

件番	1			
発電所名	高浜発電所 4号機			
発生事象名	蒸気発生器伝熱管の損傷			
発生年月日	令和4年7月8日（異常事象に該当すると判断した日）			
終結年月日	令和4年11月6日（対策が完了した日）			
発生時プラント状況	定期検査中			
系統設備名	原子炉冷却系統施設			
国への報告区分	法律			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	0
事象概要	<p>第24回定期検査において、3台ある蒸気発生器（SG）の伝熱管全数<sup>※1</sup>について、渦流探傷検査を実施した結果、A-SGの伝熱管4本、B-SGの伝熱管1本およびC-SGの伝熱管5本について、管支持板部付近に外面（2次側）からの減肉とみられる有意な信号指示が認められた。</p> <p>これらのほか、A-SGの伝熱管1本およびB-SGの伝熱管1本について、管支持板部付近に外面（2次側）からの微小な減肉とみられる信号指示（判定基準未満）が認められた。</p> <p>小型カメラによる調査の結果、伝熱管外面に幅1mm以下、周方向に約2mm～7mmのきずがあり、管板や管支持板上面には、スケールおよびスラッジが残存していることを確認した。</p> <p>※1：既施栓管を除き、A-SGで3,243本、B-SGで3,247本、C-SGで3,253本、合計9,743本。</p>			
原因	<p>前回定期検査時のSG器内の薬品洗浄後も稠密なスケールが残存し、プラント運転に伴い管支持板下面に留まり、そのスケールに伝熱管が繰り返し接触したことで、摩耗減肉が発生した可能性が高いと推定した。</p>			
対策	<p>高浜3号機および4号機では2018年以降、伝熱管外面が損傷する事例が続いており、高浜3号機は、前回定期検査時に対策として、スケールを脆弱化させるために薬品洗浄を実施したが、今定期検査（2022年3月～8月）でも再発した。</p> <p>薬品洗浄の再現試験の結果、スケール近傍にスラッジが存在する場合はスケールの脆弱効果が低減することを確認したため、以下の対策を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>薬品洗浄前にSG器内のスケールおよびスラッジを可能な限り除去することを目的として、小型高圧洗浄装置を用いた管支持板の洗浄を実施</li> <li>その上で、SG器内のスケールの脆弱化を図るため、前回より薬品量を増やした洗浄を実施</li> </ul> <p>この結果、管支持板上等のスケールおよびスラッジを大幅に低減できたことを確認した。これらを踏まえ、4号機においても同様の対策を実施した。</p> <p>なお、きずが認められた伝熱管12本は、閉止栓を施工し、使用しないこととした。</p>			

件番	2			
発電所名	高浜発電所 3号機			
発生事象名	タービン動補助給水ポンプの運転上の制限逸脱			
発生年月日	令和4年7月21日			
終結年月日	令和4年7月22日（運転上の制限を満足する状態に復帰した日）			
発生時プラント状況	定期検査中			
系統設備名	補助給水系統			
国への報告区分	—			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	—
事象概要	<p>第25回定期検査中の7月21日14時19分、「タービン動補助給水ポンプ制御油圧低」警報が発信した。運転員が現場を確認した結果、床面に約2m×約4m×約1mmの油（約8リットル）が漏れていることを確認した。</p> <p>タービン動補助給水ポンプの制御油ポンプを停止したところ、油の漏れは停止した。</p> <p>制御油ポンプの停止に伴い、タービン動補助給水ポンプが動作できない状態となったことから、関西電力は、14時30分に保安規定の運転上の制限を満足していない状態にあると判断した。</p>			
原因	<p>油は、制御油ポンプの系統にあるオイルフィルタの容器と蓋の間から漏れており、分解点検の結果、蓋部のシート面のパッキンが中心からずれて装着されていた。</p> <p>フィルタ容器側のシート面の点検手入れによってわずかな凹みが生じていることが確認された。このため、パッキンと容器側シート面の密着が不十分となり、油漏れが発生したと推定した。</p>			
対策	<p>パッキンを取り替えるとともにシート面の手入れを実施し、全周に当たりをだすことで、シート面に凹みのないことを確認した。制御油ポンプの確認運転を行った結果、油漏れがないことを確認したことから、7月22日16時25分に運転上の制限を満足する状態に復帰した。</p>			

