

福島第二原子力発電所における緊急安全対策について
(実施状況報告)

平成23年5月20日

東京電力株式会社

目 次

1. はじめに	1
2. 福島第一原子力発電所で発生した事故について	1
2. 1 福島第一原子力発電所事故の想定される直接要因	1
2. 2 経済産業大臣指示文書に基づく要求事項	1
3. 福島第二原子力発電所のプラント冷温停止状況	2
3. 1 東北地方太平洋地震・津波後の設備状況	2
3. 2 現時点でのプラント冷温停止状況	3
4. 福島第一原子力発電所事故を踏まえた緊急安全対策	3
4. 1 対応の流れ	3
4. 2 対策の検討にあたり考慮した事項	5
5. 緊急安全対策の実施状況	5
5. 1 緊急点検の実施	5
5. 2 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施	5
5. 3 緊急時の電源確保	6
5. 4 緊急時の最終的な除熱機能の確保	6
5. 5 緊急時の使用済燃料プールの冷却確保	6
5. 6 構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施	7
5. 7 緊急安全対策のまとめ	7
6. 今後の対策について	7
7. まとめ	8
8. 添付資料一覧	9

1. はじめに

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福島第一原子力発電所事故については、皆さまに大変なご心配とご迷惑をおかけしており、現在も、国、地方自治体及び当社を含む事業者等の関係機関が一体となって、この災害を抑えるべく対応をしているところである。

本書は、平成23年4月21日に受領した経済産業大臣指示文書「福島第二原子力発電所の緊急安全対策について（指示）」（平成23・04・20 原第20号）に基づき、冷温停止状態での津波による電源機能喪失時において、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プール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実施状況を報告するものである。

今後、津波の発生メカニズムを含めた今回の事故の全体像の把握及び、その分析・評価を行い、これらに対応したさらなる必要な対策を講じていくことになるが、原子力発電所の安全確保に万全を期すとともに、実施可能な対応を速やかに行う必要があると認識している。

2. 福島第一原子力発電所で発生した事故について

2. 1 福島第一原子力発電所事故の想定される直接要因

福島第一原子力発電所事故は、巨大地震に付随した津波により、

- (1) 所外電源の喪失とともに緊急時の電源が確保できなかったこと
- (2) 原子炉停止後の炉心からの熱を最終的に海中に放出する海水系施設、若しくはその機能が喪失したこと
- (3) 使用済燃料プールの冷却やプールへの通常の所内水供給が停止の際に、機動的に冷却水の供給ができなかったこと

が事故の拡大をもたらし、原子力災害に至らせ、若しくは災害規模を大きくした直接的要因と考えられる。

2. 2 経済産業大臣指示文書に基づく要求事項

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プール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原子炉施設の冷却機能の回復を図るために、緊急安全対策として、以下の対策を講じること。

【具体的要求事項】

① 緊急点検の実施

津波に起因する緊急時対応のための機器及び設備の緊急点検の実施

② 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施

交流電源を供給する全ての設備の機能、海水により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プールを冷却する全ての設備の機能の喪失を想定した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

福島第二原子力発電所内の電源が喪失し、緊急時の電源が確保できない場合に、必要な電力を機動的に供給する代替電源の確保

④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保

海水系施設又はその機能が喪失した場合を想定した機動的な除熱機能の復旧対策の準備

⑤ 緊急時の使用済燃料プールの冷却確保

使用済燃料プールの冷却及び使用済燃料プールへの通常の福島第二原子力発電所内の水供給が停止した際に、機動的に冷却水を供給する対策の実施

⑥ 福島第二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

3. 福島第二原子力発電所のプラント冷温停止状況

3. 1 東北地方太平洋地震・津波後の設備状況

地震発生当時、福島第二原子力発電所1～4号機は定格熱出力運転中であったが、「地震加速度大」により原子炉は自動スクラムした。自動スクラム直後に全制御棒全挿入および原子炉の未臨界を確認し、原子炉の冷温停止および使用済燃料プールの冷却機能の確保に必要な設備（外部電源を含む）は健全で安定した状態であることを確認した。

しかし、地震後の津波により、3号機以外の1, 2, 4号機において、原子炉の冷温停止および使用済燃料プールの冷却機能の確保に必要な海水冷却設備が被水したため、原子炉の除熱機能が喪失した。

