

実線・・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表 [有効性評価 2.1. 高圧・低圧注水機能喪失]

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|--|----|
| <p>2. 運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故</p> <p>2.1 高圧・低圧注水機能喪失</p> <p>2.1.1 事故シーケンスグループの特徴、炉心損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に含まれる事故シーケンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「<u>過渡事象+高圧注水失敗+低圧注水失敗</u>」、②「<u>過渡事象+SRV再閉失敗+高圧注水失敗+低圧注水失敗</u>」、③「<u>通常停止+高圧注水失敗+低圧注水失敗</u>」、④「<u>通常停止+SRV再閉失敗+高圧注水失敗+低圧注水失敗</u>」、⑤「<u>サポート系喪失+高圧注水失敗+低圧注水失敗</u>」及び⑥「<u>サポート系喪失+SRV再閉失敗+高圧注水失敗+低圧注水失敗</u>」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び炉心損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」では、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故（LOCAを除く）の発生後、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することを想定する。このため、逃がし安全弁による圧力制御に伴う蒸気流出により原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、原子炉水位が低下することから、緩和措置がとられない場合には、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至る。また、低圧注水機能喪失を想定することから、あわせて残留熱除去系機能喪失に伴う崩壊熱除去機能喪失等を想定する。</p> <p>本事故シーケンスグループは、原子炉圧力容器内への高圧・低圧注水機能を喪失したことによって炉心損傷に至る事故シーケンスグループである。このため、重大事故等対策の有効性評価には、高圧・低圧注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>ここで、高圧・低圧注水機能喪失が生じた際の状況を想定すると、事象発生後、重大事故等対処設備によって高圧注水を実</p> | <p>2. 運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故</p> <p>2.1 高圧・低圧注水機能喪失</p> <p>2.1.1 事故シーケンスグループの特徴、炉心損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に含まれる事故シーケンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「<u>過渡事象+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、②「<u>過渡事象+逃がし安全弁再閉鎖失敗+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、③「<u>手動停止/サポート系喪失(手動停止)+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、④「<u>手動停止/サポート系喪失(手動停止)+逃がし安全弁再閉鎖失敗+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、⑤「<u>サポート系喪失(自動停止)+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」及び⑥「<u>サポート系喪失(自動停止)+逃がし安全弁再閉鎖失敗+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び炉心損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」では、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故（LOCAを除く）の発生後、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することを想定する。このため、逃がし安全弁による圧力制御に伴う蒸気流出により原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、原子炉水位が低下することから、緩和措置がとられない場合には、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至る。また、低圧注水機能喪失を想定することから、併せて残留熱除去系機能喪失に伴う崩壊熱除去機能喪失等を想定する。</p> <p>本事故シーケンスグループは、原子炉圧力容器内への高圧・低圧注水機能を喪失したことによって炉心損傷に至る事故シーケンスグループである。このため、重大事故等対策の有効性評価には、高圧・低圧注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>ここで、高圧・低圧注水機能喪失が生じた際の状況を想定すると、事象発生後、重大事故等対処設備によって高圧注水を実</p> | <p>2. 運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故</p> <p>2.1 高圧・低圧注水機能喪失</p> <p>2.1.1 事故シーケンスグループの特徴、炉心損傷防止対策</p> <p>(1) 事故シーケンスグループ内の事故シーケンス</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に含まれる事故シーケンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、①「<u>過渡事象+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、②「<u>過渡事象+圧力バウンダリ健全性（SRV再閉）失敗+高圧炉心冷却（HPCS）失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、③「<u>手動停止+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、④「<u>手動停止+圧力バウンダリ健全性（SRV再閉）失敗+高圧炉心冷却（HPCS）失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」、⑤「<u>サポート系喪失+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」及び⑥「<u>サポート系喪失+圧力バウンダリ健全性（SRV再閉）失敗+高圧炉心冷却（HPCS）失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」である。</p> <p>(2) 事故シーケンスグループの特徴及び炉心損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」では、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故（LOCAを除く）の発生後、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することを想定する。このため、逃がし安全弁による圧力制御に伴う蒸気流出により原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、原子炉水位が低下することから、緩和措置がとられない場合には、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至る。また、低圧注水機能喪失を想定することから、併せて残留熱除去系機能喪失に伴う崩壊熱除去機能喪失等を想定する。</p> <p>本事故シーケンスグループは、原子炉圧力容器内への高圧・低圧注水機能を喪失したことによって炉心損傷に至る事故シーケンスグループである。このため、重大事故等対策の有効性評価には、高圧・低圧注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>ここで、高圧・低圧注水機能喪失が生じた際の状況を想定すると、事象発生後、重大事故等対処設備によって高圧注水を実</p> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|---|---|
| <p>施して炉心損傷を防止する場合よりも、高圧注水に期待せず、原子炉を減圧し、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する場合の方が、原子炉の減圧により原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、原子炉水位がより早く低下することから、事故対応として厳しいと考えられる。このことから、本事故シーケンスグループにおいては、高圧注水機能に期待せず、原子炉の減圧後、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する対策の有効性を評価することとする。なお、高圧・低圧注水機能喪失が生じ、重大事故等対処設備の高圧注水機能<u>のみ</u>に期待する事故シーケンスとしては、全交流動力電源喪失時の原子炉隔離時冷却系喪失があり、「<u>2.3.2 全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 喪失）+ RCIC 失敗</u>」において主に<u>高圧代替注水系</u>の有効性を確認している。</p> <p>したがって、本事故シーケンスグループでは、逃がし安全弁の自動開操作により原子炉を減圧し、原子炉減圧後に<u>低圧代替注水系（常設）</u>により炉心を冷却することによって炉心損傷の防止を図る。</p> <p>また、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却、<u>格納容器圧力逃がし装置及び耐圧強化ベント系</u>による原子炉格納容器除熱を実施する。</p> <p>(3) 炉心損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」における機能喪失に対して、炉心が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、初期の対策として<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁による原子炉注水手段を整備し、安定状態に向けた対策として、逃がし安全弁を開維持することで、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による炉心冷却を継続する。また、原子炉格納容器の健全性を維持するため、安定状態に向けた対策として<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格</p> | <p>施して炉心損傷を防止する場合よりも、高圧注水に期待せず、原子炉を減圧し、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する場合の方が、原子炉の減圧により原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、原子炉水位がより早く低下することから、事故対応として厳しいと考えられる。このことから、本事故シーケンスグループにおいては、高圧注水機能に期待せず、原子炉の減圧後、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する対策の有効性を評価することとする。なお、高圧・低圧注水機能喪失が生じ、重大事故等対処設備の高圧注水機能に期待する事故シーケンスとしては、全交流動力電源喪失時の原子炉隔離時冷却系喪失があり、「<u>2.3.2 全交流動力電源喪失（TBD、TBU）</u>」において主に<u>高圧代替注水系</u>の有効性を確認している。</p> <p>したがって、本事故シーケンスグループでは、逃がし安全弁の自動開操作により原子炉を減圧し、原子炉減圧後に<u>低圧代替注水系（常設）</u>により炉心を冷却することによって炉心損傷の防止を図る。</p> <p>また、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却、<u>格納容器圧力逃がし装置及び耐圧強化ベント系（以下「格納容器圧力逃がし装置等」という。）</u>による格納容器除熱を実施する。</p> <p><u>なお、代替循環冷却系による格納容器除熱も実施可能である。</u></p> <p>(3) 炉心損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」における機能喪失に対して、炉心が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、初期の対策として<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>）による原子炉注水手段を整備し、安定状態に向けた対策として、逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>）を開維持することで、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による炉心冷却を継続する。また、<u>格納容器</u>の健全性を維持するため、安定状態に向けた対策として<u>代替格納容器スプレイ冷</u></p> | <p>施して炉心損傷を防止する場合よりも、高圧注水に期待せず、原子炉を減圧し、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する場合の方が、原子炉の減圧により原子炉圧力容器内の保有水量が減少し、原子炉水位がより早く低下することから、事故対応として厳しいと考えられる。このことから、本事故シーケンスグループにおいては、高圧注水機能に期待せず、原子炉の減圧後、低圧注水に移行して炉心損傷を防止する対策の有効性を評価することとする。なお、高圧・低圧注水機能喪失が生じ、重大事故等対処設備の高圧注水機能に期待する事故シーケンスとしては、全交流動力電源喪失時の原子炉隔離時冷却系喪失があり、「<u>2.3.2 全交流動力電源喪失（TBU）</u>」において主に<u>高圧原子炉代替注水系</u>の有効性を確認している。</p> <p>したがって、本事故シーケンスグループでは、逃がし安全弁の自動開操作により原子炉を減圧し、原子炉減圧後に<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>により炉心を冷却することによって炉心損傷の防止を図る。</p> <p>また、<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却、<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱を実施する。</p> <p>(3) 炉心損傷防止対策</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」における機能喪失に対して、炉心が著しい損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却を可能とするため、初期の対策として<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>）による原子炉注水手段を整備し、安定状態に向けた対策として、逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>）を開維持することで、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による炉心冷却を継続する。また、<u>原子炉格納容器</u>の健全性を維持するため、安定状態に向けた対策</p> | <p>・運用の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、低圧原子炉代替注水系（可搬型）にも期待する。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 島根 2号炉は、耐圧強化ベントを自主設備として位置付けている。（以降、同様な相違については記載省略）</p> <p>・運用の相違 【東海第二】 島根 2号炉は、自主設備として位置付けている。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|---|--|
| <p>納容器冷却手段、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第2.1.1図から第2.1.3図に、手順の概要を第2.1.4図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第2.1.1表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループの重要事故シーケンスにおいて、<u>事象発生10時間までの6号及び7号炉同時の重大事故等対策</u>に必要な要員は、中央制御室の運転員及び緊急時対策要員で構成され、合計<u>24名</u>である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は、当直長1名(6号及び7号炉兼任)、当直副長<u>2名</u>、運転操作対応を行う運転員<u>8名</u>である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う緊急時対策本部要員は5名、緊急時対策要員(現場)は<u>8名</u>である。</p> <p>また、<u>事象発生10時間以降に追加に必要な要員は、フィルタ装置薬液補給作業を行うための参集要員20名</u>である。必要な要員と作業項目について第2.1.5図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、<u>24名</u>で対処可能である。</p> <p>a. 原子炉スクラム確認 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生して原子炉がスクラムしたことを確認する。</p> <p>原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、<u>平均出力領域モニタ等</u>である。</p> | <p><u>却系(常設)</u>による格納容器冷却手段、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第2.1-1図に、手順の概要を第2.1-2図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第2.1-1表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループの重要事故シーケンスにおいて、<u>事象発生2時間までの重大事故等対策に必要な要員は、災害対策要員(初動)18名</u>である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は、当直発電長1名、当直副発電長1名及び運転操作対応を行う当直運転員<u>4名</u>である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う要員は<u>4名</u>及び現場操作を行う<u>重大事故等対応要員は8名</u>である。</p> <p>また、<u>事象発生2時間以降に追加に必要な参集要員は、タンクローリによる燃料給油操作を行うための重大事故等対応要員2名及び格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作を行うための重大事故等対応要員3名</u>である。必要な要員と作業項目について第2.1-3図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、<u>18名</u>で対処可能である。</p> <p>a. 原子炉スクラム確認 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生して原子炉がスクラムしたことを確認する。</p> <p>原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、<u>平均出力領域計装等</u>である。</p> | <p>として<u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による原子炉格納容器冷却手段、<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備する。これらの対策の概略系統図を第2.1.1-1(1)図から第2.1.1-1(3)図に、手順の概要を第2.1.1-2図に示すとともに、重大事故等対策の概要を以下に示す。また、重大事故等対策における設備と操作手順の関係を第2.1.1-1表に示す。</p> <p>本事故シーケンスグループの重要事故シーケンスにおいて、重大事故等対策に必要な要員は、<u>中央制御室の運転員及び緊急時対策要員で構成され、合計28名</u>である。その内訳は次のとおりである。中央制御室の運転員は、当直長1名、当直副長<u>1名</u>、運転操作対応を行う運転員<u>3名</u>である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う緊急時対策本部要員は<u>5名</u>、緊急時対策要員(現場)は<u>18名</u>である。</p> <p>必要な要員と作業項目について第2.1.1-3図に示す。</p> <p>なお、重要事故シーケンス以外の事故シーケンスについては、作業項目を重要事故シーケンスと比較し、必要な要員数を確認した結果、<u>28名</u>で対処可能である。</p> <p>a. <u>外部電源喪失及び原子炉スクラム確認</u> <u>原子炉の出力運転中に外部電源喪失となり、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生して原子炉がスクラムしたことを確認する。</u> 原子炉のスクラムを確認するために必要な計装設備は、<u>平均出力領域計装</u>である。</p> | <p>・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、要員の参集に期待せずとも必要な作業を常駐要員により実施可能である。</p> <p>・運用及び設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 プラント基数、設備設計及び運用の違いにより必要要員数は異なるが、タイムチャートにより要員の充足性を確認している。なお、これら要員28名は夜間・休日を含め発電所に常駐している要員である。</p> <p>・体制の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 運用及び設備の相違に伴う、必要要員数の相違。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、SA事象を鑑みて、外部電源の喪失を仮定している。</p> <p>・設備の相違</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|---|--|
| <p>b. 高圧・低圧注水機能喪失確認</p> <p>原子炉スクラム後，原子炉水位は低下し続け，原子炉水位低（レベル2）で原子炉隔離時冷却系，<u>原子炉水位低（レベル1.5）で高圧炉心注水系，原子炉水位低（レベル1）で残留熱除去系（低圧注水モード）の自動起動信号が発生するが全て機能喪失していることを確認する。</u></p> <p>高圧・低圧注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は，各系統の<u>流量指示等</u>である。</p> <p>c. 逃がし安全弁による原子炉急速減圧</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失を確認後，<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備として，中央制御室からの遠隔操作により<u>復水移送ポンプ1台を追加起動し，2台運転とする。</u></p> | <p>b. 高圧・低圧注水機能喪失確認</p> <p>原子炉スクラム後，原子炉水位は低下し続け，<u>原子炉水位異常低下（レベル2）</u>で原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系が自動起動及び手動起動に失敗する。その後，低圧炉心スプレイ系及び<u>残留熱除去系（低圧注水系）</u>の手動起動にも失敗し<u>全て機能喪失していることを確認する。</u></p> <p>高圧・低圧注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は，各系統の<u>流量等</u>である。</p> <p>c. 逃がし安全弁による原子炉急速減圧</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失を確認後，<u>低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備として，中央制御室からの遠隔操作により<u>常設低圧代替注水系ポンプ2台を起動する。</u></p> | <p>b. 高圧・低圧注水機能喪失確認</p> <p>原子炉スクラム後，原子炉水位は低下し続け，<u>原子炉水位低（レベル2）</u>で原子炉隔離時冷却系が自動起動及び手動起動に失敗する。その後，高圧炉心スプレイ系，低圧炉心スプレイ系及び<u>残留熱除去系（低圧注水モード）</u>の手動起動にも失敗し<u>すべて機能喪失していることを確認する。</u></p> <p>高圧・低圧注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は，各<u>ポンプの出口流量等</u>である。</p> <p>c. 逃がし安全弁による原子炉急速減圧</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失を確認後，<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水の準備として，中央制御室からの遠隔操作により<u>常設代替交流電源設備を起動しS A低圧母線に給電後，低圧原子炉代替注水ポンプを起動する。</u></p> | <p>【柏崎6/7，東海第二】</p> <p>島根2号炉は，中性子源領域計装（SRM）及び中間領域計装（IRM），柏崎6/7，東海第二は起動領域計装（SRNM）を採用している。柏崎6/7，東海第二は，運転時挿入されているSRNMにより確認が可能な設備として，等を記載しているが，島根2号炉は，SRM及びIRMが運転時引き抜きのため，平均出力領域計装（APRM）により確認することとしている。</p> <p>・解析結果の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>柏崎6/7は10分以内に自動起動信号まで水位低下するが，島根2号炉は10分以内に自動起動水位まで低下しないため手動起動を試み起動失敗したことを確認している。</p> <p>・設備設計の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】</p> <p>島根2号炉は，外部電源喪失を想定しているため，常設代替交流電源設備起動後，低圧原子炉代替注水ポンプへ電源を供</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|--|---|
| <p>また、原子炉注水に必要な電動弁（<u>残留熱除去系注入弁及び残留熱除去系洗浄弁</u>）が開動作可能であることを確認する。<u>低压代替注水系（常設）のバイパス流防止系統構成のためにタービン建屋負荷遮断弁を全閉にする。</u></p> <p>低压代替注水系（常設）による原子炉注水の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁 <u>8 個</u> を手動開操作し原子炉を急速減圧する。</p> <p>原子炉急速減圧を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力である。</p> <p>d. <u>低压代替注水系（常設）</u>による原子炉注水 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、原子炉圧力が<u>低压代替注水系（常設）</u>の系統圧力を下回ると、原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。</p> <p><u>低压代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、原子炉水位、<u>復水補給水系流量（RHR B 系代替注水流量）</u>等である。</p> <p>原子炉水位回復後は、原子炉水位を原子炉水位低（レベル3）から原子炉水位高（レベル8）の間で維持する。</p> <p>e. <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却 崩壊熱除去機能を喪失しているため、格納容器圧力及び温度が上昇する。格納容器圧力が <u>0.18MPa [gage]</u> に到達した場合又はドライウェル雰囲気温度が 171℃ に接近した場合は、中央制御室からの遠隔操作により <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u> による原子炉格納容器冷却を実施する。</p> | <p>また、原子炉注水に必要な電動弁（<u>残留熱除去系注入弁</u>）が開動作可能であることを確認する。</p> <p>低压代替注水系（常設）による原子炉注水の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>） <u>7 個</u> を手動開操作し原子炉を急速減圧する。</p> <p>原子炉急速減圧を確認するために必要な計装設備は、原子炉圧力である。</p> <p>d. <u>低压代替注水系（常設）</u>による原子炉注水 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、原子炉圧力が<u>低压代替注水系（常設）</u>の系統圧力を下回ると、原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。</p> <p><u>低压代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、<u>原子炉水位（広帯域）、原子炉水位（燃料域）、低压代替注水系原子炉注水流量（常設ライン用）</u>等である。</p> <p>原子炉水位回復後は、原子炉水位を原子炉水位低（レベル3）から原子炉水位高（レベル8）の間で維持する。</p> <p>e. <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却 崩壊熱除去機能を喪失しているため、格納容器圧力及び雰囲気温度が上昇する。格納容器圧力が <u>0.279MPa [gage]</u> に到達した場合又はドライウェル雰囲気温度が 171℃ に接近した場合は、中央制御室からの遠隔操作により <u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u> による格納容器冷却を実施する。また、<u>低压代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を継続する。なお、<u>低压代替注水系（常設）</u>による原子炉注水及び<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却は、<u>常設低压代替注水系ポンプ2 台</u>により同時に実施可能な設計としている。</p> | <p>また、原子炉注水に必要な電動弁（<u>A-RHR注水弁及びFLSR注水隔離弁</u>）が開動作可能であることを確認する。</p> <p>低压原子炉代替注水系（常設）による原子炉注水の準備が完了後、中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>） <u>6 個</u> を手動開操作し原子炉を急速減圧する。</p> <p>原子炉急速減圧を確認するために必要な計装設備は、<u>原子炉圧力（SA）</u>、原子炉圧力である。</p> <p>d. <u>低压原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、原子炉圧力が<u>低压原子炉代替注水系（常設）</u>の系統圧力を下回ると、原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。</p> <p><u>低压原子炉代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を確認するために必要な計装設備は、<u>原子炉水位（広帯域）、原子炉水位（燃料域）、代替注水流量（常設）</u>等である。</p> <p>原子炉水位回復後は、原子炉水位を原子炉水位低（レベル3）から原子炉水位高（レベル8）の間で維持する。</p> <p>e. <u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による<u>原子炉格納容器冷却</u> 崩壊熱除去機能を喪失しているため、格納容器圧力及び雰囲気温度が上昇する。格納容器圧力が <u>384kPa [gage]</u> に到達した場合又はドライウェル雰囲気温度が 171℃ に接近した場合は、中央制御室からの遠隔操作により <u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u> による <u>原子炉格納容器冷却</u>を実施する。</p> | <p>給し起動操作を実施する。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、配管構成の違いにより、バイパス流防止措置は不要である。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 急速減圧に必要な逃がし安全弁操作個数の相違。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ実施基準の</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|--|--|
| <p><u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却を確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器内圧力及び復水補給水系流量(RHR B系代替注水流量)</u>である。</p> <p><u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却時に、原子炉水位が原子炉水位低(レベル3)まで低下した場合は、中央制御室からの遠隔操作により代替格納容器スプレイ冷却系(常設)を停止し、原子炉注水を実施する。原子炉水位高(レベル8)まで原子炉水位が回復した後、原子炉注水を停止し、格納容器スプレイを再開する。</p> <p>f. <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱 <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱の準備として、<u>原子炉格納容器一次隔離弁</u>を原子炉建屋内の原子炉区域外からの人力操作により開する。</p> | <p><u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による格納容器冷却を確認するために必要な計装設備は、<u>ドライウェル圧力、サブプレッション・チェンバ圧力、低圧代替注水系格納容器スプレイ流量(常設ライン用)</u>等である。</p> <p>f. <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱 <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱の準備として、<u>第一弁</u>を中央制御室からの遠隔操作により開する。</p> | <p><u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による原子炉格納容器冷却を確認するために必要な計装設備は、<u>ドライウェル圧力(SA)、サブプレッション・チェンバ圧力(SA)、格納容器代替スプレイ流量</u>等である。</p> <p>f. <u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱 <u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱の準備として、<u>NGC非常用ガス処理入口隔離弁(以下「第2弁」という。)</u>を中央制御室からの遠隔操作により開する。また、<u>FCVS排気ラインドレン排出弁</u>を現場操作により閉する。</p> | <p>相違。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備設計の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、電源がある場合、全て中央制御室で操作可能である。 ・運用の相違 【東海第二】 島根2号炉は、格納容器バウンダリの維持及び現場における炉心損傷後のベント実施時(準備操作含む)の被ばく評価結果を考慮し、第2弁(ベント装置側)から開操作する。 ・記載方針の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、排気管へ流入した雨水の排出のため、FCVS排気ラインドレン排出弁を常時全開運用とし、格納容器ベント前に全閉することを記載。 |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|---|--|
| <p>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却を実施しても、<u>格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合、原子炉格納容器二次隔離弁を中央制御室からの遠隔操作によって中間開操作することで、格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を実施する。</u></p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器内圧力等</u>である。</p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を実施している間に炉心損傷していないことを確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器内雰囲気放射線レベル等</u>である。</p> <p>サブプレッション・チェンバ側からの格納容器圧力逃がし装置等のベントラインが水没しないことを確認するために必要な計装設備は、<u>サブプレッション・チェンバ・プール水位</u>である。</p> <p>以降、炉心冷却は、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水により継続的に行い、また、原子炉格納容器除熱は、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>により継続的に行う。</p> <p>2.1.2 炉心損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、過渡事象（原子炉水位低下の観点で厳しい給水流量の全喪失を選定）を起因事象とし、逃がし安全弁再閉失敗を含まず高圧状態が継続される「<u>過渡事象（給水流量の全喪失）＋高圧注水失敗＋低圧注水失敗</u>」である。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、炉心における崩壊熱、燃料棒表面熱伝達、気液熱非平衡、沸騰遷移、燃料被覆管酸化、燃料被覆管変形、沸騰・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流、三次元効果、原子炉圧力容器における沸騰・凝縮・ボイド率変</p> | <p>サブプレッション・プール水位が、通常水位+6.5m に到達した場合、中央制御室からの遠隔操作により<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却を停止する。<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却の停止後、格納容器圧力は徐々に上昇する。</u></p> <p>格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合、<u>第二弁</u>を中央制御室からの遠隔操作によって全開操作することで、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱を実施する。</p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を確認するために必要な計装設備は、<u>サブプレッション・チェンバ圧力等</u>である。</p> <p>格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を実施している間に炉心損傷していないことを確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器雰囲気放射線モニタ（D/W）等</u>である。</p> <p>サブプレッション・チェンバ側からの格納容器圧力逃がし装置等のベントラインが水没しないことを確認するために必要な計装設備は、<u>サブプレッション・プール水位</u>である。</p> <p>以降、炉心冷却は、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水により継続的に行い、また、格納容器除熱は、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>により継続的に行う。</p> <p>2.1.2 炉心損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、過渡事象（原子炉水位低下の観点で厳しい給水流量の全喪失を選定）を起因事象とし、逃がし安全弁再閉失敗を含まず高圧状態が継続される「<u>過渡事象（給水流量の全喪失）＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗</u>」である。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、炉心における崩壊熱、燃料棒表面熱伝達、気液熱非平衡、沸騰遷移、燃料被覆管酸化、燃料被覆管変形、沸騰・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流及び三次元効果、原子炉圧力容器における沸騰・凝縮・ボイド</p> | <p>サブプレッション・プール水位が、通常水位+約 1.3m に到達した場合、中央制御室からの遠隔操作により<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却を停止する。</p> <p>格納容器代替スプレイ系（可搬型）による原子炉格納容器冷却の停止後、<u>NGC N2 トーラス出口隔離弁（以下「第1弁」という。）</u>を中央制御室からの遠隔操作によって全開操作することで、<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱を実施する。</p> <p>格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を確認するために必要な計装設備は、<u>ドライウエル圧力（SA）等</u>である。</p> <p>格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を実施している間に炉心損傷していないことを確認するために必要な計装設備は、<u>格納容器雰囲気放射線モニタ（ドライウエル）等</u>である。</p> <p>サブプレッション・チェンバ側からの格納容器フィルタベント系のベントラインが水没しないことを確認するために必要な計装設備は、<u>サブプレッション・プール水位（SA）</u>である。</p> <p>以降、炉心冷却は、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による注水により継続的に行い、また、原子炉格納容器除熱は、<u>格納容器フィルタベント系</u>により継続的に行う。</p> <p>2.1.2 炉心損傷防止対策の有効性評価 (1) 有効性評価の方法 本事故シーケンスグループを評価する上で選定した重要事故シーケンスは、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、過渡事象（原子炉水位低下の観点で厳しい給水流量の全喪失を選定）を起因事象とし、逃がし安全弁再閉失敗を含まず高圧状態が継続される「<u>過渡事象＋高圧炉心冷却失敗＋低圧炉心冷却失敗</u>」である。</p> <p>本重要事故シーケンスでは、炉心における崩壊熱、燃料棒表面熱伝達、気液熱非平衡、沸騰遷移、燃料被覆管酸化、燃料被覆管変形、沸騰・ボイド率変化、気液分離（水位変化）・対向流、三次元効果、原子炉圧力容器における沸騰・凝縮・ボイド率変</p> | <p>・設備設計の相違 【東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ停止基準の相違。</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、格納容器代替スプレイ停止基準（サブプレッション・プール水位通常水位+約1.3m）到達により格納容器代替スプレイを停止後、格納容器ベントを実施する運用としている。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|---|---|
| <p>化、気液分離（水位変化）・対向流、冷却材放出（臨界流・差圧流）、ECCS注水（給水系・代替注水設備含む）並びに原子炉格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達、スプレイ冷却、格納容器ベントが重要現象となる。よって、これらの現象を適切に評価することが可能である長期間熱水力過渡変化解析コード SAFER、シビアアクシデント総合解析コードMAAP、<u>炉心ヒートアップ解析コード CHASTE</u>により原子炉圧力、原子炉水位、燃料被覆管温度、格納容器圧力、<u>格納容器温度（以降、格納容器温度とは原子炉格納容器気相部の温度を指す。）</u>等の過渡応答を求める。</p> <p><u>本重要事故シーケンスでは、炉心露出時間が長く、燃料被覆管の最高温度が高くなるため、輻射による影響が詳細に考慮される CHASTE により燃料被覆管の最高温度を詳細に評価する。</u></p> <p>また、解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な解析条件を第2.1.2表に示す。また、主要な解析条件について、本重要事故シーケンス特有の解析条件を以下に示す。</p> <p>a. 事故条件 (a) 起因事象 起因事象として、給水流量の全喪失が発生するものとする。</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定</p> | <p>率変化、気液分離（水位変化）・対向流、冷却材放出（臨界流・差圧流）及びECCS注水（給水系・代替注水設備含む）並びに格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達、スプレイ冷却及び格納容器ベントが重要現象となる。よって、これらの現象を適切に評価することが可能である長期間熱水力過渡変化解析コード SAFER及びシビアアクシデント総合解析コードMAAPにより原子炉圧力、原子炉水位、燃料被覆管温度、格納容器圧力、<u>格納容器雰囲気温度等の過渡応答を求める。</u></p> <p><u>本重要事故シーケンスでは、SAFERコードによる燃料被覆管温度の評価結果は、燃料被覆管の破裂判断基準に対して十分な余裕があることから、輻射による影響が詳細に考慮される CHASTEコードは使用しない。</u></p> <p>また、解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な解析条件を第2.1-2表に示す。また、主要な解析条件について、本重要事故シーケンス特有の解析条件を以下に示す。</p> <p>a. 事故条件 (a) 起因事象 起因事象として、給水流量の全喪失が発生するものとする。</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定</p> | <p>化、気液分離（水位変化）・対向流、冷却材放出（臨界流・差圧流）、ECCS注水（給水系・代替注水設備含む）並びに原子炉格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達、スプレイ冷却及び格納容器ベントが重要現象となる。よって、これらの現象を適切に評価することが可能である長期間熱水力過渡変化解析コード SAFER、シビアアクシデント総合解析コードMAAPにより原子炉圧力、原子炉水位、燃料被覆管温度、格納容器圧力、<u>格納容器気相部温度（以下「格納容器温度」という。）</u>等の過渡応答を求める。</p> <p>また、解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、本重要事故シーケンスにおける運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価する。</p> <p>(2) 有効性評価の条件 本重要事故シーケンスに対する初期条件も含めた主要な解析条件を第2.1.2-1表に示す。また、主要な解析条件について、本重要事故シーケンス特有の解析条件を以下に示す。</p> <p>a. 事故条件 (a) 起因事象 起因事象として、給水流量の全喪失が発生するものとする。</p> <p>(b) 安全機能の喪失に対する仮定</p> | <p>・評価方針の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉における本重要事故シーケンスでは、SAFERコードによる燃料被覆管温度の評価結果は、燃料被覆管の破裂判断基準に対して十分な余裕があることから、輻射による影響が詳細に考慮される CHASTEコードは使用しない。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|--|---|
| <p>高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心注水系、低圧注水機能として残留熱除去系（低圧注水モード）の機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源は使用できるものとする。 外部電源がある場合、事象発生と同時に原子炉冷却材再循環ポンプ（以下「再循環ポンプ」という。）がトリップしないことにより、原子炉水位低（レベル3）による原子炉スクラムまでは原子炉出力が高く維持され、原子炉水位の低下が早いため、炉心冷却上厳しくなる。</p> <p>b. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 原子炉スクラム信号 原子炉スクラムは、原子炉水位低（レベル3）信号によるものとする。</p> <p>(b) ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能） ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）（以下「代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能」という。）は、原子炉水位の低下に伴い、原子炉水位低（レベル3）信号により再循環ポンプ4台を自動停止し、原子炉水位低（レベル2）信号により残りの再循環ポンプ6台を自動停止するものとする。</p> <p>(c) 逃がし安全弁 逃がし安全弁の逃がし弁機能にて、原子炉冷却材圧力バウンダリの過度の圧力上昇を抑えるものとする。</p> <p>また、原子炉減圧には自動減圧機能付き逃がし安全弁（8個）を使用するものとし、容量として、1個あたり定格主蒸気流量の約5%を処理するものとする。</p> | <p>高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系、低圧注水機能として低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系（低圧注水系）の機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源は使用できるものとする。 外部電源がある場合、事象発生と同時に再循環系ポンプがトリップしないことにより、原子炉水位低（レベル3）による原子炉スクラムまでは原子炉出力が高く維持され、原子炉水位の低下が早いため、炉心冷却上厳しくなる。 また、運転員等操作時間の評価においては、外部電源が使用できない場合についても考慮する。</p> <p>b. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 原子炉スクラム信号 原子炉スクラムは、原子炉水位低（レベル3）信号によるものとする。</p> <p>(b) ATWS 緩和設備（代替再循環系ポンプトリップ機能） ATWS 緩和設備（代替再循環系ポンプトリップ機能）は、原子炉水位の低下に伴い、原子炉水位異常低下（レベル2）信号により再循環系ポンプ2台全てを自動停止するものとする。</p> <p>(c) 逃がし安全弁 逃がし安全弁（安全弁機能）にて、原子炉冷却材圧力バウンダリの過度の圧力上昇を抑えるものとする。</p> <p>また、原子炉減圧には逃がし安全弁（自動減圧機能）（7個）を使用するものとし、容量として、1個あたり定格主蒸気流量の約6%を処理するものとする。</p> | <p>高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系、低圧注水機能として低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系（低圧注水モード）の機能が喪失するものとする。</p> <p>(c) 外部電源 外部電源なしの場合は、対策の成立性、必要燃料量の観点で厳しくなることから、外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備によって給電を行うものとする。 また、原子炉スクラムまでの原子炉出力が高く維持されることで、原子炉水位の低下が早く、事象初期の炉心の冷却の観点で厳しくなり、外部電源がある場合を包含する条件として、再循環ポンプトリップは、原子炉水位低（レベル2）信号にて発生するものとする。</p> <p>b. 重大事故等対策に関連する機器条件 (a) 原子炉スクラム信号 原子炉スクラムは、原子炉水位低（レベル3）信号によるものとする。</p> <p>(b) 逃がし安全弁 逃がし安全弁（逃がし弁機能）にて、原子炉冷却材圧力バウンダリの過度の圧力上昇を抑えるものとする。</p> <p>また、原子炉減圧には逃がし安全弁（自動減圧機能付き）（6個）を使用するものとし、容量として、1個あたり定格主蒸気流量の約8%を処理するものとする。</p> | <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7】 ABWRとBWR-5の設備の相違。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、SA事象を鑑みて、外部電源の喪失を仮定している。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7、東海第二】 島根2号炉は、外部電源がある場合を包含する条件として、再循環ポンプトリップの条件を設定している。</p> <p>・解析条件の相違 【東海第二】 島根2号炉は、逃がし弁機能での圧力制御を想定している。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7、東海第二】 急速減圧に必要な逃が</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|--|---|
| <p>(d) <u>低圧代替注水系(常設)</u> 逃がし安全弁による原子炉減圧後に、最大 <u>300m³/h</u> にて原子炉注水し、その後は炉心を冠水維持するように注水する。</p> <p><u>なお、低圧代替注水系(常設)による原子炉注水は、格納容器スプレイと同じ復水移送ポンプを用いて弁の切替えにて実施する。</u></p> <p>(e) <u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u> 格納容器圧力及び温度抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、<u>140m³/h</u> にて原子炉格納容器内にスプレイする。<u>なお、格納容器スプレイは、原子炉注水と同じ復水移送ポンプを用いて弁の切替えにて実施する。</u></p> <p>(f) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u> <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>により、格納容器圧力 <u>0.62MPa[gage]</u>における最大排出流量 <u>31.6kg/s</u> に対して、<u>原子炉格納容器二次隔離弁の中間開操作(流路面積70%開※1)</u> にて原子炉格納容器除熱を実施する。</p> <p>※1 <u>操作手順においては、原子炉格納容器除熱は原子炉格納容器二次隔離弁を流路面積70%相当で中間開操作するが、格納</u></p> | <p>(d) <u>低圧代替注水系(常設)</u> 逃がし安全弁(<u>自動減圧機能</u>)による原子炉減圧後に、最大 <u>378m³/h</u> にて原子炉注水し、その後は炉心を冠水維持するように注水する。</p> <p><u>また、原子炉注水と格納容器スプレイを同時に実施する場合は、230m³/h にて原子炉へ注水する。</u></p> <p>(e) <u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u> 格納容器圧力及び雰囲気温度抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、<u>130m³/h</u> にて格納容器内にスプレイする。</p> <p>(f) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u> <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>により、格納容器圧力 <u>0.31MPa[gage]</u>における排出流量 <u>13.4kg/s</u> に対して、<u>第二弁を全開にて格納容器除熱を実施する。</u></p> | <p>(c) <u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u> 逃がし安全弁(<u>自動減圧機能付き</u>)による原子炉減圧後に、最大 <u>250m³/h</u> にて原子炉注水し、その後は炉心を冠水維持するように注水する。</p> <p>(d) <u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u> 格納容器圧力及び温度抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、<u>120m³/h</u> にて原子炉格納容器内にスプレイする。</p> <p>(e) <u>格納容器フィルタベント系</u> <u>格納容器フィルタベント系</u>により、格納容器圧力 <u>427kPa[gage]</u>における最大排出流量 <u>9.8kg/s</u> に対して、<u>第1弁の中央制御室からの遠隔操作による全開操作にて原子炉格納容器除熱を実施する。</u></p> | <p>し安全弁操作個数の相違。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、第1弁を全開操作することにより格納容器ベントを実施。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|---|---|
| <p><u>容器圧力の低下傾向を確認できない場合は、増開操作を実施する。</u></p> <p>なお、<u>耐圧強化ベント系を用いた場合は、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合と比較して、排出流量は大きくなり、格納容器圧力の低下傾向は大きくなることから、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合の条件に包絡される。</u></p> <p>c. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「1.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) <u>低圧代替注水系(常設)の追加起動及び中央制御室における系統構成は、高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断の時間を考慮して、事象発生から10分後に開始するものとし、操作時間は約4分間とする。</u></p> <p>(b) <u>逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作は、中央制御室操作における低圧代替注水系(常設)の準備時間を考慮して、事象発生から約14分後に開始する。</u></p> <p>(c) <u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)による原子炉格納容器冷却操作は、格納容器圧力が0.18MPa[gage]に到達した場合に実施する。</u></p> <p>なお、<u>格納容器スプレイは、格納容器圧力が0.31MPa[gage]に到達した後、格納容器ベント実施前に停止する。</u></p> | <p><u>なお、耐圧強化ベント系を用いた場合は、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合と比較して、排出流量は大きくなり、格納容器圧力の低下傾向は大きくなることから、格納容器圧力逃がし装置を用いた場合の条件に包絡される。</u></p> <p>c. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「1.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) <u>逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作は、中央制御室において、状況判断の時間、高圧・低圧注水機能喪失の確認時間及び低圧代替注水系(常設)の準備時間を考慮して、事象発生から25分後に開始する。</u></p> <p>(b) <u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)による格納容器冷却操作は、格納容器圧力が0.279MPa [gage]に到達した場合に実施する。</u></p> <p>なお、<u>格納容器スプレイは、サプレッション・プール水位が通常水位+6.5mに到達した場合に停止する。</u></p> | <p>c. 重大事故等対策に関連する操作条件 運転員等操作に関する条件として、「1.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p> <p>(a) <u>常設代替交流電源設備の起動及び受電並びに低圧原子炉代替注水系(常設)起動及び中央制御室における系統構成は、高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断の時間を考慮して、事象発生から10分後に開始するものとし、操作時間は20分間とする。</u></p> <p>(b) <u>逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作は、中央制御室操作における低圧原子炉代替注水系(常設)の準備時間を考慮して、事象発生から30分後に開始する。</u></p> <p>(c) <u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)による原子炉格納容器冷却操作は、格納容器圧力が384kPa[gage]に到達した場合に実施する。</u></p> <p>なお、<u>格納容器スプレイは、サプレッション・プール水位が通常水位+約1.3m(真空破壊装置下端-0.45m)に到達</u></p> | <p>・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、耐圧強化ベントを自主設備として位置付けている。</p> <p>・解析条件及び設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7】 注水設備の準備時間の相違。</p> <p>・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 注水設備の準備時間の相違。</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ実施基準の相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎6/7】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|--|---|
| <p>(d) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱操作は、<u>格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合</u>に実施する。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスにおける原子炉圧力，原子炉水位（シュラウド内及びシュラウド内外）※2，注水流量，逃がし安全弁からの蒸気流量，原子炉圧力容器内の保有水量の推移を第2.1.6 図から第2.1.11 図に，燃料被覆管温度，燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数，燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率，<u>高出力燃料集合体</u>のボイド率，炉心下部プレナム部のボイド率の推移及び燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第2.1.12 図から第2.1.17 図に，格納容器圧力，格納容器温度，<u>サブプレッション・チェンバ・プール水位及び水温</u>の推移を第2.1.18 図から第2.1.21 図に示す。</p> <p>※2 炉心露出から再冠水の過程を示すという観点で，シュラウド内の水位を示す。シュラウド内は，炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため，シュラウド外の水位より，見かけ上高めの水位となる。一方，非常用炉心冷却系の起動信号となる原子炉水位計（広帯域）の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する原子炉水位計（広帯</p> | <p>(c) <u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱操作は，<u>格納容器圧力が 0.31MPa [gage] に到達した場合</u>に実施する。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスにおける原子炉圧力，原子炉水位（シュラウド内及びシュラウド内外）※，注水流量，逃がし安全弁からの蒸気流量及び原子炉圧力容器内の保有水量の推移を第2.1-4 図から第2.1-9 図に，燃料被覆管温度，燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数，燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率，平均出力燃料集合体のボイド率，炉心下部プレナム部のボイド率の推移及び燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第2.1-10 図から第2.1-15 図に，格納容器圧力，格納容器雰囲気温度，サブプレッション・プール水位及びサブプレッション・プール水温度の推移を第2.1-16 図から第2.1-19 図に示す。</p> <p>※ 炉心露出から再冠水の過程を示すという観点で，シュラウド内の水位を示す。シュラウド内は，炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため，シュラウド外の水位より，見かけ上高めの水位となる。一方，非常用炉心冷却系の起動信号となる原子炉水位（広帯域）の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する原子炉水位</p> | <p><u>した場合に停止する。</u></p> <p>(d) <u>格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱操作は，サブプレッション・プール水位が通常水位＋約1.3m（真空破壊装置下端－0.45m）到達から10分後</u>に実施する。</p> <p>(3) 有効性評価の結果 本重要事故シーケンスにおける原子炉圧力，原子炉水位（シュラウド内及びシュラウド内外）※，注水流量，逃がし安全弁からの蒸気流量，原子炉圧力容器内の保有水量の推移を第2.1.2-1(1) 図から第2.1.2-1(6) 図に，燃料被覆管温度，燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数，燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率，<u>平均出力燃料集合体</u>のボイド率，炉心下部プレナム部のボイド率の推移及び燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第2.1.2-1(7) 図から第2.1.2-1(12) 図に，格納容器圧力，格納容器温度，<u>サブプレッション・プール水位及びサブプレッション・プール水温度</u>の推移を第2.1.2-1(13) 図から第2.1.2-1(16) 図に示す。</p> <p>※ 炉心露出から再冠水の過程を示すという観点で，シュラウド内の水位を示す。シュラウド内は，炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため，シュラウド外の水位より，見かけ上高めの水位となる。一方，非常用炉心冷却系の起動信号となる原子炉水位（広帯域）の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する原子炉水位</p> | <p>島根2号炉は，格納容器スプレイにより格納容器圧力が制御できるため，水位制限によりスプレイを停止している。</p> <p>・設備設計の相違 【東海第二】 型式の相違による格納容器スプレイ停止基準の相違。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は，有効性評価の格納容器ベント実施に係る条件として，実運用と同じ想定としている。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は，平均出力燃料集合体でPCTが発生している。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|--|--|
| <p>域・狭帯域)の水位は、シュラウド外の水位であることから、シュラウド内外の水位を併せて示す。なお、水位が有効燃料棒頂部付近となった場合には、原子炉水位計(燃料域)にて監視する。6号炉の原子炉水位計(燃料域)はシュラウド内を、7号炉の原子炉水位計(燃料域)はシュラウド外を計測している。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>給水流量の全喪失後、原子炉水位は急速に低下する。原子炉水位低(レベル3)信号が発生して原子炉がスクラムするが、原子炉水位低(レベル2)で原子炉隔離時冷却系の起動に失敗し、原子炉水位低(レベル1.5)で高圧炉心注水系の起動に失敗し、原子炉水位低(レベル1)で残留熱除去系(低圧注水モード)の起動に失敗する。これにより、<u>残留熱除去系(低圧注水モード)の吐出圧力が確保されないため、自動減圧系についても作動しない。</u></p> <p>再循環ポンプについては、<u>原子炉水位低(レベル3)で4台トリップし、原子炉水位低(レベル2)で残り6台がトリップする。</u>主蒸気隔離弁は、原子炉水位低(レベル1.5)で全閉する。</p> <p>事象発生から約14分後に中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁8個を手動開することで、原子炉急速減圧を実施し、原子炉減圧後に<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水を開始する。</p> | <p>(広帯域)、<u>原子炉水位(狭帯域)</u>の水位は、シュラウド外の水位であることから、シュラウド内外の水位を併せて示す。なお、水位が燃料有効長頂部付近となった場合には、<u>原子炉水位(燃料域)にて監視する。</u>原子炉水位(燃料域)はシュラウド内を計測している。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>給水流量の全喪失後、原子炉水位は急速に低下する。原子炉水位低(レベル3)信号が発生して原子炉がスクラムするが、<u>原子炉水位異常低下(レベル2)で原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系の起動に失敗し、その後、低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系(低圧注水系)の起動にも失敗する。</u>これにより、<u>低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系(低圧注水系)の吐出圧力が確保されないため、自動減圧系についても作動しない。</u></p> <p>再循環系ポンプについては、<u>原子炉水位異常低下(レベル2)で2台全てがトリップする。</u>主蒸気隔離弁は、<u>原子炉水位異常低下(レベル2)で全閉する。</u></p> <p>事象発生から25分後に中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁(自動減圧機能)7個を手動開することで、原子炉急速減圧を実施し、原子炉減圧後に<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水を開始する。</p> | <p>(広帯域・狭帯域)の水位は、シュラウド外の水位であることから、シュラウド内外の水位を併せて示す。なお、水位が燃料棒有効長頂部付近となった場合には、<u>原子炉水位(燃料域)にて監視する。</u>原子炉水位(燃料域)はシュラウド内を計測している。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>給水流量の全喪失後、原子炉水位は急速に低下する。原子炉水位低(レベル3)信号が発生して原子炉がスクラムするが、<u>原子炉水位低(レベル2)で原子炉隔離時冷却系の起動に失敗し、その後、高圧炉心スプレイ系、低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系(低圧注水モード)の起動にも失敗する。</u>これにより低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系(低圧注水モード)の遮断器閉が確保されないため、自動減圧系についても作動しない。</p> <p>再循環ポンプについては、<u>原子炉水位低(レベル2)で2台すべてトリップする。</u>主蒸気隔離弁は、<u>原子炉水位低(レベル2)で全閉する。</u></p> <p>事象発生から30分後に中央制御室からの遠隔操作によって逃がし安全弁(自動減圧機能付き)6個を手動開することで、原子炉急速減圧を実施し、原子炉減圧後に<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水を開始する。</p> | <p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備設計の相違【柏崎6/7】 A B W RとB W R-5の設備の相違。 ・設備設計の相違【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は、自動減圧系が作動するインターロックとして低圧ECCS系の遮断器閉を条件としている。 ・設備設計の相違【柏崎6/7】 再循環ポンプの個数の相違。 ・運用の相違【柏崎6/7, 東海第二】 注水設備の準備時間の相違。 ・設備設計の相違【柏崎6/7, 東海第二】 急速減圧に必要な逃がし安全弁操作個数の相違。 |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|---|---|
| <p>原子炉急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下し、<u>有効燃料棒頂部を下回るが、<u>低圧代替注水系</u>（常設）</u>による注水が開始されると原子炉水位が回復し、炉心は再冠水する。</p> <p>燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率は、原子炉減圧により、原子炉水位が低下し、炉心が露出することから上昇する。その結果、燃料被覆管の伝熱様式は核沸騰冷却から蒸気冷却となり熱伝達係数は低下する。</p> <p>その後、<u>低圧代替注水系</u>（常設）による原子炉注水により、燃料の露出と冠水を繰り返すため、燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率及び熱伝達係数は増減する。炉心が再冠水すると、ボイド率が低下し、熱伝達係数が上昇することから、燃料被覆管温度は低下する。</p> <p><u>高出力燃料集合体及び炉心下部プレナム部のボイド率</u>については、原子炉水位及び原子炉圧力の変化に伴い変化する。崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が原子炉格納容器内に流入することで、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇する。</p> <p>そのため、<u>代替格納容器スプレイ冷却系</u>（常設）による原子炉格納容器冷却及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱を行う。</p> <p>原子炉格納容器除熱は、事象発生から<u>約 17 時間経過した時点</u>で実施する。なお、<u>原子炉格納容器除熱時のサブプレッション・チェンバ・プール水位</u>は、真空破壊装置（<u>約 14m</u>）及びベントライン（<u>約 17m</u>）に対して、<u>十分に低く</u>推移するため、真空破壊装置の健全性は維持される。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>第 2.1.12 図</u>に示すとおり、原子炉水位が回復するまでの間に炉心が一時的に露出するため燃料被覆管の温度が上昇し、<u>約 874℃</u>に到達するが、1,200℃以下となる。</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>高出力燃料集合体</u>にて発生している。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの1%以下であり、15%以下となる。</p> | <p>原子炉急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下し、<u>燃料有効長頂部を下回るが、<u>低圧代替注水系</u>（常設）</u>による注水が開始されると原子炉水位が回復し、炉心は再冠水する。</p> <p>燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率は、原子炉減圧により、原子炉水位が低下し、炉心が露出することから上昇する。その結果、燃料被覆管の伝熱様式は核沸騰冷却から蒸気冷却となり熱伝達係数は低下する。</p> <p>その後、<u>低圧代替注水系</u>（常設）による原子炉注水により、燃料の露出と冠水を繰り返すため、燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率及び熱伝達係数は増減する。炉心が再冠水すると、ボイド率が低下し、熱伝達係数が上昇することから、燃料被覆管温度は低下する。</p> <p><u>平均出力燃料集合体及び炉心下部プレナム部のボイド率</u>については、原子炉水位及び原子炉圧力の変化に伴い変化する。崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が<u>格納容器内</u>に流入することで、格納容器圧力及び<u>雰囲気温度</u>は徐々に上昇する。</p> <p>そのため、<u>代替格納容器スプレイ冷却系</u>（常設）による<u>格納容器冷却</u>及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱を行う。</p> <p><u>格納容器除熱</u>は、事象発生から<u>約 28 時間経過した時点</u>で実施する。なお、<u>格納容器除熱時のサブプレッション・プール水位</u>は、真空破壊装置（<u>約 15m</u>）及びベントライン（<u>約 15m</u>）に対して、<u>十分に低く</u>推移するため、真空破壊装置の健全性は維持される。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>第 2.1-10 図</u>に示すとおり、原子炉水位が回復するまでの間に炉心が一時的に露出するため燃料被覆管の温度が上昇し、<u>約 338℃</u>に到達するが、1,200℃以下となる。</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>平均出力燃料集合体</u>にて発生している。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの1%以下であり、15%以下となる。</p> | <p>原子炉急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下し、<u>燃料棒有効長頂部を下回るが、<u>低圧原子炉代替注水系</u>（常設）</u>による注水が開始されると原子炉水位が回復し、炉心は再冠水する。</p> <p>燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率は、原子炉減圧により、原子炉水位が低下し、炉心が露出することから上昇する。その結果、燃料被覆管の伝熱様式は核沸騰冷却から蒸気冷却となり熱伝達係数は低下する。</p> <p>その後、<u>低圧原子炉代替注水系</u>（常設）による原子炉注水により、燃料の露出と冠水を繰り返すため、燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率及び熱伝達係数は増減する。炉心が再冠水すると、ボイド率が低下し、熱伝達係数が上昇することから、燃料被覆管温度は低下する。</p> <p><u>平均出力燃料集合体及び炉心下部プレナム部のボイド率</u>については、原子炉水位及び原子炉圧力の変化に伴い変化する。崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が<u>原子炉格納容器内</u>に流入することで、格納容器圧力及び<u>温度</u>は徐々に上昇する。</p> <p>そのため、<u>格納容器代替スプレイ系</u>（可搬型）による原子炉格納容器冷却及び<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱を行う。</p> <p><u>原子炉格納容器除熱</u>は、事象発生から<u>約30時間経過した時点</u>で実施する。なお、<u>原子炉格納容器除熱時のサブプレッション・プール水位</u>は、真空破壊装置（<u>約5.3m</u>）及びベントライン（<u>約 9.1m</u>）に対して、<u>低く</u>推移するため、真空破壊装置の健全性は維持される。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>第2.1.2-1(7)図</u>に示すとおり、原子炉水位が回復するまでの間に炉心が一時的に露出するため燃料被覆管の温度が上昇し、<u>約509℃</u>に到達するが、1,200℃以下となる。</p> <p>燃料被覆管の最高温度は、<u>平均出力燃料集合体</u>にて発生している。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの1%以下であり、15%以下となる。</p> | <p>備考</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、平均出力燃料集合体でPCTが発生している。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 ・設備設計の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 真空破壊装置（弁）、ベントラインの高さの相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 ・解析結果の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、平均出</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|---|--|
| <p>原子炉圧力は、<u>第2.1.6図</u>に示すとおり、逃がし安全弁の作動により、<u>約7.51MPa[gage]</u>以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約0.3MPa）を考慮しても、<u>約7.81MPa[gage]</u>以下であり、最高使用圧力の1.2倍（10.34MPa[gage]）を十分下回る。</p> <p>また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が原子炉格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇するが、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による原子炉格納容器冷却及び格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を行うことによって、<u>原子炉格納容器バウンダリ</u>にかかる圧力及び温度の最大値は、<u>約0.31MPa[gage]</u>及び<u>約144℃</u>に抑えられ、<u>原子炉格納容器</u>の限界圧力及び限界温度を下回る。</p> <p><u>第2.1.7図</u>に示すとおり、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、<u>約17時間後</u>に格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を開始することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。</p> <p style="text-align: right;">（添付資料2.1.1）</p> <p><u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量の評価結果は、事象発生から格納容器圧力逃がし装置等の使用までの時間が本事象より短く放射性物質の減衰効果が少ない「<u>2.3.1 全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG喪失）</u>」の実効線量の評価結果以下となり、5mSvを下回ることから、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>本評価では、「1.2.1.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(4)の評価項目及び周辺の公衆に対して著し</p> | <p>原子炉圧力は、<u>第2.1-4図</u>に示すとおり、逃がし安全弁（<u>安全弁機能</u>）の作動により、<u>約7.79MPa [gage]</u>以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約0.3MPa）を考慮しても、<u>約8.09MPa [gage]</u>以下であり、最高使用圧力の1.2倍（10.34MPa [gage]）を十分下回る。</p> <p>また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び雰囲気温度は徐々に上昇するが、<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）</u>による格納容器冷却及び格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を行うことによって、<u>格納容器バウンダリ</u>にかかる圧力及び温度の最大値は、<u>約0.31MPa [gage]</u>及び<u>約143℃</u>に抑えられ、<u>格納容器</u>の限界圧力及び限界温度を下回る。</p> <p><u>第2.1-5図</u>に示すとおり、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、<u>約28時間後</u>に格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を開始することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。</p> <p><u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器ベント時の非居住区域境界及び敷地境界での実効線量の評価結果は、<u>サブレーション・プールでのスクラビングによる放射性物質の除染効果を見込まない厳しい評価としている</u>「<u>2.6 LOCA時注水機能喪失</u>」の<u>ドライウエルベント時</u>の実効線量の評価結果以下となり、5mSvを下回ることから、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p style="text-align: right;">（添付資料2.1.1, 2.1.2, 2.6.2）</p> <p>本評価では、「1.2.1.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(4)の評価項目及び周辺の公衆に対して著し</p> | <p>原子炉圧力は、<u>第2.1.2-1(1)図</u>に示すとおり、逃がし安全弁（<u>逃がし弁機能</u>）の作動により、<u>約7.59MPa[gage]</u>以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約0.3MPa）を考慮しても、<u>約7.89MPa[gage]</u>以下であり、最高使用圧力の1.2倍（10.34MPa[gage]）を十分下回る。</p> <p>また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が原子炉格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇するが、<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）</u>による原子炉格納容器冷却及び格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を行うことによって、<u>原子炉格納容器バウンダリ</u>にかかる圧力及び温度の最大値は、<u>約384kPa[gage]</u>及び<u>約153℃</u>に抑えられ、<u>原子炉格納容器</u>の限界圧力及び限界温度を下回る。</p> <p><u>第2.1.2-1(2)図</u>に示すとおり、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、<u>約30時間後</u>に格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を開始することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。</p> <p style="text-align: right;">（添付資料2.1.1）</p> <p><u>格納容器フィルタベント系</u>による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量の評価結果は、事象発生から格納容器フィルタベント系の使用までの時間が本事象より短く放射性物質の減衰効果が少ない「<u>2.6 LOCA時注水機能喪失</u>」の実効線量の評価結果以下となり、5mSvを下回ることから、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>本評価では、「1.2.1.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(4)の評価項目及び周辺の公衆に対して著</p> | <p>力燃料集合体でPCTが発生している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解析条件の相違 【東海第二】 島根2号炉は、逃がし弁機能での圧力制御を想定している。 ・解析結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 <ul style="list-style-type: none"> ・解析結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 <ul style="list-style-type: none"> ・解析結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 <ul style="list-style-type: none"> ・評価方針の相違 【東海第二】 |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|--|---|
| <p>い放射線被ばくのリスクを与えないことについて、対策の有効性を確認した。</p> <p>2.1.3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失では、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、<u>事象発生から12時間程度までの短時間に期待する操作及び事象進展に有意な影響を与えると考えられる操作として、<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む)、<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却操作及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱操作とする。</u></p> <p>(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価</p> <p>本重要事故シーケンスにおいて不確かさの影響評価を行う重要現象とは、「1.7 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価方針」に示すとおりであり、それらの不確かさの影響評価は以下のとおりである。</p> <p>a. 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>炉心における燃料棒表面熱伝達の不確かさとして、解析コードは実験結果の燃料被覆管温度に比べて+50℃高めに評価することから、解析結果は燃料棒表面の熱伝達係数を小さく評価する可能性がある。よって、実際の燃料棒表面での熱伝達は大きくなり燃料被覆管温度は低くなるが、操作手順(速やかに注水手段を準備すること)に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>炉心における燃料被覆管酸化の不確かさとして、解析コードは酸化量及び酸化反応に伴う発熱量の評価について保守的な結果を与えるため、解析結果は燃料被覆管酸化を大きく評価する可能性がある。よって、実際の燃料被覆管温度は低くなり、原子炉水位挙動に影響を与える可能性があるが、操作手順(速やかに注水手段を準備すること)に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>原子炉格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材と</p> | <p>い放射線被ばくのリスクを与えないことについて、対策の有効性を確認した。</p> <p>2.1.3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失では、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、事象進展に有意な影響を与えると考えられる操作として、<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む。)、<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による<u>格納容器冷却操作及び格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱操作とする。</p> <p>(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価</p> <p>本重要事故シーケンスにおいて不確かさの影響評価を行う重要現象とは、「1.7 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価方針」に示すとおりであり、それらの不確かさの影響評価は以下のとおりである。</p> <p>a. 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>炉心における燃料棒表面熱伝達の不確かさとして、解析コードは実験結果の燃料被覆管温度に比べて+50℃高めに評価することから、解析結果は燃料棒表面の熱伝達係数を小さく評価する可能性がある。よって、実際の燃料棒表面での熱伝達は大きくなり燃料被覆管温度は低くなるが、操作手順(速やかに注水手段を準備すること)に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>炉心における燃料被覆管酸化の不確かさとして、解析コードは酸化量及び酸化反応に伴う発熱量の評価について保守的な結果を与えるため、解析結果は燃料被覆管酸化を大きく評価する可能性がある。よって、実際の燃料被覆管温度は低くなり、原子炉水位挙動に影響を与える可能性があるが、操作手順(速やかに注水手段を準備すること)に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p><u>格納容器</u>における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝</p> | <p>しい放射線被ばくのリスクを与えないことについて、対策の有効性を確認した。</p> <p>2.1.3 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失では、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、事象進展に有意な影響を与えると考えられる操作として、<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作開始)、<u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による<u>原子炉格納容器冷却操作及び格納容器フィルタベント系</u>による<u>原子炉格納容器除熱操作</u>とする。</p> <p>(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価</p> <p>本重要事故シーケンスにおいて不確かさの影響評価を行う重要現象とは、「1.7 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価方針」に示すとおりであり、それらの不確かさの影響評価は以下のとおりである。</p> <p>a. 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>炉心における燃料棒表面熱伝達の不確かさとして、解析コードは実験結果の燃料被覆管温度に比べて+50℃高めに評価することから、解析結果は燃料棒表面の熱伝達係数を小さく評価する可能性がある。よって、実際の燃料棒表面での熱伝達は大きくなり燃料被覆管温度は低くなるが、操作手順(速やかに注水手段を準備すること)に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>炉心における燃料被覆管酸化の不確かさとして、解析コードは酸化量及び酸化反応に伴う発熱量の評価について保守的な結果を与えるため、解析結果は燃料被覆管酸化を大きく評価する可能性がある。よって、実際の燃料被覆管温度は低くなり、原子炉水位挙動に影響を与える可能性があるが、操作手順(速やかに注水手段を準備すること)に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p><u>原子炉格納容器</u>における格納容器各領域間の流動、構造材と</p> | <p>備考</p> <p>・記載方針の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、事象発生から12時間までの操作に限らず、事象進展に有意な影響を与えると考えられる操作を抽出。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|--|----|
| <p>の熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達の不確かさとして、格納容器モデル（格納容器の熱水力モデル）はHDR 実験解析では区画によって格納容器温度を十数℃程度、格納容器圧力を1割程度高めに評価する傾向を確認しているが、BWR の格納容器内の区画とは異なる等、実験体系に起因するものと考えられ、実機体系においてはこの解析で確認した不確かさは小さくなるものと推定される。しかし、全体としては格納容器圧力及び温度の傾向を適切に再現できていることから、格納容器圧力及び温度を操作開始の起点としている<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）及び格納容器圧力逃がし装置等</u>に係る運転員等操作時間に与える影響は小さい。また、格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導の不確かさにおいては、CSTF 実験解析により格納容器温度及び非凝縮性ガスの挙動は測定データと良く一致することを確認しており、その差異は小さいことから、格納容器圧力及び温度を操作開始の起点としている<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）及び格納容器圧力逃がし装置等</u>に係る運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2)</p> <p>b. 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>炉心における燃料棒表面熱伝達の不確かさとして、実験解析では熱伝達モデルの保守性により燃料被覆管温度を高めに評価し、有効性評価解析でも燃料被覆管温度を高めに評価することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>炉心における燃料被覆管酸化の不確かさとして、解析コードは燃料被覆管の酸化について、酸化量及び酸化反応に伴う発熱量に保守的な結果を与え、燃料被覆管温度を高めに評価することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>原子炉格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達の不確かさとして、格納容器モデル（格納容器の熱水力モデル）はHDR 実験解析では区画によって格納容器温度を十数℃程度、格納容器圧力を1割程度高めに評価する傾向を確認しているが、BWR の格納容器内の区画とは異なる等、実験体系に起因するものと考えられ、実機体系においてはこの解析で確認した不確かさは小さくなるものと推定される。しかし、全体としては格納容器圧力及び温度の傾向を適切に再現できているため、評価項目となるパラメ</p> | <p>達及び内部熱伝導並びに気液界面の熱伝達の不確かさとして、格納容器モデル（格納容器の熱水力モデル）はHDR 実験解析では区画によって格納容器雰囲気温度を十数℃程度、格納容器圧力を1割程度高めに評価する傾向を確認しているが、BWR の格納容器内の区画とは異なる等、実験体系に起因するものと考えられ、実機体系においてはこの解析で確認した不確かさは小さくなるものと推定される。しかし、全体としては格納容器圧力及び雰囲気温度の傾向を適切に再現できていることから、格納容器圧力及び雰囲気温度を操作開始の起点としている<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）及び格納容器圧力逃がし装置等</u>に係る運転員等操作時間に与える影響は小さい。また、格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導の不確かさにおいては、CSTF 実験解析により格納容器雰囲気温度及び非凝縮性ガスの挙動は測定データと良く一致することを確認しており、その差異は小さいことから、格納容器圧力及び雰囲気温度を操作開始の起点としている<u>代替格納容器スプレイ冷却系（常設）及び格納容器圧力逃がし装置等</u>に係る運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.3)</p> <p>b. 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>炉心における燃料棒表面熱伝達の不確かさとして、実験解析では熱伝達モデルの保守性により燃料被覆管温度を高めに評価し、有効性評価解析でも燃料被覆管温度を高めに評価することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>炉心における燃料被覆管酸化の不確かさとして、解析コードは燃料被覆管の酸化について、酸化量及び酸化反応に伴う発熱量に保守的な結果を与え、燃料被覆管温度を高めに評価することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導並びに気液界面の熱伝達の不確かさとして、格納容器モデル（格納容器の熱水力モデル）はHDR 実験解析では区画によって格納容器雰囲気温度を十数℃程度、格納容器圧力を1割程度高めに評価する傾向を確認しているが、BWR の格納容器内の区画とは異なる等、実験体系に起因するものと考えられ、実機体系においてはこの解析で確認した不確かさは小さくなるものと推定される。しかし、全体としては格納容器圧力及び雰囲気温度の傾向を適切に再現できているため、評価</p> | <p>の熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達の不確かさとして、格納容器モデル（格納容器の熱水力モデル）はHDR 実験解析では区画によって格納容器温度を十数℃程度、格納容器圧力を1割程度高めに評価する傾向を確認しているが、BWR の原子炉格納容器内の区画とは異なる等、実験体系に起因するものと考えられ、実機体系においてはこの解析で確認した不確かさは小さくなるものと推定される。しかし、全体としては格納容器圧力及び温度の傾向を適切に再現できていることから、格納容器圧力及び温度を操作開始の起点としている<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）及び格納容器フィルタベント系によるベント操作</u>に係る運転員等操作時間に与える影響は小さい。また、格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導の不確かさにおいては、CSTF 実験解析により格納容器温度及び非凝縮性ガスの挙動は測定データと良く一致することを確認しており、その差異は小さいことから、格納容器圧力及び温度を操作開始の起点としている<u>格納容器代替スプレイ系（可搬型）及び格納容器フィルタベント系によるベント操作</u>に係る運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2)</p> <p>b. 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>炉心における燃料棒表面熱伝達の不確かさとして、実験解析では熱伝達モデルの保守性により燃料被覆管温度を高めに評価し、有効性評価解析でも燃料被覆管温度を高めに評価することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>炉心における燃料被覆管酸化の不確かさとして、解析コードは燃料被覆管の酸化について、酸化量及び酸化反応に伴う発熱量に保守的な結果を与え、燃料被覆管温度を高めに評価することから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>原子炉格納容器における格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導、気液界面の熱伝達の不確かさとして、格納容器モデル（格納容器の熱水力モデル）はHDR 実験解析では区画によって格納容器温度を十数℃程度、格納容器圧力を1割程度高めに評価する傾向を確認しているが、BWR の格納容器内の区画とは異なる等、実験体系に起因するものと考えられ、実機体系においてはこの解析で確認した不確かさは小さくなるものと推定される。しかし、全体としては格納容器圧力及び温度の傾向を適切に再現できているため、評価項目となるパ</p> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|---|---|
| <p>一タに与える影響は小さい。また、格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導の不確かさにおいては、CSTF実験解析により格納容器温度及び非凝縮性ガスの挙動は測定データと良く一致することを確認していることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>(添付資料 2.1.2)</p> <p>(2) 解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、<u>第2.1.2表</u>に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、解析条件の設定に当たっては、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は<u>約 42kW/m 以下</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇は緩和されるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度約 30GWd/t であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び温度の上昇が遅くなるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>格納容器</u></p> | <p>項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導の不確かさにおいては、CSTF実験解析により<u>格納容器雰囲気温度</u>及び非凝縮性ガスの挙動は測定データと良く一致することを確認していることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>(添付資料 2.1.3)</p> <p>(2) 解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、<u>第2.1-2表</u>に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、解析条件の設定に当たっては、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は<u>約 33kW/m～約 41kW/m</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇は緩和されるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度<u>約 31GWd/t</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び<u>雰囲気温度</u>の上昇が遅くなるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>格納容器体</u></p> | <p>ラメータに与える影響は小さい。また、格納容器各領域間の流動、構造材との熱伝達及び内部熱伝導の不確かさにおいては、CSTF実験解析により<u>格納容器温度</u>及び非凝縮性ガスの挙動は測定データと良く一致することを確認していることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>(添付資料 2.1.2)</p> <p>(2) 解析条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、<u>第2.1.2-1表</u>に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、解析条件の設定に当たっては、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる項目に関する影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は、解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は<u>約 40.6kW/m 以下</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、燃料被覆管温度の上昇は緩和されるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはなく、燃料被覆管温度を操作開始の起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は、解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており、その最確条件は平均的燃焼度<u>約 30GWd/t</u>であり、解析条件の不確かさとして、最確条件とした場合は、解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため、発生する蒸気量は少なくなり、原子炉水位の低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び<u>温度</u>の上昇が遅くなるが、操作手順（速やかに注水手段を準備すること）に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>サプレッション</u></p> | <p>備考</p> <p>・実績値の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉の最確条件を記載。</p> <p>・実績値の相違 【東海第二】 島根 2号炉の最確条件を記載。</p> <p>・整理方針の相違</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|---|--|
| <p>容積（ウェットウェル）の空間部及び液相部，<u>サプレッション・チェンバ・プール水位</u>，格納容器圧力及び格納容器温度は，ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが，事象進展に与える影響は小さいことから，運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については，<u>炉心冷却上厳しくする観点から，事象発生と同時に再循環ポンプがトリップせず原子炉水位低の信号でトリップすることで原子炉水位の低下が早くなるように外部電源がある状態を設定している。なお，外部電源がない場合は非常用ディーゼル発電機により電源が供給されることから，運転員等操作時間に与える影響はない。</u></p> <p>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は，解析条件の不確かさとして，実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性），原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが，注水後の流量調整操作であることから，運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は，解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は<u>約 42kW/m 以下</u>であり，解析条件の不確かさとして，最確条件とした場合は，燃料被覆管温度の上昇は緩和されることから，評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は，解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており，その最確条件は平均的燃焼度約 30GWd/t であり，解析条件の不確かさとして，最確条件とした場合は，解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため，発生する蒸気量は少なくなり，原子炉水位の</p> | <p>積（サプレッション・チェンバ）の空間部及び液相部，<u>サプレッション・プール水位</u>，格納容器圧力並びに<u>格納容器雰囲気温度</u>は，ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが，事象進展に与える影響は小さいことから，運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については，<u>炉心冷却上厳しくする観点から，事象発生と同時に再循環系ポンプがトリップせず原子炉水位異常低下（レベル2）の信号でトリップすることで原子炉水位の低下が早くなるように外部電源がある状態を設定している。なお，外部電源がない場合は非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（以下「非常用ディーゼル発電機等」という。）並びに常設代替交流電源設備により電源が供給され，また，低圧代替注水系（常設）の起動操作時間は，外部電源がない場合も考慮して設定していることから，運転員等操作時間に与える影響はない。</u></p> <p>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は，解析条件の不確かさとして，実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性），原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが，注水後の流量調整操作であることから，運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.3)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は，解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は<u>約 33kW/m～約 41kW/m</u>であり，解析条件の不確かさとして，最確条件とした場合は，燃料被覆管温度の上昇は緩和されることから，評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は，解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており，その最確条件は平均的燃焼度約 31GWd/t であり，解析条件の不確かさとして，最確条件とした場合は，解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため，発生する蒸気量は少なくなり，原子炉水位の低下は緩和さ</p> | <p><u>ョン・プール水位</u>，格納容器圧力及び<u>格納容器温度</u>は，ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが，事象進展に与える影響は小さいことから，運転員等操作時間に与える影響は小さい。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については，<u>対策の成立性，必要燃料量の観点から厳しい外部電源がない状態を設定している。なお，外部電源がある場合は外部電源により電源が供給されるため，低圧原子炉代替注水系（常設）の起動操作時間は早まる可能性があり，原子炉への注水開始時間も早まることから，運転員等操作時間に与える影響も小さい。</u></p> <p>機器条件の<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>は，解析条件の不確かさとして，実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性），原子炉水位の回復は早くなる。冠水後の操作として冠水維持可能な注水量に制御するが，注水後の流量調整操作であることから，運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の最大線出力密度は，解析条件の 44.0kW/m に対して最確条件は<u>約 40.6kW/m 以下</u>であり，解析条件の不確かさとして，最確条件とした場合は，燃料被覆管温度の上昇は緩和されることから，評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期条件の原子炉停止後の崩壊熱は，解析条件の燃焼度 33GWd/t に対応したものとしており，その最確条件は平均的燃焼度約 30GWd/t であり，解析条件の不確かさとして，最確条件とした場合は，解析条件で設定している崩壊熱よりも小さくなるため，発生する蒸気量は少なくなり，原子炉水位の低下は緩和さ</p> | <p>【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2号炉は，サプレッション・チェンバの空間部及び液相部のゆらぎを，サプレッション・プール水位のゆらぎで代表させていることから，記載していない。</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2号炉は，SA 事象を鑑みて，外部電源の喪失を仮定している。</p> <p>・実績値の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】 島根 2号炉の最確条件を記載。</p> <p>・実績値の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2号炉の最確条件</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|---|--|
| <p>低下は緩和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び温度の上昇は遅くなるが、格納容器圧力及び温度の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>格納容器容積（ウェットウェル）の空間部及び液相部、サプレッション・チェンバ・プール水位</u>、格納容器圧力及び格納容器温度は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、事象進展に与える影響は小さいことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については、<u>炉心冷却上厳しくする観点から、事象発生と同時に再循環ポンプがトリップせず原子炉水位低の信号でトリップすることで原子炉水位の低下が早くなるように外部電源がある状態を設定している。仮に事象発生とともに外部電源喪失が発生する場合は、外部電源喪失と同時に再循環ポンプがトリップするため、原子炉水位の低下が遅くなり、炉心露出時間も短くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。なお、外部電源がない場合は非常用ディーゼル発電機により電源が供給される。</u></p> <p>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復が早くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。 (添付資料 2.1.2)</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> | <p>れ、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び<u>雰囲気温度</u>の上昇は遅くなるが、格納容器圧力及び<u>雰囲気温度</u>の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>格納容器体積（サプレッション・チェンバ）の空間部及び液相部、サプレッション・プール水位</u>、格納容器圧力並びに<u>格納容器雰囲気温度</u>は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、事象進展に与える影響は小さいことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については、<u>炉心冷却上厳しくする観点から、事象発生と同時に再循環系ポンプがトリップせず原子炉水位異常低下（レベル2）の信号でトリップすることで原子炉水位の低下が早くなるように外部電源がある状態を設定している。仮に事象発生とともに外部電源喪失が発生する場合は、外部電源喪失と同時に再循環系ポンプがトリップするため、原子炉水位の低下が遅くなり、炉心露出時間も短くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。なお、外部電源がない場合は非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備により電源が供給される。</u></p> <p>機器条件の<u>低圧代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復が早くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。 (添付資料 2.1.3)</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> | <p>和され、また、炉心露出後の燃料被覆管温度の上昇は緩和され、それに伴う原子炉冷却材の放出も少なくなることから、格納容器圧力及び<u>温度</u>の上昇は遅くなるが、格納容器圧力及び<u>温度</u>の上昇は格納容器ベントにより抑制されることから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>初期条件の原子炉圧力、原子炉水位、炉心流量、<u>サプレッション・プール水位</u>、格納容器圧力及び<u>格納容器温度</u>は、ゆらぎにより解析条件に対して変動を与え得るが、事象進展に与える影響は小さいことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>事故条件の外部電源の有無については、<u>対策の成立性、必要燃料量の観点から厳しい外部電源がない状態を設定しているが、炉心冷却上厳しくする観点から、事象発生と同時に再循環ポンプがトリップせず原子炉水位低（レベル2）の信号でトリップすることで原子炉水位の低下が早くなるように外部電源がある状態を包含する条件を設定している。仮に事象発生と同時に再循環ポンプがトリップする条件を設定した場合は、原子炉水位の低下が遅くなり、炉心露出時間も短くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</u></p> <p>機器条件の<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>は、解析条件の不確かさとして、実際の注水量が解析より多い場合（注水特性（設計値）の保守性）、原子炉水位の回復が早くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。 (添付資料 2.1.2)</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作の不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> | <p>を記載。</p> <p>・整理方針の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、サプレッション・チェンバの空間部及び液相部のゆらぎを、サプレッション・プール水位のゆらぎで代表させていることから、記載していない。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、SA事象を鑑みて、外部電源の喪失を仮定している。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|--|---|
| <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む)は、解析上の操作開始時間として事象発生から約14分後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、高圧・低圧注水機能喪失の認知に係る確認時間及び低圧代替注水系(常設)による原子炉注水準備の操作時間は、時間余裕を含めて設定していることから、その後に行う原子炉急速減圧の操作開始時間は解析上の設定よりも若干早まる可能性があり、原子炉への注水開始時間も早まることから、運転員等操作時間に与える影響も小さい。</p> <p>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力0.18MPa [gage] 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>実態の運転操作においては、原子炉注水を優先するため、原子炉水位高(レベル8)到達後に低圧代替注水系(常設)から代替格納容器スプレイ冷却系(常設)へ切り替えることとしており、原子炉注水の状況により格納容器スプレイの操作開始は格納容器圧力0.18MPa [gage] 付近となるが、操作開始時間に与える影響は小さいことから、運転員等操作時間に与える影響も小さい。当該操作は、解析コード及び解析条件(操作条件を除く)の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、原子炉注水との切替え操作であるため、他の操作との重複もないことから、他の操作に与える影響はない。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力0.31MPa [gage] 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>実態の運転操作においては、炉心損傷前の格納容器ベントの操作実施基準(格納容器圧力0.31MPa [gage])に到達するのは、事象発生の約17時間後であり、格納容器ベントの準備操作は格納容器圧力の上昇傾向を監視しながらあらかじめ実施可能である。また、格納容器ベントの操作時間は時間余裕を含めて設定していることから、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間に与える影響は小さいことから、運転員等操作時間に与</u></p> | <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む)は、解析上の操作開始時間として事象発生から25分後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、高圧・低圧注水機能喪失の認知に係る確認時間、<u>低圧代替注水系(常設)による原子炉注水準備の操作時間及び逃がし安全弁の操作時間は、時間余裕を含めて設定していることから、原子炉急速減圧の操作開始時間は解析上の設定よりも若干早まる可能性があるが、状況判断から原子炉減圧操作までは一連の操作として実施し、同一の運転員による並列操作はなく、運転員等操作時間に与える影響も小さい。</u></p> <p>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による格納容器冷却操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力0.279MPa [gage] 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>常設低圧代替注水系ポンプ2台により格納容器スプレイと原子炉注水を同時に実施可能な流量が確保されており、また、並列して実施する場合がある操作は同一の制御盤による実施が可能であるため、不確かさ要因により操作開始時間に与える影響は小さく、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間に与える影響は小さいことから、運転員等操作時間に与える影響も小さい。当該操作は、解析コード及び解析条件(操作条件を除く)の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、並列して実施する場合がある低圧代替注水系(常設)による原子炉注水とは同一の制御盤により実施可能であることから、他の操作に与える影響はない。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力0.31MPa [gage] 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>実態の運転操作においては、炉心損傷前の格納容器ベントの操作実施基準(格納容器圧力0.31MPa [gage])に到達するのは、事象発生の約28時間後であり、格納容器ベントの準備操作はサブプレッション・プール水位の上昇傾向を監視しながらあらかじめ実施可能である。また、当該操作は中央制御室からの遠隔操作により実施可能であることから、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間に与える影響は小さいことから、運転員等操作時間に与える影響も小さい。ただ</u></p> | <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作開始)は、解析上の操作開始時間として事象発生から30分後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、高圧・低圧注水機能喪失の認知に係る確認時間及び低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉注水準備の操作時間は、時間余裕を含めて設定していることから、<u>その後に行う原子炉急速減圧の操作開始時間は解析上の設定よりも早まる可能性があり、原子炉への注水開始時間も早まることから、運転員等操作時間に与える影響も小さい。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による原子炉格納容器冷却操作は、解析上の操作開始時間として格納容器圧力が384kPa [gage] 到達時を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>格納容器圧力の上昇は緩慢であり、継続監視していることから、操作開始の起点である格納容器圧力384kPa [gage] 到達時点で速やかに操作を実施可能であり、操作開始時間に与える影響は小さいことから、運転員等操作開始時間に与える影響は小さい。当該操作は、解析コード及び解析条件(操作条件を除く)の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室の運転員とは別に現場操作を行う要員を配置しており、他の操作との重複もないことから、他の操作に与える影響はない。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱操作は、解析上の操作開始時間としてサブプレッション・プール水位が通常水位+約1.3mに到達から10分後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、<u>実態の運転操作においては、炉心損傷前の格納容器ベントの操作実施基準(サブプレッション・プール水位が通常水位+約1.3m)に到達するのは、事象発生の約30時間後であり、格納容器ベントの準備操作は格納容器圧力の上昇傾向を監視しながらあらかじめ実施可能である。また、格納容器ベントの操作時間は時間余裕を含めて設定していることから、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であり、操作開始時間に与える影響は小さいこと</u></p> | <p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】注水設備の準備時間の相違。 ・設備設計の相違 【柏崎6/7, 東海第二】型式の相違による格納容器スプレイ実施基準の相違。 ・運用の相違 【柏崎6/7, 東海第二】島根2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。 ・解析条件の相違 【柏崎6/7, 東海第二】島根2号炉は、有効性評価の格納容器ベント実施に係る条件として、実運用と同じ想定としている。 ・解析結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 ・運用の相違 |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|--|--|
| <p>える影響も小さい。ただし、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>20分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性があるが、原子炉格納容器の限界圧力は <u>0.62MPa [gage]</u> であることから、原子炉格納容器の健全性という点では問題とはならない。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、他の操作との重複もないことから、他の操作に与える影響はない。なお、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合においても、現場操作にて対応することから、他の操作に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>操作条件の<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む)は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間は解析上の設定よりも早くなる可能性があり、その場合には燃料被覆管温度は解析結果よりも低くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却操作は、運転員等操作時間に与える影響として、<u>原子炉注水の状況により格納容器スプレイの操作開始は格納容器圧力 0.18MPa [gage] 付近となるが、格納容器圧力の上昇は緩やかであり、格納容器スプレイの開始時間が早くなる場合、遅くなる場合のいずれにおいても、事象進展はほぼ変わらないことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。仮に、格</p> | <p>し、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>約 75分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性があるが、<u>格納容器の限界圧力は 0.62MPa [gage]</u> であることから、<u>格納容器の健全性</u>という点では問題とはならない。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く。）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、<u>並列して実施する場合がある操作とは同一の制御盤により実施可能である</u>ことから、他の操作に与える影響はない。なお、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合においても、現場操作にて対応することから、他の操作に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.3)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>操作条件の<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む)は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間は解析上の設定よりも早くなる可能性があり、その場合には燃料被覆管温度は解析結果よりも低くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>操作条件の<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による格納容器冷却操作は、運転員等操作時間に与える影響として、<u>常設低圧代替注水系ポンプ2台により格納容器スプレイと原子炉注水を同時に実施可能な流量が確保されており、また、並列して実施する場合がある操作は同一の制御盤による実施が可能であるため、不確かさ要因により操作開始時間に与える影響は小さく、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。仮に、格納容器ベント実</p> | <p>から、運転員等操作時間に与える影響も小さい。ただし、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>90分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性があるが、<u>原子炉格納容器の限界圧力は 853kPa [gage]</u> であることから、<u>原子炉格納容器の健全性</u>という点では問題とはならない。当該操作は、解析コード及び解析条件（操作条件を除く。）の不確かさにより操作開始時間は遅れる可能性があるが、中央制御室で行う操作であり、<u>他の操作との重複もない</u>ことから、他の操作に与える影響はない。なお、格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合においても、現場操作にて対応することから、他の操作に与える影響はない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2)</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>操作条件の<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作開始)は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間は解析上の設定よりも早くなる可能性があり、その場合には燃料被覆管温度は解析結果よりも低くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>操作条件の<u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による原子炉格納容器冷却操作は、運転員等操作時間に与える影響として、<u>格納容器圧力の上昇は緩慢であり、継続監視していることから、操作開始の起点である格納容器圧力 384kPa [gage] 到達時点で速やかに操作を実施可能であり、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</u></p> <p>操作条件の<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱操作は、運転員等操作時間に与える影響として、実態の操作開始時間は解析上の設定とほぼ同等であることから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。仮に、格納容器ベ</p> | <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、格納容器ベントの準備操作を格納容器圧力基準で実施することとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用の相違 <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>現場操作時間の相違。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備設計の相違 <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉 (Mark-I 改) と柏崎6/7 (ABWR), 東海第二 (Mark-II) の最高使用圧力の相違。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用の相違 <p>【東海第二】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用の相違 <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|--|---|
| <p>格納容器ベント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>約 20 分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性がある。格納容器ベント操作開始時間が遅くなった場合、格納容器圧力は <u>0.31MPa [gage]</u> より若干上昇するため、評価項目となるパラメータに影響を与えるが、原子炉格納容器の限界圧力は <u>0.62MPa [gage]</u> であることから、原子炉格納容器の健全性という点では問題とはならない。 <u>(添付資料 2.1.2)</u></p> <p>(3) 操作時間余裕の把握</p> <p>操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。</p> <p>操作条件の<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む。)については、<u>高圧・低圧注水機能喪失及び給水流量の全喪失を想定することから安全機能の喪失状態が同じであり、原子炉減圧操作も同じ 25 分であるが、原子炉水位低下の観点では本重要事故シーケンスより厳しい「2.6 LOCA時注水機能喪失」において、操作開始時間の 10 分程度の時間遅れまでに低圧代替注水系(常設)による注水が開始できれば、燃料被覆管の破裂及び炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。</u></p> <p>また、格納容器ベント時の<u>非居住区域境界及び敷地境界</u>での実効線量は燃料被覆管の破裂が発生しないことから「2.1.2 炉心損傷防止対策の有効性評価 (3)有効性評価の結果」と同等となり、5mSv を下回る。</p> <p>第 2.1.22 図から第 2.1.24 図に示すとおり、操作条件の<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作については、事象発生から<u>約 19 分後(操作開始時間 5 分程度の遅れ)までに低圧代替注水系(常設)による注水が開始できれば、燃料被覆管の最高温度は約 944℃となり 1,200℃以下となることから、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。</u></p> <p>また、<u>ウェットウェルのベントラインを經由した格納容器圧</u></p> | <p>施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>約 75 分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性がある。格納容器ベント操作開始時間が遅くなった場合、格納容器圧力は <u>0.31MPa [gage]</u> より若干上昇するため、評価項目となるパラメータに影響を与えるが、<u>格納容器の限界圧力は 0.62MPa [gage]</u> であることから、<u>格納容器の健全性</u>という点では問題とはならない。 <u>(添付資料 2.1.3)</u></p> <p>(3) 操作時間余裕の把握</p> <p>操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。</p> <p>操作条件の<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む。)については、<u>高圧・低圧注水機能喪失及び給水流量の全喪失を想定することから安全機能の喪失状態が同じであり、原子炉減圧操作も同じ 25 分であるが、原子炉水位低下の観点では本重要事故シーケンスより厳しい「2.6 LOCA時注水機能喪失」において、操作開始時間の 10 分程度の時間遅れまでに低圧代替注水系(常設)による注水が開始できれば、燃料被覆管の破裂及び炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。</u></p> <p>また、格納容器ベント時の<u>非居住区域境界及び敷地境界</u>での実効線量は燃料被覆管の破裂が発生しないことから「2.1.2(3)有効性評価の結果」と同等となり、5mSv を下回る。</p> <p>また、<u>格納容器ベント時の非居住区域境界での実効線量は約</u></p> | <p>ント実施時に遠隔操作に失敗した場合は、現場操作にて対応するため、<u>90 分程度</u>操作開始時間が遅れる可能性がある。格納容器ベント操作開始時間が遅くなった場合、格納容器圧力は <u>384kPa[gage]</u>より若干上昇するため、評価項目となるパラメータに影響を与えるが、<u>原子炉格納容器の限界圧力は 853kPa[gage]</u>であることから、<u>原子炉格納容器の健全性</u>という点では問題とはならない。 <u>(添付資料 2.1.2)</u></p> <p>(3) 操作時間余裕の把握</p> <p>操作開始時間の遅れによる影響度合いを把握する観点から、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し、その結果を以下に示す。</p> <p>操作条件の<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水操作(原子炉急速減圧操作を含む。)については、<u>事象発生から 50 分後(操作開始時間 20 分程度の遅れ)までに低圧原子炉代替注水系(常設)による注水のための原子炉減圧が開始できれば、燃料被覆管の破裂及び炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。</u></p> <p>格納容器ベント時の敷地境界での実効線量は燃料被覆管の破裂が発生しないことから、「2.1.2(3)有効性評価の結果」と同等となり、5mSv を下回る。</p> <p>また、<u>第 2.1.3-1(1)図から第 2.1.3-1(3)図に示すとおり、事象発生から 60 分後(操作開始時間 30 分程度の遅れ)までに低圧原子炉代替注水系(常設)による注水のための原子炉減圧が開始できれば、一部の燃料被覆管に破裂が発生するが、燃料被覆管の最高温度は約 902℃となり 1,200℃以下となることから、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足する。</u></p> <p><u>サプレッション・チェンバのベントラインを經由した格納容器</u></p> | <p>・運用の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 現場操作時間の相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉 (Mark-I 改) と柏崎 6/7 (ABWR), 東海第二 (Mark-II) の最高使用圧力の相違。</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】 評価を実施するシナリオの相違。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|---|---|
| <p>力逃がし装置による格納容器ベント時の敷地境界線量は約 $4.3 \times 10^{-2} \text{mSv}$、ドライウエルのベントラインを経由した耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の敷地境界線量は約 1.4mSv であり、5mSv を下回る。事象発生から約 24 分後（操作開始時間 10 分程度の遅れ）では、炉心の著しい損傷は発生せず、評価項目を満足することから時間余裕がある。また、ウェットウエルのベントラインを経由した格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント時の敷地境界線量は約 1.3mSv となり、また、ドライウエルのベントラインを経由した耐圧強化ベント系による格納容器ベント時の敷地境界線量は約 36mSv であり、5mSv を超える。この場合、格納容器内雰囲気放射線レベル計（CAMS）により炉心損傷の判断を行い、格納容器圧力 0.62MPa [gage] に至るまでに格納容器ベントすることとなることから、重大事故での対策の範囲となる。</p> <p>操作条件の代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器冷却操作については、格納容器スプレイ開始までの時間は事象発生から約 10 時間あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>操作条件の格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱操作については、格納容器ベント開始までの時間は事象発生から約 17 時間あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>また、遠隔操作の失敗により、格納容器ベント操作開始時間が遅れる場合においても、格納容器圧力は 0.31MPa [gage] から上昇するが、格納容器圧力の上昇は緩やかであるため、原子炉格納容器の限界圧力 0.62MPa [gage] に至るまでの時間は、過圧の観点で厳しい「3.1 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」においても事象発生約 38 時間後であり、約 20 時間以上の準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2, 2.1.3)</p> | <p>4.4mSv、敷地境界での実効線量は約 4.4mSv であり、5mSv を下回る。</p> <p>操作条件の代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器冷却操作については、格納容器スプレイ開始までの時間は事象発生から約 14 時間あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>操作条件の格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作については、格納容器ベント開始までの時間は事象発生から約 28 時間あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>また、遠隔操作の失敗により、格納容器ベント操作開始時間が遅れる場合においても、格納容器圧力は 0.31MPa [gage] から上昇するが、格納容器圧力の上昇は緩やかであるため、格納容器の限界圧力 0.62MPa [gage] に至るまでの時間は、格納容器スプレイを停止した時点の格納容器圧力約 0.247MPa [gage] から 0.31MPa [gage] 到達までの時間が約 1 時間であることを考慮すると、0.31MPa [gage] から 0.62MPa [gage] に到達するまでに 5 時間程度の準備時間が確保でき、現場操作に要する時間は 75 分程度であることから、時間余裕がある。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.3, 2.1.7, 2.6.7)</p> | <p>フィルタベント系による格納容器ベント時の敷地境界での実効線量は約 $4.8 \times 10^{-2} \text{mSv}$ であり 5mSv を下回る。</p> <p>操作条件の格納容器代替スプレイ系（可搬型）による原子炉格納容器冷却操作については、格納容器スプレイ開始までの時間は事象発生から約 22 時間あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>操作条件の格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱操作については、格納容器ベント開始までの時間は事象発生から約 30 時間あり、準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p>また、遠隔操作の失敗により、格納容器ベント操作開始時間が遅れる場合においても、格納容器圧力は 384kPa [gage] から上昇するが、格納容器圧力の上昇は緩やかであるため、原子炉格納容器の限界圧力 853kPa [gage] に至るまでの時間は、過圧の観点で厳しい「3.1 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」においても事象発生約 35 時間後であり、約 5 時間の準備時間が確保できることから、時間余裕がある。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 2.1.2, 2.1.3, 3.1.3.8)</p> | <p>・評価結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉（Mark-I 改）と柏崎 6/7（ABWR）、東海第二（Mark-II）の最高使用圧力の相違。</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・記載方針の相違 【東海第二】 東海第二は、2Pd 到達時間と現場に要する時間の比較を実施。</p> |

