

泊発電所3号炉審査資料

資料番号

資料5

提出年月日

令和4年8月31日

ともに輝く明日のために。
Light up your future.



泊発電所3号炉 柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の 新規制基準適合性審査を通じて得られた 技術的知見の反映について

令和4年8月31日
北海道電力株式会社

目次

- 設置許可基準規則等の改正
- (1) 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための対策
- (2) 使用済燃料貯蔵槽から発生する水蒸気による悪影響を防止するための対策
- (3) 原子炉制御室の居住性を確保するための対策

参考資料

柏崎刈羽 6, 7号炉適合性審査を通じて得られた技術的知見への反映

➤ 平成29年10月4日の第41回原子力規制委員会において、柏崎刈羽 6、7号炉の適合性審査において得られた技術的知見を踏まえた追加の規制要求として、以下の3点について、設置許可基準規則等に反映する事が了承された。その後、平成29年11月29日の第52回原子力規制委員会にて、以下に示す設置許可基準規則等の改正が決定され、平成29年12月14日設置許可基準規則等が施行された。


- (1) 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための対策
 - ・ 設置許可基準規則第五十条、同規則解釈 第50条
 - ・ 技術基準規則 第六十五条、同規則解釈 第65条
 - ・ SA技術的能力審査基準 1. 7 (手順)
 - ・ 有効性評価に係る審査ガイド 3. 2. 3 (主要解析条件)
- (2) 使用済燃料貯蔵槽から発生する水蒸気による悪影響を防止するための対策
 - ・ SA技術的能力審査基準 1. 1 1 (手順)
- (3) 原子炉制御室の居住性を確保するための対策
 - ・ 設置許可基準規則第五十九条、同規則解釈第59条
 - ・ 技術基準規則 第七十四条、同規則解釈第74条



(1) ~ (3) の設置変更許可に関する規則等の改正内容について、規則等の要求に適合することを次頁以降で説明する。

(1) 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための対策


○設置許可基準規則第五十条、同規則解釈第50条の改正に対する検討

| | 改正前 | 改正後 | 検討 |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設置許可基準規則 | <p>(原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備) 第五十条 発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために必要な設備を設けなければならない。 [項を加える。]</p> <p>[項を加える。]</p> | <p>(同左) 第五十条 発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の過圧による破損を防止するため、<u>原子炉格納容器バウンダリを維持しながら原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために必要な設備を設けなければならない。</u></p> <p><u>2 発電用原子炉施設（原子炉格納容器の構造上、炉心の著しい損傷が発生した場合において短時間のうちに原子炉格納容器の過圧による破損が発生するおそれがあるものに限る。）には、前項の設備に加えて、原子炉格納容器内の圧力を大気中に逃がすために必要な設備を設けなければならない。</u></p> <p>3 (省略)</p> | <p>第五十条第1項の改正については、同規則解釈第50条第1項a)において格納容器代替循環冷却系又は格納容器再循環ユニットの設置を求めるものであり、格納容器再循環ユニットの設置要求は改正前から変更はなく、泊3号炉は、当該設備を設置する設計としている。</p> <p>また、第五十条第2項については、今回申請した泊3号炉は、アイスコンデンサ型格納容器ではない。</p> |
| 設置許可基準規則解釈 | <p>第50条 1 第50条に規定する「原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。 a) 格納容器逃し装置又は格納容器再循環ユニットを設置すること。 b) ～ix) (省略)</p> <p>(新設)</p> <p>(新設)</p> | <p>第50条 1 第1項に規定する「<u>原子炉格納容器バウンダリを維持</u>」とは、<u>限界圧力及び限界温度において評価される原子炉格納容器の漏えい率を超えることなく、原子炉格納容器内の放射性物質を閉じ込めておくことをいい、「原子炉格納容器バウンダリを維持しながら原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。</u> a) <u>格納容器代替循環冷却系又は格納容器再循環ユニットを設置すること。</u></p> <p><u>2 第2項に規定する「原子炉格納容器の構造上、炉心の著しい損傷が発生した場合において短時間のうちに原子炉格納容器の過圧による破損が発生するおそれがあるもの」とは、原子炉格納容器の容積が小さく炉心損傷後の事象進展が速い発電用原子炉施設であるBWR及びアイスコンデンサ型格納容器を有するPWRをいう。</u></p> <p>3・4 (省略)</p> | <p style="text-align: center;"></p> <p>改正された規制要求に対し、適合性を満足することを確認</p> |

