

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-061 改 68(説 4)
提出年月日	令和 2 年 11 月 16 日

島根原子力発電所 2号炉 可搬型重大事故等対処設備保管場所 及びアクセスルートについて

令和 2 年 11 月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

Energia

- 1. 審査会合での指摘事項に対する回答P3~27
- 2. 第861回審査会合からの変更点P28,29

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項一覧

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
43	R2.5.18	液状化による不等沈下に関し、地山と埋戻部との境界部（地山に勾配を設けて掘削した箇所）について、傾斜の評価結果を詳細に説明すること。また、段差解消工事の要否についてもその根拠とともに説明すること。	P3,4
44	R2.5.18	地中埋設構造物の液状化に伴う浮き上がりの評価結果について、浮き上がりを防止するための対策及び設計方法を詳細に説明すること。	P5
45	R2.5.18	海岸付近のアクセスルートにおける側方流動の評価結果について、他の検討断面や縦断方向の段差により通行に支障が生じることはないか説明すること。また、想定を上回る沈下が発生し、通行に支障が生じる場合の対応策についても説明すること。	P6~11
46	R2.5.18	液状化による側方流動の評価について、海岸付近のアクセスルートにおける被害の不確定性を考慮した評価の考え方を説明すること。	
47	R2.5.18	敷地内の鉄塔について、耐震評価の流れや考え方を詳細に説明すること。その際、各鉄塔の種別、系統、構造形状、地盤構造、支持地盤の概要を示した上で、どのような損傷モードを考え評価しているかを説明すること。	P12~15
48	R2.5.18	泡消火薬材容器について、保管場所の変更により土石流の影響を受けない第4保管エリアに保管する数の妥当性について整理して説明すること。	P16
50	R2.5.18	海を水源とした場合の注水について、所要時間を短縮する取組について実績を含めて説明すること。	P17~23
51	R2.5.18	土石流が発生していない場合であっても、例えば雨量が多い場合には人的被害を予防するために土石流の影響を受けるアクセスルート、保管場所、輪谷貯水槽の使用を中止することが考えられるため、その場合の判断基準を説明すること。	P24~27

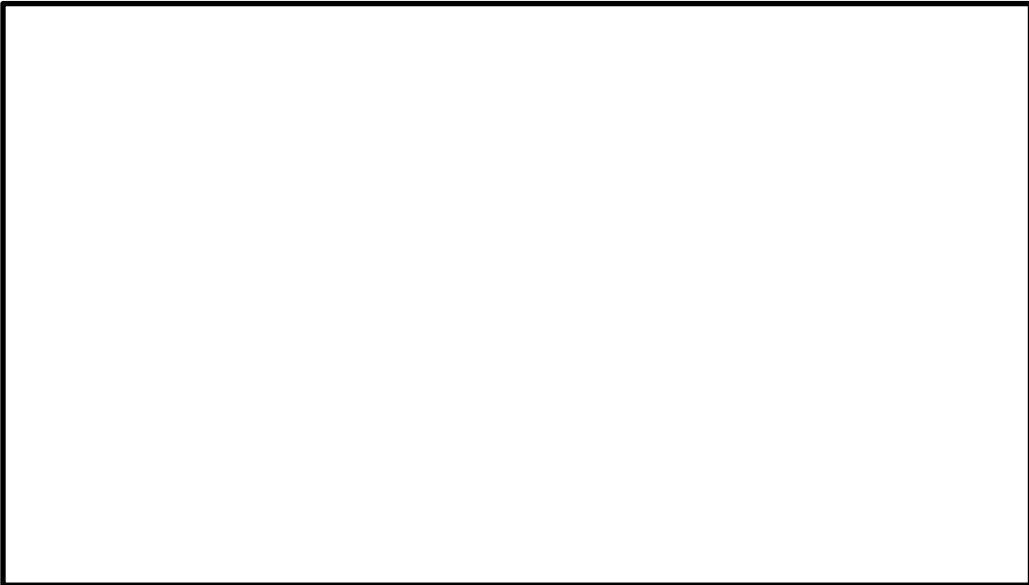
1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.43 (1/2)

- 指摘事項 (第861回審査会合 (令和2年5月18日))
 液状化による不等沈下に関し、地山と埋戻部との境界部 (地山に勾配を設けて掘削した箇所) について、傾斜の評価結果を詳細に説明すること。また、段差解消工事の要否についてもその根拠とともに説明すること。

- 回答
 地山と埋戻部との境界部 (地山に勾配を設けて掘削した箇所) ※について、2号炉原子炉建物周辺で2箇所抽出し、地下水位を地表面とした場合の液状化及び揺すり込みによる傾斜を評価した結果、発生する傾斜が許容値15%を下回るため、可搬型設備の通行に及ぼす影響はない。

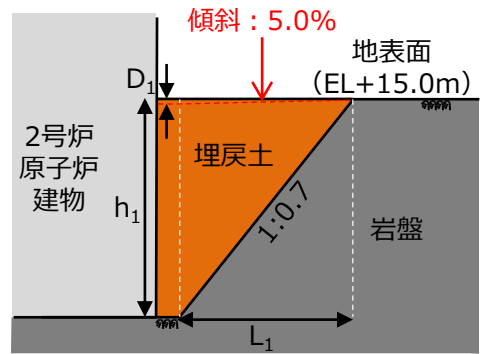
※ 2号炉本館基礎掘削時の掘削勾配



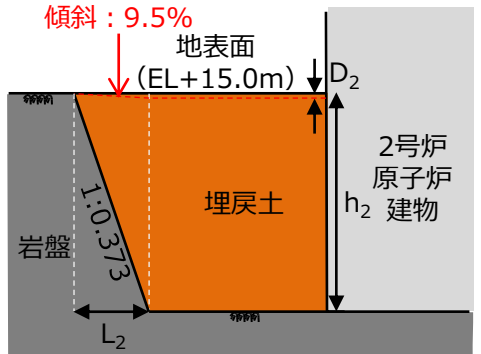
番号	名称	掘削勾配	h(m)	L(m)	D(m)	傾斜
1	2号炉原子炉建物南側	1:0.7	19.7	13.8	0.69	5.0%
2	2号炉原子炉建物西側	1:0.373	19.7	7.3	0.69	9.5%

最大沈下量 : $D=h \times 3.5\%$ (m), 不等沈下による傾斜 : $S=D \div L \times 100\%$

図1 地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価結果



2号炉原子炉建物南側 (番号1)



2号炉原子炉建物西側 (番号2)

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.43 (2/2)

【段差復旧に係る実証試験】

万一、想定を上回る段差が発生した場合を想定し、段差復旧の実証試験を実施している。

実証試験においては、1箇所40cmの段差を、ホイールローダにより砕石を用いて、可搬型設備が徐行により登坂可能な勾配（10%）を考慮し、ホイールローダによる仮復旧が可能であることを確認している。

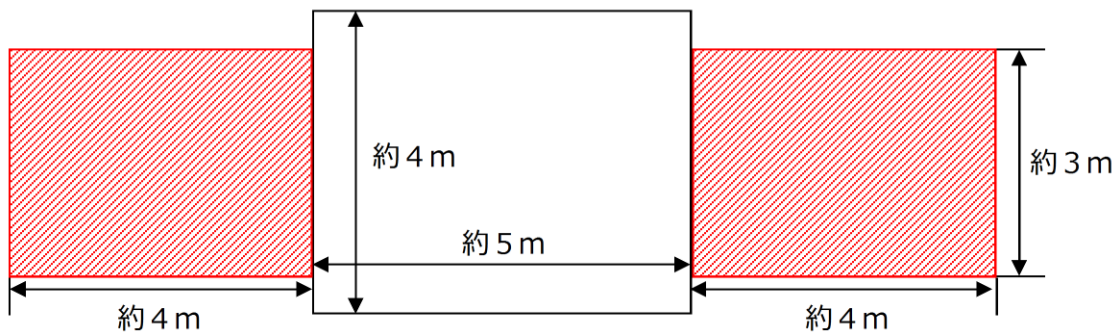



図2 平面図（概要）



凡例：  砕石

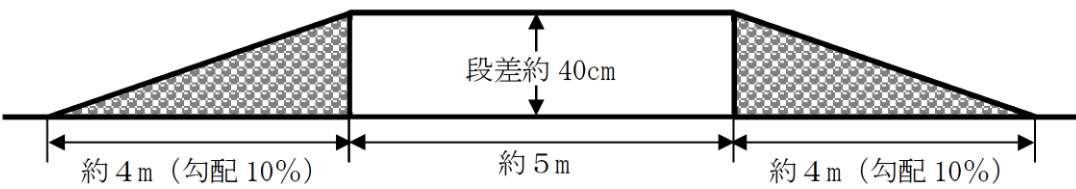


図3 断面図（概要）



段差復旧状況

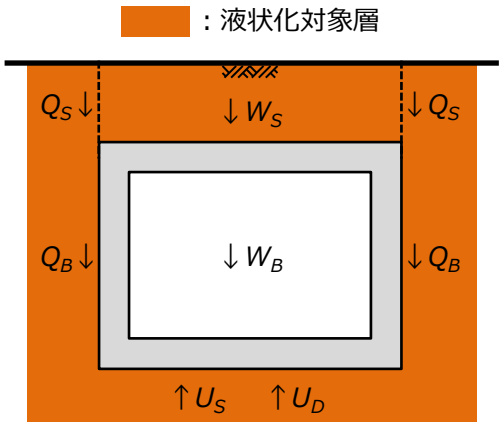
1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.44

