

泊発電所 3 号炉 耐津波設計方針について

〔 管路解析に係る指摘事項回答 〕

令和 6 年 6 月 27 日
北海道電力株式会社

無断複製・転載等禁止

本日の説明事項

<本日の説明事項>

- 泊発電所 3 号炉の審査工程において管路解析の解析工程がクリティカルパスとなっていることから、管路解析結果をお示しする前に解析結果に影響を与える可能性のある解析条件に関する指摘事項について回答する(一部回答を含む)。
 - (1) 管路解析に関する2件の指摘事項回答(P. 3, 5 参照)
 - ・ 1 号及び 2 号炉放水施設における管路解析の解析条件・解析モデルの概要をご説明する。
 - ・ 放水施設の損傷について、管路解析結果に影響を与える可能性のある損傷状態を網羅し、これらの損傷状態が入力津波の評価に与える影響の評価方針をご説明する。

1. 審査会合指摘事項に対する回答(管路解析)

1.1 指摘事項 220929-04 (1/2)

【指摘事項 220929-04】

取水路及び放水路の管路解析について、施設の構造を踏まえた解析条件・解析モデルを説明すること。

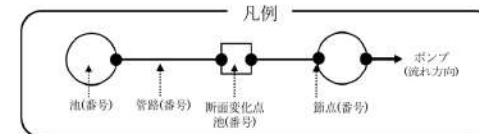
【回 答】

- 第1111回審査会合及び第1201回審査会合にて、3号炉取水施設・3号炉放水施設・1号及び2号炉取水施設の管路解析の解析条件・解析モデルについて説明した。
- 1号及び2号炉放水施設については、各放水路に逆流防止設備を計画しているため、それらを踏まえた管路解析の解析条件・解析モデルについて説明する。
 - ・ 1号及び2号炉放水施設では、津波が遡上する区間の放水口～逆流防止設備間をモデル化し、管路解析を実施する。
 - ・ 津波防護施設である1号及び2号炉放水路逆流防止設備については、池1・池7・池11・池15として考慮する。

