

平成23年7月22日、原子力安全・保安院から当社に対し、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価の実施について(指示)」が発出され、当社は、これまで各プラントにおいて、総合評価(一次評価)を行ってきておりますが、このたび、高浜発電所3号機の評価結果を取りまとめました。

1. はじめに(ストレステスト導入の経緯)

政府は、平成23年7月11日に、「我が国原子力発電所の安全性の確認について(ストレステストを参考にした安全評価の導入等)」を公表し、その中で、原子力発電所は現行法令下で適法に運転が行われていること、また、福島事故を受けて実施した緊急安全対策についても原子力安全・保安院による確認がなされており、従来以上に慎重に安全性の確認が行われているものの、定期検査後の原子力発電所の再起動に関しては、国民・住民の方々に十分な理解が得られているとはいえない状況にあることから、新たな手続き、ルールに基づく安全評価を実施するとしました。

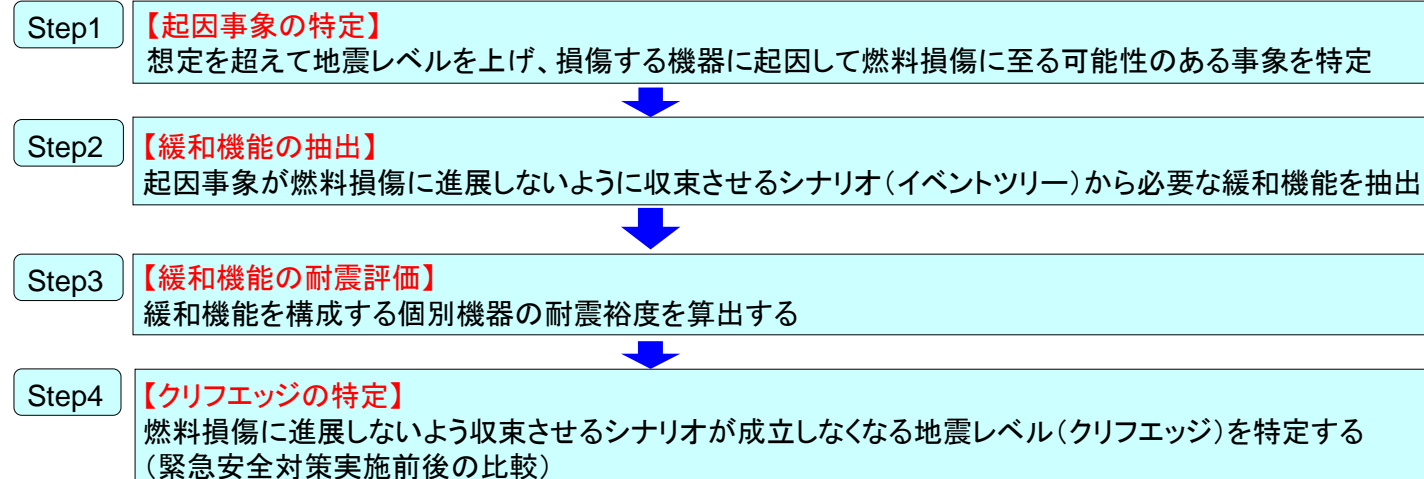
それを受け、原子力安全・保安院は、平成23年7月22日に電力事業者に対し、福島第一原子力発電所事故を踏まえた、安全性に関する総合評価(ストレステスト)の指示を出しました。

2. ストレステストとは

ストレステストとは、原子力発電所が想定を超える地震や津波等(=発電所にとってのストレス)に襲われた場合を想定し、その大きさを徐々に大きくしていった時に、安全上重要な施設や機器等が、どの程度まで耐えられるのかを調べた上で発電所として総合的に安全裕度を評価するものです。

評価には一次評価と二次評価があり、一次評価は、定期検査で止まっている発電所の運転再開の可否を、二次評価は、運転中の発電所も含め全ての発電所の運転継続の判断のために実施するものです。

3. 評価手順の概要 (地震の評価の場合)



