

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-他-F-24-0024_改0
提出年月日	2021年10月7日

屋外排水路の機能及び耐震性に係る説明方針について

2021年10月
東北電力株式会社

1. 概要

地下水位低下設備にて汲み上げた地下水は、屋外排水路を介して海へ排水される。

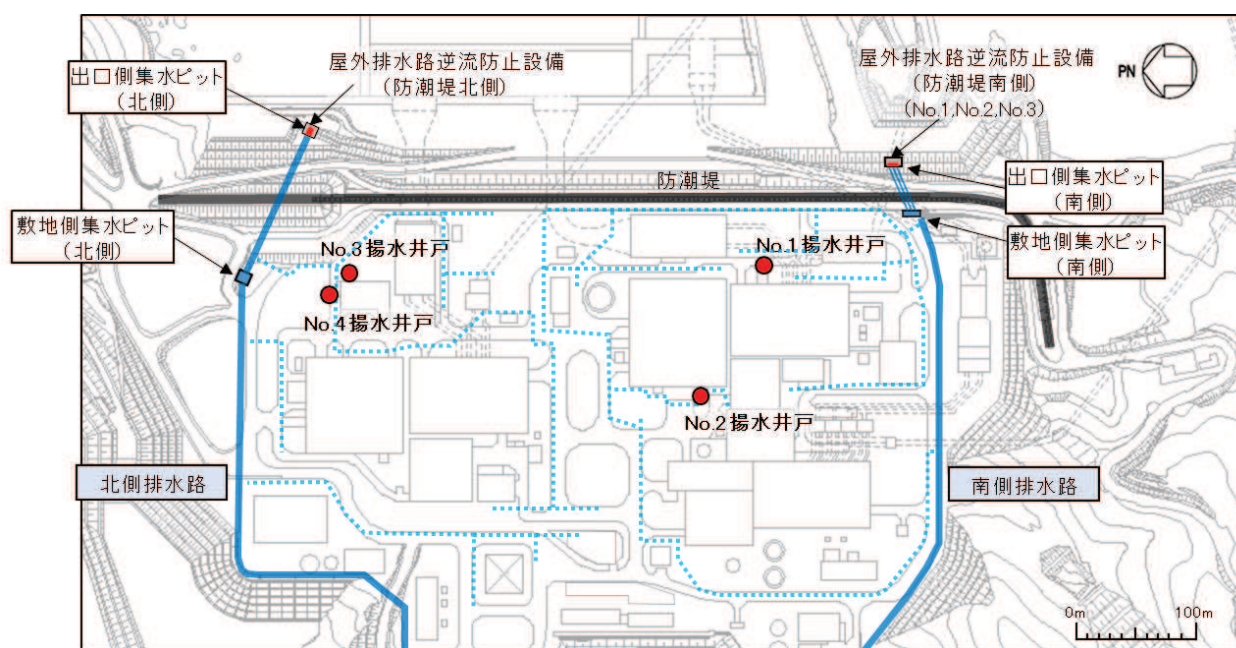
本紙は、地下水位低下設備の機能を考慮した設計用揚圧力・設計用地下水位を保持することに対する屋外排水路の位置付けと説明方針について整理したものである。

2. 地下水位を設計範囲に保持する上での屋外排水路の位置付け

ドレーンから排出された地下水は、盛土中に設置される支線排水路と、岩盤又は改良地盤に支持される幹線排水路（O.P.+14.8m盤の北側・南側に配置）を通じて海へ排水される。（図1、図2）

幹線排水路は、設計基準降水量を十分上回る排水能力を有する設計としていることを設置変更許可段階でも説明していることから、O.P.+14.8m盤の地下水位を設計範囲に保持する前提とし、地下水位低下設備の設計を行っている。

