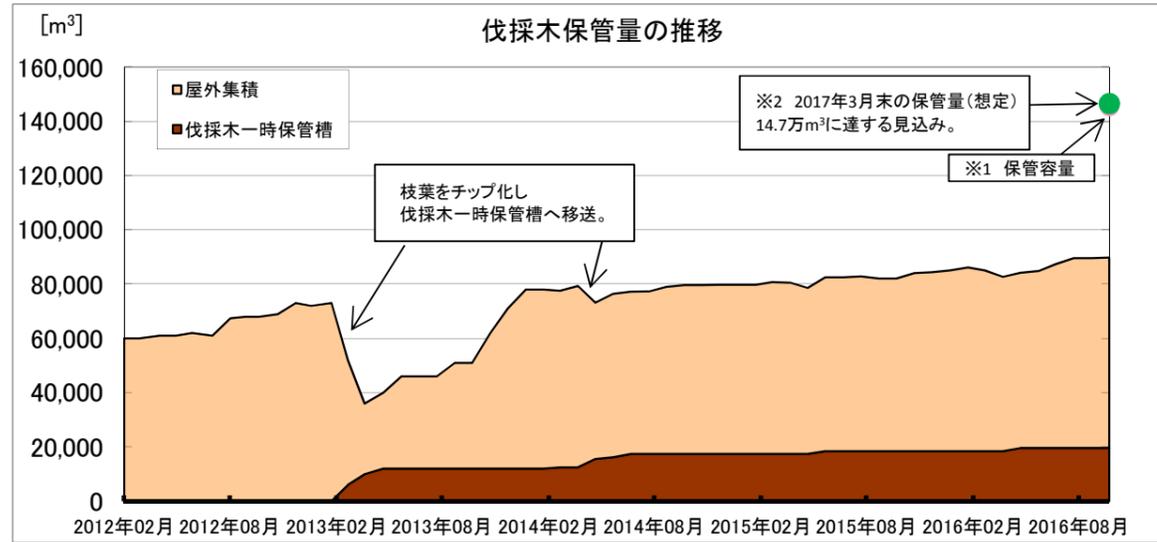
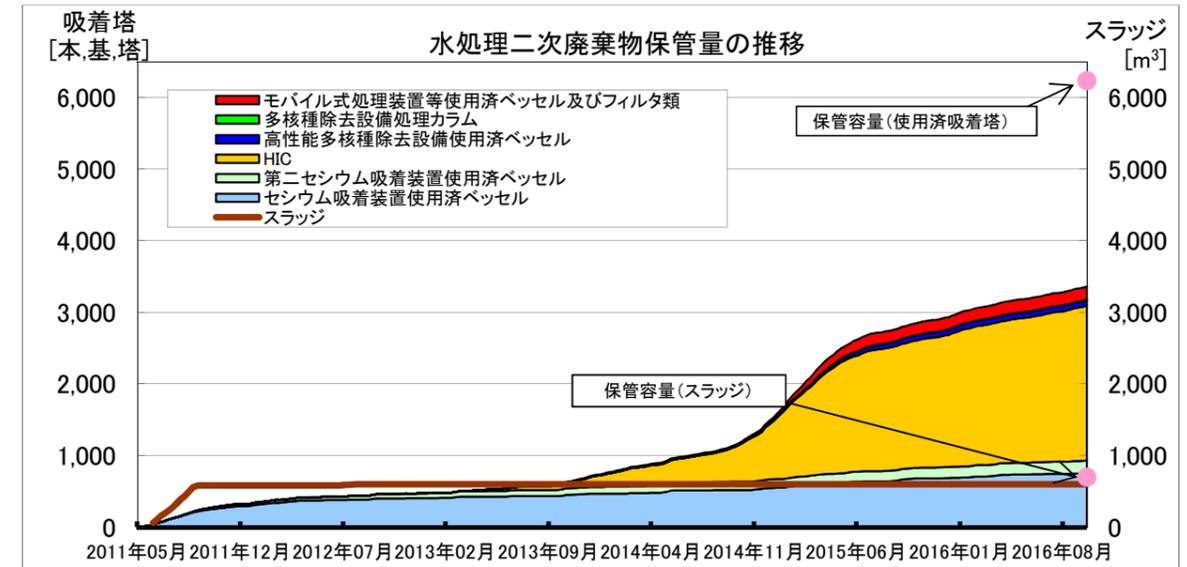
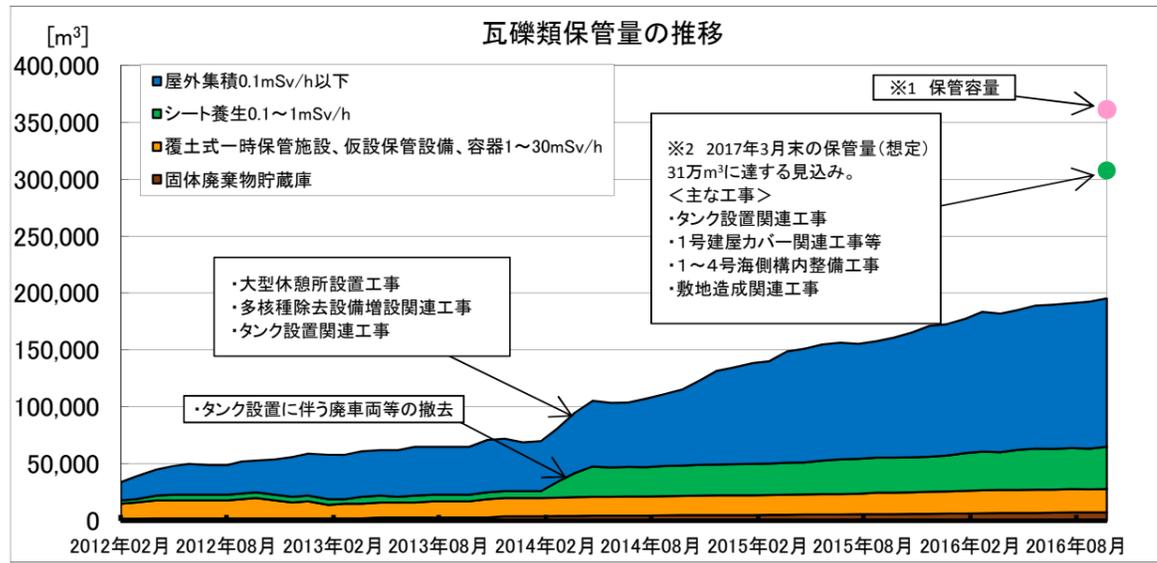
※1 端数処理で100m³未満を四捨五入しているため、合計値が合わないことがある。
 ※2 100m³未満を端数処理しており、微増・微減とは100m³未満の増減を示す。
 ※3 主な変動理由:①焼却対象物の受入 ②タンク設置関連工事 ③1～4号建屋周辺瓦礫撤去関連工事 ④フェーシング工事 ⑤焼却対象物を一時保管エリアPへ移動
 ⑥エリア整理 ⑦水処理二次廃棄物(小型フィルタ等)の保管 ⑧敷地造成関連工事 ⑨使用済保護衣等の受入
 ※4 水処理二次廃棄物(小型フィルタ等)を含む。