(2) 使用済燃料貯蔵槽から発生する水蒸気による悪影響を防止するための対策

○ S A 技術的能力審査基準

1. 1.1 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等の改正に対する検討

| | 改正前 | 改正後 | 検討 |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S A 技 術 的 能 力 審 査 基 準 | 【要求事項】 1 発電用原子炉設置者において、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失し、……当該使用済燃料貯蔵槽の水位が低下した場合において使用済燃料貯蔵槽内の燃料体又は使用済燃料（以下「貯蔵槽内燃料体等」という。）を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。 | 【要求事項】 1 同左 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料ピット（以下「SFP」という。）を設置している燃料取扱棟は、周辺の建屋と区画されていることから、SFPから発生した水蒸気の影響範囲は燃料取扱棟内となる。 ・燃料取扱棟内に設置されている重大事故等対処設備（以下「SA設備」という。）は、SFP監視設備であるが、従前より高温及び高湿度の環境での使用にも耐えられる構造及び環境条件（温度100℃、湿度100%）で設計することとしている。 ・さらに、想定事故1、2の有効性評価において、SFP水が沸騰状態となる前に注水準備が完了するよう作業手順及び評価条件を見直すことにより（後述）、水蒸気の発生を抑制でき、短時間に大量の水蒸気が発生する状況にはならない。  <p>改正された基準要求に対し、想定事故1、2において水蒸気がSA設備に悪影響を及ぼす可能性はなく、上述の適合性を満足することを確認。</p> |
| | 2（省略） | 2 同左 | |
| | 【解釈】 1（省略） | 【解釈】 1 同左 | |
| | 2 第1項に規定する「貯蔵槽内燃料体等を冷却し、……に必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。 a）（省略） （新設） | 2 同左 a) 同左 b) 想定事故1及び想定事故2が発生した場合において発生する水蒸気が重大事故等対処設備に悪影響を及ぼす可能性がある場合は、当該悪影響を防止するために必要な手順等を整備すること。 | |
| | 3・4（省略） | 3・4 同左 | |

想定事故 1, 2 の作業手順及び評価条件の見直しについて (1/4)

これまでの評価

- 燃料取扱棟内に設置されているSA設備は高温及び高湿度の環境での使用にも耐えられる設計であるものの、従前の手順では注水開始がAピット沸騰後となっていた

作業性向上の観点

- 作業性向上の観点から、蒸気環境下での作業を避けるため、SFP沸騰前（蒸気発生前）にSFP注水準備が完了可能な運用を検討した

有効性評価ベースでの検討

- 作業手順の見直し（要員数の変更など）
- 評価条件の見直し（実運用との整合を考慮）

評価条件の妥当性

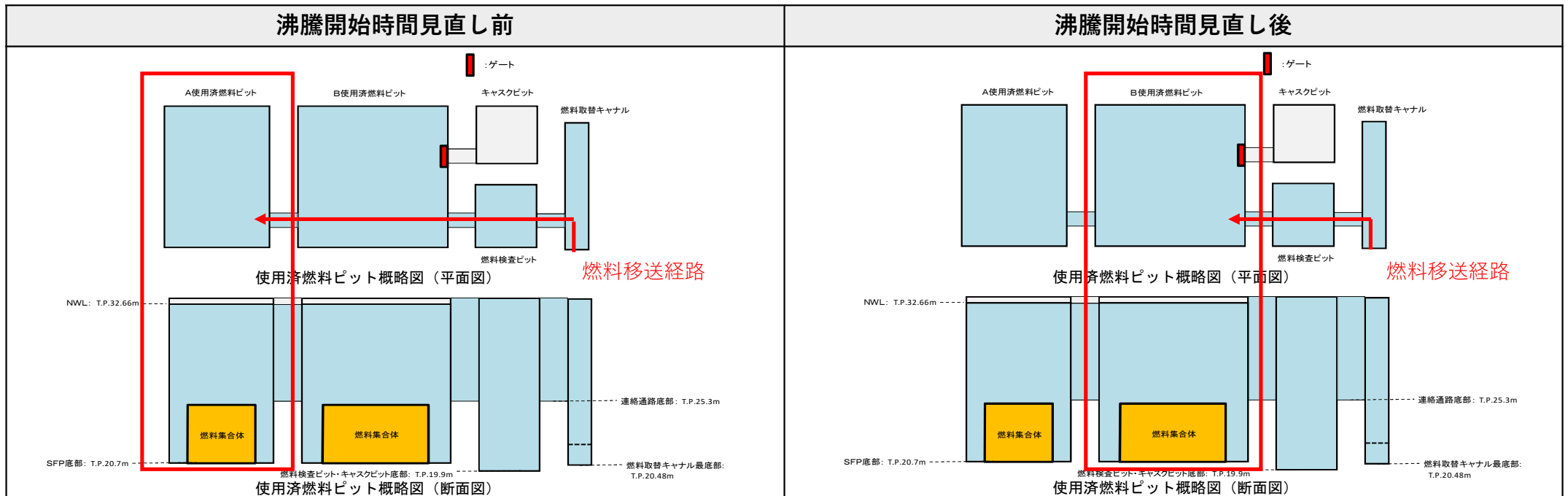
- 実運用では、原子炉に近いBピットに取り出し直後の崩壊熱の高い燃料が貯蔵されるため、実運用に即した評価条件を採用した

