

福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた北海道電力株式会社泊発電所における緊急安全対策の実施状況に係る評価

平成23年5月6日
原子力安全・保安院

1. はじめに

今般の平成23年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は、我が国において未曾有の原子力災害をもたらしており、現在、同発電所等において、事業者である東京電力株式会社はもちろんのこと、国、地方公共団体等の関係機関が一体となって、この原子力災害の拡大防止等のために懸命に努力しているところである。

原子力安全・保安院（以下、「保安院」という。）においては、当該事故対策に引き続き全力で対応しつつ、今後、今般の津波の発生メカニズムを含め、当該事故の全体像の把握及びその分析・評価を行い、当該事故に係る原因究明及び抜本的な対策を講じることとした。

他方、今回のような巨大地震による極めて大きな津波については、その発生頻度は相当に小さいと考えられるものの、それによる原子力発電所への被害は極めて甚大となる可能性がある。これに鑑み、福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所以外の原子力発電所（以下、「他発電所」という。）に対し、現在判明している知見に基づき、津波による万一の全交流電源喪失等の場合においても放射性物質の放出を抑制しつつ原子炉施設の冷却機能を回復することを可能とするための緊急安全対策を講じることとし、緊急安全対策に電気事業者等が適切に取り組み、保安院がこれを検査等により確認することにより、津波による電源機能等喪失時における炉心損傷等を防止し、原子力災害の発生を防止することとした。

本報告書は、平成23年4月22日に北海道電力株式会社（以下、「北海道電力」という。）から報告（5月2日に一部補正の報告）のあった泊発電所における緊急安全対策の実施状況に対して、立入検査や報告内容の審査等を実施し、保安院の評価としてとりまとめたものである。

なお、5月6日付けで、原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備について、泊発電所保安規定の変更を認可した。

2. 主な経緯

(平成23年3月11日14時46分頃、東北地方太平洋沖地震発生)

- (1) 平成23年3月30日、保安院は他発電所に対し、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を実施し、報告するよう指示。また、同日、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則及び研究開発段階にある発電の用に供する原子炉の設置、運転に関する規則の一部を改正するとともに、発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（以下、「技術基準解釈」という。）についての一部を改正。
- (2) 平成23年4月9日、保安院は他発電所に対し、定期検査中等の冷温停止状態及び燃料交換においては、非常用発電設備の動作可能台数を1台から2台に変更するよう、非常用発電設備の保安規定上の取扱いについて指示。
- (3) 平成23年4月15日、保安院は他発電所に対し、複数の電源線に施設されている全ての送電回路を各号機に接続し電力供給すること等、外部電源の信頼性確保について指示。
- (4) 平成23年4月22日、北海道電力は、泊発電所の緊急安全対策の実施状況に関する報告書を保安院に提出。
- (5) 平成23年4月25日、26日、保安院は、北海道電力が緊急安全対策として実施した資機材の配備や実施手順の整備状況について立入検査を実施。
- (6) 平成23年4月28日、保安院は、北海道電力に対し、緊急安全対策の妥当性や有効性を確保する観点から、追加検討（非常用発電機等を津波の影響を受ける恐れのない、十分な高さの高台等に追加設置を計画していること、当該非常用発電機等が設置されるまでの間は大容量発電機の代替配備を計画していることを報告書に明記すること）を指示。
- (7) 平成23年5月2日、北海道電力は、当該指示に基づく泊発電所の緊急安全対策の実施状況に関する補正報告書を保安院に提出。
- (8) 平成23年5月2日、保安院は補正報告書の内容についての妥当性を確認するための立入検査を実施。

- (9) 平成23年5月6日、保安院は、泊発電所における緊急安全対策の実施状況に対する評価結果をとりまとめ、同発電所保安規定の変更を認可。

3. 福島第一原子力発電所事故の概要と他発電所への指示内容

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) 使用済燃料貯蔵プールの冷却やプールへの通常の所内水供給が停止した際に、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。

このため、3月30日、省令改正（保安規定における要求事項）等を行い、他発電所に対して、以下の安全対策の強化を求めた。

○規制上の要求

津波により3つの機能（全交流電源、海水冷却機能、使用済燃料貯蔵プールの冷却機能）を全て喪失したとしても、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冷却機能の回復を図ること。

○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、設備の緊急点検の実施

②緊急時対応計画の点検と訓練の実施

全交流電源喪失、海水冷却機能喪失及び使用済燃料貯蔵プールの冷却機能喪失を想定した緊急時対応計画の点検と訓練の実施

③緊急時の電源確保

所内電源が喪失し、緊急時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、若しく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貯蔵プールの冷却確保

使用済燃料貯蔵プールの冷却やプールへの通常の所内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各サイト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

4. 保安規定

(1) 審査基準

- ・緊急時に必要となる要員の配置、要員に対する訓練及び必要な資機材の備え付けなどの措置について、保安規定及び保安規定に関連する社内規程等の新規制定や見直しが適切に行われていること。
- ・使用済燃料貯蔵槽へ海水を注入する判断を行う者の権限と責任が関連する社内規定等において明確に定められていること。

(2) 保安院の審査結果

- ・保安規定及び保安規定に関連付けられた社内規定等の見直しや新規制定が適切に行われていることを確認した。
- ・新規に制定された「泊発電所津波による電源機能等喪失時対応要領」において、権限と責任が発電所長にあり、明確化されていることを確認した。

5. 緊急安全対策の実施状況に対する確認結果

北海道電力から報告のあった泊発電所における緊急安全対策の実施状況に対して、立入検査や報告内容の審査等を実施した。以下にその結果を示す。

また、緊急安全対策の実行性を確実なものとするために、審査にあたっては、下記の事項が考慮されているかという点についても留意した。

- ・資機材・設備（資機材設置性、資機材接続性、既存設備作動性、既存設備手動性）
- ・作業（作業体制、作業資機材、作業環境、作業完了時間、アクセス性、危険予知）
- ・手順（初動対応、達成目標、判断基準、フロー）
- ・訓練（実行性の確認、問題点の抽出、反映）
- ・一般事項（施設状況把握、想定される外的要因の考慮、バックアップ、影響評価、知見集約）

5. 1 緊急点検の実施

(1) 審査基準

- ・緊急時に必要となる機器・系統及び資機材が予め整備・準備され、適切に維持・管理されていること。

(2) 事業者の実施結果

- ・ 4月1日から19日にかけて、タービン動補助給水ポンプ、主蒸気逃がし弁、蓄圧タンク、蓄圧タンク出口弁、補助給水タンク（3号は補助給水ピット）、燃料取替用水タンク（3号機は燃料取替用水ピット）、1次系純水タンク（1、2号のみ）、消火栓、消火ホース、エンジン消火ポンプ（3号はディーゼル駆動消火ポンプ）、2次系純水タンク、直流電源に対し、外観確認、機能確認、水位・圧力確認、ほう素濃度確認、電圧確認が実施された。

(3) 保安院の検査及び審査結果

- ・ 事業者が実施した緊急点検に保安検査官が立ち会い（4月7日、11日、12日、13日、14日、15日、18日、19日、20日、22日）、緊急安全対策で必要となる機器（電源確保、除熱機能、燃料プール冷却機能等）について、点検の結果が判断基準に照らし良好であることを確認した。

