

「新規制基準 対応の実例と課題」

1 規制強化の効果と問題意識

1-1 規制強化の効果

DB 基準強化による安全確保範囲の拡大

外部事象(地震力、竜巻、内部火災、外部火災、津波、火山等)関連の基準を強化。津波等によるリスクの低減を実現

SA 基準追加による深層防護のバランスの見直し

第4層の対策要求により効果的にリスクを低減。

1-2 規制強化に関する問題意識

バックフィットルール

移行措置なしの即時適用：一日 100 億円の国民負担(事故後、既に 10 兆円)
停止コストが小手先の(素早い)対策を誘導
審査終了までの間のバックフィット要求への適合性判断

予見性

検討した対策が許可基準を満たすかが判断できない(効果的な対策を早期に実現することが困難)

規制バランス

竜巻対策 vs 耐震リスク
火災対策 vs 耐震、溢水リスク
溢水対策 vs 火災リスク
リスク低減効果 vs コスト

2 対策の実例と課題

2-1DB 竜巻

要求 想定竜巻時に、S クラス機器の機能を維持すること

対策 100m/s 竜巻の飛来物から Ss 機器を保護(図 1)

海水ポンプ・復水タンク・防潮ゲート→保護構造物設置(図 2,3)
原子炉建屋→屋上への鉄板の設置等(図 4)

予見性(想定風速、防護の程度)

想定最大風速：合理的な設定には長期の観測データが必要
飛来物想定：飛来する鋼材や車からの防護の要否
竜巻と他事象の組み合わせ想定(可否)(CV 排気筒、防潮ゲートの防護)
機能維持要求の程度：海水ポンプ(1 台 or 全台)、燃料(変形を許容)

規制バランス

保守的な風速想定：F3 竜巻が近傍で発生×鉄骨飛来×海水ポンプ全数破損
×補助給水失敗×SA 冷却失敗→リスク低減効果 小
ネット・鉄板設置による耐震裕度低下

2-2DB 津波 2

要求 設計基準津波(図 5,6)でも浸水対策重点化範囲に浸水しない

浸水対策重点化範囲は S クラス機器やこれを内包する建屋、区画

対策 津波防護施設(防潮堤等)、浸水防護施設、津波監視施設を設置(図 7,8)

予見性 1(想定津波、防護程度)

想定すべき津波高さ(想定する断層や計算条件)(若狭海丘列 90km,高潮)
敷地への浸水を許容するか

予見性 2(津波と他事象との組み合わせ)

防潮ゲート(稼働部あり)の竜巻、火災からの保護、LCO

2-3DB 耐震

要求：直下に断層なし、Ss 地震動で安全機能を維持

対応：3 連動を考慮し Ss を設定、評価、対策(図 9,10)

FoA、FoB、熊川断層の 3 連動を想定

予見性(断層判断、連動判断)

断層判断・連動判断(必要データの程度、判断基準)
震源特定せずの地震動の範囲(審査の中で明確化)

予見性：新知見による断層判断や Ss の変更

どの範囲の新知見に対し、変更検討を開始するか判断基準
どの程度の確度の新知見に対し、変更を行なうかの判断基準
検討、審査、調査を行なう期間の運転の可否

2-4DB 斜面安定性

要求：Ss時に斜面崩壊により安全施設に影響がない、SAアクセス可能

対応：斜面の切り取り。(図 11-13)

予見性(使用可能な斜面安定性評価法)

ニューマーク法による評価の審査に長期を要するリスク

2-5DB 内部火災

要求

想定火災により、安全停止機能を失わない。

安全停止機能は1h耐火障壁+自動消火装置等で分離(図 14,15)

消火困難箇所には自動起動又は遠隔起動の消火装置を設置

独立な消火設備(消火困難と系統分離)(図 16,17)

Ss設備を守る消火機能がSs地震時に喪失しない(図 18)

火災従属の外乱を単一故障を見込んでも緩和できること。

対応(系統分離、消火設備)

安全系ケーブルトレイ1系列に1h耐火障壁設置。当該区画に水、ハロン消火装置、トレイ内にガス消火装置を設置。

消火困難箇所に水、ハロンの消火装置を設置

予見性

1h障壁の定義(想定加熱温度、許容温度など)

消火設備の独立性の程度(消火困難と系統分離)

Ss地震時の機能維持の程度(パネルタンク)

消火困難箇所の定義(煙の充満、放射線影響の定義)

単一故障を見込んでも収束すべき火災従属の外乱の範囲(頻度・影響)

規制バランス

耐火障壁の荷重による耐震性低下

耐火障壁によるケーブル放熱性能低下

独立な2つの消火設備による溢水リスク増加

Ss時機能維持要求による通常時信頼性の低下

2-6DB 内部溢水

要求：想定溢水で安全機能を喪失しないこと

対応

溢水源低減：耐震補強、自動隔離、カバー、運用変更(図 19-21)

水密化：堰(図 21)、水密扉の設置

予見性

補助蒸気配管のTE部の破断想定にLBBが適用可能か

単一故障を見込んでも収束すべき溢水従属の外乱の範囲(頻度・影響)

規制バランス

運用変更(タンク水量低減)による利用可能消火水の減少

2-7DB DG燃料タンク容量、移送手段

要求

長期外電喪失時に必要な7日分のDG燃料を所内に確保すること。

対応：地下式燃料タンクの新規設置(図 22)

Sクラス設計の200klタンク4基+タンクローリー

予見性

タンクローリーをDB設備として許容、竜巻からの保護の程度

静的機器である燃料タンクの単一故障想定の要否

燃料消費率想定(定格、負荷相当分)

2-8DB 外部火災

要求

外部火災により原子炉施設の安全性を損なわないこと

対策：防火帯、消火装置(図 23)

敷地の大部分を囲う幅 18m の防火帯
防火帯外の施設には消火装置を設置
津波防護設備を外部火災から防護(図 8)

他法令との関係

国立公園内での森林伐採、地形変更の制約(1ha 以上なら長期を要する環境アセスが必要)

予見性

防護対象の安全施設の範囲。(固体廃棄物庫、開閉所、タービン建屋)
防火帯以外の対応の許容性

2-9SA 可搬機器

要求

DB 機能喪失時に、炉心冷却、格納容器保護ができる設備を確保

対応

大容量ポンプ、電源車、仮設水槽、重機、消防ポンプ(図 24,25)
可搬機器の接続等の手順
アクセスルートの確保(外部火災、斜面崩壊、地震随伴火災)

予見性

信頼性要求(2N+1、離隔距離、LCO、想定事象の程度)

3 今後行なうべきこと

3-1 予見性向上：Standard Review Plan の作成、公開

審査を通して具体化された許可基準、審査基準を文書化し、関係者で共有

例 1 竜巻：地域別最大風速の設定、防護の程度の考え方

例 2 地震：連動判断、より大きな基準地震動への変更のトリガー条件

例 3 内部火災：基準地震に対する機能維持の程度、消火設備の分離の要求程度

例 4 信頼性：静的機器の多重性の程度、可搬機器の必要数量の考え方

例 5 安全施設：対象範囲(定義と例示で明確化)

例 6：火災等の従属外乱時の単一故障想定要求(従属事象として起こる外乱が事故相当であり、発生頻度が事故以上の場合に単一故障を要求するなど)

例 7 火山灰：地域別の想定火山灰量、他事象との重ね合わせの想定範囲

3-2 安全バランスの再調整

地震と火災・溢水・竜巻(強い地震への対応)

可搬設備の信頼性(竜巻からの保護、数量)

火災と溢水(タンク水位低減、消火系誤動作)

3-3 バックフィット基準の策定

炉規制法 43 条の 3 の 23 は不適合時の措置

バックフィット基準が必要(要否や適用時期の決定ルール：リスクとコストで判断)

新設プラントと既設プラントの基準を差別化(同等との規則要求をより具体化)

3-4 継続的改善

改善点(弱点)の効果的な把握

最低要求レベルからの余裕の把握が必要(許認可図書との親和性)

安全性の向上のための評価の制度を利用(SAR と PSR の 2 つの要素)

規制検査も改善点やその安全上の程度を示す制度に移行(米 ROP)

自主的な安全向上を促進する規制

安全マージンを増加させる改造でも認可が必要

変更許可、変更認可が必要な変更を、安全上の影響から規定(10CFR50.59)

許可基準への ALARP の取り込み(米 FSAR19 章、NEI05-01、SAMDA)