福島第一原子力発電所 増設雑固体廃棄物焼却設備の状況



2022年7月28日

東京電力ホールディングス株式会社

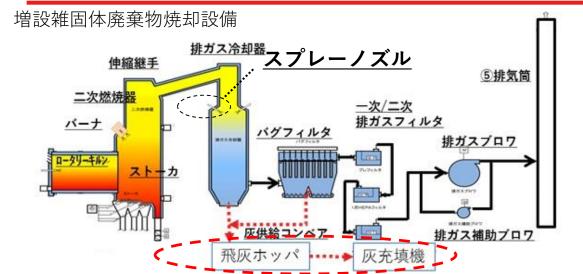
1. 増設雑固体廃棄物焼却設備の状況



- 5月23日、灰の詰まりにより停止していた増設雑固体廃棄物焼却設備は焼却運転を再開した。
- 6月10日、飛灰の取出し系統に水があることを確認し、点検のため焼却運転を停止 した。なお、外部への放射性物質の漏えいはない。
 - ▶ 飛灰の容器充填作業に際し、充填機内部を確認したところ、充填口から水滴下を確認。
 - ▶ 更に、充填機上流にある飛灰ホッパ(飛灰を貯留する容器)内部に水があることを確認。
- 当該系統に水を供給する機器としては、排ガス冷却器のスプレー水があり、噴霧機 構に不具合が生じ、蒸発しきれない水分が系統に混入している可能性がある。
- スプレーの噴霧試験では異常は確認されず、原因調査を継続実施中。 (2.参照)
- 6月18日、パトロールにおいて、二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート、ロータリーキルン取合円筒の溶接部に亀裂等があることを確認した。
- 確認時、焼却運転は停止しており、また、亀裂のあった系統内はブロアにより負圧 に維持されていることから、外部への放射性物質の漏えいはない。
- 亀裂破面観察の結果、過大な応力により延性破壊したものであり、3.16地震の影響 と推定。 (3.参照)
- 上記不具合の発生を踏まえ、設備の水平展開調査を実施。新たにボルトの緩みや炉内耐火材のクラック等の不具合を確認。
- 現在、修理方法を検討中であり、早期復旧を目指す。 <u>(4.~6.参照)</u>

2. 飛灰ホッパ内の様子と原因調査状況







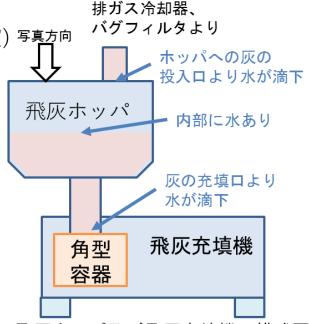
飛灰ホッパ内部の様子

飛灰ホッパ内の様子

■ 灰と水分が攪拌され、泥状になっていた(右上写真参照) 写真向

原因調査状況

- 現場調査結果から、<u>排ガス冷却器スプレーの不具合</u> によるものと推定。
 - ▶ 排ガス冷却器底部および排ガス冷却器から発生した 灰の搬送コンベア内部に、湿潤した灰を確認。
 - ▶ 一方、バグフィルタで発生した灰の搬送コンベア内 部の灰は乾燥していることを確認。
- スプレーノズルの<u>外観や噴霧試験では異常は確認さ</u> れず、原因調査を継続実施中。
- なお、水分が確認された系統内部は清掃実施済