5. 2 緊急時対応計画の点検及び訓練の実施

(1) 審査基準

- ・ 緊急時対応マニュアルが体系的に整備され、関係者に周知、教育されていること。
- ・ 当該マニュアルは責任・権限が明確であり、燃料損傷に至らない時間内で対応できるようなものであること。
- ・ 訓練が計画、実施され、訓練結果に基づく改善事項がマニュアルに反映され、継続的改善のためのPDCAが回り始めていること。

(2) 事業者の実施結果

- ・ 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マニュアルを策定した。

(全交流電源喪失時対応訓練)

- ・ 4月19日、22日、運転シミュレータを用いて運転操作手順の検証及び訓練を実施。

(移動発電機車による電源供給)

- ・ 4月13日から22日の間に、移動発電機車による電源応急復旧（仮設ケーブルの敷設、接続及び移動発電機車の起動、発電、燃料供給）の検証及び訓練を実施
- ・ 4月28日、予備の移動発電機車による電源応急復旧（仮設ケーブルの敷設、接続及び移動式発電機車の起動、発電、燃料供給）の検証を実施。

(蒸気発生器への代替給水)

- ・ 4月14日、2次系純水タンクを水源とした給水の検証を実施。
- ・ 4月18日から22日の間に、仮設代替給水設備（仮設ポンプを用いて原水槽、ろ過水タンク及び海水から補助給水タンクへ水を補給）による給水の検証及び訓練を実施。

(使用済燃料ピットへの代替給水)

- ・ 4月18日、エンジン消火ポンプ、屋内消火栓による給水の検証を実施。
- ・ 4月19日、燃料取替用水タンク（ピット）からの重力注水の検証を実施。
- ・ 4月14日から22日の間に、消防車による防火水槽を水源とした給水の検証及び訓練を実施。
- ・ 4月18日から22日の間に、仮設代替給水設備（仮設ポンプを用いて原水槽、ろ過水タンク、海水から補助給水タンクへ水を補給）による給水の検証および訓練を実施。

(3) 保安院の検査及び審査結果

- ・ 泊発電所津波による電源機能等喪失時対応要領、訓練実施計画書、訓練実施結果報告書を確認するとともに、4月13日～22日に実施された検証及び訓練に立ち会い、検証及び訓練結果が良好であることを確認した。また、訓練での知見として、取水ポンプの使用台数及び仮設ホース長の見直し、ホースねじれへの注意事項の手順への追加等、PDCAサイクルが機能していることを確認した。
- ・ 安全対策に係る全体計画が、社内のイントラネット及びメールを通じて所員全員に周知されていること、当直から課員に対応方針が周知されていることを確認した。
- ・ 緊急安全対策に対する原子炉設置者の対応状況及び計画に基づき、新たに作成された「泊発電所津波による電源機能等喪失時対応要領」を使用した総合訓練に立ち会い、代替給電、代替給水等の個別訓練についても機器の配備以降、手順等の確認を実施していることを確認した。
- ・ 机上での検討により計画された取水ポンプの台数に関して、当初、4台（各45m³/h）とされていたが、訓練の結果、必要台数が3台で十分であることが確認され、緊急時に機器の配備に要する時間の短縮等を図るため、セッティングする台数を3台に見直していることを確認した。
- ・ 給水ホースのレイアウトについて、机上検討段階では相当の余裕を考慮していたが、訓練の結果、無駄に長くなっている部分について、瓦礫の存在等を考慮し、効率的なレイアウトとし、それに見合った長さに修正を行っていることを確認した。
- ・ 全交流電源喪失に対する対応に関し、机上での評価及びシミュレータによる検証の結果に基づき、直流電源からの給電中におけるトレンゴとの監視すべき計器リストを追加していることを確認した。
- ・ 全交流電源喪失後、約5時間で安全系蓄電池が枯渇するとの想定から、代替給電の達成時間を大津波警報発令から4時間以内を目標としていることを確認するとともに、実際の訓練では、参集等に要する時間を差し引き、作業着手から2.5時間程度で代替給電可能な状態にすることを目安としていることを確認した。
- ・ 代替給水先としては、補助給水タンク、使用済燃料ピットの2つがあるが、給水が先に必要になる補助給水タンクへの給水が必要になる時間は約10時間を想定してい

ることを確認した。また、この想定時間をもとに、大津波警報の発令から参集等を考慮し5時間後に着手したと仮定し、その4時間後に代替給水可能な状態にすることを目安にしていることを確認した。

5. 3 緊急時の電源確保

(1) 審査基準

- ・ 電源車の電源容量は負荷に見合うものであり、接続ケーブルは十分な長さを有するものであること。また、これらの資機材については、津波の影響を受ける恐れのない、十分な高さの高台等に保管・設置すること。
- ・ 電源車を移動し、つなぎ込む時間が訓練により確認されていること。

(2) 事業者の実施結果

- ・ 必要電源容量に対し、移動発電機車2台を高台（T. P. 3 1 m）に配備している。
- ・ 移動発電機車から電源接続口までに必要な給電ケーブルを配備している。なお、電源接続口である仮設キュービクルから発電所内電源盤付近までの仮設ケーブルは事前に布設済みである。
- ・ 全交流電源喪失時に必要な電源容量として、例えば1号機の場合 110kVA（計器用電源、直流電源）を算出している。

(3) 保安院の検査及び審査結果

- ・ 4000kVA の容量を持つ移動発電機車を配備し、起動試験を実施していたことを確認した。また、移動発電機車から安全補機開閉器室までのキュービクルの設置及びケーブルの敷設状況を確認するとともに、絶縁耐力試験を実施して健全性を確認していることを確認した。
- ・ 供給に必要な資機材として、移動発電機車から仮設キュービクルまでの接続に必要なケーブルに関して、通常使用するケーブル1セット（20m×3相分）の他に4セット用意するとともに、発電機車に必要な燃料を供給するタンクローリー車を3台（4 k l × 2 台、2 0 k l）配備していることを確認した。
- ・ 資機材の保管では、電源車、ケーブル等の資機材はT. P. 3 1 mに配備、保管し、タンクローリーはT. P. 3 9 mに保管する計画であることを確認した。
- ・ 緊急時に必要な機器類の電源容量に対し、十分供給可能な容量をもつ電源車が配備されていることを確認した。

号機名	直流電源 (kVA)	計装電源 (kVA)	必要容量 (kVA)	配備電源車容量 (kVA)
泊1号機	約43	約67	110	4000
泊2号機	約43	約67	110	
泊3号機	約130	約125	255	

- ・冷温停止への移行操作に必要な蓄圧タンク出口弁閉止動作に係る電源容量（1号機：35kVA、2号機：35kVA、3号機：87kVA）は必要容量には見込まれていないものの、現在の電源車容量で十分供給可能であることを確認した。

号機名	必要なケーブル長さ (m)	配置ケーブル長さ (m)
泊1号機	20	100
泊2号機		(30)
泊3号機		

注) () は 625kVA の移動発電車に配備

- ・電源車から仮設キュービクルまでに必要な給電ケーブル長さに対し、十分な長さをもつ電源ケーブルの配備が完了していることを確認した。
- ・電源車、ケーブルは、接続ポイント、接続方法、送電経路は津波の影響を回避する検討がなされていること、電源応急復旧訓練により、1.5時間以内に接続可能であることを確認した。

