

安全性に関する総合評価 (一次評価)について

大飯発電所4号機
美浜発電所3号機
高浜発電所1号機

平成 24年 1月17日
関西電力株式会社

地震の評価(原子炉運転中)

地震により外部電源喪失と主給水喪失が同時に発生するとの想定で、燃料を冷却するために必要な機器が損傷することにより、冷却手段が確保できなくなる地震レベル(クリフエッジ)を特定する

燃料を冷却するためのイベントツリー

(大飯3号機)

緊急安全対策前

蒸気発生器(SG)による冷却が可能な場合

(海水ポンプ)
補助給水による蒸気発生器への給水
(・電動
・タービン動)

成功
主蒸気逃がし弁による熱放出
(弁作動用空気確保
監視機能維持)

(補機冷却水ポンプ)
成功
充てん系による原子炉へのほう酸添加

(補機冷却水ポンプ)
成功
余熱除去系による原子炉冷却

成功
冷却成功

(補機冷却水ポンプ)

成功
格納容器スプレーによる再循環格納容器冷却

成功
冷却成功

SGによる冷却ができない場合

成功
高圧注入による原子炉への給水

成功
加圧器逃がし弁による熱放出

成功
格納容器スプレーによる格納容器除熱

成功
高圧注入による再循環炉心冷却

成功
格納容器スプレーによる再循環格納容器冷却

成功
冷却成功

緊急安全対策後

電源がない場合(※3)
(SGによる冷却は可能)

(補助給水ポンプ)
補助給水による蒸気発生器への給水
(・タービン動)

成功
主蒸気逃がし弁による熱放出
(現地弁手動操作
監視機能維持)

(直流電源盤)
成功
蓄圧注入によるほう酸水の給水
(監視機能維持)

(高電圧用開閉装置)

成功
空冷式非常用発電装置からの給電

成功
冷却成功

※：炉心損傷に至る可能性の高いパス

直流電源容量(約5時間)
がなくなった以降でも
冷却を維持するため

各プラントのクリフエッジの比較

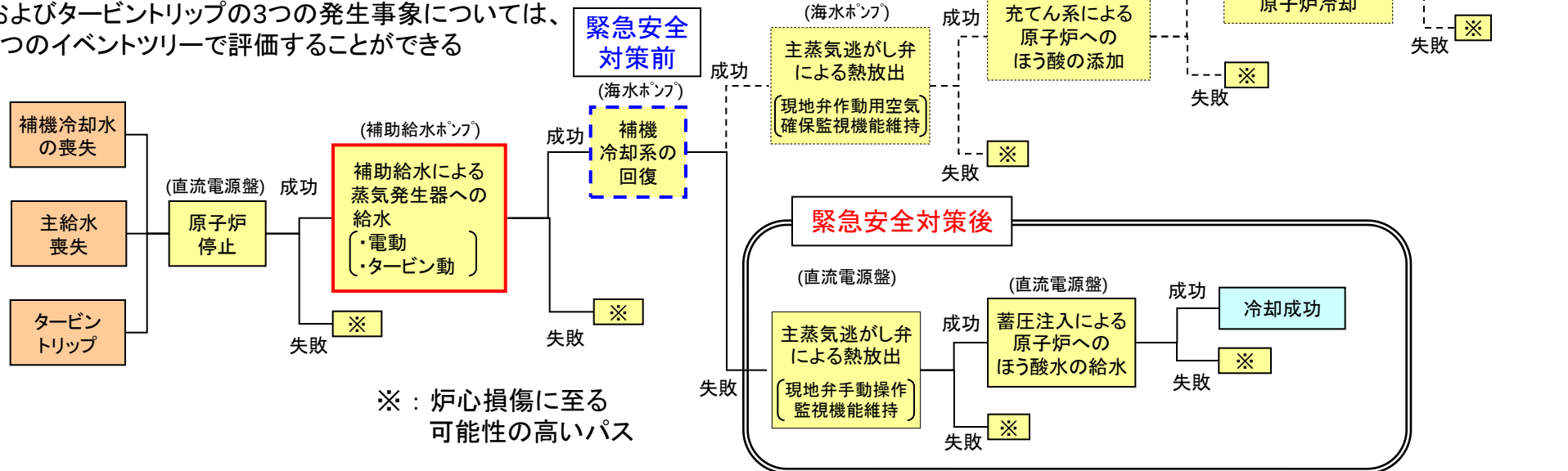
		大飯3、4号機		美浜3号機		高浜1号機	
クリフエッジ	緊急安全対策前	約1.75倍 (1225gal相当)	補機冷却水ポンプ	約1.41倍 (1057gal相当)	海水ポンプ	約1.64倍 (902gal相当)	海水ポンプ現場操作箱
	緊急安全対策後	約1.80倍 (1260gal相当)	高電圧用開閉装置	約1.76倍 (1320gal相当)	原子炉コントロールセンタ	約1.70倍 (935gal相当)	原子炉コントロールセンタ
緊急安全対策の効果		約3%向上		約25%向上		約4%向上	