直ちに、1, 2, 4号機の海水冷却設備1系統を使用可能とするため、被水した設備の復旧を行うとともに、電源車等による電源供給を実施することにより原子炉の除熱機能を復旧させ、1～4号機すべてを冷温停止とした。

3. 2 現時点でのプラント冷温停止状況

福島第二原子力発電所1～4号機は、残留熱除去系1系統により原子炉の冷温停止維持および使用済燃料プールの冷却を行い、プラントは安定な状況を維持している。

また、非常用ディーゼル発電機においては、各号機2台分の容量を確保している。なお、1号機については、他号機の非常用ディーゼル発電機から融通できる構成となっており、手順を確立している。

4. 福島第一原子力発電所事故を踏まえた緊急安全対策

4. 1 対応の流れ

津波により3つの機能を喪失した場合においても、以下のとおり対応することにより原子炉及び使用済燃料プールの冷却が確保され、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する。

(添付資料-1、添付資料-2)

地震の影響により外部電源が喪失した状態において、さらに津波の影響にて海水系設備の機能が喪失し、非常用ディーゼル発電機の冷却を行うことができなくなり、同発電機の機能も喪失した場合、全交流電源の喪失に至る。

全交流電源喪失後も、蓄電池により直流電源は維持され、必要なプラントの監視・制御は維持されるが、蓄電池の容量は限られている。また、全交流電源喪失に伴い緊急時炉心冷却系による原子炉への注水機能が喪失しており、原子炉隔離時冷却系も冷温停止中であるため使用できない。今回、福島第一原子力発電所の事故を踏まえて、この事象に対して以下のとおり対応の手順を定めた。

(1) 全交流電源喪失時の電源確保

全交流電源喪失時、監視・制御用電源である直流電源の枯渇を防止するため、10時間以内に電源車から蓄電池の充電器に電力を供給する。また、緊急時の対応に必要な機器へも電力を供給する。

(添付資料-3 (1))

(2) 原子炉の注水・冷却機能強化

電源車により直接電源を供給することにより、サプレッションプールを水源とし、残留熱除去系封水ポンプで原子炉への注水を行う。

また、水源であるサプレッションプールの水位が低下し、管理レベルに達した場合には、復水貯蔵タンクを水源とし、復水移送ポンプによる注水へ切替えを行う。もしくは、ディーゼル駆動消火ポンプまたは消防車を運転し、ろ過水タンクまたは防火水槽を水源として原子炉への注水を行う。

さらに、消防車の水源であるろ過水タンクまたは防火水槽が枯渇した場合、消防車により海水を防火水槽へ供給し、原子炉への注水を継続する。

(添付資料－3 (2))

(3) 淡水水源の確保

復水移送ポンプによる注水を継続すると、水源である復水貯蔵タンクは、注水を2～4日程度継続した段階で枯渇する。枯渇の防止として、発電所内のタンクに保有する淡水を純水移送ポンプ（電源車により電源供給）より復水貯蔵タンクへ水を補給し、原子炉への注水を継続する。

(添付資料－3 (3))

(4) 原子炉格納容器の減圧機能の確保

海水系の機能の喪失に伴い、除熱機能が失われることから、原子炉格納容器内の圧力が徐々に上昇する。この場合、ベント操作を的確に実施し、原子炉格納容器の健全性を確保する。しかし、全交流電源が喪失しており、さらにはこの影響により計装用圧縮空気系が使用できないため、電動弁及び空気作動弁の駆動ができない。

このような状況においても、速やかに原子炉格納容器のベント操作を実施できるよう、電動弁については手動にて駆動し、空気作動弁については空気ポンベにより駆動させる。

(添付資料－3 (4))

(5) 使用済燃料プールの注水・冷却機能強化

電源車により直接電源を供給することにより、復水貯蔵タンクを水源とし、復水移送ポンプで使用済燃料プールへの注水を行う。また、復水貯蔵タンクが枯渇した場合は、純水タンクを水源とし、純水移送ポンプによる注水へ切替えを行う。もしくは、ディーゼル駆動消火ポンプまたは消防車を運転し、ろ過水タンクまたは防火水槽を水源として使用済燃料プールへの注水を行う。

また、消防車の水源であるろ過水タンクまたは防火水槽が枯渇した場合、消防車により海水を防火水槽へ供給し、使用済燃料プールへの注水を継続する。

(添付資料－3 (5))

