

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について

2022年10月26日

TEPCO

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

- 6月10日より停止していた増設雑固体廃棄物焼却設備について、下記不具合の点検・修理が完了し、10月17日から運転を再開した。
- 炉内の焼却状況や灰の性状を確認しながら、慎重に運転を進めている。

- 6月10日、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。なお、外部への放射性物質の漏えいはない。
- バーナの起動・停止が多いことから、温度変化に追従する排ガススプレー水の供給量が過剰になったためと推定。
- 運転再開にあたり温度設定値を変更。灰の性状を確認しながらスプレーを調整し、現状異常は確認されていない。 (2.参照)

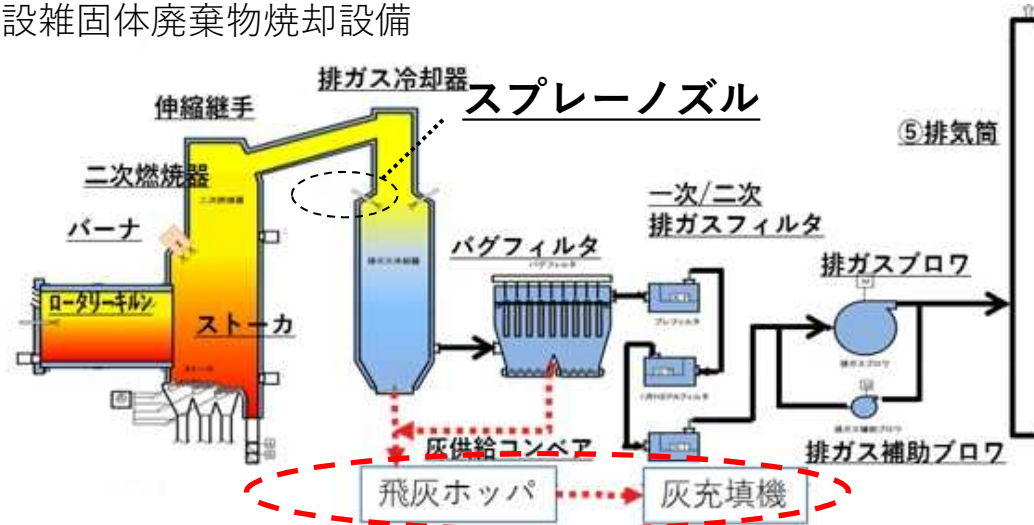
- 6月18日、パトロールにおいて、ロータリーキルン取合円筒の溶接部、二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレートに亀裂があることを確認。
- 確認時、焼却運転は停止しており、また、亀裂のあった系統内はブロアにより負圧に維持されていることから、外部への放射性物質の漏えいはない。
- 亀裂破面観察の結果、過大な応力により延性破壊したものであり、3月16日地震の影響と推定。また、溶接部の亀裂については、溶接部の強度不足も確認。
- 上記亀裂の発生を踏まえ、設備の水平展開調査を実施し、新たにボルト・座金の歪み等を確認したことから、修理を実施。 (3.参照)

- 焼却再開後の10月23日に、排ガス冷却器灰排出機の過負荷を示す警報が発生。
- 動作確認後に再起動し、焼却は継続中だが、機器の予防保全の観点から、焼却を一時停止し、冷却器内部及び灰排出機の点検を実施する。 (4.参照)

2. 灰取り出し系統における水分の確認について

2.1 飛灰ホッパ内の様子と原因調査状況

増設雑固体廃棄物焼却設備



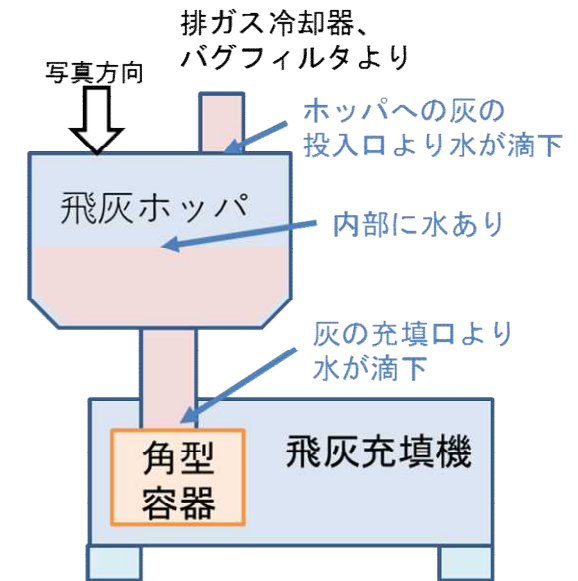
飛灰ホッパ内の様子

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)

原因調査状況

- 現場調査結果から、排ガス冷却器スプレーの不具合によるものと推定し、調査
 - 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供給コンベア内部に、湿潤した灰を確認。
 - 一方、バグフィルタで発生した灰の供給コンベア内部の灰は乾燥していることを確認。
 - スプレーノズルの外観や噴霧試験は異常なし。
- 炉内温度変化に対して追従する排ガススプレー水の供給量が過剰となったためと推定。

