

柏崎刈羽原子力発電所6, 7号機の新規制基準適合性審査について

平成26年12月11日
東京電力株式会社

1. 当社の安全対策強化方針

柏崎刈羽原子力発電所では、原子力安全に対する守りや備えを何層にもするという考え方(深層防護)に基づく安全確保を基本に、福島第一原子力発電所における事故から得た教訓に基づいた対策を行っています。

深層防護※1	教訓	対策
第1層 トラブル発生防止	津波に対する防護が脆弱であった	地震、津波、その他の自然現象による原子炉施設への影響を低減するための対策を実施しています
第2層 事故への進展防止	(福島第一、第二とも制御棒による原子炉停止に成功)	原子炉施設内の溢水や火災が発生した場合において、原子炉施設の安全が損なわれないようにするための対策を実施しています※2
第3層 事故後の炉心損傷防止	全ての電源を失った場合の注水手段が不十分であった	圧力容器や格納容器の冷却を行い、炉心損傷を防止するため、電源供給手段、注水手段、除熱手段等の強化を実施しています
第4層 事故後の影響緩和	炉心損傷後の影響緩和のための手段が不十分であった	事故後の放射性物質の放出量を低減するため、格納容器破損防止対策など炉心損傷後の影響を緩和する対策を実施しています
使用済燃料プールの冷却	使用済燃料の破損を防ぐため、使用済燃料プールの除熱手段の強化を実施しています	
耐震強化	緊急時における常用機器の有効活用の観点から、追加耐震強化を実施しています	
サポート機能強化	緊急時の対応をサポートする上で重要となる緊急時活動拠点の増強や中央制御室の換気空調設備の強化を実施します	

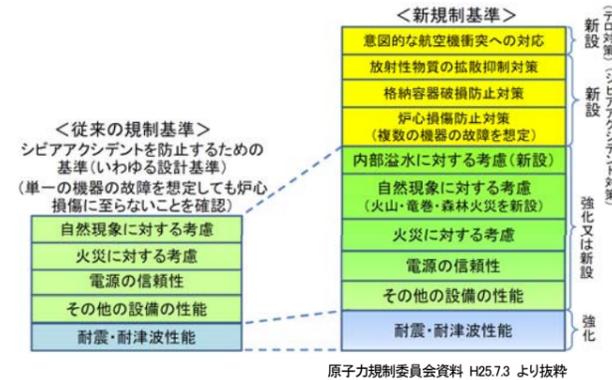
※1 本表は発電所内の対策について示しているため、「第5層 事故時の防災」については省略
※2 内部溢水・内部火災対策については、他の階層への対策にも該当

2. 新規制基準への適合性審査

当社は、柏崎刈羽原子力発電所で実施している安全対策について、設置許可基準規則※3に照らして、原子力規制委員会による客観的な評価をいただくことが重要と考え、6号及び7号機に関して、新規制基準への適合申請を平成25年9月27日に行いました。新規制基準への適合性審査は、プラント関係と地震・津波関係に分かれて行われており、プラント関係の審査会合は、現在までに内部溢水対策、外部火災対策、火災防護対策、安全対策の有効性評価、格納容器圧力逃がし装置等について17回実施されております。

※3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

新規制基準の概要



3. 主要審査項目の審査概要(プラント関係)

3.1 内部溢水対策について

発電所内の配管やタンク等は的確な品質管理のもとで、設計、建設、保守管理されていますが、万一それらが破損した場合にも溢水で安全性が脅かされないように、安全上重要な設備への浸水経路の止水対策(配管、ケーブル等の壁貫通止水処理、止水扉等)を強化しています。



