

女川原子力発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS-87(改1)
提出年月日	2022年10月12日

女川原子力発電所2号炉

地下水位低下設備に関する LCO等について

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2022年10月

東北電力株式会社

1. 保安規定記載内容の説明

地下水位低下設備は、原子炉建屋等に作用する揚圧力の低減及び周辺の土木構造物等に生じる液状化影響の低減を目的とし、地下水位を一定の範囲に保持するために、原子炉建屋・制御建屋エリア及び3号炉海水熱交換器建屋エリアに設置する。

今回保安規定補正申請では、「保安規定変更に係る基本方針」に基づき、①設計基準対象施設について、(安全施設において)安全機能を有する系統のうち安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの、②重大事故等対処設備の2つの条件に対してLCO等を設定している。地下水位低下設備については、これらには直接該当しないが、本設備の重要性を踏まえて保安規定第57条にLCO等を設定した。

地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に的確かつ柔軟に対処できるように、地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に係る資機材の配備、手順書及び体制の整備並びに教育訓練の実施方針を保安規定「添付1-2 火災、内部溢水、火山影響等、その他自然災害および有毒ガス対応に係る実施基準」及び「添付1-3 重大事故等および大規模損壊対応に係る実施基準」に定める。

2. 添付資料

添付-1 設置変更許可申請書 添付八 (対象の範囲)

添付-2 設計及び工事計画認可申請書 説明書 (対象の範囲, 設備仕様, 設定根拠, 運用管理の方針, 保守管理の方針)

添付-3 地下水位低下設備の水位監視・制御について

以 上

(地下水位低下設備)
 第57条 原子炉の状態が運転、起動、高温停止、冷温停止および燃料交換において、地下水位低下設備は、表57-1に定める事項を運転上の制限とする。

2. 地下水位低下設備が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次の各号を原字炉課長は、定事検停止時に、表57-2

- (1) 計測制御課長および原字炉課長は、定事検停止時に、表57-2の各項目を確認し、その結果を発電管理課長に通知する。①
- (2) 発電課長は、地下水位低下設備の電源系および制御系に異常がないこと、揚水ポンプの運転に伴い揚水井戸の水位が低下し、水位設定値内にあることを毎日1回確認する。②

3. 発電課長は、地下水位低下設備が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表57-3の措置を講じる。

表57-1

項目	③	④
2号炉原子炉建屋・制御建屋エリア (No.1 およびNo.2 揚水井戸)	地下水位低下設備	運転上の制限
	水位	2系列※1が動作可能であること※2 水位高高警報設定値未滿
3号炉海水熱交換器建屋エリア (No.3 およびNo.4 揚水井戸)	地下水位低下設備	2系列※1が動作可能であること※2
	水位	水位高高警報設定値未滿

※1：1系列とは、1つの揚水井戸に対して揚水ポンプ1台、水位計3台ならびに必要な集水機能、支持・閉塞防止機能、排水機能、監視・制御機能および電源機能（非常用ディーゼル発電機を含む。）をいう。

※2：本条における動作可能であることは、系列を構成する設備・機能に加えて、排水経路が確保されている状態をいう。排水経路が確保されている状態とは、屋外で滞水が生じていない状態をいい、仮設ホースの敷設等による排水によって滞水が生じていない状態を含む。

① 地下水位低下設備については、定事検停止時に各機能を各課長が確認し、確認結果を管理個所に通知する。

② 揚水ポンプの発停頻度は1時間当たり2回程度となるように考慮されている。電源系および制御系に異常がないこと、揚水井戸の水位上昇に伴い揚水ポンプが起動することおよび揚水ポンプの運転に伴い揚水井戸の水位が低下し、水位設定値内にあることを、毎日1回、制御盤で確認する。

③ 運転上の制限の対象となる系統・機器（添付-1、2）

④ 原子炉建屋等に作用する揚圧力の低減および周辺の土木構造物等に生じる液状化影響の低減を目的とし、地下水位を一定の範囲に保持するために、運転上の制限を設定する。

1つの揚水井戸に対して揚水ポンプ1台、水位計3台および動作に必要な集水機能、支持・閉塞防止機能、排水機能、監視・制御機能・電源機能の維持が必要であり、各エリアには2つの揚水井戸があることから、2系列が動作可能であることを運転上の制限とする。

ここで、“動作可能であること”には、上記設備等の機能に加えて、海までの排水経路が確保されていることも含まれる。排水路が機能喪失した場合でも、地表面に溢れ出た地下水が敷地の形状により海まで自然流下される状態であれば、排水経路は確保される。敷地の形状により排水経路が確保できない場合には、仮設ホースの敷設等により排水経路を確保することとしており、それでも改善しない場合は、当該系列について運転上の制限を満足していないと判断する。

水位のLCOについては、AOT内に水位低下措置を完了することと設計用揚圧力以下に保持できるよう、基礎版が被圧しない状態の揚水井戸の水位であるドレーン位置より下部に設定する水位高高警報設定値を運転上の制限の設定とする。

(添付-2、3)

保安規定 第57条 条文

表57-2

項目	頻度
1. 計測制御課長は、水位計のチャンネル校正を実施する。	定事検停止時
2. 計測制御課長は、水位計設定値および模擬信号で動作することを確認する。	定事検停止時
3. 原子炉課長は、揚水ポンプの流量が375m ³ /h以上、揚程が52m以上であることを確認する。	定事検停止時

表57-3

1. 2号炉原子炉建屋・制御建屋エリア

条件	要求される措置	完了時間
A. 地下水位低下設備1系列(水位計を除く。)が動作不能の場合	<p>⑦ 要求される措置</p> <p>A1. 他の1系列が動作可能であることを確認する。 および</p> <p>A2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 および</p> <p>A3. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 および</p> <p>A4. 当該系列を動作可能な状態に復旧する。</p>	<p>速やかに</p> <p>速やかに</p> <p>19時間</p> <p>10日間</p>
B. 水位計1台が動作不能の場合	B1. 水位計を3台動作可能な状態に復旧する。	10日間
C. 水位計2台が動作不能の場合	<p>C1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 および</p> <p>C2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 および</p> <p>C3. 水位計を3台動作可能な状態に復旧する。</p>	<p>速やかに</p> <p>19時間</p> <p>10日間</p>
D. 水位計3台が動作不能の場合	<p>D1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 および</p> <p>D2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 および</p>	<p>速やかに</p> <p>19時間</p>

記載の説明

- ⑤ 地下水位低下設備の検査項目として、
- ・水位検出器性能(校正)検査
 - ・水位計設置値確認検査およびインターロック確認検査
 - ・揚水ポンプ機能検査(添付-2)
- ⑥ 運転上の制限を満足していない場合の条件として、動作不能な機器等により、要求される措置が異なることから地下水位低下設備の系列および水位計に分けて記載する。
- ⑦ 要求される措置
- A1. 地下水位低下設備の機能が維持できていることの確認として、多重化した他の1系列が動作可能であることを確認する。完了時間については、保安規定第39条(非常用炉心冷却系その1)のECCS1系列動作不能時の完了時間と同様に「速やかに」とする。
- A2. A3. 他の系列が動作可能であれば機能は維持されているが、当該系列の常設設備に期待できないことから、揚水井戸の水位が運転上の制限を満足しない場合は要求される措置を完了時間内に達成できない場合は、当該エリアの地下水位低下設備の機能が維持が不能であることから、可搬型ポンプユニットによる水位低下措置を開始・完了する。
- 完了時間は、準備が整い次第行う活動であることから「速やか」に開始し、浸透流解析から評価した各建屋の基礎版の耐震性に影響を及ぼすまでの時間(約2.5時間)の前までの、「19時間」に完了とする。(添付-2)
- A4. 当該系列を動作可能に復旧する。
完了時間については、保安規定第39条(非常用炉心冷却系その1)のECCS1系列動作不能時の完了時間と同様に「10日間」とする。
- B1. 水位計が動作可能な状態に復旧する。
完了時間については、1台が動作不能の場合、残りの2台監視・制御可能であることから、保安規定第39条(非常用炉心冷却系その1)のECCS1系列動作不能時の完了時間と同様に「10日間」とする。

備考

保安規定 第57条 条文		記載の説明		備考
	D3. 水位計1台を動作可能な状態に復旧する。 D4. 水位計3台を動作可能な状態に復旧する。	3日間 10日間		
E. 原子炉の状態が運転、起動および高温停止において、地下水位低下設備2系列が動作不能の場合または揚水井戸の水位が運転上の制限を満足しない場合または揚水井戸の水位が運転上の制限を満足しない場合	E1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 E2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 E3. 高温停止とする。 E4. 低温停止とする。	速やかに 19時間 24時間 36時間		C1., C2 水位計2台が動作不能となった場合は、残りの1台で監視・制御可能だが、これが故障した場合には当該1系列が動作不能となるため、A2及びA3と同様とする。 C3. 水位計が動作可能な状態に復旧する。 完了時間については、2台が動作不能の場合、残りの1台で監視・制御可能であることから、保安規定第39条（非常用炉心冷却系その1）のECCS1系列動作不能時の完了時間と同様に「10日間」とする。 D1., D2 水位計3台が動作不能となった場合は、監視・制御不能となるため、当該井戸の地下水位低下設備の機能維持が不能となることから、可搬型ポンプユニットによる水位低下措置を開始・完了する。 完了時間は、準備が整い次第行う活動であることから「速やかに」を開始し、浸透流解析から評価した各建屋の基礎版の耐震性に影響を及ぼすまでの時間（約25時間）の前までの、「19時間」に完了とする。（添付-2） D3. 水位計3台が動作不能の場合は、監視・制御可能な状態とするために、水位計1台を復旧する。 完了時間については、設備の復旧に最低限必要な時間である、「3日間」とする。 D4. 水位計3台を復旧する。 完了時間については、D3にて3台のうち1台は3日間で復旧し、監視・制御が可能となることから、3台の復旧時間は、保安規定第39条（非常用炉心冷却系その1）のECCS1系列動作不能時の完了時間と同様に「10日間」とする。 E1., E2. 2系列動作不能の場合、揚水井戸の水位が運転上の制限を満足しない場合または要求される措置を完了時間内に達成できない場合は、当該エリアの地下水位低下設備の機能維持が達せられないことから、可搬型ポンプユニットによる水位低下措置を開始・完了する。
F. 原子炉の状態が低温停止および燃料交換において、地下水位低下設備2系列が動作不能の場合または揚水井戸の水位が運転上の制限を満足しない場合	F1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 F2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 F3. 炉心変更を中止する。 F4. 原子炉建屋原子炉棟内で照射された燃料に係る作業を中止する。 F5. 有効燃料頂部以下の高さで原子炉圧力容器に接続している力バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する。 F6. 当該設備を復旧する。	速やかに 19時間 速やかに 速やかに 速やかに 10日間		

