

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| 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-補-E-19-0600-25-1_改13 |
| 提出年月日 | 2021年11月15日 |

02-補-E-19-0600-25-1_改12 (2021年10月27日提出) から
の変更箇所のみ抜粋

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】

2021年11月
東北電力株式会社

目次

| | | |
|-----|-----------------------------|----|
| 1. | はじめに | 1 |
| 2. | 地下水流入量の評価 | 2 |
| 2.1 | 検討方針 | 2 |
| 2.2 | モデルの妥当性確認 | 5 |
| 2.3 | 予測解析 | 9 |
| 3. | 地下水位低下設備の機能喪失を仮定した到達時間の評価 | 13 |
| 3.1 | 検討方針 | 13 |
| 3.2 | 到達時間の評価指標について | 13 |
| 3.3 | 評価条件 | 15 |
| 3.4 | 評価結果 | 16 |
| 4. | 地下水流入量と設備の排水能力 | 30 |
| 4.1 | 地下水流入量と排水能力（揚水ポンプ） | 30 |
| 4.2 | 地下水流入量と排水能力（ドレーン） | 30 |
| 4.3 | 排水能力の妥当性について | 32 |
| 5. | 復旧措置に係る補足事項 | 33 |
| 5.1 | 揚水井戸内の揚水ポンプ配置例 | 33 |
| 5.2 | 可搬ポンプユニットによる水位低下措置の対応要員について | 33 |
| 6. | 構造強度設計方針に係る補足事項 | 35 |
| 6.1 | 電路（電源ケーブル、制御・計装ケーブル）の配置 | 35 |
| 7. | 屋外排水路に係る補足事項 | 36 |
| 7.1 | 屋外排水路に係る補足事項 | 36 |

参考資料 1 浸透流解析モデル概要及びアウトプットと設備設計への反映事項

参考資料 2 屋外排水路の機能及び耐震性に係る設計方針について

 : 変更箇所

1. はじめに

本書は、「VI-2-1-1 別添1 地下水位低下設備の設計方針」に引き継ぐ三次元浸透流解析結果のうち、地下水流入量及び地下水位低下設備の機能喪失を仮定した到達時間*1の評価について、詳細を補足するものである。

また、復旧措置に係る補足事項として、揚水井戸内の揚水ポンプ配置例と可搬ポンプユニットによる水位低下措置の対応要員、構造強度設計方針に係る補足事項として電路（電源ケーブル、制御・計装ケーブル）の配置等を示す。併せて、設計用揚圧力・設計用地下水位を保持し、技術基準第5条（耐震）に適合した状態を維持することに対する屋外排水路の位置付けと設計方針について示す。

注記*1： 「到達時間」とは、地下水位低下設備が同時に機能喪失し水位上昇することを仮定した場合において、設計値に到達するまでの時間を指す。

地下水位が上昇する場合に耐震性へ与える影響として、建物・構築物へ作用する揚圧力の上昇、周辺地盤の液状化に伴う施設へ作用する土圧等の変化、周辺地盤の液状化に伴う地下構造物の浮上りが考えられるが、3.に示す通り、揚圧力に着目することで到達時間が最も短く（保守的に）評価される。

このため、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を浸透流解析（非定常解析）により評価する。

7. 屋外排水路に係る補足事項

7.1 屋外排水路に係る補足事項

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することにより、設計用揚圧力・設計用地下水位を保持し、技術基準第5条（耐震）に適合した状態を維持することができる。

このために必要な対応として、幹線排水路流末部の耐震性確保や、地震時における排水経路の確保（敷地の形状又は仮設ホースの取り付けによる）を整理しており、その詳細を参考資料2に示す。

屋外排水路の機能及び耐震性に係る設計方針について

目次

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| 1. | はじめに..... | 1 |
| 2. | 地下水位低下設備について..... | 1 |
| 2.1 | 地下水位低下設備の範囲..... | 1 |
| 2.2 | 地下水位低下設備の設計流量..... | 3 |
| 2.3 | 地下水位低下設備からの排水経路（通常時・地震時）..... | 3 |
| 3. | 設計用揚圧力・設計用地下水位を保持するための屋外排水路の方針..... | 5 |
| 3.1 | 屋外排水路の設備構成と排水能力..... | 5 |
| 3.2 | 屋外排水路の機能低下時における影響と対応の整理..... | 8 |
| 3.3 | 屋外排水路の耐震性確保の方針..... | 12 |
| 4. | 他条文への影響..... | 14 |
| 5. | 工認図書における取扱い..... | 14 |
| 6. | まとめ..... | 21 |

別紙 1 屋外排水路に係るその他の自主的な対策

参考 1 既設の屋外排水路の概要

参考 2 No.1 揚水井戸から敷地側集水ピットへの排水経路

参考 3 地震時における屋外アクセスルートの通行性に対する支線排水路の影響

1. はじめに

地下水位低下設備の機能を考慮した0. P. +14. 8m盤の施設等における設計用揚圧力・設計用地下水位は、地下水位低下設備により地下水を汲み上げ、0. P. +14. 8m盤から海へ屋外排水路を通じて排水されることにより保持される。

本書は、設計用揚圧力・設計用地下水位を保持し、技術基準第5条（耐震）に適合した状態を維持することに対する屋外排水路の位置付けと設計方針について整理するものである。

2. 地下水位低下設備について

2.1 地下水位低下設備の範囲

設計用揚圧力・設計用地下水位を保持するための地下水位低下設備の範囲を図1に示す。

ドレーン（ヒューム管・鋼管）により揚水井戸に集水した地下水は、揚水井戸内に設置する揚水ポンプにより配管を通じて0. P. +14. 8m盤へ汲み上げ、屋外排水路を通じて海へ排水される。地下水位低下設備の構成を表1，系統構成を図2に示す。

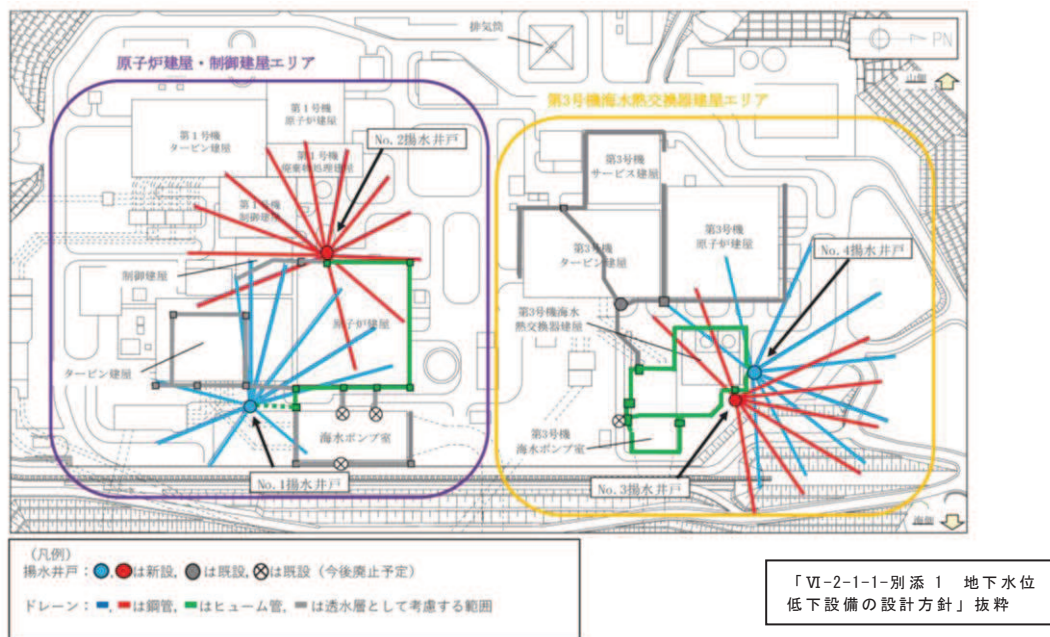
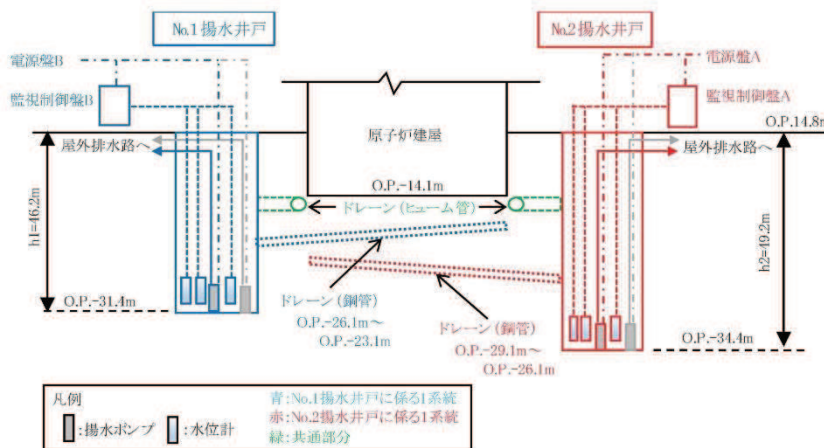


図1 地下水位低下設備の配置

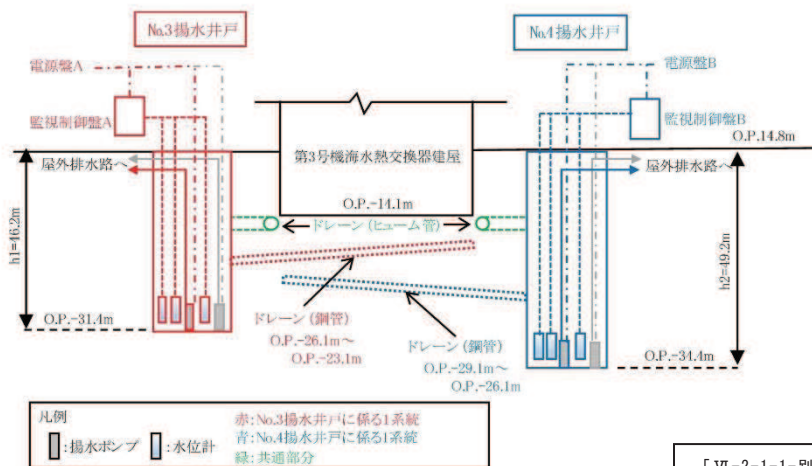
表1 地下水位低下設備の構成

| 機能 | 設備構成 |
|-----------|---------------------|
| 集水機能 | ドレーン |
| | 接続槽 |
| 支持・閉塞防止機能 | 揚水井戸 |
| | 蓋 |
| 排水機能 | 揚水ポンプ |
| | 配管 |
| 監視・制御機能 | 水位計 |
| | 制御盤 |
| 電源機能 | 電源 (非常用ディーゼル発電機) |
| | 電源盤 |
| | 電路 |

