

乙第3号証

別添一 3

平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた
緊急安全対策に係る実施状況報告書
(大飯発電所)

平成23年 4月

関西電力株式会社

目 次

1. 概要
2. 津波発生によるPWRプラントにおける想定事象
3. 想定事象に対する対応シナリオ
 - (1) 対応シナリオ
 - a. 電源車による電源応急復旧
 - b. 蒸気発生器への給水確保
 - c. 使用済燃料ピットへの給水確保
 - (2) シナリオ成立のための要件の検討
4. 緊急安全対策の実施状況
 - ① 緊急点検の実施
 - ② 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施
 - ③ 緊急時の電源確保
 - ④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保
 - ⑤ 緊急時の使用済燃料貯蔵槽の冷却確保
 - ⑥ 各原子力発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施
5. 原子炉施設保安規定の変更
6. 緊急安全対策のさらなる充実
7. 今後の対応

1. 概要

平成23年3月11日に発生した、東北地方太平洋沖地震による津波に起因する東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故については、同じ原子力事業に携わる者として重く受け止め、当社の原子力発電所については、引き続き、安全・安定運転ならびに設備の安全確保に万全を期すとともに、実施可能な対応をすみやかに行っている。

また、今回の事態の推移を注視しつつ、今後、津波の発生メカニズムを含めた事故の全体像の把握及び、その分析・評価結果を待ってさらなる必要な対策を実施していく必要があると認識している。

3月30日、経済産業大臣から当社社長に対する指示文書「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施について（指示）（平成23・03・28原第7号 平成23年3月30日付）」を受領し、津波により3つの機能（交流電源を供給する全ての設備の機能、海水を使用して原子炉施設を冷却する全ての設備の機能及び使用済燃料ピットを冷却する全ての設備の機能）を喪失したとしても、炉心損傷及び使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ、原子炉施設の冷却機能の回復を図るための緊急安全対策について直ちに取り組むとともに、それらの実施状況について早急に報告するよう指示があったことから、本指示内容に照らし、当社の緊急安全対策について、その実施状況を報告する。

また、同文書中でのもう一つの指示事項である、緊急安全対策を盛り込んだ原子炉施設保安規定の変更の認可申請についても4月4日に提出を行なった。

なお、本報告書中に記載の対策については、これまでに判明している知見に基づいたものであり、事故の全体像の解明が進み、事故シーケンスの分析や評価が行われた後には、これらに対応した講ずべき対策について、適切に反映していく。

2. 津波発生によるPWRプラントにおける想定事象（添付資料-1）

今回の東京電力福島第一・第二原子力発電所事故と同様に、極めて大きな津波により、3つの機能喪失を想定した場合のPWRプラント挙動について検討した。

全交流電源喪失に伴い、バッテリーから中央制御室等、プラント監視上必要な箇所に給電が開始されるが、バッテリー容量には限りがあるため、一定時間が経過した以降はバッテリーが枯渇し、プラント監視機能

の喪失が考えられる。

また、全交流電源喪失とほぼ同時に、タービン動補助給水ポンプが起動し、蒸気発生器（以下、S/G）2次側への給水が行われ、S/Gを介して原子炉の冷却が行われる。当該ポンプは補助復水タンクや復水ピット等を水源としているが、タンクへの新たな給水がなければ、タンクの水は枯渇し、以降S/Gによる冷却は期待できなくなる。その結果、冷却材の温度が上昇し、沸騰することにより炉心内の冷却材が減少し、最終的には炉心が露出し、損傷に至ることが考えられる。

一方、使用済燃料ピットについては、冷却機能が喪失することによりピット水温は徐々に上昇し、水が蒸発する。さらに温度が上昇し、沸騰状態となると水量は次第に減少し、使用済燃料ピットへの新たな給水がなければ使用済燃料が露出し、損傷に至ることが考えられる。

