

判断基準に対する大飯発電所3、4号機の対応状況

平成24年4月9日

経済産業省

基準(1) 地震・津波による全電源喪失という事象の進展を防止するための以下の安全対策が既に講じられていること。

- ① 所内電源設備対策の実施
- ② 冷却・注水設備対策の実施
- ③ 格納容器破損対策の実施
- ④ 管理・計装設備対策の実施

①所内電源設備対策を実施すること

- 1) 全交流電源喪失時(注1)にも電源を供給可能な電源車等を配備すること。電源車等は、計測制御系、中央制御室での監視機能の維持や冷却機能に関わる弁を駆動するために必要な容量・台数とすること。電源車等と接続ポイントとを接続するためのケーブルは、確実に接続できる仕様とすること。これらの資機材の保管場所は地震・津波の影響を受けない場所とすること。対策5, 6, 7, 10

【注1】全交流電源喪失とは、送電系統の故障等により外部電源が全て喪失し、加えて、発電所内に設置されている非常用ディーゼル発電機全台の機能が確保できないことにより、所内の全ての交流電源が喪失する事象をいう。

全交流電源喪失時においても、原子炉及び使用済燃料ピットを冷却するために必要な電力(1基あたり約316kVA)を給電できるよう、電源車(1基あたり610kVA×1台)が高台(海拔33.3m)に配備され、その後、より安全性を向上させるため、大容量の空冷式非常用発電装置(1基あたり1,825kVA×2台)に配備替えしたことを確認した。

空冷式非常用発電装置は、基準地震動の1.84倍の地震が起きても転倒しないこと、設置場所である原子炉建屋背面道路の支持性等に問題がないこと、また、津波の影響を受けない高台(海拔33.3m)に設置されていること、さらに、原子炉等へ接続するケーブルが恒設の設備として敷設されており、直ちに接続できることを確認した。

また、空冷式非常用発電装置の稼働に必要な重油は、津波の影響を受けないよう地下に埋設された、基準地震動の2倍以上の耐震裕度を有するタンクに保管され、発電所全体で約59日分が保管されていることを確認した。

2) 直流電源は、津波の影響を受けないよう浸水対策を行うこと。対策 6

直流電源（蓄電池）は設計津波高さ（1.9m）より 13.9m 高い位置（海拔 15.8m）に設置されている。

3) 震災時における道路の損壊や津波漂流物等が散乱する状況下でも、直流電源が枯渇する前に、電源車等による給電が可能であるよう、緊急時の対応体制を強化するとともに、訓練を実施し、実施手順を確立すること。対策 5, 7, 8, 10

空冷式非常用発電装置（1基あたり 1,825kVA×2台）から直流電源へ給電を行うために、基準地震動の 1.8 倍以上の耐震性がある中継・接続盤が設置されており、接続のための体制、役割分担、要員配置、手順、訓練、資機材等を定めたマニュアルが策定され、実際に初動対応訓練が繰り返し実施されている。さらに、空冷式非常用発電装置までのアクセスルートは複数用意されており、道路損壊や津波漂流物が散乱するような地震・津波による被害を受けたとしても、被害の状況に応じて選択することが可能である。

このような対策が講じられていることから、震災時における道路の損壊や津波漂流物が散乱するような状況下においても、直流電源（蓄電池）が枯渇する時間（5時間）内の約 1.3 時間（訓練実績から算定）で給電することが可能であることを現地調査を含めて確認した。

②冷却・注水設備対策を実施すること

（使用済燃料ピットまたは使用済燃料プールの冷却・注水に関するものも含む。）

4) 全交流電源喪失時においても、確実に冷却・注水を行うことができるよう最終ヒートシンクの多様性を確保すること。対策 16, 17

全交流電源喪失時における冷却注水のための注水ポンプとしては、蒸気を駆動源とするタービン動補助給水ポンプ及び高台（海拔 33.3m）に設置した空冷式非常用発電装置（1基あたり 1,825kVA×2台）から給電することを前提とした電動補助給水ポンプ（1基あたり 730kVA×2台）が使用可能であり、多重化・多様化が講じられていることを確認した。また、水源については、耐震性の高い復水ピットに加えて、復水ピットの水が枯渇する前に消防ポンプによって復水ピットへ海水を補給することが可能であることを確認した。

これらの注水ポンプを用いて、復水ピットなどの水を蒸気発生器の二次系側に給水し、主蒸気逃がし弁（手動で開操作可能）から放射性物質を含まない蒸気を大気に放出することによって、熱を大気に逃がし、原子炉を間接的に冷却することができることを確認した。