■ 指摘事項（第861回審査会合（令和2年5月18日））
 地中埋設構造物の液状化に伴う浮き上がりの評価結果について、浮き上がりを防止するための対策及び設計方法を詳細に説明すること。

■ 回答
 浮き上がりが想定される地中埋設構造物については、表1のとおり、揚圧力(U_S, U_D)に対する浮き上がり抵抗力(W_S, W_B, Q_S, Q_B)の不足分を補うため、構造物周辺の地盤改良やコンクリート置換、又はカウンターウェイトを設置する対策を実施する方針とする。

表1 地中埋設構造物の浮き上がり対策（案）



浮き上がり照査式

$$y_i(U_S + U_D) / (W_S + W_B + 2Q_S + 2Q_B) \leq 1.0$$

W_S : 鉛直荷重の設計用値
 W_B : 構造物の自重の設計用値
 Q_S : 上載土のせん断抵抗
 Q_B : 構造物側面の摩擦抵抗
 U_S : 構造物底面の静水圧による揚圧力の設計用値
 U_D : 構造物底面の過剰間隙水圧による揚圧力
 y_i : 構造物係数(=1.0)

図1 浮き上がり照査方法
 （土木学会：トンネル標準示方書，2016）

	トレンチ構造	ボックスカルバート構造
<p>【案1】 地盤改良又はコンクリート置換</p> <p>改良地盤又はコンクリート置換</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造物側面の摩擦抵抗Q_Bの増加 	<p>ボックスカルバート構造</p> <p>改良地盤又はコンクリート置換</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造物側面の摩擦抵抗Q_Bの増加 ・上載土のせん断抵抗Q_Sの増加 ・鉛直荷重W_Sの増加 	
<p>【案2】 カウンターウェイトの設置</p> <p>カウンターウェイト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉛直荷重W_Sの増加 ・構造物の自重W_Bの増加 		

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

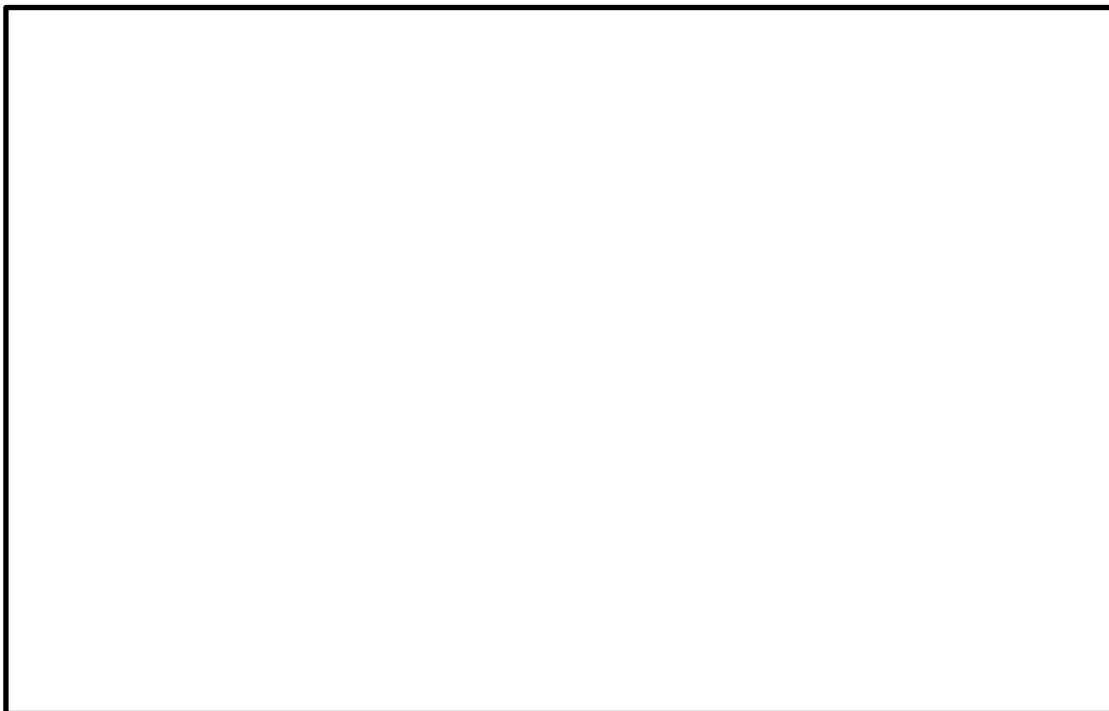
指摘事項回答No.45,46 (1/5)

■ 指摘事項 (第861回審査会合 (令和2年5月18日))

- ・ 海岸付近のアクセスルートにおける側方流動の評価結果について、他の検討断面や縦断方向の段差により通行に支障が生じることはないか説明すること。また、想定を上回る沈下が発生し、通行に支障が生じる場合の対応策についても説明すること。
- ・ 液状化による側方流動の評価について、海岸付近のアクセスルートにおける被害の不確定性を考慮した評価の考え方を説明すること。

■ 回答

海岸付近のアクセスルートにおける側方流動の影響評価にあたり、防波壁近傍では側方流動が抑制されることから、防波壁に近接せず、周辺地盤の高低差のある3号炉北西側のアクセスルートを選定し、新たに縦断図を追加して通行に支障が生じないことを確認した。また、海岸付近のアクセスルートにおける被害の不確定性を考慮し、想定を上回る沈下が発生した場合においても、作業の成立性を確認した。



断面	断面位置
①-①	3号炉北西側アクセスルート横断図 (防波壁(波返重力擁壁)改良地盤部)
②-②	3号炉北西側アクセスルート縦断図【追加】

図1 側方流動検討位置

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 指摘事項回答No.45,46 (2/5)

- 3号炉北西側におけるアクセスルートの縦断図(②-②断面)を示す。②-②断面は、岩盤面の傾斜に伴い埋戻土(掘削ズリ)の層厚が変化する区間1(埋戻層厚:約0.9~23.5m)と、岩盤面がおおむね水平で埋戻土(掘削ズリ)の層厚が厚い区間2(埋戻層厚:約22.0~24.7m)に分類される(図2)。
- ②-②断面全区間の岩盤面の傾斜は最大1:0.7程度であり、地下水位を地表面とした場合の液状化及び揺すり込みによる傾斜は最大5%程度のため、許容値15%を下回る(図3)。
- 以上を踏まえ、3号炉北西側アクセスルートの縦断方向において可搬型設備の走行に影響はないことを確認した。
- また、側方流動の影響検討箇所は、埋戻土(掘削ズリ)が最も厚い区間2から選定する。

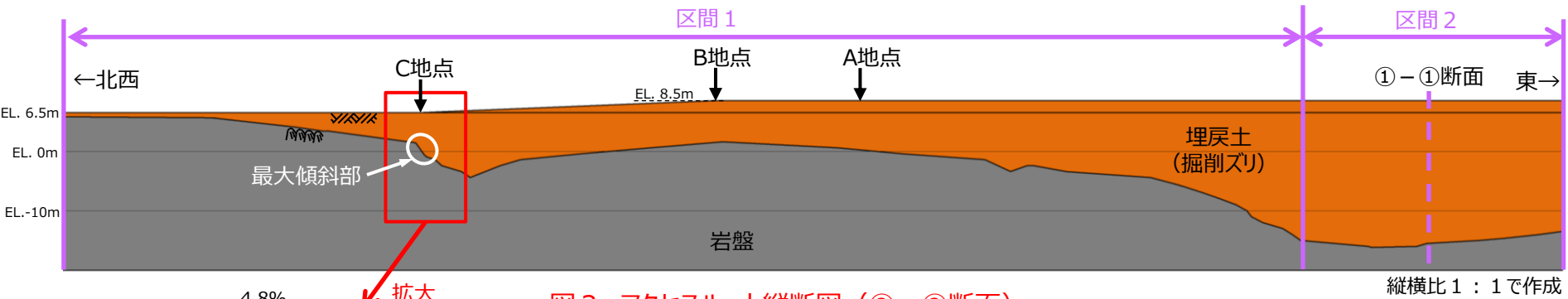
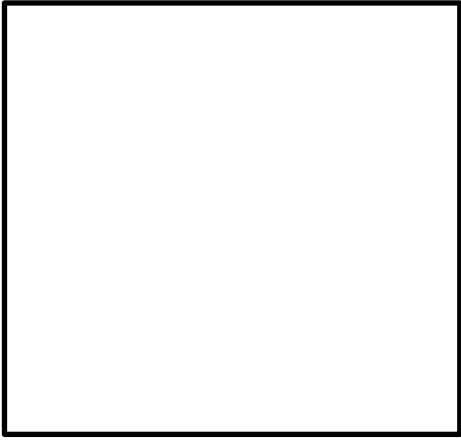


図2 アクセスルート縦断図(②-②断面)

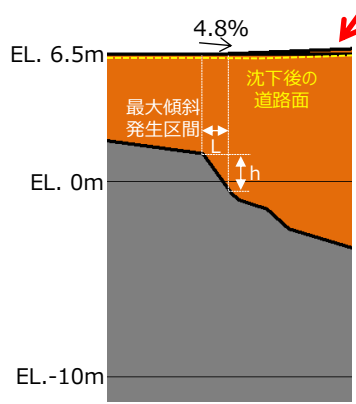


図3 最大傾斜部の拡大図

最大傾斜発生区間における最大傾斜量
 相対沈下量: $D=h \times \text{沈下率} = (7.09-5.09) \times 0.035 = 0.07(\text{m})$
 不等沈下による傾斜: $S=D \div L \times 100 = 0.07 \div 1.47 \times 100 \div 4.8(\%)$

