

運転・建設および廃止措置状況の概要

(令和3年1月16日～3月24日)

令和3年3月24日
福井県安全環境部
原子力安全対策課

1. 運転・建設状況の概要

[添付-1]

今期間の運転状況は、計画外の原子炉停止や出力抑制はなかった。現在、県内発電所7基が定期検査を実施している。

(1) 定期検査を実施中の発電所

- ・敦賀発電所2号機：第18回定期検査 (平成23年8月29日～)
- ・美浜発電所3号機：第25回定期検査 (平成23年5月14日～)
- ・大飯発電所3号機：第18回定期検査 (令和2年7月20日～)
- ・高浜発電所1号機：第27回定期検査 (平成23年1月10日～)
- ・高浜発電所2号機：第27回定期検査 (平成23年11月25日～)
- ・高浜発電所3号機：第24回定期検査 (令和2年1月6日～)
- ・高浜発電所4号機：第23回定期検査 (令和2年10月7日～)

(2) 今期間に定期検査を終了した発電所

- ・大飯発電所4号機：第17回定期検査 (令和2年11月3日～令和3年2月12日)

2. 廃止措置状況の概要

・敦賀発電所1号機

主要施設・設備の解体撤去工事として、水素・酸素発生装置（水電解装置）の解体撤去作業を実施した。現在、補助ボイラー等の解体撤去作業を実施している。

・美浜発電所1、2号機

令和3年3月24日から約5か月の予定で第4回定期事業者検査を実施している。

また、主要施設・設備の解体撤去工事として、タービン建屋内等の2次系設備（維持管理対象設備を除く）の解体撤去作業を実施している。

・大飯発電所1、2号機

令和3年1月8日から約5か月の予定で第1回定期事業者検査を実施している。

また、主要施設・設備の解体撤去工事として、タービン建屋内等の2次系設備（維持管理対象設備を除く）の解体撤去作業を実施している。

・高速増殖原型炉もんじゅ

令和2年7月14日から約11か月の予定で第1回定期事業者検査を実施している。

また、機器等の放射線量調査として、原子炉建屋（原子炉容器室を除く）、原子炉補助建物等の機器等の内面に残存している放射能分布状況の調査を実施している。

・新型転換炉原型炉ふげん

令和2年10月1日から約6か月の予定で第1回定期事業者検査を実施している。

また、主要施設・設備の解体撤去工事として、原子炉建屋内機器等の解体撤去作業を実施している。

3. 特記事項

(1) 発電用原子炉施設に係る新規制基準への対応等について

日本原電および関西電力は、県内に設置している原子力発電所8基^{※1}について、原子力規制委員会に対して、新規制基準適合性に係る申請^{※2}を行い、これまで7基^{※3}の審査が終了している。

※1：敦賀発電所2号機、美浜発電所3号機、大飯発電所3、4号機、高浜発電所1～4号機

※2：原子炉設置変更許可（設備や体制等の基本設計・方針等の審査）、工事計画認可（原子炉施設の詳細設計の審査）、保安規定変更認可（運転管理、手順、体制等の審査）

※3：美浜発電所3号機、大飯発電所3、4号機、高浜発電所1～4号機

（保安規定変更認可申請）

原子力規制委員会は、令和3年2月15日、関西電力が令和元年7月31日に申請した高浜発電所1、2号機の保安規定変更を認可した。

（美浜発電所3号機、高浜発電所1、2号機について）

令和3年2月2日、高浜町長が知事と面談し、「政府からの高浜発電所1、2号機の再稼働の理解要請について、高浜町として理解する」と判断したことを報告した。

令和3年2月12日、梶山経済産業大臣、保坂資源エネルギー庁長官、関西電力の森本社長と知事が面談した際、国は美浜発電所3号機、高浜発電所1、2号機の再稼働について改めて理解と協力を求めた。

令和3年2月15日、美浜町長が知事と面談し、「国の美浜発電所3号機の再稼働に係る理解と協力要請について同意する」と判断したことを報告した。

また、同日、県は関西電力から、美浜発電所3号機、高浜発電所1、2号機の新規制基準適合性に係る許認可がすべて揃ったことや、発電所の安全対策の状況等について報告を受けた。これに対し、県は、引き続き労働災害防止や新型コロナウイルス感染症対策をはじめとした現場の安全管理を徹底することを求めた。

(2) 美浜発電所、大飯発電所、高浜発電所の原子炉設置変更許可申請について

（大山生竹テフラの噴出規模見直しに係る審査）

[添付-2]

原子力規制委員会は、令和3年3月17日、関西電力が令和元年9月26日に申請した美浜発電所、大飯発電所および高浜発電所の原子炉設置変更許可申請について、審査書案を取りまとめた。また、3月18日から4月16日までの期間で科学的・技術的意見の募集を行うとともに、原子力委員会および経済産業大臣への意見聴取を実施することとした。

(3) 敦賀発電所1号機の廃止措置計画変更認可について

[資料No. 3-1 p. 116]

原子力規制委員会は、令和3年2月26日、日本原電が令和2年9月4日に申請した敦賀発電所1号機の使用済燃料プールに保管している使用済燃料の発熱が十分低下した状況を踏まえ、維持管理設備に係る記載内容を変更する廃止措置計画変更を認可した。

(4) 原子力発電所に関する説明会の開催について

[資料No. 3-1 p. 122]

県は、令和3年2月9日、基準地震動や40年を超えるプラントの安全性について、県民の不安や懸念に応えるため、原子炉設置変更を許可した原子力規制庁が直接説明を行う場として、「原子力発電所の審査に関する説明会」を福井市で開催した。また、3月21日には、原子力規制庁、資源エネルギー庁、関西電力および内閣府を説明者とする「原子力発電所に関する説明会」を敦賀市で開催した。

(5) 使用済燃料の中間貯蔵施設の県外立地について

知事は、令和3年2月12日、梶山経済産業大臣、保坂資源エネルギー庁長官、関西電力の森本社長と面談した。この中で、森本社長から、中間貯蔵施設の計画地点について報告があり、あわせて2023年末を期限として計画地点を確定する方針等が示された。

梶山大臣および保坂長官からは、計画地点確定に向けて、国も関係者の理解確保等に最善を尽くすこと、立地地域の将来像を国として検討することが示され、県に対して、改めて美浜発電所3号機、高浜発電所1、2号機の再稼働についての理解を求めた。

これに対し知事は、国と事業者がともに取り組み、期限までに計画地点を確定すること等を求めた。

(6) 国のエネルギー政策について

[資料 No. 3-1 p. 136]

①原子力小委員会について

令和3年2月25日、総合資源エネルギー調査会原子力小委員会（第21回）が開催され、国から使用済燃料対策に主体的に取り組む方針や立地地域の将来像を議論する場を創設する方針が示された。

知事は、プラントの安全性について、新たな革新的技術をどのように取り入れるか具体的に示すこと、委員会の場で提示された「中長期的な立地地域の持続的発展」について、その行動計画の策定に向け、早期に議論する場を設置すること等を求める意見書を提出した。

また、知事は令和3年3月22日に開催された第22回会合に出席し、国や事業者が立地地域の将来にどのように関わっていくのか具体的な議論を行い、地域が将来に希望を持てる計画をまとめることや、核燃料サイクルに関わる全国の自治体が、引き続き安心して原子力に協力していくためにも、国が責任を持って核燃料サイクルについて具体的な対応を進めること等の意見を述べた。