また、使用済燃料ピットについても、使用済燃料ピットへ海水を補給するために配備した消防ポンプ及び消火ホースを用いて注水冷却が可能であることを確認した。

5) 全交流電源喪失時の冷却・注水機能維持のために使用される機器について、津波の影響を受けないよう浸水対策を行うこと。 **対策 13**

冷却注水に使用するタービン動補助給水ポンプ（設置位置：海拔 3.5m）及び電動補助給水ポンプ（設置位置：海拔 10.0m）が入る建屋は、シール施工等を行うことにより浸水防止策が講じられており、大飯発電所の設計津波高さ 1.9m を超える 11.4m までの津波に耐えることができる。この際、津波への耐力評価では、シール施工等の浸水対策で浸水は一切起こらないとはせず、津波の水圧を大きめに計算し、さらに、シール施工した扉の隙間から浸水するものと仮定して、より保守的に浸水量を評価した場合であっても、これらの機器が支障なく使用できることを確認した。

6) 震災時における道路の損壊や津波漂流物等が散乱する状況下でも、給水が必要となるまでの時間内に、給水が可能であるよう、緊急時の対応体制を強化するとともに、訓練を実施し、実施手順を確立すること。 **対策 12**

冷却注水のための水源である復水ピット水が枯渇する約 18.7 時間以内に、高台に配備した消防ポンプと消火ホースを用いて海水を復水ピットに供給可能（移送準備時間約 11.5 時間（訓練実績から算定））であること、実施体制、役割分担、要員配置、手順、訓練、資機材等を定めたマニュアルの策定、及び消防ポンプを用いた復水ピットへの給水訓練も実施されていることを現地調査も含めて確認した。

また、使用済燃料ピットについては、使用済燃料ピット冷却設備による冷却機能が失われた場合においても、上記マニュアルに基づき、使用済燃料ピットへ海水を補給するために配備した消防ポンプ及び消火ホースを用いて、使用済燃料ピットの水位が 3m 低下（ピット水の放射線遮へい性能が作業に影響を与えない水位）する時間が約 2.6 日であるのに対して約 15 時間以内（訓練実績から算定）に実際に注水が可能であることを現地調査も含めて確認した。

7) 給水のための消防車・ポンプ車は、必要な加圧力を備えたものを必要な容量・台数確保すること。必要な容量の水源を確保するとともに、ホースは確実に給水できる仕様とすること。これらの資機材の保管場所は津波・地震の影響を受けない場所とすること。対策 13, 16, 17

海水を補給するための消防ポンプ及び消火ホースは、発電所全体として必要な台数及び十分な予備を有しており（消防ポンプ：必要台数 25 台、配備台数 87 台、消火ホース：必要本数 271 本、配備本数 670 本）、これらを接続し、復水ピット（海拔 26.0m）及び使用済燃料ピット（海拔 33.3m）へ給水可能であることを現地調査も含めて確認した。また、これらの資機材は、津波の影響を受けない高台にある 2 つのトンネル（吉見トンネル（海拔 62.8m）及び陀羅山トンネル（海拔 41.2m））内に分散して保管されており、これらのトンネルは硬質岩盤内に設置され地震の影響が少ないことを確認した。

8) 消防車、ポンプ車等を稼働させるために必要な燃料を冷却を継続している期間内に外部から調達可能な仕組みを構築すること。対策 16, 17

原子炉及び使用済燃料ピットの冷却を継続するためには消防ポンプの運転を継続することが必要であり、このために必要なガソリンは地震及び津波の影響を受けないよう保管されていること（海拔 33.3m）、これらを用いることにより、他号機が同時に被災したと仮定しても、外部からの支援なく、原子炉及び使用済燃料ピットの冷却を約 7.2 日間維持できることを確認した。

外部からの燃料補給については、ヘリコプターによるガソリン供給等の支援が計 5 箇所の飛行場から実施可能な仕組みが構築されていることを確認しており、気象条件によってヘリコプターが飛行できない日数を勘案しても、この約 7.2 日間の間に、ガソリン等の追加補給が可能であることを確認した。

③格納容器破損対策等を実施すること（大飯発電所 3、4 号機は PWR であるため、10）、11）は対象外）

9) 低圧代替注水への移行を確実にを行うための基本的な手順・体制を明確化し、訓練を行い、迅速かつ確実に低圧代替注水への移行を可能とすること。対策 20

蒸気を駆動源とするタービン動補助給水ポンプ及び電動補助給水ポンプを用いて、復水ピット等から蒸気発生器の二次系に継続的に給水し、次に、主蒸気逃がし弁から放射性物質を含まない蒸気を大気に放出することによって熱を大気に逃がし、原子炉を間接的に冷却・減圧する。その後、原子炉が減圧されたことを受けて可搬型のポンプにより低圧代替

注水へ移行する。以上の一連の手順及びそれを実施する体制を明確にした計画が策定され、訓練が実施されていることを現地調査も含めて確認した。

④管理・計装設備対策を実施すること

1 2) 全交流電源喪失時においても、中央制御室の非常用換気空調系設備(再循環系)を運転可能とすること。 **対策 25**

高台に配備された空冷式非常用発電装置(1基あたり1,825kVA×2台)によって、中央制御室の非常用換気空調設備に安定的に電力を供給することができ、中央制御室内の空気の浄化を維持(放射性物質に対応したフィルターを装備)できることを確認した。

