

柏崎刈羽原子力発電所 1 号機の プラント全体の試験に係る安全性の 確認結果について

平成 22 年 8 月
原子力安全・保安院

設備の健全性評価の進め方

- 原子力安全・保安院(以下、「保安院」)では、3段階の手順を踏みながら評価を進めています。今回、1号機について、プラント全体の評価が終了し、7月15日保安院としての報告書を取りまとめました。

機器単位 の評価

- ・発電所を構成する機器単位での健全性評価(2~4号機で実施中)

系統単位 の評価

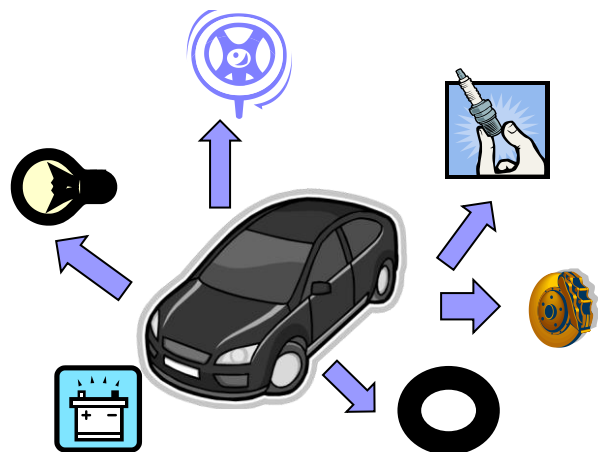
- ・これら機器から構成される系統単位で担うべき安全機能を評価(5号機で実施中)

プラント全 体の評価

- ・機器単位、系統単位の評価を踏まえた上で発電所のプラント全体としての機能を評価(1、6、7号機で完了)

【自動車に例えると・・・】

(各構成部品の健全性評価)



(各系統の健全性評価:エンジン停止)