5. 4 緊急時の最終的な除熱機能の確保

(1) 審査基準

- ・ポンプは冷却に必要な流量が確保でき、仮設ホースは十分な長さを有し、水源は複数かつ十分な水量を確保できること。また、これらの資機材については、津波の影響を受ける恐れのない、十分な高さの高台等に保管・設置すること。
- ・原子炉の水位、温度、圧力等の監視手段や、冷却システムを構成する機器の駆動源が確保されていること。
- ・原子炉への海水注入の操作等について、それらの操作等に係る手順及び権限が、適切に手順に盛り込まれていること。

(2) 事業者の実施結果

- ・以下の手段で給水を確保することとしている。
 - ① 補助給水タンク（3号は補助給水ピット）からの給水
 - ② 2次系純水タンクからの給水
 - ③ 原水槽（ろ過水タンクから原水槽への補給も可能）から補助給水タンクへの水補給（仮設ポンプ）

④海から補助給水タンクへの水補給（仮設ポンプ）

- ・炉心の崩壊熱除去に必要な給水量に対する評価を実施している。
- ・運転中の補給水量（タンク水量、仮設ポンプ吐出圧力、仮設ホースの圧力損失等）を評価するとともに、必要な給水量が給水可能なことを訓練により確認している。
- ・蒸気発生器への海水注入について、操作等に係る手順及び権限をマニュアルに適切に反映している。

（３）保安院の検査及び審査結果

- ・給水方法について、①補助給水タンクからの給水、②２次系純水タンクからの給水、③原水槽からの水補給、④海水からの水補給について検討がなされており、現実的な供給方法、経路が検討されていることを確認した。
- ・全交流電源喪失時において、蒸気発生器への注水源となるタンクの必要給水流量に用いた崩壊熱の評価内容に対し以下の事項を確認した。
 - ①崩壊熱評価は、安全審査においても十分実績のある評価手法（核分裂性生成物崩壊熱については「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針（昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定、平成 4 年 6 月 11 日一部改訂）」、アクチニド崩壊熱については ORIGEN2 コード）が使用され、評価条件としては炉心に燃焼度 55,000MWd/t の燃料を含め 3 バッチ分の燃料が装荷されている運転状態を模擬している。
 - ②この状態で、全交流電源が喪失し炉心の冷却機能が喪失した場合に、蒸気発生器 2 次側へタービン動補助給水ポンプによる給水を継続することにより、高温停止状態（約 170℃、0.7MPa）に移行するために必要な補給給水流量について、崩壊熱による温度上昇も考慮した上で、必要な水量以上の補給が可能なが計算上確認（1～3号機：淡水約 50 日分確保）されている。
 - ③実際の訓練においても、4 月 18 日に原水槽から仮設ポンプ、給水ホース及び仮設水槽を使用した放水確認、4 月 19 日に取水口から電動水中ポンプによる海水の汲み上げを確認、4 月 20 日に原水槽から仮設ポンプ、給水ホース及び仮設水槽を使用した 1、2、3号機への給水訓練、4 月 21 日に補助給水タンクまでの仮設ホースの敷設状況を確認、4 月 22 日に原水槽から仮設ポンプ、給水ホース及び仮設水槽を使用した 2号機への給水訓練が行われ、対策の有効性が確認されている。
- ・水の浸入が懸念され、安全上重要な機器が設置された建屋及びエリアの入口扉には短期的な対策として枠周囲へのエアタイトゴム等の設置、沓摺の新設及び幕板のシーリングを行っていることを確認した。
- ・代替給水時に使用する仮設水槽の仕様について、訓練当初はビニール製の水槽を使用していたが、被災等の状況を考慮した結果、鋼鉄製の仮設水槽を新たに配備し、ビ

ニール製のものと2種類の水槽を配備していることを確認した。

- ・水位、温度、圧力等の監視手段や、冷却系統を構成する機器の駆動源は、電源車から供給する負荷に含まれていることを確認した。
- ・海水注入の操作等について、それらの操作等に係る手順及び権限は、発電所長にあることがマニュアル等に明記されていることを確認した。

5. 5 緊急時の使用済み燃料貯蔵槽の冷却確保

(1) 審査基準

- ・ポンプは冷却に必要な流量が確保でき、仮設ホースは十分な長さを有し、水源は複数かつ十分な水量を確保できること。また、これらの資機材については、津波の影響を受ける恐れのない、十分な高さの高台等に保管・設置すること。
- ・使用済燃料プールの水位、温度の監視手段や、水位維持に必要となる系統を構成する機器の駆動源が確保されていること。
- ・使用済燃料プールへの海水注入の操作等に係る手順及び権限が、適切に手順に盛り込まれていること。

(2) 事業者の実施結果

- ・以下の手段で給水を確保することとしている。
 - ① 燃料取替用水タンク（3号は燃料取替用水ピット。1、2号機については1次系純水タンクも給水源として利用）からの給水
 - ② ろ過水タンクからの給水（エンジン消火ポンプ（3号はディーゼル駆動消火ポンプ））
 - ③ 防火水槽からの給水（消防車による屋内消火栓経由の給水または間欠給水）
 - ④ 原水槽（ろ過水タンクから原水槽への補給も可能）からの給水（仮設ポンプ）
 - ⑤ 海水からの給水（仮設ポンプ）
- ・使用済燃料等の崩壊熱除去に必要な給水量に対する評価を実施している。
- ・運転中の給水量（タンク水量、仮設ポンプ吐出圧力、仮設ホースの圧力損失等）を評価するとともに、必要な給水量が給水可能なことを訓練により模擬している。
- ・使用済燃料ピットへの海水注入について、操作等に係る手順及び権限をマニュアルに適切に反映している。

(3) 保安院の検査及び審査結果

- ・使用済燃料ピットへの給水方法について、①燃料取替用水タンク（ピット）からの給水、②ろ過水タンクからの給水、③防火水槽からの給水、④消防車からの給水、⑤原水槽からの給水、⑥海水からの給水方法について検討がなされており、現実的な供給方法、経路が検討されていることを確認した。

- ・全交流電源喪失時において、使用済燃料ピットへの注水源となるタンクの有効水量及び必要給水流量に用いた崩壊熱の評価内容に対し以下の事項が評価されていることを確認した。

①崩壊熱評価は、安全審査においても十分実績のある評価手法（核分裂性生成物崩壊熱については「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成4年6月11日一部改訂）」、アクチニド崩壊熱についてはORIGEN2コード）が使用され、評価条件としては使用済み燃料ピットに、炉心に装荷されていた燃料がすべて使用済燃料ピットに取り出される定期検査の状態を模擬している。

②この状態で、全交流電源が喪失し使用済み燃料ピットへの冷却機能が停止した場合に、燃料集合体から発生する崩壊熱による使用済燃料ピットの水温上昇及び保有水量の減少（蒸散）分を補うための水量（1号機：9.16(m³/h)、2号機：9.16(m³/h)、3号機：15.96(m³/h)）に対し、水位低下を補うことが継続的に可能な流量を確保することが可能なことが計算上確認されている。