件番	3			
発電所名	美浜発電所3号機			
発生事象名	封水注入フィルタ室付近での水の漏えい			
発生年月日	令和4年8月1日			
終結年月日	令和4年8月22日(対策が完了した日)			
発生時プラント状況	定期検査中			
系統設備名	原子炉冷却系統施設			
国への報告区分	—			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	—
事象概要	<p>第26回定期検査中の8月1日、1次冷却材系統の漏えい試験のため、同系統を昇温・昇圧していたところ、10時57分に「封水注入流量低」警報が発信した。運転員が現場を確認した結果、原子炉補助建屋内の封水注入フィルタ<sup>*1</sup>室付近の床面等に、約10m×約1m×約1mmの水溜まりを発見した。</p> <p>また、原子炉補助建屋サンプの水位上昇を確認したため、封水注入フィルタの系統を切り替え(A→B)たところ、漏えいは停止した。漏えいした水は、同フィルタ室の目皿を經由し、原子炉補助建屋サンプ<sup>*2</sup>に回収しており、建屋外部への漏えいはなかった。漏えいした水の量は、床面の水溜まり量や原子炉補助建屋サンプの水位上昇量から、約7m<sup>3</sup>(放射能量は約2.2×10<sup>6</sup>Bq)と推定した。</p> <p>その後、漏えい箇所を確認するため、封水注入フィルタ室に立ち入り、フィルタ等の外観点検を行った結果、フィルタ上部の蓋フランジ面からOリングがはみ出していることを確認した。</p> <p>※1：1次冷却材ポンプ内の水が主軸に沿ってポンプ外部に流出しないようシール水を注入しており、その水を浄化するもの。</p> <p>※2：原子炉補助建屋内の系統内外で生じた漏えい水等を集めるために原子炉補助建屋の最下部に設置しているタンク。</p>			
原因	<p>フィルタ蓋フランジ部の点検の結果、ボルトの締め付け力が不足していることを確認した。また、前回定期検査のフィルタ取替工事の作業記録を確認した結果、規定トルク値が本来より低い値となっており、それに基づき締め付けられていた。</p> <p>当該工事は、契約と発注を別に行う工事であり、協力会社は、作業要領の作成にあたり、契約時に関西電力が承認した工事計画書のトルク値を引用することになっていた。その作成経緯を調査したところ、当該作業員は、関西電力が承認した工事計画書を用いず、自分のパソコンに保存されていた誤ったトルク値を引用していた。</p> <p>このため、ボルトが本来より低く締め付けられたことにより、その後のプラントの運転等に伴う系統圧力により、当該フランジ部のOリングが徐々に外側に押し出され、破断し、漏えいが発生したものと推定した。</p>			
対策	<p>当該フィルタおよびB封水注入フィルタのOリングを新品に取り替えた。</p> <p>協力会社に対して、本事象の周知を行うとともに、定期検査ごとの説明会等、関西電力が協力会社に行く教育の場を通じてルール遵守等について周知を図った。</p> <p>契約と発注を別に行う工事について、関西電力は、従来の工事計画書の承認に加え、協力会社が作成する作業要領を工事実施前に確認する運用とした。</p>			

件番	4			
発電所名	美浜発電所 3号機			
発生事象名	Aアキュムレータの運転上の制限の逸脱			
発生年月日	令和4年8月29日（異常事象に該当すると判断した日）			
終結年月日	令和4年8月29日（異常事象が終結したと判断した日）			
発生時プラント状況	定期検査中			
系統設備名	非常用炉心冷却設備			
国への報告区分	—			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	—
事象概要	<p>第26回定期検査中の8月21日16時54分、中央制御室において「Aアキュムレータ圧力低」の警報が発信した。関連パラメータを確認したところ、Aアキュムレータ圧力が、保安規定に定める運転上の制限値4.04MPaを下回り、4.010MPaに低下していることを確認したため、保安規定の運転上の制限を満足していない状態にあると判断した。</p> <p>なお、同日中にAアキュムレータの圧力が4.052MPaに回復したことから、保安規定の運転上の制限を満足する状態に復帰した。</p> <p>その後、Aアキュムレータの本体、圧力計、安全弁等について、外観点検等を実施した結果、安全弁に長さ9mm、幅1mmの打痕を確認した。なお、本体や圧力計等に異常はなく、また、当該弁の分解点検では、部品間への異物混入やバネのへたりが無いことを確認した。</p>			
原因	<p>今定期検査中の現場作業状況を確認した結果、当該弁近傍で足場設置等の作業が行われており、作業で使用した資機材が当該弁に接触した可能性があることが分かった。また、メーカーに聞き取りを行った結果、当該弁に衝撃が加わった場合、弁体にずれが生じ、作動圧力が変動（シート当たり面の減少）するとのことであった。</p> <p>これらのことから、当該弁が本来作動すべき設定値より低い値で作動した結果、Aアキュムレータの圧力が低下したものと推定した。</p>			
対策	<p>当該弁の手入れや漏えい検査等を行い復旧した。また、安全弁への接触に関する注意事項を社内マニュアルに反映するとともに、協力会社へ本事象を説明し注意喚起を図った。</p> <p>さらに、今回の定期検査において、足場設置等の作業を実施したエリアを対象に、資機材が接触する可能性のある全ての機器の外観点検を実施し、機能・性能に影響を及ぼすような打痕等がないことを確認した。</p>			

