

高浜発電所1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

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1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・住民の方々には十分な理解が得られているとは言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てきました。

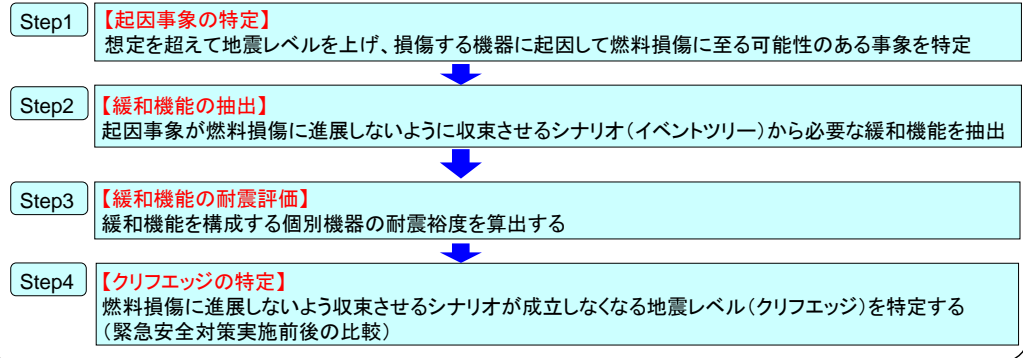
それを受け、原子力安全・保安院は、平成23年7月22日に電力事業者に対し、福島第一原子力発電所事故を踏まえた、安全性に関する総合評価(ストレステスト)の指示を出しました。

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1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

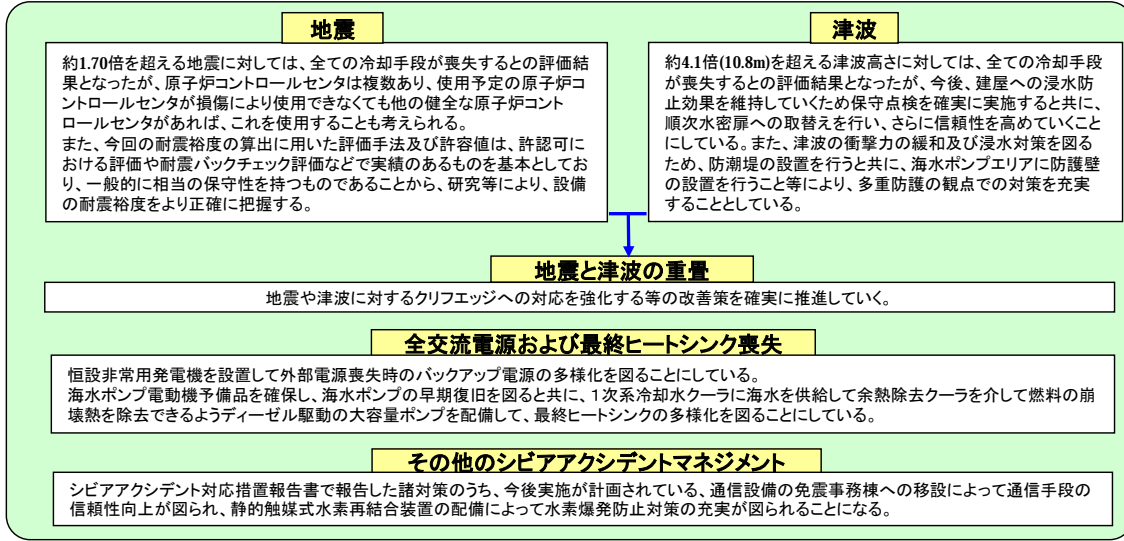
- **地震**: 想定を超える地震にどの程度の地震レベルまで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **津波**: 想定を超える津波にどの程度の高さまで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **地震と津波の重量**: 想定を超える地震と津波の同時発生にどの程度まで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **全交流電源喪失**: 発電所が完全に停電(全交流電源喪失)した場合に、外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **最終ヒートシンク喪失**: 燃料から除熱するための海水を取水できない場合(最終ヒートシンク喪失)に外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料損傷せずに耐えられるか評価
- **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*1
地震 (津波との重量も同じ)	基準地震動Ss (550gal)との比較	約1.70倍(935gal相当) 原子炉コントロールセンタ		約1.64倍(902gal相当) 海水ポンプ現場操作箱	約4%向上
津波 (地震との重量も同じ)	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1.5倍(4.00m) 非常用ディーゼル発電機	約170%向上
全交流電源喪失 (SBO)	外部からの支援がない条件で、燃料の冷却手段が確保できなくなるまでの時間	炉心	約15日後*2 水源補給用消防ポンプガソリン*3	約5時間後*1 蓄電池	約72倍向上
		使用済燃料	約14日後(停止中)*2 ビット水補給用消防ポンプガソリン*3	約11時間後*1(停止中) (水温が100℃到達時点)	約30倍向上
最終ヒートシンク喪失 (LUHS)		炉心	約15日後*2 水源補給用消防ポンプガソリン*3	約3日後 蒸気発生器給水用水源	約5倍向上
		使用済燃料	約14日後(停止中)*2 ビット水補給用消防ポンプガソリン*3	約11時間後*1(停止中) (水温が100℃到達時点)	約30倍向上

