

県原子力安全専門委員からの質問に対する回答

- ①炉心への直接注水
- ②プラントパラメータが監視できない場合を想定した訓練
- ③原子炉水位計の電源
- ④大飯発電所敷地全体の確認

関西電力株式会社

平成24年5月8日

炉心への直接注水について

ご質問1: 炉心への注水で、複数の弁を手動で操作するに当たり何人でどれくらい時間がかかるか？

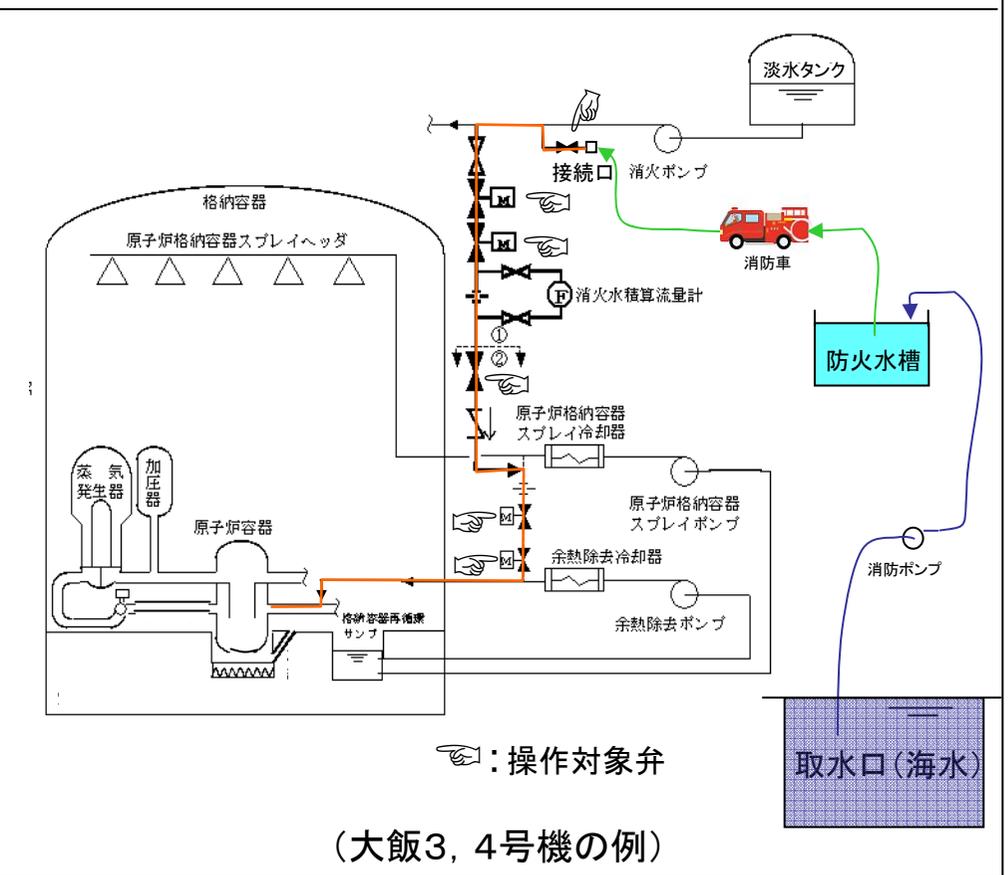
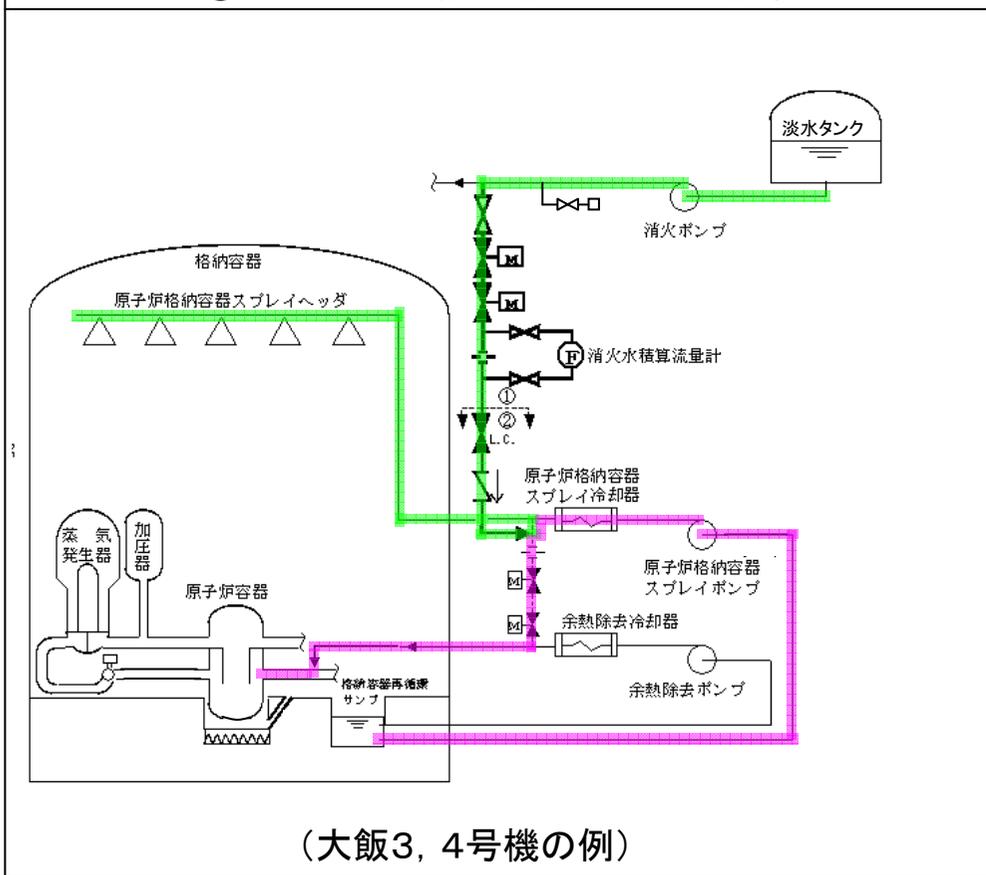
○炉心冷却手段が全く無くなった場合は、