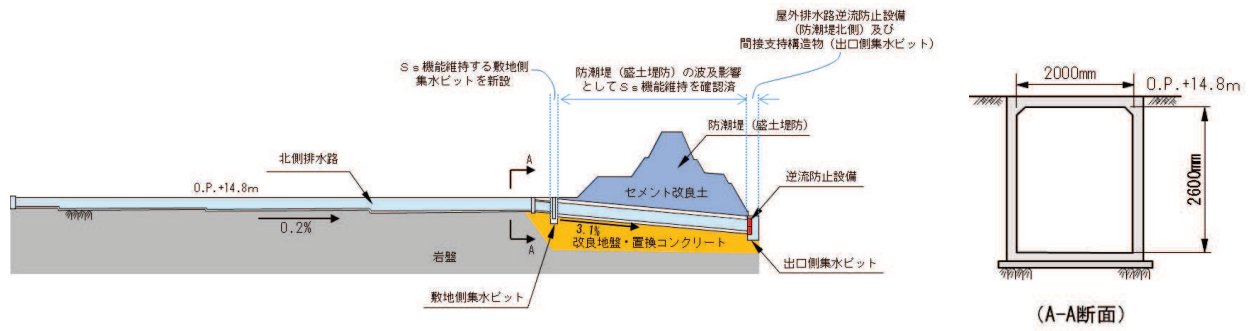
このため、地下水位を設計範囲に保持する上で、O.P.+14.8m盤から海への排水経路が確実に確保されることが必要である。



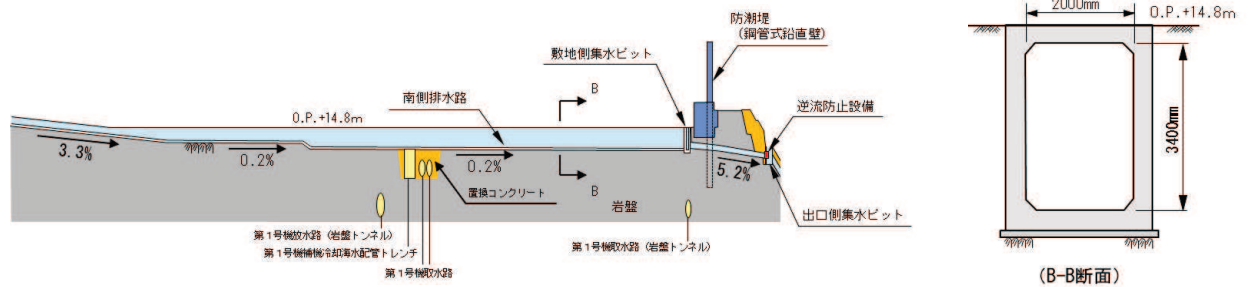
(注)支線排水路(青点線)は2019年10月段階の配置を記載(今後の安全対策工事等によって変更可能性有)。



図1 屋外排水路と地下水位低下設備の位置関係



(北側排水路)



(南側排水路)

図2 幹線排水路 縦断図

(補足 140-1 津波への配慮に関する説明書の補足説明資料, 補足 600-1 地盤の支持性能についてから抜粋)

3. 屋外排水路が機能しない場合の影響と対策

3.1 屋外排水路が機能しない場合の影響（地下への雨水等の浸透）

0. P. +14. 8m盤から海への排水経路が何らかの要因により阻害され、海への排水経路喪失後も雨水等の流入し、地下水位低下設備からの排水が継続して地表面に滞水した場合、滞水した地下水の一部は、地表面から浸透し再度揚水ポンプにより地上に排水され（再循環）、地下水位に影響を及ぼす可能性がある。

浸透流解析と同条件（表1）における地表面からの浸透深さと時間との関係を図3に示す。地表面（0. P. +14. 8m）-ドレーン設置レベル（0. P. -14. 1m）=28. 9mより、地表面の滞水がドレーンに到達、再流入するのは約120時間（約5日）後であり、これ以降、定常分の流入量に再循環の流入量加わる。