水処理二次廃棄物の管理状況(2016.10.20時点)

分類	保管場所	種類	保管量	前回報告比 (2016.9.22)	保管量/保管容量 (割合)	トピックス	
水処理二次 廃棄物	使用済吸着塔 保管施設	セシウム吸着装置使用済バessel	754 本	+8 本	3361 / 6239 (54%)	・吸着塔一時保管施設の増容量が認可(2015年12月14日)	
		第二セシウム吸着装置使用済バessel	176 本	0 本			
		多核種除去設備等保管容器	既設	1,240 基			+22 基
			増設	923 基			+9 基
		高性能多核種除去設備使用済バessel	高性能	73 本			0 本
		多核種除去設備処理カラム	既設	9 塔			0 塔
水処理二次 廃棄物	廃スラッジ 貯蔵施設	廃スラッジ	597 m ³	0 m ³	597 / 700 (85%)	・除染装置の運転計画は無く、新たに廃棄物が増える見込みは無い。 ・準備が整い次第、除染装置の廃止について実施計画の変更申請を行う。	
		濃縮廃液タンク	濃縮廃液	9,167 m ³	-22 m ³	9167 / 10700 (86%)	・タンク水位の変動は、計器精度±1%の誤差範囲内。(現場パトロール異常なし) ・保管量に「タンク底部～水位計0%の水量(DS)」を含んでいない。(約100m ³)

瓦礫類・伐採木・水処理二次廃棄物・濃縮廃液・使用済保護衣等の保管量推移



※1 瓦礫類・伐採木の保管容量は、実施計画(2015年7月17日認可)の保管容量を示す。
 ※2 瓦礫類・伐採木・使用済保護衣等の2016年度末の保管量(想定)は、2015年7月の予測値。

雑固体廃棄物焼却設備の対応状況について

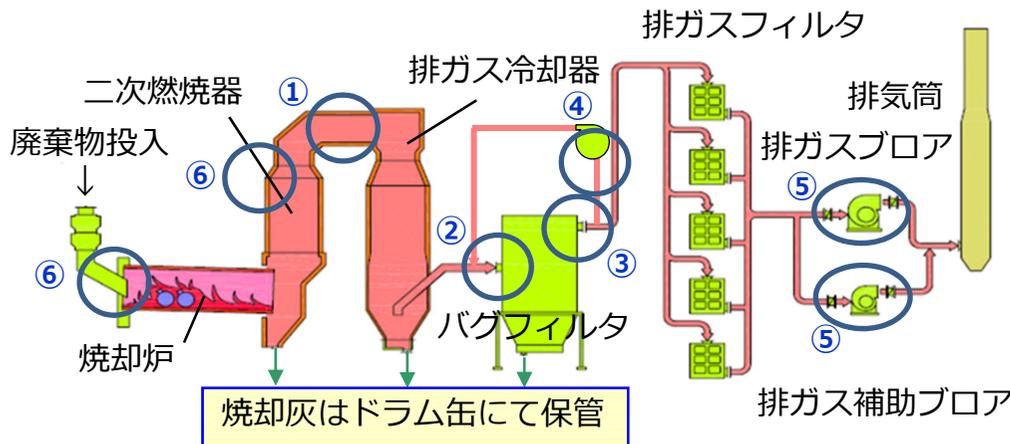
2016年10月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 2016年3月より運転開始している雑固体廃棄物焼却設備は、使用済保護衣（カバーオール）を中心に焼却運転を行っていた。
- 定期点検後の起動中、8/9に二次燃焼器と排ガス冷却器接続部の伸縮継手（B系）にピンホールが発見され、8/10に排ガス冷却器とバグフィルタ接続部の伸縮継手（A・B系）に割れが確認されたことから設備を停止した。調査の結果、それぞれ孔食、応力腐食割れによるものと推定された。
- 水平展開にて他機器の調査を行ったところ、他のステンレス製伸縮継手、小口径配管、機器ノズルにおいても、応力腐食割れが確認された他、煙道※内面の塗装剥離、腐食も確認された。