*1: 手順が整備されていない対策などについては、実行できる可能性があるものでも期待しないこととし、極めて保守的な条件で評価した。
*2: 外部からの支援なしとした評価結果。外部からの支援を期待するに十分な時間余裕であり、クリフエッジは回避できる。
*3: タンク等の水源枯渇後に消防ポンプにより海水を補給するが、発電所備蓄ガソリンは既に枯渇しており使用できない。

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



地震

約1.70倍を超える地震に対しては、全ての冷却手段が喪失するとの評価結果となったが、原子炉コントロールセンタは複数あり、使用予定の原子炉コントロールセンタが損傷により使用できなくても他の健全な原子炉コントロールセンタがあれば、これを使用することも考えられる。また、今回の耐震裕度の算出に用いた評価手法及び許容値は、許認可における評価や耐震バックチェック評価などで実績のあるものを基本としており、一般的に相当の保守性を持つものであることから、研究等により、設備の耐震裕度をより正確に把握する。

津波

約4.1倍(10.8m)を超える津波高さに対しては、全ての冷却手段が喪失するとの評価結果となったが、今後、建屋への浸水防止効果を維持していくため保守点検を確実に実施すると共に、順次水密扉への取替えを行い、さらに信頼性を高めていくことにしている。また、津波の衝撃力の緩和及び浸水対策を図るため、防潮堤の設置を行うと共に、海水ポンプエリアに防護壁の設置を行うこと等により、多重防護の観点での対策を充実することとしている。

地震と津波の重量

地震や津波に対するクリフエッジへの対応を強化する等の改善策を確実に推進していく。

全交流電源および最終ヒートシンク喪失

恒設非常用発電機を設置して外部電源喪失時のバックアップ電源の多様化を図ることにしている。海水ポンプ電動機予備品を確保し、海水ポンプの早期復旧を図ると共に、1次系冷却水クーラに海水を供給して余熱除去クーラを介して燃料の崩壊熱を除去できるようディーゼル駆動の大容量ポンプを配備して、最終ヒートシンクの多様化を図ることにしている。

その他のシビアアクシデントマネジメント

シビアアクシデント対応措置報告書で報告した諸対策のうち、今後実施が計画されている。通信設備の免震事務棟への移設によって通信手段の信頼性向上が図られ、静的触媒式水素再結合装置の配備によって水素爆発防止対策の充実が図られることになる。

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】

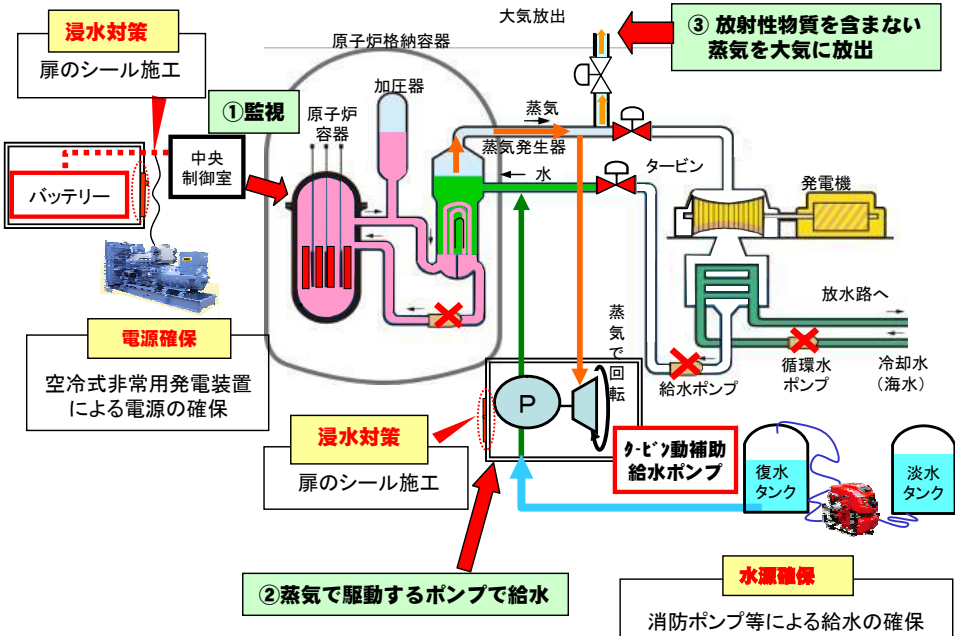
- 非常用ディーゼル発電機、配電盤、バッテリー等の重要な設備が被水
- 海水ポンプが損壊し、最終ヒートシンクが喪失(原子炉冷却機能喪失)
- 全交流電源喪失(外部電源と非常用ディーゼル発電機が喪失)