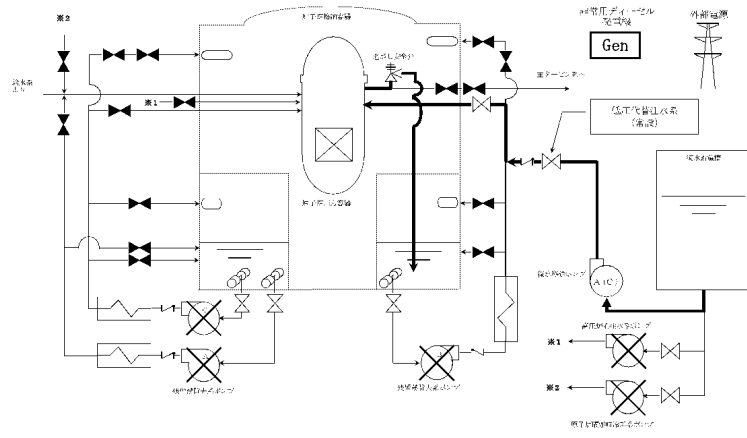
| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|--|---|
| <p>(4) まとめ</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、解析コード及び解析条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>2.1.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」において、<u>6号及び7号炉同時の重大事故等対策時における事象発生10時間までに必要な要員は、「2.1.1(3) 炉心損傷防止対策」に示すとおり24名である。「6.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している運転員及び緊急時対策要員等の72名で対処可能である。</u></p> <p>また、<u>事象発生10時間以降に必要な参集要員は20名であり、発電所構外から10時間以内に参集可能な要員の106名で確保可能である。</u></p> | <p>(4) まとめ</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、解析コード及び解析条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>2.1.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」において、<u>重大事故等対策時における事象発生2時間までに必要な要員は、「2.1.1(3) 炉心損傷防止対策」に示すとおり18名である。「6.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している災害対策要員(初動)の39名で対処可能である。</u></p> <p>また、<u>事象発生2時間以降に必要な参集要員は5名であり、発電所構外から2時間以内に参集可能な要員の72名で確保可能である。</u></p> | <p>(4) まとめ</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を確認した。その結果、解析コード及び解析条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。このほか、評価項目となるパラメータに対して、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間には時間余裕がある。</p> <p>2.1.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」において、<u>重大事故等対策時における必要な要員は、「2.1.1(3) 炉心損傷防止対策」に示すとおり28名である。「6.2 重大事故等対策時に必要な要員の評価結果」で説明している運転員、緊急時対策要員等の45名で対処可能である。</u></p> | <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】</p> <p>島根2号炉は、要員の参集に期待せずとも必要な作業を常駐要員により実施可能である。</p> <p>・運用及び設備設計の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】</p> <p>プラント基数，設備設計及び運用の違いにより必要要員数は異なるが，タイムチャートにより要員の充足性を確認している。なお，これら要員28名は夜間・休日を含め発電所に常駐している要員である。</p> <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎6/7，東海第二】</p> <p>島根2号炉は、要員の参集に期待せずとも必要な作業を常駐要員により実施可能である。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|---|---|
| <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」において、必要な水源、燃料及び電源は、「6.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）による原子炉注水及び代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器スプレイについては、7日間の対応を考慮すると、号炉あたり合計約 5,300m³の水が必要となる。6号及び7号炉の同時被災を考慮すると、合計約 10,600m³の水が必要である。水源として、各号炉の復水貯蔵槽に約 1,700m³及び淡水貯水池に約 18,000m³の水を保有している。</u></p> <p>これにより、6号及び7号炉の同時被災を考慮しても、必要な水源は確保可能である。また、事象発生 <u>12時間以降に淡水貯水池の水を、可搬型代替注水ポンプ（A-2級）により復水貯蔵槽へ給水することで、復水貯蔵槽を枯渇させることなく復水貯蔵槽を水源とした7日間の注水継続実施が可能となる。</u></p> <p><u>ここで、復水貯蔵槽への補給の開始を事象発生12時間後としているが、これは、可搬型設備を事象発生から12時間以内に使用できなかった場合においても、その他の設備にて重大事故等に対応できるよう設定しているものである。</u></p> <p><u>なお、外部電源喪失を想定した場合でも同様の対応である。</u> (添付資料2.1.4)</p> <p>b. 燃料</p> <p><u>可搬型代替注水ポンプ（A-2級）による復水貯蔵槽への給水については、保守的に事象発生直後からの可搬型代替注水ポンプ（A-2級）の運転を想定すると、7日間の運転継続に号炉あたり約 15kLの軽油が必要となる。本重要事故シーケンスの評価では外部電源の喪失は想定していないが、仮に外部電源が喪失して非常用ディーゼル発電機による電源供給を想定し、事象発生</u></p> | <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」において、必要な水源、燃料及び電源は、「6.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p><u>低圧代替注水系（常設）による原子炉注水及び代替格納容器スプレイ冷却系（常設）による格納容器スプレイについては、7日間の対応を考慮すると、合計約 5,350m³の水が必要である。水源として、代替淡水貯槽に約 4,300m³及び西側淡水貯水設備に約 4,300m³の水を保有している。</u></p> <p>これにより、必要な水源は確保可能である。また、<u>西側淡水貯水設備の水を可搬型代替注水中型ポンプにより代替淡水貯槽へ給水することで、代替淡水貯槽を枯渇させることなく、代替淡水貯槽を水源とした7日間の注水継続実施が可能である。</u></p> <p><u>なお、外部電源喪失を想定した場合でも同様の対応である。</u> (添付資料2.1.4)</p> <p>b. 燃料</p> <p><u>可搬型代替注水中型ポンプ（1台）による代替淡水貯槽への給水については、保守的に事象発生直後からの可搬型代替注水中型ポンプ（1台）の運転を想定すると、7日間の運転継続に約 6.0kLの軽油が必要となる。</u></p> <p><u>可搬型設備用軽油タンクにて約 210kLの軽油を保有しており、この使用が可能であることから、可搬型代替注水中型ポン</u></p> | <p>(2) 必要な資源の評価</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」において、必要な水源、燃料及び電源は、「6.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源</p> <p><u>低圧原子炉代替注水系（常設）による原子炉注水及び格納容器代替スプレイ系（可搬型）による格納容器スプレイについては、7日間の対応を考慮すると、合計約 3,600m³の水が必要となる。水源として、低圧原子炉代替注水槽に約 740m³及び輪谷貯水槽（西1/西2）に約 7,000m³の水を保有している。</u></p> <p>これにより、必要な水源は確保可能である。また、<u>事象発生2時間30分以降に輪谷貯水槽（西1/西2）の水を、大量送水車により低圧原子炉代替注水槽へ給水することで、低圧原子炉代替注水槽を枯渇させることなく低圧原子炉代替注水槽を水源とした7日間の注水継続実施が可能となる。</u> (添付資料2.1.4)</p> <p>b. 燃料</p> <p><u>常設代替交流電源設備による電源供給については、保守的に事象発生直後から最大負荷での運転を想定すると、7日間の運転継続に約 352m³の軽油が必要となる。ガスタービン発電機用軽油タンクにて約 450m³の軽油を保有しており、この使用が可能であることから常設代替交流電源設備による電源供給について、7日間の運転継続が可能である。</u></p> | <p>・運用の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。</p> <p>・水量評価結果の相違 【柏崎6/7，東海第二】</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、事象発生後から必要な可搬型設備を準備し、使用することを想定。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は、SA事象を鑑みて、外部電源の喪失を仮定している。</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は、SA事象を鑑みて、外部電源の喪失を仮定している。</p> |

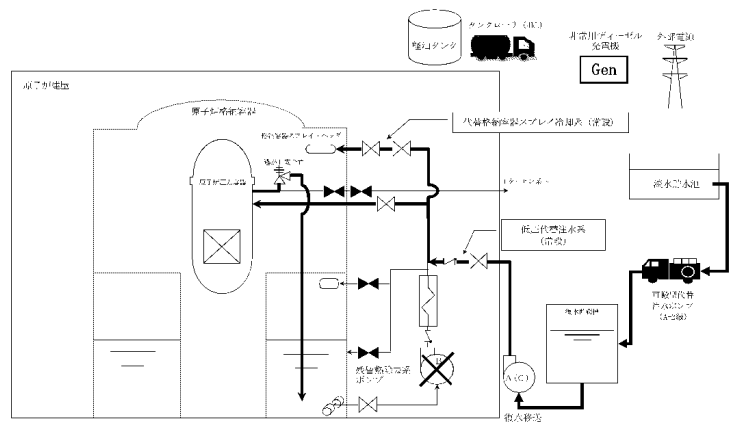
| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|--|---|---|
| <p>後7日間非常用ディーゼル発電機を最大負荷で運転した場合、<u>5号炉あたり約753kLの軽油が必要となる。5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に合計約13kLの軽油が必要となる(6号及び7号炉合計約1,549kL)。</u></p> <p>6号及び7号炉の各軽油タンクにて約1,020kL(6号及び7号炉合計約2,040kL)の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、<u>可搬型代替注水ポンプ(A-2級)による復水貯蔵槽への給水、非常用ディーゼル発電機による電源供給、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備による電源供給及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。</u></p> <p style="text-align: right;">(添付資料2.1.5)</p> <p>c. 電源</p> <p><u>本重要事故シーケンスの評価では外部電源の喪失は想定していないが、仮に外部電源が喪失して非常用ディーゼル発電機による電源供給を想定した場合においても、6号及び7号炉において重大事故等対策時に必要な負荷は、各号炉の非常用ディーゼル発電機負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給が可能である。</u></p> | <p><u>プ(1台)による代替淡水貯槽への給水について、7日間の継続が可能である。本重要事故シーケンスの評価では外部電源の喪失は想定していないが、仮に外部電源が喪失して非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備(常設代替高圧電源装置2台)による電源供給を想定し、事象発生後7日間これらを最大負荷で運転した場合、合計約755.5kLの軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクにて約800kLの軽油を保有しており、この使用が可能であることから、非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備(常設代替高圧電源装置2台)による電源供給について、7日間の継続が可能である。緊急時対策所用発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に約70.0kLの軽油が必要となる。緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンクにて約75kLの軽油を保有しており、この使用が可能であることから、緊急時対策所用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。</u></p> <p style="text-align: right;">(添付資料2.1.5)</p> <p>c. 電源</p> <p><u>本重要事故シーケンスの評価では外部電源の喪失は想定していないが、仮に外部電源が喪失して非常用ディーゼル発電機等による電源供給を想定した場合においても、重大事故等対策時に必要な負荷は、非常用ディーゼル発電機等の負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機等による電源供給が可能である。</u></p> <p>常設代替交流電源設備の電源負荷については、重大事故等対策時に必要な負荷として、<u>約1,141kW</u>必要となるが、常設代替交流電源設備(常設代替高圧電源装置2台)の連続定格容量は<u>約2,208kW</u>であり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> | <p>非常用ディーゼル発電機等による電源供給については、<u>保守的に事象発生後7日間非常用ディーゼル発電機等を最大負荷で運転した場合、運転継続に約700m³の軽油が必要となる。大量送水車による低圧原子炉代替注水槽への給水及び格納容器スプレイについては、保守的に事象発生直後からの大量送水車の運転を想定すると、7日間の運転継続に約12m³の軽油が必要となる。合計約712m³の軽油が必要となる。非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク(以下「非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等」という。)にて約730m³の軽油を保有しており、この使用が可能であることから非常用ディーゼル発電機等による電源供給、<u>大量送水車による低圧原子炉代替注水槽への給水及び格納容器スプレイについて、7日間の運転継続が可能である。</u></u></p> <p>緊急時対策所用発電機による電源供給については、<u>保守的に事象発生直後から最大負荷での運転を想定すると、7日間の運転継続に約8m³の軽油が必要となる。緊急時対策所用燃料地下タンクにて約45m³の軽油を保有しており、この使用が可能であることから、緊急時対策所用発電機による電源供給について、7日間の運転継続が可能である。</u></p> <p style="text-align: right;">(添付資料2.1.5)</p> <p>c. 電源</p> <p><u>外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機等及び常設代替交流電源設備によって給電を行うものとする。重大事故等対策時に必要な負荷は、非常用ディーゼル発電機等の負荷に含まれることから、非常用ディーゼル発電機等による電源供給が可能である。</u></p> <p>常設代替交流電源設備の電源負荷については、重大事故等対策に必要な負荷として、<u>約354kW</u>必要となるが、常設代替交流電源設備は連続定格容量が<u>約4,800kW</u>であり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> | <p>・設備設計の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、モニタリングポストの電源は非常用交流電源設備又は常設代替交流電源設備の電源負荷に含まれる。</p> <p>・燃料評価結果の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・設備設計の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、緊急時対策所用発電機用の燃料タンクを有している。また、モニタリングポストは非常用交流電源設備又は常設代替交流電源設備による電源供給が可能である。</p> <p>・解析条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉は、SA事象を考慮して、外部電源の喪失を想定している。</p> <p>・設備設計の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機もある。</p> <p>・電源設備容量の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>常設代替電源設備から電源供給する負荷が異なる</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|--|--|
| <p>また、<u>5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備及びモニタリング・ポスト用発電機</u>についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>2.1.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」では、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することで、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に対する炉心損傷防止対策としては、初期の対策として<u>低圧代替注水系(常設)</u>及び逃がし安全弁による原子炉注水手段、安定状態に向けた対策として<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却手段及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」の重要事故シーケンス「<u>過渡事象(給水流量の全喪失)+高圧注水失敗+低圧注水失敗</u>」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、逃がし安全弁による原子炉減圧、<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水、<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による原子炉格納容器冷却、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱を実施することにより、炉心損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料被覆管温度及び酸化量、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度は、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>なお、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>の使用による敷地境界での実効線量は、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさについて確認した結果、</p> | <p>また、緊急時対策所用発電機についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>(添付資料 2.1.6)</p> <p>2.1.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」では、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することで、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に対する炉心損傷防止対策としては、初期の対策として<u>低圧代替注水系(常設)</u>及び逃がし安全弁(<u>自動減圧機能</u>)による原子炉注水手段、安定状態に向けた対策として<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による格納容器冷却手段及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」の重要事故シーケンス「<u>過渡事象(給水流量の全喪失)+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、逃がし安全弁(<u>自動減圧機能</u>)による原子炉減圧、<u>低圧代替注水系(常設)</u>による原子炉注水、<u>代替格納容器スプレイ冷却系(常設)</u>による格納容器冷却及び<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による格納容器除熱を実施することにより、炉心損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料被覆管温度及び酸化量、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力、<u>格納容器バウンダリ</u>にかかる圧力及び温度は、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>なお、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>の使用による非居住区域境界及び敷地境界での実効線量は、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさについて確認した結果、</p> | <p>また、緊急時対策所用発電機についても、必要負荷に対しての電源供給が可能である。</p> <p>(添付資料 2.1.6)</p> <p>2.1.5 結論</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」では、高圧注水機能が喪失し、原子炉減圧には成功するが、低圧注水機能が喪失することで、原子炉水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷に至ることが特徴である。事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に対する炉心損傷防止対策としては、初期の対策として<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>及び逃がし安全弁(<u>自動減圧機能付き</u>)による原子炉注水手段、安定状態に向けた対策として<u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による原子炉格納容器冷却手段及び<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱手段を整備している。</p> <p>事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」の重要事故シーケンス「<u>過渡事象+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗</u>」について有効性評価を行った。</p> <p>上記の場合においても、逃がし安全弁(<u>自動減圧機能付き</u>)による原子炉減圧、<u>低圧原子炉代替注水系(常設)</u>による原子炉注水、<u>格納容器代替スプレイ系(可搬型)</u>による原子炉格納容器冷却及び<u>格納容器フィルタベント系</u>による原子炉格納容器除熱を実施することにより、炉心損傷することはない。</p> <p>その結果、燃料被覆管温度及び酸化量、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力、<u>原子炉格納容器バウンダリ</u>にかかる圧力及び温度は、評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>なお、<u>格納容器フィルタベント系</u>の使用による敷地境界での実効線量は、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>解析コード及び解析条件の不確かさについて確認した結果、</p> | <p>る。なお、柏崎 6/7 は必要負荷について外部電源で電源供給を行う。</p> <p>・設備設計の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉は、モニタリングポストの電源は非常用交流電源設備又は常設代替交流電源設備の電源負荷に含まれる。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|---|----|
| <p>運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び緊急時対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁による原子炉注水、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による原子炉格納容器除熱等の炉心損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に対して有効である。</p> | <p>運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、<u>災害対策要員</u>にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、<u>低圧代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（<u>自動減圧機能</u>）による原子炉注水、<u>格納容器圧力逃がし装置等</u>による<u>格納容器除熱等</u>の炉心損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に対して有効である。</p> | <p>運転員等操作時間に与える影響及び評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。また、対策の有効性が確認できる範囲内において、操作時間余裕について確認した結果、操作が遅れた場合でも一定の余裕がある。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、<u>運転員及び緊急時対策要員</u>にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>及び逃がし安全弁（<u>自動減圧機能付き</u>）による原子炉注水、<u>格納容器フィルタベント系</u>による<u>原子炉格納容器除熱等</u>の炉心損傷防止対策は、選定した重要事故シーケンスに対して有効であることが確認でき、事故シーケンスグループ「高圧・低圧注水機能喪失」に対して有効である。</p> | |