有効性評価に見直し後の手順およびBピットの沸騰開始時間の評価を反映

想定事故 1, 2 の作業手順及び評価条件の見直しについて (2/4)

- 見直し前は、100℃到達までの時間が短いAピットの沸騰開始時間を採用し評価を実施
- 見直し後は、実運用に即した評価条件として、原子炉に近いBピットに取り出し直後の崩壊熱の高い燃料が貯蔵された状態での評価を実施

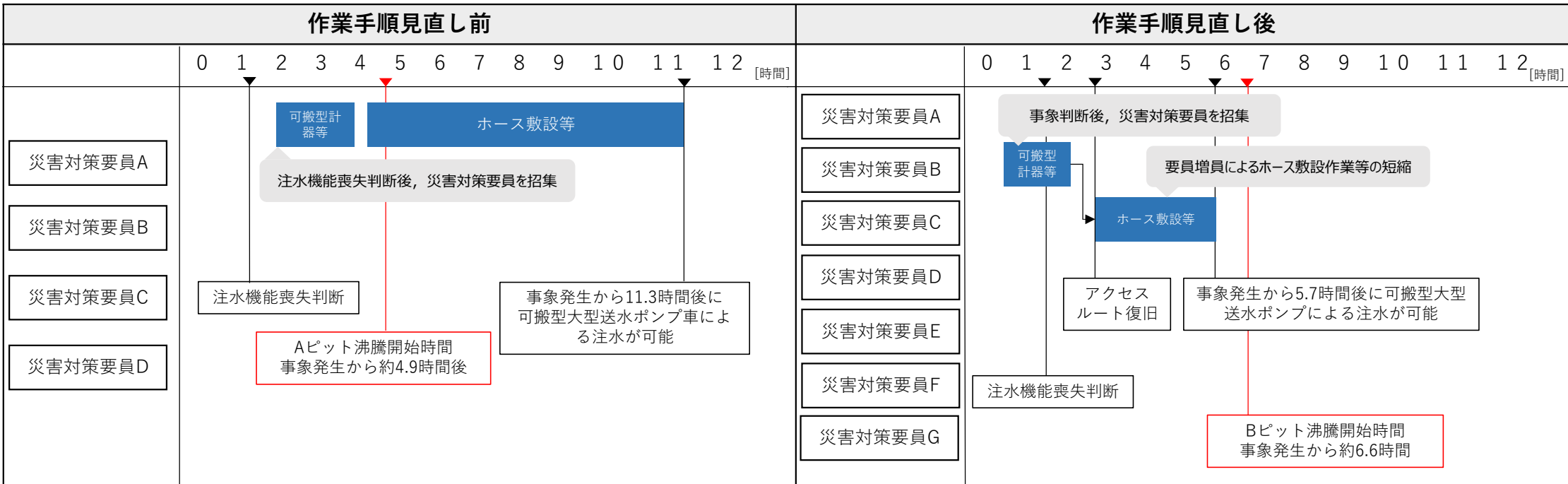
| 事象 | 沸騰開始時間 | | NWL-3.3m到達時間 | |
|--------|--------|--------|--------------|-------|
| | 見直し前 | 見直し後 | 見直し前 | 見直し後 |
| 想定事故 1 | 約4.9時間 | 約6.6時間 | 約1.5日 | 約1.6日 |
| 想定事故 2 | 約4.2時間 | 約5.8時間 | 約0.9日 | 約1.0日 |