③実際の訓練においても、4月20日に消防車から使用済み使用済み燃料ピットまでの給水訓練、同日1～3号機燃料ピットまでの仮設ホースの布設、4月22日に消防車から使用済み燃料ピットまでの給水を模擬した訓練が行われ、対策の有効性が確認されている。

- ・給水に用いる燃料取替用水タンクは耐震A sクラス、その他のタンクは耐震Cクラスであるものの、最終的な水源として海水が確保されていることを確認した。
- ・使用済み燃料ピットの水位、温度の監視手段及び水位維持に必要な仮設ポンプの確保等がなされていることを確認した。
- ・使用済燃料ピットへの海水注入の操作等について、それらの操作等に係る手順及び権限は、発電所長にあることがマニュアル等に明記されていることを確認した。

5. 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

(1) 審査基準

- ・電源の信頼性向上のために、非常用発電機等を津波の影響を受ける恐れのない、十分な高さの高台等に追加設置が計画されていること。なお、この非常用発電機等が設置されるまでの間は、大容量発電機の配備にて代替することが計画されていること。
- ・冷温停止状態への移行に必要な除熱機能の確保のために、海水ポンプ電動機の予備品を確保することが計画されていること。なお、予備品の確保ができるまでは、水中ポンプ若しくは可搬式ポンプ等の配備にて代替することが計画されていること。
- ・津波対策として、より高い津波を考慮して、建屋への浸水対策等の強化、海岸部の防潮堤等の設置・強化及び建屋・屋外機器等周辺への防潮壁等の設置等を行うこと

が計画されていること。

(2) 事業者の実施結果

○移動発電機車の追加配備

緊急安全対策として配備済の移動発電機車に加え、低温停止状態への移行手段の多様性確保のため、移動発電機車を追加配備する。

○非常用発電機の設置

定期検査時に現状の非常用D/Gを待機除外にしても、非常用発電設備が2台動作可能であることを確実に担保できるよう新たに非常用発電機を津波の影響を受ける恐れのない高台に設置する。

○海水ポンプ電動機予備機及び代替海水取水ポンプの確保

津波により海水ポンプの機能が喪失した場合を想定し、海水ポンプの早期復旧を図るため、海水ポンプ電動機の予備機（1、2号機用2台、3号機用2台）を確保する。

また、万一、海水ポンプが復旧できない場合に備え、低温停止状態への移行に必要な冷却水源を確保するため、代替の海水取水ポンプを確保する。

○発電所内水源の信頼性向上

タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器を介した原子炉の冷却及び使用済燃料の冷却を確実にするため、地震、津波に対して信頼性のある水源の確保等について検討し、対策を実施する。

○安全上重要な機器が設置されたエリアに対する浸水対策の実施

津波により安全上重要な機器の機能が喪失することを防止するため、原子炉補機冷却海水ポンプ、非常用ディーゼル発電機、タービン動補助給水ポンプ、安全補機開閉器等の安全上重要な機器が設置されているエリアについて、水密扉への改造、建屋出入口周辺の防潮壁の設置等による浸水対策の強化について検討し、対策を実施する。

(3) 保安院の検査及び審査結果

- ・ 低温停止状態への移行手段の多様性確保のため、移動発電機車の追加配備（平成24年度設置予定）が計画されていることを確認した。
- ・ 低温停止状態への移行に必要な除熱機能の確保のために、海水ポンプ電動機の予備品（平成24年度までに設置予定）、代替海水ポンプの配備（平成23年度設置予定）が計画されていることを確認した。
- ・ 原子炉の冷却及び使用済燃料の冷却を確実にするため、地震、津波に対して信頼性のある水源の確保等について検討し、今後4年程度で対策を実施する計画である。
- ・ 全交流電源等喪失対策に使用される機器（タービン動補助給水ポンプ（T/D-AFWP）、

安全系蓄電池、安全補機開閉器) に対し、T. P. 15 mまでの範囲について浸水対策が行われていることを確認した。

- ・安全上重要な機器を設置しているエリアの浸水対策の強化が今後3年程度で行われる計画であることを確認した。

6. 立入検査の結果

平成23年4月25日から26日にかけて検査官5名で立入検査を実施し、4月22日に提出を受けた緊急安全対策に係る実施状況報告どおり対策が行われていることを確認した。

(主な確認内容)

- ・地震直後の3月11日、12日に設備点検を実施し、特に問題がないことを確認していた。保安院からの指示文書の発出後、4月1日から20日までの期間において、電源確保、除熱機能及び使用済燃料ピット冷却機能に係る設備について、緊急点検を実施するとともに、定期事業者検査の記録を確認することにより設備に問題がないことを確認。
- ・防災資機材は管理事務所3階等に適切に維持・管理されていることを確認した。
- ・1、2号機の安全系蓄電池室はT. P. 24.8 m、3号機の安全系蓄電池室はT. P. 10.3 mに設置。
- ・短期的対応として、水密性向上対策を実施。実施結果の確認は4月25日の立入検査現場確認の中で、ゴムパッキンやシール等の施工状況を確認。
- ・地震の影響に関しては、移動発電機車の地震時の健全性評価及び仮設キュービクルの転倒評価を行っていることを確認。
- ・ホイールローダーをT. P. 31 mに配備するとともに、大津波警報後は海側の「堀株守衛所」「茶津守衛所」からの入構ではなく、山側の門扉からアクセスルートを確保していることを確認。

さらに、平成23年4月28日に追加検討を指示した内容(非常用発電機等を津波の影響を受ける恐れのない、十分な高さの高台等に追加設置を計画していること、当該非常用発電機等が設置されるまでの間は大容量発電機の配備にて代替する計画を報告書に明記すること)どおり検討が行われ、適切な対応がとられていることを、平成23年5月2日に実施した立入検査において確認を行った。

(主な確認内容)

- ・新たに配置された予備の移動発電機車(625 kVA)は、必要な電源容量を有し、先に配備された4000 kVAの移動発電機車と同様に、T. P. 31 mに配備されていることを確認。

7. 技術基準適合性

平成23年3月30日付けで改正した技術基準解釈に対しては、5. の審査結果から、技術基準への適合性は満足しているものと評価する。

8. 保安院の評価結果

4. ～7. の結果から、北海道電力が実施した泊発電所における緊急安全対策の実施状況については、妥当なものと評価する。

9. 今後の対応

今後、中長期対策として行うこととしている海水ポンプ電動機、代替海水ポンプ等の予備品の確保、移動発電機車等の設置や津波に対する防護措置についても、その実施状況を厳格に確認していく。

