

参 考 資 料

本参考資料の位置付け

本参考資料は、当社が原子力安全・保安院に提出した大飯発電所3号機及び4号機ストレステスト報告書に対して、原子力安全・保安院及び原子力安全委員会に審査の過程でご確認頂いた資料の一部を、高浜発電所4号機ストレステスト報告書の審査に向けて、新たに整理したものである。

なお、今後、高浜発電所4号機ストレステスト報告書に対する審査の過程において、必要に応じ、適宜、更新する。

地震、津波及び地震・津波の重畳時における原子炉及び使用済燃料ピットの 冷却継続時間評価

【概要】

地震、津波及び地震・津波の重畳評価におけるクリフエッジでの事故シナリオは、炉心及び使用済燃料ピット（以下、「SFP」という。）において、地震、津波及び地震・津波の重畳時のいずれも全交流電源喪失（以下、「SB0」という。）と最終ヒートシンク喪失（以下、「LUHS」という。）の重畳の状態になる。これらの状態においても緊急安全対策による蒸気発生器を介した2次系からの炉心の冷却、SFPへの注水によるSFPの冷却を行うことができる。

地震、津波及び地震・津波の重畳における時間的余裕の評価（以下、「本評価」という。）では、SB0、LUHSの単独の評価（以下、「基本シナリオ」という。）に対し、クリフエッジの地震動又は津波高さから緊急安全対策による給水機能等を果たす設備の利用可否の検討を行うとともに、冷却に使用可能な水量、燃料の量等の評価条件については以下のとおりとした。

- ① 地震時は、耐震Sクラスより下位の設備は使用できないものとし、利用可能な水源は、炉心では復水タンク及び海水（消防ポンプ利用）、SFPでは海水とする。
- ② 津波時は、クリフエッジとなる津波高さより低い位置にある設備は使用できないものとし、利用可能な水源は、炉心では復水タンク、B-2次系純水タンク、1, 2uG-E-淡水タンク、3, 4uB-G-淡水タンク及び海水、SFPでは海水とする。
- ③ 所内に保有しているガソリンの量は、基本シナリオの評価時点（平成24年4月1日）での保有量12,150リットルを用いる。
- ④ 基本シナリオの評価では、復水タンクの水量を保守的に保安規定値（520m³）として評価しているが、水位は中央制御室から監視可能であり常に水位低警報値（646m³）以上で管理されていることから、本評価では水位低警報値の水量を用いる。
- ⑤ 基本シナリオの評価では、SFPの水位の低下分を給水することにより水位を維持する保守的な評価としているが、本評価では、遮へい設計基準（0.15mSv/h）を満足する水位（燃料頂部から上に4.34m分の水位）までの水位低下（3m分）を許容する評価とする。

評価結果は、地震、地震・津波の重畳の場合、炉心は約7.6日間、SFPは運転時で約7.6日間、停止時で約7.5日間、津波の場合、炉心は約16日間、SFPは運転時で約8.7日間、停止時で約7.5日間である。これらの評価結果は、プラント外部からの支援（ガソリン等の補給）がない場合であり、陸路の他、ヘリコプターによる空輸の仕組みを構築しており、十分な時間余裕と考えている。

ヘリコプターによる空輸については、高浜発電所のある若狭地域とは異なる大阪

府の南部に位置する八尾空港を拠点とし全国の４ヶ所（東京、富山、名古屋、広島）の空港も使用できるようにしている。八尾を含む５ヶ所の空港全てが連続して飛行できなかった日数は過去20年間で3日間連続が１回であり、若狭地域で連続して飛行不能に相当する気象条件であった日数は過去20年間で3日間連続が2回であった。地震、津波及び地震・津波の重畳における冷却継続時間の時間的余裕である約7.5日間の間においても輸送することが期待できる。

【詳細】

地震、津波及び地震・津波の重畳におけるクリフエッジ評価では、炉心については地震動 $1.77 \times S_s$ 及び津波高さ10.8m、使用済燃料ピット（以下、SFPという。）については地震動 $2 \times S_s$ 及び津波高さ28.0mをクリフエッジとしている。

炉心のクリフエッジ（地震動 $1.77 \times S_s$ 、津波高さ10.8m）における外部電源、非常用ディーゼル発電機及び海水ポンプの機能状態は表１のとおりとなり、地震、津波、地震・津波の重畳のいずれも全交流電源喪失（以下、SBOという。）と最終ヒートシンク喪失（以下、LUHSという。）の重畳の状態となる。

表１．炉心のクリフエッジの場合の機能状態（事故シナリオ）

	交流電源		最終ヒートシンク
	外部電源	非常用ディーゼル 発電機	海水ポンプ
地震	× ($1.0 \times S_s$ 未満)	× (海水ストレナ: $1.63 \times S_s$)	× (海水ストレナ: $1.63 \times S_s$)
津波	× (主変圧器:4.0m)	× (海水ポンプ:3.85m)	× (海水ポンプ:3.85m)
地震・津波の重畳	×	×	×

注：括弧内は機能喪失する要因

また、SFPのクリフエッジ（地震動 $2 \times S_s$ 、津波高さ28.0m）における外部電源、非常用ディーゼル発電機及び海水ポンプの機能状態は表２のとおりとなり、地震、津波及び地震・津波の重畳のいずれもSBOとLUHSの重畳の状態となる。

表 2. SFPのクリフエッジの場合の機能状態（事故シナリオ）

	交流電源		最終ヒートシンク
	外部電源	非常用ディーゼル発電機	海水ポンプ
地震	× ($1.0 \times S_s$ 未満)	× (海水ストレナ: $1.63 \times S_s$)	× (海水ストレナ: $1.63 \times S_s$)
津波	× (主変圧器:4.0m)	× (海水ポンプ:3.85m)	× (海水ポンプ:3.85m)
地震・津波の重畳	×	×	×

注：括弧内は機能喪失する要因

これらクリフエッジの場合のいずれの事故シナリオも、炉心においては緊急安全対策による蒸気発生器を介した2次系からの冷却、SFPにおいては緊急安全対策によるSFPへの注水により冷却を行うことができる。

地震、津波及び地震・津波の重畳における時間的余裕の評価（以下、「本評価」という。）では、SBO, LUHSの単独の評価（以下、「基本シナリオ」という。）に対し、クリフエッジの地震動又は津波高さから緊急安全対策による給水機能等を果たす設備の利用可否の検討を行うとともに、冷却に使用可能な水量、燃料の量等の評価条件については以下のとおりとした（表3参照）。

- ① 地震時は、耐震Sクラスより下位の設備は使用できないものとし、利用可能な水源は、炉心では復水タンク及び海水（消防ポンプ利用）、SFPでは海水とする。
- ② 津波時は、クリフエッジとなる津波高さより低い位置にある設備は使用できないものとし、利用可能な水源は、炉心では復水タンク、B-2次系純水タンク、1, 2uC・E-淡水タンク、3, 4uB・C-淡水タンク及び海水、SFPでは海水とする。
- ③ 所内に保有しているガソリンの量は、基本シナリオの評価時点（平成24年4月1日）での保有量12,150リットルを用いる。
- ④ 基本シナリオの評価では、復水タンクの水量を保守的に保安規定値（520m³）として評価しているが、水位は中央制御室から監視可能であり常に水位低警報値（646m³）以上で管理されていることから、本評価では水位低警報値の水量を用いる。
- ⑤ 基本シナリオの評価では、SFPの水位の低下分を給水することにより水位を維持する保守的な評価としているが、本評価では、遮へい設計基準（0.15mSv/h）を満足する水位（燃料頂部から上に4.34m分の水位）までの水位低下（3m分）を許容する評価とする。

