

【参考資料】

地震・津波による全電源喪失事象に対する安全対策の対応状況

(基準(1)(2)関連)

今般、国より示された「原子力発電所の再起動にあたっての安全性に関する判断基準」の基準(1)および(2)に対する大飯発電所3, 4号機の対応状況については、これまで取組んできた緊急安全対策、およびその緊急安全対策の有効性を定量的に評価するため国に提出して既に確認を受けている「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)」および「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)」(以下まとめて「大飯 3,4 号機ストレステスト報告」と言う)を踏まえ、以下の通りである。

1. 基準(1)への対応状況

【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(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。)
- ③格納容器破損対策等の実施
- ④管理・計装設備対策の実施

【対応状況】

当社が実施してきた緊急安全対策および自主的な対策により、最も厳しい状況である、地震・津波の重畳による発電所の全号機同時被災および瓦礫の撤去を考慮しても、電源と冷却機能の確保に係る作業が時間的余裕をもって実施できる体制を構築し、訓練によりその実効性を確認している。個々の安全対策への対応状況は以下の通りである。

①所内電源設備対策の実施

【基準】

- 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。

【対応状況】

- ・全交流電源喪失時においても炉心冷却のために必要な機器や計器に電源を供給するため、大飯発電所3,4号機それぞれにおいて空冷式非常用発電装置2台ならびに関係する接続盤を原子炉建屋背面道路に配備するとともに、接続ポイントとを確実に接続できるケーブルを敷設している。

[平成23年9月配備、同年10月運用開始]

- ・空冷式非常用発電装置の容量(1825kVA×2台)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の駆動のために必要な容量(約316kVA／号機)を満足している。
- ・空冷式非常用発電装置と、関係する接続盤が配備される原子炉建屋背面道路はT.P.33.3mにあり、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術」(平成14年)を用いて評価した大飯発電所の当初の設計津波高さ(1.9m)に、9.5mを加えた高さ11.4m(以下、「福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ」と言う)よりも高いことから、津波の影響は受けない場所である。また、当該道路とその背後斜面については、基準地震動に対して十分な余裕を有して強度は確保されていることを確認している。
- ・なお、空冷式非常用発電装置は基準地震動の1.84倍の耐震裕度を有することを確認している。

<別紙-2の11,12番により報告済>

<原子力安全・保安院のストレステスト審査時に報告済>

(別紙-1-1参照)

【基準】

- 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

【対応状況】

直流電源は、原子炉周辺建屋内のT.P.15.8mの場所に設置しており、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)よりも高い

ことから、津波の影響は受けない。なお、基準地震動の 2.13 倍までの耐震裕度(直流き電盤)を有している。

<別紙-2の 11,12 番により報告済>

(別紙-1-1 参照)

【基準】

- 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

【対応状況】

震災時の過酷な条件下でも限られた時間で給電が可能となるように、大飯発電所全体で電源接続要員を休日・夜間を含み常時 6 名(*)を確保すると共に、空冷式非常用発電装置を用いた給電手順を定めたマニュアルを整備して、これまでに給電訓練を合計 46 回(平成 24 年 3 月末時点)行い、緊急時の対応体制を確立している。これらを踏まえ、最も厳しい条件として、地震・津波の重畳による発電所内の全号機同時被災を想定した場合に、給電の開始に要する時間は、全交流電源喪失後、約 1.3 時間と評価しており、大飯発電所 3,4 号機において直流電源が枯渇する 5 時間以内に給電が可能であることを確認している。

(*)平成 23 年 12 月より 8 名に増強

<原子力安全・保安院のストレステスト審査時に報告済>

(別紙-1-1 参照)

②冷却・注水設備対策の実施(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。)

【基準】

- 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

【対応状況】

全交流電源喪失時には、タービン動補助給水ポンプを用いて復水ピットから蒸気発生器に給水し、主蒸気逃がし弁から大気へ熱を放出することで炉心冷却を行う。また、空冷式非常用発電装置により給電可能な電動補助給水ポンプを用いることも可能である。その水源としては復水ピットの他に、C-2 次系純水タンク、2 次系純水タンク(予備)がある。また、消防ポンプおよびホースにより海水を復水ピットに供給できるようにしており、給水源の多様性を確

保している。

蒸気発生器を介した炉心冷却に加えて、ディーゼル駆動式の大容量ポンプにより原子炉補機冷却水クーラに海水を通水して余熱除去系統を介して炉心を冷却することが可能である。更に、海水ポンプモータ予備品を使って海水ポンプを早期に復旧し、原子炉補機冷却水系統と余熱除去系統を介した炉心冷却が可能である。

以上により炉心冷却の最終ヒートシンクの多様性を確保している。

また、全交流電源喪失時の使用済燃料ピットの冷却・給水については、屋内の消火栓または屋外の消火栓を経由してNo.1淡水タンクの水頭圧を使って給水する。更に、空冷式非常用発電装置により1次系補給水ポンプを起動し、1次系純水タンクの水を給水することが可能である。また、消防ポンプおよびホースにより海水を使用済燃料ピットに供給できるようにしており、最終ヒートシンクの多様性を確保している。

[消防ポンプ・ホース:平成23年4月配備済]

<別紙-2の1,2,9,11,12番により報告済>

(別紙-1-2参照)

【基準】

- 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

【対応状況】

全交流電源喪失時の冷却・給水に必要な機器のうち、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)以下に設置されている機器(タービン動補助給水ポンプ)については、扉や配管貫通部を確認し必要な浸水対策を実施している。 [平成23年4月完了]

他の冷却・給水に必要な機器については11.4mの津波への耐性を有していることを確認している。

(例)・復水ピット:T.P.26.0mに設置

- ・蒸気発生器:水密構造の格納容器内に設置されており津波耐性有り
- ・電動補助給水ポンプ:T.P.11.4mまで浸水対策済

従って、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)の津波が来襲しても炉心や使用済燃料ピット冷却のための機能が維持される。

なお、基準地震動に対する耐震裕度については、タービン動補助給水ポンプと電動補助給水ポンプは1.81倍、復水ピットは2倍、蒸気発生器は2.39倍、使用済燃料ピットは2倍の耐震裕度を有していることを確認している。

＜別紙一2の1,2,9,11,12番により報告済＞
(別紙一1-3参照)

【基準】

- 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

【対応状況】

震災時の過酷な条件下でも要求される時間内に給水するために、大飯発電所全体で必要な給水要員22名を確保できるように、緊急時の対応体制を強化するとともに、ポンプの配置やホースの敷設などを定めたマニュアルを整備して、これまでに訓練を合計81回(平成24年3月末時点)行い、緊急時の対応体制を確立している。これらを踏まえ、最も厳しい条件として、地震・津波の重畠による発電所内の全号機同時被災を想定した場合に、炉心冷却のための復水ピットへの給水に要する時間は、がれき撤去作業も含めて全交流電源喪失後、約11.5時間と評価しており、復水ピット内の水が枯渇する約18.7時間以内に給水が可能であることを確認している。また、使用済燃料ピットの冷却のための給水に要する時間は、復水ピットへの給水作業終了後に実施することを想定して、全交流電源喪失後、約15時間と評価しており、使用済燃料ピット水が蒸発により所要量を下回る約2.6日以内に給水が可能であることを確認している。

＜原子力安全・保安院のストレステスト審査時に報告済＞
(別紙一1-3参照)

【基準】

- 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地震・津波の影響を受けない場所とすること。 対策13, 16, 17

【対応状況】

- ・崩壊熱除去のための給水に必要な消防ポンプについては、大飯発電所全体での必要数25台に対して、87台を確保(予備率約250%)しており、加圧力や容量も十分であることを確認している。また、ホースについては必要本数約300本に対して、約600本を確保(予備率100%)している。なお、燃料のガソリンについては、平成23年10月1日時点では3,400リットルであったが、現在は10,250リットル以上に増強している。これらは、大飯発電所の緊急安全対

策の実施状況ならびに大飯 3,4 号機ストレステスト報告に対する原子力安全・保安院の審査で確認を受けている。

- ・消防ポンプ、ホースは、硬質岩盤内に設置されているトンネル(吉見トンネルおよび陀羅山トンネル)に保管しており、耐震性の高い場所に保管している。また、吉見トンネルはT.P.62.8mに、陀羅山トンネルはT.P.41.2mに位置しており津波の影響を受けない場所である。ガソリンについては津波の影響を受けない 14.4m 以上(*)の高台に分散して保管しており、また保管場所は軽量鉄骨構造の保管庫(平屋)であり、地震で倒壊しても、ガソリンドラム缶が損傷して使用不可能になることはないと評価している。
- ・水源である復水ピット(管理容量 1,035m³)は炉心を少なくとも約 18.7 時間冷却することが可能である。その他、C-2 次系純水タンク(3,030 m³)、2 次系純水タンク(予備)(2,700 m³)もあり、十分な容量が確保されていることを確認している。

(*)平成 23 年 12 月より必要量を 33.3m 以上の高台に保管。

<別紙一2の 1,2,9,11,12 番により報告済>

<原子力安全・保安院のストレステスト審査時に報告済>

(別紙一1-3参照)

【基準】

- 8) 消防車、ポンプ車等を稼動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

【対応状況】

外部からの燃料補給については、最も厳しい条件として、地震・津波の重畳による発電所内の全号機同時被災により、耐震性の低い燃料タンクや水源タンクが利用できないなどの事態においても、プラント外部からの支援無しで非常用設備の稼動を約 7.2 日間維持できるだけの燃料(消防ポンプ用のガソリン)が確保されていることを確認している。更に、予め契約してあるヘリコプター等により外部から燃料補給が可能である。

なお、空冷式非常用発電装置の燃料である重油については、全交流電源喪失後、耐震性の低い燃料タンクが利用できないとしても、発電所貯蔵分が枯渇するのは約 59 日後であり、それまでに外部からの補給は十分可能であると評価している。 <別紙一2の 11,12 番により報告済>

<原子力安全・保安院のストレステスト審査時に報告済>

(別紙一1-3参照)

③格納容器破損対策等の実施

【基準】

- 9) 低圧代替注水への移行を確実に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

【対応状況】

PWRでは蒸気発生器を介した冷却により1次系の降温、減圧が可能であるが、降温、減圧の際に操作が必要となる主蒸気逃がし弁については、操作手順書を整備し、訓練にてその成立性を確認している。

<別紙-2の1,2,9番により報告済>
(別紙-1-4参照)

【基準】

- 10) ベントの実施に必要なベントラインを構成する手順・体制を構築し、訓練を行い、迅速かつ確実にベントを実施可能とすること。(BWRのみ)

対策21

【対応状況】

PWRは対象外。

【基準】

- 11) ベント弁等に空気駆動弁が用いられている場合においては、窒素ボンベ等の駆動源の代替手段の確保を含めて、中央制御室からまたは現場操作によりベントを可能とすること。(BWRのみ)

対策21

【対応状況】

PWRは対象外。

④管理・計装設備対策の実施

【基準】

- 12) 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

【対応状況】

全交流電源喪失時においても、空冷式非常用発電装置から中央制御室の非常用換気空調系設備(中央制御室空調ファン、中央制御室循環ファン、中央制御室非常用循環ファン)に給電して中央制御室の作業環境を保持するための手順書を整備するとともに、訓練を実施している。また、容量については、非常用換気空調設備を含む炉心や使用済燃料ピットの冷却に必要な全電源容量(約 316kVA／号機)に対し、空冷式非常用発電装置容量

(1825kVA×2台／号機)は十分満足していることを確認している。

<別紙-2の6,11,12番により報告済>

(別紙-1-5参照)

【基準】

- 13) 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

【対応状況】

全交流電源喪失時における発電所内外の通信手段の確保のため、トランシーバー15台および携行型通話装置20台を配備するとともに、衛星携帯電話については22台を追加配備して合計23台としている。また、衛星を活用したFAX、電話等が可能な可搬式の緊急時衛星通報システムを追加配備している。これらの通信手段については、同時被災を想定した訓練を通して十分な台数が確保されていることを確認している。