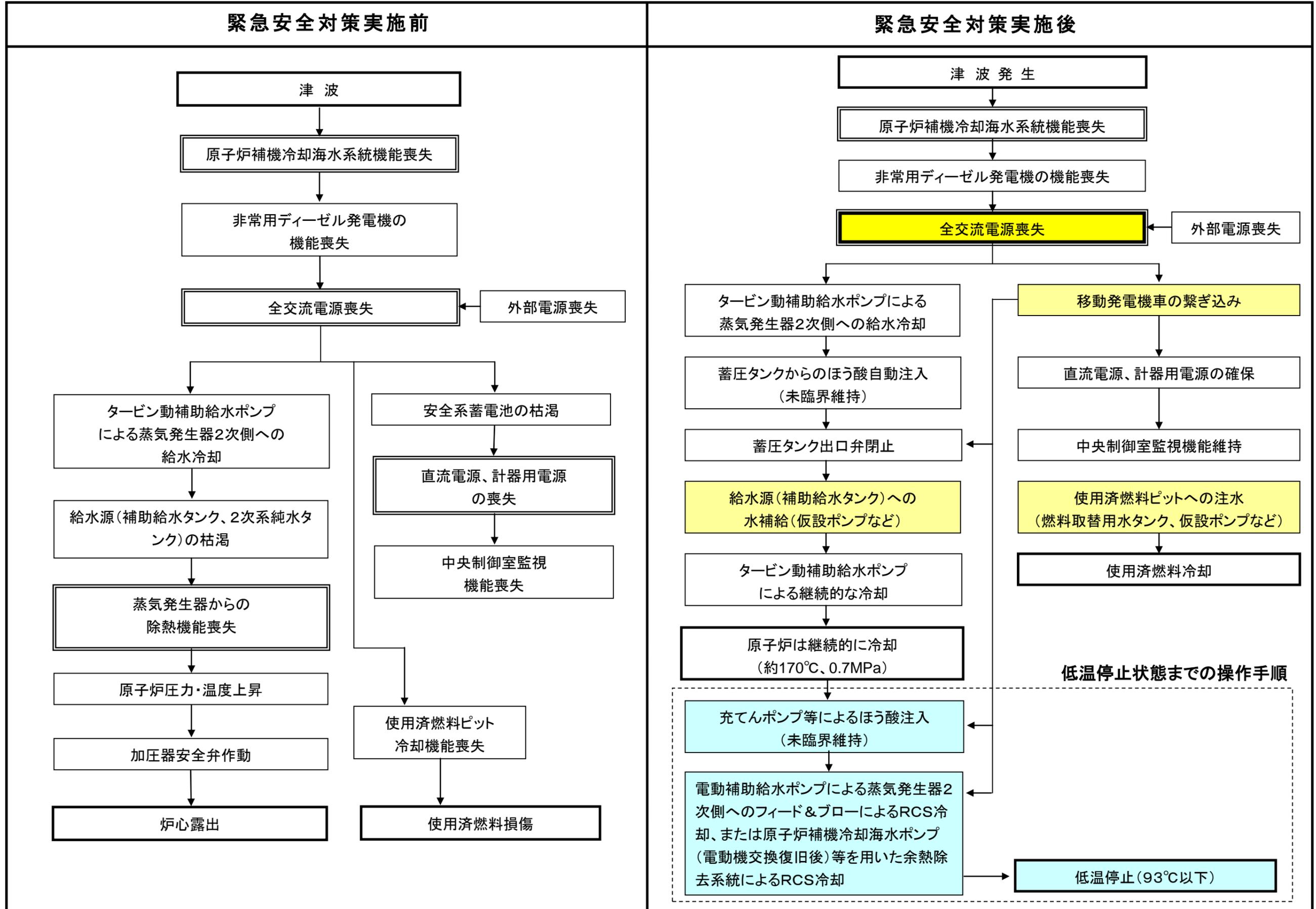
さらに、北海道電力に対して、今後とも気を緩めることなく必要な改善に取り組むことを促すことにより、緊急安全対策の信頼性向上について継続的に取り組む。

なお、今後の福島第一原子力発電所の詳細な事故調査等により、事故の原因等が明らかになった時点において、追加的な対策が必要な場合には、北海道電力に対して改めて対応を求めることとする。

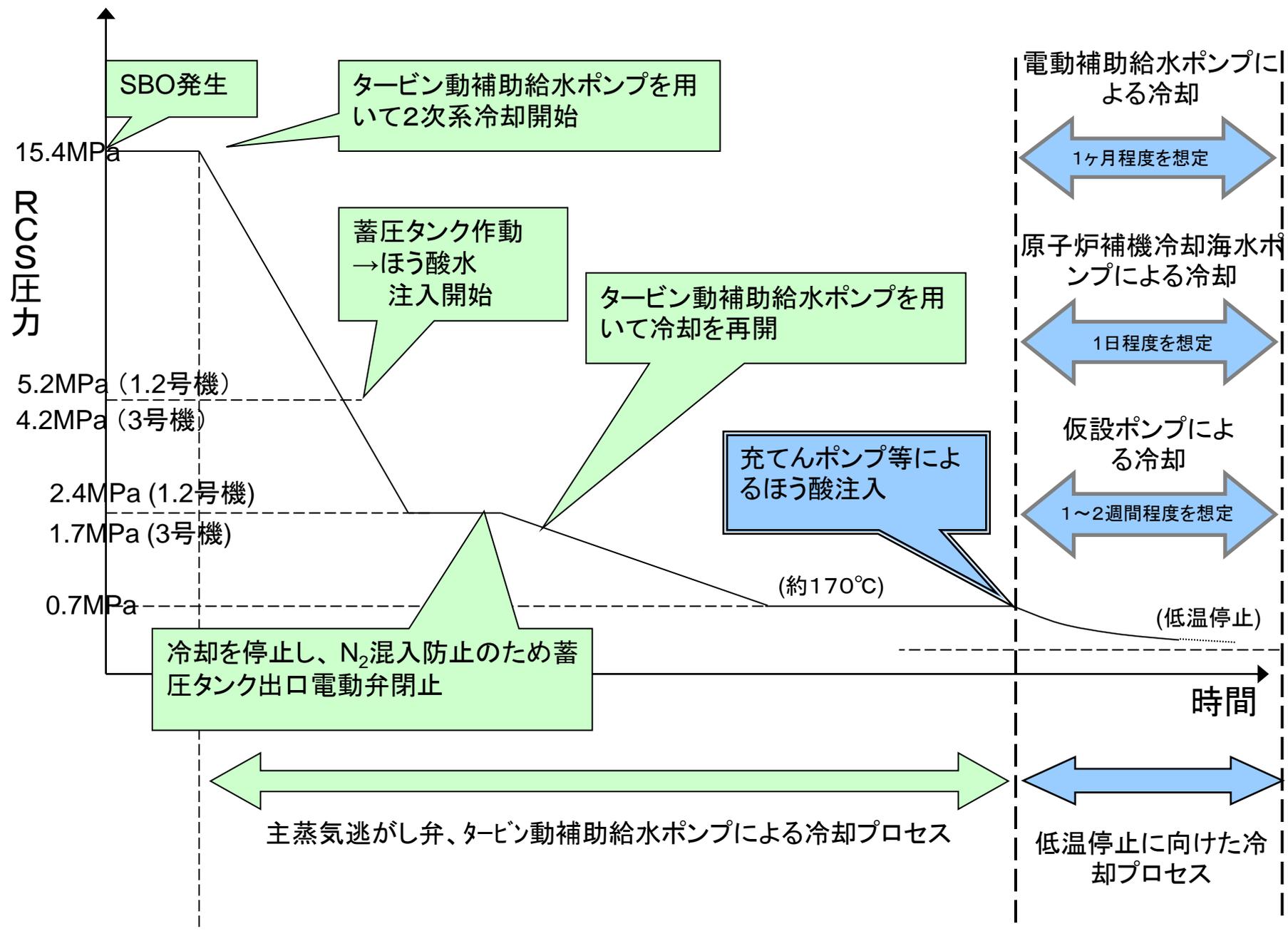
(添付資料一覧)