完了時間は、準備が整い次第行う活動であることから「速やか」に開始し、浸透流解析から評価した各建屋の基礎版の耐震性に影響を及ぼすまでの時間（約25時間）の前までの、「19時間」に完了とする。（添付-2）

E3., E4. 既存保安規定と同様

F1., F2. E1, E2と同様

F3., F4., F5. 保安規定第60条（非常用ディーゼル発電機その2）と同様の設定とする。

F6. A4と同様

2. 3号炉海水熱交換器建屋エリア

条件	要求される措置	完了時間
A. 地下水位低下設備1系列(水位計を除く。)が動作不能の場合	A1. 他の1系列が動作可能であることを確認する。 および A2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 および A3. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 および A4. 当該系列を動作可能な状態に復旧する。	速やかに 速やかに 26時間 10日間
B. 水位計1台が動作不能の場合	B1. 水位計を3台動作可能な状態に復旧する。	10日間
C. 水位計2台が動作不能の場合	C1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 および C2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 および	速やかに 26時間 10日間

3号炉海水熱交換器エリアの記載内容は1.と同様であるが、可搬ポンプユニットによる水位低下措置については、浸透流解析から評価した各建屋の基礎版の耐震性に影響を及ぼすまでの時間（約67時間）の前までの、「26時間」に完了とする。（添付-2）

保安規定 第57条 条文		記載の説明	備考
D. 水位計3台が動作不能の場合	C3. 水位計を3台動作可能な状態に復旧する。 D1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 D2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 D3. 水位計1台を動作可能な状態に復旧する。 D4. 水位計3台を動作可能な状態に復旧する。	速やかに 26時間 3日間 10日間	
E. 原子炉の状態が運転、起動および高温停止において、地下水位低下設備2系列が動作不能の場合 または揚水井戸の水位が運転上の制限を満足しない場合 または条件A～Dのいずれかの要求される措置を完了時間内に達成できない場合	E1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 E2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 E3. 高温停止とする。 E4. 低温停止とする。	速やかに 26時間 24時間 36時間	

保安規定 第57条 条文		記載の説明	備考
<p>F. 原子炉の状態が冷温停止および燃料交換において、地下水位低下設備2系列が動作不能の場合または揚水井戸の水位が運転上の制限を満した場合は、また条件A～Dのいずれかの要求される措置を完了時間内に達成できない場合</p>	<p>F1. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 および F2. 可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 および F3. 炉心変更を中止する。 および F4. 原子炉建屋原子炉棟内で照射された燃料に係る作業を中止する。 および F5. 有効燃料頂部以下の高さで原子炉圧力容器に接続している配管について、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する。 および F6. 当該設備を復旧する。</p>	<p>速やかに 26時間 速やかに 速やかに 速やかに 10日間</p>	

対象の範囲

関連箇所を赤枠にて示す

添付－1 設置変更許可申請書 添付八

10.15.3 主要設備

地下水位低下設備は、ドレーン、揚水井戸、揚水ポンプ、配管及び計測制御装置により構成される。

3. 地下水位低下設備の設計方針

3.1 地下水位低下設備の系統構成

地下水位低下設備は、原子炉建屋等に作用する揚圧力の低減及び周辺の土木構造物等に生じる液状化影響の低減を目的とし、地下水位を一定の範囲に保持するために、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第3号機海水熱交換器建屋*1エリアに設置する。

地下水位低下設備は、ドレーン、接続桝、揚水井戸、蓋、揚水ポンプ2個*2、配管、水位計3個、制御盤、電源（非常用ディーゼル発電機）、電源盤及び電路で系統を構成する。

本系統は、ドレーン及び接続桝により揚水井戸に地下水を集水し、水位計により検出した水位信号により揚水ポンプを起動し、揚水ポンプに接続された配管を通じて地下水を屋外排水路*3へ排水することで、地下水位を一定の範囲に保持する設計とする。

地下水位低下設備の配置を図3-1に、地下水位低下設備の構成を表3-1に、地下水位低下設備の系統図を図3-2に、地下水位低下設備の制御及び電源系統図を図3-3示す。

注記*1：2号機申請対象である「防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）」の支持構造物として耐震安全性を確保するため、地下水位低下設備を設置する。

*2：揚水ポンプは、地下水の最大流入量を排水可能な容量を有する設計とし、設備の信頼性向上のため100%容量のポンプを1系統当たり2個設置する。

*3：支線排水路と海へ排水するために南北に設置した幹線排水路から構成される。

O2 ⑦ M-2-1-1-別添1 R9

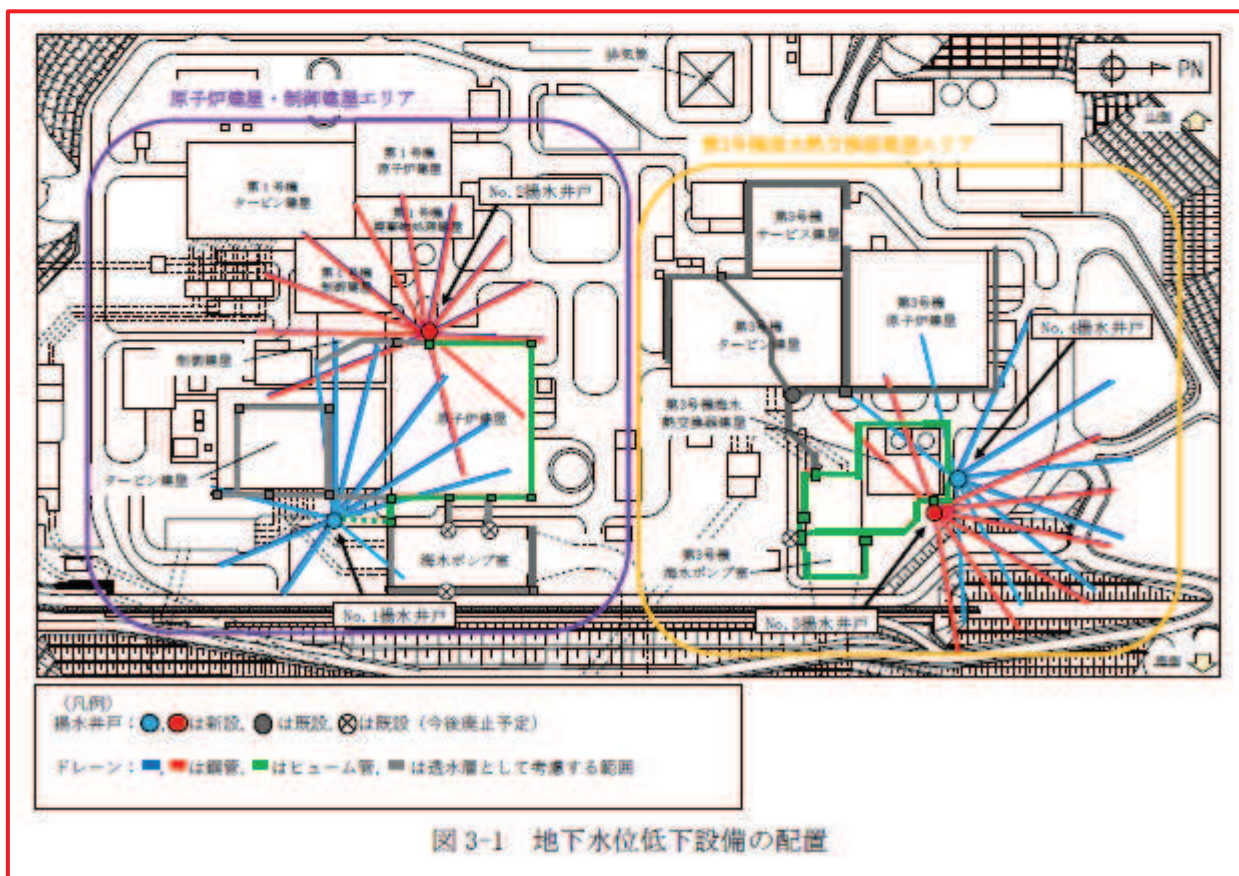
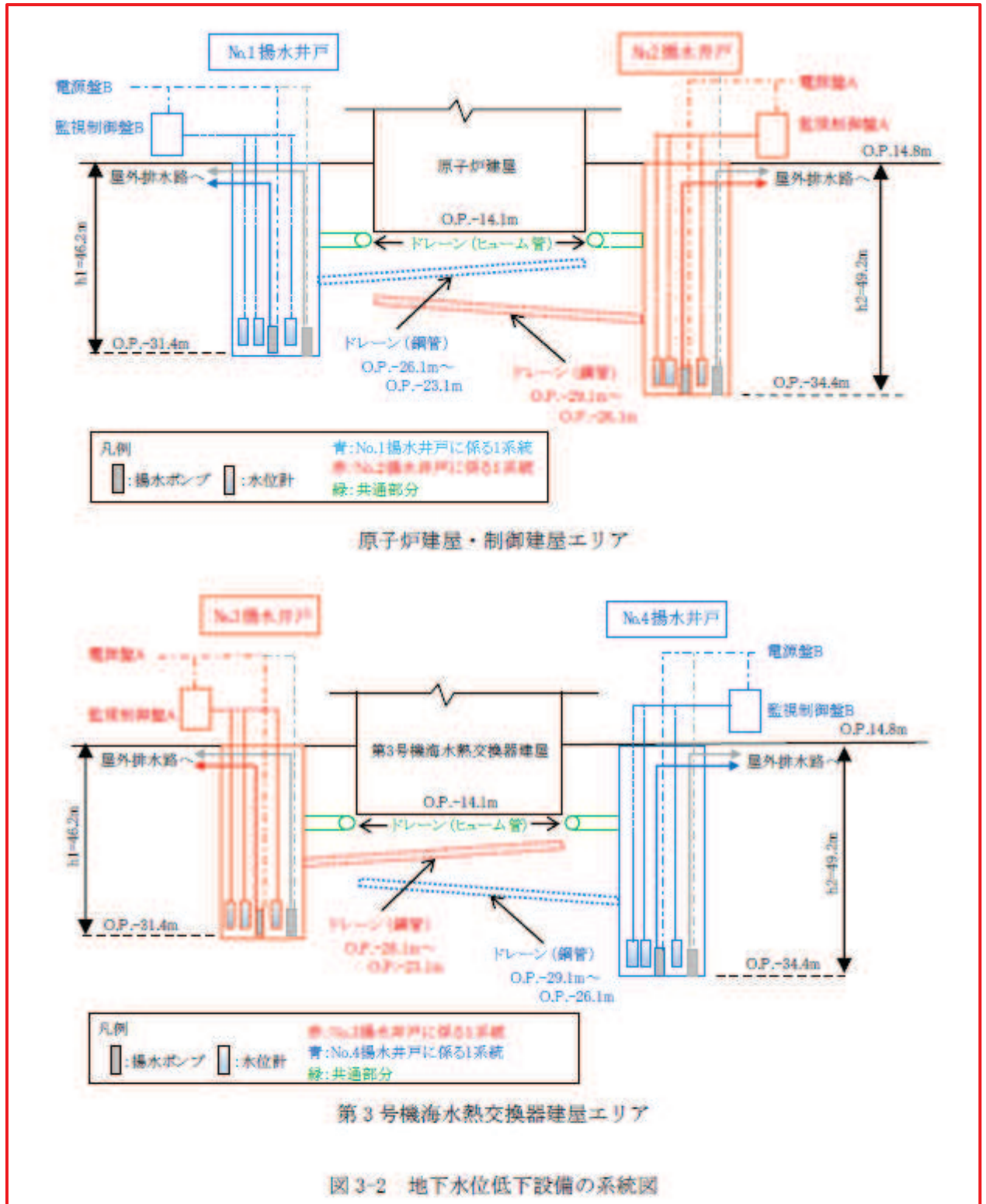
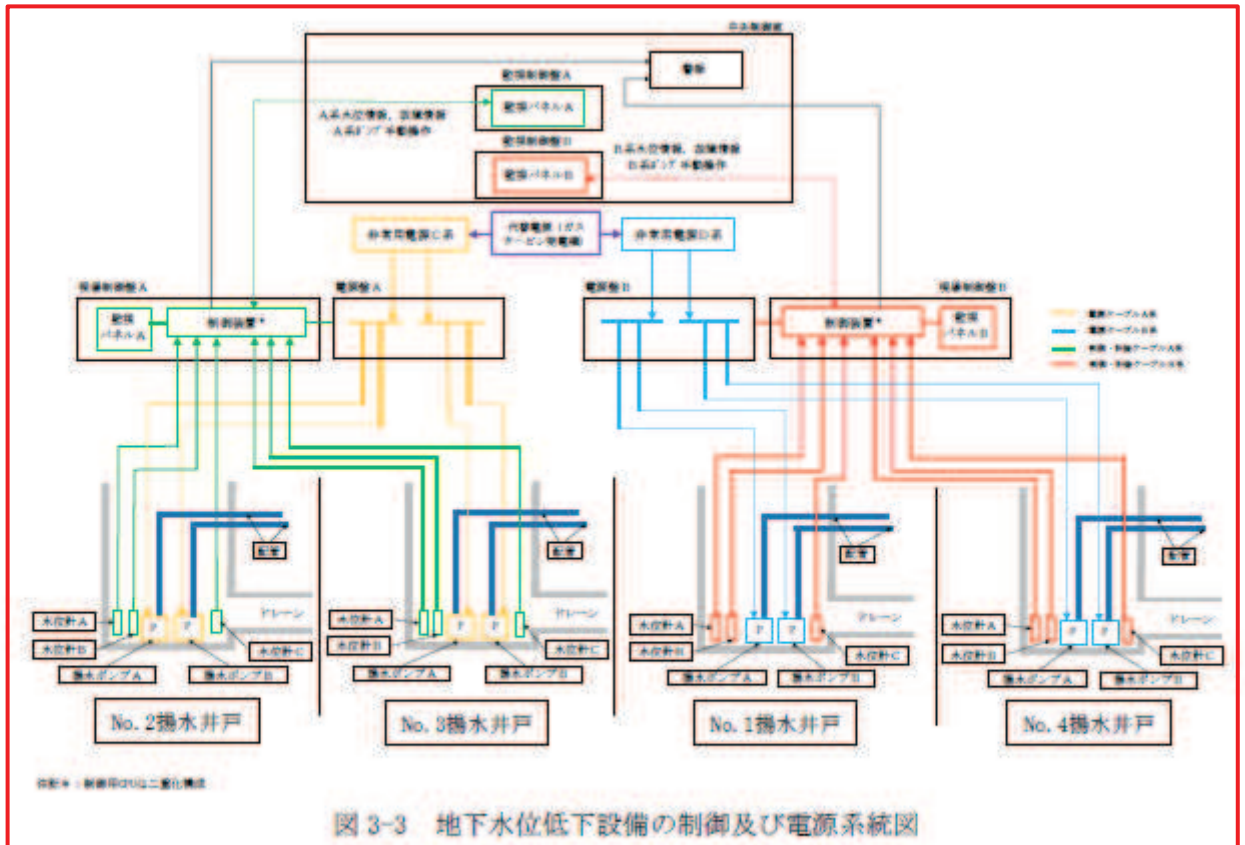