<別紙-2の6番により報告済>

(別紙-1-6参照)

【基準】

- 14) 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

【対応状況】

全交流電源喪失時においても、計装設備を含む炉心や使用済燃料ピットの冷却に必要な全電源容量(約316kVA／号機)に対し、空冷式非常用発電装置容量(1825kVA×2台／号機)は十分満足していることを確認している。

<別紙-2の11,12番により報告済>

(別紙-1-7参照)

【基準】

- 15) 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

【対応状況】

大飯発電所に高線量対応防護服10着を配備するとともに、高線量対応防護服、個人線量計、全面マスクなど、これまで原子力事業者間で相互融通の対象外であった資機材についても、相互融通できるようにしている。また、緊急時の放射線管理要員の拡充については、放射線管理要員以外の要員が放射線管理要員を助成する仕組みを整備している。

<別紙-2の6番により報告済>

(別紙-1-8参照)

【基準】

- 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

【対応状況】

津波等により生じたがれきを撤去できる重機(ホイールローダー)1台の他、ブルドーザ、クローラキャリア等を、津波の影響を受けないT.P.33.3mの高台に配備している。

<別紙一2の6番により報告済>

(別紙一1-9参照)

2. 基準(2)への対応状況

【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。

(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、複数の活断層の運動可能性等について論点が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。

(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。

【対応状況】

地震と津波に対する安全裕度については、「大飯3,4号機ストレステスト報告」において大飯発電所3,4号機の設計上の想定を超える外部事象に対してどの程度の安全裕度が確保されているかを評価しており、最も厳しい条件として、基準地震動の1.80倍の地震と11.4mの高さの津波の重畠を想定した場合でも、炉心および使用済燃料ピットの冷却を継続し燃料損傷には至らないことを確認している。炉心および使用済燃料ピットに対する評価の概要は以下(1)、(2)の通り

である。なお、外部からの燃料補給については、最も厳しい条件として、地震・津波の重畠による発電所内の全号機同時被災により、耐震性の低い燃料タンクや水源タンクが利用できないなどの事態においても、プラント外部からの支援無しで非常用設備の稼動を約7.2日間維持できるだけの燃料(ガソリン)が確保されていることを確認している。更に、予め契約してあるヘリコプター等により外部から燃料補給が可能である。これらの評価の妥当性については、「関西電力㈱大飯発電所3号機および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 原子力安全・保安院)において国の評価・確認を受けている。

一方、複数の活断層の連動については、連動を保守的に評価しても燃料損傷には至らないことを確認しており、その概要は以下(3)の通りである。

(1) ストレステスト評価結果(炉心)

もっとも厳しい条件として、基準地震動(700ガル)の1.8倍に相当する地震力、および福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)の津波の重畠に対し、炉心の冷却を継続するために必要な設備の安全機能は確保されることを確認している。

地震のクリフェッジとなる機器:高電圧開閉装置およびパワーセンター

津波のクリフェッジとなる機器:タービン動補助給水ポンプ

<別紙-2の11,12番により報告済>

(別紙-1-10参照)

(2) ストレステスト評価結果(使用済燃料ピット)

もっとも厳しい条件として、基準地震動(700ガル)の2.0倍に相当する地震力と、33.3mの高さの津波の重畠に対し、使用済燃料ピットの冷却を継続するために必要な設備の安全機能は確保されることを確認している。

地震のクリフェッジとなる機器:使用済燃料ピット

津波のクリフェッジとなる機器:消防ポンプ用燃料

<別紙-2の11,12番により報告済>

(別紙-1-11参照)

(3) 活断層の連動評価の結果

大飯発電所周辺の活断層の連動については、地形・地質の状況、断層の配列、走向・傾斜による地下深部の構造、文献等の既往調査結果をもとに検討した結果、連動しないことを確認し国に報告している。また、仮に、FO-A～FO-B断層と熊川断層が連動すると仮定した場合の地震動(760ガル)は、基準地震動(700ガル)の1.8倍(前項での炉心の安全裕度)を下回っていることを報告し、原子力安全・保安院からも妥当であるとの見解を得ている。従って、連

動の可能性を仮に考慮して地震動を保守的に評価した場合でも、燃料損傷に至らないことを確認している。

<別紙-2の15番により報告済>

<地震・津波意見聴取会で報告済>

(別紙-1-12参照)

以 上

別 紙

- 別紙-1 基準(1)(2)への対応状況
別紙-2 国に提出した報告書一覧

基準(1)(2)への対応状況(まとめ表)

1. 基準(1)への対応状況
【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

要求事項	実施状況	報告状況	資料
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、計測制御装置、中央制御室での監視機能の維持や冷却機能に係る点で接続ポイントなどを確実に接続するため、車両等に必要な容量(182kVA×2台)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接続するため、車両等に必要な容量(約316kVA×2台)を満足している。このケーブルは、確実に接続できる仕様とする。これらは、機材の保管場所は地震・津波の影響を受ける場合とすること。 【対策5, 6, 7, 10】	・全交流電源喪失時ににおいても恒心冷却のために必要な機器や計器に電源を供給するため、接続盤を原子炉建屋背面道路に配備する。・平成23年9月配備、同年10月運用開始】 ・空冷式非常用発電装置の容量(182kVA×2台)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接続するため、車両等に必要な容量(約316kVA×2台)を満足している。 ・空冷式非常用発電装置の接続盤が配備される。この接続盤はTP33.3mにあり、土木学会の規格を踏まえた高さ(1.4m)以下、「福島第一原子力発電所の津波評価技術」(平成14年)を用いて評価した大飯発電所の当初の設計津波高さ(1.9m)に、9.5mを加えた高さ(1.4mよりも高いことから、津波の影響は受けない。なお、基準地震動の2.13倍までの耐震裕度を有して强度は確保していること)を考慮すべき浸水高さ」と言う)よりも高いことから、津波の影響は受けない。また、該道路とその背後斜面については、基準地震動に対して十分な余裕を有して强度は確保していることを確認している。 ・空冷式非常用発電装置は基準地震動の1.84倍の耐震裕度を有することを確認している。	・平成23年10月28日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告) ・平成23年11月17日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告) ・原水力安全・保安院のストレステスト審査時に報告済	別紙-1-1
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】	直流水源は、原子炉周辺建屋内のTP15.8mの場所に設置しており、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考え方として、直流水盤を有している。	直流水源は、原子炉周辺建屋内のTP15.8mの場所に設置しており、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考え方として、直流水盤を有している。	
3)震災時に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、直流電源が保有する前、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】	震災時の過酷な条件下でも保られた時間で給電が可能なように、大飯発電所全体で電源接続要員を休日・夜間を含み常時6名(※)を確保すると共に、空冷式非常用発電装置を用いた給電手順を定めたマニュアルを整備して、これまでに給電訓練を合計46回(平成24年3月末時点)行い、緊急時の対応体制を確立している。これらを踏まえ、最も厳しい条件として、地震・津波の量による発電所内の全号機同時被災を想定した場合に、給電の開始に要する時間は、全交流電源喪失後、約1.3時間と評価しており、大飯発電所3号機において直流水源が枯渇する5時間以内に給電が可能であることを確認している。 (※平成23年12月より8名に増強)	直流水源は、原子炉周辺建屋内のTP15.8mの場所に設置しており、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考え方として、直流水盤を有している。	
②冷却・注水設備対策の実施(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。)	対応状況	報告状況	資料
要求事項			
4)全交流電源喪失時においても、確実に冷却・注水を行うことによる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は、タービン動捕助給水ポンプを用いて復水ピットから蒸気発生器に給水し、主蒸気逃がしへから大気へ熱を放出することで恒心冷却を行う。また、空冷式非常用発電装置により給電可能な電動補助給水泵ポンプを用いることでも可能である。その水源としては復水ピットの他に、C-2次系統水タンク、2次系統水タンク(予備)がある。また、消防ポンプおよびホースにより海水を復水ピットに供給できるようにしており、給水源の多様性を確保している。 蒸気発生器を介した炉心冷却に加えて、ディーゼル駆動式の大容量ポンプにより原子炉本体冷却水ポンプおよび海水ポンプを早期に復旧し、原子炉本体冷却水ポンプモータ用備品を使って海水ポンプを通水して余熱除去系統を介して炉心を冷却することが可能である。更に、海水ポンプモータ用備品を使って海水ポンプを早期に復旧し、原子炉本体冷却水系統と余熱除去系統を介した炉心冷却が可能である。 また、全交流電源喪失時(※)の冷却・給水については、屋内の消火栓または屋外の消火栓を経由して、No.1淡水タンクの水頭圧を使って給水する。更に、空冷式非常用発電装置により1次系補助給水泵ポンプを起動し、1次系純水タンクの水を給水することが可能である。また、消防ポンプおよびホースにより海水を使用済燃料ピットに供給できるようにしており、最終ヒートシンクの多様性を確保している。	・平成23年9月15日 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よる実施状況報告書(改訂版)(大飯発電所)(平成23年9月15日訂正) ・平成23年10月28日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告) ・平成23年11月17日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)	別紙-1-2

要求事項	対応状況	報告状況	資料	
	<p>全交流電源喪失時の冷却・給水に必要な機器のうち、福島第一原子力発電所にて設置されている機器(タービン動補助給水ポンプ)について、扉や配管貫通部を確認し必要な浸水(1.4m)以下に実施している。</p> <p>その他の冷却・給水に必要な機器については11.4mの津波への耐性を有している。 【平成23年4月完了】</p> <p>・蒸気発生器:水密構造のTPG1.4mまで浸水対策済 従って、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)の津波が来襲しても炉心や使用済燃料ビット冷却のための機能が維持される。 なお、基準地震動に対する耐震裕度については、タービン動補助給水ポンプと電動補助給水ポンプは1.8倍、復水ポンプは2倍、蒸気発生器は2.39倍、使用済燃料ビットは2倍の耐震裕度を有していることを確認している。</p>	<p>・平成23年9月15日 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(改訂版)(大飯発電所)(平成23年9月15日訂正)</p> <p>・平成23年10月28日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)</p> <p>・平成23年11月17日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)</p>	別紙-1-3	
	<p>震災時の過酷な条件下でも要求される時間内に給水するために、大飯発電所全体で必要な給水要員22名を確保するように、緊急時の対応体制を強化することとともに、ポンプの配置やホースの敷設などを定めたマニュアルを整備して、これまでに訓練を実施81回(平成24年3月末時点)を行い、緊急時の対応体制を確立している。これらを踏まえ、震災時における収容所内の全号機同時被災を想定した場合に、炉心冷却のための復水ポンプへの給水が必要となる時間は、がれき撤去作業も含めて全交流電源喪失後、約11.5時間と評価しております。復水ポンプ内の水が枯済する約18.7時間は、復水ポンプへの給水により所要量を下回る約2.6日以内に給水が可能であることを確認している。</p>			
	<p>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は、給水が必要となるまでの時間は最も厳しい条件であるよう、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】</p>	<p>・消防剰余分のための給水に必要な消防ポンプについては、大飯発電所全体での必要数25台に対して、87台を確保(予備率250%)しており、加圧能力や容量も十分である。また、ホースについては必要本数約300本を確保(予備率100%)している。なお、燃料のガソリンについては、平成23年10月1日時点では3,400リットルであったが、現在は10,250リットル以上に増強している。これらは、大飯発電所の緊急安全対策の一環として、大飯3号機ストレステスト報告にて示す原原子力安全・保険院の検討結果を踏まえており、消防ポンプ、ホースは、硬質ガラス製で構成され、耐震性においては、T.P.62.8mに、陸離山トンネルはT.P.41.2mに位置しておおり津波の影響を受けない場所である。また、吉野トンネルはT.P.14.4m以上(*)の高台に分離して保管しており、また保管場所は鉄骨構造の保管庫(平屋)であり、地震で倒壊しても、ガソリンドラム缶が損傷し使用不可能になることはないと評価している。</p> <p>(*)平成23年12月より必要量を33.3m以上の高台に保管。</p> <p>7)給水のための消防車・ポンプ車は、必要な容量・台数を確保すること。 外部からの燃料補給については、最も厳しい条件として、地震・津波の重畠による発電所内の全号機同時被災により、耐震性の低い燃料タンクや水源タンクが利用できないなどの事態においても、プラント外部からの支援無しで非常用設備の稼働を約12時間維持できるだけの燃料(消防ポンプ用のガソリン)が確保されていることを確認している。更に、予め契約しているヘリコプター等により外側から燃料補給が可能である。 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外部から調達可能な仕組みを構築すること。 【対策16、17】</p>	<p>・平成23年9月15日 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(改訂版)(大飯発電所)(平成23年9月15日訂正)</p> <p>・平成23年10月28日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)</p> <p>・平成23年11月17日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)</p> <p>・原子力安全・保険院のストレステスト審査時に報告済</p>	