4. 安全協定に基づく異常事象の報告

今期間、安全協定に基づき報告された異常事象はなかった。

(a) 以前に報告された異常事象について、原因対策等が報告されたもの（2件）

件番	発電所名	件名	国への報告区分
①	大飯発電所 3号機 発生 (R 2. 10. 19) [添付ー2]	<p>加圧器スプレイ配管溶接部における有意な信号指示</p> <ul style="list-style-type: none"> 第18回定期検査において、1次冷却材配管と加圧器スプレイ配管の溶接部付近の超音波探傷試験を実施したところ、配管内面に有意な信号指示が認められ、当該部に傷があると評価された。 配管を切り出して調査した結果、当該部には母材と溶接金属部との境界に沿って配管の内側から外側に進展した傷（長さ60mm、深さ4.4mm）があり、粒界割れ^{※1}であることを確認した。 当該部分の溶接について調査を行った結果、溶接金属部には溶接速度が比較的遅い場合に形成される組織が認められ、溶接のビード幅（溶接の痕）も広いことから、過大な入熱^{※2}があった可能性が高いことが判明した。 溶接する配管形状の影響について調査した結果、当該部のような管台とエルボ（曲がり管）の溶接では、直管同士の溶接に比べ、溶接に伴う配管の変形範囲が狭くなるため、歪みが大きくなり、部材が硬化しやすいことが分かった。 原因は、溶接時の過大な入熱と配管の形状による歪みの影響が重なり、溶接部近傍の表層の硬化が大きくなるとともに、溶接に伴い発生した高い応力が作用したことにより、粒界割れが発生し、その後、応力腐食割れ^{※3}が進展したものと推定した。 対策として、当該配管の取替えを行う。取替えに当たっては、過大な入熱とならない溶接方法を用いる。 <p>※1 金属組織の結晶粒の境界に沿って割れが進展すること ※2 溶接機から加えられる熱量 ※3 環境、応力、材料の3要因の条件がそろった際に発生する割れ</p>	—

(a) 以前に報告された異常事象について、原因対策等が報告されたもの（2件）続き

件番	発電所名	件名	国への報告区分
②	高浜発電所 4号機 発生 (R 2. 11. 20) [資料 No. 3-1 p. 45]	蒸気発生器伝熱管の損傷 <ul style="list-style-type: none"> ・ 第23回定期検査において、3台ある蒸気発生器（SG）の伝熱管全数の渦流探傷検査を実施した結果、A-SGの伝熱管1本、C-SGの伝熱管3本の管支持板部付近に外面からの減肉とみられる有意な信号指示が認められた。 ・ 点検の結果、A蒸気発生器伝熱管の信号指示箇所に付着物を確認するとともに、各伝熱管にきずを確認した。 ・ 付着物の調査の結果、接触痕があり、伝熱管の成分が検出された。また、C蒸気発生器からも同様のスケールを確認した。これらのスケールの層の大部分は、密度が高く、類似のスケールを用いた摩耗試験の結果等から、伝熱管をきずつけた要因と推定した。 ・ このため、原因は、伝熱管表面に生成された稠密なスケールが、プラント運転等に伴い管表面から剥離し管支持板下部に留まり、伝熱管に繰り返し接触したことで摩耗減肉が発生したものと推定した。 ・ 対策として、当該伝熱管4本に閉止栓を施工するとともに、伝熱管全体のスケールの脆弱化を図るため、蒸気発生器内を薬品で洗浄することとした。 ・ また、高浜発電所3号機、4号機では、2018年以降、同様の事例が3件発生しており、原因は、外部からの異物混入と推定していたが、今回の調査結果等を踏まえると、スケールによる減肉の可能性が否定できない。 	法律

《添付資料》

1. 原子力発電所の運転および廃止措置状況 (p. 添付 1-1)
2. 異常事象概要図（件番①） (p. 添付 2-1)
3. 美浜発電所、大飯発電所、高浜発電所の原子炉設置変更許可について
（大山生竹テフラの噴出規模見直しに係る審査） (p. 添付 3-1)

原子力発電所の運転および廃止措置状況

原子力安全対策課
令和3年3月24日現在

1. 運転中のプラント（設備容量 8基計 773.8万kW）

項目 発電所名		現状	利用率・稼働率（%）		発電電力量（億 kWh）	
			令和2年度	運開後累計	令和2年度	運開後累計
日本原子力発電(株) 敦賀発電所	2号機	定期検査中 (H23.8.29~未定)	0.0	55.6	0.0	1,922.9
			0.0	55.6		
関西電力(株) 美浜発電所	3号機	定期検査中 (H23.5.14~未定)	0.0	55.6	0.0	1,780.2
			0.0	56.1		
関西電力(株) 大飯発電所	3号機	定期検査中 (R2.7.20~未定)	34.0	65.4	32.1	1,974.4
			33.1	65.1		
	4号機	運転中 (起動：R3.1.15、並列：R3.1.17) (営業運転再開：R3.2.12)	78.4	69.3	74.1	2,013.4
			77.4	68.9		
関西電力(株) 高浜発電所	1号機	定期検査中 (H23.1.10~未定)	0.0	54.9	0.0	1,838.6
			0.0	55.2		
	2号機	定期検査中 (H23.11.25~未定)	0.0	55.5	0.0	1,819.2
			0.0	55.9		
	3号機	定期検査中 (調整運転中) (R2.1.6~R3.4上旬予定)	0.0	69.7	0.0	1,919.7
4号機	定期検査中 (R2.10.7~未定)	59.6	70.0	41.5	1,907.4	
			56.7	69.2		
合計			23.8	61.4	147.8	15,176.2
			20.9	61.1		

(注1) 利用率・稼働率・電力量は令和3年2月末現在、累計は営業運転開始以降。また、利用率・稼働率は四捨五入、電力量は切り捨て

$$\text{(上段) 設備利用率} = \frac{\text{発電電力量}}{\text{認可出力} \times \text{暦時間}} \times 100 (\%)$$

$$\text{(下段) 時間稼働率} = \frac{\text{発電時間}}{\text{暦時間}} \times 100 (\%)$$

2. 各発電所の特記事項（令和3年1月16日～3月24日）

（1）運転中のプラント

発電所名	状況
大飯4号機	運転中（R3.2.12～） ・原子炉起動（R3.1.15 21:00）、並列（R3.1.17 19:00）、営業運転開始（R3.2.12 14:40） ・次回定期検査の予定（R4.3月中旬）
高浜3号機	第24回定期検査中（R2.1.6～R3.4月上旬予定） ・発電停止（R2.1.6 11:05）、原子炉停止（R2.1.6 13:27） ・蒸気発生器伝熱管2本に損傷が認められたため、当該伝熱管に閉止栓を施工 ・高浜4号機の蒸気発生器（SG）伝熱管の傷の原因対策を踏まえ、SG内の薬品洗浄を実施（R3.1.29～R3.2.5） ・原子炉起動（R3.3.7 19:00）、並列（R3.3.10 17:00）

（2）停止中のプラント

発電所名	状況
敦賀2号機	第18回定期検査中（H23.8.29～未定） （一次冷却材中の放射能濃度上昇により、平成23年5月7日17時発電停止、20時に原子炉停止）
美浜3号機	第25回定期検査中（H23.5.14～未定） ・発電停止（H23.5.14 11:00）、原子炉停止（H23.5.14 12:59）
大飯3号機	第18回定期検査中（R2.7.20～未定※） ※当初R2.10下旬予定 ・発電停止（R2.7.20 10:01）、原子炉停止（R2.7.20 12:36） ○加圧器スプレイライン配管溶接部の有意な信号指示
高浜1号機	第27回定期検査中（H23.1.10～未定） ・発電停止（H23.1.10 10:03）、原子炉停止（H23.1.10 12:20）
高浜2号機	第27回定期検査中（H23.11.25～未定） ・発電停止（H23.11.25 23:02）、原子炉停止（H23.11.26 02:26）
高浜4号機	第23回定期検査中（R2.10.7～未定※） ※当初R3.2中旬予定 ・発電停止（R2.10.7 11:00）、原子炉停止（R2.10.7 13:37） ○蒸気発生器伝熱管の損傷