津波の評価(原子炉運転中)

津波により補機冷却水喪失と主給水喪失等が同時に発生するとの想定で、燃料を冷却するために必要な機器が損傷することにより、冷却手段が確保できなくなる津波高さ(クリフエッジ)を特定する

燃料を冷却するためのイベントツリー (大飯3号機)

補機冷却水の喪失、ならびにこれに伴う、主給水喪失およびタービントリップの3つの発生事象については、1つのイベントツリーで評価することができる



各プラントのクリフエッジの比較

		大飯3、4号機		美浜3号機		高浜1号機	
クリフエッジ	緊急安全対策前	4.65m	海水ポンプ	4.0m	非常用D/G	4.0m	非常用D/G
	緊急安全対策後	11.4m	補助給水ポンプ	11.1m	タービン動補助給水ポンプ	10.8m	タービン動補助給水ポンプ
緊急安全対策の効果		約145%向上		約178%向上		約170%向上	

最終ヒートシンク喪失の評価(原子炉運転中)

最終ヒートシンク喪失が発生するとの想定で、燃料を冷却するために必要な給水機能が喪失することにより、外部からの支援なしで冷却が継続できなくなるまでの時間(クリフエッジ)を特定する

(炉 心)			最終ヒートシンク喪失発生からの時間(日数)																							
	水源	分類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	..			
SG 給水機能	復水ピット(大飯3、4号) 復水タンク(美浜3号、高浜1号)	イ)	←約5時間																							
	C-2次系純水タンク(大飯3、4号) A,B-2次系純水タンク(美浜3号) A-2次系純水タンク(高浜1号)	ロ)	約6日間																							
	2次系純水タンク(予備)(大飯3、4号) A,B 淡水タンク(消防ポンプ利用)(美浜3号) 1,2uA・C-淡水タンク(ディーゼル消火ポンプ、消火栓利用)(高浜1号)	ハ)																								
	海水(消防ポンプ利用) (大飯3、4号、美浜3号、高浜1号)	ハ)																								

約6日後
(緊急安全対策前)

約16日後
(緊急安全対策後)

※図の数値は代表として、
大飯3号機の例を示す。

- イ) 工事計画で対象とした設備
- ロ) 実施済みのアクシデントマネジメント設備
- ハ) 緊急安全対策(短期)

各プラントのクリフエッジの比較

		大飯3、4号機		美浜3号機		高浜1号機	
クリフ エッジ	緊急安全 対策前	約6日後	SG給水用水源	約7日後	SG給水用水源	約3日後	SG給水用水源
	緊急安全 対策後	約16日後	水源補給用消防 ポンプガソリン	約12日後	水源補給用消防 ポンプガソリン	約15日後	水源補給用消防 ポンプガソリン
緊急安全対策の効果		約2.6倍向上		約1.7倍向上		約5倍向上	

まとめ（大飯3、4号機の一次評価結果概要）

参考1

	クリフエッジ 評価の指標	燃料	クリフエッジ 下段:対象となる設備	主な対策内容	緊急安全対策前 下段:対象となる設備	緊急安全 対策の効果 *1
地震 (津波と の重畳 も同じ)	地震による機器の損傷により、燃料の冷却手段が確保できなくなる地震動と基準地震動Ss(700gal)との比較	炉心	1.80倍(1260gal相当) 高電圧用開閉装置	空冷式非常用発電装置の 配備、タービン動補助給 水ポンプの水源の確保等	1.75倍(1225gal相当) 原子炉補機冷却水ポンプ	約3%向上
		使用済燃料 ピット	2.00倍(1400gal相当) 使用済燃料ピット	消防ポンプの配備等	1.75倍(1225gal相当) 原子炉補機冷却水ポンプ	約14%向上
津波 (地震と の重畳 も同じ)	津波による機器の損傷(浸水)により、燃料の冷却手段が確保できなくなる津波高さと想定津波高さ(2.85m)との比較	炉心	約4.0倍(11.4m) タービン動補助給水ポンプ	空冷式非常用発電装置の 配備とタービン動補助給 水ポンプの水源の確保、 扉及び貫通部の シール施工等	約1.6倍(4.65m) 海水ポンプ	約145% 向上
		使用済燃料 ピット	約5.0倍(14.4m) 消防ポンプのガソリン保管位置	消防ポンプの配備等	約4.7倍(13.5m) 外部電源	約7%向上
全交流 電源喪失	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16日後*2 水源補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約5時間後*1 蓄電池	約76倍 向上
		使用済燃料 ピット	約10日後(停止中)*2 ピット水補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約12時間後*1(停止中) (水温が100℃到達時点)	約20倍 向上
最終 ヒート シンク 喪失		炉心	約16日後*2 水源補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約6日後 蒸気発生器給水用水源	約2.6倍 向上
		使用済燃料 ピット	約10日後(停止中)*2 ピット水補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約12時間後*1(停止中) (水温が100℃到達時点)	約20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。