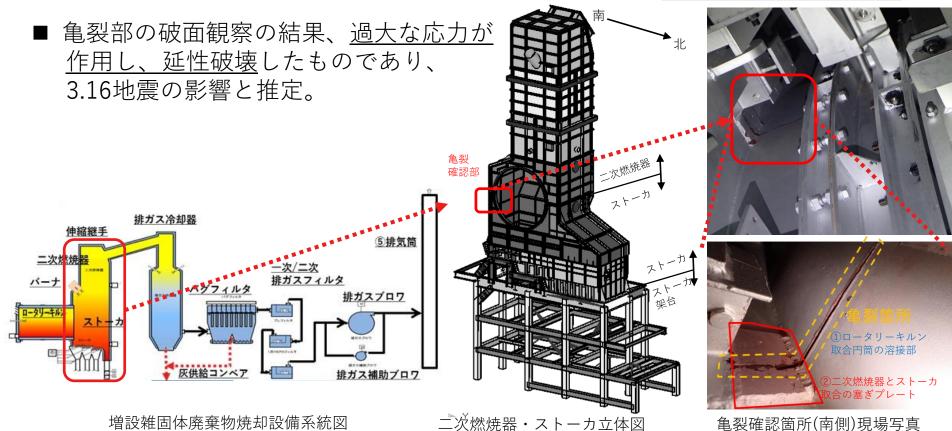


飛灰ホッパ及び飛灰充填機の模式図

3. 二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート他の亀裂確認



- 増設雑固体廃棄物焼却設備について、下記の亀裂を確認
 - ①ロータリーキルン取合円筒の溶接部(北、南両側)
 - ②二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート(南側)
- 系統内はブロアにより負圧を維持していること及び亀裂部は焼却物と直接接する 箇所ではないことから、<u>当該亀裂部からの放射性物質の漏えいはない</u>。
- 亀裂発生箇所はいずれも構造材本体ではないことから、構造強度に影響はない。



- 3. 二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート他の亀裂確認
 - (1) ロータリーキルン取合円筒の溶接部

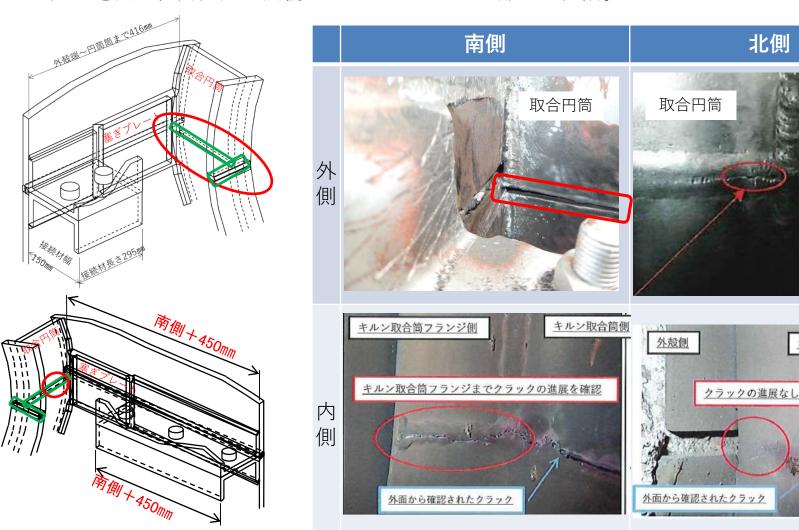


キルン取合筒側

- ■鋼材を溶接接続(下図緑線部)し、取合円筒を構成。本円筒にキルンの摺動部を接続
- ■南北の溶接部共に<u>溶接線に沿って亀裂</u>を確認。

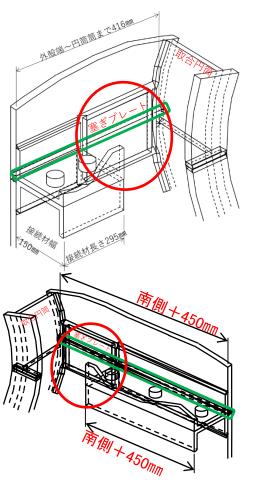
亀裂発生箇所の構造(上:南側、下:北側)