表1 再循環に要する時間の計算条件（浸透流解析条件）

項目	値
透水係数	3.0×10^{-5} m/s
間隙率	0.15

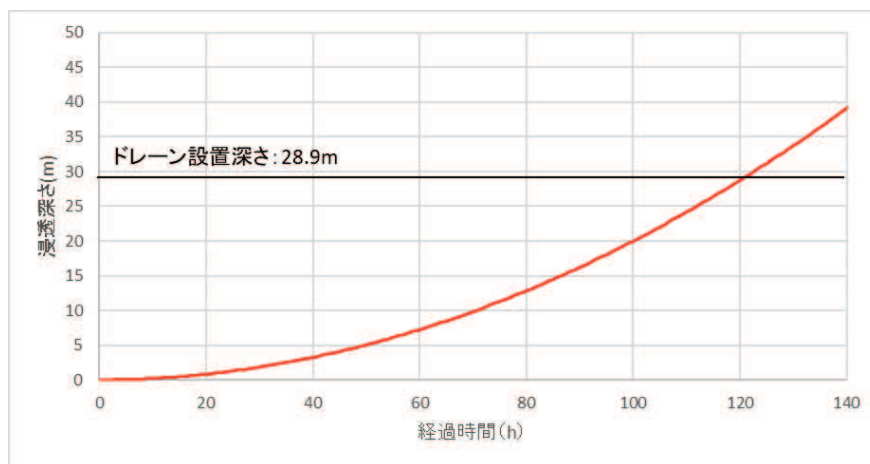


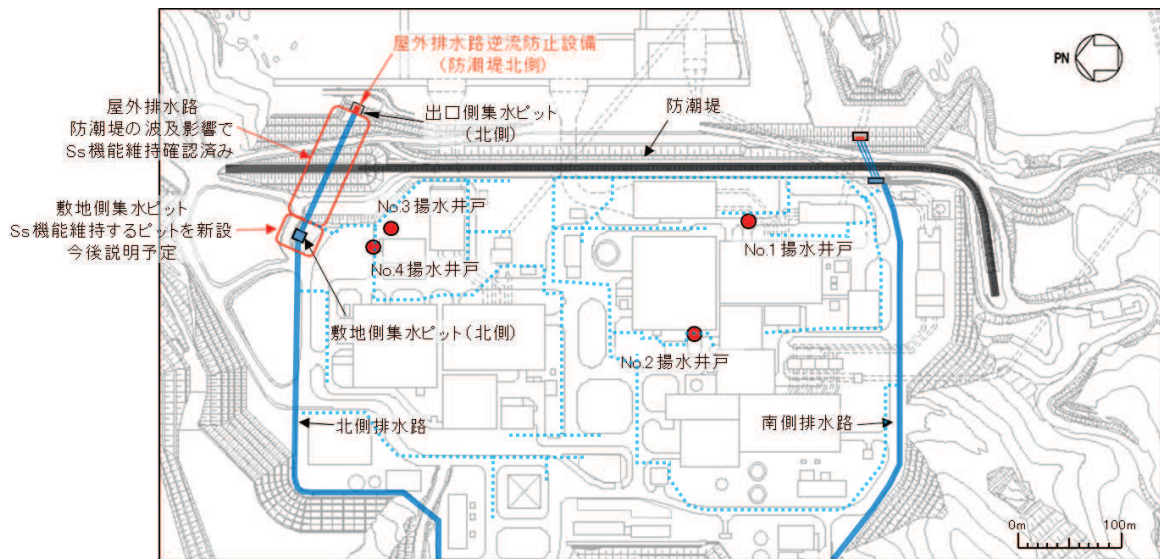
図3 地表面からの浸透深さと経過時間

3.2 屋外排水路が機能しない場合の影響を踏まえた対策

(1) 幹線排水路の耐震性確保

3.1の整理から、屋外排水路の海への排水経路喪失による地下水位への影響を回避し、海への排水を確実にを行う目的で、図4の通り、屋外排水路の一部を耐震化（基準地震動 S_s に対し機能維持）する方針とする。

0. P. +14. 8m 盤から海への排水経路のうち、北側排水路のみで最大流量を排水可能であることから、北側排水路の流末部の耐震性を確保する。



(注)支線排水路(青点線)は2019年10月段階の配置を記載(今後の安全対策工事等によって変更可能性有)。
 なお、支線排水路は各揚水井戸から北側・南側排水路へ排水可能な配置とする。