「VI-2-1-1-別添1 地下水位低下設備の設計方針」抜粋



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

「VI-2-1-1-別添1 地下水位低下設備の設計方針」抜粋

図2 地下水位低下設備の系統構成

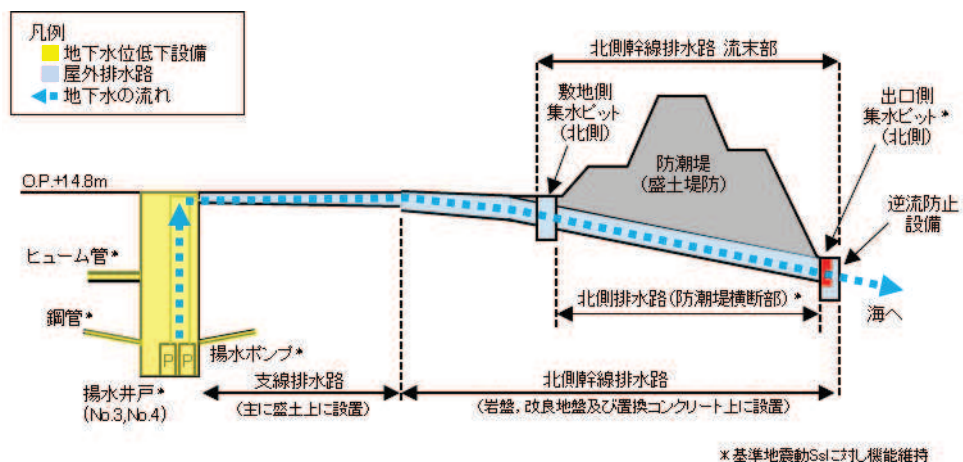
2.2 地下水位低下設備の設計流量

地下水位低下設備からの排水量は、保守的な解析条件（排水量を多めに評価するような透水係数設定など）を与えた浸透流解析により原子炉建屋・制御建屋エリアで8078m³/d、第3号機海水熱交換器建屋エリアで7046m³/d（各エリアの流入量合計15124m³/d）と評価しており、揚水ポンプの排水能力はこれを包絡するよう、設計流量を各エリアで9000m³/d、流量合計18000m³/d（0.21m³/s）と設定している（詳細は「VI-2-1-1-別添1 地下水位低下設備の設計方針」を参照）。

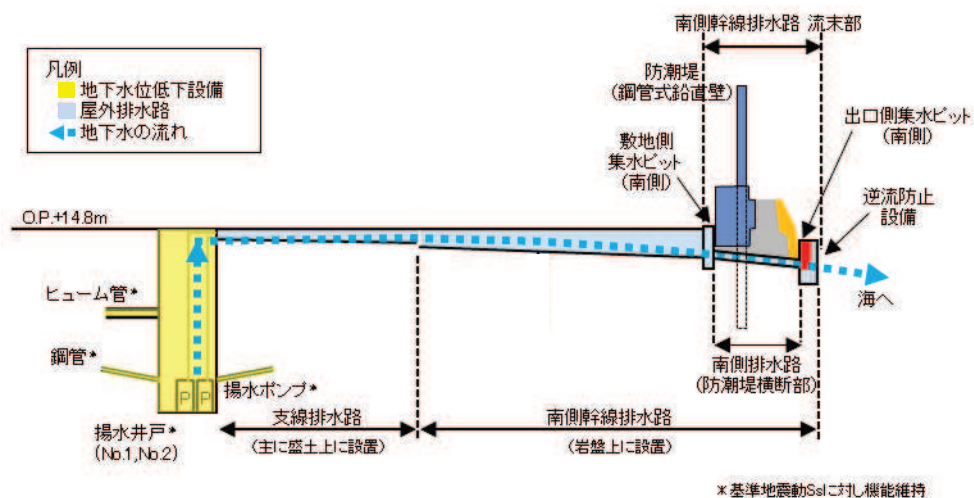
2.3 地下水位低下設備からの排水経路（通常時・地震時）

(1) 通常時

地下水位低下設備から汲み上げた地下水は、地下水位低下設備配管より支線排水路へ流れ、敷地の南北に設置される幹線排水路（北側幹線排水路，南側幹線排水路）を通じて海へ排水される（図3）。



(1) 北側幹線排水路への排水経路



(2) 南側幹線排水路への排水経路

図3 地下水位低下設備で汲み上げた地下水の排水経路

(2) 地震時

屋外排水路の一部が地震により損傷し機能低下した場合、排水経路が寸断され、海への排出が出来なくなる可能性が否定できない。

このため、地下水位低下設備より汲み上げた地下水を海へ排出可能な経路を確保する必要がある。

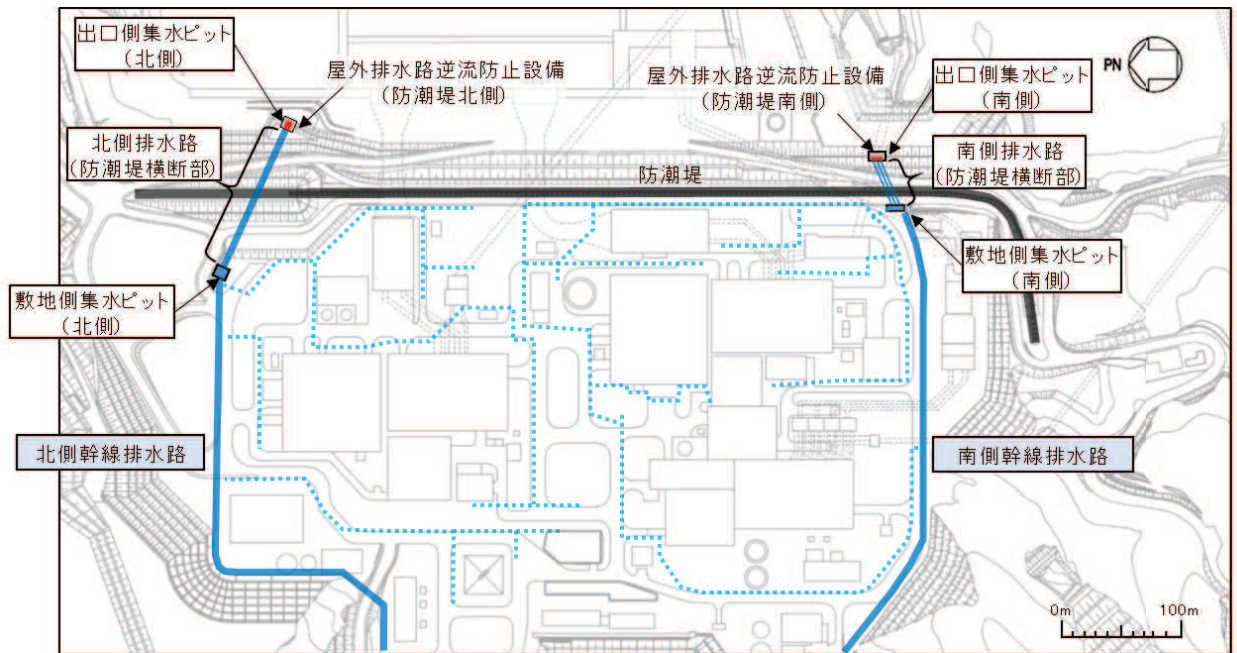
3. 設計用揚圧力・設計用地下水位を保持するための屋外排水路の方針

3.1 屋外排水路の設備構成と排水能力

(1) 設備構成

屋外排水路は、第1号機～第3号機の主要建屋の北側と南側に設置される北側幹線排水路・南側幹線排水路と、これに接続する支線排水路にて構成され、北側・南側幹線排水路は、いずれも防潮堤横断箇所より上流側に敷地側集水ピット、下流側に出口側集水ピットを設置しており、出口側集水ピットに耐震Sクラスの逆流防止設備を設置している（図4）。

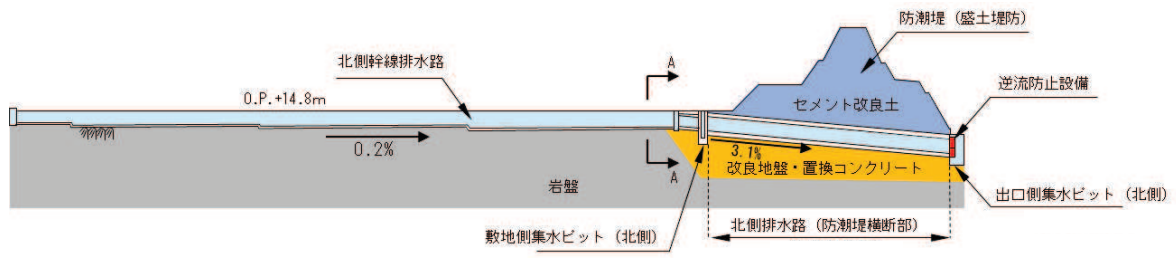
また、北側幹線排水路は岩盤、改良地盤及び置換コンクリート、南側幹線排水路は岩盤により支持されている（図5）。支線排水路はO.P.+14.8m盤付近に設置され、その多くの区間が盛土上に構築される。



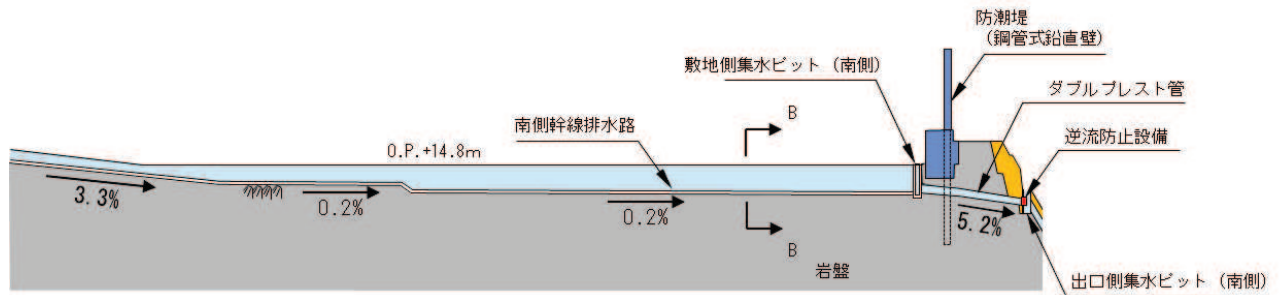
注：支線排水路(青点線)は2019年10月段階の配置を記載(今後の安全対策工事等によって変更可能性有)。



図4 屋外排水路の配置（設置変更許可段階）



北側幹線排水路の縦断面図



南側幹線排水路の縦断面図

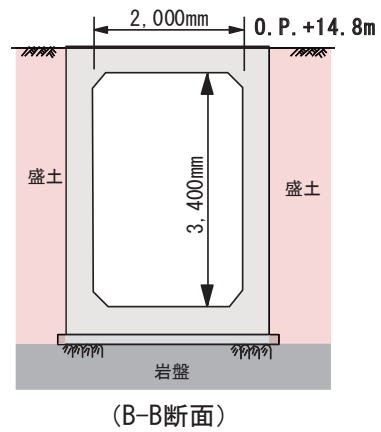
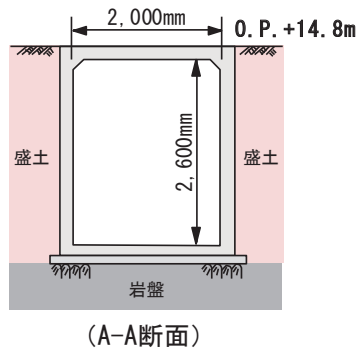


図5 北側・南側幹線排水路の縦断面図 (設置変更許可段階)

「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・一部修正

(2) 排水能力

北側・南側幹線排水路の排水能力は表2に示すとおりであり，設計基準降水時（91.0mm/h）における雨水流入量（ m^3/s ），地下水位低下設備からの排水量（設計流量 $0.21\text{m}^3/\text{s}$ ）を十分排出可能な設計となっている。

表2 幹線排水路の排水能力

| 排水路名 | 設計基準降水時（91.0mm/h） 雨水流入量（ m^3/s ） | 排水可能流量 （ m^3/s ） |
|---------|---|-------------------------------------|
| 北側幹線排水路 | 9.4 | 51.16 |
| 南側幹線排水路 | 9.5 | 16.23 |