③格納容器破損対策等の実施

要求事項	対応状況	報告状況	資料
9)低圧代替注水への移行を確実に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】	PWRでは蒸気発生器を介した冷却により次系の降温、減圧が可能であるが、降温、減圧の際に操作が必要となる主蒸気逃がし弁については、操作手順書を整備し、訓練にてその成立性を確認している。	・平成23年9月15日 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(改訂版)(大飯発電所)(平成23年9月15日訂正)	別紙-1-4
10)ベントの実施に必要なベントラインを構成する手順・体制を構築し、訓練を行い、迅速かつ確実にベントを実施可能とすること。(BWRのみ) 【対策21】	PWRは対象外	—	—
11)ベント弁等に空気駆動弁が用いられている場合においては、蓄素ボンベ等の駆動源の代用手段の確保を含めて、中央制御室からまたは現場操作によりベントを可能とすること。(BWRのみ) 【対策21】	PWRは対象外	—	—
④管理・計装設備対策の実施	要求事項	対応状況	報告状況
12)全交流電源喪失時ににおいても、中央制御室の非常用換気空調系設備(中央制御室空調ファン、中央制御室循環ファン、中央制御室非常用循環ファン)に給電して中央制御室の作業環境を保持するための手順書を整備するなどとともに、訓練を実施している。また、容量について、非常に換気空調設備を含む火心や使用済燃料ビットの冷却に必要な全電源容量(約316kVA×2台)に対する十分満足度(号機)は十分満足していることを確認している。 【対策25】	全交流電源喪失時においても、空冷式非常用発電装置から中央制御室の非常用換気空調系設備(中央制御室空調ファン、中央制御室循環ファン、中央制御室非常用循環ファン)に給電して中央制御室の作業環境を保持するための手順書を整備するなどとともに、訓練を実施している。また、容量について、非常に換気空調設備を含む火心や使用済燃料ビットの冷却に必要な全電源容量(約316kVA／号機)に対し、空冷式非常用発電装置容量(1825kVA×2台／号機)は十分満足していることを確認している。	・平成23年6月14日 平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアアクシデントへの対応に関する措置に係る実施状況報告書 ・平成23年10月28日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果(報告) ・平成23年11月17日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果(報告)	別紙-1-5
13)全交流電源喪失時に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は22台を追加配備して合計23台としている。また、衛星を活用したFAX、電話等が可能な可搬式の緊急時衛星通報システムを追加配備している。これらの通信手段については、同時に想定した訓練を通して十分な台数が確保されていることを確認している。	平成23年6月14日 平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアアクシデントへの対応に関する措置に係る実施状況報告書	別紙-1-6
14)全交流電源喪失時ににおいても、計装設備を使用可能とすること。 【対策28】	全交流電源喪失時においても、計装設備を含む火心や使用済燃料ビットの冷却に必要な全電源容量(約316kVA／号機)に対し、空冷式非常用発電装置容量(1825kVA×2台／号機)は十分満足している。これは、訓練を想定した訓練を通して十分な台数が確保されていることを確認している。	・平成23年10月28日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果(報告) ・平成23年11月17日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果(報告)	別紙-1-7
15)高線量対応防護服、個人線量計、全面マスクなど、これまで原子力事業者間で相互融通を含むようにしていながら、緊急時に対応する相互通報の対象外であった資機材についても、放射線管理要員の拡充について、放射線管理要員を助成する仕組みを整備している。 【対策30】	大飯発電所に高線量対応防護服10着を配備するとともに、高線量対応防護服、個人線量計、全面マスクなど、これまで原子力事業者間で相互融通を行うことができるとする要員の拡充できる体制を整備すること。	平成23年6月14日 平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアアクシデントへの対応に関する措置に係る実施状況報告書	別紙-1-8

④管理・計装設備対策の実施

16) ホイールローダー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】

2. 基準(2)への対応状況	【基準(2)】国が「東京電力福島第一原子力発電所の冷却を継続し、同原発事故のようないくことを確認していること。 使用済燃料プールの冷却を継続し、同原発事故のようないくことを確認していること。
----------------	--

2. 基準(2)への対応状況
【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・津波が来襲しても、炉心及び使用済燃料プールの冷却を継続し、同原発事故のようないくことを確認していること。」

要求事項	対応状況	報告状況	資料
16) ホイールローダー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】	<p>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プール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いくことを確認していること。」を確認している。更に、「関西電力㈱大飯発電所3号機の安全機能に関する審査書」(平成24年2月13日原子力安全・保安院)においては、運転を保守的に評価しても燃料損傷には至らないことを確認しており、その概要は以下(3)の通りである。</p> <p>(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よる安全上の重要な設備・機器等が機能を失うような影響を受けないないと推定されること。地盤運動や敷地周辺の距離など地域毎の条件を踏まえて地盤の規模による地震の直接受けられることから、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、複数の断層の運動可能性等について評価点が提出されており場合には、その可能性を考慮して地震動の下でも、燃料損傷に至らないと判断されることが必要。</p> <p>(注3)津波は今回の事故の直接受ける原因となると考えられるところに鑑み、15mの津波に対する各発電所の想定津波高さより9.5m以上の津波に耐えられることを確かめる。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であつたところ最大潮上高さ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。</p>	<p>・平成23年6月14日 平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアックシメントへの対応に関する措置に係る実施状況報告書 別紙1-9</p> <p>・平成23年10月28日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告) 別紙1-10 別紙1-11</p> <p>・平成24年2月29日 平成23年東北地方太平洋沖地震から得られた地震動に関する知見を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価(一次評価)の結果について(報告) 別紙1-12</p> <p>・平成23年11月17日 東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告) 別紙1-13</p> <p>・平成24年2月29日 平成23年東北地方太平洋沖地震から得られた地震動に関する知見を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項(中間とりまとめ)に基づく報告について 別紙1-14</p> <p>・原子力安全・保安院の地震・津波意見聴取会で報告済</p>	<p>(1)ストレステスト評価結果(炉心) もつとも厳しい条件として、基准地盤運動700ガルの1.8倍に相当する地盤力、および高さ11.4mの津波の重量に対し、炉心のクリエッシュとなる機器:高電圧開閉装置およびパワーセンター</p> <p>(2)ストレステスト評価結果(使用済燃料ヒート) 地震のクリエッシュとなる機器:消防ポンプ・タービン・動捕助給水泵ポンプ</p> <p>(3)ストレステスト評価結果(地下深部の構造) 津波のクリエッシュとなる機器:使用済燃料ヒート</p> <p>(4)断層の運動評価の結果 大飯発電所周辺の活断層の運動に連動する結果、走向・傾斜による地下深部の構造、文部等の既往調査結果をもとに検討した結果、運動しないことを確認し国に報告している。また、仮に、FO-A～FO-B断層と熊川断層が運動すると仮定した場合の地震動(700ガル)は、基准地盤運動(760ガル)は、原子力安全・保安院からも妥当であるとの見解を得ている。</p>

所内電源設備対策の実施

別紙-1-1

基準項目

- 全交流電源喪失時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。
- 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。
- 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。

対応状況

(1/2)

- 全交流電源喪失時においても炉心冷却のために必要な機器や計器に電源を供給するため空冷式非常用発電装置2台/号機と、関係する接続盤を原子炉建屋背面道路に配備し、接続ポイントと接続可能なケーブルを敷設。また、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の駆動のために必要な容量(約316kVA／号機)を満足。設置場所はT.P.33.3mの原子炉建屋背面道路であり福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ11.4mよりも高い。また、当該道路とその背後斜面については、基準地震動に対して十分な余裕を有して強度は確保されていることを確認済み。なお、空冷式非常用発電装置は基準地震動の1.84倍の耐震裕度があることを確認済み。
- 直流電源は11.4mよりも高い原子炉周辺建屋内のT.P.15.8mの場所に設置。
- 電源接続の要員を休日・夜間を含み常時6名(平成23年12月に8名に増強)を確保し、給電手順を定めたマニュアルを整備して、給電訓練を合計46回行い緊急時体制を確立。この結果、地震・津波の重畳による発電所内の全号機同時被災を想定しても、直流電源が枯渇する5時間以内に給電が可能であることを確認済み。

・空冷式非常用発電装置

<建屋内>

恒設ケーブルの設置

発電所内
非常用高圧母線

津波の影響を
受けない高台
<屋外(33.3m)>

空冷式非常用発電装置

恒設ケーブルの設置

中継・接続盤設置

接続盤設置

・体制の確立

休日・夜間

常に8名確保

これまでの実施回数(平成24年3月末現在)

平日訓練	32回
夜間訓練	4回
休日訓練	10回

・マニュアルの整備

・訓練の実施

(訓練項目)

- 電源車の配置
- 電源ケーブル接続
- 電源車の運転
- 電源車への給油



・訓練の反映

- 夜間のヘッドライトの配備
- 作業性向上のため接続端子形状の改善 他

・訓練実績 空冷式非常用発電装置: 78分(全号機への給電が完了するまでの実績)

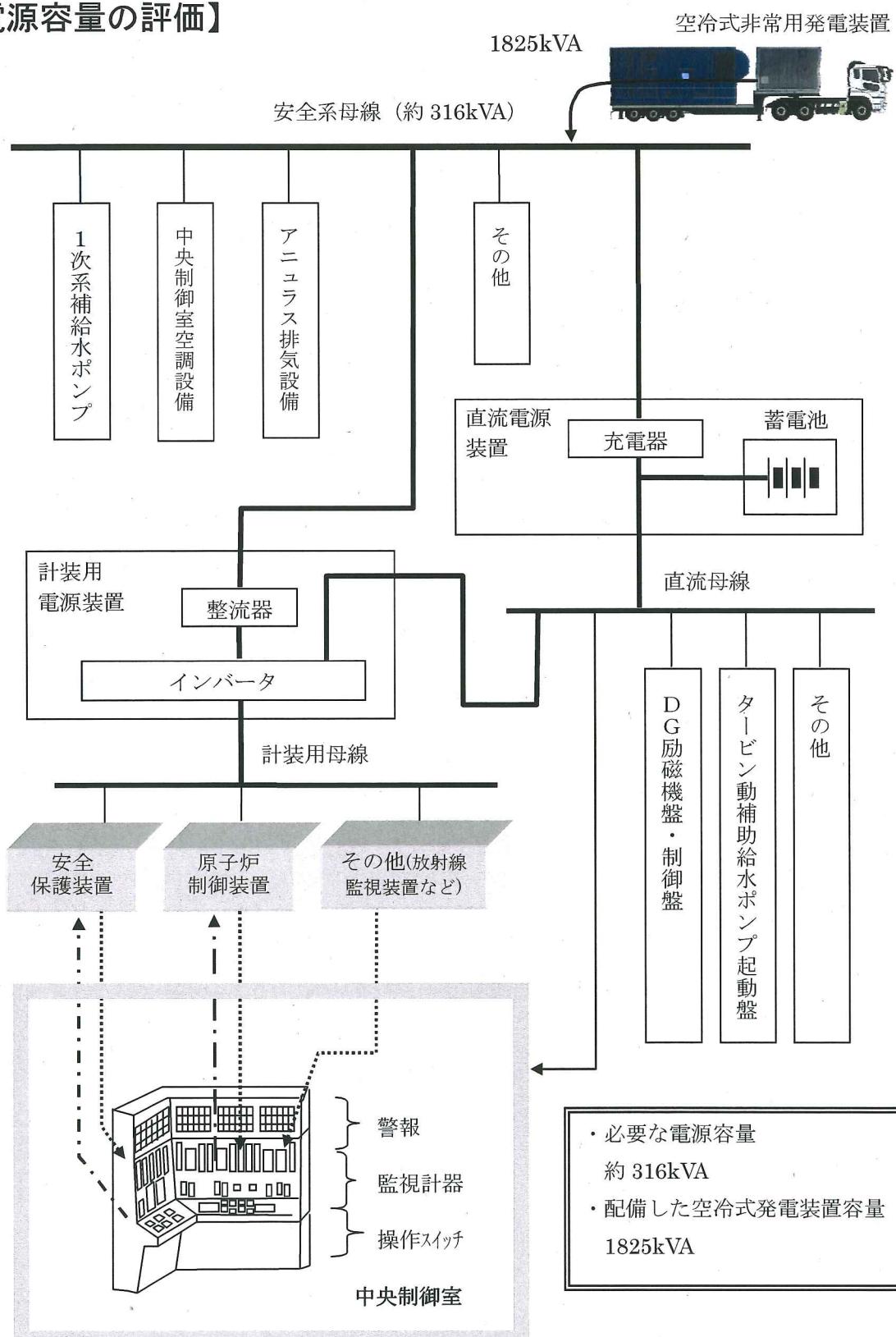
所内電源設備対策の実施

別紙-1-1

対応状況

(2/2)