(補足) 北側排水路の排水可能量について

北側排水路の排水可能量は $51.1\text{m}^3/\text{s}$ であり、北側排水路への流入量 $9.4\text{m}^3/\text{s}$ ・南側排水路への流入量 $9.5\text{m}^3/\text{s}$ (いずれも $91\text{mm}/\text{h}$ 降雨時)、地下水位低下設備からの排水量 $0.175\text{m}^3/\text{s}$ (浸透流解析より、原子炉建屋・制御建屋エリア、第3号機海水熱交換器建屋エリア合計で $15124\text{m}^3/\text{日}$ と評価) に対しても十分大きい。

図4 屋外排水路の耐震性確保範囲

(2) 各構成部位の耐震性の確保方法

a. 出口側集水ピット (北側)

- ・ Ss 機能維持 (逆流防止設備の支持構造として耐震計算書を提出済)

b. 屋外排水路 (防潮堤交差部)

- ・ Ss 機能維持 (防潮堤の波及的影響に係る説明として耐震計算書を提出済)

c. 敷地側集水ピット (北側)

- ・ 雨水等が O.P. +14.8m 盤に滞留せず確実に海へ排水できるよう、O.P. +14.8m 盤へ新たに集水ピットを構築する。(図5及び図6に既設の集水ピット例を示す)
- ・ 新たに構築する集水ピットの評価方針は以下のとおり。
 - 基準地震動 Ss に対しても、構造健全性を維持することを確認する。
 (Ss 後も内空を確保し、上流及び上部 (O.P. +14.8m) からの水を下流側に流下する機能を維持する)
 - 物性ばらつきを考慮した地震応答解析 (1次元重複反射理論: SHAKE) を実施し、荷重・等価剛性を算出した上で、応力解析 (応答変位法: U字型フレームモデル)

(解析手法は東海第二の地下排水設備排水シャフトで実績有。解析コードは女川で実績のあるコードを採用)

- 評価対象断面：流下方向に対して直交方向（弱軸）（図 7）
- 評価項目：側壁・底版（曲げ，軸力，せん断：短期許容応力度，せん断耐力），基礎地盤（接地圧：極限支持力）