「女川原子力発電所2号炉設置変更許可申請書
02-NP-0272（改114）別添資料1」より引用

3.2 屋外排水路の機能低下時における影響と対応の整理

(1) 検討対象とする地下水の排水経路

地下水位低下設備と屋外排水路の平面配置を図 6 に示す。これは通常時の排水経路に相当するが、地震時*の検討として、屋外排水路の構成に対応した区間毎に、機能低下時の排水経路への影響と、排水経路確保に必要な対応を検討した。

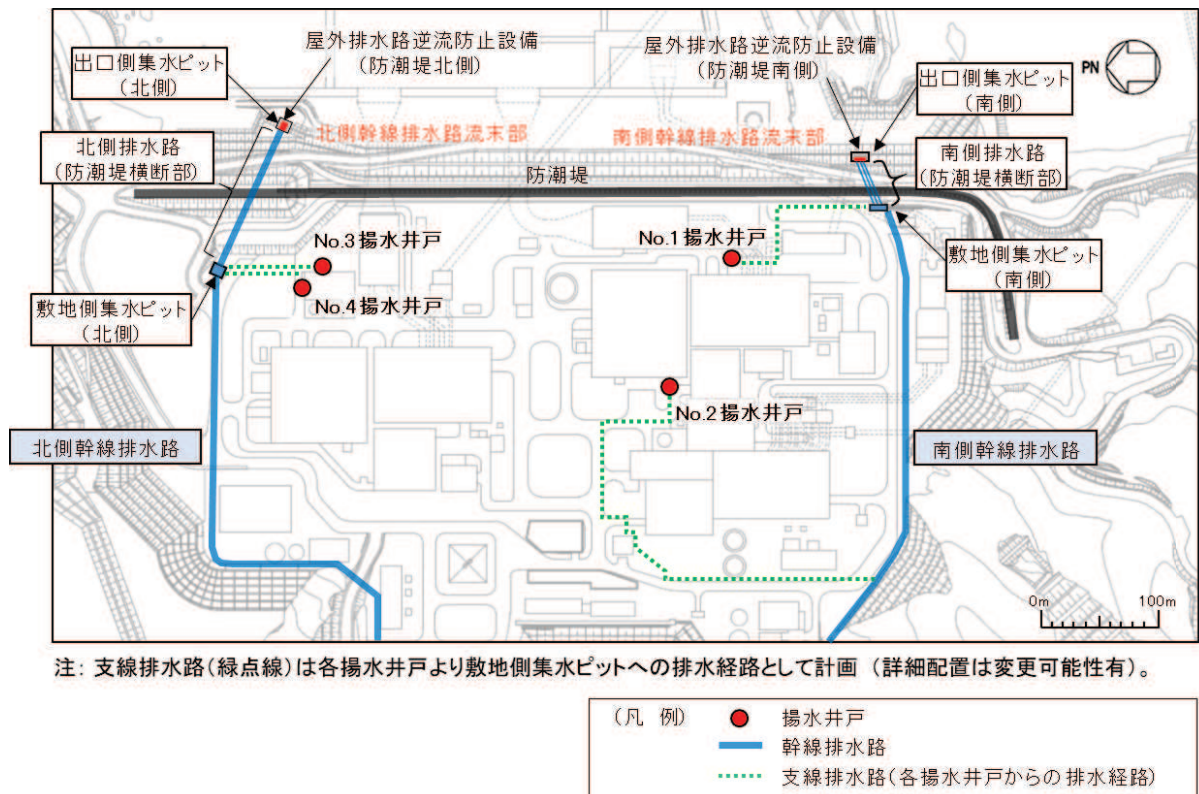


図6 地下水位低下設備と屋外排水路の平面配置

注記*：屋外排水路は基準地震動 S_s に対する耐震性が確保されていない範囲を含むこと、参考資料1のとおりがれき等が直接流入しにくい構造であることから、排水機能低下が生じうる要因として地震を選定した。

(2) 支線排水路の機能喪失の取扱い

a. No. 1 揚水井戸，No. 3 揚水井戸，No. 4 揚水井戸について

地下水位低下設備から汲み上げた地下水は、通常時は揚水井戸出口の配管より支線排水路へ流すこととしているが、地震時は、支線排水路の耐震性がないため、排水経路としての機能は期待しない。

このため、揚水井戸から汲み上げた地下水は地表面に溢れることになるが、この水は揚水ポンプにより徐々に押し出され敷地側集水ピット（北側・南側）に向かう（図 7，図 8 参照）。到達した水が、耐震性が確保されているピット上部の開口から内部に落下することでピットへ向かう水の流れが生じる。

また、敷地側集水ピット（北側・南側）から海への排水経路を基準地震動 S_s に対し機能維持することで同経路は保たれるため、海へ自然流下できる状態となる。（(3)に詳述する。）

以上より、揚水井戸から敷地側集水ピットまでの排水経路が短い No. 1 揚水井戸，No. 3 揚水井戸，No. 4 揚水井戸については、支線排水路に期待せず敷地の形状により地表面を通じて排水可能と整理した。なお、敷地の形状により排水経路が確保できない場合においても、揚水井戸内の配管上端に設置した分岐管に仮設ホースを接続し流路を構成することにより、地下水を確実に排水する。

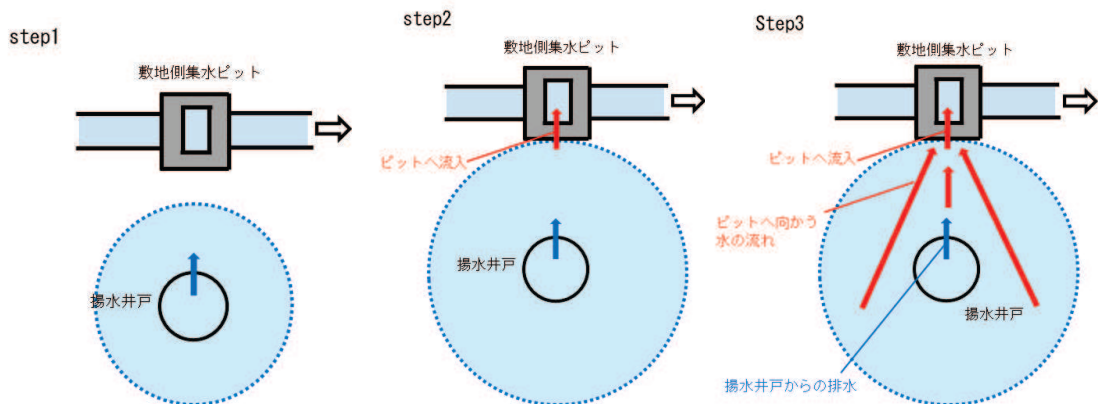


図7 地表面を通じた排水の考え方（平面図）

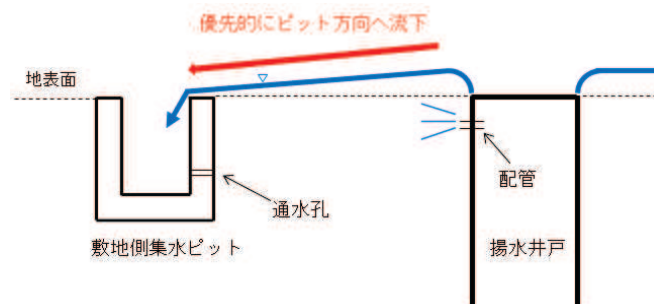


図8 地表面を通じた排水の考え方（断面図）

排水経路の選定の考え方として、No. 1 揚水井戸から敷地側集水ピットへの排水経

路の検討例を参考資料 2 に示す。

b. No. 2 揚水井戸について

揚水井戸からの排水は、他の揚水井戸からの排水経路と比べて長いため、支線排水路が地震時において機能喪失した場合に O.P. +14.8m 盤に溢れ滞水するおそれがある。

このため、揚水井戸内の配管上端に設置した分岐管に仮設ホースを接続することで流路を構成し、地下水を確実に排水する。

(3) 幹線排水路流末部の排水機能維持について

地下水を敷地側から海側へ流す経路となる範囲について、地震時に閉塞等が生じた場合、排水に影響が生じ設計用揚圧力・設計用地下水位を保持できないおそれがある。

そのため、地震時においても排水機能を確保する必要がある。

具体的には、北側幹線排水路流末部（敷地側集水ピット（北側）、北側排水路（防潮堤横断部）、出口側集水ピット（北側））と南側幹線排水路流末部（敷地側集水ピット（南側）、南側排水路（防潮堤横断部）、出口側集水ピット（南側））について、基準地震動 S_s に対して排水機能を維持する。

(4) 影響検討と対応のまとめ

影響検討と対応のまとめを表3に示す。

上記（1）～（3）の検討から、No.1揚水井戸、No.3揚水井戸、及びNo.4揚水井戸から汲み上げた地下水について、地震時には地表に溢れ敷地の形状により自然流下し敷地側集水ピットへ流れるが、滞水のおそれがある場合は、仮設ホースを用いた運用にて流路を構成することにより、敷地側集水ピットまでの排水を確保する。

No.2揚水井戸は、O.P. +14.8m盤に溢れ滞水するおそれがあるため、仮設ホースを用いた運用にて流路を構成することにより、敷地側集水ピットまでの排水を確保する。

また、敷地側集水ピットより海側の幹線排水路流末部は、基準地震動 S_s に対して、排水機能を維持する。

表 3 地下水の排水経路を構成する屋外排水路の機能低下時における影響と対応まとめ

| 排水位置 | 排水位置から海への排水経路上の屋外排水路の区間 | 地震時の想定 | 排水経路保持における対策の要否 | 排水経路確保方法 |
|----------------------|---------------------------|--|-----------------|---|
| No. 1 揚水井戸 | 揚水井戸出口から敷地側集水ピット（南側）までの区間 | 支線排水路が機能喪失した場合は 0.P.+14.8m 盤に溢れるが、敷地の形状により、地表面を通じて近傍の敷地側集水ピット（南側）に集水される。 | — | <ul style="list-style-type: none"> 敷地の形状により地表面を通じて排水する。 なお、敷地の形状により排水経路が確保できない場合においても、揚水井戸内の配管上端に設置した分岐管に仮設ホースを接続し流路を構成することにより排水経路を確保する。 |
| | 南側幹線排水路 | 閉塞等が生じた場合、排水に影響が生じ設計用揚圧力・設計用地下水水位を保持できないおそれがある。 | 必要 | <ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 S s に対する機能維持（南側排水路（防潮堤横断部）は、敷地側集水ピット（南側）と出口側集水ピット（南側）の地盤（MMR）中にあたる連続した空洞であり、空洞周辺の MMR を対象として基準地震動 S s に対する健全性を確認する） |
| | 流末部 | 敷地側集水ピット（南側） 南側排水路（防潮堤横断部） 出口側集水ピット（南側） | | |
| No. 2 揚水井戸 | 揚水井戸出口から南側幹線排水路までの区間 | 支線・幹線排水路が機能喪失した場合は 0.P.+14.8m 盤に溢れる。敷地側集水ピットまでの距離が長い場合、0.P.+14.8m 盤に溢れた水が滞水する可能性がある。 | 必要 | <ul style="list-style-type: none"> 仮設ホースの取り付けにより排水経路を確保する。 |
| | 南側幹線排水路 | 支線・幹線排水路が機能喪失した場合は 0.P.+14.8m 盤に溢れるが、地表面を通じて近傍の敷地側集水ピット（北側）に集水される。 | 必要 | <ul style="list-style-type: none"> No. 1 揚水井戸と同じ。 |
| | 流末部 | 敷地側集水ピット（南側） 南側排水路（防潮堤横断部） 出口側集水ピット（南側） | | |
| No. 3, No. 4 揚水井戸 | 揚水井戸出口から敷地側集水ピット（北側）までの区間 | 支線排水路が機能喪失した場合は 0.P.+14.8m 盤に溢れるが、地表面を通じて近傍の敷地側集水ピット（北側）に集水される。 | — | <ul style="list-style-type: none"> No. 1 揚水井戸と同じ。 |
| | 北側幹線排水路 | 閉塞等が生じた場合、排水に影響が生じ設計用揚圧力・設計用地下水水位を保持できないおそれがある。 | 必要 | <ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 S s に対する機能維持 |
| | 流末部 | 敷地側集水ピット（北側） 北側排水路（防潮堤横断部） 出口側集水ピット（北側） | | |