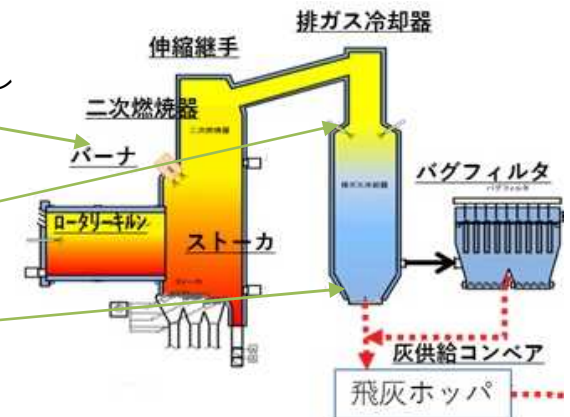


飛灰ホッパ及び飛灰充填機の模式図

2.2 灰の取り出し系統での水分確認事象の調査結果および対策 TEPCO

■ 推定メカニズム

- 伐採木の熱量不足により、二次燃焼器バーナは発停を繰り返し（バーナ起動：855°C、停止：920°C、温度設定値：930°C）
- バーナ停止により、排ガス冷却器入口熱量が減少。
- スプレー水量調整弁が絞り始めるが、制御上、必要開度まで時間を要し、供給量が過剰となる。
- 繰り返しにより、蒸発しきれない水分が底部に蓄積、湿潤。

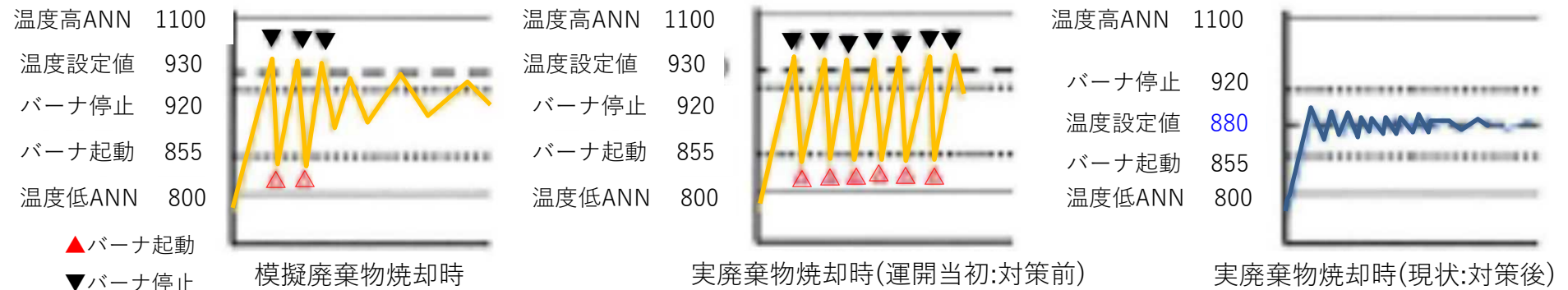


■ 対策および運転後の状況

- 二次燃焼器バーナの起動・停止回数が少なくなるよう、温度設定値を下表の通り変更。運転再開後の二次燃焼器温度は約880°Cで制御されており、有意な変動はない。
- 焼却再開後はコンベアに設けた覗き窓から灰の状態を確認し、スプレーの調整を実施。

	温度設定値	設定根拠
現状	930°C	昇温後にバーナが自動停止し、廃棄物熱量のみで自燃運転できるようにバーナ停止温度よりも温度設定値を高く設定
変更後	880°C	バーナ停止温度(920°C)よりも温度設定値を低くし、停止回数を減少させる

