

柏崎刈羽原子力発電所7号機 系統レベルの健全性確認の実施について

平成20年9月25日



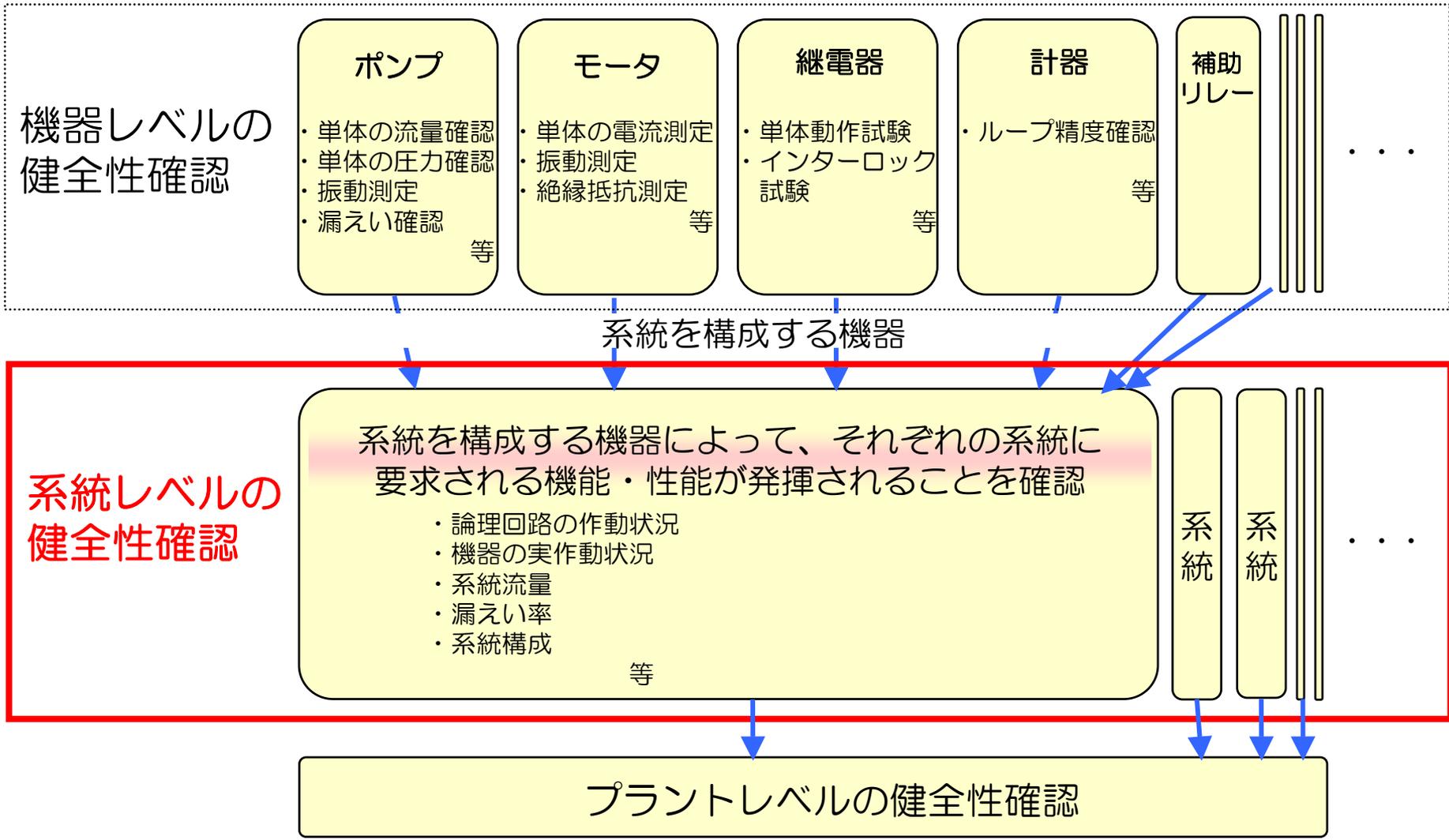
東京電力

系統レベルの健全性確認の目的

➤ 目的

- ✓ 「**系統レベルの健全性確認**」は、機器レベルの健全性が確認された後、系統内の機器を作動させることによって、インターロック、警報の作動、弁の作動、系統流量等を確認し、系統全体の機能（「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」等の機能）が正常に発揮されることを評価。
- ✓ 「**系統レベルの健全性確認**」は、原子炉の蒸気を発生することが可能となる前段階として地震による設備への影響を確認。
- ✓ なお、原子炉の蒸気を発生することが可能となった以降の性能確認試験等（プラントレベルの健全性確認含む）については、「**系統レベルの健全性確認**」の終了後に、計画・実施予定。

系統レベルの健全性確認の位置づけ



系統レベルの健全性確認の対象。

系統レベルの健全性確認の実施内容

➤ 系統レベルの健全性確認の抽出方法