3.3 屋外排水路の耐震性確保の方針

表3の整理を踏まえ、地下水位低下設備で汲み上げた地下水を確実に海へ排水し、技術基準第5条（耐震）に適合した状態を維持するため、北側幹線排水路流末部を構成する施設（敷地側集水ピット（北側）、北側排水路（防潮堤横断部）、出口側集水ピット（北側））及び南側幹線排水路流末部を構成する施設（敷地側集水ピット（南側）、出口側集水ピット（南側））について、基準地震動 S_s に対する機能維持を確認することにより排水機能を確保する。また、この範囲について耐震Cクラス*1に分類する（表4）。

また、南側排水路（防潮堤横断部）は、敷地側集水ピット（南側）と出口側集水ピット（南側）間の地盤（MMR）中にある連続した空洞であることから、空洞周辺のMMRを対象として基準地震動 S_s に対する健全性を確認することにより排水機能を確保する。

技術基準第5条（耐震）適合上必要な屋外排水路の耐震性の確保範囲を図9に示す。

注記*1：耐震重要度は、その重要度に応じたクラス分類（S、B、C）と、それらに該当する施設が示されている。表4のとおり、屋外排水路は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、耐震Cクラスに分類した。

表4 北側幹線排水路流末部及び南側幹線排水路流末部における耐震設計上の重要度分類

| 耐震クラス | 定義 | 対象とする施設の例 | 該当 |
|-------|--|---|----|
| S | 地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいもの | <ul style="list-style-type: none"> 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系 使用済燃料を貯蔵するための施設 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設 等 | × |
| B | 安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設 | <ul style="list-style-type: none"> 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比へ十分小さいものは除く。）等 | × |
| C | Sクラスに属する施設及びBクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設 | — | ○ |

「VI-2-1-4_耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」を参照し作成

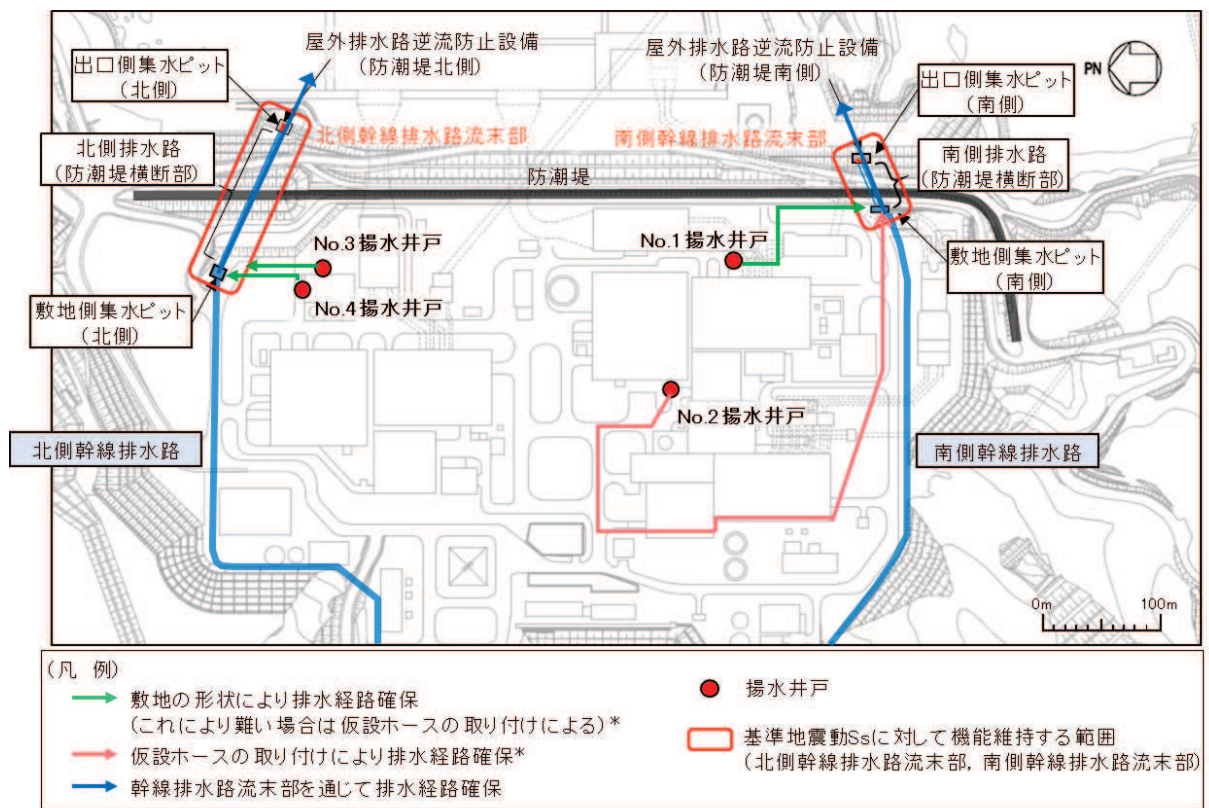


図9 技術基準第5条（耐震）適合上必要な屋外排水路の耐震性の確保範囲

4. 他条文への影響

3.2 及び 3.3 に示す屋外排水路の設計方針を踏まえた各技術基準適合要求への影響について確認し、いずれも影響がないことを確認した（詳細は表 5 参照）。

表 5(1) 幹線排水路流末部の耐震性確保（技術基準第 5 条）を踏まえた
各技術基準適合要求への影響

| 技術基準 | 設置変更許可時の説明 | 技術基準適合への影響 |
|----------------------------|--|--|
| 第 5 条 (耐震) | — (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) | ・ 北側・南側幹線排水路流末部の耐震性を確保することにより、水位保持上の前提である O.P.+14.8m 盤から海へ排水される状態が確実に維持される。(設定した設計用揚圧力・設計用地下水位への影響はない。) |
| 第 6 条 (耐津波設計 (内郭防護)) | ・ 内郭防護における屋外タンク等の損傷による溢水影響にて、屋外排水路の機能に期待しない評価を説明。(耐津波設計で考慮する敷地への溢水源の設定では、屋外排水路による排水を期待せず、敷地に滞留した場合であっても、浸水防護重点化範囲に流入しないことを確認。) | ・ 屋外排水路の機能に期待しない評価を実施していることから、北側・南側幹線排水路流末部の耐震性を確保した場合においても基準適合への影響はない。なお、屋外タンクの破損等により発生した O.P.+14.8m 盤の水は地震随伴事象により発生するものであり、北側・南側幹線排水路流末部の耐震性を確保することによって、確実に屋外排水路を通じて海へ排水される。 |
| 第 7 条 (外部事象(自然現象)) | ・ 想定される自然現象(地震、津波を除く)に対し、屋外排水路の機能に期待する個別事象として、降水による浸水の影響評価を実施し、外部事象防護対象施設等がその安全機能を損なわないことを説明。(屋外排水路は、敷地への降水を海域に排水するものであり、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。3.1(2)参照。) ・ 自然現象の重量について、事象(影響モード)の内容を基に、影響が増長する事象の組合せを網羅的に検討し、降水を含む事象の組合せにおいて、影響が増長するものはないことを説明。(詳細については表 5(2)参照。) | ・ 考慮する自然現象は降水であり、北側・南側幹線排水路流末部の耐震性を確保した場合においても敷地への降水を海域に排水する機能に影響はなく、外部事象防護対象施設等の安全機能に影響を及ぼさないことから、基準適合への影響はない。また、自然現象の組合せの影響に対する確認結果は表 5(2)に示すとおりであり、降水による浸水影響の個別評価と変わらず、外部事象防護対象施設等の安全機能に影響を及ぼさないことから、基準適合への影響はない。なお、北側・南側幹線排水路流末部の耐震性を確保することによって、地震時においても確実に屋外排水路を通じて海へ排水される。 |
| 第 12 条 (内部溢水) | ・ 屋外排水路の機能に期待しない溢水評価を説明。(屋外タンク等の損傷における敷地への溢水源の設定では、屋外排水路による排水を期待せず、敷地に滞留した場合であっても、防護対象設備に対して溢水影響を及ぼさないことを確認。) | ・ 屋外排水路の機能に期待しない評価を実施していることから、北側・南側幹線排水路流末部の耐震性を確保した場合においても基準適合への影響はない。なお、屋外タンクの破損等により発生した O.P.+14.8m 盤の水は地震随伴事象により発生するものであり、北・南側幹線排水路流末部の耐震性を確保することによって、確実に屋外排水路を通じて海へ排水される。 |
| 第 54 条 (アクセスルート) | ・ 敷地への溢水(屋外タンク損傷)は、アクセスルート復旧作業の開始前に排水路から排水可能であり、アクセスルート復旧作業への影響はない。 ・ 排水を考慮しない場合でも可搬型車両の通行は可能であり、人員への影響も小さい。 | ・ 敷地への溢水(屋外タンク損傷)は、アクセスルート復旧作業の開始前に耐震性を確保した北側・南側排水路流末部より排水可能であり、アクセスルート復旧作業への影響はない。 ・ 排水を考慮しない場合、アクセスルートから、側溝やより沈下量の大きな建屋近傍へ流下するため、可搬型車両の通行は可能であり、人員への影響も小さい。 |

表 5(2) 女川原子力発電所において想定される自然現象の組合せがプラントに及ぼす影響の評価結果（影響モード：浸水）（設置変更許可時の説明内容）

| 影響モードを含む事象 | 事象の組合せ | 検討結果 | 備考 |
|------------|-------------------|--|--|
| 降水 | 風（台風）×降水 | 降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が浸水することはない。また、風（台風）による影響（荷重）を組み合わせたとしても降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | 女川原子力発電所 2 号炉設置変更許可申請書 02-NP-0272（改 114）外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部事象）別添資料 1 第 5.3-8 表より抜粋 |
| | （風（台風）×降水）×凍結×積雪 | 降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が浸水することはない。また、風（台風）及び積雪による影響（荷重）、及び、凍結による影響（温度及び閉塞）を組み合わせたとしても、降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | |
| | （風（台風）×降水）×竜巻 | 降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が浸水することはない。また、風（台風）及び竜巻による影響（荷重）を組み合わせたとしても、降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | |
| | （風（台風）×降水）×落雷 | 降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が浸水することはない。また、落雷による影響（電氣的影響）を組み合わせたとしても、降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | |
| | （風（台風）×降水）×火山の影響 | 湿った降下火砕物が乾燥して固結することにより、排水口等を閉塞させ浸水することが考えられるが、固結した降下火砕物は降水により溶解するため浸水は生じない。また、風（台風）による影響（荷重）及び降水による影響（浸水）を組み合わせたとしても、降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | |
| | （風（台風）×降水）×生物学的事象 | 降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が浸水することはない。また、風（台風）による影響（荷重）及び生物学的事象による影響（閉塞、電氣的影響）を組み合わせたとしても、降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | |
| | （風（台風）×降水）×森林火災 | 降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が浸水することはない。また、風（台風）による影響（荷重）及び森林火災による影響（温度、閉塞、電氣的影響、摩耗）を組み合わせたとしても、降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | |
| | （風（台風）×降水）×地震 | 降水による敷地の浸水の可能性が考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が浸水することはない。また、風（台風）及び地震による影響（荷重）を組み合わせたとしても、降水による浸水影響の個別評価と変わらない。 | |
| | （風（台風）×降水）×津波 | 降水及び津波による浸水影響が重畳することにより、敷地に対する浸水影響が増長すると考えられるが、構内排水路により排水することで敷地が降水により浸水することはないこと、基準津波は津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから、敷地が浸水に至る可能性はない。なお、津波により所内の排水設備が使用できない場合でも、津波の継続時間は短いことから、降水により浸水に至る可能性はない。 | |