配管貫通部の止水処理施工例

審査では、防護すべき重要施設を抽出し、防護区画の設定、溢水源、溢水量、溢水経路の想定を行い、安全上重要な設備が防護されることを説明しています。

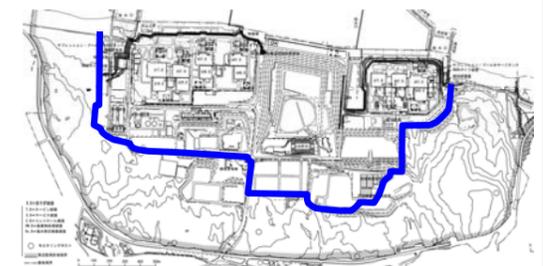
○溢水評価における主な想定

- ・耐震Sクラスなど、設計グレードの高い設備でも、仮にそれが損傷した場合を想定する。
- ・耐震性の低い設備は、地震によって同時に破損することを想定する。
- ・地震による複数箇所の同時破損では、弁等で破損箇所を隔離できないことも想定する。
- ・溢水経路での水位評価は、それぞれの場所で水位が最大になるように保守的に行う(定量的に確認できる場合(大開口部、床ドレン)を除き、他区画への流出を考慮せず、一時的に区画内に全量滞留する等)。

今後は、安全上重要な設備の防護方策の説明に加え、それ以外の設備が溢水の影響を受けた場合に起こりえる外乱を抽出し、その影響に対して防護された安全上重要な設備が有効に機能して、安全が保たれることについても、審査において説明する予定です。

3.2 外部火災対策について

発電所敷地外で発生する森林火災が発電所へ迫った場合でも原子炉施設に影響を及ぼさないようにするため、発電所敷地内に幅約20mの防火帯を新たに設置しています。



防火帯設置図

審査では、樹木等の植生調査結果をもとに、火災の燃え広がり易さを保守的に評価して、防火帯が有効であることを説明しています。また、森林火災以外を含む外部火災※4について、熱、爆風、ばい煙等による原子炉施設への影響評価を実施し、安全上重要な施設の機能を損なわないことも説明しています。

※4 発電所10km圏内での出火を想定した森林火災、発電所10km圏内の工場等近隣の産業施設での火災、爆発、航空機墜落による火災等

3.3 火災防護対策について

柏崎刈羽原子力発電所では、火災の発生防止、火災の感知及び消火設備の設置並びに火災の影響軽減対策についてそれぞれ下記の対策を実施しており、その詳細を審査会合で説明しています。

○火災発生の防止

- ・可能な限り不燃、難燃材を使用
- ・蓄電池室に水素検知器の設置

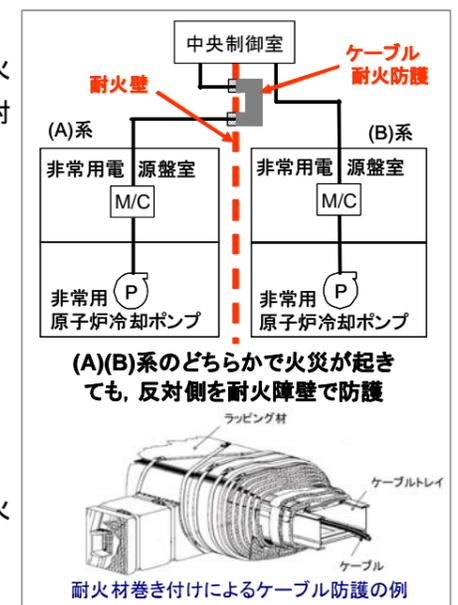
○火災の感知及び消火設備の設置等

- ・煙感知、熱感知など複数原理の火災感知器を設置
- ・消火活動が困難な箇所(非常用電気品室、非常用炉心冷却系ポンプ室、ケーブル処理室等)に固定式消火設備を設置
- ・常設遠隔消火設備、24時間現場待機の自衛消防隊による消火活動

○火災の影響軽減対策

- ・原子炉停止と冷却に必要な設備が必ず1セット火災から生き残るように3時間耐火障壁で延焼を防止

今後は、複数の火災感知手段によって迅速に消火できること、窒素封入されていないプラント停止期間や起動時における原子炉格納容器内の火災防護の考え方等を、審査で説明する予定です。