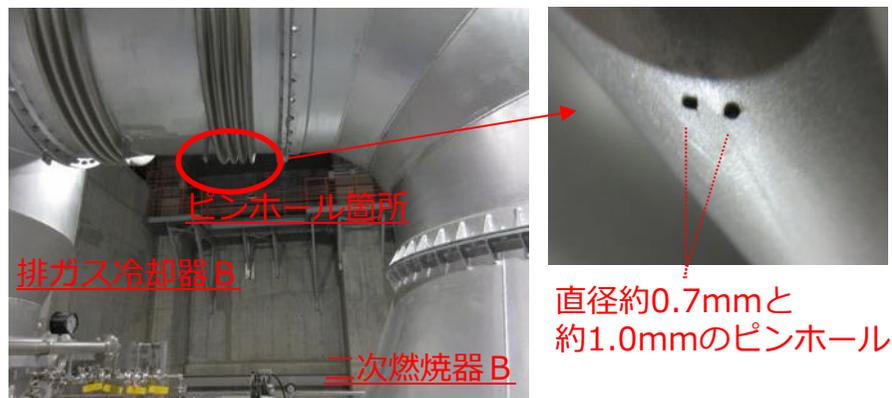
※煙道：排ガスが流れる配管



部位	事象
① 二次燃焼器・排ガス冷却器間の伸縮継手（B）	孔食 (SUS316L)
② バグフィルタ入口部の伸縮継手（A・B）	応力腐食割れ (SUS304)
③ バグフィルタ出口部の伸縮継手（B）	応力腐食割れ (SUS304)
④ バグフィルタ出口温風循環ラインの伸縮継手（A・B）	応力腐食割れ (SUS304)
⑤ 排ガス補助ブローア前後の伸縮継手及び周辺の小口径配管（A・B）	応力腐食割れ (SUS304)
⑥ 二次燃焼器機器ノズル（A・B） 入口フード機器ノズル（B）	応力腐食割れ (SUS304)
- 煙道の一部 (排ガス冷却器～排気筒)	塗装剥離・腐食 (炭素鋼)

<参考> 現場状況（8/9, 8/10に確認された事象）

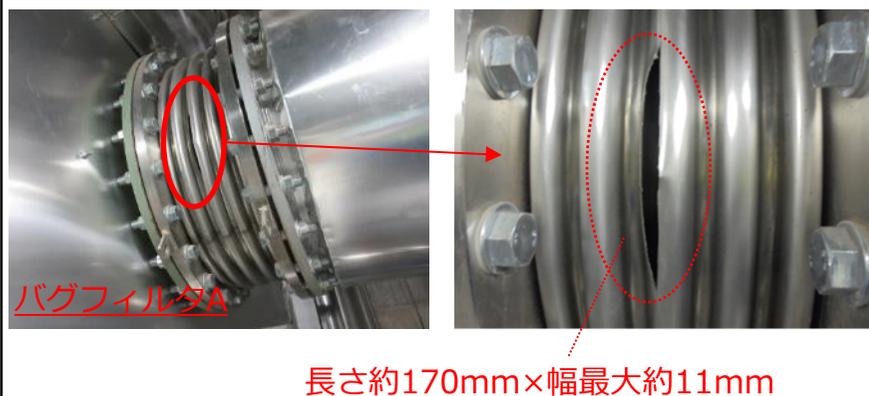
① B系二次燃焼器・排ガス冷却器間の伸縮継手
（呼び径1600mm, ピンホール部材質：SUS316L）



②-B B系排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手
（呼び径700mm, 割れ部材質：SUS304）