表 3-1 地下水位低下設備の構成

機能		設備構成
集水機能	・地下水を揚水井戸に集水する。	ドレーン
		接続樹
支持・閉塞防止機能	・揚水井戸内の設備を支持する。 ・揚水井戸内の設備が外部事象の影響を受けないようにする。	揚水井戸
		蓋
排水機能	・揚水井戸に流入する地下水を排水する。	揚水ポンプ
		配管
監視・制御機能	・揚水井戸の水位を測定することで揚水ポンプの起動及び停止を制御する。 ・揚水井戸水位を監視する。 ・揚水井戸水位及び設備の異常時に中央制御室に警報を発生させる。	水位計
		制御盤
電源機能	・設備に必要な電力を供給する。	電源 (非常用ディーゼル発電機)
		電源盤
		電路





3.2 耐震設計に係る方針

耐震重要度分類については、その重要度に応じたクラス分類（S、B、C）、また、それらに該当する施設が示されており、地下水位低下設備は、Sクラス設備及びBクラス設備のいずれにも該当しないため、Cクラスに分類する。

また、地下水位低下設備により地下水位を一定の範囲に保持する必要のある対象施設が、「Sクラス施設の間接支持構造物」及び「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」である原子炉建屋等のため、地下水位低下設備は基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持することを考慮する。

以上を踏まえ、地下水位低下設備の耐震重要度分類については、Cクラスに分類し、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する設計とする。

3.3 設備の信頼性に係る設計方針

地下水位低下設備の目的、機能及び要求期間を踏まえ、重要安全施設への影響に鑑み、地下水位低下設備は、原子力発電所の供用期間の全ての状態において機能維持が可能な設計とするため、「実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十二条第2項に基づき、地下水位低下設備を設置する原子炉建屋・制御建屋エリア及び第3号機海水熱交換器建屋エリアの各エリアで、多重性及び独立性を備える設計とする。

また、表 3-2 に示すとおり、原子力発電所の供用期間の全ての状態*において考慮する必要のある、外部事象等による機能喪失要因に対し、地下水位低下設備が機能維持するために必要な対策を設計に反映する。

4.3 排水機能（揚水ポンプ及び配管）

4.3.1 排水機能の設計方針

排水機能を有する機器として揚水ポンプ及び配管を設置し、揚水井戸に流入する地下水の最大流入量を排水可能な設計とする。

配管上端部には仮設ホース等を接続するための接続口を設置し、屋外排水路の排水異常により地表面での滞水が確認された場合に、揚水ポンプにより汲み上げた地下水を仮設ホース等を通じて排水可能なものとする。

また、「3.3 設備の信頼性に係る設計方針」に基づき、設計において考慮する事象を表4-9に示し、機能維持するために必要な対策を設計に反映する。

表 4-9 排水機能の設計において考慮する事象

機能	構成部位	機能喪失要因													
		単一故障	地震 (10年)	津波 (10年)	風 (10年)	地震 (10年)	津波 (10年)	洪水 (10年)	凍害 (10年)	雷害 (10年)	火山 (10年)	生物学的事象 (10年)	森林火災 (10年)	内部火災 (10年)	内部爆発 (10年)
排水機能	揚水ポンプ	●	●	○	○	●	○	○	○	○	●	●	○	○	○
	配管	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

凡例 ●：設計において考慮、○：設備設置場所において影響を受けない、◎：設備の機能・構造上より考慮不要、—：他の機能であり評価対象外

- ・揚水ポンプ及び配管は、単一故障が発生した場合においても機能を失わないよう、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第3号機海水熱交換器建屋エリアに独立した2系統を設置することで、多重性及び独立性を確保する設計とする。
- ・信頼性向上を図るため、揚水ポンプ及び配管は系統ごとに複数設置する。
- ・揚水ポンプ及び配管は竜巻による飛来物に対して、支持・閉塞防止機能において揚水井戸に蓋を設置することにより影響が及ばないようにする。
- ・揚水ポンプは落雷に対して、監視・制御機能において制御盤への保安器の設置及び保護範囲内へ避雷針を設置することにより影響が及ばないようにする。
- ・揚水ポンプは火山灰の侵入に対して、支持・閉塞防止機能において揚水井戸に蓋を設置することにより影響が及ばないようにする。

