

**泊発電所3号機
重大事故等対処施設について
【解説版】**

**2025年5月
北海道電力株式会社**

1. 新規制基準について.....	3
2. 重大事故等対処設備.....	4
3. 重大事故等に対処するための技術的能力.....	10
4. 有効性評価.....	12

1. 新規制基準について

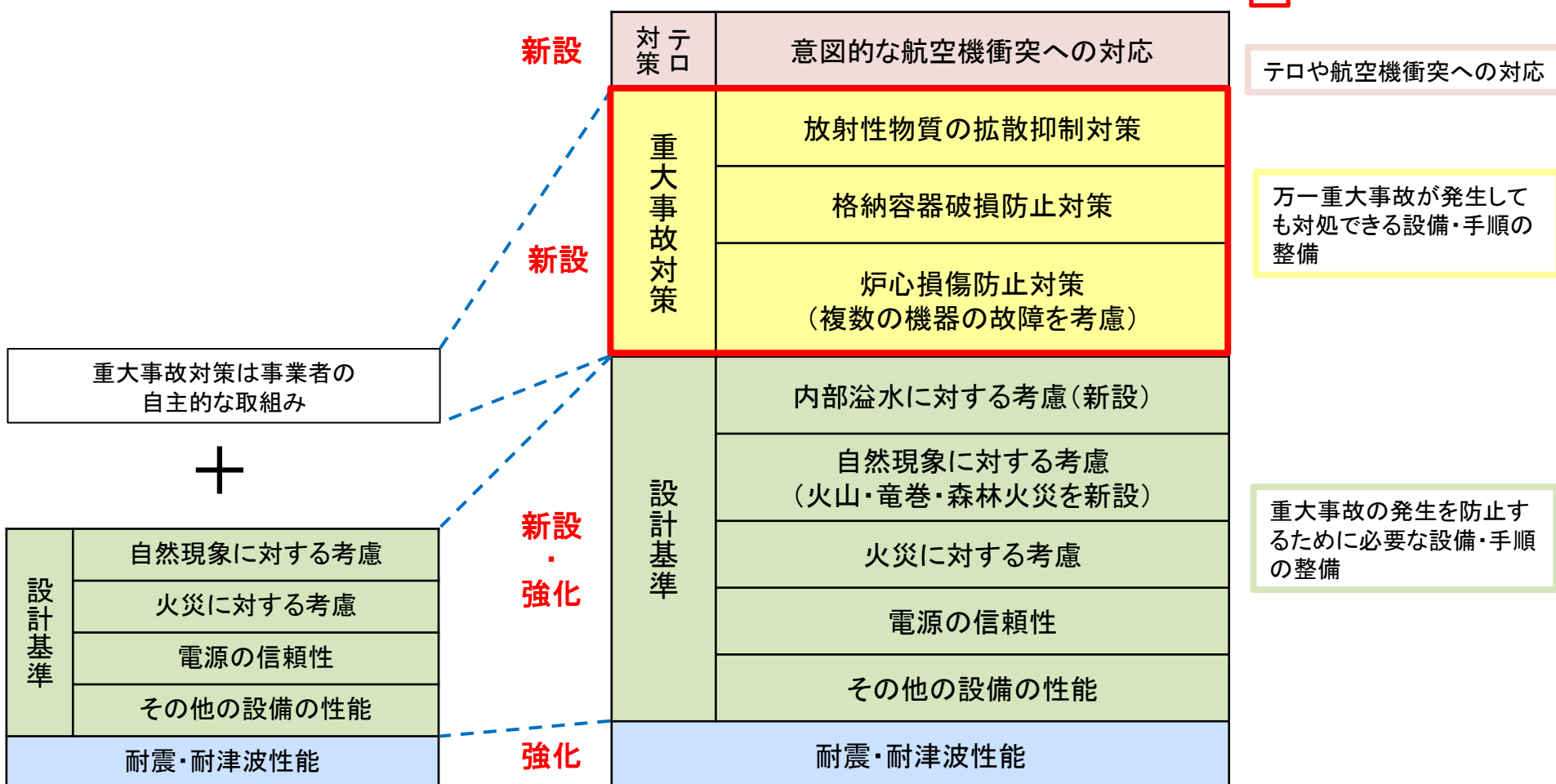
従来の規制基準と新規制基準の比較

○新規制基準では、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、万一の重大事故に対処するために必要な設備を設けること(重大事故等対処設備)、重大事故に対処する体制等を整備すること(技術的能力)、それらにより重大事故対策が有効に機能すること(有効性評価)が求められています。