5. 工認図書における取扱い

3.2 及び 3.3 に示す屋外排水路の設計方針について、表 6 のとおり各図書に整理する。

表 6(1) 地下水位低下設備に係る各図書における屋外排水路の記載について (1/5)

| 分類 | 対応箇所 | 対応内容 (3.2 及び 3.3 に示す対策の反映箇所) |
|----|--|--|
| 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 | ▶以下の記載とする。 (中略) <ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水位低下設備は、ドレーン及び接続柵により揚水井戸に地下水を集水し、揚水ポンプ (容量 375m³/h/個, 揚程 52m, 原動機出力 110kW/個) により、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。 ・ 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 (計8個) 設置し、集水した地下水を排水できる設計とする。 ・ 配管は、上端部に分岐管を設置し、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、排水経路を確保するための仮設ホースを接続できる設計とする。 (中略) <ul style="list-style-type: none"> ・ 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する設計とする。 ・ 敷地側集水ピットから海への排水経路を構成する北側幹線排水路流末部 (敷地側集水ピット (北側)、北側排水路 (防潮堤横断部) 及び出口側集水ピット (北側))、南側幹線排水路流末部 (敷地側集水ピット (南側)、出口側集水ピット (南側) 及び地盤中の連続した空洞である南側排水路 (防潮堤横断部)) については、基準地震動 S_s に対し機能維持することにより、排水経路を確保する。また、地震時においては、敷地の形状又は仮設ホースの取り付けにより、各揚水井戸配管出口から敷地側集水ピットまでの排水経路を確保する。 |

表 6(2) 地下水位低下設備に係る各図書における屋外排水路の記載について (2/5)

| 分類 | 対応箇所 | 対応内容 (3.2 及び 3.3 に示す対策の反映箇所) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|---------------------------------------|---|--|---------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------|----------------------|---|----------------|--|----------------|--|-----|-----------------------|-----|------|------|------|------|---|---|---|---|---|----|--|--|---|---|---|---|---|---------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|--|--|
| 添付資料 (1/4) | 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 | <p>▶屋外排水路の排水機能喪失時の対応を追記</p> <p><u>4.3 排水機能 (揚水ポンプ及び配管)</u></p> <p>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。 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、仮設ホースを接続するための分岐管を配管上端部に設置し、排水経路を確保できる設計とする。</p> <p><u>6.4 排水経路の確保</u> 地下水位低下設備から汲み上げた地下水は、地下水位低下設備配管より支線排水路、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、地下水位低下設備配管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。排水経路の損傷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に設置した分岐管に仮設ホース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。</p> <p style="text-align: center;">表 6-3 必要となる仮設ホース長⁴⁾</p> <table border="1" data-bbox="746 1025 1398 1193"> <thead> <tr> <th>排水経路⁴⁾</th> <th>ホース長⁴⁾</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No.1 揚水井戸～敷地側集水ピット (南側)⁴⁾</td> <td>150 m⁴⁾</td> </tr> <tr> <td>No.2 揚水井戸～敷地側集水ピット (南側)⁴⁾</td> <td>850 m⁴⁾</td> </tr> <tr> <td>No.3 揚水井戸～敷地側集水ピット (北側)⁴⁾</td> <td>100 m⁴⁾</td> </tr> <tr> <td>No.4 揚水井戸～敷地側集水ピット (北側)⁴⁾</td> <td>100 m⁴⁾</td> </tr> <tr> <td>合計⁴⁾</td> <td>1000 m⁴⁾</td> </tr> </tbody> </table> <p>7.1 運用管理の方針</p> <p style="text-align: center;">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⁴⁾ (原子伊建屋・制御建屋エリアの場合^{*)} ⁴⁾</p> <table border="1" data-bbox="719 1375 1406 1648"> <thead> <tr> <th rowspan="2">①</th> <th colspan="2">1系列 (No.1揚水井戸)</th> <th colspan="2">1系列 (No.2揚水井戸)</th> <th rowspan="2">LCO</th> <th rowspan="2">要求される措置^{*)}</th> <th rowspan="2">AOT</th> </tr> <tr> <th>ポンプA</th> <th>ポンプB</th> <th>ポンプA</th> <th>ポンプB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>×</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>満足</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>×</td> <td>○</td> <td rowspan="3">1系列 動作不能^{*)}</td> <td rowspan="3"> ・他の1系列が動作可能であることを確認する。 ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可操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復旧する。 </td> <td rowspan="3"> ・速やかに ・速やかに ・19時間^{*)} ・10日間 </td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>○</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>2系列 動作不能</td> <td> ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 及び ・高温停止とする。 及び ・冷温停止とする。 </td> <td> ・速やかに ・19時間^{*)} ・24時間 ・36時間 </td> </tr> </tbody> </table> <p>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。⁴⁾ *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。⁴⁾ *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設置等の対応を行い、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⁾ *4: 第3号機海水熱交換器建屋エリアの場合、「可操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。⁴⁾</p> | 排水経路 ⁴⁾ | ホース長 ⁴⁾ | No.1 揚水井戸～敷地側集水ピット (南側) ⁴⁾ | 150 m ⁴⁾ | No.2 揚水井戸～敷地側集水ピット (南側) ⁴⁾ | 850 m ⁴⁾ | No.3 揚水井戸～敷地側集水ピット (北側) ⁴⁾ | 100 m ⁴⁾ | No.4 揚水井戸～敷地側集水ピット (北側) ⁴⁾ | 100 m ⁴⁾ | 合計 ⁴⁾ | 1000 m ⁴⁾ | ① | 1系列 (No.1揚水井戸) | | 1系列 (No.2揚水井戸) | | 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 | ○ | ○ | × | ○ | 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。 ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可操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復旧する。 | ・速やかに ・速やかに ・19時間 ^{*)} ・10日間 | ③ | × | × | × | ○ | ④ | ○ | × | × | × | ⑤ | × | × | × | × | 2系列 動作不能 | ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 及び ・高温停止とする。 及び ・冷温停止とする。 | ・速やかに ・19時間 ^{*)} ・24時間 ・36時間 |
| | 排水経路 ⁴⁾ | ホース長 ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No.1 揚水井戸～敷地側集水ピット (南側) ⁴⁾ | 150 m ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No.2 揚水井戸～敷地側集水ピット (南側) ⁴⁾ | 850 m ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No.3 揚水井戸～敷地側集水ピット (北側) ⁴⁾ | 100 m ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No.4 揚水井戸～敷地側集水ピット (北側) ⁴⁾ | 100 m ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 合計 ⁴⁾ | 1000 m ⁴⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① | 1系列 (No.1揚水井戸) | | 1系列 (No.2揚水井戸) | | 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 | ○ | ○ | × | ○ | 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。 ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可操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復旧する。 | ・速やかに ・速やかに ・19時間 ^{*)} ・10日間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ | × | × | × | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ | ○ | × | × | × | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⑤ | × | × | × | × | 2系列 動作不能 | ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を開始する。 及び ・可操ポンプユニットによる水位低下措置を完了する。 及び ・高温停止とする。 及び ・冷温停止とする。 | ・速やかに ・19時間 ^{*)} ・24時間 ・36時間 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表 6(3) 地下水位低下設備に係る各図書における屋外排水路の記載について (3/5)

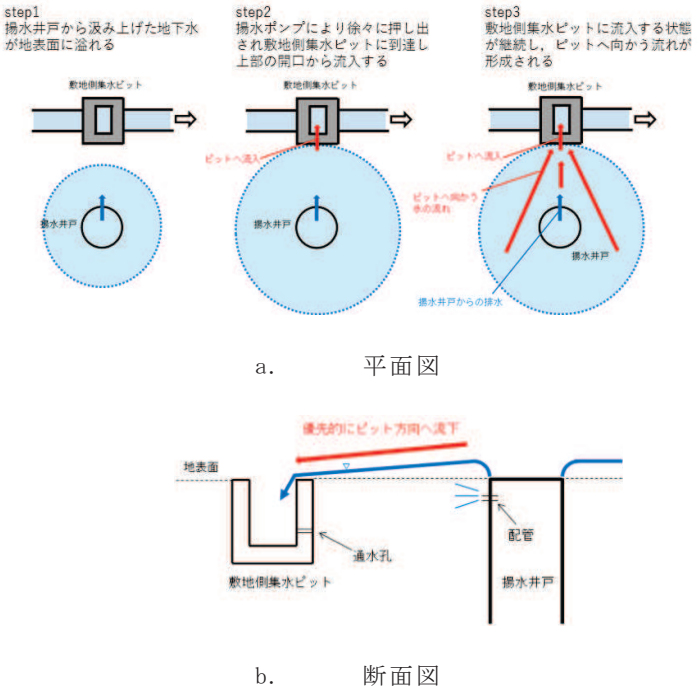
| 分類 | 対応箇所 | 対応内容 (3.2 及び 3.3 に示す対策の反映箇所) |
|---------------|---|--|
| | VI-2-13-1 地下水位低下設備の耐震計算の方針 | <p>▶ 基本設計方針における S s 機能維持の確保方法について、別紙にて記載する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 各幹線排水路の流末部を構成する施設（敷地側集水ピット（北側）、北側排水路（防潮堤横断部）、出口側集水ピット（北側）、敷地側集水ピット（南側）及び出口側集水ピット（南側））については、基準地震動 S s に対する機能維持を確認することにより、排水機能を確保する。この確認においては、各部材が終局状態に至らないことを目標性能とし、許容限界を短期許容応力度、曲げ耐力、圧縮耐力、せん断耐力とする。 ・ 南側幹線排水路流末部を構成する南側排水路（防潮堤横断部）は、敷地側集水ピット（南側）と出口側集水ピット（南側）間の地盤（MMR）中にある連続した空洞であることから、空洞周辺のMMRを対象として基準地震動 S s に対する健全性を確認することにより排水機能を確保する。この確認における許容限界は引張強度及びせん断強度とする。 |
| | VI-2-1-4 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針 | <p>▶ 耐震重要度分類表（耐震Cクラス）に、幹線排水路流末部を構成する施設を記載する。</p> <p>屋外排水路（敷地側集水ピット（北側）、北側排水路（防潮堤横断部）、出口側集水ピット（北側）、敷地側集水ピット（南側）、出口側集水ピット（南側））</p> |
| 添付資料 (2/4) | 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 | <p>▶ 以下を記載する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 敷地側集水ピット（北側）の計算結果 ・ 敷地側集水ピット（南側）の計算結果 ・ 南側排水路（防潮堤横断部）の計算結果（空洞周辺の地盤の健全性の確認） |
| | VI-2-11-2-19 北側排水路の耐震性についての計算書 | <p>▶ 北側排水路（防潮堤横断部）の計算結果を記載する。（防潮堤への波及的影響として評価）</p> |
| | VI-2-10-2-6-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の耐震性についての計算書 | <p>▶ 出口側集水ピット（北側）の計算結果を記載する。（耐震 S クラスの屋外排水路逆流防止設備*の支持構造物として評価）</p> |
| | VI-2-10-2-6-1-1 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の耐震性についての計算書 | <p>▶ 出口側集水ピット（南側）の計算結果を記載する。（耐震 S クラスの屋外排水路逆流防止設備*の支持構造物として評価）</p> |