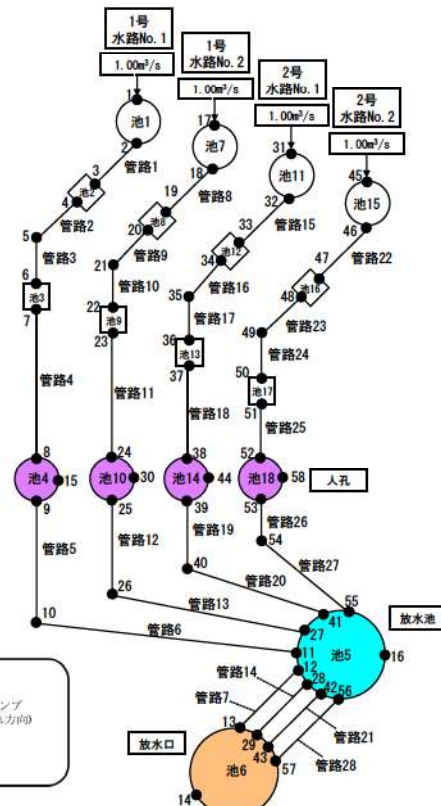
【 1号及び2号炉放水施設断面図】

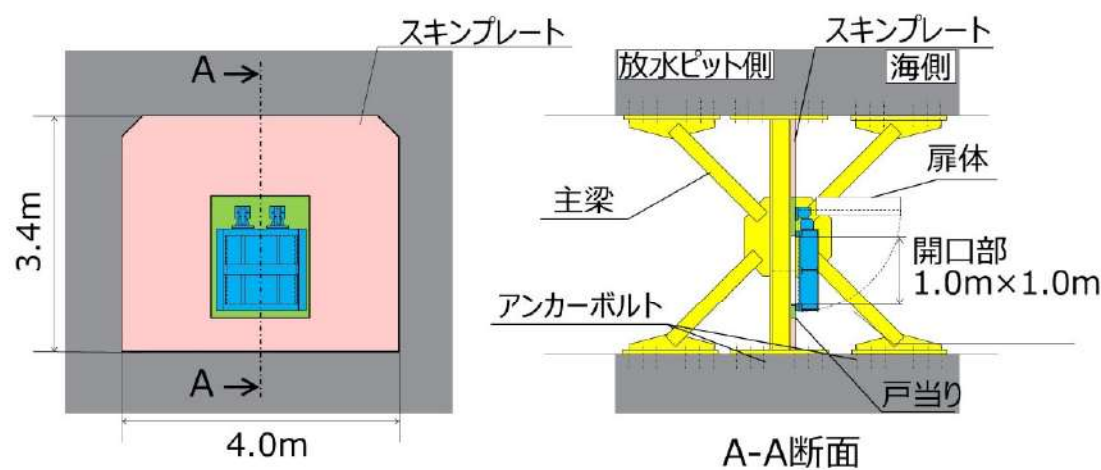
【 1号及び2号炉放水施設平面図】

：枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



【 1号及び2号炉放水施設の管路解析モデル図】





【1号及び2号炉放水路逆流防止設備 構造概要図】

箇 所		設定の考え方
放水口	池 6	放水口における水位の時刻歴波形を入力条件として与える。
放水池	池 5	－
放水池上部堰	節点16	放水池上部堰の外側（港内側）を水位境界とし、入力条件は、港内の水位の時刻歴波形を与える。 港内における水位が放水池上部堰の高さを超えた場合のみ放水池への流入が考慮されるとともに、放水池における水位が放水池上部堰の高さを超えた場合は港内側への流出も考慮される。
人孔	池 4, 10, 14, 18	－
断面変化点	池 3, 9, 13, 17 池 2, 8, 12, 16	放水路の補強を実施しており、断面が変化するため、補強部前後に断面変化点として、池を設定している。
逆流防止設備設置位置	池 1, 7, 11, 15	逆流防止設備設置位置における波圧を算定するため、水頭を確認できるよう、池を設定している。

【1号及び2号炉放水施設のモデル設定の考え方】

1. 審査会合指摘事項に対する回答(管路解析)

1.2 指摘事項 230202-09 (1/6)

【指摘事項 230202-09】

管路解析について、例えば、放水池及び放水池下部の基礎捨石の地震による損傷に伴う津波の流入位置の変化等、管路解析結果に影響を与える可能性のある要因を網羅すること。また、これらの要因が管路解析結果を用いて設定する入力津波の評価に与える影響を検討した上で、評価の妥当性を説明すること。

【回 答】

- 基準地震動に対して耐震性を有していない1号及び2号炉放水施設並びに3号炉放水施設については、基準地震動による構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴い、以下が想定される。
 - ・ 放水路※¹及び放水路トンネル※²並びに放水池※³の変形
 - ・ 不同沈下による段差
 - ・ 部材の損傷
- このうち、津波水位への影響が大きいケースとして以下を想定したうえで管路解析を実施し、入力津波の評価に与える影響を確認する。
 - ・ 放水路及び放水路トンネル並びに放水池の沈下
 - ・ 放水池の全壊
 - ・ 放水路及び放水路トンネルの部分閉塞
- 入力津波の設定位置の津波水位が上昇した場合は、地震により同時に複数の損傷状態が生じうることを踏まえ、最も厳しい損傷状態の組合せを入力津波の評価に影響を与える要因として選定することにより、評価の妥当性を示す(損傷状態の組合せの考え方の詳細は別途お示しする)。
- 放水施設の損傷を考慮した条件での管路解析の結果については今後お示しする。

※1 1号及び2号炉放水路を「放水路」という。以降も同様。

※2 3号炉放水路トンネルを「放水路トンネル」という。以降も同様。

※3 1号及び2号炉放水池並びに3号炉放水池を「放水池」という。以降も同様。

1. 審査会合指摘事項に対する回答(管路解析)

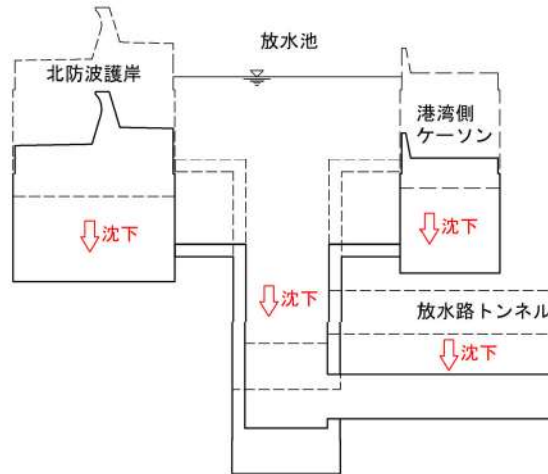
1.2 指摘事項 230202-09 (2/6)