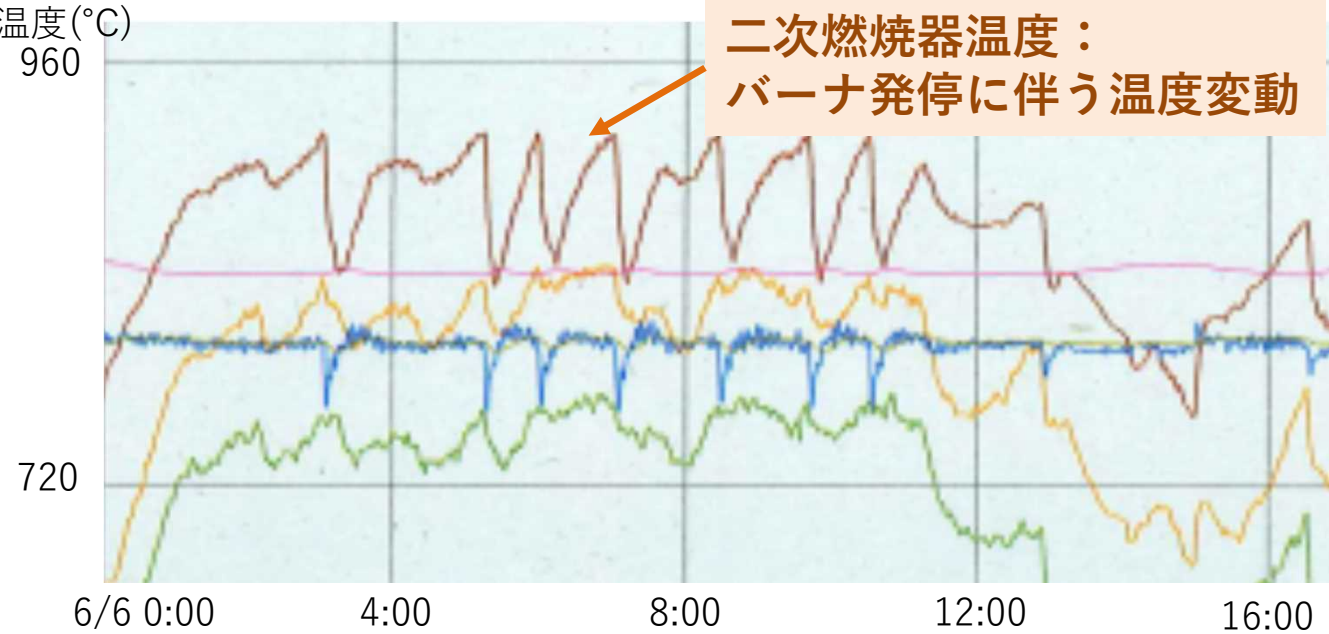
二次燃焼器温度 (°C)



2.2 灰の取り出し系統での水分確認事象の調査結果および対策

TEPCO

■ 対策前の運転状態

温度(°C)
960

■ 対策後の運転状態

温度(°C)