【電源容量の評価】



冷却・注水設備対策の実施

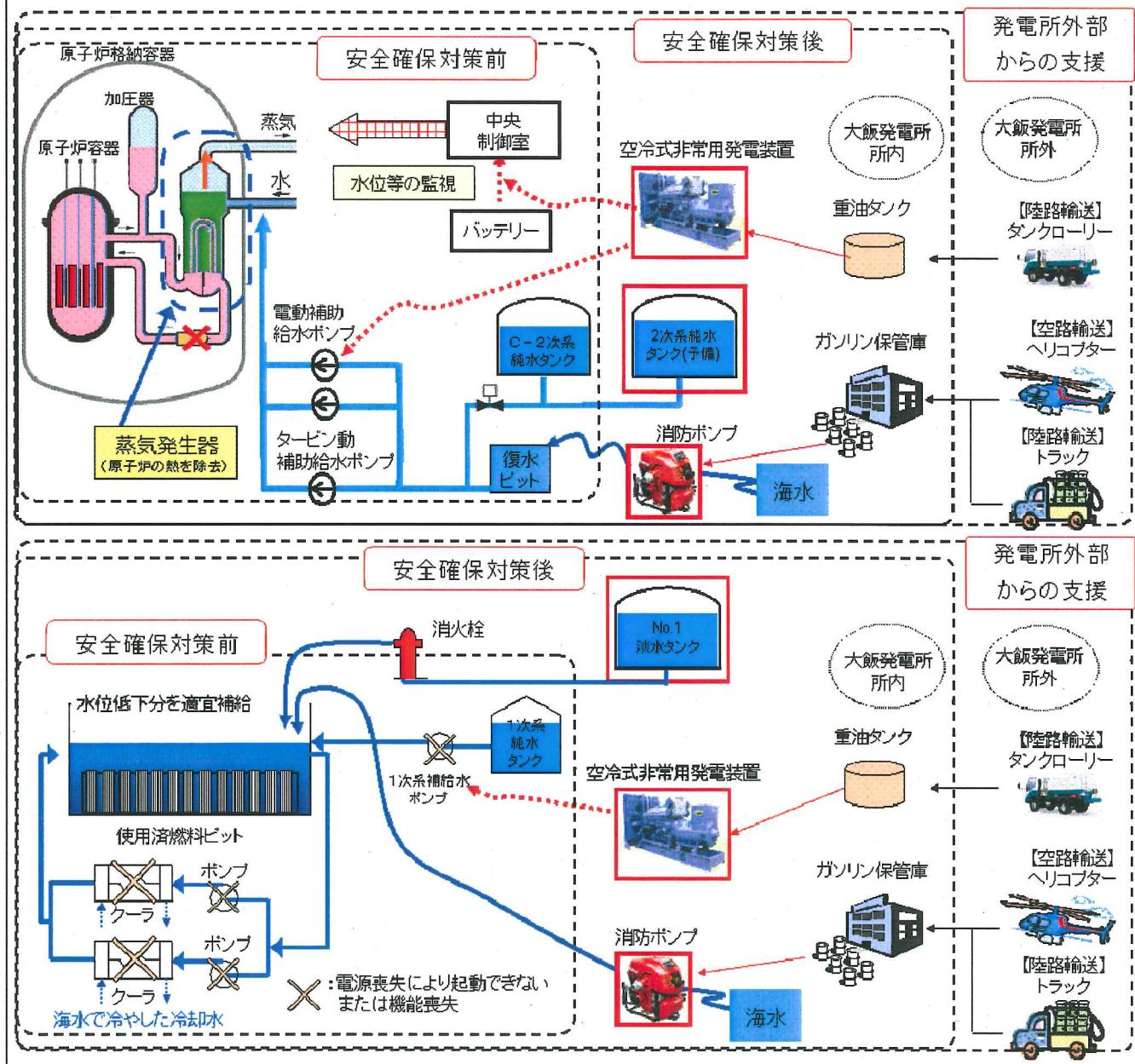
別紙-1-2

基準項目

- 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。

対応状況

- 全交流電源喪失時には、タービン動補助給水ポンプを用いて復水ピットから蒸気発生器に給水し、主蒸気逃がし弁から大気へ熱を放出することで炉心冷却を行う(空冷式非常用発電装置により給電された電動補助給水ポンプも使用可能)。水源は復水ピット等複数あり、消防ポンプにより海水も復水ピットに供給可能である。これに加えて、ディーゼル駆動式の大容量ポンプにより原子炉補機冷却水クーラーに海水を通水して余熱除去系統を介しての炉心冷却が可能である。更に、海水ポンプモータ予備品を使って海水ポンプの早期復旧により炉心冷却が可能である。以上により炉心冷却の最終ヒートシンクの多様性を確保している。
- 全交流電源喪失時の使用済燃料ピットの冷却・給水については、屋内外の消火栓を経由してNo.1淡水タンクの水頭圧を使って給水可能である。また、空冷式非常用発電装置により1次系補給水ポンプを起動し、1次系純水タンクから給水することも利用可能である。更に、消防ポンプおよびホースにより海水を使用済燃料ピットに供給することも可能である。以上により最終ヒートシンクの多様性を確保している。



冷却・注水設備対策の実施

別紙-1-3

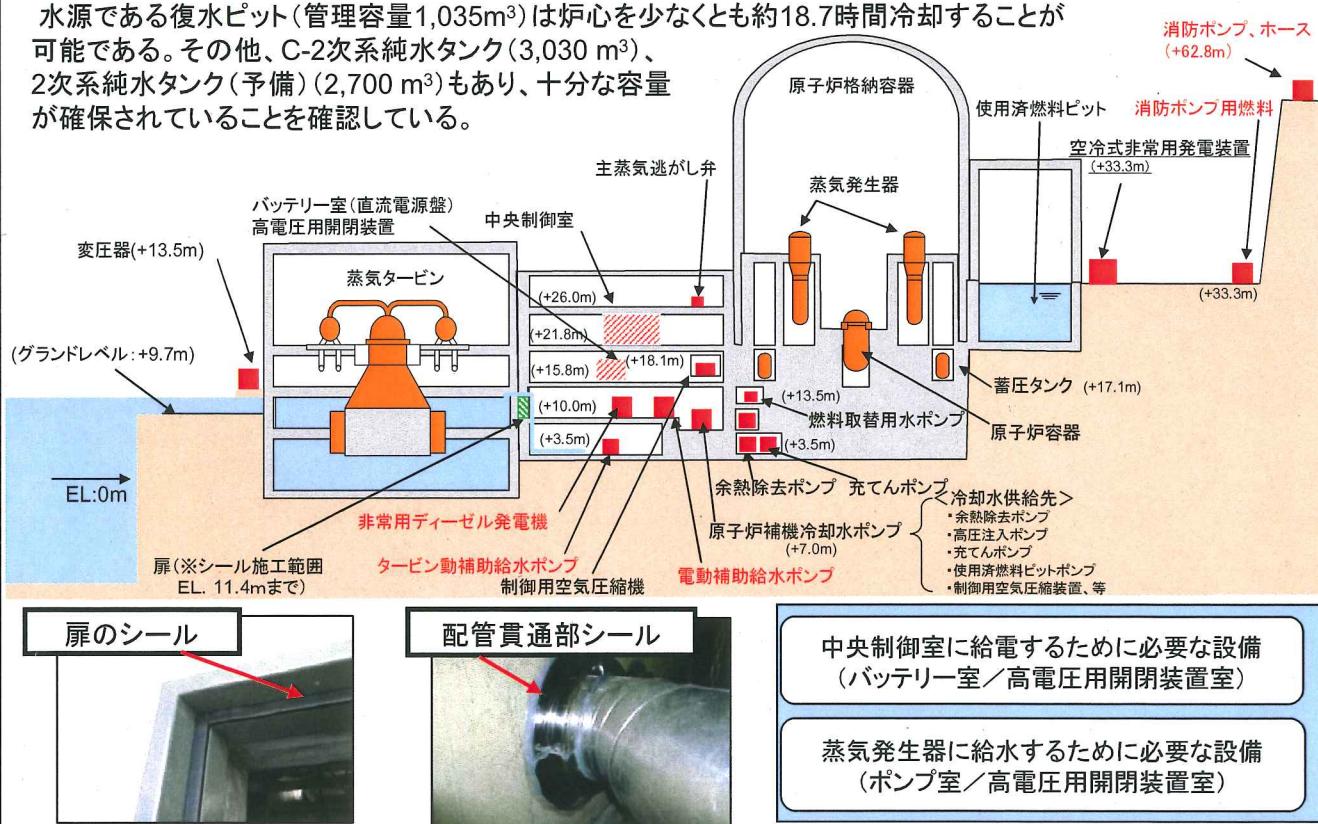
基準項目

- 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。
- 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。
- 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地震・津波の影響を受けない場所とすること。
- 8) 消防車、ポンプ車等を稼動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。

対応状況

(1/3)

- 全交流電源喪失時の冷却・注水に必要な機器のうち、設置位置が福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)以下にあるタービン動補助給水ポンプは扉等を確認し必要な浸水対策を施した。その他の冷却・給水に必要な機器は11.4mの津波への耐性を有していることを確認した。(例)復水ピット:T.P.26.0mに設置、蒸気発生器:水密構造の格納容器内に設置されており津波耐性有り、電動補助給水ポンプ:T.P.11.4mまで浸水対策済。従って、福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)の津波が来襲しても炉心や使用済燃料ピット冷却のための機能が維持される。
- 緊急時対応体制:次々ページ参照
- 崩壊熱除去のための給水に必要な消防ポンプについては、大飯発電所全体での必要数25台に対して、87台を確保(予備率約250%)しており、加圧力や容量も十分であることを確認している。また、ホースについては必要本数約300本に対して約600本を確保(予備率100%)している。なお、ガソリンについては、平成23年10月1日時点では3,400リットルであったが、現在は10,250リットル以上に増強している。
消防ポンプ、ホースは硬質岩盤内に設置されているトンネル(吉見トンネルおよび陀羅山トンネル)に保管しており、耐震性の高い場所に保管している。また、吉見トンネルはT.P.62.8mに、陀羅山トンネルはT.P.41.2mに位置しており津波の影響を受けない場所である。ガソリンについては津波の影響を受けない14.4m以上(平成23年12月より必要量を33.3m以上の高台に保管)の高台に分散して保管しており、また保管場所は軽量鉄骨構造の保管庫(平屋)であり、地震で倒壊してもガソリンドラム缶が損傷して使用不可能になることはない評価している。
水源である復水ピット(管理容量1,035m³)は炉心を少なくとも約18.7時間冷却することが可能である。その他、C-2次系純水タンク(3,030 m³)、2次系純水タンク(予備)(2,700 m³)もあり、十分な容量が確保されていることを確認している。