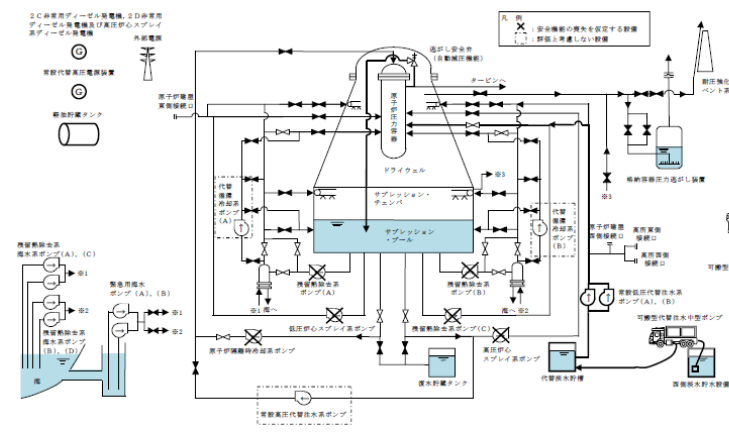


第 2.1.1 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (1/3) (原子炉急速減圧及び原子炉注水)

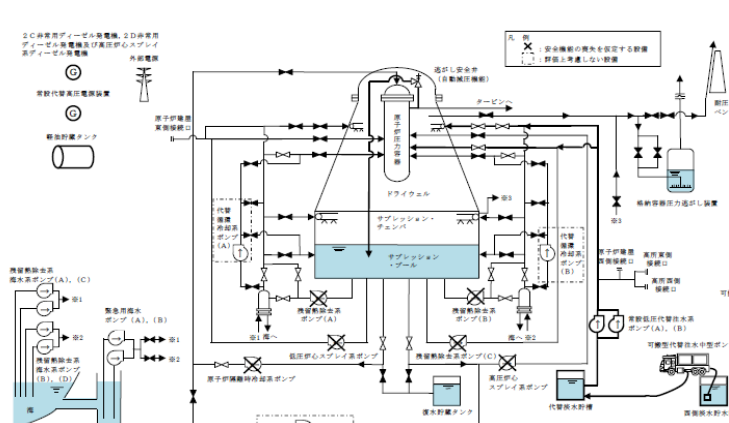


※低圧代替注水系(常設)と代替格納容器スプレィ冷却系(常設)は、同じ復水移送ポンプを用いて弁の切替えにより実施する。

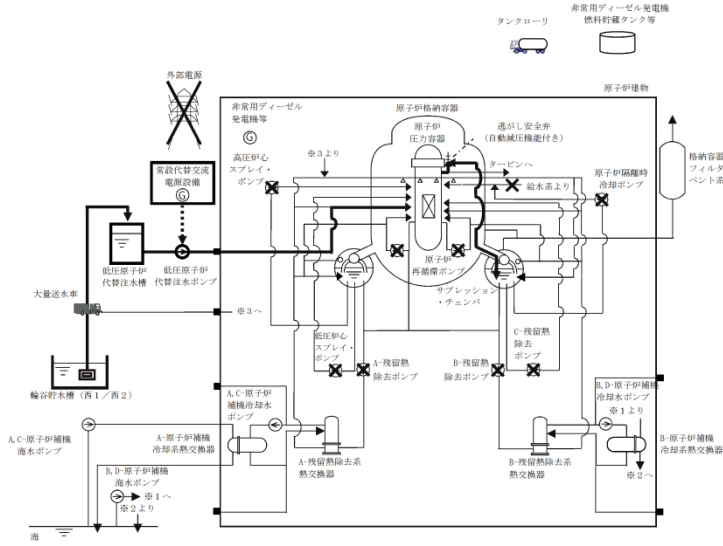
第 2.1.2 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (2/3) (原子炉注水及び原子炉格納容器冷却)



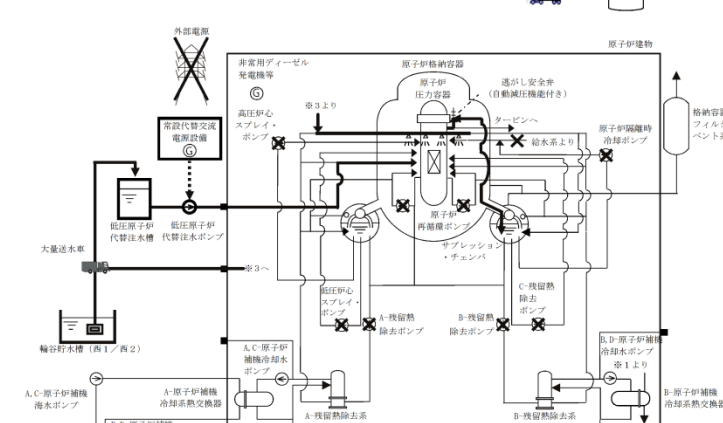
第 2.1-1 図 高圧・低圧注水機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (1/3) (低圧代替注水系(常設)による原子炉注水段階)



第 2.1-1 図 高圧・低圧注水機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (2/3) (低圧代替注水系(常設)による原子炉注水及び代替格納容器スプレィ冷却系(常設)による格納容器冷却段階)



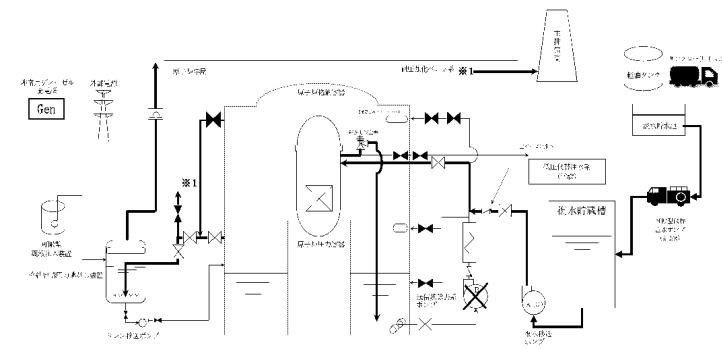
第 2.1.1-1(1)図 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (原子炉急速減圧及び原子炉注水)



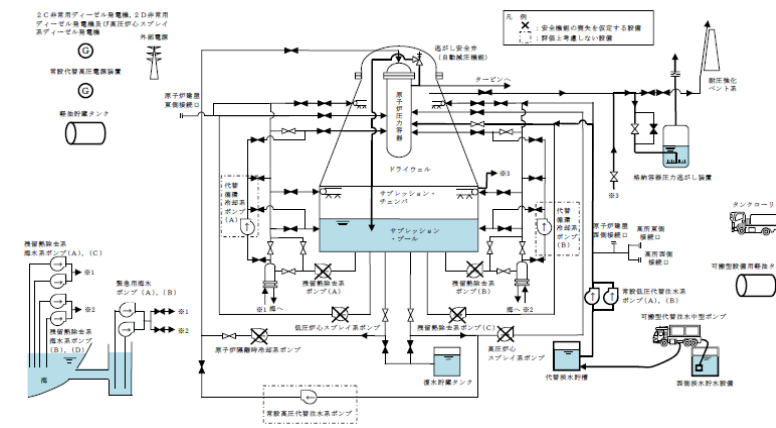
第 2.1.1-1(2)図 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (原子炉注水及び原子炉格納容器冷却)

・設備設計の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

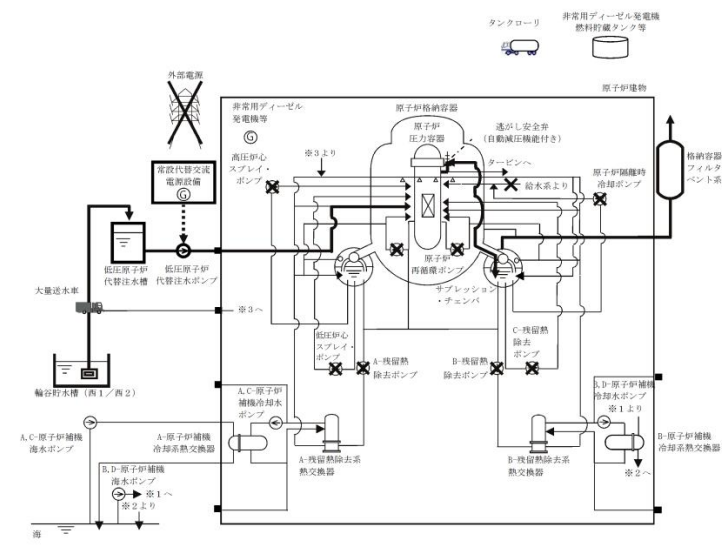
・設備設計の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】



第 2.1.3 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (3/3) (原子炉注水及び原子炉格納容器除熱)



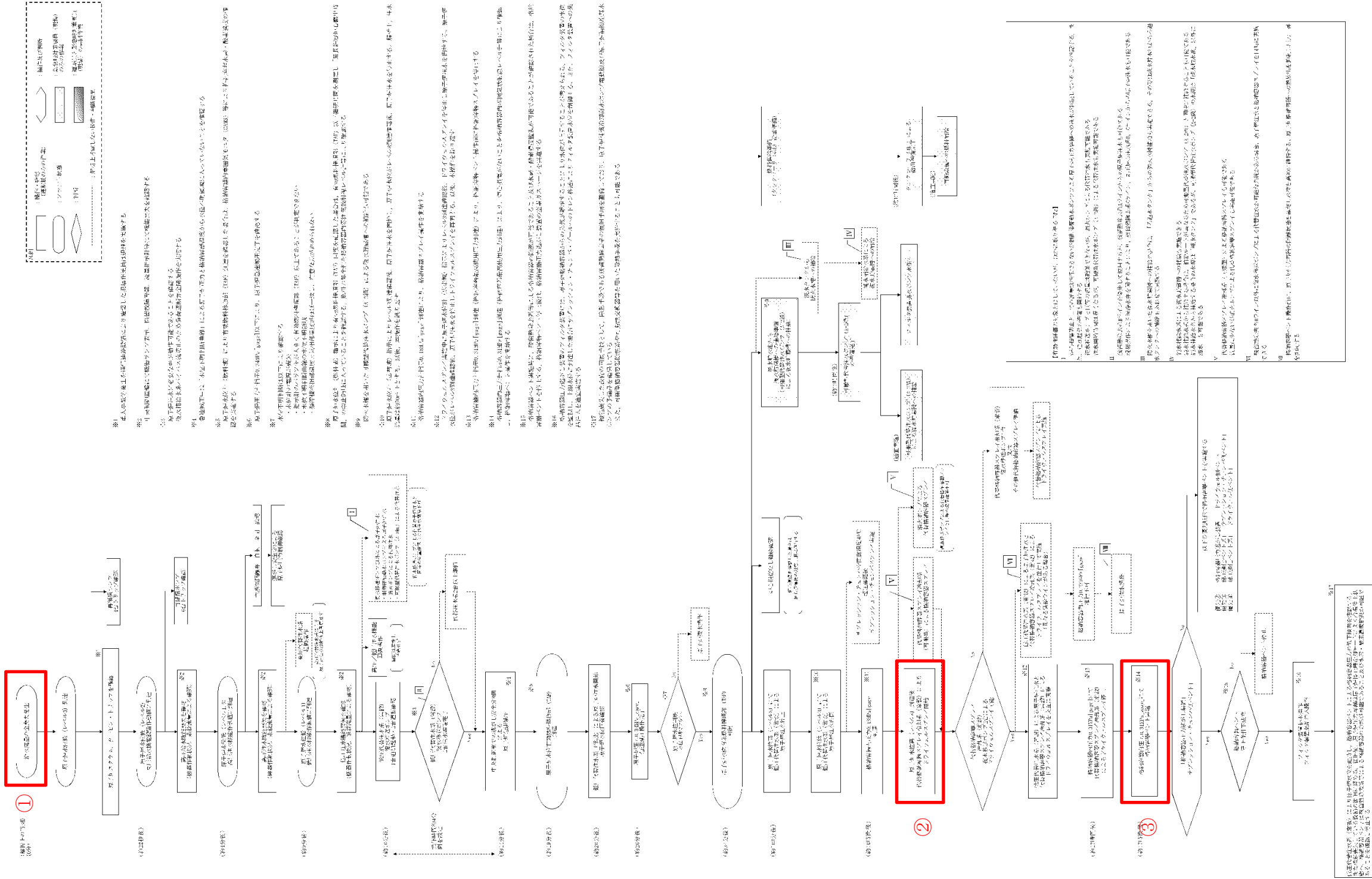
第 2.1-1 図 高圧・低圧注水機能喪失時の重大事故等対策の概略系統図 (3/3) (低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水及び格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱段階)



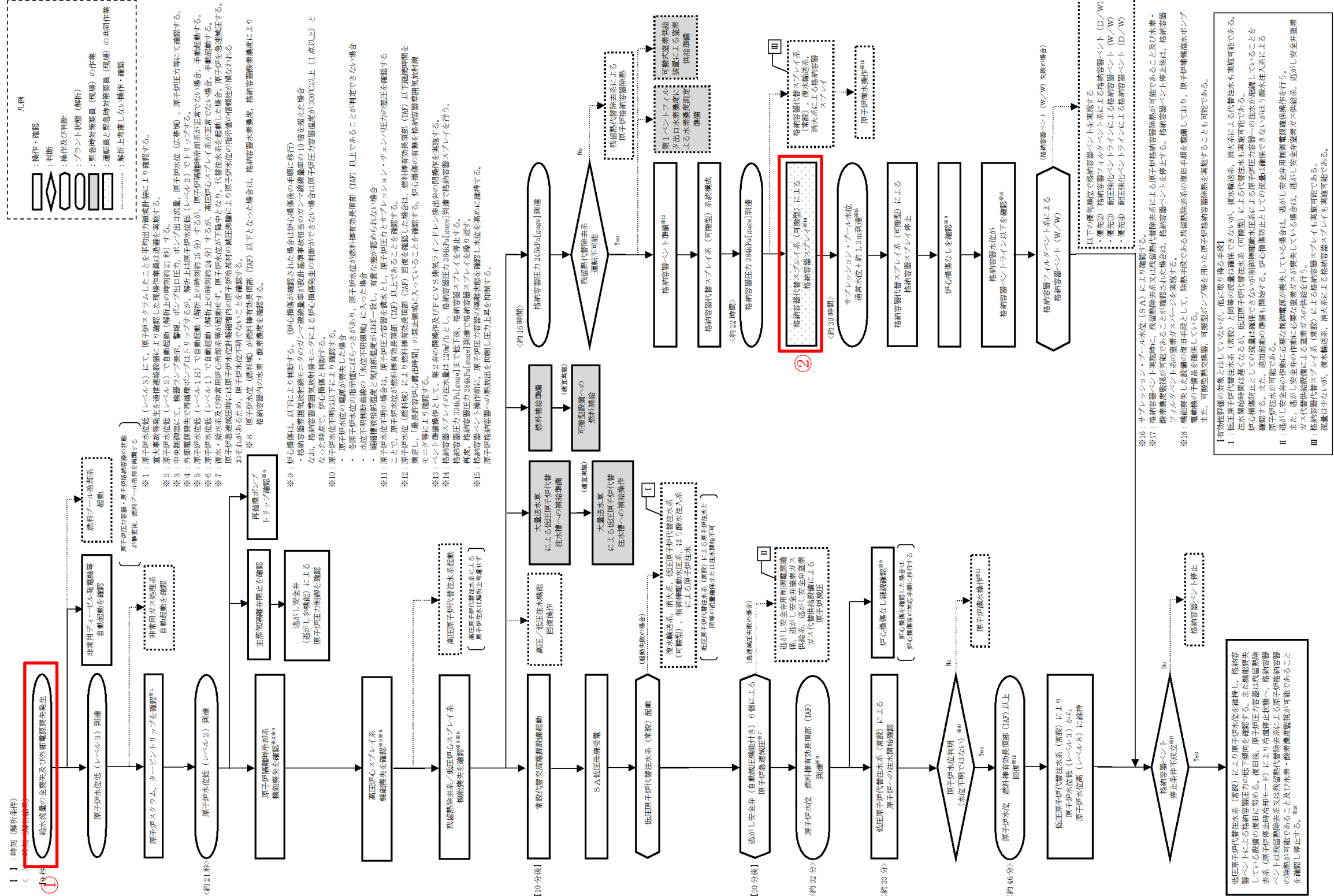
第 2.1.1-1(3) 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策の概略系統図 (原子炉注水及び原子炉格納容器除熱)

・設備設計の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

差異理由は、島根2号炉「第2.1.1-2 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の対応手順の概要」の備考欄参照。



第2.1.4 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の対応手順の概要



第2.1.1-2 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の対応手順の概要

・解析条件の相違
 【柏崎 6/7, 東海第二】
 ①島根2号炉は、SA 事象を鑑みて、外部電源の喪失を仮定している。

・運用の相違
 【柏崎 6/7, 東海第二】
 ②島根2号炉は、原子炉注水と格納容器スプレイの実施について、別々のポンプを用いることとしている。

・運用の相違
 【柏崎 6/7, 東海第二】
 ③島根2号炉は、格納容器代替スプレイ停止基準（サブプレッション・プール水位通常水位+約1.3m）到達により格納容器代替スプレイを停止後、格納容器ベントを実施する運用としている。

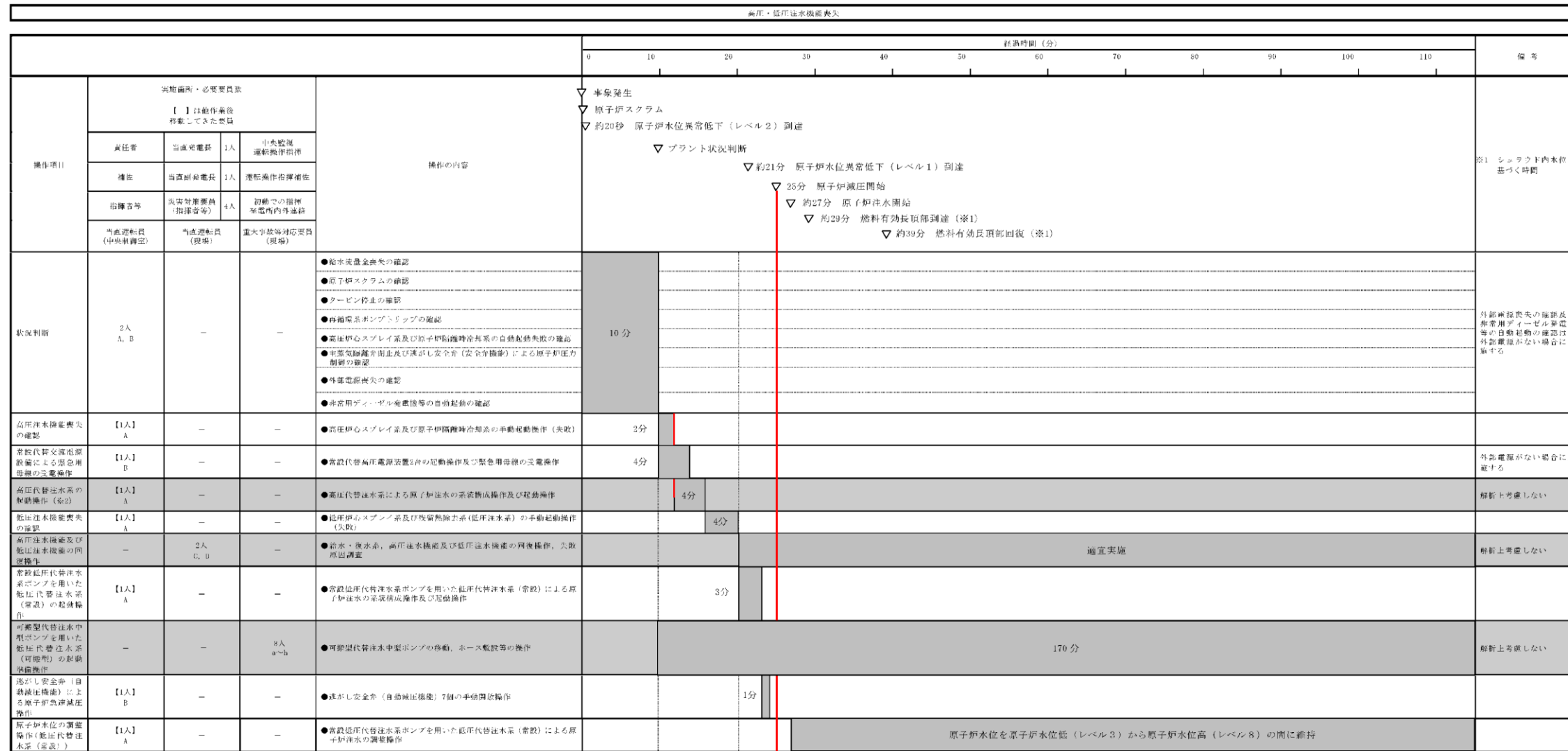
【有効性評価の背景とはしていないが、他に取らぬ手段】
 I：低圧原子炉注水（常設）と同等の流量は確保できないが、復水輸送系、消火系による代替注水も実施可能である。注水開始時刻は遅くなるが、低圧原子炉注水（可搬型）による代替注水も実施可能である。炉心損傷防止としての流量は確保できないが、制御棒駆動水圧系による原子炉注水も継続していることを確認する。また、追加起爆の準備も開始する。炉心損傷防止としての流量は確保できないが、炉心注水も継続している。
 II：逃がし安全弁の作動に必要な制御棒駆動水圧系が喪失している場合は、逃がし安全弁制御電源確保操作を行う。また、逃がし安全弁の作動に必要な制御棒駆動水圧系が喪失している場合は、逃がし安全弁制御電源確保操作を行う。
 III：格納容器代替スプレイ系（常設）による格納容器スプレイも実施可能である。流量は少ないが、復水輸送系、消火系による格納容器スプレイも実施可能である。

高圧・低圧注水機能喪失

| 操作項目 | 実施箇所・必要人員数 | | | | | | 操作の内容 | 経過時間（時間） | | | | | | | | | | | 備考 | | | |
|----------------------------------|------------|---------|------------|------------|-------------|-------------|---|---|---|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| | 運転員（中央制御室） | | 運転員（現場） | | 緊急時対応要員（現場） | | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | | 24 | | |
| | 6号 | 7号 | 6号 | 7号 | 6号 | 7号 | | <small>▽ 事故発生</small> <small>▽ 約20分 高圧注水機能喪失発生</small> <small>▽ 約10分 高圧注水機能喪失発生</small> <small>▽ 約17分 高圧注水機能喪失発生</small> | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6号 A | 7号 a | 6号 A | 7号 a | 6号 A | 7号 A | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 高圧注水機（4台）の点検 | 1人 A | 1人 a | - | - | - | - | ・高圧注水機 1台の点検 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 代替格納炉スライイング（必要時） | 1人 A | 1人 a | - | - | - | - | ・高圧注水機 スライイング操作 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 格納炉格納水レベルの監視（必要時） | 1人 A | 1人 a | - | - | - | - | ・高圧注水機格納水レベルの監視 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 代替格納炉スライイングの点検（必要時） | 1人 A | 1人 a | - | - | - | - | ・代替格納炉スライイングの点検 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 可動型代替注水機（4台）による高圧注水機からの取込水供給への移行 | - | - | - | - | - | 3人 | ・放射線防護指導 ・仮設移動 ・可動型代替注水機（4台）による高圧注水機への注水準備（高圧注水機に注水機（4台）の注水機（4台）を注水機（4台）から注水機（4台）へ移行する） | | | 10分 | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | - | - | - | 10人 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | - | - | - | ※ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 格納炉ベント閉鎖操作 | 1人 B | 1人 b | - | - | - | - | ・格納炉ベント閉鎖（バッキング確認） | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | 1人 C, D | 1人 c, d | - | - | ・放射線防護指導 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | - | - | - | - | ・格納炉ベント閉鎖（格納炉内一次冷却系確認）（バッキング確認） | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | - | - | - | 10人 | ・高圧注水機注水機機能喪失発生（格納炉注水機） | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | - | - | - | 10人 | ・高圧注水機注水機機能喪失発生（格納炉注水機） | | | | | | | | | | | | | | | |
| 格納炉ベント操作 | 1人 B | 1人 b | - | - | - | - | ・格納炉ベント操作（格納炉内一次冷却系確認） | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1人 B | 1人 b | - | - | - | - | ・格納炉ベント閉鎖 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | 1人 c, d | 1人 c, d | - | - | ・格納炉ベント閉鎖（格納炉内一次冷却系確認） | | | | | | | | | | | | | | | |
| 圧力調整 | - | - | - | - | 10人 (6名) | 10人 (6名) | ・圧力調整（格納炉内一次冷却系） ・圧力調整（格納炉内一次冷却系） ・圧力調整（格納炉内一次冷却系） ・圧力調整（格納炉内一次冷却系） | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - | - | - | - | 2人 | 2人 | ・高圧注水機注水機機能喪失発生（格納炉注水機） | | | | | | | | | | | | | | | |
| 高圧注水 | - | - | - | - | - | - | ・可動型代替注水機（4台）への注水 | | | | | | | | | | | | | | | |

差異理由は、島根2号炉「第2.1.1-3図 「高圧・低圧注水機能喪失」の作業と所要時間」の備考欄参照。

第2.1.5図 「高圧・低圧注水機能喪失」の作業と所要時間（2/2）



※2 本事故シナリオシナリオにおいて起動に期待しないとする。

第2.1-3 図 高圧・低圧注水機能喪失の作業と所要時間 (1/2)

差異理由は、島根2号炉「第2.1.1-3 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の作業と所要時間」の備考欄参照。

| 高圧・低圧注水機能喪失 | | | | 経過時間(時間) | | | | | | | | | | | 備考 | | | |
|---|-------------------------------|--------------------|----------------------|--|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| | | | | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | | 48 | | |
| 機名 | 実施箇所・必要要員数 【 】は総作業員移動しての要員 | | | 機名の内容 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 当直運転員 (中央制御室) | 当直運転員 (現場) | 重大事故等対応要員 (現場) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 原子炉水位の調整 操作(低圧代替注 水系(常設)) | 【1人】 A | - | - | ●常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水 (常設)による原子炉注水の調整操作 | | | | | | | | | | | | 原子炉水位を原子炉水位低(レベル3)から原子炉水位高(レベル8)の間に維持 | | |
| 常設低圧代替注水 系ポンプを用いた 格納容器冷却ス プレッシュ操作(常設) による格納容器冷 却操作 | 【1人】 A | - | - | ●常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替格納容器ス プレッシュ操作(常設)による格納容器冷却操作 | | | | | | | | | | | | 格納容器スプレイ中、適宜状態監視 | | |
| 代替格納容器系 による原子炉注 水機弁及び格納 容器冷却操作 | 【1人】 A | - | - | ●代替格納容器系による原子炉注水機弁 ●代替格納容器系による格納容器冷却操作 | | | | | | | | | | | | 注水開始後、適宜原子炉水位調整 格納容器スプレイ中、適宜状態監視 | 解任上考慮しない 代替格納容器系のみで状態 維持が可能な場合は、常設 低圧代替注水系ポンプを用 いた低圧代替注水(常設) による注水を停止する | |
| 原子炉注水機弁 | 【1人】 A | - | - | ●常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水 (常設)による原子炉注水の調整操作 | | | | | | | | | | | | 原子炉水位を可能な限り高く維持 | 解任上考慮しない | |
| 使用済燃料プールの 除熱操作 | 【1人】 A | - | - | ●常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水 (注水ライン)を使用した使用済燃料プールへの注 水機弁 ●緊急用注水系による注水機弁の調整操作及び稼働 操作 ●代替燃料プール冷却系の稼働操作 | | | | | | | | | | | | 適宜実施 | 解任上考慮しない スロッシングによる水位 低下がある場合は代替燃料 プール冷却系の稼働し て実施する | |
| 格納容器圧力減 らし装置等によ る格納容器除熱 の準備操作 | 【1人】 A | - | - | ●格納容器圧力減らし装置等による格納容器除熱の準 備操作(中央制御室での第一準備操作) | | | | | | | | | | | | 20分 | | |
| 格納容器圧力減 らし装置等によ る格納容器除熱 操作(サブプレッ ション・チェンバ ー) | - | 【2人】+1人 C, D, E | - | ●第一準備操作場所への移動 ●格納容器圧力減らし装置等による格納容器除熱の準 備操作(現場での第二準備操作) | | | | | | | | | | | | 5分 | 125分 | 解任上考慮しない |
| 可搬型代替注水中 型ポンプを用いた 低圧代替注水系 (可搬型)の起動 準備操作 | - | - | 2人 a | ●格納容器圧力減らし装置等による格納容器除熱操作 (中央制御室での第二準備操作) | | | | | | | | | | | | 格納容器ベント実施後、適宜状態監視 | | |
| 可搬型代替注水中 型ポンプを用いた 低圧代替注水系 (可搬型)の起動 準備操作 | - | - | 2人 a | ●第二準備操作場所への移動 ●格納容器圧力減らし装置等による格納容器除熱操作 (現場での第二準備操作) | | | | | | | | | | | | 75分 | 解任上考慮しない | |
| 可搬型代替注水中 型ポンプを用いた 低圧代替注水系 (可搬型)の起動 準備操作 | - | - | 8人 a~h | ●可搬型代替注水中型ポンプの稼働、ホース敷設等の操 作 | | | | | | | | | | | | 170分 | | 解任上考慮しない |
| 可搬型代替注水中 型ポンプを用いた 低圧代替注水系 (可搬型)の起動 準備操作 | - | - | 【8人】 a~h | ●可搬型代替注水中型ポンプの稼働、ホース敷設等の操 作 | | | | | | | | | | | | 180分 | | 代替注水野線の積込まで には十分な時間がある |
| 可搬型代替注水中 型ポンプを用いた 低圧代替注水系 (可搬型)の起動 準備操作 | - | - | 【2人】 a, b | ●可搬型代替注水中型ポンプの稼働及び水源確保操 作 | | | | | | | | | | | | 適宜実施 | 代替注水野線の積込に 応じて適宜荷役を実施する | |
| タンクローリーに よる燃料給送操 作 | - | - | 2人 (作業) | ●可搬型代替注水中型ポンプへの給油操 作 ●可搬型代替注水中型ポンプへの給油操 作 | | | | | | | | | | | | 90分 | 適宜実施 | タンクローリー積込に 応じて適宜燃料タンクから給 油 |
| 必要要員合計 | 2人 A, B | 3人 C, D, E | 8人 a~h (作業員5人) | | | | | | | | | | | | | | | |

差異理由は、島根2号炉「第2.1.1-3 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の作業と所要時間」の備考欄参照。

第2.1-3 図 高圧・低圧注水機能喪失の作業と所要時間 (2/2)

島根原子力発電所 2号炉

高圧・低圧注水機能喪失

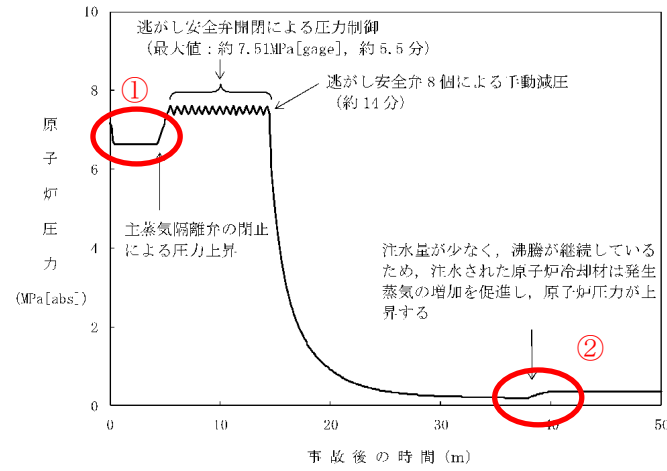
| 操作項目 | 実施箇所・必要員数 | | | 操作の内容 | 経過時間 (分) | | 経過時間 (時間) | | | | | | | | | | | | | | 経過時間 (日) | | | 備考 | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|------------|----|------------|--|-----|-----------|--------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----|---|----|-----|---------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|
| | 責任者 | 当直長 | 1人 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 15 | 16 | 17 | 18 | 21 | 22 | 23 | 24 | 29 | 30 | 31 | 32 | 5 | | 6 | 7 | | | | | | | |
| 状況判断 | 1人 A | — | — | — | ・ 外部電源喪失確認 ・ 給水流量の全喪失確認 ・ 原子炉スクラム、タービントリップ確認 ・ 非常用ディーゼル発電機等自動起動確認 ・ 再循環ポンプトリップ確認 ・ 主要蒸気発生機全閉確認/逃がし弁機能 (逃がし弁機能) による原子炉圧力制御確認 ・ 原子炉隔離時冷却系機能喪失確認 ・ 高圧伊心スプレイス機能喪失確認 ・ 高圧原子炉代替注水系起動操作 ・ 残留熱除去系、低圧伊心スプレイス機能喪失確認 ・ 非常用ガス処理系自動起動確認 | 10分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | シミュラード内水位に基づく時間 | | | | | | |
| 高圧・低圧注水機能喪失調査、復旧操作 | — | — | — | — | ・ 復水・給水系、原子炉隔離時冷却系、高圧伊心スプレイス系、残留熱除去系、低圧伊心スプレイス系 機能回復 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 解析上考慮せず 対応可能な要員により対応する | | | | | | | |
| 常設代替交流電源設備起動操作 | 1人 A | — | — | — | ・ 常設代替交流電源設備起動、発電機操作 | 10分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 原子炉急速減圧操作 | 1人 A | — | — | — | ・ 逃がし弁弁 (自動減圧機能付き) 6個 手動開放操作 | | 10分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 低圧原子炉代替注水系 (常設) 起動操作 | 1人 A | — | — | — | ・ 低圧原子炉代替注水系 (常設) 起動/運転確認/系統構成 | 10分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 低圧原子炉代替注水系 (常設) 注水操作 | 1人 A | — | — | — | ・ 低圧原子炉代替注水系 (常設) 注水弁操作 | | | 原子炉水位をレベル3~レベル8で維持 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 軸封野水槽 (西1/西2) から低圧原子炉代替注水槽への補給 | — | — | — | 14人 a~n | ・ 放射線防護具準備 ・ 大量送水車による低圧原子炉代替注水槽への補給準備 (大量送水車配置、ホース展開・接続) | 10分 | | 2時間10分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 格納容器代替スプレイス系 (可搬型) 系統構成 | 1人 A | — | — | — | ・ 格納容器代替スプレイス系 (可搬型) 系統構成 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10分 | | | | | | | | |
| 格納容器代替スプレイス系 (可搬型) スプレイス操作 | 1人 A | — | — | 2人 a, b | ・ 格納容器代替スプレイス系 (可搬型) スプレイス弁操作 (現操) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 適宜実施 | | | | | | |
| 格納容器代替スプレイス系 (可搬型) スプレイス弁操作 | 1人 A | — | — | — | ・ 格納容器代替スプレイス系 (可搬型) スプレイス弁操作 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 適宜実施 | | | | | | |
| 原子炉減水操作 | 1人 A | — | — | — | ・ 低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉への注水流量の増加 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 解析上考慮せず | | | | | | |
| 格納容器ベント準備操作 (第2弁操作) | 1人 A | — | — | — | ・ 格納容器ベント準備 (第2弁操作) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10分 | | | | | | |
| 格納容器ベント準備操作 (第2弁操作) | — | 2人 B, C | — | — | ・ 放射線防護具準備 ・ 格納容器ベント準備 (第2弁操作) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10分 | | | | | | |
| 格納容器ベント準備操作 (第2弁操作) | — | — | — | 2人 e, f | ・ F C V S 排気ラインドレン排出弁閉操作 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1時間20分 | | | | | | |
| 格納容器ベント準備操作 (第2弁操作) | — | — | — | 2人 g, p | ・ 放射線防護具準備 ・ 第1ベントフィルタ出口水素濃度準備 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10分 | | | | | | |
| 格納容器ベント準備操作 (第2弁操作) | — | — | — | 2人 c, d | ・ 可搬式変換供給装置準備 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2時間 | | | | | | |
| 格納容器ベント操作 (第1弁操作) | 1人 A | — | — | — | ・ 格納容器ベント操作 (第1弁操作) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10分 | | | | | | |
| 格納容器ベント操作 (第1弁操作) | — | 2人 B, C | — | — | ・ 格納容器ベント操作 (第1弁操作) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1時間30分 | | | | | | |
| 燃料補給準備 | — | — | — | 2人 q, r | ・ 放射線防護具準備 ・ 非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等からタンクローリへの補給 | 10分 | | 2時間30分 | | | | | | | | | | | | | | | | | | タンクローリ残量に応じて適宜非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等から補給 | | | | | | | |
| 燃料補給作業 | — | — | — | — | ・ 大量送水車への補給 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 適宜実施 | | | | | | |
| 燃料プール冷却 再開 | 1人 A | — | — | — | ・ 燃料プール冷却ポンプを再起動し燃料プールの冷却を再開する。 ・ 必要に応じてスキマターシタタンクへの補給を実施する。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 適宜実施 | | | | | | |
| 必要員数 合計 | 1人 A | 2人 B, C | — | 18人 a~t | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

() 内の数字は他の作業終了後、移動して対応する人員数。

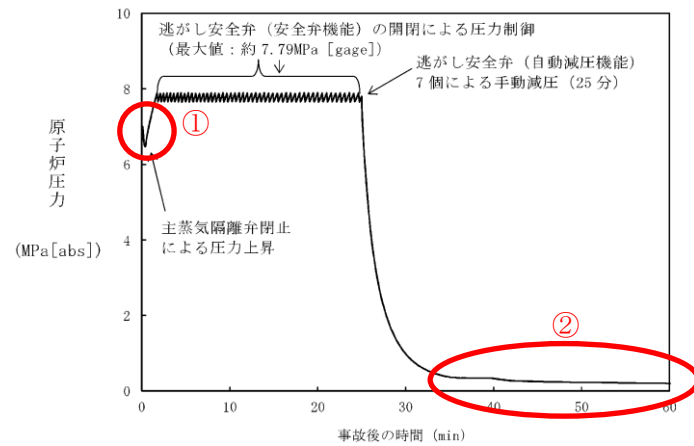
第 2.1.1-3 図 「高圧・低圧注水機能喪失」の作業と所要時間

備考

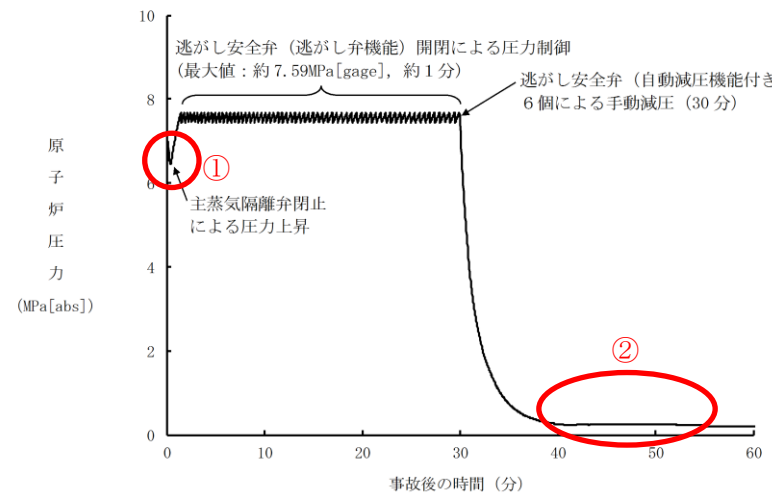
- ・解析結果の相違に基づく差異。
 - ・設備設計・手順に基づく想定時間の差異。
 - ・解析上考慮しない操作を含めて実際に実施する操作について要員の充足性を確認 (ただし、事前に対応する要員を定めることが難しい機能回復操作を除く)。
 - ・体制の相違
- 【柏崎 6/7, 東海第二】
- 島根 2号炉は、シミュレータ訓練等において、中央制御室の対応を1名にて実施可能なことを確認している。



第 2.1.6 図 原子炉圧力の推移



第 2.1-4 図 原子炉圧力の推移



第 2.1.2-1(1) 図 原子炉圧力の推移

備考
・解析結果の相違

【柏崎 6/7】

①MSIV 閉作動の原子炉水位設定値 (島根 2号炉: L2, 柏崎 6/7: L1.5) の違いにより、原子炉圧力上昇のタイミングが異なる。

【東海第二】

①外部電源の有無 (島根 2号炉: 無, 東海第二: 有) の違いにより原子炉水位の低下速度が異なり、MSIV 閉作動の原子炉水位設定値到達 (東海第二: L2) のタイミングが早い東海第二では、原子炉圧力の停滞は発生しない。

【柏崎 6/7】

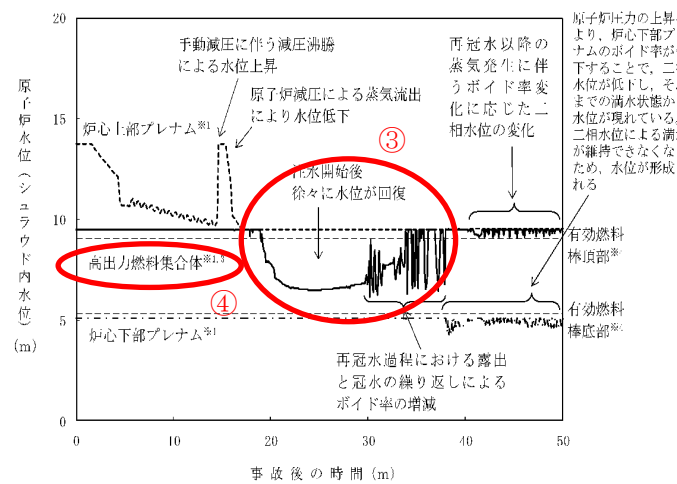
②ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いにより、柏崎 6/7 では発生蒸気量の増加による原子炉圧力上昇が発生。

【柏崎 6/7, 東海第二】

③ポンプ特性 (流量及び吐出圧) の違いによる原子炉水位回復の速さの相違。

【柏崎 6/7】

④島根 2号炉は、平均出力燃料集合体にて燃料被覆管の最高温度が発生しているため、平均出力燃料集合体の原子炉水位を示している。



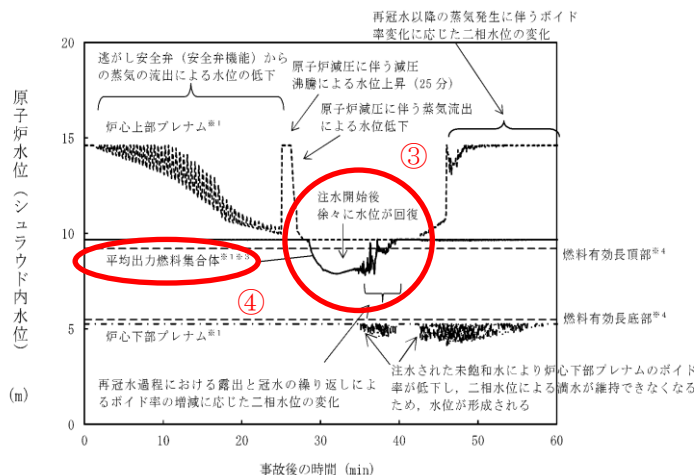
第 2.1.7 図 原子炉水位 (シュラウド内水位) の推移※2

※1 SAFER では、炉心シュラウド内側を下から炉心下部プレナム、炉心、炉心上部プレナムの領域に分けて水位を計算している。ここでは、炉心上部プレナムについては下限水位 (ノード内水位なしの状態)、高出力燃料集合体及び炉心下部プレナムについては、上限水位 (ノード内の満水状態) が示されている。例えば、炉心上部プレナムの水位を「下限水位」と表現しているのは、その領域の炉心が完全に空になった状態を示し、炉心又は高出力燃料集合体と炉心下部プレナムの水位を「上限水位」と表現しているのは、各々の領域が満水となっている状態を示している。

※2 シュラウド内外水位はボイドを含む二相水位を示しており、二相水位評価の範囲としてボイド率を 0.9 と制限している。(蒸気相を仮定している蒸気ドームを除く各領域では、水と蒸気の質量及び二相混合相のボイド率が計算され、二相混合相から二相水位を求めている。ボイド率が 1.0 となるまで二相混合相を計算し続けると、水がほぼない状態でも、二相混合相 (水位) として扱われるため水位を高め評価することとなる。)

※3 高出力燃料集合体とは、「燃料被覆管温度計算の観点から、集合体初期出力を保守的な設定とした燃料集合体」をいう。(付録 3 重大事故等対策の有効性評価に係るシビアアクシデント解析コードについて 第 1 部 SAFER コード 3.3 解析モデル 3.3.1 熱水力モデル (1) ノード分割 ④ノード 9: 高出力燃料集合体 参照)

※4 有効燃料棒頂部及び有効燃料棒底部にあたる高さ位置を図に破線で示す。



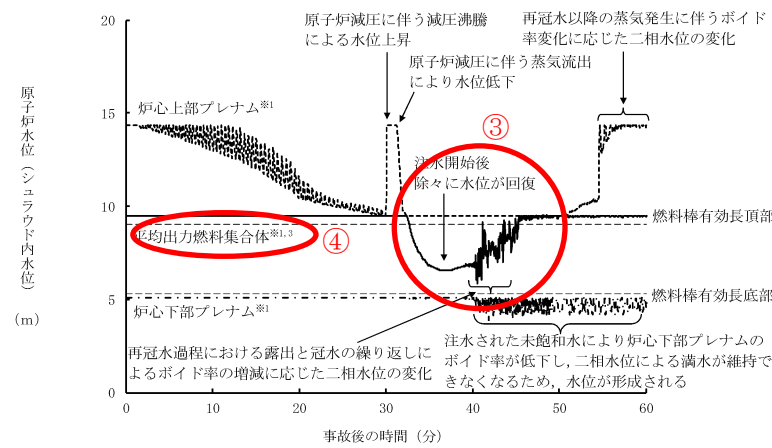
第 2.1-5 図 原子炉水位 (シュラウド内水位) の推移※2

※1 SAFER では炉心シュラウド内側を下から炉心下部プレナム、炉心、炉心上部プレナムの領域に分けて水位を計算している。事象発生 30~40 分程度では炉心上部プレナムについては下限水位 (ノード内水位なしの状態)、事象発生 30 分程度までは平均出力燃料集合体及び炉心下部プレナムについては、上限水位 (ノード内の満水状態) が示されている。例えば、炉心上部プレナムの水位を「下限水位」と表現しているのは、その領域の冷却材が完全に空になった状態を示し、炉心又は平均出力燃料集合体と炉心下部プレナムの水位を「上限水位」と表現しているのは、各々の領域が満水となっている状態を示している。

※2 シュラウド内外水位はボイドを含む場合は二相水位を示しており、二相水位評価の範囲としてボイド率を 0.9 と制限している。(蒸気相を仮定している蒸気ドームを除く各領域では、水と蒸気の質量及び二相混合相のボイド率が計算され、二相混合相から二相水位を求めている。ボイド率が 1.0 となるまで二相混合相を計算し続けると、水がほぼない状態でも、二相混合相 (水位) として扱われるため水位を高め評価することとなる。)

※3 「燃料被覆管温度計算の観点から、集合体初期出力を保守的な設定とした燃料集合体」として高出力燃料集合体もモデル化している。(付録 3 重大事故等対策の有効性評価に係るシビアアクシデント解析コードについて 第 1 部 SAFER コード 3.3 解析モデル 3.3.1 熱水力モデル (1) ノード分割 ④ノード 9: 燃料集合体 参照)

※4 燃料有効長頂部及び燃料有効長底部にあたる高さ位置を図に破線で示す。



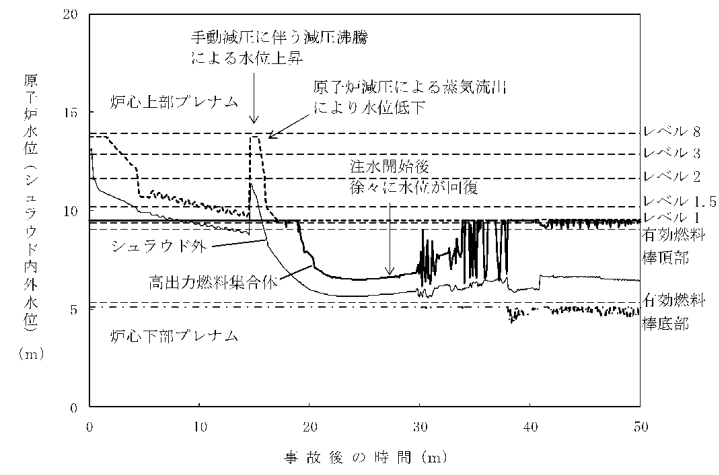
第 2.1.2-1(2) 図 原子炉水位 (シュラウド内水位) の推移※2

※1 SAFER では、炉心シュラウド内側を下から炉心下部プレナム、炉心、炉心上部プレナムの領域に分けて水位を計算している。ここでは炉心上部プレナムについては下限水位 (ノード内水位なしの状態)、平均出力燃料集合体及び炉心下部プレナムについては、上限水位 (ノード内の満水状態) が示されている。例えば、炉心上部プレナムの水位を「下限水位」と表現しているのは、その領域の冷却材が完全に空になった状態を示し、炉心又は平均出力燃料集合体と炉心下部プレナムの水位を「上限水位」と表現しているのは、各々の領域が満水となっている状態を示している。