アクシデントマネジメント策で整備した経路(格納容器内注水、代替再循環)を用いて、淡水タンクからの注水が可能である(①)が、淡水タンクが使用できない場合も想定し、水源として最も確実に利用できる海水を炉心に注入する手段を整備した(②)。

訓練では消防ポンプ等により消火水系統、余熱除去(低圧注入)系統を経由させ、海水を炉心へ注水できることを確認した。(5月2日訓練実施、マニュアル制定)

①AM策(格納容器注水、代替再循環)

②既整備のAM策を活用した炉心への直接注水経路



海水注水訓練実施状況

注水条件

○1次冷却材の大規模な流出等により蒸気発生器が使用できず、さらに非常用炉心冷却系などもすべて使用できない場合を想定

【注水流量】

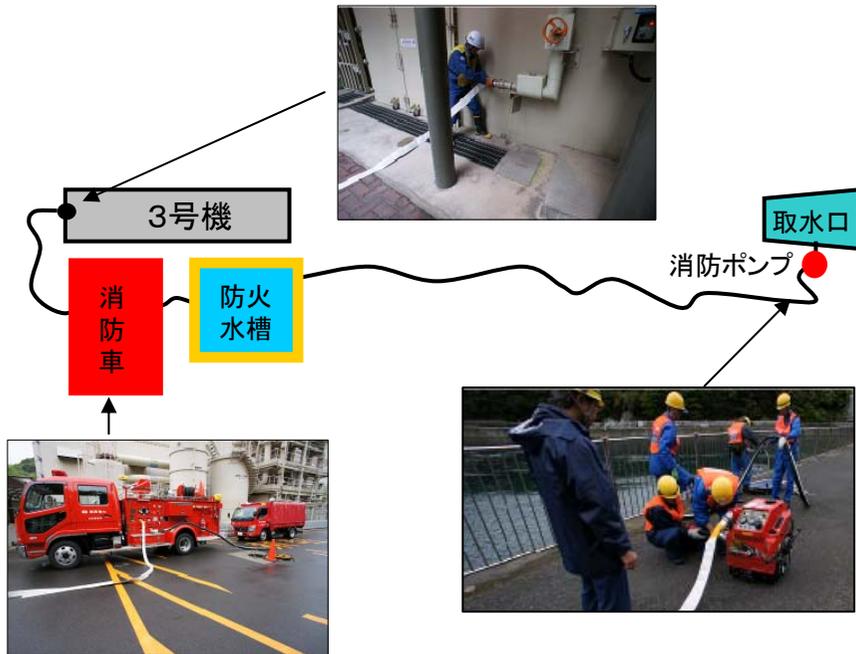
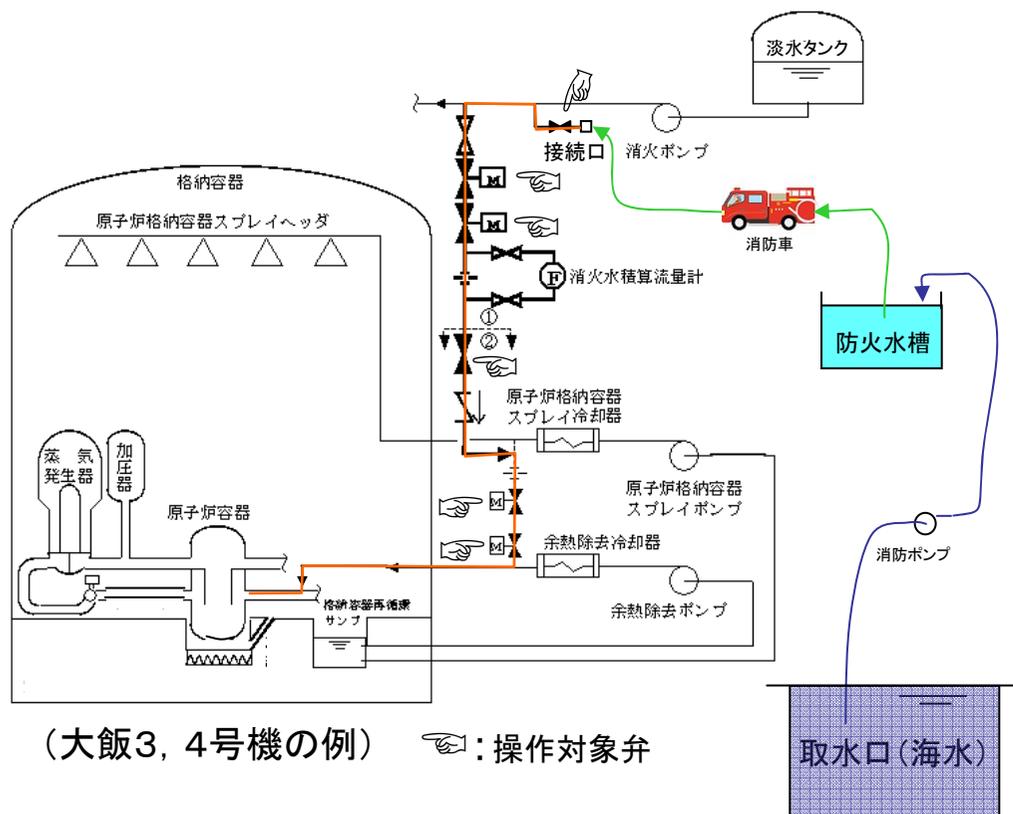
系統圧力が0.4MPaの際、約40m³/hの注入が可能。