なお、いずれもプラント外部からの支援（ガソリン等の補給）がない場合の時間的余裕を評価している。

評価の結果は、表 4 のとおりとなった。

表 4. 冷却継続時間評価結果

	炉心 (運転時)	SFP	
		(運転時)	(停止時)
地震	約7.6日間 (図 1)	約7.6日間 (図 1)	約7.5日間 (図 2)
津波	約16日間 (図 3)	約8.7日間 (図 3)	約7.5日間 (図 4)
地震・津波の重畳	約7.6日間 (図 1)	約7.6日間 (図 1)	約7.5日間 (図 2)

ヘリコプターによる空輸については、高浜発電所のある若狭地域とは異なる大阪府の南部に位置する八尾空港を拠点とし全国の 4 ヶ所（東京、富山、名古屋、広島）の空港も使用できるようにしている。八尾を含む 5 ヶ所の空港全てが連続して飛行できなかった日数は過去 20 年間で 3 日間連続が 1 回であり、若狭地域で連続して飛行不能に相当する気象条件であった日数は過去 20 年間で 3 日間連続が 2 回であった（添付-1）。地震、津波及び地震・津波の重畳における冷却継続時間の時間的余裕である約 7.5 日間の間においても輸送することが期待できる。

以 上

表 3 地震、津波及び重量評価における給水機能及び電源機能を果たす設備の利用可否、並びに各ケースでの冷却に使用可能な水量等と冷却継続時間評価結果

【S G 給水機能】						
	ストレステスト 報告書評価条件 (基本シナリオ)	設備の利用可否		地震・津波の 重量	津波における評価 H24.4.1 時点	備考
		地震(炉心:1.77Ss ,SFP:2Ss)	津波(炉心:10.8m ,SFP:28.0m)			
復水タンク	評価水量 520m ³	○ (耐震 S クラス)	○ (EL15.0m)	○	646m ³	ストレステスト報告書では保安規定値 520m ³ で評価。本評価では、中央制御室から監視可能であり、常に管理（水位低警報値）されている水量 646m ³ で評価。 地震、地震・津波の重量における評価では利用不可 地震、地震・津波の重量における評価では利用不可 地震、地震・津波の重量における評価では利用不可
B-2 次系純水タンク	評価水量 4,050m ³	× (耐震 C クラス)	○ (EL25.0m)	×	4,050m ³	
1,2uC・E・淡水タンク (ディーゼル消火ポンプ、 消火栓利用)	評価水量 844m ³	× (耐震 C クラス)	○ (EL13.5m)	×	844m ³	
3,4uB・C・淡水タンク (消防ポンプ利用)	評価水量 4,935m ³	× (耐震 C クラス)	○ (EL25.0m)	×	4,935m ³	
海水 (消防ポンプ利用)	所内ガソリン量※1 12,150リットル	○※2	○ (EL28.0m)	○	12,150リットル	
【電源機能】						
蓄電池	容量：5 時間	○ (耐震 S クラス)	○ (EL10.8m)	○	容量：5 時間	
非常用ディーゼル発電機 燃料油貯油槽	評価重油量※1 1,004m ³	○ (耐震 S クラス)	○ (地下タンク)	○	1,004m ³	空冷式非常用発電装置（1.8Ss、EL32.5m）の燃料
補助ボイラ燃料タンク	評価重油量※1 276m ³	× (耐震 C クラス)	○ (EL11.5m)	×	276m ³	空冷式非常用発電装置の燃料 地震、地震・津波の重量における評価では利用不可
【S F P 給水機能】						
1,2uC・E・淡水タンク (ディーゼル消火ポンプ、 消火栓利用)	評価水量 3,056m ³	× (耐震 C クラス)	× (EL13.5m)	×	—	地震、津波、地震・津波の重量における評価では利用不可
1 次系純水タンク (1 次系補給水ポンプ利用)	評価水量 140m ³	× (耐震 C クラス)	× (EL9.0m)	×	—	地震、津波、地震・津波の重量における評価では利用不可
海水 (消防ポンプ利用)	所内ガソリン量※1 SG 給水と共用	○※2 (EL28.0m)	○ (EL28.0m)	○	12,150リットル	
給水の考え方	SFP の初期水位 を維持	—	—	—	SFP 水位 3m 低下後、 給水開始	遮へい設計基準(0.15mSv/h)を満足する水位(燃料頂部から上に 4.34m 分の水位)までの水位低下(3m 分)を許容(添付-2 参照)
【冷却継続時間評価】						
炉心（運転時）	約 18 日間	—	—	—	約 7.6 日間	約 16 日間
	（運転時）	—	—	—	約 7.6 日間	約 8.7 日間
	（停止時）	—	—	—	約 7.5 日間	約 7.5 日間

※1: 所内ガソリン、重油は、SBO 等の全号機 (1～4 号機) 同時発生を考慮していることから、発電所共用として使用することとしている。

※2: 消防ポンプはデントハウスに平置しており高所からの落下等による破損の恐れはない (ポンプの予備率は 114%)。ガソリンは、ガソリン保管倉庫内にドラム缶で保管し転倒防止のため数本ずつ固縛している。ガソリン保管倉庫は軽量鉄骨のプレハブ構造であるため、倒壊は考えにくく、屋根は軽量であるため落下したとしてもドラム缶に大きな荷重がかかることはない。

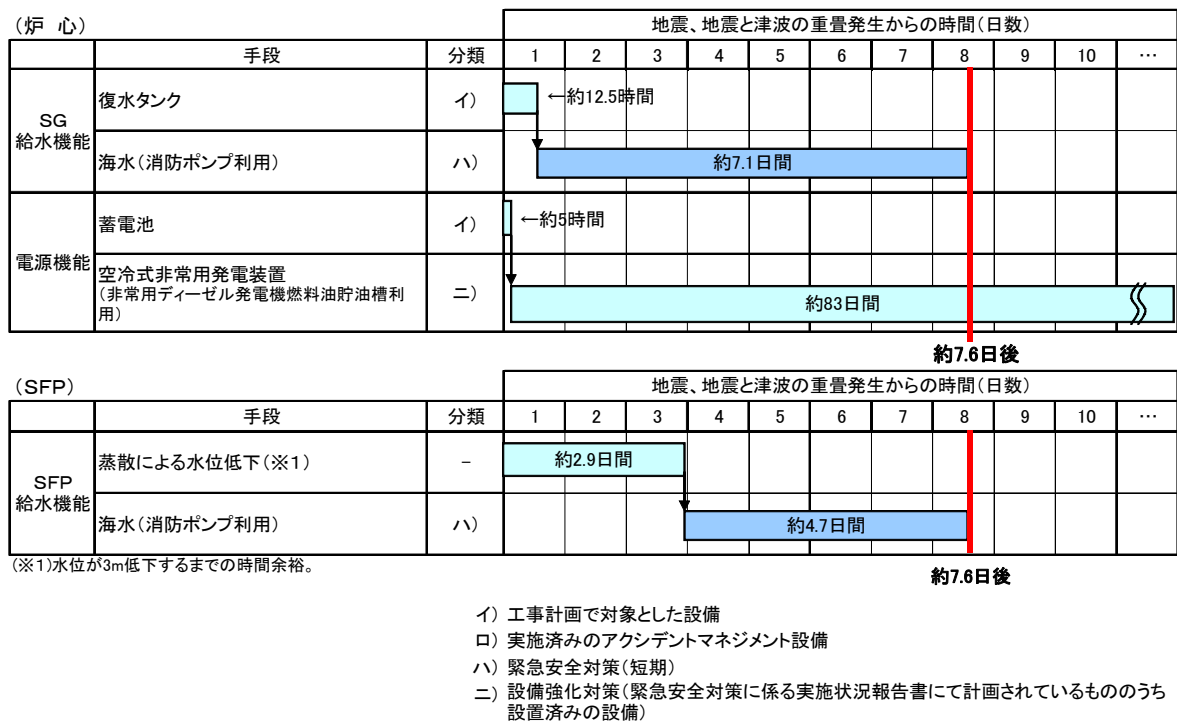


図1 プラント運転時における給水及び電源機能の継続時間評価結果
(地震、地震・津波の重畳)