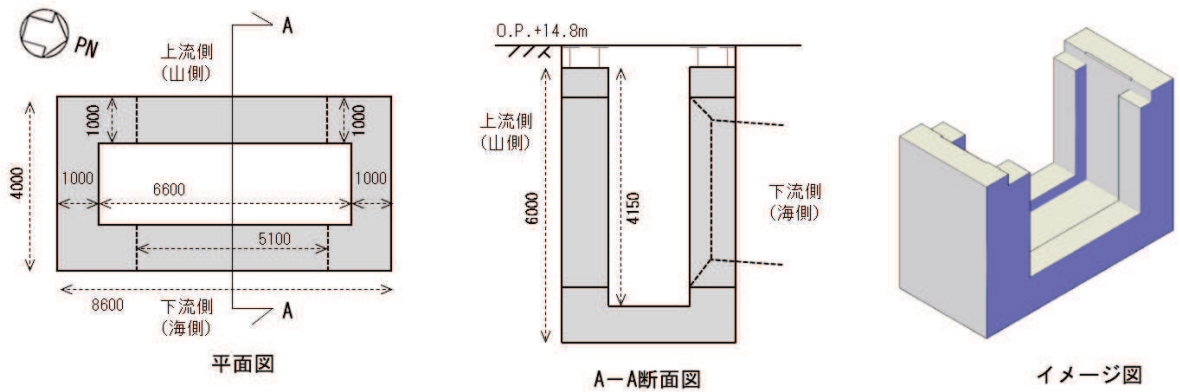


図 5 既設の敷地側集水ピット（北側）

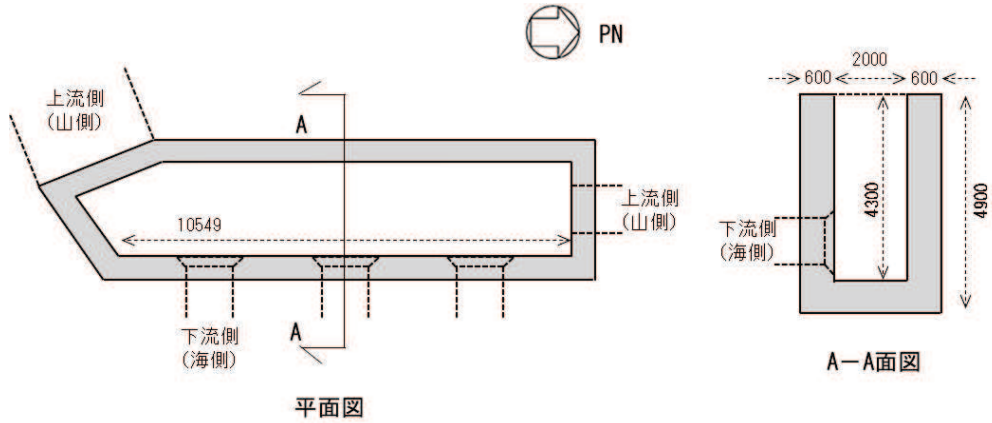
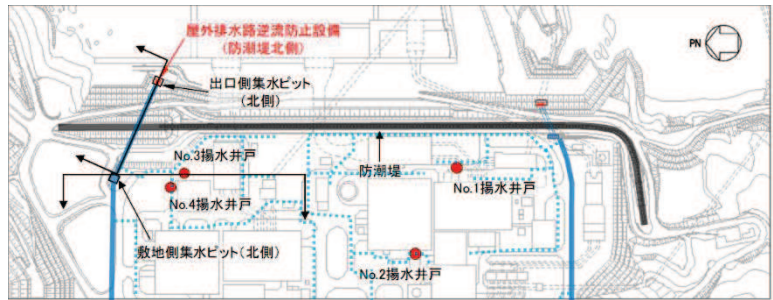


図 6 既設の敷地側集水ピット（南側）



(断面位置)

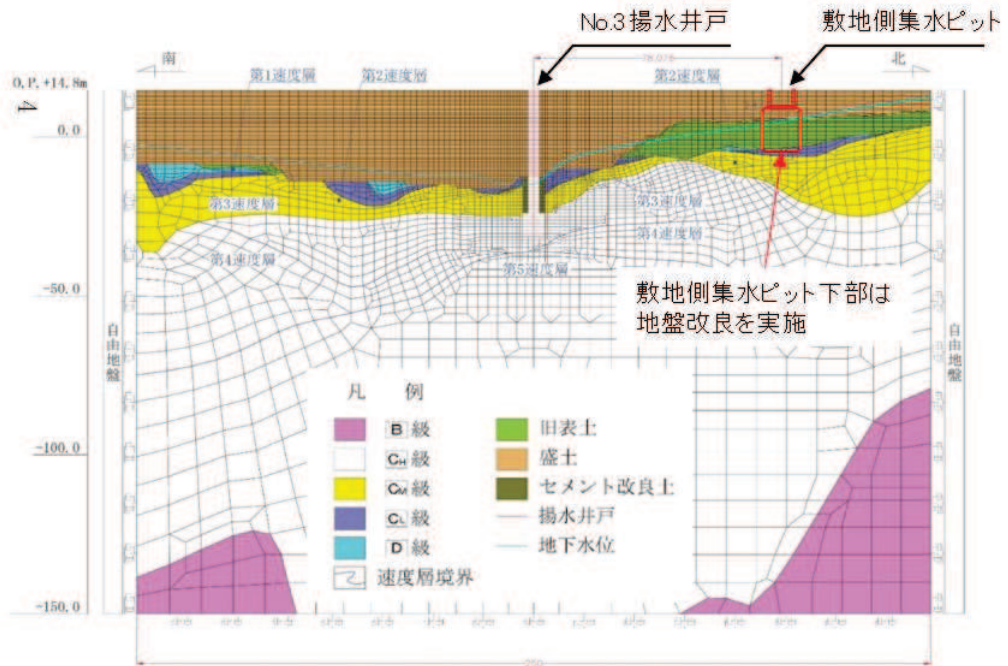


図7 No.3 揚水井戸の解析モデル

(地下水位低下設備揚水井戸の地震応答計算書から抜粋)