4. 高浜発電所3号機の一次評価結果の概要

- 評価の結果、安全上重要な施設・機器等は、設計上の想定を超える事象(地震・津波等)に対する安全裕度を十分に有していることが分かりました。
- また東京電力福島第一原子力発電所の事故を踏まえて、これまでに実施した緊急安全対策等によって、さらに安全裕度が向上していることを確認しました。
- 今回の評価に用いた評価条件や許容値は保守的なものとなっており、今回評価した安全裕度を越えた場合でも、直ちに燃料の健全性が損なわれるものではないと考えています。

ストレステスト一次評価の項目

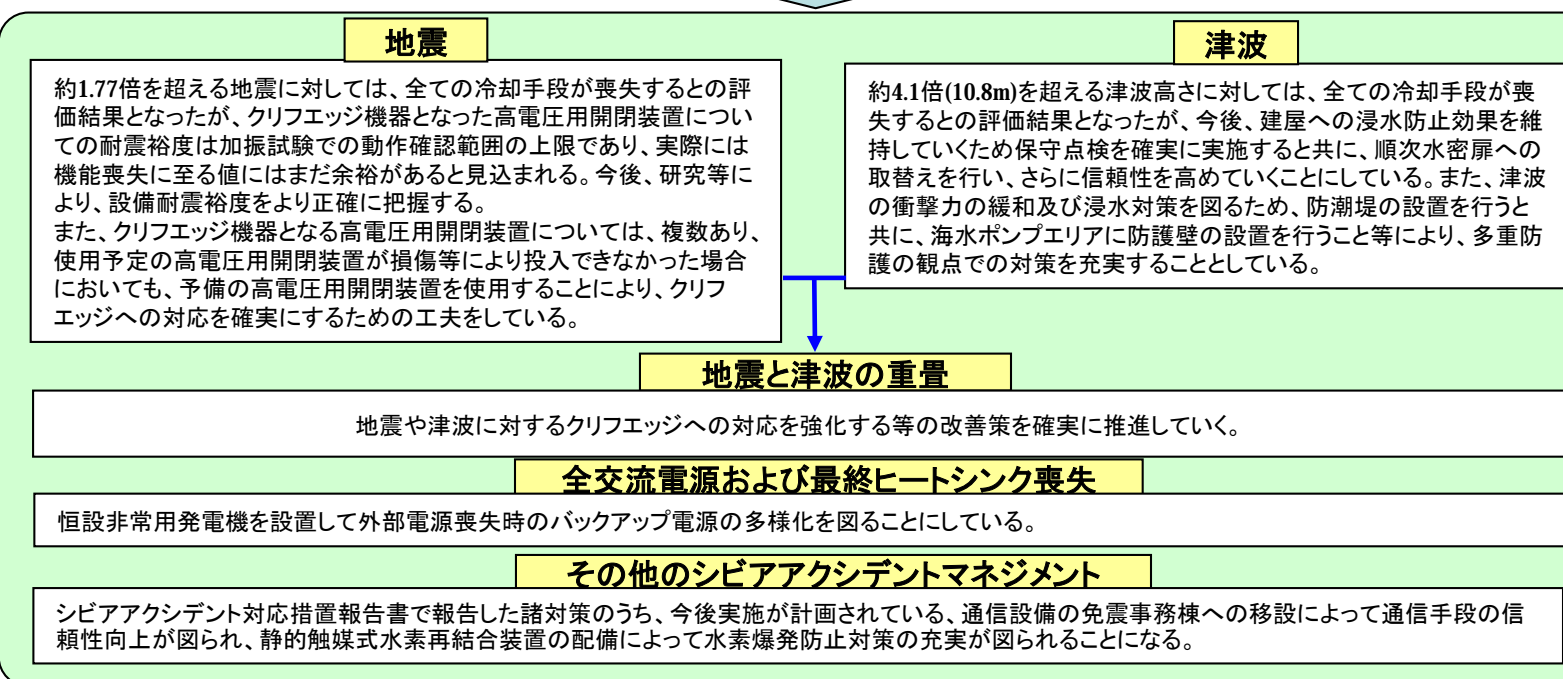
- **地震**: 想定を超える地震にどの程度の地震レベルまで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **津波**: 想定を超える津波にどの程度の高さまで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **地震と津波の重畳**: 想定を超える地震と津波の同時発生にどの程度まで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **全交流電源喪失**: 発電所が完全に停電(全交流電源喪失)した場合に、外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **最終ヒートシンク喪失**: 燃料から除熱するための海水を取水できない場合(最終ヒートシンク喪失)に外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **シビアアクシデントマネジメント**: これまでに事業者が整備してきたシビアアクシデントマネジメント策について多重防護の観点からその効果を明示