1 3) 全交流電源喪失時における確実な発電所構内の通信手段を確保すること。 **対策 26**

全交流電源喪失時において、構内 PHS 等の通常の通信手段が浸水等により使用できない場合を想定し、屋内の代替通信手段として有線通話装置(20台)及び有線ケーブル(200m×5リール)が配備され、また中央制御室、事務棟、緊急時対策所には専用通信線が設置されていること、構内の代替通信手段としてトランシーバ(15台)が配備されていること、構外との通信手段として衛星携帯電話(19台)が配備されていることを確認した。

1 4) 全交流電源喪失時においても、計装設備を使用可能とすること。 **対策 28**

高台に配備された空冷式非常用発電装置(1基あたり1,825kVA×2台)によって、原子炉の状態監視に必要な計器等に安定的に電力を供給することができることを確認した。

1 5) 高線量対応防護服、個人線量計等の資機材を確保(事業者間における相互融通を含む)するとともに、緊急時に放射線管理を行うことができる要員を拡充できる体制を整備すること。 **対策 30**

事故発生時に必要な数の高線量対応防護服(10着)、個人線量計(通常時用も含めて2,166個)及び全面マスク(通常時用も含めて671個)を配備済みであり、これらが地震や津波の影響を考慮して所内に分散して保管されていること、また、事業者間でこれらの貸与や要員の派遣について相互に協力することができる協定を締結していることを確認した。ま

た、緊急時に放射線管理要員以外の要員を被ばく線量のデータ入力等の補助的業務に従事させることにより、放射線管理要員がより重要な業務に専念できる体制を整備していることを確認した。

16) ホイールローダ等の重機の配備など、津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができるための措置を講じること。対策 30

津波等により生じたがれきを迅速に撤去するため、津波の影響を受けない高台（海拔 33.3m）にホイールローダ等の重機類（計 3 台）が配備され、この操作のための訓練がなされており、緊急時における構内作業環境を迅速かつ確実に確保することができることを現地調査を含めて確認した。

基準（２） 国が「東京電力福島第一原子力発電所を襲ったような地震（注２）・津波（注３）が来襲しても、炉心及び使用済燃料ピットまたは使用済燃料プールの冷却を継続し、同原発事故のような燃料損傷には至らないこと」を確認していること。

ストレステスト一次評価では設計上の想定を上回る地震や津波が来襲し、全交流電源が喪失した場合に、各原子炉がどのレベルの地震や津波まで燃料損傷に至ることなく耐えられるかを確認している。具体的には、地震については個々の機器がどのレベルの地震動まで機能喪失しないかを耐震バックチェックにおける値等を用いてコンピュータ解析等により評価し、また津波については個々の機器がどのレベルの津波まで機能喪失しないかを機器の設置高さや浸水経路を踏まえて評価している。その上で、設計上の想定を超える地震と津波が来襲した場合に、機能を期待できる機器により、どのレベルの地震や津波まで冷却が継続できるかを特定している。

大飯発電所 3, 4号機については、「関西電力(株)大飯発電所 3号機及び4号機の安全性に関する総合的評価（一次評価）に関する審査書（平成 24 年 2 月 13 日）」に記載しているように、地震については基準地震動（700 ガル）の 1.80 倍（1,260 ガル）まで、また津波についてはストレステスト実施前の設計津波高さ 1.9m を 9.5m 上回る 11.4m の津波までは燃料損傷に至らないと評価した。

このように評価した前提として、以下のとおり、炉心や使用済燃料ピットの冷却を継続し、燃料の損傷を防止するための対策が講じられていることを確認した。

- 津波対策として 11.4m の高さまで浸水対策が施工された建屋内に設置されたタービン動補助給水系による原子炉の冷却が可能であること
- 11.4m を十分上回る高台に設置した空冷式非常用発電装置から速やかに電源供給を行うことにより電源の維持を行うとともに、タービン動補助給水系を代替できる電動補助給水系の活用等ができること
- 同じく高台に配備した消防ポンプを用いて海水を復水ピットや使用済燃料ピットに移送し、原子炉と使用済燃料ピットの冷却が継続できること
- これらの措置に必要な設備等は基準地震動の 1.8 倍までは機能を喪失しないこと
等

また、これらの対策が、設計上の想定を超える地震や津波が重畳するような厳しい環境の下においても実施が可能であることを、以下のとおり現地調査を含めて確認した。

- 空冷式非常用発電装置等の設置場所である原子炉建屋背面道路の支持性等に問題がないこと
- 必要な電源盤や蓄電池が津波による影響を受けない位置にあり、また、これらは耐震性を有すること
- タービン動補助給水ポンプは、建屋内の低い位置にあるものの、建屋の浸水対策が