<従来の規制基準>

<新規制基準>

☐ 本資料のご説明範囲



2. 重大事故等対処設備

原子炉の停止

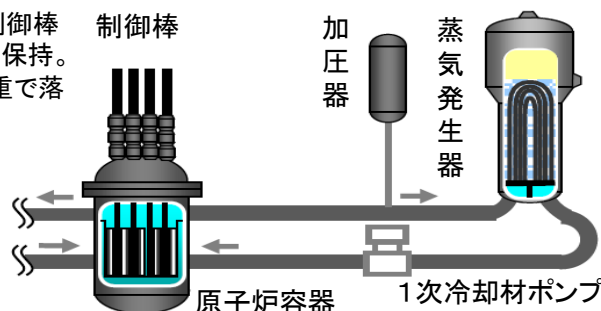
- 運転時に地震等の自然災害や事故が発生した際、異常を検知して制御棒を炉心に挿入し、原子炉を自動停止します。万一、自動停止に失敗した場合においても発電用原子炉を未臨界にするための対策が求められています。
- 原子炉が停止すべき状態にあるにもかかわらず制御棒が挿入されていないことを検知し、自動で原子炉の出力を抑制する設備を設けました。この出力抑制には、温度が上昇することによって核分裂反応が減少する原子炉の特性を利用しています。出力抑制後は、核分裂反応を抑制させるほう酸水※（高濃度）を注水して原子炉を停止状態（未臨界）とします。

※ほう酸水：原子炉の中では、ウラン235に中性子が衝突することで核分裂反応が起こり熱を発生します。ほう酸は、中性子を吸収する特性があるため、ほう酸水を注入すると核分裂反応が抑制され原子炉の出力が低下します。

【緊急停止時の通常の制御棒動作】

加圧水型原子炉である泊発電所の制御棒は、原子炉容器の上部にある制御棒駆動装置に通電することで、通常運転中は引き抜き状態で保持されています。緊急停止が必要な場合には、制御棒駆動装置への電源が遮断され、制御棒が自重で落下・挿入することで原子炉を自動停止します。

