

東京電力ホールディングス株式会社
柏崎刈羽原子力発電所

柏崎刈羽原子力発電所第1号機 荒浜側焼却設備スラッジ脱水機改造工事 「スラッジ脱水機」における不具合事象発生に伴う五号使用前検査の受検延期について

1. 発生事象の概要について

柏崎刈羽原子力発電所第1号機において実施中の荒浜側焼却設備スラッジ脱水機改造工事については、2022年2月に一号使用前検査を再度受検し、2022年6月に五号使用前検査を受検するべく運転性能試験を実施していた。

本運転性能試験においては、2020年1月の運転性能試験実施中に「スラッジ脱水機（以下、脱水機と称す）」および「スラッジ一時受ホoppa（以下、ホoppaと称す）」において発生した不具合事象に対する対策効果の検証も併せて実施していたが、模擬廃液の脱水処理運転完了後に「脱水機」の内部確認を実施したところ脱水機中間空間への樹脂混入が確認された。

脱水機中間空間への樹脂混入事象については、2020年1月の不具合事象においても発生していることから設備改造の対策を実施しているが、一部の対策において効果が不十分であることが確認された。

不具合発生箇所については図1、脱水機内の樹脂混入状況については図2に示す。

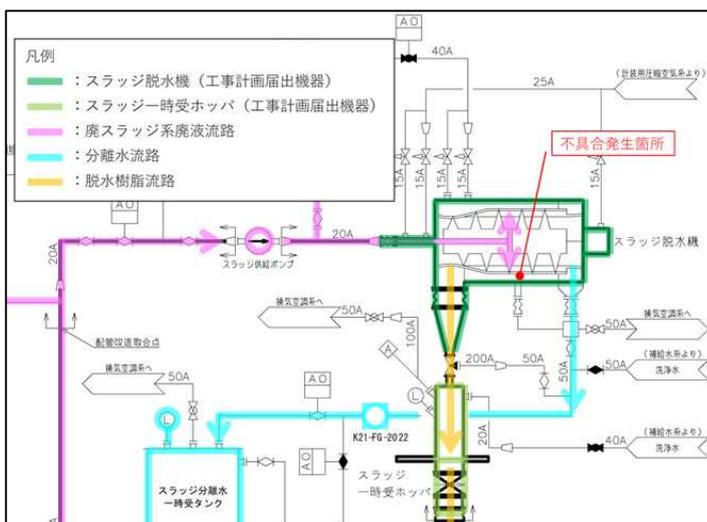


図1 廃スラッジ系系統図 不具合発生箇所

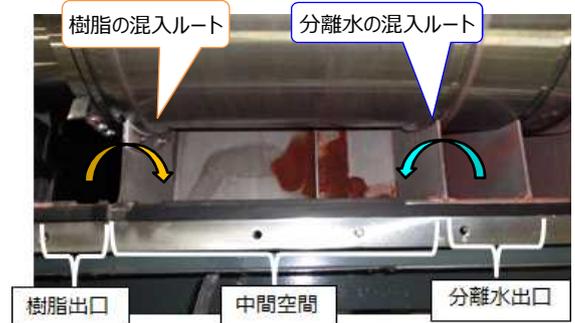


図2 脱水機内樹脂混入状況

2. 今回発生した脱水機中間空間への樹脂混入事象に対する推定原因について

今回発生している脱水機中間空間への樹脂混入事象については、2020年1月の不具合事象においても同様の事象が発生しており、その際には以下の原因特定および不具合対策を実施している。

(1) 2020年1月の不具合事象推定原因

2020年1月の樹脂混入事象については分離水配管内の圧力が上昇したことで分離水に含まれた樹脂が分離水側から流出しているものと推定し対策を検討した。(図3参照)