- 添付1 緊急安全対策実施前後のシナリオの対比
- 添付2 低温停止状態移行までのシナリオ
- 添付3 全交流電源喪失時における電源確保方法
- 添付4 冷却機能喪失時における炉心又は蒸気発生器への注水方法
- 添付5 冷却機能喪失時における使用済燃料ピットへの注水方法
- 添付6 緊急安全対策に要求される資機材とその配備状況等一覧表
- 添付7 緊急安全対策の実効性を高めるための訓練（概要一覧）
- 添付8 緊急安全対策の更なる充実

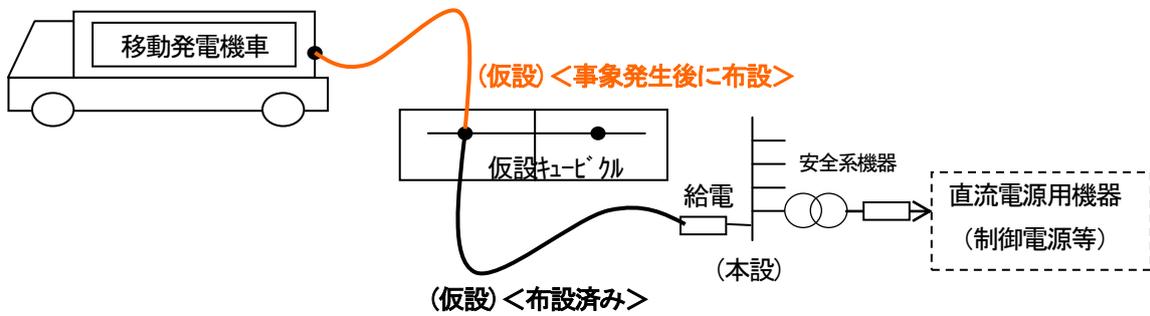
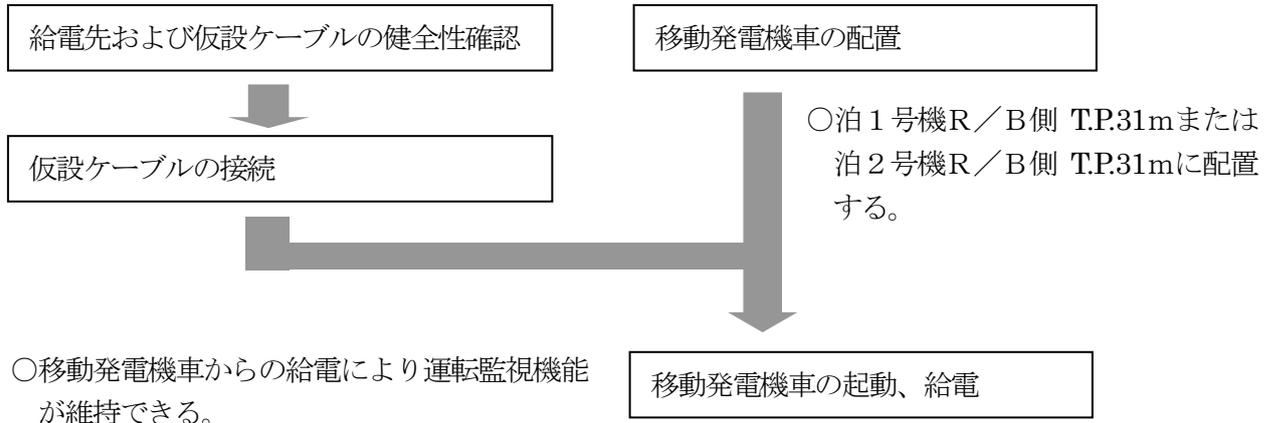
泊発電所 緊急安全対策実施前後のシナリオの対比



泊発電所 低温停止状態移行までのシナリオ



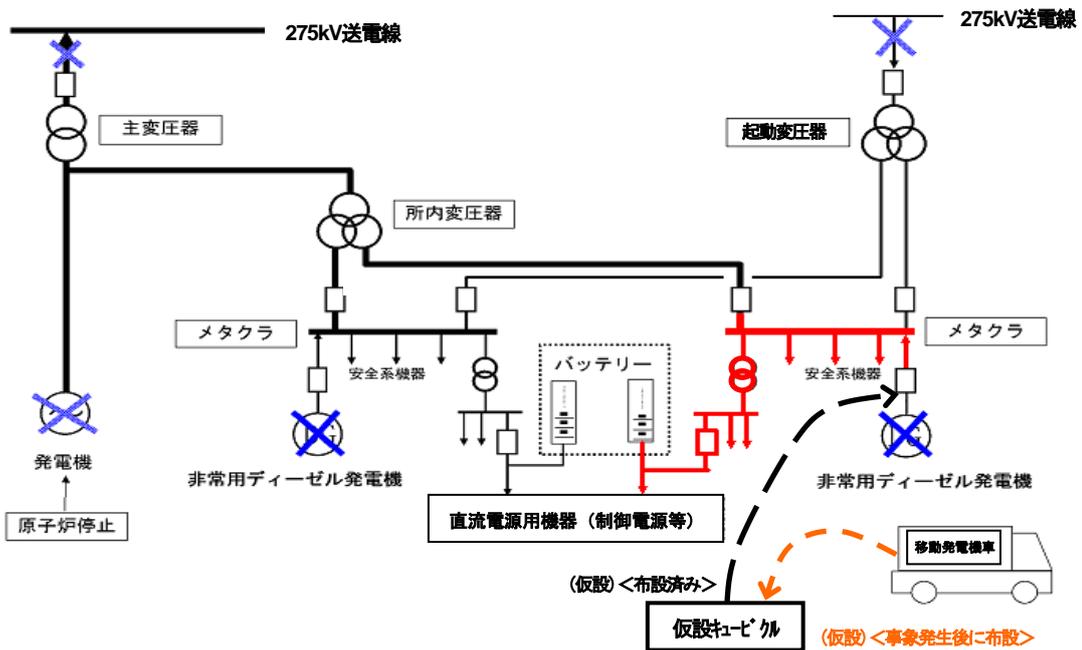
泊発電所 全交流電源喪失時における電源確保方法



<ケーブル接続箇所>

- ① 移動発電機車→仮設キュービクル1箇所 (T.P.31m 設置)
- ② メタクラ3箇所 (各号機1箇所)

移動発電機車を仮設キュービクル付近に配置し、移動発電機車付属ケーブルを仮設キュービクルに接続する。また、仮設ケーブル端部をメタクラに接続する。なお、仮設キュービクルからメタクラ付近までの仮設ケーブルは事前に布設済みである。



泊発電所 冷却機能喪失時における使用済燃料ピットへの注水方法

①燃料取替用水タンク（ピット）※からの給水（恒設設備）

※1/2号機については、1次系純水タンクも給水源として利用する。

②ろ過水タンクからの給水（恒設設備）

③防火水槽からの給水（消防ポンプ）

・防火水槽→消防車（消防ポンプ）→屋内消火栓→使用済燃料ピットへ給水

④消防車からの給水（消防ポンプ）

・防火水槽→消防車（消防ポンプ）→使用済燃料ピットへ給水（間欠給水）

⑤原水槽※からの給水（仮設ポンプ）

・1/2号機：原水槽→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅰ→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅱ→仮設ポンプ→使用済燃料ピットへ給水