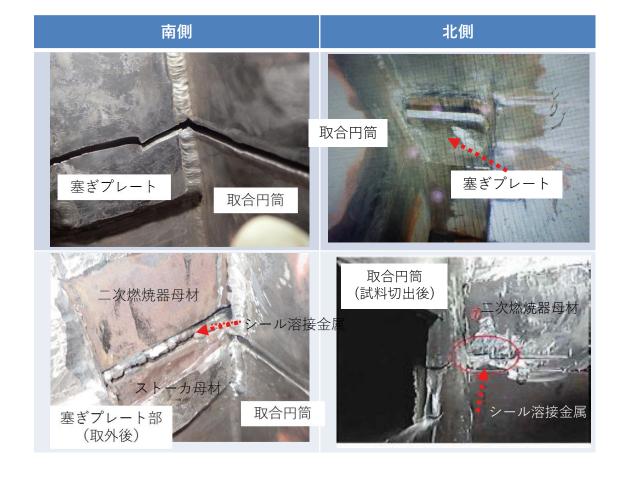
■南側の亀裂は、円筒先に接続されているフランジ部にも伝播。



3. 二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート他の亀裂確認(2) 二次燃焼器とストーカ取合とその塞ぎプレート

- TEPCO
- ■南側のプレート鋼材自体に亀裂が入り上下に分断。北側のプレートは異常無し。
- ■プレートは、ストーカ・二次燃焼器取合部内側のシール溶接(下図緑線部)の裏当て金の用途。
- ■当該プレートを取り外し、ストーカおよび二次燃焼器の<u>構造材(母材)に亀裂等の異常は確認されなかったが、シール溶接部は割れを確認</u>。





亀裂発生箇所の構造(上:南側、下:北側)

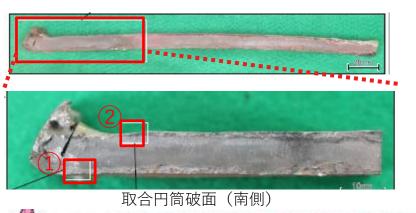
- 3. 二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート他の亀裂確認
 - (3) 亀裂の破面観察結果および発生要因

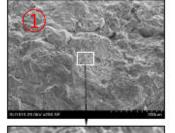


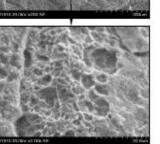
- 破面観察の結果、過大な応力で延性破壊に至ったもので、3.16地震影響が直接原因と推定。
- 取合円筒の溶接部亀裂(南側)のSEM観察結果
 - ▶ 破面は円筒表面の溶接金属部であり、ディンプル模様が確認され、延性破壊と推定。

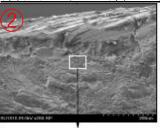
▶ 当該部は突き合わせ溶接で、開先をとらない施工法であったことから、溶接金属の溶込厚