(6) 原子炉・使用済燃料プールの除熱機能強化

崩壊熱の除去手段として、津波の影響により使用不能となった残留熱除去冷却海水系ポンプ、残留熱除去冷却系ポンプモータを予備の

モータと交換することで除熱機能を復旧し、電源車により電源を供給することにより残留熱除去系を運転し、原子炉ならびに使用済燃料プールを除熱する。

(添付資料－3 (6))

上記の対応により、原子炉の除熱が可能となり、原子炉の冷温停止状態を維持させることができる。

4. 2 対策の検討にあたり考慮した事項

対応手順は、実際に津波による被害が発生した場合においても実効性のある手順とすべく、電源・水源・駆動源の確保、現場へのアクセス性、作業環境、通信連絡手段、資機材の保管場所等について考慮し作成した。

(添付資料－4、添付資料－5)

5. 緊急安全対策の実施状況

津波により3つの機能を喪失した場合において、上述の対応手順により、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、経済産業大臣から示された6項目の指示内容について、以下のとおり緊急安全対策を実施した。

5. 1 緊急点検の実施

津波に起因する緊急時対応のために必要となる機器及び設備について外観確認や機能確認を実施した。その結果、平成23年5月14日までに異常がないことを確認した。

(添付資料－6)

5. 2 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施

津波により3つの機能が喪失した場合における原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備を図るため、本店制定の「原子力災害対策マニュアル」の中に、① 必要な計画の策定、② 必要な要員の配置、③ 訓練に関する措置、④ 必要な資機材を備え付けること、⑤ 定期的な評価、について記載した。また、具体的な対応手順として、発電所制定の「津波アクシデントマネジメントの手引き」を各号機において新規に制定した。

(添付資料－7)

以上の手順等を基にして、緊急時の訓練を実施し(5月13日)、手順の実効性及び複数号機で同時に事象が発生した場合における実効性を確認するとともに、課題を抽出し改善を行った。

(添付資料－8)

5. 3 緊急時の電源確保

全交流電源喪失時において、残留熱除去系封水ポンプによる原子炉への注水機能、プラント状態の監視機能を維持するため、電源車等により充電器に電源供給する手順、及び復水移送ポンプ等を運転するための電源を電源車等により供給する手順を策定した。また、同手順に必要なとなる電源容量をまかなうことのできる電源車等を高台に配備すると共に、電源車等から電源盤までの間に必要な接続ケーブル等を配備した。さらに、対策要員に対し、訓練を実施し、改善点を抽出し反映を行った。

また、モニタリングポストについても、発電所周辺の放射線量を継続的に計測するため、発電機等により電源を供給する手順を策定し、必要な資機材を配備した。

5. 4 緊急時の最終的な除熱機能の確保

(1) 原子炉の注水・冷却機能強化

残留熱除去系封水ポンプの機能が喪失した場合においても、原子炉への注水を継続するための代替注水の手順（原子炉減圧の手順を含む）を策定した。また、同手順に必要なとなる資機材を高台に配備した。さらに、対策要員に対し訓練を実施し、改善点を抽出し反映を行った。

(2) 淡水水源の確保

代替注水の水源となる復水貯蔵タンクの枯渇を防止するため、純水補給水系による水源確保手順を策定するとともに、消防車等による水源確保手順も策定した。

また、同手順に必要なとなる資機材を構内の高台に配備した。さらに、対策要員に対し訓練を実施し、改善点を抽出し反映を行った。

(3) 原子炉格納容器の減圧機能の確保

全交流電源喪失時においても原子炉格納容器ベント操作が可能とするよう、予備ポンプ等を用いた原子炉格納容器ベント操作手順を策定した。さらに、対策要員に対し訓練を実施し、改善点を抽出し反映を行った。

5. 5 緊急時の使用済燃料プールの冷却確保

全交流電源喪失時においても使用済燃料プールへの注水・冷却を継続するため、代替注水の手順を策定した。また、同手順に必要なとなる資機材を高台に配備した。さらに、対策要員に対し訓練を実施し、改善点を抽出し反映を行った。

5. 6 構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施

(1) 安全上重要な設備が設置されている建屋の浸水防止

余震の津波・浸水による電源や除熱機能の喪失を防止するため、津波発生時に発電所構内へ集中的に津波が遡上した発電所南側海岸アクセス道路に築堤すると共に熱交換器建屋扉・ハッチ廻りに土嚢を積み、浸水防止対策を実施した。

