

過酷事故対策評価ガイドラインの発行

1. はじめに

福島原発事故発生後、日本保全学会内に検討会が設置され、2つのガイドラインが作成された。「軽水型原子力発電所の津波対策評価ガイドライン」と「軽水型原子力発電所の

過酷事故対策評価ガイドライン」である。ここでは昨年12月に完成した後者の「過酷事故対策評価ガイドライン」についてその特徴や重要な考え方等について紹介する。

2. ガイドラインの概要

2. 1 ガイドラインの特徴

検討会の議論の中で津波の高さを予め設定し、それに耐えられるように備えた対策では、その設定高さを超える津波が来襲した時に対応できないとの指摘があった。また、一方で次のような指摘もあった。すなわち、「9.11米国同時多発テロ以降、米国では原子力発電所に対してテロを想定した対策の実施を要求するNRCの命令[1]に従って、全ての原子力発電所はテロ対策[2]を実施した。テロは原子力発電所のどこにどのような打撃を与えるかを特定できないので、これに対応できるような対策を講じれば、原子力発電所内の諸所に配置されている、安全上重要な機能を持つ設備がその機能を喪失するような被害にも対応できるようになり、安全性は格段に向上する。我国においてもこのような対策を実施していれば福島原発事故は起こらなかったのではないか。」との指摘である。

以上のような状況を踏まえ、検討会では従来の起因事象を特定したシナリオベースとは異なるアプローチを採用することとし、その方法で得られた成果に基づき、原子力発電所で講じられている対策の技術的妥当性を評価できるガイドラインを策定することとした。この起因事象を特定しないアプローチとは、炉心損傷事故につながるような不安全な状態を最初に考え、その上でそのような状態を回避するための具体

的な対策を抽出するというアプローチであり（図1）、検討会では原子力発電所の炉心損傷頻度の大部分を占める「原子炉冷却機能喪失」と「全電源喪失」の2状態を選定することとした。このような方法であれば、想定外の事象を最小限にできる。また、結果としてテロ対策に匹敵するような対応となる。

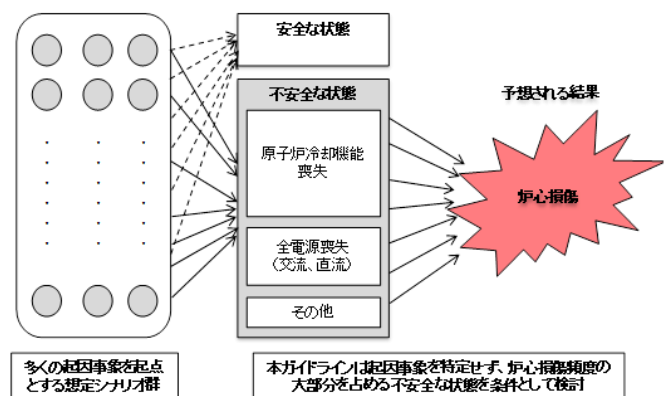


図1 起因事象を特定しないアプローチ

2. 2 ガイドラインに導入した深層防護の考え方

本ガイドラインではIAEAの深層防護の考え方[3]を参考にして以下に示す考え方を採用することとした。

(1) 深層防護レベルの分類

基本的には国際的基準であるIAEAの評価方法（Level 1～5）の分類を使用するが、以下のようにさらに分類する。

① シビアアクシデント(SA)を以下の3つに大きく区分する

(図2)。

SA1: 炉心損傷が発生しているが、放射性物質の放出は起きない。

SA2: 小規模な放射性物質の放出が発生する（周辺住民への影響が無い）。

SA3: 大規模な放射性物質の放出が発生する。

② 国際的基準であるIAEAの評価法にあるLevel 4は設計基準事故(DBA)を超えているが、実力値に裕度があることや代替措置を実施したことにより、SA1に至らない領域と、SA1に至る領域が存在する。このSA1に至らない領域をAPAs: Ability Proof Accidentsと呼ぶ。この領域が、想定外の事象に対しても炉心損傷を起こさない裕度とみなすことができる。

以上のことを踏まえ、以下のような分類を使用する（図2）。

Level 1 目的： 異常運転および故障の防止

状態： Normal operation

Level 2 目的： 異常運転の制御と故障の検出

状態： AOOs (Anticipated Operational Occurrence)