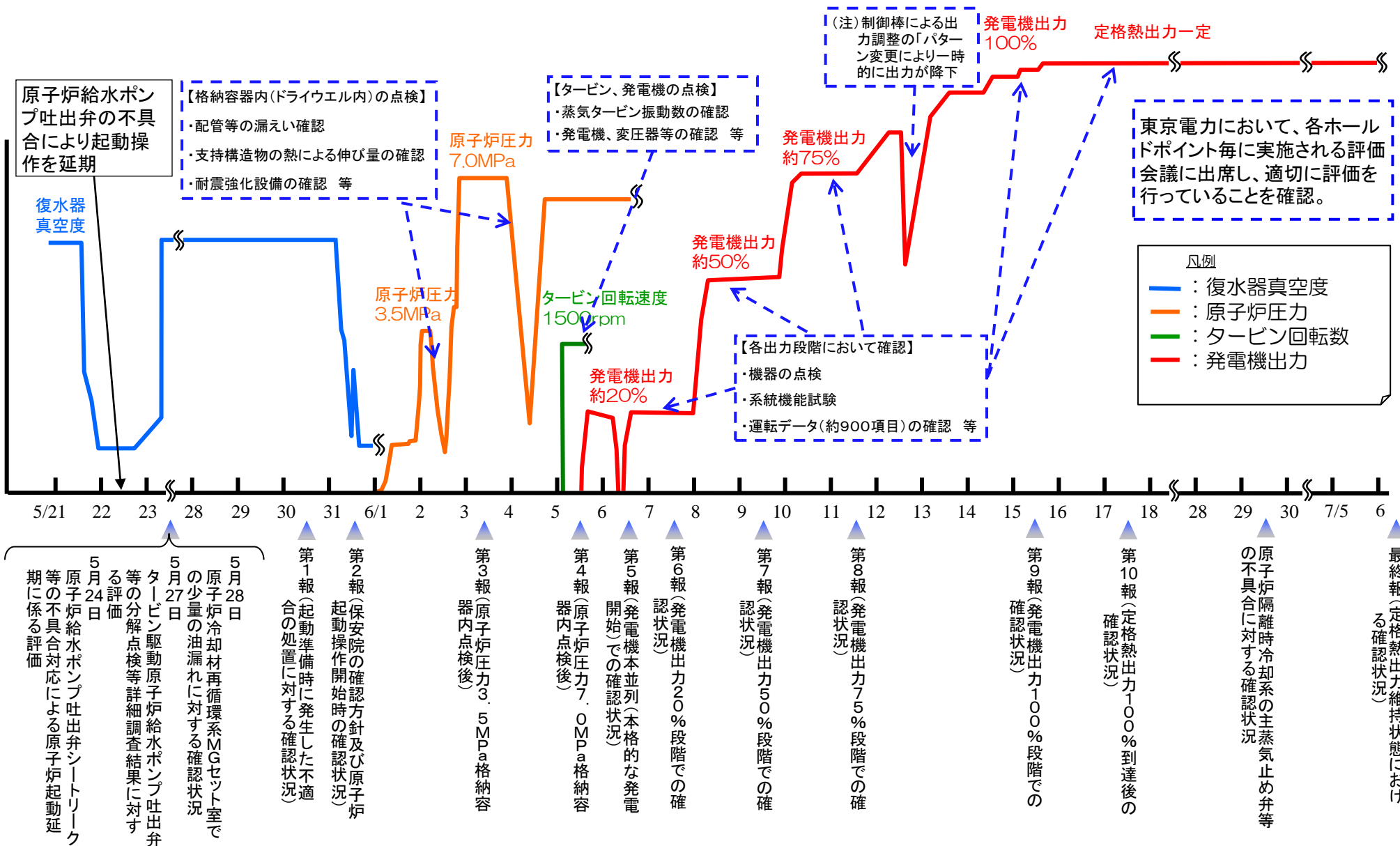
(例)①ブレーキペダル踏み込み～
②ブレーキ作動～③ブレーキランプ点灯



(エンジンを回し、試運転)



I. プラント全体の機能試験に対する保安院の確認実績



Ⅱ．保安院として確認した主な事項

- ① プラント試験計画書の妥当性
- ② 保安規定の遵守状況
- ③ プラント試験の状況
- ④ プラント試験中に発生した不適合事象への対応状況



上記の項目について、保安検査、立入検査等により、通常の検査に比べ体制を強化して確認を実施。

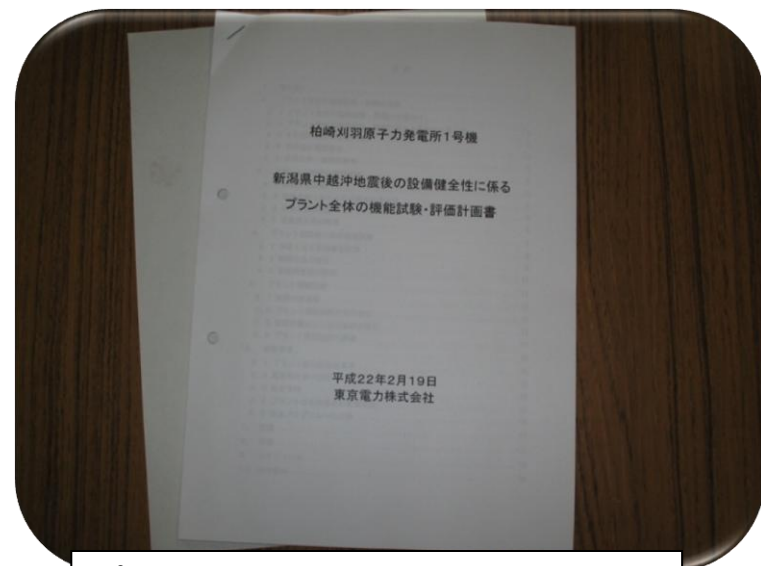
①プラント試験計画書の妥当性

○保安院は、地震の影響を評価する上で適切な点検・試験項目等が計画されているものと評価

(例)ポンプ、電動機、弁等の、地震による機能への影響について、あらかじめ**損傷形態の想定**を踏まえ、**それらが検知できる点検方法**として目視点検や作動試験を選択。

目視点検では、地震によって加わった力の影響が比較的顕在化しやすい部位として、基礎ボルト、支持構造物、軸受、軸継手等に特に着目して点検。

作動試験では、損傷があった場合の現象として現れる異常な振動、異音、異常な温度上昇、漏えいの有無等について試験。



プラント試験計画書(H22.2.19受理)



設備健全性評価サブWGで審議

②保安規定の遵守状況

保安院は、

○原子炉起動時・出力上昇時の**運転操作が適切**に行われていること。

○プラント試験中に発生した**不適合事象**に対して**原因究明と対策が適切**に実施されていること 等

を確認。



プラント運転操作が適切に行われていることを確認



評価会議に出席し、不適合対応等が適切に行われていることを確認

③プラント試験の状況 (その1～設備点検～)