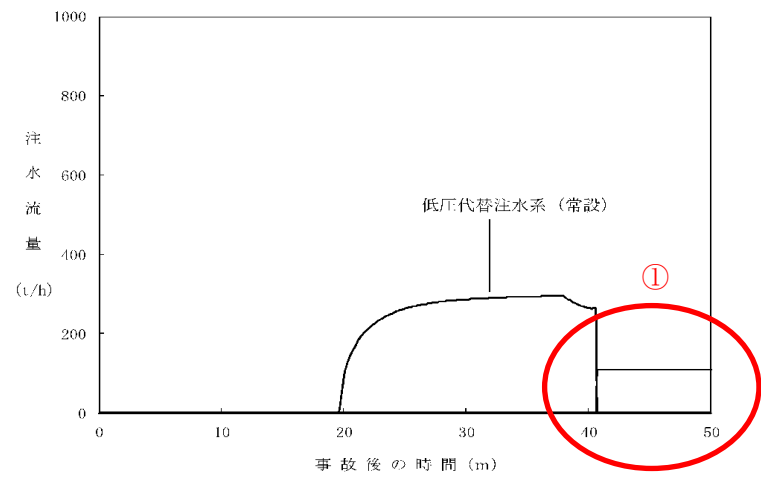
※2 シュラウド内外水位はボイドを含む二相水位を示しており、二相水位評価の範囲としてボイド率を 0.9 と制限している。(蒸気相を仮定している蒸気ドームを除く各領域では、水と蒸気の質量及び二相混合相のボイド率が計算され、二相混合相から二相水位を求めている。ボイド率 1.0 となるまで二相混合相を計算し続けると、水がほぼない状態でも、二相混合相 (水位) として扱われるため水位を高め評価することとなる。)

※3 平均出力燃料集合体とは、「炉心の平均的な出力を設定した燃料集合体」をいう。

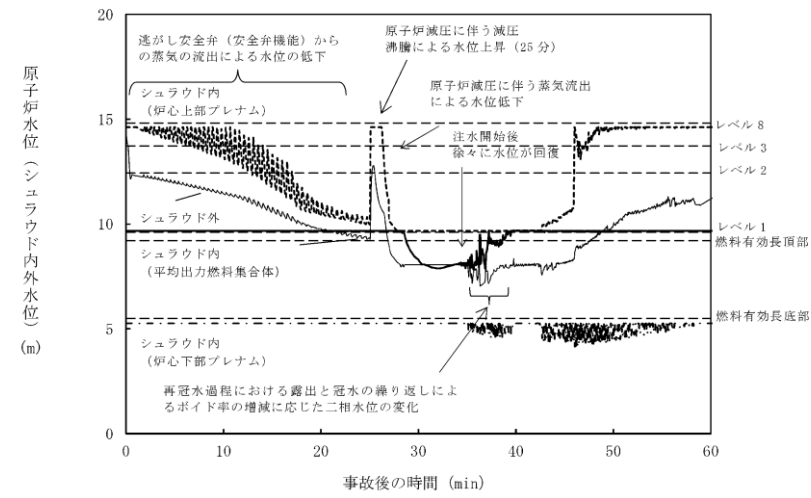
※4 燃料棒有効長頂部及び燃料棒有効長底部にあたる位置を図に破線で示す。



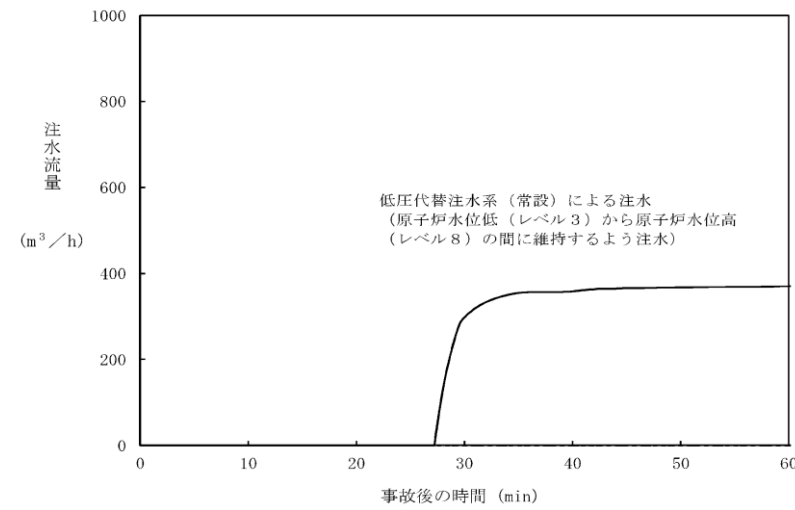
第 2.1.8 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移



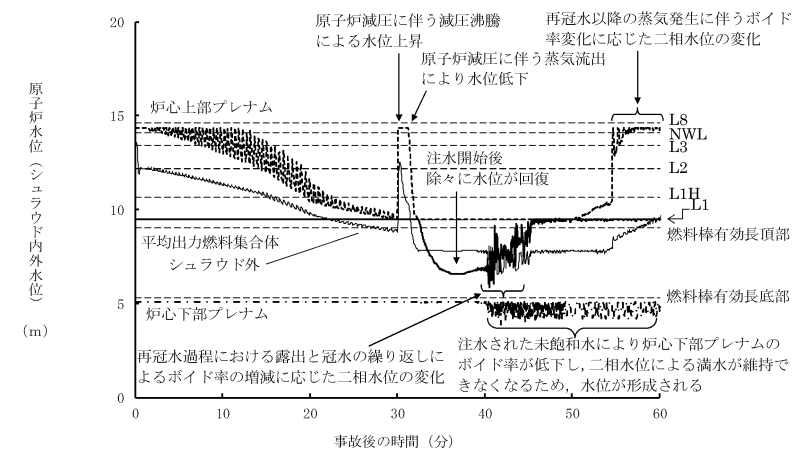
第 2.1.9 図 注水流量の推移



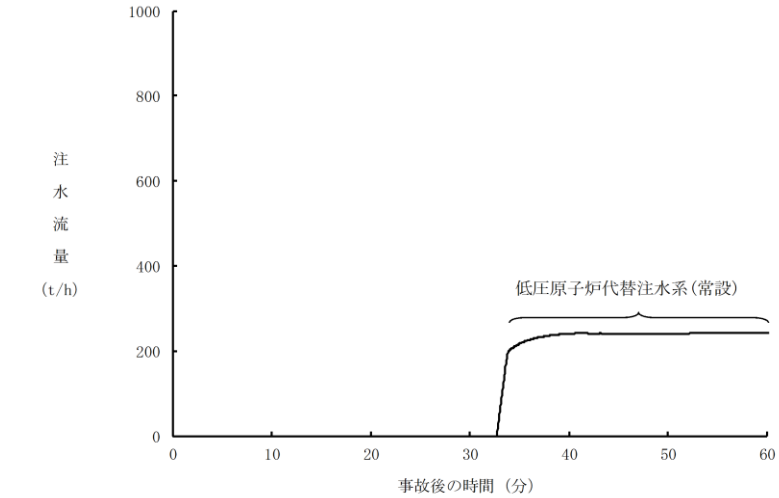
第 2.1-6 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移



第 2.1-7 図 注水流量の推移

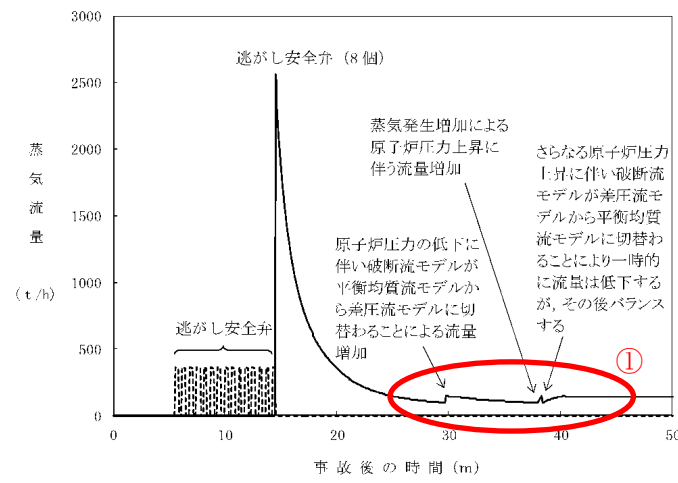


第 2.1.2-1(3) 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移

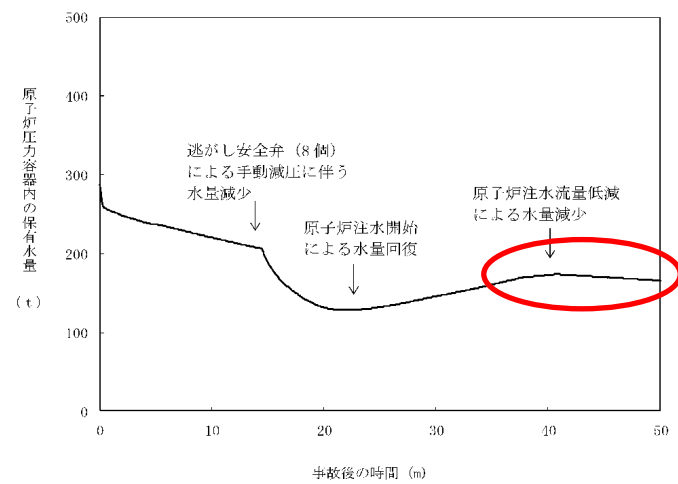


第 2.1.2-1(4) 図 注水流量の推移

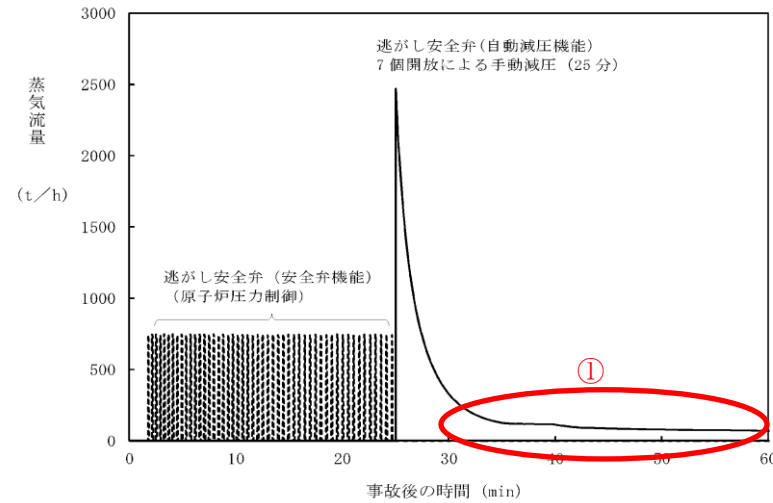
・解析結果の相違
 【柏崎 6/7】
 ①柏崎 6/7 では炉心部冠水後、90m³/h 一定で注水を実施。



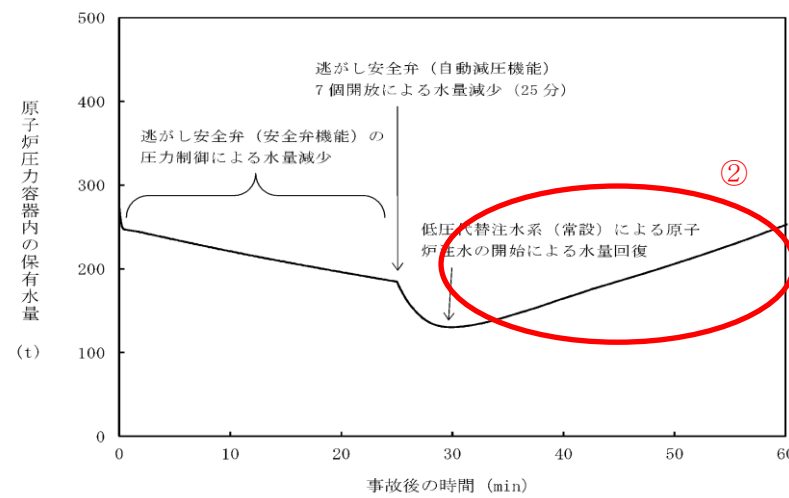
第 2.1.10 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移



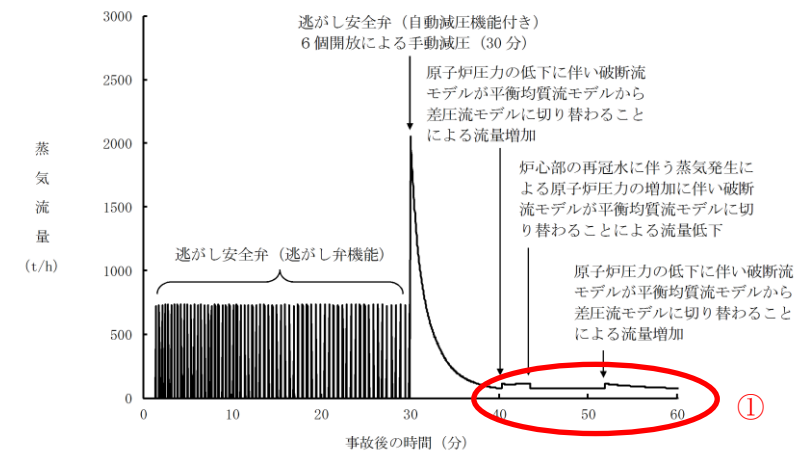
第 2.1.11 図 原子炉压力容器内の保有水量の推移



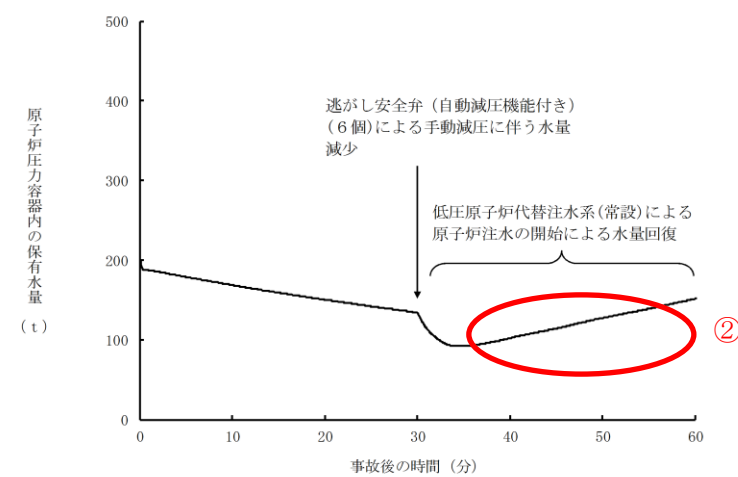
第 2.1-8 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移



第 2.1-9 図 原子炉压力容器内の保有水量の推移



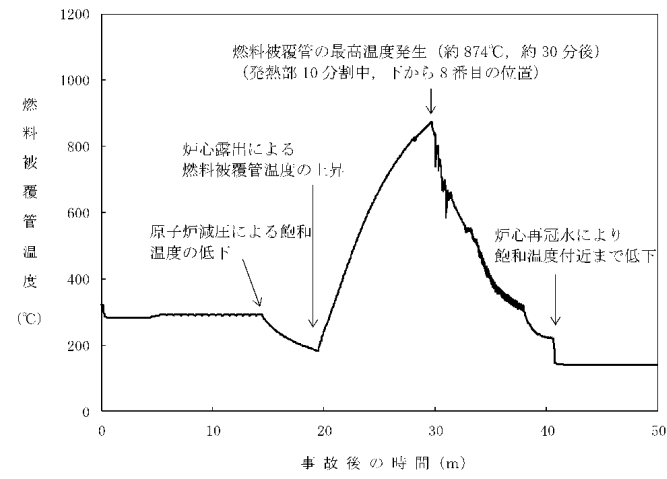
第 2.1.2-1(5) 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移



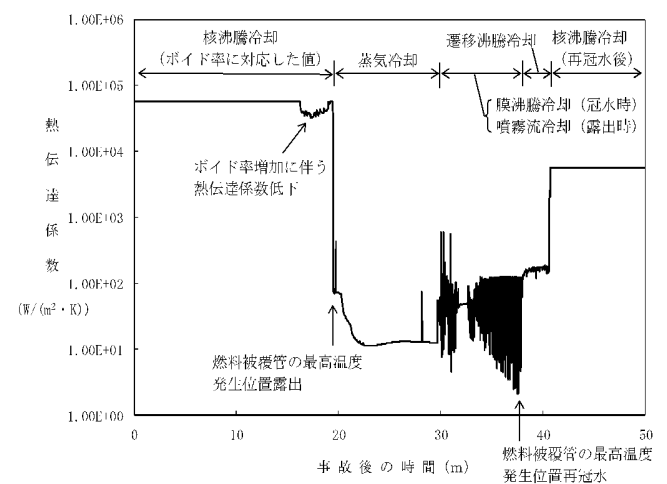
第 2.1.2-1(6) 図 原子炉压力容器内の保有水量の推移

・解析結果の相違
【東海第二】
①島根 2号炉は、原子炉圧力の増減に伴い、モデルが切り替わっている。

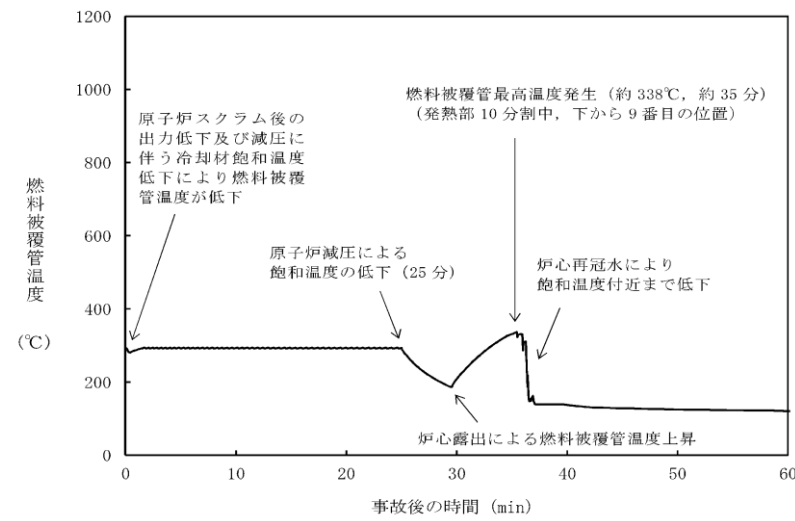
【柏崎 6/7】
②柏崎 6/7 では炉心部冠水後、90m³/h 一定で注水を実施するため、流量が低減されるため水量が減少する。



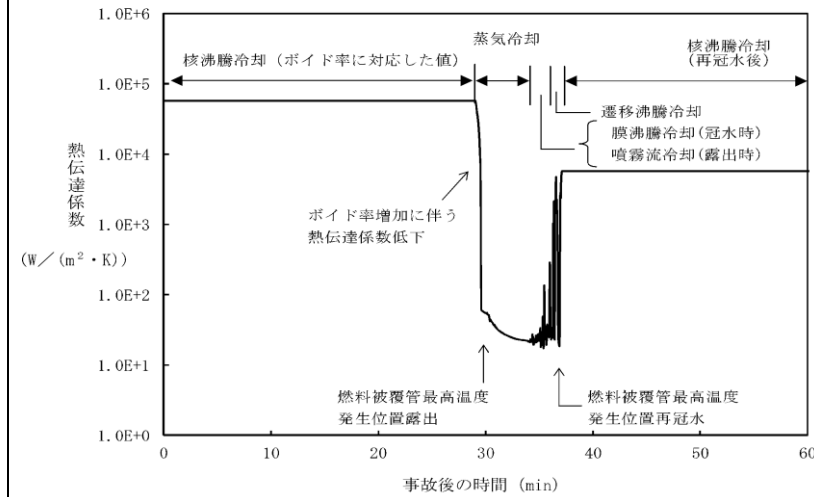
第2.1.12 図 燃料被覆管温度の推移



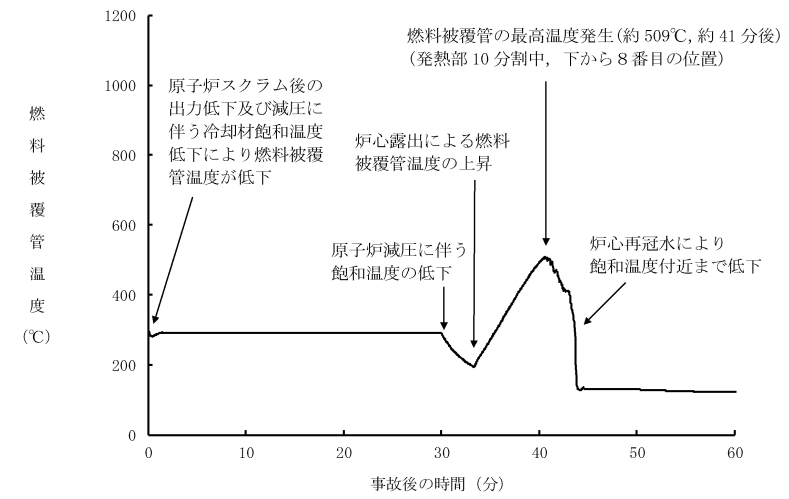
第2.1.13 図 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数の推移



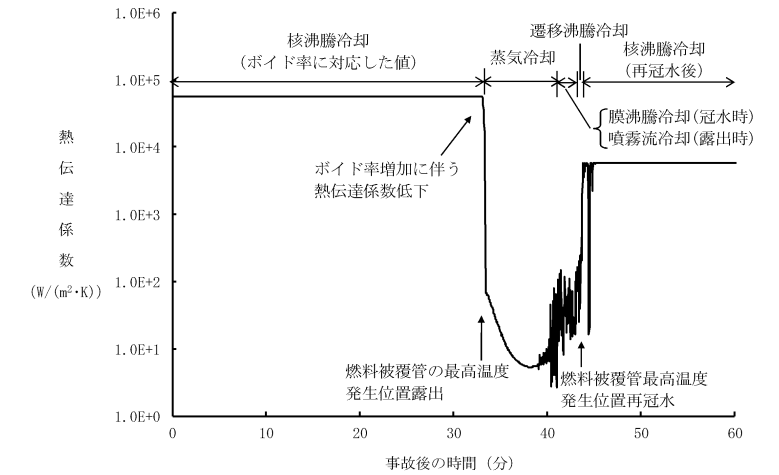
第2.1-10 図 燃料被覆管温度の推移



第2.1-11 図 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数の推移



第2.1.2-1(7) 図 燃料被覆管温度の推移

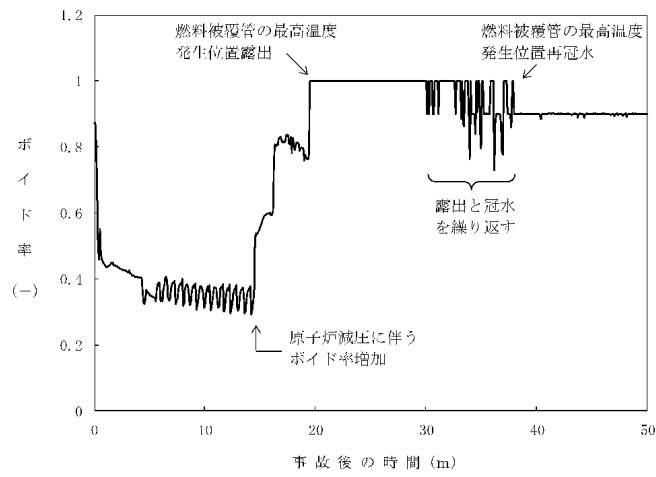


第2.1.2-1(8) 図 燃料被覆管の最高温度発生位置における熱伝達係数の推移

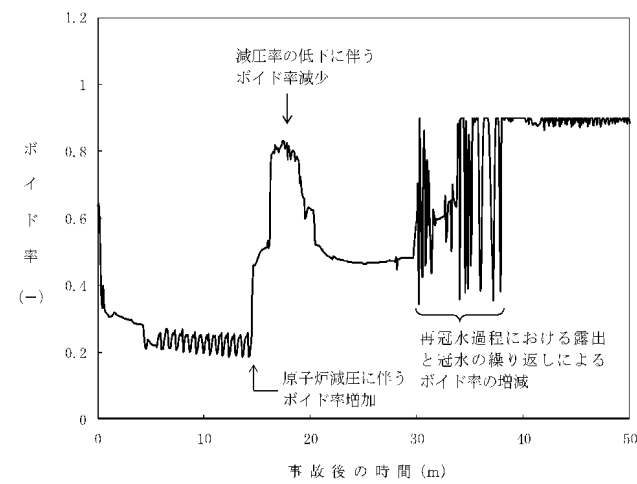
・解析結果の相違
【柏崎6/7, 東海第二】
ポンプ特性（流量及び吐出圧）の違いにより炉心露出時間に違いがあるため燃料被覆管温度の挙動が異なる。

【柏崎6/7, 東海第二】
ポンプ特性（流量及び吐出圧）の違いにより炉心露出時間に違いがあるため熱伝達係数の推移が異なる。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)



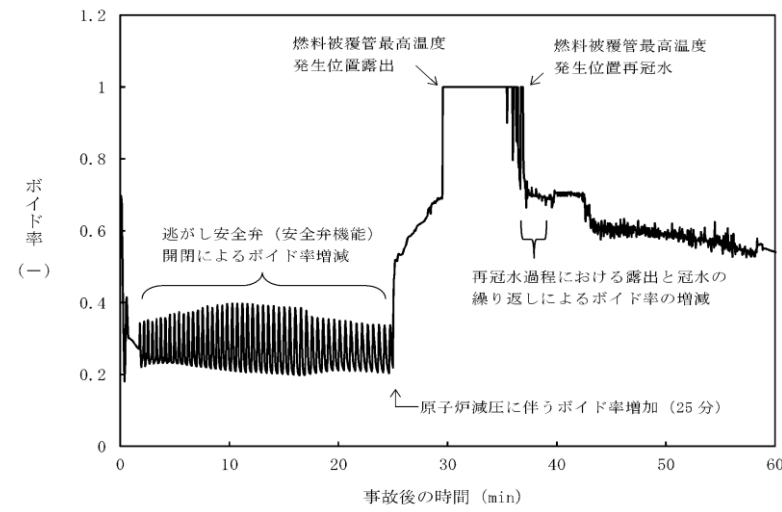
第 2.1.14 図 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率の推移



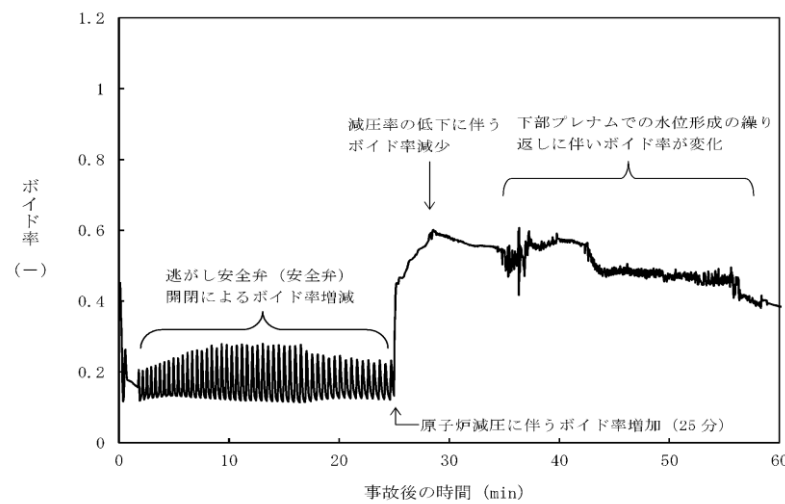
第 2.1.15 図 高出力燃料集合体のボイド率の推移※

※ 高出力燃料集合体内に水位があることから、二相水位以下のボイド率を示している。

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

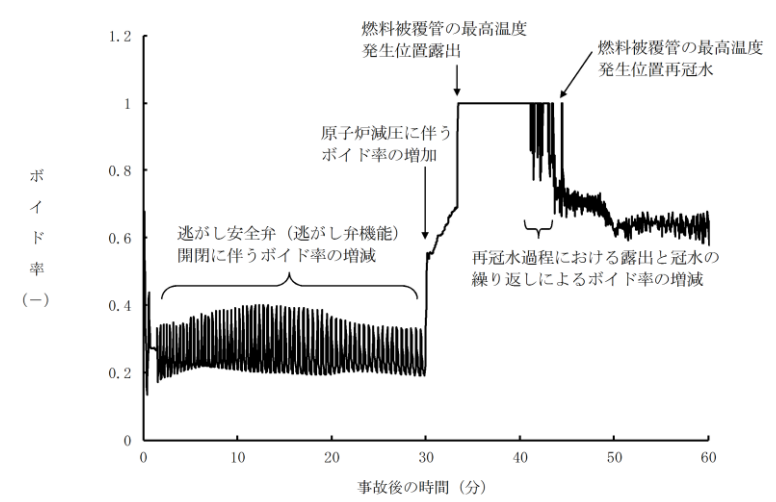


第 2.1-12 図 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率の推移

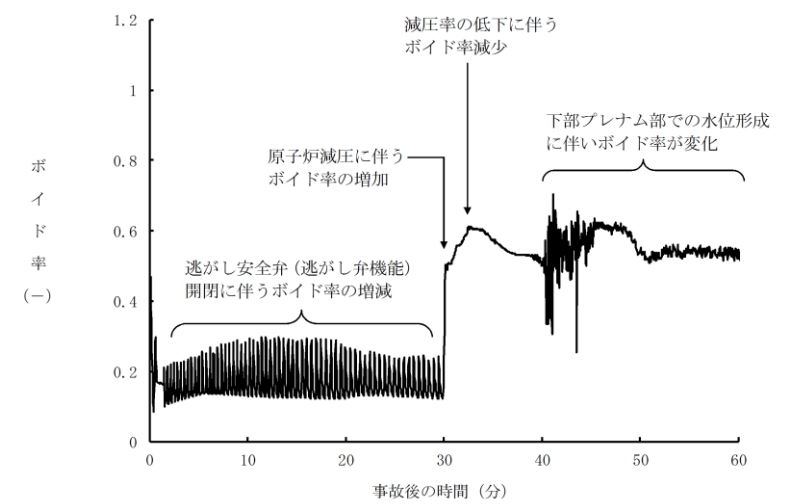


第 2.1-13 図 平均出力燃料集合体のボイド率の推移

島根原子力発電所 2号炉



第 2.1.2-1(9) 図 燃料被覆管の最高温度発生位置におけるボイド率の推移



第 2.1.2-1(10) 図 平均出力燃料集合体のボイド率の推移※

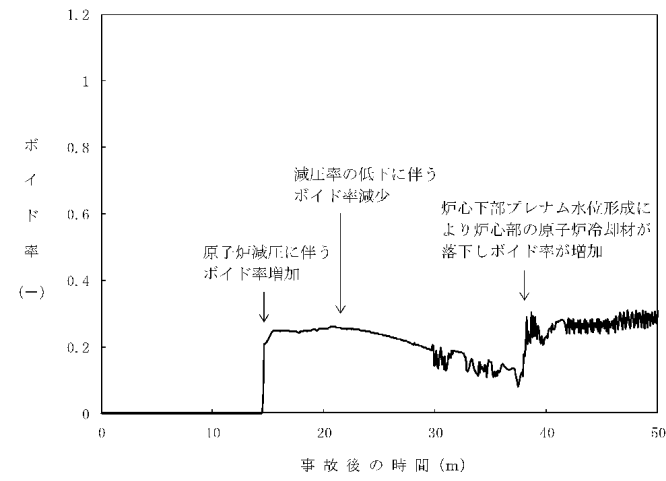
※ 平均出力燃料集合体内に水位があることから、二相水位以下のボイド率を示している。

備考

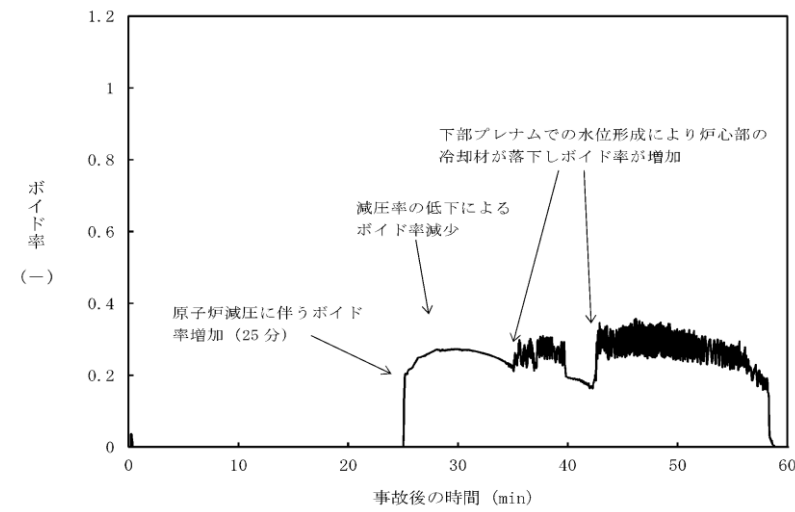
・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
ポンプ特性（流量及び吐出圧）の違いにより炉心露出時間に違いがあるためボイド率の推移が異なる。

【柏崎 6/7, 東海第二】
ポンプ特性（流量及び吐出圧）の違いにより炉心露出時間に違いがあるため熱伝達係数の推移が異なる。

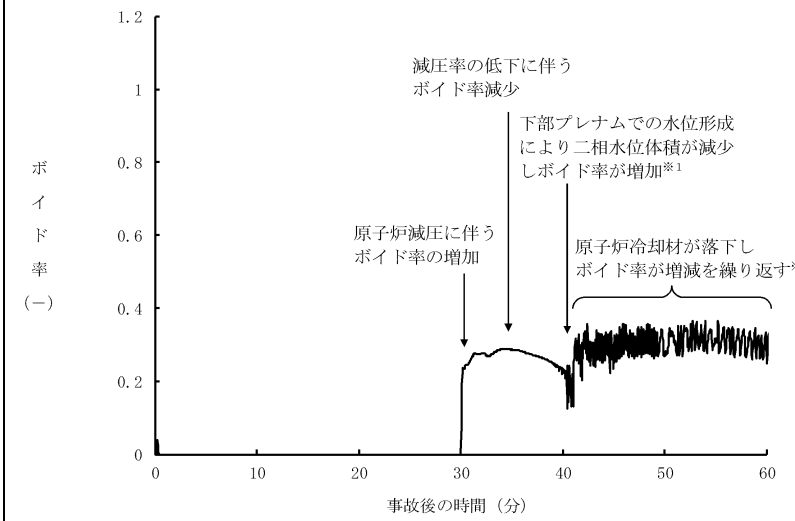
【柏崎 6/7】
島根 2号炉は、平均出力燃料集合体で燃料被覆管の最高温度が発生するため平均出力燃料集合体のボイド率の推移を示している。



第 2.1.16 図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移



第 2.1-14 図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移

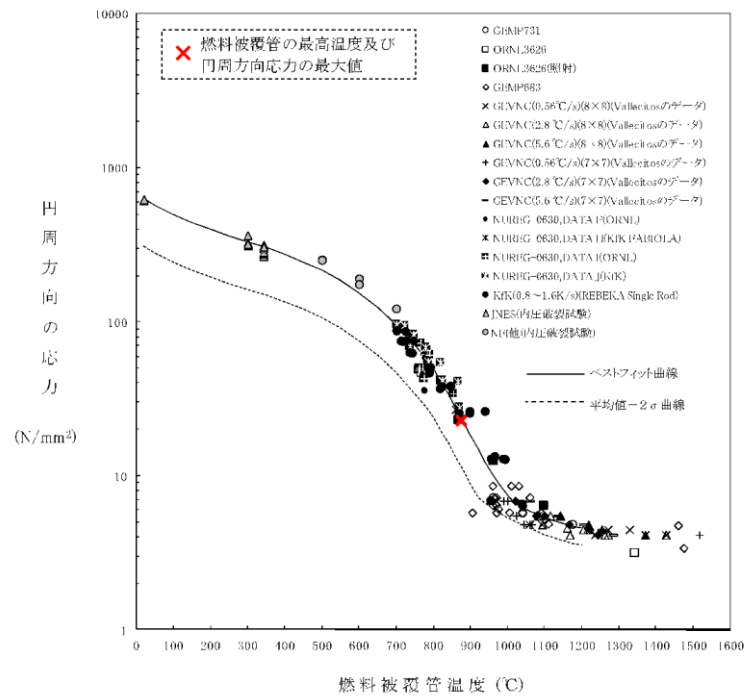


第 2.1.2-1(11)図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移

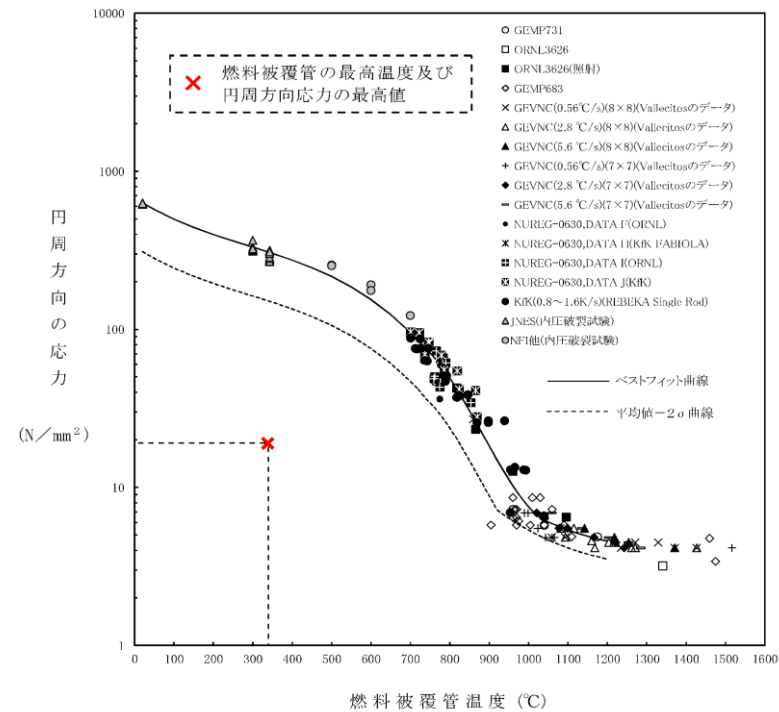
※1 炉心下部プレナム水位形成により水位以下の体積が減少していること、及び炉心下部プレナムでのボイド上昇が抑えられたことから、ボイド率が相対的に増加している。

※2 炉心下部プレナム部ではCCFL（気液対向流制限）が発生しており、炉心部からの原子炉冷却材の落下が断続的に繰り返されるためボイド率が増減する。

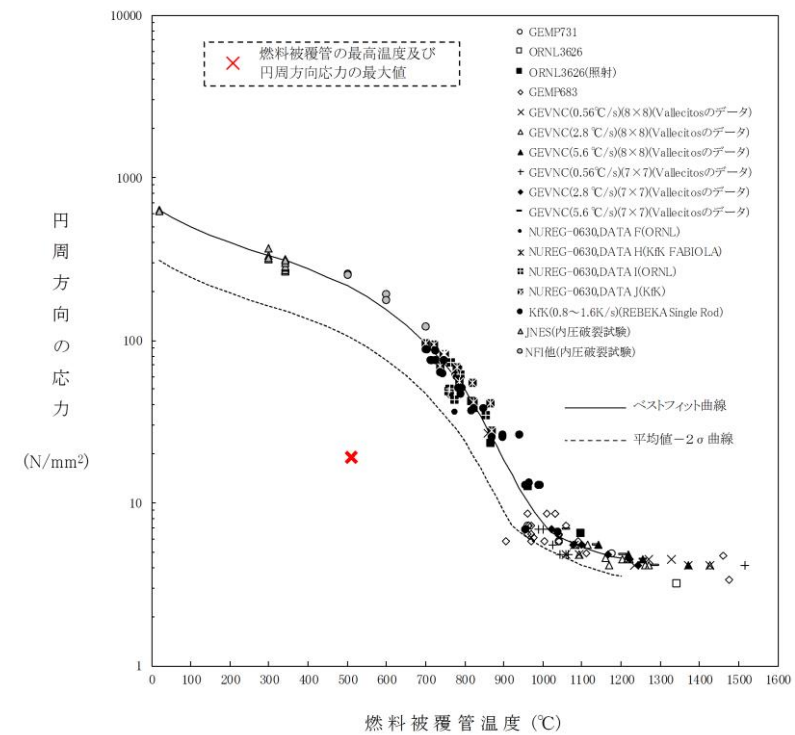
備考
・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】



第 2.1.17 図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

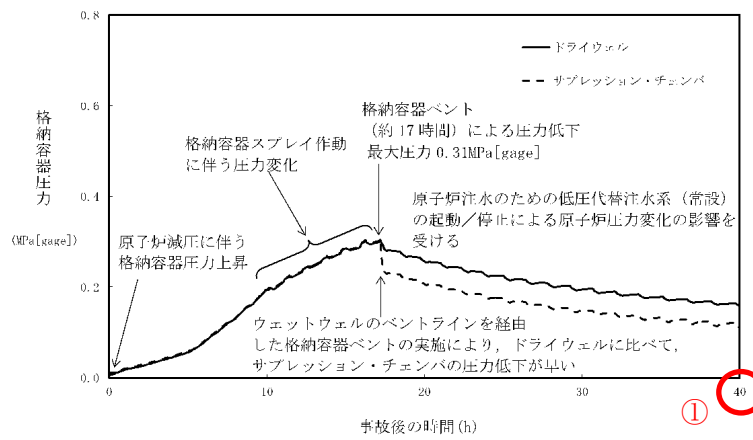


第 2.1-15 図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

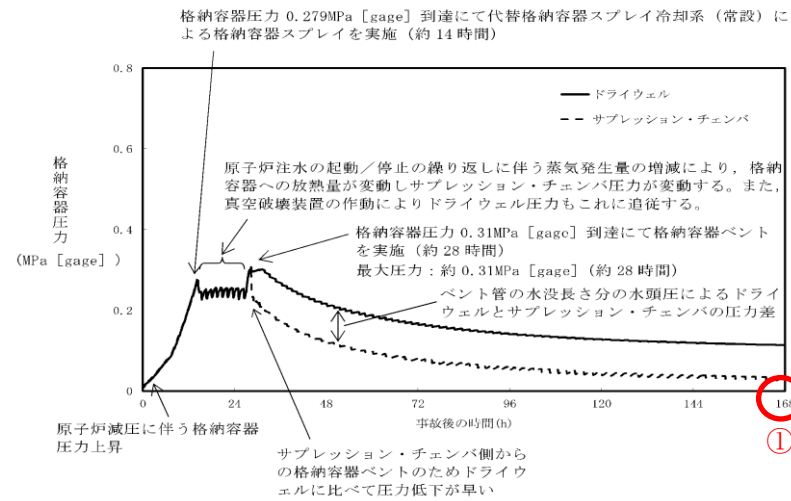


第 2.1.2-1(12) 図 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係

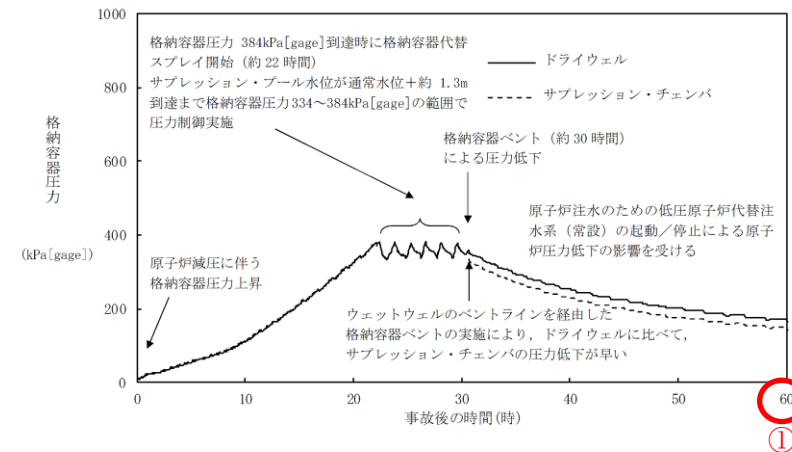
・解析結果の相違
【柏崎 6/7】
島根 2号炉及び東海第二は、炉心露出時間が短い
ため、燃料被覆管の最高温度が柏崎 6/7 と比較して低い。



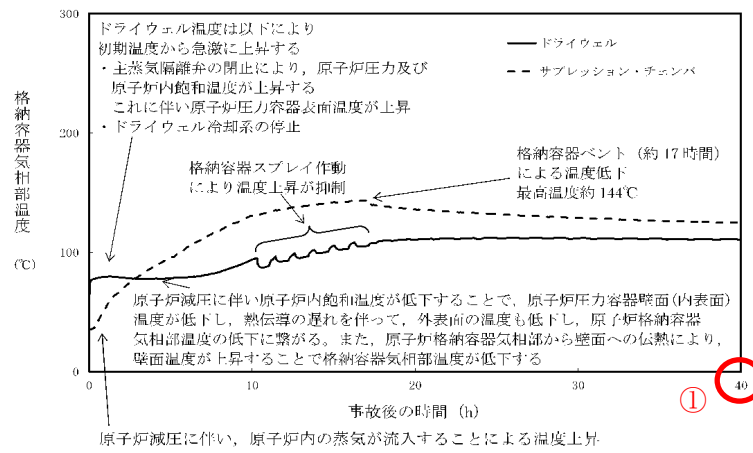
第 2.1.18 図 格納容器圧力の推移



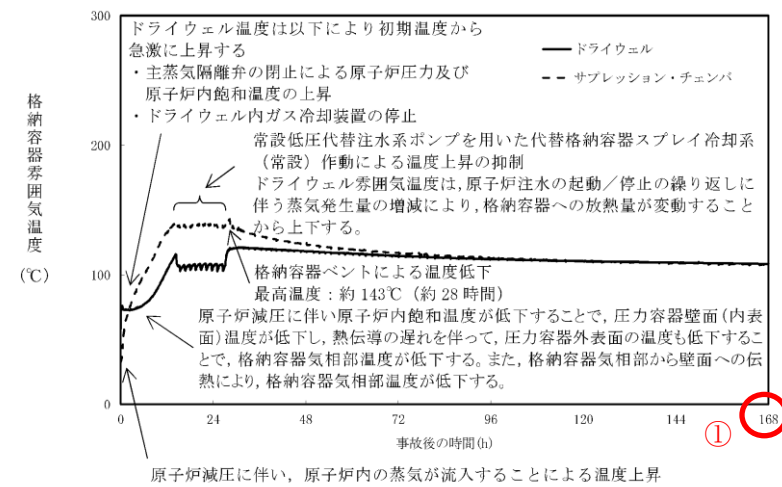
第 2.1-16 図 格納容器圧力の推移



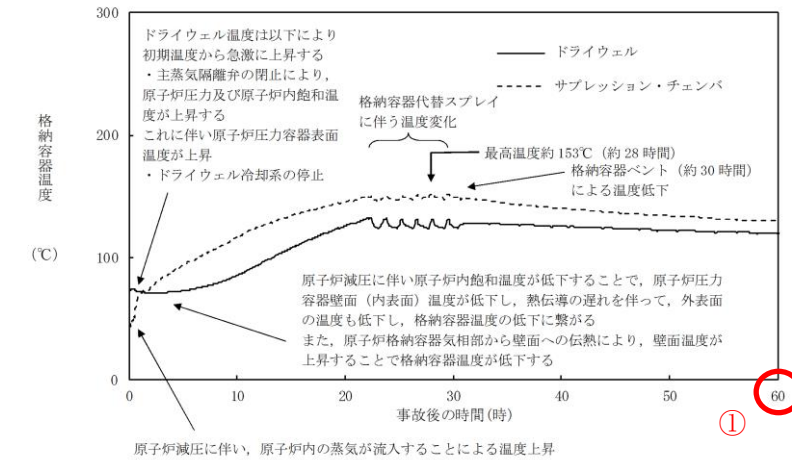
第 2.1.2-1(13) 図 格納容器圧力の推移



第 2.1.19 図 格納容器気相部温度の推移

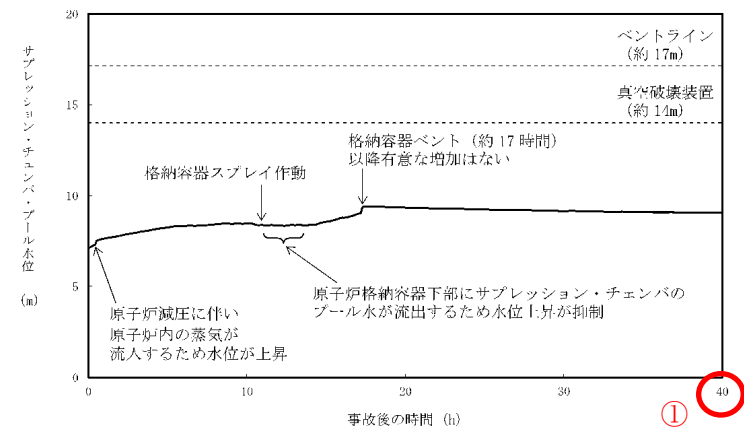


第 2.1-17 図 格納容器雰囲気温度の推移

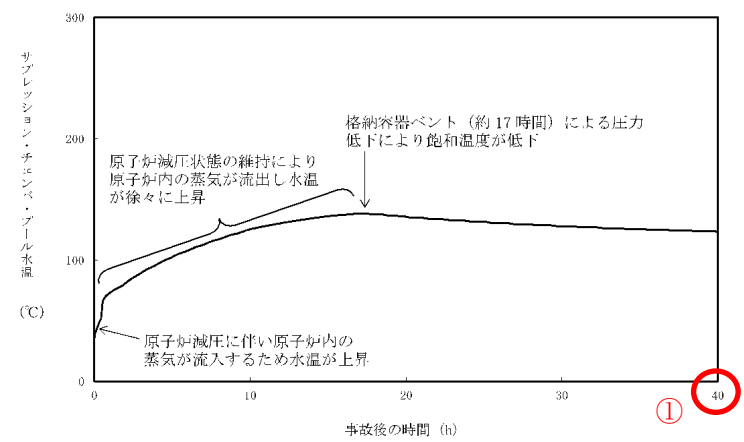


第 2.1.2-1(14) 図 格納容器温度の推移

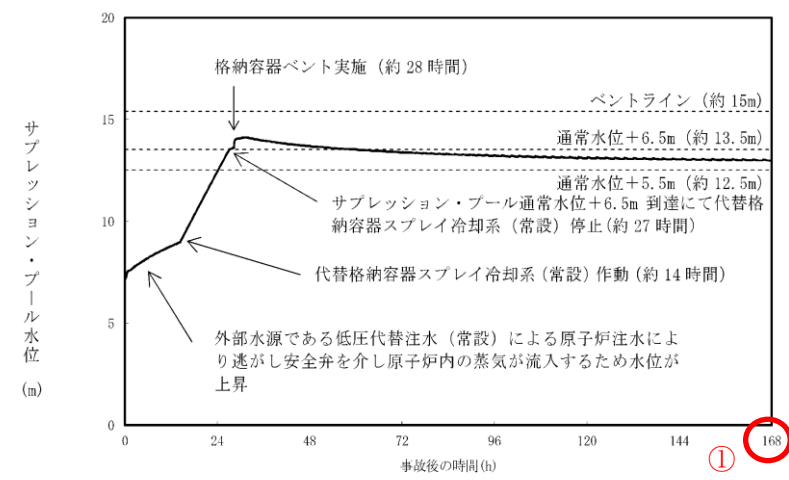
・解析結果の相違
【東海第二】
①解析時間の相違。



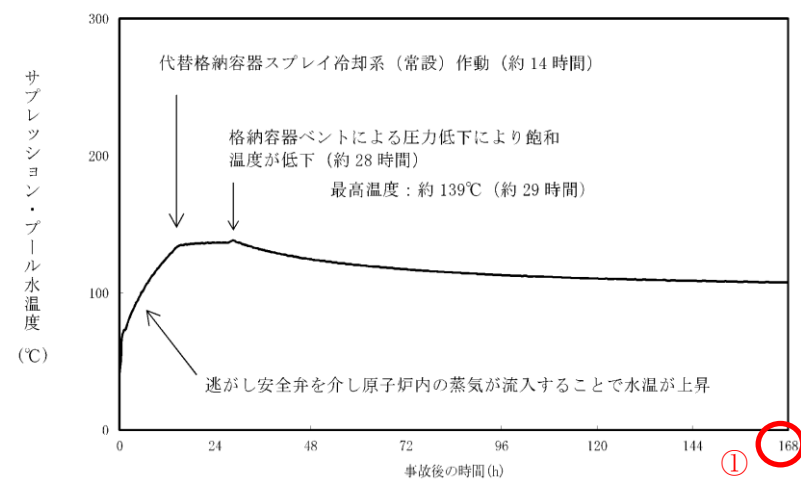
第2.1.20 図 サプレッション・チェンバ・プール水位の推移



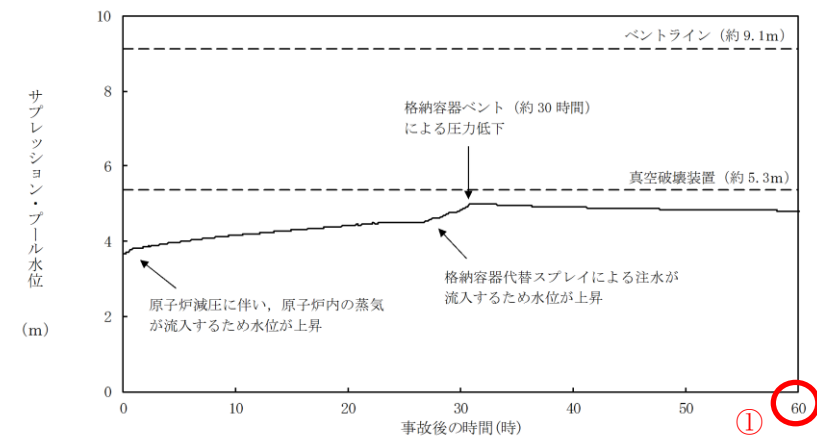
第2.1.21 図 サプレッション・チェンバ・プール水温の推移



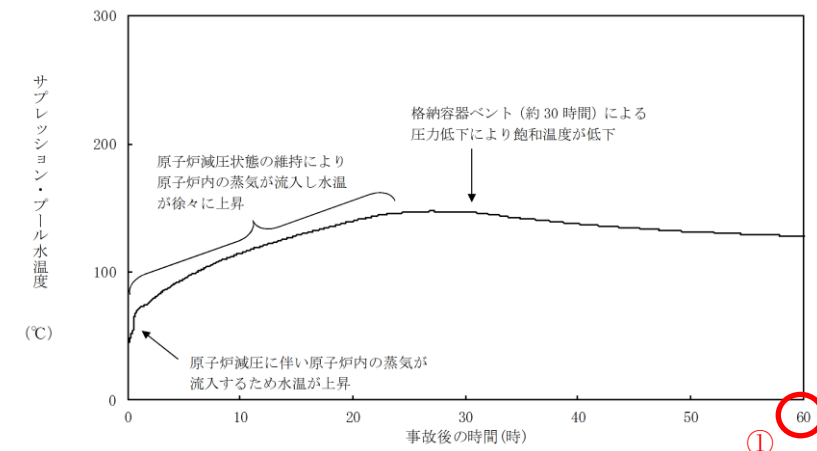
第2.1-18 図 サプレッション・プール水位の推移



第2.1-19 図 サプレッション・プール水温度の推移

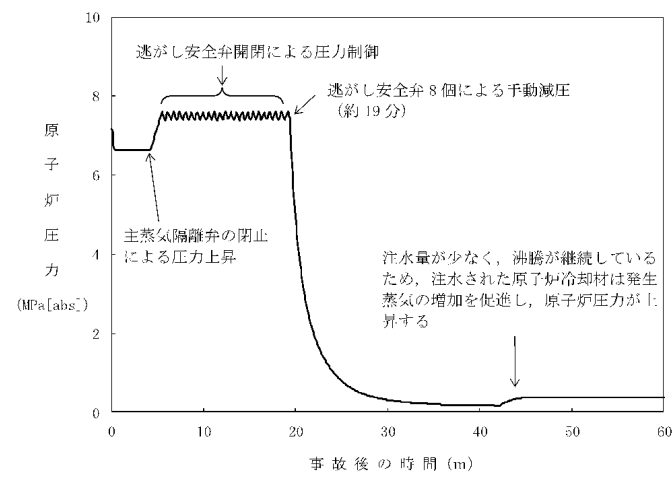


第2.1.2-1(15) 図 サプレッション・プール水位の推移

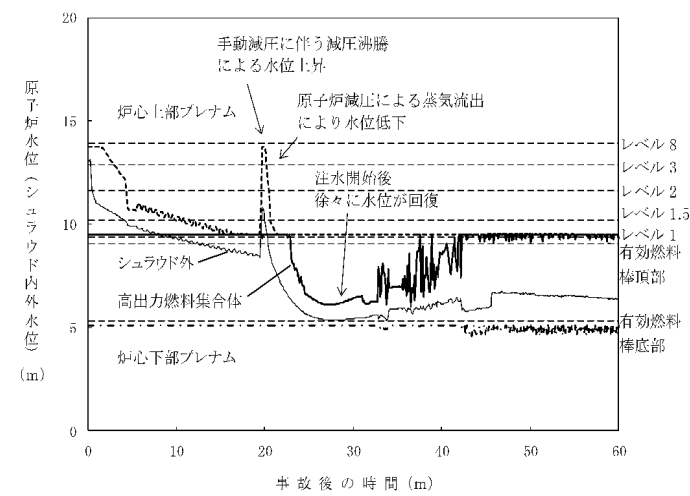


第2.1.2-1(16) 図 サプレッション・プール水温度の推移

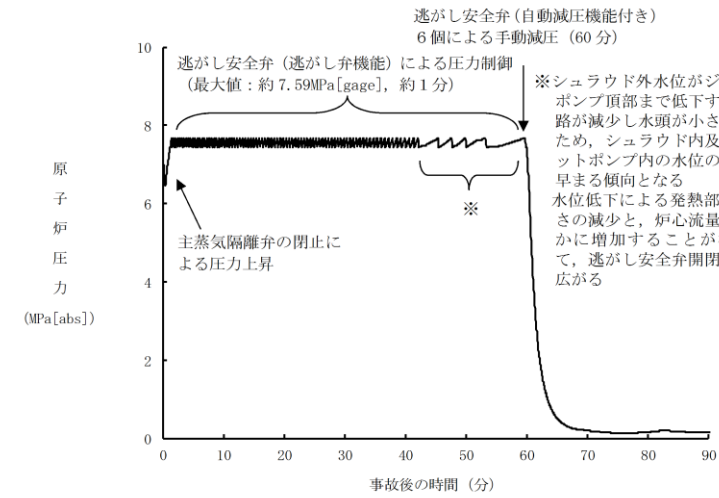
【柏崎6/7, 東海第二】
①解析時間の相違。



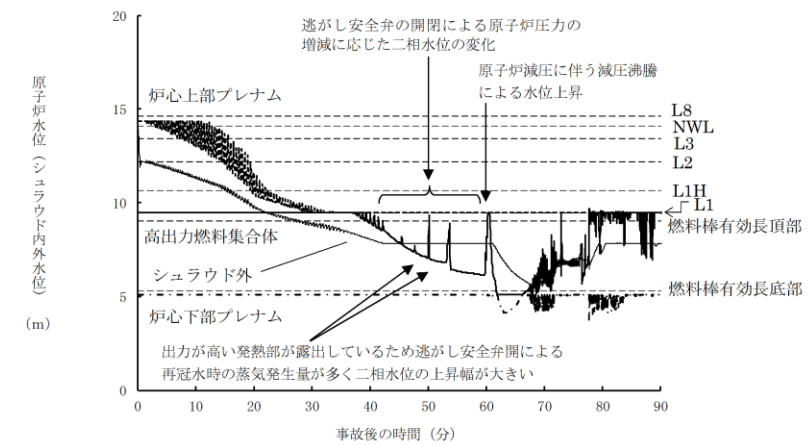
第 2.1.22 図 操作開始時間 5 分遅れのケースにおける
原子炉圧力の推移