対応状況

○炉心への海水注水訓練(5月2日)
合計18人、約120分で実施できることを確認

①取水口～接続口	14人、約110分	同時に作業を実施
②接続口～炉心注入入口	4人、約60分	
③最終ラインアップ	4人、約10分	②の作業員再掲

○マニュアル改正(5月2日)

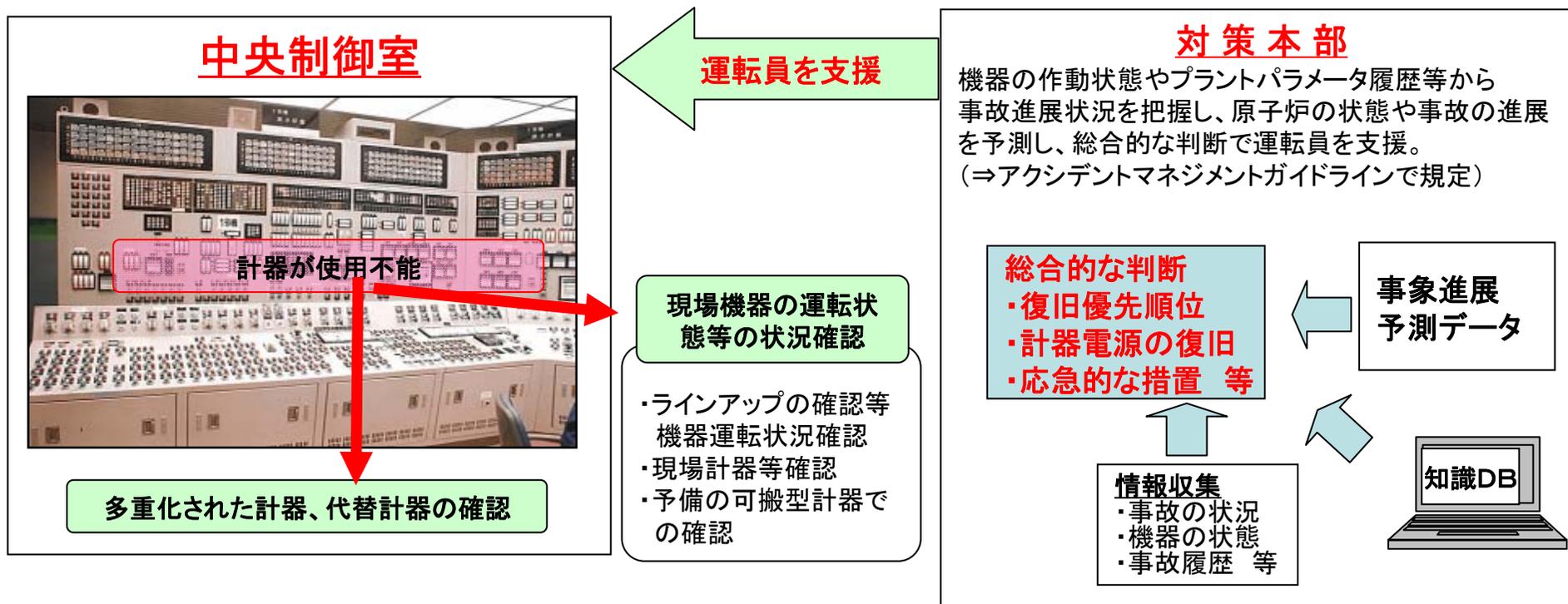


➤訓練を通じて、各弁へのアクセス性、操作性、対応時間等を確認

プラントパラメータが監視できない場合を想定した訓練

ご質問 2 : プラントパラメータが十分監視できないなかでの訓練等を検討し、シミュレータを使った訓練ができないか

中央制御室の計器が故障等により使用できない状況を想定し、代替計器や現場の機器状態など、あらゆる確認手段により、事故状況や安全機器の作動状態を把握する訓練を実施する。