保安院は、原子炉からの蒸気を供給できるようになって初めて実施する90機器の作動確認及び漏えい確認等の実施結果について、技術基準に適合し、問題がないことを確認。



原子炉隔離時冷却系ポンプの運転状態確認

地震によって加わった力の影響が比較的顕在化しやすい部位（管の継手部や弁のフランジ部）に特に着目した点検が行われ、その結果に異常がないことを、点検に立ち会う等により確認。

③プラント試験の状況

(その2～専門家等のご意見を参考に重点的に安全確認を実施～)

7号機で発生した不適合事象の1号機での発生防止対策の確認

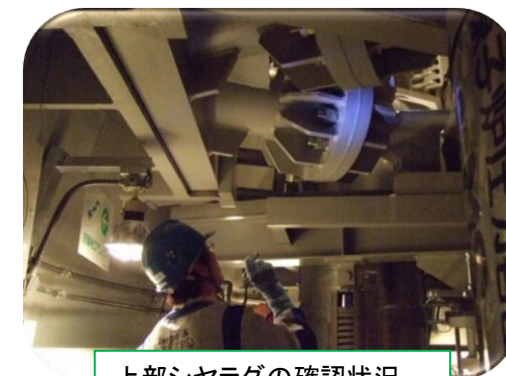
- 7号機のプラント確認試験において、原子炉隔離時冷却系の機能検査の際にサプレッションプールの水位が一時的に制限値を超えたが、1号機においては、適切な監視のもと操作が行われていることを確認。



サプレッションプール水位の確認

地震応答解析の結果、厳しかった部位の確認

- ドライウェル(格納容器内)点検時に、上部シヤラグ、原子炉冷却材再循環系配管及び残留熱除去系配管の支持構造物(メカニカルスナツバ)の外観目視点検を実施。
- 異常な変形や変位等がないことを確認。



上部シヤラグの確認状況

熱の影響をうける部位の変位等の確認

- 蒸気や高温水が通る配管等やその支持構造物、支持構造物の付根部に対し、外観目視点検を実施。
- 異常な変位や配管等の干渉が生じていないことを確認。



配管サポートの確認状況

③プラント試験の状況 (その3～系統機能試験～)

保安院は、原子炉からの蒸気を供給できるようになって初めて実施する4項目※の系統機能試験について、試験結果が技術基準に適合し、所要の機能を有していることを確認。

※①原子炉隔離時冷却系機能試験、②気体廃棄物処理系機能試験、③蒸気タービン性能試験(その1)及び④蒸気タービン性能試験(その2)

(例) 蒸気タービン性能試験(その1)



当該試験では、定格熱出力運転時において、蒸気タービン関連パラメータ(21種類、64項目)を連続4時間以上測定し、判定基準を満足していること、測定期間中安定していることを確認。

蒸気タービン関連パラメータの例

確認項目	測定値	基準値
主タービン回転速度(rpm)	1491～1501	1500
主タービン軸振動(mm)	0.010～0.048	0.175以下

③プラント試験の状況 (その4～運転データ等に対する確認～)

通常起動時に確認する約2倍の約900項目の運転データについて、判定基準値等に照らし妥当であることを確認。

また、ドライウエル点検において機器の健全性や耐震強化工事を行った配管等の健全性を確認。



振動診断への立ち会い



ドライウエル点検への立ち会い

④ プラント試験中に発生した不適合事象への対応状況(その1)

これまでの点検で不適合事象が83件(7号機では75件、6号機では41件発生)確認されているが、不適合事象の要因については、「一過性」、「偶発事象」等であり、いずれも原子炉の安全に影響を与えるものではなく、地震の影響によるものではないこと、これらの不適合に対して、補修・取替等の対策が適切に講じられていることを確認した。また、不適合事象の要因分析を行い、各要因に応じた点検頻度の見直し、点検要領書の改訂等を行っていることを確認した。

主な不適合事象を次ページ以降に示す。

○不適合事象の要因及び不適合グレード(※)別分類表

要因	G I	G II	G III	合計
一過性	0	0	4	4
偶発事象	0	4(3)	18(7)	22(10)
施工不良	0	0	4	4
経年影響	0	4	38	42
入熱影響	0	1	2	3
品質保証	0	8	0	8
合計	0	17(3)	66(7)	83(10)