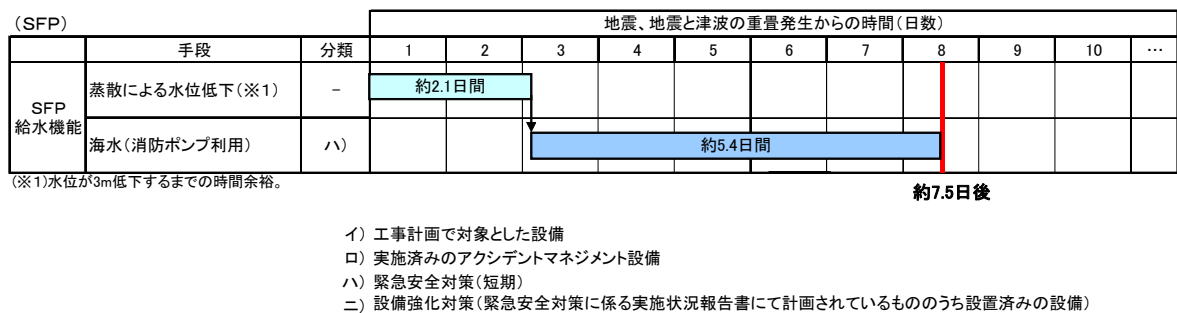


図2 プラント停止時における給水機能の継続時間評価結果(地震、地震・津波の重畳)

上記の復水タンク枯渇時間、SFPの水位低下時間、消防ポンプによる給水継続時間、空冷式非常用発電装置の運転継続時間のそれぞれの評価方法を添付-3～6に示す。

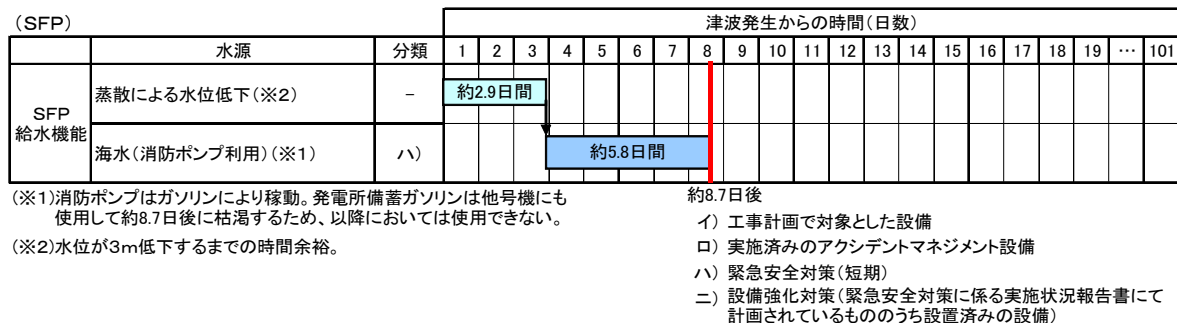
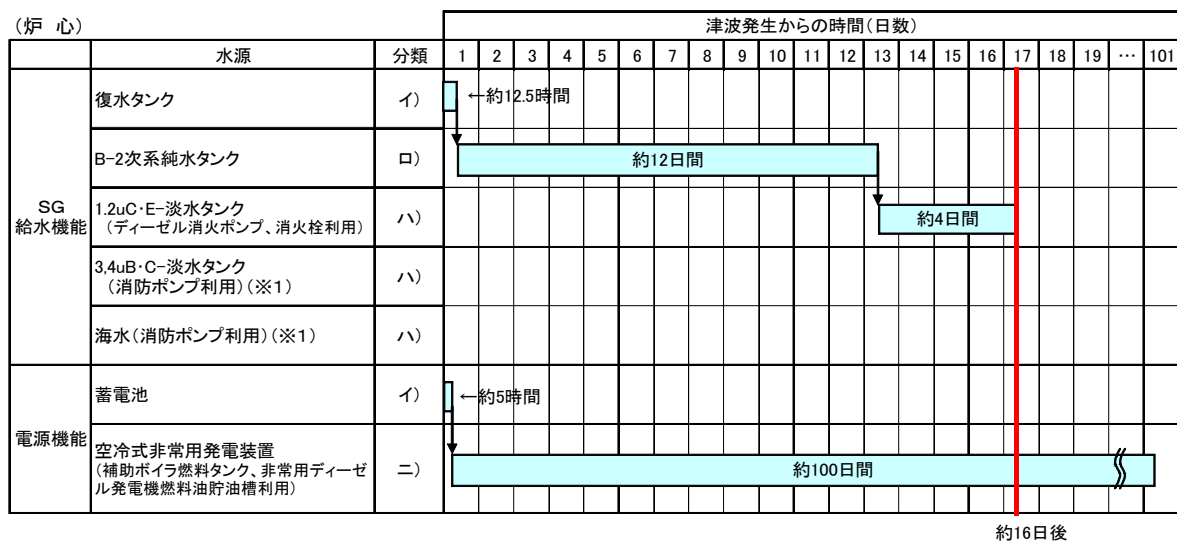


図3 プラント運転時における給水及び電源機能の継続時間評価結果(津波)

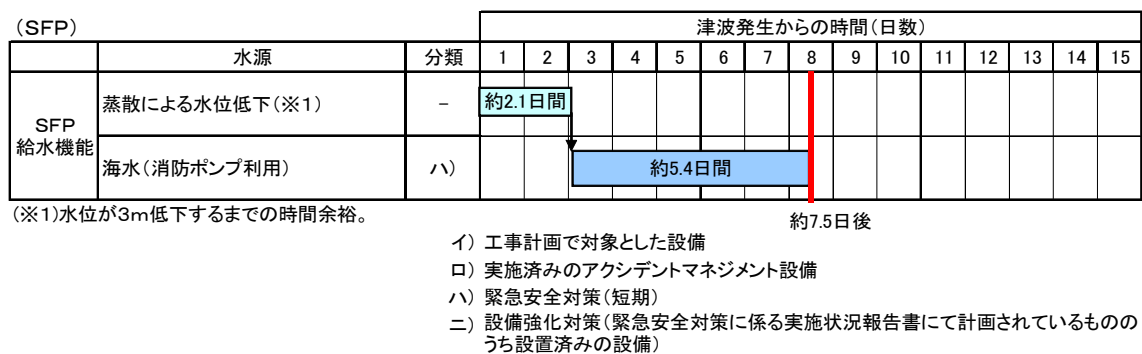


図4 プラント停止時における給水機能の継続時間評価結果(津波)

ヘリコプターによるガソリン等の空輸について

【空輸の拠点】

若狭方面での地震、津波に備え、若狭地域から 100km 以上離れたところにある八尾空港を空輸の拠点としている。さらに多様性の観点から、契約している会社がヘリコプターを常時置いている全国の 4 ヶ所（東京、富山、名古屋、広島）の空港も使用できるようにしている。最も遠い東京からでも約 2 時間で若狭地域へ飛行することができる。