表 6(4) 地下水位低下設備に係る各図書における屋外排水路の記載について (4/5)

| 分類 | 対応箇所 | 対応内容 (3.2 及び 3.3 に示す対策の反映箇所) |
|---------------|----------------------------|--|
| 添付資料 (3/4) | VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針 | <p>▶ 以下の記載とする。</p> <p>5. 耐震評価における地下水位設定方針</p> <p>5.1 基本方針</p> <p>建物・構築物及び土木構造物は、地下水位低下設備*1の効果が及ぶ範囲においては、その機能を考慮した設計用地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。なお、地下水位低下設備の効果が及ばない範囲においては、自然水位より保守的に設定した水位又は地表面にて設計用地下水位を設定し、水圧の影響を考慮する。</p> <p>注記*1：地下水位低下設備と排水経路確保について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防潮堤下部の地盤改良等により地下水の流れが遮断され敷地内の地下水位が地表面付近まで上昇するおそれがあることを踏まえ、地下水位を一定の範囲に保持するため地下水位低下設備を設置する。 ・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ことにより地下水位を一定の範囲に保持する。 ・このうち、敷地側集水ピットから海への排水経路を構成する北側幹線排水路流末部（敷地側集水ピット（北側）、北側排水路（防潮堤横断部）及び出口側集水ピット（北側））、南側幹線排水路流末部（敷地側集水ピット（南側）、出口側集水ピット（南側）及び地盤中の連続した空洞である南側排水路（防潮堤横断部））については、基準地震動Ssに対し機能維持することにより、排水経路を確保する（図5-1(1)）。 ・また、地震時においては、敷地の形状又は仮設ホースの取り付けにより、排水路流末部までの排水経路を確保する設計とする。No.1, No.3, No.4揚水井戸は、揚水井戸から敷地側集水ピットまでの排水経路が短く、支線排水路に期待せず敷地の形状により地表面を通じて敷地側集水ピットへ排水可能である。No.2揚水井戸は排水経路が相対的に長いため、仮設ホースの取り付けにより敷地側集水ピットへ排水する（図5-1(2)）。 ・地下水位低下設備の詳細は「VI-2-1-1-別添1 地下水位低下設備の設計方針」を参照。地下水位低下設備及び地下水の排水経路を構成する屋外排水路の耐震評価方針については「VI-2-13-1 地下水位低下設備の耐震計算の方針」を参照。 |
| | | <p>図 5-1(1) 屋外排水路の耐震性の確保範囲</p> |

注記*：出口側集水ピットが支持する逆流防止設備（フラップゲート）の開機能維持については、「補足-140-1 津波への配慮に関する説明書の補足説明資料」の「6.5.1.8 屋外排水路逆流防止設備の開閉機能の維持について」に詳細を示す。

表 6(5) 地下水位低下設備に係る各図書における屋外排水路の記載について (5/5)

| 分類 | 対応箇所 | 対応内容 (3.2 及び 3.3 に示す対策の反映箇所) |
|------------|--------------------------------------|--|
| 添付資料 (4/4) | VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針 |  <p>a. 平面図</p> <p>b. 断面図</p> <p>図 5-1(2) 敷地の形状により地表面を通じて排水する考え方</p> |
| 補足説明資料 | 補足 600-25-2 地下水位低下設備の耐震性に係る補足説明資料 | <ul style="list-style-type: none"> 敷地側集水ピット（北側）及び敷地側集水ピット（南側）の計算結果に係る詳細情報を記載する。 |
| | 補足-600-4 下位クラス施設の波及的影響の検討について | <ul style="list-style-type: none"> 南側排水路（防潮堤横断部）（防潮堤への波及的影響としての評価） |

6. まとめ

地下水位低下設備の機能を考慮したO. P. +14. 8m盤の施設等における設計用揚圧力・設計用地下水位を保持し、技術基準第5条（耐震）に適合した状態を維持することに対する屋外排水路の機能及び耐震性に係る設計方針について、以下のとおり整理した。

- ・地下水位低下設備で汲み上げた地下水を、屋外排水路を介して海へ排水可能な経路を確保するため、地震時における影響検討を行った結果を踏まえ、以下の通り整理した。
 - a. No. 1揚水井戸，No. 3揚水井戸，及びNo. 4揚水井戸から汲み上げた地下水について、地震時には地表に溢れ敷地の形状により自然流下し敷地側集水ピットへ流れる。なお、敷地の形状により排水経路が確保できない場合においても、揚水井戸内の配管上端に設置した分岐管に仮設ホースを接続し流路を構成することにより、地下水を確実に排水する。
 - b. No. 2揚水井戸は、O. P. +14. 8m盤に溢れ滞水するおそれがあるため、仮設ホースを用いた運用にて流路を構成することにより、敷地側集水ピットまでの排水を確保する。
 - c. また、敷地側集水ピットから海への排水経路を構成する北側幹線排水路流末部（敷地側集水ピット（北側）、北側排水路（防潮堤横断部）及び出口側集水ピット（北側））、南側幹線排水路流末部（敷地側集水ピット（南側）、出口側集水ピット（南側）及び地盤中の連続した空洞である南側排水路（防潮堤横断部））については、閉塞等による設計用地下水位への影響が生じないように、基準地震動 S_s に対し機能維持することにより、排水経路を確保する。
 - d. 各幹線排水路流末部を構成する施設については、基準地震動 S_s に対する機能維持を確認することにより排水機能を確保することとし、耐震Cクラスに分類する。また、南側排水路（防潮堤横断部）は、敷地側集水ピット（南側）と出口側集水ピット（南側）間の地盤（MMR）中にある連続した空洞であることから、空洞周辺のMMRを対象として基準地震動 S_s に対する健全性を確認することにより排水機能を確保する。
- ・この方針により、地下水位低下設備で汲み上げた地下水が海へ確実に排水されることから、技術基準第5条（耐震）に適合した状態を保持できることを確認した。また、関連する各技術基準適合要求への影響がないことを確認した。
- ・この方針について、技術基準第5条（耐震）適合上必要な設計として、本文（基本設計方針 第5/50条）並びに関連する添付資料、補足説明資料へ反映させる。

また、排水をより確実に行うための自主的な対策について、別紙1に整理した。

屋外排水路に係るその他の自主的な対策

1. 支線排水路の設計における揺すり込み沈下影響の考慮

敷地側集水ピットへ支線排水路を接続する No.1 揚水井戸, No.3 揚水井戸, No.4 揚水井戸については, 揚水井戸より汲み上げた地下水が敷地側集水ピットへ自然流下されるよう, 敷地側集水ピット側壁に設置する通水孔を通じてピット内に排水する設計とする。

また, 南側幹線排水路へ支線排水路を接続する No.2 揚水井戸においても, 揚水井戸より汲み上げた地下水が南側幹線排水路へ自然流下されるよう, 南側幹線排水路側壁に設置する通水孔を通じて南側幹線排水路内に排水する設計とする (図 10)。

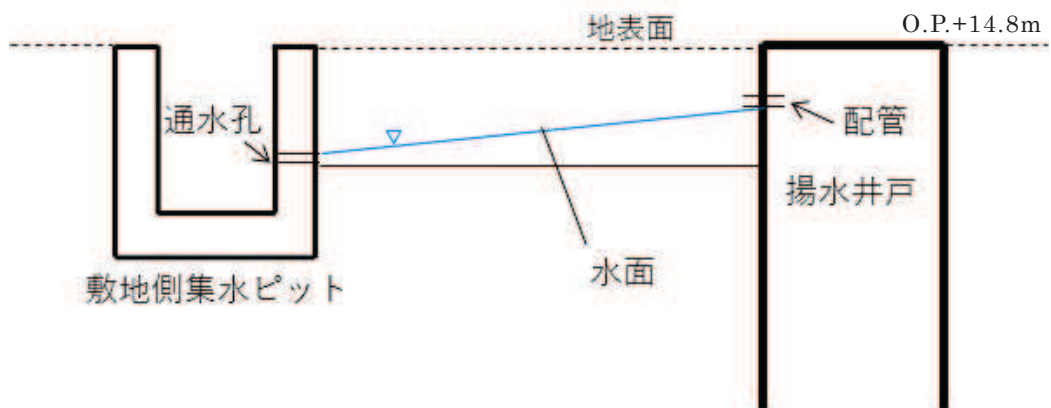


図 10(1) No. 1, 3, 4 揚水井戸～敷地側集水ピットの排水経路概念図

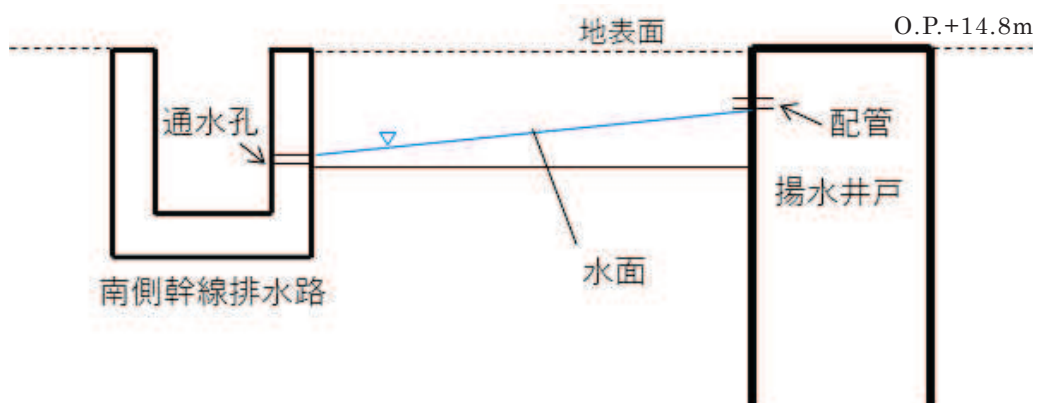


図 10(2) No. 2 揚水井戸～南側幹線排水路の排水経路概念図

水面の高さは、揚水井戸の配管高さと同集水ピットの通水孔の設置レベルにより規定されるが、揺すり込み沈下が発生したとしても地下水が支線排水路（側溝）から溢れないよう、側溝は十分高さのあるものを据付けておき、地震時における漏水防止を図る（図11）。