冷却・注水設備対策の実施

別紙-1-3

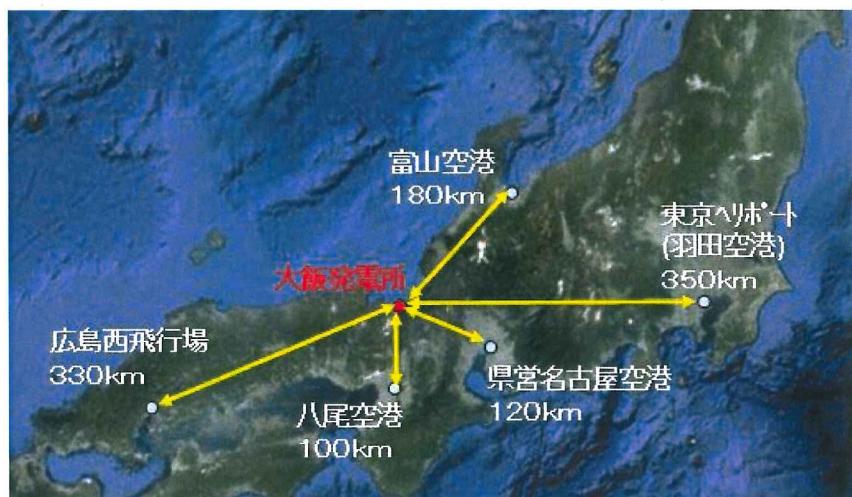
対応状況

(2/3)

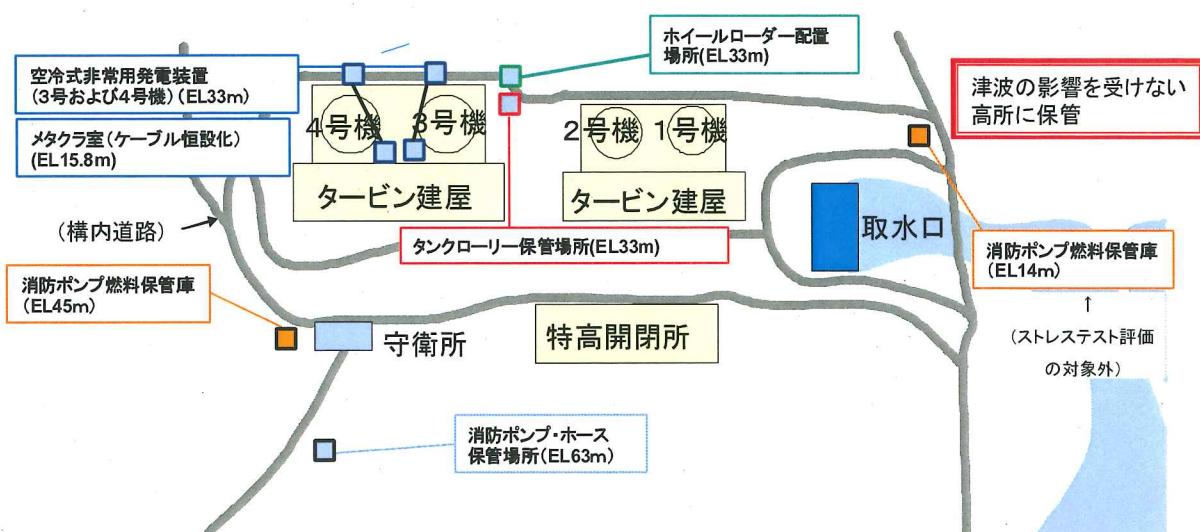
○外部からの燃料補給については、最も厳しい条件として、地震・津波の重畳による発電所内の全号機同時被災により、耐震性の低い燃料タンクや水源タンクが利用できないなどの事態においても、プラント外部からの支援無しで非常用設備の稼動を約7.2日間維持できるだけの燃料(消防ポンプ用ガソリン)を確保していることを確認している。

更に、予め契約してあるヘリコプター等により外部から燃料補給が可能である。なお、若狭方面での地震、津波に備え、若狭地域から100km以上離れたところにある八尾空港が空輸の拠点である。更に多様性の観点から、契約しているヘリ会社がヘリコプターを常時置いている全国の4箇所(東京、富山、名古屋、広島)の空港も使用できるようにした。最も遠い東京からでも約2時間で若狭地域へ飛行することが可能であり、冷却を継続できることを確認している。

なお、空冷式非常用発電装置の燃料である重油については、全交流電源喪失後、耐震性の低い燃料タンクが利用できないとしても発電所貯蔵分が枯渇するのは約59日後であり、それまでに外部からの補給は十分可能と評価している。



【大飯発電所と各空港との位置関係および距離】



【消防ポンプ燃料などの配置】

対応状況

(3/3)

○緊急時対応体制(前々頁からの続き):

震災時の過酷な条件下でも要求される時間内に給水するために、大飯発電所全体で必要な給水要員22名を確保できるように、緊急時の対応体制を強化するとともに、ポンプの配置やホースの敷設などを定めたマニュアルを整備して、これまでに訓練を合計81回(平成24年3月末時点)行い、緊急時の対応体制を確立している。これらを踏まえ、最も厳しい条件として、地震・津波の重畠による発電所内の全号機同時被災を想定した場合に、炉心冷却のための復水ピットへの給水に要する時間は、がれき撤去作業も含めて全交流電源喪失後、約11.5時間と評価しており、復水ピット内の水が枯渇する約18.7時間以内に給水が可能であることを確認している。また、使用済燃料ピットの冷却のための給水に要する時間は、復水ピットへの給水作業終了後に実施することを想定して、全交流電源喪失後、約15時間と評価しており、使用済燃料ピット水が蒸発により所要量を下回る約2.6日以内に給水が可能であることを確認している。

<消防ポンプ等をすみやかに必要な箇所に敷設するための対策>

○体制の確立

○マニュアルの整備

○訓練の実施

(訓練項目)

- ・ポンプの配置
- ・ホースの敷設
- ・ポンプの運転
- ・ポンプへの給油

- ・訓練の反映
- ・ポンプ設置箇所へのマーキング
- ・連絡を密とするため無線機を配備 他

これまでの実施回数(平成24年3月末現在)

SG給水訓練	34回
SFP給水訓練	22回
CSD訓練	25回



訓練:ポンプ設置



訓練:ホース敷設

格納容器破損対策等の実施

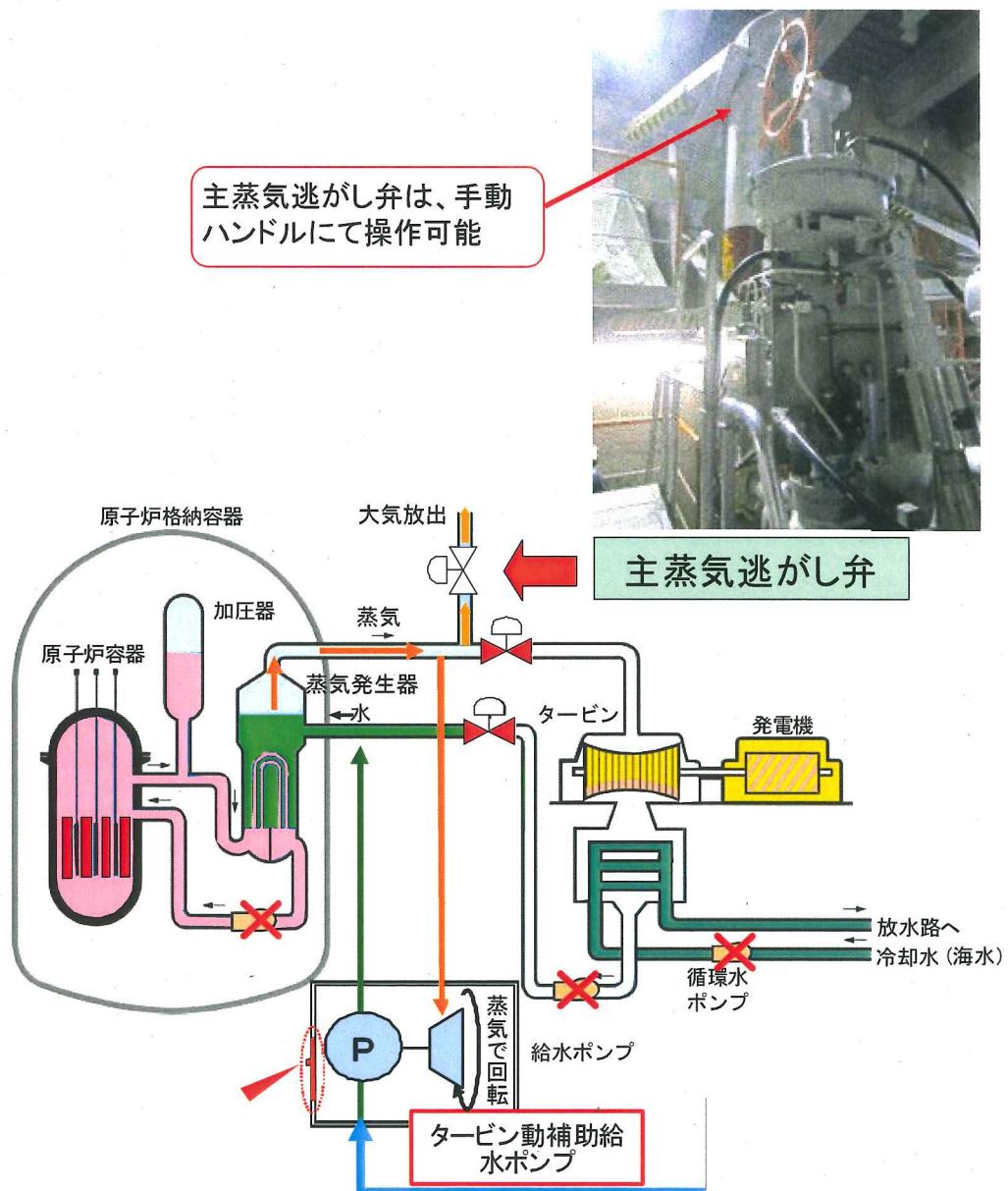
別紙-1-4

基準項目

- 9) 低圧代替注水への移行を確実に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。

対応状況

OPWRでは蒸気発生器を介した冷却により1次系の降温、減圧が可能であるが、降温、減圧の際に操作が必要となる主蒸気逃がし弁については、操作手順を整備し、訓練にてその成立性を確認している。