【放水施設の地震時の被害想定】

- 基準地震動に対して耐震性を有していない放水施設は、その構造的特徴(十分な通水断面を有していること、追従性に優れたフレキシブルな構造であること等)や大規模地震を受けた先行サイトにおける放水施設の被害状況及び一般産業施設の地震被災事例を踏まえると、完全に閉塞することはなく、通水機能は維持されと考えられるものの、基準地震動により損傷しないことを評価にて示すことは困難である。
- また、放水施設の地震による損傷状態によっては、津波の流入位置や流入量が変化し、「1号及び2号炉放水路逆流防止設備設置位置」及び「3号炉放水ピット」の入力津波に影響を与える可能性があることから、放水施設の損傷を考慮した被害想定を行う。
- 被害想定として、放水施設の支持地盤及び周辺地盤は砂層や砂礫層、埋戻土であることから、構造物に直接作用する地震荷重による損傷の他、基準地震動による液状化が発生する可能性が高い。
- そのため、地震により生じる損傷状態として以下が想定される。
 - ✓ 放水路及び放水路トンネル並びに放水池の変形
 - ✓ 不同沈下による段差
 - ✓ 部材の損傷
- 地震により生じる損傷モードを右図の損傷Ⅰ～Ⅳのとおり示す。

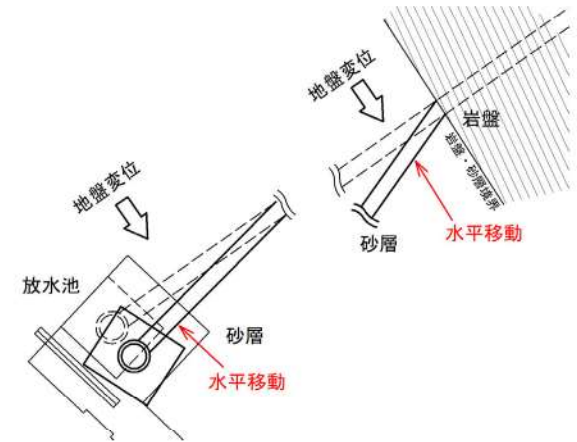
【損傷Ⅰ】

支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の沈下



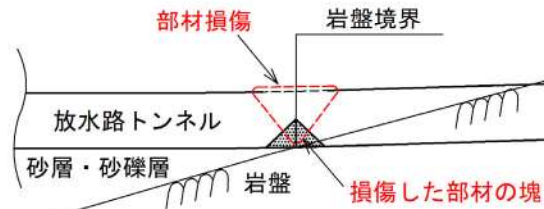
【損傷Ⅱ】

支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の水平方向の変形（水平移動）



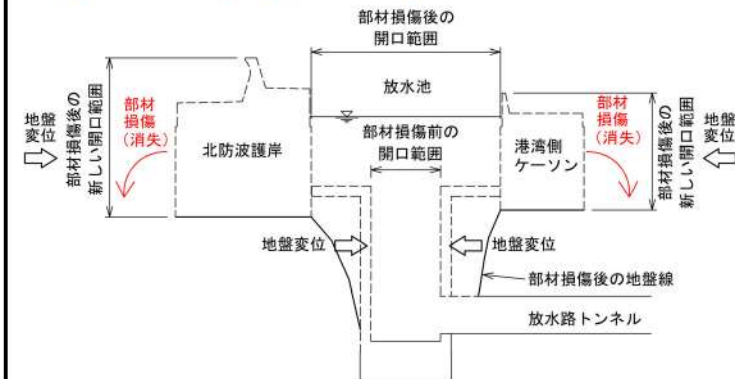
【損傷Ⅲ】

構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の部材損傷（不同沈下を含む）による部分閉塞（津波遡上の開口部が狭くなる）



【損傷Ⅳ】

構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴い発生する地盤変位による放水施設の部材損傷による消失



(津波遡上の流入範囲が大きくなる)

1. 審査会合指摘事項に対する回答(管路解析)

1.2 指摘事項 230202-09 (3/6)

【放水施設の地震時の被害想定】

- 損傷モードについては、以下に示す理由により、損傷Ⅰ～Ⅳのうち、損傷Ⅰの沈下、損傷Ⅲの部分閉塞(断面積の減少)及び損傷Ⅳの部材損傷を被害想定とする。
- 損傷Ⅲは、1号及び2号炉放水施設には逆流防止設備が設置され、津波により放水ピット側の水位は上昇しないことから、3号炉放水施設にのみ考慮する。