通常運転中は、制御棒を引き抜き状態で保持。緊急停止時に自重で落下・挿入する。



自動
停止
失敗

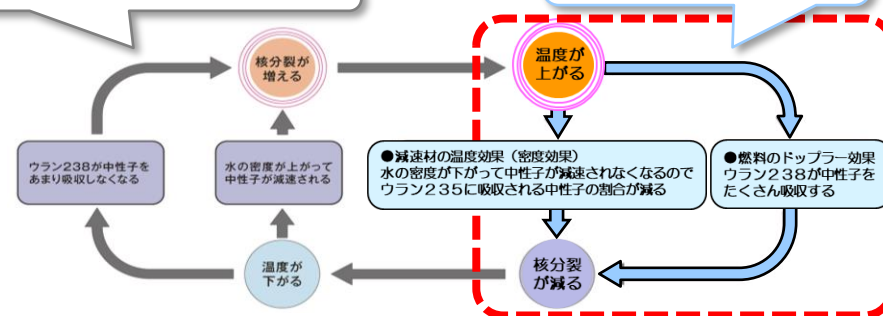
【制御棒が挿入されなかった場合の対応】

・原子炉の出力抑制

制御棒が挿入されない場合、原子炉は温度が上昇します。温度が上昇すると、原子炉の特性により核分裂反応が減少し、原子炉の出力は徐々に減少します。

本対策では、強制的に温度を上げるので、核分裂が減っても、温度は下がりません。

温度が高い状態を維持することで、図に示す↓の特性を継続させ、原子炉の出力を減少させます。



原子炉の固有の安全性（特性）（出典：原子力・エネルギー図面集 に加筆）

・原子炉の停止（未臨界）

原子炉出力が抑制された状態にて、核分裂反応を抑制するほう酸水を注水することで、原子炉を停止状態（未臨界）とします。

2. 重大事故等対処設備

原子炉の冷却

- 配管の破断等により原子炉内を流れる水(1次系※)が漏れいした場合には原子炉は自動停止しますが、自動停止した後も原子炉内の圧力を低下させ、原子炉内に水を循環させて冷却を維持する対策が求められています。
- 代替格納容器スプレイポンプを新たに設置することで、原子炉に水を直接注入できる常設ポンプを多重化するとともに、常設ポンプが使用不能となった場合に備え、可搬型大型送水ポンプ車を複数台配備しています。