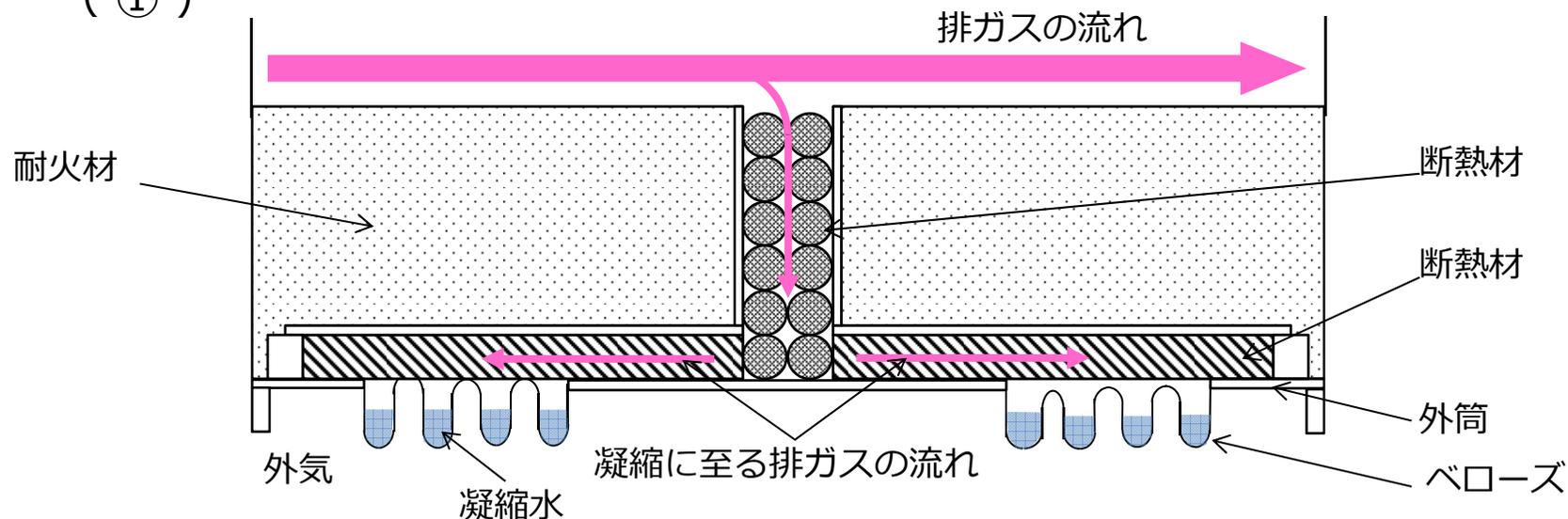
②-A A系排ガス冷却器・バグフィルタ間の伸縮継手
（呼び径700mm, 割れ部材質：SUS304）



- ピンホールからの滴下跡をスミヤ測定した結果、放射性物質の検出限界値未満であったこと、割れについては、インリーク（系統内は負圧維持）であったことを確認している。

- ・ 構造上内部を流れる排ガスが外表面（ベローズ部，外筒部）まで流れ込む構造であり，焼却炉立上げ時，冷えた状態のベローズ部に排ガスが廻り込み，冷やされることで凝縮水が発生した。
- ・ 焼却運転開始後もベローズ内部に残留している凝縮水に，廃棄物焼却時の排ガスに含まれる塩化物イオンが溶解・蓄積することで，凝縮水中の塩化物イオン濃度が上昇した。
- ・ 高濃度の塩化物イオン環境になったことにより，ベローズ部に孔食が発生した。

(①)



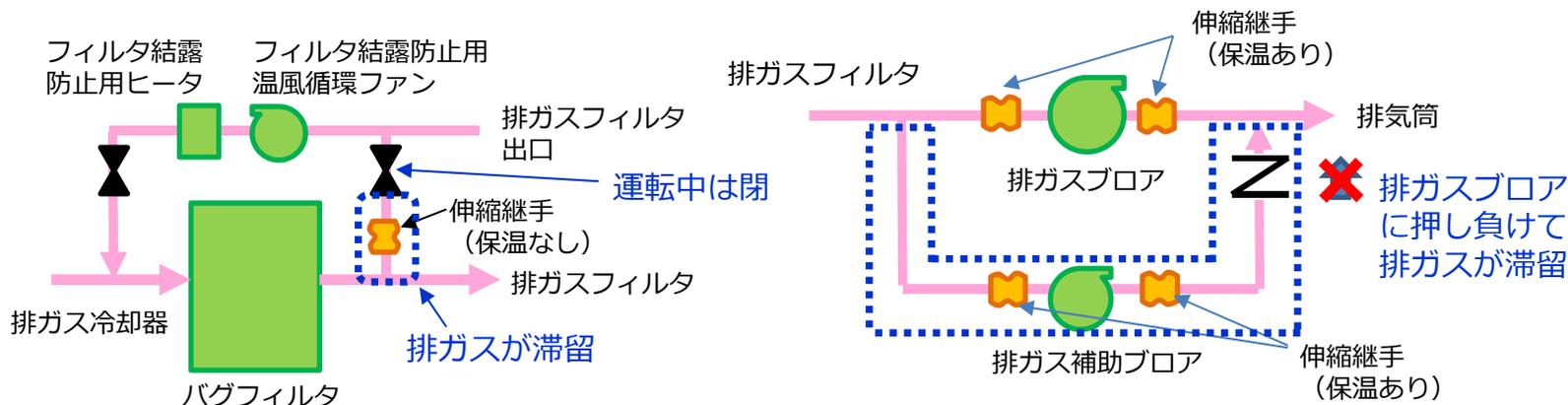
以下の通り、環境、応力、材料の3因子が重畳し、応力腐食割れが発生した。(②～⑥)

I 塩化物イオンを含む凝縮水の発生 (環境因子)

- ・ バグフィルタ手前で吹き込む消石灰が、排ガスに含まれる塩化物と反応して、塩化カルシウムとなり、系統の一部に付着した。外気で冷却される伸縮継手内表面において、排ガス中の水蒸気を吸収して潮解し、高濃度の塩化物イオンを含む水溶液が発生した。(②、③)
- ・ 系統上排ガスが滞留する部分にて、長時間の滞留により温度低下が発生する箇所があった。温度低下の結果、発生した凝縮水に塩化物イオンが溶解・蓄積した。(④、⑤)
- ・ 計装用分岐座や機器ノズル等、排ガスの滞留、冷却が発生しうる箇所で局所的に凝縮水が発生し、塩化物イオンが溶解・蓄積する構造であった。(⑤、⑥)

II 残留応力の作用 (応力因子)