【飛行不可能の基準】

ヘリコプターが飛行不可能となるのは、契約先の運航業務実施規則において、視界不良（雨、雪を含む）の場合と暴風の場合と規定されている。視界不良とは、有視界状態でない場合であり、航空法施行規則から飛行視程 5000m 未満又は雲高 300m 未満の気象状態の場合としている。有視界状態の条件を満たさない場合においても、飛行視程 1500m 以上で諸条件を満たせば飛行可能であるが、保守的に飛行視程 5000m 未満又は雲高 300m 未満を飛行不可能とした。若狭地域には空港がなく空港の気象データがとれないので、近傍の気象庁の観測所（敦賀及び舞鶴）の気象データを用いることとし、雲高のデータがないため視程 5000m 未満を飛行不可能とした。また、暴風とは、強風により飛行不可能な場合であり、実証されている性能を超える最大風速 15m 以上の場合とした。

【飛行不可能の評価】

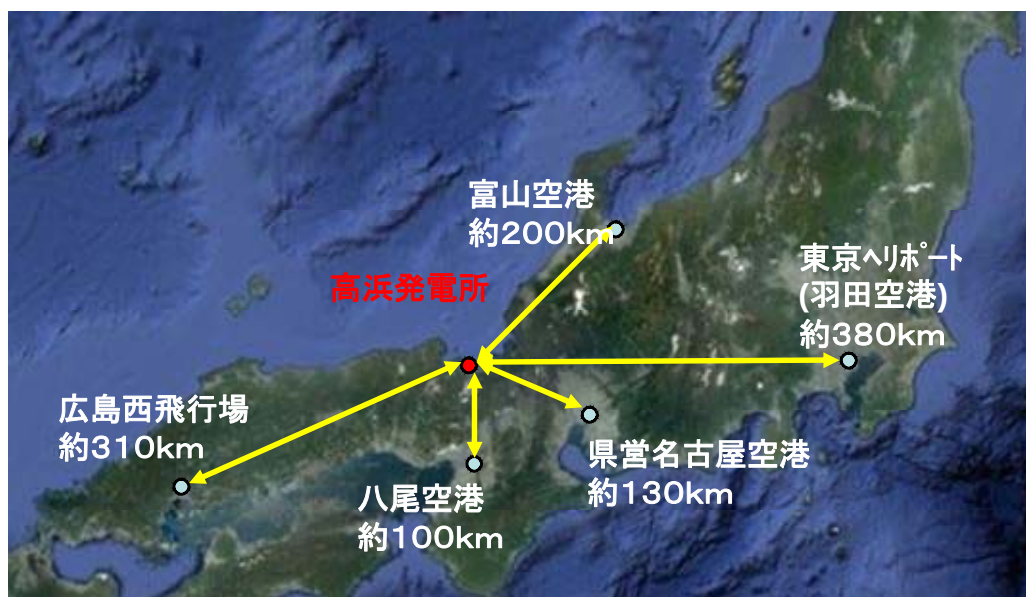
過去 20 年間（1991 年～2011 年）で拠点の中心である八尾空港において、連続して飛行できなかった日数と回数は、5 日連続が 3 回、4 日連続が 1 回、3 日連続が 7 回、2 日連続が 4 2 回であった。3 日連続以上の 1 1 回について全国の 4 ヶ所（東京、富山、名古屋、広島）の空港で飛行可否を調べたところ、全ての空港で連続して飛行不可能であった日は 3 日連続の 1 回となった。

一方、若狭地域において連続して飛行不可能と評価した日数と回数は、3 日連続は 2 回、2 日連続は気象庁の観測所のうち敦賀で 1 3 回と舞鶴で 7 回となった。

八尾空港と若狭地域で 3 日連続して飛行できなかった日については、同一時期でないことを確認している。

地震、津波及び地震・津波の重畳における冷却継続評価の時間的余裕である約 7. 5 日間の間においても輸送することが期待できる。

【高浜発電所と各空港との位置関係及び距離】



【美浜、高浜、大飯発電所、気象庁観測所及び八尾空港の位置関係】



過去20年間(1991年～2011年)における
八尾空港及び若狭地域の連続2日以上飛行できなかった状況

八尾空港

【判定基準】

項目	判定	判定基準
視界	○	飛行視程5000m以上 かつ 雲高300m以上
	×	飛行視程5000m未満 または 雲高300m未満
風	○	最大風速15m未満
	×	最大風速15m以上
飛行可否	○	視界条件○ かつ 風条件○
	×	視界条件× または 風条件×

【判定結果】

5日連続

3回

年	日	視界	風	飛行可否
1991年	12月4日	×	○	×
1991年	12月5日	×	○	×
1991年	12月6日	×	○	×
1991年	12月7日	×	○	×
1991年	12月8日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1995年	7月3日	×	○	×
1995年	7月4日	×	○	×
1995年	7月5日	×	○	×
1995年	7月6日	×	○	×
1995年	7月7日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1993年	11月2日	×	○	×
1993年	11月3日	×	○	×
1993年	11月4日	×	○	×
1993年	11月5日	×	○	×
1993年	11月6日	×	○	×

4日連続

1回

年	日	視界	風	飛行可否
1991年	12月22日	×	○	×
1991年	12月23日	×	○	×
1991年	12月24日	×	○	×
1991年	12月25日	×	○	×

3日連続

7回

年	日	視界	風	飛行可否
1991年	11月26日	×	○	×
1991年	11月27日	×	○	×
1991年	11月28日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1992年	11月29日	×	○	×
1992年	11月30日	×	○	×
1992年	12月1日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1993年	6月28日	×	○	×
1993年	6月29日	×	○	×
1993年	6月30日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1994年	12月11日	×	○	×
1994年	12月12日	×	○	×
1994年	12月13日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1992年	2月28日	×	○	×
1992年	2月29日	×	○	×
1992年	3月1日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1993年	1月13日	×	○	×
1993年	1月14日	×	○	×
1993年	1月15日	×	○	×

年	日	視界	風	飛行可否
1993年	7月8日	×	○	×
1993年	7月9日	×	○	×
1993年	7月10日	×	○	×

2日連続

42回

若狭地域

【判定基準】

項目	判定	判定基準
視界	○	視程5000m以上
	×	視程5000m未満
風	○	最大風速15m未満
	×	最大風速15m以上
飛行可否	○	視界条件○ かつ 風条件○
	×	視界条件× または 風条件×

【判定結果】

		敦賀観測所					舞鶴観測所				
3日連続 2回		年	日	視界	風	飛行可否	年	日	視界	風	飛行可否
		1995年	1月13日	×	○	×	1995年	1月13日	×	○	×
		1995年	1月14日	×	○	×	1995年	1月14日	×	○	×
		1995年	1月15日	×	○	×	1995年	1月15日	×	○	×
		年	日	視界	風	飛行可否	年	日	視界	風	飛行可否
		2006年	3月12日	×	○	×	2006年	3月12日	○	○	○
		2006年	3月13日	×	○	×	2006年	3月13日	×	○	×
		2006年	3月14日	×	○	×	2006年	3月14日	○	○	○