【冷却手段】

代替格納容器スプレイポンプを使用して、原子炉への注水を実施します。

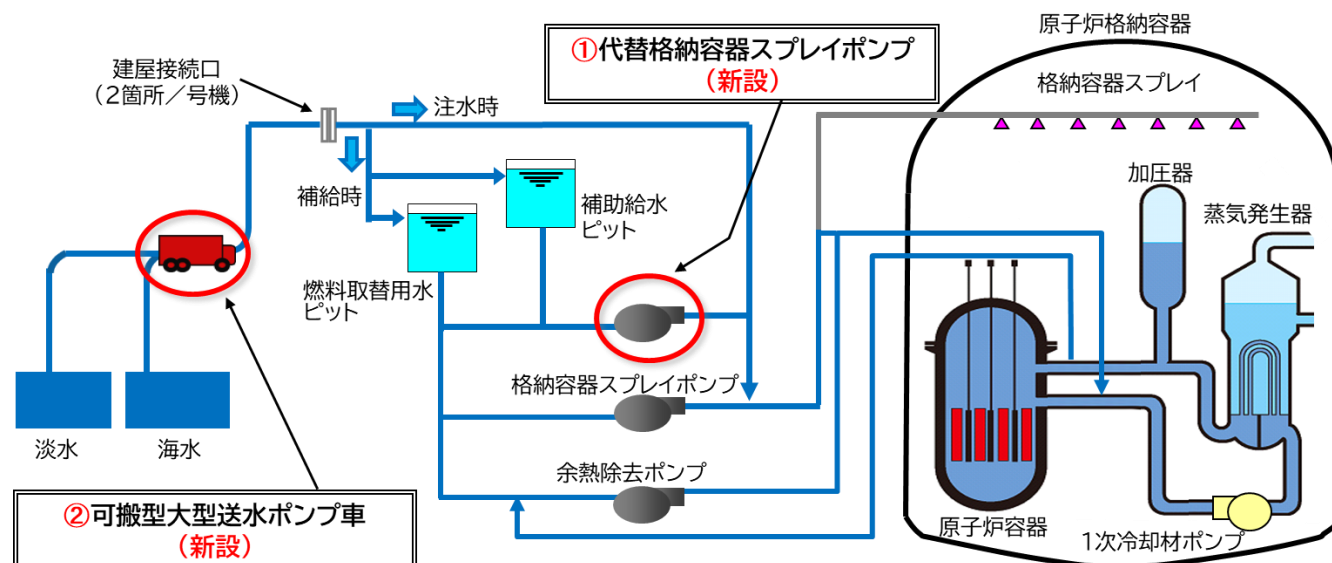


代替格納容器スプレイポンプ

万一、常設ポンプが故障した場合に備え、可搬型大型送水ポンプ車を高台に複数台整備しています。



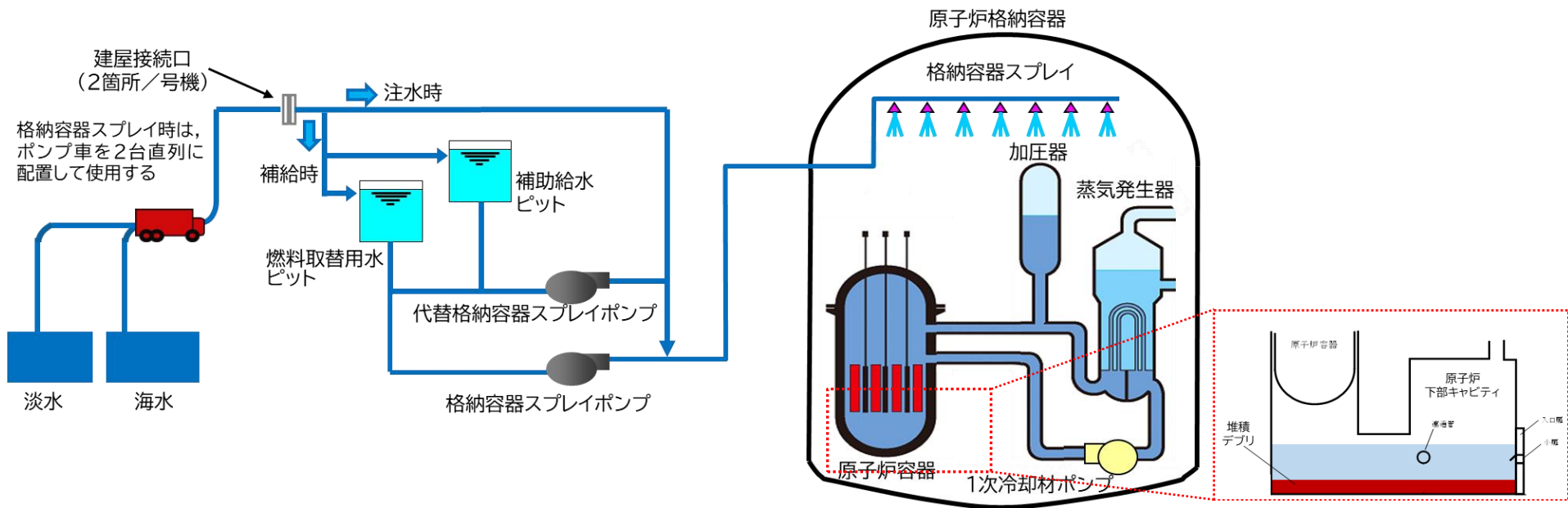
可搬型大型送水ポンプ車



2. 重大事故等対処設備

原子炉格納容器の冷却

- 1次系からの漏えいが発生し、冷却継続が困難となった場合、1次系から放出された蒸気等により原子炉格納容器内が加温・加圧され、格納容器が破損するおそれがあるため、格納容器内を冷却・減圧するための対策が求められています。
- 格納容器上部の格納容器スプレイングからスプリンクラーのように水を噴霧して格納容器内の冷却・減圧することとしており、スプレイングまでの配管を多重化し、スプレイングに水を送るための代替格納容器スプレイポンプを新たに設置しました。
- また、万一、炉心が著しく損傷し原子炉容器下部に落下するような状況に至った場合でも、原子炉下部キャビティに溜まった水により、落下した燃料を確実に冷却するよう、格納容器底部に溜まった水（原子炉内に注入した水を含む）が原子炉容器下部（原子炉下部キャビティ）に確実に流入する流路を設置しました。



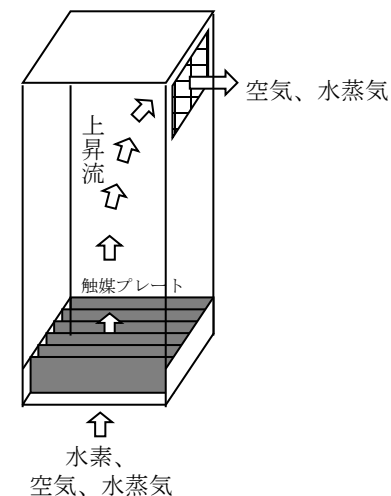
2. 重大事故等対処設備

水素爆発の防止

- 燃料損傷に至った場合、化学反応により原子炉格納容器内で水素が発生することから、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための対策が求められています。
- 水素爆発を防ぐための設備を原子炉格納容器内に複数設置し、さらに水素濃度を測定できる監視設備も新たに設置しています。