960

880

720

10/18 8:00

12:00

16:00

20:00

10/19 0:00

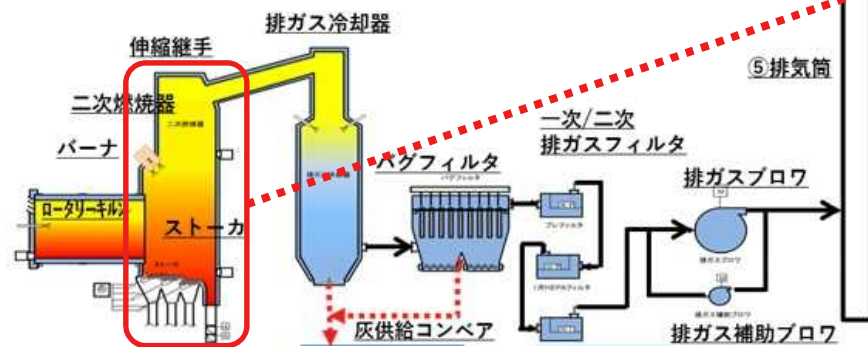
4:00

二次燃焼器温度：
設定値約880°Cで制御されている廃棄物投入ダンパ詰まり検知に伴う
廃棄物投入停止による温度低下

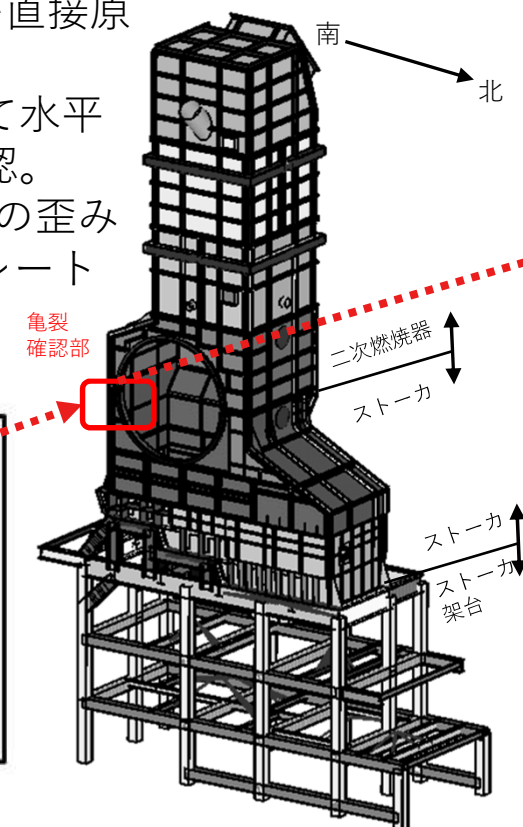
3. 二次燃焼器・ストーカ溶接部における亀裂の確認について

3.1 事象の概要

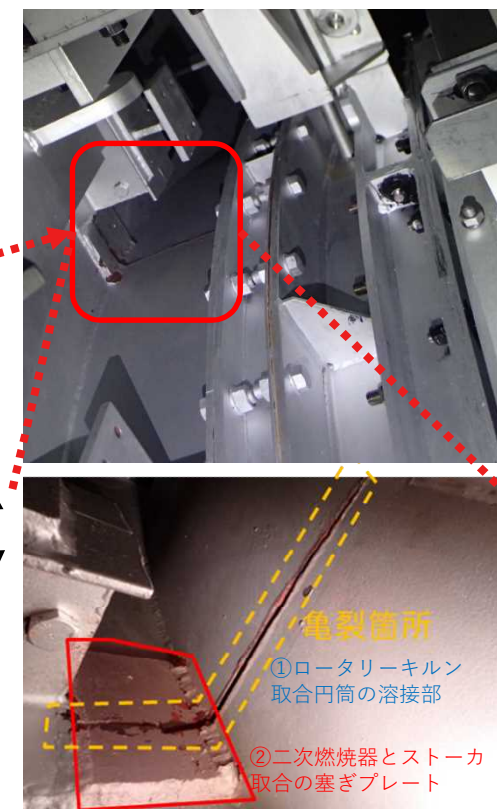
- 6月18日、停止中の増設雑固体廃棄物焼却設備のパトロールにて、亀裂を確認
 - ①ロータリーキルン取合円筒の溶接部（北、南両側）
 - ②二次燃焼器とストーカ取合の塞ぎプレート(南側)
- 系統内はブロアにより負圧を維持していること及び亀裂部は焼却物と直接接する箇所ではないことから、当該亀裂部からの放射性物質の漏えいはない。
- 亀裂発生箇所はいずれも構造材本体ではないことから、構造強度に影響はない。
- 亀裂の破面観察の結果、過大な応力で延性破壊に至ったもので、3月16日地震影響が直接原因と推定。
- 地震影響を踏まえ、亀裂部以外について水平展開調査を実施し、下記の不具合を確認。
 - ③-1 接続ボルトの緩み、ボルト・座金の歪み
 - ③-2 ストーカ・架台据付部のシムプレート
のずれ
 - ④ 外殻振止材溶接部の割れ
 - ⑤ 耐火材のクラック