3. 想定事象に対する対応シナリオ

(1) 対応シナリオ（添付資料-2）

こうした状況にプラントが至らないよう、前述の評価も踏まえ、津波により3つの機能を全て喪失した場合においても、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ、冷却機能の回復を図るために、以下の3つの対応を行う。

- a. 電源車による電源応急復旧
- b. S/Gへの給水確保
- c. 使用済燃料ピットへの給水確保

3つの対応を具体的に実現するための、概略シナリオについては以下の通りである。

a. 電源車による電源応急復旧（添付資料-3）

全交流電源喪失後、バッテリーから中央制御室等、プラント監視上必要な計器類への給電は限られた時間しか期待できなかったため、早期に、電源車から非常用ディーゼル発電機（以下、D/G）制御盤、もしくはメタルクラッドスイッチギア（以下、メタクラ）にケーブルを敷設してつなぎ込み、電気を供給し、運転監視等の機能が維持できるようにする。

具体的には、以下の手順で電源の確保を図ることとする。

手順1：給電先となるD/G制御盤もしくはメタクラの健全性を確認する。

手順2：電源車の寄付き場所（D/G室外、もしくはタービン建屋オープンハッチ）の状況や、ケーブル敷設ルートを確認する。

手順3-1:D/G制御盤もしくはメタクラと電源車の寄付き場所間にケーブルを敷設する。

手順3-2：電源車を寄付き場所まで移動させ、ケーブルのつなぎ込みを行う。

手順4：電源車からの電気の供給を開始する。

b. 蒸気発生器への給水確保（添付資料-4）

(a) 大飯発電所1, 2号機の場合

タービン動補助給水ポンプによる冷却を継続するための給水については、補助復水タンク内の水による供給が一定期間は可能であるが、事態が長期に亘る場合には、No.2, 3淡水タンク等、他の水源から必要な水を確保する。

具体的には、以下の方法で水の確保を図ることとする。

方法1：補助復水タンクの水を、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

方法2：No.2, 3淡水タンクの水を、補助復水タンクを経由し、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

方法3：主復水タンクの水を、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

方法4：No.2, 3淡水タンクの水を、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

方法5：海から消防ポンプにより、海水を汲み上げ、補助復水タンクを経由し、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

なお、方法1によりS/Gへ給水後、方法2～5の中で実施可能なものを選択し、S/Gへの給水を行う。

(a) 大飯発電所3, 4号機の場合

タービン動補助給水ポンプによる冷却を継続するための給水については、復水ピット内の水による供給が一定期間は可能であるが、事態が長期に亘る場合には、2次系純水タンクや予