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 指摘事項回答No.45,46 (3/5)

- 区間2における埋戻土（掘削ズリ）の層厚はほぼ同等であるが、a-a断面に示すように、アクセスルート北側における岩盤面が深く、防波壁背面の埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層が厚く堆積しており、側方流動の影響が大きいと想定されることから、①-①断面を側方流動の影響検討箇所として選定し、可搬型設備の走行に影響はないことを確認した（第861回審査会合にて説明）。

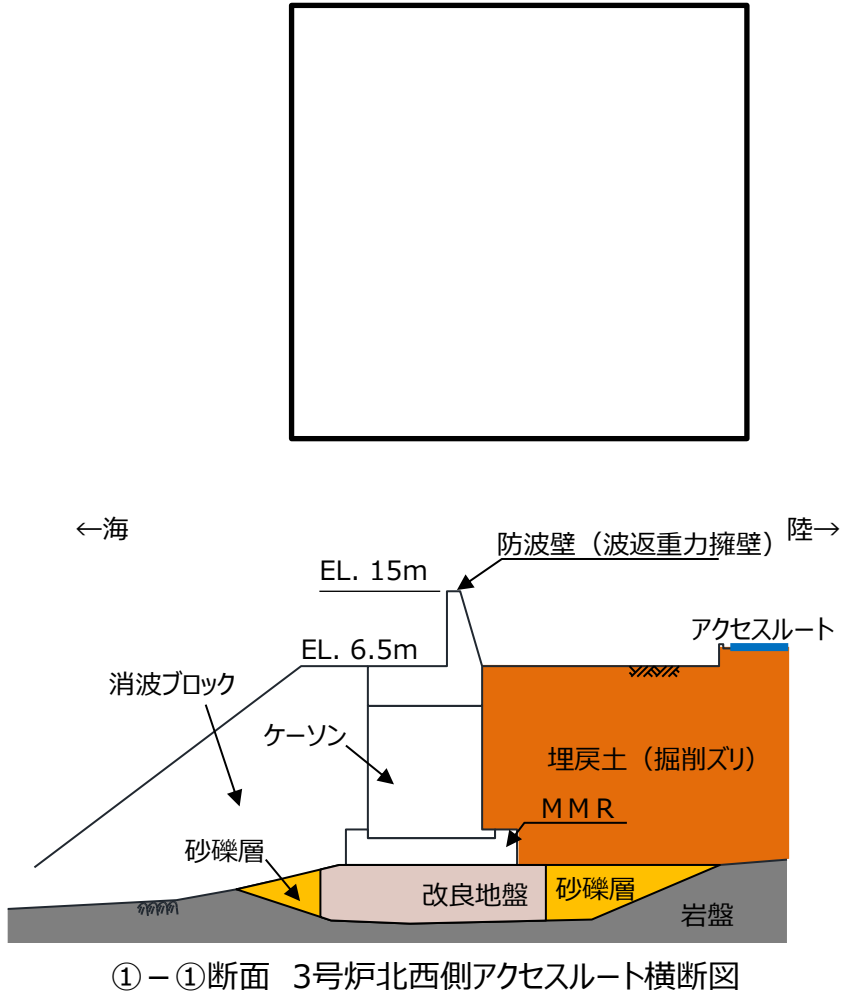
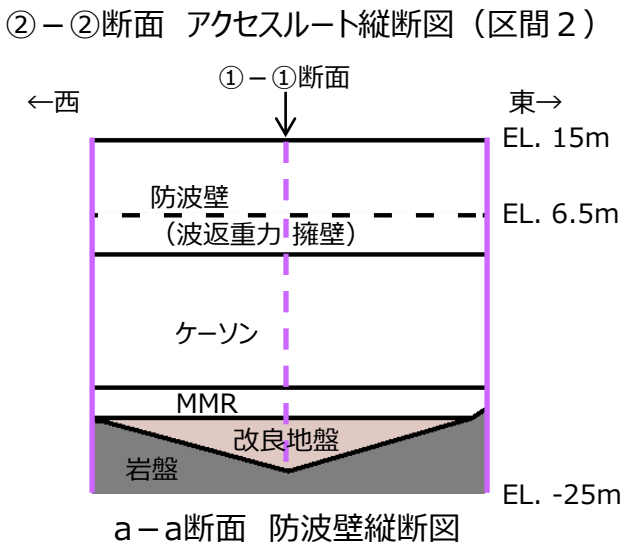
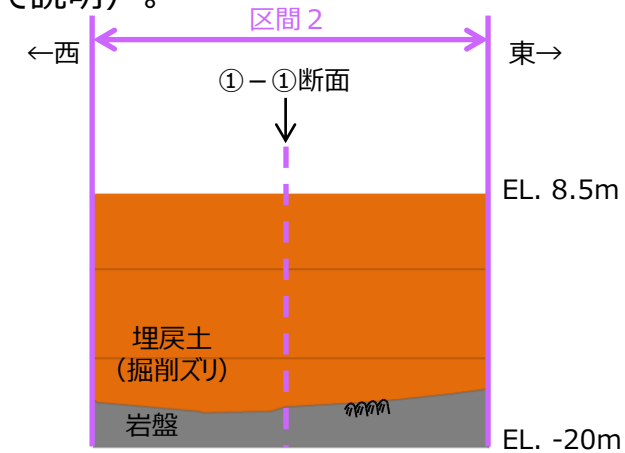


図4 側方流動検討箇所

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.45,46 (4/5)

【海岸付近のアクセスルートの通行】

- 海岸付近のアクセスルート（図6：シルトフェンスの運搬ルート）において，万一，想定を上回る沈下が発生し，通行に支障が生じた場合は，段差復旧用の砕石等を用いて，重機により仮復旧を行う。
- 海岸付近のアクセスルートは，第4保管エリアから2号炉放水接合槽へのシルトフェンスの車両運搬時に使用するが，万一，想定を上回る沈下が発生し，加えて，上記の段差復旧作業により仮復旧できない場合には，緊急時対策要員7名にて人力によりシルトフェンスを運搬※1する。

※1：2号炉放水接合槽に設置するシルトフェンスは重量約140kgで，人力で運搬可能な重量以下※2である。また，運搬時の大きさは約30cm×30cm×1,000cmであり，人力で運搬できるよう持ち手等の治具を確保する。

なお，第4保管エリアから2号炉放水接合槽までのルートのうち人力による運搬距離は約260mであり，万一，人力による運搬を想定しても，図5に示す重大事故等発生時における海洋への放射性物質の拡散抑制に係るシルトフェンスの設置完了目安時間以内に設置可能と見込めるものと考ええる。

※2：厚生労働省公表の「職場における腰痛予防対策指針」（平成25年6月18日）を参考に設定。

【考え方】腰痛予防の目安とされている基準が18歳以上の男子労働者の場合は体重のおおむね40%以下である。また，厚生統計要覧（平成30年度厚生労働省公表）によると18歳以上の男性の平均体重が60kg程度であることから，人力により運搬可能な重量は7名作業を想定し， $60\text{kg} \times 40\% \times 7\text{名} \approx 160\text{kg}$ 以下と設定する。

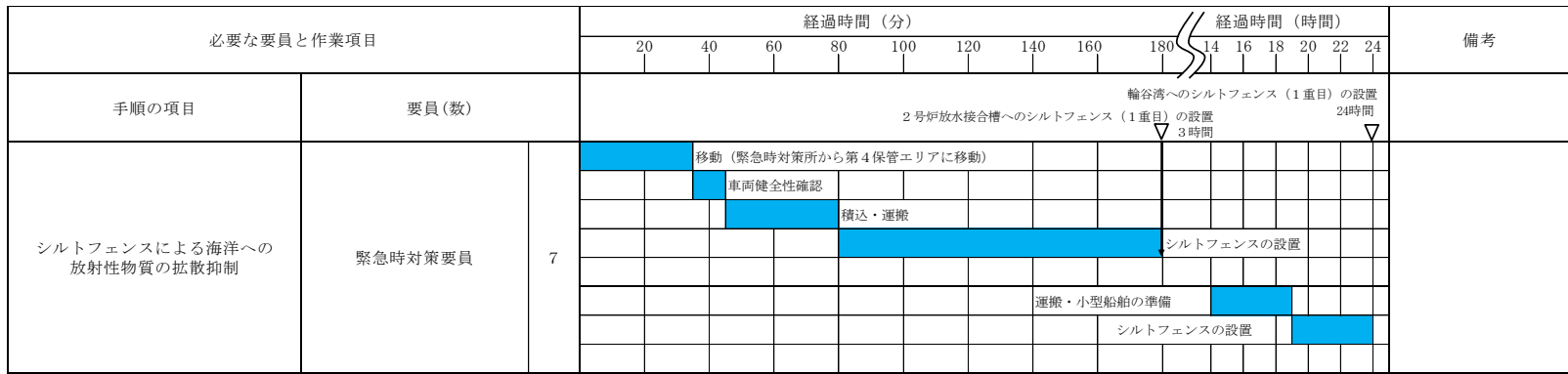


図5 海洋への放射性物質の拡散抑制（シルトフェンス） タイムチャート

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 指摘事項回答No.45,46 (5/5)