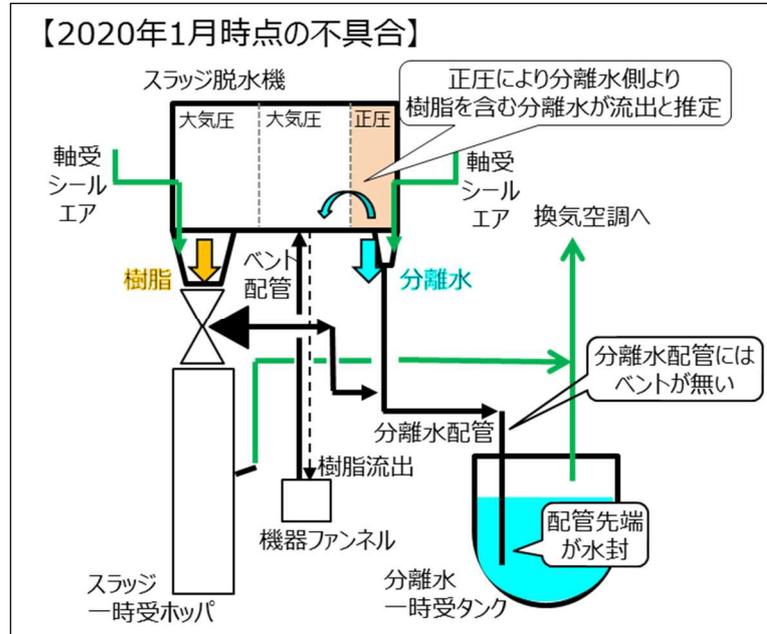


図3 2020年1月の不具合事象推定原因概要図

(2) 上記に対して実施した不具合対策

①脱水機ベント配管のつなぎ先変更および②分離水配管へのベント配管追設を実施することで分離水出口側の均圧化を図る改造を実施した。(図4参照)

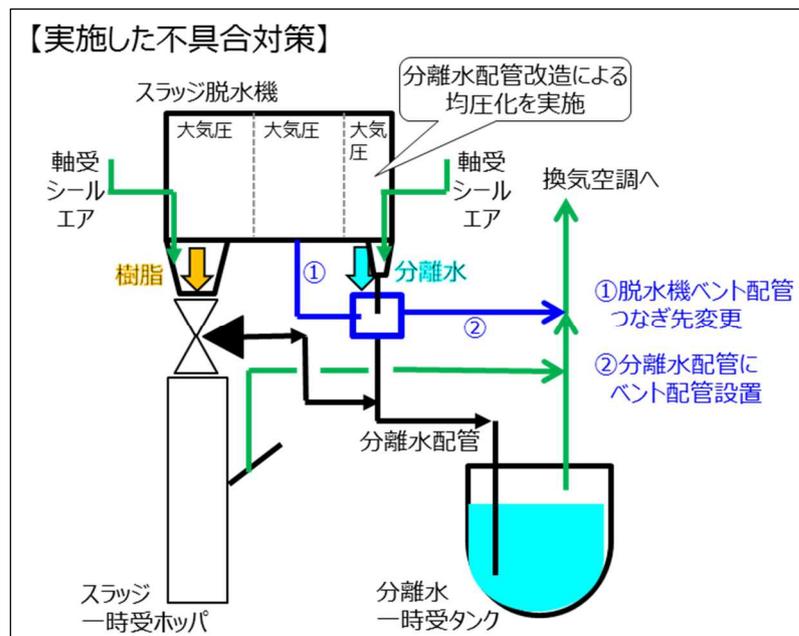


図4 実施した不具合対策概要図

実施した不具合対策の効果について、2022年3～4月に実施した運転性能試験において検証を実施しているが、脱水機中間空間への樹脂混入事象について低減されていないことが確認されたため、推定原因の検討および小型試験機による確認を以下の通り実施した。

(3) 今回発生した事象に対する推定原因

今回実施した運転性能試験において発生した分離水に含まれる樹脂残留濃度は極めて少なく中間空間に蓄積された樹脂量とは一致しないことから、脱水樹脂出口側からの混入である可能性が高いことが判明した。

2020年1月の樹脂混入事象に対する対策として脱水機内の均圧化を図ったことで中間空間に向かう空気の流れは改善できるものと考えていたが、中間空間に向かう空気の流れが完全には解消できておらず樹脂が混入したものと考えられる。

(4) 小型試験結果

脱水樹脂出口側からの混入である可能性を踏まえ、2022年5月上旬に小型サイズの試験機を用いた脱水機内の気流方向確認を実施した結果、以下のことを確認した。

- 1) 樹脂出口側からも樹脂が混入することを確認。
- 2) 樹脂出口側、中間空間および分離水出口側の各空間の間に気流を発生させることで樹脂および分離水の混入量が変化することを確認。
- 3) 中間空間へ圧縮空気を注入し樹脂出口側および分離水出口側の各空間へ向かう気流を発生させることにより、樹脂及び分離水が中間空間へ混入することを低減できることを確認。(図5および図6参照)