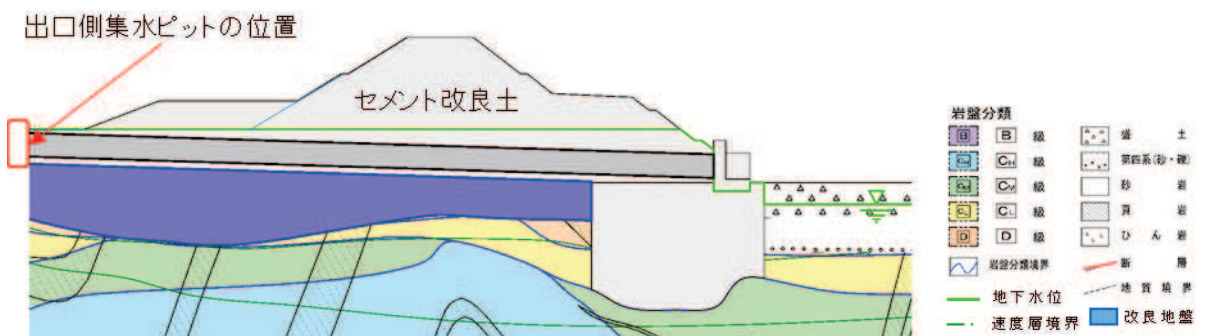


図8 北側排水路の縦断面図

(北側排水路の耐震性についての計算書(波及影響)から抜粋)

3.4 その他の対策

揚水井戸～幹線排水路間を連絡する支線排水路は、O.P.+14.8m 盤から海への排水に直接影響を与えないものの、盛土上に設置されるため、地震時は不等沈下等の影響を受ける可能性がある。このため、支線排水路が長期間機能喪失した状態が継続した場合、局所的な洗掘等による不陸や陥没などが生じ、発電所運用に影響が生じるおそれがある。このことを踏まえ、極力支線排水路を経由し幹線排水路への排水が行えるよう、支線排水路においては以下の配慮を行う。

(1) 複数の排水経路確保

各揚水井戸より、北側排水路・南側排水路へ排水可能な支線排水路の構成とし、仮に部分閉塞等が生じた場合でも、いずれかの幹線排水路へ排水可能な構造とする。

なお、支線排水路は O.P.+14.8m 盤の地表付近に配置され、閉塞等の異常に対する検知性が比較的高い設備である。

(2) 分岐管を設置可能な構造

支線排水路の機能損失時に速やかに別ルートでの排水が可能となるよう、揚水井戸内の配管上部に設置する分岐管に仮設ホースを接続し、仮設ホースにて屋外排水路の健全部分へ排水が可能な構造とする。(図 9)

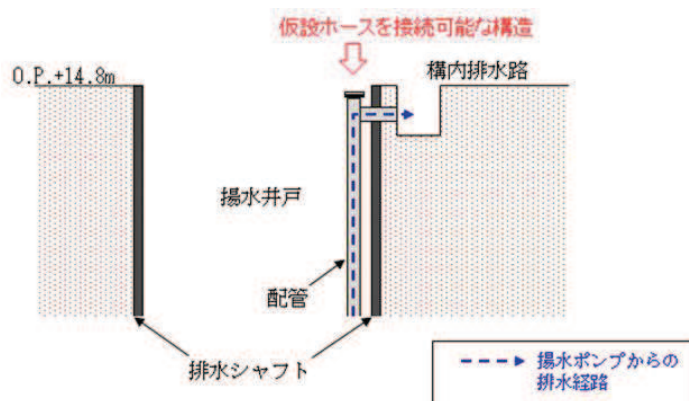


図 9 分岐管の概要

(補足 600-1 地盤の支持性能についてから抜粋)

4. まとめ (条文適合への影響)

地下水位低下設備による水位保持 (技術基準第 5 条 (耐震) 適合) の前提となる「O.P.+14.8m 盤から海への排水経路確保」については、上記 3.2 の通り北側排水路の流末部の耐震性を確保することで担保されることから、屋外排水路は地下水位低下設備の排水機能に影響を与えない。

また、このことによつて O.P.+14.8m 盤に流入する雨水等は敷地に滞留せず、海へ自然流下されることから、屋外排水路に関連する条文適合に係る説明は表 2 の通りとなる。