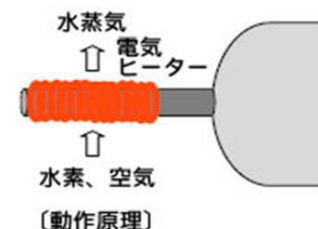
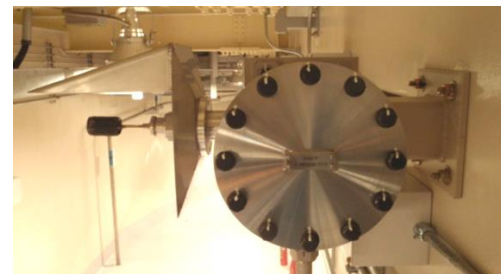
水素再結合装置(触媒式)

電気を使わずに水素を酸素と結合させて水素を取り除く
「原子炉格納容器内水素処理装置」を設置(5台)



水素燃焼装置(電気式)

水素をヒーターで加熱し、燃焼させる電気式水素燃焼装置
「格納容器水素イグナイタ」を設置(13台)



2. 重大事故等対処設備

敷地外への放射性物質拡散防止

○重大事故の発生・進展を防止し、原子炉格納容器の健全性を確保する対策を講じてもなお、格納容器が破損した場合の対策が求められており、放射性物質の外部への拡散抑制のため、以下の対策を講じています。

放水砲

原子炉格納容器が破損した場合に、格納容器の破損箇所には大量の水を直接噴射し、放射性物質の大気中への拡散を抑制するための「放水砲」を配備しています。

(1～3号機共用2台、予備1台)

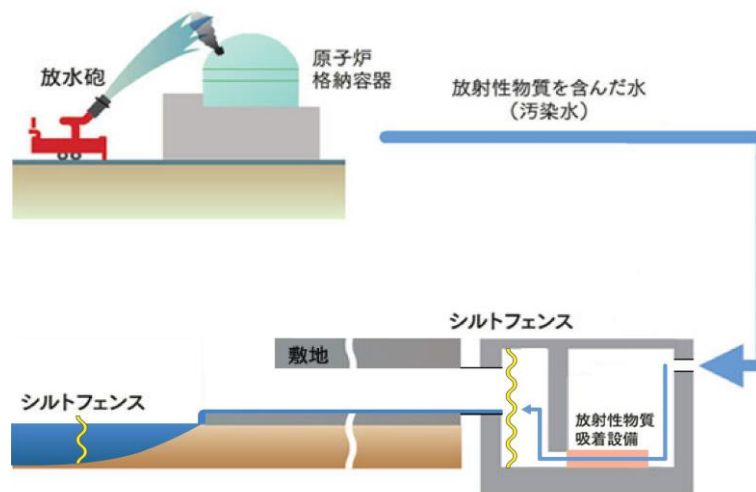
放水砲を使用し、落下させた放射性物質は、放射性物質を除去する吸着剤を設置した排水設備から排水されます



放水砲

シルトフェンス

前面海域への放射性物質の拡散を抑制するために「シルトフェンス」を配備しています。



シルトフェンス

2. 重大事故等対処設備

電源の多重化

- 原子力発電所が緊急停止した場合、多重化した送電線からの外部電源や非常用ディーゼル発電機により発電所内の電力を維持しますが、万一それらの設備が全て使用不能となった場合においても代替の手段を確保し、発電所内の電力を維持することが求められています。
- 常設の代替非常用発電機設置や可搬型の代替電源車を複数高台に設置し、さらに蓄電池を増設しています。

①常設のバックアップ電源を高台に設置

外部電源や非常用ディーゼル発電機が使用できない場合の備えとして「代替非常用発電機(常設)」を高台に計6台設置
(3号機分:2台)
(中央制御室から遠隔操作が可能)



②移動可能なバックアップ電源車を高台に配備

左記①が使用不能になった場合の備えとして、移動可能な「可搬型代替電源車」を高台に計8台配備
(3号機分:2台、予備:2台)