増設雑固体廃棄物焼却設備系統図



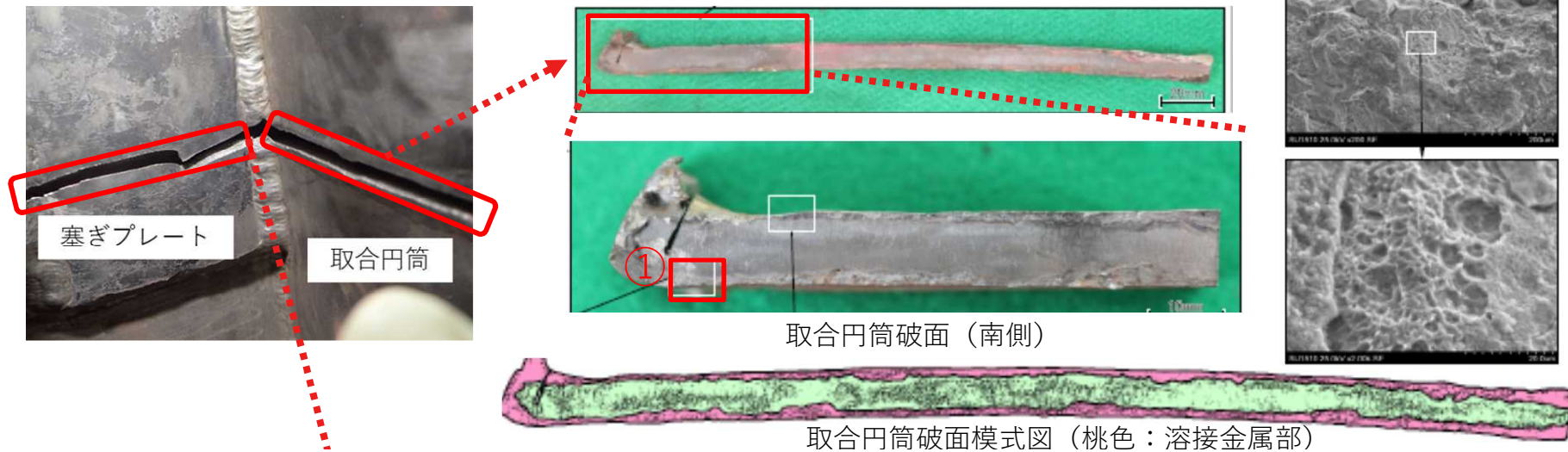
二次燃焼器・ストーカ立体図



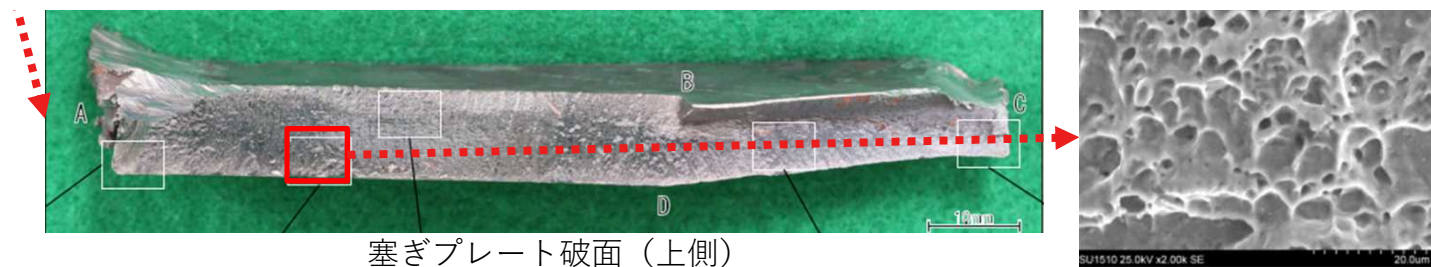
亀裂確認箇所(南側)現場写真

3.2 亀裂発生の原因調査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月16日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（下模式図桃色部）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、延性破壊と推定
 - 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




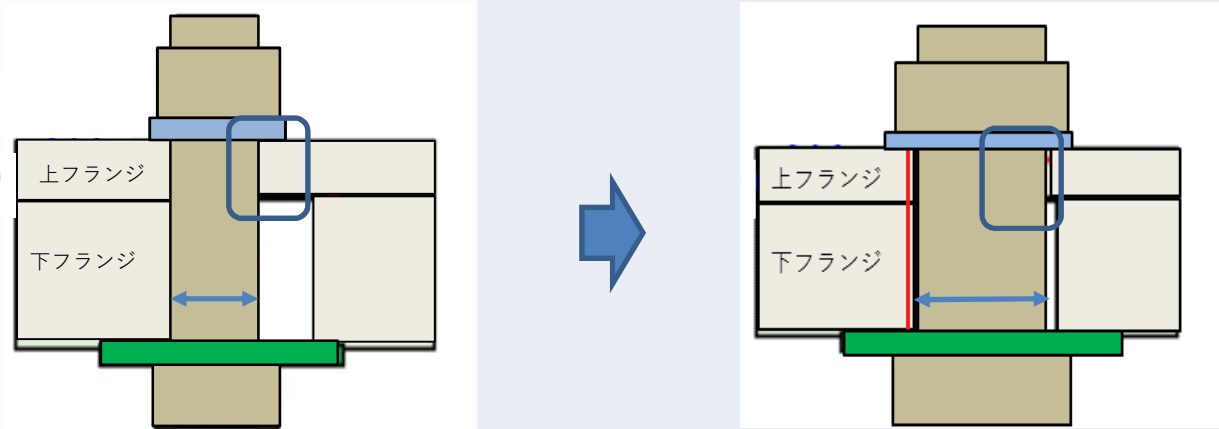


3.3 復旧方法および不具合箇所の修理状況

■復旧方針

- 本設備に確認された各不具合について、当該設備の設計要求である、耐震Bクラスの強度および気密性を満足するように修理を実施。

不具合箇所	復旧方法(修理前・後)
<p>①ロータリーキルン 取合円筒の溶接部の 割れ</p> <p>②二次燃焼器とス トーカ取合の塞ぎプ レートの割れ</p>	<p>①円筒溶接部：亀裂部周辺を切り欠き、開口部に新たに塞ぎ板を溶接。 開先をとった突き合わせ溶接により強度を確保。</p> <p>②塞ぎプレート部：外部にアングル材を溶接し、ボルト締結にて強度を確保</p> <div style="text-align: center;"> <p>亀裂発生部の模式図 (修理前) 亀裂発生部の模式図 (修理後)</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>②塞ぎプレート</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>①取合円筒</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>②アングル材と ボルト締結部</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>①塞ぎ板を溶接</p> </div> </div>

3.3 復旧方法および不具合箇所の修理状況

不具合箇所	復旧方法(修理前・後)
<p data-bbox="197 703 517 847">③-1 接続ボルトの緩み、ボルト・座金の歪み</p> 	<p data-bbox="577 309 2018 504">現場調査の結果、ボルト径に対して、下フランジのボルト穴が相対して大きい箇所を確認（機器据え付け調整のため） 上フランジのボルト穴を拡張し、締結部の仕様(ボルト・座金材質及び寸法)を見直し、強度を向上</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="712 1417 824 1453">修理前</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="1659 1417 1771 1453">修理後</p> </div> </div> <p data-bbox="192 1458 2069 1501">(写真部 左:ボルト/座金の歪み 右: ボルト径：M16,座金材質：SS400) (写真部 ボルト径：M30,座金材質：S45C)</p>