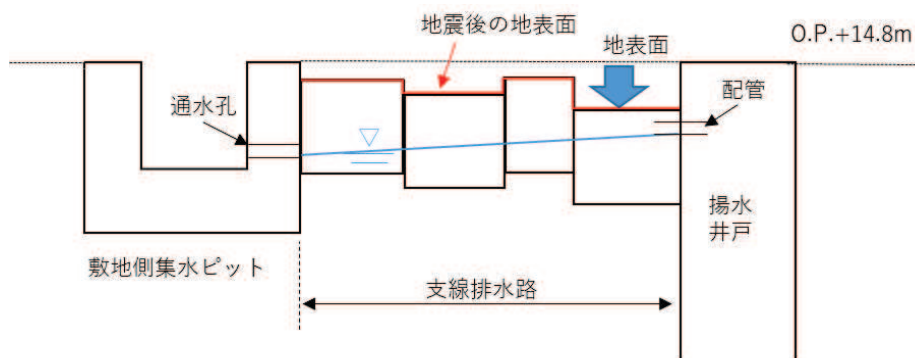


図 11 地震時の支線排水路の想定状況

以下、表 7 に各揚水井戸からの排水経路における想定沈下量を示す。なお、この沈下量は図 6 の支線排水路線形に対応した評価であり、変更となる可能性がある。

表 7(1) 各揚水井戸からの排水経路における想定沈下量

| | | 排水経路と沈下量* |
|---------------|------|-----------|
| No. 1 揚水井戸 | 排水経路 | |
| | 沈下量 | |
| No. 2 揚水井戸 | 排水経路 | |
| | 沈下量 | |

注記* : 盛土部の沈下率は参考資料 3 の通り 1.4%と設定しており, 盛土部の層厚を乗じて設定した。沈下率設定の詳細は「補足 200-14 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルートについて」を参照。

表 7(2) 各揚水井戸からの排水経路における想定沈下量

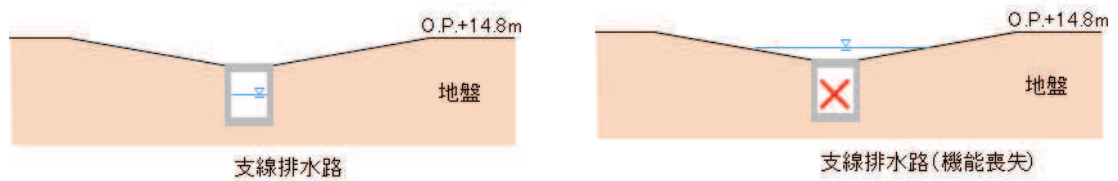
| | | 排水経路と沈下量* |
|-------------------------|------|-----------|
| No. 3, No. 4 揚水井戸 | 排水経路 | |
| | 沈下量 | |

注記*：盛土部の沈下率は参考資料 3 の通り 1.4%と設定しており，盛土部の層厚を乗じて設定した。沈下率設定の詳細は「補足 200-14 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルートについて」を参照。

2. 支線排水路の施工上の配慮

No.1 揚水井戸，No.3 揚水井戸，No.4 揚水井戸からの排水は，支線排水路の機能低下時は地表面を通じて敷地側集水ピットへ流れるが，この区間の支線排水路は，図 13 のとおり地表面より低い位置へ設置し，地表面に支線排水路へ向かう勾配を設ける。

この施工上の配慮により，支線排水路付近の地盤が低くなり，支線排水路が機能低下した場合においても流路として選択されることにより，より確実に揚水井戸から敷地側集水ピットへの排水を行うことが可能となる。



注：図はイメージであり，排水との関係を示すため地表の勾配は大きめに表示している。

図 13 支線排水路の設置例

3. 点検・手入れ

アクセスルートについては地震後に点検を行う。この点検において，排水異常によるアクセスルート範囲への地下水の流入等が確認された場合は，速やかに土のう等を用いた復旧対応を行う。

更に，排水異常による地表面での滞水が確認され，屋外アクセスルートに影響が生じるおそれがある場合は，排水異常が発生している揚水井戸の揚水ポンプを停止し，揚水井戸内の配管上端に設置した分岐管（図 14）に仮設ホース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。

このことにより，アクセスルートへの地下水の流入を早期に発見し対応することができる。

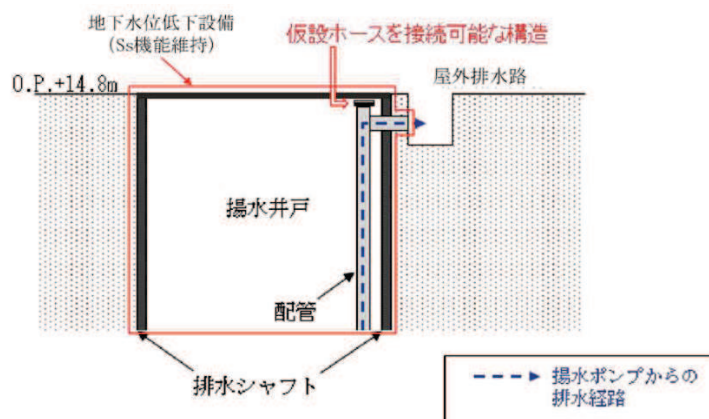


図 14 揚水井戸 分岐管の概要図

既設の屋外排水路の概要

1. 配置と排水能力

屋外排水路は、図1-1に示すとおり第1号機～第3号機の主要建屋の北側と南側に設置される幹線排水路及び幹線排水路に接続する支線排水路にて構成される。揚水井戸から汲み上げた地下水は、降雨の際の表面水と共に支線排水路を通過して図1-2に示す北側幹線排水路・南側幹線排水路に流れ、排水勾配により海へ排水される。

北側・南側幹線排水路上には、いずれも防潮堤横断箇所より上流側に敷地側集水ピット、下流側に出口側集水ピットを設置しており、海側の出口にはSクラスの逆流防止設備を設置している。

幹線排水路は、表1-1に示すとおり、設計基準降水時（91.0mm/h）における雨水流入量を十分排水可能な排水能力を有している。

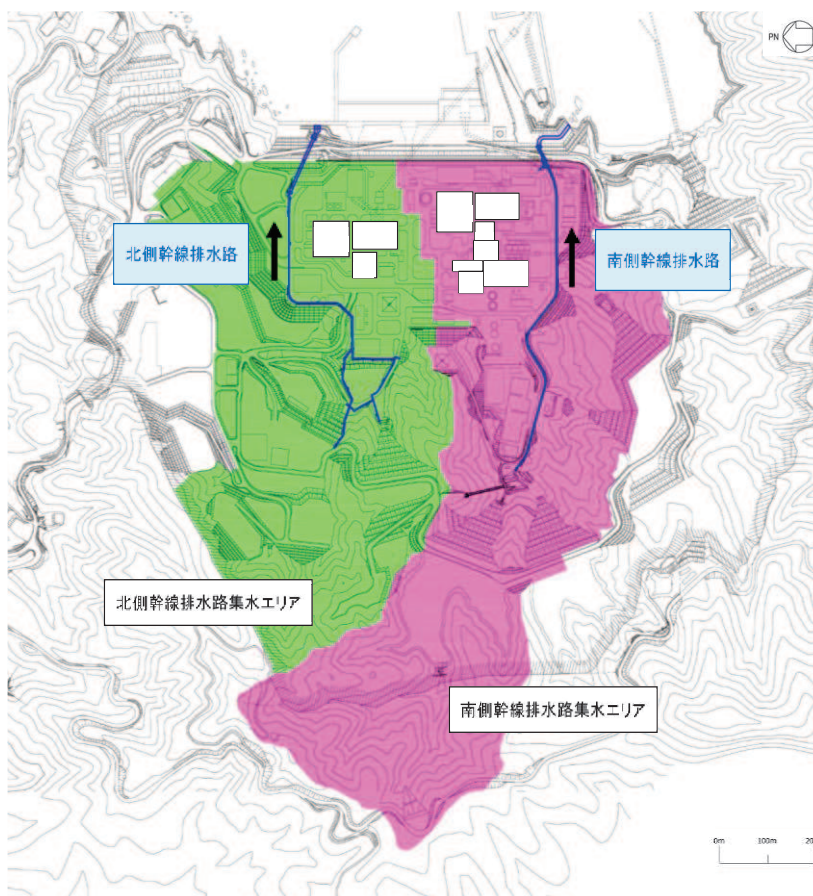


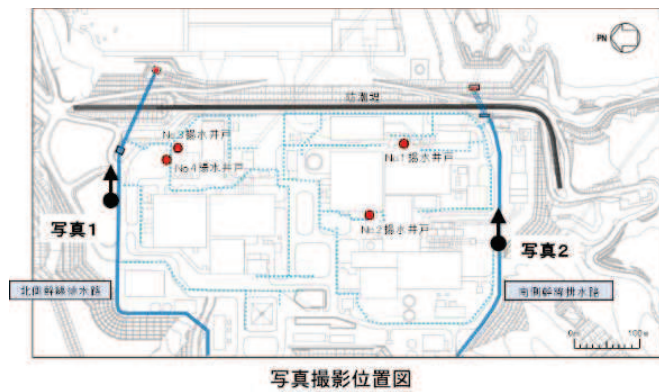
図1-1 既設の各幹線排水路の集水エリア



北側幹線排水路（写真1）



南側幹線排水路（写真2）



写真撮影位置図

図 1-2 既設の各幹線排水路の設置状況

表 1-1 幹線排水路の排水能力（本編 表 2再掲）

| 排水路名 | 設計基準降水時（91.0mm/h） 雨水流入量（m ³ /s） | 排水可能流量 （m ³ /s） |
|---------|---|-------------------------------|
| 北側幹線排水路 | 9.4 | 51.16 |
| 南側幹線排水路 | 9.5 | 16.23 |

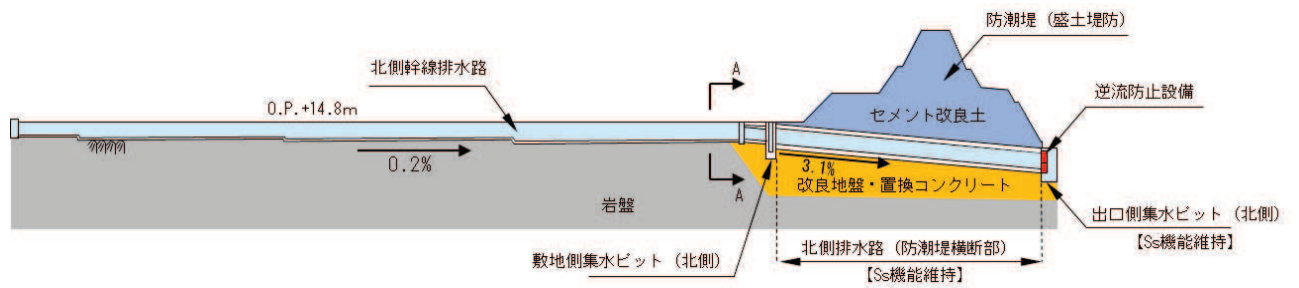
「女川原子力発電所 2号炉設置変更許可申請書
02-NP-0272（改 114）別添資料 1」より引用