11. 4mの高さまで施工されており、稼働に問題無いこと

- ▶ 代替冷却に必要な主蒸気逃がし弁開放操作等は手動により現場で開操作可能であること
- ▶ 事象発生約12時間後に行う蓄圧タンク出口弁の閉止操作は空冷式非常用発電装置からの給電開始後に中央制御室から運転員が操作できること
- ▶ 消防ポンプ等の保管場所であるトンネルの耐震性に問題がなく落下物対策が施されていること
- ▶ 消防ポンプ用のガソリンの保管庫については転倒防止対策等が施され地震後の残存性が考慮されていること
- ▶ 様々な訓練を実施した上で損壊した敷地内の道路を復旧する時間や近隣の寮に居住する職員の召集に要する時間を考慮して評価した対策に要する時間が許容される時間を十分下回っていること
- ▶ 津波評価にあたっては動水圧の影響を踏まえた浸水量評価を行うとともに、浸水対策が地震の重畳によっても無効にならないと評価されること 等

さらに、地震と津波により耐震性の低い燃料タンクや水源タンク等が利用できないという前提でも、サイト内の備蓄資材だけで燃料損傷に至らない状態を約7.2日間維持できることを確認した。また、予め契約してあるヘリコプター等により、この期間以内にサイト外からのガソリン等の供給が可能であることを確認した。

(注2) 最新の知見に基づいて適切と考えられる各原子力発電所の基準地震動の下でも燃料損傷に至らないことを求める。今回の事故では、地震や高経年化による安全上重要な設備・機器等が機能を失うような影響を受けていないと推定されること、地震動は敷地周辺の活断層、過去に起きた地震の規模や敷地との距離など地域毎の条件を踏まえて想定されるべきであることから、各原子力発電所の最新の基準地震動を用いることが適当。なお、複数の活断層の連動可能性等について論点提起されている場合には、その可能性を考慮して地震動を保守的に評価した場合の地震動の下でも、燃料損傷に至らないと判断されることが必要。

大飯発電所の耐震性評価で用いている基準地震動は700ガルであり、これは、原子力安全・保安院が行った耐震性評価（耐震バックチェック）の審議において、原子力安全委員会の耐震設計審査指針に照らして妥当なものと判断されたものである。

大飯発電所の3, 4号機において、この基準地震動をベースにどのレベルの地震まで燃料損傷に至ることなく耐えられるかについて評価した結果、基準地震動の1.80倍（1,260ガル）までは燃料損傷に至らないと評価されており、基準地震動に対して安全裕度を有することを確認した。

なお、大飯発電所に関しては、地震・津波の意見聴取会において、活断層の連動可能性を念のため考慮し断層の連動を全長約 63km と仮定した場合、地震動は 760 ガルであるとの評価は妥当とされており、この地震動は、基準地震動の 1.80 倍 (1,260 ガル) を下回り、安全裕度が確保されることを確認している。

大飯発電所 3、4 号機の経年劣化については、同じ PWR プラントである大飯発電所 1 号機及び 2 号機、美浜発電所 1～3 号機、高浜発電所 1 号機及び 2 号機の高経年化対策の評価実績を踏まえて、耐震安全性を評価する上で着目すべき劣化事象を抽出した上で、評価が行われている。その結果、考慮すべき経年劣化事象として唯一抽出された「主給水系配管の減肉」は、肉厚が最も薄くなっていると仮定し地震応答解析を行った場合においても、耐震裕度は基準地震動の 2.13 倍であり、運転中の原子炉の評価結果である 1.80 倍よりもさらに安全裕度が高いとの結果となった。このことから、大飯発電所 3、4 号機の耐震裕度に関する評価においては、経年変化の影響を考慮した場合でも結果に影響がないことを確認した。

(注 3) 「津波」は今回の事故の直接的な原因となったと考えられることに鑑み、15m の津波、あるいは、各発電所の想定津波高さより 9.5m 以上の高さの津波に耐えられることを求める。これは、東京電力福島第一原子力発電所の想定津波高さが 5.5m であったところ最大遡上高さ 15m の津波に襲われたことを踏まえたもの。ただし、個別に津波についての新たな知見が得られた際には、当該知見を踏まえた上で津波の影響を評価する。

大飯発電所の 3、4 号機において、平成 14 年土木学会手法を用いて設定された設計津波高さをベースにどのレベルの津波まで燃料損傷に至ることなく耐えられるかについて評価した結果、ストレステスト実施前の設計津波高さ 1.9m を 9.5m を上回る 11.4m の津波までは燃料損傷に至らないと評価されており、設計津波高さに対して安全裕度を有することを確認した。

なお、若狭湾近くに東京電力福島第一原子力発電所に来襲したような大規模な津波を引き起こすプレート境界はなく、11.4m の津波高さは、当該地域に関し歴史上記録のある津波を踏まえて検討された設計津波高さに対して余裕のある値である。

また古文書に記載されている天正地震による大規模な津波については、地震・津波の意見聴取会において、これまでに得られている文献調査や、関西電力、日本原電及び日本原子力研究開発機構が実施した津波堆積物調査等の結果を踏まえると、そうした津波を示唆するものは無いと評価されている。