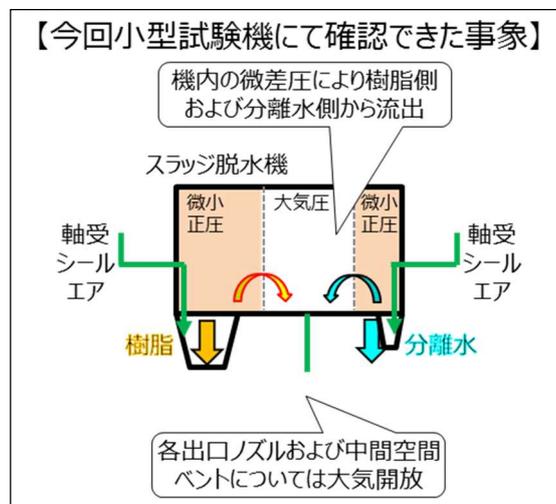


図5 小型試験機確認結果概要図

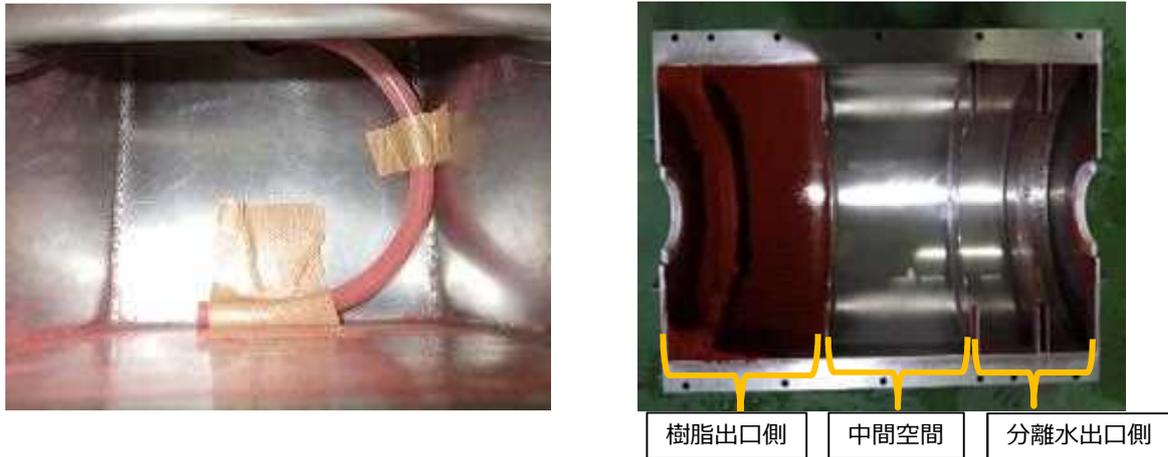


図6 小型試験機脱水機中間空間へ圧縮空気を注入した後の開放点検状況
(左図：中間空間 右図：脱水機ケーシング側)

なお、2020年1月に発生した不具合事象については脱水機中間空間の樹脂混入事象を含め5箇所の不具合に対し対策を実施しており、対策効果の検証について粒状樹脂および粉末樹脂を用いた各々の試験廃液にて確認することとしている。粉末樹脂での検証は実施できていないが現時点までに確認できている粒状樹脂での検証結果については以下の通りであり、脱水機中間空間の樹脂混入事象以外の不具合については再発しないことを確認している。

不具合内容	現時点における検証結果	
	粒状樹脂	粉末樹脂
①一時受ホッパレベルスイッチの誤検知	結果：良 検証運転中の誤検知なし	粉末樹脂での検証確認前に粒状樹脂にて不具合事象が確認されたことから「未確認」
②脱水機差動機の過負荷	結果：良 検証運転中の過負荷発生なし	
③脱水機中間空間内への樹脂混入	結果：否 系統構成を改造したことから系統外への流出については発生しなくなったが、脱水機内の圧力変化に対する対策について不十分	
④一時受ホッパベントノズルの閉塞	結果：良 検証運転中の閉塞なし	
⑤粉末樹脂排出時の一時受ホッパ内閉塞	対象外（粉末樹脂特有事象）	

3. 工事計画届出および使用前検査への影響について

五号使用前検査については2020年1月に発生した不具合事象に対する対策効果の検証および運転性能試験を完了させた後に受検することで考えているが、本事象の発生に伴い原因調査および対策検討を実施中であり、検査申請している受検期日の2022年6月24日までに対策を実施し全ての試験を完了させることは困難なことから、使用前検査受検を延期させていただきたい。

また、今後は2022年9月末を目途に対策の検討および実機を用いた試験・検証を実施し、対策実施による工事計画および使用前検査への影響を確認する。

4. 参考資料

(1) 工事計画届出書添付書類 V-8-2 放射性廃棄物の廃棄施設に係る系統図

第2-1図 廃スラッジ系系統図(変更後)