2. 構造及び支持の状況

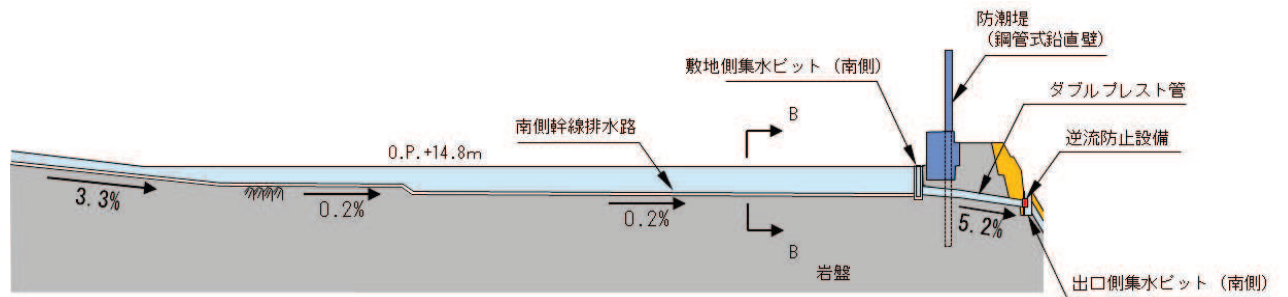
北側・南側幹線排水路の断面図を図1-3に示す。

北側幹線排水路は岩盤、改良地盤及び置換コンクリート、南側幹線排水路は岩盤により支持されている。

また、支線排水路はO.P. +14.8m盤付近に設置され、その多くの区間が盛土上に構築される。



北側幹線排水路の縦断図



南側幹線排水路の縦断図

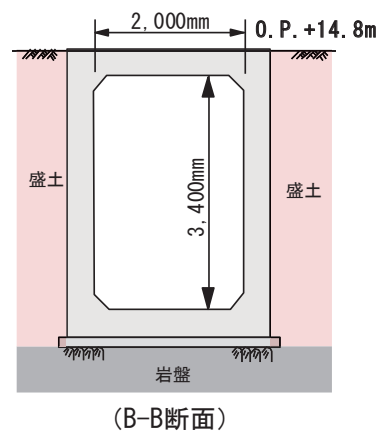
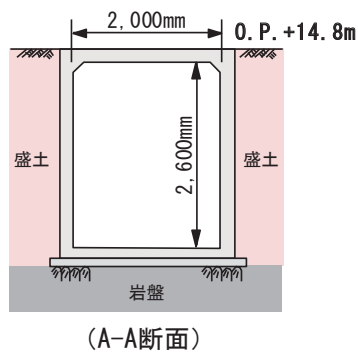


図1-3 北側・南側幹線排水路の断面図 (本編図5再掲)

「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・一部修正

No. 1 揚水井戸から敷地側集水ピットへの排水経路

No. 1 揚水井戸から敷地側集水ピットへの排水経路を例に，排水経路の選定の考え方を示す。

排水経路は周囲の地上構造物を考慮し設定しており，図 2-1 に示すとおり，No. 1 揚水井戸から敷地側集水ピット（南側）までには，防潮堤，防潮壁（第 2 号機放水立坑）が存在し，南東側には地盤改良，岩盤が地表面付近まで存在していることから，排水経路としては，設置性，距離の短さ，メンテナンス性，及び揺すり込み沈下の影響を極力回避する観点から，防潮堤と防潮壁（第 2 号機放水立坑）の間にある構内道路脇を設定した。

防潮壁（第 2 号機放水立坑）西側には，第 2 号機タービン建屋との間に南側幹線排水路に通じる空間が存在し，そこを通すことも考えられるが，補機放水路等の構造物もあり狭隘で設置性やメンテナンス性に劣るため，除外している。

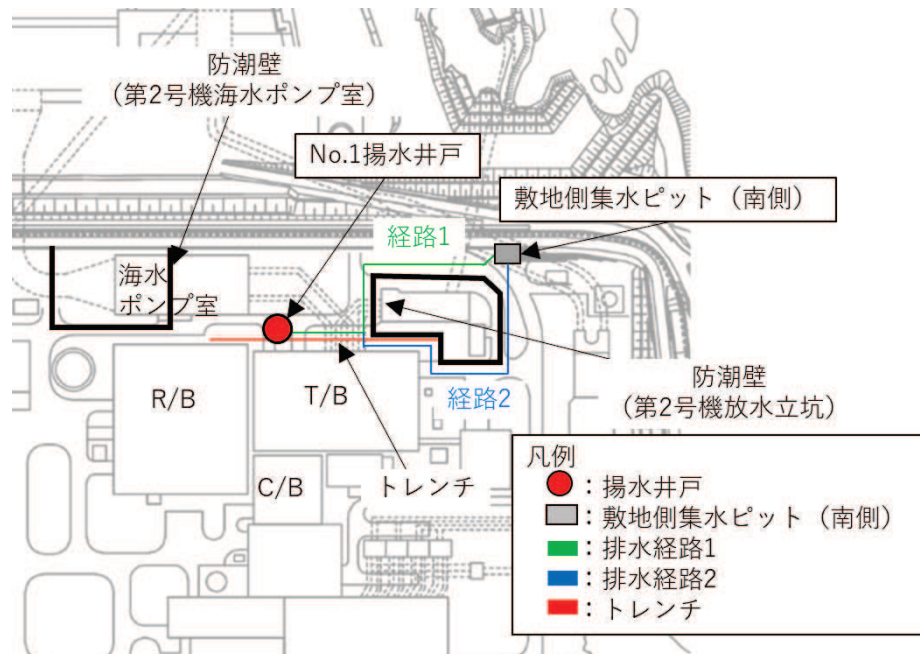


図2-1 No. 1揚水井戸から敷地側集水ピットへの排水経路

なお，No. 3, 4 揚水井戸から敷地側集水ピット（北側）までの区間は，特段障害物が存在しないことから直線的に排水経路を設定している。

地震時における屋外アクセスルートの通行性に対する支線排水路の影響

1. はじめに

地下水位低下設備から汲み上げた地下水は、本編 3.2 の屋外排水路の設計方針により、O.P. +14.8m 盤から海へ確実に排水されることから、地震時においても屋外アクセスルートの通行性への影響はない。

以下に、支線排水路が機能喪失した場合における屋外アクセスルートの通行性への影響を説明する。

2. 地震時における屋外アクセスルートの通行性

可搬型重大事故等対処設備の屋外アクセスルートについては、添付書類「VI-1-1-6-別添 1 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルートについて」において、地震時における盛土及び旧表土の不等沈下による段差を評価し、補強材敷設による事前の段差緩和対策、若しくは段差発生後の砕石を用いた重機による段差解消作業を実施することにより、車両の通行性に影響する急激な段差は発生せず、通行性を確保する設計としている。

また、想定以上の段差が発生した場合に備えて、段差解消作業用の土のう等を準備していることから（図 3-1 及び「補足 200-14 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルートについて」）、地震により局所的に地表面が沈下し、想定箇所以外において通行に支障のある段差が発生した場合は、土のう等を用いた段差解消作業により通行性を維持する。

3. 支線排水路が機能喪失した場合の屋外アクセスルートの通行性

地震により支線排水路が機能喪失した場合は、盛土及び旧表土の不等沈下により発生する段差部に滞水する可能性があるが、補強材敷設による事前の段差緩和対策、若しくは段差発生後の砕石を用いた重機による段差解消作業を実施することとしていることから、屋外アクセスルートの通行性に影響を及ぼさない。

なお、図 3-2 のとおり、建屋近傍では地震時にくさび崩壊に伴う沈下が発生することを想定し、建屋近傍の沈下量は屋外アクセスルートの沈下量より大きいと評価していることから、支線排水路の機能喪失により汲み上げた地下水が支線排水路から溢れた場合においても、O.P. +14.8m 盤に溢れた地下水は屋外アクセスルート脇の建屋近傍に流下するため、屋外アクセスルートの通行性に影響を及ぼさないと考えられる。

想定以上の段差が発生した場合の対応について

アクセスルート上で地震により許容段差量 15cm*以上の段差が発生する可能性のある箇所については、あらかじめ対策工を施すか、又は段差発生後にブルドーザで碎石を敷き均す段差解消作業を実施することで対応することから、大型車両の通行に支障となる段差は発生しない。

万一、許容段差量を超えて通行に支障が生じた場合の対応として、作業員1名があらかじめブルドーザに積載している角材及び土のうを用いて段差を解消することにより、大型車両の通行性を確保できることを実証試験にて確認した。

なお、ブルドーザにより実施することを想定しているがれき撤去作業及び段差解消作業は2名1組での作業を計画しており、上記の角材及び土のうによる段差解消作業もこの2名1組で対応可能であることから、追加人員は不要である。

※ 依藤ら：地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について
(平成19年近畿地方整備局研究発表会)



段差復旧作業状況



大型車両通行状況

(参考) 実証試験において段差1箇所の復旧に要した時間: 約20分

第1図 段差復旧実証試験の状況



第2図 角材及び土のうの積載箇所 (ブルドーザ)



女川原子力発電所2号炉設置
変更許可申請書 02-NP-
0084(改 116)添付書類 1.0.2
補足資料(5)抜粋

図3-1 想定以上の段差が発生した場合の対応について

(1) 沈下量の想定

2011年東北地方太平洋沖地震の実績では、明らかなくさび崩壊に伴う建物近傍の大きな沈下は確認されていないが、本評価においては2007年新潟県中越沖地震における東京電力柏崎刈羽原子力発電所の結果を参照して建屋近傍の沈下量は一般部の3.5倍と想定して評価する。

a. 一般部の沈下量

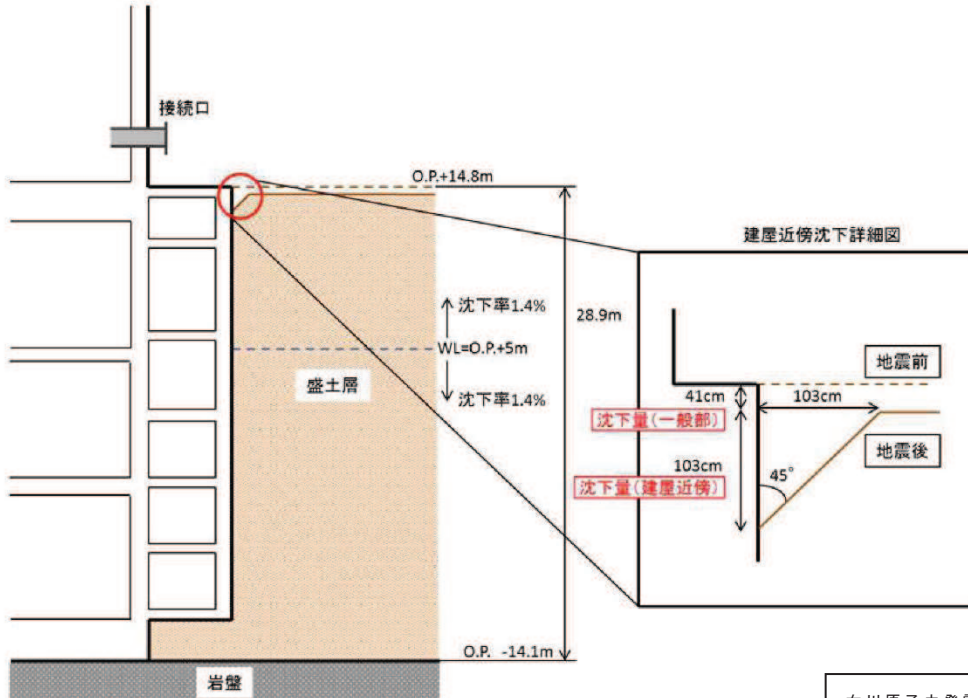
原子炉建屋近傍における沈下評価対象層厚は28.9mであり、不飽和盛土及び飽和盛土の沈下率1.4%を考慮し、41cmを想定する。

b. 建屋近傍の沈下量

建屋近傍の沈下について、一般部の想定41cmの3.5倍である144cmを想定する。

c. 地震後の想定地盤形状

a. 及び b. の想定を踏まえ、地震後の想定形状を第2図に示す。



女川原子力発電所2号炉設置
変更許可申請書 02-NP-
0084(改116)添付書類 1.0.2
別紙 29-2 抜粋

図 3-2 建屋近傍におけるくさび崩壊に伴う沈下量の想定