管理・計装設備対策の実施

別紙-1-5

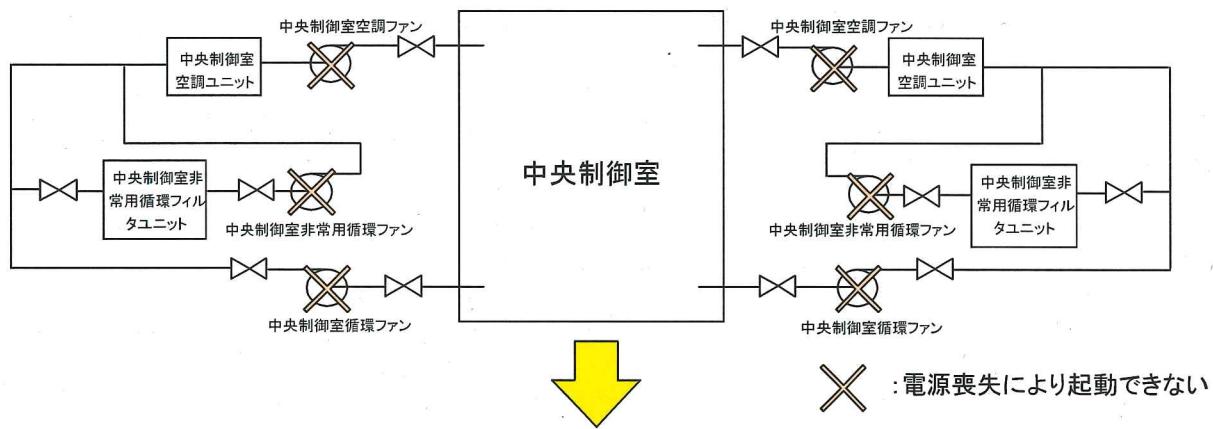
基準項目

- 12) 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)を運転可能とするとしてすること。

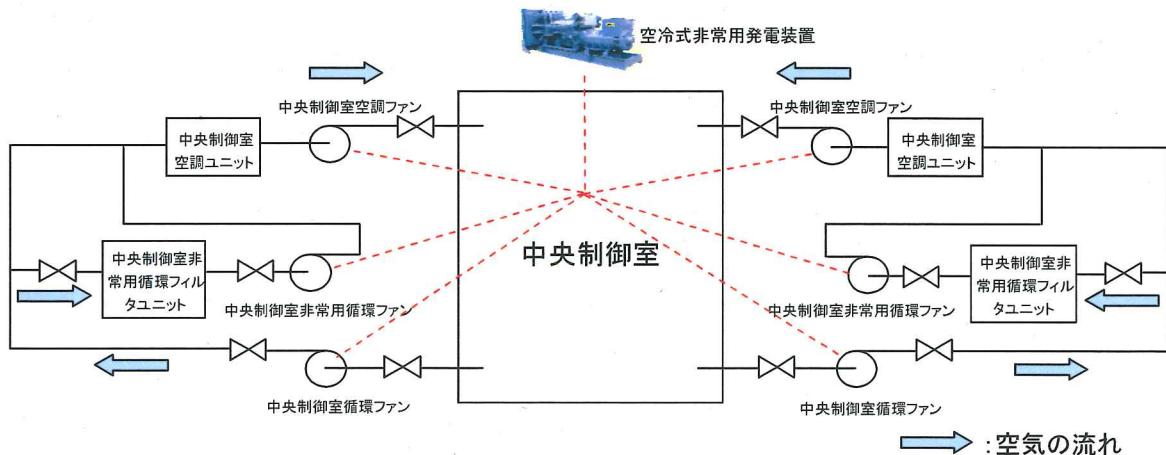
対応状況

- 全交流電源喪失時においても、空冷式非常用発電装置から中央制御室の非常用空調系設備(中央制御室空調ファン、中央制御室循環ファン、中央制御室非常用循環ファン)に給電して中央制御室の作業環境を保持するための手順書を整備するとともに、訓練を実施している。また、電源容量については、非常用換気空調設備を含む炉心や使用済燃料の冷却に必要な全電源容量(約316kVA／号機)に対し、空冷式非常用発電装置容量(1,825kVA×2台／号機)は十分満足していることを確認している。

全交流電源喪失後の状態



空冷式非常用発電装置からの給電を開始した状態



管理・計装設備対策の実施

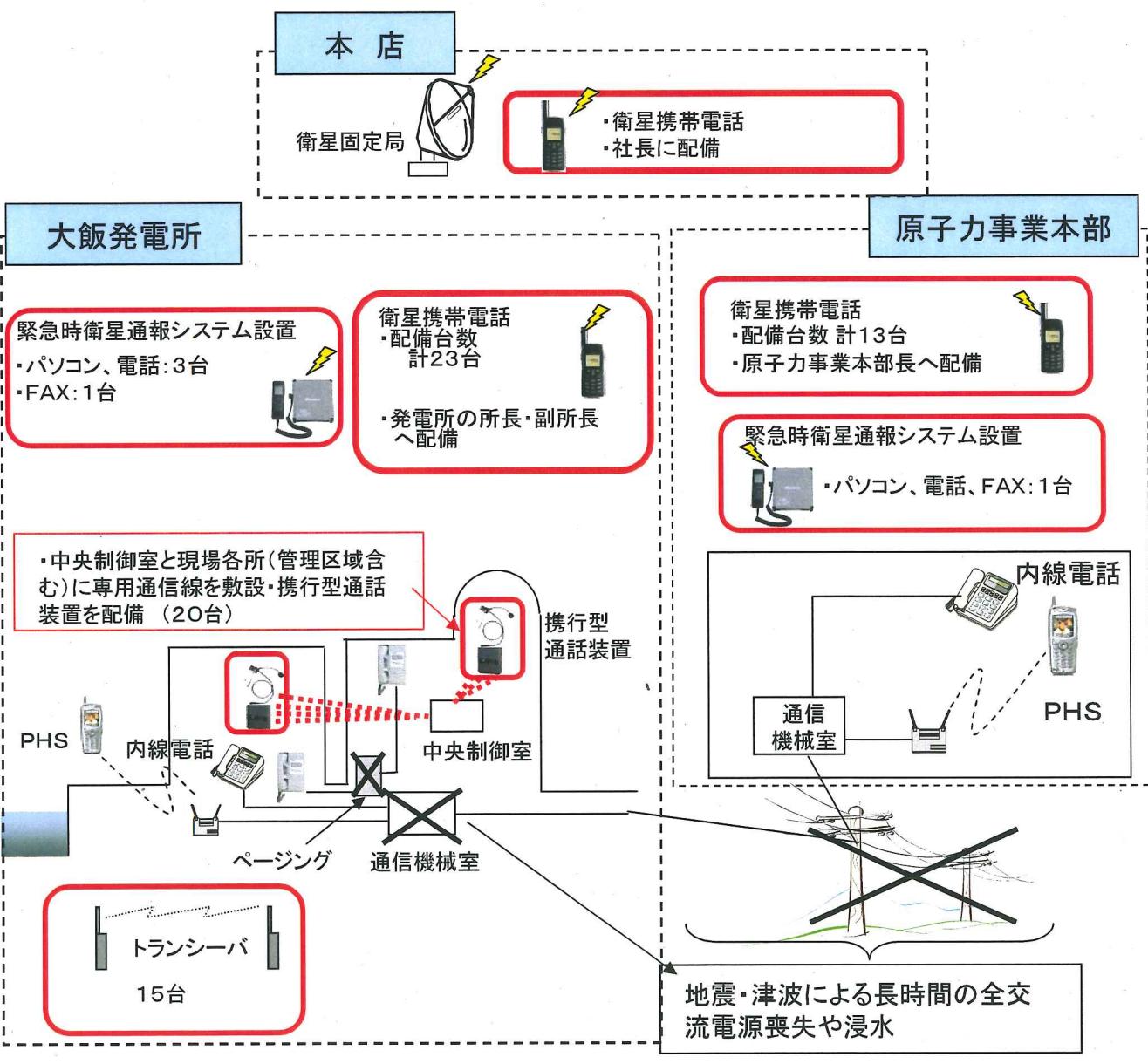
別紙-1-6

基準項目

- 13) 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。

対応状況

○全交流電源喪失時における発電所内外の通信手段の確保のため、トランシーバー15台および携行型通話装置20台を配備するとともに、衛星携帯電話については22台を追加配備して合計23台としている。また、衛星を活用したFAX、電話等が可能な可搬式の緊急時衛星通報システムを追加配備している。これらの通信手段については、同時被災を想定した訓練を通して十分な台数が確保されていることを確認している。



管理・計装設備対策の実施

別紙-1-7

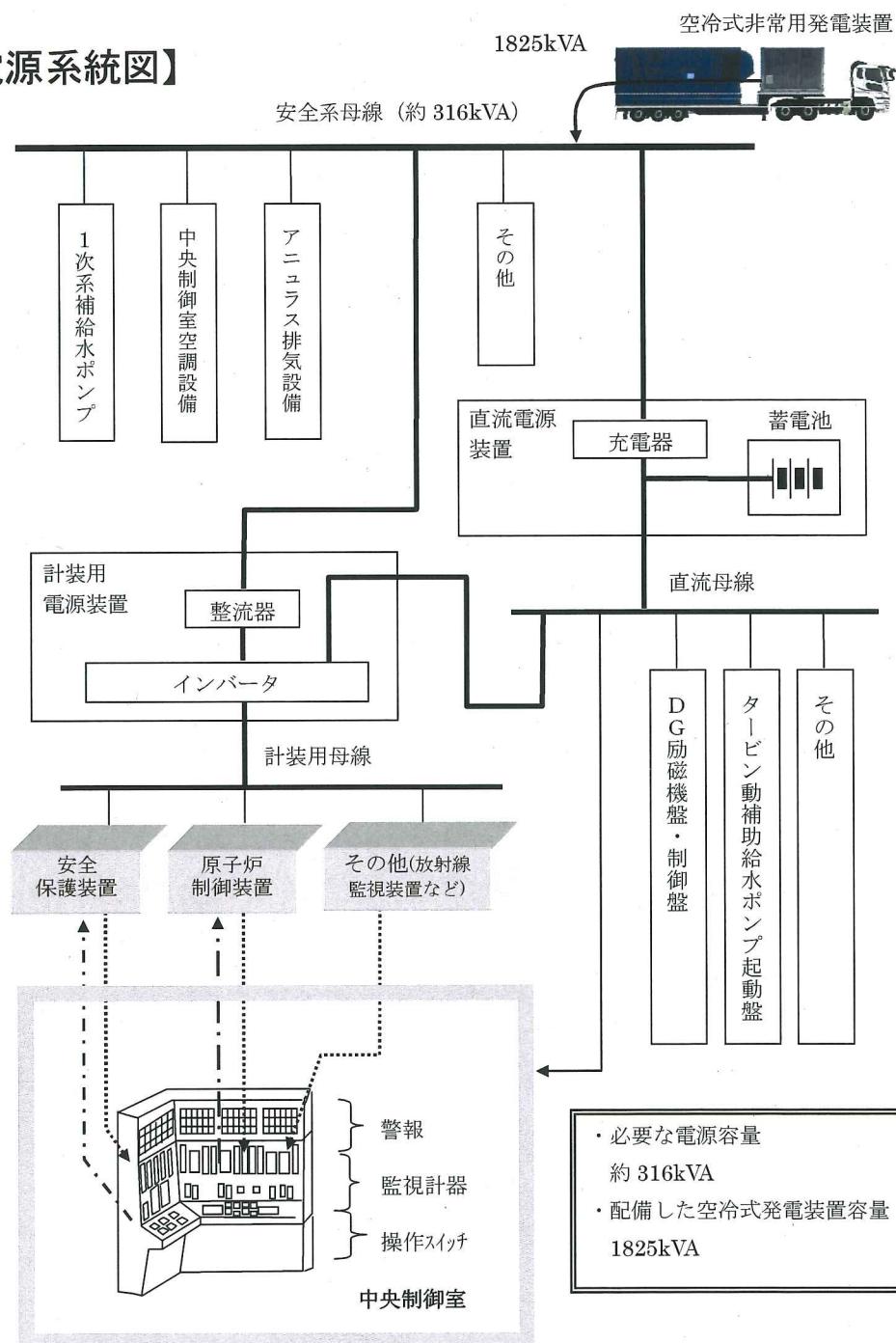
基準項目

14) 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。

対応状況

- 全交流電源喪失時においても、計装設備を含む炉心や使用済燃料ピットの冷却に必要な全電源容量(約316kVA／号機)に対し、空冷式非常用発電装置容量(1,825kVA×2台／号機)は十分満足していることを確認している。

【電源系統図】



管理・計装設備対策の実施

別紙-1-8

基準項目

- 15) 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。

対応状況

- 大飯発電所に高線量対応防護服10着を配備するとともに、高線量対応防護服、個人線量計、全面マスクなど、これまで原子力事業者間で相互融通の対象外であった資機材についても、相互融通できるようにした。また、緊急時の放射線管理要員の拡充については、放射線管理要員以外の要員が放射線管理要員を助成する仕組みを整備している。

- 事故時における高線量区域での作業のため、高線量対応防護服(タンゲステン入り)を各発電所に10着配備した。

○タンゲステン製高線量対応防護服(例)

- ・重量: 約9.1kg
- ・遮へい能力: 約20%(カタログ値)