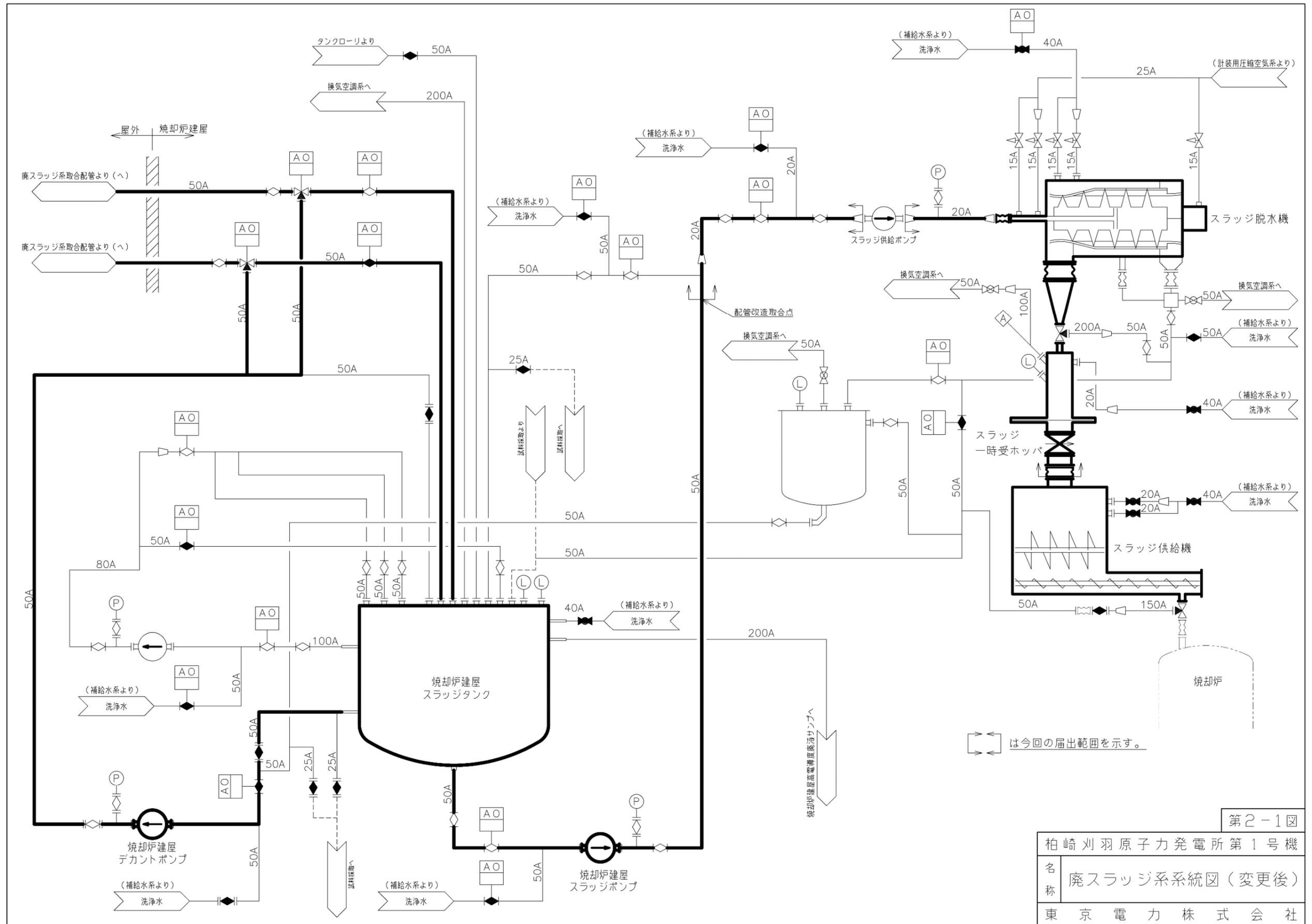
(2) 工事計画届出書添付書類 V-8-3 構造図

第3-1図 スラッジ脱水機構造図

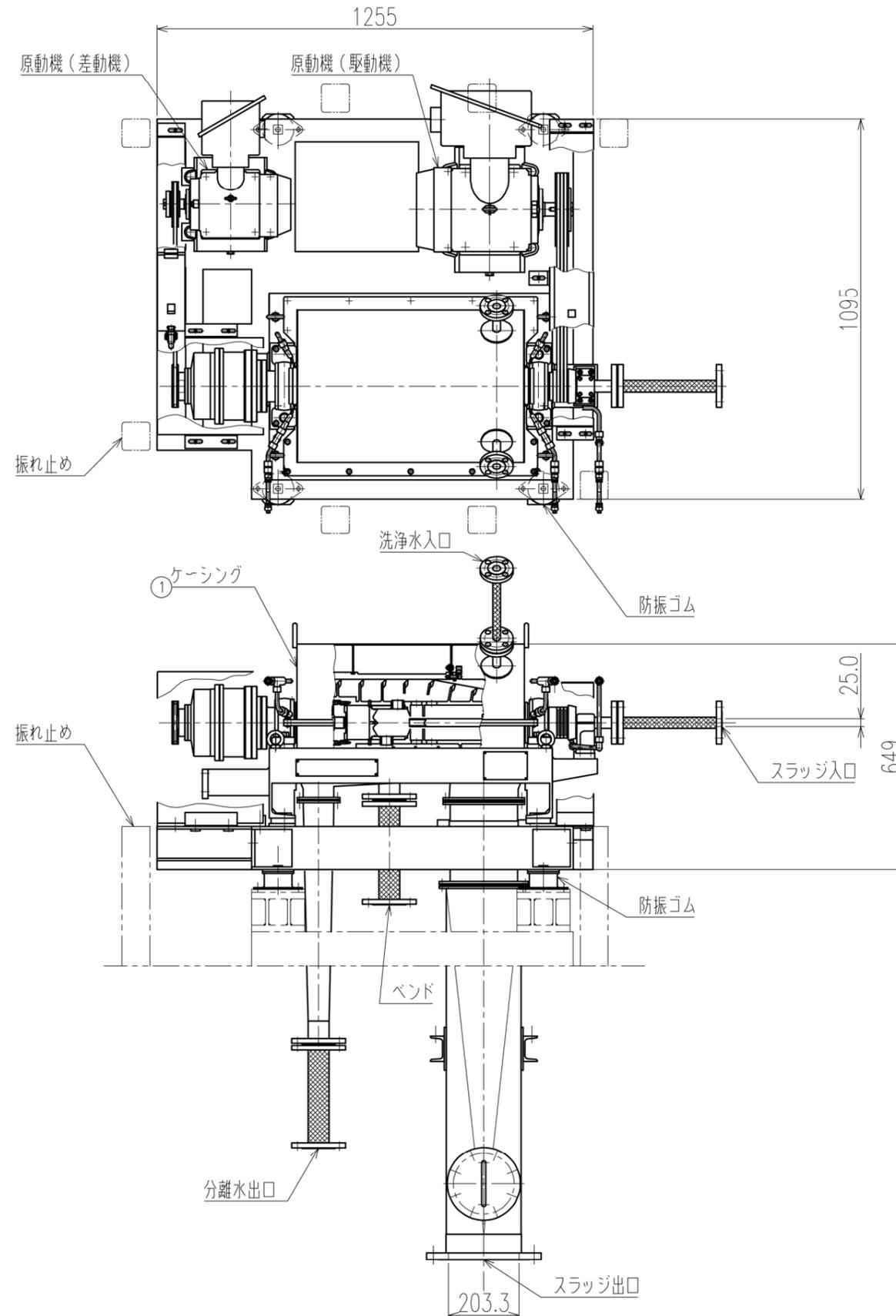
(3) 2021年9月16日面談資料

「柏崎刈羽原子力発電所第1号機 荒浜側焼却設備スラッジ脱水機改造工事 運転性能試験における不具合事象の対策ならびに使用前検査に関する対応方針について」

以 上



第2-1図
 柏崎刈羽原子力発電所第1号機
 名称 廃スラッジ系系統図(変更後)
 東京電力株式会社
 SSI 1930



1	ケーシング	1	SUS304
番号	品名	個数	材質
部品表			

注1：特記なき寸法はmmを示す。
 注2：特記なき寸法は公称値を示す。

第3-1図

柏崎刈羽原子力発電所第1号機

名称 スラッジ脱水機構造図

東京電力株式会社

SS 6201

2021年9月16日

東京電力ホールディングス株式会社
柏崎刈羽原子力発電所

柏崎刈羽原子力発電所第1号機 荒浜側焼却設備スラッジ脱水機改造工事 運転性能試験における不具合事象の対策ならびに使用前検査に関する対応方針について

1. 発生事象の概要について

柏崎刈羽原子力発電所第1号機において実施中の荒浜側焼却設備スラッジ脱水機改造工事は一号使用前検査の受検を終了し、五号使用前検査の受検に向けて運転性能試験を実施していたが、2020年1月11日の試験実施中に「脱水設備異常」および「スラッジ系閉塞」の警報が発生したため試験を中断した。

原因調査のため「スラッジ脱水機（以下、脱水機と称す）」および「スラッジ一時受ホッパ（以下、ホッパと称す）」の内部確認を実施したところ、設計上想定していない箇所への脱水樹脂混入事象が確認されたことから、設備内の詳細点検ならびに模擬装置を用いた再現性確認を行い、事象発生メカニズムの原因究明調査ならびに対策検討を実施した。