- ・ 伸縮継手のベローズ部は、成形後の熱処理(残留応力除去)を行っていなかった。(②～⑤)



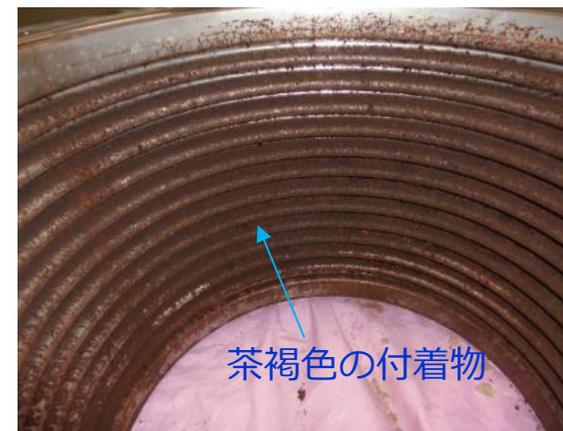
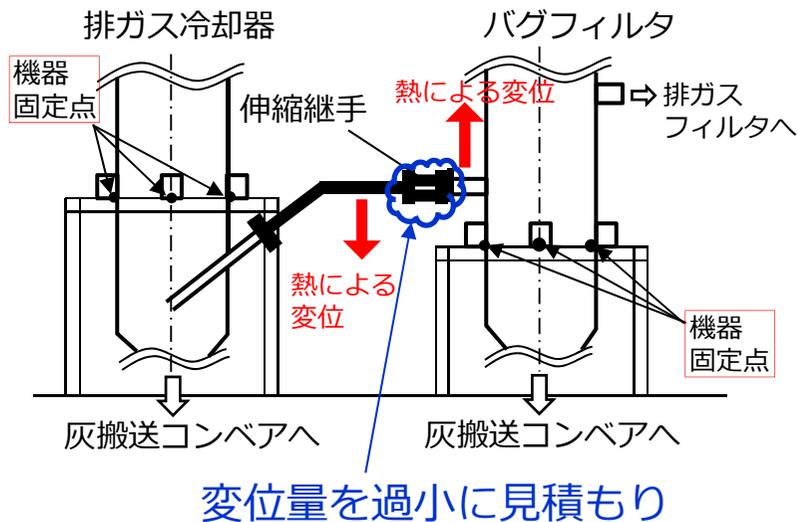
<排ガスが滞留するイメージ>

Ⅲ ステンレス鋼の採用 (材料因子)

- 塩化物イオンを含む凝縮水が発生する環境で応力腐食割れに感受性の高いSUS304を使用していた。

その他に腐食・割れを促進した要因

- バグフィルタ手前の伸縮継手 (②) は、熱による変位量を評価しているが、変位量を過小に見積もっていることが確認されており、伸縮継手内面に軸方向の過大な応力が作用していた。
- 内部確認の結果、伸縮継手、小口径配管 (④、⑤) の一部に煙道から発生した錆等の付着を確認。伸縮継手や小口径配管の腐食を助長させる要因となっていた。



<ベローズ内面>
(排ガス補助ブロアA吐出部)