表 2 屋外排水路の基準適合性に係る説明

技術基準	設置変更許可時の説明	詳細設計を踏まえた説明
第 5 条 (耐震)	<p>—</p> <p>(屋外排水路は、設計基準降水量を上回る排水能力を有する設計としていることから、水位保持上の前提としていたが、基準適合上の位置付けに係る説明は無し)</p>	<p>・ 地下水位低下設備による水位保持の前提であり、0.P.+14.8m 盤から海への排水経路における耐震性を確保することにより担保されることから、屋外排水路は地下水位低下設備の排水機能に影響を与えない。</p>
第 7 条 (降水)	<p>・ 屋外排水路は、設計基準降水量を上回る排水能力を有する設計としている。</p>	<p>・ 同左</p>
第 12 条 (内部溢水)	<p>・ 屋外排水路の影響なしと説明。(敷地への溢水(屋外タンク損傷)は、屋外排水路を考慮しなくても浸水深くカーブ高さであり、浸水防護重点化範囲への流入なし)</p>	<p>・ 0.P.+14.8m 盤から海への排水経路の耐震性確保により、地下水位低下設備からの排水は0.P.+14.8m 盤に滞留せず自然流下するため、屋外排水路の影響はない。</p>
第 6 条 (耐津波設計(内郭防護))	<p>・ 屋外排水路の影響なしと説明。(内部溢水の評価に加え、津波来襲時の補機冷却海水系放水路からの溢水を考慮した場合でも浸水深くカーブ高さであり、浸水防護重点化範囲への流入なし)</p>	<p>・ 0.P.+14.8m 盤から海への排水経路の耐震性確保により、地下水位低下設備からの排水は0.P.+14.8m 盤に滞留せず自然流下するため、屋外排水路の影響はない。</p>
第 54 条 (アクセスルート)	<p>・ 屋外排水路の影響なしと説明。(敷地への溢水(屋外タンク損傷)は、屋外排水路を考慮しなくても浸水深く車両の機能喪失高さ・歩行可能な水深であり、浸水防護重点化範囲への流入なし)</p>	<p>・ 0.P.+14.8m 盤から海への排水経路の耐震性確保により、地下水位低下設備からの排水は0.P.+14.8m 盤に滞留せず自然流下するため、屋外排水路の影響はない。</p>

5. 工認図書における取扱い

地下水位低下設備の機能を考慮した設計用揚圧力・設計用揚水力・設計用地下水位を保持することに対する屋外排水路の位置付けを踏まえ、工認図書における取扱いを表3の通り整理した。

表3 工認図書における取扱い

大分類	対応箇所	対応内容	備考
本文	基本設計方針(5/50条) 原子炉冷却系統施設(共通項目) 2. 自然現象 2.1 地震による損傷の防止 2.1.1 耐震設計 (5) 設計における留意事項 b. 主要施設への地下水の影響	変更なし 『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、配管、水位計、制御盤、電源(非常用ディーゼル発電機)、電源盤及び電路により系統を構成する。』	屋外排水路は水位保持上の前提であるが、地下水位低下設備の系統構成には含まれない。
添付資料	VI-2-1-1 耐震設計の基本方針 VI-2-1-1-別添1 地下水位低下設備の設計方針	変更なし 『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、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して地下水を屋外排水路へ排水することで、地下水位を一定の範囲に保持する設計とする。』	水位保持の前提として、屋外排水路へ排水する旨を記載している。
	VI-2-13-1 地下水位低下設備の耐震計算の方針	変更なし (屋外排水路の記載なし)	地下水位低下設備の各系統構成要素における耐震計算の方針を記載している。
	VI-2-13-4 地下水位低下設備揚水井戸の耐震性についての計算書	別紙を追加し、地下水位低下設備の機能保持の前提情報として、集水ピットの計算結果を記載する。	屋外排水路(防潮堤交差部)の計算結果を記載する図書の引用も追記する。
補足説明資料	(地盤)補足600-1 地盤の支持性能について (設備)補足600-25-1 地下水位低下設備の設計方針に係る補足説明資料 (耐津波)補足-140-1 津波への配慮に関する説明書の補足説明資料	添付資料の説明を補足する情報を記載(必要に応じて)	