2. 不具合発生状況および対策について

試運転中および状況確認において確認された不具合および対策について、以下の図1および表1に示す。なお、表1左欄の番号①～⑤は図1中の不具合発生箇所を示している。

図1 廃スラッジ系系統図 不具合発生箇所について

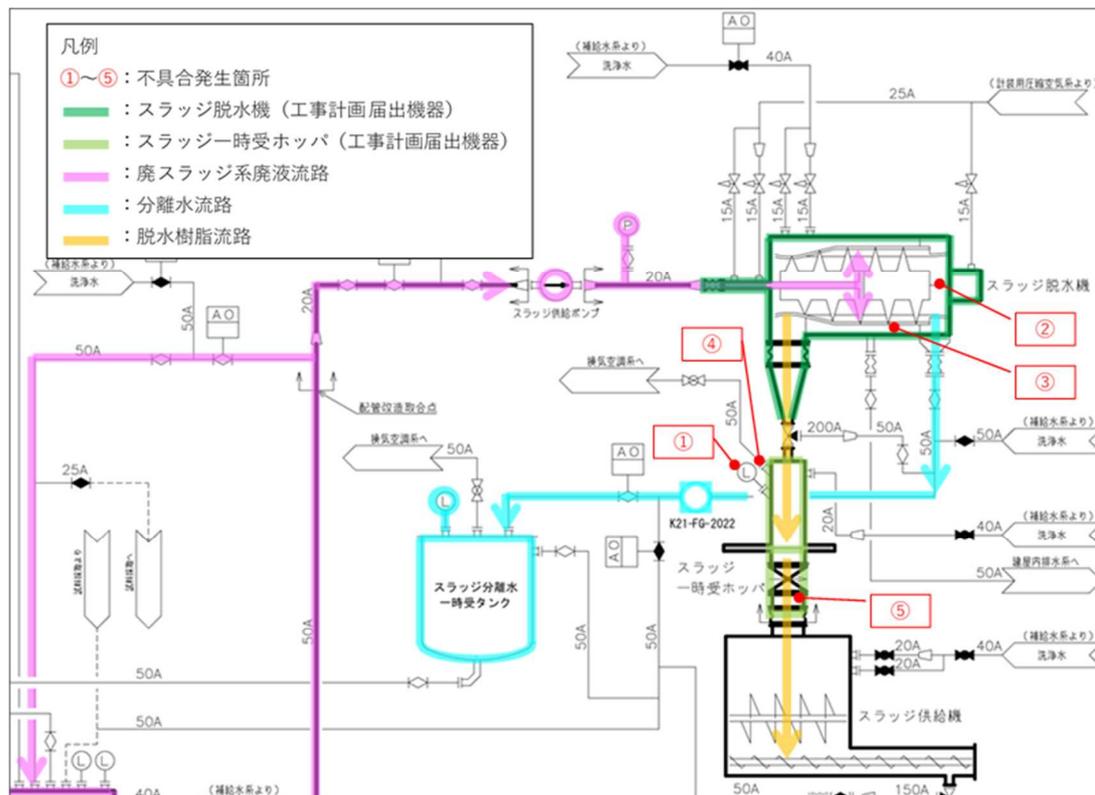


表1 不具合発生状況および対策について

	不具合内容, 原因および対策
①	(内容) 試運転中にホップレベルスイッチの誤検知による「スラッジ系閉塞」警報が発報 (原因) ホップレベルスイッチへの樹脂付着により誤検知が発生 (対策) 検証試験において誤検知が発生しなかった別検知方式のレベルスイッチへ型式変更
②	(内容) 試運転中に脱水機差動機の過負荷による「廃スラッジ供給脱水異常」警報が発報 (原因) 運転途中に供給樹脂濃度が増加した際の影響を考慮した差速設定としなかった (対策) 差動機の軸動力負荷に裕度を確保し, 供給する廃液の濃度変動に対応できるものとするため, 差速設定を試運転時の設定値より大きい値に変更
③	(内容) 過負荷停止発生後の全体点検にて, 脱水機中間空間内に樹脂の流入を確認 (原因) 分離水配管内の圧力が上昇したことで大気圧設計の脱水機中間空間へシールエアと共に分離水に含まれていた樹脂が流出した (対策) 分離水配管内の圧力に変化が生じないように, 分離水配管途中に均圧ポットを追設し均圧ポットのベントを換気空調系へ接続する系統構成へ変更。また, ベント配管の接続先についても系統外へ流出することがないように均圧ポットへの接続へ変更
④	(内容) ホップベントノズルに樹脂の閉塞を確認 (原因) ホップの樹脂受入れにより発生するベントエアに投下中の樹脂が巻き込まれベントノズルに流入 (対策) ホップベント配管内への樹脂流入を防止することは困難であることから, 系統外への樹脂流出を防止するためホップ上部に以下の対策を実施し取替を実施 (1) ベントノズル付近に溜まった樹脂をホップ内へ押し込む清掃機構を設置 (2) ベント配管清掃機構の下流側にはフィルタを設置
⑤	(内容) ホップからの排出時に粉末樹脂のホップ内閉塞を確認 (原因-1) スライドダンパおよび伸縮継手に内径差(段差)があるため段差で樹脂が止まり落下しない (原因-2) スラッジ供給機側の排気不良によりホップの途中で樹脂が止まる, またはゆっくりと落下する (対策-1) スライドゲートおよび伸縮継手の内径をホップ胴板部と同径とするため改良品へ取替を実施 (対策-2) スラッジ供給機の廃棄不良解消のためスラッジ供給機にベントラインを設置