件番	5			
発電所名	高浜発電所 4号機			
発生事象名	加圧器逃がし弁の運転上の制限の逸脱			
発生年月日	令和4年10月21日（運転上の制限を満足していないと判断した日）			
終結年月日	令和4年10月29日（運転上の制限を満足していると判断した日）			
発生時プラント状況	定期検査中			
系統設備名	原子炉冷却材系統			
国への報告区分	—			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	—
事象概要	<p>第24回定期検査中の10月21日、原子炉起動に向け準備を行っていたところ、16時34分に「加圧器逃がし弁<sup>※1</sup> 出口温度高」警報が発信した。運転員がパラメーターを確認した結果、加圧器逃がし弁出口温度が上昇（通常約46℃→約70℃）していることを確認した。</p> <p>これをうけて、加圧器逃がし弁の元弁を閉止したことから、16時35分に保安規定の運転上の制限<sup>※2</sup>を満足していない状態にあると判断した。</p> <p>※1： 原子炉冷却材が循環している1次冷却材系統が、何らかの理由により圧力が上昇した場合に、圧力を下げるための装置であり、高浜4号機には3台設置されている。</p> <p>※2： 保安規定45条において、モード1、2および3では加圧器逃がし弁3台が動作可能であることが求められている。保安規定85条において、モード1、2、3および4（蒸気発生器が熱除去のために使用されている場合）では加圧器逃がし弁3台が動作可能であることが求められている。</p>			
原因	<p>当該弁の取り付け作業時に弁体等に付着していた微小な異物が弁のシート面に混入し、作動確認試験等により微小なきずが発生し、その後、1次冷却系統の圧力上昇等に伴い、異物が弁シート部から押し出され、その経路を通じて、蒸気が加圧器逃がしタンクに流れ込んだため、当該弁の出口温度が上昇したものと推定した。</p>			
対策	<p>微小なきずが認められた弁体と弁座を予備品（新品）に取り替えた。今回の事象を踏まえ、異物管理に関する注意事項として、機器を運搬して取り付けを行う際には直前に拭き取ることを社内マニュアルに反映した。また、協力会社へ本事象を説明し、機器組立て時の異物混入防止に関する注意喚起を行った。</p>			

件番	6			
発電所名	高浜発電所 3号機			
発生事象名	A-非常用ディーゼル発電機の運転上の制限の逸脱			
発生年月日	令和4年10月30日			
終結年月日	令和4年12月20日（対策が完了した日）			
発生時プラント状況	運転中			
系統設備名	非常用ディーゼル発電機			
国への報告区分	—			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	—
事象概要	<p>定格熱出力一定運転中の10月30日、A-非常用ディーゼル発電機(DG)の定期的なターニング<sup>※1</sup>を実施した。ターニング完了後、同DGのフライホイールギアと接続していたターニングギアが外れなくなり、A-DGを自動起動できなくなったため、保安規定の運転上の制限<sup>※2</sup>を満足していない状態にあると判断した。</p> <p>その後、油圧ジャッキ等を用いて、固着したターニングギアを切り離し、A-DGの確認運転を行い、健全性を確認したことから、運転上の制限を満足する状態に復帰<sup>※3</sup>した。</p> <p>調査の結果、ターニングギアと軸の摺動面にきずと金属片を確認した。また、同種機器による再現試験を行ったところ、ターニング終了後、ターニングギアとフライホイールギアの接触によりターニングギアに荷重がかかり、取り外し方向に対して動かしにくい状態となることを確認した。</p> <p>※1：非常用ディーゼル発電機の停止中において、ディーゼル機関内の油潤滑を行うため、別のモーターを用いて定期的に主軸を回転させる作業。</p> <p>※2：保安規定74条において、モード1～4の期間、ディーゼル発電機2基が動作可能であることが求められている。</p> <p>※3：高浜発電所4号機において、保安規定85条にモード1～6および使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間、他号炉である3号機のディーゼル発電機2基が動作可能であることが求められている。このため、4号機についても運転上の制限の逸脱、復帰となった。</p>			
原因	<p>ターニングギアとフライホイールギアの接触により荷重がかかった状態でターニングギアの取り外し操作を行ったことで、ターニングギア内面と軸が接触し、発生した微小な金属片がターニングギアと軸の間に噛み込みターニングギアが外れなくなったと推定した。</p> <p>また、手順書ではターニングギアとフライホイールギアが接触していないことを事前に確認することになっていなかった。</p>			
対策	<p>ターニングギアを取り外す際には、ターニングギアとフライホイールギアが接触していないことを確認するために、事前にターニングギアとフライホイールギアの隙間をライトを用いて確認する手順を追加した。</p> <p>なお、当該のターニング装置については、新品に取り替えた。</p>			