Level 3 目的： 設計ベースの事故の制御

状態： DBAs: Design Basis Accidents

Level 4 目的： 事故の制御・進展制御と結果の緩和（周辺住民の避難は不必要）

状態： DEC(Design Extended Conditions)
APAs+SA1+SA2

Level 5 目的： 大量放出された放射性物質による影響緩和

状態： SA3（周辺住民は避難）

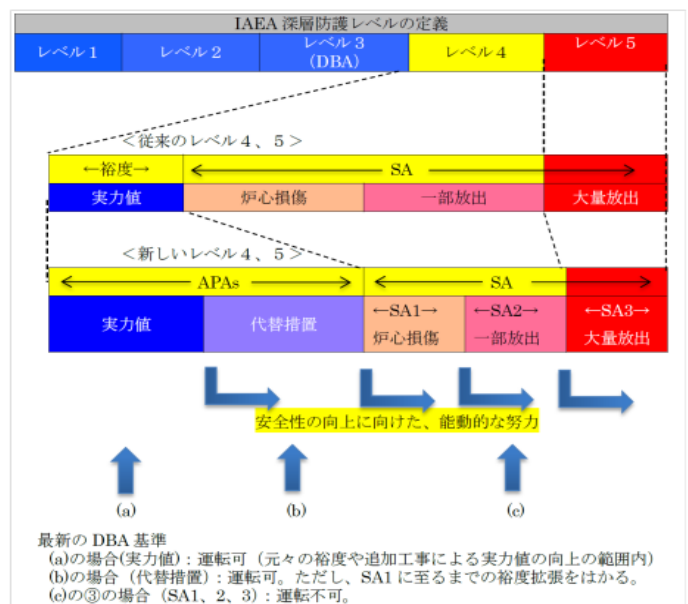


図2 新しい深層防護レベル4の考え方

- (2) バックフィットを含めた安全基準の適用方法
安全基準が改訂され、例えば、DBAが見直された場合に、速やかに、バックチェックを要求できる環境を整えるため、以下のような適用方法を提案する。
- ① 既存の発電所を含めて、常に最新の安全基準を用いる。
 - ② 最新の知見によりDBAが見直しされ、既存の発電所で設計時のDBAを超える場合には、定義上Level 4に分類される。このようなバックフィットが要求される場合、合理的範囲で全く同じ対応が可能な場合にはそのようにすることを要求する。また、対応が困難な場合には、想定される事故要因に対して、代替の対策を取りAPAsの範囲に含まれることを要求する。(従来のストレステストの結果は、DBAの見直しがなされた場合に対策の必要性があるか、見直しに伴う裕度の評価には非常に有益である。)
 - (3) 自主的・能動的安全性向上に向けた考え方

例えば、最新のDBA基準が既存の原子力発電所に適用された場合に、図2に示すような3つの場合を考えると、
(a)の場合：運転可(元々の裕度や追加工事による実力値の向上の範囲内)
(b)の場合：運転可。ただし、SA1に至るまでの裕度拡張をはかる。
(c)の場合：運転不可。
となる。ただし、(a)の場合においても、実力値の裕度が少なくなる、SA1までの裕度が少なくなることは明らかであり、想定外の事象に対する安全性が低下すると同時に、将来の安全基準の見直しに対する裕度の少なくなるため、電力事業者は、これらのことを補う努力を自ら進めることになる。その結果、規制からの要請による受動的ではなく、自主的・能動的な行動により、想定外の事象に対する安全性の向上がはかれることになる。

2. 3 ガイドラインの評価方法及び判断基準

(1) 評価方法

たとえば、図3に示すような事象の流れを想定して各原子力発電所において整備されている複数の代替措置(バックアップ対策)を評価する。

- ① 何らかの事象が発生し、原子炉を緊急に停止しなければならない状況の時、原子炉停止に必要な設備、機器が故障することを想定し、深層防護の観点からどこまでのバックアップ対策が整備されているかを評価する。
- ② 何らかの事象が発生し、原子炉停止から原子炉隔離、原子炉冷却、格納容器隔離の各段階においてどの程度の設備故障に耐えられるような対策が整備されているかを評価する。
- ③ 原子炉(PWRの場合は蒸気発生器も含む)の状態(圧力、温度、水位)がDC電源喪失状態でも計測できる方法が準備されているかを評価する。

- ④ 原子炉冷却機能喪失および全電源喪失の時でも発電所構内での関係者との通信、発電所構外の関係者との通信ができる方法が準備されているかを評価する。
- ⑤ 上記①②③④の評価に当たっては、整理されている対策の実行体制、実行容易性、熟練度を評価する。
 - a) 実行体制(体制と体制確立までの所要時間)
 - b) 実行容易性(対応完了までの所要時間)
 - c) 熟練度(実施マニュアルと実施訓練頻度)