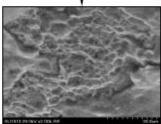
さが小さく、設計よりも強度が低かったと推定。









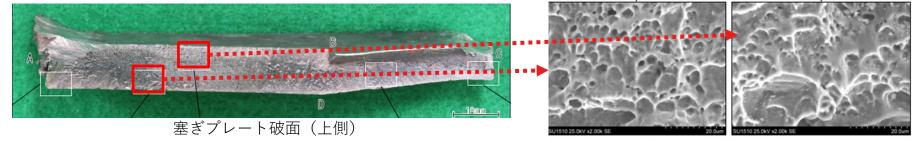




- 塞ぎプレートの亀裂のSEM観察結果

▶ 破面にディンプル模様が確認され、過大な応力が作用し、延性破壊に至った

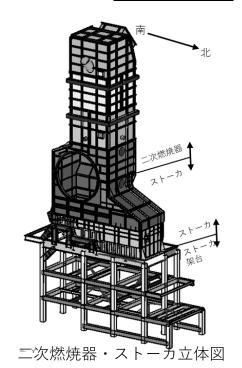
▶ 破面は接触による損傷部分が多く、破断後に破面同士の接触が繰り返されたと推定

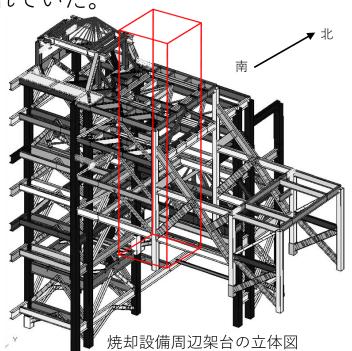


4. 二次燃焼器とストーカの水平展開調査



- 亀裂の発生を踏まえ、二次燃焼器・ストーカについて水平展開調査を実施。
- 調査の結果、新たに下記の不具合を確認。
 - (1) 二次燃焼器・ストーカのボルト接続部の緩み
 - (2) 炉内耐火物のクラック
 - (3) 二次燃焼器外殻補強材および振れ止め材の溶接接続部の割れ
 - (4) ストーカ・架台据付部のシムプレートのずれ
- なお、6月10日までの<u>焼却運転中も、負圧は維持</u>され、温度や排気流量及び排ガ スモニタ指示値等の運転パラメータに異常はなかった。
- ボルトの緩みについても、 二次燃焼器・ストーカは周囲の架台に接続及び振れ 止めされる構造であり、 安全は確保されていた。





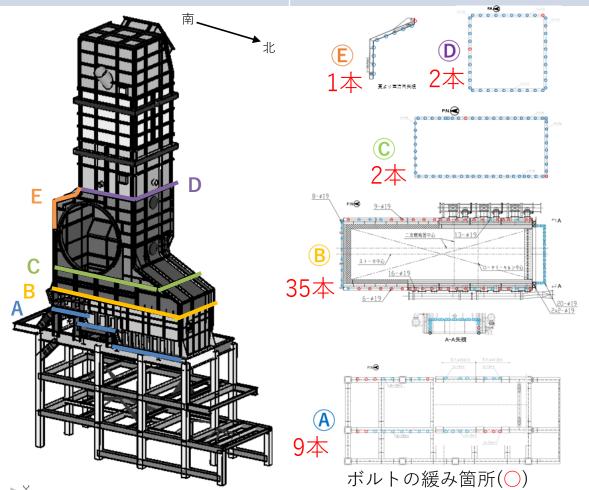
(赤:二次燃焼器・ストーカの設置位置概略)

4. 二次燃焼器とストーカの水平展開調査 (1) 二次燃焼器・ストーカのボルト接続部

- TEPCO
- 亀裂箇所以外の水平展開調査においてボルト締結部計49本/164本に緩みを確認。
- ストーカ下部に緩み箇所が集中。取り外して調査し、ボルトや座金の歪みを確認。

ボルト接続部の健全性確認

各部の接続ボルト・座金について寸法や歪みを調査 ボルト穴の径や座金の材質等について妥当性を確認中



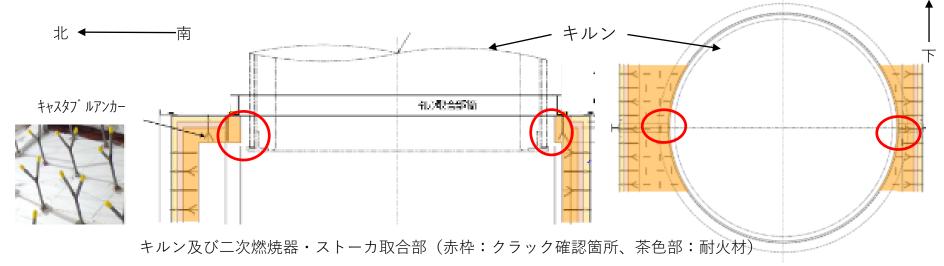




ボルト及び座金等 締結部材の状態

4. 二次燃焼器とストーカの水平展開調査 (2) 炉内耐火物

- TEPCO
- ■炉内耐火物について、外側の取合円筒亀裂と相対する位置近傍にクラックの発生を確認。
- ■現状は脱落・剥離が発生する状況ではないため継続監視していく。
 - ▶ クラックが発生した部位はアンカーで支持されており、脱落・剥離は見られない。
 - ▶ 焼却運転時も熱膨張によりクラックの開きは閉じる方向となる。