（3）廃止措置中のプラント

発電所名	状況
ふげん	廃止措置中（H20.2.12～） ・原子炉建屋内機器等の解体撤去作業中（R元.7.1～） ・タービン建屋内の機器等（原子炉給水ポンプ室の機器等）の解体撤去作業中（R2.8.24～） 第1回定期事業者検査中（R2.10.1～R3.3下旬予定）
もんじゅ	廃止措置中（H30.3.28～） ・機器等の放射線量調査作業中（R2.7.13～） ・燃料体の取出し作業（原子炉容器から炉外燃料貯蔵槽へ移送（146体））（R3.1.23～R3.2.18） 第1回定期事業者検査中（R2.7.14～R3.5下旬予定）
敦賀1号機	廃止措置中（H29.4.19～） ・水素・酸素発生装置（水電解装置）の解体撤去作業（R2.7.1～R3.2.4） ・補助ボイラーおよびコールドエバポレーター解体撤去作業中（R3.2.22～） ・タービン補機冷却系熱交換器他解体撤去作業中（R3.2.22～）
美浜1号機	廃止措置中（H29.4.19～） ・2次系設備の解体撤去作業中（H30.4.2～） 第4回定期事業者検査中（R3.3.24～R3.8下旬予定）
美浜2号機	廃止措置中（H29.4.19～） ・2次系設備の解体撤去作業中（H30.3.12～） 第4回定期事業者検査中（R3.3.24～R3.8下旬予定）
大飯1号機	廃止措置中（R元.12.11～） ・2次系設備の解体撤去作業中（R2.4.1～） ・系統除染作業中（R2.4.1～） 第1回定期事業者検査中（R3.1.8～R3.6月上旬予定）

(3) 廃止措置中のプラント (続き)

発電所名	状況
大飯 2 号機	廃止措置中 (R 元. 12. 11 ~) ・ 2 次系設備の解体撤去作業中 (R2. 4. 1 ~) ・ 系統除染作業中 (R2. 4. 1 ~) 第 1 回定期事業者検査中 (R3. 1. 8 ~ R3. 6 上旬予定)

3. 原子力規制委員会への申請状況 (令和 3 年 1 月 16 日 ~ 3 月 24 日)

(1) 新規規制基準適合性に係る申請を行ったプラント

発電所		申請	申請日	補正書提出日	許認可日	
敦賀	2 号機	原子炉設置変更許可	H27. 11. 5	-	-	
		工事計画認可	-	-	-	
		保安規定変更認可	H27. 11. 5	-	-	
美浜	3 号機	原子炉設置変更許可	H27. 3. 17	H28. 5. 31, H28. 6. 23	H28. 10. 5	
		工事計画認可	H27. 11. 26	H28. 2. 29, H28. 5. 31 H28. 8. 26, H28. 10. 7	H28. 10. 26	
		保安規定変更認可	H27. 3. 17	R 元. 7. 31	R2. 2. 27	
大飯	3、4 号機	原子炉設置変更許可	H25. 7. 8	H28. 5. 18, H28. 11. 18 H29. 2. 3, H29. 4. 24	H29. 5. 24	
		工事計画認可	H25. 7. 8 H25. 8. 5 ^{*1}	H28. 12. 1, H29. 4. 26 H29. 6. 26, H29. 7. 18 H29. 8. 15	H29. 8. 25	
		保安規定変更認可	H25. 7. 8	H28. 12. 1, H29. 8. 25	H29. 9. 1	
高浜	1、2 号機	原子炉設置変更許可	H27. 3. 17	H28. 1. 22, H28. 2. 10 H28. 4. 12	H28. 4. 20	
		工事計画認可	H27. 7. 3	H27. 11. 16, H28. 1. 22 H28. 2. 29, H28. 4. 27 H28. 5. 27	H28. 6. 10	
		保安規定変更認可	R 元. 7. 31 H25. 7. 8	- H27. 6. 19, H27. 9. 29	R 3. 2. 15 [□] H27. 10. 9	
	3、4 号機	原子炉設置変更許可	H25. 7. 8	H26. 10. 31, H26. 12. 1, H27. 1. 28	H27. 2. 12	
		工事計画認可	3 号機	H25. 7. 8 H25. 8. 5 ^{*2}	H27. 2. 2, H27. 4. 15, H27. 7. 16, H27. 7. 28	H27. 8. 4
			4 号機	H25. 7. 8 H25. 8. 5 ^{*2}	H27. 2. 2, H27. 4. 15, H27. 9. 29	H27. 10. 9
	保安規定変更認可	H25. 7. 8	H27. 6. 19, H27. 9. 29	H27. 10. 9		
	1 ~ 4 号機	原子炉設置変更許可 ^{*3}	R 元. 9. 26	R 2. 8. 20, R 2. 9. 3 R 2. 10. 5	R 2. 12. 2	
		工事計画認可 ^{*3}	R 2. 10. 16	R 2. 12. 3	-	

※1 : 平成 28 年 12 月 1 日の補正書に平成 25 年 8 月 5 日の申請内容を含めたため、平成 25 年 8 月 5 日の申請を取り下げた。

※2 : 平成 27 年 2 月 2 日の補正書に平成 25 年 8 月 5 日の申請内容を含めたため、平成 25 年 8 月 5 日の申請を取り下げた。

※3 : 津波警報が発表されない可能性のある津波への対応に係るもの

□ : 前回の協議会 (令和 3 年 1 月 15 日) 以降に認可されたもの

特定重大事故等対処施設の設置*

発電所		申請	申請日	補正書提出日	許認可日	設置期限日
美浜	3号機	原子炉設置変更許可	H30. 4. 20	R 2. 4. 1, R 2. 5. 22	R 2. 7. 8	R 3. 10. 25
		工事計画認可	R 2. 7. 10	R 3. 3. 24	-	
大飯	3、4号機	原子炉設置変更許可	H31. 3. 8	R 元. 12. 26, R 2. 2. 5	R 2. 2. 26	R 4. 8. 24
		工事計画認可**2	R 2. 3. 6 R 2. 8. 26	R 2. 4. 14, R 2. 12. 14 -	R 2. 12. 22 -	
高浜	1、2号機	原子炉設置変更許可	H28. 12. 22	H29. 4. 26, H29. 12. 15	H30. 3. 7	R 3. 6. 9
		工事計画認可**2	H30. 3. 8	H30. 10. 5, H31. 2. 19, H31. 3. 20, H31. 4. 9, H31. 4. 19	H31. 4. 25	
			H30. 11. 16	R 元. 5. 31, R 元. 8. 2, R 元. 8. 21	R 元. 9. 13	
			H31. 3. 15 R 元. 5. 31	R 元. 8. 2, R 元. 9. 27 R 元. 12. 25, R 2. 2. 13	R 元. 10. 24 R 2. 2. 20	
	3、4号機	原子炉設置変更許可	H26. 12. 25	H28. 6. 3, H28. 7. 12	H28. 9. 21	(設置済み)
		工事計画認可	H29. 4. 26	H30. 12. 21, H31. 4. 26, R 元. 7. 17, R 元. 7. 30	R 元. 8. 7	
		保安規定変更認可	R 2. 4. 17	R 2. 9. 8, R 2. 9. 17 R 2. 9. 28	R 2. 10. 7	

※：原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズム等により、原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて、格納容器の破損を防止するための機能を有する施設。

本体施設の工事計画認可から5年間の経過措置期間（法定猶予期間）までに設置することが要求されている。

□：前回の協議会（令和3年1月15日）以降に補正書が提出されたもの

(2) 運転期間の延長に係る申請を行ったプラント

発電所	申請	申請日	補正書提出日	認可日
美浜3号機	運転期間延長認可（運転期間60年）※	H27. 11. 26	H28. 3. 10, H28. 5. 31 H28. 8. 26, H28. 10. 28	H28. 11. 16
	保安規定変更認可（高経年化技術評価など）	H27. 11. 26	H28. 3. 10, H28. 5. 31 H28. 8. 26, H28. 10. 28	H28. 11. 16
高浜1、2号機	運転期間延長認可（運転期間60年）※	H27. 4. 30	H27. 7. 3, H27. 11. 16, H28. 2. 29, H28. 4. 27 H28. 6. 13	H28. 6. 20
	保安規定変更認可（高経年化技術評価など）	H27. 4. 30	H27. 7. 3, H27. 11. 16, H28. 2. 29, H28. 4. 27 H28. 6. 13	H28. 6. 20