		敦賀観測所					舞鶴観測所				
2日連続		13 回					7 回				

八尾空港で連続3日以上の飛行ができなかった日と代替空港の飛行可否

年	日	八尾空港	県営 名古屋空港	広島西 飛行場	東京ヘリ ポート	富山空港	代替空港 飛行可否
1991年	11月26日	×	×	－	×	○	○
	11月27日	×	×	－	×	○	○
	11月28日	×	×	－	×	×	×
1991年	12月4日	×	○	－	×	○	○
	12月5日	×	○	－	○	○	○
	12月6日	×	×	－	×	○	○
	12月7日	×	○	－	×	○	○
	12月8日	×	×	－	○	×	○
1991年	12月22日	×	○	－	○	○	○
	12月23日	×	×	－	○	○	○
	12月24日	×	×	－	×	×	×
	12月25日	×	○	－	×	○	○
1992年	2月28日	×	○	－	○	○	○
	2月29日	×	×	－	○	○	○
	3月1日	×	×	－	○	×	○
1992年	11月29日	×	○	－	×	○	○
	11月30日	×	○	－	○	○	○
	12月1日	×	×	－	×	×	×
1993年	1月13日	×	×	－	○	○	○
	1月14日	×	×	－	×	×	×
	1月15日	×	×	－	×	×	×
1993年	6月28日	×	×	－	×	○	○
	6月29日	×	×	－	×	×	×
	6月30日	×	×	－	×	○	○
1993年	7月8日	×	○	－	○	○	○
	7月9日	×	×	－	○	○	○
	7月10日	×	×	－	○	○	○
1993年	11月2日	×	○	○	○	○	○
	11月3日	×	○	○	○	○	○
	11月4日	×	○	○	×	○	○
	11月5日	×	○	○	×	○	○
	11月6日	×	○	○	×	○	○
1994年	12月11日	×	×	×	×	○	○
	12月12日	×	○	○	×	○	○
	12月13日	×	○	○	×	○	○
1995年	7月3日	×	×	×	○	○	○
	7月4日	×	×	×	×	×	×
	7月5日	×	×	×	×	×	×
	7月6日	×	×	×	×	×	×
	7月7日	×	○	×	×	○	○

○：飛行可 ×：飛行不可 －：開港前

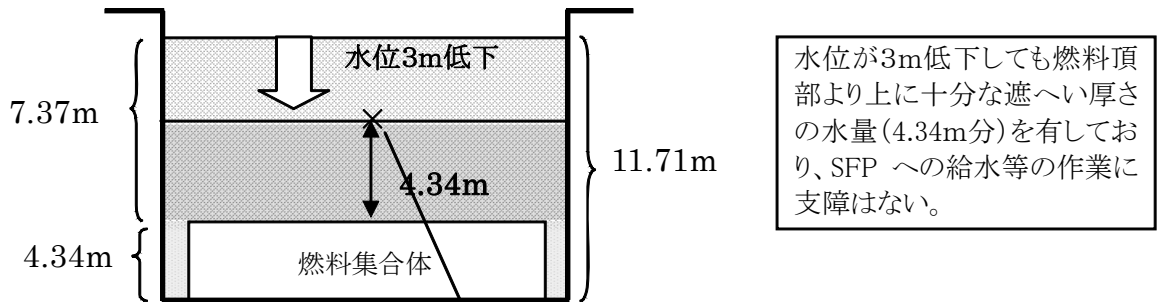
八尾空港以外の代替空港が利用できたと評価できる日を除くと、
連続して飛行ができない日は最大3日となる。

SFP 保有水高さと遮へい機能について

以下のとおり、SFP 保有水の水位が 3m 低下した場合でも、SFP 中央水面での線量率は、燃料取替時の遮へい設計基準値を超えない範囲である。

(1) SFP 保有水高さ

燃料集合体より上の水の高さ＝約 7.37m



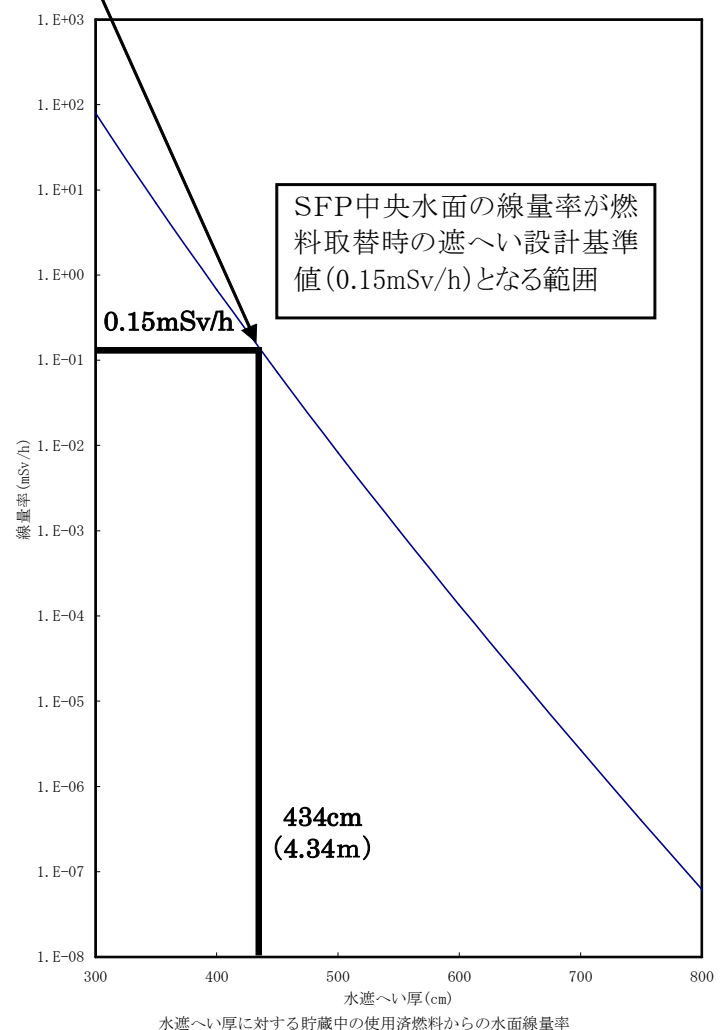
(2) 必要遮へい厚

下記グラフから 4.34m 以上

(3) 許容水位低下量

(1) - (2) = 3.03m

安全側に 3m とする。



「水遮へい厚に対する貯蔵中の使用済燃料からの水面線量率」の計算条件について

「水遮へい厚に対する貯蔵中の使用済燃料からの水面線量率」については、以下の計算方法により求めている。

(1)使用済燃料の線源強度

使用済燃料の線源強度は、工事計画認可申請書の生体遮へい装置等の計算に用いている線源強度を使用している。これは、高浜発電所にて使用されている燃料について ORIGIN2 コードを用いて計算した結果を包含する保守的な値であることを確認している。この値に対し、SFP の最大貯蔵体数を乗じた値を SFP の線源強度としている。

(2)水面線量率

線量率は、点減衰核積分コードである SPAN-SLAB コードを用いて計算している。計算式は次のとおりである。

$$D(E) = \int_V K(E) \frac{S(E)}{4\pi r^2} B(E) \cdot e^{-b} dV$$

ここで、

$D(E)$: 線量率 (mSv/h)

$S(E)$: 線源強度 (MeV/(cm³/s))

$K(E)$: 線量率の換算係数 ((mSv/h)/(MeV/(cm²/s)))

$B(E)$: ビルドアップファクタ

$$B(E) = A \cdot e^{(-\alpha_1 \cdot b)} + (1-A) \cdot e^{(-\alpha_2 \cdot b)}$$

A 、 α_1 、 α_2 は定数

r : 線源から計算点までの距離 (cm)