想定事故 1, 2 の作業手順及び評価条件の見直しについて (3/4)

- 作業手順見直し後は、SFP沸騰開始前に注水可能であることを確認している。
 - 注水機能注水機能喪失判断を待たず、事象判断後に災害対策要員を招集する
 - 作業手順の見直し、災害対策要員の増員によりホース敷設作業等の作業時間短縮を図る

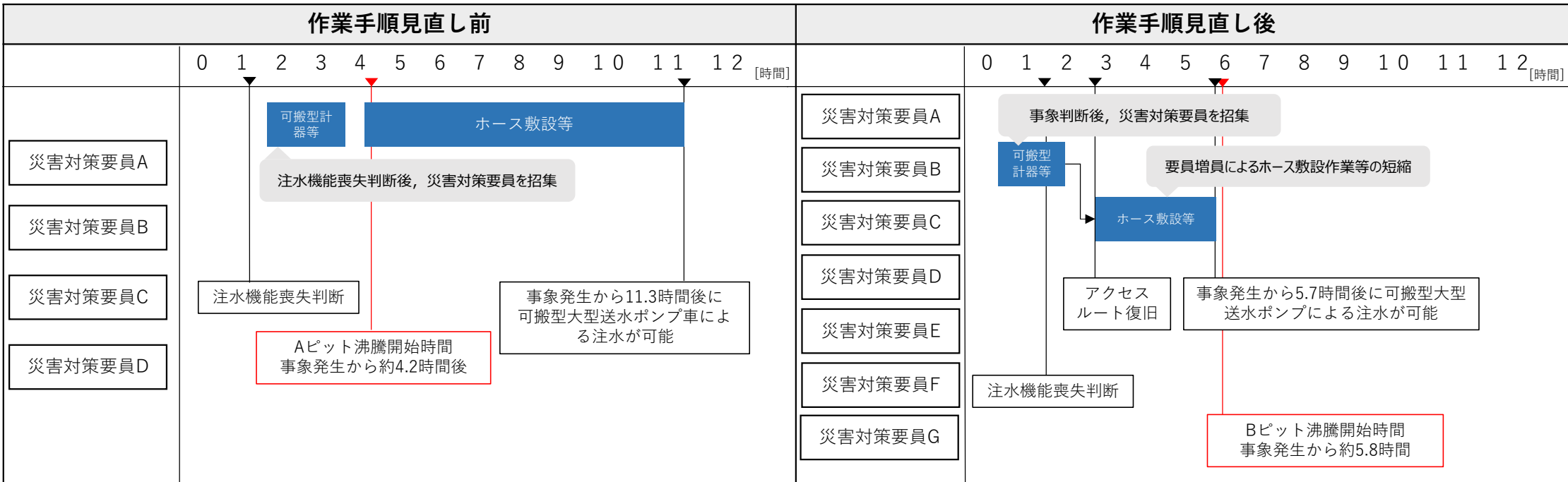
想定事故 1



想定事故 1, 2 の作業手順及び評価条件の見直しについて (4/4)


- ▶ 作業手順見直し後は、SFP沸騰開始前に注水可能であることを確認している。
 - 注水機能注水機能喪失判断を待たず、事象判断後に災害対策要員を招集する
 - 作業手順の見直し、災害対策要員の増員によりホース敷設作業等の作業時間短縮を図る