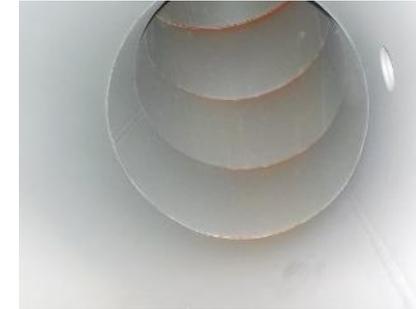
➤ 応力腐食割れを発生させた伸縮継手近傍の煙道にて塗装剥離、腐食が確認された。



＜排ガス補助ブロアB入口側煙道＞



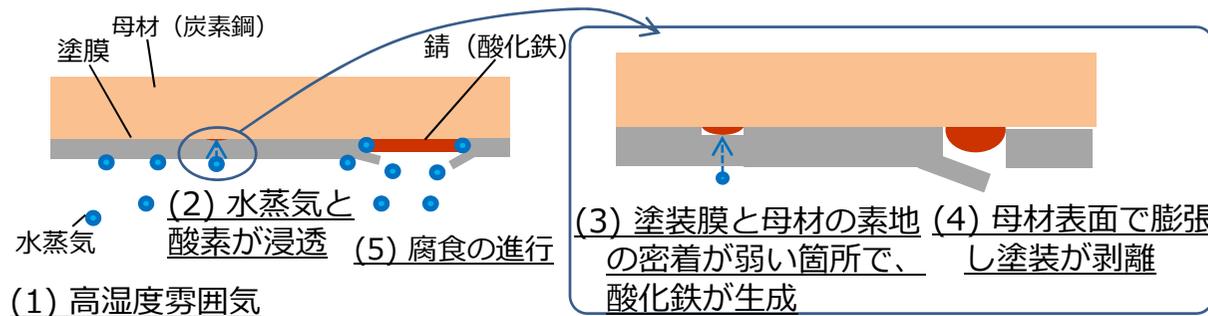
＜バグフィルタB出口側煙道＞



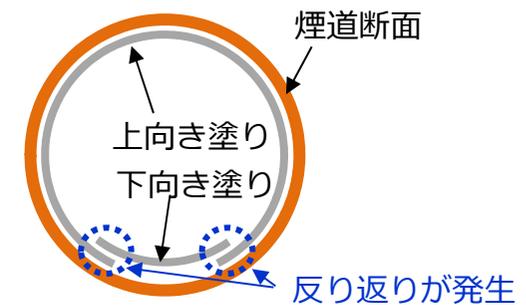
＜参考：健全部＞

現場調査の結果、塗装の剥離に至った原因は主に2ケースであった。

1. 排ガスが滞留し、凝縮水が発生したと推定される箇所であることから、高湿度雰囲気となり、塗膜内に水蒸気及び酸素が浸透し、素地の炭素鋼を腐食させた。腐食により発生した錆（酸化鉄）により、塗装が浮き上がり、塗装剥離に至った。
2. 重ね塗りで塗装膜厚が厚くなった箇所があった。塗装が厚くなると、素地への付着力が弱くなるため、クラックが発生し、剥離に至った。



＜高湿度雰囲気による塗装剥離＞



＜重ね塗りの影響による塗装剥離＞

現段階で明らかになっている、本事象の主な発生原因は、以下の3つに分けられるが、今後更なる根本原因調査を行い、対策・水平展開を実施する。

A 【環境】 排ガスからの凝縮水発生を防止する熱設計が不足していた。

⇒ 受注者：受注者で設計経験のない箇所や系統内の局所的な部分において、温度低下を考慮した熱設計が不足しており、腐食物質を含む排ガスの凝縮水発生があり、腐食環境の形成・高湿度環境による塗膜剥離が発生した。

弊 社：受注者が初めて採用する設計に関して、設計の妥当性を検証する観点が欠けていた。

B 【応力・材料】 排ガスが凝縮するリスクを踏まえた材料選定・加工ではなかった。

⇒ 受注者：排ガスが凝縮するリスクを考慮していなかったため、耐食性を考慮した材料選定・加工が出来ず、応力腐食割れが発生し得る条件となっていた。

弊 社：凝縮水発生を防止する熱設計であることを前提とした確認に留まっていた。

C 【その他】 熱による変位量を過小に見積もっていた。

⇒ 受注者：一部伸縮継手において熱変位計算結果のチェックが抜けており、過小に見積もっていたため、過大な応力が負荷されることとなり、応力腐食割れを助長させていた。

弊社は、発注者として調達管理、設計管理における問題点について洗い出しを行い、今後の対策を検討する。

主な発生原因が、凝縮水発生であったことから、温度低下や排ガス滞留部など結露しうる箇所の洗い出しを行い、発生メカニズムを考慮して以下の対策を実施することとした。

➤ 孔食への対策

- ・局所的な温度低下による凝縮水を発生させないよう、ヒータ設置、保温施工により伸縮継手の温度低下の抑制を行う。

➤ 応力腐食割れへの対策

環境因子

- ・排ガスが滞留しないよう、排ガス補助ブロワの運転方法の見直しを行う（⑤のみ）
- ・結露、潮解を防止するため、排ガス滞留部、消石灰付着箇所へのヒータ、保温の設置