③蓄電池の増設

運転状態を監視するための計測器や表示盤などの電源として使用する蓄電池を増設
(既設の2系統に、さらに2系統を追加)



3. 重大事故等に対処するための技術的能力

事故時の手順書、体制、訓練

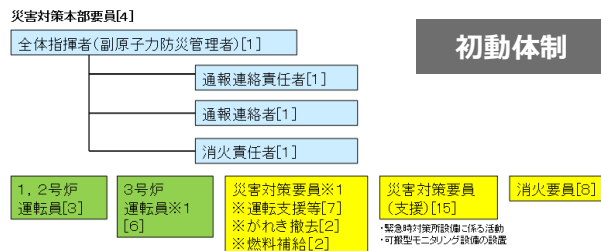
- 重大事故等に的確かつ柔軟に対処できるよう、手順書や体制の整備、要員に対する教育・訓練の実施が求められています。
- 万一の事故に備え、泊発電所構内に初動対応要員として47名(1、2号機運転員3名含)が24時間常駐する体制を整備します。
- 夜間・休日において事故が発生した場合でも、発電所構内に常駐している初動対応要員により迅速に活動を開始します。大規模自然災害により交通手段が途絶した場合でも、応援要員が確実に参集できるよう訓練を実施しています。

手順書の整備

- ・プラント状態の把握、適切な判断に必要な情報の種類、判断基準を整理
- ・最優先すべき操作等をためらうことなく判断し実施できるよう、判断基準をあらかじめ明確にした手順書を整備
- ・運転員と発電所対策本部が連携しながら重大事故等対策を実施するための手順書を整備 等

体制の整備

- ・指揮命令系統の明確化
- ・複数号炉の同時被災に対応できるよう、運転号炉及び停止号炉に号機責任者を配置
- ・夜間及び休日に、重大事故等が発生した場合でも速やかに対策を行えるよう、初動体制を整備 等



教育・訓練の実施

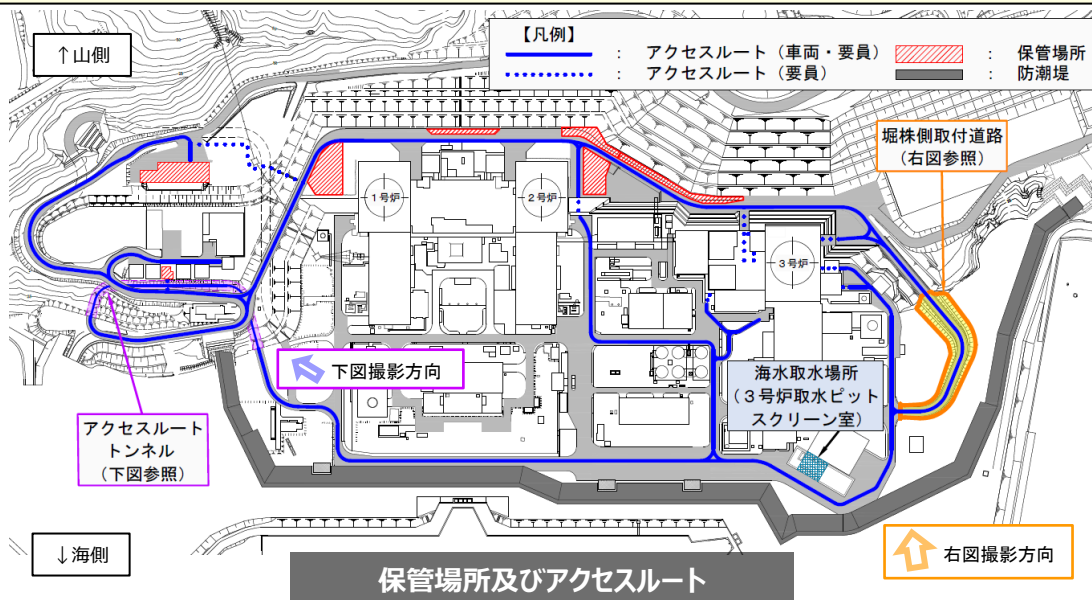
- ・発電所災害対策要員(運転員を除く)が、運転員と連携して一連の活動を行う訓練を計画的に実施
- ・高線量下、夜間、悪天候等の厳しい事故環境を想定した訓練の実施 等