想定事故2



(3) 原子炉制御室の居住性を確保するための対策

○設置許可基準規則第五十九条、同規則解釈第59条の改正に対する検討

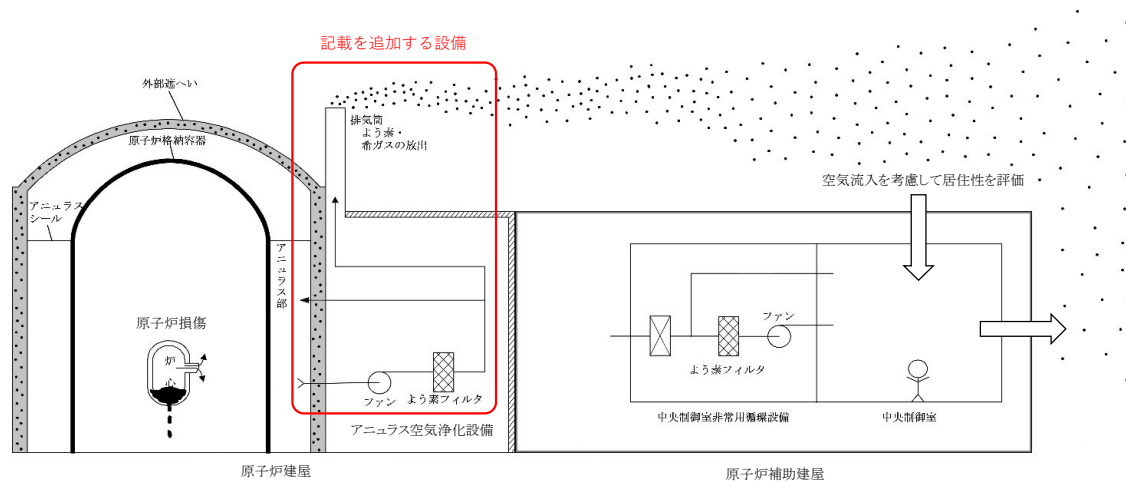
| | 改正前 | 改正後 | 検討 |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設置許可基準規則 | <p>(原子炉制御室) 第五十九条 第二十六条第一項の規定により設置される原子炉制御室には、重大事故が発生した場合においても運転員がとどまるために必要な設備を設けなければならない。</p> | <p>(運転員が原子炉制御室にとどまるための設備) 第五十九条 発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷が発生した場合(重大事故等対処設備(特定重大事故等対処施設を構成するものを除く。))が有する原子炉格納容器の破損を防止するための機能が損なわれた場合を除く。)においても運転員が第二十六条第一項の規定により設置される原子炉制御室にとどまるために必要な設備を設けなければならない。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 今回の改正は、アニュラス空気再循環設備(泊3号炉においてはアニュラス空気浄化設備)等を第五十九条のSA設備として要求するもの。 ・ アニュラス空気浄化設備は、既設設備であり、DB設備および設置許可基準規則第五十三条*のSA設備とする設計方針としている。 ・ SA時の中央制御室居住性評価では、アニュラス空気浄化設備等を考慮した評価により、判断基準である「運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと」を満足しているが、規則等改正前はアニュラス空気浄化設備等は第五十九条のSA設備としては記載していなかった。 |
| 設置許可基準規則解釈 | <p>第59条 (新設)</p> <p>1 第59条に規定する「<u>運転員がとどまるために必要な設備</u>」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。</p> <p>a) ~ c) (省略)</p> <p>(新設)</p> | <p>第59条</p> <p>1 第59条に規定する…<u>原子炉格納容器の破損を防止するための機能が喪失した場合をいう。</u></p> <p>2 第59条に規定する「<u>運転員が第26条第1項の規定により設置される原子炉制御室にとどまるために必要な設備</u>」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。</p> <p>a) ~ c) (省略)</p> <p>d) <u>上記b)の原子炉制御室の居住性を確保するために原子炉格納容器から漏えいした空気中の放射性物質の濃度を低減する必要がある場合は、非常用ガス処理系等(BWRの場合)又はアニュラス空気再循環設備等(PWRの場合)を設置すること。</u></p> <p>e) BWRにあっては、・・・。</p> | <div style="text-align: center;">  </div> <p>第五十三条のSA設備としているアニュラス空気浄化設備等を、第五十九条のSA設備として設置許可変更申請書に記載を追加する。あわせて技術的能力に係る審査基準1. 16にも手順を追加する。</p> |

* 設置許可基準規則第五十三条：水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備

居住性評価におけるアニュラス空気浄化設備等の考慮

- 居住性評価では、炉心の著しい損傷が発生した場合においても、全面マスクの着用、運転員の交代要員体制、中央制御室空調装置及び中央制御室遮への機能とあいまって、判断基準である運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないことを満足している。
- 評価においては、アニュラス空気浄化設備等による原子炉格納容器から漏えいした空気中の放射性物質の濃度を低減する機能に期待しており、評価条件として考慮している。

| 設備名 | 放射性物質の濃度を低減する機能 |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| アニュラス空気浄化ファン (流量、起動時間、負圧達成時間) | 放射性物質の閉じ込め (アニュラス負圧達成) 環境への放射性物質の放出量低減 放射性物質の高所放出 |
| アニュラス空気浄化フィルタユニット (よう素フィルタ、粒子フィルタ除去効率) | 環境へ放出される放射性物質の濃度低減 |
| 排気筒 | 放射性物質の高所放出 |



