

次期軽水炉の技術要件検討WG (BWR ブランチ)の活動成果

日本原子力学会 2025 年秋の大会

原子力発電部会企画セッション

2025 年 9 月 12 日(金) 13:00 - 14:30

北九州国際会議場、AIM H 会場(AIM3F D 展示場)

当学会においては、次期軽水炉が社会に信頼されるコンセプトを有し、脱炭素社会実現の現実的な選択肢であることを示すことを目的に 2018 年 6 月に「次期軽水炉の技術要件検討ワーキンググループ」を設立し、フェーズ 2 までに技術要件の具体化とともに PWR を検討対象に次期軽水炉のコンセプト例を社会に発信してきた^{*1,2}。2024 年 11 月には BWR ブランチを設立し、BWR を検討対象に、東京電力福島第一原子力発電所 (1F) 事故の教訓から見た BWR 固有の設計特徴をもとに、表-1 に示す通り次期 BWR のコンセプトの狙いを整理し、技術要件への対応方針に基づき、例えば表-2、図-1~3 の示す具体例を議論した。なお次期 BWR において図-1 に示す静的原子炉冷却系 (PRCS) を採用するにあたり、表-3 に示す通り、福島第一原子力発電所 1 号機 (1F-1) の非常用復水器 (IC) の経験から得られた教訓を踏まえることが重要であることを確認した。以上の議論を通して次期 BWR のコンセプトがフェーズ 2 までにまとめた次期軽水炉の技術要件に適合していることが確認できた。また次期軽水炉の建設の実現を高める重要な要素として、サプライチェーンの維持・強化及び DX 技術の活用について、技術要件を整備する段階ではないものの BWR における現状の課題、取組み状況及び技術的展望を議論した。本セッションでは、これら本 BWR ブランチで議論・整理した内容を紹介する。

*1 : 「次期軽水炉の技術要件検討」ワーキンググループ報告書 (2020 年 6 月)

http://www.aesj.or.jp/~hatsuden/katsudou/04_jikiroWG/jikiroWG_report_20200716.pdf

*2 : 「次期軽水炉の技術要件検討」ワーキンググループ (フェーズ 2) 報告書 (2024 年 3 月)

http://www.aesj.or.jp/~hatsuden/katsudou/04_jikiroWG/jikiroWG_report2_20240312.pdf

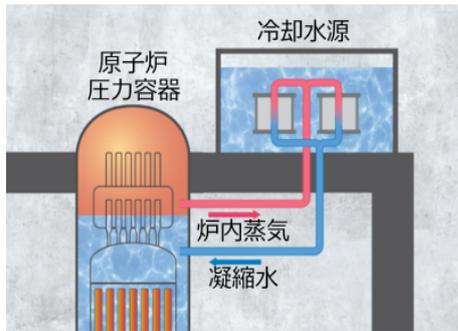
表-1 次期BWRにおいて強化する主要項目

新規制基準で強化／新設された規制要求	次期 BWR での更なる強化	1F 事故の教訓（BWR 特有事象のみ対象）への対応
① 耐震・耐津波性能	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤等側方拘束力の更なる活用、建屋強化 ドライサイト化 	—
② 電源の信頼性	<ul style="list-style-type: none"> 静的設備導入による電源設備への依存低減 	—
③ 火災に対する考慮 ④ 内部溢水に対する考慮	<ul style="list-style-type: none"> 建屋区分分離により火災・溢水の影響範囲を1区分に限定 	—
⑤ 自然現象に対する考慮	(既設炉方針を踏襲)	—
⑥ その他の設備の性能	(既設炉方針を踏襲)	—
⑦ 炉心損傷防止対策	静的設備導入	非凝縮性ガス(水素と酸素)排出ラインの設置、隔離弁の Fail as is 化
	SA 設備恒設化	—
⑧ 格納容器破損防止対策	<ul style="list-style-type: none"> コアキャッチャの導入 溶融弁による下部注水 	炉心溶融物質-コンクリート相互作用 (MCCI) 等溶融デブリの不確かさを考慮した対策強化
	<ul style="list-style-type: none"> フィルタ機能強化、または放射性物質貯留機能強化、水素対策強化 	爆発に至った原子炉建屋 (R/B) への水素漏えい回避の対策強化
⑨ 放射性物質の拡散抑制対策	(既設炉方針を踏襲)	—
⑩ 意図的な航空機衝突への対応	安全上重要な設備を格納する建屋について航空機衝突 (APC) を考慮し頑健化	—