第 2.1.23 図 操作開始時間 5 分遅れのケースにおける
原子炉水位 (シユラウド内外水位) の推移

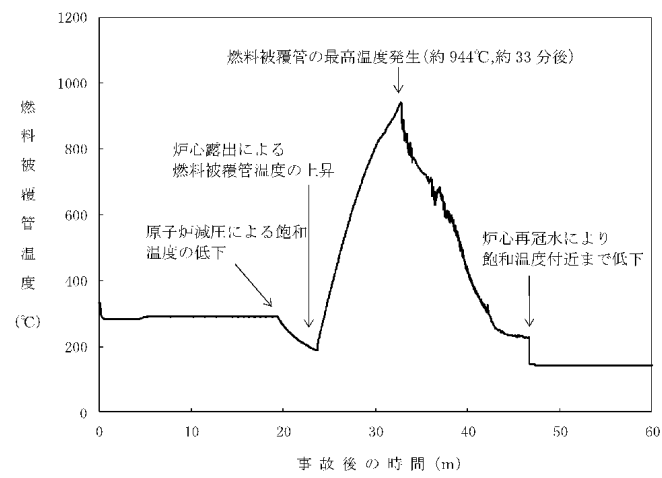


第 2.1.3-1(1) 図 操作開始時間 30 分遅れのケースにおける
原子炉圧力の推移

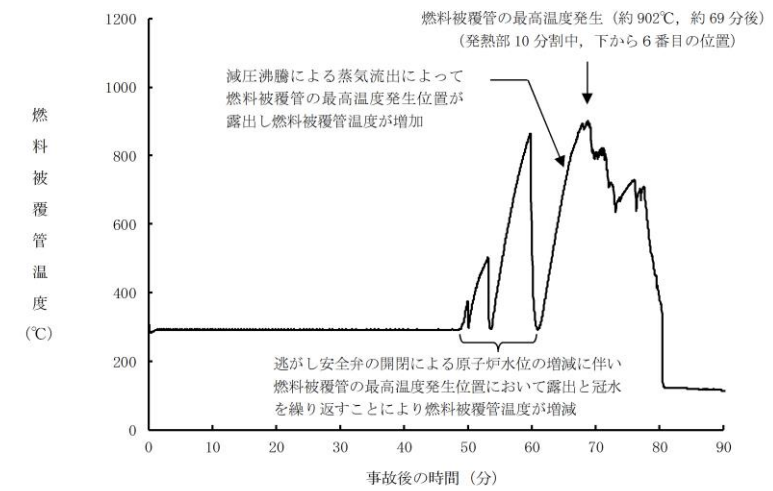


第 2.1.3-1(2) 図 操作開始時間 30 分遅れのケースにおける
原子炉水位 (シユラウド内外水位) の推移

・記載箇所の相違
【東海第二】
東海第二は、「2.6 L O C A 時注水機能喪失」で同様の感度解析を実施。



第 2.1.24 図 操作開始時間 5 分遅れのケースにおける燃料被覆管温度の推移



第 2.1.3-1(3) 図 操作開始時間 30 分遅れのケースにおける燃料被覆管温度の推移

・記載箇所の相違
【東海第二】
 東海第二は、「2.6 L O C A 時注水機能喪失」で同様の感度解析を実施。

第2.1.1-1表 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策について

| 判断及び操作 | 手順 | 常設設備 | 可搬型設備 | 計装設備 |
|------------------------|--|------------------|-------|---|
| 原子炉スクラム確認 | 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事象発生時、原子炉スクラムしたことを確認する。 | - | - | 平均出力領域モニタ 起動領域モニタ |
| 停止・低圧注水機能喪失確認 | 原子炉水位による自動起動発生するが、各ポンプの起動失敗又は各ポンプの起動電圧の指示が上昇しないことにより発生し、低圧注水機能喪失を確認する。 | - | - | 原子炉水位 (SA) 原子炉水位 (燃料域) 【原子炉隔離時冷却系系統流量】 【原子炉隔離時冷却系注水ポンプ出口圧力】 原子炉水位 (燃料域) 原子炉水位 (燃料域) 高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力 |
| 高圧・低圧注水機能喪失確認 | 高圧注水機能喪失確認後、高圧代替注水ポンプを起動し、原子炉水位を回復する。 | 高圧代替注水ポンプ 燃料域 | - | 高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力 高圧代替注水ポンプ出口圧力 高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力 |
| 逃がし安全弁による原子炉急減圧 | 高圧・低圧注水機能喪失確認後、高圧代替注水ポンプを起動し、原子炉水位を回復する。また、中央制御室にて逃がし安全弁を閉鎖し、原子炉急減圧を抑制する。 | 高圧代替注水ポンプ 燃料域 | - | 高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力 高圧代替注水ポンプ出口圧力 |
| 低圧代替注水系 (常設) による原子炉急減圧 | 逃がし安全弁による原子炉急減圧により、低圧代替注水系 (常設) の原子炉水位が低下し、原子炉急減圧を抑制する。また、中央制御室にて逃がし安全弁を閉鎖し、原子炉急減圧を抑制する。 | 高圧代替注水ポンプ 燃料域 | - | 高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力 高圧代替注水ポンプ出口圧力 |
| 低圧代替注水系 (常設) による原子炉急減圧 | 逃がし安全弁による原子炉急減圧により、低圧代替注水系 (常設) の原子炉水位が低下し、原子炉急減圧を抑制する。また、中央制御室にて逃がし安全弁を閉鎖し、原子炉急減圧を抑制する。 | 高圧代替注水ポンプ 燃料域 | - | 高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力 高圧代替注水ポンプ出口圧力 |
| 低圧代替注水系 (常設) による原子炉急減圧 | 逃がし安全弁による原子炉急減圧により、低圧代替注水系 (常設) の原子炉水位が低下し、原子炉急減圧を抑制する。また、中央制御室にて逃がし安全弁を閉鎖し、原子炉急減圧を抑制する。 | 高圧代替注水ポンプ 燃料域 | - | 高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力 高圧代替注水ポンプ出口圧力 |

① 重大事故等対応設備 (設計基準設備)

第2.1-1-1表 高圧・低圧注水機能喪失における重大事故等対策について (1/3)

| 操作及び確認 | 手順 | 重大事故等対応設備 | | |
|------------------|---|---|-------|---|
| | | 常設設備 | 可搬型設備 | 計装設備 |
| 原子炉スクラム確認 | 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事象発生時、原子炉スクラムしたことを確認する。 | - | - | 平均出力領域計装* 起動領域計装* |
| 高圧・低圧注水機能喪失確認 | 原子炉水位異常低下 (レベル2) による自動起動発生し、高圧炉心スプレイ系及び原子炉隔離時冷却系の自動起動及び手動起動の失敗後、低圧注水系及び残留冷却系 (低圧注水系) の手動起動を実施するが、各ポンプの起動失敗又は各ポンプの系統流量等の指示が上昇しないことにより高圧・低圧注水機能喪失を確認する。 | - | - | 原子炉水位 (S A 広帯域) 原子炉水位 (S A 燃料域) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 原子炉隔離時冷却系系統流量* 高圧炉心スプレイ系系統流量* 低圧炉心スプレイ系注水ポンプ出口圧力* 残留冷却系注水ポンプ出口圧力* 原子炉水位 (S A 広帯域) 原子炉水位 (S A 燃料域) 原子炉水位 (広帯域)* 原子炉水位 (燃料域)* 高圧代替注水系系統流量 |
| 高圧代替注水系による原子炉急減圧 | 高圧注水機能喪失確認後、高圧代替注水系を起動し、原子炉水位を回復する。 | 高圧代替注水系 サブレーション・チェンバ* 常設低圧代替注水ポンプ | - | 原子炉水位 (S A) 原子炉圧力* |
| 逃がし安全弁による原子炉急減圧 | 高圧・低圧注水機能喪失確認後、常設低圧代替注水系を2台起動し、中央制御室にて逃がし安全弁 (自動減圧機能) 7個を全開し、原子炉急減圧を実施する。 | 常設低圧代替注水ポンプ サブレーション・チェンバ* 常設低圧代替注水ポンプ 逃がし安全弁 (自動減圧機能)* | - | 原子炉圧力* |

* 既許可の対象となっている設備を重大事故等対応設備に位置付けるもの
② 有効性評価上考慮しない操作

第2.1.1-1-1表 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策について (1/3)

| 判断及び操作 | 手順 | 重大事故等対応設備 | | |
|--------------------|--|--|-------|---|
| | | 常設設備 | 可搬型設備 | 計装設備 |
| 外部電源喪失及び原子炉スクラム確認 | 原子炉の出力運転中に外部電源喪失となり、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事象が発生して原子炉スクラムしたことを確認する。 | 【非常用ディーゼル発電機等】* 【非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等】* | - | 平均出力領域計装* |
| 高圧・低圧注水機能喪失確認 | 各ポンプの起動失敗又は各ポンプの出口流量の指示が上昇しないことにより高圧・低圧注水機能喪失を確認する。 | - | - | 原子炉水位 (S A) 原子炉水位 (燃料域)* 原子炉隔離時冷却系注水ポンプ出口流量* 【高圧炉心スプレイ注水ポンプ出口流量】* 【残留冷却系注水ポンプ出口圧力】* 【低圧炉心スプレイ注水ポンプ出口圧力】* |
| 高圧原子炉代替注水系による原子炉注水 | 高圧注水機能喪失確認後、高圧原子炉代替注水系を起動し原子炉水位を回復する。 | 高圧原子炉代替注水系 サブレーション・チェンバ* | - | 原子炉水位 (S A) 原子炉水位 (燃料域)* 原子炉水位 (燃料域)* 高圧原子炉代替注水流量 |
| 逃がし安全弁による原子炉急減圧 | 高圧・低圧注水機能喪失確認後、低圧原子炉代替注水系 (常設) を起動し、中央制御室にて逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) 6個を全開し、原子炉急減圧を実施する。 | 常設代替注水電源設備 低圧原子炉代替注水ポンプ 逃がし安全弁 (自動減圧機能付き)* | - | 原子炉圧力 (S A) 原子炉圧力* |

①, ② 既許可の対象となっている設備を重大事故等対応設備に位置付けるもの
【 】 : 重大事故等対応設備 (設計基準設備)
有効性評価上考慮しない操作

本文比較表に記載の差異以外で主要な差異について記載。
・記載方針の相違
【柏崎6/7】
①島根2号炉は、既許可の対象設備を重大事故等対応設備として位置付けるものを明確化している。
【東海第二】
②島根2号炉は、重大事故等時に設計基準対象施設としての機能を期待する設備を「重大事故等対応設備 (設計基準拡張)」と位置付けている。

第 2.1-1 表 高圧・低圧注水機能喪失における重大事故等対策について (2/3)

| 操作及び確認 | 手順 | 重大事故等対処設備 | |
|-------------------------|---|--|--|
| | | 常設設備 | 可搬型設備 |
| 低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水 | 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、低圧代替注水系 (常設) の系統圧力を下回ると、原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。原子炉水位は、原子炉水位低 (レベル 3) から原子炉水位高 (レベル 8) の間で維持する。 | 常設低圧代替注水系ポンプ 代替淡水貯槽 西側淡水貯水設備 可搬型設備用軽油タンク | 可搬型代替注水中型ポンプ タンクローリー |
| 代替循環冷却系による原子炉注水及び格納容器除熱 | 代替循環冷却系を起動し、原子炉注水を実施する。また、格納容器圧力が 0.245MPa [gage] に到達した場合は、格納容器スプレイを実施する。 | 緊急用海水系 代替循環冷却系 サブプレッジョン・チェンバ* 原子炉圧力 (S A) 原子炉水位 (広帯域) * 原子炉水位 (燃料域) * 原子炉水位 (S A 広帯域) 原子炉水位 (S A 燃料域) 代替循環冷却系原子炉注水流量 代替格納容器格納容器スプレイ流量 | 原子炉圧力* 原子炉圧力 (S A) 原子炉水位 (S A) 原子炉水位 (広帯域) * 原子炉水位 (燃料域) * 原子炉水位 (S A 広帯域) 原子炉水位 (S A 燃料域) 代替循環冷却系原子炉注水流量 代替格納容器格納容器スプレイ流量 |

* 既許可の対象となっていない設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの
② : 有効性評価上考慮しない操作

第 2.1.1-1 表 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策について (2/3)

| 判断及び操作 | 手順 | 重大事故等対処設備 | |
|--------------------------------|---|---|--|
| | | 常設設備 | 可搬型設備 |
| 低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉注水 | 逃がし安全弁による原子炉急速減圧により、低圧原子炉代替注水系 (常設) の系統圧力を下回ると原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。原子炉水位は原子炉水位低 (レベル 3) から原子炉水位高 (レベル 8) の間で維持する。 | 常設代替交流電源設備 非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等* 低圧原子炉代替注水ポンプ 低圧原子炉代替注水貯槽 | 原子炉圧力 (S A) 原子炉圧力* 原子炉水位 (S A) 原子炉水位 (広帯域) * 原子炉水位 (燃料域) * 代替注水流量 (常設) 低圧原子炉代替注水貯槽水位 |
| 格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による原子炉格納容器冷却 | 格納容器圧力が 384kPa [gage] に到達した場合、格納容器代替スプレイ系 (可搬型) により原子炉格納容器冷却を実施する。格納容器圧力が 334kPa [gage] まで降下した場合、又はサブプレッジョン・プールの水位が通常水位 + 約 1.3m に到達した場合は、格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による格納容器スプレイを停止する。 | 非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク等* 代替注水貯槽 | ドライウエル圧力 (S A) サブプレッジョン・チェンバ圧力 (S A) 格納容器代替スプレイ流量 サブプレッジョン・プール水位 (S A) |

② ※: 既許可の対象となっている設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの
【 】: 重大事故等対処設備 (設計基準拡張)

第2.1-1 表 高圧・低圧注水機能喪失における重大事故等対策について (3/3)

| 操作及び確認 | 手順 | 重大事故等対処設備 | | |
|-----------------------------|---|---|-------------------------|---|
| | | 常設設備 | 可搬型設備 | 計装設備 |
| 代替格納容器スプレッド冷却系(常設)による格納容器冷却 | 格納容器圧力が0.279MPa [gauge] に到達した場合、代替格納容器スプレッド冷却系(常設)により格納容器冷却を実施する。また、低圧代替注水系(常設)による原子炉注水を継続する。 | 常設低圧代替注水系ポンプ 代替格納容器貯水設備 可搬型設備用軽油タンク | 可搬型代替注水中型ポンプ タンクローリー | ドライウエル圧力 サブプレッション・チェンバール圧力 原子炉水位(広帯域)* 原子炉水位(燃料域)* 原子炉水位(SA広帯域) 原子炉水位(SA燃料域) 低圧代替注水系格納容器スプレッド流量(常設ライン用) 低圧代替注水系原子炉注水流量(常設ライン用) 代替淡水貯槽水位 |
| 格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱 | 格納容器圧力が0.31MPa [gauge] に到達した場合、格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱を実施する。 | 格納容器圧力逃がし装置 耐圧強化ベント系 | - | ドライウエル圧力 サブプレッション・チェンバール圧力 サブプレッション・プールの水位 格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W) 格納容器雰囲気放射線モニタ(S/C) フィルタ装置圧力 フィルタ装置出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ) |

* 既許可の対象となっている設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの

②

第2.1.1-1 表 「高圧・低圧注水機能喪失」の重大事故等対策について (3/3)

| 判断及び操作 | 手順 | 重大事故等対処設備 | |
|--------------------------|--|--------------|-------|
| | | 常設設備 | 可搬型設備 |
| 格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱 | サブプレッション・プール水位が通常水位+約1.3m に到達した場合、格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を実施する。 | 格納容器フィルタベント系 | - |

※：既許可の対象となっている設備を重大事故等対処設備に位置付けるもの
【 】：重大事故等対処設備(設計基準拡張)

②

第 2.1.2 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (1/4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|-------------------------|--|--|
| 解析コード | 原子炉側：SAFER, CHASTE 格納容器側：MAAP | - |
| 原子炉熱出力 | 3, 926MWt | 定格原子炉熱出力として設定 |
| 原子炉圧力 | 7. 07MPa [gauge] | 定格原子炉圧力として設定 |
| 原子炉水位 | 通常運転水位 (セパレータスカート 下端から+119cm) | 通常運転時の原子炉水位として設定 |
| 炉心流量 | 52, 200t/h | 定格流量として設定 |
| 炉心入口温度 | 約 278℃ | 熱平衡計算による値 |
| 炉心入口サブクール度 | 約 10℃ | 熱平衡計算による値 |
| 燃料 | 9×9燃料 (A型) | - |
| 最大熱出力密度 | 44. 0kW/m | 設計限界値として設定 |
| 原子炉停止後の崩壊熱 | ANSI/ANS-5. 1-1979 燃焼度 33CWD/t | ① サイクル末期の燃焼度のばらつきを考慮し、10%の保守性を考慮して設定 |
| 格納容器容積 (ドライウエル) | 7, 350m ³ | ② ドライウエル内体積の設計値 (全体積から内部機器及び構造物の体積を除いた値) |
| 格納容器容積 (ウェットウエル) | 空腔部：5, 960m ³ 液相部：3, 580m ³ | ③ ウェットウエル内体積の設計値 (内部機器及び構造物の体積を除いた値) |
| 真空破壊装置 | 3. 43kPa (ドライウエル-サブプレッ ション・チェンバ間差圧) | 真空破壊装置の設定値 |
| サブプレッション・チェンバ・プール 水位 | 7. 05m (通常運転水位) | ④ 通常運転時のサブプレッション・チェンバ・プール水位として設定 |
| サブプレッション・チェンバ・プール 水温 | 35℃ | 通常運転時のサブプレッション・チェンバ・プール水温の上限値として設定 |
| 格納容器圧力 | 5. 2kPa [gauge] | 通常運転時の格納容器圧力として設定 |
| 格納容器温度 | 57℃ | ④ 通常運転時の格納容器温度として設定 |
| 外部水源の温度 | 50℃ (事象開始 12 時間以降は 45℃, 事象開始 24 時間以降は 40℃) | 復水移送ポンプ吐出温度を参考に設定 |

初期条件

第 2.1-2 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (1/5)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|---------------------------|--|---|
| 解析コード | 原子炉側：SAFER 格納容器側：MAAP | - |
| 原子炉熱出力 | 3, 293MW | 定格原子炉熱出力として設定 |
| 原子炉圧力 (压力容器トーム部) | 6. 93MPa [gauge] | 定格原子炉圧力として設定 |
| 原子炉水位 | 通常運転水位 (セパレータ スカート下端から +126 cm) | 通常運転時の原子炉水位として設定 |
| 炉心流量 | 48, 300t/h | 定格流量として設定 |
| 炉心入口温度 | 約 278℃ | 熱平衡計算による値 |
| 炉心入口サブクール度 | 約 9℃ | 熱平衡計算による値 |
| 燃料 | 9×9燃料 (A型) | - |
| 最大熱出力密度 | 44. 0kW/m | ① 通常運転時の熱的制限値として設定 |
| 原子炉停止後の崩壊熱 | ANSI/ANS-5. 1-1979 燃焼度 33CWD/t | ② 1サイクルの運転期間 (13ヶ月) に調整運転期間 (約1ヶ月) を考慮した運転期間に対応する燃焼度として設定 |
| 格納容器体積 (ドライウエル) | 5, 700m ³ | 設計値 |
| 格納容器体積 (サブプレッション・チェンバ) | 空腔部：4, 100m ³ 液相部：3, 300m ³ | ③ 設計値 (通常運転時のサブプレッション・プール水位の下限値として設定) |

初期条件

第 2.1.2-1 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (1/4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|------------------------|--|---|
| 解析コード | 原子炉側：SAFER 格納容器側：MAAP | - |
| 原子炉熱出力 | 2, 436MW | 定格原子炉熱出力として設定 |
| 原子炉圧力 | 6. 93MPa [gauge] | 定格原子炉圧力として設定 |
| 原子炉水位 | 通常運転水位 (気水分離器下端から+83 cm) | 通常運転時の原子炉水位として設定 |
| 炉心流量 | 35. 6×10 ³ t/h | 定格炉心流量として設定 |
| 炉心入口温度 | 約 278℃ | 熱平衡計算による値 |
| 炉心入口サブクール度 | 約 9℃ | 熱平衡計算による値 |
| 燃料 | 9×9燃料 (A型) | 9×9燃料 (A型)、9×9燃料 (B型) は熱水力的な特性は同等であり、その相違は燃料棒最大線出力密度の保守性に包絡されること、また、9×9燃料の方がMOX燃料よりも崩壊熱が大きく、燃料被覆管温度上昇の観点で厳しいため、MOX燃料の評価は9×9燃料 (A型) の評価に包絡されることを考慮し、代表的に9×9燃料 (A型) を設定 |
| 燃料棒最大線出力密度 | 44. 0kW/m | ① 通常運転時の熱的制限値 (高出力燃料集合体) |
| 原子炉停止後の崩壊熱 | ANSI/ANS-5. 1-1979 (燃焼度 33CWD/t) | ② サイクル末期の燃焼度のばらつきを考慮し、10%の保守性を考慮 |
| 格納容器容積 (ドライウエル) | 7, 900m ³ | ドライウエル内体積の設計値 (内部機器及び構造物の体積を除いた値) を設定 |
| 格納容器容積 (サブプレッション・チェンバ) | 空腔部：4, 700m ³ 液相部：2, 800m ³ | ③ サブプレッション・チェンバ内体積の設計値 (内部機器及び構造物の体積を除いた値) を設定 |
| 真空破壊装置 | 3. 43kPa (ドライウエル-サブプレ ション・チェンバ間差圧) | 真空破壊装置の設定値 |

初期条件

- ・解析条件の相違
- 【柏崎 6/7】
- ①条件設定は同じだが、通常運転時の熱的制限値を設定していることを明確に記載。
- 【東海第二】
- ②条件設定は同じだが、設定プロセスが異なり、平衡炉心サイクル末期の炉心平均燃焼度に対して、ばらつきとして10%の保守性を考慮し設定。
- ③島根 2号炉及び柏崎 6/7 は、格納容器容積 (サブプレッション・チェンバ) 及びサブプレッション・プール水位の解析条件を通常水位で設定。東海第二では圧力抑制効果を厳しくする観点で、通常運転時のサブプレッション・プール水位の下限値を設定。
- ④島根 2号炉においても、通常運転時の格納容器温度はドライウエル冷却機にて制御されており、条件設定の考え方としては同様。

第 2.1.2 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (2/4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|------|---------------|---|
| 起因事象 | 給水流量の全喪失 | 原子炉水位低下の観点で厳しい事象を設定 |
| 事故条件 | 安全機能の喪失に対する仮定 | 高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心注水系の機能喪失を、低圧注水機能として残留熱除去系 (低圧注水モード) の機能喪失を設定 |
| | 外部電源 | 外部電源がある場合、事象発生と同時に再循環ポンプがトリップしないことにより、原子炉水位低 (レベル3) による原子炉スクラムまでは原子炉出力が高く維持され、原子炉水位の低下が早いいため、炉心冷却上厳しくなる |

第 2.1-2 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (2/5)

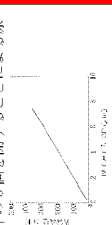
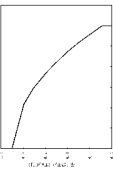
| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|------|----------------|---|
| 初期条件 | 真空破壊装置 | 真空破壊装置の設定値 ③ |
| | サブレーション・プール水位 | 通常運転時のサブレーション・プール水位の下限値として設定 |
| | サブレーション・プール水温度 | 通常運転時のサブレーション・プール水温度の上限値として設定 |
| | 格納容器圧力 | 通常運転時の格納容器圧力を包含する値 |
| | 格納容器雰囲気温度 | 通常運転時の格納容器雰囲気温度 (ドライウエル内ガス冷却装置の設計温度) として設定 |
| | 外部水源の温度 | 年間の気象条件変化を包含する高めの水温を設定 |
| 事故条件 | 起因事象 | 原子炉水位低下の観点で厳しい事象を設定 |
| | 安全機能の喪失に対する仮定 | 高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイス系の機能喪失を、低圧注水機能として低圧炉心スプレイス及び残留熱除去系 (低圧注水系) の機能喪失を設定 |
| | 外部電源 | 外部電源がある場合、事象発生と同時に再循環ポンプがトリップしないことにより、原子炉水位低 (レベル3) による原子炉スクラムまでは原子炉出力が高く維持され、原子炉水位の低下が早いいため、炉心冷却上厳しくなる |

第 2.1.2-1 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (2/4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 | |
|------|----------------|----------------------|---|
| 初期条件 | サブレーション・プール水位 | 3.61m (通常運転水位) ③ | 通常運転時のサブレーション・プール水位として設定 |
| | サブレーション・プール水温度 | 35℃ | 通常運転時のサブレーション・プール水温度の上限値として設定 |
| | 格納容器圧力 | 5 kPa [gauge] | 通常運転時の格納容器圧力として設定 |
| | 格納容器温度 | 57℃ ④ | 通常運転時の格納容器温度として設定 |
| | 外部水源の温度 | 35℃ | 屋外貯水槽の水温度として実測値及び夏季の外気温度を踏まえて設定 |
| 事故条件 | 起因事象 | 給水流量の全喪失 | 原子炉水位低下の観点で厳しい事象を設定 |
| | 安全機能の喪失に対する仮定 | 高圧注水機能喪失 低圧注水機能喪失 | 高圧注水機能として原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイス系の機能喪失を、低圧注水機能として低圧炉心スプレイス系及び残留熱除去系 (低圧注水モード) の機能喪失を設定 |
| | 外部電源 | 外部電源なし | 外部電源なしの場合は、対策の成立性、必要燃料量の観点で厳しくなることから、外部電源なしを設定 また、原子炉スクラムまでの炉心の冷却の観点で厳しくなり、外部電源がある場合を包含する条件として、再循環ポンプトリップは、原子炉水位低 (レベル2) 信号にて発生するものとする |

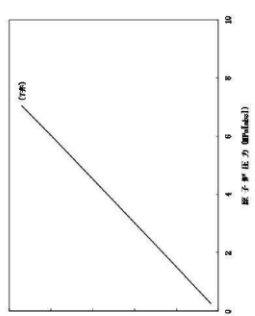
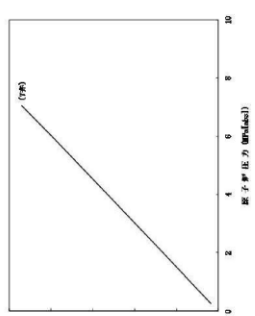
・解析条件の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

第2.1.2表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (3/4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|---------------------------------|---|--|
| 原子炉スクラム信号 代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能 | 原子炉水位低 (レベル3) (遅れ時間: 1.05秒) 再循環ポンプが、原子炉水位低 (レベル3) で4台、原子炉水位低 (レベル2) で残りの6台がトリップ 逃がし弁機能 7.51 MPa [gage] × 1個, 363 t/h/個 7.58 MPa [gage] × 1個, 367 t/h/個 7.65 MPa [gage] × 4個, 370 t/h/個 7.72 MPa [gage] × 4個, 373 t/h/個 7.79 MPa [gage] × 4個, 377 t/h/個 7.86 MPa [gage] × 4個, 380 t/h/個 ⑤ 自動減圧機能付き逃がし弁の8個を開閉することによる原子炉の過減圧 <原子炉圧力と逃がし弁安全弁1個あたりの蒸気流量の関係> | 安全保護系等の遅れ時間を考慮して設定 原子炉冷却材再循環系のインタロックとして設定 逃がし弁機能の設計値として設定 |
| 逃がし安全弁 | ⑤ 最大300m ³ /hで注水、その後は炉心を冠水維持可能な注水量に制御 | 逃がし安全弁の設計値に基づき蒸気流量及び原子炉圧力の関係から設定 設計値に注入配管の流路形状を考慮した値として設定  |
| 低圧代替注水系 (常設) | 最大300m ³ /hで注水、その後は炉心を冠水維持可能な注水量に制御 | 復水移送ポンプ2台による注水特性  |
| 代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) | 140m ³ /hにて原子炉格納容器内へスプレイ | 格納容器温度及び圧力抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、設定 |
| 格納容器圧力逃がし装置等 | 格納容器圧力が0.62MPa [gage]における最大非出流量31.6kg/sに対して、原子炉格納容器二次隔離弁の中間開操作 (流路面積70%開) にて原子炉格納容器除熱 | 格納容器圧力逃がし装置等の設計値を考慮し、格納容器圧力及び温度を低下させる排出流量を確保可能な弁開度として設定 |

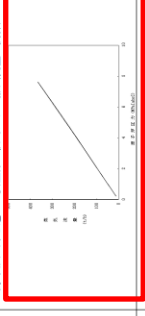
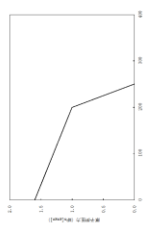
重大事故等対策に関連する機器条件

第2.1-2表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (3/5)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|-------------------------------|--|---|
| 原子炉スクラム信号 | 原子炉水位低 (レベル3) 信号 (遅れ時間: 1.05秒) | 安全保護系等の遅れ時間を考慮して設定 |
| A.T.W.S緩和设备 (代替再循環系ポンプトリップ機能) | 再循環系ポンプが、原子炉水位異常低下 (レベル2) 信号で2台全てがトリップ 安全弁機能 7.79MPa [gage] × 2個, 385.2t/h (1個当たり) 8.10MPa [gage] × 4個, 400.5t/h (1個当たり) 8.17MPa [gage] × 4個, 403.9t/h (1個当たり) 8.24MPa [gage] × 4個, 407.2t/h (1個当たり) 8.31MPa [gage] × 4個, 410.6t/h (1個当たり) 逃がし安全弁 (自動減圧機能) の7個を開閉することによる原子炉急速減圧 ⑤ <原子炉圧力と逃がし安全弁7個の蒸気流量の関係>  | A.T.W.S緩和设备 (代替再循環系ポンプトリップ機能) のインタロックとして設定 逃がし安全弁の安全弁機能の設計値として設定 逃がし安全弁の設計値に基づき蒸気流量及び原子炉圧力の関係から設定 |
| 逃がし安全弁 | ⑤ <原子炉圧力と逃がし安全弁7個の蒸気流量の関係>  | 逃がし安全弁の設計値に基づき蒸気流量及び原子炉圧力の関係から設定 |

重大事故等対策に関連する機器条件

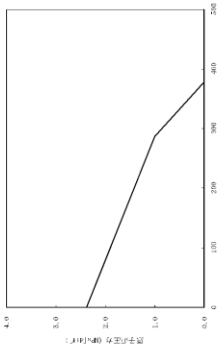
第2.1.2-1表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (3/4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|-------------------|---|---|
| 原子炉スクラム信号 | 原子炉水位低 (レベル3) (遅れ時間: 1.05秒) 逃がし弁機能 7.58MPa [gage] × 2個, 367t/h/個 7.65MPa [gage] × 3個, 370t/h/個 7.72MPa [gage] × 3個, 373t/h/個 7.79MPa [gage] × 4個, 377t/h/個 逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) の6個を開閉することによる原子炉急速減圧 ⑤ <原子炉圧力と逃がし安全弁6個の蒸気流量の関係>  | 保有水量の低下を保守的に評価するスクラム条件を設定 逃がし安全弁の設計値として設定 逃がし安全弁の設計値に基づき蒸気流量及び原子炉圧力の関係から設定 |
| 逃がし安全弁 | ⑤ 最大250m ³ /hにて原子炉注水、その後は炉心を冠水維持可能な注水量に制御 | 逃がし安全弁の設計値として設定 低圧原子炉代替注水系 (常設) の設計値として設定  |
| 低圧原子炉代替注水系 (常設) | 最大250m ³ /hにて原子炉注水、その後は炉心を冠水維持可能な注水量に制御 | 低圧原子炉代替注水系 (常設) の設計値として設定 |
| 格納容器代替スプレイ系 (可搬型) | 120m ³ /hにて原子炉格納容器内へスプレイ | 格納容器温度及び圧力抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、設定 |
| 格納容器フィルタベント系 | 格納容器圧力427kPa [gage]における最大排出流量9.8kg/sに対して、第1弁の中央制御室からの遠隔操作による全開操作にて原子炉格納容器除熱 | 格納容器フィルタベント系の設計値として設定 |

重大事故等対策に関連する機器条件

・解析条件の相違
【東海第二】
⑤島根2号炉及び柏崎6/7は、逃がし安全弁1個当たりの蒸気流量をグラフに記載。

第2.1-2 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (4/5)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|------------------|---|---|
| 低圧代替注水系 (常設) | 最大 378m ³ /h で注水 (格納容器スプレイ実施前) | 設計値に注入配管の流路圧損を考慮した値として設定  |
| | 格納格納容器スプレイ冷却系 (常設) 格納容器圧力逃がし装置等 | |
| 重大事故等対策に関連する機器条件 | 230m ³ /h (格納容器スプレイ実施中) | 設計に基づき、併用時の注入先圧力及び系統圧損を考慮しても確保可能な流量を設定 格納容器雰囲気温度及び圧力抑制に必要なスプレイ流量を考慮し、設定 格納容器圧力逃がし装置等の設計値を考慮して、格納容器圧力及び雰囲気温度を低下させるのに必要な排出流量として設定 |
| | 130m ³ /h にて格納容器内へスプレイ 格納容器圧力が 0.31MPa [gage] における排出流量 13.4kg/s に対して、第二弁を全開にて格納容器除熱 | |

・解析条件の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

第 2.1.2 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (4/4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|-----------------|-----------------------------------|--|
| 重大事故等対策に関する操作条件 | 低圧代替注水系 (常設) の追加起動及び中央制御室における系統構成 | 高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断時間を考慮して、事象発生から 10 分後に開始し、操作時間は約 4 分間として設定 |
| | 逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作 | 中央制御室操作における低圧代替注水系 (常設) の準備時間を考慮して設定 |
| | 代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による原子炉格納容器冷却操作 | 設計基準事故時の最高圧力を踏まえて設定 |
| | 格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱操作 | 格納容器最高使用圧力を踏まえて設定 |

第 2.1-2 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (5/5)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|-----------------|--------------------------------|---|
| 重大事故等対策に関する操作条件 | 逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作 | 中央制御室において、状況判断の時間、高圧・低圧注水機能喪失の確認時間及び低圧代替注水系 (常設) の準備時間を考慮して設定 |
| | 代替格納容器スプレイ冷却系 (常設) による格納容器冷却操作 | 格納容器最高使用圧力に対する余裕を考慮して設定 |
| | 格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱操作 | 格納容器最高使用圧力を踏まえて設定 |

第 2.1.2-1 表 主要解析条件 (高圧・低圧注水機能喪失) (4 / 4)

| 項目 | 主要解析条件 | 条件設定の考え方 |
|-----------------|---|--|
| 重大事故等対策に関する操作条件 | 常設代替交流電源設備の起動、受電及び低圧原子炉代替注水系 (常設) 起動、系統構成 | 高圧・低圧注水機能喪失を確認後実施するが、事象判断時間を考慮して、事象発生から 10 分後に開始し、操作時間は 20 分間として設定 |
| | 逃がし安全弁による原子炉急速減圧操作 | 低圧原子炉代替注水系 (常設) の準備時間を考慮して設定 |
| | 格納容器代替スプレイ系 (可搬型) による格納容器冷却操作 | 格納容器最高使用圧力に対する余裕を考慮して設定 |
| | 格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱操作 | 中央制御室における操作所要時間を考慮して設定 操作開始条件は格納容器最高使用圧力に対する余裕を考慮して設定 |

・解析条件の相違
【東海第二】

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|---|---|
| <p style="text-align: right;">添付資料 2.1.1</p> <p style="text-align: center;">安定状態について</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失時の安定状態については以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却により、炉心冠水が維持でき、また、冷却のための設備がその後も機能維持できると判断され、かつ、必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合、安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>原子炉格納容器安定状態：炉心冠水後に、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた原子炉格納容器除熱機能（格納容器圧力逃がし装置等、残留熱除去系又は代替循環冷却系）により、格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ、また、原子炉格納容器除熱のための設備がその後も機能維持できると判断され、かつ、必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合、安定状態が確立されたものとする。</p> | <p style="text-align: right;">添付資料 2.1.2</p> <p style="text-align: center;">安定状態について（高圧・低圧注水機能喪失）</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失時の安定状態については、以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却が維持可能であり、また、冷却のための設備がその後も機能維持でき、かつ必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合に安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>格納容器安定状態：炉心冷却が維持された後に、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた格納容器除熱により格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ、また、格納容器除熱のための設備がその後も機能維持でき、かつ、必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合に安定状態が確立されたものとする。</p> | <p style="text-align: right;">添付資料 2.1.1</p> <p style="text-align: center;">安定状態について（高圧・低圧注水機能喪失）</p> <p>高圧・低圧注水機能喪失時の安定状態については以下のとおり。</p> <p>原子炉安定停止状態：事象発生後、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた炉心冷却により、炉心冠水が維持でき、また、冷却のための設備がその後も機能維持できると判断され、かつ、必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合、安定停止状態が確立されたものとする。</p> <p>原子炉格納容器安定状態：炉心冠水後に、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備を用いた原子炉格納容器除熱機能（格納容器フィルタベント系、残留熱除去系又は残留熱代替除去系）により、格納容器圧力及び温度が安定又は低下傾向に転じ、また、原子炉格納容器除熱のための設備がその後も機能維持できると判断され、かつ、必要な要員の不足や資源の枯渇等のあらかじめ想定される事象悪化のおそれがない場合、安定状態が確立されたものとする。</p> | <p>備考</p> <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】</p> <p>島根 2号炉は、耐圧強化ベントを自主設備として位置付けている。</p> |
| <p>【安定状態の確立について】</p> <p>原子炉安定停止状態の確立について</p> <p>逃がし安全弁を開維持することで、<u>低圧代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持され、原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>原子炉格納容器安定状態の確立について</p> <p>炉心冷却を継続し、事象発生から約 17 時間後に格納容器圧力逃がし装置等による原子炉格納容器除熱を開始することで、格納容器圧力及び温度は安定又は低下傾向になり、格納容器温度</p> | <p>【安定状態の確立について】</p> <p>原子炉安定停止状態の確立について</p> <p>逃がし安全弁により原子炉減圧状態を維持し、<u>常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系（常設）</u>による原子炉注水を継続することで、炉心の冷却は維持され原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>格納容器安定状態の確立について</p> <p>炉心冷却を継続し、事象発生から約 28 時間後に格納容器圧力逃がし装置等を用いた格納容器除熱を実施することで、格納容器圧力及び温度は安定又は低下傾向となる。<u>格納容器雰囲気温度は</u></p> | <p>【安定状態の確立について】</p> <p>原子炉安定停止状態の確立について</p> <p>逃がし安全弁を開維持することで、<u>低圧原子炉代替注水系（常設）</u>による注水継続により炉心が冠水し、炉心の冷却が維持され、原子炉安定停止状態が確立される。</p> <p>原子炉格納容器安定状態の確立について</p> <p>炉心冷却を継続し、事象発生から約 30 時間後に格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器除熱を開始することで、格納容器圧力及び温度は安定又は低下傾向になり、<u>格納容器温度は</u></p> | <p>・運用の相違</p> <p>【柏崎 6/7，東海第二】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|--|--|
| <p>は 150℃を下回るとともに、ドライウエル温度は、低圧注水継続のための逃がし安全弁の機能維持が確認されている 126℃を上回ることなく、原子炉格納容器安定状態が確立される。なお、除熱機能として格納容器圧力逃がし装置等を使用するが、本事象より使用までの時間が短く放射性物質の減衰効果が少ない「2.3.1 全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG 喪失)の実効線量約 $4.9 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 以下となり、燃料被覆管破裂は発生しないため、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、敷地境界での実効線量評価は 5mSv を十分に下回る。</p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、代替循環冷却系を用いて又は残留熱除去系を復旧して除熱を行い、原子炉格納容器を隔離することによって、安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能となる。(別紙1)</p> | <p>150℃を下回るとともに、ドライウエル雰囲気温度は、低圧注水継続のための逃がし安全弁の機能維持が確認されている 126℃を上回ることなく、格納容器安定状態が確立される。なお、除熱機能として格納容器圧力逃がし装置等を使用するが、敷地境界における実効線量は、サブプレッション・プールでのスクラビングによる放射性物質の除染効果を見込まない厳しい評価としている「2.6 LOCA時注水機能喪失」の評価結果約 $6.2 \times 10^{-1} \text{mSv}$ 以下となり、また、燃料被覆管の破裂も発生しないことから、周辺公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。</p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、代替循環冷却系又は残留熱除去系の復旧により除熱を行い、格納容器ベントを閉止し格納容器を隔離することで、安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能となる。(別紙1)</p> | <p>150℃を下回るとともに、ドライウエル温度は、低圧注水継続のための逃がし安全弁の機能維持が確認されている 126℃を上回ることなく、原子炉格納容器安定状態が確立される。なお、除熱機能として格納容器フィルタベント系を使用するが、本事象より使用までの時間が短く放射性物質の減衰効果が少ない「2.6 LOCA時注水機能喪失」での約 $1.7 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 以下となり、燃料被覆管破裂は発生しないため、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはなく、敷地境界での実効線量評価は 5mSv を十分に下回る。</p> <p>また、重大事故等対策時に必要な要員は確保可能であり、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>【安定状態の維持について】 上記の炉心損傷防止対策を継続することにより安定状態を維持できる。 また、残留熱代替除去系を用いて又は残留熱除去系を復旧して除熱を行い、原子炉格納容器を隔離することによって、安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能となる。(別紙1)</p> | <p>島根2号炉は、耐圧強化ベントを自主設備として位置付けている。</p> <p>・評価結果の相違 【柏崎6/7、東海第二】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|--|---|--|---|
| <p style="text-align: center;">(別紙1)</p> <p style="text-align: center;">安定状態の維持について</p> <p>1. 安定状態の維持に関する定量評価 <u>サブプレッション・チェンバ水温</u>に関する長期間解析及び残留熱除去系の復旧に関する定量評価について示す。</p> <p>(1) <u>サブプレッション・チェンバ水温</u>に関する長期間解析</p> <p>代替循環冷却系又は格納容器ベントを使用した場合の<u>サブプレッション・チェンバ・プール水温</u>の挙動を確認するため、有効性評価の対象とした事故シーケンスのうち、<u>サブプレッション・チェンバ・プール水温</u>が高く推移する重大事故として「<u>格納容器過圧・過温破損</u>（代替循環冷却系を使用する場合及び代替循環冷却系を使用しない場合）」について、運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故として、<u>格納容器ベント</u>を行い、<u>事故発生40時間時点のサブプレッション・チェンバ・プール水温が最も高く約125℃である</u>「<u>崩壊熱除去機能喪失</u>（<u>残留熱除去系の故障</u>）」について、<u>サブプレッション・チェンバ・プール水温</u>が約100℃に低下するまでの長期間解析を実施した。</p> <p>図1.1から図1.3に、<u>格納容器過圧・過温破損</u>（代替循環冷却系を使用する場合）における<u>格納容器圧力・温度及びサブプレッション・チェンバ・プール水温</u>の解析結果を示す。同様に、図1.4から図1.6に、<u>格納容器過圧・過温破損</u>（代替循環冷却系を使用しない場合）の解析結果を、図1.7から図1.9に、<u>崩壊熱除去機能喪失</u>（<u>残留熱除去系の故障</u>）の解析結果を示す。</p> <p>図1.3、図1.6、及び図1.9に示すように、いずれの解析結果においても事故後7日時点では、<u>サブプレッション・チェンバ・プール水温</u>は最高使用温度の104℃（原子炉格納容器設計条件を決定するための冷却材喪失事故時の解析結果での最高温度に余裕をもたせた温度）を上回っているが、事故発生7日間以降の100℃に低下するまでの全期間にわたって150℃を下回っている。トップヘッドフランジや機器搬入用ハッチに使用されている改良EPDM製シール材は一般特性として耐温度性は150℃であることから、原子炉格納容器の放射性物質の閉じ込め機能は維持される。</p> <p>したがって、事故発生7日間以降に<u>サブプレッション・チェンバ・プール水温</u>が最高使用温度を上回っていても原子炉格納容器の健</p> | <p style="text-align: center;">(別紙1)</p> <p style="text-align: center;">安定状態の維持について</p> <p>1. 安定状態の維持に関する定量評価 <u>サブプレッション・プール水温</u>に関する長期間解析及び残留熱除去系の復旧に関する定量評価について以下に示す。</p> <p>(1) <u>格納容器ベント</u>を使用した場合の<u>サブプレッション・プール水温</u>に関する長期間解析</p> <p><u>格納容器ベント</u>を使用した場合の<u>長期的なサブプレッション・プール水温</u>の挙動を確認するため、<u>運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故において、格納容器ベントを実施する事故シーケンスのうち、サブプレッション・プール水温が高く推移する「崩壊熱除去機能喪失</u>（<u>残留熱除去系が故障した場合</u>）」について、<u>サブプレッション・プール水温</u>が約100℃に低下するまでの長期間解析を実施した。</p> <p>第1図から第4図に<u>格納容器圧力及び雰囲気温度、サブプレッション・プール水温並びにサブプレッション・プール水位</u>の解析結果を示す。</p> <p>第3図に示すとおり、<u>事象発生から7日後時点では、サブプレッション・プール水温</u>は最高使用温度の104℃（<u>格納容器設計条件を決定するための冷却材喪失事故時の解析結果での最高温度に余裕をもたせた温度</u>）を上回っているが、<u>事象発生から7日以降の100℃に低下するまでの全期間にわたって150℃を下回っている</u>。トップヘッドフランジや機器搬入用ハッチに使用されている改良EPDM製シール材は一般特性として耐温度性は150℃であることから、<u>格納容器</u>の放射性物質の閉じ込め機能は維持される。</p> <p>したがって、事故発生7日以降に<u>サブプレッション・プール水温</u>が最高使用温度を上回っていても<u>格納容器</u>の健全性が問題とな</p> | <p style="text-align: center;">(別紙1)</p> <p style="text-align: center;">安定状態の維持について</p> <p>1. 安定状態の維持に関する定量評価 <u>サブプレッション・プール水温</u>に関する長期間解析及び残留熱除去系の復旧に関する定量評価について示す。</p> <p>(1) <u>サブプレッション・プール水温</u>に関する長期間解析</p> <p><u>残留熱代替除去系又は格納容器フィルタベント系</u>を使用した場合の<u>サブプレッション・プール水温</u>の挙動を確認するため、有効性評価の対象とした事故シーケンスのうち、<u>サブプレッション・プール水温</u>が高く推移する重大事故として「<u>格納容器過圧・過温破損</u>（<u>残留熱代替除去系を使用する場合</u>）」及び「<u>格納容器過圧・過温破損</u>（<u>残留熱代替除去系を使用しない場合</u>）」について、<u>運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故として、格納容器ベント</u>を行い、<u>サブプレッション・プール水温が比較的高い「高圧・低圧注水機能喪失」</u>について、<u>サブプレッション・プール水温</u>が約100℃に低下するまでの長期間解析を実施した。</p> <p>図1.1から図1.3に、<u>格納容器過圧・過温破損</u>（<u>残留熱代替除去系を使用する場合</u>）における<u>格納容器圧力・温度及びサブプレッション・プール水温</u>の解析結果を示す。同様に、図1.4から図1.6に、<u>格納容器過圧・過温破損</u>（<u>残留熱代替除去系を使用しない場合</u>）の解析結果を、図1.7から図1.9に、<u>高圧・低圧注水機能喪失</u>の解析結果を示す。</p> <p>図1.3、図1.6及び図1.9に示すように、いずれの解析結果においても事故後7日時点では、<u>サブプレッション・プール水温</u>は最高使用温度の104℃（<u>原子炉格納容器設計条件を決定するための冷却材喪失事故時の解析結果での最高温度に余裕をもたせた温度</u>）を上回っているが、<u>事故発生7日以降は、100℃に低下するまでの全期間にわたって150℃を下回っている</u>。トップヘッドフランジや機器搬入用のハッチに使用されている改良EPDM製シール材は一般特性として耐温度性は150℃であることから、<u>原子炉格納容器</u>の放射性物質の閉じ込め機能は維持される。</p> <p>したがって、事故発生7日間以降に<u>サブプレッション・プール水温</u>が最高使用温度を上回っていても<u>原子炉格納容器</u>の健全性が</p> | <p>・解析結果の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、格納容器ベントを行うサブプレッション・プール水温は同程度（事故シーケンス間で約1℃の差異）となることから、代表的に「高圧・低圧注水機能喪失」を選定している。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|--------------------------------|---|--------------------|-----|
| <p>全性が問題となることはない。</p> | <p>ることはない。</p> <p><u>第4図に示すとおり、サプレッション・プール水位は、事象発生30日後において安定しており、緩やかな低下傾向となっている。これ以降も、仮にサプレッション・プールからの放熱が全て流入蒸気の凝縮に使われるとして計算した場合、サプレッション・プール水位がベントラインに到達するのは、事象発生から1年後程度となることから、長期間にわたって格納容器圧力逃がし装置等による格納容器除熱の継続が可能である(別紙2)。</u></p> <p><u>なお、実際には準備が完了した時点で、代替循環冷却系及び緊急用海水系を用いた原子炉注水及び格納容器除熱に移行する。緊急用海水系及び代替循環冷却系の起動操作は、中央制御室からの遠隔操作により約1時間で実施可能であることから、第5図に示すとおり事象発生7日までに十分な時間余裕をもって完了することができる。</u></p> | <p>問題となることはない。</p> | |