V : 線源体積 (cm³)

b : 減衰距離

$$b = \sum_{i=1}^n \mu_i \cdot t_i$$

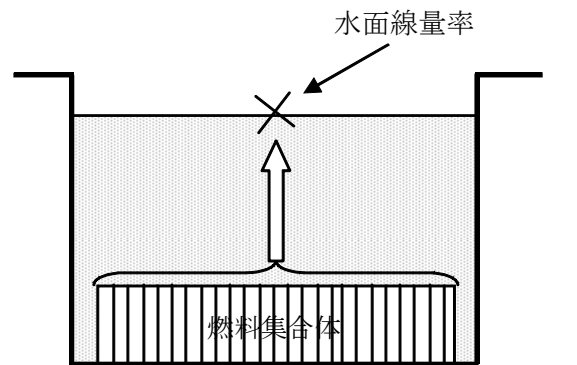
μ_i : 物質 i の線減衰係数 (cm⁻¹)

$$\mu_i = (\mu/\rho)_i \times \rho_i$$

$(\mu/\rho)_i$: 物質 i の質量減衰係数 (cm²/g)

ρ_i : 物質 i の密度 (g/cm³)

t_i : 物質 i の透過距離 (cm)



SFP の線源強度

= 燃料集合体 1 体あたりの線源強度
× SFP の最大貯蔵体数

復水タンク枯渇時間評価

SG 2次側への給水評価における復水タンクの枯渇時間は、以下の必要補給水量の合計が復水タンクの評価水量（運転所則で管理されている水位低警報値での水量 646 m^3 ）となる時間より評価した。

- ① 1次冷却材系統を出力運転状態から 170°C （SG 2次側を 150°C ）一定維持まで冷却するために必要な給水量（1次冷却材系統水、蒸気発生器保有水、燃料、1次冷却材系統及び蒸気発生器構成材の顕熱除去等に必要な給水量）
- ② 崩壊熱除去に必要な給水量（炉停止後からの時間の関数）

復水タンクの枯渇時間は、水位低警報値水量 646 m^3 から上記①を引いた量の水がなくなる時間として評価される。具体的には、崩壊熱曲線に対応した崩壊熱除去に必要な補給水量積算カーブ（図1参照）から、復水タンク枯渇時間は、炉停止の約 12.5 時間後と評価される。

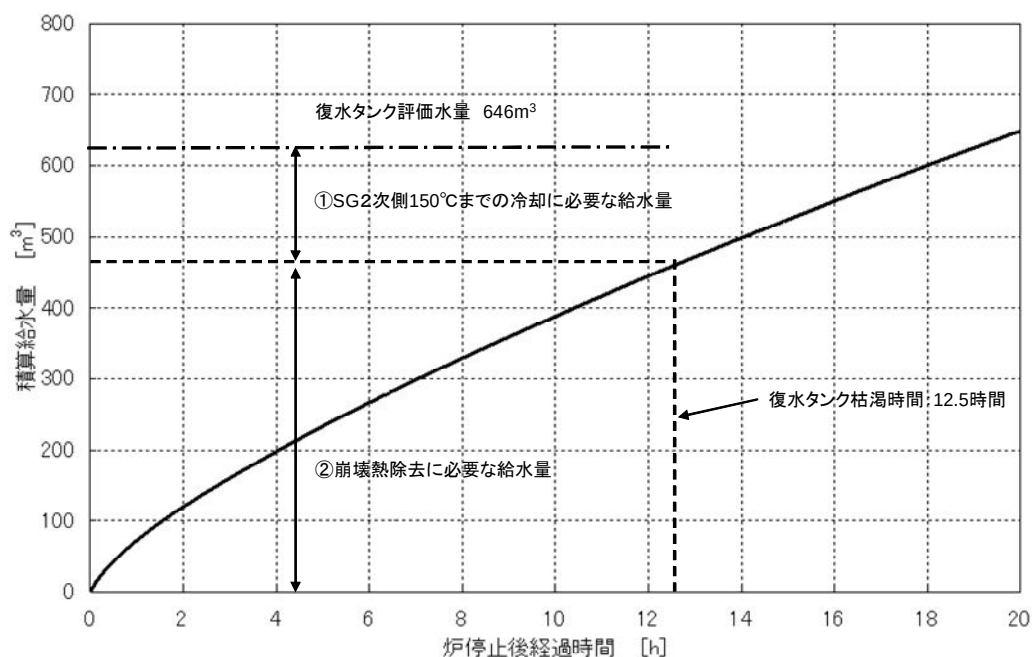


図1 復水タンク枯渇時間評価

【SG2次側への必要補給水量の計算】

原子炉からの崩壊熱を除去し、1次冷却材の圧力と温度を0.7MPa, 170℃一定に維持するためのSG2次側への必要補給水量を以下の式で計算している。

$$\text{SG2次側への必要補給水量} = \frac{\text{崩壊熱の積算(MJ)} \times 10^3}{(\text{SG2次側飽和蒸気比エンタルピー} - \text{補給水比エンタルピー})(\text{kJ/kg}) \times \text{補給水密度}(\text{kg/m}^3)}$$

$$\begin{aligned} \text{【計算条件】SG2次側飽和蒸気比エンタルピー(Tcold150℃)} &: 2745 \text{ kJ/kg}^* \\ \text{補給水比エンタルピー(40℃)} &: 167 \text{ kJ/kg}^* \\ \text{補給水密度(40℃)} &: 992 \text{ kg/m}^3^* \end{aligned}$$

* 1: 1999年 日本機械学会蒸気表

<補足：復水タンク枯渇時間の計算>

復水タンク（評価水量：646m³）の枯渇時間（約12.5時間）を求める際の①SG 2次側150℃までの冷却に必要な給水量及び②崩壊熱の除去に必要な給水量は、各々以下のとおりである。

①SG 2次側150℃までの冷却に必要な給水量	: 約185m ³
②崩壊熱の除去に必要な給水量	: 約461m ³
合 計	: 646m ³

ここで、②崩壊熱の除去に必要な給水量は、上記の式を用いて以下のとおり求めている。

原子炉停止後12.5時間までの積算崩壊熱 : 約1.178×10⁶ MJ

$$\begin{aligned} \text{【崩壊熱の除去に必要な給水量】} &= \frac{1.178 \times 10^6 \text{ MJ} \times 10^3}{(2745 \text{ kJ/kg} - 167 \text{ kJ/kg}) \times 992 \text{ kg/m}^3} \\ &= \text{約} 461 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

SFP水位が3m低下するまでの時間余裕について

標記の時間余裕の計算条件等について下表に示す。

表．時間余裕評価の計算条件及び計算結果について

	停止時	運転時	備考
①3m分の評価水量 (m ³) ※			
Aピット	約378m ³	約378m ³	運転時はAピットと分離されるため考慮しない
Aピットー燃料検査ピット間	約6m ³	—	
燃料検査ピット	約97m ³	—	
Aピットー燃料取替用キャナル間	約6m ³	—	
燃料取替用キャナル	約32m ³	—	
燃料取替用キャナルーBピット間	約6m ³	—	
Bピット	約216m ³	—	
計	約741m ³	約378m ³	
②崩壊熱による保有水蒸散量	約17.33m ³ /h	約7.89m ³ /h	報告書添付 5-(4)-8 より
③3m水位低下時間 (①／②)	約1.7日間	約1.9日間	
④水温100℃までの時間	約9時間	約24時間	報告書本文より
合計 (③+④)	約2.1日間	約2.9日間	

※：Aピット : 約9.0m(縦)×約14.0m(横)×3 m(高さ)