応力因子

- ・残留応力を軽減するため、伸縮継手ベローズ部は加工後に固溶化熱処理を行う

材料因子

- ・耐食性を有する材料（SUS316L）への変更

➤ 熱による変位量の過小見積もり

- ・伸縮継手の熱による変位量の誤りは、再評価の上、適用可能な仕様に変更

➤ 煙道の塗装剥離、腐食への対策

- ・伸縮継手と同様の対策により高湿度雰囲気を防止する。
- ・剥離した塗装部の再塗装及び付着した錆の清掃・手入を実施する。

今後のスケジュール

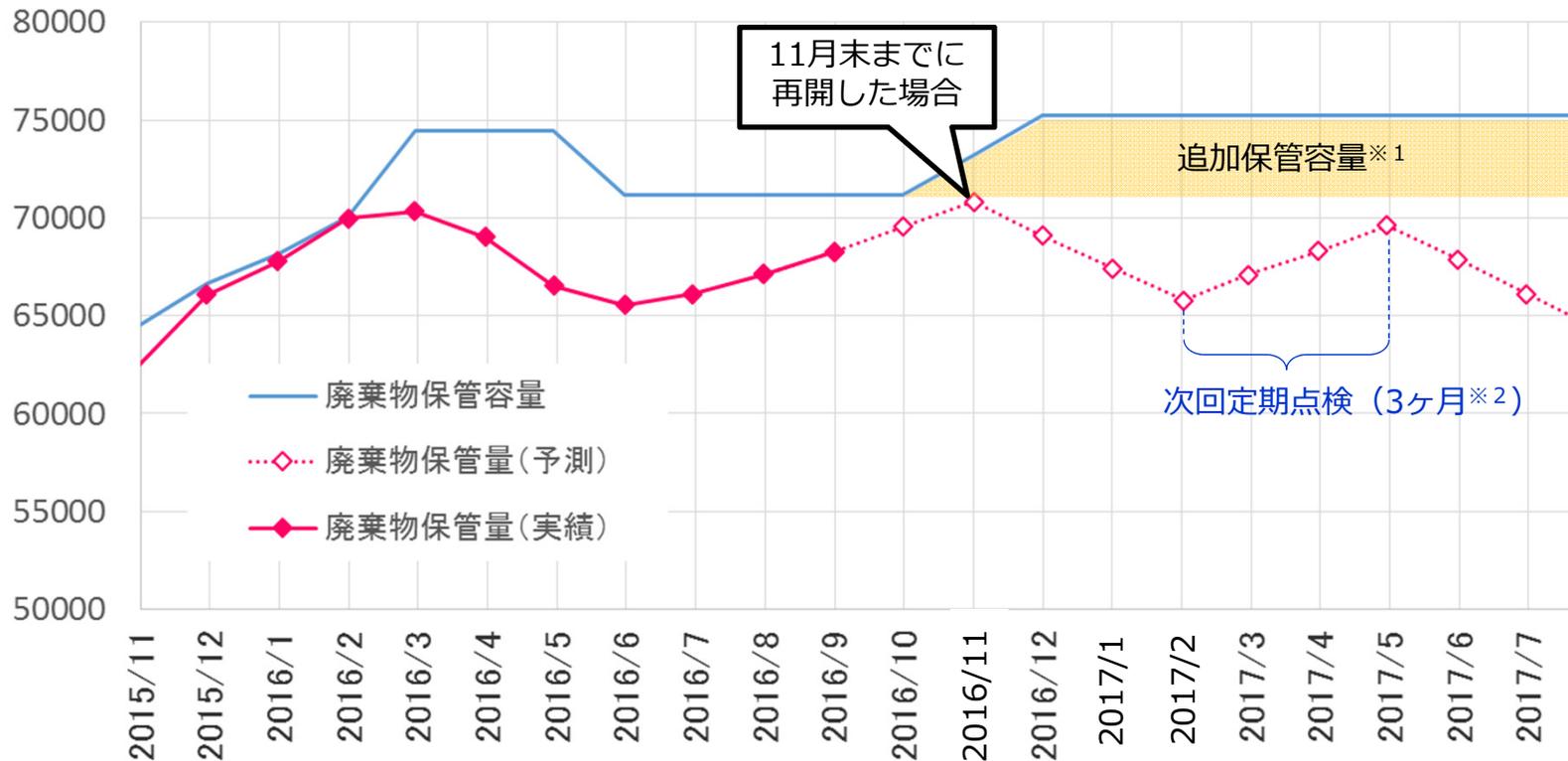


	8月	9月	10月	11月	12月
原因調査	[Solid blue bar]				
水平展開, 追加調査 健全性確認	[Solid blue bar]				
対策検討・実施	[Dashed blue bar]	製品手配	据付		
			煙道清掃、再塗装	ヒーター設置、保温施工	
起動、焼却運転				▽A系	▽B系

対策の妥当性確認は、次回点検時（平成29年2月以降）に実施予定

使用済焼却対象物（保護衣等）の保管について（1/2）

本設備で焼却を行っている使用済保護衣等の保管量は、約68,000m³（9月末時点）となっており、毎月約1,300m³発生している。焼却運転は、11月末までに再開する予定であるが、焼却運転の再開が遅れるリスクを考え、保管場所を確保する。



※1 仮設集積

※2 点検内容、期間については調整中

焼却対象物（使用済保護衣等）の保管について（2/2）



■ … 「使用済保護衣等」追加保管場所

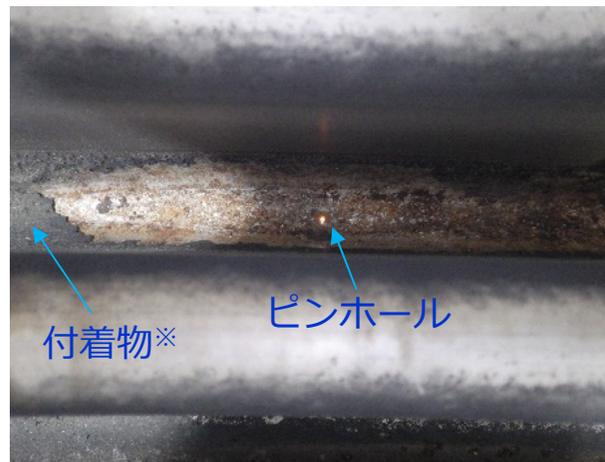
以下、参考資料

<参考> 調査結果（ピンホール）

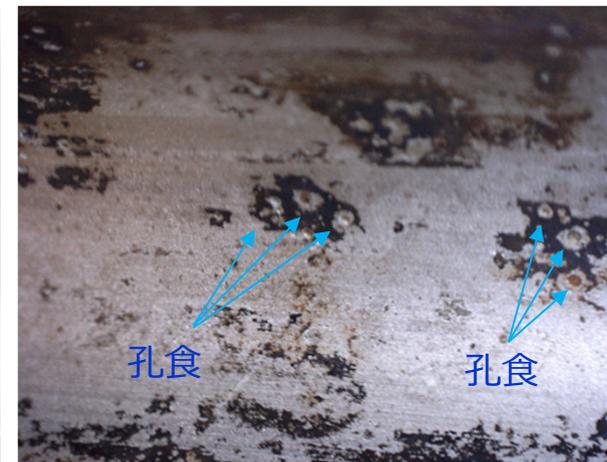
- ・ 内部確認の結果，凝縮水は確認されなかったものの溜まり水の痕跡を確認。
- ・ ベローズ内面の付着物を分析した結果，腐食成分である塩素（Cl）が多く含まれることを確認。
- ・ ベローズ内面には，ピンホール部以外にも孔食を複数確認。