3. 重大事故等に対処するための技術的能力

可搬型設備運搬のためのアクセスルート

- 可搬型重大事故等対処設備の運搬等のため、迂回路も考慮した複数のアクセスルート(— : 青線)を確保し、がれき等の撤去のためのホイールローダ等の重機と操作員を配備しています。
- さらに、同じ機能を持つ設備が同時に機能を損なわないよう、可搬型の重大事故等対処設備を高台に分散して保管( : 赤斜線箇所)しています。



➤ 掘株側取付道路

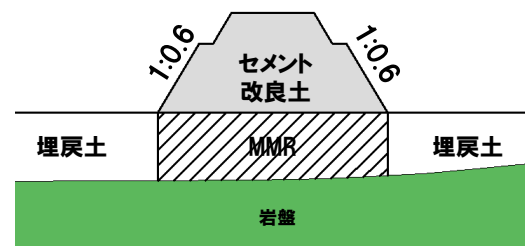
- ・高台から取水場所まで、地震や津波の影響を受けずにアクセスするため、防潮堤の内側に、岩着支持構造のセメント改良土による取付道路を構築しています。



取付道路構築イメージ図

➤ アクセスルートトンネル

- ・高台から防潮堤内側まで、地震や津波の影響を受けずにアクセスするため、耐震性を有する構造のトンネルを設置しています。



取付道路断面図

※MMR(マンメイドロック): 人工岩盤

4. 有効性評価

事故シナリオの選定

- 著しい炉心損傷等に至る可能性があると思定する事故シナリオに対して、新規規制基準を踏まえて新たに整備した対策が、有効に機能することを評価することが求められています。
- 各事故シナリオは、これまで発生したことがない1次冷却材配管(原子炉の冷却水を通水する配管)が完全に破断する事故を起点にするなど、非常に厳しい条件をそれぞれ仮定しています。
- このような仮定においても、各事故シナリオに新たに整備した対策を考慮することで、著しい炉心損傷等が防止できることを評価しています。また、事故対策に必要な要員や資源(水や燃料等)が十分に確保できていることを評価しています。

1. 重大事故に至る可能性のある事故のシナリオ

(1) 運転中の原子炉

- ・2次冷却系からの除熱機能喪失
- ・全交流動力電源喪失
- ・原子炉補機冷却機能喪失
- ・原子炉格納容器の除熱機能喪失
- ・原子炉停止機能喪失
- ・非常用炉心冷却設備注水機能喪失
- ・非常用炉心冷却設備再循環機能喪失
- ・格納容器バイパス

(2) 使用済燃料ピット

- ・ピットの冷却機能または注水機能の喪失
- ・ピット内の水の小規模な喪失

(3) 運転停止中の原子炉

- ・崩壊熱除去機能喪失
- ・全交流動力電源喪失
- ・原子炉冷却材の流出
- ・反応度の誤投入

2. 重大事故のシナリオ

- ・雰囲気圧力・温度による静的負荷(格納容器過圧・過温破損)
- ・高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱
- ・原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用
- ・水素燃焼
- ・溶融炉心・コンクリート相互作用

4. 有効性評価

全交流電源喪失(1次冷却材の漏えいを含む)

○重大事故に至る可能性のある事故のシナリオとして、全交流電源が喪失している中で1次冷却材が漏えいする事象への対応について評価しています。

想定する事故のシナリオ

発電所内の交流電源が全て使えない

- ・送電系統や所内発電設備の故障等により外部電源が喪失
- ・非常用所内交流電源の故障等により非常用電源が喪失

交流電源で駆動する設備が動作不能となる

- ・電動補助給水ポンプ
- ・高圧注入ポンプ
- ・余熱除去ポンプ
- ・原子炉補機冷却水ポンプ
- ・制御用空気圧縮機
- ・格納容器スプレイポンプ

使えなくなる機能

- ・交流電源
- ・炉心を冷却する機能
- ・高圧圧縮空気(駆動源)
- ・熱を除去し移送(冷却水を供給)する機能
- ・格納容器を冷却する機能

影響

- ・1次冷却材を冷却する機能を失い高温となる
- ・1次冷却材ポンプのシール部から1次冷却材が徐々に漏えいする
- ・1次冷却材の保有水量が減り、炉心の冷却が悪化する
- ・炉心損傷する