- ✓ 事業用電気工作物は、電気事業法第39条にて経済産業省令に定める技術基準に適合するよう維持することが求められていることから、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」（省令62号）に要求される「系統機能」を確認するため、系統レベルの健全性確認として23項目の試験（以下、「系統機能試験」）を抽出。
- ✓ なお、技術基準にて要求される「機器機能」、「構造健全性」は、設備点検、定期事業者検査で確認している。

➤ 系統機能試験の判定基準

- ✓ 技術基準への適合性確認の方法を検討した結果、定期事業者検査の判定基準を用いることが適切と判断。

系統機能試験の概要と対象一覧

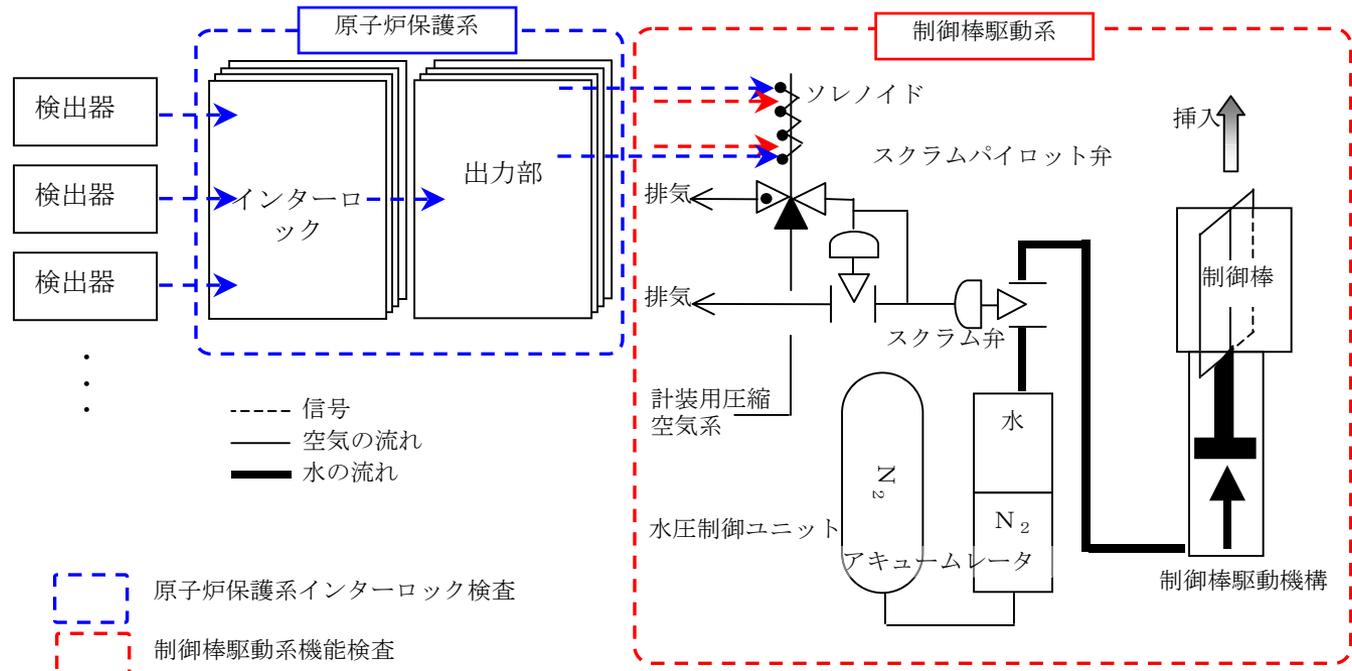
系統機能試験は、検出器等の模擬作動信号あるいは手動によって、関連する機器を組み合わせた1つの系統を作動させ、論理回路の作動状況（警報表示、遮断器の作動等）、機器の実作動状況（中央制御室ランプ表示、弁開度表示、ポンプ作動時間、弁作動時間）、系統流量及び漏えい率など、系統の状態を表すパラメータを確認し、系統全体の性能が発揮されることを評価。