<ベローズ切断後>



<ベローズ内面>

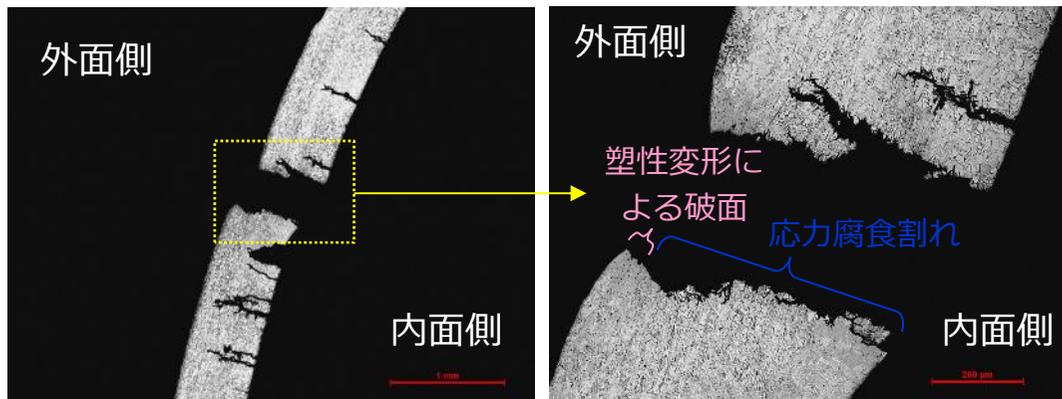


<ベローズ内面（拡大）>
(ピンホール発生箇所隣の底部)

※ピンホール部周辺の付着物は少ない状態であったが，これはベローズ切り出し作業時の振動により付着物が剥離したものと推定。

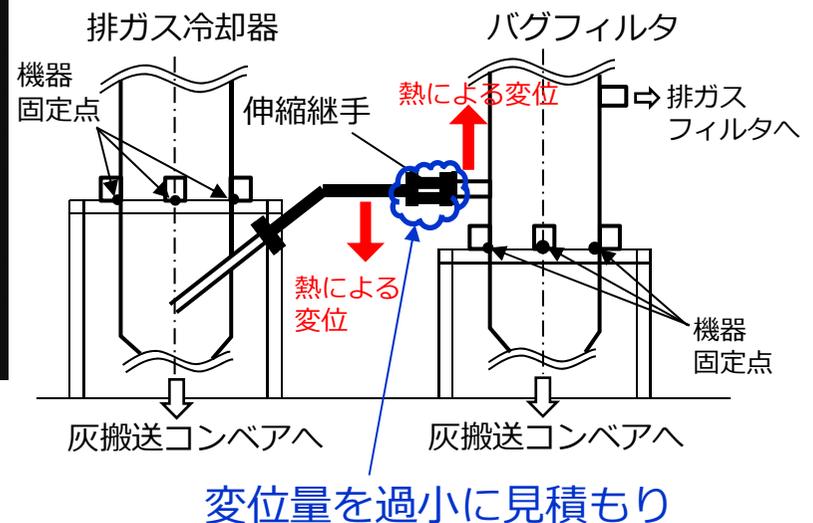
<参考> 調査結果（割れ）

- ・組織観察の結果、応力腐食割れとみられる亀裂を確認。また、亀裂部近傍において孔食が発生していることを確認。
- ・ベローズ内面の付着物を分析した結果、排ガス対策としてバグフィルタに吹き込んでいる消石灰の主成分であるカルシウム（Ca）および腐食成分である塩素（Cl）の存在を確認。
- ・当該伸縮継手の要求仕様を決定するにあたり、熱による変位量の評価を実施しているが、当該評価において、変位量を過小に見積もっていることを確認。



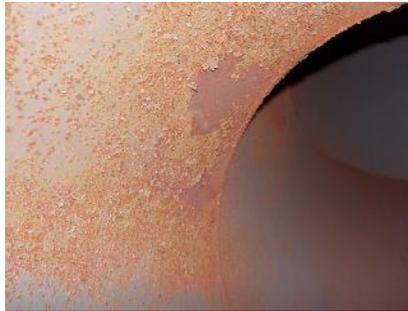
<組織観察（A系）>
長さ170mmの割れ部

<組織観察（A系）>
長さ170mmの割れ部



<参考> 調査結果（煙道及び小口径配管等）

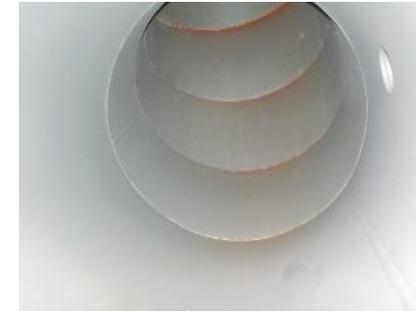
- 伸縮継手内部に煙道からと推定される塗装の剥離片が確認されたことから、煙道の内部確認を実施。これまでに煙道の一部に塗装の剥離や腐食が発生していることを確認。



<排ガス補助ブロアB入口側煙道>



<バグフィルタB出口側煙道>



<参考：健全部>

- ステンレス製伸縮継手に応力腐食割れが確認されたことから、応力腐食割れの発生が懸念されるステンレス製の小口径配管・ノズルについて、状態確認を実施。一部の箇所において、亀裂やPT検査での指示模様があり、腐食が発生していることを確認。



<排ガスブロアA逆止弁ドレン配管>



<排ガスブロアA吐出圧力計接続配管>