※：原子炉等規制法において、運転期間は40年とされているが、その満了に際し、原子力規制委員会の認可を受けることで、1回に限り20年を上限として延長が可能とされている。

4. 燃料輸送実績（令和3年1月16日～3月24日）

<新燃料輸送>

なし

<使用済燃料輸送>

なし

5. 低レベル放射性廃棄物輸送実績（令和3年1月16日～3月24日）

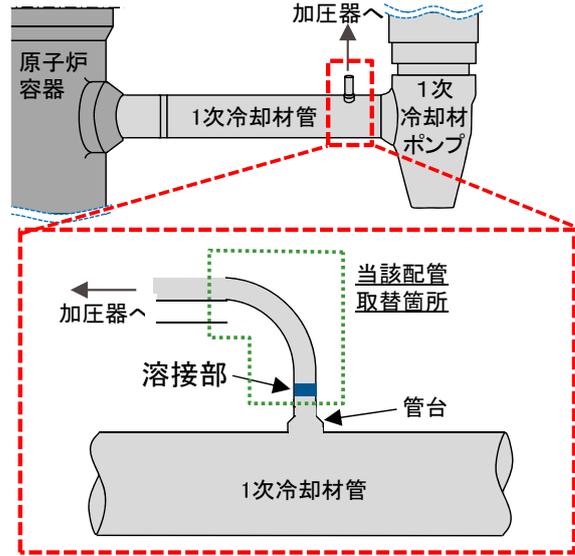
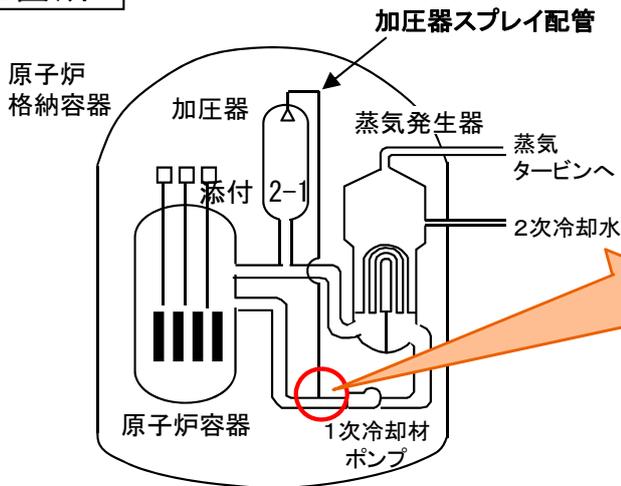
発電所名	概要
美浜発電所	青森県の日本原燃(株)低レベル放射性廃棄物埋設センターに、均質固化体104本、充填固化体416本（輸送容器65個）を搬出 (R3. 3. 9 発電所出港)
高浜発電所	青森県の日本原燃(株)低レベル放射性廃棄物埋設センターに、充填固化体1,296本（輸送容器162個）を搬出 (R3. 3. 6 発電所出港)

件番	①			
発電所名	大飯発電所3号機			
発生事象名	加圧器スプレイ配管溶接部における有意な信号指示			
発生日	令和2年10月19日（定期検査期間の延長を決定した日）			
終結年月日				
発生時プラント状況	第18回定期検査中			
系統設備名	原子炉冷却系統			
国への報告区分	—			
尺度区分	基準1	基準2	基準3	評価レベル
	—	—	—	—
事象概要	<p>大飯発電所3号機は、第18回定期検査中の8月31日、クラス1機器の供用期間中検査として1次冷却材管と加圧器スプレイ配管の溶接部付近の超音波探傷試験を実施したところ、配管内面に有意な信号指示が認められ、詳細な検査の結果、当該部に傷（長さ67mm、深さ4.6mm）があると評価された。当該部の配管厚さは14.0mmであり、原子炉等規制法の規定に基づく技術基準で求められる設計上の必要最小厚さ8.2mmは満足していた。</p> <p>調査のため配管を切り出し、内面の浸透探傷検査等を実施した結果、母材と溶接金属部との境界に沿って配管の内側から外側に進展した傷（長さ60mm、深さ4.4mm）があり、粒界割れ^{※1}であることを確認した。また、傷周辺の部材の硬さ計測の結果、応力腐食割れ^{※2}の発生・進展の見解がある硬さを超えていることを確認した。</p> <p>また、溶接時の入熱^{※3}の影響を調査した結果、溶接金属部には溶接速度が比較的遅い場合に形成される組織が認められ、溶接のビード幅（溶接の痕）も広いことから、過大な入熱が加わった可能性が高いことが判明した。当該部の溶接方法（初層Tig溶接+2層目以降被覆アーク溶接）の再現試験を行った結果、溶接時の入熱の増加に伴い、溶接部近傍が硬くなる傾向があることを確認した。</p> <p>さらに、当該傷周辺の表層の硬さが再現試験の結果よりも硬いことから、溶接する配管形状の影響について調査した結果、当該部のような管台とエルボ（曲がり管）の溶接では、直管同士の溶接に比べ、溶接に伴う配管の変形範囲が狭くなるため、局所的な歪みが大きくなり、溶接部近傍で部材が硬化しやすいことが分かった。このため、当該溶接部の配管形状を模擬して再現試験を実施した結果、部材の表層の硬さを再現することができた。</p> <p>※1 金属組織の結晶粒の境界に沿って割れが進展すること ※2 環境、応力、材料の3要因の条件がそろった際に発生する割れ ※3 溶接機から加えられる熱量</p>			
原因	<p>溶接時の過大な入熱と配管の形状による歪みの影響が重なり、溶接部近傍の表層の硬化が大きくなるとともに、溶接に伴い発生した高い応力が作用したことにより、粒界割れが発生し、その後応力腐食割れが進展したものと推定した。</p>			
対策	<p>当該配管の取替えを行う。取替えに当たっては、溶接時に過大な入熱とならない全層Tig溶接を用いるとともに、応力腐食割れを防止するため、配管内表面の機械加工時に硬化を低減する加工方法等を用いて施工する。</p>			

大飯発電所3号機の定期検査状況について (加圧器スプレイ配管溶接部における有意な指示について)

発生箇所

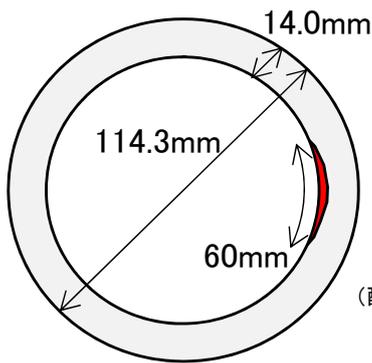
系統概要図



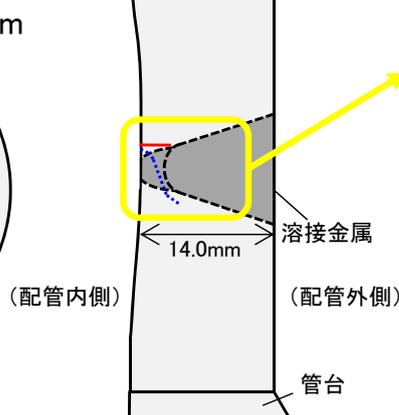
調査結果

【断面観察結果】

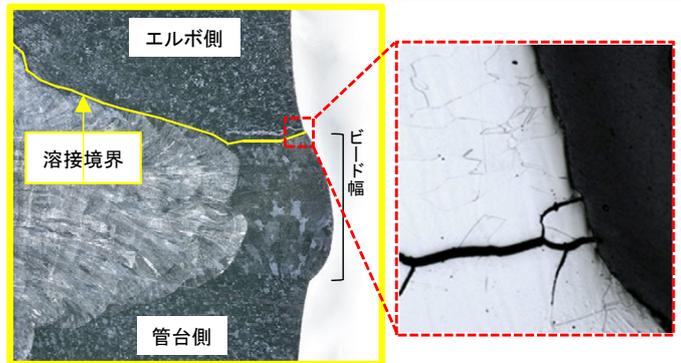
断面図(上面図)



断面図(横断面図)



— : 実際の傷(長さ60mm、深さ: 4.4mm)
 : 超音波探傷検査の信号指示
 (長さ67mm、深さ: 4.6mm)



デンドライトの成長方向が配管周方向に成長しているように観察される。

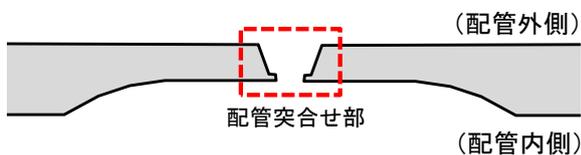
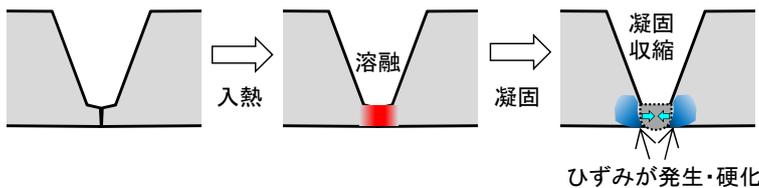
※横断面を開いて観察しているため図と写真の向きが異なる

【傷の発生および傷の進展(原因)】

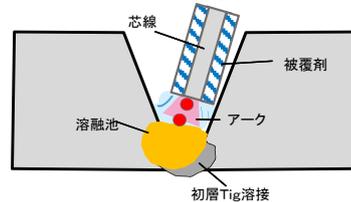
①溶接時の入熱による影響

溶接時の入熱による硬化メカニズム

・溶接により入熱が加えられることで、溶接の凝固収縮に伴い溶接境界線近傍にひずみが生じ硬化する。

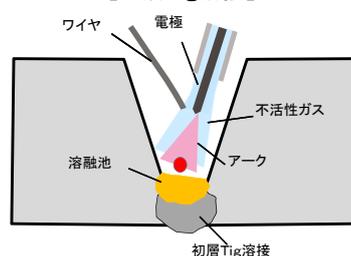


【当該部位の溶接方法(初層Tig溶接※1+2層目以降被覆アーク溶接※2)】



2層目以降の被覆アーク溶接は被覆剤を塗布した溶接棒を消耗する施工法であり、溶融池が複雑となるため、初層の再溶融による溶け落ち等が発生させる可能性がある。
 ⇒初層を厚めに溶接することで、入熱が大きくなる傾向

【全層Tig溶接】



被覆剤を塗布していないワイヤと不活性ガスを用いて溶接するため、比較的安定した溶融池が形成される。

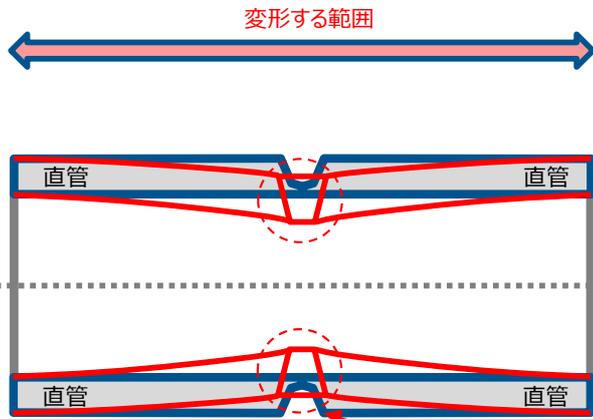
※1Tig溶接 : タングステンの電極とワイヤ、不活性ガスを用いて溶接する方法
 ※2 被覆アーク溶接: 電極と母材との間にアークを発生させ、アークの出す高温で溶接する方法

【傷の発生および傷の進展(原因)】 ②形状による影響

溶接時の入熱により、溶接部が凝固・収縮することで変形が生じるため、この現象と配管形状の違いによる影響を調査した。

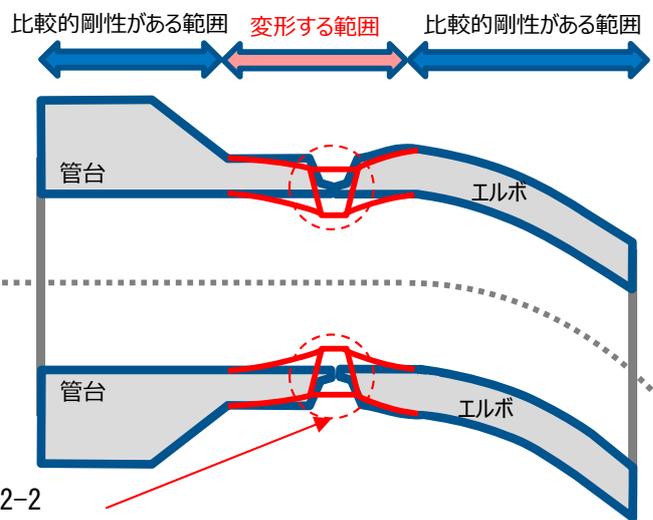
【直管と直管の組み合わせ】

変形する範囲が広いため、歪みは比較的小さく、硬化しにくい。



【管台とエルボ部の組み合わせ(当該配管と同形状)】

変形する範囲が狭いため、歪みは比較的大きく、硬化しやすい。



添付 2-2

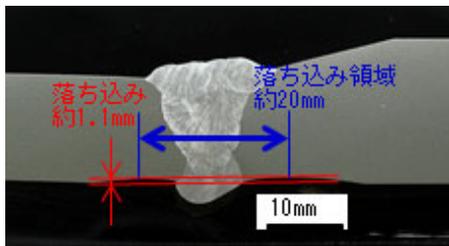
溶接による変形

当該配管と同じ外径114.3mm、厚さ14mmの場合、1mm程度変形する

再現試験結果

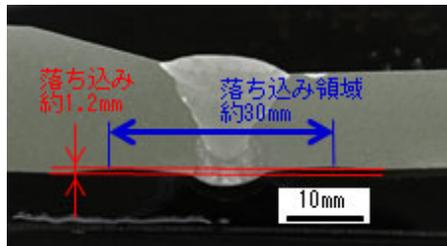
当該配管と同じサイズの配管で、同様の溶接方法(初層Tig溶接・被覆アーク溶接)の溶接部を模擬して再現試験を行った。

【管台とエルボ部の組み合わせ】
(当該配管と同形状)



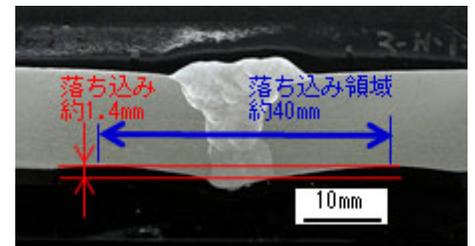
変形する範囲: 約20mm
硬さ計測結果: **300HVを超えている。**

【エルボ部と直管の組み合わせ】



変形する範囲: 約30mm
硬さ計測結果: 300HVを超えない。

【直管と直管の組み合わせ】



変形する範囲: 約40mm
硬さ計測結果: 300HVを超えない。

※落ち込み領域は明瞭な塑性変形が確認された領域を示す。

- 当該配管と同様の溶接方法で施工し、かつ、当該部位と同様の形状である「管台とエルボ部」の形状では、表層において、当該部と同様の300HVを超える硬さになることを確認した。
- 全層をTig溶接で施工した場合は、「管台とエルボ部」の形状でも300HVを超える硬さにならないことを確認した。

推定原因

溶接時の過大な入熱と配管の形状による歪みの影響が重なり、溶接部近傍の表層の硬化が大きくなるとともに、溶接に伴い発生した高い応力が作用したことにより、粒界割れが発生し、その後応力腐食割れが進展したものと推定した。

対策

当該配管の取替えを行う。取替えに当たっては、溶接時に過大な入熱とならない全層Tig溶接を用いるとともに、応力腐食割れを防止するため、配管内表面の機械加工時に硬化を低減する加工方法等を用いて施工する。

関西電力(株)美浜3号炉、 高浜1～4号炉、大飯3, 4号炉の 大山生竹テフラの噴出規模見直しに係る 審査の概要 (案)

原子力規制庁

※ 本資料は、関西電力(株)美浜3号炉、高浜1～4号炉、大飯3, 4号炉の大山生竹テフラの噴出規模見直しに係る審査の概要の概要を分かりやすく表現することを目的としているため、技術的な厳密性よりもできる限り平易な記載としています。正確な審査内容及び審査結果については、審査書案をご参照ください。

目次

1. 審査の経緯	P.3
2. 火山事象の影響評価(降下火砕物)	P.5
3. 施設等への影響評価	P.6
(参考)		
・ 保安規定で定める火山影響等発生時の対策 (高濃度火山灰対策)への影響評価	P.11

1. 審査の経緯(1/2)

- 平成31年4月17日
 - 原子力規制委員会は、大山火山の大山生竹テフラ(以下「DNP」いう。)の噴出規模が11 km³程度と見込まれること、及び、上記噴出規模のDNPは本件発電用原子炉施設の火山影響評価において想定すべき自然現象であることを認定
- 令和元年5月29日
 - 原子力規制委員会は、上記の認定された事実に基づけば、降下火砕物の最大層厚の設定は、火山事象に係る「想定される自然現象」の設定として明らかに不相当(設置許可基準規則第6条第1項への不適合)であり、基本設計ないし基本的設計方針(以下「基本設計等」)を変更することを命ずる方針を決定
- 令和元年6月19日
 - 原子力規制委員会は、関西電力に対し、原子炉等規制法第43条の3の6第1項第4号の基準(設置許可基準規則で定める基準)に適合するように基本設計等を変更すべく、設置変更許可申請を行うよう命令を发出
- 令和元年9月26日
 - 関西電力から、本件発電用原子炉に係る設置変更許可申請書を受理

3

1. 審査の経緯(2/2)

- 令和元年10月15日～令和3年1月14日
 - 公開の審査会合を実施(計9回)
- 令和3年1月26日、令和3年2月26日
 - 関西電力から、本件発電用原子炉に係る設置変更許可申請書の補正を受理
- 審査として、以下の2項目を確認した。
 - (1) 火山影響評価(立地及び影響評価) ⇒ (対象:全プラント)
 - (2) 施設等への影響評価 ⇒ (対象:全プラント)

なお、審査の過程において、本件許可後に行われる設計及び工事の計画の認可申請等の対応方針を確認したところ、関西電力から、美浜3及び高浜1, 2については、最大層厚の変更後においても保安規定にて定める火山影響等発生時の対策に成立性があるため、保安規定の変更はしないとの見解が示された。そのため、参考として、以下の項目についても確認を行った。

- ・ 保安規定で定める火山影響等発生時の対策(高濃度火山灰対策)への影響評価 ⇒ (対象:美浜3及び高浜1, 2※)

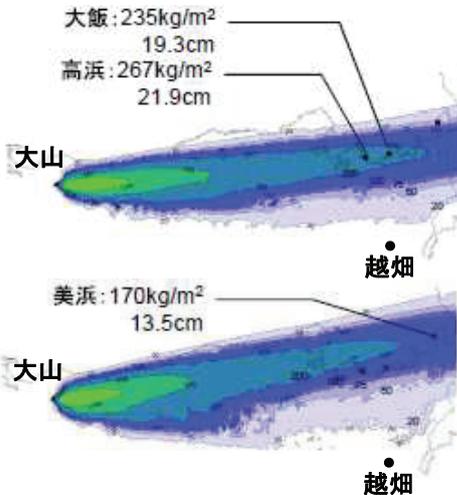
※ 高浜3, 4及び大飯3, 4については、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ用の電源車の設置位置を変更するため、保安規定の変更認可申請を行う予定。

4

2. 火山事象の影響評価(降下火砕物)

【要求事項】火山事象が発生した場合においても安全施設の安全機能が損なわれないように設計する。

【DNPの降下火砕物シミュレーション結果と各発電所までの距離】



(第868回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料(令和2年6月19日)に加筆<<https://www2.nsr.go.jp/data/000314644.pdf>>)

- 運用期間中に考慮すべき噴火規模は、DKP噴火以外の噴火の中で最大規模となるDNP噴火の可能性を想定して噴出量11km³規模の噴火を考慮し、移流拡散モデルを用いたシミュレーションを実施した結果、敷地における最大層厚は高浜発電所で21.9cm、大飯発電所で19.3cm、美浜発電所で13.5cmであった。
- 規制委員会は審査の過程において、原子力規制委員会(2018)に示された京都市越畑(こしはた)地点におけるDNPの実績層厚25cmと大山から越畑地点及び高浜、大飯、美浜の各発電所との距離関係を踏まえて、敷地において設計に用いる降下火砕物の最大層厚を再評価するように求めたところ、規制委員会の指摘を踏まえて、**降下火砕物の最大層厚**を申請時から、以下のように**見直し**した。

	大山からの距離 (km)	最大層厚(cm) (申請時) → (見直し後)
越畑	191.0	25
高浜発電所	179.2	25 → 27
大飯発電所	192.8	22 → 25
美浜発電所	222.9	15 → 22

※申請前の既許可の最大層厚は各発電所10cm

【審査結果】

- 降下火砕物の最大層厚等は、最新の文献調査及び地質調査結果を踏まえ、降下火砕物の分布状況、不確かさを考慮した降下火砕物シミュレーション結果及び京都市越畑地点におけるDNPの実績層厚と大山から各発電所までの距離の関係から総合的に評価し、適切に設定されていることから、妥当であると判断した。

5

3. 施設等への影響評価

(1) 概要

【要求事項】降下火砕物に対して、安全施設の安全機能が損なわれないこと。

<申請者の説明概要>

- 降下火砕物の最大層厚の変更に対し、影響確認の対象となる項目を抽出、以下の項目の評価を行い、安全施設の安全機能が損なわれないことを確認した。
 - ① 施設を内包する建屋及び屋外施設に対する静的荷重の影響
 - ② 屋外との接続のある施設に対する閉塞の影響
 - ③ 降下火砕物の除去に対する影響
- 重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を含む)についても、同様に建屋等に対する静的荷重の影響及び降下火砕物の除去に対する影響について評価を行い、必要な機能が損なわれないことを確認した。
- 以上から、降下火砕物の最大層厚の変更を除き、基本設計等の変更は不要。

【審査結果】

- 降下火砕物の最大層厚の変更後も、それ以外の基本設計等に技術的成立性があることから、降下火砕物の最大層厚以外の基本設計等を変更しないとの申請者の方針は妥当であると判断した。

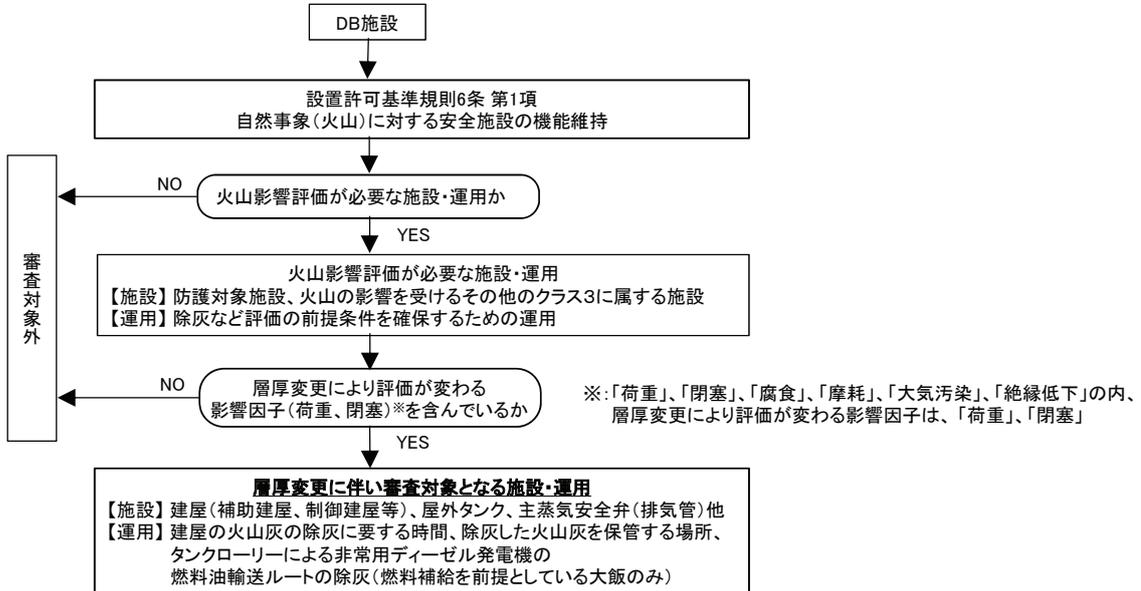
6

3. 施設等への影響評価

(2) 基本設計等の技術的成立性の確認(1/4)

- 申請者は、降下火砕物の層厚変更に伴い、影響確認の対象項目を抽出している。(評価が変わる影響因子は「荷重」及び「閉塞」。)

◆ 設計基準対象施設のうち審査対象となる施設・運用の抽出フロー



出典：第911回審査会合資料2-1より抜粋・加筆 7

3. 施設等への影響評価

(2) 基本設計等の技術的成立性の確認(2/4)

- 申請者は、降下火砕物の層厚変更の影響がある以下の項目について、降下火砕物の最大層厚基本設計等の技術的成立性があるとの検討結果を示している。

① 施設を内包する建屋及び屋外施設に対する静的荷重の影響

- 降下火砕物の堆積荷重※の影響について、荷重等による簡易評価を行い、発生値が許容限界を下回ることから、構造健全性は維持されたとの結果が得られた。

※ 積雪による荷重の組合せを含む、以下同じ

◆ 建屋の静的荷重評価結果(美浜3の例)

建屋	発生値※	許容値※	裕度	構造健全性
外部しゃへい建屋	軸力 482 kN/m	許容軸力 1,780 kN/m	3.69	○
原子炉補助建屋	曲げモーメント 277 kN・m	許容曲げモーメント 462 kN・m	1.67	○
燃料取扱建屋	曲げモーメント 271 kN・m	許容曲げモーメント 302 kN・m	1.11	○
中間建屋	曲げモーメント 859 kN・m	許容曲げモーメント 1,460 kN・m	1.70	○
ディーゼル建屋	曲げモーメント 667 kN・m	許容曲げモーメント 1,250 kN・m	1.87	○
制御建屋	曲げモーメント 1,710 kN・m	許容曲げモーメント 2,690 kN・m	1.57	○

※許容値に対して発生値の割合が最も大きくなる評価項目について計算している。

3. 施設等への影響評価

(2) 基本設計等の技術的成立性の確認(3/4)

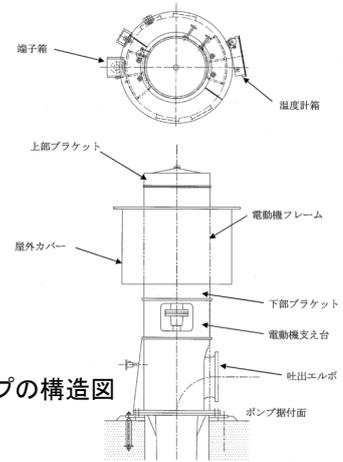
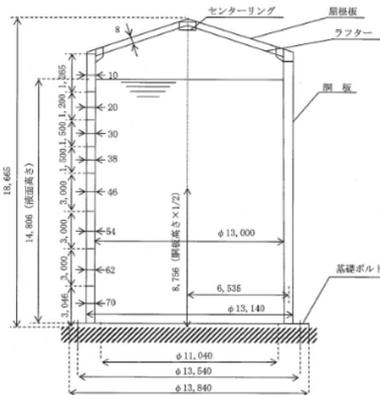
① 施設を内包する建屋及び屋外施設に対する静的荷重の影響(続き)

◆ 屋外タンクの静的荷重評価結果(美浜3の例)

建物	発生応力 (計算値)	許容応力	裕度※	構造 健全性
復水タンク	287 MPa	340 MPa	1.18	○
燃料取替用水タンク	253 MPa	259 MPa	1.02	○

※ 許容応力/発生応力

◆ 燃料取替用水タンクの構造図



◆ 海水ポンプの構造図

◆ 海水ポンプの静的荷重評価(美浜3の例)

構築物	モータフレーム に生じる応力	算定応力	許容応力	裕度※	構造 健全性
海水ポンプ	曲げ応力	16 MPa	282 MPa	17	○
	圧縮応力	8 MPa	244 MPa	30	○

※ 許容応力/算定応力

図の出典: 美浜3号機工事計画認可申請書(平成28年10月7日申請)強度計算書別添2「火山への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」より抜粋 9

3. 施設等への影響評価

(2) 基本設計等の技術的成立性の確認(4/4)

② 屋外との接続のある施設に対する閉塞の影響

- 主蒸気逃がし弁等に対する閉塞の影響について、堆積荷重及び噴出力の評価を行い、出口配管内へ降下火砕物が侵入・堆積した場合も、堆積荷重と比較して噴出力が十分に大きく閉塞は生じず、機能が維持されるとの結果が得られた。

③ 降下火砕物の除去に対する影響

- 建屋の屋根部、屋外タンク等からの降下火砕物の除去に対する影響について、堆積量から作業量及び作業時間の評価を行い、30日以内の除去が可能、かつ、降下火砕物の保管場所は十分な容量があるとの結果が得られた。
- 外部電源の喪失(7日間)を想定した場合における、タンクローリーによる非常用ディーゼル発電機の燃料輸送に対する影響について、アクセスルートの復旧時間の評価を行い、燃料輸送が必要となる3日に対し十分な時間余裕があり、燃料輸送は可能との結果が得られた。(大飯3, 4)

※ 美浜3及び高浜1~4は燃料油貯蔵タンク等の容量により7日間の電力供給が可能であり、タンクローリーによる燃料輸送は不要。

■ 降下火砕物の最大層厚の変更後も、それ以外の基本設計等に技術的成立性があることを確認した。

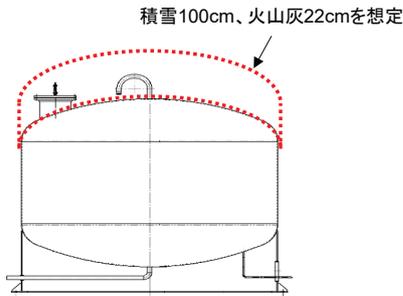
(参考) 保安規定で定める火山影響等発生時の対策 (高濃度火山灰対策)への影響評価

(3) 火山影響等発生時の対策に使用する屋外施設に対する静的荷重の影響

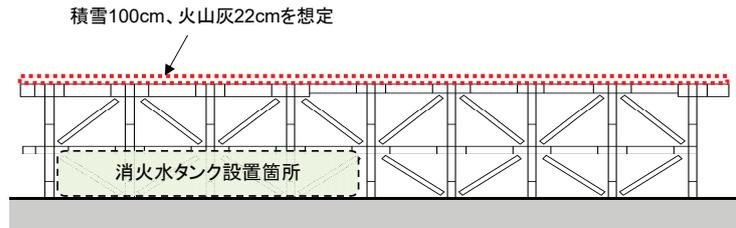
消火水タンクを用いた手順

火山影響等発生時に、電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ又は蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)を用いて復水タンクから蒸気発生器に注水し1次系の冷却を行うが、さらに消火水タンクから復水タンクへ補給を行うことにより継続的な注水が可能となる。

消火水タンク(美浜3号機)



構台(美浜3号機)



- 消火水タンク及びその上部に設置された構台(美浜3のみ)に対する降下火砕物の堆積荷重の影響について、荷重による評価を行い、構造健全性は確保されるとの評価結果が得られた。

出典: 第930回審査会合資料より抜粋

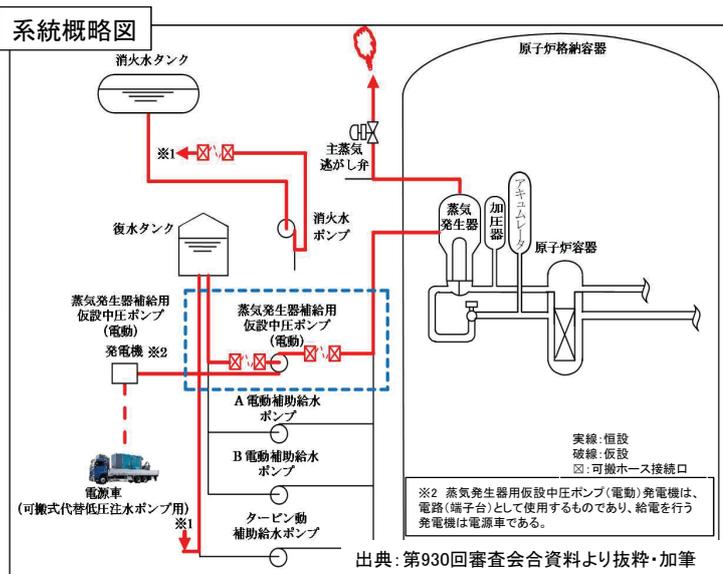
15

(参考) 保安規定で定める火山影響等発生時の対策 (高濃度火山灰対策)への影響評価

(4) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプを用いた蒸気発生器への注水による炉心冷却への影響(1/3)

蒸気発生器(SG)補給用仮設中圧ポンプを用いた蒸気発生器への注水

交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策として、電源車を動力源としたSG補給用仮設中圧ポンプ(電動)により、SG2次側へ注水することにより炉心を冷却する。

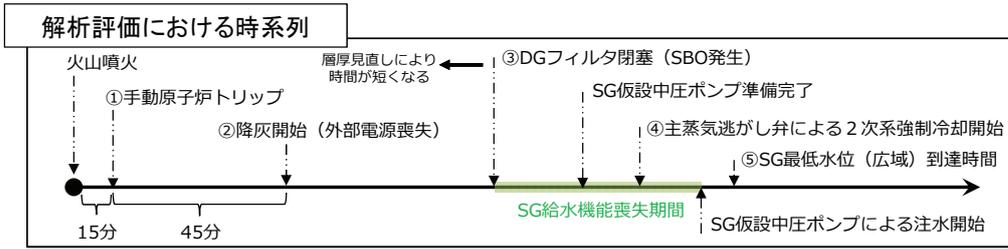


- 非常用ディーゼル発電機の改良型フィルタの取替ができないと仮定した場合、フィルタの閉塞までの想定時間が短くなり、電動補助給水ポンプの機能喪失が早まるものの、以下の事項から継続的な炉心冷却は可能との評価結果が得られた。

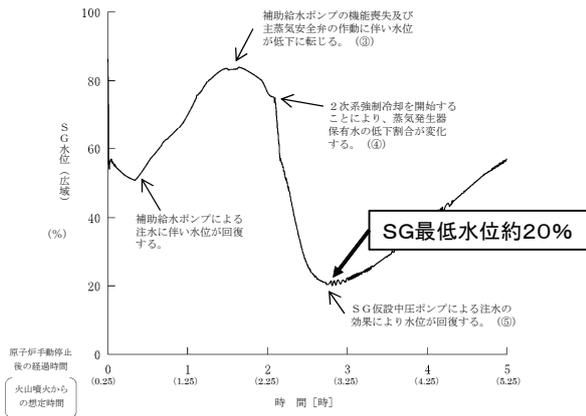
- ① SG補給用仮設中圧ポンプでの注水によりSG2次側保有水が確保されること
- ② 1次系の保有水が確保されること
- ③ ①、②により、主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却で1次系の自然循環冷却が維持されること

(参考) 保安規定で定める火山影響等発生時の対策 (高濃度火山灰対策)への影響評価

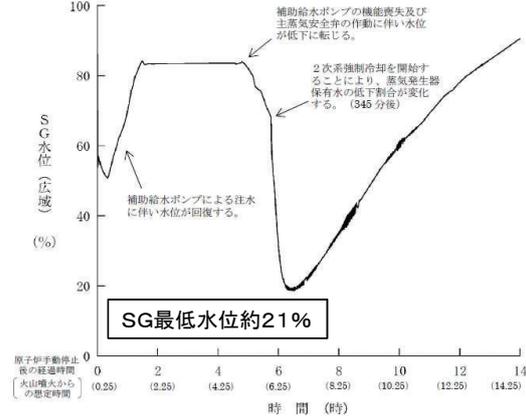
(4) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプを用いた蒸気発生器への注水による 炉心冷却への影響 (2/3)



SG水位 (広域) [美浜3]



SG水位 (広域) [高浜1, 2]

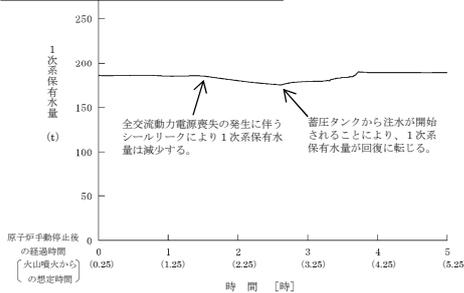


出典: 第930回審査会合資料より抜粋・加筆 17

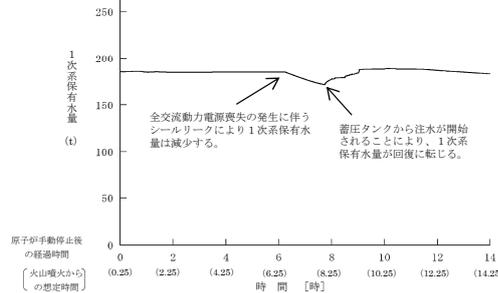
(参考) 保安規定で定める火山影響等発生時の対策 (高濃度火山灰対策)への影響評価

(4) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプを用いた蒸気発生器への注水による 炉心冷却への影響 (3/3)

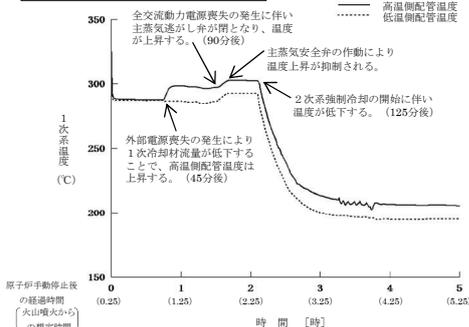
1次系保有水量[美浜3]



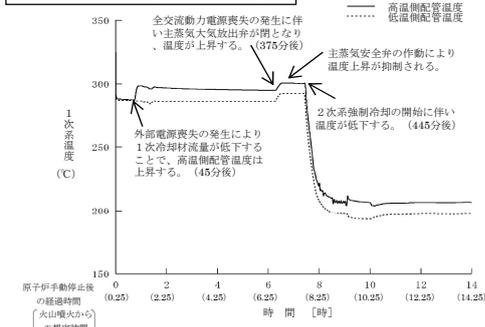
1次系保有水量[高浜1, 2]



1次系温度[美浜3]



1次系温度[高浜1, 2]



出典: 第930回審査会合資料より抜粋・加筆 18