3. 4 安全機能の信頼性について

原子炉の停止や冷却、格納容器の冷却等の重要度が特に高い安全機能を有するもの^{※5}については、従来から設備を多重に設置したうえで、それらが共通の要因で機能を失わないようにしています。ただし、動作する機器に比べて配管等は信頼性が高いことから、一部については故障時の影響が限定的である場合に多重化していないものがあります(非常用ガス処理系のダクト及びフィルタ、中央制御室換気空調系のダクト及びフィルタ等)。

審査では、この考え方によってどのように設備が構成されているか、詳細に説明しています。特に多重化していない設備については、どのような故障が想定されるかを過去の故障データ等から評価するとともに、安全システム全体の信頼性に対する影響度も分析し、十分に高い信頼性が確保されていることを説明して、基準^{※6}に適合することを説明しました。加えて、万一の故障が発生した場合にも他設備で対応が可能で、周辺公衆等への影響度合いが基準以下であることも説明しています。

今後は、万一の故障時における修復手段等についても説明する予定です。

※5 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針等に示される安全施設の中から各安全機能を担保する系統を網羅的に抽出

※6 静的機器の単一故障の想定は不要と記載されている3条件は下記の通り

- ・ 想定される最も過酷な条件下においても、その単一故障が安全上支障のない期間に除去又は修復できることが確実である場合
- ・ 単一故障の発生の可能性が極めて小さいことが合理的に説明できる場合
- ・ 単一故障を仮定することで系統の機能が失われる場合であっても、他の系統を用いて、その機能を代替できることが安全解析等により確認できる場合

3. 5 重大事故等対処設備の有効性評価について

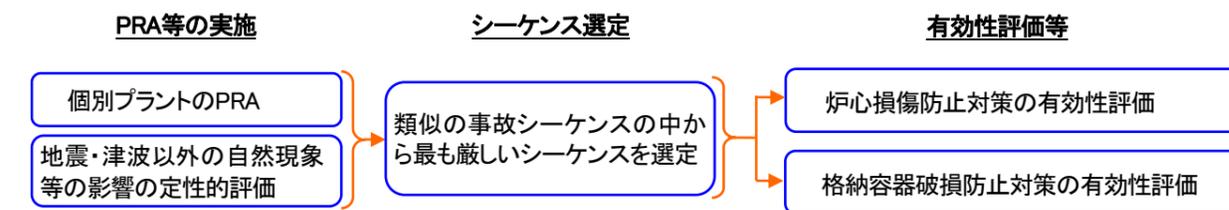
新たに設置した重大事故等対処設備の有効性の確認にあたっては、最初にどのような事象が設計想定を超えて発生する可能性があるかを、地震や津波の影響も含む PRA(確率論的リスク評価)^{※7} やその他の自然現象等の影響評価によって分析しました。

この分析によって、潜在的に起こりえる事故シーケンス^{※8}を網羅的に抽出したうえで、次に事故進展メカニズムの特徴に応じて最も厳しいものを選定して、重大事故等対処設備によって炉心の損傷防止や原子炉格納容器の破損防止が可能であることを評価しました。

審査ではこれらの分析・評価を詳細に説明しています。今後は、重大事故等に対処するための対応手順や設備の妥当性等について、引き続き審査で説明する予定です。

※7 PRA : 炉心損傷に至る可能性のある起因事象等を同定し、その発生頻度を評価し、その起因事象に対して、炉心損傷を防止するために必要な安全機能及び安全機能を達成するために必要な緩和設備や緩和操作を検討し、炉心損傷に至る事故シーケンスを展開し、設備故障確率や操作失敗確率を踏まえて炉心損傷発生頻度を算出

※8 事故シーケンス : 事故に至るまでの事象進展



重大事故等対処設備の有効性評価の流れ

3. 6 格納容器圧力逃がし装置について

柏崎刈羽原子力発電所では、格納容器圧力逃がし装置(以下、フィルタベントという)を新たに設置しています。6号及び7号機では建設当初から、炉心の著しい損傷が発生した場合に格納容器内のガスを放出し、格納容器破損による放射性物質の大量漏えいを防ぐ設備として、耐圧強化ベント設備が設置されていました。耐圧強化ベントでは格納容器内のスプレィやサブプレッションプール水による洗浄効果によって、ベント時の放射性物質の放出を低減する設計でしたが、新たにフィルタ装置を設置し、粒子状放射性物質を99.9%以上除去します。また、更なる信頼性向上対策として、地下式フィルタベントの設置を進めるとともに、ガス状の放射性物質である有機よう素の低減策についても検討を進めています。