注:()内の10件は、他の要因と重複計上(G IIの偶発事象3件は、経年影響2件、入熱影響1件と重複計上、G IIIの偶発事象7件は、一過性1件、経年影響6件と重複計上)されており、実数の内数に含まれない。

※不適合グレード

グレード	事象内容	
G I	法令等に基づく報告事象、安全上重要な機器の機能喪失、技術的にプラント停止に至った機器の故障 など	是正処置、予防処置を確実に実施すべき重要な事象
G II	一定運転の継続に支障のある故障、品質保証の要求事項に対する不適合事象 など	是正処置を確実に実施すべき事象
G III	通常のメンテナンス範囲内の事象 など	修正処置などを行う事象

④ プラント試験中に発生した不適合事象への対応状況(その2)

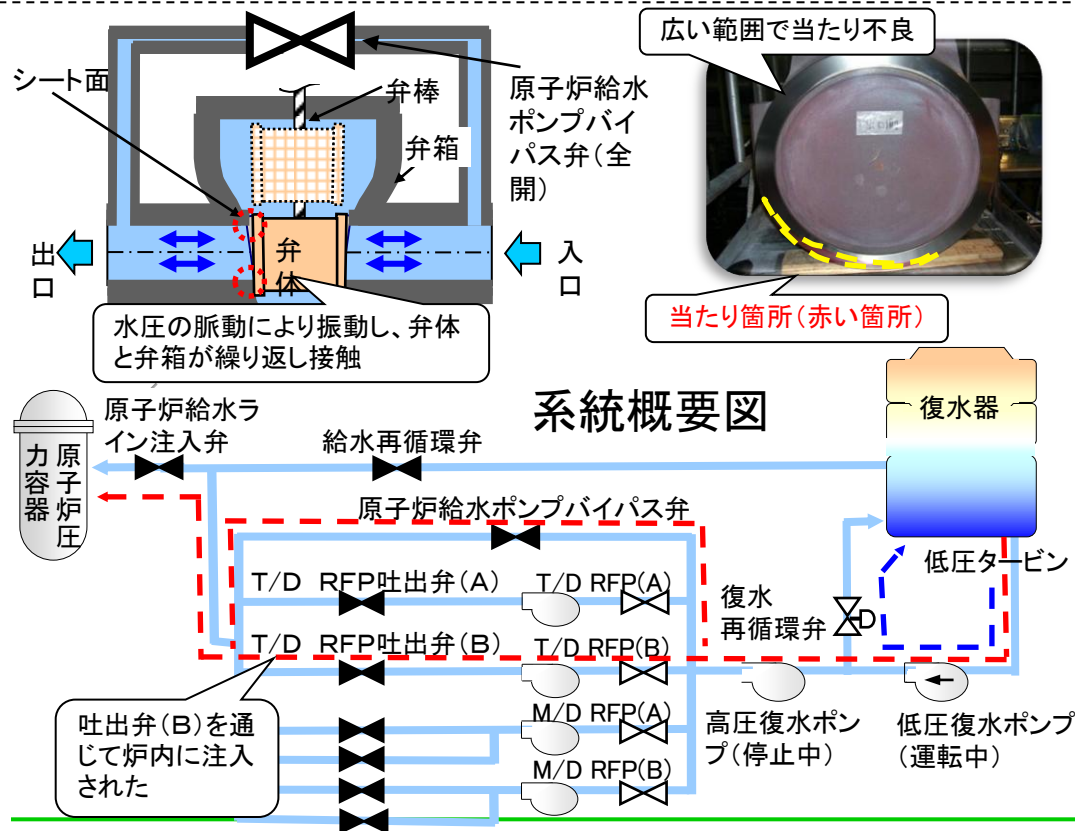
(原子炉給水ポンプ吐出弁等の不具合)

《不適合の内容》

5月22日、原子炉起動準備操作として、原子炉給水ライン注入弁を開けたところ、原子炉水位が上昇。そのため、現場確認をしたところ、全閉中の原子炉給水ポンプバイパス弁から流水音を確認。また、給水ポンプ出口側の残り6弁を確認を行い、タービン駆動原子炉給水ポンプ(T/D RFP)吐出弁(B)においてもシート性能の低下を確認。このため当初予定していた起動操作(制御棒引抜)を延期。

【原因及び対策】

弁体が長期間にわたり水圧の脈動で振動し、弁体と弁箱が繰り返し接触したことでシート面にへこみが発生してシート性能が低下したものと推定。地震による影響ではない。シート面の手入れを行い、復旧。