Aピットー燃料検査ピット間 : 約1.2m(縦)×約1.8m(横)×3 m(高さ)

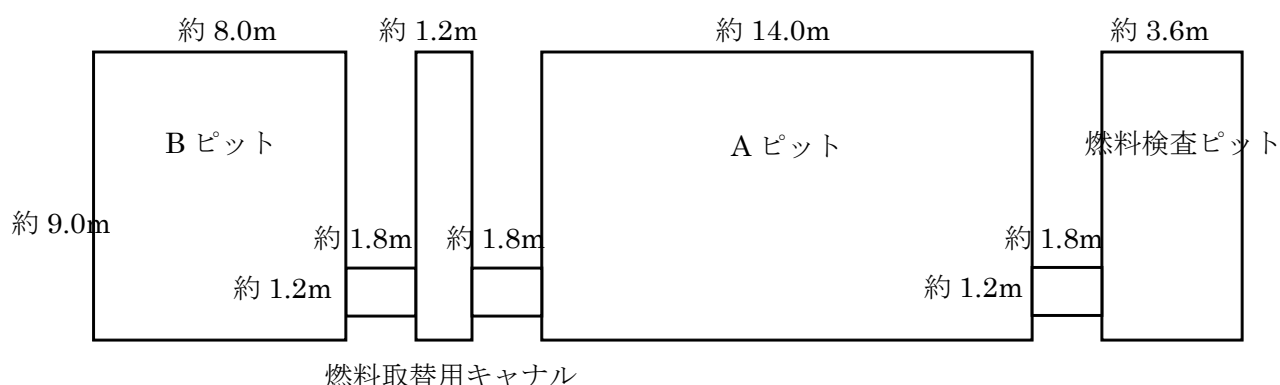
燃料検査ピット : 約9.0m(縦)×約3.6m(横)×3 m(高さ)

Aピットー燃料取替用キャナル間 : 約1.2m(縦)×約1.8m(横)×3 m(高さ)

燃料取替用キャナル : 約9.0m(縦)×約1.2m(横)×3 m(高さ)

燃料取替用キャナルーBピット間 : 約1.2m(縦)×約1.8m(横)×3 m(高さ)

Bピット : 約9.0m(縦)×約8.0m(横)×3 m(高さ)



燃料取替用キャナル

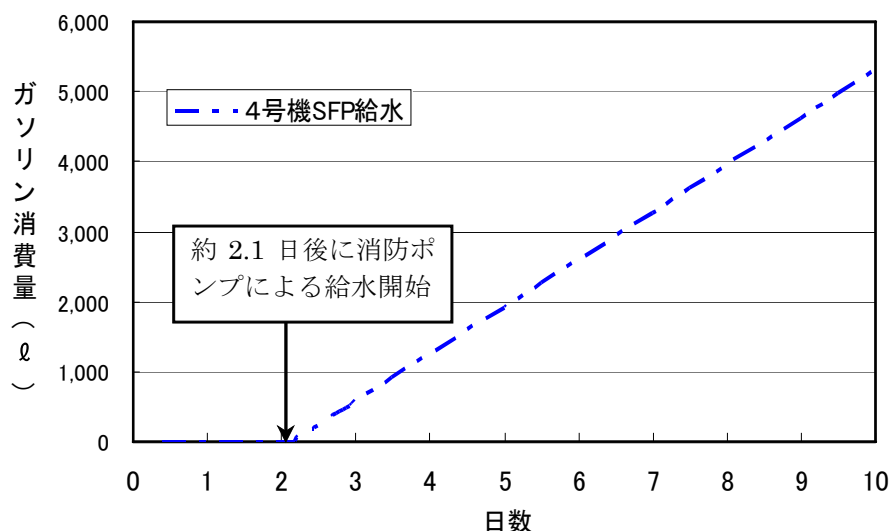
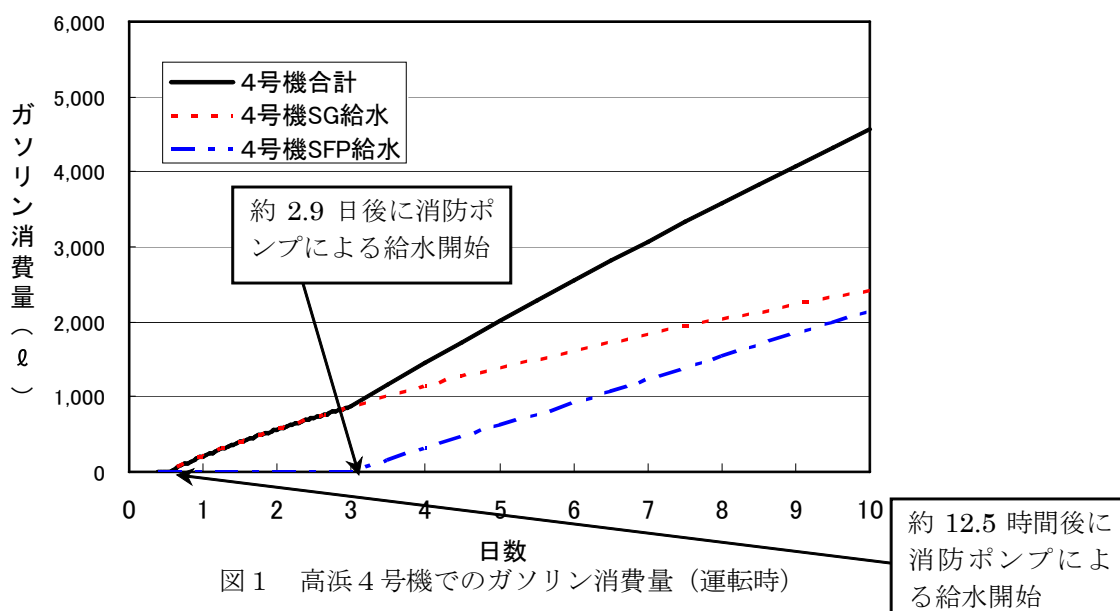
使用済燃料ピット概略図

消防ポンプを用いた海水供給の継続時間評価について

SG、SFP給水については、復水タンク水の枯渇後及びSFP水位3m低下後に消防ポンプを用いて海水を給水することとして評価している（SG給水は復水タンクに補給）。

消防ポンプはガソリンを駆動源としており、外部からの支援を期待しない条件では、発電所備蓄分のガソリンの枯渇までの時間が消防ポンプによる給水手段の継続時間となる。また、ガソリンは発電所共有としていることから、全号機（1～4号機）同時に事象が発生し、消防ポンプによる給水が必要と仮定し評価を行っている。他号機（1,2,3号機）の運転状態としては、ガソリン消費が多くなる停止時を仮定している。

以下に高浜4号機の運転時（SG及びSFPに給水）及び停止時（SFPに給水）のガソリン消費量、高浜1，2号機の停止時のガソリン消費量、高浜3号機の停止時のガソリン消費量をそれぞれ図1～4に示す。