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】

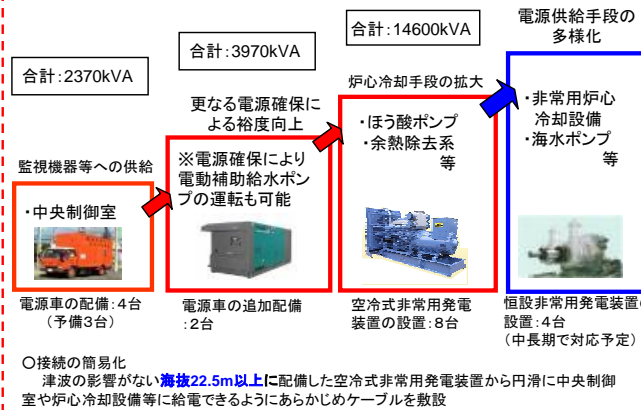
(加圧水型原子炉(PWR)の例)

- 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



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 16回
夜間訓練 2回
休日訓練 1回
これまでの実施回数

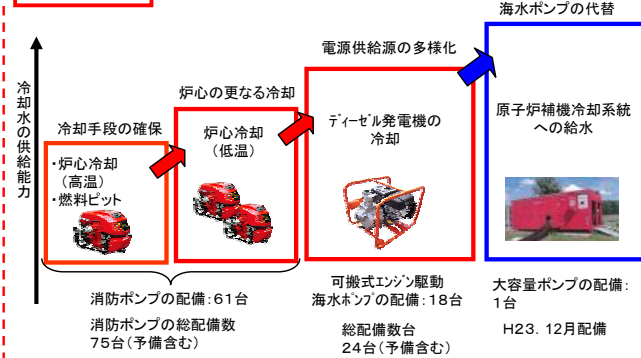
- (訓練項目)
- ・電源車の配置
- ・電源車の運転
- ・電源ケーブル接続
- ・電源車への給油



- 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



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

SG給水訓練 22回
SFP給水訓練 20回
GSD(※)訓練 8回
これまでの実施回数

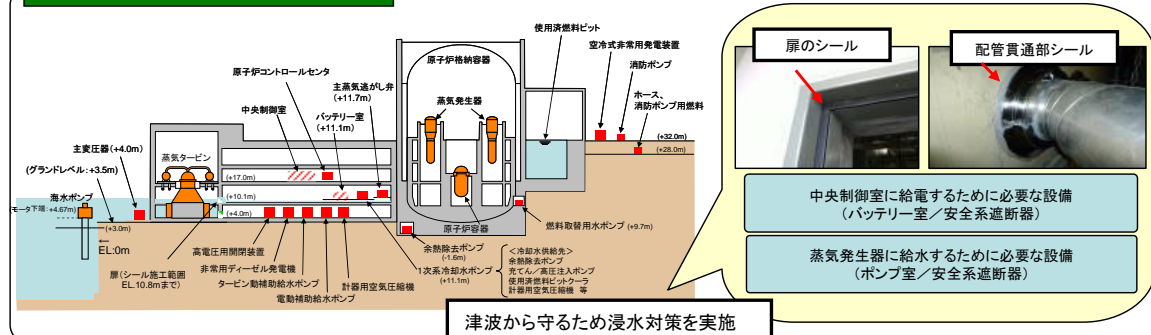
- (訓練項目)
- ・ポンプの配置
- ・ポンプの運転
- ・ホースの敷設
- ・ポンプへの給油



- 訓練の反映
- ・重量物である資材の運搬のため、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697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