4.3.2 排水機能の設計仕様

(1) 設備仕様

「4.3.1 排水機能の設計方針」を踏まえた揚水ポンプの仕様を表4-10、配管の仕様を表4-11、揚水ポンプの構造図を図4-7、配管図を図4-8に示す。

表 4-10 揚水ポンプの仕様

容 量	m ³ /h/個	375 以上
揚 程	m	52 以上
原動機出力	kW/個	110
個 数	—	8

(2) 設備仕様の設定根拠

a. 揚水ポンプ容量

揚水ポンプは、揚水井戸に流入する地下水の最大流入量を排水可能な能力を有するものとする。各エリアの揚水井戸への最大流入量を以下に示す。

- ・原子炉建屋・制御建屋エリア：8078m³/d
- ・第3号機海水熱交換器建屋エリア：7046m³/d

揚水ポンプの容量は、上記の揚水井戸への最大流入量を上回る 375m³/h/個 (9000m³/d/個) とする。

b. 揚水ポンプ揚程

揚水ポンプの揚程は、揚水ポンプ据付位置から排水先までの液位差と配管及び弁類の圧力損失の合計を上回るものとする。揚水井戸の必要揚程を以下に示す。

- ・No.1 揚水ポンプ据付位置～放水先 (0. P. -29. 40～0. P. 14. 80)
- ・No.2 揚水ポンプ据付位置～放水先 (0. P. -32. 40～0. P. 14. 80)
- ・No.3 揚水ポンプ据付位置～放水先 (0. P. -29. 40～0. P. 14. 80)
- ・No.4 揚水ポンプ据付位置～放水先 (0. P. -32. 40～0. P. 14. 80)

液位差最大 (No. 2 揚水井戸及び No. 4 揚水井戸)

No. 2 揚水井戸及び No. 4 揚水井戸の配管及び弁類の圧力損失
合計

147. 20m



揚水ポンプの揚程は、必要揚程を上回る 52m以上とする。

なお、屋外排水路の排水異常により地表面での滞水が確認された場合は、各揚水井戸の配管上端部に設置した接続口から屋外排水路のうち基準地震動 S s に対して機能維持する敷地側集水ピットまで、揚水ポンプにより汲み上げた地下水を仮設ホース等を通じて排水可能なものとする。

c. 揚水ポンプ個数

揚水ポンプは、設備の信頼性向上のため 100%容量のポンプを 1系統当たり 2 個設置することとし、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第3号機海水熱交換器建屋エリアにそれぞれ 4 個、合計 8 個を設置する。

4.4.2 監視・制御機能の設計仕様

(1) 設備仕様

「4.4.1 監視・制御機能の設計方針」を踏まえた具体的な設計を以下に示す。

- ・水位計は、1系統に対し3個、制御盤は現場及び中央制御室に設置する構成とする。
- ・揚水井戸の水位制御は、水位計からの信号により自動的に水位制御を行う設計とし、1系統に対し2 out of 3 論理で信頼性の向上を図る。
- ・揚水井戸の水位監視は、現場及び中央制御室に設置した制御盤から監視可能な設計とし、警報を各揚水井戸に3個設置される水位計の水位信号のうち1つでも設定値に達した場合に発生させる設計とする。

上記の1系統を構成する水位計・制御盤は、同一エリアの別の系統を構成する水位計・制御盤に対して物理的に分離する設計とする。

a. 水位計

水位計は、1系統に対し3個設置する。

水位計の仕様を表 4-13、水位計の構造図を図 4-9 に示す。

b. 水位制御

揚水井戸の水位制御は、水位計からの信号により揚水ポンプを自動起動・停止することで水位制御を行う設計とする。揚水ポンプは1個で揚水井戸に流入する地下水量を排水可能な能力を有していることから、自動起動する揚水ポンプは1個とする。

揚水ポンプの故障等による通常の水位制御範囲を逸脱した場合を考慮し、「水位高」になった場合は、地下水位を低下させるために揚水ポンプを自動で切替える。また、「水位低」になった場合は通常の水位制御範囲のバックアップとして揚水ポンプを停止させる設計とする。

なお、揚水ポンプは通常 2 out of 3 論理により制御されるが、水位計が1個又は2個故障した場合でも制御可能な設計とする。

c. 水位監視

揚水井戸の水位は、水位計からの電気信号を水位に変換し、現場及び中央制御室に設置した制御盤から監視可能な設計とする。計測した水位は中央制御室に指示し、記録及び保存可能な設計とする。

揚水ポンプの故障等による通常の水位制御範囲を逸脱した水位の変動を検知するため、「水位高」及び「水位低」の警報を中央制御室に発生させる設計とする。

「水位高」より更に水位が上昇し、ドレーン（鋼管）による集水が不可となる前に異常を検知するため、「水位高高」の警報を中央制御室に発生させる設計とする。また、電源喪失時や揚水ポンプ故障時（過負荷）に警報を中央制御室に発生させる。

なお、「水位高高」の警報は地下水位を設計用揚圧力以下に保つため、代替措置として可搬ポンプユニットによる排水を開始できるように運転上の制限逸脱の判断に用いる。

計測範囲、揚水ポンプ制御の概要図を図 4-10 に示す。

4.5.2 電源機能の設計仕様

(1) 設備仕様

「4.4.1 電源機能の設計方針」を踏まえた電源盤の仕様を表 4-15 に示す。また、地下水位低下設備の電源構成を図 4-11 に示す。

電源盤は揚水井戸ごとに運転する揚水ポンプの選択、切替等が可能な回路構成とする。

表 4-15 電源盤の仕様

容量	kVA	296
個数	—	2

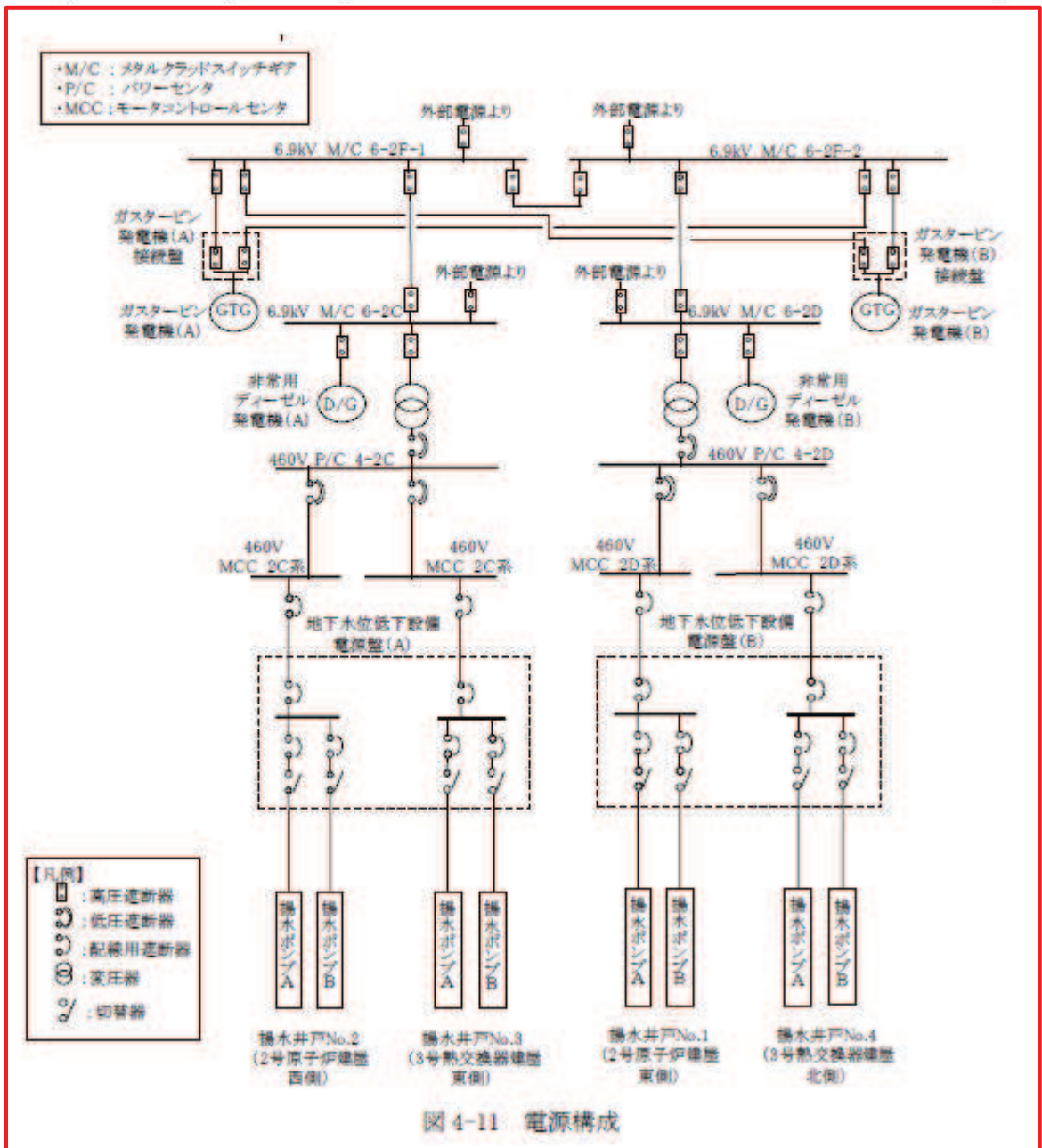


図 4-11 電源構成

6.3 地下水位低下設備の復旧措置に係る可搬ポンプユニットの配備数の妥当性確認

可搬ポンプユニットの配備数の妥当性として、各エリアの全ての地下水位低下設備が同時に機能喪失した場合においても、各建屋に作用する平均揚圧力に対応する水位が設計用揚圧力*に対応する水位に到達するまでの時間（以下「到達時間」という。）内に、計画している可搬ポンプユニットの配備数（2 個）により各エリアの水位低下措置を完了できることを確認する。具体的には、以下の評価を実施する。

- ・ 3次元浸透流解析を用いて、地下水位低下設備が機能喪失した際の到達時間について、早期に設計用揚圧力に到達するエリア側を到達時間（X1）、もう一方のエリア側を到達時間（X2）として算出する。
- ・ 体制構築から可搬ポンプユニットの設置及び水位低下開始までの時間（以下「水位低下措置完了時間」という。）を保守的に評価するため、発電所外から参集した最小限の要員が2つのエリアを順次対応する場合における時間を算出する。
- ・ 早期に設計用揚圧力に到達するエリア側における水位低下措置完了時間を $\alpha 1$ 、その後対応するもう一方のエリアの水位低下措置完了時間を $\alpha 2$ として算出する。
- ・ 到達時間と水位低下措置完了までの時間が、「 $X1 > \alpha 1$ 」及び「 $X2 > \alpha 2$ 」となることを評価し、可搬ポンプユニットの配備数妥当性を確認する。

注記*：地下水位低下設備の機能喪失による影響は、建物・構築物へ作用する揚圧力の上昇（基礎版の耐震性に影響）、周辺地盤の液状化に伴う施設へ作用する土圧等の変化（躯体の耐震性に影響）、周辺地盤の液状化に伴う地下構造物の浮上り（躯体の安定性に影響）と段階的に生じることから、早期に現れる揚圧力影響に着目する。