まとめ（美浜3号機の一次評価結果概要）

参考2

	クリフエッジ 評価の指標	燃料	クリフエッジ 下段:対象となる設備	主な対策内容	緊急安全対策前 下段:対象となる設備	緊急安全 対策の効果*1
地震 (津波と の重畳 も同じ)	地震よる機器の損傷により、燃料の冷却手段が確保できなくなる地震動と基準地震動(Ss750gal)との比較	炉心	1.76倍(1320gal相当) 原子炉コントロールセンタ	空冷式非常用発電装置の 配備、タービン動補助給 水ポンプの水源の確保等	1.41倍(1057gal相当) 海水ポンプ	約25%向上
		使用済燃料 ピット	2.00倍(1500gal相当) 使用済燃料ピット	消防ポンプの配備等	1.19倍(893gal相当) 燃料取替用水タンク	約68%向上
津波 (地震と の重畳 も同じ)	津波よる機器の損傷(浸水)により、燃料の冷却手段が確保できなくなる津波高さと想定津波高さ(2.37m)との比較	炉心	約4.6倍(11.1m) タービン動補助給水ポンプ	空冷式非常用発電装置の 配備とタービン動補助給 水ポンプの水源の確保、 扉及び貫通部の シール施工等	約1.6倍(4.0m) 非常用ディーゼル発電機	約178% 向上
		使用済燃料 ピット	約13.5倍(32.0m) 消防ポンプのガソリン保管高さ	消防ポンプの配備等	約1.6倍(4.0m) 非常用ディーゼル発電機	約700% 向上
全交流 電源喪失	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12日後*2 水源補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約5時間後*1 蓄電池	約57倍 向上
		使用済燃料 ピット	約8.8日後(停止中)*2 ピット水補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約9時間後*1(停止中) (水温が100℃到達時点)	約23倍 向上
最終 ヒート シンク 喪失		炉心	約12日後*2 水源補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約7日後 蒸気発生器給水用水源	約1.7倍 向上
		使用済燃料 ピット	約8.8日後(停止中)*2 ピット水補給用消防ポンプガソリン	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約9時間後*1(停止中) (水温が100℃到達時点)	約23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。

まとめ（高浜1号機の一次評価結果概要）

参考3

	クリフエッジ 評価の指標	燃料	クリフエッジ 下段:対象となる設備	主な対策内容	緊急安全対策前 下段:対象となる設備	緊急安全対策 の効果 *1
地震 (津波との重畳 も同じ)	地震による機器の損傷により、燃料の冷却手段が確保できなくなる地震動と基準地震動(Ss550gal)との比較	炉心	約1.70倍(935gal相当) 原子炉コントロールセンタ	空冷式非常用発電装置の 配備、タービン動補助給水 ポンプの水源の確保等	約1.64倍(902gal相当) 海水ポンプ現場操作箱	約4% 向上
		使用済燃料ピット	約2.00倍(1100gal相当) 使用済燃料ピット	消防ポンプの配備等	約1.64倍(902gal相当) 海水ポンプ現場操作箱	約22% 向上
津波 (地震との重畳 も同じ)	津波による機器の損傷(浸水)により、燃料の冷却手段が確保できなくなる津波高さと想定津波高さ(2.60m)との比較	炉心	約4.1倍(10.8m) タービン動補助給水ポンプ	空冷式非常用発電装置の 配備とタービン動補助給水 ポンプの水源の確保、扉及び貫通部のシール施工等	約1.5倍(4.0m) 非常用ディーゼル発電機	約170% 向上
		使用済燃料ピット	約10.7倍(28.0m) 消防ポンプのガソリン保管高さ	消防ポンプの配備等	約1.5倍(4.0m) 非常用ディーゼル発電機	約600% 向上
全交流電源喪失	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	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約5時間後*1 蓄電池	約72倍 向上
		使用済燃料ピット	約14日後(停止中)*2 ピット水補給用消防ポンプガソリン*3	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	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		炉心	約15日後*2 水源補給用消防ポンプガソリン*3	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	約3日後 蒸気発生器給水用水源	約5倍 向上
		使用済燃料ピット	約14日後(停止中)*2 ピット水補給用消防ポンプガソリン*3	水源の多様化、 消防ポンプの配備等	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。