備の2次系純水タンク等、他の水源から必要な水を確保する。

具体的には、以下の方法で水の確保を図ることとする。

方法1：復水ピットの水を、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

方法2：C-2次系純水タンクの水を、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

方法3：予備の2次系純水タンクの水を、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

方法4：海から消防ポンプにより、海水を汲み上げ、復水ピットを経由し、タービン動補助給水ポンプを用いてS/Gへ給水する。

なお、方法1によりS/Gへ給水後、方法2~4の中で実施可能なものを選択し、S/Gへの給水を行う。

c. 使用済燃料ピットへの給水確保（添付資料-5）

使用済燃料ピットの冷却機能が喪失することによる使用済燃料ピット水温の上昇と、それに伴う使用済燃料ピット水量の減少を補うため、使用済燃料ピットへ水の補給を行う。

具体的には、以下の方法で水の確保を図ることとし、状況に応じて方法を選択する。

(a) 大飯発電所1, 2号機の場合

方法1：屋内の消火栓から、No.1淡水タンクの水を水頭圧にて使用済燃料ピットへ補給する。

方法2：屋外の消火栓から、No.1淡水タンクの水を水頭圧にて使用済燃料ピットへ補給する。

方法3：1次系純水ポンプに電源車により電気を供給した上で、1次系純水タンクの水を使用済燃料ピットへ補給する。

方法4：海から消防ポンプにより、海水を汲み上げ、使用済燃料ピットへ補給する。

(a) 大飯発電所3, 4号機の場合

方法1：屋内の消火栓から、No.1淡水タンクの水を水頭圧にて使用済燃料ピットへ補給する。

方法2：屋外の消火栓から、No.1淡水タンクの水を水頭圧にて使用済燃料ピットへ補給する。

方法3：1次系補給水ポンプに電源車により電気を供給した上で、1次系純水タンクの水を使用済燃料ピットへ補給する。

方法4：海から消防ポンプにより、海水を汲み上げ、使用済燃料ピットへ補給する。

(2) シナリオ成立のための要件の検討（添付資料-6）

シナリオの設定にあたっては、各シナリオにおいて必要となる機器類の仕様を考慮する必要があるとともに、今回の福島第一原子力発電所における津波被害を踏まえると、津波による資機材の流失、がれきの散乱、海水の滯留、設備・機器類の破損等、実行にあたって様々な阻害・制約条件を考慮する必要がある。

そのため、シナリオ策定に当たっては、これら条件を網羅的に抽出し、そのいずれの場合においても対応可能とするようP D C Aを廻しながら進めていくこととした。必要な資機材の保管場所、資機材保管場所からの運搬ルート、照明・通信手段の確保状況、消防ポンプの送水能力、電源車の必要容量等、基本シナリオの策定（Plan）の後、現場での適用検討（Do）を経て、再度シナリオへのフィードバック（Check）を行い、現場でのシナリオに基づく確認（Action）のプロセスを踏み、手順として確定し、問題のないことを確認した。

4. 緊急安全対策の実施状況

3つの機能を喪失した場合においても、3.において示した対応シナリオにより、炉心損傷及び使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ原子炉施設の冷却機能の回復を図るため、経済産業省から示された以下の①～⑥の6項目の指示内容に照らした上で、直ちに講じるべき対策を緊急安全対策として以下の通り、取り組んだ。

① 緊急点検の実施（添付資料-7）

3つのシナリオの実現のために必要となる資機材や、本設の設備について点検を行った。

②の緊急時対応計画において必要となる資機材や設備を対象に点検を実施し、資機材については、平成23年4月11日までに完了した。

設備については、大飯3号機のタービン動補助給水ポンプおよ

び主蒸気逃がし弁、蓄圧タンク、直流電源、復水ピットおよび3・4号機の共用設備であるB-1次系補給水ポンプ以外については平成23年4月12日までに点検を完了した。

なお、点検のできなかった上記の設備については、以下の通り、点検を実施する。

- ・ 定期検査中の大飯3号機のタービン動補助給水ポンプおよび主蒸気逃がし弁については、蒸気条件の整うプラント起動時に点検を実施する。
- ・ また、大飯3号機蓄圧タンク、直流電源、復水ピットおよび3・4号機の共用設備であるB-1次系補給水ポンプについては、点検作業中であり、点検作業完了後に点検を実施する予定である。
- ・ 運転中の大飯1号機、2号機及び4号機の蓄圧タンク出口弁については、現在の運転状態下では、弁の開閉状態が必要であり閉動作の確認はできないが、至近の定期検査における蓄圧注入系弁動作検査において、当該弁の閉動作を確認していることから、シナリオ遂行上問題ないと考えられる。また、次回定期検査の同検査において、同様の動作確認を行なう。

② 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施（添付資料-8、9）

3つのシナリオの実現のための緊急時対応計画として、体制、役割分担、要員配置、手順、訓練、資機材等について定めた「大飯発電所電源機能等喪失時における原子炉施設の保全のための活動に係る対応所達」を策定した。（平成23年4月12日制定）

また、関連する社内標準として「運転管理通達」、「運転員教育訓練要綱指針」、「大飯発電所1、2号機事故時操作所則」及び「大飯発電所3、4号機事故時操作所則」の改正を行った。（平成23年4月12日、改正）