6.3.1 到達時間（X1）、（X2）の評価

設計用地下水位の検討に用いた水位上昇評価モデルを用いて、地下水位低下設備が機能喪失した状態からの地下水位分布の経時変化と到達時間を非定常解析により確認する。

到達時間の評価結果を図6-2に、設計用揚圧力に到達するまでの地下水の挙動について図6-3に示す。早期に設計用揚圧力に到達する原子炉建屋の到達時間（X1）が約25時間、第3号機海水熱交換器建屋の到達時間（X2）が約67時間であることを確認した。

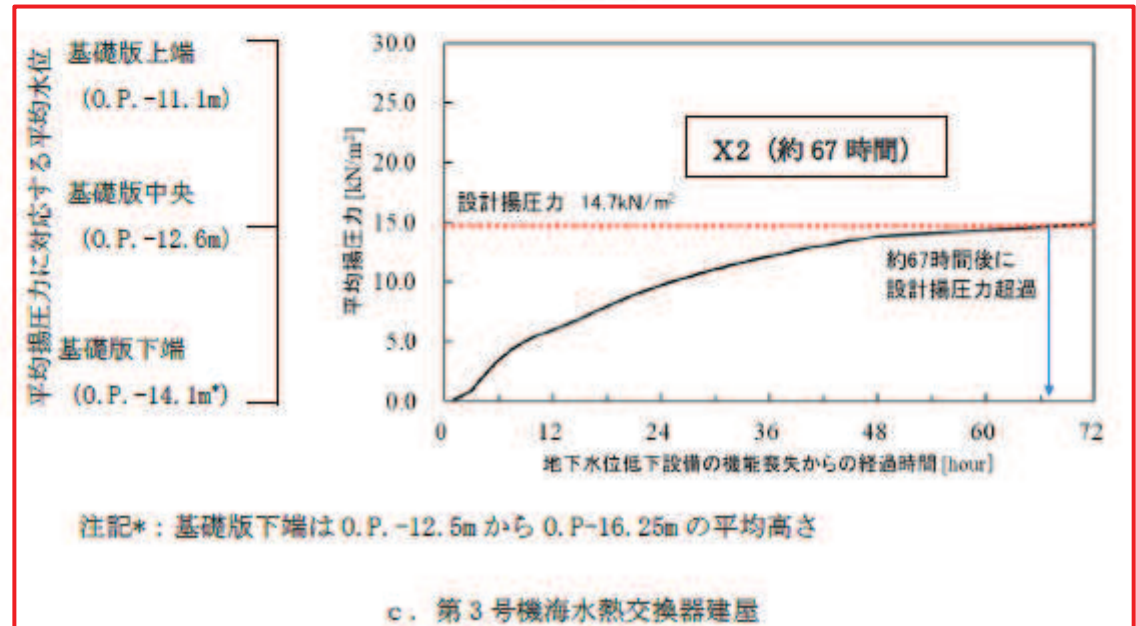
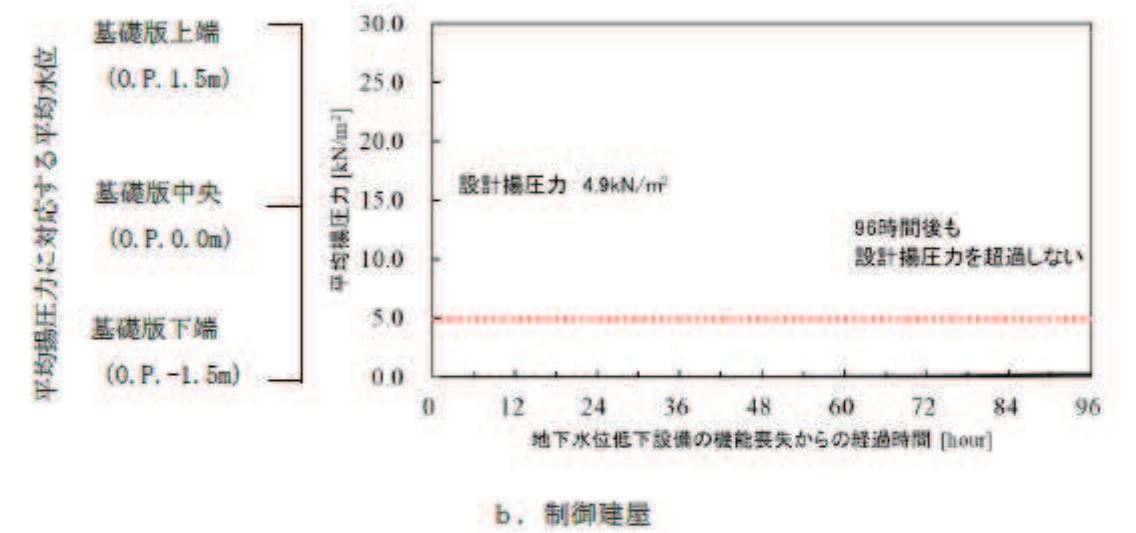
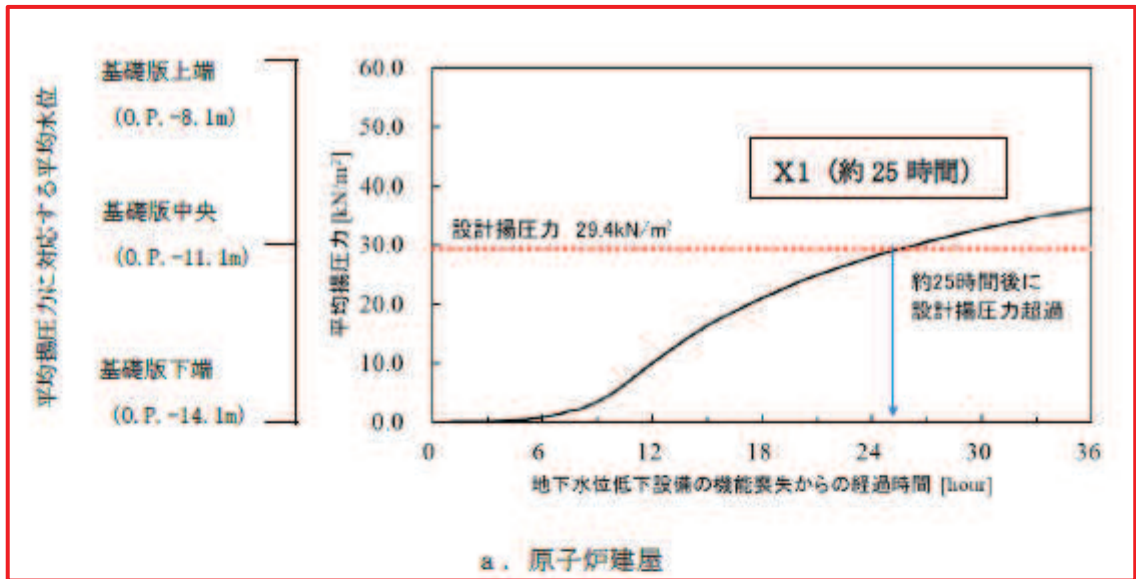


図6-2 地下水位低下設備機能喪失後の到達時間 (X1 及び X2)

6.3.2 水位低下措置完了時間 ($\alpha 1$), ($\alpha 2$) の評価

地下水位低下設備が機能喪失した後の、可搬ポンプユニット2個による水位低下措置完了までの時間について図6-4、措置時間算出にあたっての考え方を表6-2に示す。

なお、平日勤務時間帯は、発電所内の要員で対応するため、より短時間で水位低下措置を完了することが可能となる。

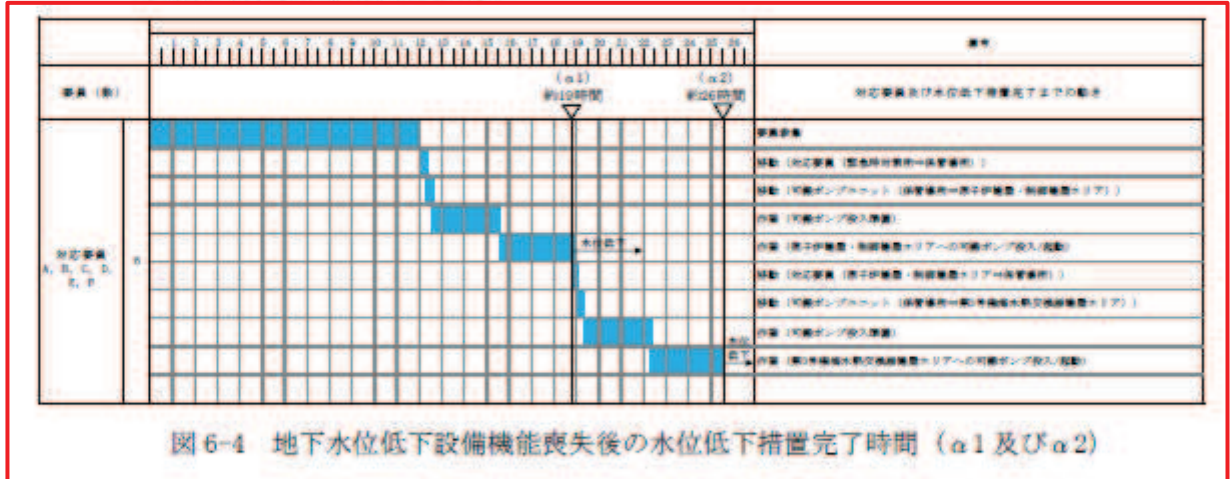


図 6-4 地下水位低下設備機能喪失後の水位低下措置完了時間 ($\alpha 1$ 及び $\alpha 2$)