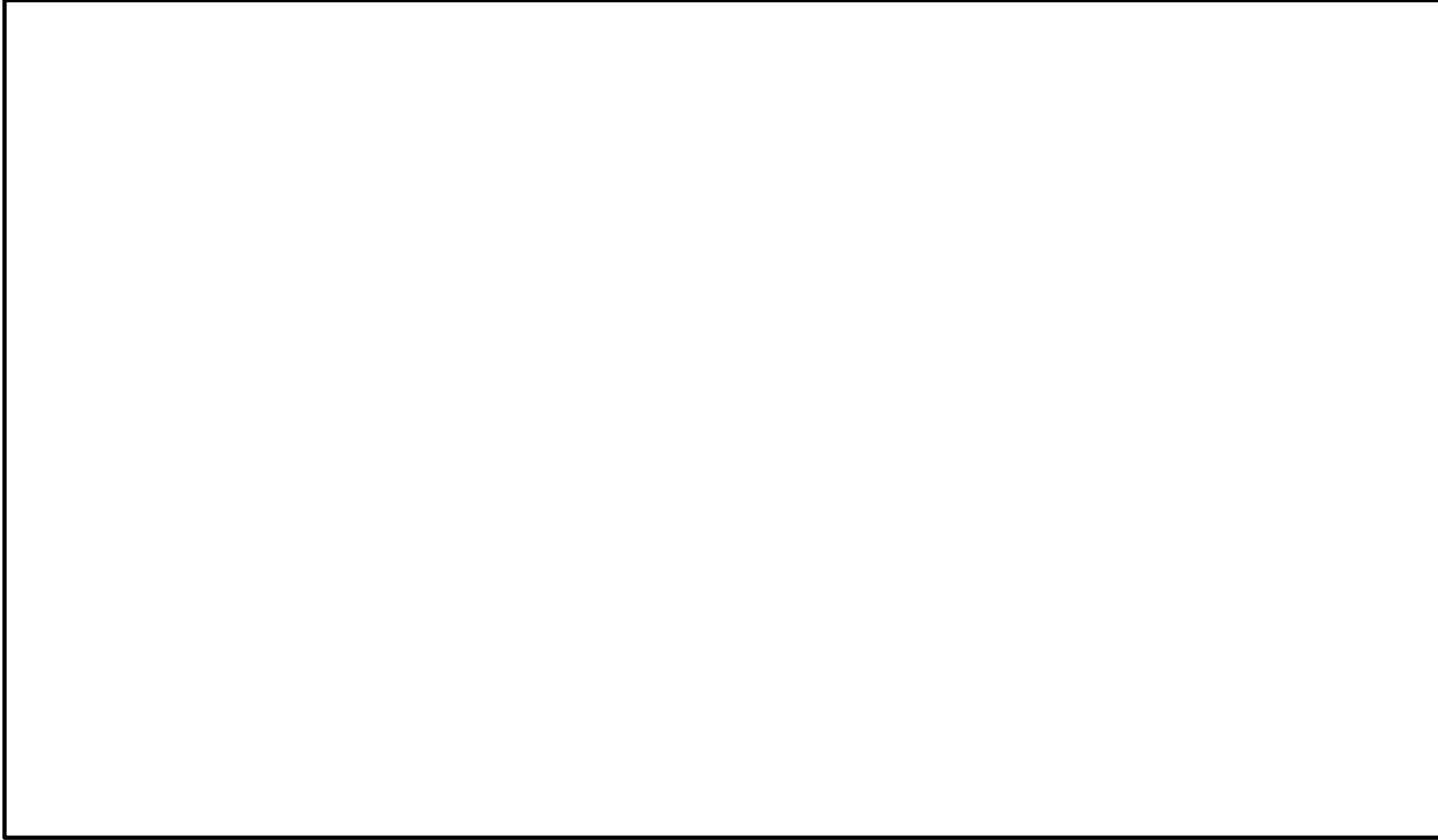


図6 シルトフェンス設置位置及び運搬ルート

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.45,46 (参考)

第861回審査会合
資料2-1 P.51 加筆・修正
※修正箇所を青字で示す

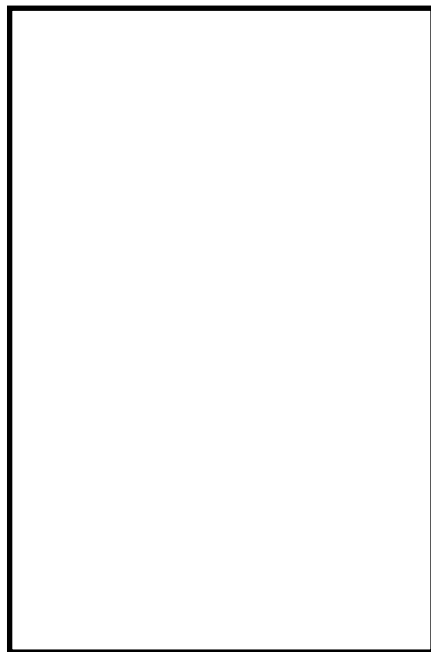
11

■ 評価方法 (側方流動)

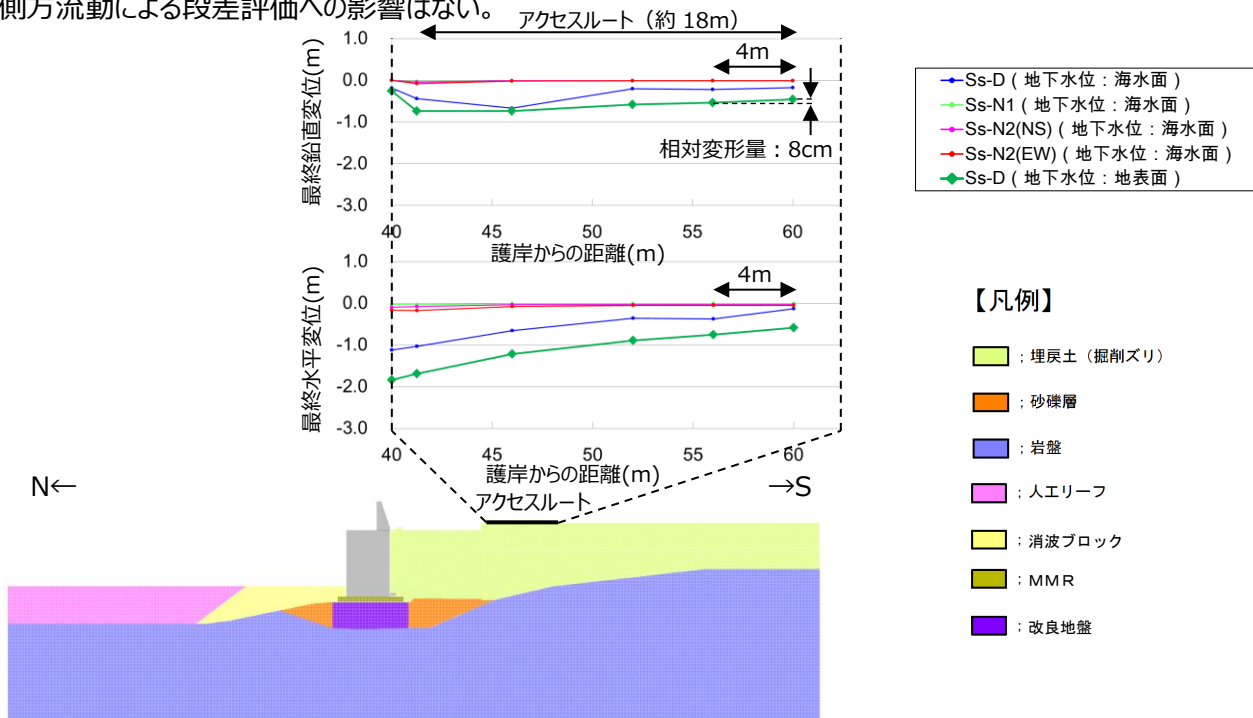
- 海岸付近のアクセスルートについては、液状化による側方流動を考慮した沈下の検討を行う。
- 側方流動による影響は、「道路橋示方書・同解説V耐震設計編(平成14年3月)」の「橋に影響を与える流動化が生じる地盤」に基づくと、水際線から100m以内の範囲とされていることから、海岸線よりおおむね100mの範囲に位置するアクセスルートにおいて、埋戻土の層厚、範囲等を考慮して検討位置を選定する。
- 地震時の液状化に伴う側方流動が段差評価に与える影響について、二次元有効応力解析(解析コード「FLIP」)に基づく検討を実施する。
- 地下水位については詳細設計段階で決定するため、設置許可段階における側方流動に対する評価の地下水位を地表面に設定する。

■ 評価結果 (側方流動)

- 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動(Ss-D, Ss-F1, Ss-F2)においては、繰返し応力及び繰返し回数に着目し、水平最大加速度が大きく、継続時間が長い地震動が液状化評価において最も厳しいと考えられることから、Ss-Dを選定した。
- また、地下水位を海水面とした評価結果においても、側方流動に支配的な地震動はSs-Dである。
- 二次元有効応力解析「FLIP」の結果、アクセスルート(約18m)のうち南側の4mは一樣に沈下しており、北側へ向けて緩やかに傾斜しているが、南側における鉛直方向の相対変形量は8cmと小さく、側方流動による段差評価への影響はない。