これらの社内標準の策定、改正にあたっては、訓練を実施し、改善点を抽出し、フィードバックを行った。（全ユニット、平成23年4月12日までに完了）

また、全交流電源喪失に係る対応力のさらなる強化のため、継続的に実施しているシミュレータによる地震対応訓練において、東日本大震災の知見を取り入れた訓練を行うことを「運転員教育

訓練要綱指針」を改正し、定めた。（平成23年4月2日改正）

③ 緊急時の電源確保（添付資料－10）

・ 電源車及び電源ケーブルの配置

外部電源及びD/Gによる電源が確保できない場合に、原子炉を安定的に除熱し、原子炉の状態監視等が可能となる緊急時の電源を確保するため、各ユニットに必要な電源容量を満足する電源車を配置した。また、電源車から原子炉の状態監視計器に給電可能な受電盤等に接続するために必要な電源ケーブルについても配置した。これらの資機材については津波の影響を受けない場所に保管した。（全ユニット、平成23年4月8日までに配置済）

④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保（添付資料－11）

・ 消防ポンプ及び消火ホースの配置

外部電源及びD/Gによる電源が確保できない場合に、タービン動補助給水ポンプによる除熱のための水を補給するため、水源である補助復水タンクや復水ピットへ海水から水を補給するための消防ポンプ及び消火ホースを配置した。これらの資機材については津波の影響を受けない場所に保管した。（全ユニット、平成23年4月6日までに配置済）

⑤ 緊急時の使用済燃料貯蔵槽の冷却確保（添付資料－12）

・ 消防ポンプ及び消火ホースの配置

使用済燃料ピット冷却系及び既存の補給水系の機能喪失により、使用済燃料ピットを冷却する手段がなくなった場合に備え、消火水、海水等の水源から水を供給するための消防ポンプ及び消火ホースを配置した。これらの資機材については津波の影響を受けない場所に保管した。（全ユニット、平成23年4月6日までに配置済）

⑥ 各原子力発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施

・ 建屋の水密性向上（添付資料－13、14）

タービン動補助給水ポンプ、D/G等のプラントの安全上重要な設備が、津波により冠水することを防止するため、既

存扉および建屋貫通部の隙間にシール施工等を行うことにより水密性の向上を図った。(全ユニット、平成23年4月12日までに完了)

なお、安全確保体制の強化のため、緊急時対応を専任とする役職者を、原子力事業本部に部長1名、各発電所に副所長1名を配置した。(平成23年3月28日配置済)

5. 原子炉施設保安規定の変更

平成23年3月30日付の経済産業大臣からの指示文書、および「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」の改正を踏まえ、「大飯発電所原子炉施設保安規定」に、電源機能等喪失時の体制の整備に関する措置を新たに追加し、原子炉施設保安規定変更認可の申請を行った。(平成23年4月4日申請済)

<変更申請の概要>

(電源機能等喪失時の体制の整備)の条文を新たに追加し、以下の項目を明記した。

- (1) 安全・防災室長は、電源機能等喪失時の体制の整備に関する措置として、以下の3項目に係る計画を策定し、所長の承認を得る。
 - ① 必要な要員の配置
 - ② 要員に対する訓練
 - ③ 必要な電源車、消防ポンプ（消防車に装備されているポンプを含む）、消火ホースなどの資機材の配備
- (2) 各課（室）長は、前項の計画に基づき活動を実施する。
- (3) 各課（室）長は、前項に定める事項について定期的に評価を行うとともに、評価の結果に基づき必要な措置を講じ、安全・防災室長に報告する。安全・防災室長は、(1)に定める事項について定期的に評価を行うとともに、評価の結果に基づき必要な措置を講じる。

6. 緊急安全対策のさらなる充実（添付資料－15、16）

緊急安全対策を実施することにより、津波により3つの機能が喪失する状況にあっても、炉心損傷や使用済燃料の損傷を防止することが可能であるが、より一層の信頼性の向上を図るために、「③ 緊急時の電源確保」「④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保」「⑤ 緊急時の使用済燃料貯蔵槽の冷却確保」「⑥ 各原子力発電所における構造等を踏まえた当面必要