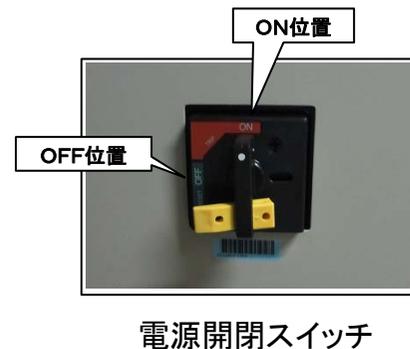
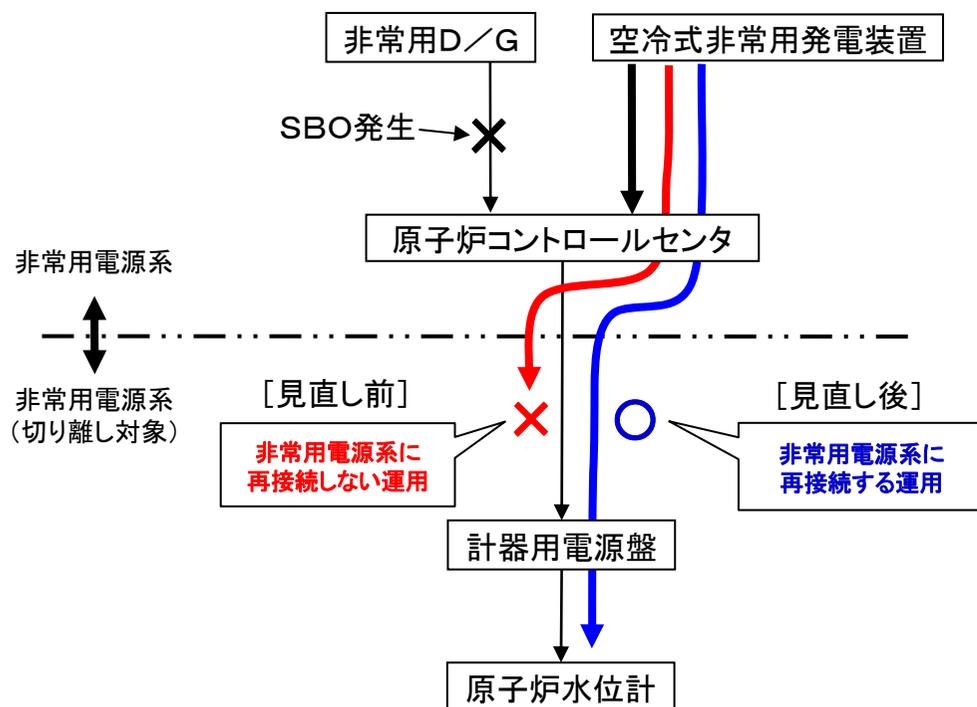


これまでもAMガイドラインに基づく総合判断の訓練は実施しているが、
更に、パラメータが訓練途中から見えないなど過酷な状況を想定し、
現場情報や対策本部からの支援により、対応措置を講じるシミュレータ訓練、連携訓練を実施していく。

原子炉水位計の電源

ご質問3：原子炉水位計の電源を非常用に変えるべきでは？

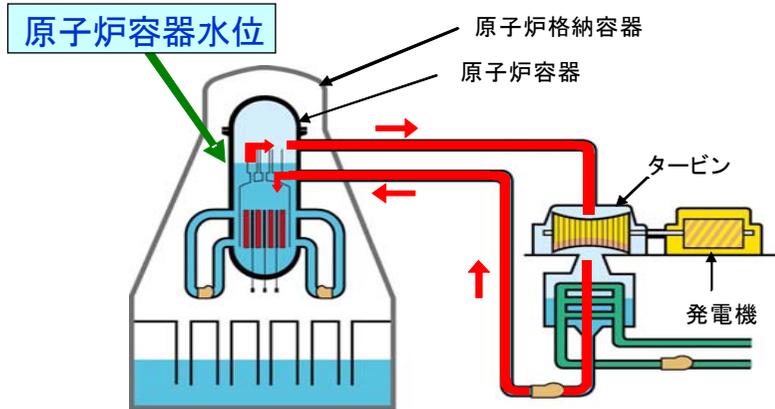
- 原子炉水位計は計器用電源盤から電源供給されているが、この計器用電源盤は非常用電源系から受電している。
- 全交流電源喪失(SBO)発生時は、非常用電源系の負荷を一旦切り離し、空冷式非常用発電装置を起動後に必要な負荷のみを接続する操作を行う手順としている。
- 原子炉水位計による炉心状態の監視を行うために、空冷式非常用発電装置を起動後に、この計器用電源盤を接続する運用とした。