側方流動検討位置図



側方流動による地表面最終変形量評価結果

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.47 (1/4)

■ 指摘事項 (第861回審査会合 (令和2年5月18日))

敷地内の鉄塔について、耐震評価の流れや考え方を詳細に説明すること。その際、各鉄塔の種別、系統、構造形状、地盤構造、支持地盤の概要を示した上で、どのような損傷モードを考え評価しているかを説明すること。

■ 回答

[影響評価方法選定]

発電所構内の送電鉄塔、開閉所屋外鉄構及び通信用無線鉄塔 (以下「鉄塔」という。) を対象として、倒壊による影響を想定する。

- ・ 鉄塔倒壊した場合、鉄塔を中心とした鉄塔高さを鉄塔倒壊範囲とし、倒壊範囲がアクセスルートにかかるかを確認する。
- ・ 鉄塔自体がアクセスルートに影響しない場合であっても、鉄塔に架線している送電線が影響することが考えられるため、鉄塔倒壊に伴う送電線の落下がアクセスルートに影響するかを確認する。
- ・ 送電線の落下による影響を設備対策によりアクセスルートの健全性が確保できるか確認する。

図1及び図2に鉄塔倒壊によるアクセスルートへの影響を示す。

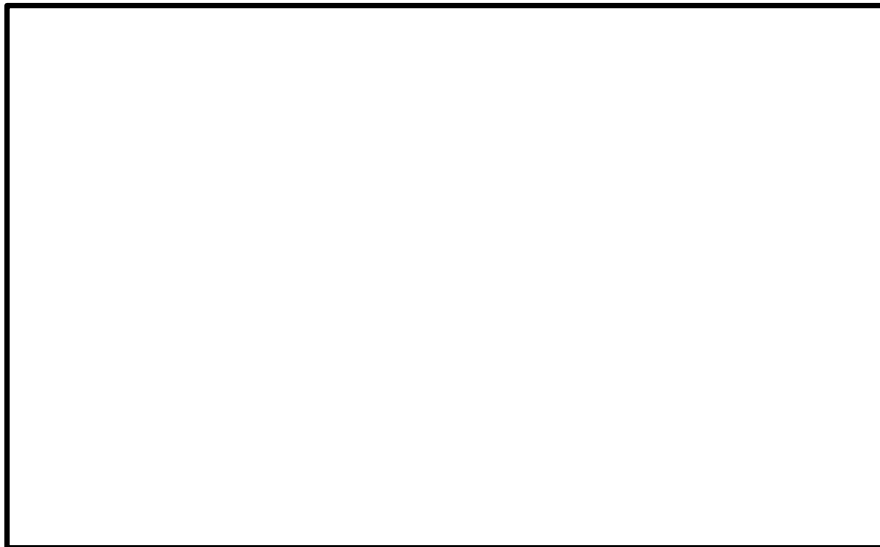


図1 鉄塔倒壊によるアクセスルートへの影響想定
(66kV鹿島支線, 220kV第二島根原子力幹線, 通信用無線鉄塔)

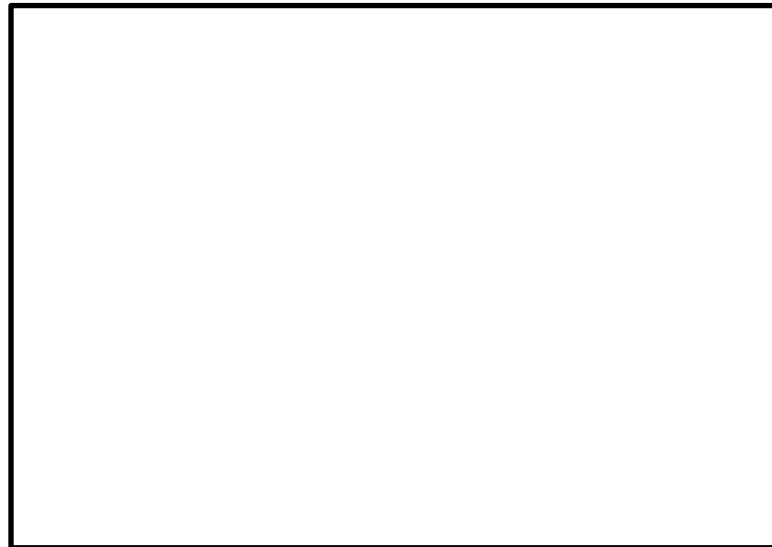


図2 鉄塔倒壊によるアクセスルートへの影響想定
(500kV島根原子力幹線)

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.47 (2/4)

[影響評価方法選定フロー]

- I 鉄塔の倒壊範囲がアクセスルートに影響があるかを確認する。
- II 鉄塔倒壊による送電線落下によりアクセスルートに影響あるかを確認する。
- III 送電線落下によるアクセスルートへの影響を設備対策により対処できるかを確認する。

上記フローに基づいた、鉄塔影響対策を実施する。

- ・ 基準地震動Ssにおける耐震性評価
- ・ 送電線落下を想定した適切な設備対策
- ・ 影響評価対象外

IV 更に、耐震性評価を行う鉄塔については、斜面上に設置されているかを確認する。

- ・ 斜面上の鉄塔の斜面安定性評価

図3に鉄塔の影響評価方法選定フローを示す。

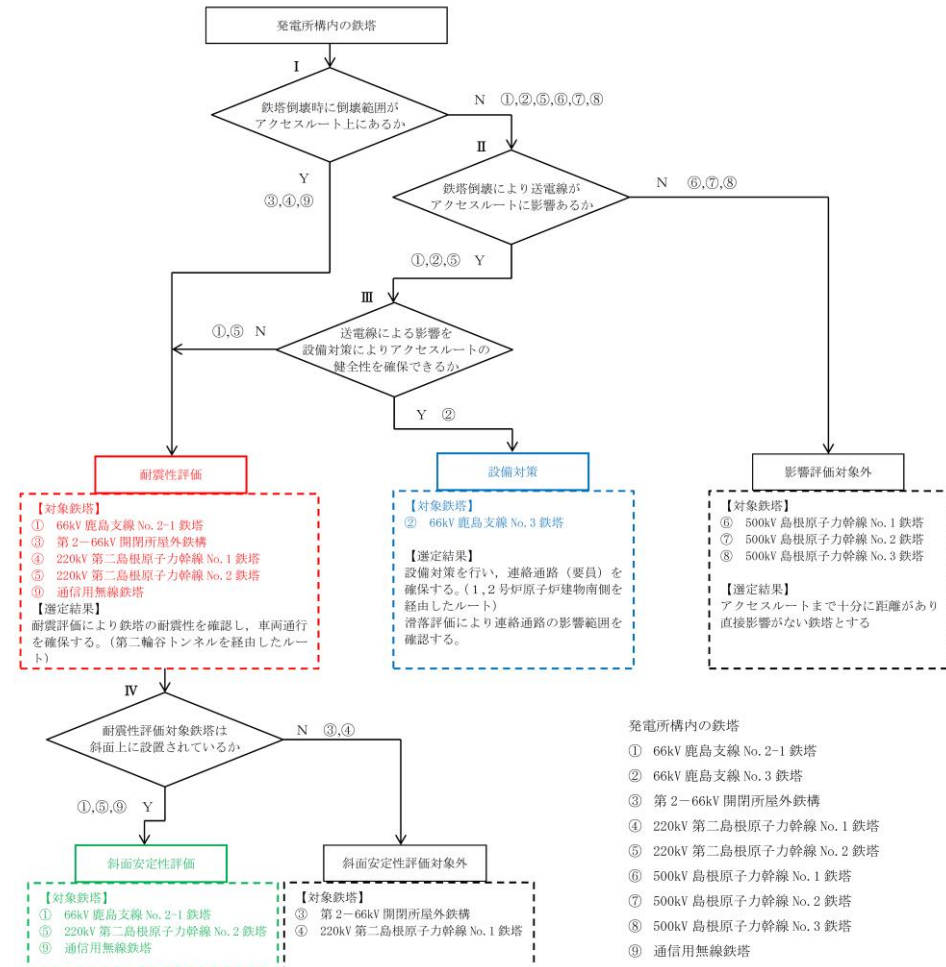


図3 影響評価方法選定フロー

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.47 (3/4)

[影響評価方法選定結果]

- 鉄塔の耐震性を確認し、車両通行を確保する。(第二輪谷トンネルを經由したルート)
 - 66kV鹿島支線No.2-1鉄塔、第2-66kV開閉所屋外鉄構、220kV第二島根原子力幹線No.1鉄塔、No.2鉄塔、通信用無線鉄塔の5基については、耐震性評価を行い、耐震性が確保されていることを確認する。
 - 上記のうち斜面に設置している66kV鹿島支線No.2-1鉄塔、220kV第二島根原子力幹線No.2鉄塔、通信用無線鉄塔については斜面の安定性評価を行い、斜面がすべらないこと確認する。
 - 評価の結果、強度不足等により、評価が満足しない結果となった場合は、補強等の影響防止対策を実施する。
- 設備対策を行い、連絡通路(要員)を確保する。(1,2号炉原子炉建物南側を經由したルート)
 - 66kV鹿島支線No.3鉄塔については、鉄塔滑落評価を行い送電線の落下範囲を想定したうえで、送電線下部に連絡通路(例：ボックスカルバート)を設置して、要員のアクセスルート確保する。