対象系統	系統機能試験
原子炉本体	原子炉停止余裕検査
原子炉冷却系設備	主蒸気隔離弁機能検査
	非常用ディーゼル発電機， 高圧炉心注水系， 低圧注水系， 原子炉補機冷却系機能検査
	自動減圧系機能検査
	タービンバイパス弁機能検査
	給水ポンプ機能検査
計測制御系統設備	制御棒駆動系機能検査
	ほう酸水注入系機能検査
	原子炉保護系インターロック機能検査（その1）
	計装用空気圧縮系機能検査
	制御棒駆動機構機能検査
	選択制御棒挿入機能検査

対象系統	系統機能試験
燃料設備	原子炉建屋天井クロー機能検査
放射線管理設備	非常用ガス処理系機能検査
	中央制御室非常用循環系機能検査
廃棄設備	液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能検査
原子炉格納施設	原子炉格納容器漏えい率検査
	原子炉格納容器隔離弁機能検査
	可燃ガス濃度制御系機能検査（その1）
	原子炉格納容器スプレイ系機能検査
	原子炉建屋気密性能検査
	主蒸気隔離弁機能検査
非常用予備発電装置	非常用ディーゼル発電機， 高圧炉心注水系， 低圧注水系， 原子炉補機冷却系機能検査
	非常用ディーゼル発電機定格容量確認検査
	直流電源系機能検査

系統機能試験の一例（制御棒駆動系）

- 原子炉保護系インターロック機能検査（系統機能試験）
スクラムのインターロックを構成する全てのトリップ信号に対し、インターロックが正常に作動することを、ソレノイドが無励磁になることにより確認。また、トリップ信号によりスクラム弁が動作することを、実際のスクラム弁動作にて確認。
- 制御棒駆動系機能検査（系統機能試験）
全ての制御棒に対し、制御棒を1本（組）ずつ全引抜き位置からスクラムテストスイッチによりスクラムさせ、規定時間内にスクラムすることを確認。



原子炉保護系インターロック機能検査、制御棒駆動系機能検査の例

系統機能試験における重点確認項目（１）

- 重点的に確認する項目
系統機能試験（23試験）については、定期事業者検査として実施することで技術基準にて要求される系統機能の確認として十分と考えているが、地震影響に特に注意する観点から、以下の項目については重点的に確認する。
 - a. 試験実施前の前提条件の確認
 - b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認
 - c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認
 - d. 地震前の試験結果との比較

系統機能試験における重点確認項目（2）

a. 試験実施前の前提条件の確認

- 試験に係わる設備の健全性が、機器レベルの点検・評価によって確認されていること及び系統機能試験に関連する定期事業者検査が完了していることを確認。
- 系統機能試験時に実作動の状態を確認しない論理回路確認等については、定期事業者検査の記録を個別に確認。

b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認

- 以下の実作動状態を確認

- ①弁の開度・作動状態
- ②ポンプ・ファンの作動状態
- ③その他の作動機器の状態

なお、試験項目に応じて、現場での確認を実施し、確認が困難なものにあっては、測定値等により確認。

- 回転機械の振動診断を活用（JEAG 4221-2007に基づき実施）
系統機能試験時に作動する設備で振動診断が可能なものについては、振動データの採取を行い、異常兆候がないことを確認。