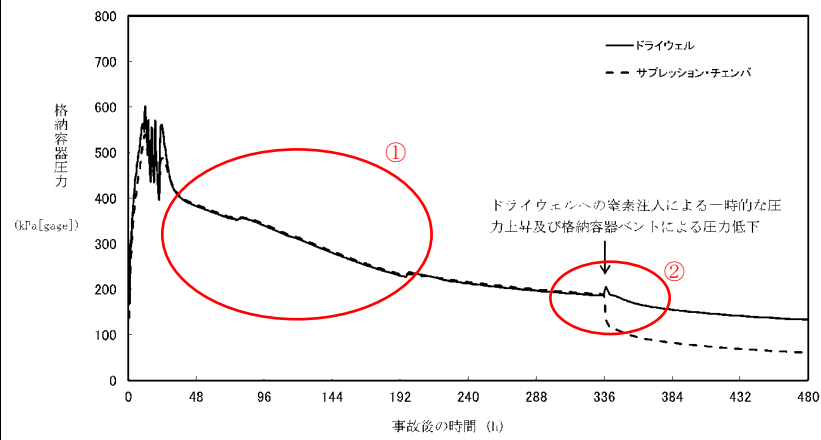


図 1.1 格納容器圧力の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(代替循環冷却系を使用する場合)

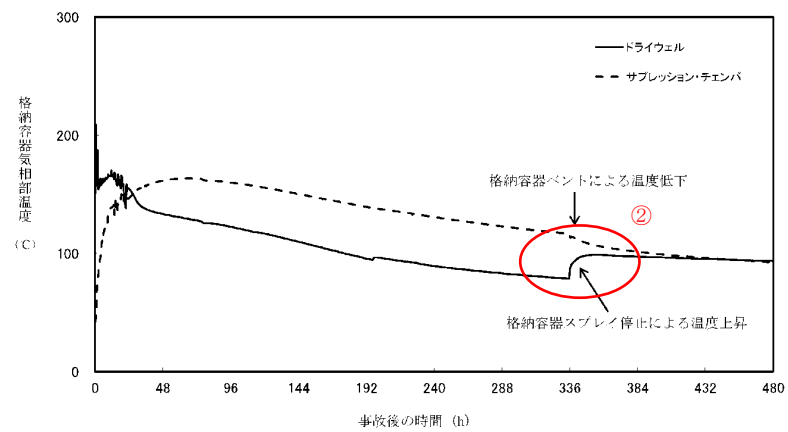
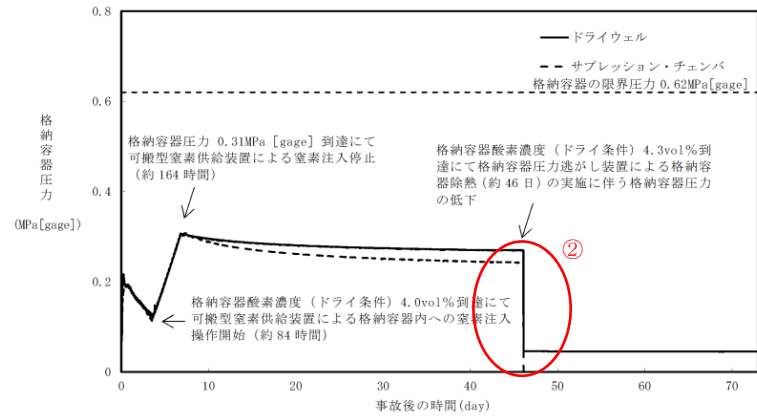


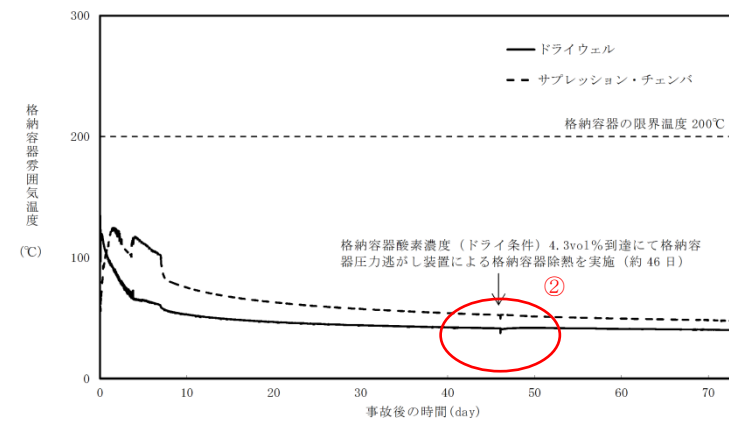
図 1.2 格納容器気相温度の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(代替循環冷却系を使用する場合)

【比較のため、「添付資料 3.1.2.9」の一部を記載】



第1図 雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)

(代替循環冷却系を使用する場合)における格納容器圧力の推移



第2図 雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)

(代替循環冷却系を使用する場合)における格納容器雰囲気温度の推移

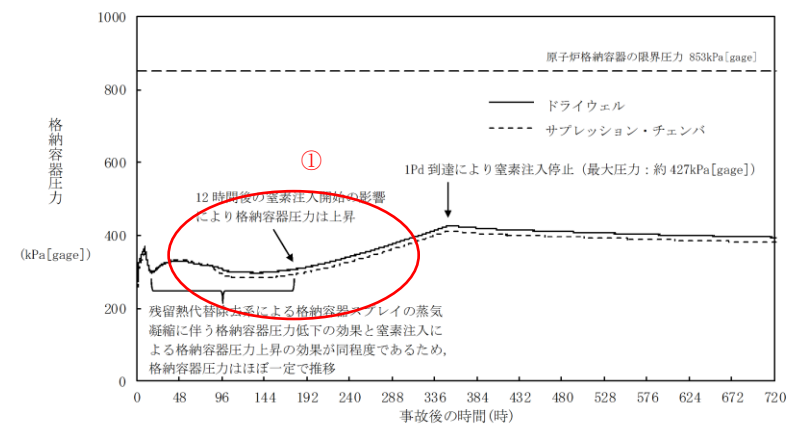


図 1.1 格納容器圧力の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(残留熱代替除去系を使用する場合)

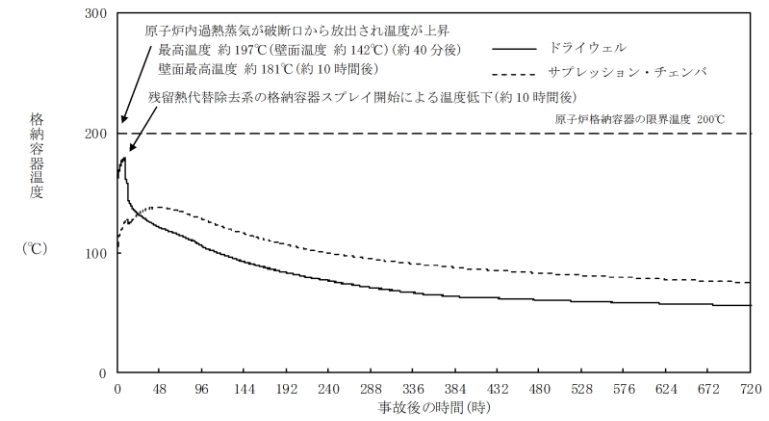


図 1.2 格納容器温度の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(残留熱代替除去系を使用する場合)

・解析結果の相違
【柏崎 6/7】
①島根 2号炉は、残留熱代替除去系の運転開始後に、窒素を注入していることから、柏崎 6/7 のように格納容器圧力が低下しない。

【柏崎 6/7, 東海第二】
②島根 2号炉は、酸素濃度基準での格納容器ベントは 30 日以降に実施。

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|---|--|------------------------------------|
| | | | <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> |
| <p>図 1.3 サプレッション・チェンバ・プール水温の推移 (格納容器過圧・過温破損) (代替循環冷却系を使用する場合)</p> | <p>第 3 図 雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損) (代替循環冷却系を使用する場合) におけるサプレッション・プール水温度の推移</p> | <p>図 1.3 サプレッション・プール水温度の推移 (格納容器過圧・過温破損) (残留熱代替除去系を使用する場合)</p> | |

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)

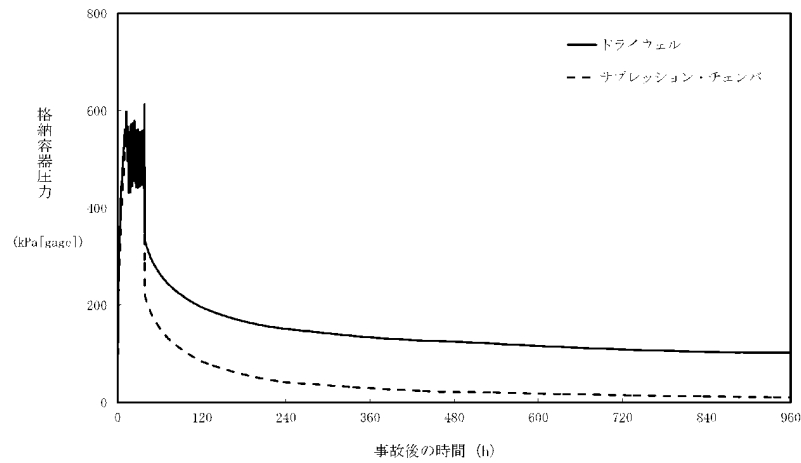


図 1.4 格納容器圧力の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(代替循環冷却系を使用しない場合)

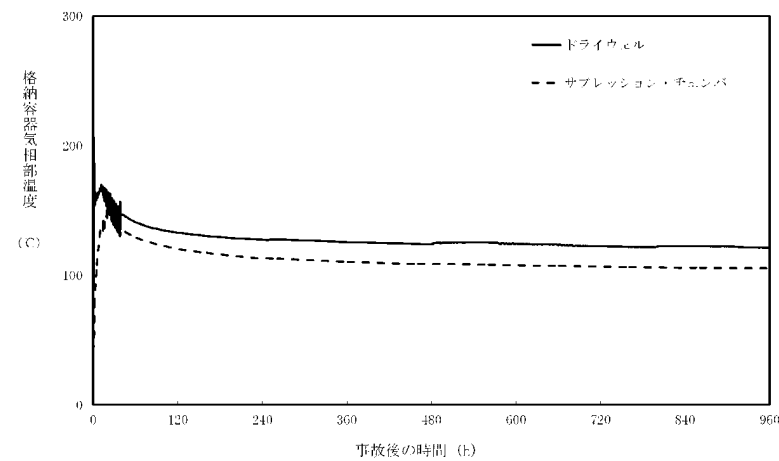
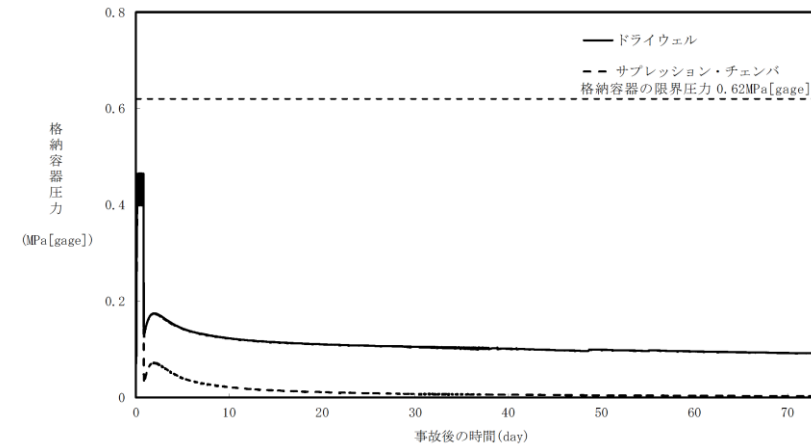
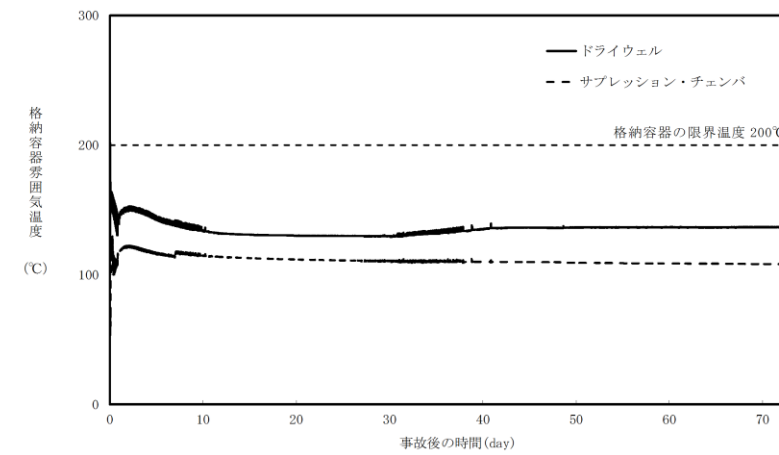


図 1.5 格納容器気相部温度の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(代替循環冷却系を使用しない場合)

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)



第 4 図 雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)
(代替循環冷却系を使用できない場合) における格納容器圧力の推移



第 5 図 雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)
(代替循環冷却系を使用できない場合) における格納容器雰囲気温度の推移

島根原子力発電所 2号炉

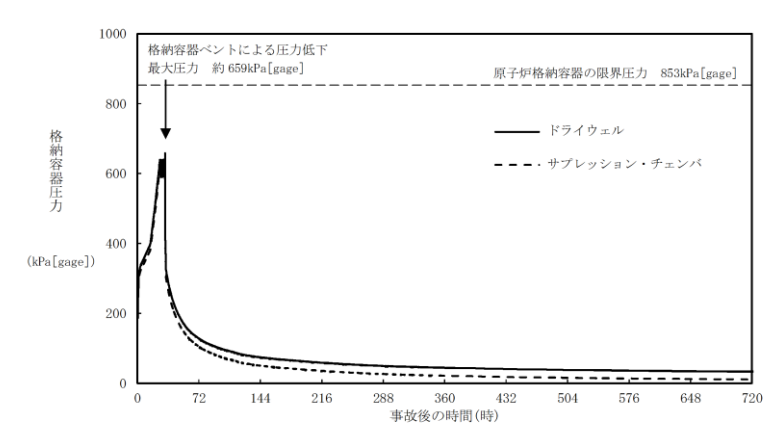


図 1.4 格納容器圧力の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(残留熱代替除去系を使用しない場合)

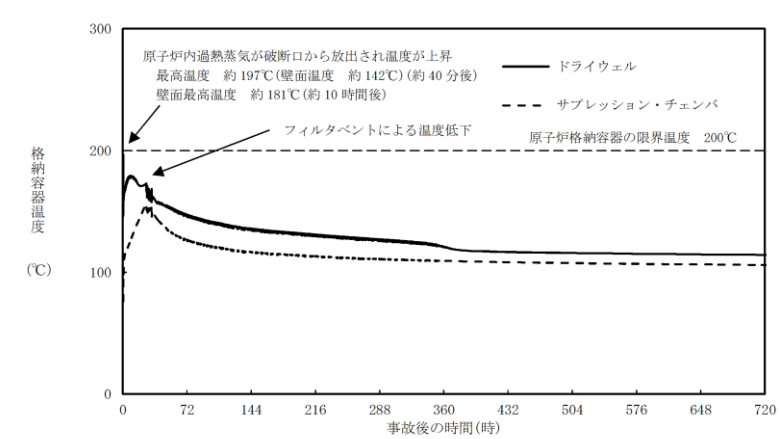
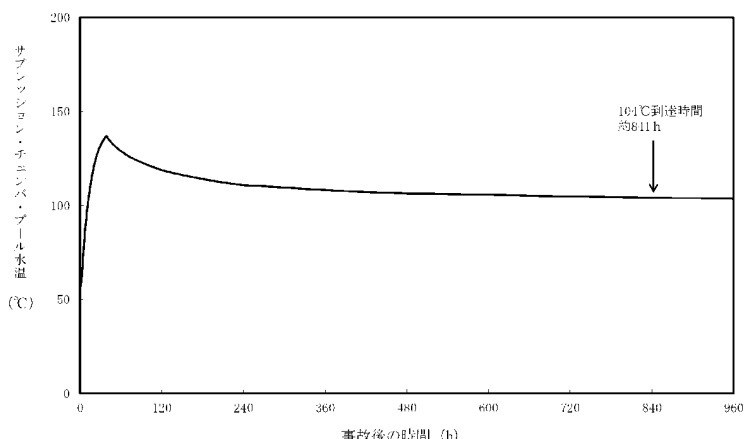
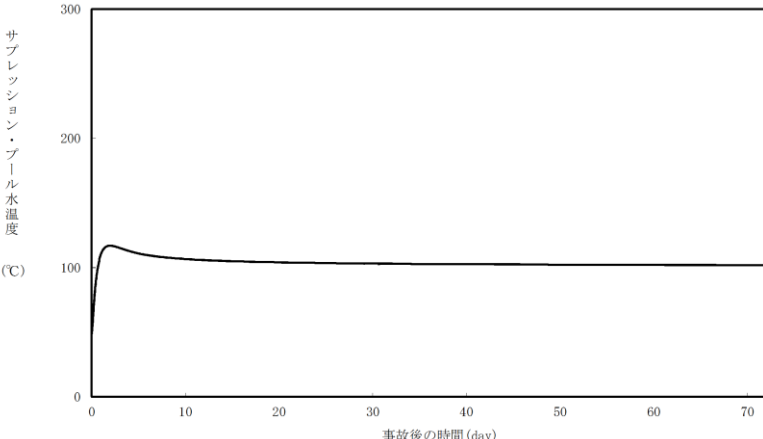
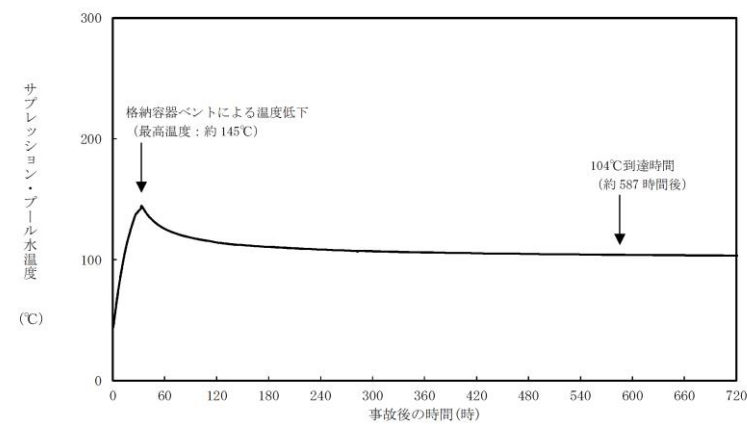


図 1.5 格納容器温度の推移 (格納容器過圧・過温破損)
(残留熱代替除去系を使用しない場合)

備考

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|---|---|------------------------------------|
|  |  |  | <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> |
| <p>図 1.6 サプレッション・チェンバ・プール水温の推移 (格納容器過圧・過温破損) (代替循環冷却系を使用しない場合)</p> | <p>第 6 図 雰囲気圧力・温度による静的負荷 (格納容器過圧・過温破損) (代替循環冷却系を使用できない場合) におけるサプレッション・プール水温度の推移</p> | <p>図 1.6 サプレッション・プール水温度 (格納容器過圧・過温破損) (残留熱代替除去系を使用しない場合)</p> | |
| | <p>【ここまで】</p> | | |

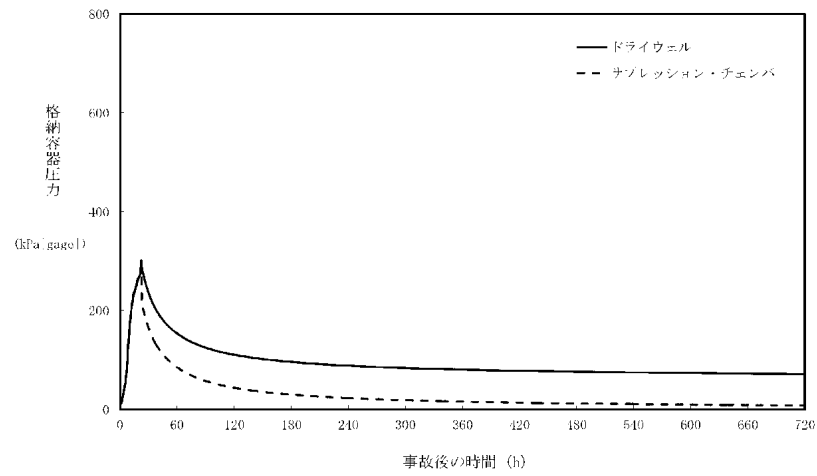
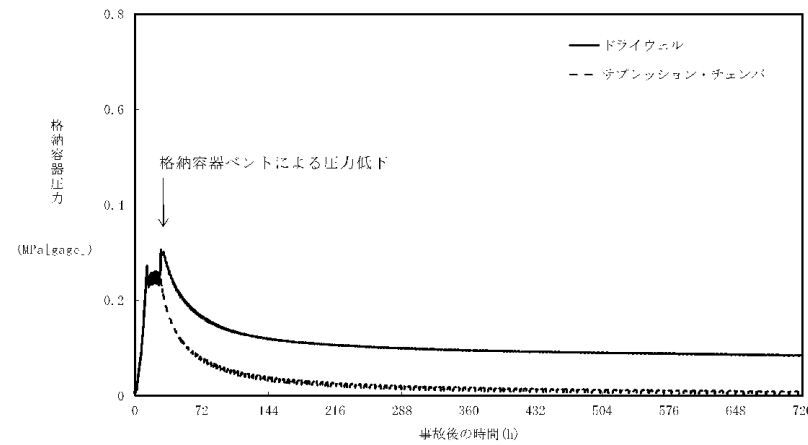


図 1.7 格納容器圧力の推移 (崩壊熱除去機能喪失 (残留熱除去系の故障))



第 1 図 格納容器圧力の推移 (崩壊熱除去系機能喪失 (残留熱除去系が故障した場合))

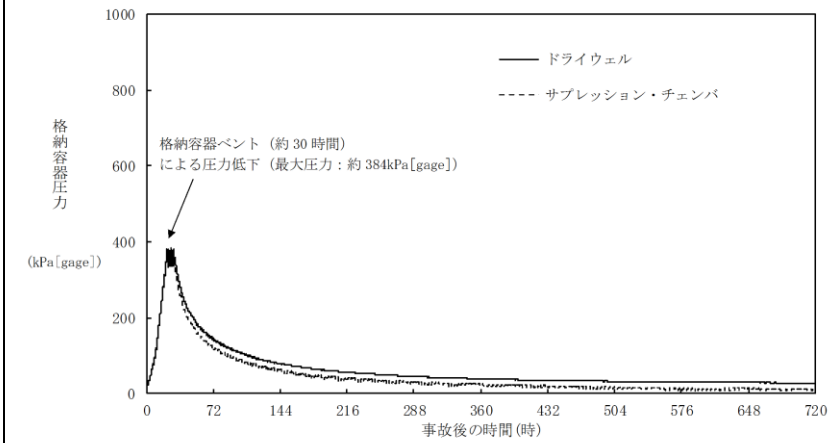


図 1.7 格納容器圧力の推移 (高圧・低圧注水機能喪失)

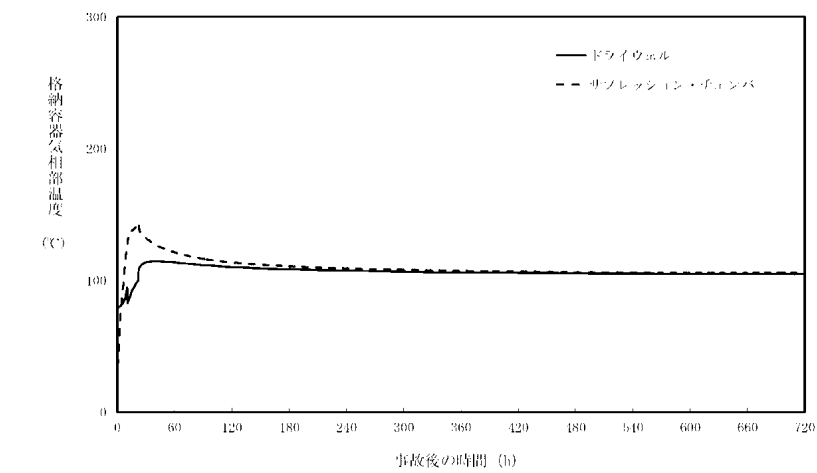
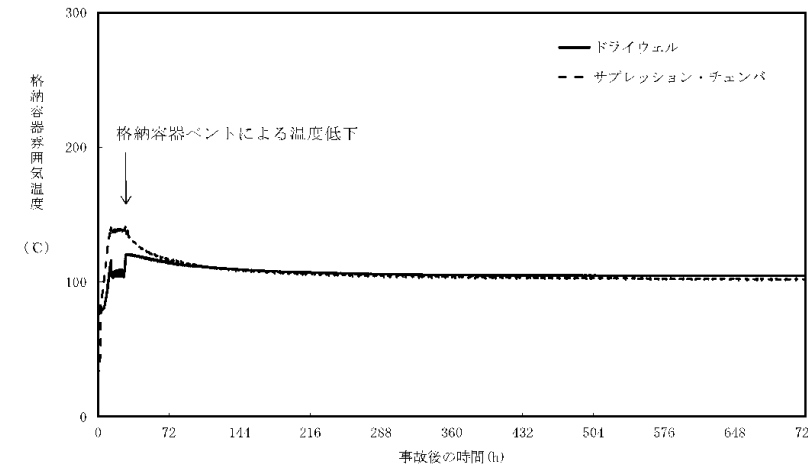


図 1.8 格納容器気相部温度の推移 (崩壊熱除去機能喪失 (残留熱除去系の故障))



第 2 図 格納容器雰囲気温度の推移 (崩壊熱除去系機能喪失 (残留熱除去系が故障した場合))

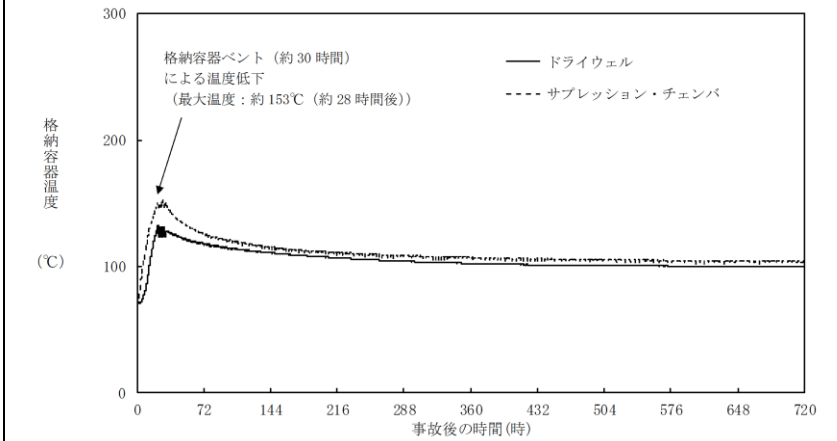


図 1.8 格納容器気相部温度の推移 (高圧・低圧注水機能喪失)

・解析結果の相違
【柏崎 6/7】

・解析結果の相違
【柏崎 6/7】

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|---|--|---|
| <p>(2) 残留熱除去系の復旧に関する定量評価</p> <p>ここでは、残留熱除去系の復旧による安定状態の評価として、安定状態は確立し、炉心の冷却は維持され、格納容器圧力及び温度は低下傾向に向かうものの、<u>サプレッション・チェンバ・プール水位が比較的高く推移する崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）</u>を例に評価を行った。</p> <p>図 1.10 及び図 1.11 に、格納容器圧力及びサプレッション・チェンバ・プール水温の時間変化を、図 1.12 及び図 1.13 に、注水流量及びサプレッション・チェンバ・プール水位の時間変化を、それぞれ事故発生後 14 日間について示す。</p> <p><u>サプレッション・チェンバ・プール水位については、水位が真空破壊装置-1m に到達した時点で、</u>低圧代替注水系(常設)による原子炉注水を停止することで外部水源からの注水を制限し、かつ、<u>代替原子炉補機冷却系を用いた残留熱除去系による除熱により、炉心及び原子炉格納容器の冷却を行いつつ、</u>図 1.12 に示すように適宜サプレッション・チェンバのプール水を水源とする残留熱除去系(低圧注水モード)による原子炉注水を行うことで、図 1.13 に示すようにサプレッション・チェンバ・プール水位の上昇は抑制される。</p> <p>また、図 1.11 に示すように、サプレッション・チェンバ・プール水温は事故発生 20 時間後に残留熱除去系(サプレッション・チェンバ・プール水冷却モード)の運転を開始して以降、低下が継続し、事故発生 7 日後までには最高使用温度(104℃)を下回る。事故発生 7 日後に残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)で運転することにより、除熱能力が改善され、図 1.10 及び図 1.11 に示すように、格納容器圧力及びサプレッション・チェンバ・プール水温は大幅に低下する。</p> <p>以上から、残留熱除去系の復旧により安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能である。</p> | <p>(2) 残留熱除去系の復旧に関する定量評価</p> <p>ここでは、残留熱除去系の復旧による安定状態の維持に関する定量評価として、<u>崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）</u>を例に残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の運転を実施した場合の長期間解析を実施した。</p> <p>第 6 図から第 8 図に格納容器圧力、格納容器雰囲気温度及びサプレッション・プール水温の解析結果を、それぞれ事象発生 14 日後まで示す。</p> <p>第 8 図に示すとおり、サプレッション・プール水温は事象発生の約 13 時間後に残留熱除去系による格納容器除熱を開始した以降に低下傾向となり、事象発生 7 日後までに最高使用温度(104℃)を下回る。その後、事象発生 7 日後に残留熱除去系(原子炉停止時冷却系)の運転を開始すると、除熱性能が向上し、第 6 図及び第 8 図に示すとおり、格納容器圧力及びサプレッション・プール水温は大幅に低下する。</p> <p>以上から、残留熱除去系の復旧により安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能である。</p> | <p>(2) 残留熱除去系の復旧に関する定量評価</p> <p>ここでは、残留熱除去系の復旧による安定状態の評価として、<u>安定状態は確立し、炉心の冷却は維持され、格納容器圧力及び温度が低下傾向に向かう崩壊熱除去機能喪失(取水機能が喪失した場合)</u>を例に評価を行った。</p> <p>図 1.10 から図 1.12 に、格納容器圧力、格納容器温度及びサプレッション・プール水温の時間変化を、図 1.13 及び図 1.14 に、注水流量及びサプレッション・プール水位の時間変化を、それぞれ事故発生後 14 日間について示す。</p> <p>原子炉補機代替冷却系を用いた残留熱除去系による除熱により、原子炉格納容器の冷却を行いつつ、サプレッション・プール水を水源とする残留熱除去系(低圧注水モード)による原子炉注水を行うことで、図 1.14 に示すようにサプレッション・プール水位の上昇は抑制される。</p> <p>また、図 1.12 に示すように、サプレッション・プール水温は事故発生 8 時間後に残留熱除去系のサプレッション・プール水冷却モードの運転を開始して以降、低下が継続し、事故発生 7 日後までには最高使用温度(104℃)を下回る。事故発生 7 日後に残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)で運転することにより、除熱能力が改善され、図 1.10 及び図 1.12 に示すように、格納容器圧力及びサプレッション・プール水温は大幅に低下する。</p> <p>以上から、残留熱除去系の復旧により安定状態の更なる除熱機能の確保及び維持が可能である。</p> | <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・解析条件の相違 【柏崎 6/7】</p> |

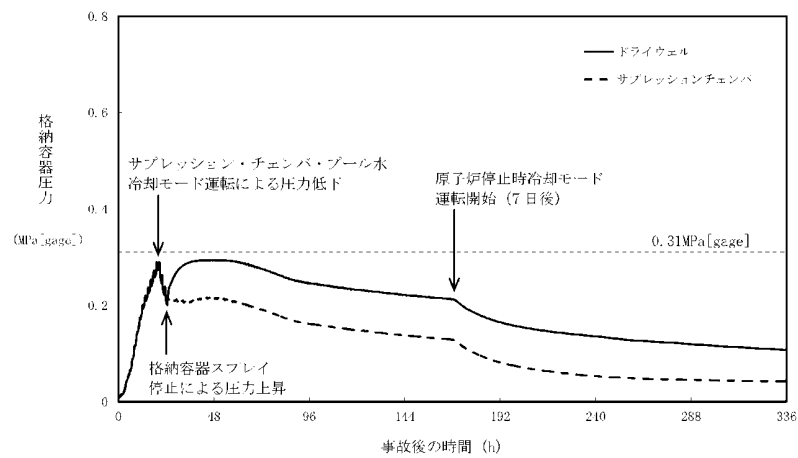


図 1.10 格納容器圧力の推移

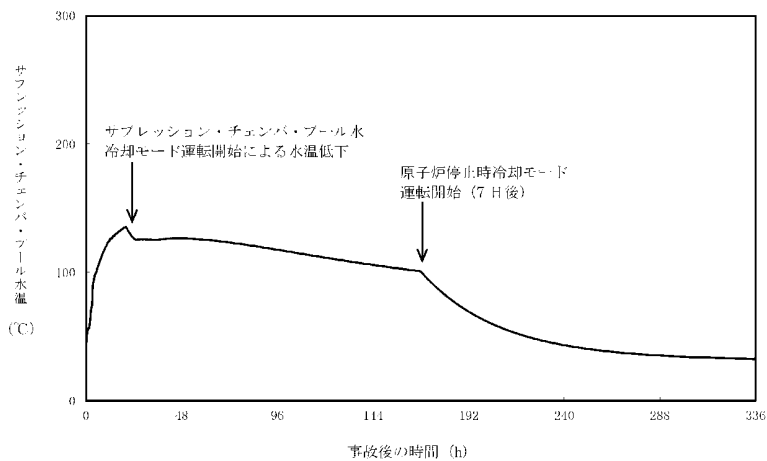
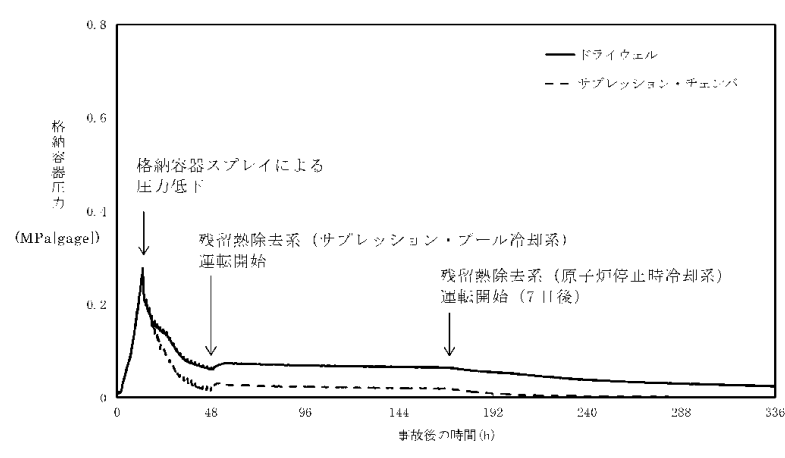
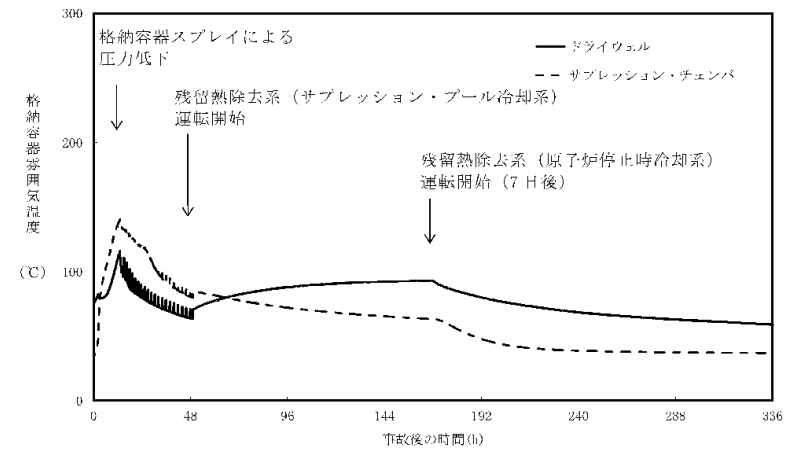