発電用原子炉設置許可申請書への反映

➤ アニュラス空気浄化設備のこれまでの位置付け

- 1次冷却材喪失事故時、アニュラス部を負圧に保ちながら、原子炉格納容器からアニュラス部に漏えいした空気を浄化再循環し、環境に放出される放射性物質の濃度を低減させるため、設計基準対象施設として設計
- 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための重大事故等対処設備として、水素濃度の低減に加え放射性物質の濃度を低減する設備として設計

➤ 規則等改正後の反映内容

- 規則等の改正の主旨を踏まえ、原子炉制御室の居住性を確保するための重大事故等対処設備として、アニュラス空気浄化設備等に関する記載を、発電用原子炉設置許可申請書の本文および添付書類に追加する。
- 技術的能力に係る審査基準 1. 16「原子炉制御室の居住性等に関する手順等」の要求事項を踏まえ、アニュラス空気浄化設備等による放射性物質の濃度を低減するための手順を「原子炉制御室の居住性等に関する手順等」を追加する。

| 設備の記載に関するもの | 手順の記載に関するもの |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><本文五号></p> <p>へ 計測制御系統施設の構造及び設備 リ 原子炉格納施設の構造及び設備</p> <p><添付書類八></p> <p>1. 安全設計</p> <p>1.12 原子炉設置変更許可申請に係る安全設計の方針</p> <p>6. 計測制御設備</p> <p>6.10 制御室</p> <p>9. 原子炉格納施設</p> <p>9.3 アニュラス空気浄化設備</p> <p>以上の他、兼用設備に係る記載を追加する。</p> | <p><本文十号></p> <p>ハ 重大事故に至るおそれがある事故（運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を除く。） 又は重大事故</p> <p><添付書類十></p> <p>5. 重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力</p> <p><添付書類十追補></p> <p>1.16 原子炉制御室の居住性等に関する手順等</p> |

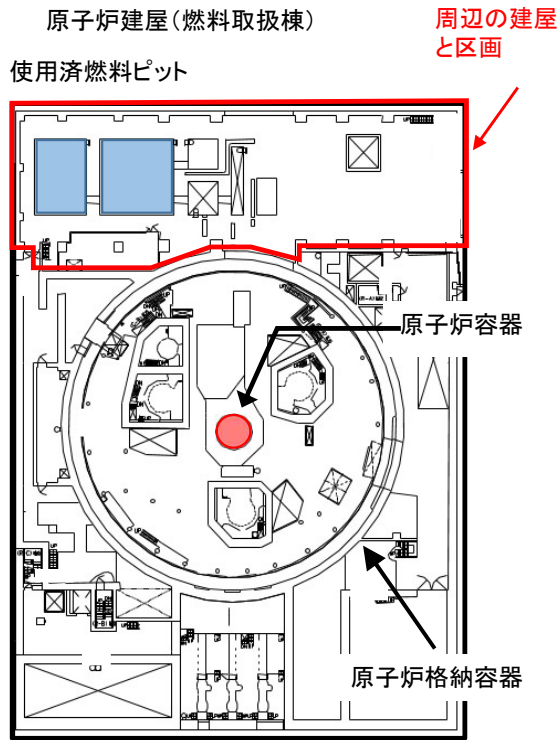
➤ 規則・基準への適合性

- 上記を発電用原子炉設置許可申請書に反映することにより、規則改正後の設置許可基準規則第五十九条に適合すると共に、関連する技術的能力の審査基準の要求事項に適合する。