原子炉コントロールセンタ

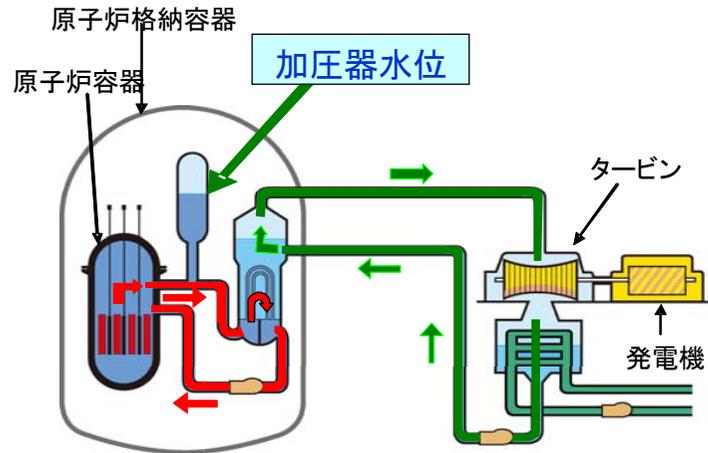
1. 沸騰水型原子炉(BWR)と加圧水型原子炉(PWR)の炉水位計測の比較

沸騰水型原子炉 (BWR)
(福島第一発電所他)(MARK II)



炉水位は、原子炉容器水位により監視

加圧水型原子炉 (PWR)



炉水位は、加圧器水位により監視
(原子炉容器内は常に満水状態を維持しているため)

2. 加圧水型原子炉(PWR)の原子炉水位計の設置経緯

基本設計

[炉心冷却状態の監視] 1次冷却材の温度、圧力および加圧器水位

TMI 教訓反映

[状況] 加圧器水位計が正しい水位を示さず満水状態を指示。このため運転員が冷却水過剰と誤判断し、非常用炉心冷却システムを停止。
[対応] 炉心出口温度計の測定レンジの拡大等の改善を実施。(炉心冷却状態監視の多様化)
自主対応として、当時建設中の高浜3,4号機に原子炉の水位を直接監視する水位計(差圧方式)を設置。

美浜2号機 教訓反映

[状況] 1次冷却材が自然循環状態であったものの、加圧器水位の指示がゼロ以下となった期間があった。
[対応] 炉心冷却状態の補助的な監視パラメータとして、原子炉の水位を直接監視する水位計(温度計方式)を設置。(高浜3, 4号機以外)