(保安院の対応及び評価)

- 東京電力による原因調査、対策の検討、対策実施後の作動状況確認等に検査官が立ち会って確認。
- 東京電力による原因の推定及び対策は妥当であると判断。
- 起動前評価会議において、復旧状況が評価されていることを検査官が立ち会って確認。



弁の分解点検の確認状況



弁の復旧状況を確認(全体的にきちんとあっている。)

④ プラント試験中に発生した不適合事象への対応状況(その3)

(気体廃棄物処理系除湿冷却器の温度制御不良)

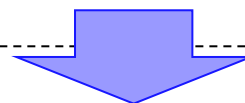
《不適合の内容》

5月22日、気体廃棄物処理系の除湿冷却器を1台から2台運転に切り替えた際、除湿冷却器(B)の温度制御が不調となり、除湿冷却器(B)が停止。また、膨張弁全4弁(A、B系の通常側、予備側)の動作状態を確認した結果、A、B系の通常側2弁の不調であることを確認。

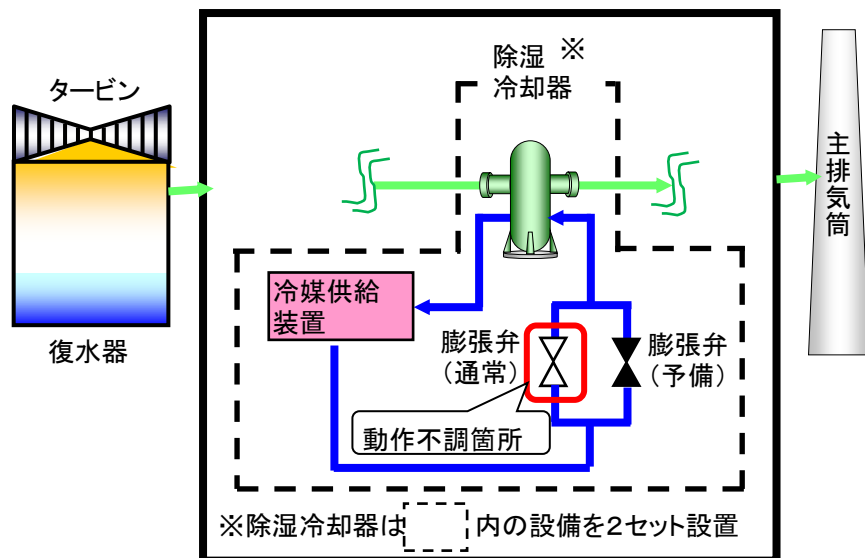
【原因及び対策】

除湿冷却器に供給する冷媒をコントロールする弁(膨張弁)を予備側に切り替えることで温度制御は正常となったことから、膨張弁の追従性が悪いことに起因した事象であると推定。地震による影響ではない。

A、B系の通常側2弁の膨張弁の取り替えを実施。

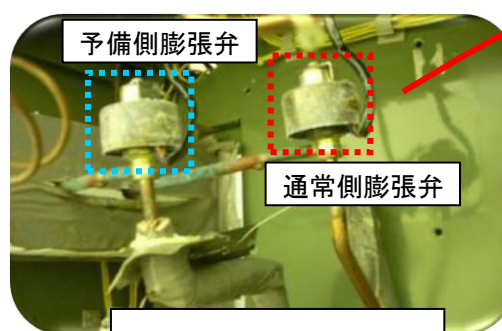


気体廃棄物処理系



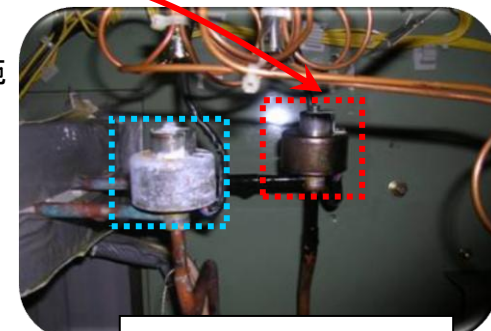
(保安院の対応及び評価)

- 東京電力による原因調査、対策の検討、対策実施後の作動状況確認等に検査官が立ち会って確認。
- 東京電力による原因の推定及び対策は妥当であると判断。
- 起動前評価会議において、復旧状況が評価されていることを検査官が立ち会って確認。



通常側膨張弁の取替前

取替実施



通常側膨張弁の取替後

④ プラント試験中に発生した不適合事象への対応状況(その4)