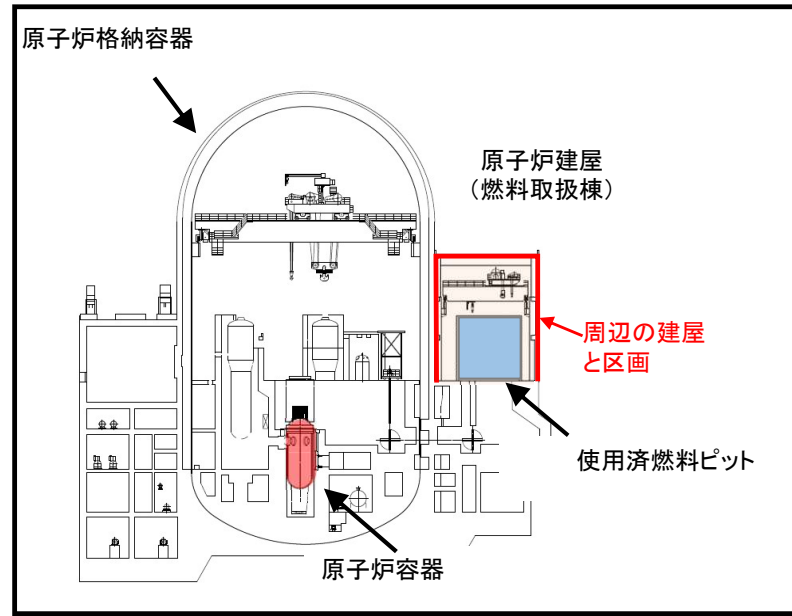
参考資料

使用済燃料ピットを設置する燃料取扱棟の構造

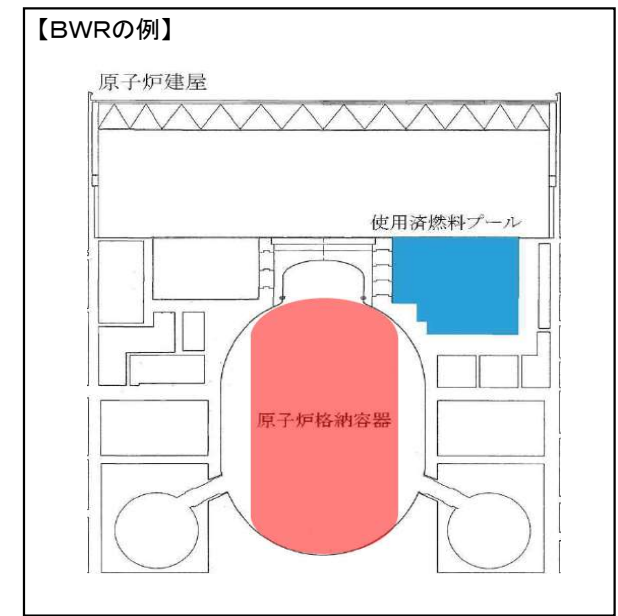
- 使用済燃料ピットは、周辺の建屋と区画された専用の燃料取扱棟内に設置されている。