系統機能試験における重点確認項目（3）

- c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認
 - 異常の内容を考慮した確認項目を設定し、補修等の復旧状態を確認する。

- d. 地震前の試験結果との比較
 - 今回の試験結果については、判定基準を満たしていることに加え、地震前の試験結果（前回データ等）との比較を行い、有意な差がないことを確認する。

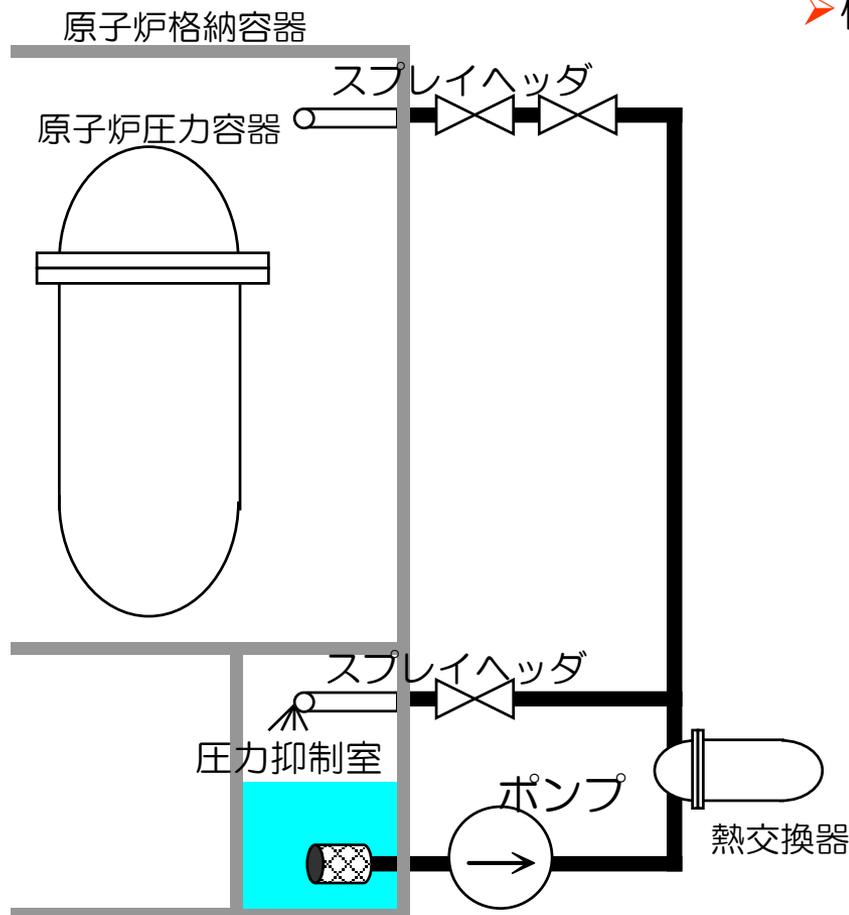
系統機能試験の実施時期について

- 系統機能試験の実施にあたっては、系統機能試験に関連する機器機能（設定値、論理回路等）の確認が完了し、準備が整い次第、順次実施。
- 燃料装荷状態で実施する試験は、試験のため燃料を炉心に戻したうえで実施。
- 原子炉の蒸気を発生することが可能となった時期以降に行う性能確認試験等は、今回の系統機能試験以降に、別途、計画・実施。

実施時期	系統機能試験
蒸気タービンの復旧後に実施するもの	<ul style="list-style-type: none"> ・タービンバイパス弁機能検査 ・給水ポンプ機能検査 ・原子炉保護系インターロック機能検査 （3試験）
燃料装荷状態で実施するもの	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉停止余裕検査 ・制御棒駆動系機能検査 ・制御棒駆動機構機能検査 ・選択制御棒挿入機能検査 ・原子炉格納容器漏えい率検査 （5試験）
特に制約がないもの	※上記以外の系統機能試験（15試験）

系統機能試験の結果（原子炉格納容器スプレイ系機能検査）

➤ 検査概要



＜本システムの役割＞

冷却材喪失事故時に流出する高温水によって、原子炉格納容器内の圧力・温度が上昇することにより、原子炉格納容器が破損し、放射性物質が放出される可能性があるため、原子炉格納容器内に水を噴霧し、圧力・温度の上昇を抑制し、原子炉格納容器を保護する。

＜検査の目的＞

ポンプを起動させポンプの運転性能（流量および振動・異音・異臭などの異常がないこと）を確認するとともに、原子炉格納容器スプレイヘッドへ通じる弁の開閉試験を実施することで、系統全体の機能が発揮されることを検査する。

系統機能試験の結果（原子炉格納容器スプレイ系機能検査）

➤ 検査結果

✓ 定期事業者検査における確認項目

判定基準	結果	
ポンプの流量、全揚程が以下の判定基準値を下回らないこと。 流量：954(m ³ /h) 全揚程：85 (m)	B系 流量：982(m ³ /h) 全揚程：121(m)	C系 流量：978(m ³ /h) 全揚程：123(m)
ポンプに異常な振動、異音、異臭がないこと。	異常な振動、異音、異臭がないことを確認。	
系統・機能に影響を及ぼす漏えいがないこと。	系統・機能に影響を及ぼす漏えいがないことを確認。	
操作スイッチにより所定の弁が全開、全閉すること。	弁が全開、全閉することを確認。	

✓ 重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検、定期事業者検査が完了していることを確認。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	一連の作動状態に異常がないことを確認。 振動診断により、異常兆候がないことを確認。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認	本試験にて作動する設備で、異常が確認された設備はない。
d. 地震前の試験結果との比較	地震前の試験結果との比較により、有意な差がないことを確認。

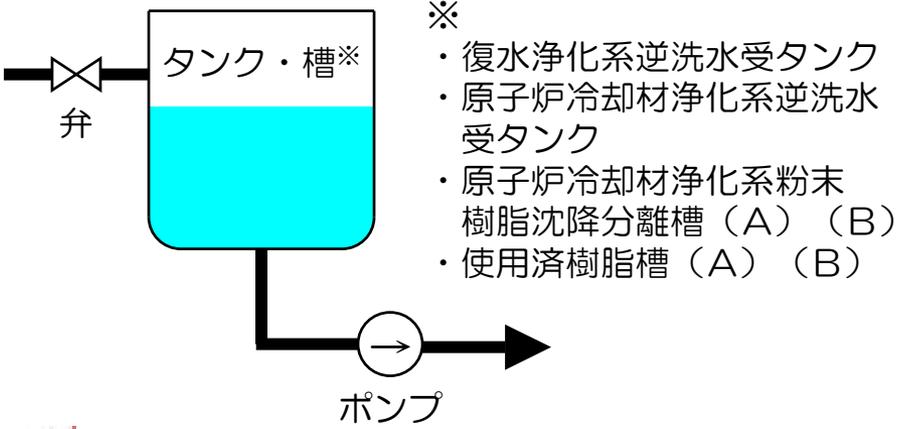
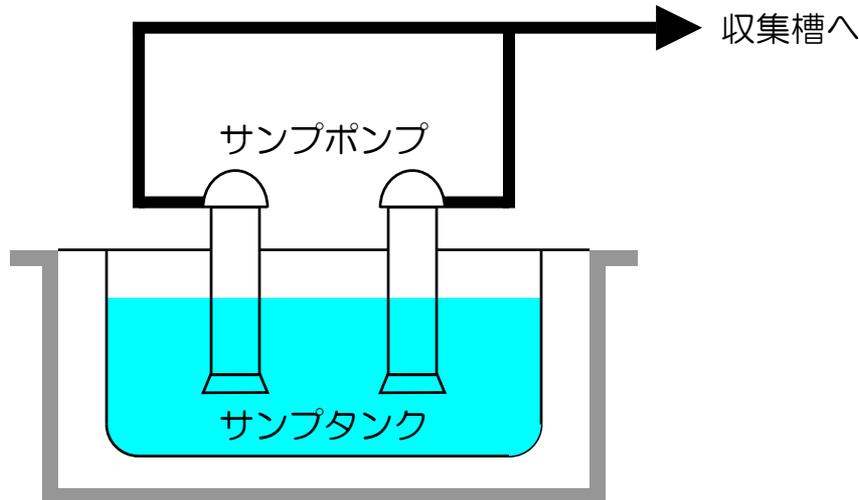
➤ 検査概要