 北側
 南側

 耐火物
 キルン

 オーショー
 オーシー

 オーショー
 オーシー

 オーショー
 オーシー

 オーショー
 オーシー

 オーショー
 オーシー

 オーショー
 オーショー

 オーショー
 オーショー</td

振れ止め材

4. 二次燃焼器とストーカの水平展開調査

- (3) 二次燃焼器外殻補強材と振れ止め材の溶接接続部
- (4) ストーカ・架台据付部のシムプレート

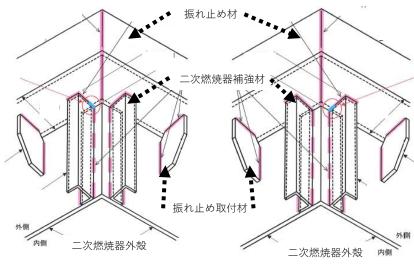
TEPCO

(3) 二次燃焼器外殻補強材と振れ止め材の溶接接続部

■ 二次燃焼器外殻補強材と振れ止め材の溶接接続部について、南東・南西角部に割れを確認。

■ 北東角・北西角部に割れはない。

■ 当該部位は、二次燃焼器の構造部材ではない。

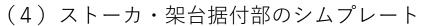


南西部角の構造 (桃色:溶接部) 南東部角の構造 (桃色:溶接部)



南西角部の溶接部割れ

二次燃焼器補強材



- ストーカと架台の据付部に挿入するシム プレートのずれを複数箇所で確認。
- 当該プレートは機器の傾き調整、荷重分 散の用途。



5. 各不具合箇所の要求機能と復旧の方向性(1/2)



- 各不具合は3.16地震の影響が直接原因と推定。なお、割れが発生した箇所に溶接部強度が低い部位が確認されており、溶接施工法選定も影響したと推定。また、ボルトの緩みに関しては、ボルト径や座金の材質等の妥当性も確認中。
- 各不具合に関しては、運転中も系統内は負圧に維持され、放射性物質の漏えいはない。また、各機器は架台に締結・振止めされる構造であり、安全も確保されていたと判断。
- 各不具合箇所の要求機能(気密性、強度)を踏まえ、修理方法・時期を検討中。必要な機能 を復旧後、再起動する。
- 本事象を踏まえ、今後大規模地震等が発生した際の設備健全性確認において、得られた知 見を反映する。
- 並行して3.16地震の耐震評価を踏まえ、追加対策要否を検討・実施していく。 各不具合部位の要求機能と復旧の方向性(1/2)

	用途・要求機能			復旧の方向性	
	用途	気密性	強度	後旧ツ川川工	
ロータリーキル ン取合円筒	キルン及び二次燃焼器・ストーカ間を シールする摺動部を 本円筒に接続	要求有	要求有 ・ 強度部材ではないが、耐震Bクラス地震力に対して許容応力未満とする設計 ・ 開先無の突合せ溶接では必要な溶込厚さが確保されず、溶接部が破断する可能性有	必要な溶込厚さが 確保できる、開先 をとった溶接とす る 他溶接部の施工法 選定に問題ないか 確認	
二次燃焼器・ス トーカ接続部の シール溶接部	接続部の気密性を向 上(一般は外面ボルト 締結のみ)	要求有	_	外面からのシール 溶接等により気密 性を確保	

5. 各不具合箇所の安全上の影響と復旧の方向性(2/2)



各不具合部位の要求機能と復旧の方向性(2/2)