一次評価結果概要

	クリフエッジ評価の指標	クリフエッジ(下段:対象となる設備)		緊急安全対策前 下段:対象となる設備	安全確保対策 の効果
地震 (津波との重畳も同じ)	基準地震動Ss (550gal)との比較	約1.77倍(973.5gal相当) 高電圧用開閉装置		約1.62倍(891gal相当) 原子炉補機冷却水サージタンク	約9%向上
津波 (地震との重畳も同じ)	想定津波高さ (2.60m)との比較	約4.1倍(10.8m) タービン動補助給水ポンプ		約1.4倍(3.85m) 海水ポンプ	約180%向上
地震と津波の重畳時 におけるSBO (またはLUHS)	地震・津波に起因する SBO,LUHSにおいて、燃 料の冷却手段が確保でき なくなるまでの時間	炉心	約8.2日後 水源補給用消防ポンプガソリン	約5時間後 蓄電池	約39倍向上
		使用済燃料	約7.5日後(停止中) ビット水補給用消防ポンプガソリン	約9時間後(停止中) (水温が100°C到達時点)	約20倍向上
全交流電源喪失 (SBO)	地震・津波以外による SBO,LUHSにおいて、燃 料の冷却手段が確保でき なくなるまでの時間*1	炉心	約19日後 水源補給用消防ポンプガソリン	約5時間後 蓄電池	約91倍向上
		使用済燃料	約16日後(停止中) ビット水補給用消防ポンプガソリン	約9時間後(停止中) (水温が100°C到達時点)	約42倍向上
最終ヒートシンク喪失 (LUHS)		炉心	約19日後 水源補給用消防ポンプガソリン	約12日後 蒸気発生器給水用水源	約1.5倍向上
		使用済燃料	約16日後(停止中) ビット水補給用消防ポンプガソリン	約9時間後(停止中) (水温が100°C到達時点)	約42倍向上

*1:燃料の冷却手段がすべて利用できるとして評価

安全確保対策により炉心の冷却手段が多重化・多様化され、プラントの安全性が向上したことが確認できた



高浜発電所3号機の安全性に関する総合評価(ストレステスト)一次評価結果と安全確保対策について

福島第一原子力発電所事故から得られた知見

【地震による影響】

- 地震発生により原子炉は正常に自動停止
- 地すべりによる送電鉄塔の倒壊等により外部電源が喪失
- 非常用ディーゼル発電機は全て正常に自動起動
- 原子炉の冷却に必要な機器は正常に動作