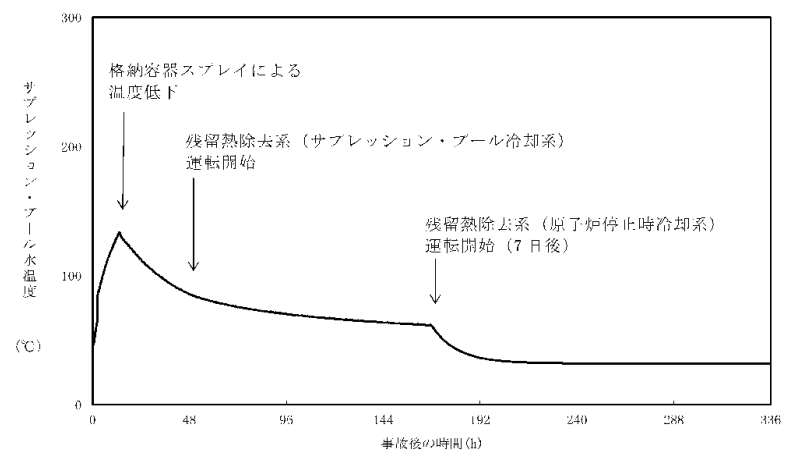
図 1.11 サプレッション・チェンバ・プール水温の推移



第 6 図 格納容器圧力の推移



第 7 図 格納容器雰囲気温度の推移



第 8 図 サプレッション・プール水温度の推移

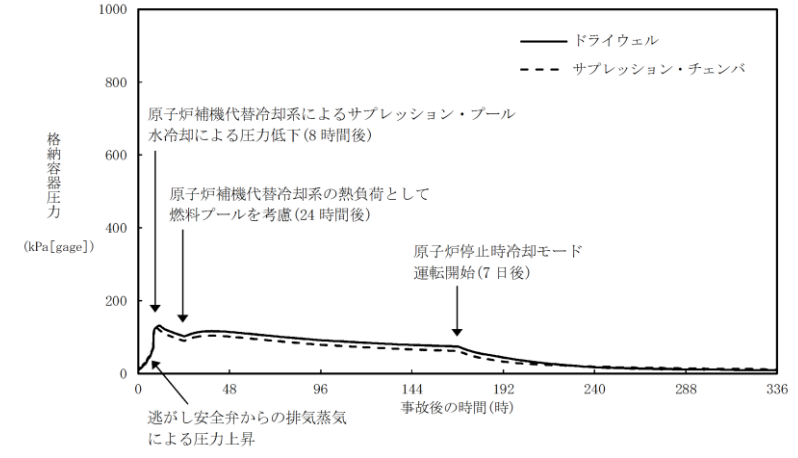


図 1.10 格納容器圧力の推移

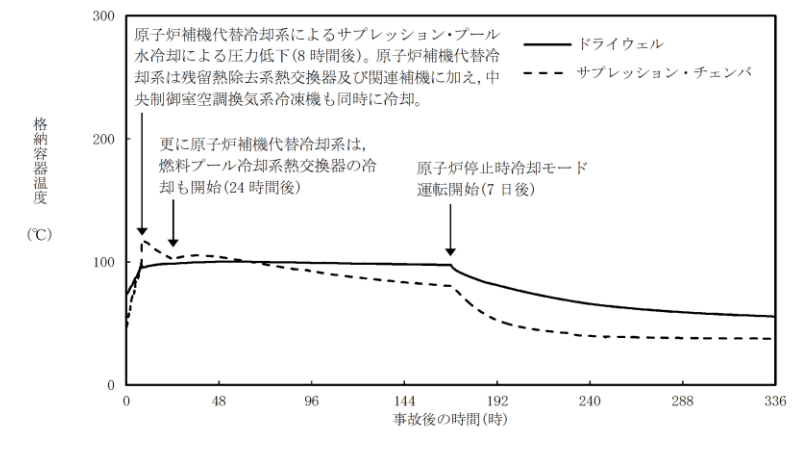


図 1.11 格納容器温度の推移

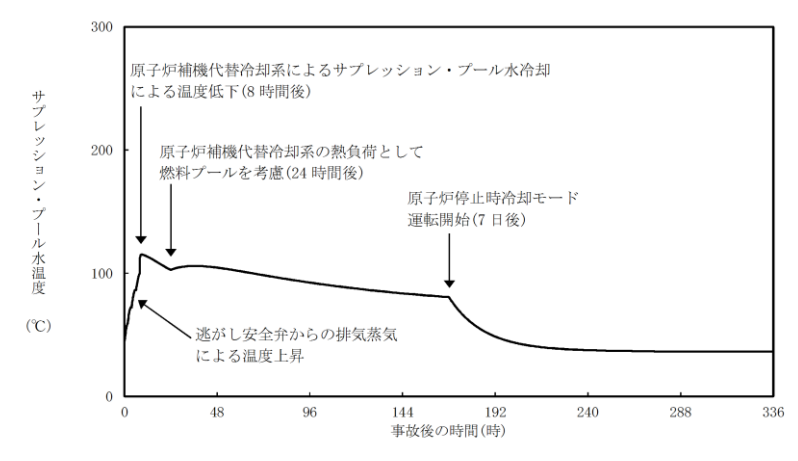


図 1.12 サプレッション・プール水温度の推移

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

・解析結果の相違
【東海第二】

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

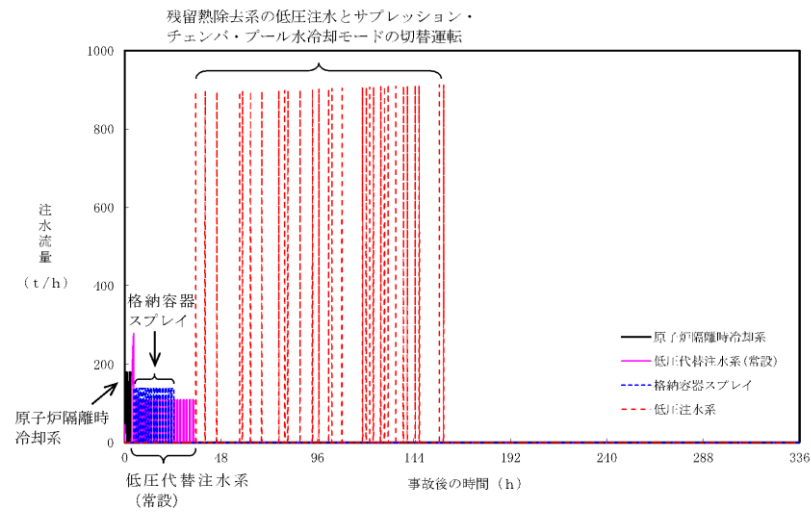


図 1.12 注水流量の推移

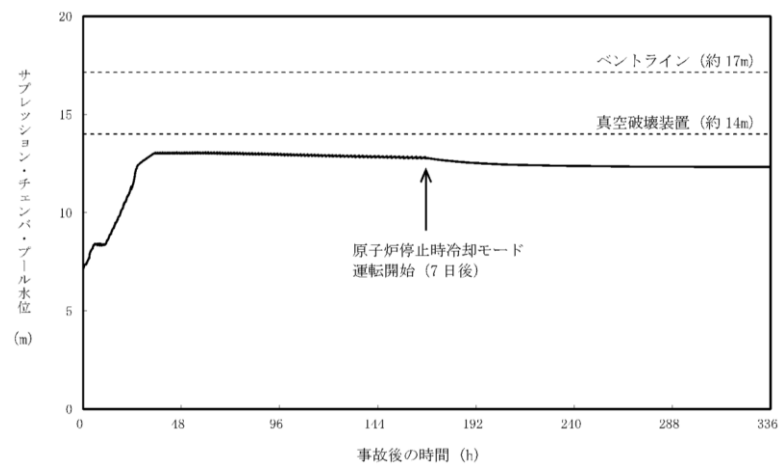


図 1.13 サプレッション・チェンバ・プール水位の推移

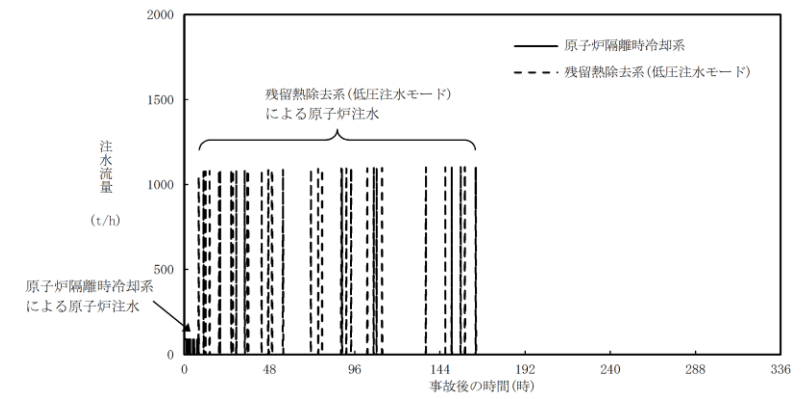


図 1.13 注水流量の推移

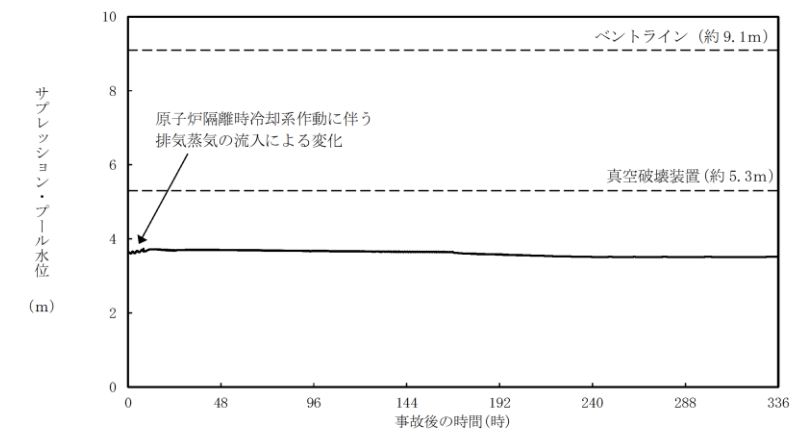


図 1.14 サプレッション・プール水位の推移

・解析結果の相違
【柏崎 6/7】

・解析結果の相違
【柏崎 6/7】

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|---|--|--|
| <p>2. 残留熱除去系の復旧方法について</p> <p>(1) 残留熱除去系の復旧方法及び予備品の確保について</p> <p>残留熱除去系の機能喪失の原因によっては、大型機器の交換が必要となり復旧に時間がかかる場合も想定されるが、予備品の活用やサイト外からの支援などを考慮すれば、1ヶ月程度で残留熱除去系を復旧させることが可能であると考えられる。</p> <p>残留熱除去系の復旧にあたり、<u>原子炉補機冷却海水系</u>、<u>原子炉補機冷却水系</u>については、予備品を保有することで復旧までの時間が短縮でき、成立性の高い作業で機能回復できる機器として、電動機を重大事故等により同時に影響を受けない場所に予備品として確保している。</p> <p>一方、<u>残留熱除去系</u>については、<u>防潮堤等の津波対策及び原子炉建屋内の内部溢水対策により区分分離されていること</u>、<u>さらにABWRの残留熱除去系は3系統あることから</u>、<u>東日本大震災のように複数の残留熱除去系が同時浸水により機能喪失することはない</u>と考えられる。</p> <p>なお、ある1系統の残留熱除去系の電動機が浸水し、当該の残留熱除去系が機能喪失に至った場合においても、<u>他系統の残留熱除去系の電動機を接続することにより復旧する手順を準備する</u>（「1.0 重大事故対策における共通事項 添付資料 1.0.15 格納容器の長期にわたる状態維持に係わる体制の整備について」参照）。</p> <p>(2) 残留熱除去系の復旧手順について</p> <p>炉心損傷又は格納容器破損に至る可能性のある事象が発生した場合に、<u>運転員及び緊急時対策要員により残留熱除去系を復旧するための手順を整備してきている</u>。</p> <p>本手順では、機器の故障箇所、復旧に要する時間、炉心損傷又は格納容器破損に対する時間余裕に応じて「恒久対策」、「応急対策」又は「代替対策」のいずれかを選択するものとしている。</p> <p>具体的には、故障箇所の特定と対策の選択を行い、故障箇所に</p> | <p>2. 残留熱除去系及び残留熱除去系海水系の復旧方法について</p> <p>(1) 残留熱除去系及び残留熱除去系海水系の復旧方法並びに予備品の確保について</p> <p>残留熱除去系の機能喪失の原因によっては、大型機器の交換が必要となり復旧に時間がかかる場合も想定されるが、予備品の活用やサイト外からの支援などを考慮すれば、1ヶ月程度で残留熱除去系を復旧させることが可能な場合もあると考えられる。</p> <p>残留熱除去系の復旧にあたり、<u>残留熱除去系海水系</u>については、予備品を保有することで復旧までの時間が短縮でき、成立性の高い作業で機能回復できる機器であり、<u>機械的故障と電氣的故障の要因が考えられる残留熱除去系海水系ポンプ電動機</u>を予備品として確保し、<u>重要安全施設との位置的分散を考慮し保管する</u>（<u>詳細は技術的能力に係る審査基準への適合状況説明資料の添付資料 1.0.3「予備品等の確保及び保管場所について」参照</u>）。</p> <p>一方、<u>残留熱除去系</u>については、<u>防潮堤等の津波対策及び原子炉建屋内の内部溢水対策により区分分離されていることから</u>、<u>複数の残留熱除去系が同時浸水により機能喪失することはない</u>と考えられる。</p> <p>なお、ある1系統の残留熱除去系の電動機が浸水し、当該の残留熱除去系が機能喪失に至った場合においても、<u>残りの系統の残留熱除去系の電動機を接続することにより復旧する手順を準備する</u>。</p> <p>(2) 残留熱除去系及び残留熱除去系海水系の復旧手順について</p> <p>炉心損傷又は格納容器破損に至る可能性のある事象が発生した場合に、<u>災害対策要員が残留熱除去系及び残留熱除去系海水系を復旧するための手順を「アクシデントマネジメント故障機器復旧手順ガイドライン」にて整備してきている</u>。</p> <p>本手順では、機器の故障箇所、復旧に要する時間、炉心損傷あるいは格納容器破損に対する時間余裕に応じて「恒久対策」、「応急対策」、又は「代替対策」のいずれかを選択するものとしている。</p> <p>具体的には、故障箇所の特定と対策の選択を行い、故障箇所に</p> | <p>2. 残留熱除去系の復旧方法について</p> <p>(1) 残留熱除去系の復旧方法及び予備品の確保について</p> <p>残留熱除去系の機能喪失の原因によっては、大型機器の交換が必要となり復旧に時間がかかる場合も想定されるが、予備品の活用やサイト外からの支援などを考慮すれば、1ヶ月程度で残留熱除去系を復旧させることが可能であると考えられる。</p> <p>残留熱除去系の復旧にあたり、<u>原子炉補機海水系</u>については、予備品を保有することで復旧までの時間が短縮でき、成立性の高い作業で機能回復できる機器として、<u>電動機を重大事故等により同時に影響を受けない場所に予備品として確保している</u>。</p> <p>一方、<u>残留熱を除去する機能を有する残留熱除去系は2系統（残留熱除去系3系統のうち1系統は注水機能のみ）あり</u>、<u>防波壁等の津波対策及び原子炉建物内の内部溢水対策により区分分離されていることから</u>、<u>東日本大震災のように複数の残留熱除去系が同時浸水により機能喪失することはない</u>と考えられる。</p> <p>なお、ある1系統の残留熱除去系の電動機が浸水し、当該の残留熱除去系が機能喪失に至った場合においても、<u>他系統の残留熱除去系の電動機を接続することにより復旧する手順を準備する</u>。（「1.0 重大事故対策における共通事項 添付資料 1.0.15 格納容器の長期にわたる状態維持に係わる体制の整備について」参照）。</p> <p>(2) 残留熱除去系の復旧手順について</p> <p>炉心損傷又は格納容器破損に至る可能性のある事象が発生した場合に、<u>緊急時対策要員により残留熱除去系を復旧するための手順を整備してきている</u>。</p> <p>本手順では、機器の故障箇所、復旧に要する時間、炉心損傷又は格納容器破損に対する時間余裕に応じて「恒久対策」、「応急対策」又は「代替対策」のいずれかを選択するものとしている。</p> <p>具体的には、故障箇所の特定と対策の選択を行い、故障箇</p> | <p>・運用の相違 【柏崎6/7】</p> <p>・設備設計の相違 【柏崎6/7、東海第二】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|---|-----|
| <p>応じた復旧手順にて復旧を行う。<u>図 2.1</u> に手順書の記載例を示す。</p> | <p>応じた復旧手順にて復旧を行う。</p> | <p>所に応じた復旧手順にて復旧を行う。<u>図 2.1</u> に手順書の記載例を示す。</p> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|--|-----|
| <div data-bbox="412 222 914 260" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> <p>枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</p> </div> <div data-bbox="166 281 902 1360" style="border: 1px solid black; height: 514px; width: 248px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="231 1377 831 1411"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (1/8)</p> </div> | | <div data-bbox="2044 222 2199 243" style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>恒久対策の例 (1/3)</p> </div> <div data-bbox="1760 247 2496 947" style="border: 1px solid black; height: 333px; width: 248px; margin-bottom: 10px;"></div> <div data-bbox="1804 974 2439 1008"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (1 / 8)</p> </div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|--|-----|
| <div data-bbox="409 220 914 262" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> <p>枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</p> </div> <div data-bbox="163 304 899 1360" style="border: 1px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="222 1375 831 1417" style="margin-top: 10px;"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (2/8)</p> </div> | | <div data-bbox="2033 262 2196 283" style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>恒久対策の例 (2/3)</p> </div> <div data-bbox="1751 289 2499 1129" style="border: 1px solid black; height: 400px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="1780 1150 2433 1186" style="margin-top: 10px;"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (2 / 8)</p> </div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|--|-------------------------|--|-----|
| <div data-bbox="418 226 914 260" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> 枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。 </div> <div data-bbox="166 296 899 1314" style="border: 1px solid black; height: 485px; width: 247px;"></div> <div data-bbox="231 1335 825 1369" style="margin-top: 10px;"> 図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (3/8) </div> | | <div data-bbox="2041 222 2190 243" style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> 恒久対策の例 (3/3) </div> <div data-bbox="1754 254 2487 726" style="border: 1px solid black; height: 225px; width: 247px;"></div> <div data-bbox="1792 747 2436 781" style="margin-top: 10px;"> 図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (3 / 8) </div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|--|-------------------------|---|-----|
| <div data-bbox="412 226 917 268" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> <p>枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</p> </div> <div data-bbox="157 310 902 1398" style="border: 1px solid black; height: 518px; width: 251px;"></div> <div data-bbox="231 1423 825 1455" style="margin-top: 10px;"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (4/8)</p> </div> | | <div data-bbox="2041 226 2190 247" style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>応急対策の例 (1/3)</p> </div> <div data-bbox="1754 247 2487 1178" style="border: 1px solid black; height: 443px; width: 247px;"></div> <div data-bbox="1792 1199 2436 1230" style="margin-top: 10px;"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (4 / 8)</p> </div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|--|-----|
| <div data-bbox="412 216 914 254" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;">枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</div> <div data-bbox="166 291 899 1360" style="border: 1px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="231 1375 834 1409" style="margin-top: 10px;">図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (5/8)</div> | | <div data-bbox="2041 216 2190 233" style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">応急対策の例 (2/3)</div> <div data-bbox="1748 239 2487 951" style="border: 1px solid black; height: 330px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="1792 974 2427 1003" style="margin-top: 10px;">図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (5 / 8)</div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|---|-----|
| <div data-bbox="430 233 914 268" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> 枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。 </div> <div data-bbox="163 300 893 1350" style="border: 1px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="231 1377 825 1409" style="margin-top: 10px;"> 図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (6/8) </div> | | <div data-bbox="2041 212 2190 233" style="text-align: center; font-size: small;"> 応急対策の例 (3/3) </div> <div data-bbox="1754 237 2490 1045" style="border: 1px solid black; height: 385px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="1792 1062 2436 1094" style="margin-top: 10px;"> 図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (6 / 8) </div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|--|-----|
| <div data-bbox="409 220 908 258" style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。 </div> <div data-bbox="163 275 923 1360" style="border: 1px solid black; height: 517px; width: 256px;"></div> | | <div data-bbox="2021 212 2199 237" style="text-align: center;"> <small>代替対策の例 (1 / 2)</small> </div> <div data-bbox="1762 237 2475 999" style="border: 1px solid black; height: 363px; width: 240px;"></div> | |
| <div data-bbox="231 1377 834 1409" style="text-align: center;"> <small>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (7/8)</small> </div> | | <div data-bbox="1792 1020 2436 1052" style="text-align: center;"> <small>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (7 / 8)</small> </div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|--|-----|
| <div data-bbox="409 233 893 268" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> <p>枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。</p> </div> <div data-bbox="160 296 911 1350" style="border: 1px solid black; height: 500px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="231 1377 825 1409" style="margin-top: 10px;"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (8/8)</p> </div> | | <div data-bbox="2041 218 2190 239" style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>代替対策の例 (2/2)</p> </div> <div data-bbox="1748 243 2490 1037" style="border: 1px solid black; height: 378px; width: 100%;"></div> <div data-bbox="1792 1062 2427 1094" style="margin-top: 10px;"> <p>図 2.1 残留熱除去系の復旧手順書の記載例 (8 / 8)</p> </div> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|--|--|--|--|
| <p>3. 原子炉格納容器内の可燃性ガス濃度制御</p> <p>(1) 格納容器ベントの場合</p> <p>重大事故時において格納容器ベントにより格納容器除熱を実施している場合は、事象発生前に原子炉格納容器内に封入されていた窒素等及び炉心損傷に伴うジルコニウム-水反応によって発生した水素等が格納容器ベント時に原子炉格納容器外に排出された後、原子炉格納容器内で発生し続ける水蒸気及び水の放射線分解等によって発生する水素ガス及び酸素ガスが継続的に排出されている状態である。このため、残留熱除去系による格納容器除熱機能が使用可能な状態になり、長期にわたり原子炉格納容器の冷却が可能であること、原子炉格納容器内の可燃性ガス濃度測定が可能であり、可燃性ガス濃度制御系により原子炉格納容器内の水の放射線分解等によって発生する水素ガス及び酸素ガスを可燃限界濃度に到達することなく制御が可能である*ことが確認された場合に、格納容器ベントを停止することができる。</p> <p>※可燃性ガス濃度制御系の処理能力は、定格値（吸込流量 255m³/h[normal], 再結合率 95%）では、初期酸素濃度 3.5vol% において 0.046mol/s の酸素ガスを処理可能である。重大事故時において、水の放射線分解により原子炉格納容器内で発生する酸素ガスは、「3.4 水素燃焼」の条件で 0.029mol/s（事象発生 24 時間後）であることから、可燃性ガス濃度制御系が使用可能となった場合、原子炉格納容器内の酸素濃度の制御が可能である。</p> <p>残留熱除去系による格納容器除熱は、格納容器スプレィ又はサプレッション・チェンバ・プール水冷却運転により実施する。しかし、長期安定停止状態における格納容器ベント停止後の格納容器除熱は、崩壊熱が低下しているためサプレッション・チェンバ・プール水冷却運転のみで実施可能である。</p> <p>なお、格納容器スプレィを実施するような場合においては、格納容器内の急激な蒸気凝縮により格納容器圧力が負圧になることを防止するため、格納容器圧力高スクラム設定点を格納容器スプレィ停止設定値としている。運転員は格納容器スプレィ停止設定値に至らないように格納容器スプレィ流量の調整及び格納容器スプレィ停止操作を行う。残留熱除去系による格納容器スプレィは運転員の操作により実施され、自動的に動作するものではない。</p> | <p>【比較のため、「添付資料 3.1.2.9」の一部を記載】</p> <p>2. 格納容器内の可燃性ガス濃度制御</p> <p>重大事故時において格納容器圧力逃がし装置により格納容器除熱（以下「格納容器ベント」という。）を実施している場合は、</p> <p>残留熱除去系による格納容器除熱機能が使用可能な状態になり、長期にわたり格納容器の冷却が可能であること、格納容器内の可燃性ガス濃度測定が可能であり、可燃性ガス濃度制御系により格納容器内の水の放射線分解により発生する酸素及び水素を可燃限界濃度に到達することなく制御が可能であることが確認された場合に、格納容器ベントを停止することができる。</p> <p>残留熱除去系による格納容器除熱は、格納容器スプレィ又はサプレッション・プール水冷却運転で実施する。しかし、長期安定停止状態における格納容器ベント停止後の格納容器除熱は、崩壊熱が低下しているためサプレッション・プール水冷却運転のみで実施可能である。</p> <p>なお、格納容器スプレィを実施するような場合においては、格納容器内の急激な蒸気凝縮により格納容器圧力が負圧になることを防止するため、格納容器圧力高スクラム設定点を格納容器スプレィ停止設定値としており、運転員は格納容器スプレィ停止操作を行う。残留熱除去系による格納容器スプレィは運転員の操作により実施され、自動的に動作するものではない。</p> | <p>3. 原子炉格納容器内の可燃性ガス濃度制御</p> <p>(1) 格納容器ベントの場合</p> <p>重大事故時において格納容器ベントにより原子炉格納容器除熱を実施している場合は、事象発生前に原子炉格納容器内に封入されていた窒素等及び炉心損傷に伴うジルコニウム-水反応によって発生した水素等が格納容器ベント時に原子炉格納容器外に排出された後、原子炉格納容器内で発生し続ける水蒸気及び水の放射線分解等によって発生する水素ガス及び酸素ガスが継続的に排出されている状態である。このため、残留熱除去系による原子炉格納容器除熱機能が使用可能な状態になり、長期にわたり原子炉格納容器の冷却が可能であること、原子炉格納容器内の可燃性ガス濃度測定が可能であり、可燃性ガス濃度制御系により原子炉格納容器内の水の放射線分解等によって発生する水素ガス及び酸素ガスを可燃限界濃度に到達することなく制御が可能である*ことが確認された場合に、格納容器ベントを停止することができる。</p> <p>※可燃性ガス濃度制御系の処理能力は、定格値（吸込流量 255m³/h[normal], 再結合率 95%）では、初期酸素濃度 2.5vol% において 0.06mol/s の酸素ガスを処理可能である。重大事故時において、水の放射線分解により原子炉格納容器内で発生する酸素ガスは、「3.4 水素燃焼」の条件で 0.02mol/s（事象発生 24 時間後）であることから、可燃性ガス濃度制御系が使用可能となった場合、原子炉格納容器内の酸素濃度の制御が可能である。</p> <p>残留熱除去系による原子炉格納容器除熱は、格納容器スプレィ又はサプレッション・プール水冷却運転により実施する。しかし、長期安定停止状態における格納容器ベント停止後の原子炉格納容器除熱は、崩壊熱が低下しているためサプレッション・プール水冷却運転のみで実施可能である。</p> <p>なお、格納容器スプレィを実施するような場合においては、原子炉格納容器内の急激な蒸気凝縮により格納容器圧力が負圧になることを防止するため、格納容器圧力高スクラム設定点を格納容器スプレィ停止設定値としている。運転員は格納容器スプレィ停止設定値に至らないように格納容器スプレィ流量の調整及び格納容器スプレィ停止操作を行う。残留熱除去系による格納容器スプレィは運転員の操作により実施され、自動的に動作するものでは</p> | <p>・運用の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・評価結果の相違 【柏崎 6/7】</p> <p>・解析結果の相違 【柏崎 6/7】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|--|---|---|---|
| <p>格納容器ベント停止後の格納容器可燃性ガス濃度制御は、可燃性ガス濃度制御系により格納容器内の酸素及び水素を再結合することにより、可燃限界濃度に到達することなく長期安定停止状態を維持することが可能である。</p> <p>残留熱除去系による格納容器の除熱が継続し、格納容器内での水蒸気発生がなくなる状態（例えば、サブプレッション・チェンバ・プール水温 100℃以下）に対して余裕を見込んだサブプレッション・チェンバ・プール水温においては、格納容器負圧破損防止のために窒素注入を実施する。（補足説明資料「33. 原子炉格納容器への窒素注入について」参照）</p> <p>(2) 代替循環冷却系の場合</p> <p>代替循環冷却系により原子炉及び格納容器の除熱を実施している場合は、格納容器過圧破損防止としての格納容器ベントを実施することはないが、可燃性ガス濃度制御系が使用できない場合には、格納容器水素爆発防止として格納容器圧力逃がし装置等を用いた可燃性ガス（水素ガス及び酸素ガス）の排出を実施する。可燃性ガス排出時は代替循環冷却系運転継続のために急激な圧力低下を招かないように格納容器圧力を制御する。格納容器内水素ガス濃度及び格納容器内酸素ガス濃度が十分に低下し、低下傾向が確認できなくなった時点で、格納容器圧力逃がし装置等を用いた可燃性ガスの排出を停止する。</p> <p>代替循環冷却系による格納容器の除熱が継続し、格納容器内での水蒸気発生がなくなる状態（例えば、サブプレッション・チェンバ・プール水温 100℃以下）に対して余裕を見込んだサブプレッション・チェンバ・プール水温においては、酸素濃度可燃限界到達防止及び格納容器負圧破損防止のために窒素注入を実施する。（補足説明資料「33. 原子炉格納容器への窒素注入について」参照）</p> <p>(3) 格納容器への窒素ガス注入について</p> <p>格納容器への窒素ガス注入は、可搬型窒素供給装置又は不活性ガス系による窒素ガス注入により実施する。</p> <p>可搬型窒素供給装置による窒素ガス注入は、格納容器圧力逃がし装置等で使用する設備と同様に空気中から窒素を抽出し、直接格納容器へ窒素ガスを注入する。</p> <p>不活性ガス系による窒素ガス封入は、通常運転時に格納容器を</p> | <p>格納容器ベント停止後の格納容器可燃性ガス濃度制御は、可燃性ガス濃度制御系により格納容器内の酸素及び水素を再結合することにより、可燃限界濃度に到達することなく長期安定停止状態を維持することが可能である。</p> <p>さらに、長期的な保管として、格納容器の不活性化を可搬型窒素供給装置による窒素注入により実施することができる。</p> <p>【ここまで】</p> | <p>ない。</p> <p>格納容器ベント停止後の格納容器可燃性ガス濃度制御は、可燃性ガス濃度制御系により原子炉格納容器内の酸素及び水素を再結合することにより、可燃限界濃度に到達することなく長期安定停止状態を維持することが可能である。</p> <p>残留熱除去系による原子炉格納容器の除熱が継続し、原子炉格納容器内での水蒸気発生がなくなる状態（例えば、サブプレッション・プール水温度 100℃以下）に対して余裕を見込んだサブプレッション・プール水温度においては、格納容器負圧破損防止のために窒素注入を実施する。</p> <p>(2) 残留熱代替除去系の場合</p> <p>残留熱代替除去系により原子炉及び原子炉格納容器の除熱を実施している場合は、格納容器過圧破損防止としての格納容器ベントを実施することはないが、可燃性ガス濃度制御系が使用できない場合には、格納容器水素爆発防止として格納容器フィルタベント系を用いた可燃性ガス（水素ガス及び酸素ガス）の排出を実施する。可燃性ガス排出時は残留熱代替除去系運転継続のために急激な圧力低下を招かないように格納容器圧力を制御する。原子炉格納容器内水素ガス濃度及び原子炉格納容器内酸素ガス濃度が十分に低下し、低下傾向が確認できなくなった時点で、格納容器フィルタベント系を用いた可燃性ガスの排出を停止する。</p> <p>残留熱代替除去系による原子炉格納容器の除熱が継続し、原子炉格納容器内での水蒸気発生がなくなる状態（例えば、サブプレッション・プール水温度 100℃以下）に対して余裕を見込んだサブプレッション・プール水温度においては、酸素濃度可燃限界到達防止及び格納容器負圧破損防止のために窒素注入を実施する。</p> <p>(3) 原子炉格納容器への窒素ガス注入について</p> <p>原子炉格納容器への窒素ガス注入は、可搬式窒素供給装置又は窒素ガス制御系による窒素ガス注入により実施する。</p> <p>可搬式窒素供給装置による窒素ガス注入は、格納容器フィルタベント系で使用する設備と同様に空気中から窒素を抽出し、直接原子炉格納容器へ窒素ガスを注入する。</p> <p>窒素ガス制御系による窒素ガス封入は、通常運転時に原子炉格</p> | <p>・運用の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、耐圧強化ベントを使用しない。</p> <p>・運用の相違 【柏崎 6/7、東海第二】 島根 2号炉は、耐圧強</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|-------------------------|---|--------------------|
| <p>不活性化する恒設設備で実施する。液体窒素で保管している貯槽から気化する設備を通して窒素ガスとして格納容器に供給される。この設備を使用する場合は、タンクローリ等による貯槽への補給体制、気化する設備への加熱源復旧、貯槽から格納容器までの配管健全性確認及び計装用空気・電源等のユーティリティー復旧が必要となる。</p> | | <p>納容器を不活性化する恒設設備で実施する。液体窒素で保管している貯槽から気化する設備を通して窒素ガスとして原子炉格納容器に供給される。この設備を使用する場合は、タンクローリ等による貯槽への補給体制、気化する設備への加熱源復旧、貯槽から原子炉格納容器までの配管健全性確認及び計装用空気・電源等のユーティリティー復旧が必要となる。</p> | <p>化ベントを使用しない。</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----|-----|---------------------------------|-------|-----|---------------------------------|-------|-----|---|------|-----|---|------|-----|------------------------------------|------------------------|---|-------------------------------------|------------------------|---|-----------------|----------|---------------|-----|---|-----|--------------------------|------|--|--------------------------|-----|--|--------|------------|-----------|----------------------------|-------|-----|---------------------------------|-------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|---|--|---|
| | <p style="text-align: right;">(別紙 2)</p> <p style="text-align: center;"><u>長期間でのサプレッション・プール水位の挙動について</u></p> <p>格納容器ベントを使用した場合の長期的なサプレッション・プール水位の挙動を確認するため、サプレッション・プールからの放熱量の概算値からサプレッション・プール水位の上昇によるベントライン到達までの期間を算出した。</p> <p>(1) 評価条件</p> <p>サプレッション・プールからの放熱の概要図を第 1 図に示すとともに、評価条件を以下に示す。なお、事象発生 30 日後においては、サプレッション・プール水及びサプレッション・チェンバ内の蒸気は飽和状態で平衡しており、温度差が非常に小さいことから、サプレッション・プール上面からサプレッション・チェンバ空間部への放熱は考慮しない。</p> <p style="text-align: center;">第 1 表 評価に使用するデータ一覧</p> <table border="1" data-bbox="952 982 1706 1423"> <thead> <tr> <th>項 H</th> <th>値</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>サプレッション・プール内径 (R₁)</td> <td>25.9m</td> <td>設計値</td> </tr> <tr> <td>サプレッション・プール外径 (R₂)</td> <td>29.5m</td> <td>設計値</td> </tr> <tr> <td>サプレッション・プールのコンクリート厚さ (床面) (D₁)</td> <td>5.0m</td> <td>設計値</td> </tr> <tr> <td>サプレッション・プールのコンクリート厚さ (壁面) (D₂)</td> <td>1.8m</td> <td>設計値</td> </tr> <tr> <td>熱伝達率 (水→コンクリート間) (A₁)</td> <td>2.0W/m²・℃</td> <td>原子炉隔離時冷却系ポンプ室温評価 (添付資料 2.3.1.3 補足資料 2) における鉛直壁面の熱伝達率を使用</td> </tr> <tr> <td>熱伝達率 (コンクリート→空気間) (A₂)</td> <td>2.0W/m²・℃</td> <td>原子炉隔離時冷却系ポンプ室温評価 (添付資料 2.3.1.3 補足資料 2) における鉛直壁面の熱伝達率を使用</td> </tr> <tr> <td>コンクリートの熱伝達率 (λ)</td> <td>1.6W/m・℃</td> <td>伝熱工学資料第 5 版より</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="952 1472 1706 1875"> <thead> <tr> <th>項 H</th> <th>値</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>高温側の温度 (T₁)</td> <td>102℃</td> <td>格納容器ベントを使用した場合の事象発生 30 日後のサプレッション・プール水温度 (解析値)</td> </tr> <tr> <td>低温側の温度 (T₂)</td> <td>10℃</td> <td>原子炉建屋換気系の設計温度下限値 なお、床面からの放熱先は地中となるが、本評価では簡易的に本温度を適用</td> </tr> <tr> <td>潜熱 (E)</td> <td>2,251kJ/kg</td> <td>水温 102℃の値</td> </tr> <tr> <td>ベントライン高さ (H_v)</td> <td>15.1m</td> <td>設計値</td> </tr> <tr> <td>サプレッション・プール水位 (H_s)</td> <td>12.8m</td> <td>格納容器ベントを使用した場合の事象発生 30 日後の水位 (解析値)</td> </tr> <tr> <td>単位長さ当たりのサプレッション・プール水量 (L)</td> <td>472m³</td> <td>水位 6.983m 時の水量 3,300m³ (設計値) より算出</td> </tr> </tbody> </table> | 項 H | 値 | 備 考 | サプレッション・プール内径 (R ₁) | 25.9m | 設計値 | サプレッション・プール外径 (R ₂) | 29.5m | 設計値 | サプレッション・プールのコンクリート厚さ (床面) (D ₁) | 5.0m | 設計値 | サプレッション・プールのコンクリート厚さ (壁面) (D ₂) | 1.8m | 設計値 | 熱伝達率 (水→コンクリート間) (A ₁) | 2.0W/m ² ・℃ | 原子炉隔離時冷却系ポンプ室温評価 (添付資料 2.3.1.3 補足資料 2) における鉛直壁面の熱伝達率を使用 | 熱伝達率 (コンクリート→空気間) (A ₂) | 2.0W/m ² ・℃ | 原子炉隔離時冷却系ポンプ室温評価 (添付資料 2.3.1.3 補足資料 2) における鉛直壁面の熱伝達率を使用 | コンクリートの熱伝達率 (λ) | 1.6W/m・℃ | 伝熱工学資料第 5 版より | 項 H | 値 | 備 考 | 高温側の温度 (T ₁) | 102℃ | 格納容器ベントを使用した場合の事象発生 30 日後のサプレッション・プール水温度 (解析値) | 低温側の温度 (T ₂) | 10℃ | 原子炉建屋換気系の設計温度下限値 なお、床面からの放熱先は地中となるが、本評価では簡易的に本温度を適用 | 潜熱 (E) | 2,251kJ/kg | 水温 102℃の値 | ベントライン高さ (H _v) | 15.1m | 設計値 | サプレッション・プール水位 (H _s) | 12.8m | 格納容器ベントを使用した場合の事象発生 30 日後の水位 (解析値) | 単位長さ当たりのサプレッション・プール水量 (L) | 472m ³ | 水位 6.983m 時の水量 3,300m ³ (設計値) より算出 | | <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は、同様の評価を実施していない。</p> |
| 項 H | 値 | 備 考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| サプレッション・プール内径 (R ₁) | 25.9m | 設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| サプレッション・プール外径 (R ₂) | 29.5m | 設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| サプレッション・プールのコンクリート厚さ (床面) (D ₁) | 5.0m | 設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| サプレッション・プールのコンクリート厚さ (壁面) (D ₂) | 1.8m | 設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 熱伝達率 (水→コンクリート間) (A ₁) | 2.0W/m ² ・℃ | 原子炉隔離時冷却系ポンプ室温評価 (添付資料 2.3.1.3 補足資料 2) における鉛直壁面の熱伝達率を使用 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 熱伝達率 (コンクリート→空気間) (A ₂) | 2.0W/m ² ・℃ | 原子炉隔離時冷却系ポンプ室温評価 (添付資料 2.3.1.3 補足資料 2) における鉛直壁面の熱伝達率を使用 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| コンクリートの熱伝達率 (λ) | 1.6W/m・℃ | 伝熱工学資料第 5 版より | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 項 H | 値 | 備 考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 高温側の温度 (T ₁) | 102℃ | 格納容器ベントを使用した場合の事象発生 30 日後のサプレッション・プール水温度 (解析値) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 低温側の温度 (T ₂) | 10℃ | 原子炉建屋換気系の設計温度下限値 なお、床面からの放熱先は地中となるが、本評価では簡易的に本温度を適用 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 潜熱 (E) | 2,251kJ/kg | 水温 102℃の値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ベントライン高さ (H _v) | 15.1m | 設計値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| サプレッション・プール水位 (H _s) | 12.8m | 格納容器ベントを使用した場合の事象発生 30 日後の水位 (解析値) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 単位長さ当たりのサプレッション・プール水量 (L) | 472m ³ | 水位 6.983m 時の水量 3,300m ³ (設計値) より算出 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|-------------------------------------|---|--------------|-----|
| | <p><評価式></p> <p>①床面からの放熱量 (Q_F: 単位 kW)</p> $Q_F = K_F (T_1 - T_2) \pi (R_1 / 2)^2 / 1000$ $1 / K_F = 1 / A_1 + D_1 / \lambda + 1 / A_2$ <p>②壁面からの放熱量 (Q_W: 単位 kW)</p> $Q_W = K_W (T_1 - T_2) \pi R_2 H_S / 1000$ $1 / K_W = 1 / A_1 + D_2 / \lambda + 1 / A_2$ <p>③サプレッション・プール水の増加速度 (I: 単位 kg / sec)</p> $I = (Q_F + Q_W) / E$ <p>④ベントライン水没までの時間 (P: 単位 sec)</p> $P = 30 \times 24 \times 60 \times 60 + 1000 (H_V - H_S) L / I$ <p>第1図 サプレッション・プールからの放熱の概要図</p> <p>(2) 評価結果</p> <p>サプレッション・プールからの放熱量は、約 63kW と評価され、これがサプレッション・プールへ流入する蒸気の凝縮に使われるとした場合、サプレッション・プール水位がベントラインに到達するのは、事象発生からおおよそ 470 日後となる。なお、サプレッション・プールからの放熱量を保守的に 100kW と仮定した場合でも、サプレッション・プール水位がベントラインに到達するのは、事象発生からおおよそ 310 日後となる。</p> | | |

表 1-1-1 解析コードにおける重要現象の不確かさが運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (高圧・低圧注水機能喪失)

| 【SAFER, QMST】 | 重要現象 | 解析モデル | 不確かさ | 運転員等操作時間に与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 |
|------------------------------|------------------------------|------------|---|--|--|
| 蒸騰・凝縮・ボイド準変化、気液分離 (水位変化)・対向流 | 蒸騰・凝縮・ボイド準変化、気液分離 (水位変化)・対向流 | 二相流体の流動モデル | 下部プレナムの二相水位を除き、ダウンカマの二相水位 (シユワウト外水位) に基づく不確かさを取り除く。シユワウト外水位については、燃料被覆管温度及び運転員操作のどちらに対しても、相水位及びこれを決定する二相流モデルの妥当性の検証は重要でなく、質量及び体積のバランスだけで定まるコアラプス水位が取り扱われる限りは不確かさはない。 | 原子炉への蒸気供給は、給水喪失に伴う原子炉水位 (シユワウト外水位) の低下開始を起点として、非常用炉心冷却注水機能喪失大循環及び代替低圧注水機能を逐次起動し、運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。 | シユワウト外水位を適切に評価することから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 |
| 燃料放出 (臨界・対向流) | 燃料放出 (臨界・対向流) | 臨界流モデル | TBL, ROSA-III, FIST-ABWR の評価解析において、止力変化は実験結果とおおむね同等の解析結果が得られており、臨界流モデルに関して省減の不確かさを考慮する必要はない。 | 解析コードは、原子炉からの蒸気及び燃料放出の発生を適切に評価することから、運転員等操作時間に与える影響は小さい。 | シユワウト外水位を適切に評価することから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 |
| ECS注水 (給水系・代替注水設備含む) | 原子炉注水系モデル | 原子炉注水系モデル | 入力値に含まれる。各系統の設計条件に基づく原子炉注水 (給水系) との接続関係は、実験結果とおおむね同等の解析結果が得られており、管温度を高める必要はない。 | 「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。 | 「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。 |

第 1-1 表 解析コードにおける重要現象の不確かさが運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (SAFER) (2/2)

| 分類 | 重要現象 | 解析モデル | 不確かさ | 運転員等操作時間に与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 |
|---------|--|-----------------------------------|--|--|--|
| 炉心 | 沸騰・凝縮・ボイド準変化、気液分離 (水位変化)・対向流、三次流動 | 二相流体の流動モデル | TBL, ROSA-III, FIST-ABWR の評価解析において、二相水位変化は、解析結果に基づき水位変動成分を除いて、実験結果とおおむね同等の解析結果が得られており、燃料被覆管温度 (燃料被覆管温度) の不確かさは 20°C~40°C 程度である。また、原子炉圧力の評価において、ROSA-III では、2MPa 以上の圧力で系統内の圧力低下を伴って流動する傾向を想定しており、解析上、低圧注水手段による水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。 | 運転員等操作時間に与える影響は小さい。 | 解析コードは、燃料被覆管温度に対して、解析結果に基づき水位変動成分を除いて、実験結果とおおむね同等の解析結果が得られており、燃料被覆管温度 (燃料被覆管温度) の不確かさは 20°C~40°C 程度である。また、原子炉圧力の評価において、ROSA-III では、2MPa 以上の圧力で系統内の圧力低下を伴って流動する傾向を想定しており、解析上、低圧注水手段による水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。 |
| 原子炉圧力容器 | 沸騰・凝縮・ボイド準変化、気液分離 (水位変化)・対向流、冷卻材放出 (臨界・対向流)、ECS注水 (給水系・代替注水設備含む) | 二相流体の流動モデル 臨界流モデル 原子炉注水系モデル | 入力値に含まれる。各系統の設計条件に基づく原子炉注水 (給水系) との接続関係は、実験結果とおおむね同等の解析結果が得られており、管温度を高める必要はない。 | 「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。 | 解析コードは、ダウンカマ部の二相水位 (シユワウト外水位) を適切に評価することから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 |

表 1-1-1 解析コードにおける重要現象の不確かさが運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (高圧・低圧注水機能喪失) (2/2)

| 【SAFER】 | 重要現象 | 解析モデル | 不確かさ | 運転員等操作時間に与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 |
|------------------------------|------------|------------|---|---|--|
| 沸騰・凝縮・ボイド準変化、気液分離 (水位変化)・対向流 | 二相流体の流動モデル | 二相流体の流動モデル | 下部プレナムの二相水位を除き、ダウンカマの二相水位 (シユワウト外水位) に基づく不確かさを取り除く。シユワウト外水位については、燃料被覆管温度及び運転員操作のどちらに対しても、相水位及びこれを決定する二相流モデルの妥当性の検証は重要でなく、質量及び体積のバランスだけで定まるコアラプス水位が取り扱われる限りは不確かさはない。 | 原子炉への注水開始は、給水喪失に伴う原子炉水位 (シユワウト外水位) の低下開始を起点として、ECCS注水機能喪失確認及び代替低圧注水準備を逐次起動することにより、水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。運転員が注水手段を切り替えることにより、水位低下が抑制される。 | 解析コードは、ダウンカマ部の二相水位 (シユワウト外水位) を適切に評価することから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 |
| 冷却材放出 (臨界流・差圧) | 臨界流モデル | 臨界流モデル | TBL, ROSA-III, FIST-ABWR の評価解析において、止力変化は実験結果とおおむね同等の解析結果が得られており、管温度を高める必要はない。 | 「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。 | 「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。 |
| ECCS注水 (給水系・代替注水設備含む) | 原子炉注水系モデル | 原子炉注水系モデル | 入力値に含まれる。各系統の設計条件に基づく原子炉注水 (給水系) との接続関係は、実験結果とおおむね同等の解析結果が得られており、管温度を高める必要はない。 | 「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。 | 「解析条件を最悪条件とした場合の運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響」にて確認。 |

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間となるパラメータとなるパラメータに与える影響 (3/6)

| 項目 | 解析条件の不確かさ | | 条件設定の考え方 | 運転員等操作時間に与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 |
|-----------------|---|--|--------------------------------|--|--|
| | 解析条件 | 最確条件 | | | |
| サブプレッション・プール水位 | 6.982m (通常運転範囲の下限値) | 7.000m~7.070m (高確値) | 通常運転時のサブプレッション・プール水位の下限値として設定 | 最確条件とした場合には、サブプレッション・プール水位の運転範囲において解析条件より高めの水位となるが、ゆらぎの幅は非常に小さい。例えば、サブプレッション・プール水位 (0.082m) による水量変化は約42%であり、その割合は初期保有水量の1.3%程度と非常に小さい。したがって、事象進展に与える影響は小さいことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 | 最確条件とした場合には、サブプレッション・プール水位の運転範囲において解析条件より高めの水位となるが、ゆらぎの幅は非常に小さい。例えば、サブプレッション・プール水位 (0.082m) による水量変化は約42%であり、その割合は初期保有水量の1.3%程度と非常に小さい。したがって、事象進展に与える影響は小さいことから、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。 |
| サブプレッション・プール水温度 | 32℃ | 約15℃~約32℃ (高確値) | 通常運転時のサブプレッション・プール水温度の上限値として設定 | 最確条件とした場合には、解析条件で設定しているサブプレッション・プール水温度と同等以下となる。32℃の場合には、解析条件と最確条件は同等であることから評価項目となるパラメータに与える影響はない。また、32℃未満の場合には、格納容器スプレイによる格納容器圧力の上昇は緩和されるため、格納容器圧力を操作開始の起点とする運転員等操作時間の開始は遅くなる。 | 最確条件とした場合には、解析条件で設定しているサブプレッション・プール水温度と同等以下となる。32℃の場合には、解析条件と最確条件は同等であることから評価項目となるパラメータに与える影響はない。また、32℃未満の場合には、格納容器スプレイによる格納容器圧力の上昇は緩和されるため、格納容器圧力を操作開始の起点とする運転員等操作時間の開始は遅くなる。 |
| 真空破壊流量 | 作動源圧: 3.45kPa (ドライウェル・サブプレッション・チェンバール差圧) | 作動源圧: 3.45kPa (ドライウェル・サブプレッション・チェンバール差圧) (設計値) | 真空破壊流量の設定値 | 解析条件と最確条件は同等であることから、事象進展に与える影響はない。 | 解析条件と最確条件は同等であることから、事象進展に与える影響はない。 |
| 外部水温の水温 | 35℃ | 35℃以下 | 仮定の気象条件変化を包含する高めの水温を設定 | 最確条件とした場合には、解析条件で設定している水温と同等以下となる。35℃の場合には、解析条件と最確条件は同等であることから評価項目となるパラメータに与える影響はない。また、35℃未満の場合には、格納容器スプレイによる圧力抑制効果が高まることから、同等の効果を得るために必要なスプレイ水量が少なくなり、外部水温を用いた格納容器スプレイに伴うサブプレッション・プール水位の上昇が緩和されることから、サブプレッション・プール水位を操作開始の起点とする運転員等操作時間の開始は遅くなる。 | 最確条件とした場合には、解析条件で設定している水温と同等以下となる。35℃の場合には、解析条件と最確条件は同等であることから評価項目となるパラメータに与える影響はない。また、35℃未満の場合には、格納容器スプレイによる圧力抑制効果が高まることから、同等の効果を得るために必要なスプレイ水量が少なくなり、外部水温を用いた格納容器スプレイに伴うサブプレッション・プール水位の上昇が緩和されることから、サブプレッション・プール水位を操作開始の起点とする運転員等操作時間の開始は遅くなる。 |
| 外部水温の容量 | 約 8,600m³ | 約 8,600m³ (西側淡水貯水設備 + 代官淡水貯槽) | 西側の気象条件変化及び代官淡水貯槽の管理下限値を設定 | 最確条件とした場合には、解析条件よりも燃料容量の余裕は大きくなる。管理低下限の容量として事象発生から7日間で必要となる容量を確保しており、余裕は約1.7倍であることから運転員等操作時間に与える影響はない。 | 最確条件とした場合には、解析条件で設定している燃料容量よりも燃料容量の余裕は大きくなる。管理低下限の容量として事象発生から7日間で必要となる容量を確保しており、余裕は約1.7倍であることから運転員等操作時間に与える影響はない。 |
| 燃料の容量 | 約 1,010kL | 約 1,010kL 以上 (軽油貯蔵タンク + 可燃型設備用軽油タンク) | 軽油貯蔵タンク及び可燃型設備用軽油タンクの管理下限値を設定 | 最確条件とした場合には、解析条件よりも燃料容量の余裕は大きくなる。管理低下限の容量として事象発生から7日間で必要となる容量を確保しており、余裕は約1.7倍であることから運転員等操作時間に与える影響はない。 | 最確条件とした場合には、解析条件で設定している燃料容量よりも燃料容量の余裕は大きくなる。管理低下限の容量として事象発生から7日間で必要となる容量を確保しており、余裕は約1.7倍であることから運転員等操作時間に与える影響はない。 |

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (5/6)

| 項目 | 解析条件の可搬かさ | | 条件設定の考え方 | 運転員等操作時間に与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 |
|------------------------------------|---|---|----------------------------------|---|---|
| | 解析条件 | 最確条件 | | | |
| 逃がし安全弁 東大事故時東海第二発電所における最確条件 | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | 逃がし安全弁の安全弁機能の設計値として設定 | 解析条件は最確条件と同等であることから、事業進展に影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。 | 解析条件は最確条件と同等であることから、事業進展に影響はない。 |
| | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | 逃がし安全弁の設計値に基づき原子炉圧力と蒸気発生量の関係から設定 | 解析条件は最確条件と同等であることから、事業進展に影響はなく、運転員等操作時間に与える影響はない。 | 解析条件は最確条件と同等であることから、事業進展に影響はない。 |
| 経圧代調整本系 (常設) | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | 設計値に注入配管の蒸気圧損を考慮した値として設定 | 実際の注水量が解析より多い場合(注水特性(設計値)の保守時)、原子炉水位の回復は早くなる。蒸気体の発生量が増えることから、運転員等操作時間に与える影響はない。 | 実際の注水量が解析より多い場合(注水特性(設計値)の保守時)、原子炉水位の回復は早くなる。蒸気体の発生量が増えることから、運転員等操作時間に与える影響はない。 |
| | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | (原子炉圧力制御時) 安全弁機能 7.7MPa(ase)~ 8.31MPa(ase) (1個目たり) 385.2t/h (1個目たり) 410.6t/h (1個目たり) (設計値) | 設計に基づき、蒸気圧損を考慮して、確保可能な蒸気圧損を決定 | 実際の注水量が解析より多い場合(注水特性(設計値)の保守時)、原子炉水位の回復は早くなる。蒸気体の発生量が増えることから、運転員等操作時間に与える影響はない。 | 実際の注水量が解析より多い場合(注水特性(設計値)の保守時)、原子炉水位の回復は早くなる。蒸気体の発生量が増えることから、運転員等操作時間に与える影響はない。 |

第2表 解析条件を最確条件とした場合に運転員等操作時間及び評価項目となるパラメータに与える影響 (6/6)

| 項目 | 解析条件の正確かさ | | 条件設定の考え方 | 運転員等操作時間に与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 |
|--------------------|---|--|---|---|---|
| | 解析条件 | 最確条件 | | | |
| 最大蒸気発生率等運転条件に与える影響 | スプレッド：13.4kg/s 130m ³ /h (一定) | スプレッド：10.2m ³ /h 102m ³ /h (一定) | 格納容器内温度及び圧力制御に必要なスプレッド量を考慮し、設定 | 最確条件とした場合、サブコヒーレント・ブーム水位が緩和されることから、サブコヒーレント・ブーム水位を操作開始の起点とする運転員等操作時間は短くなる。 | 最確条件とした場合でも、スプレッド量は、格納容器圧力の上昇を抑制可能な範囲で調整し、また、代替格納容器スプレッド系(常設)の停止後に格納容器最高使用圧力に到達した時点で格納容器ベントを実施する運転員等操作時間短縮の効果が期待されるが、評価項目となるパラメータに与える影響はない。 |
| 格納容器圧力過剰保護等 | 排気流量：13.4kg/s (格納容器圧力0.31MPa(Gaeg)において) | 排気流量：13.4kg/s 以上 (格納容器圧力0.31MPa(Gaeg)において) | 格納容器圧力過剰保護等の設計値を考慮して、格納容器圧力及び排気流量を決定する必要がある | 実際の流量が解析より多い場合、格納容器圧力及び排気流量の上昇の抑制効果は大きくなるが、操作手順に変わりはないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。 | 実際の流量が解析より多い場合、格納容器圧力及び排気流量の上昇の抑制効果は大きくなるが、格納容器最高使用圧力に到達した時点で格納容器ベントを実施する運転員等操作時間短縮の効果が期待されるが、評価項目となるパラメータに与える影響はない。 |

表3 運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕 (高圧・低圧注水機能喪失) (3/3)

| 項目 | 解析条件 (運転員等) の不確かさ 解析上の操作時間余裕 | 解析上の操作時間余裕 | 条件設定の考え方 | 操作の不確かさ要因 | 評価項目となるパラメータに与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 | 操作時間余裕 | 訓練実績等 |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 |

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

第3表 操作条件が要員の配置による他の操作、評価項目となるパラメータ及び操作時間余裕に与える影響 (3/4)

| 項目 | 解析上の操作時間余裕 | 解析上の操作時間余裕 | 条件設定の考え方 | 操作の不確かさ要因 | 評価項目となるパラメータに与える影響 | 評価項目となるパラメータに与える影響 | 操作時間余裕 | 訓練実績等 |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 |

東海第二発電所 (2018. 9. 12 版)

表3 運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕 (高圧・低圧注水機能喪失) (3/3)

| 項目 | 解析条件 (運転員等) の不確かさ | | 評価項目となるパラメータに与える影響 | 操作時間余裕 | 訓練実績等 |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 解析上の操作時間余裕 | 条件設定の考え方 | | | |
| 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 格納容器圧力源等による影響 格納容器圧力源等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 | 運転員等による影響 運転員等による影響 |

島根原子力発電所 2号炉

備考

第3表 操作条件が要員の配置による他の操作, 評価項目となるパラメータ及び操作時間余裕に与える影響 (4/4)

| 項目 | 解析上の 操作開始条件 | 条件設定の 考え方 | 操作準備から開始 までの影響 | 運転員等操作時間に 与える影響 | 評価項目となる パラメータ に与える影響 | 操作時間余裕 | 訓練実施等 |
|---|---|--|--|--------------------|----------------------------|--------|---|
| 代替給水貯 槽への補給 操作 | 代替給水貯 槽への補給 を本機とした 注水の開始時 点 | 代替給水貯槽への 補給は、解析条 件で想定してい る操作の成立や 継続に必要な作 業時間と、代替 給水貯槽が枯渇し ないよう設定 | 代替給水貯槽の枯渇までは24時間以上の時間余裕があり、補給開始までの 準備時間180分を考慮しても、十分な時間余裕がある。 | - | - | - | 代替給水貯槽への 補給は所定時間 180分のところ、新 機試験等により約 104分で実施可能 なことを確認し た。 |
| 代替給水貯 槽へ用いる可 燃型代替給水 貯槽への燃料 給送操作 | 代替給水貯槽 への燃料開始 からの開始 | 可燃型代替給水 貯槽への燃料給 送は、解析条 件では、燃料 解析で想定して いる操作の成立 や継続に必要な 作業時間と、燃料 が枯渇しないよ うに設定 | 可燃型代替給水貯槽の燃料給送までは約210分の時間余裕があり、燃料 追加までの準備時間110分（タンクローリーへの到着90分及び可燃型代替 給水貯槽への給送20分）を考慮しても、十分な時間余裕がある。 | - | - | - | 可燃型代替給水貯 槽への燃料給送 は、所定時間 180分のところ、 98分で実施可能 なことを確認し た。 |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|---|---|
| <p style="text-align: center;">添付資料 2.1.3</p> <p style="text-align: center;">減圧・注水操作が遅れる場合の影響について</p> <p>1. はじめに 運転員による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも遅れた場合の評価項目及び敷地境界の実効線量への影響について評価した。</p> <p>2. 評価項目及び敷地境界の実効線量への影響 (1) 評価項目への影響 減圧時間を有効性評価における設定より操作開始時間が 5 分及び 10 分遅れた場合における評価項目 (燃料被覆管の最高温度及び酸化量) への感度解析を行った。表 1 に評価結果を示す。また、燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を図 1 に、操作開始時間 10 分遅れの場合における原子炉圧力、原子炉水位 (シュラウド内外水位)、燃料被覆管温度及び燃料被覆管酸化量の推移を図 2 から 5 に示す。 10 分程度の操作開始時間遅れの場合、燃料被覆管の破裂はベストフィット曲線で判定すると一部で発生するものの、燃料被覆管温度 1200℃及び燃料被覆管酸化量 15%を超えるこ</p> | <p style="text-align: center;">添付資料 2.6.7</p> <p style="text-align: center;">【比較のため、「添付資料 2.6.7」を記載】</p> <p style="text-align: center;">原子炉注水開始が遅れた場合の影響について (LOCA時注水機能喪失)</p> <p>逃がし安全弁 (自動減圧機能) の手動による原子炉減圧操作が遅れることで、常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系 (常設) による原子炉注水の開始時間が有効性評価における設定よりも遅れた場合の評価項目となるパラメータに与える影響を確認した。 なお、解析は、ベースケースと同様に輻射熱伝達を保守的に取り扱う SAFER コードを使用している。</p> <p>1. 燃料被覆管破裂を回避可能な範囲での原子炉減圧の時間余裕 逃がし安全弁 (自動減圧機能) の手動による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも 10 分及び 25 分遅れた場合の感度解析結果を第 1 表に示す。</p> | <p style="text-align: center;">添付資料 2.1.3</p> <p style="text-align: center;">減圧・注水操作が遅れる場合の影響について (高圧・低圧注水機能喪失)</p> <p>逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) の手動による原子炉減圧操作が遅れることで、低圧原子炉代替注水系 (常設) による原子炉注水の開始時間が有効性評価における設定よりも遅れた場合の評価項目となるパラメータに与える影響を確認した。 なお、解析は、ベースケースと同様に輻射熱伝達を保守的に取り扱う SAFER コードを使用している。</p> <p>1. 燃料被覆管破裂を回避可能な範囲での原子炉減圧の時間余裕 逃がし安全弁 (自動減圧機能付き) の手動による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも 20 分及び 30 分遅れた場合の感度解析結果を表 1 に示す。</p> | <p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、燃料棒破裂防止の観点から操作余裕時間を評価しているが、柏崎 6/7 は敷地境界実効線量の観点から評価しており、本資料の構成は異なっている。</p> <p>・評価方針の相違 【東海第二】 評価を実施するシナリオの相違。</p> <p>・解析条件の相違 【東海第二】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|---|--|---|
| <p>とはない。そのため、少なくとも10分程度の操作開始時間遅れの場合でも評価項目を満足する。</p> <p>(2) 敷地境界の実効線量への影響</p> <p>上記と同様に減圧時間を有効性評価における設定よりも操作開始時間が5分及び10分遅れた場合における敷地境界の実効線量への感度解析を行った。ここでは、燃料被覆管の破裂本数については、実機炉心設計を考慮した。表2,3に、操作開始時間が5分又は10分遅れた場合の平衡炉心サイクル初期における燃料被覆管の破裂本数と全炉心の破裂割合の評価結果を、表4に敷地境界の実効線量の評価結果を示す。</p> <p>表2,3に示したとおり、5分程度の操作開始時間遅れでは、燃料被覆管の破裂本数は全炉心の約1%となるが、事象発生初期は燃料の線出力密度が高いため、10分程度の操作開始時間遅れで、全炉心の約26%の燃料被覆管に破裂が発生する。また、表4に示したとおり、5分程度の操作開始時間遅れの場合、敷地境界での実効線量は5mSvを下回るが、10分程度の操作開始時間遅れの場合、格納容器圧力逃がし装置を使用しないドライウェルベントの場合、敷地境界での実効線量は5mSvを上回る。したがって、敷地境界での実効線量の観点からは5分程度の操作遅れの時間余裕がある。</p> <p>なお、10分程度の操作開始時間遅れの場合、格納容器内雰囲気放射線レベル計(CAMS)にて炉心損傷と判断されるため、格納容器最高使用圧力(0.31MPa[gage])での格納容器</p> | <p>また、<u>燃料棒破裂発生時点</u>の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を第1図に、逃がし安全弁(自動減圧機能)の手動による原子炉減圧操作が<u>10分遅れた場合</u>の原子炉圧力、原子炉水位(シュラウド内外水位)、燃料被覆管温度及び燃料被覆管酸化割合の推移を第2図から第5図に示す。</p> <p>第1図に示すとおり、<u>10分</u>の遅れ時間を想定した場合でも、燃料被覆管の破裂は発生しないことから、運転員による原子炉減圧操作には少なくとも<u>10分</u>程度の時間余裕は確保されている。</p> <p>2. 燃料被覆管に破裂が発生した場合の非居住区域境界及び敷地境界での実効線量評価</p> <p>炉心損傷防止対策の有効性評価においては、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくリスクを与えないことを考慮し、燃料被覆管の破裂が発生しないことを目安としている。</p> <p>一方で、実際の炉心は線出力密度の異なる燃料棒から構成されており、線出力密度の高い一部の燃料棒のみに破裂が発生し、その他の燃料棒には破裂が発生しない場合もある。一部の燃料棒に破裂が発生しても、炉心全体に対する破裂割合が低い場合には、非居住区域境界及び敷地境界での実効線量が評価項目である5mSv以下となることが考えられる。よって、逃がし安全弁(自動減圧機能)の手動による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも25分遅れ、線出力密度の高い一部の燃料棒に破裂が発生するとした場合の非居住区域境界及び敷地境界における実効線量を評価した。具体的には、燃料棒線出力密度の違いによる燃料被覆管の破裂発生の有無を解析により確認し、許認可で想定する代表的な9×9燃料(A型)平衡炉心において、破裂が発生する燃料棒線出力密度を超える燃料棒本数から炉心全体に対する燃料棒の破裂発生割合を設定し、この破裂発生割合を考慮した非居住区域境界及び敷地境界での実効線量を評価した。評価結果を第2表及び第3表に示す。</p> <p>評価の結果、<u>25分</u>の減圧操作遅れを仮定した場合には、燃料棒線出力密度が約<u>36.1kW/m</u>を超える燃料棒に破裂が発生し、</p> | <p>また、燃料被覆管最高温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係を図1に、逃がし安全弁(自動減圧機能付き)の手動による原子炉減圧操作が<u>30分遅れた場合</u>の原子炉圧力、原子炉水位(シュラウド内外水位)、燃料被覆管温度及び燃料被覆管酸化量の推移を図2から図5に示す。</p> <p>図1に示すとおり、<u>20分</u>の遅れ時間を想定した場合でも、燃料被覆管の破裂は発生しないことから、運転員による原子炉減圧操作には少なくとも<u>20分</u>程度の時間余裕は確保されている。</p> <p>2. 燃料被覆管に破裂が発生した場合の敷地境界での実効線量評価</p> <p>炉心損傷防止対策の有効性評価においては、周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくリスクを与えないことを考慮し、燃料被覆管の破裂が発生しないことを目安としている。</p> <p>一方で、実際の炉心は線出力密度の異なる燃料棒から構成されており、線出力密度の高い一部の燃料棒のみに破裂が発生し、その他の燃料棒には破裂が発生しない場合もある。一部の燃料棒に破裂が発生しても、炉心全体に対する破裂割合が低い場合には、敷地境界での実効線量が評価項目である5mSv以下となることが考えられる。よって、逃がし安全弁(自動減圧機能付き)の手動による原子炉減圧操作が有効性評価における設定よりも30分遅れ、線出力密度の高い一部の燃料棒に破裂が発生するとした場合の敷地境界における実効線量を評価した。具体的には、燃料棒線出力密度の違いによる燃料被覆管の破裂発生の有無を解析により確認し、許認可で想定する代表的な9×9燃料(A型)平衡炉心において、破裂が発生する燃料棒線出力密度を超える燃料棒本数から炉心全体に対する燃料棒の破裂発生割合を設定し、この破裂発生割合を考慮した敷地境界での実効線量を評価した。評価結果を表2及び表3に示す。</p> <p>評価の結果、<u>30分</u>の減圧操作遅れを仮定した場合には、燃料棒線出力密度が約<u>41.0kW/m</u>を超える燃料棒に破裂が発生し、そ</p> | <p>・記載方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、燃料被覆管が破裂するケースの解析図を記載している。</p> <p>・解析結果の相違</p> <p>【東海第二】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|---|---|--|----|
| <p>ベント操作から格納容器限界圧力 (0.62MPa[gage]) での格納容器ベント操作に移行する。</p> <p>3. まとめ</p> <p>5 分程度の操作開始時間遅れの場合、評価項目 (燃料被覆管の最高温度及び酸化量) を満足し、敷地境界での実効線量は 5mSv を下回る。一方、10 分程度の操作開始時間遅れの場合、評価項目を満足するが、敷地境界での実効線量は 5mSv を上回る場合がある。したがって、原子炉減圧操作は 5 分程度の時間遅れ以内に実施することが必要となる。</p> | <p>その割合は全燃料棒の約 <u>0.2%</u> となる。これを踏まえて、実効線量の評価においては、保守的に全燃料棒の 1% に破裂が発生するものとする、非居住区域境界及び敷地境界での実効線量の最大値は約 <u>4.4mSv</u> となり、評価項目である 5mSv を下回る。なお、この場合には、格納容器内空間線量率が <u>ドライウエルで最大約 $4.8 \times 10^3 \text{ Gy/h}$、サブプレッション・チェンバで最大約 $4.3 \times 10^4 \text{ Gy/h}$ となり、炉心損傷後の運転操作へ移行する判断基準を上回る。</u></p> | <p>の割合は全燃料棒の約 <u>1%</u> となる。これを踏まえて、実効線量の評価においては、保守的に全燃料棒の 1% に破裂が発生するものとする、敷地境界での実効線量の最大値は約 <u>$4.8 \times 10^{-2} \text{ mSv}$</u> となり、評価項目である 5mSv を下回る。なお、この場合には、格納容器内空間線量率が <u>格納容器雰囲気放射線モニタにおける炉心損傷の判断基準を上回る。</u></p> | |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------------|---------------------------|----|--------|------|-----|---------|------|--|--------------------|-----------|-----------|-----|--------|------|-----|----------|------|--|-------------------|-----------------------|----------|-----|--------|------|-----|--------|------|------------|-------------|---------|---------------------------|-----------------------|--------|---|--|------------------------|--------|---|-----------------------|--------|---|------------------------|--------|---|-----------------------------------|
| <p>表1：炉心の健全性に関する感度解析結果 (CHASTE 解析)</p> <table border="1" data-bbox="184 300 893 459"> <thead> <tr> <th>解析上の操作開始時間からの遅れ時間</th> <th>燃料被覆管の最高温度</th> <th>燃料被覆管酸化量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5分</td> <td>約 944℃</td> <td>約 3%</td> </tr> <tr> <td>10分</td> <td>約 1056℃</td> <td>約 6%</td> </tr> </tbody> </table> <p>表2：燃料被覆管の破裂本数と全炉心の破裂割合 (解析上の操作開始時間が5分遅れた場合)</p> <div data-bbox="157 653 908 1129" style="border: 1px solid black; height: 200px;"></div> | 解析上の操作開始時間からの遅れ時間 | 燃料被覆管の最高温度 | 燃料被覆管酸化量 | 5分 | 約 944℃ | 約 3% | 10分 | 約 1056℃ | 約 6% | <p>第1表 減圧遅れによる燃料被覆管温度及び酸化量への影響</p> <table border="1" data-bbox="952 300 1697 411"> <thead> <tr> <th>ベースケースの減圧時間からの遅れ時間</th> <th>燃料被覆管最高温度</th> <th>燃料被覆管の酸化量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10分</td> <td>約 706℃</td> <td>1%以下</td> </tr> <tr> <td>25分</td> <td>約 1,000℃</td> <td>約 5%</td> </tr> </tbody> </table> <p>第2表 燃料被覆管の破裂本数と全炉心の破裂割合 (遅れ時間 25分)</p> <div data-bbox="952 653 1697 1178" style="border: 1px solid black; height: 200px;"></div> | ベースケースの減圧時間からの遅れ時間 | 燃料被覆管最高温度 | 燃料被覆管の酸化量 | 10分 | 約 706℃ | 1%以下 | 25分 | 約 1,000℃ | 約 5% | <p>表1 減圧遅れによる燃料被覆管温度及び酸化量への影響</p> <table border="1" data-bbox="1754 300 2484 420"> <thead> <tr> <th>解析上の操作開始時間からの遅れ時間</th> <th>燃料被覆管の最高温度 (高出力燃料集合体)</th> <th>燃料被覆管酸化率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20分</td> <td>約 845℃</td> <td>1%以下</td> </tr> <tr> <td>30分</td> <td>約 902℃</td> <td>約 3%</td> </tr> </tbody> </table> <p>表2 燃料被覆管の破裂本数と全炉心の破裂割合 (遅れ時間 30分)</p> <table border="1" data-bbox="1771 663 2466 877"> <thead> <tr> <th>燃料棒初期線出力密度</th> <th>燃料被覆管温度の最大値</th> <th>燃料破裂の有無</th> <th>燃料本数[※] (1/4炉心)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>44.0 kW/m (13.4kW/ft)</td> <td>約 902℃</td> <td>有</td> <td rowspan="4" style="border: 1px solid black; width: 50px;"></td> </tr> <tr> <td>42.65 kW/m (13.0kW/ft)</td> <td>約 884℃</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>41.0 kW/m (12.5kW/ft)</td> <td>約 865℃</td> <td>有</td> </tr> <tr> <td>39.37 kW/m (12.0kW/ft)</td> <td>約 850℃</td> <td>無</td> </tr> </tbody> </table> <p>※サイクル中で最大線出力密度が最大となるサイクル燃焼度において、当該燃焼度における最大線出力密度が44.0kW/mであると仮定し、各燃料棒の線出力密度を補正した場合の燃料棒本数。 評価上、燃料棒初期線出力密度が41.0kW/m以上の燃料棒は破裂すると想定する。41.0kW/m以上の燃料棒本数は□本であり、1/4炉心での全燃料棒本数10,360本の約1%である。</p> | 解析上の操作開始時間からの遅れ時間 | 燃料被覆管の最高温度 (高出力燃料集合体) | 燃料被覆管酸化率 | 20分 | 約 845℃ | 1%以下 | 30分 | 約 902℃ | 約 3% | 燃料棒初期線出力密度 | 燃料被覆管温度の最大値 | 燃料破裂の有無 | 燃料本数 [※] (1/4炉心) | 44.0 kW/m (13.4kW/ft) | 約 902℃ | 有 | | 42.65 kW/m (13.0kW/ft) | 約 884℃ | 有 | 41.0 kW/m (12.5kW/ft) | 約 865℃ | 有 | 39.37 kW/m (12.0kW/ft) | 約 850℃ | 無 | <p>・解析結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p> |
| 解析上の操作開始時間からの遅れ時間 | 燃料被覆管の最高温度 | 燃料被覆管酸化量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5分 | 約 944℃ | 約 3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10分 | 約 1056℃ | 約 6% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ベースケースの減圧時間からの遅れ時間 | 燃料被覆管最高温度 | 燃料被覆管の酸化量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10分 | 約 706℃ | 1%以下 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25分 | 約 1,000℃ | 約 5% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 解析上の操作開始時間からの遅れ時間 | 燃料被覆管の最高温度 (高出力燃料集合体) | 燃料被覆管酸化率 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20分 | 約 845℃ | 1%以下 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30分 | 約 902℃ | 約 3% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 燃料棒初期線出力密度 | 燃料被覆管温度の最大値 | 燃料破裂の有無 | 燃料本数 [※] (1/4炉心) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44.0 kW/m (13.4kW/ft) | 約 902℃ | 有 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42.65 kW/m (13.0kW/ft) | 約 884℃ | 有 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41.0 kW/m (12.5kW/ft) | 約 865℃ | 有 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.37 kW/m (12.0kW/ft) | 約 850℃ | 無 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表 3 : 燃料被覆管の破裂本数と全炉心の破裂割合
(解析上の操作時間開始が 10 分遅れた場合)

| |
|--|
| |
|--|

表 4 : 敷地境界の実効線量に関する感度解析結果

| 解析上の操作 開始時間から の遅れ時間 | ウェットウェルベント (格納容器圧力逃がし装置 : 使用) (ドライウエル圧力 : 0. 31MPa[gage]) | ドライウエルベント (格納容器圧力逃がし装置 : 未使用) (ドライウエル圧力 : 0. 31MPa[gage]) |
|---------------------------|---|---|
| 5 分 | 約 $4. 3 \times 10^{-2}$ mSv | 約 1. 4mSv |
| 10 分 | 約 1. 3mSv | 約 36mSv |