＜本システムの役割＞

サンプポンプは、サンプタンクの液位が高くなることにより自動で起動し、ドレン水を収集槽へ移送するが、さらに液位が高くなった場合には、2台目のポンプを起動させることにより、サンプタンクからの溢水を防止している。タンク・槽（復水浄化系逆洗水受タンク他）は通常、液体廃棄物を受け入れているが、液位が高くなった場合には流入側の弁が完全に閉まることにより、タンク・槽からの溢水を防止する。

＜検査の目的＞

サンプタンク・槽の水位を模擬して、サンプポンプの起動または弁が完全に閉まることを確認する。



系統機能試験の結果 (液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能検査)

➤ 検査結果

✓ 定期事業者検査における確認項目

判定基準	結果
インターロックに係わる機器が、これを作動させるのに必要な信号により作動すること。 (具体的な動作機器は以下のとおり。) <ul style="list-style-type: none">・ サンプポンプが起動すること・ 所定の弁が全閉になること	サンプタンク、槽の液位高の信号により、 <ul style="list-style-type: none">・ サンプポンプが起動すること・ 所定の弁が全閉になること を現場及び中央制御室の表示灯により確認。

✓ 重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検、定期事業者検査が完了していることを確認。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	一連の作動状態に異常がないことを確認。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認 <ul style="list-style-type: none">・ 対象設備：タービン建屋高伝導度廃液サンプポンプ (C)・ 異常内容：ハンドターニングにて動作不良を確認	ポンプ起動時に異常な振動、異音、異臭がなく、正常に動作することを確認。
d. 地震前の試験結果との比較との比較	地震前の試験結果との比較により、有意な差がないことを確認。