【津波による影響】

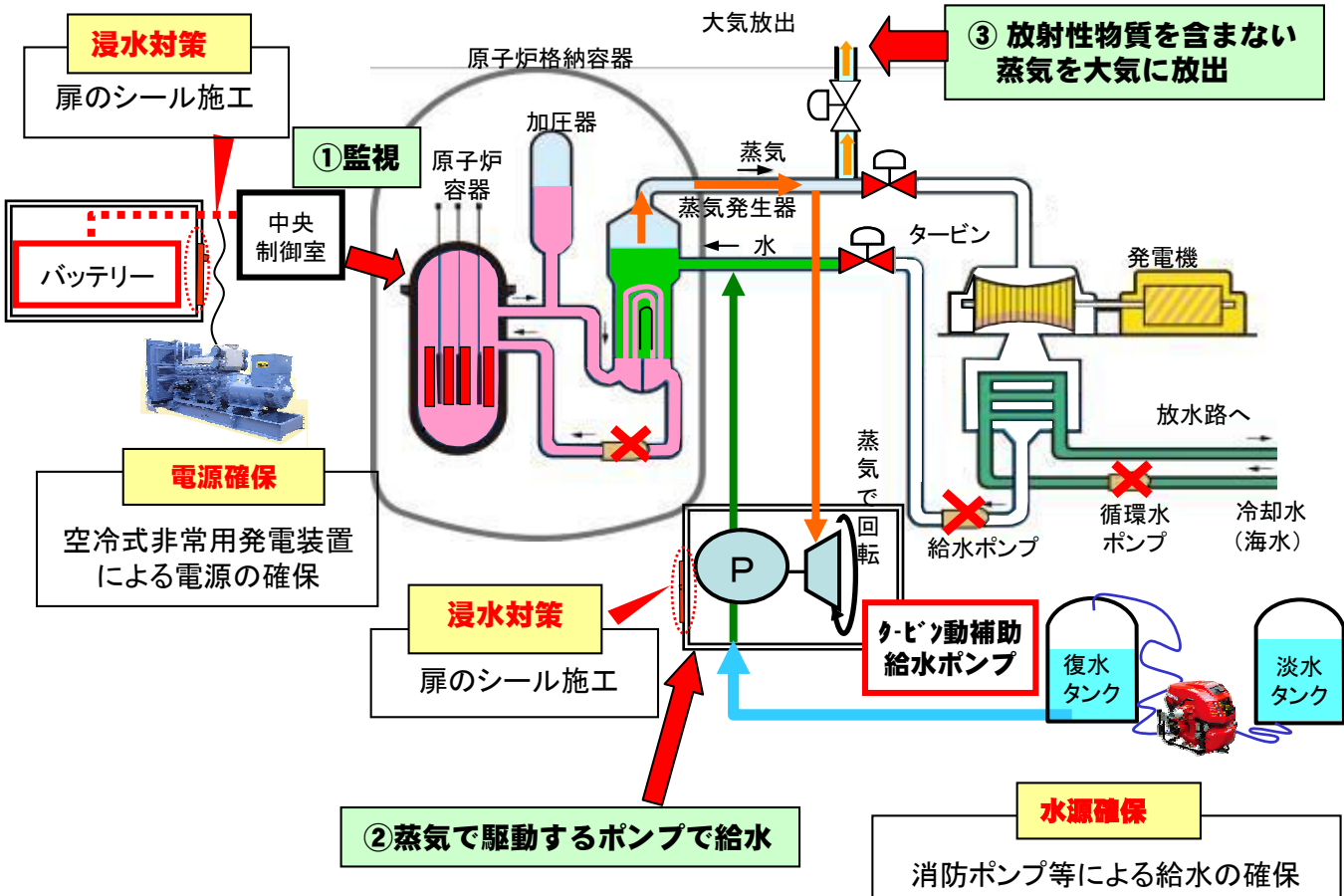
- 非常用ディーゼル発電機、配電盤、バッテリー等の重要な設備が被水
- 海水ポンプが損壊し、最終ヒートシンクが喪失(原子炉冷却機能喪失)
- 全交流電源喪失(外部電源と非常用ディーゼル発電機が喪失)

全交流電源喪失、最終ヒートシンク喪失が長期にわたり継続し、燃料の重大な損傷、格納容器の破損など深刻な事態に陥った

【安全確保対策】

(加圧水型原子炉(PWR)の例)

- 全交流電源喪失の対策 ⇒ プラント監視をするために必要な電源設備を確保
- 最終ヒートシンクの喪失の対応 ⇒ 蒸気発生器への給水設備を確保
- 重要機器の被水防止 ⇒ 建屋の浸水対策を実施



電源確保への対応状況

ハード対策

合計: 2370kVA (予備3台) → 合計: 3970kVA → 合計: 14600kVA

監視機器等への供給: 中央制御室 (電源車の配備: 4台)

更なる電源確保による裕度向上: ※電源確保により電動補助給水ポンプの運転も可能 (電源車の追加配備: 2台)

炉心冷却手段の拡大: ほう酸ポンプ・余熱除去系等 (空冷式非常用発電装置の設置: 8台)

電源供給手段の多様化: 非常用炉心冷却設備・海水ポンプ等 (恒設非常用発電機の設置: 4台)

○ 接続の簡易化: 津波の影響がない海抜32.3m以上に配備した空冷式非常用発電装置から円滑に中央制御室や炉心冷却設備等に給電できるようにあらかじめケーブルを敷設