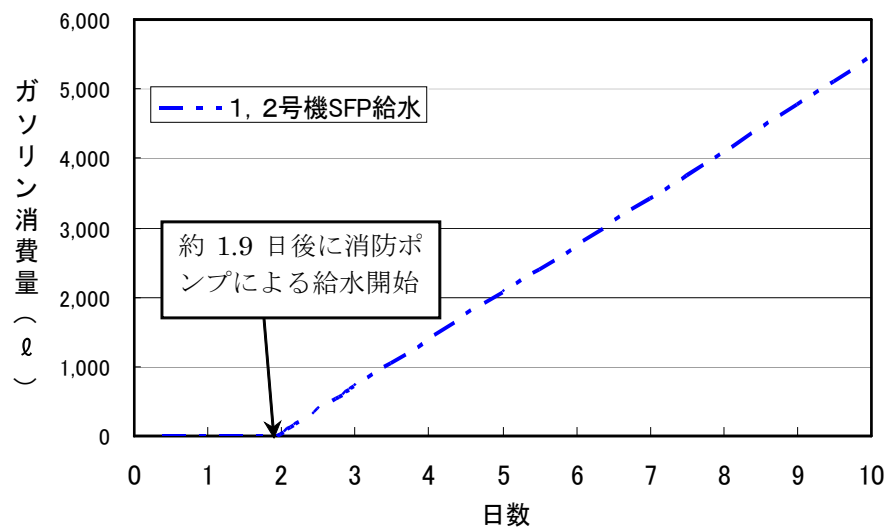


図3 高浜1, 2号機でのガソリン消費量 (停止時)

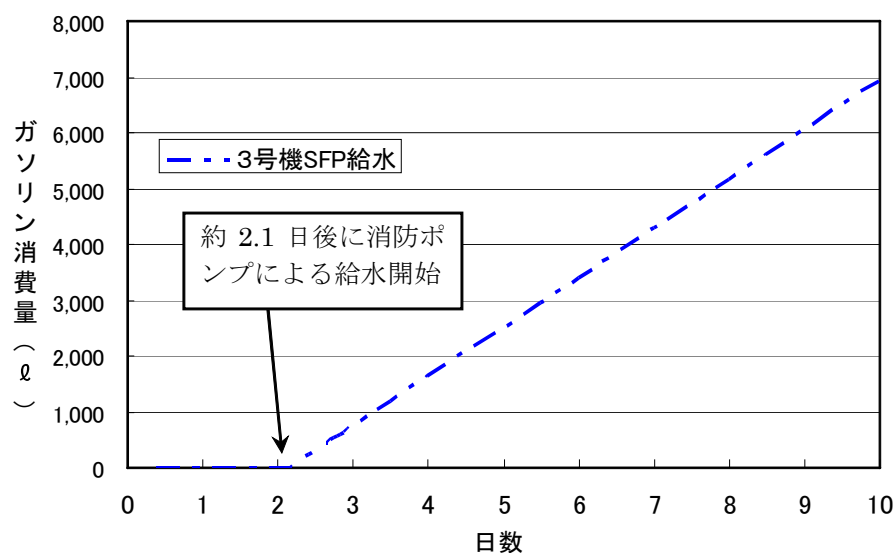


図4 高浜3号機でのガソリン消費量 (停止時)

以上より、高浜4号機の運転時及び停止時の場合の高浜発電所（1～4号機合計）におけるガソリン消費量は、それぞれ図5、図6のとおりとなり、発電所備蓄ガソリン（約12,150リットル）が枯渇し消防ポンプによる給水が継続できなくなるのは、高浜4号機の運転時で約7.6日後、停止時で約7.5日後となる。

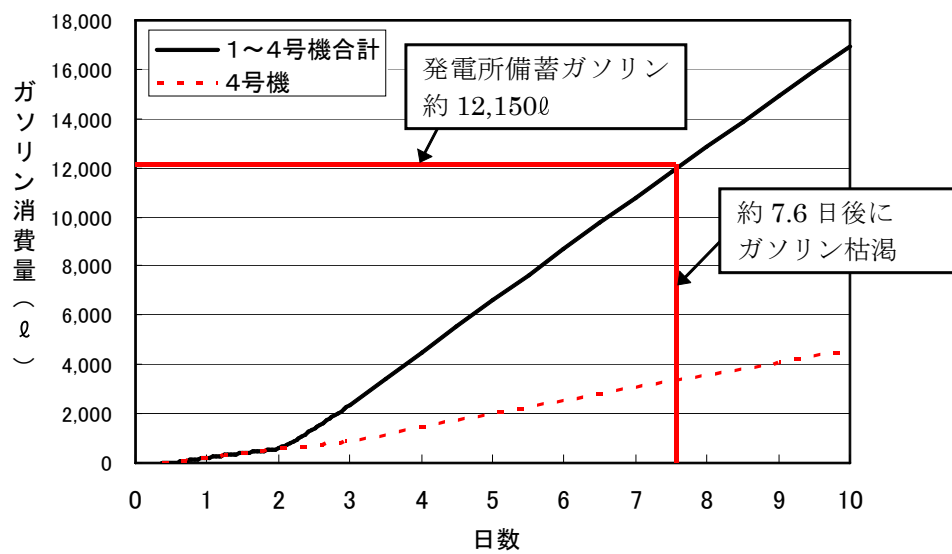


図5 高浜発電所でのガソリン消費量（4号機運転時）

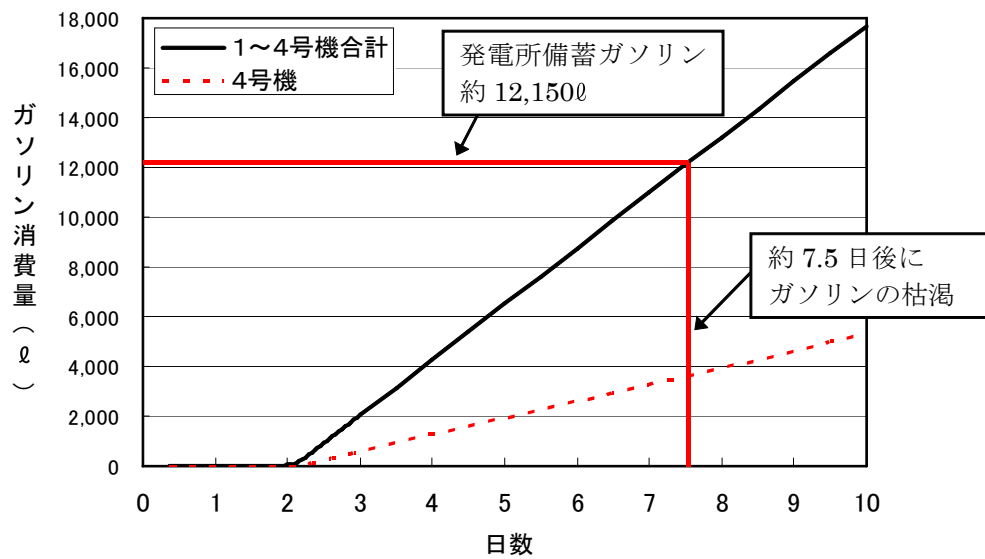


図6 高浜発電所でのガソリン消費量（4号機停止時）

空冷式非常用発電装置の運転継続時間について

非常用ディーゼル発電機燃料油貯油槽を用いた空冷式非常用発電装置の運転継続時間は、以下のとおり計算している。高浜1～4号機の運転状態については、停止時には電源をほとんど必要としないことから、全て運転時として評価している。

表．空冷式非常用発電装置の運転継続時間

プラント	必要な 電源容量 [kVA]	配備容量 [kVA]	実負荷時の燃費 [ℓ/h]		非常用ディーゼル発電機燃料油 貯油槽容量(使用可能量) [m³]		継続 運転日数 [日]
高浜1号機	約 552	1825	約 499.5	約 152.7	約 80	約 1004 (合計)	約 83
高浜2号機	約 403	1825		約 124.8	約 80		
高浜3号機	約 362	1825		約 116.9	約 422		
高浜4号機	約 302	1825		約 105.1	約 422		