表 6-2 措置時間算出にあたっての考え方

No.	対応項目	措置時間 (分)	考え方
1	要員参集	720	石巻市・女川町から発電所まで、悪天候時の影響を考慮した歩行速度、準備及び休憩時間を加味して設定
2	移動(対応要員(緊急時対策所⇒保管場所))	20	緊急時対策所から保管場所(約1km)を徒歩移動した場合の時間を1.5倍し余裕を設定
3	移動(可搬ポンプユニット(保管場所⇒原子炉建屋・制御建屋エリア))	15	保管場所から原子炉建屋近傍までの移動時間を1.5倍し余裕を設定
4	作業(可搬ポンプ投入準備)	180	資機材荷降ろし・展開及び揚水井戸開放作業の想定時間を1.5倍し余裕を設定
5	作業(原子炉建屋・制御建屋エリアへの可搬ポンプ投入/起動)	195	揚水井戸への可搬ポンプ投入及びホース展開作業の想定時間を1.5倍し余裕を設定
6	移動(対応要員(原子炉建屋・制御建屋エリア⇒保管場所))	15	No. 3 と同様
7	移動(可搬ポンプユニット(保管場所⇒第3号機海水熱交換器建屋エリア))	15	No. 3 と同様
8	作業(可搬ポンプ投入準備)	180	No. 4 と同様
9	作業(第3号機海水熱交換器建屋エリアへの可搬ポンプ投入/起動)	195	No. 5 と同様

6.3.3 可搬ポンプユニットの配備数の妥当性確認結果

地下水位低下設備の機能喪失後、原子炉建屋・制御建屋エリアの水位低下措置完了時間（ $\alpha 1$ ）は約 19 時間であり、到達時間（X1）の範囲内で対応可能であることを確認した。また、第 3 号機海水熱交換器建屋エリアの水位低下措置完了時間（ $\alpha 2$ ）は約 26 時間であり、到達時間（X2）の範囲内で排水開始が可能であることを確認した。なお、重大事故等が発生し、更に放射性物質拡散抑制対応（シルトフェンス設置）が必要となった場合、当該対応に要する時間（約 190 分）を考慮しても、原子炉建屋・制御建屋エリアの水位低下措置完了時間約 22 時間、第 3 号機海水熱交換器建屋エリアの水位低下措置完了時間は約 29 時間であり、到達時間の範囲内で排水開始が可能であることを確認した。

以上のことから、可搬ポンプユニットの配備数が 2 個で妥当であることを確認した。

6.4 屋外排水路の排水異常時の措置

地下水位低下設備で汲み上げた地下水は、支線排水路、敷地の北側及び南側に設置した幹線排水路から構成される屋外排水路を通じて海へ排水される。

地震時においては、各揚水井戸配管出口から屋外排水路のうち基準地震動 S_s に対して機能維持する敷地側集水ピットまでの排水経路の状態を確認する。屋外排水路の排水異常により地表面での滞水が確認された場合は、当該揚水井戸の揚水ポンプを停止し、揚水井戸内の配管上端部に設置した接続口に仮設ホース等を接続することで排水経路を構成し、揚水ポンプを復旧する。

各揚水井戸において必要となるホース長を表 6-3 に示し、各揚水井戸から敷地側集水ピットまで排水するために必要な資機材として仮設ホース（1000m）を配備する。

表 6-3 必要となる仮設ホース長

排水経路	ホース長*
No. 1 揚水井戸～敷地側集水ピット（南側）	150m
No. 2 揚水井戸～敷地側集水ピット（南側）	650m
No. 3 揚水井戸～敷地側集水ピット（北側）	100m
No. 4 揚水井戸～敷地側集水ピット（北側）	100m
合計	1000m

注記*：各揚水井戸から敷地側集水ピットまで仮設ホースを敷設した場合に最長となるホース長を示す。

7. 運用管理・保守管理

地下水位低下設備の運用管理については、原子炉施設保安規定（以下「保安規定」という。）において運転上の制限（以下「LCO」という。）を設定するとともに、地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に的確かつ柔軟に対処できるように、地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に係る資機材を配備し、手順書及び必要な体制を整備し、教育及び訓練を実施することを保安規定に定めた上で社内規定に定める。

保守管理については、保全計画の策定において、他の運転上の制限を設定する設備と同様に「予防保全」の対象と位置付け管理する。また、地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に係る資機材は、社内規定に点検頻度等を定め、適切に維持管理する。

7.1 運用管理の方針

地下水位低下設備は、保安規定において LCO, LCO を満足していない場合に要求される措置及び要求される措置の完了時間（以下「AOT」という。）を設定する。工事計画認可段階における詳細設計で信頼性向上を図っているが、地下水位を一定の範囲に保持できない場合又はそのおそれがある場合には、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始するとともに、原子炉を停止する。

屋外排水路の排水異常により、地表面での滞水が確認された場合は、仮設ホース等の対応を行い、排水経路の確保を行う。

また、地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に的確かつ柔軟に対処できるように、地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に係る資機材の配備、手順書及び体制の整備並びに教育訓練の実施方針を自然災害発生時等の体制の整備及び重大事故等発生時の体制の整備として保安規定に定めた上で、具体的な実施要領を社内規定に定める。

7.1.1 地下水位低下設備の LCO 設定方針

地下水位低下設備は、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第3号機海水熱交換器建屋エリアにそれぞれに機能が要求されることから、各エリア個別に LCO を設定する。また、本設備は全ての原子炉の状態において機能が要求されることから、LCO も全ての原子炉の状態に対して適用する。

次に、図 3-2 において地下水位を一定の範囲に保持するために必要な機能及び機器を「1 系統」としており、これを LCO 設定方針における「1 系列」と位置付ける。LCO は個別の機能及び機器ごとに設定するのではなく、系列の中で管理する。機器に異常が発生し、当該系列の機能が喪失すると判断した場合に動作不能と判断し、LCO 逸脱時に要求される措置を講じる。これは、ポンプ、流路等を構成する設備を含めて系列の中で管理する既存の設計基準事故対処設備と同様の考え方である。地下水位低下設備 1 系列の各構成要素に対する LCO 設定上の考え方を表 7-1 に示す。

また、揚水ポンプが稼働している状態において何らかの要因により排水機能に影響が生じ、揚水井戸の水位が上昇した場合においても水位低下措置を速やかに開始するよう、揚水井戸の水位に対しても LCO を設定する。

水位の LCO については、AOT 内に水位低下措置を完了することで設計用揚圧力以下に保持できるよう、基礎版が被圧しない状態の揚水井戸の水位であるドレーン（鋼管）位置（「6.3.1 到達時間（X1）、（X2）の評価」における初期条件に相当）より下部に設定する水位高高警報設定値を判断基準とする。

地下水位低下設備の LCO 設定例を表 7-2 に示す。具体的な LCO は今後保安規定に定める。

表 7-1 地下水位低下設備 1 系列の各構成要素に対する LCO 設定上の考え方

機能	設備構成	LCO 設定上の考え方
集水機能	・ドレーン ・接続柵	地下水位低下設備 1 系列の中で管理する。
支持・閉塞 防止機能	・揚水井戸 ・蓋	地下水位低下設備 1 系列の中で管理する。
排水機能	・揚水ポンプ ・配管	揚水ポンプ 1 台と付随する配管を地下水位低下設備 1 系列の中で管理する。
監視・制御 機能	・水位計	水位計 3 台を地下水位低下設備 1 系列の中で管理する。 なお、水位計 1 台でも監視・制御は可能であることを踏まえ、故障台数に応じた措置を定める。
	・制御盤	地下水位低下設備 1 系列の中で管理する。
電源機能	・電源（非常用ディーゼル発電機） ・電源盤 ・電路	地下水位低下設備 1 系列の中で管理する。 なお、非常用ディーゼル発電機は個別に LCO が設定されているが、地下水位低下設備固有の措置である水位低下措置を実施するために、非常用ディーゼル発電機の LCO 逸脱時には、地下水位低下設備の LCO 逸脱も判断する。

表 7-2 地下水位低下設備の LCO 設定例

項 目		運転上の制限
原子炉建屋 ・制御建屋エリア (No. 1 及び No. 2 揚水井戸)	地下水位低下設備	2 系列動作可能であること
	水位	水位高高警報設定値未満
第 3 号機海水熱交換器 建屋エリア (No. 3 及び No. 4 揚水井戸)	地下水位低下設備	2 系列動作可能であること
	水位	水位高高警報設定値未満

7.1.2 地下水位低下設備の LCO 逸脱時に要求される措置の設定方針

(1) 地下水位低下設備の動作不能による LCO 逸脱時に要求される措置

地下水位低下設備 1 系列に 100%容量の揚水ポンプを 2 台設置するため、揚水ポンプを例に LCO 逸脱時に要求される措置を示す。

揚水ポンプが 1 系列動作不能となった場合、残りの 1 系列について動作可能であることの確認及び可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始する。残りの 1 系列が動作可能である場合、地下水位は設計用揚圧力以下に保たれる。揚水ポンプが 1 系列動作不能となった場合の地下水位の挙動について図 7-1 に示す。

可搬ポンプユニットによる水位低下措置については、速やかに開始し、かつ α 時間*以内に完了するよう AOT を設定する。これにより 2 系列の揚水井戸から排水できる状態を確保した上で、予備品への交換による当該系列の復旧を図る。復旧に係る AOT は、LCO 逸脱から水位低下措置完了までに要する時間及び設備の復旧に最低限必要な時間を確保するとともに、非常用炉心冷却系等との整合性を踏まえ設定する。

上記で要求される措置を AOT 内で達成できない場合又は 2 系列動作不能の場合には、原子炉の状態が運転、起動及び高温停止においては、原子炉を冷温停止させるとともに、冷温停止後も地下水位低下設備の機能が要求されることから、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始した上で、 α 時間*以内に完了させる。

原子炉の状態が冷温停止及び燃料交換においては、炉心変更及び照射された燃料に係る作業の中止並びに有効燃料頂部以下の高さで原子炉圧力容器に接続している配管の原子炉圧力容器バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する措置を講じるとともに、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始した上で、 α 時間*以内に完了させる。

また、可搬ポンプユニットによる水位低下措置完了時間については、従前より AOT は通常運転状態を前提としていることを踏まえ、放射性物質拡散抑制対応が無い場合の時間を AOT として設定する。なお、重大事故等が発生し、更に放射性物質拡散抑制対応（シルトフェンス設置）が必要となった場合においても設計用揚圧力に到達する前に可搬ポンプユニットによる排水開始が可能である。

故障する揚水ポンプの組み合わせに応じ、地下水位低下設備の LCO 逸脱時に要求される措置の例を表 7-3 に示す。具体的な要求される措置は今後保安規定に定める。

注記*：浸透流解析から評価した到達時間前に、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第 3 号機海水熱交換器建屋エリアの水位低下措置を確実に完了できるように、水位低下措置完了時間の評価結果を踏まえ、両エリアそれぞれに設定する。