ソフト対策

配備した電源車や空冷式非常用発電装置をすみやかに必要な箇所に接続するための対策

○ 体制の確立
○ マニュアルの整備
○ 訓練の実施

休日・夜間常に6名確保

平日訓練	45回
夜間訓練	2回
休日訓練	1回

(訓練項目)
・電源車の配置
・電源ケーブル接続
・電源車の運転
・電源車への給油

電源車の接続訓練 (夜間訓練)

○ 訓練の反映
・雨天に備え電源車の変圧器上部に雨よけの屋根を設置
・接続誤り防止のためケーブル接続端子に合マークを表示 他

水源確保への対応状況

ハード対策

冷却水の供給能力向上: 炉心の更なる冷却 (炉心冷却(低温) 消防ポンプの配備: 61台)

電源供給源の多様化: ディーゼル発電機の冷却 (可搬式エンジン駆動海水ポンプの配備: 18台)

海水ポンプの代替: 原子炉補機冷却システムへの給水 (大容量ポンプの配備: 1台)

冷却手段の確保: 炉心冷却(高温)・燃料ピット (総配備数台: 24台)

消防ポンプの総配備数: 75台 (予備含む)

総配備数台: 24台 (予備含む)

H23. 12月配備

ソフト対策

配備した消防ポンプ等をすみやかに必要な箇所に敷設するための対策

○ 体制の確立
○ マニュアルの整備
○ 訓練の実施

(訓練項目)
・ポンプの配置
・ホースの敷設
・ポンプの運転
・ポンプへの給油

SG給水訓練	23回
SFP給水訓練	22回
CSD(※)訓練	10回

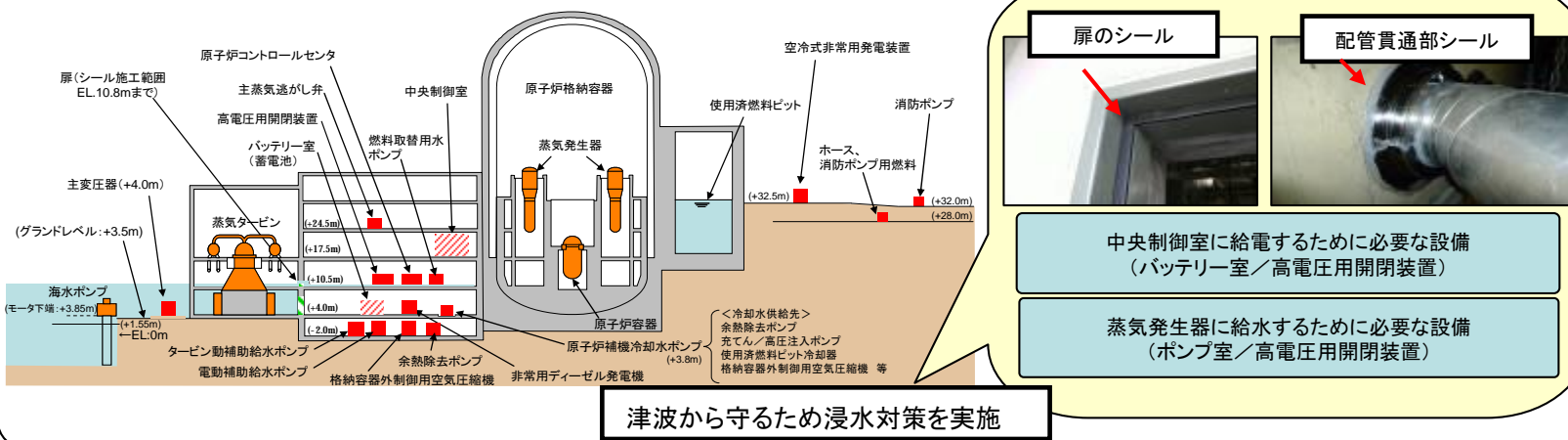
※: 低温停止

訓練: ポンプ設置 (訓練: ホース敷設)

○ 訓練の反映
・重量物である資機材の運搬のため、運搬車を配備
・ポンプ設置箇所へのマーキング 他

○ 資機材の予備
・消防ポンプ 必要台数61台/総数75台
・ホース 必要本数423本/総数617本

浸水対策への対応状況



津波から守るため浸水対策を実施