(原子炉冷却材再循環系MGセット(B)油フィルタからの油漏れ)

《不適合の内容》

5月28日、原子炉冷却材再循環系MGセット(B)の油フィルタ閉止栓から、油が床面に滴下(約40ml)していることを確認。

【原因及び対策】

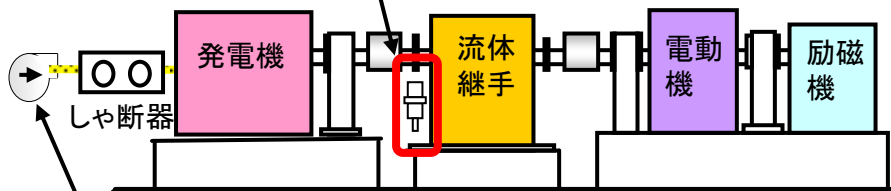
プラント起動直前の5月11日に通常保全の点検で閉止栓の着脱を実施しており、この作業時におけるシールテープの巻き方が不十分であったと推定。地震による影響ではない。

閉止栓のシールテープを巻き直し、コーキング材を塗布するとともに、念のため下部にオイルパンを設置。



閉止栓

油フィルタ



原子炉冷却材再循環系MGセット(B)※

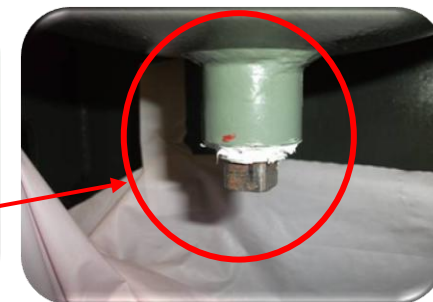
※原子炉再循環ポンプに電源を供給し、ポンプ速度の調整を行う設備。

(保安院の対応及び評価)

- 東京電力による原因調査、対策の検討、対策実施後の漏えい状況確認等に検査官が立ち会って確認。
- 東京電力による原因の推定及び対策は妥当であると判断。
- 起動前評価会議において、復旧状況が評価されていることを検査官が立ち会って確認。



漏えい箇所
(直径約2cm)



シールテープ巻き直し、
コーキング材塗布等の実施状況

④ プラント試験中に発生した不適合事象への対応状況(その5)

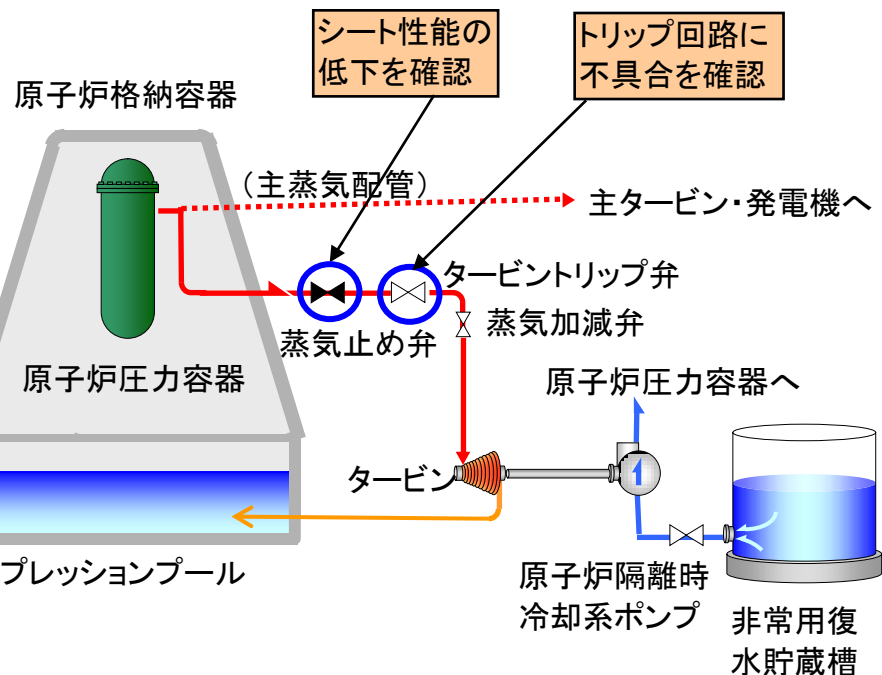
(原子炉隔離時冷却系(RCIC)主蒸気止め弁及びトリップ機構の不具合)