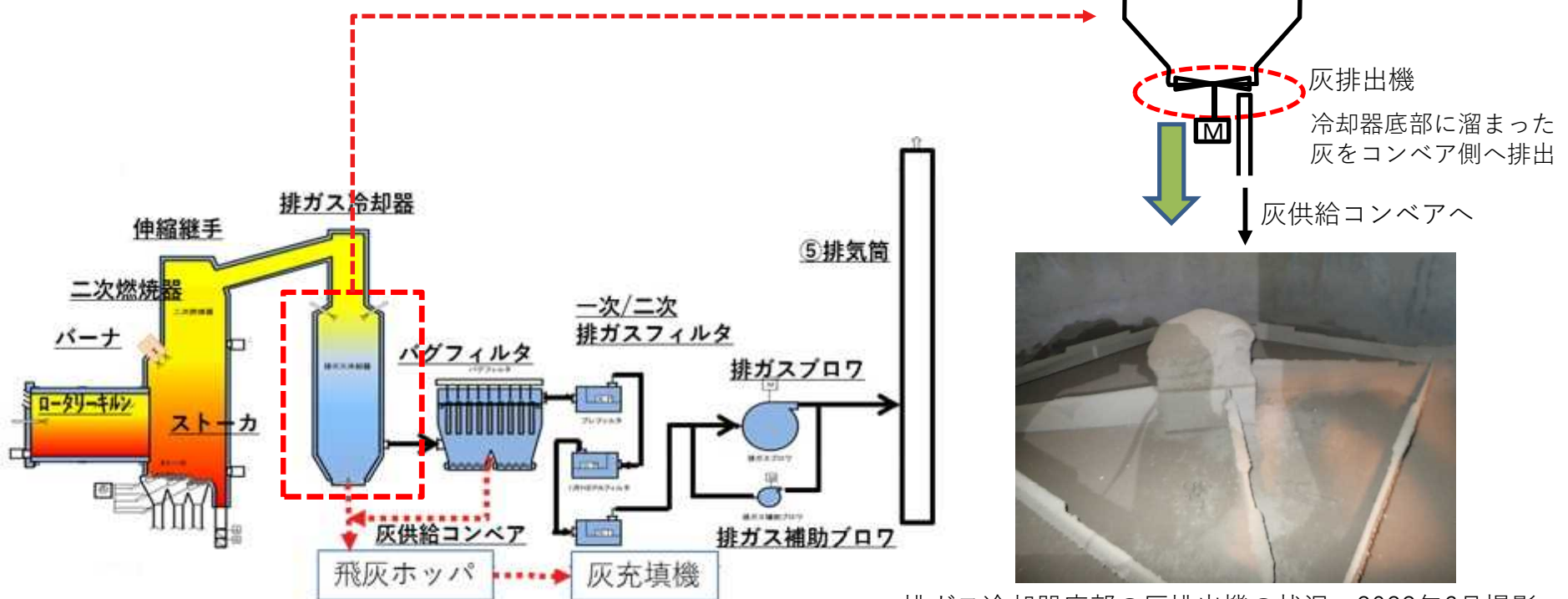
3.3 復旧方法および不具合箇所の修理状況

不具合箇所	復旧方法(修理前・後)
<p>③-2 ストーカ・架台据付部のシムプレートのはずれ</p>	<p>プレート切断・追加挿入及びコーキングによるずれ止め処置</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p>④ 外殻振止材溶接部の割れ</p>	<p>割れ部を肉盛り溶接補修</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">北東部角部</p>

4. 排ガス冷却器灰排出機の点検に伴う焼却停止について

4.1 排ガス冷却器灰排出機の点検に伴う停止について

- 10月23日に、排ガス冷却器灰排出機の過負荷を示す警報が発生。機器の動作確認後、再起動。
- その後の調査において、排出機に異音・異臭は無く、コンベアから覗いた灰の性状にも異常は確認されていないが、電動機の電流値が定格に対し、高めであることを確認。
- 炉内で異物や灰が抵抗になっている、または軸封部に灰が入り込み抵抗になっている等が想定される。
- 焼却は継続しているものの、機器の予防保全や今後の安定焼却の観点から、準備を整えた上で焼却を停止し、排ガス冷却器内部および排出機の点検・清掃を行う。