表 7-3 地下水位低下設備の LCO 逸脱時に要求される措置の例
 (原子炉建屋・制御建屋エリアの場合*)

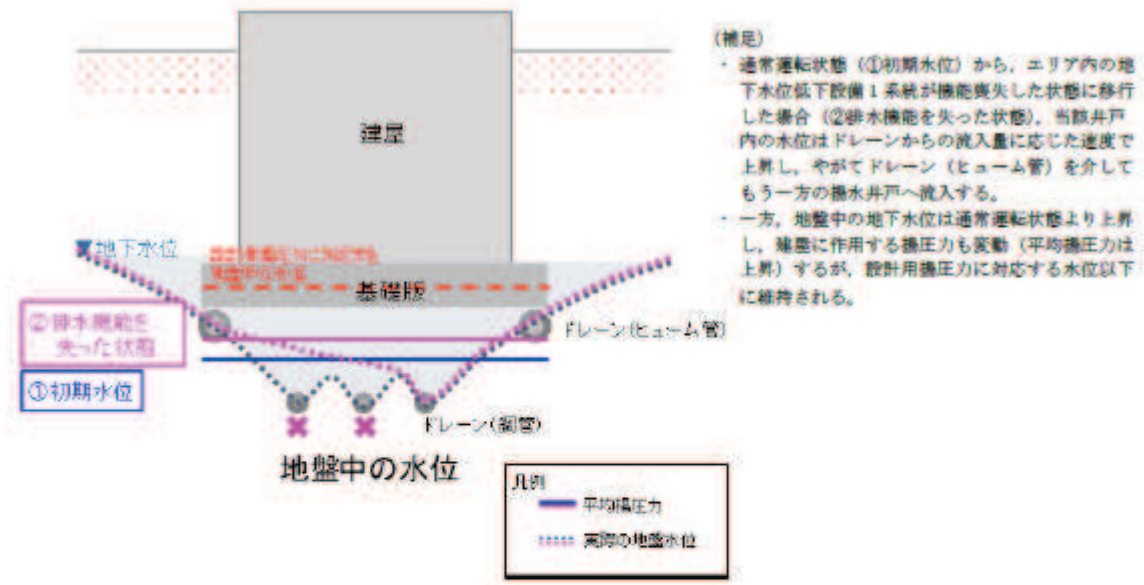
	1系列 (No.1機水井戸)		1系列 (No.2機水井戸)		LCO	要求される措置**	AOT
	ポンプA	ポンプB	ポンプA	ポンプB			
①	×	○	○	○	満足	/	/
②	○	○	×	○			
③	×	○	×	○			
④	×	×	○	○	1系列 動作不能**	・他の1系列が動作可能であることを確認する。 ・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 及び ・当該系列を動作可能な状態に戻す。	・速やかに 及び ・速やかに
⑤	○	○	×	×			・19時間**
⑥	×	×	×	○			・10日間
⑦	○	×	×	×			
⑧	×	×	×	×	2系列 動作不能	・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 及び ・高圧停止とする。 及び ・冷温停止とする。	・速やかに ・19時間** ・24時間 ・36時間

注記*1：第3号機海水熱交換器建屋エリアも同様に設定する。

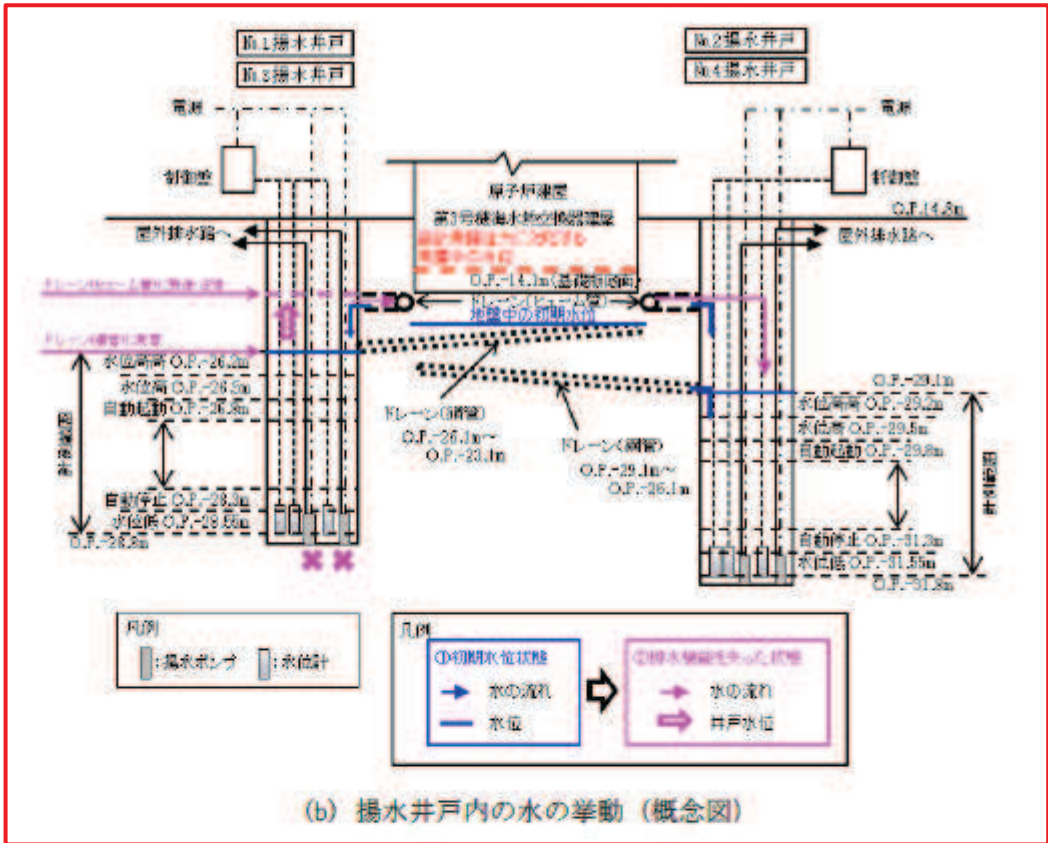
*2：水位計のみ故障している場合は、表7-4により対応する。

*3：1系列動作不能時に要求される措置を AOT 内に達成できない場合、2系列動作不能時に要求される措置へ移行し、プラントを停止する。また、排水経路が確保されない場合は仮設ホース等の対応を行い、それでも排水経路が確保できない場合は1系列動作不能と判断する。

*4：第3号機海水熱交換器建屋エリアの場合、「可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。」措置の AOT は26時間とする。



(a) 地盤中の地下水の挙動 (概念図)



(b) 揚水井戸内の水の挙動 (概念図)

図 7-1 揚水ポンプが 1 系列動作不能となった場合の地下水位の挙動について

O.2 ⑦ VI-2-1-1-別添 1 R.7

(2) 水位計の動作不能による LCO 逸脱時に要求される措置

地下水位低下設備 1 系列に 3 台設置する水位計のうち、1 台又は 2 台動作不能となった場合でも、残りの水位計で監視・制御可能な設計だが、設計上の設置台数を満足しない状態であるため、LCO 逸脱と判断し、予備品への交換による復旧を図る。

水位計 1 台が動作不能となった場合、残りの 2 台で監視・制御可能であり、復旧に係る AOT は、地下水位低下設備 2 系列により監視・制御及び排水が可能な状態を維持していることを踏まえて設定する。要求される措置を AOT 内に達成できない場合は、水位計 2 台が動作不能となった場合に要求される措置に移行する。

水位計 2 台が動作不能となった場合、残りの 1 台で監視・制御可能だが、これが故障した場合には当該 1 系列が監視・制御不能となるため、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始し更なる排水機能確保した上で、予備品への交換による復旧を図る。要求される措置を AOT 内に達成できない場合は、2 系列動作不能時に要求される措置へ移行し、原子炉を冷温停止する。

水位計 3 台が動作不能となった場合は監視・制御不能となるため、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始し、 α 時間*以内に完了させた上で、LCO 逸脱から水位低下措置完了までに要する時間と設備の復旧に最低限必要な時間内に水位計 1 台を復旧し、監視・制御可能な状態とした上で、水位計 3 台動作可能な状態に復旧する。要求される措置を AOT 内に達成できない場合は、2 系列動作不能時に要求される措置へ移行し、原子炉を冷温停止する。

動作可能な水位計の台数に応じた LCO 逸脱時に要求される措置の例を表 7-4 に示す。具体的な要求される措置は今後保安規定に定める。

注記*：浸透流解析から評価した到達時間前に、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第 3 号機海水熱交換器建屋エリアの水位低下措置を確実に完了できるように、水位低下措置完了時間の評価結果を踏まえ、両エリアそれぞれに設定する。

表 7-4 動作可能な水位計の台数に応じた LCO 逸脱時に要求される措置の例
 (原子炉建屋・制御建屋エリアの場合*)

	動作可能な台数	LCO	要求される措置	AOT
①	3台	満足		
②	2台	逸脱*2 (1台動作不能)	・水位計を3台動作可能な状態に復旧する。	・10日間
③	1台	逸脱*3 (2台動作不能)	・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 及び ・水位計を3台動作可能な状態に復旧する。	・速やかに ・19時間*4 ・10日間
④	0台	逸脱*3 (3台動作不能)	・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 及び ・水位計を1台動作可能な状態に復旧する。 及び ・水位計を3台動作可能な状態に復旧する。	・速やかに ・19時間*4 ・3日間 ・10日間

注記*1：第3号機海水熱交換器建屋エリアも同様に設定する。

*2：要求される措置を AOT 内に達成できない場合、水位計 2 台動作不能時に要求される措置へ移行し、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を実施する。

*3：要求される措置を AOT 内に達成できない場合、2 系列動作不能時に要求される措置へ移行し、プラントを停止する。

*4：第3号機海水熱交換器建屋エリアの場合、「可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。」措置の AOT は 26 時間とする。

(3) 揚水井戸の水位の LCO 逸脱時に要求される措置

揚水井戸の水位高信号による揚水ポンプ切り替え後も水位上昇が継続する場合、切り替え後の揚水ポンプ等の設備故障又は揚水ポンプ容量を超える流入が生じている可能性がある。設備故障が原因であることが明らかな場合は、揚水ポンプ又は水位計の動作不能による LCO 逸脱として判断可能だが、設備としての動作不能を判断できない場合又は想定を超える流入が生じた場合でも、水位により異常を確実に検知して、設計用揚圧力以下に保持するための措置を講じられるよう、水位高高警報設定値を LCO の判断基準とする。