《不適合の内容》

6月28日、サプレッションチェンバ(以下S/C)の水位及び水温の上昇を確認した。現場の弁の開閉状況、RCICタービン排気蒸気圧力に上昇が確認されたこと等からRCIC主蒸気止め弁のシートリークと推定。当該弁のシート性能回復させるため、RCICを手動起動し改善を試みたが、改善されず。また、当該不具合でRCICを起動した際、中央制御室からトリップできない事象が発生。

【原因及び対策】

主蒸気止め弁については、分解点検の結果、弁体に当たり不良が発生していたことが確認されたため、弁体のシート面の磨きや弁座との当たり面調整を行い、弁を復旧。また、トリップ事象については、トリップ回路に接点不良があり、電気抵抗が増大したことにより作動しなかったことから、トリップ回路を予備品に交換。



(保安院の対応及び評価)

- 東京電力による原因調査、対策の検討、対策実施後の作動状況確認等に検査官が立ち会って確認。
- 東京電力による原因の推定及び対策は妥当であると判断。
- 起動前評価会議において、復旧状況が評価されていることを検査官が立ち会って確認。



弁の分解点検の確認状況



弁の復旧状況を確認(全体的にきちんとあっている。)

④ プラント試験中に発生した不適合事象への対応状況(その6)

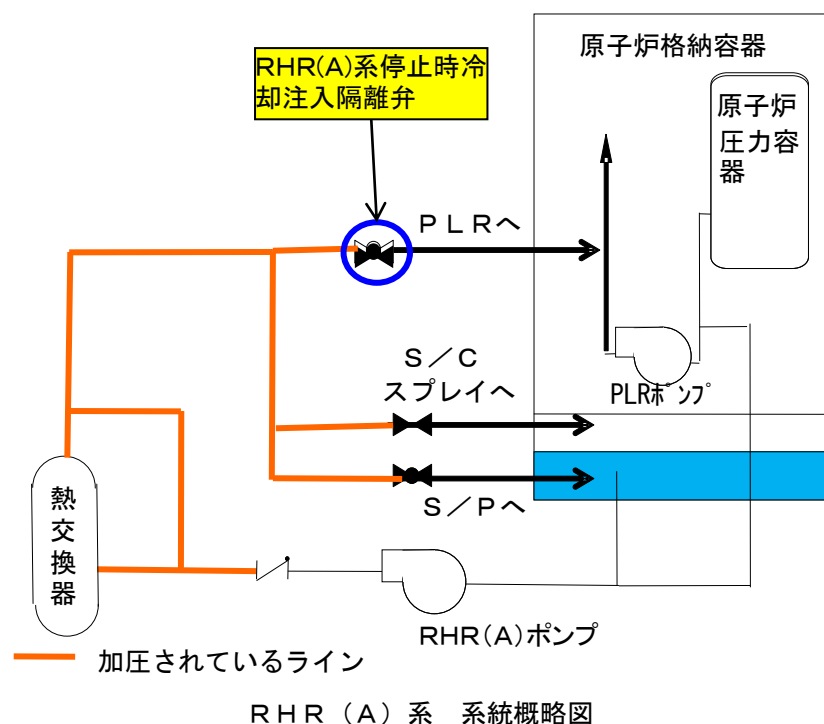
(残留熱除去系(RHR系)の圧力上昇)

《不適合の内容》

6月3日頃からRHR(A)系ポンプ運転停止後、系統圧力が上昇する事象を確認。当該事象は、今までの運転においても確認されており、従来から圧抜き操作を行うことで対応。6月29日に実施したRHR(A)系ポンプ運転停止後、系統圧力の上昇が若干早かったことから、原子炉側からのシート漏えいも含めて調査を実施。

【原因の推定】


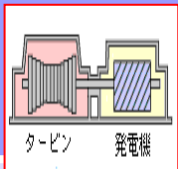
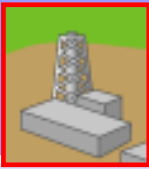
当該事象は、RHR(A)系ポンプ運転により系統にサプレッションチェンバから冷たい水が供給され、RHR(A)系ポンプ停止後、原子炉側の熱が閉弁(RHR(A)系停止時冷却注入隔離弁)を介して系統水に伝熱し、体積膨張することにより圧力上昇が生じたものであり、原子炉側からのシート漏えいによるものではないと推定。



(保安院の対応及び評価)