となる対応策の実施」については、緊急安全対策に加え、設備の恒設化や冗長性の確保ならびに強化等の対策も合わせて行う。

なお、これらの対策については概ね2～3年かけて実施する計画である。

また、緊急安全対策で行った「① 緊急点検の実施」及び「② 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施」については、今後も定期的に継続して実施し、資機材の健全性を確認するとともに、訓練を通じて対応力を高めていく。

③ 緊急時の電源確保

a. 非常用発電機代替設備の配置

D/Gの代替電源として、原子炉の状態監視計器や原子炉の冷却維持に必要な機器等に必要な電力を安定的に供給することができるよう、空冷式の移動式発電装置を配置する。

b. 海水供給用可搬式ポンプの設置

海水系施設である海水ポンプが機能を喪失した場合においても、D/Gの冷却を実施できるよう海水供給用可搬式エンジン駆動ポンプを配置する。

c. 送電線の強化

今回の地震の規模、設備被害の詳細が分かり次第、取り入れるべきことがないか等の検討を行い、適切に対応する。

④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保

a. タンク間の配管改造

復水タンクへの水の供給を容易とするため、復水タンクならびに淡水タンク間の配管上にホースつなぎ込み用の管台を設置する等の改造を行う。

b. 純水タンク、淡水タンク周りの防護壁設置

S/Gへ給水するための水源を確保するため、純水タンクや淡水タンクのうち設置位置の低いものについて、周囲に津波に対する防護壁を設置する。

⑤ 緊急時の使用済燃料貯蔵槽の冷却確保

● 使用済燃料ピット冷却機能の強化

使用済燃料ピットへの水補給方法を多様化するため、外部から使用済燃料ピットへ消火水等を注入するための配管等を敷設する。

- ⑥ 各原子力発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施
- a. 津波の衝撃力緩和対策
津波による衝撃力を緩和するため、防潮堤を設置する。
 - b. 安全上重要な設備の冠水防止対策
タービン動補助給水ポンプ、D/G、受電盤等のプラント安全上重要な設備の津波による冠水を防止するため、水密扉への取替えを行う。
 - c. 海水ポンプの津波対策強化
海水ポンプへの津波の影響を低減するため、海水ポンプエリアに防護壁を設置する。

7. 今後の対応

現在の対策については、これまでに判明している知見に基づいたものであり、今後も事故の推移を注意深く見守っていく。特に事故に伴い発生した放射性物質を含んだ廃液の取り扱いについては、大きな新たな課題の一つになってきていることから、この点も含め、引き続き、情報収集、分析を行なうとともに、併せて設備面からの対策も含め、検討を継続して実施していく。

事故の全体像の解明が進み、事故シーケンスの分析や評価が行われた後には、これらに対応した抜本的対策を適切に講じていく。

以上

添付資料

- 1 : PWRにおける津波発生時の事象（緊急安全対策実施前）
- 2 : PWRにおける津波発生時の事象（緊急安全対策実施後）
- 3 : 電源車による給電方法
- 4 : タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水確保方法
- 5 : 使用済燃料ピットへの水補給方法
- 6 : 電源機能等喪失時対応における改善事項
- 7 : 緊急点検実施結果
- 8 : 訓練実施結果
- 9 : 原子力防災組織
- 10 : 電源車等の配置
- 11 : 消防ポンプ及び消火ホースの配置（補助復水タンクおよび復水ピットへの給水）
- 12 : 消防ポンプ及び消火ホースの配置（使用済燃料ピットへの給水）
- 13 : 水密性向上対策の概要
- 14 : 主要機器設置レベル（概念図）
- 15 : 中長期的な対策の概要
- 16 : 中長期的な対策の工程