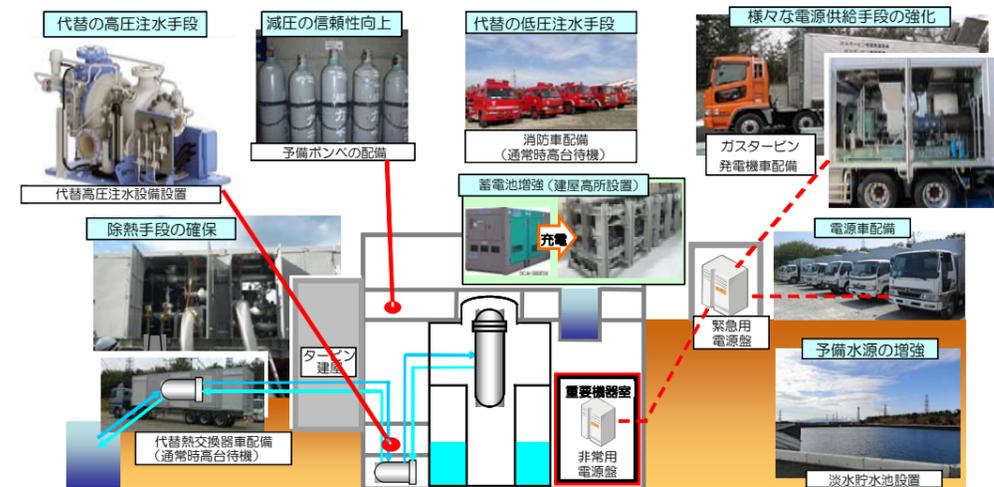
審査では、フィルタベントの設備設計やフィルタ装置性能、操作性等について説明しています。また、意図的な航空機衝突におけるフィルタベントの耐性については、意図的な航空機衝突という共通要因により残留熱除去系とフィルタベントが同時に機能を喪失して格納容器冷却手段を失うことがないことを引き続き説明する予定です。

3. 7 可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて

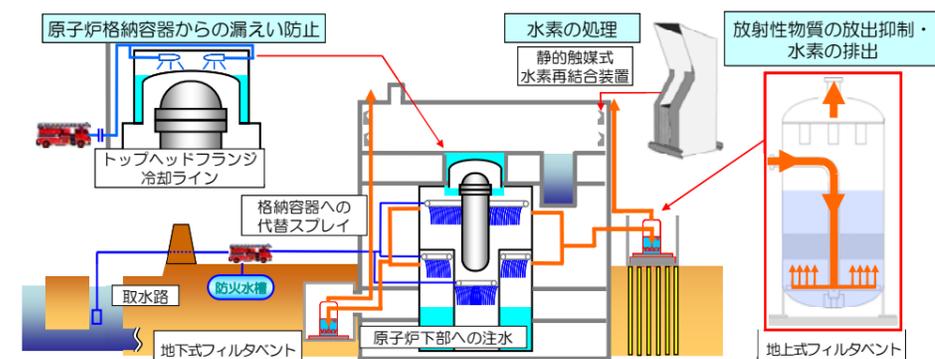
柏崎刈羽原子力発電所では、可搬型重大事故等対処設備として、代替原子炉補機冷却系熱交換ユニットや可搬型代替注水ポンプ(消防車)や可搬型代替交流電源(電源車)等を配備しており、事故発生時に必要な対応が可能となるような保管場所(荒浜側及び大湊側の高台に分散配置)、アクセスルートを設定しています。

審査では、保管場所における地盤の評価や複数のアクセスルートを確認可能なこと等を説明しています。

(参考) 柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号機の重大事故等対処設備



全電源喪失時、原子炉注水・冷却対策例



炉心損傷時の放射性物質放出抑制、格納容器損傷防止対策例