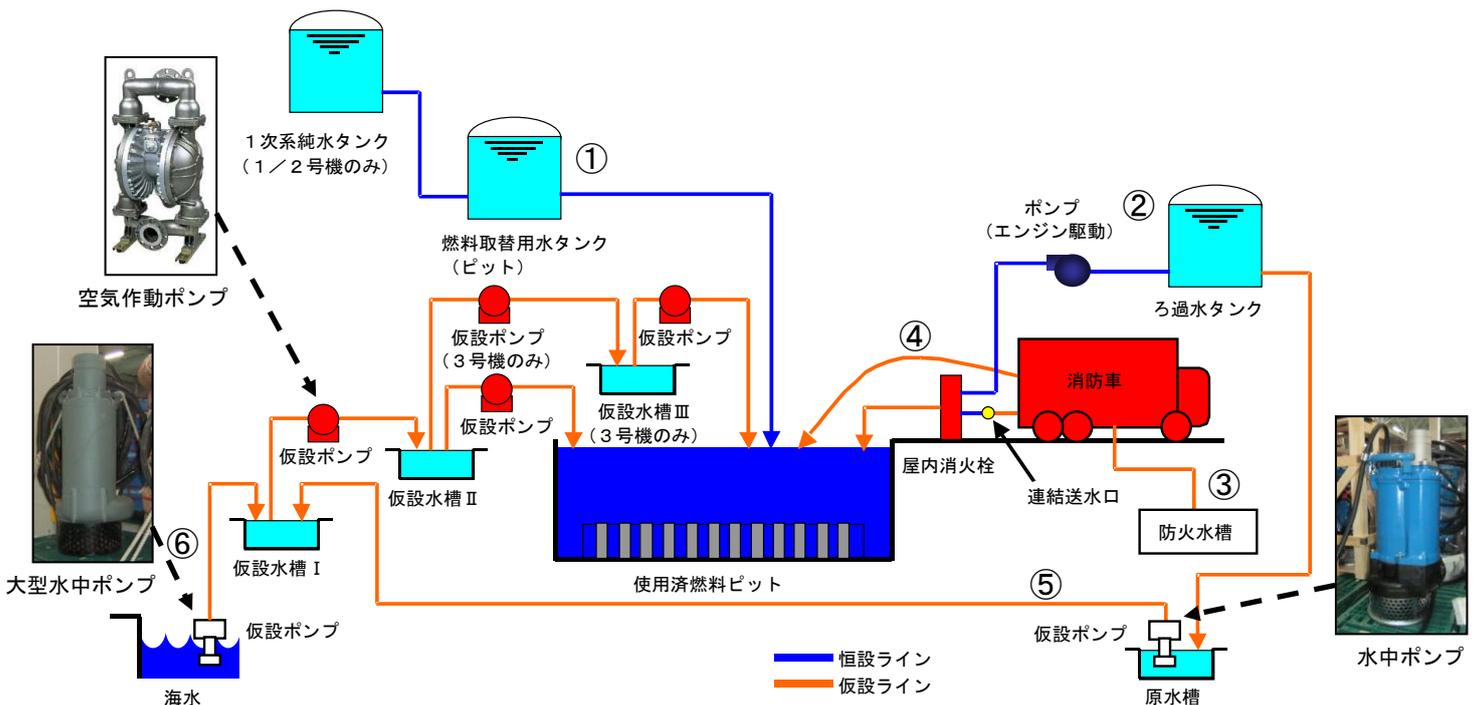
・3号機：原水槽→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅰ→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅱ→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅲ→仮設ポンプ→使用済燃料ピットへ給水

※ろ過水タンクから原水槽への補給も可能

⑥海水からの給水（仮設ポンプ）

・1/2号機：海水（取水口）→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅰ→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅱ→仮設ポンプ→使用済燃料ピットへ給水

・3号機：海水（取水口）→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅰ→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅱ→仮設ポンプ→仮設水槽Ⅲ→仮設ポンプ→使用済燃料ピットへ給水



泊発電所 緊急安全対策で要求される資機材とその配備状況一覧

1. 電源確保

(1) 電源容量

必要容量	確保能力
<必要電源容量> 1号機：110kVA ・ 直流電源：43.2kVA ・ 計装用電源：66.8kVA 2号機：110kVA ・ 直流電源：43.2kVA ・ 計装用電源：66.8kVA 3号機：255kVA ・ 直流電源：129.8kVA ・ 計装用電源：125.2kVA <必要ケーブル長> ・ 移動発電機車～仮設キュービクル間（1～3号機共用）：20m×3相	<確保電源容量> 移動発電機車 1台（4,000kVA）※ ※1～3号機共用 <予備電源容量> 移動発電機車 1台（625kVA） <確保ケーブル長> ・ 移動発電機車（4,000kVA）：20m×3相 ・ 移動発電機車（625kVA）：30m×3相 <予備ケーブル長> ・ 移動発電機車（4,000kVA）：80m×3相

(2) 保管場所

- ・ 移動発電機車（4,000kVA）：1台、1号機R/B側または2号機R/B側（T.P.31m）
移動発電機車（625kVA）：1台、1号機R/B側または2号機R/B側（T.P.31m）
- ・ ケーブル：
 - 【移動発電機車（4,000kVA）】
 - ・ 20m×3相は1号機R/B側または2号機R/B側（T.P.31m）
 - ・ 80m×3相は倉庫（T.P.51m以上）
 - 【移動発電機車（625kVA）】
 - ・ 30m×3相は移動発電機車両内
- ・ 仮設キュービクルから発電所内電源盤付近までの仮設ケーブルは布設済み

(3) 接続所要時間（5時間以内）

- ・ 約1.5時間

(4) 燃料保有量

- ・ タンクローリー：28.0kℓ（4,000kVAの場合は約31時間分※/625kVAの場合は約61時間分※）
- ・ 非常用ディーゼル発電機の燃料油貯油槽：923.2kℓ（4,000kVAの場合は約1,033時間分

※/625kVA の場合は約 2,017 時間分※)

※代替給水用仮設ポンプ駆動用の発電機等の燃料消費を含めて計算した時間

(5) その他

- ・ 供給方法は移動発電機車 1 台で 1～3 号を同時供給
- ・ 燃料供給用のタンクローリーを固体廃棄物貯蔵庫横に配置 (T.P. 39m)