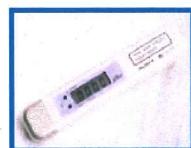
- 高線量対応防護服、個人線量計および全面マスクといった、これまで提供資機材リストに定められていない資機材についても、必要に応じ原子力事業者間で相互に融通しあうことを確認した。

【当社】

【他の原子力事業者】



融通



- 緊急時においては、放射線管理要員以外の要員が、放射線管理要員を助勢する仕組みを整備した。

【放射線管理要員】

【放射線管理要員以外】

- 優先的業務(例)
・作業員被ばく低減
・放射線環境測定

- 助勢業務(例)
・線量計貸し出し
・被ばく線量のデータ入力
・資機材調達

助勢

管理・計装設備対策の実施

別紙-1-9

基準項目

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。

対応状況

○津波等により生じたがれきを撤去できる重機(ホイールローダー)1台の他、ブルドーザ、クローラキャリア等を、津波の影響を受けないT.P.33.3mの高台に配備済み。

約6ヶ月以降(H24.7以降目途)

ホイールローダー



資機材運搬トラック(2t, 4t)



ブルドーザー



クローラーキャリア



置換
(性能強化)

ホイールローダー



資機材運搬トラック(2t, 4t)



ドーザーショベル



ウニモグ



物を掴む:クレーン(グラップル)
機能も装備

地震・津波来襲時の冷却機能確保

別紙-1-10

基準項目

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・津波が来襲しても、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。

対応状況(炉心)

- 地震と津波に対する安全裕度については、「大飯3,4号機ストレステスト報告」において、大飯発電所3,4号機の設計上の想定を超える外部事象に対してどの程度の安全裕度が確保されているかを以下の通り評価しており、炉心冷却を継続することで燃料損傷には至らないことについて、国の確認を受けている。
- 最も厳しい条件として、基準地震動の1.8倍の地震と11.4mの高さの津波の重畠を想定した場合でも、炉心の冷却を継続するために必要な設備の安全機能は確保されることを確認している。
地震のクリフェッジとなる機器：高電圧開閉装置およびパワーセンター
津波のクリフェッジとなる機器：タービン動補助給水ポンプ

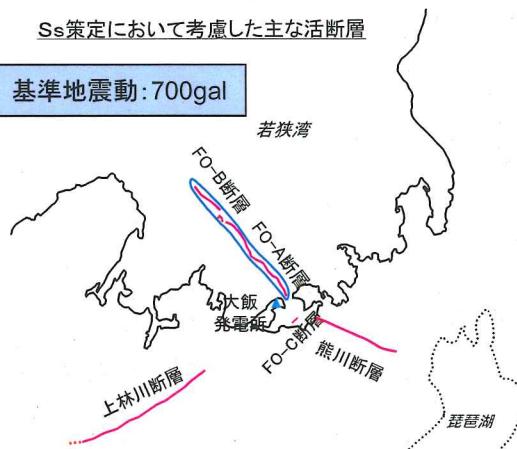
基準地震動の策定

- 基準地震動Ssの策定においては、敷地周辺の過去の地震や活断層の中から最も影響の大きいものを考慮。
- 地震動を強く放出する部分を敷地近傍に配置したり、活断層の同時活動を考慮するなど、厳しい条件で断層モデルを設定し地震動評価を実施。

Ss策定において考慮した主な活断層

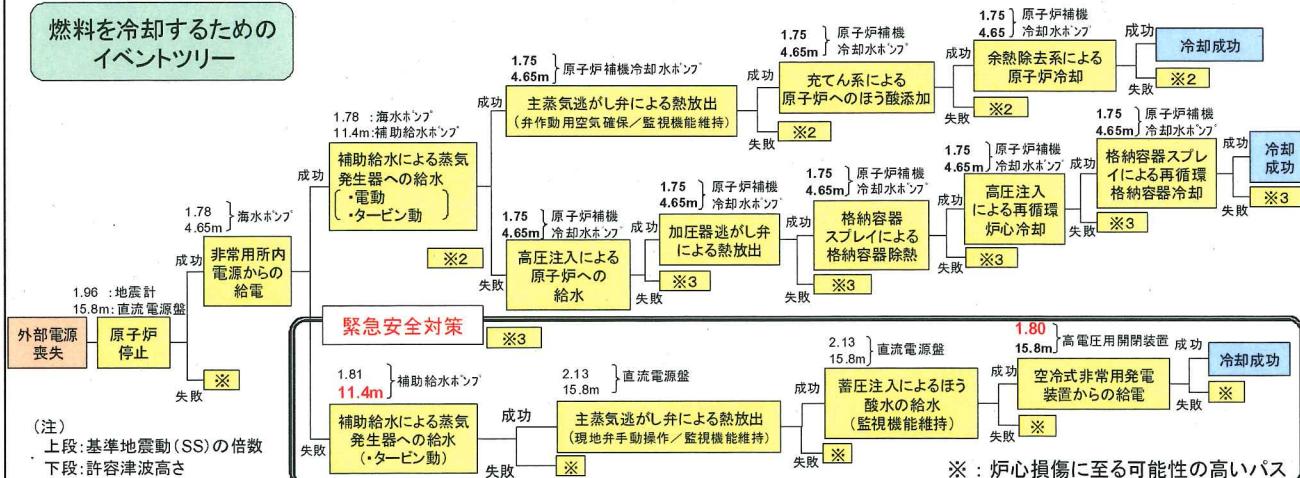
- FO-A断層/FO-B断層(大飯発電所に最も近い断層)については、別々に活動するのではなく、同時に活動すると仮定した評価を実施。
- FO-A断層/FO-B断層をつないだ断層長さ(35km)に基づき、マグニチュード7.4の地震を考慮。
- 断層モデルによる地震動の計算については、不確かなことを考慮し、地震動を強く放出する部分(アスペリティ)を敷地近傍に配置した評価を実施。

基準地震動: 700gal



クリフェッジの特定

燃料を冷却するためのイベントツリー



※ : 炉心損傷に至る可能性の高いパス

評価結果	クリフェッジ				緊急安全対策の効果
	緊急安全対策後		緊急安全対策前		
燃料の冷却手段が確保できなくなる地震動及び津波高さと基準地震動SS(700gal)及び想定津波高さ(2.85m)との比較	<地震> 約1.80倍 (1260gal相当)	<津波> 約4.0倍 (11.4m)	<地震> 約1.75倍 (1225gal相当)	<津波> 約1.6倍 (4.65m)	(1.75Ss, 4.65m) ↓ (1.80Ss, 11.4m)
対象となる機器	高電圧用開閉装置	補助給水ポンプ	原子炉補機 冷却水ポンプ	海水ポンプ	

➡ 設計想定の約1.8倍未満の地震と約4倍未満の高さの津波が同時に発生した場合であっても、炉心を冷却することが可能

地震・津波来襲時の冷却機能確保

別紙-1-11

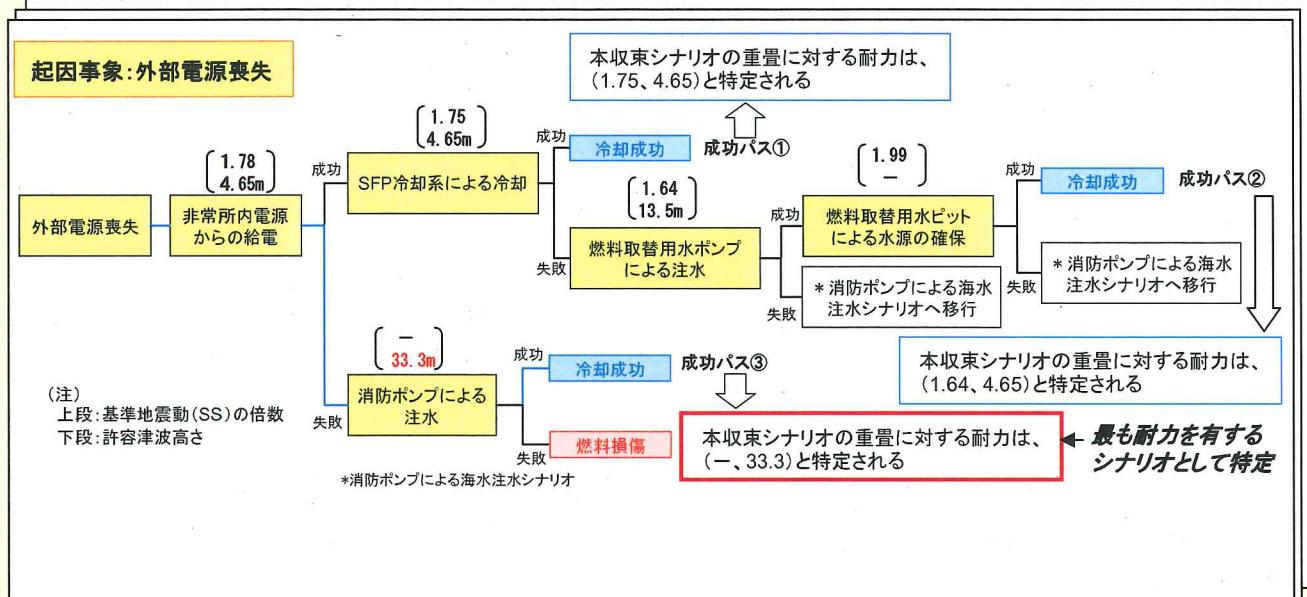
基準項目

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・津波が来襲しても、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。

対応状況(SFP)

- 地震と津波に対する安全裕度については、「大飯3,4号機ストレステスト報告」において大飯3,4号機の設計上の想定を越える外部事象に対してどの程度の安全裕度が確保されているかを以下の通り評価しており、使用済燃料ピットの冷却を継続することで燃料損傷には至らないことについて、国の確認を受けている。
- 最も厳しい条件として、基準地震動(700ガル)の2.0倍に相当する地震力と33.3mの高さの津波の重畳に対し、使用済燃料ピットの冷却を継続するために必要な設備の安全機能は確保されることを確認している。
 - 地震のクリフェッジとなる機器：使用済燃料ピット
 - 津波のクリフェッジとなる機器：消防ポンプ用燃料

クリフェッジの特定(1)



津波高さ33.3mまでは消防ポンプによる海水注入により使用済燃料ピットの冷却を継続することができるが、それを超える場合は消防ポンプによる海水注入が困難となり、クリフェッジとなる。また、地震に対するクリフェッジは以下の通り。

クリフェッジの特定(2)

「外部電源喪失」「補機冷却水の喪失」および「使用済燃料ピット冷却機能喪失」については、地震の影響を受けない緊急安全対策の消防ポンプでの冷却が可能となる。

次に考慮すべき起因事象「使用済燃料ピット損傷」では、クリフェッジとなるピットそのものが2.0Ssで損傷すると評価しているが、損傷程度を定量的に評価することは困難であり、安全側に2.0Ssで消防ポンプでの冷却維持ができなくなると見なしている。



活断層の連動の可能性

別紙-1-12

基準項目

複数の活断層の連動可能性等について論点が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。

対応状況

(1/2)

○発電所周辺の活断層について、地形・地質の状況、断層の配列、走向・傾斜による地下深部の構造、文献等の既往調査結果をもとに検討した結果、連動しないことを確認し国に報告した。また、仮に、FO-A～FO-B断層と熊川断層が連動すると仮定した場合の地震動(760ガル)は、基準地震動Ss-1(700ガル)の1.8倍(前項での炉心の安全裕度)を下回っていることを報告し、原子力安全・保安院からも妥当であるとの見解を得ている。以上のように、連動の可能性を仮に考慮して地震動を保守的に評価した場合でも、燃料損傷に至らないことを確認している。