(2) 評価基準

評価基準については、下記に関する基準を規定した。詳細については、ガイドランを参照願いたい。

- ① 深層防護レベルの評価基準
- ② 本設備故障時の代替措置の独立性と多様性の評価基準
- ③ 実施体制の評価基準
- ④ 実行容易性の評価基準
- ⑤ 熟練度および即応性の評価基準

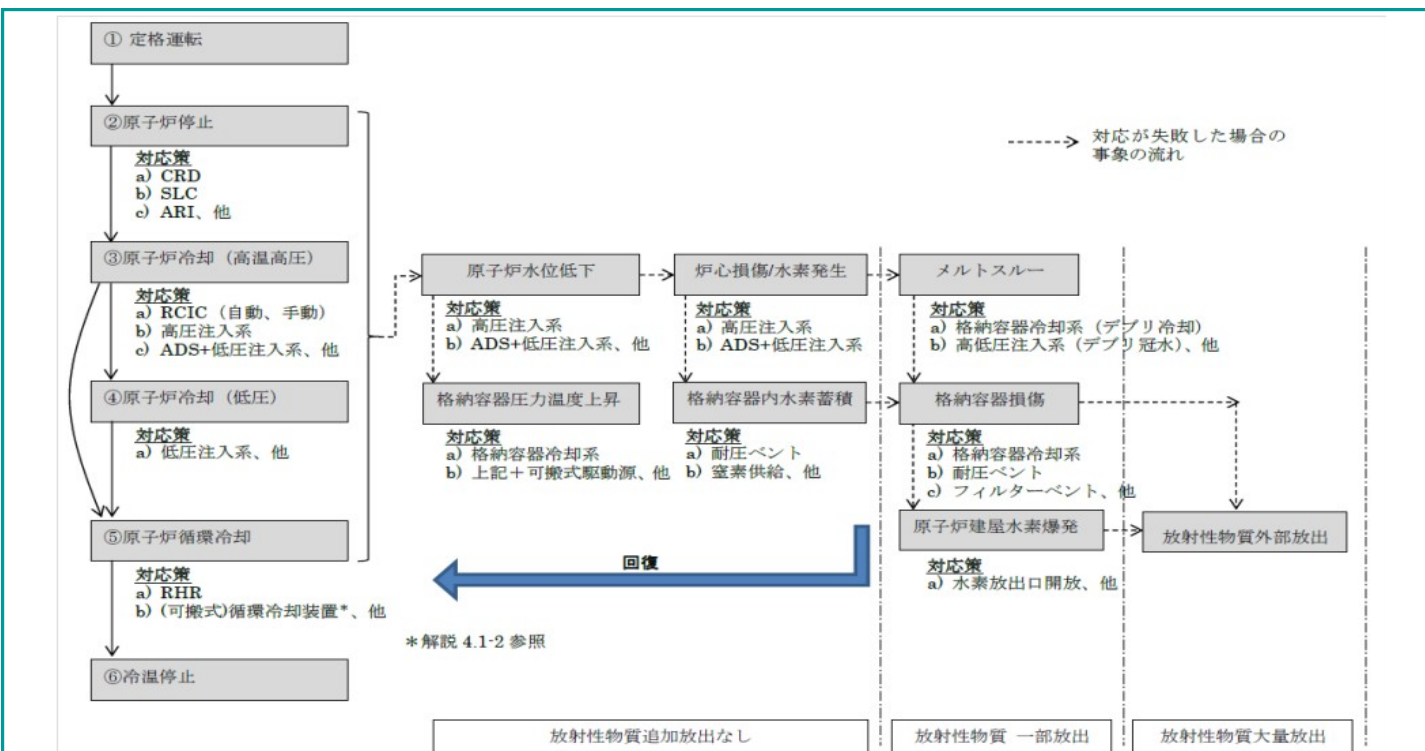


図3 異常発生時からの事故状態の推移(BWRの一例)

3. おわりに

本稿で紹介したガイドラインは、福島原発事故の教訓を踏まえて原子力発電所の新しい安全基準が策定されようとしている時、大変重要な安全に関する考え方を提示している。こ

のガイドラインが新安全基準の策定に少しでも役立つことを願うものである。なお、本ガイドラインは日本保全学会のホームページから無料でダウンロード可能である。

[保全学会会員 青木孝行]