基準(3) 以下に列挙される事項について、基準(1)で実施済みであるか否かにかかわらず、更なる安全性・信頼性向上のための対策の着実な実施計画が事業者により明らかにされていること。さらに、今後、新規規制庁が打ち出す規制への迅速な対応に加え、事業者自らが安全確保のために必要な措置を見だし、これを不断に実施していくという事業姿勢が明確化されていること。

関西電力が、以下のとおり、原子力安全・保安院がストレステスト（一次評価）の審査において一層の取組を求めた事項、及び「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について」で示した30の安全対策に沿った更なる安全性・信頼性向上のための対策を着実に実施するための計画を明らかにしていること、さらに、同社が、今後、新規規制への迅速な対応に加え、自らが安全確保のために必要な措置を見だし、これを不断に実施していくという事業姿勢を有していることを確認した。

特に、シビアアクシデントにつながるおそれのある異常な事態が発生した場合の社内体制及び指揮命令系統が明確にされていることを確認した。

さらに、本実施計画については、関西電力が美浜発電所3号機二次系配管破損事故の経験を受けて同社の保全改革のために設置している、原子力部門以外の役員を主体とし広範な部門の責任者が参加する会議体及び社外の有識者による検証を行うための会議体において、計画が最新の知見を反映したものとなっているか、計画通り実施されているかについて定期的に確認するとともに、四半期に一度、その内容を進捗状況とともに公表し経済産業省へ報告するとしていることを確認した。

① 原子力安全・保安院がストレステスト(一次評価)の審査において一層の取組を求めた事項

1) 要員召集体制の構築および強化

< 関西電力の実実施計画における主な記載内容 >

- ・ 緊急時の対応要員（常駐要員）については、福島第一原子力発電所事故以降順次強化を図ってきており、引き続き強化する。休日体制において、常駐要員を44名から54名に増員し、地震・津波の重畳を考慮し、冗長性を確保した上で、発電所外部からの支援無しで電源確保および水源確保が独立して実施できる体制とする予定。（平成24年4月完了予定）
- ・ 緊急時に必要な技量を持った協力会社要員の派遣を確実に受けることができるように、協力会社による要員派遣体制を構築済み。メーカー及び協力会社を含め約800人の事故対応体制を整備済み。

- ・ 休日の対策本部要員召集をより確実にするため、休日前に要員の所在確認を行う運用を開始済み。

2) 免震事務棟の前倒し設置およびより確実な代替措置の構築

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 免震事務棟を早期に設置できるよう計画を進める（今後詳細な工程を詰めていく際、できる限り竣工時期を前倒しし、平成27年度に運用開始できるよう検討を進める）。（平成27年度運用開始予定）
- ・ 代替場所（中央制御室横の会議室）が指揮所として機能するよう必要な資機材の充実（衛星携帯電話の追加配備など）を図り、指揮所機能の訓練を実施（平成24年3月18日）済み。今後も訓練を実施し、継続的改善を図る。

3) 空冷式非常用発電装置の分散配置

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 空冷式非常用発電装置は耐震裕度を有する原子炉建屋背後斜面の下に設置されており、地震時にも大規模な斜面の崩落が発生しないことを確認しているが、落石防護柵を背後斜面に設置予定。（平成24年6月完了予定）
- ・ 空冷式非常用発電装置は、落石による共通要因故障を回避するため分散配置予定。（平成24年10月完了予定）

4) 3号機浸水口の津波による漂流物防護策の強化

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 浸水口手前に車両等の漂流物進入を防止する鋼製門扉を設置予定。（平成24年9月完了予定）
- ・ 浸水口である防潮扉は、より信頼性の高い水密扉に取替え予定。（平成24年9月完了予定）

5) 陀羅山トンネル内の未使用配管の撤去

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 陀羅山トンネル内の頂部にある耐震クラスの低い未使用配管については地震時に落下し、緊急車両の通行を阻害する可能性があることから、これらを撤去予定。（平成24年7月完了予定）

6) 消防ポンプの代替の取水地点の検討

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ 取水ポイントの漂流物等撤去用の重機（油圧ショベル）を配備した。
- ・ 想定した取水ポイントが津波漂流物等の流入により使用できない場合に備え、地震等の影響を受けにくい代替取水ポイントを複数選定済み（成立性確認含む）。また、代替取水ポイントでの訓練を継続的に実施する。（平成 24 年 4 月選定済）

② 原子力安全・保安院が、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会での議論を踏まえてとりまとめた「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について」で示した30の安全対策

1) 地震等による長時間の外部電源喪失の防止のための外部電源対策

- 1つの送電ルート(送電線または変電所)を失っても外部電源喪失にならないように外部電源系統の信頼性を高め、また変電所及び開閉所設備の耐震性を向上させるとともに、事故後の復旧に必要な資機材の確保など外部電源設備の迅速な復旧対策を進める。対策 1～4