新たに整備した対策

機能の回復

【原子炉自動停止=0分】

① 2次系強制冷却による1次冷却系の減温・減圧【30分後】

- ・交流電源を必要としないタービン動補助給水ポンプ
- ・主蒸気逃がし弁を現場で手動により操作

② 代替非常用発電機による交流給電【55分後】

- ・交流電源を回復

③ 代替格納容器スプレイポンプによる注水【約2.2時間後】

- ・回復した交流電源で駆動
- ・ポンプ用の冷却水は不要
- ・水源は燃料取替用水ピットの貯留水

④ 格納容器内自然対流冷却【約81時間後】

- ・冷却水は、可搬型大型送水ポンプ車により供給
- ・格納容器内が110℃となれば自動作動(操作不要)

①の対策にて、炉心を冷却し減圧

②+③の対策にて、炉心の冷却、1次冷却材の保有水量の維持
炉心の冷却は維持され、炉心損傷しない

4. 有効性評価

格納容器過圧破損

○重大事故のシナリオとして、1次冷却材の大規模漏えいが発生する中で非常時に通常動作する非常用発電機やポンプが動作しない事象への対応を評価しています。

想定する事故のシナリオ

1次冷却材の保有量が急激に低下する

- ・大口徑破断(1次冷却材管の完全両端破断)

非常用炉心冷却設備による注入が機能しない
格納容器スプレイ設備による注入が機能しない
発電所内の交流電源が全て使えない

事故想定及び交流電源で駆動する設備が動作不能となる

- ・電動補助給水ポンプ
- ・高圧注入ポンプ
- ・余熱除去ポンプ
- ・原子炉補機冷却水ポンプ
- ・制御用空気圧縮機
- ・格納容器スプレイポンプ

使えなくなる機能

- ・交流電源
- ・炉心を冷却する機能
- ・高圧圧縮空気(駆動源)
- ・熱を除去し移送(冷却水を供給)する機能
- ・格納容器を冷却する機能
- ・(格納容器内の水素処理機能)

影響

- ・短時間で炉心が露出し、約19分後、炉心損傷する
- ・格納容器内に放出された熱、水蒸気、水素等が蓄積する
- ・格納容器内圧力が上昇し、格納容器が破損する
- ・放射性物質の異常な放出

新たに整備した対策

機能の回復

【原子炉自動停止=0分】

- ① 代替非常用発電機による交流給電【約44分後】
 - ・交流電源を回復
- ② 代替格納容器スプレイポンプによるスプレイ【約49分後】
 - ・回復した交流電源で駆動
 - ・ポンプ用の冷却水は不要
 - ・水源は燃料取替用水ピットの貯留水
- ③ 静的触媒式水素再結合装置
 - ・操作不要
- ④ 燃料取替用水ピットへの海水補給【約12.9時間後】
 - ・軽油エンジンで駆動する可搬型大型送水ポンプ車
- ⑤ 格納容器内自然対流冷却【約24時間後】
 - ・冷却水は、可搬型大型送水ポンプ車により供給
 - ・格納容器内が110℃となれば自動作動(操作不要)

- ・短時間で炉心が露出し、機能回復前の約19分後、炉心損傷する
- ・格納容器内に放出された熱、水蒸気、水素等が蓄積する
 - ①+②+④の対策にて、格納容器の冷却
 - ③の対策にて、格納容器内の水素濃度低減
 - ⑤の対策にて、格納容器の除熱
- ・格納容器内圧力の上昇は抑制され、格納容器は破損しない
- ・放射性物質の放出量は抑制