2. 蒸気発生器、使用済燃料ピットへの注水

(1) 供給能力

必要能力	確保能力
<p>[蒸気発生器 (SG) への注水]</p> <p><必要ポンプ能力></p> <p>1 号機 : 約 20m³/hr</p> <p>2 号機 : 約 20m³/hr</p> <p>3 号機 : 約 32m³/hr</p> <p><必要ホース長></p> <p>1 号機 : 約 360m (うち約 200m は SFP と共用)</p> <p>2 号機 : 約 100m (うち約 20m は SFP と共用)</p> <p>3 号機 : 約 460m (うち約 240m は SFP と共用)</p>	<p><確保ポンプ能力></p> <p>1 号機 : 30m³/hr × 2 台</p> <p>2 号機 : 30m³/hr × 2 台</p> <p>3 号機 : 30m³/hr × 4 台</p> <p>・ 1～3 号機共用 :</p> <p>T.P. 31m 設置の仮設水槽への給水等</p> <p>30m³/hr × 6 台</p> <p>45m³/hr × 3 台</p> <p>180m³/hr × 1 台</p> <p>・ 消防ポンプ車 : 48m³/hr × 2 台</p> <p>注) 使用済燃料ピットへの給水に使用</p> <p><確保ホース長></p> <p>約 2,360m のホースを確保</p> <p><予備ホース長></p> <p>約 350m のホースを確保</p>
<p>[使用済燃料ピット (SFP) への注水]</p> <p><必要ポンプ能力></p> <p>1 号機 : 9.16m³/hr</p> <p>2 号機 : 9.16m³/hr</p> <p>3 号機 : 15.96m³/hr</p> <p><必要ホース長></p> <p>1 号機 : 約 290m (うち約 200m は SG と共用)</p> <p>2 号機 : 約 80m (うち約 20m は SG と共用)</p> <p>3 号機 : 約 360m (うち約 240m は SG と共用)</p>	
<p>[共用]</p> <p><必要ホース長></p> <p>1～3 号機 : 約 1,170m</p>	

(2) 保管場所

- ・ 消防ポンプ車 : 計 2 台、消防車車庫 (T.P. 10m)
 - ・ 仮設ポンプ : 計 18 台、屋外 (T.P. 31m または 33m)
 - ・ ホース : 約 2,150m、屋外 (T.P. 31m または 33m)
- 約 560m、1～3 号機建屋内 (T.P. 29m 以上)

(3) 接続所要時間 (10 時間以内)

- ・約 3 時間 (訓練実績)

(4) 水源 (最小保有水量)

- ・ 1 号機 補助給水タンク : 375m³ (T. P. 31m)
- ・ 2 号機 補助給水タンク : 375m³ (T. P. 31m)
- ・ 3 号機 補助給水ピット : 570m³ (T. P. 24m)
- ・ 1 ~ 3 号機 2 次系純水タンク : 約 6,000m³ (T. P. 10m)
- ・ 1 ~ 3 号機 ろ過水タンク : 約 12,000m³ (T. P. 10m)
- ・ 1 ~ 3 号機 原水槽 : 約 9,600m³ (T. P. 10m)
- ・ 1 号機 燃料取替用水タンク : 310m³ (T. P. 24m)
- ・ 2 号機 燃料取替用水タンク : 310m³ (T. P. 24m)
- ・ 3 号機 燃料取替用水ピット : 740m³ (T. P. 24m)
- ・ 1 号機 1 次系純水タンク : 140m³ (T. P. 31m)
- ・ 2 号機 1 次系純水タンク : 140m³ (T. P. 31m)
- ・ 1 ~ 3 号機 防火水槽 : 約 360m³ (T. P. 10m/T. P. 85m)
- ・ 海水 (取水口より汲み上げ)

(5) 燃料保有量

- ・ タンクローリー : 28.0kℓ (4,000kVA の移動発電機車と合わせて使用した場合で約 31 時間分 / 625kVA の移動発電機車と合わせて使用した場合で約 61 時間分)
- ・ 非常用ディーゼル発電機の燃料油貯油槽 : 923.2kℓ (4,000kVA の移動発電機車と合わせて使用した場合で約 1,033 時間分 / 625kVA の移動発電機車と合わせて使用した場合で約 2,017 時間分)

(6) その他

- ・ 仮設共用ポンプより T. P. 31m 設置の仮設水槽へ送水し、仮設水槽を水源として、各号機ごとの仮設ポンプから補助給水タンクあるいは使用済燃料ピットへ給水する。

3. その他

(1) タンクローリー

- ・ 用途 : 移動発電機車等への給油用
- ・ 仕様及び台数 : 20kℓ × 1 台、4kℓ × 2 台
- ・ 配備場所 : 固体廃棄物貯蔵庫横 (T. P. 39m)

(2) 重機 (ホイールローダー)

- ・ 用途 : 除雪及びびがれき撤去用
- ・ 仕様及び台数 : 運転質量 9.96t × 1 台
- ・ 配備場所 : 発電所構内 T. P. 31m 以上

泊発電所 緊急安全対策の実効性を高めるための訓練(概要一覧)

1. 個別訓練

訓練内容		訓練実施日 (※検証日)	訓練結果及び改善点
全交流電源喪失時対応訓練	要領読み合わせ シミュレータ訓練	4月19日※、22日	訓練結果：良好 検証結果：良好 改善点： ①緊急処置編「全交流電源喪失」の操作内容のうち、非常用母線の復旧に係る操作の充実を図った。
代替給電訓練	仮設ケーブルの敷設、接続	4月19日※、 20日、28日※	訓練結果：良好 検証結果：良好
	移動発電機車の起動、発電、 燃料供給	4月13日※、18日※、 20日、28日※	訓練結果：良好 検証結果：良好
蒸気発生器への代替給水訓練	2次系純水タンクを水源とした給水	4月14日※	検証結果：良好
	仮設代替給水設備による給水	4月18日※、19日※、 20日	検証結果：良好 訓練結果：良好 改善点： ①事前検討や現場確認により、ポンプ台数、ホース長を見直した。 ②ホースのねじれに十分注意するよう手順に追加した。
使用済燃料ピットへの代替給水訓練	燃料取替用水タンクからの重力注水	4月19日※	検証結果：良好
	エンジン消火ポンプ、屋内消火栓による給水	4月18日※	検証結果：良好
	消防車による給水（連結送水口使用あるいは間欠給水）	4月14日※、18日※、 19日※、20日	検証結果：良好 訓練結果：良好 改善点： ①筒先を外して給水すること、ホースを継ぎ足さないこととする手順に変更した。
	仮設代替給水設備による給水	4月18日※、19日※、 20日	訓練結果：良好 検証結果：良好

2. 総合的な訓練

項目	実施日	訓練結果
全てのユニットが同時に全交流電源喪失に至った場合を想定した初動対応訓練	4月22日	訓練結果：良好

泊発電所 緊急安全対策の更なる充実

非常用発電機の配備

非常用発電機を津波の影響を受ける恐れのない高台に配備する。

移動発電機車の追加配備

配備済みの移動発電機車に加え、低温停止状態への移行手段の多様性確保のため、移動発電機車を追加配備する。

発電所内水源の信頼性向上

タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器を介した原子炉の冷却及び使用済燃料の冷却を確実にするため、地震、津波に対して信頼性のある水源の確保等について検討し、対策を実施する。

安全上重要な機器が設置されたエリアに対する浸水対策の実施

原子炉補機冷却海水ポンプ等の安全上重要な機器が設置されているエリアについて、水密扉への改造、建屋出入口周辺の防潮壁の設置等による浸水対策の強化について検討し、対策を実施する。

海水ポンプ電動機予備機及び代替海水取水ポンプの確保

海水ポンプの機能が喪失した場合の早期復旧を図るため、海水ポンプ電動機の予備機（1・2号機用2台、3号機用2台）を確保する。
また、低温停止状態への移行に必要な冷却水源を確保するため、代替の海水取水ポンプを確保する。