【放水施設の損傷の考慮要否について】

損傷モード	被害想定	理由
【損傷Ⅰ】 (支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の沈下)	考慮する	放水池の沈下に伴い、港湾内外から放水池内への津波の流入量が増加し、放水路及び放水路トンネル内への流入量も増加する可能性があるため、被害想定として考慮する。
【損傷Ⅱ】 (支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の水平方向の変形(水平移動))	考慮しない	以下の①、②の理由により、被害想定として考慮しない。 ①放水池直下の支持地盤面は砂層で傾斜しておらず、概ね平坦であり水平方向の変形は生じにくく、液状化に伴う沈下が優位に発生しやすい。 ②放水路及び放水路トンネルの支持地盤及び周辺地盤(埋戻土・砂層・砂礫層)は概ね水平成層であり、地層の相違により一方向に偏った水平荷重は作用しにくいいため、水平変位量は小さくなる。
【損傷Ⅲ】 (構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う放水施設の部材損傷(不同沈下を含む)による部分閉塞)	考慮する	構造物に直接作用する地震荷重による損傷や不同沈下が発生して部分閉塞が生じた場合、放水路トンネルの通水断面が減少し、押し波時の流入量が小さくなるものの、引き波時には放水ピット側からの流出量が小さくなり、放水ピットの水位が高くなる可能性があるため、被害想定として考慮する。
【損傷Ⅳ】 (構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の液状化に伴い発生する地盤変位による放水施設の部材損傷による消失)	考慮する	放水路及び放水路トンネル並びに放水池の損傷により、損傷部より津波が流入し、放水路及び放水路トンネルを遡上する津波の流量が増える可能性があるため、被害想定として考慮する。

1. 審査会合指摘事項に対する回答(管路解析)

1.2 指摘事項 230202-09 (4/6)

【3号炉放水施設の被害想定(1/2)】

- 3号炉放水施設の被害想定は放水池及び砂層部の放水路トンネルで行う。
- 3号炉放水池は、一部に粘性土層を挟む層厚35m程度の砂層及び砂礫層(まとめ資料 添付資料 5 参考図10参照)が支持地盤であることから、被害想定は支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の変位によって生じる部材損傷とする。
- 3号炉放水路トンネルの被害想定範囲は、粘性土層と砂層が支持地盤であることから、被害想定は支持地盤・周辺地盤の液状化に伴う沈下及び構造物に直接作用する地震荷重や支持地盤・周辺地盤の沈下によって生じる部材損傷(不同沈下を含む)とする。

 : 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



1. 審査会合指摘事項に対する回答(管路解析)

1.2 指摘事項 230202-09 (5/6)

【3号炉放水施設の被害想定(2/2)】

：枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

【損傷Ⅰの被害想定】

- ・ 津波水位への影響が大きいケースとして、放水路トンネルの砂・砂礫・粘性土層と岩盤部の境界点を起点とし、放水池直下で最大沈下量になるように沈下を想定する。
- ・ 損傷Ⅰの沈下量は以下の理由により、入力津波に影響を与える地形変化の設定において考慮する防潮堤前面の地表面沈下量と同じ**5.0m**に設定する。
 - ✓ 防潮堤前面の地表面沈下量の算定で採用した代表断面と当該地点の液状化層の層厚に大きな差はない。
 - ✓ 防潮堤前面の地表面沈下量の算定で採用した代表断面の方が岩盤線は急勾配で側方流動は大きい。

【損傷Ⅲの被害想定】

- ・ 放水路トンネルの砂・砂礫・粘性土層と岩盤部の境界点において、部分閉塞を想定する。
- ・ 部分閉塞の状態を明確に評価することは困難であることから、**健全時の25%、50%、75%の通水断面**を考慮し、水位が高くなる通水断面を採用する。

