

深層防護の考え方



2013年3月29日

関西電力 成宮

1. はじめに

- 深層防護は、原子力施設の設計の考え方として活用されてきた。
 - 福島第一原子力発電所の事故の分析からその重要性を指摘
- 「原子力安全の目的と基本原則」でも深層防護をひとつのカテゴリとして、重点をおいて議論。
- 各機関の深層防護の考え方として、わが国の検討状況、IAEA、WENRA(欧州原子力規制協会)、米国NRCの考え方を紹介。

2. 各機関の深層防護の考え方(1)

米国NRCの考え方

- 上位概念として、原子力施設での事象による影響に対しては3つの防護層がある。
 - (1)事故の発生を防止する防護
 - (2)万一事故が起こった場合の緩和
 - (3)万一放射性物質が放出された場合に公衆の健康影響を最小化するための緊急時計画

2. 各機関の深層防護の考え方(2-1)

IAEAの考え方

- レベル1: 異常運転や故障の**防止**
- レベル2: 異常運転の**制御**及び故障の**検知**
- レベル3: **設計基準内への**事故の制御
- レベル4: 事故の進展防止及びシビアアクシデントの影響緩和を含む, **苛酷なプラント状態の制御**
- レベル5: 放射性物質の大規模な放出による放射線影響の緩和

2. 各機関の深層防護の考え方(2-2)

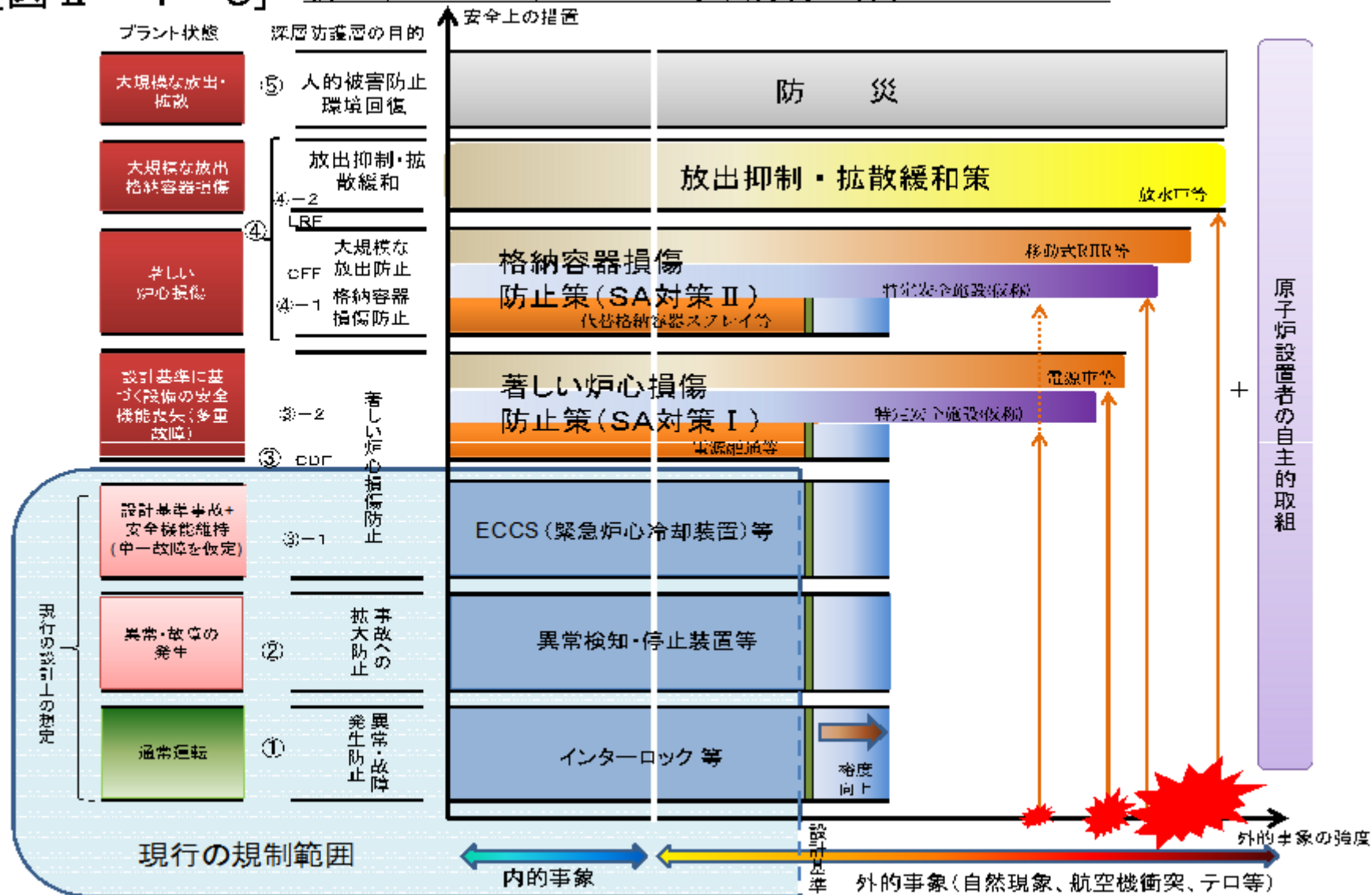
	防護 レベル	目的	目的達成に 不可欠な手段	関連する プラント状態
プラントの 当初設計	レベル1	異常運転や故障の防止	保守的設計及び建設・運転 における高い品質	通常運転
	レベル2	異常運転の制御及び故障 の検知	制御、制限及び防護系、並びにそ の他のサーバランス特性	通常時の異常な過渡 変化(AOO)
	レベル3	設計基準内への事故の制 御	工学的安全施設及び事故時手順	設計基準事故(想定単 一起因事象)
設計 基準 外	レベル4	事故の進展防止及びシビ アアクシデントの影響緩和 を含む、苛酷なプラント状 態の制御	補完的手段及び格納容器の防護 を含めたアクシデントマネジメント	多重故障 シビア・アクシデント(過酷事故)
緊急 時 計画	レベル5	放射性物質の大規模な放 出による放射線影響の緩和	サイト外の緊急時対応	