系統機能試験の結果（直流電源系機能検査）

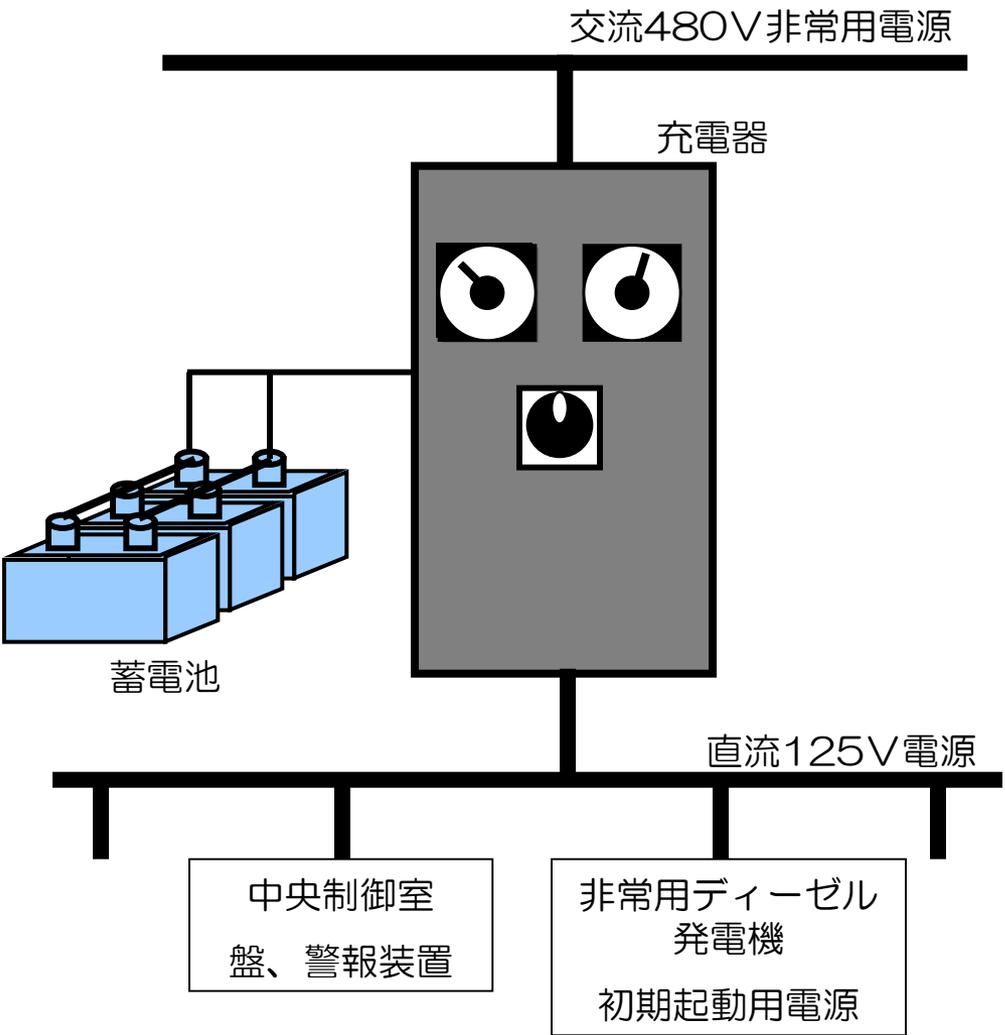
➤ 検査概要

＜本系統の役割＞

外部からの電源が喪失した場合であっても、原子炉を安全に停止し、その後冷却するための設備に電源を供給する。

＜検査の目的＞

直流電源系機能検査は、充電器と蓄電池の電圧等を測定し、所定の機能が発揮できることを検査する。



充電器：通常、交流480Vを直流125Vに変換し、蓄電池を充電するとともに、各負荷へ電源を供給している。

蓄電池：外部電源喪失事故が発生した場合などに、自動的に各負荷へ電源が供給される。

系統機能試験の結果（直流電源系機能検査）

➤ 検査結果

✓ 定期事業者検査における確認項目

判定基準	結果			
	A系	B系	C系	D系
浮動充電状態における各電圧、比重が以下の判定基準値内であることを確認。 充電器電圧：129±3(V) 蓄電池電圧：129±3(V)	充電器電圧： 131.0(V)	蓄電池電圧： 130.0 (V)	129.0 (V)	128.0 (V)
端子電圧が2.10 (V) 未満もしくは比重が1.205 (20℃換算値) 未満のセルが、全セル数の8%以上 (4セルを超えて) 発生していないこと	2.10(V)未満のセル数 ：0セル			
	1.205 (20℃換算値) 未満のセル数 ：0セル			

✓ 重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検、定期事業者検査が完了していることを確認。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	本試験において実作動する設備はない。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認 ・対象設備：125V蓄電池7A No.4セル ・異常内容：端子電圧の低下を確認。	端子電圧が判定基準を満たす（2.10 (V)以上）ことを確認。 測定値：2.13 (V)
d. 地震前の試験結果との比較との比較	地震前の試験結果との比較により、有意な差がないことを確認。

参考 系統機能試験一覧 1 / 4

抽出された23項目の系統機能試験は、以下のとおり。

対象系統	系統機能試験	概要
原子炉 本体	原子炉停止余裕検査	制御棒1本(組)を全引抜きし、原子炉が臨界未満であることを確認する。
原子炉 冷却系 設備	主蒸気隔離弁機能 検査	「原子炉水位低」の模擬信号を発信し、主蒸気隔離弁が完全に閉まるまでの時間を確認する。
	非常用ディーゼル発 電機、高圧炉心注水 系、低圧注水系、原 子炉補機冷却系機能 検査	「原子炉冷却材喪失」および「外部電源喪失」の模擬信号を発信し、非常用ディーゼル発電機および非常用設備のポンプ等が自動起動することを確認する。
	自動減圧系機能検査	「原子炉水位低」および「ドライウェル圧力高」の模擬信号を発信し、自動減圧機能を有する主蒸気逃がし安全弁が完全に開くことを確認する。
	タービンバイパス弁 機能検査	タービンの運転状態を模擬し、タービンを手動で停止させ、主蒸気止め弁が完全に閉まることとタービンバイパス弁が完全に開くことを確認する。
	給水ポンプ機能検査	原子炉給水ポンプ(常用機)の2台運転を模擬し、1台を手動で停止させ、原子炉給水ポンプ(予備機)の2台が自動起動することを確認する。