【損傷Ⅳの被害想定】

- ・ 津波水位への影響が大きいケースとして、**放水池の全壊**を想定する。

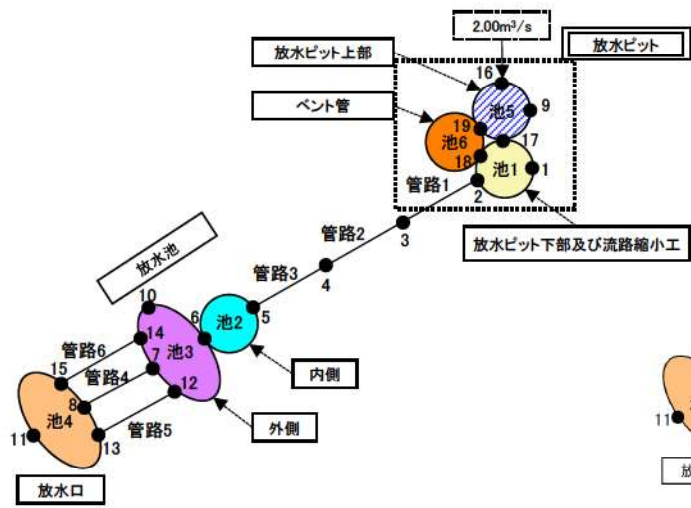
以上より、損傷Ⅰ、損傷Ⅲ及び損傷Ⅳの被害想定は右図のように設定する。

1. 審査会合指摘事項に対する回答(管路解析)

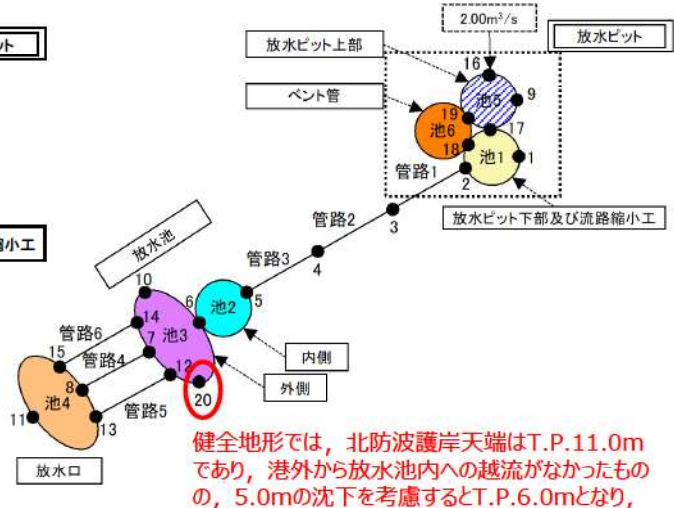
1.2 指摘事項 230202-09 (6/6)

【3号炉放水施設の被害想定（損傷状態）を反映した管路解析モデルについて】

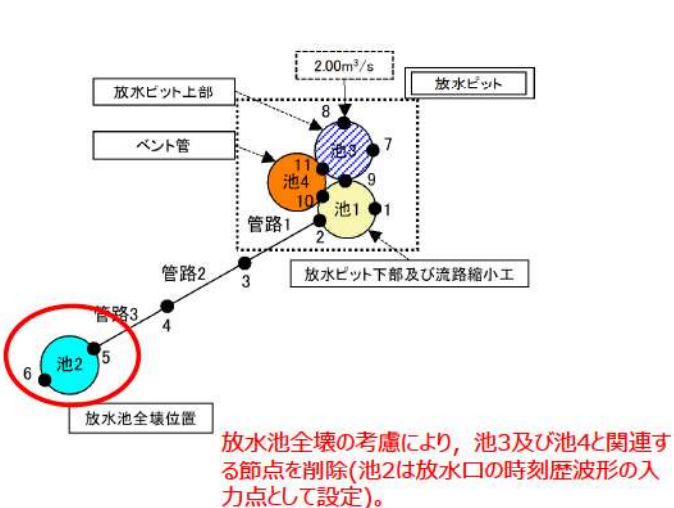
- 3号炉放水施設の被害想定（損傷状態）を反映した初期モデルを以下に示す。
- 放水池・放水路トンネルの損傷Ⅰ（沈下）を考慮したモデル、放水路トンネルの損傷Ⅲ（部分閉塞）を考慮したモデル及び放水池の損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮したモデルによる管路解析を実施し、健全モデル（基本ケース）と比較して入力津波への影響を確認する。
- 損傷Ⅳの管路解析にあたっては、放水池と放水口は隣接して入力波形は大きく変わらないこと、港湾内からの流入と比較して港湾外の放水口からの流入の影響が大きいことから、健全地形の放水口の時刻歴波形を入力波形とする。



【健全地形の管路解析モデル図】



【損傷Ⅰ（沈下）を考慮した管路解析モデル図】



【損傷Ⅳ（部材損傷（放水池全壊））を考慮した管路解析モデル図】

【損傷Ⅲ（部分閉塞）を考慮した管路解析モデル図※】

※損傷Ⅲ（部分閉塞）は健全地形から管路内の通水断面を変化させるのみであるため、管路解析モデル図としては健全地形から変更はない。

赤○:健全地形との相違個所を示す。