排ガス冷却器底部の灰排出機の状況：2022年6月撮影

4.2 排ガス冷却器内の灰の性状について

- 運転再開前 コンベア内の灰の様子（2022年6月撮影）：
粘土状で水分が多い



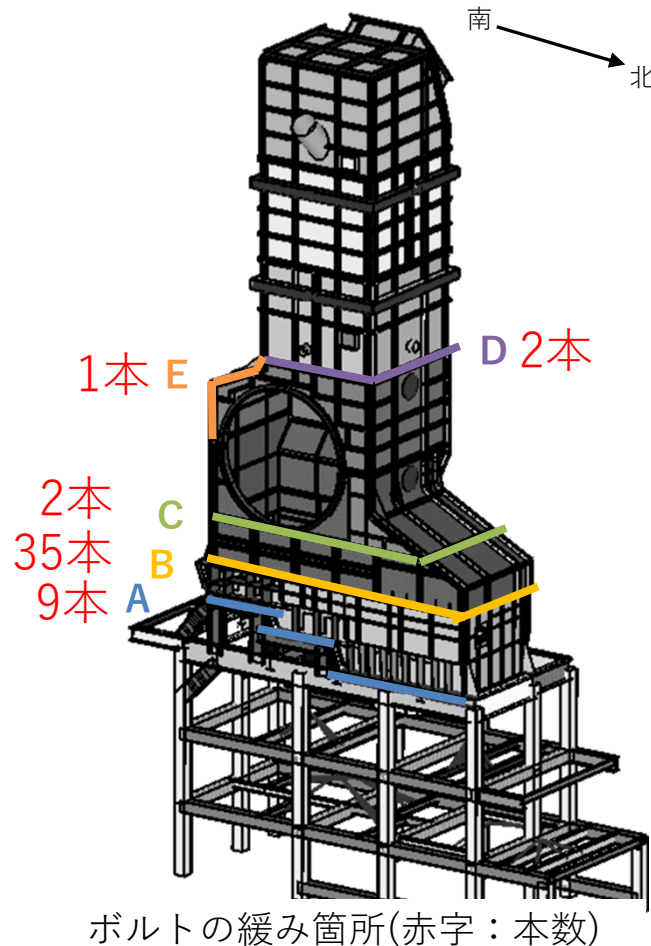
- 運転再開後 コンベア内および容器充填時の灰の様子(2022年10月19日撮影)：
サラサラで水分は少ない



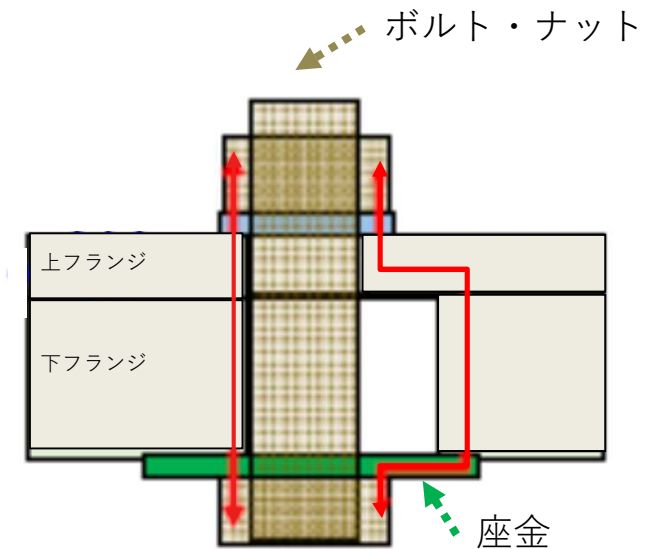
以下、参考資料

【参考】 接続ボルトの緩み、ボルト・座金の歪み

用途・要求機能			復旧方法
用途	気密性	強度	
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	<ul style="list-style-type: none"> ・現場調査の結果、ボルト径に対してボルト穴が相対して大きい箇所を確認(左下図A,B面)。 ・上フランジ穴を拡張し、締結部の仕様(ボルト・座金材質及び寸法)を見直す。



ボルト及び座金等
締結部材の状態

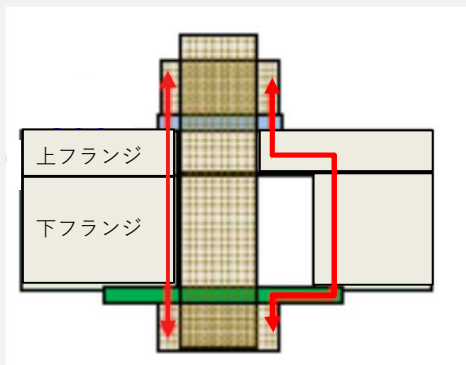


ボルト締結部の模式図

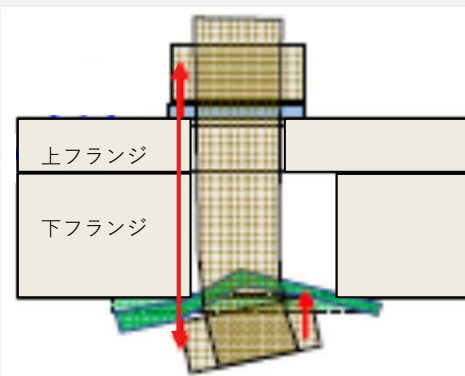
【参考】 接続ボルトの緩み、ボルト・座金の歪み

- ボルト・座金の歪みの推定メカニズム
 - 地震によりボルトに負荷された引張力により、強度が弱い座金に変形
 - ボルト頭部の圧縮により座金が陥没し、ボルトも傾き、変形