直接アクセスルートに影響を及ぼさない、500kV島根原子力幹線No.1鉄塔、No.2鉄塔、No.3鉄塔については、影響評価対象外とする。

表1に鉄塔評価選定結果、表2に鉄塔設置状況を示す。

表1 鉄塔評価選定結果

(○：実施、—：対象外)

送電鉄塔名称	車両通行確保 (第二輪谷トンネルを經由したルート)		耐震性 評価	耐震性評価 を行う鉄塔 の斜面上設 置有無	斜面 安定性 評価	連絡通路(要員)確保 (1,2号炉原子炉建物南側を經由したルート)		設備 対策	備考
	倒壊範囲 影響有無	送電線 影響有無				倒壊範囲 影響有無	送電線 影響有無		
① 66kV鹿島支線 No.2-1 鉄塔	無	有	○	有	○	—	—	—	
② 66kV鹿島支線 No.3 鉄塔	—	—	—	—	—	無	有	○	送電線下部に連絡通路(例：ボックスカルバート)を設置
③ 第2-66kV開閉所屋外鉄構	有	—	○	無	—	—	—	—	
④ 220kV第二島根原子力幹線 No.1 鉄塔	有	—	○	無	—	—	—	—	
⑤ 220kV第二島根原子力幹線 No.2 鉄塔	無	有	○	有	○	—	—	—	
⑥ 500kV島根原子力幹線 No.1 鉄塔	—	—	—	—	—	—	—	—	アクセスルートまで十分に距離があり影響がない
⑦ 500kV島根原子力幹線 No.2 鉄塔	—	—	—	—	—	—	—	—	アクセスルートまで十分に距離があり影響がない
⑧ 500kV島根原子力幹線 No.3 鉄塔	—	—	—	—	—	—	—	—	アクセスルートまで十分に距離があり影響がない
⑨ 通信用無線鉄塔	有	—	○	有	○	—	—	—	

表2 鉄塔設置状況一覧表

鉄塔名称	送電電圧	鉄塔種別	基礎構造	支持地盤	設置場所
① 66kV鹿島支線 No.2-1 鉄塔	66kV	山形鋼鉄塔	深礎基礎	岩盤	標高108.1m
② 66kV鹿島支線 No.3 鉄塔	66kV	山形鋼鉄塔	逆T字型基礎	岩盤	標高71.8m
③ 第2-66kV開閉所屋外鉄構	66kV	山形鋼鉄塔	マット型基礎	岩盤	標高47.2m
④ 220kV第二島根原子力幹線 No.1 鉄塔	220kV	山形鋼鉄塔	逆T字型基礎+杭	岩盤	標高45.2m
⑤ 220kV第二島根原子力幹線 No.2 鉄塔	220kV	山形鋼鉄塔	逆T字型基礎	岩盤	標高148.4m
⑥ 500kV島根原子力幹線 No.1 鉄塔	500kV	鋼管鉄塔	深礎基礎	岩盤	標高123.9m
⑦ 500kV島根原子力幹線 No.2 鉄塔	500kV	鋼管鉄塔	深礎基礎	岩盤	標高159.7m
⑧ 500kV島根原子力幹線 No.3 鉄塔	500kV	鋼管鉄塔	逆T字型基礎	岩盤	標高154.8m
⑨ 通信用無線鉄塔	—	鋼管鉄塔	マット型基礎	岩盤	標高64.0m

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.47 (4/4)

[影響評価方法選定結果] (続き)

影響評価による鉄塔の健全性を確認することにより、「車両通行を確保した第二輪谷トンネルを経由したルート」及び「設備対策による連絡通路(要員)を確保した1,2号炉原子炉建物南側を経由したルート」を図4及び図5に示す。

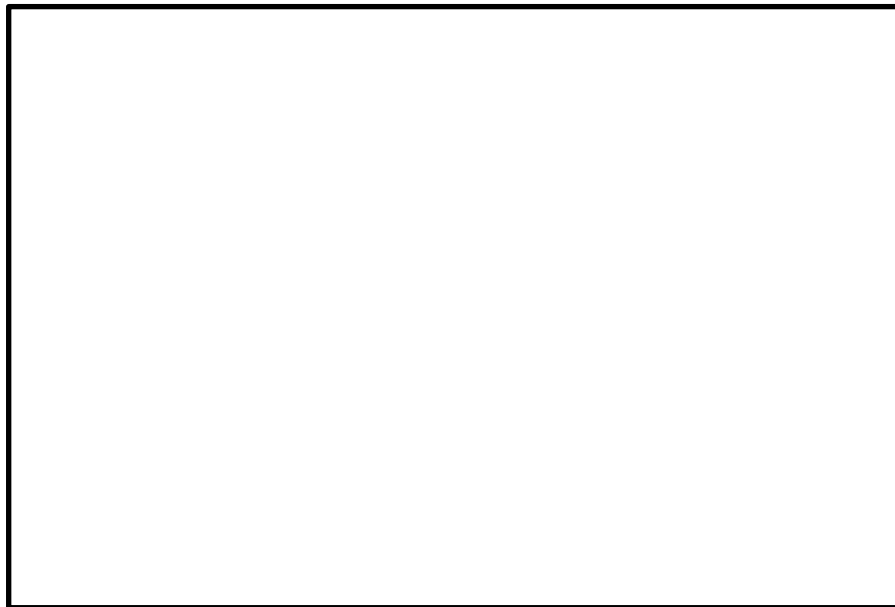


図4 鉄塔の健全性によるアクセスルート確保
(66kV鹿島支線, 220kV第二島根原子力幹線, 通信用無線鉄塔)

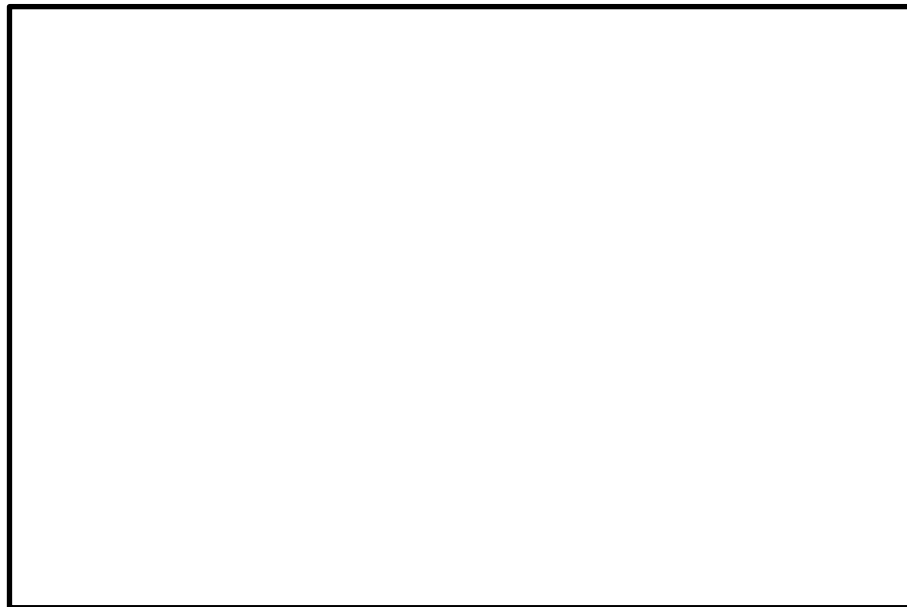


図5 鉄塔の健全性によるアクセスルート確保
(500kV島根原子力幹線)

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.48

■ 指摘事項（第861回審査会合（令和2年5月18日））

泡消火薬材容器について、保管場所の変更により土石流の影響を受けない第4保管エリアに保管する数の妥当性について整理して説明すること。

■ 回答

土石流が発生した場合でも、土石流の影響を受けるおそれのないアクセスルート（要員）を用いて、徒歩で土石流の影響を受けるおそれのない第3及び第4保管エリアに移動したうえで、保管されている可搬型重大事故等対処設備を用いて、重大事故等の対応を実施する方針としている。

技術的能力1.12「発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等」に示す手順のうち「大型送水ポンプ車及び放水砲による航空機燃料火災への泡消火」に使用する泡消火薬剤容器については、必要数である5個を、第861回審査会合時においては第1保管エリアに配備するとしていたが、土石流の影響を受けるおそれのない第4保管エリアに配備することで変更する。なお、表1に配備箇所及び配備数を示す。

【泡消火薬剤容器の必要数】

泡消火薬剤の容量は、空港に配備されるべき防災レベル等について記載されている、国際民間航空機関（ICAO）発行の空港業務マニュアル（第1部）では646Lを保有することが規定されている。

必要保有量646Lに対して、5,000L（泡消火薬剤容器5個）を泡消火薬剤の容量として設定した。

なお、航空機衝突による航空機燃料火災に対応するため、泡消火薬剤を1%混合しながら1,320m³/hで泡消火を実施することから、5,000Lの泡消火薬剤で約22分間泡消火が可能である。

表1 「n」の可搬型設備の配備数

設備名	変更前（第861回審査会合時）							変更後（今回説明）						
	配備数	必要数	予備	保管場所				配備数	必要数	予備	保管場所			
				第1	第2	第3	第4				第1	第2	第3	第4
泡消火薬剤容器	8個	5個	3個	5個	0個	0個	3個	6個	5個	1個	1個	0個	0個	5個

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.50 (1/7)