- 東京電力による原因推定について確認し、時間の経過とともに圧力上昇が緩和し、圧抜き操作回数も減少していること、過去事象と同様の傾向を示していること等から、妥当であると判断。
- 最終評価会議において、当該事象について評価されていることを検査官が立ち会って確認。
- なお、東京電力は、今後もプラントの安定運転を確実なものとするため、当該系統の圧力について、傾向監視を実施することとしており、保安院も実施状況を確認していく。

(参考) プラント運転データの例

電気出力	原子炉 	タービン発電機 	排気筒モニタ 	結果
20%	主蒸気流量 : 1402t/h (過去データ: 最小1359t/h 最大1496t/h)	発電機出力 : 200MW (過去データ: 最小180MW 最大204MW)	測定値 : 3.5s^{-1} (過去データ: 最小 5.0s^{-1} 最大 9.0s^{-1})	異常なし
50%	主蒸気流量 : 3151t/h (過去データ: 最小3004t/h 最大3268t/h)	発電機出力 : 560MW (過去データ: 最小541MW 最大566MW)	測定値 : 3.5s^{-1} (過去データ: 最小 5.0s^{-1} 最大 5.0s^{-1})	
75%	主蒸気流量 : 4659t/h (過去データ: 最小4436t/h 最大4659t/h)	発電機出力 : 830MW (過去データ: 最小820MW 最大900MW)	測定値 : 3.5s^{-1} (過去データ: 最小 5.0s^{-1} 最大 6.0s^{-1})	
100%	主蒸気流量 : 6280t/h (過去データ: 最小6200t/h 最大6300t/h)	発電機出力 : 1100MW (過去データ: 最小1100MW 最大1100MW)	測定値 : 4.0s^{-1} (過去データ: 最小 4.2s^{-1} 最大 7.0s^{-1})	
定格熱出力 一定運転	主蒸気流量 : 6410t/h (過去データ: 最小6360t/h 最大6400t/h)	発電機出力 : 1130MW (過去データ: 最小1120MW 最大1130MW)	測定値 : 3.5s^{-1} (過去データ: 最小 3.2s^{-1} 最大 5.0s^{-1})	

Ⅲ. 保安院の活動状況のお知らせ

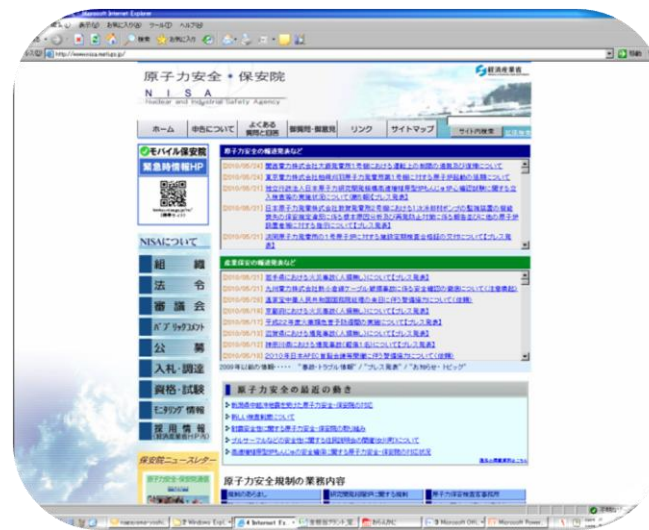
①保安院の確認結果について、プラント試験のホールドポイント毎に報道発表（5月31日（第1報）～6月29日（最終報（第11報）））を行い、計11回実施。

②プラント試験開始時に発生した不適合事象とその対応、原子炉起動の延期についても、保安院の見解を報道発表

③上記の報道発表の内容については、原子力安全・保安院のホームページに掲載（5月31日～6月29日）



（5月31日記者会見の様相（柏崎））



（URL：<http://www.nisa.meti.go.jp/>）

IV. 保安院の評価

- 原子炉の起動、出力上昇等に係る一連の運転操作、プラント全体の機能試験は適切に実施され、試験結果やプラント運転データ等は妥当なものと評価できることから、**プラント全体の機能健全性に係る問題はない**と評価。
- これまでの機器単位及び系統単位の評価結果と併せると、1号機の設備健全性は維持されており、**継続的かつ安定的に運転する上で問題ないもの**と評価。

V. 今後の対応

- 今後、東京電力より届出された**特別な保全計画を厳格に確認**した上で、当該計画に基づく保全活動が適確に実施されることを確認していくこととする。