2. 各機関の深層防護の考え方(3)

原子力安全・保安院の考え方

- 福島第一原子力発電所事故の教訓, IAEA等の海外の動向も踏まえ, 規制としての深層防護の考え方をこれまでの3つの層(異常発生防止, 異常拡大防止, 事故影響緩和)から, シビアアクシデントを含めた**5つの層**に整理することが適切と考えられる。
 - ・ 異常・故障の発生防止
 - ・ 事故への拡大防止
 - ・ 著しい炉心損傷防止
 - ・ 格納容器破損防止, 大規模な放出防止
 - ・ 放出抑制・拡散緩和,
 - ・ 人的被害防止, 環境回復

【図Ⅱ-1-5】 新たなシビアアクシデント対策規制の枠組みのイメージ



3. 「深層防護」の検討

- 深層防護を検討する際の論点となる項目。
 - 論点1: 深層防護の層の分け方について
 - 論点2: 最適評価手法について
 - 論点3: レベル5(防災)の扱い
 - 論点4: プラント状態と深層防護
 - 論点5: 外部事象と深層防護
 - 論点6: リスクの扱い
 - 論点7: 炉心の状態の呼び方
 - 論点8: 深層防護にて設定したレベルの独立性とは
 - 論点9: 多重防護と深層防護
- これらの論点から深層防護の考え方をまとめると…。
 - 防護レベルと分け方
 - 設計手法について
 - 有効性の評価と効果

4. 深層防護の考え方

(1) 防護レベルと分け方

- 第一のレベル:シビアアクシデントの発生防止
 - 第1層:プラントに対する外乱を起こさないように備えること。
 - 第2層:プラントに対する外乱が起こっても設備に対する影響を小さい範囲とするように備えること。
 - 第3層:設備に対する影響が大きい事故が発生しても炉心損傷を起こさないように備えること。
- 第二のレベル:シビアアクシデントの緩和
 - 第4層:炉心損傷のおそれのある事象もしくは炉心損傷が起こっても放射性物質を環境へ放出しないように備えること
- 第三のレベル:サイト外の公衆被ばくの抑制
 - 第5層:放射性物質が放出したとしても、公衆被ばくを抑制するように備えること。

4. 深層防護の考え方

(2) 防護レベルにおける設計の考え方

- **第一の防護レベル**の第1層から第3層
 - ・ 安全設計において必要な安全要求を設定(設計基準)
 - ・ 保守的手法を採用して、施設が持つべき安全性確保
- 種々の保守性を付与しているため、総合的に安全確保の達成度を評価し、固有の脆弱性を見出す
- この脆弱性に対処することで、プラントの安全性を継続的に改善することができる
- **第二の防護レベル**では、既に種々の保守性にも拘わらず進展した事象
 - ・ 想定される事故状態は不確実さが大きいものとなる
- このような状態に設備設計で対処する場合には、さらに保守的な(荷重)条件による強度等の向上を図るよりも、現実的な条件により相対的な脆弱性へ対処することで効果的に改善を図ることができる。

4. 深層防護の考え方

(3) 深層防護の有効性の評価と強化

- 深層防護の有効性の評価は、安全評価による。
- この安全評価では、保守的条件による決定論的解析により準備された安全対策の妥当性を確認し、確率論的解析により全体のリスクレベルの確認と脆弱部を分析する
- プラントの運転段階においては、運転経験の分析とフィードバックにより深層防護の強化が図られる