(添付資料－9)

(2) 構内道路等のアクセス性確保

津波来襲後の構内道路等のアクセス性の確保のため、重機（ホイールローダ等）及び砕石を配備した。

5. 7 緊急安全対策のまとめ

上記の緊急安全対策を5月19日までに完了した。これらの緊急安全対策により、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。

また、東北地方太平洋地震後の津波により、被水した原子炉の冷温停止及び使用済燃料プールの除熱に必要な設備（電源設備も含む）の計画的な復旧を行い、プラント冷温停止状態の信頼性向上を図っていく。

(添付資料－10)

6. 今後の対策について

今後も緊急時対応計画に係る手順については、継続的に改善を図るとともに、訓練を継続的に実施し、緊急時における対応力の向上に努めていく。さらには、3つの機能の喪失防止、あるいは万一、機能を喪失した場合における対応力向上のため、緊急安全対策に加えて、既設設備の強化や必要な設備の設置などの対策を実施する。

そこで、福島第二原子力発電所での津波被害の経験を踏まえ、原子炉の冷温停止状態ならびに使用済燃料プールの冷却機能を確実に維持することを目的として、今後の既設設備の強化等の対策を以下の考え方に基づき進める。

- ① 安全上重要な設備が設置されている建屋内部への津波の侵入を防止する。
- ② 全交流電源喪失時における電源車等での電源供給の、より一層の信頼性向上のため、大型の電源設備を設置する。

(1) 安全上重要な設備が設置されている建屋の水密化等

安全上重要な設備の被水、水没を防止するため機器搬出入口や人員出入用扉等の開口部、配管ダクト等の建屋貫通部の水密化を実施するとともに、給気ルーバ等の開口部については浸水を防止する構造を採

用する。

(2) 大型の電源設備の設置

電源車等による電源供給の信頼性や迅速性の向上を考慮し、原子炉および使用済燃料プールの冷却機能の確保等に必要な設備に対して電源を供給するための大型の電源設備を、発電所構内の高台に配置する。

(3) その他

緊急時の情報収集や連絡に万全を期すため、環境モニタリング設備、通信設備の増強を行う。

緊急安全対策ならびに上記に示す今後の対策を実施することにより、3つの機能が喪失したとしても、原子炉の冷温停止状態ならびに使用済燃料プールの冷却機能の維持が確実となるが、さらに3つの機能の喪失が生じるリスクを低減するとの観点から、築堤の拡大、淡水水源の追加設置、空冷設備等の代替冷却源の設置などによる原子炉ならびに使用済燃料プールの冷却機能喪失のリスク低減、ならびに、大型電源設備に対する緊急用配電盤の追設などによる全交流電源喪失のリスク低減についても、実施要否の検討を行う。

7. まとめ

本書に記載した対策は、現在判明している知見に基づいたものであり、今後、事故の全体像の解明が進み、事故の原因の分析や評価を行う過程で新たに判明した知見について、必要な対策を図っていく。また、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が大きな課題の一つとなっているが、これについても、今後、情報収集、分析並びに対策の検討を継続して実施する。

以 上

7. 添付資料一覧

- 添付資料－1 電源機能等喪失時における対応手順フロー
- 添付資料－2 緊急安全対策の概要
- 添付資料－3 電源機能喪失時における対応手順
 - (1) 全交流電源喪失時の電源確保
 - (2) 原子炉の注水・冷却機能強化
 - (3) 淡水水源の確保
 - (4) 原子炉格納容器の減圧機能の確保
 - (5) 使用済燃料プールの注水・冷却機能強化
 - (6) 原子炉・使用済燃料プールの除熱機能強化
- 添付資料－4 主な資機材の容量算定根拠及び配備数
- 添付資料－5 主要機器の設置位置
- 添付資料－6 緊急安全対策に必要な資機材一覧表及び緊急点検結果
- 添付資料－7 QMS 文書体系表
- 添付資料－8 電源機能等喪失時の対応手順策定にあたっての改善事項
- 添付資料－9 建屋の浸水防止
- 添付資料－10 緊急安全対策の対応実績
- 添付資料－11 今後の津波対策の概要
- 添付資料－12 今後の津波対策の計画