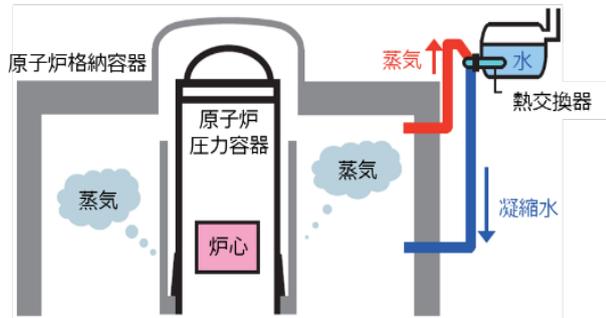
表-2 次期 BWR での深層防護の実装例

深層防護レベル	次期軽水炉の特徴 (フェーズ2 本文より)	既設 ABWR	次期 BWR
1	外部ハザードに対して抜本的な対策(建屋埋め込み、敷地レベルを津波基準高さ以上とする等)を実施することで、リライアビリティが増加し、防護性能として向上している(防護レベル1~4b に共通)。	常用システム	常用システム (外部ハザードへの抜本的な対策で防護性能向上、防護レベル1~4b に共通)
2	DBA 設備のトレン数増加及び区画分離により多重性、独立性を強化すること、アベイラビリティ及びリライアビリティが増加し、防護性能として向上している。	高・低圧注水の3区分システム	高・低圧注水の3区分システム (区画分離の徹底等で防護性能向上)
3		高・低圧注水の3区分システム	高・低圧注水の3区分システム (区画分離の徹底等で防護性能向上)
4a	恒設設備による対応としたことで管理・運用性が向上し、また航空機衝突(APC)等への耐性を付加すること、リライアビリティが増加し、防護性能として向上している。	SA 設備	SA 設備 (PRCS (図-1) *、低圧代替注水等) (恒設設備を基本、APC 等への耐性付加で防護性能向上)
4b	レベル 4b 設備と特重施設を統合し合理化を図るとともに、恒設化、APC 等への耐性の強化を図ること、リライアビリティが増加し、防護性能としては既設炉と同等以上となる。		特重施設

* : 静的設備



静的原子炉冷却系 (PRCS)



静的格納容器冷却系(PCCS)

図-1 静的設備による炉心・格納容器冷却の例

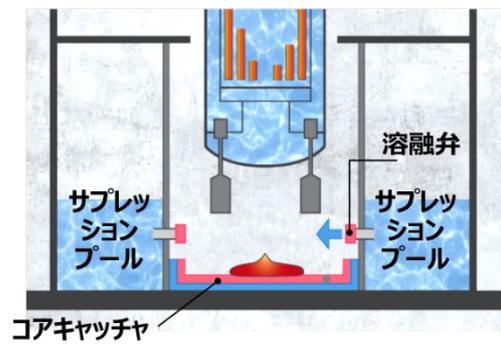
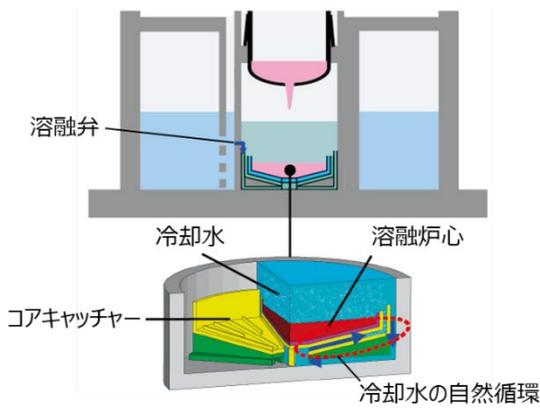
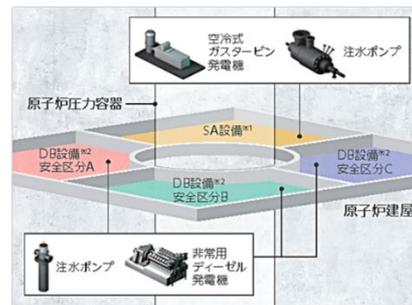
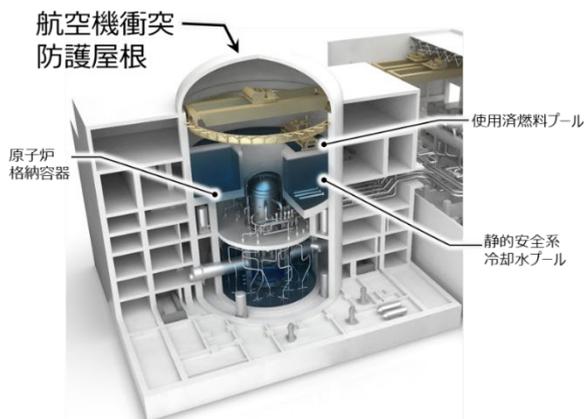


図-2 静的メカニズムによる溶融炉心冷却の例



※1 SA設備・・・重大事故等対処設備
 ※2 DB設備・・・設計基準事故対処設備

図-3 APC 対策、建屋区分分離による災害の影響範囲の最小化の例

表-3 1F-1のICの経験から得られた教訓の反映

1F-1 の教訓		改善内容
1	隔離弁（IC が機能を喪失する結果となった要因）	<ul style="list-style-type: none"> ・ Fail as is 設計（論理回路電源の喪失時を含めた格納容器隔離弁の開閉状態維持）、信頼性向上(設計グレードアップ) ・ 電源強化、現場操作性強化、及び運転手順整備を実施
2	動作状況の把握（IC が停止していたことを把握するに至らなかった要因）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 動作確認パラメータの計器・電源の信頼性向上、動作確認パラメータの拡張 ・ 実動作試験の実施
3	冷却水の補給(長期的な冷却を実施する上で考慮が必要となる点)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全裕度（水源容量）の大幅拡張・水源の信頼性（耐震性強化、溢水防護（スロッシング対策など）確保 具体的には PRCS の冷却水源は事故後 24 時間以上冷却水の補給なしで運転可能な初期容量を確保するものとする
4	非凝縮性ガスによる除熱への影響の考慮(長期的な冷却を実施する上で考慮が必要となる点)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 非凝縮性ガスのベントラインの設置