(1) 地形や地質の形成過程に着目した検討

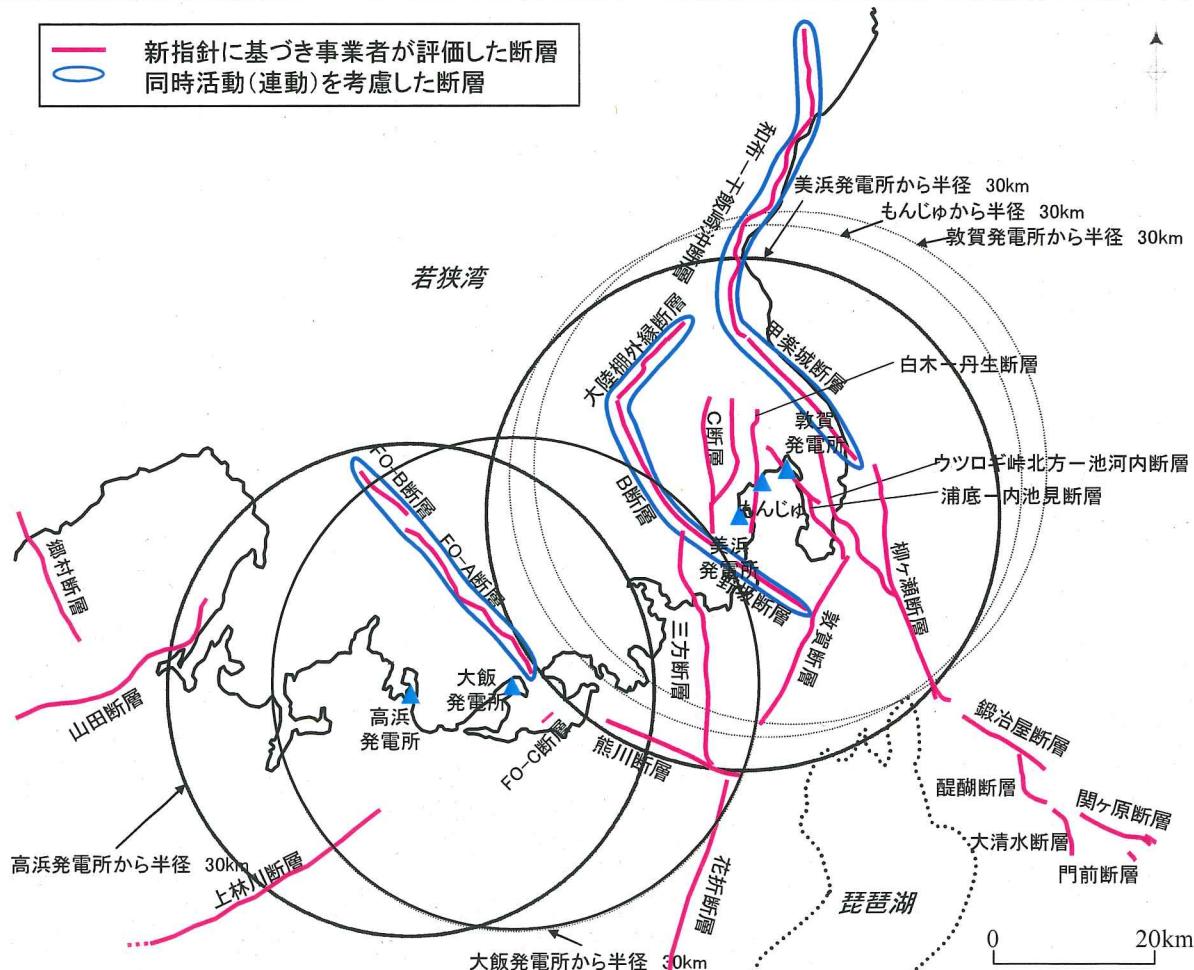
下記に示す活断層について、地形・地質の状況、断層の配列、走向・傾斜による地下深部の構造、文献等の既往の調査結果をもとに連動の可能性について再検討した結果、これまでの評価を変えるものは無い。

- 柳ヶ瀬断層とウツロギ峠北方一池河内断層
- 浦底一内池見断層と敦賀断層
- 浦底一内池見断層と白木一丹生断層
- C断層と白木一丹生断層
- C断層と三方断層
- 三方断層と花折断層
- 大陸棚外縁～B～野坂断層と敦賀断層

- 大陸棚外縁～B～野坂断層と白木一丹生断層
- 大陸棚外縁～B～野坂断層とC断層
- 大陸棚外縁～B～野坂断層と三方断層
- FO-A～FO-B断層と熊川断層
- 和布一千飯崎沖～甲楽城～柳ヶ瀬～鍛冶屋～関ヶ原断層
- ウツロギ峠北方一池河内断層と浦底一内池見断層



新指針に基づき事業者が評価した断層
同時活動(連動)を考慮した断層



(注)敷地から半径約30kmの範囲の主な断層について図示している。

活断層の連動の可能性

別紙-1-12

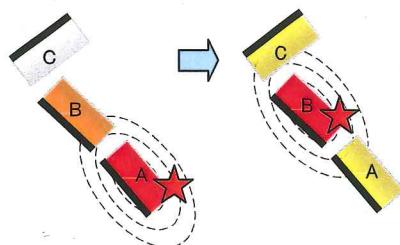
対応状況

(2/2)

(2) 地盤に働く力の状況に着目した検討

活断層は繰り返し活動。活動(断層の破壊)に伴い地盤中の力のバランスが変わり、他の断層に作用する力に影響を及ぼし、その結果、断層破壊が誘発される場合(連動)があり、この連動破壊の発生間隔(再来期間)を検討した結果、着目した活断層同士が連動する可能性は極めて低いと判断。

検討のイメージ



断層Aが破壊
↓
断層Aは力を解放し、周辺地盤の力の状態が変化
↓
断層Bも破壊(AとBが連動)

数多くの計算を実施し、AとBが連動する場合の発生間隔(再来期間)を求める。

着目した活断層同士が連動する可能性は極めて低い。
(右表)

着目した活断層	再来期間(年間)
①柳ヶ瀬断層とウツロギ峠北方-池河内断層	約1,100,000
②柳ヶ瀬断層南部とウツロギ峠北方-池河内断層	約460,000
③柳ヶ瀬断層南部とウツロギ峠北方-池河内断層南部と浦底-内池見断層北部	約1,700,000
④浦底-内池見断層と敦賀断層	約49,000,000
⑤浦底-内池見断層と白木-丹生断層	>100,000,000
⑥C断層と白木-丹生断層	連動せず
⑦C断層と三方断層	約27,000,000
⑧三方断層と花折断層	>100,000,000
⑨大陸棚外縁-B~野坂断層と敦賀断層	約84,000,000
⑩大陸棚外縁-B~野坂断層と白木-丹生断層	約54,000,000
⑪大陸棚外縁-B~野坂断層とC断層	>100,000,000
⑫大陸棚外縁-B~野坂断層と三方断層	約15,000,000
⑬FO-A~FO-B断層と熊川断層	約470,000
⑭和布-干飯崎沖-甲楽城-柳ヶ瀬-鍛冶屋-関ヶ原断層	>100,000,000
⑮ウツロギ峠北方-池河内断層南部と浦底-内池見断層北部	約920,000

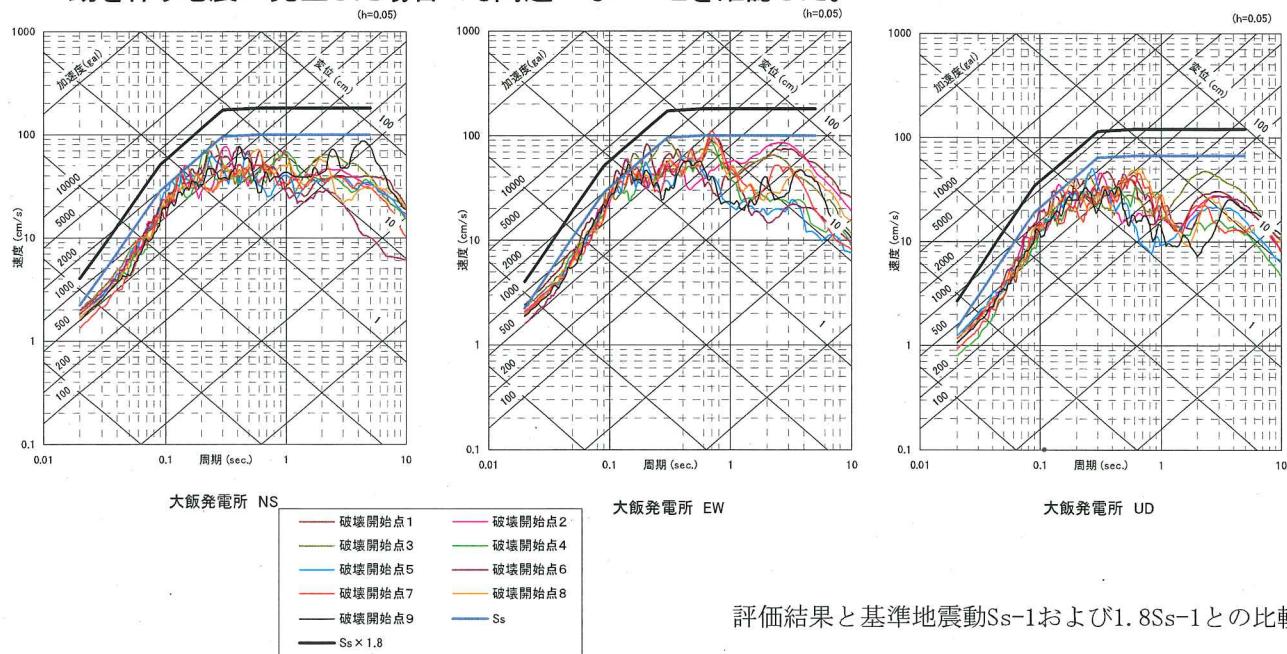
数値は1万年単位で切り下げ

(3) 連動した場合

念のため、FO-A~FO-B断層と熊川断層が仮に連動した場合の地震動を算定し、大飯発電所3・4号機ストレステストのクリフェッジ評価結果(耐震裕度1.8)に相当する基準地震動Ss-1の1.8倍との比較を行った。

評価は、断層モデルを用いた地震動評価手法とし、FO-A~FO-B断層と熊川断層をつなげた全長約63kmとした。評価にあたっては、地震動評価における不確かさも考慮した。

その結果、以下に示すとおり、クリフェッジ(基準地震動Ss-1の1.8倍)を下回ることから、仮に連動を伴う地震が発生した場合でも問題がないことを確認した。



国に提出した報告書一覧

番号	提出日	報告書名
1	平成23年4月14日	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)
2	平成23年4月27日	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(改訂版)(大飯発電所)
3	平成23年5月16日	原子力発電所の外部電源の信頼性確保に係る実施状況報告書
4	平成23年5月31日	平成23年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応に基づく報告について
5	平成23年6月8日	変電所等における送電線の保護装置に係る点検状況報告書
6	平成23年6月14日	平成23年福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアアクシデントへの対応に関する措置に係る実施状況報告書
7	平成23年7月7日	原子力発電所の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震影響評価結果について
8	平成23年8月30日	平成23年東北地方太平洋沖地震を踏まえた新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の報告に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見の追加への対応に基づく報告について
9	平成23年9月15日	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(改訂版)(大飯発電所)(平成23年9月15日訂正)
10	平成23年9月15日	原子力発電所の外部電源の信頼性確保に係る開閉所等の地震影響評価結果について(平成23年9月15日補正)
11	平成23年10月28日	東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所3号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)
12	平成23年11月17日	東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた大飯発電所4号機の安全性に関する総合評価(一次評価)の結果について(報告)
13	平成23年12月21日	平成23年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全性評価のうち天正地震に関する津波堆積物調査の結果について
14	平成24年2月17日	原子力発電所の外部電源の信頼性確保に係る実施項目のうち、鉄塔基礎の安定性評価等に関する実施状況報告書
15	平成24年2月29日	平成23年東北地方太平洋沖地震から得られた地震動に関する知見を踏まえた原子力発電所等の耐震安全性評価に反映すべき事項(中間とりまとめ)に基づく報告について
16	平成24年2月29日	平成23年東北地方太平洋沖地震の知見等を踏まえた原子力施設への地震動及び津波の影響に関する安全件評価のうち大飯発電所周辺斜面の安定性評価報告書