- 指摘事項（第861回審査会合（令和2年5月18日））
海を水源とした場合の注水について、所要時間を短縮する取り組みについて、実績を含めて説明すること。

- 回答
海を水源とした場合の原子炉等への注水作業時間を短縮する取り組みとして、図1のとおり海水取水用の可搬型設備を、大型送水ポンプ車から大量送水車に変更することとした。

時間短縮取り組み前後の訓練結果（タイムチャート）の比較を図2に、時間短縮が可能な作業内容を表1に示す。

訓練の結果、従来の大型送水ポンプ車及び大量送水車を使用した作業時間「2時間8分」に対して、大量送水車2台を使用した作業時間を「1時間40分」に短縮できることを確認した。

なお、大量送水車による海水取水は水中ポンプ及び車載している送水ポンプによる真空引き※¹にて揚程を確保する。これに伴い、流路を「平型ホース」から「平型ホース+吸管」に変更※²する。

※¹：基準津波による引き波時において海水面が低下すると、水中ポンプだけでは揚程が不足し海水取水できなくなるおそれがあるため。

※²：平型ホースでは、送水ポンプの真空引きによりホースが潰れて流路が確保できないことから、真空引き区間を耐負圧力のある吸管にて流路を確保する。また、吸管敷設区間は短く（10m×2本）、訓練実績により平型ホースと同等の時間で敷設作業が可能であることを確認している。吸管は、「消防用吸管的技術上の規格を定める省令」に適合しており、耐負圧力(-94kPaで10分保持でも変形しないこと)があり、送水ポンプは-82kPa程度で海水を吸い込むことから変形することなく、流路が確保可能である。なお、吸管は大量送水車に車載して保管する。

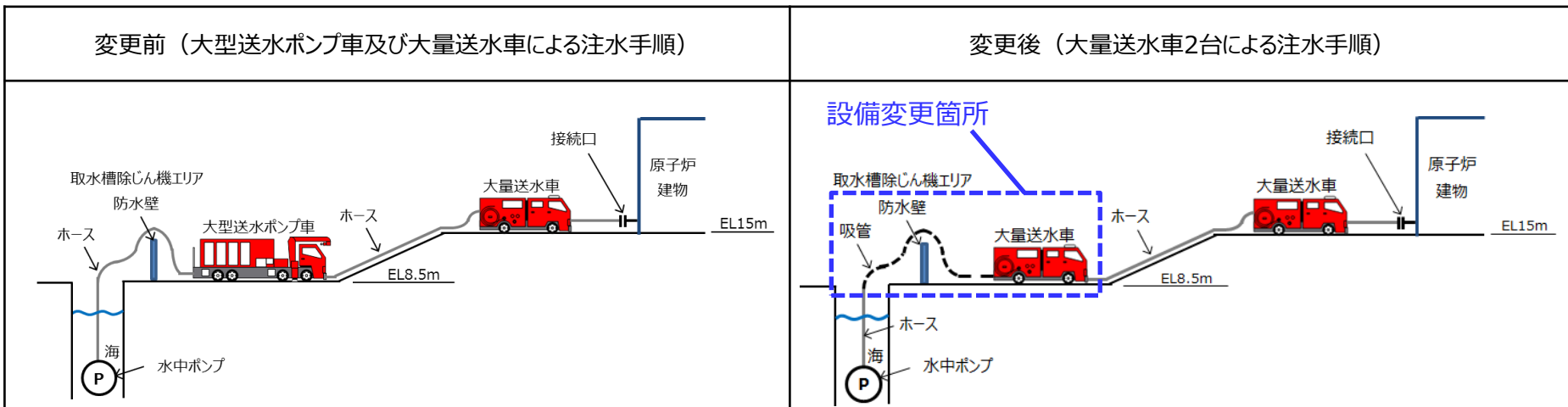


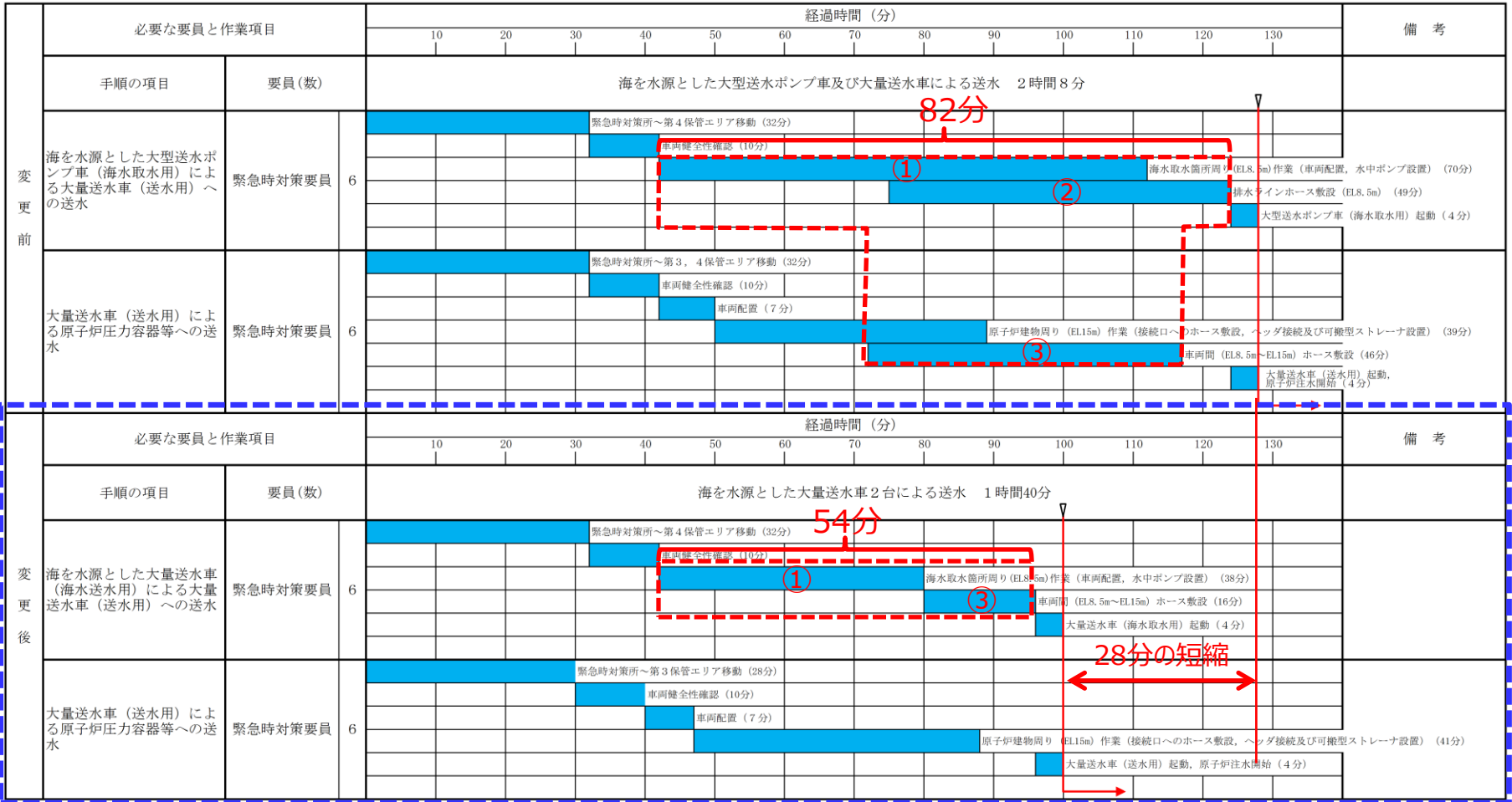
図1 海を水源とした対応手順 概略図

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.50 (2/7)

【訓練実施日】令和2年5月24日（天候：晴れ，気温：27℃）

【訓練結果】海水取水用の可搬型設備を大型送水ポンプ車から大量送水車に変更することで，水中ポンプの設置作業時間及びホース敷設時間を短縮することができ，全体作業時間を28分短縮し，1時間40分で終わることができることを確認した。



今回の訓練実績

※：タイムチャート内の番号は表1の番号を示す

図2 海を水源とした注水手順 実績時間タイムチャート

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.50 (3/7)

表1 主な時間短縮が可能な作業

No.※1	主な作業項目	作業時間		時間短縮可能な作業内容
		変更前	変更後	
①	海水取水箇所周り(EL8.5m)作業 (車両配置, 水中ポンプ設置)	70分	38分	<ul style="list-style-type: none"> •大型送水ポンプ車の水中ポンプが約130kgに対し, 大量送水車の水中ポンプは約20kgであり, 運搬・設置が容易であり, 時間を要しない。 •大量送水車は, 大型送水ポンプ車に比べて小型で, 車両の取り回し及び配置に時間を要しない。
②	排水ラインホース敷設 (EL8.5m)	49分	該当作業なし	<ul style="list-style-type: none"> •②の作業において, 大型送水ポンプ車は, ポンプの流量調整範囲内に入るよう排水ラインを設置し流量を確保していたが, 大量送水車は, ポンプの出口圧力に応じた流量調整が可能であることから, 排水ラインの設置を要しない。 <p>上記②の作業を要しないことから, 海水取水箇所周り(EL8.5m)の緊急時対策要員が③のホース敷設作業を実施することで, 作業時間短縮が可能。</p> <p>なお, ①と③の作業は一部並行作業から, 作業負荷軽減のため, シリーズで作業を実施することに変更した。</p>
③	車両間 (EL8.5m~EL15m) ホース敷設	46分	16分	<ul style="list-style-type: none"> •③の作業において, 大量送水車で使用する150Aホース(約3kg/m)は, 大型送水ポンプ車で使用する300Aホース(約5kg/m)に比べて軽量であり, ホース敷設・接続に時間を要しない。