参考 系統機能試験一覧 2 / 4

抽出された23項目の系統機能試験は、以下のとおり。

対象系統	系統機能試験	概要
計測制御 系統設備	制御棒駆動系機能 検査	制御棒を1本(組)ずつ全引抜き位置から原子炉緊急停止(スクラム)テストスイッチによりスクラムさせ、規定時間内にスクラムすることを確認する。
	ほう酸水注入系 機能検査	当該系統を手動で起動し、運転性能を確認する。
	原子炉保護系イタ-0ッ ク機能検査(その1)	原子炉緊急停止(スクラム)系論理回路のうち、スクラム要素を模擬し、全スクラムさせて警報およびスクラム弁等の作動を確認する。
	計装用空気圧縮系 機能検査	当該系統の圧力低下を示す模擬信号を発信し、バックアップ弁が自動的に開くことなどを確認する。また、当該系統の圧縮機が1台運転時に圧力低下を示す模擬信号を発信し、予備機が自動起動することを確認する。
	制御棒駆動機構 機能検査	制御棒を駆動させ、全挿入位置から全引抜き位置および全引抜き位置から全挿入位置までに要する時間を測定するとともに、位置表示装置が動作することを確認する。
	選択制御棒挿入 機能検査	原子炉再循環ポンプのトリップ模擬および選択制御棒手動挿入操作により、選択制御棒挿入論理回路の作動を確認する。また、手動論理回路にて選択制御棒挿入機能により制御棒の動作を確認する。

参考 系統機能試験一覧 3 / 4

抽出された23項目の系統機能試験は、以下のとおり。

対象系統	系統機能試験	概要
燃料設備	原子炉建屋天井クレーン機能検査	天井クレーンの動作確認、動力源喪失時の荷重保持、インターロックが正常に機能することを確認する。
放射線管理設備	非常用ガス処理系機能検査	「原子炉区域換気空調系排気放射能高高」の模擬信号を発信し、当該系統が自動起動することならびに運転性能を確認する。
	中央制御室非常用循環系機能検査	「原子炉区域換気空調系排気放射能高高」等の模擬信号を発信し、当該再循環送風機が自動起動することならびに送風機の運転状態を確認する。
廃棄設備	液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能検査	液体廃棄物貯蔵設備および処理設備のインターロック機能信号を作動させる模擬信号を発信し、ポンプ作動や弁の動作を確認する。
原子炉格納施設	原子炉格納容器漏えい率検査	窒素ガスにより原子炉格納容器を加圧し、原子炉格納容器の漏えい率を確認する。
	原子炉格納容器隔離弁機能検査	「原子炉水位低」の模擬信号を発信し、原子炉格納容器隔離弁が完全に閉まることを確認する。

参考 系統機能試験一覧 4 / 4

抽出された23項目の系統機能試験は、以下のとおり。

対象系統	系統機能試験	概要
原子炉 格納施設	可燃ガス濃度制御 系機能検査 (その1)	当該系統を手動で起動し、ガス温度が所定の温度に到達するまでの 時間と運転性能を確認する。
	原子炉格納容器 スプレイ系機能 検査	弁の動作を確認するとともに、ポンプ運転による運転性能を確認す る。
	原子炉建屋気密 性能検査	非常用ガス処理系を運転し、原子炉建屋原子炉区域内の負圧が規定 値以上であることを確認する。
非常用予備 発電装置	非常用ディーゼル 発電機定格容量 確認検査	非常用ディーゼル発電機を定格発電機出力にて運転し、容量の確認 をするとともに、運転状態を確認する。
	直流電源系機能 検査	充電状態における充電器の電圧、蓄電池の電圧および比重などを確 認し、直流電源系の運転状態を確認する。