3. 工事計画届出への影響について

本改造工事については, 原子炉等規制法第43条の3の10第1項に基づき, 2016年1月13日に工事計画の届出(原管発官27第146号)ならびに2016年2月5日に一部補正届出(原管発官27第261号)を実施し工事实施中であることから, 今回の不具合対策実施に伴う工事計画への影響について確認を行い, 本文「II工事計画」に変更がないことを確認した。

なお, 「添付書類V-5-1届出設備に係る耐震設計の基本方針」, 「添付書類V-5-2-2スラッジ一時受ホップの耐震性についての計算書作成の基本方針」, 「添付書類V-5-5スラッジ一時受ホップの耐震性についての計算書」, 「添付書類V-8-2放射性廃棄物の廃棄施設に係る系統図 第2-1図 廃スラッジ系系統図(変更後)」および「添付書類V-8-3構造図 第3-2図 スラッジ一時受ホップ構造図」の一部については変更があるが, 工事計画の変更届出には該当しないと考えている。

また, 現行の実用炉規則において記載すべき事項となった「放射性廃棄物の廃棄施設に係る工事の方法」については, 本工事の工事計画届出時点では記載要求がなかったことから, 工事計画届出書には同工事の方法は記載されていないが, 今回の不具合対策により, 工事の方法に追加が必要となる新たな工事手順並びに検査方法がないことから, 工事の方法に影響がないことを確認した。

4. 使用前検査への影響について

本改造工事に関する適合性確認検査について、一号使用前検査に係る範囲は実施済みであり、また一号使用前検査については既に受検を完了している状態であるが、不具合対策の実施に伴い工事計画届出機器において構造変更等を実施する必要があることから、これら実施済みの検査については一部再実施が必要になると考えている。表 2 のとおり、使用前検査の影響評価ならびに再検査に関する考え方の整理を行った結果、使用前検査の一部の検査項目においては受検が完了している状態から変更が生じることから、再検査の実施が必要であると考えている。

表 2 一号使用前検査に対する影響評価および再検査要否（案）について

工事計画届出対象機器	検査項目	影響評価	再検査要否（案）
主配管	材料検査	【検査対象範囲】 主配管の構造全体 工事計画記載事項（最高使用圧力，最高使用温度，外形，厚さ，材料） 【影響評価】 不具合対策において配管改造を実施するが，主配管に対する設備変更は実施しないことから受検済み検査の品質記録に影響はなく再検査不要と考える。	不要
	寸法検査		
	外観検査		
	組立て及び据付け状態を確認する検査		
	耐圧検査・漏えい検査		
スラッジ脱水機	材料検査	【検査対象範囲】 ケーシング 【影響評価】 不具合対策において，スラッジ脱水機に対する構造変更は実施しないことから受検済み検査の品質記録に影響はなく再検査不要と考える。	不要
	寸法検査	【検査対象範囲】 工事計画記載主要寸法（スラッジ入口内径，スラッジ出口内径，たて，横，高さ） 【影響評価】 不具合対策において，スラッジ脱水機に対する構造変更は実施しないことから受検済み検査の品質記録に影響はなく再検査不要と考える。	不要
	外観検査	【検査対象範囲】 スラッジ脱水機の構造全体 【影響評価】 不具合対策において，スラッジ脱水機に対する構造変更は実施しないが，脱水機下流の分離水配管およびベント配管について改造を実施するため，受検時点から取り合い部分の状態が変わることから再検査が必要と考える。	要
組立て及び据付け状態を確認する検査			

工事計画届出 対象機器	検査項目	影響評価	再検査要否 (案)
スラッジ 一時受ホッパ	材料検査	【検査対象範囲】 胴板部 【影響評価】 要目表には胴板部の材料を記載しているが、胴板部の構造変更は実施しないことから受検済み検査の品質記録に影響はなく再検査不要と考える。	不要
スラッジ 一時受ホッパ	寸法検査	【検査対象範囲】 工事計画記載主要寸法（たて，横，高さ） 【影響評価】 要目表の主要寸法のうち「たて，横」については、胴板部の外径を記載しているが、胴板部の構造変更は実施しないことから受検済み検査の品質記録に影響はなく再検査不要と考える。 要目表の主要寸法のうち「高さ」については、スライドゲート上端からホッパ上部上端までの寸法を記載している。ホッパ上部は構造変更に伴い同一高さの構成部材と取替を実施するため、主要寸法「高さ」に変更は生じないが、受検時点から構成部材が変わることから、再検査が必要と考える。	「たて，横」 不要
			「高さ」 要
	外観検査	【検査対象範囲】 スラッジ一時受ホッパの構造全体 【影響評価及び対応策】 スラッジ一時受ホッパを構成するホッパ上部およびスライドゲートの構造変更を実施するため、受検時点から状態が変わることから、再検査が必要と考える。	要
組立て及び 据付け状態 を確認する 検査	【検査対象範囲】 スラッジ一時受ホッパの構造全体 【影響評価及び対応策】 スラッジ一時受ホッパの設置位置を固定する脚部、梁部並びに基礎ボルト部に変更はないがホッパ上部およびスライドゲートの構造変更を実施するため、受検時点から状態が変わることから、再検査が必要と考える。	要	