		用途・要才	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	復旧の方向性	
	用途	気密性	強度	後旧の万円住	
シール溶接部の塞 ぎプレート	シール溶接の補助部 材(裏当て金)	要求有	_	気密性を確保する修理方 法を検討中	
ストーカ・二次燃焼器 の各ボルト接続部	ストーカ・二次燃焼 器各要素を接続	要求有	要求有 ・ 耐震Bクラス地震力に 対して許容応力未満と する設計	ボルト・座金の変形が確認されており、ボルト締 結施工法について検討中	
炉内耐火材	焼却時における炉内 高温環境から外殻材 を保護	_	_	現状は脱落等の恐れが無 いため、経過観察	
二次燃焼器外殻補 強材と振れ止め材 の接続部	二次燃焼器の補強材 と振れ止め材を溶接 接続	_	_	溶接接続要否を含め検討 中	
ストーカ・架台据 付部のシムプレー ト	機器の傾き調整及び 荷重分散	_	_	ずれ止め方法を検討中	

6. 各不具合の調査・点検工程

TEPCO

■ 設備の確認はおおよそ終了し、修理方法・時期を検討中

	 6月第4週~							
	7月第1週	7月第2週	7月第3週	7月第4週	7月第5週	8月以降		
亀	外観確認、F	?						
裂	塞ぎプレート取外・破面観察							
部		取行	合円筒切出・破面観察					
炉	炉内足場組立・目視	占給						
内	W F 1 足 勿心 立 一 百 份							
各	Z h	一力・二次燃焼器各接	続部のリーク確認					
部		77//////						
健 全 性	ストーカボルト締結状態調査							
全		The state of the s	(VEVE/SILL					
性			と とボルト締結部トルク確	 E認				
確認	_	6 10 22 - 11 52 1						
		各機器PT・外観点	検					
亀								
裂修			毎 刻 亜 田 む 跡 ま う					
修四			・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	19年7月本快前。天旭				
理								

以降、参考資料

【参考】二次燃焼器・ストーカの不具合確認箇所の全体像

TEPCO

キルン取 合円筒	①,⑥ 溶接割れ・開き ② 7ランジ内面溶接割れ	3.(1) 参照	ストーカ・二次燃焼器 接続ボルト	⑧ ボルト緩み ボルト・座金歪み	4.(1)参照	
ストーカ・二	③,⑦シール溶接割れ・開き	2711	2 /III	内部耐火物	⑨ 南北にクラック	4.(2)参照
次燃焼器	④ 塞ぎプレート破断	3.(2) 参照	二次燃焼器外殻補強材・ 振れ止め材接続部	⑩ 溶接部割れ	4.(3)参照	
接続部	⑤ 外殻接続材開き		ストーカ・架台据付部	⑪ シムプレートずれ	4.(4)参照	
5 3			次燃焼器 ストーカ 次燃焼器 ストーカ		9	

【参考】二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート他の亀裂確認

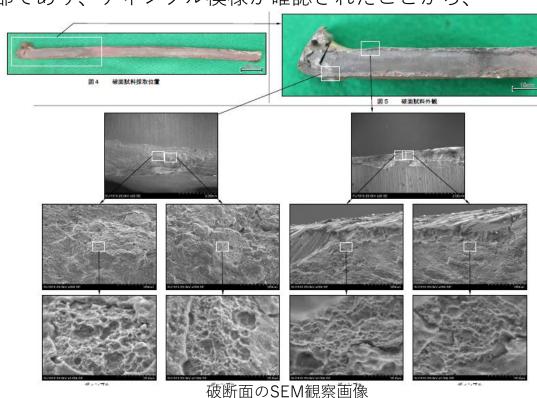
- 取り合い円筒溶接部の亀裂の破面調査(南側)

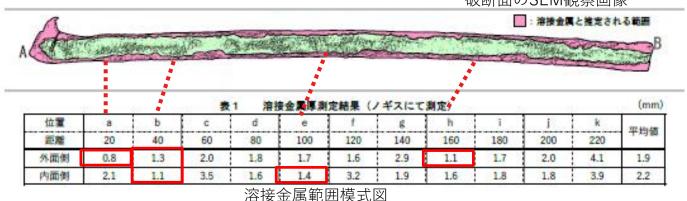


- 取り合い円筒溶接部亀裂(南側)のSEM観察結果
 - ▶ 破断面は内外表面近傍の溶接金属部であり、ディンプル模様が確認されたことから、

延性破壊と推定

- ➤ 当該部は突き合わせ溶接であり、 溶接金属の厚さについて、 強度評価上必要とされる内外面 各々1.5mmを下回る箇所が存在
- ▶ 開先をとらない溶接部の設計であったことから、溶け込み厚さが小さく、必要な強度が確保されていなかったものと推定