件番	7			
発電所名	高浜発電所 4号機			
発生事象名	「PR中性子束急減トリップ」警報発信による原子炉自動停止			
発生年月日	令和5年 1月 30日			
終結年月日	令和4年 3月 25日			
発生時プラント状況	運転中			
系統設備名	原子炉本体			
国への報告区分	法律			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	0
事象概要	<p>定格熱出力一定運転中の1月30日15時21分、「PR中性子束急減トリップ」<sup>※1</sup>の警報が発信し、原子炉が自動停止した。警報発信前後のプラントパラメータや中性子検出器に異常はなく、制御棒が実際に挿入されたことにより、検出器の指示値が大きく低下し、警報発信に至ったものと推定した。</p> <p>また、制御棒駆動装置の駆動部については、制御棒の引き抜き、挿入作業を行い動作性に異常はないことから駆動部の機械的要因によるものではないことを確認した。</p> <p>調査の結果、1月25日、29日に「CRDM重故障」<sup>※2</sup>警報が発信しており、30日に再度発信した際には、制御棒を保持する2つのコイル（可動コイル、保持コイル）のうち、可動コイルに供給する電流値が通常よりも低いため、可動コイルの制御電源を開放していたことが分かった。</p> <p>保持コイルの通電は行われており、制御棒は保持されていたにもかかわらず、制御棒が挿入された原因を調査するため、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・制御棒駆動装置制御盤の構成部品の工場調査</li> <li>・制御棒駆動装置制御盤から制御棒駆動部（コイル）までの点検などを行った。</li> </ul> <p>その結果、制御棒駆動装置制御盤の構成部品には異常はなかった。一方、同制御盤からコイルまでの電流値の連続測定を実施した結果、格納容器貫通部の端子箱の間で一時的な電流低下を確認した。</p> <p>このため、端子箱の内部の点検を行い、原子炉格納容器貫通部出口（格納容器内側）と端子台の間の貫通部出口側電気ケーブル上にコイル側へ向かう電気ケーブル（コイル側電気ケーブル）束が覆いかぶさっており、覆いかぶさったケーブルを持ち上げたところ、コイルに電流変動が生じたことを確認した。</p> <p>※1：原子炉周囲には、運転中の中性子束を測定する検出器が4つ設置されており、異常があると、警報が発信する。</p> <p>※2：CRDM（制御棒駆動装置）重故障警報は、制御棒を電磁力で保持している保持コイルおよび可動コイルのうち、いずれかまたは両方で電流異常（低下）を検知した場合に発信する。</p>			
原因	<p>貫通部出口側電気ケーブルがコイル側電気ケーブルの束の荷重を受けることで、貫通部内から引き抜かれる方向に力が働き、貫通部内の接続部において接触不良が発生したことで、制御棒駆動部のコイルに供給する電流値が低下し、制御棒1本が挿入されたものと推定した。</p>			
対策	<p>電流低下が認められた電気ケーブルを介さずに、予備用として敷設されている他の原子炉格納容器貫通部のルートに変更するとともに、ケーブルに関する点検、保守方法や、ケーブル敷設時の注意事項等を社内マニュアルに反映した。</p>			