5. 今後の対応方針について

不具合対策として設備改造を実施するにあたり以下の対応を行うことを考えている。

(1) 届出済み工事計画に対する対応について

今回実施する設備改造は、実用炉規則第 11 条第 2 項における「軽微な変更」に該当することから、工事計画の変更届出に係る手続きには該当しないと考えている。

なお、工事計画の変更届出の手続きには該当しないと考えているが、工事計画添付書類において記載内容に変更が生じることから、当社 QMS に基づく改訂管理を適切に実施することで対応したいと考えている。

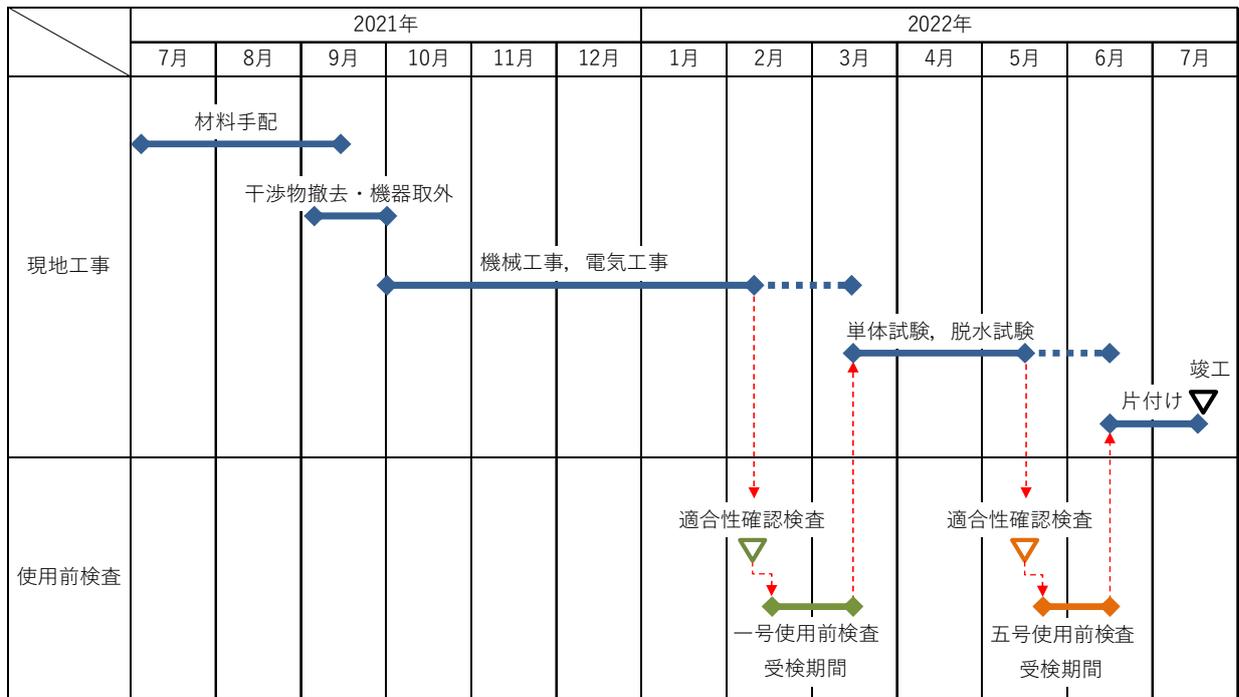
(2) 使用前検査に対する対応について

受検済みの一号使用前検査のうち、表 2 に示す再検査の実施が必要と考えている検査項目について、再検査を実施いただきたい。

なお、五号使用前検査については検査受検前であったことから再検査対象はない。

6. 今後の工程について

今後の主な工程は以下の通り。



7. ご確認事項

一号使用前検査について、受検が完了している状態から変更となる範囲については再検査を実施いただくことを考えているが、再検査を実施いただく範囲および検査項目について今後確認させていただきたい。なお、再実施する適合性確認検査の範囲および検査項目については別途ご説明させていただきたい。

以上