3. 原子炉水位計の測定方式比較

補足2

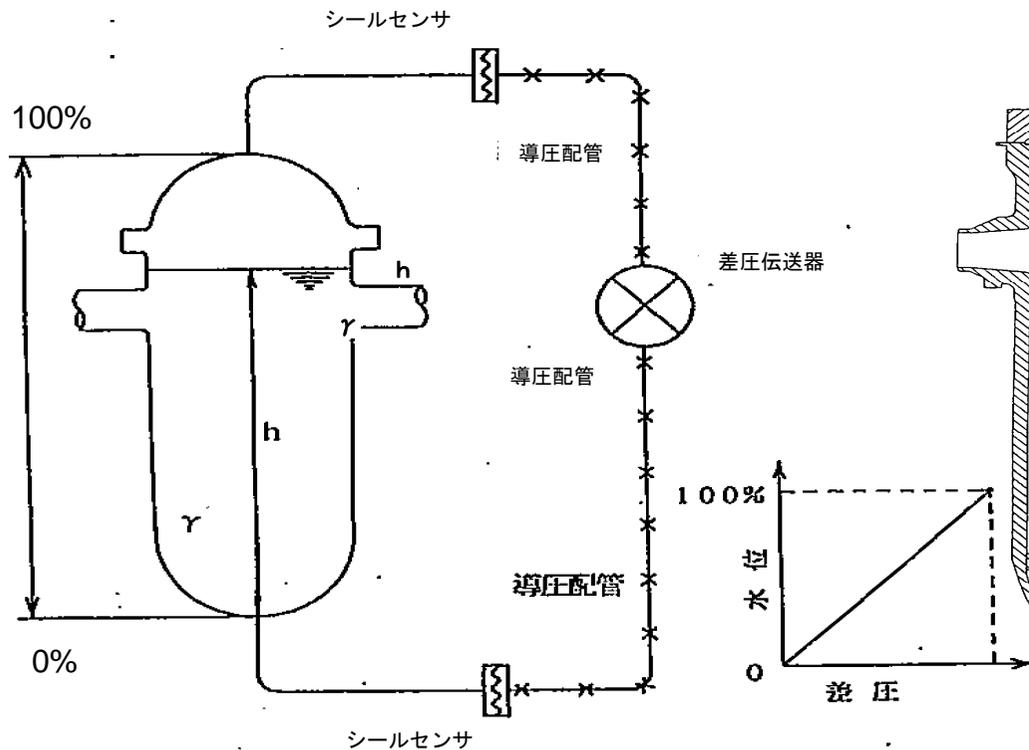
差圧方式

仕様

- シールセンサタイプの差圧計測方式
- 差圧取出し部：(上部側) 原子炉容器の空気抜き管から分岐
(下部側) 炉内計装引出管から分岐
- 計測範囲：原子炉容器頂部～炉底の範囲の差圧を連続的に測定

測定原理

- 原子炉容器の頂部と炉底の圧力差(差圧) ΔP から、水面の高さ(h)を算出



温度計方式

仕様

- 熱電対式温度センサの測定原理を応用した温度計測方式 (検出器 6本/組)
- 取り付け部：制御棒駆動管台又は予備管台を利用して設置 (図1)
- 計測範囲：長さが異なる6本の検出器により、原子炉容器頂部～上部炉心板の範囲の水位を段階的に測定

測定原理

- 測定点が液中ではA点とB点との温度差は小さく、蒸気中ではA点の温度が高くなり(A点のみヒータにより加温されている)、B点との温度差が大きくなる。(図2)
- この温度差に対応する電気出力を測定することにより、炉水位を計測する。