第 3 表 非居住区域境界及び敷地境界での実効線量評価結果
(遅れ時間 25 分)

| 使用するベント設備 | 実効線量 |
|-----------------------------|---|
| 格納容器圧力逃がし装置による ドライウエルベント | 非居住区域境界 : 約 1. 1mSv 敷地境界 : 約 2. 8mSv |
| 耐圧強化ベント系による ドライウエルベント | 非居住区域境界 : 約 4. 4mSv 敷地境界 : 約 4. 4mSv |

表 3 敷地境界での実効線量評価結果
(遅れ時間 30 分)

| 項目 | 評価結果 | |
|------------------|--|--------------------------|
| フィルタベント時の 放出量 | 希ガス (Bq) (γ 線実効エネルギー 0. 5MeV 換算値) | 約 $7. 1 \times 10^{13}$ |
| | よう素 (Bq) (I - 131 等価量—小児実効線量係数換算) | 約 $3. 0 \times 10^{10}$ |
| 大気拡散条件 | 相対線量 D/Q (Gy/Bq) | 約 $4. 9 \times 10^{-19}$ |
| | 相対濃度 χ/Q (s/m ³) | 約 $3. 1 \times 10^{-5}$ |
| 実効線量 | 希ガスの γ 線外部被ばくによる実効線量 (mSv) | 約 $3. 5 \times 10^{-2}$ |
| | よう素の内部被ばくによる実効線量 (mSv) | 約 $1. 3 \times 10^{-2}$ |
| | 合 計 (mSv) | 約 $4. 8 \times 10^{-2}$ |

・評価条件の相違
【柏崎 6/7】
島根 2号炉は, SRV を通した S/P でのスクラビング効果に期待できることから W/W ベントも D/W ベントも同様の結果としている。
【東海第二】
島根 2号炉は, 耐圧強化ベントを自主対策設備と位置付けている。

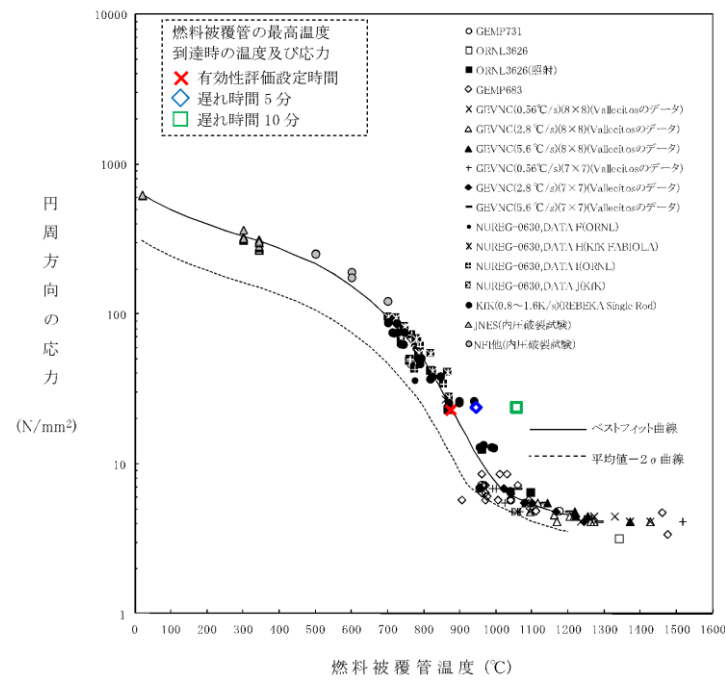
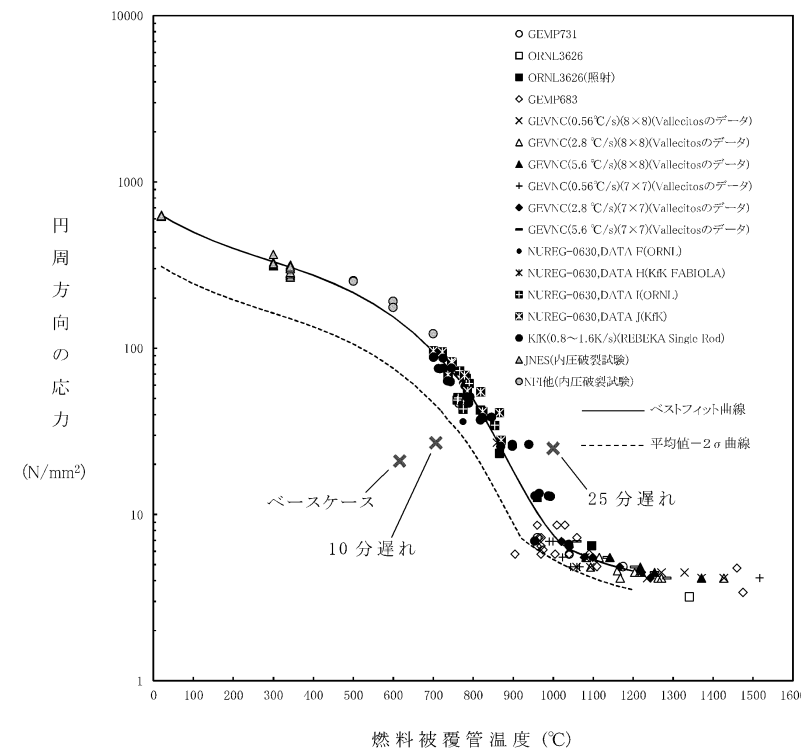


図1 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力※の関係



第1図 燃料棒破裂発生時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力※の関係

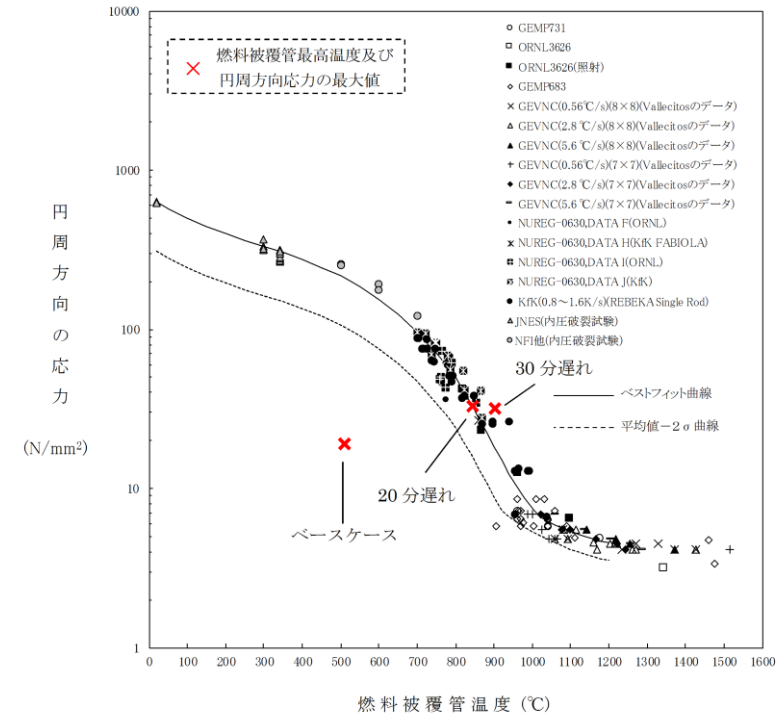
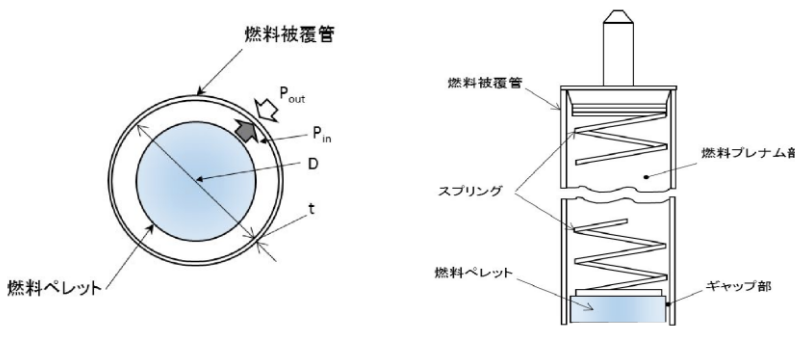


図1 燃料被覆管に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力※の関係

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

| 柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|--|--|--|------------------------------|
| <p>※：燃料被覆管の円周方向の応力算出方法について</p> <p>燃料被覆管の破裂については、SAFERの解析結果である燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係から判定する。</p> <p>燃料被覆管の円周方向応力σについては、次式により求められる。<u>(図 1-1 参照)</u></p> $\sigma = \frac{D}{2t}(P_{in} - P_{out})$ <p>ここで、</p> <p>D : 燃料被覆管内径 t : 燃料被覆管厚さ P_{in} : 燃料被覆管内側にかかる圧力 P_{out} : 燃料被覆管外側にかかる圧力 (=原子炉圧力)</p> <p>である。</p> <p>燃料被覆管内側にかかる圧力 P_{in} は、燃料プレナム部とギャップ部の温度及び体積より、次式で計算される。</p> $P_{in} = \left(\frac{\frac{V_p T_F}{V_F T_p}}{1 + \frac{V_p T_F}{V_F T_p}} \right) \frac{NRT_p}{V_p}$ <p>ここで、</p> <p>V : 体積 P : 燃料プレナム部 T : 温度 F : ギャップ部 N : ガスモル数 R : ガス定数</p> <p>である。</p> <p>燃料棒に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係図 <u>(図 1)</u> に示される実験は、LOCA 条件下での燃料棒の膨れ破裂挙動を把握することが目的であり、燃料被覆管内にガスを封入して圧力をかけた状態で加熱することにより LOCA 条件を模擬している。このため、これらの実験ではペレット-被覆管の接触圧を考慮していない。</p> <p>また、燃料被覆管内側にかかる圧力のうち、ペレット-被覆管の接触圧は、設計用出力履歴において最大線出力密度を維持する</p> | <p>※ 燃料被覆管の円周方向の応力算出方法について</p> <p>燃料被覆管の破裂については、SAFERの解析結果である燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係から判定する。</p> <p>燃料被覆管の円周方向応力σについては、次式により求められる。</p> $\sigma = \frac{D}{2t}(P_{in} - P_{out})$ <p>ここで、</p> <p>D : 燃料被覆管内径 t : 燃料被覆管厚さ P_{in} : 燃料被覆管内側にかかる圧力 P_{out} : 燃料被覆管外側にかかる圧力 (=原子炉圧力)</p> <p>である。</p> <p>燃料被覆管内側にかかる圧力 P_{in} は、燃料プレナム部とギャップ部の温度及び体積より、次式で計算される。</p> $P_{in} = \left(\frac{\frac{V_p T_F}{V_F T_p}}{1 + \frac{V_p T_F}{V_F T_p}} \right) \frac{NRT_p}{V_p}$ <p>ここで、</p> <p>V : 体積 添字_p : 燃料プレナム部 T : 温度 F : ギャップ部 N : ガスモル数 R : ガス定数</p> <p>である。</p> <p>燃料棒に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係図に示される実験は、LOCA 条件下での燃料棒の膨れ破裂挙動を把握することが目的であり、燃料被覆管内にガスを封入して圧力をかけた状態で加熱することにより LOCA 条件を模擬している。このため、これらの実験ではペレット-被覆管の接触圧を考慮していない。</p> <p>また、燃料被覆管内側にかかる圧力のうち、ペレット-被覆管の接触圧は、設計用出力履歴において最大線出力密度を維持する</p> | <p>※：燃料被覆管の円周方向の応力算出方法について</p> <p>燃料被覆管の破裂については、SAFERの解析結果である燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係から判定する。</p> <p>燃料被覆管の円周方向応力σについては、次式により求められる。</p> $\sigma = \frac{D}{2t}(P_{in} - P_{out})$ <p>ここで、</p> <p>D : 燃料被覆管内径 t : 燃料被覆管肉厚 P_{in} : 燃料被覆管内側にかかる圧力 P_{out} : 燃料被覆管外側にかかる圧力 (=原子炉圧力)</p> <p>である。</p> <p>燃料被覆管内側にかかる圧力 P_{in} は、燃料棒プレナム部とギャップ部の温度及び体積より、次式で計算される。</p> $P_{in} = \left(\frac{\frac{V_p T_F}{V_F T_p}}{1 + \frac{V_p T_F}{V_F T_p}} \right) \frac{NRT_p}{V_p}$ <p>ここで、</p> <p>V : 体積 P : 燃料プレナム部 T : 温度 F : ギャップ部 N : ガスモル数 R : ガス定数</p> <p>である。</p> <p>燃料棒に破裂が発生する時点の燃料被覆管温度と燃料被覆管の円周方向の応力の関係図に示される実験は、LOCA 条件下での燃料棒の膨れ破裂挙動を把握することが目的であり、燃料被覆管内にガスを封入して圧力をかけた状態で加熱することにより LOCA 条件を模擬している。このため、これらの実験ではペレット-被覆管の接触圧を考慮していない。</p> <p>また、燃料被覆管内側にかかる圧力のうち、ペレット-被覆管の接触圧は、設計用出力履歴において最大線出力密度を維持する</p> | <p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】</p> |

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版) | 東海第二発電所 (2018. 9. 12 版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備 考 |
|---|---|---|------------------------------|
| <p>最大燃焼度，すなわち燃料被覆管温度評価を最も厳しくする燃焼度の時に運転中の最大値をとるものの，スクラムによる出力低下に伴って接触圧は緩和される。このため，燃料被覆管内側にかかる圧力にペレット-被覆管の接触圧を考慮しない。</p>  <p>図 1-1 燃料棒断面図</p> | <p>する最大燃焼度，すなわち燃料被覆管温度評価を最も厳しくする燃焼度の時に運転中の最大値を取るものの，スクラムによる出力低下に伴って接触圧は緩和される。このため，燃料被覆管内側にかかる圧力にペレット-被覆管の接触圧を考慮しない。</p> | <p>最大燃焼度，すなわち燃料被覆管温度評価を最も厳しくする燃焼度の時に運転中の最大値をとるものの，スクラムによる出力低下に伴って接触圧は緩和される。このため，燃料被覆管内側にかかる圧力にペレット-被覆管の接触圧を考慮しない。</p> | <p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】</p> |

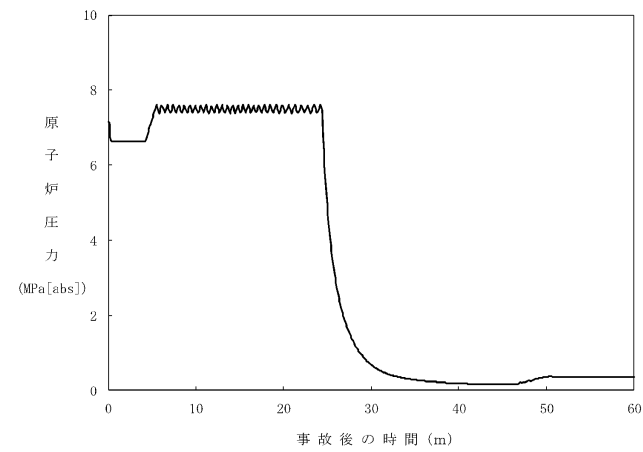


図2 操作開始時間 10 分遅れの場合における原子炉圧力の推移

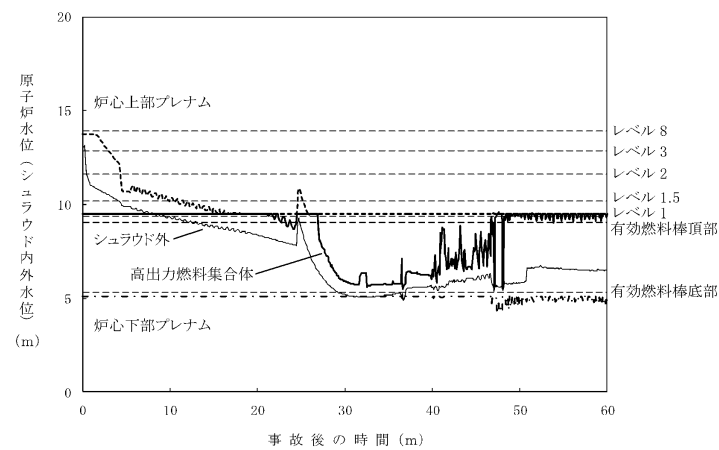
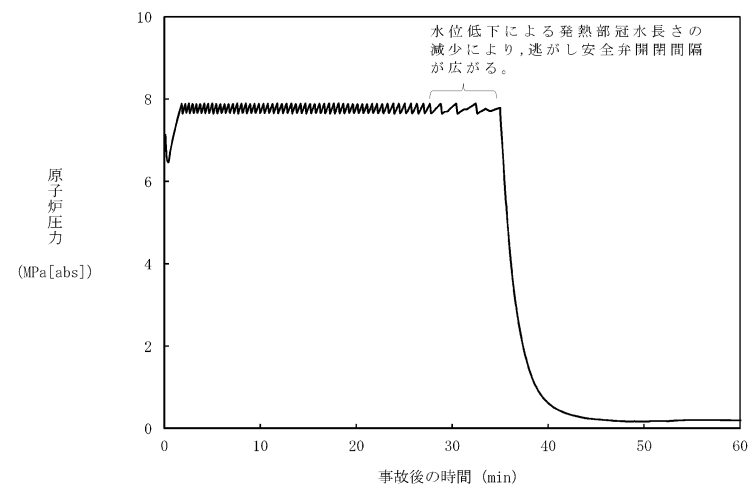
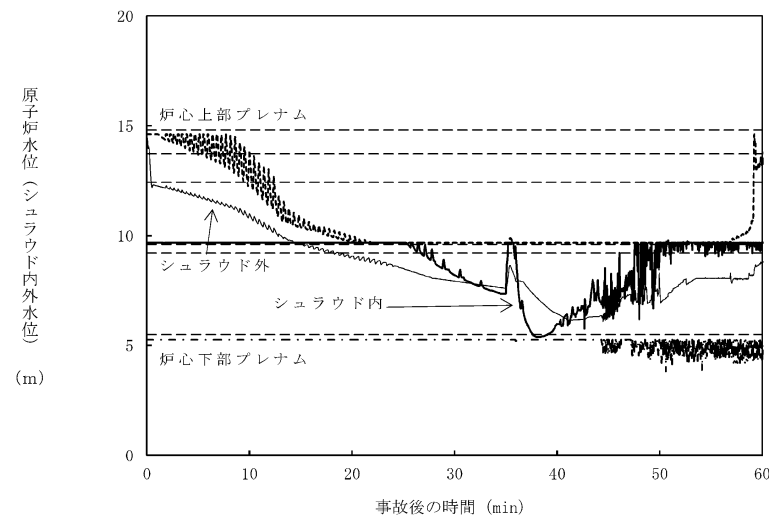


図3 操作開始時間 10 分遅れの場合における原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移



第2図 原子炉圧力の推移 (遅れ時間 10 分)



第3図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移 (遅れ時間 10 分)

※ シュラウド内外水位はボイドを含む場合は、二相水位を示している。

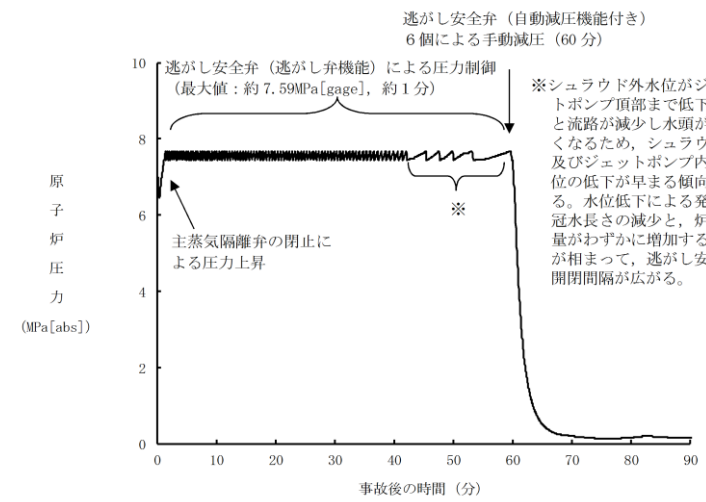


図2 操作開始時間 30 分遅れの場合における原子炉圧力の推移

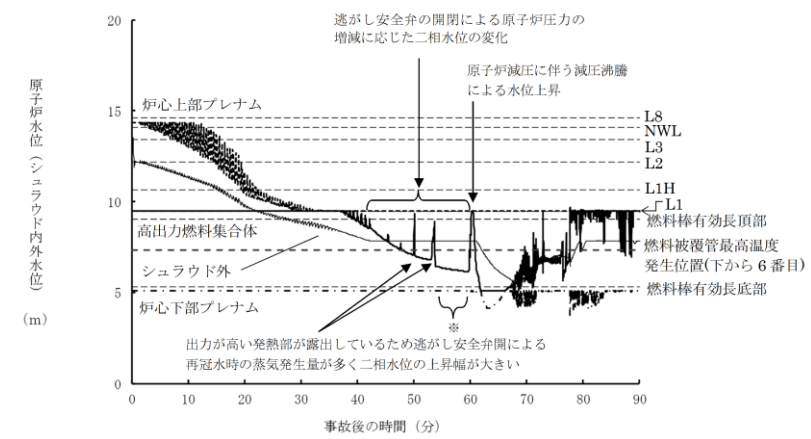


図3 操作開始時間 30 分遅れの場合における原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

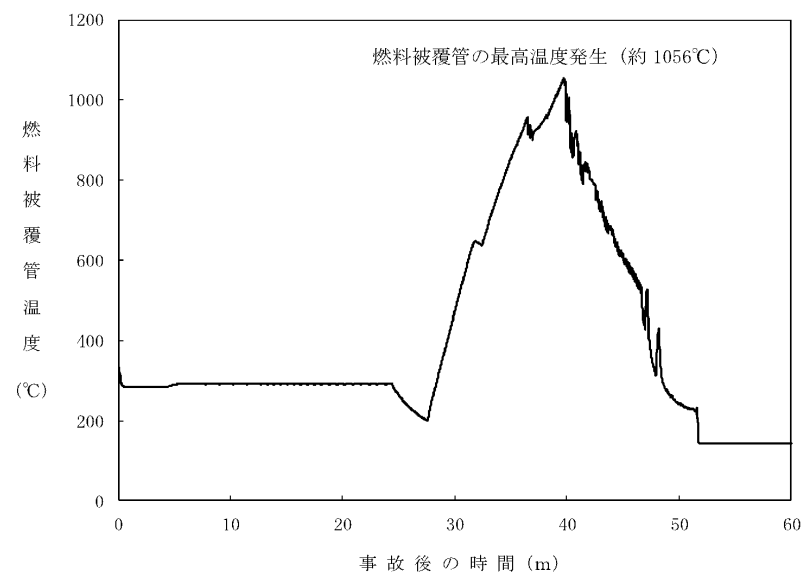


図4 操作開始時間 10分遅れの場合における燃料被覆管温度の推移

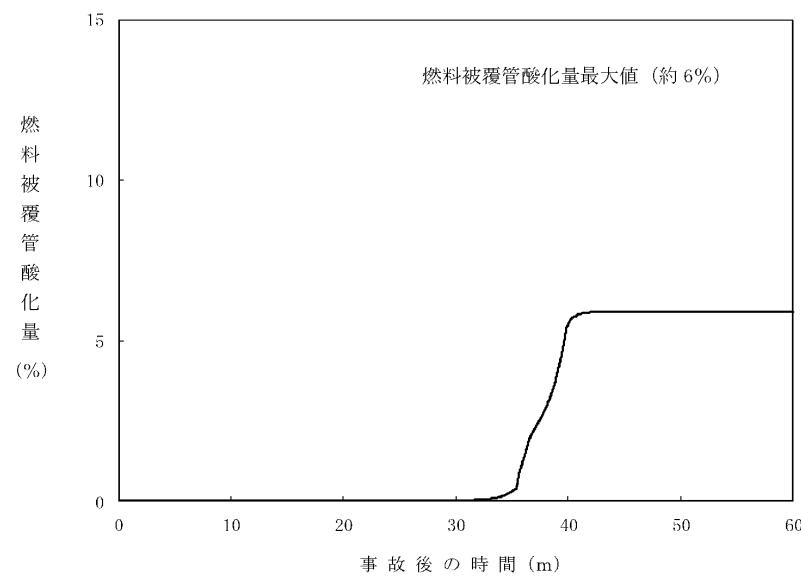
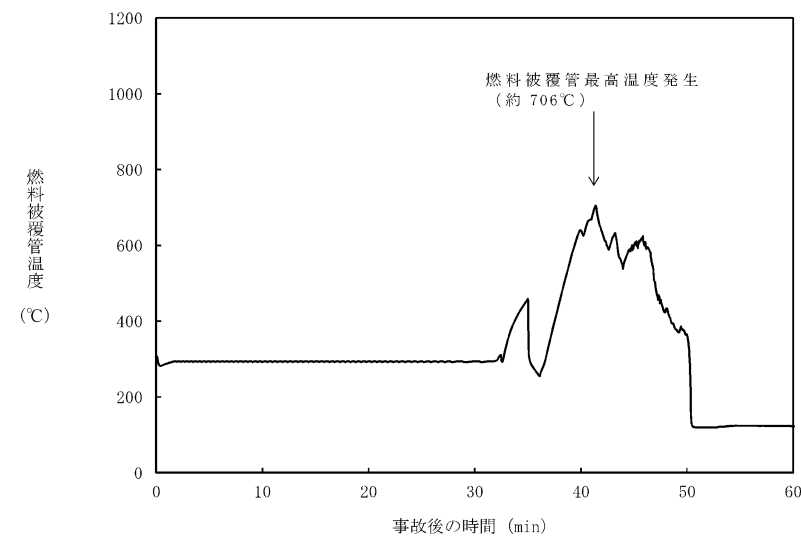
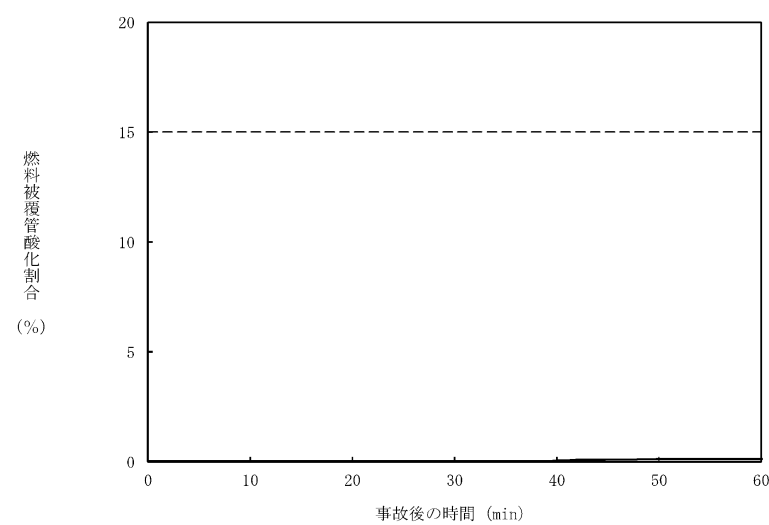


図5 操作開始時間 10分遅れの場合における燃料被覆管酸化量の推移



第4図 燃料被覆管温度の推移 (遅れ時間 10分)



第5図 燃料被覆管酸化割合の推移 (遅れ時間 10分)

【ここまで】

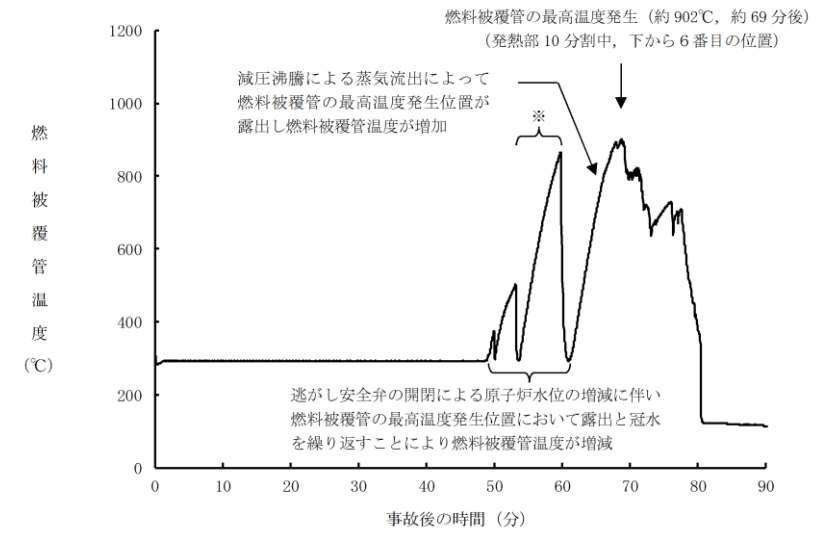


図4 操作開始時間 30分遅れの場合における燃料被覆管温度の推移

※ 燃料被覆管の最高温度発生位置の露出に伴う燃料被覆管温度の上昇。

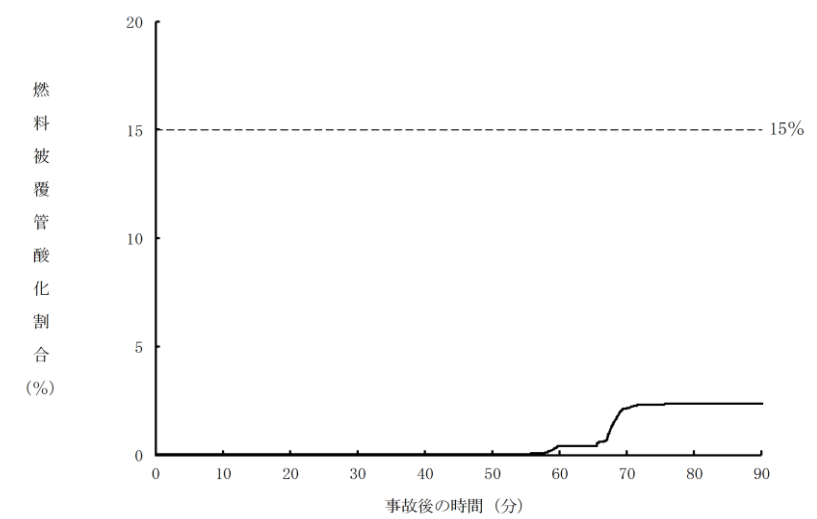


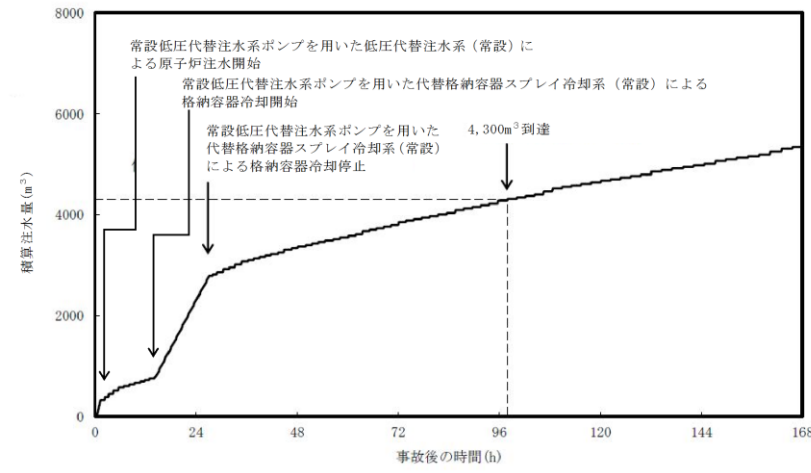
図5 操作開始時間 30分遅れの場合における燃料被覆管酸化量の推移

・解析結果の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

| 添付資料 2.1.4 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版) | 添付資料 2.1.4 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 添付資料 2.1.4 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 |
|--|--|---|---|
| <p>添付資料 2.1.4 7日間における水源の対応について (高圧・低圧注水機能喪失)</p> <p>○水源 復水貯蔵槽水量：約1,700m³ 淡水貯水池：約18,000m³</p> <p>○水使用パターン ①低圧代替注水系(常設)による原子炉注水 事象発生後、炉心冠水までは定格流量で注水する。冠水後は、原子炉水位高(レベル8)～原子炉水位低(レベル3)の範囲で注水する(約110m³/h)。 ②代替格納容器スプレイ冷却系(常設)による格納容器スプレイ 格納容器圧力が0.18MPa[gage]到達後に開始し、原子炉水位高(レベル8)～原子炉水位低(レベル3)までの間、格納容器スプレイを実施する(140m³/h)。 ③淡水貯水池から復水貯蔵槽への移送 事象発生12時間後から可搬型代替注水ポンプ(A-2級)4台を用いて130m³/hで淡水貯水池の水を復水貯蔵槽へ移送する。</p> <p>○時間評価(右上図) 事象発生後12時間までは復水貯蔵槽を水源として原子炉注水及び格納容器スプレイを実施するため、復水貯蔵槽水量は減少する。事象発生12時間後から復水貯蔵槽への補給を開始するため、水量の減少割合は低下する。格納容器ベントと同時に格納容器スプレイを停止し、その後は崩壊熱相当で注水することから復水貯蔵槽水量は回復し、以降安定して冷却が可能である。</p> <p>○水源評価結果 時間評価の結果から復水貯蔵槽が枯渇することはない。また、7日間の対応を考慮すると、6号及び7号炉のそれぞれで約5,300m³必要となる。6号及び7号炉の同時被災を考慮すると、約10,600m³必要となる。各号炉の復水貯蔵槽に約1,700m³及び淡水貯水池に約18,000m³の水を保有することから、6号及び7号炉の同時被災を考慮した場合も必要水量は確保可能であり、安定して冷却を継続することが可能である。</p> | <p>添付資料 2.1.4 7日間における水源の対応について (高圧・低圧注水機能喪失)</p> <p>1. 水源に関する評価</p> <p>① 淡水源(有効水量)</p> <ul style="list-style-type: none"> 代替淡水貯槽：約4,300m³ 西側淡水貯水設備：約4,300m³ <p>2. 水使用パターン</p> <p>① 常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)による原子炉注水 事象発生25分後、代替淡水貯槽を水源とした常設低圧代替注水系ポンプを用いた低圧代替注水系(常設)による原子炉注水を実施する。 炉心冠水後は、原子炉水位高(レベル8)設定点から原子炉水位低(レベル3)設定点の範囲で注水する。</p> <p>② 常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替格納容器スプレイ冷却系(常設)による格納容器冷却 格納容器圧力が0.279MPa[gage]に到達する事象発生約14時間後、代替淡水貯槽を水源とした常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替格納容器スプレイ冷却系(常設)による格納容器冷却を実施する。 サブプレッション・プール水位が通常水位+6.5mに到達後、常設低圧代替注水系ポンプを用いた代替格納容器スプレイ冷却系(常設)による格納容器冷却を停止する。</p> <p>③ 西側淡水貯水設備から代替淡水貯槽への補給 可搬型代替大型注水中型ポンプによる水源補給準備が完了後、西側淡水貯水設備の水を代替淡水貯槽へ補給する。</p> | <p>添付資料 2.1.4 7日間における水源の対応について (高圧・低圧注水機能喪失)</p> <p>○水源 低圧原子炉代替注水槽：約740m³ 輪谷貯水槽(西1/西2)※：約7,000m³(約3,500m³×2) ※設置許可基準規則56条【解釈】1b)項を満足するための代替淡水源(措置)</p> <p>○水使用パターン ①低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉注水 事象発生後、炉心冠水まで最大流量(250m³/h)で注水する。 炉心冠水後は、崩壊熱に応じた注水量で注水する。 ②輪谷貯水槽(西1/西2)から低圧原子炉代替注水槽への移送 事象発生2時間30分後から大量送水車を用いて120m³/hで低圧原子炉代替注水槽へ移送する。 ③格納容器代替スプレイ系(可搬型)による格納容器スプレイ 事象発生22時間後から格納容器圧力に応じ、120m³/hで間欠運転を実施。</p> <p>○時間評価(右上図) 事象発生後2時間30分までは低圧原子炉代替注水槽を水源として原子炉注水を実施するため、低圧原子炉代替注水槽水量は減少する。事象発生2時間30分後から低圧原子炉代替注水槽への補給を開始するため水量は回復する。事象発生22時間後から格納容器圧力に応じた格納容器スプレイを実施するため、低圧原子炉代替注水槽への移送を一旦停止するが、格納容器スプレイは間欠運転であるため、格納容器スプレイ停止後は低圧原子炉代替注水槽への移送を再開し、以降安定して冷却が可能である。</p> <p>○水源評価結果 時間評価の結果から低圧原子炉代替注水槽が枯渇することはない。また、7日間の対応を考慮すると、約3,600m³必要となる。低圧原子炉代替注水槽に約740m³及び輪谷貯水槽(西1/西2)に約7,000m³の水を保有することから、必要水量は確保可能であり、安定して冷却を継続することが可能である。</p> | <p>・評価結果の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 水量評価結果の相違。 ・解析条件の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は、事象発生後から必要な可搬型設備を準備し、使用することを想定。</p> |

3. 時間評価

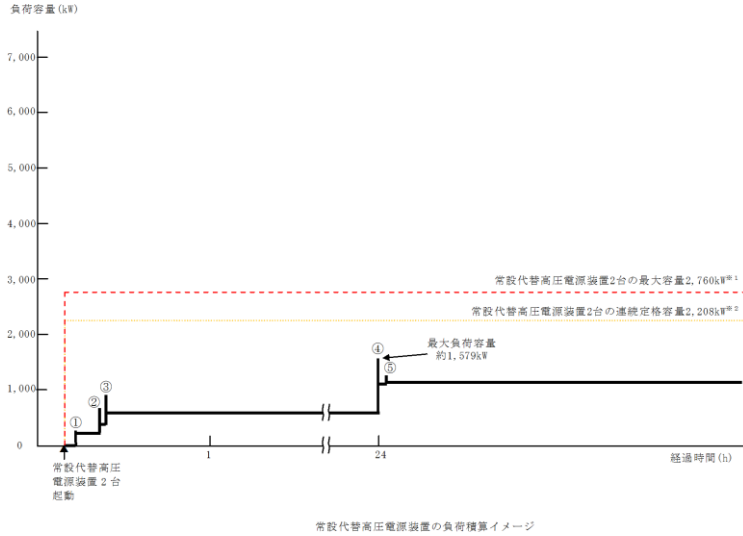
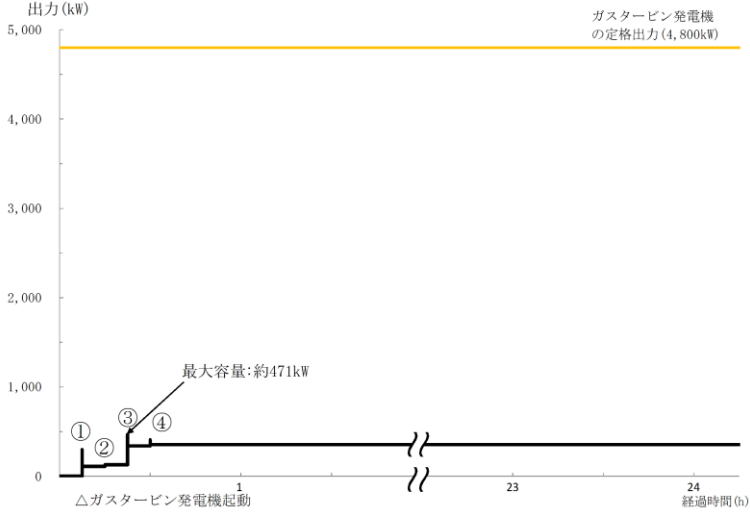
事象発生直後から原子炉注水等によって、代替淡水貯槽の水量は減少する。可搬型代替注水中型ポンプによる水源補給の準備が完了する事象発生約 360 分時点で代替淡水貯槽は枯渇していない。その後、西側淡水貯水設備から代替淡水貯槽への補給を実施するため、代替淡水貯槽は枯渇することがない。



第1図 外部水源による積算注水量
(高圧・低圧注水機能喪失)

4. 水源評価結果

時間評価の結果から、代替淡水貯槽が枯渇することはない。また、7日間の対応を考慮すると、合計約 5,350m³の水が必要となる。代替淡水貯槽及び西側淡水貯水設備に合計約 8,600m³の水を保有することから必要水量を確保している。このため、安定して冷却を継続することが可能である。

| 柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版) | 東海第二発電所 (2018.9.12版) | 島根原子力発電所 2号炉 | 備考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|---|-------------|------|------|---|--------------|------|------|------|---|--------------|------|------|------|---|----------------------|------------|--------|--------|---|----------------|-----|--------|--------|---|------|------|-----------|-------------------|-----------------|---|---------------|------|------|------|---|---------------------|-----|------|------|---|--------------|------|------|------|---|-------------------|-----|------|------|--|
| 資料なし | <p style="text-align: center;">添付資料 2.1.6</p> <p style="text-align: center;"><u>常設代替交流電源設備の負荷</u> (<u>高圧・低圧注水機能喪失</u>)</p> <p>主要負荷リスト 【電源設備：常設代替高圧電源装置】</p> <table border="1" data-bbox="952 495 1697 709"> <thead> <tr> <th>起動順序</th> <th>主要機器名称</th> <th>負荷容量 (kW)</th> <th>負荷起動時の最大負荷容量 (kW)</th> <th>定常時の連続最大負荷容量 (kW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>緊急用母線自動起動負荷 ・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷</td> <td>約120 約97</td> <td>約245</td> <td>約217</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>常設低圧代替注水系ポンプ</td> <td>約190</td> <td>約702</td> <td>約407</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>常設低圧代替注水系ポンプ</td> <td>約190</td> <td>約892</td> <td>約597</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>緊急用海水ポンプ その他必要な負荷</td> <td>約510 約4</td> <td>約1,579</td> <td>約1,111</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>代替燃料プールの冷却系ポンプ</td> <td>約30</td> <td>約1,220</td> <td>約1,141</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">常設代替高圧電源装置の負荷積算イメージ</p> <p>※1 常設代替高圧電源装置定格出力運転時の容量 (1,380kW×運転台数=最大容量) ※2 常設代替高圧電源装置定格出力運転時の80%の容量 (1,380kW×0.8×運転台数=連続定格容量)</p> | 起動順序 | 主要機器名称 | 負荷容量 (kW) | 負荷起動時の最大負荷容量 (kW) | 定常時の連続最大負荷容量 (kW) | ① | 緊急用母線自動起動負荷 ・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷 | 約120 約97 | 約245 | 約217 | ② | 常設低圧代替注水系ポンプ | 約190 | 約702 | 約407 | ③ | 常設低圧代替注水系ポンプ | 約190 | 約892 | 約597 | ④ | 緊急用海水ポンプ その他必要な負荷 | 約510 約4 | 約1,579 | 約1,111 | ⑤ | 代替燃料プールの冷却系ポンプ | 約30 | 約1,220 | 約1,141 | <p style="text-align: center;">添付資料 2.1.6</p> <p style="text-align: center;"><u>常設代替交流電源設備の負荷 (高圧・低圧注水機能喪失)</u></p> <p>主要負荷リスト 電源設備：ガスタービン発電機 定格出力：4,800kW</p> <table border="1" data-bbox="1742 537 2493 756"> <thead> <tr> <th>起動順序</th> <th>主要機器</th> <th>負荷容量 (kW)</th> <th>負荷起動時の最大負荷容量 (kW)</th> <th>定常時の最大負荷容量 (kW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>ガスタービン発電機付帯設備</td> <td>約111</td> <td>約300</td> <td>約111</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>代替所内電気設備負荷 (自動投入負荷)</td> <td>約18</td> <td>約129</td> <td>約129</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>低圧原子炉代替注水ポンプ</td> <td>約210</td> <td>約471</td> <td>約339</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>低圧原子炉代替注水設備非常用送風機</td> <td>約15</td> <td>約409</td> <td>約354</td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;">常設代替交流電源設備の負荷積算イメージ</p> | 起動順序 | 主要機器 | 負荷容量 (kW) | 負荷起動時の最大負荷容量 (kW) | 定常時の最大負荷容量 (kW) | ① | ガスタービン発電機付帯設備 | 約111 | 約300 | 約111 | ② | 代替所内電気設備負荷 (自動投入負荷) | 約18 | 約129 | 約129 | ③ | 低圧原子炉代替注水ポンプ | 約210 | 約471 | 約339 | ④ | 低圧原子炉代替注水設備非常用送風機 | 約15 | 約409 | 約354 | <p>・解析条件の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】 島根2号炉は, SA 事象を想定して, 外部電源の喪失を想定している。</p> <p>・設備設計の相違</p> <p>【東海第二】 常設代替電源設備から電源供給する負荷が異なる。</p> |
| 起動順序 | 主要機器名称 | 負荷容量 (kW) | 負荷起動時の最大負荷容量 (kW) | 定常時の連続最大負荷容量 (kW) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① | 緊急用母線自動起動負荷 ・緊急用直流125V充電器 ・その他必要な負荷 | 約120 約97 | 約245 | 約217 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② | 常設低圧代替注水系ポンプ | 約190 | 約702 | 約407 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ | 常設低圧代替注水系ポンプ | 約190 | 約892 | 約597 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ | 緊急用海水ポンプ その他必要な負荷 | 約510 約4 | 約1,579 | 約1,111 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⑤ | 代替燃料プールの冷却系ポンプ | 約30 | 約1,220 | 約1,141 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 起動順序 | 主要機器 | 負荷容量 (kW) | 負荷起動時の最大負荷容量 (kW) | 定常時の最大負荷容量 (kW) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① | ガスタービン発電機付帯設備 | 約111 | 約300 | 約111 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② | 代替所内電気設備負荷 (自動投入負荷) | 約18 | 約129 | 約129 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ | 低圧原子炉代替注水ポンプ | 約210 | 約471 | 約339 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ | 低圧原子炉代替注水設備非常用送風機 | 約15 | 約409 | 約354 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |