

川内原子力発電所 再稼働までの取組みについて

井上政春*1

福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律等が改正、施行された。九州電力は、原子力規制委員会に対し、川内原子力発電所1,2号機の新規制基準への適合性確認のための申請を平成25年7月に行った。川内1,2号機は、原子炉設置変更許可、その後の工事計画認可、保安規定変更認可、使用前検査等の手続きを経て、平成27年9月と11月に通常運転に復帰した。本講演では、川内原子力発電所における再稼働までの取組みについて概説する。また、平成27年12月に申請した玄海原子力発電所1号機の廃止措置計画の概略を紹介する。

Keywords: 新規制基準, 再稼働, 廃止措置

1 緒言

福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律（以下、原子炉等規制法）の改正等により強化された原子力発電所の新規制基準が施行されたことから、当社は、原子力規制委員会（Nuclear Regulation Authority; NRA）に対し、平成25年7月8日 川内原子力発電所1,2号機の新規制基準への適合性確認のための「原子炉設置変更許可（基本設計）」、「工事計画認可（詳細設計）」、「保安規定変更認可（運用管理）」を一括して申請した。また、玄海原子力発電所3,4号機についても、7月12日に同様な申請を行っている。

平成26年9月10日 NRAは、川内1,2号機について、原子炉設置変更を許可した。その後の工事計画認可、保安規定変更認可、使用前検査等の手続きを経て、川内1号機は、平成27年9月10日、川内2号機は、11月17日に通常運転に復帰した。平成28年8月現在、川内1,2号機は定格熱出力一定運転で、安定した運転を継続している。

また、平成27年4月27日をもって運転終了した玄海原子力発電所1号機について、平成27年12月22日に申請した廃止措置計画の概略を紹介する。（なお、詳細は、当社ホームページプレスリリース[1]を参照されたい。）

2 新規制基準への適合

新規制基準においては、地震や津波等の共通の要因によって、原子力発電所の安全機能が一斉に失われることを防止するために、耐震・耐津波性能や自然現象の想定、電源の信頼性、冷却設備の性能等の設計基準が強化された。また、設計基準の想定を超えるような、万一の重大事故が発生した場合に備え、可搬型設備等を活用した重大事故に備えた対策が新たに追加された。

2.1 重大事故を防止するために強化・新設した主な対策

(1) 地震

- ・ 発電所は、活断層がない地盤に設置していることを確認した。
- ・ 基準地震動（発電所の建屋や機器の耐震安全性評価に

用いる基準となる地震動）として、発電所周辺の活断層による地震を厳しく評価した地震動（Ss-1:540ガル）と、北海道留萌支庁南部地震（2004年）を考慮した震源を特定せず策定する地震動（Ss-2:620ガル）を設定した。

(2) 津波

- ・ 琉球海溝のプレート間地震（Mw9.1）による津波の高さを海拔5m程度（取水口付近）と評価し、地震による地盤沈下や満潮位の変動等も考慮のうえ、発電所への最大遡上高さを海拔6m程度と想定した。
- ・ 海水ポンプエリア（海拔約5m）の周辺に、防護壁（海拔約15m）を設置するとともに、津波の引き波時にも原子炉等の冷却に必要な海水を確保するための貯留堰を取水口前面に設置した。
- ・ 津波や漂流物に対する安全性を向上させるため、防護堤（海拔約8m）を設置した。

(3) 火山

- ・ 発電所への影響が最も大きい火山事象として、約1.3万年前に発生した桜島薩摩噴火規模の15cmの火山灰堆積を想定した。
 - ・ カルデラの破局的噴火（噴出物量100km³以上）が発電所運用期間中に発生する可能性は、十分小さいと評価[※]したが、活動状況に変化がないことを継続的に確認するため、火山活動のモニタリングを実施する計画とし、モニタリングにより、破局的噴火に発展する可能性がある場合、早期の原子炉停止、燃料体等の搬出を行うこととした。
- ※ 桜島のある鹿児島地溝におけるカルデラの破局的噴火の活動間隔は約9万年であり、直近の破局的噴火は約3万年前。

(4) 竜巻

- ・ 日本で発生した過去最大の竜巻を考慮して、最大風速100m/sの竜巻を想定した対策を実施した。
- ・ 重要な屋外設備には飛来物の衝突を防止する防護ネットを設置し、資材保管用コンテナは、固縛等により飛散を防止した。

(5) 火災

- ・ 火災を早期に感知・消火するため、安全上重要なポンプ等の設置エリアにおいて、検知方法の異なる火災感知器や自動消火設備を増設するなど、発電所構内の火災対策を強化した。

(6) 内部溢水

- ・ 配管やタンクの破損によって、安全上重要な設備が

On efforts toward the restarting operation of Sendai Nuclear Power Station by Masaharu INOUE (Masaharu_Inoue@kyuden.co.jp)

*1 九州電力株式会社

Kyushu Electric Power Co., Inc.

〒810-8720 福岡市中央区渡辺通 2-1-82

本稿は、日本原子力学会バックエンド部会主催第32回バックエンド夏期セミナーにおける講演内容に加筆したものである。

使用できなくなることがないように、配管からの蒸気漏れを早期に検知して自動で止める設備や、浸水を防止する水密扉の設置等、内部溢水に対する防護対策を実施した。

2.2 重大事故の発生に備え新設した主な対策

(1) 電源の多様化

- ・ 非常用ディーゼル発電機の燃料油貯蔵タンクの増設等、常設の電源設備を強化するとともに、外部電源および常設の非常用電源が喪失した場合に備え、大容量空冷式発電機等を新たに設置する等、電気を供給する手段を多様化した。

(2) 炉心損傷防止対策

- ・ 常設のポンプに加えて、可搬型のポンプ等を追加配備し、原子炉等の冷却手段を多様化した。

(3) 格納容器破損防止対策

- ・ 格納容器スプレイポンプによる格納容器の冷却ができない場合に備え、格納容器の冷却手段を多様化した。
- ・ 水素爆発を防止するために、事故時に格納容器内に水素が発生した場合でも、水素の濃度を低減する以下の設備を設置した。
 - 静的触媒式水素再結合装置
 - 電気式水素燃焼装置

(4) 放射性物質の拡散抑制

- ・ 万一、格納容器が破損したとしても、発電所外への放射性物質の拡散を抑制するため、破損箇所へ放水する放水砲を配備するとともに、放水時に放射性物質を含んだ水が海洋へ拡散することを抑制するため、シルトフェンス（海中カーテン）を配備した。

3 設置変更許可から再稼働を果たすまで

原子炉設置変更許可、工事計画認可、保安規定変更認可を一括申請したものの、設置変更許可申請書は、その後の審査会合での議論等を踏まえ、大幅な補正が加えられた後、許可された。

また、工事計画認可申請書、保安規定変更認可申請書にも幾度かの補正を加え、平成27年3月18日に1号機の工事計画、5月22日に2号機の工事計画が認可され、5月27日に保安規定変更が認可された。

その後、使用前検査に加え、保安検査等を受検し、川内1号機は、平成27年9月10日、川内2号機は、11月17日に通常運転に復帰した。

新規規制基準への適合性審査として、平成25年7月の申請以降この間、71回の審査会合（現地調査含む）および914回のヒアリングが実施されている。

3.1 工事計画認可

従前は、電気事業法に基づく規制であったが、新規規制基準では原子炉等規制法の要求へと変更された。この際、従前から要求されている強度計算、耐震計算に加え、火災防護、溢水防護、竜巻等の自然現象への配慮に関する説明書

等も必要となり計算書の種類が大幅に増えたこと、可搬設備や通信設備等、評価対象設備が増えたことにより、工事計画認可申請書の最終版は、1号機が約30,000ページ、2号機が約29,000ページとなり、建設工事のものに匹敵する膨大な量となった。

3.2 保安規定変更認可

内部溢水、地震、津波、竜巻および火山（降灰）等の発生時の体制整備、火山活動のモニタリング等の体制、重大事故、大規模損壊発生時の体制整備等について追加記載し、認可を得た。

重大事故、大規模損壊発生時の体制としては、52名/班の宿直を編成し、夜間・休日でも速やかに対応できるよう、発電所内または近傍に待機させている。

3.3 使用前検査

従前は、電気事業法に基づく規制であったが、新規規制基準では原子炉等規制法の要求へと変更された。法令の内容は、電気事業法で規制されていた従前と変わらないが、バックフィット規制であることから、新設設備のみならず、既設設備も使用前検査の対象となったこと、NRAの内規に基づく品質管理検査、基本設計方針の検査が加わったことから、検査対応に非常に多くの時間と労力を費やす必要が生じ、本店や玄海から100名規模の検査応援者を川内に派遣したものの、工事計画認可から使用前検査合格までに約半年を要した。

3.4 その他の検査

使用前検査に加え、以下のNRAによる検査・審査にも同時並行で対応した。

- ・ 施設定期検査
- ・ 定期安全管理審査：定期検査期間中に実施する事業者検査の体制に関する審査
- ・ 溶接安全管理審査：溶接を行った際に実施する事業者検査の体制に関する審査
- ・ 保安検査：保安規定の遵守状況に関する検査

注：原子炉起動前、プレスに公開された重大事故を想定した訓練は、安全上重要な行為に対する保安検査に新たに加えられた項目として実施されたもので、事故シナリオに対し定められた操作を定められた時間内に完了できるかが検査された。

3.5 長期停止を考慮した対応

4年以上の長期停止を考慮し、運転プラントの経験がない若手社員が増えていることから、再稼働の際には、以下の対策等を講じた。

(1) 設備総点検の実施

- ・ 長期停止した火力発電所の知見を活用した点検計画を策定した。
- ・ 実務者、OBやベテラン社員からのさまざまな知見、アイデアを収集し、実施すべき事項を検討した。

(2) 発電所と本店の情報共有の強化

- ・ 毎朝、発電所、本店、東京支社でミーティングを実施

した。

- 出力上昇前には、CNO（Chief Nuclear Officer）も参加する検討会を発電所と本店間で実施した。

(3) 支援体制の強化等

- 川内の発電課長経験者、ベテラン運転員を派遣し、ダブルチェック、若手のコーチを行った。
- タービンのバランシング等により、起動工程が変更されることを考慮し、すべての運転当直班で、原子炉起動、発電機並列、出力上昇等のシミュレータ訓練を複数回実施した。
- 出力上昇に関する操作は、日勤の時間帯に計画した。

3.6 積極的な情報発信と運転経験

再稼働工程中に想定される事象と対応および情報公開の考え方について、事前に報道関係者への説明を行った。また、原子炉起動からは再稼働時のプラント状況を、毎日お知らせするとともに、重要な局面を現場公開した。なお、川内1号機において発生し公表した不具合事象は、以下の2点である。

- A-RCP 軸振動計指示値低下（平成27年8月7日）
 - 軸振動計のコネクタおよびケーブルの取替え実施。
- 復水ポンプ出口の電気伝導率の上昇による出力上昇延期（平成27年8月21日）
 - 海水混入の原因として特定された復水器損傷細管5本、および予防保全としてその周辺の細管を含む合計69本について施栓を実施。（川内2号機は、損傷は無いが、予防保全として57本施栓）

3.7 WANO, JANSI による再稼働支援

川内再稼働の動向は世界からも注目されており、世界原子力発電事業者協会（World Association of Nuclear Operators; WANO）および原子力安全推進協会（Japan Nuclear Safety Institute; JANSI）の再稼働に関する以下の支援を受けた。

- WANO による再稼働レビュー
- JANSI によるエキスパートワークダウン 等

また、川内再稼働に係る当社が発信した情報は、JANSI, WANO を介して、世界中の原子力事業者にも情報発信された。

4 まとめ

川内原子力発電所の再稼働はゴールではなくスタートである。九州電力としては、安全性向上の取組みに決して終わりは無いことを肝に銘じ、川内原子力発電所における再稼働での経験を活かし、今後も全社を挙げて、原子力の安全性・信頼性の向上に取り組んでいく。

<<参考>>

玄海原子力発電所1号機廃止措置計画認可申請について

(1) 経緯

- 平成27年3月18日 廃止日を4月27日として、電気事業法に基づき経済産業大臣へ届出
- 平成27年12月22日 原子炉等規制法に基づき原子力規制委員会へ廃止措置計画認可申請書提出

(2) 申請書の概要

申請書には、廃止措置の方針、手順、工程および解体工事準備期間中に実施すべき放射性物質による汚染の状況調査等の具体的な内容を記載している。

(3) 主な手順

- 廃止措置の工事は、以下の期間に区分し、ⅠからⅣの順序で実施する。
 - Ⅰ 解体工事準備期間
 - [平成28年度(認可後)から平成33年度]
 - 設備の汚染状況調査、薬品を用いて配管等に付着した放射性物質を除去（洗浄）する。
 - Ⅱ 原子炉周辺設備等解体撤去期間
 - [平成34年度から平成41年度]
 - 放射能が比較的低い設備を解体撤去する。
 - 使用済燃料の搬出を完了する。
 - Ⅲ 原子炉等解体撤去期間
 - [平成42年度から平成48年度]
 - 放射能の減衰を待って、原子炉容器、蒸気発生器等を解体撤去する。
 - Ⅳ 建屋等解体撤去期間
 - [平成49年度から平成55年度]
 - 建屋内の汚染物を撤去した後、最後に建屋を解体撤去する。

参考文献

- [1] 九州電力プレスリリース「玄海原子力発電所1号機廃止措置計画認可申請書の提出について」（平成27年12月22日）