1 系列のみ揚水井戸の水位が制限値に到達し、さらに水位が上昇し続けた場合の水位挙動は図 7-1 に示す揚水ポンプが 1 系列動作不能となった場合と同様である。よって、もう 1 系列の揚水井戸の水位が制限値を満足していることが確認できれば、地下水位は設計用揚圧力以下に保たれる。

しかし、水位上昇の原因が設備故障によるものと判断できない場合は、設計上考慮していない事態が発生している可能性があることから、原子炉の状態が運転、起動及び高温停止においては、原子炉を冷温停止させるとともに、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始した上で、 α 時間*以内に完了させる。

原子炉の状態が冷温停止及び燃料交換においては、炉心変更及び照射された燃料に係る作業の中止並びに有効燃料頂部以下の高さで原子炉圧力容器に接続している配管の原子炉

圧力容器バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する措置を講じるとともに、可搬ポンプユニットによる水位低下措置を速やかに開始した上で、 α 時間*以内に完了させる。揚水井戸の水位に応じた LCO 逸脱時に要求される措置の例を表 7-5 に示す。具体的な要求される措置は今後保安規定に定める。

注記*：浸透流解析から評価した到達時間前に、原子炉建屋・制御建屋エリア及び第3号機海水熱交換器建屋エリアの水位低下措置を確実に完了できるように、水位低下措置完了時間の評価結果を踏まえ、両エリアそれぞれに設定する。

表 7-5 揚水井戸の水位に応じた LCO 逸脱時に要求される措置の例
 (原子炉建屋・制御建屋エリアの場合*)

	No.1揚水井戸の水位	No.2揚水井戸の水位	LCO	要求される措置*2	AOT
①	水位高高警報設定値未満	水位高高警報設定値未満	満足		
②	水位高高警報設定値以上	水位高高警報設定値未満	逸脱	・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。及び ・可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。及び	・速やかに ・19時間*3
③	水位高高警報設定値未満	水位高高警報設定値以上		・高圧停止とする。及び	・24時間
④	水位高高警報設定値以上	水位高高警報設定値以上		・冷温停止とする。	・36時間

注記*1：第3号機海水熱交換器建屋エリアも同様に設定する。

*2：表 7-3 により対応している場合を除く。

*3：第3号機海水熱交換器建屋エリアの場合、「可搬ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。」措置の AOT は 26 時間とする。

7.1.3 サーベイランスの実施方針

揚水ポンプ自動運転の設定値は、揚水ポンプの発停頻度が1時間当たり2回程度になるよう考慮されている。したがって、運転上の制限を満足していることを確認するために、電源系及び制御系に異常がないこと、揚水井戸の水位上昇に伴い揚水ポンプが起動すること及び揚水ポンプの運転に伴い揚水井戸の水位が低下していることを、毎日1回、制御盤で確認し、LCOに関する点検結果の記録として保存する。なお、毎日1回の確認頻度は、異常の有無を常時監視している設備である計測及び制御設備を参考に設定している。

地下水位低下設備は今後新たに設置する設備であることから、運用開始後の運転実績を踏まえて、サーベイランスの実施方法及び頻度は適時適切に見直していく。

7.2 保守管理の方針

保全計画の策定では、原子炉施設保安規定において地下水位低下設備に LCO を設定することから、他の LCO 設定設備と同様に、地下水位低下設備を「予防保全」の対象と位置付け管理するとともに、各エリアにおける全ての揚水井戸の機能喪失及び屋外排水路の排水異常が発生しても、各エリアの排水機能の維持を可能とするため、「6. 地下水位低下設備の復旧措置及び屋外排水路の排水異常時の措置に必要な資機材の検討」を踏まえ、必要な資機材を配備する。

7.2.1 地下水位低下設備の具体的な試験又は検査

地下水位低下設備は独立して試験又は検査ができる設計とする。

地下水位低下設備に係る試験又は検査の例を表 7-6 に、地下水位低下設備の検査項目と範囲を図 7-2 に示す。

表 7-6 地下水位低下設備に係る試験又は検査の例

項目	内容	頻度
水位検出器性能（校正）検査	水位検出器の校正を行い、適切な値が伝送されることを確認する。	定期事業者検査ごと
水位計設定値確認検査及びインターロック確認検査	水位計設定値が適切な値であること、インターロックが作動することを確認する。	定期事業者検査ごと
揚水ポンプ機能検査	インターロックの入力信号によりポンプが起動・停止することを確認する。	定期事業者検査ごと

02 ⑦ M-2-1-1-別添1 R5E

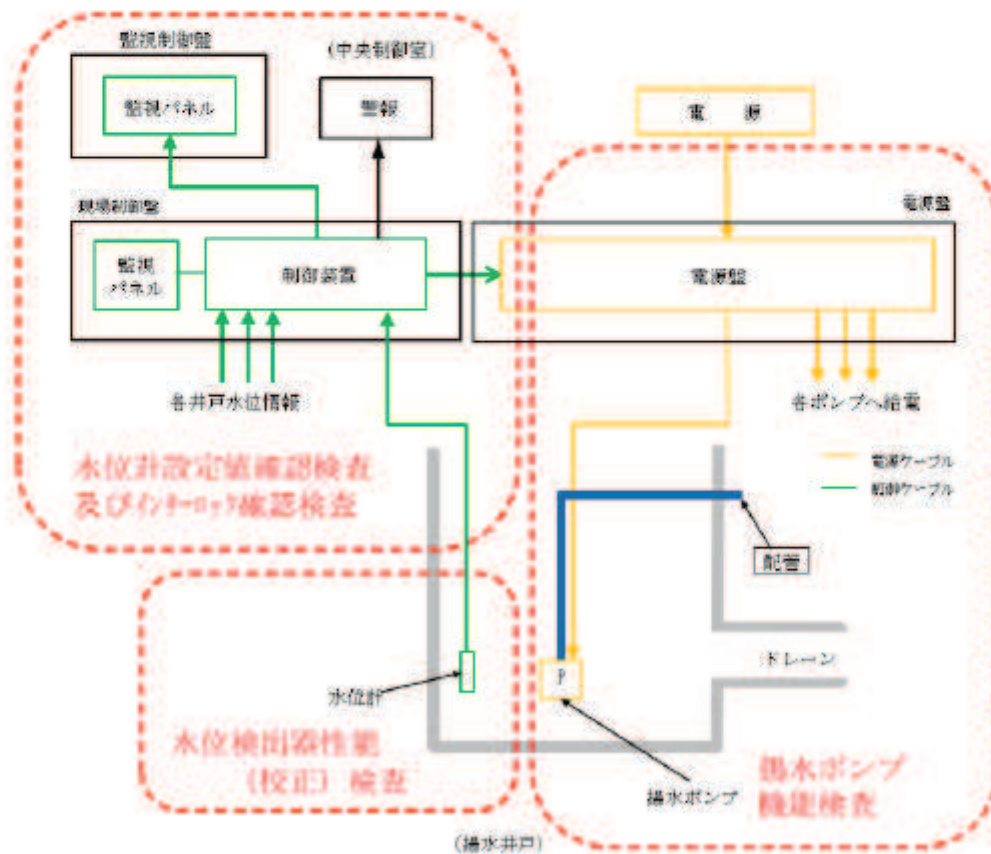


図 7-2 地下水位低下設備の試験又は検査項目と範囲

地下水水位低下設備の水位監視・制御について

1. 揚水井戸水位監視・制御の設計方針

地下水水位低下設備の揚水井戸水位監視・制御については、水位計により各揚水井戸の水位を測定することで揚水ポンプの起動及び停止を制御するとともに、揚水井戸水位を監視し、異常時に中央制御室に警報を発生させることができる設計としている。

2. 水位計の設備仕様

水位計は各揚水井戸に対し3台設置しており、揚水井戸の水位監視は現場及び中央制御室に設置した制御盤から監視可能な設計とし、各揚水井戸に設置される3台の水位計の水位信号のうち1つでも設定値に達した場合に警報を発生させる設計としている。

表1 水位計の主な仕様

項目	揚水井戸 No. 1, No. 3	揚水井戸 No. 2, No. 4
計測範囲	0. P. -28. 8～0. P. -26. 1 (2700mm)	0. P. -31. 8～0. P. -29. 1 (2700mm)
個数	各3個	各3個

3. 水位制御とインターロック

揚水井戸の水位制御は、水位計からの信号により揚水ポンプを自動起動・停止することで水位制御を行う。各揚水井戸に対し揚水ポンプは2台設置しているが、1台で地下水の最大流入量を排出可能な能力を有していることから、自動起動する揚水ポンプは1台とする。

通常の水圧制御範囲を逸脱し、「水位高」になった場合、警報が発生するとともに揚水ポンプの運転が自動で切り替わる。

更に水位が上昇しドレーン（鋼管）による集水が不可となる前に異常を検知するため「水位高高」となった場合警報が発生する。

また、「水位低」になった場合は、警報が発生するとともに揚水ポンプの停止（バックアップ）を行う。

表2 揚水井戸水位とインターロック

項目	揚水井戸 No. 1, 3	揚水井戸 No. 2, 4	インターロック
水位高高	O. P. -26. 2	O. P. -29. 2	警報
水位高	O. P. -26. 5	O. P. -29. 5	警報, 揚水ポンプ運転 自動切替
自動起動	O. P. -26. 8	O. P. -29. 8	揚水ポンプ自動起動
自動停止	O. P. -28. 3	O. P. -31. 3	揚水ポンプ自動停止
水位低	O. P. -28. 55	O. P. -31. 55	警報, 揚水ポンプ停止 (バックアップ)

なお, 揚水ポンプは通常 2 out of 3 論理 (2 / 3) により制御されるが, 水位計が 1 台又は 2 台故障した場合でも制御可能な設計としている。具体的には, 水位計が 1 台故障した場合は 1 台以上での制御 (1 / 2), 水位計が 2 台故障した場合は 1 台による制御 (1 / 1) となる。

表3 水位計と揚水ポンプ制御

水位計の状態	揚水ポンプ制御
3 台正常	水位計 2 台以上で条件成立すること
1 台故障 (2 台正常)	水位計 1 台以上で条件成立すること
2 台故障 (1 台正常)	水位計 1 台で条件成立すること

以 上