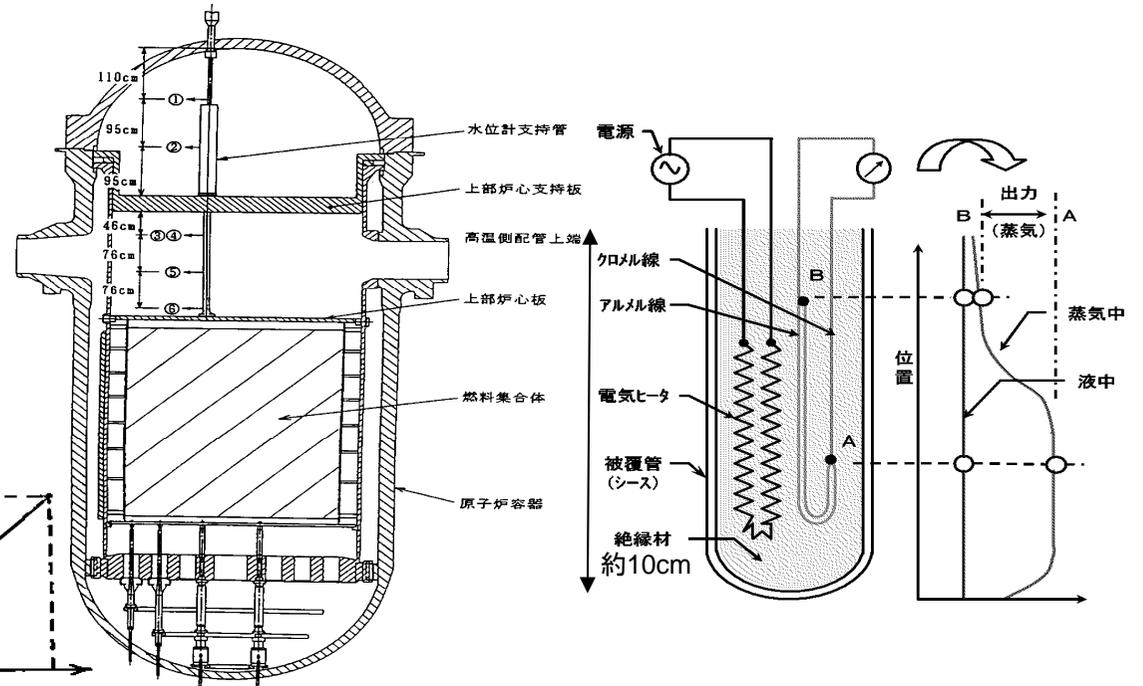


図1 水位測定位置図

図2 検出器内部構成

大飯発電所敷地全体の確認

ご質問 4-①：設置許可後に敷地内地盤等の改変が実施され、その後の経年変化について、どんな対応がなされているのか？

- 発電所敷地全体については、建設前の段階から気象、地盤、水理、地震、社会環境の観点で、文献調査および現地調査（ボーリング調査(188本、延長約12,400m)、試掘坑調査(延長約1,350m)等)を行い、原子炉施設の設置に問題がないことを確認している。
- また、3・4号建設以降、大きな敷地の改変は行っていない。
- その後、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴い、耐震バックチェックにより基準地震動Ssに対して、周辺斜面の安定性について評価し、問題ないことを確認している。
- 経年変化に対しては、周辺斜面の表面には擁壁、コンクリート吹付、モルタル吹付、種子吹付等の法面保護工が施工されており、岩盤の風化等の影響を極力受けないように対策している。
- 敷地内地盤等について、日常巡視(1回/月)および定期点検(1回/年)等により変状がないことを継続的に確認している。

ご質問 4-②：地震・津波以外の誘因として、豪雨等のような事象に対する対応のあり方等をどう考えているのか？

誘因	想定される発生事象	設計条件と実績等
台風	構築物損壊	建築基準法等に基づく耐風設計(室戸台風63m/s)を行い、これまで施設の安全機能に重大な影響を及ぼしたことはない。
	高潮による浸水	舞鶴検潮所既往最大潮位 TPO. 93m < 敷地高 TP9. 3m
豪雨	浸水、斜面崩落	福井県「林地開発許可申請の手引き」等を参考に、設計降雨強度を86mm/hr(100年確率)として設計しており、この値は、最寄の気象庁観測(大飯・小浜・舞鶴)では、超過した実績はない。
豪雪	積雪による構築物損壊	建築基準法等に基づく構造物設計を行い、これまで施設の安全機能に重大な影響を及ぼしたことはない。
	雪崩	常設の重機等で除雪対応しており、これまで施設の安全機能に重大な影響を及ぼしたことはない。

- 建設後も気象観測や気象情報を入手し、設計値の対比等により継続的に安全性を確認している。

ご質問 4-③：過去の地盤変状対応の履歴等はあるか？

- 原子力施設の安全機能に重大な影響を及ぼすような地盤変状の対応履歴はない。