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ 外部電源系統を 2 ルート 4 回線確保しており、1 ルート喪失しても外部電源を喪失しない。
- ・ 送電鉄塔（長幹がいし）の免震対策を実施済み。
- ・ 鉄塔基礎の安定性評価として、盛土崩壊や地すべり、急傾斜地の土砂崩壊の影響を評価し、必要な対策を実施予定。（平成 24 年度完了）
- ・ 大飯 3、4 号機の安全系所内高圧母線に大飯支線（77kV）を接続予定。（平成 25 年 12 月完了予定）
- ・ 耐震性を強化するためにガス絶縁開閉装置を備えた回線を 2 回線確保済み。
- ・ 京北開閉所の気中断路器の耐震性を強化するため、高強度がいしへの取替えを実施予定。（平成 25 年度までに完了予定）
- ・ 開閉所電気設備の耐震性について、民間規格に則った評価において安全裕度があることを確認済み。
- ・ 開閉所電気設備の耐震性について、基準地震動 S_s による評価を行い、耐震性向上策を実施予定。（平成 25 年度までに耐震性評価を実施）
- ・ 大飯発電所の開閉所において、がいし型遮断器は設置されていない。
- ・ 損傷箇所を迅速に特定できる事故点評定装置がすでに導入されている。
- ・ 外部電源の復旧手順を定めたマニュアルを整備済み。また復旧に必要な資機材を確保予定。（平成 24 年 9 月完了予定）

2) 共通要因による所内電源の機能喪失の防止／非常用電源の強化のための所内電気設備対策

➤ 所内電気設備の位置的な分散などによる多様性と独立性の向上及び浸水対策の強化を行うとともに、全交流電源喪失時に備えた蓄電容量の大容量化、計装設備用の個別専用電源の配備など非常用直流電源の強化を進める。 対策 5～9

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ 必要機器へ給電するための緊急用高所受電設備を設置予定。(平成 27 年度完了予定)
- ・ 水密エリアの水密扉への取替えを実施予定。(平成 24 年 9 月完了予定)
- ・ タンク周りの防護壁設置、既存防波堤のかさ上げ、取水設備まわりの防護壁設置、放水路ピットのかさ上げおよび防潮堤設置によって、津波の衝撃力の緩和対策を実施予定。(平成 25 年度完了予定)
- ・ 発電所構内(屋外)電気設備の浸水対策として、予備変圧器の防油堤のかさ上げなどを実施予定。(平成 24 年 6 月完了予定)
- ・ 浸水時の排水のため可搬式ポンプなどを配備予定。(平成 24 年 9 月完了予定)
- ・ 非常用ディーゼル発電機の浸水対策として、部屋単位の水密化に加えて、換気空調用排気ダクトのかさ上げを実施予定。(平成 24 年 6 月完了予定)
- ・ 専用の建屋を持つ大容量の恒設非常用発電機を、津波の影響を受けない高所に設置予定。(平成 27 年度完了予定)
- ・ 蓄電池の蓄電容量については、常用系蓄電池から安全系蓄電池への接続可能な措置を行う予定。(平成 24 年度完了予定)
- ・ 一系統の蓄電池の蓄電容量を、負荷の切り離しを行わずに 8 時間、不必要な負荷の切り離しを実施した上で 24 時間の稼動を可能とするため蓄電池を追加設置予定。(平成 27 年度完了予定)
- ・ シビアアクシデント時などにおいて、電源供給ができる予備(バックアップ用)の可搬型計測器等を配備予定。(平成 24 年 6 月配備予定)

➤ 電源車の配備、給電口の規格化等による外部からの給電の容易化や電気関係設備の予備品の備蓄など、事故時・事故後の対応・復旧の迅速化を進める。 対策 10～11

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ 建屋外に設置した給電口へ接続が困難な場合を想定したマニュアルを整備予定。(平成 24 年度完了予定)
- ・ ケーブルなどの予備品、海水ポンプモータ予備品を、津波の影響を受けない高所の倉庫などに確保済み。

- ・ ハンドライト、ヘッドライトなど復旧作業環境確保のために必要な照明設備を配備済み。
- ・ 電気設備関係資機材などに関する情報やマニュアルの整備、訓練を実施済み。
- ・ 既設受電設備が使用できない場合も想定し、緊急用高所受電設備を予備設備として設置予定。(平成 27 年度完了予定)【再掲】

3) 冷却注水機能喪失の防止のための冷却・注水設備対策

- 全電源喪失時など対応時間に余裕のない状態において的確な判断を行うため、前兆事象を確認した時点での対応手順を整備するなど、ハード、ソフト双方の整備を進め、事故時の判断能力の向上を進める。 対策 12

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 事故時操作所則にて判断基準が明確化されていることを確認済み。
- ・ 引き津波の兆候を潮位計にて監視し、対応手順書を整備済み。
- ・ 運転員などのシビアアクシデント対応能力向上のため、マニュアルへの情報追加、メーカーなどによる教育の実施、線量予測図の作成予定。(平成 25 年度完了予定)

- 冷却設備の耐浸水性の確保や位置的分散、空冷機器の設置などにより、最終ヒートシンクの多重性及び多様性を向上させるなど共通要因による機能喪失の防止対策を進める。 対策 13～14