- 亀裂箇所以外の水平展開調査
 - ① 二次燃焼器・ストーカの各要素接続部の気密性確認のため、スモークテストで インリーク箇所有無を点検
 - ② 各機器の取付・基礎ボルトの締結状態に異常が無いか、締め付けトルクを確認

調査事項	点検内容	点検結果
①ストーカおよび二次燃焼 器各要素の接続部の気密性 確認	接続部外面からスモークテストにて亀裂の有無を確認	<u>亀裂発生箇所近傍以外に</u> インリーク箇所は確認されず

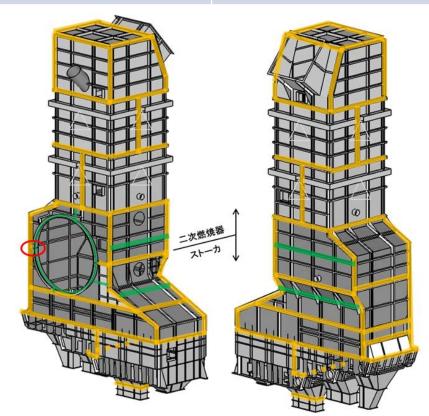


リーク確認

現地接合溶接(内·外)

内:シール溶接 外:ボルト締結

): リーク箇所





- 亀裂箇所以外の水平展開調査
 - ① 二次燃焼器・ストーカの各要素接続部の気密性確認のため、スモークテストで インリーク箇所有無を点検
 - ② 各機器の取付・基礎ボルトの締結状態に異常が無いか、締め付けトルクを確認

調査事項	点検内容
ボルト締結部の健全性確認	二次燃焼器・ストーカのボルト緩み・ボルト及び 座金の歪みを確認したことから、その他機器の基 礎ボルト・取付ボルトに範囲拡大して調査

ボルト締結状態確認部位

機器名	部位	結果
ロータリーキルン	基礎ボルト	<u>異常無</u>
ストーカ架台	取付ボルト	<u>異常無</u>
排ガス冷却器	取付ボルト	<u>異常無</u>
バグフィルタ	取付ボルト	<u>異常無</u>
焼却炉室共通架台	基礎ボルト	<u>異常無</u>
排ガス処理室共通架台	基礎ボルト	<u>異常無</u>

【参考】雑固体廃棄物焼却設備の復旧状況

TEPCO

■ 3.16地震等による不具合の復旧が完了し、B系統は6/29、A系統は7/21より再起動。

•	■ 3.1020反 寸	によるTinn Dinn Dinn Dinn Dinn Dinn Dinn Dinn	し、ロバルバなり/とり、ハバルバな1/と1なり音が到。
	不具合箇所	状況	排ガスフィルタ 排ガスブロア
	型 焼却炉バーナ 軽油減圧弁	下部プラグから漏えい	排気筒
	2 自動倉庫	パレットずれ	
	③ 二次燃焼器	点検口耐火レンガ落下・位置ずれ	
(4)	点検口耐火レンガ落下・位置ずれ	
	サガス冷却器 取付ボルト合マークずれ		バグフィルタ
	6	解砕機・ダブルダンパ内にレンガ 等落下	<u>伸縮継手で</u> 排ガス冷却器④~⑥
	二次燃焼器~ が排ガス冷却器 間伸縮継手	伸縮継手中央部の断熱材の破損	<u>二次燃焼器③</u> <u>焼却炉</u> 焼却炉バーナ軽油減圧弁①
	廃棄物供給設備	二次燃焼器③ 焼却炉	オガスフィルタ 排気筒 排ガスブロア