【平面図】



【断面図】

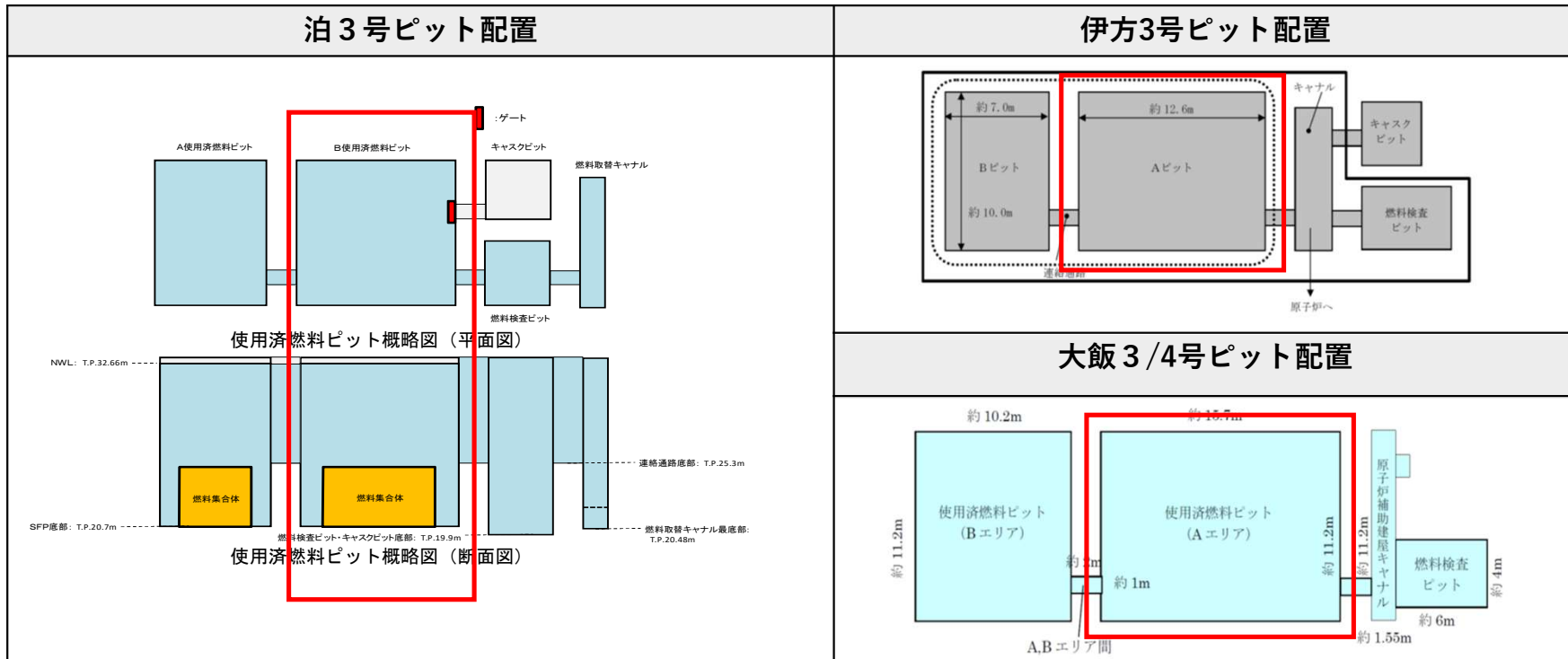


【断面図】

想定事故の評価条件比較

- ▶ 先行審査プラントと同様に、過度に保守的な条件から実運用に即した条件（実運用上、原子炉に近いピットに崩壊熱の高い燃料が貯蔵される）に見直した。

| 評価条件 | 泊3号見直し前 | 泊3号見直し後 | 伊方3号 | 大飯3/4号 |
|----------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 想定事故1 想定事故2 | 保守的な条件となるように保有水量の少ないAピットに崩壊熱の高い燃料体等を選択的に貯蔵 | 実運用を考慮し、原子炉に近いBピット側に崩壊熱の高い燃料体等を選択的に貯蔵 | 原子炉に近いAピット側に崩壊熱の高い燃料体等を選択的に貯蔵 | 原子炉に近いAエリア側に崩壊熱の高い燃料体等を選択的に貯蔵 |



※他サイトの情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものである。

中央制御室居住性確保のための設備

- 設置許可基準規則第五十九条における中央制御室居住性の確保のための設備（規則等改正前）
 - 中央制御室換気設備
 - 中央制御室非常用循環ファン
 - 中央制御室給気ファン
 - 中央制御室循環ファン
 - 中央制御室非常用循環フィルタユニット
 - 中央制御室遮へい
 - 酸素濃度・二酸化炭素濃度計
 - 可搬型照明（SA）
 - 代替電源設備（代替非常用発電機、ディーゼル発電機燃料油貯油槽、可搬型タンクローリーなど）

- 中央制御室居住性評価において原子炉格納容器から漏えいした空気中の放射性物質の濃度を低減する機能に期待しており、第五十九条の居住性の確保のための設備に追加する設備とその機能

| 設備名 | 期待している機能 |
|------------------------|--------------------------------------------------------|
| アニュラス空気浄化ファン | 放射性物質の閉じ込め（アニュラス負圧達成） 環境への放射性物質の放出量低減 放射性物質の高所放出 |
| アニュラス空気浄化フィルタユニット | 環境へ放出される放射性物質の濃度低減 |
| アニュラス全量排気弁操作可搬型窒素ガスボンベ | SB0時にアニュラス空気浄化系のダンパの開操作に必要な窒素を供給 |
| 排気筒 | 放射性物質の高所放出 |

中央制御室被ばく評価におけるアニュラス空気浄化設備等の評価条件

- 中央制御室居住性評価において「原子炉格納容器から漏えいする空気中の放射性物質の濃度を低減する機能」に期待しているアニュラス空気浄化設備等の評価条件

| 項目 | 泊3号機 |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|
| アニュラス空気浄化ファン流量 | $1.86 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$ (60分後起動) |
| アニュラス負圧達成時間 | 78分 |
| アニュラス空気浄化設備よう素フィルタによる除去効率 | 0～78分：0% 78分～：95% |
| アニュラス空気浄化設備微粒子フィルタによる除去効率 | 0～78分：0% 78分～：99% |
| 放出源及び放出源高さ | 排気筒：73.1m 地上：0m |