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 大容量ポンプまたは海水ポンプモータ予備品を配備済み。
- ・ 水密エリアの水密扉への取替えを実施予定。(平成 24 年 9 月完了予定)
- ・ タンク周りの防護壁設置、既存防波堤のかさ上げ、取水設備まわりの防護壁設置、放水路ピットのかさ上げおよび防潮堤設置により、津波の衝撃力緩和対策を実施予定。(平成 25 年度完了予定)【再掲】
- ・ 事故を模擬し実際に原子炉容器に水が注入されることを確認し、非常用炉心冷却システムの健全性を確認済み。

- 炉心損傷などのシビアアクシデント時においても迅速に注水できるように、隔離弁・主蒸気逃がし安全弁(SRV)の動作確実性を向上させるとともに、蒸気駆動、ディーゼル駆動といった駆動源の多様化を進めるなど、代替注水機能を強化する。 対策 15～16

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 必要な資機材・予備品として、空気作動弁等の動力確保のため窒素ポンペ、弁作動用

空気確保のためコンプレッサー等の確保について検討する。(平成 24 年度完了予定)

- ・ 補助給水ラインへの消火水ライン接続や海水接続口の設置により、水源の多重化、多様化を確保済み。
- ・ 更に吐出圧力の高い中圧ポンプ（電動）の配備、配管の恒設化を実施予定。(平成 24 年 5 月完了予定)

➤ 使用済燃料プールまたは使用済燃料ピットの冷却・給水機能の多重性及び多様性を確保するなど信頼性の向上対策を進める。 対策 17

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 使用済燃料の貯蔵の分散化、空冷設備の設置、乾式貯蔵については、原子燃料のサイクル全体の課題であり、別途検討。
- ・ 外部から消火水などを注入するための配管の恒設化により水補給方法を多様化済み。また、冷却システムの耐震強化を実施済み。
- ・ 使用済燃料ピットの監視強化のため、既設カメラにて水位の監視を可能とする対策を実施済み。また、水位計、温度計の電源を非常用電源に変更するとともに、非常用電源から電源供給される監視カメラを設置済み。
- ・ 非常用電源から電源供給される使用済燃料ピット広域水位計を設置する。(次回定期検査時に設置予定)

4) 格納容器の早期破損／放射性物質の非管理放出の防止のための格納容器破損・水素爆発対策

➤ 高温高圧による格納容器の早期破損を防止するため、交流電源に頼らない格納容器スプレイの設置など格納容器の除熱機能の多様化を進めるとともに、BWR におけるトップヘッドフランジの過温破損防止対策についても検討を進める。 対策 18～19

＜関西電力の実施計画における主な記載内容＞

- ・ 大容量ポンプ及び空冷式非常用発電装置により原子炉補機冷却機能を回復し、格納容器の除熱機能を確保。
- ・ 大容量ポンプは津波の影響を受けない高台に配備し、位置的分散を実施済み。
- ・ 交流電源（代替電源含む）に頼らない格納容器の除熱機能を追加する対策として、交流電源に頼らないポンプ（ディーゼル駆動ポンプ）による格納容器スプレイを用いた格納容器の減圧機能を確保済み。
- ・ 格納容器スプレイリングの健全性について、従来の点検に加え、系統配管に圧縮空気を供給し実際に空気が流れることの確認により、健全性を確認済み。

▶ 着実なベント操作の実施により低圧注水に確実に移行するために、全電源喪失など幅広い状況に対応したマニュアルの整備やベントの操作性・確実性の向上対策を進めるとともに、放射性物質除去(フィルタ)効果のある設備の設置などベントによる外部環境への影響の低減対策を進める。 対策 20～22

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ 中圧ポンプの配備などの蒸気発生器注水機能の更なる改善に合わせてマニュアルを充実していく。(平成 24 年度完了予定)
- ・ 万一、炉心が損傷し、格納容器の内圧が大幅に上昇した際にも、放射性物質の放出量を劇的に低減し、土地汚染による長期避難区域を極小化するため、フィルタ付ベント設備を設置予定。(平成 27 年度設置予定)
- ・ フィルタ付ベント設備を設置する際に、適切な時期にベントを実施する観点から、ラプチャーディスクの弁付きバイパスラインも含めシステムについて操作性、確実性のあるものを検討する。(平成 27 年度設置予定)

▶ ベント配管の独立性確保による水素の建屋への逆流防止や建屋側に漏えいした水素の処理装置の設置など、水素濃度の管理及び適切な水素の外部への放出により水素爆発を防止するための対策を進める。 対策 23～24