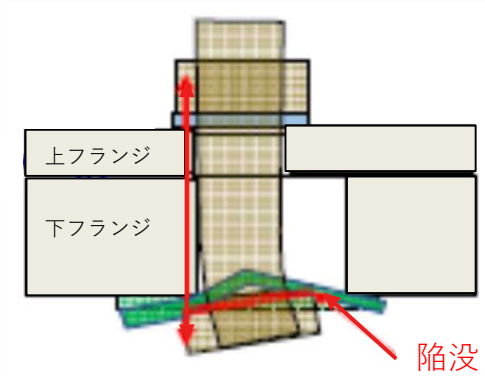
ボルトに引張力が作用



ボルト頭部が反って座金に変形

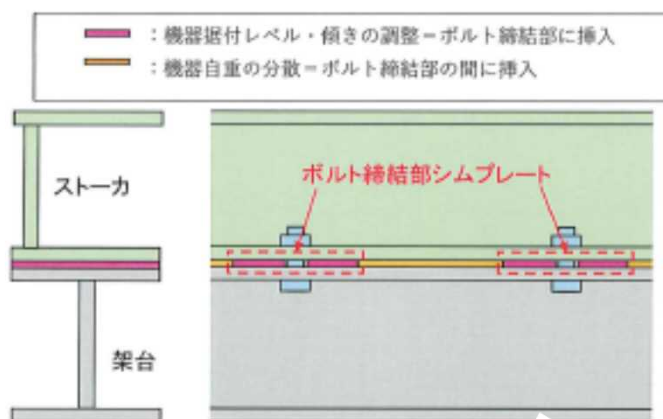


座金のボルト頭部接触面が陥没
ボルトも傾き、変形

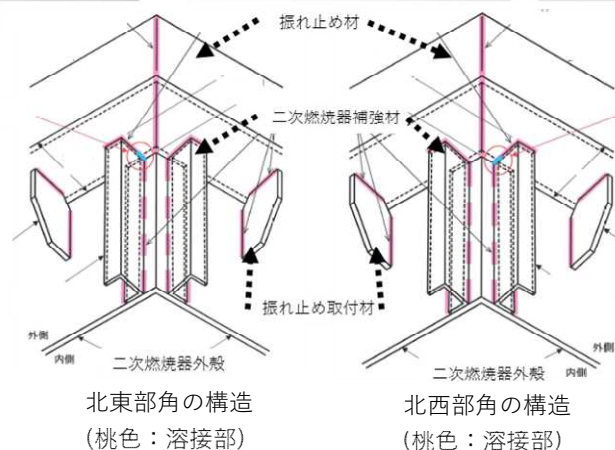


【参考】 ストーカ・架台据付部のシムプレートのずれ
 外殻振止材溶接部の割れ

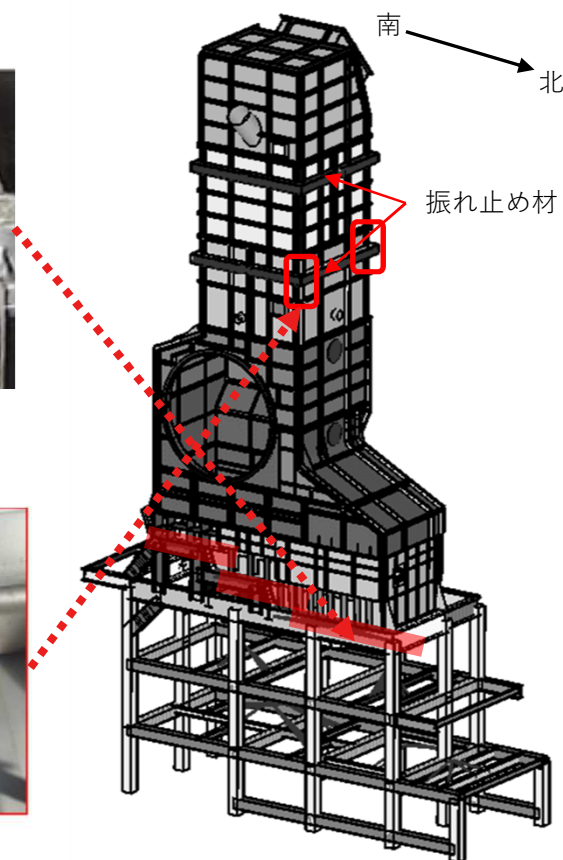
	用途・要求機能			復旧方法
	用途	気密性	強度	
ストーカ・架台据付部シムプレート	機器の傾き調整及び荷重分散	—	—	プレート追加挿入及びコーキングによるずれ止め処置。なお、二次燃焼器の垂直度は許容値5/1000mmに対し、3/1000mmと許容値以内
二次燃焼器振止材の接続部	二次燃焼器の補強材と振止材を溶接接続	—	—	割れ部を肉盛り溶接補修



シムプレートのずれ



北東角部の溶接部割れ



【参考】 炉内耐火物

- 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。