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ ベント配管の独立性確保について、PWR では、現状ベント設備を保有しておらず、また、格納容器排気筒はユニット毎に独立していることを確認済み。
- ・ フィルタ付ベント設備は、ユニット毎に設置し、ベント配管の独立性を確保予定。(平成 27 年度設置予定)
- ・ (PWR の) 大型ドライ型格納容器は容積が大きいため、水素濃度は爆発領域に至ることはないが、水素が格納容器からアニュラス内へ漏れ出ることも想定し、アニュラス排気ファンを運転する手順を整備済み。
- ・ (PWR の) 大型ドライ型格納容器は容積が大きいため、水素濃度は爆発領域に至ることはないが、念のため静的触媒式水素再結合装置を設置予定。なお、水素濃度検出装置の設置については、プラント状態監視機能の強化の中で検討。(次回定期検査時に設置予定)

5) 状態把握・プラント管理機能の抜本的強化のための管理・計装設備対策

- 自然災害及び事故等の非常時における通信機能の信頼性を向上させるとともに、こうした通信機能を活用するための前提となる中央制御室や事故時の指揮所が十分に機能を発揮できるよう環境の整備を進める。 対策 25～26

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ 緊急時対策所に発電所対策本部を設置できない場合、状況を踏まえ発電所対策本部長（所長）が、利用可能な施設を本部に設置することとしていることを確認済み。
- ・ 耐震性を有し、津波を回避できる設置高さにある中央制御室横の会議室は、換気空調系を有し、通信機器を配備し、指揮所機能を確保済み。
- ・ 事故時の指揮機能を強化するため、事故時の資機材確保、対応要員収容、カメラ等による建屋等の周辺状況の監視機能も考慮した免震事務棟を設置予定。（平成 27 年度運用開始予定）
- ・ 通信機器の充電用に可搬式発電機を確保済み。
- ・ 緊急時対応支援システム（ERSS）へのデータ伝送系増強として、伝送ルートの多様性を確保するよう関係機関と調整する。（平成 25 年度完了予定）
- ・ 緊急時対策所の代替所へのTV会議システムを設置するとともに、政府関係機関とTV会議を行えるよう、原子力災害に用いるテレビ会議システムの導入について検討する。（平成 25 年度完了予定）
- ・ 更なる通信設備の信頼性向上として、衛星携帯電話の外部アンテナ、オフサイトセンターへの衛星電話、衛星可搬局を設置・配備予定。（平成 24 年度完了予定）

- プラントの状況を正確に把握するために計装設備の信頼性を向上させるとともに、全交流電源喪失時などにおいても外部への放射性物質の放出を的確に把握できるように事故時のモニタリング機能を強化する。 対策 27～29

<関西電力の実施計画における主な記載内容>

- ・ シビアアクシデント時において、電源供給ができる予備（バックアップ用）の可搬型計測器等を配備予定。（平成 24 年 6 月完了予定）
- ・ 使用済燃料ピットの監視強化のため、既設カメラにて水位の監視を可能とした。また、水位計、温度計の電源を非常用電源に変更するとともに、非常用電源から電源供給される監視カメラを設置済み。
- ・ 非常用電源から電源供給される使用済燃料ピット広域水位計を設置予定。（次回定期検査時に設置予定）
- ・ 格納容器内も含めた監視カメラやロボットの活用について、その有効性や実現性も含めて検討する。（平成 26 年 9 月完了予定）
- ・ 炉心損傷時に格納容器内も含めたプラント状態を確実に把握できる計装システムを研

究開発する。(平成 26 年 9 月完了予定)

- ・ 発電所敷地境界のモニタリングポストの電源対策として、非常用電源からの供給、バッテリー容量の増加、専用エンジン発電機を設置済み。
- ・ 発電所敷地境界のモニタリングポスト汚染時の対応として、モニタリングカー、可搬式測定器を配備し、訓練を実施済み。
- ・ 既設伝送ラインに加え、無線伝送装置を設置し伝送を 2 重化予定。(平成 25 年度完了予定)
- ・ 停電や汚染に柔軟に対応できる可搬型モニタリングポストを追加配備予定。(平成 25 年度完了予定)

▶ 炉心損傷などのシビアアクシデントへの対応を含め、あらゆる状況を想定した上で事前に必要なマニュアルの整備、人員配置等の体制の構築など非常事態への対応体制の構築や訓練の実施を進める。

対策 30

< 関西電力の実施計画における主な記載内容 >

- ・ 緊急時対応体制の強化、要員召集方法の強化として、複数プラント同時発災を想定した発電所常駐体制を強化済み。また、呼出対象の拡大、衛星携帯電話配備および要員の迅速かつ確実な召集のためのヘリポート拡充・小型船舶の夜間航行装備の検討により、要員の召集方法を強化済み。
- ・ 夜間における事故時対応等、従来訓練を充実させて実施済み。今後も継続実施するとともに、高線量環境を想定した訓練等、より厳しい条件を想定した訓練を実施済み。
- ・ 複数ユニット同時発災にも確実に対応できるよう、号機毎に指揮命令系統を定め対応を明確化済み。また、予期しない事象が発生した場合に対応する特命班を設置済み。
- ・ 更に必要な資機材・予備品を検討・確保し、リストを整備予定。(平成 24 年度順次配備予定)

以上