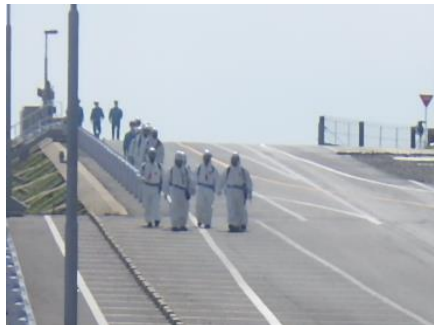
※1: 番号は図2のタイムチャート内の番号を示す

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.50 (4/7)

<訓練時の考慮事項>

- 緊急時対策所から第3及び第4保管エリアに、時間を要する第二輪谷トンネルを通行し、徒歩にて移動する。その後、第3及び第4保管エリアに配置する大量送水車にて各作業場所へ移動する。(アクセスルートは図4参照)
- 緊急時対策要員の装備は、炉心損傷防止時の作業も考慮し、防護具(全面マスク、綿手袋、ゴム手袋、汚染防護服)を着用する。
- 現場の工事状況等により一部作業ができない工程は、同等の作業等を模擬することで作業時間を算出する。
具体的な作業は以下のとおり。(図3参照)
 - ・ 大量送水車～海の流路確保作業(吸管、ホース敷設作業は、必要な長さ分を考慮し、ポンプ運搬・投入作業は、ポンプ運搬距離及び投入距離を考慮して模擬作業を実施)
 - ・ 流路の確保における防水壁乗り越え作業(防水壁の高さ分を想定した作業を模擬して実施)



緊急時対策所からの徒歩移動
(EL33m 付近)



吸管・ホース設置状況(模擬)
(EL8.5m 2号炉取水槽付近)



防水壁ホース乗り越え作業(模擬)
(EL8.5m 2号炉取水槽付近)



吸管・ホース・水中ポンプ設置完了後(模擬)
(EL8.5m 2号炉取水槽付近)



ホース敷設作業
(EL8.5m～15m 西側道路付近)



大量送水車へのホース接続
(EL15m 原子炉建物西側)

図3 訓練風景写真

1. 審査会合での指摘事項に対する回答 指摘事項回答No.50 (5/7)

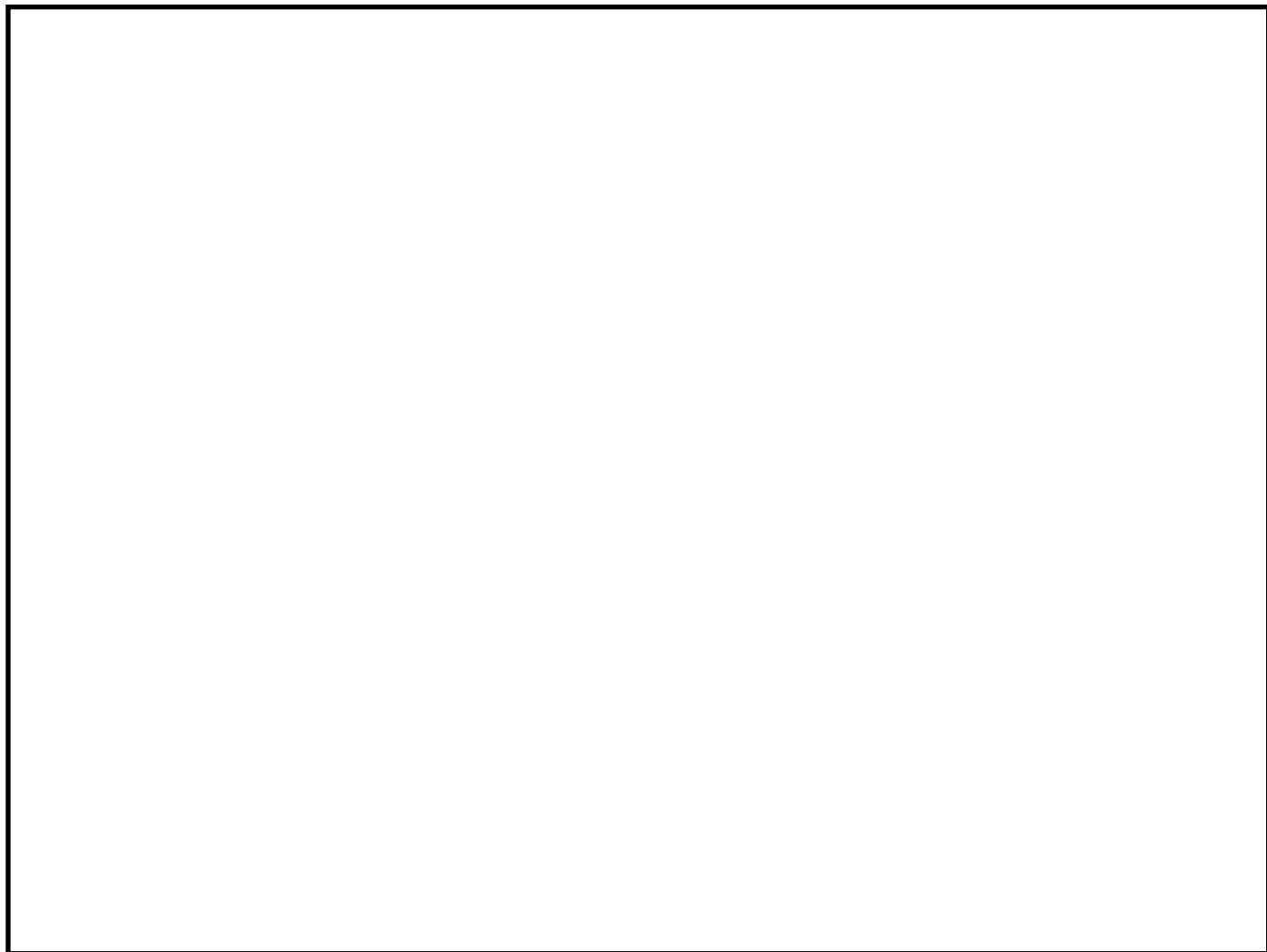


図4 訓練及び想定時間の算出に用いたアクセスルート

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.50 (6/7)

▶ 海を水源とした対応手順（S A 手順）の変更

海水取水に使用する可搬型設備を、大型送水ポンプ車から大量送水車に変更することで、大量送水車を使用する手順を自主手順からS A 手順に、大型送水ポンプ車を使用する手順をS A 手順から自主手順に変更する。

上記を含む、海を水源としたS A 手順で使用する可搬型設備を、表2に示す。

表2 海を水源としたS A 手順で使用する可搬型設備の状況

S A 手順	使用する可搬型設備※1	
	変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器への注水 原子炉格納容器内へのスプレイ 原子炉格納容器下部への注水 燃料プールへの注水/スプレイ 低圧原子炉代替注水槽への補給 	<ul style="list-style-type: none"> 大型送水ポンプ車（原子炉補機代替冷却系用）※2 	<ul style="list-style-type: none"> 大量送水車（海水取水用）※5
	<ul style="list-style-type: none"> 大量送水車（送水用） 	変更なし
<ul style="list-style-type: none"> 輪谷貯水槽（西1）又は輪谷貯水槽（西2）への補給 	<ul style="list-style-type: none"> 大型送水ポンプ車（原子炉補機代替冷却系用）※2, 3 	<ul style="list-style-type: none"> 大量送水車（海水取水用）※3, 5
<ul style="list-style-type: none"> 原子炉補機代替冷却系による除熱 	<ul style="list-style-type: none"> 大型送水ポンプ車（原子炉補機代替冷却系用）※2 移動式代替熱交換設備（原子炉補機代替冷却系用） 	変更なし
<ul style="list-style-type: none"> 大気への放射性物質の拡散抑制 航空機燃料火災への対応 	<ul style="list-style-type: none"> 大型送水ポンプ車（原子炉建物放水設備用）※4 	変更なし

※1：（ ）内は可搬型設備の用途を示す。

※2：大型送水ポンプ車は2ライン同時に送水が可能であり、「大量送水車（送水用）への送水」又は「輪谷貯水槽（西1）又は輪谷貯水槽（西2）への補給」及び「移動式代替熱交換設備への送水」は大型送水ポンプ車1台で同時送水が可能。

※3：海水取水及び送水を1台で実施。

※4：海水取水及び放水を1台で実施。

※5：「大量送水車（送水用）への送水」又は「輪谷貯水槽（西1）又は輪谷貯水槽（西2）への補給」に使用する大量送水車は同一のものを使用。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.50 (7/7)

▶ 海を水源とした原子炉等への注水手順の成立性

海水取水に使用する可搬型設備を、大型送水ポンプ車から大量送水車に変更した場合においても、以下の手順が成立することを確認した。

- 引き波時を考慮した海水取水の揚程（16.2m）を確保でき、原子炉等へ送水する大量送水車への海水送水が可能であること。
- 原子炉圧力容器への注水に必要な流量（30m³/h）及び原子炉格納容器内へのスプレイに必要な流量（120m³/h）が同時に確保可能であること。

▶ 可搬型設備の台数及び保管場所の変更

大量送水車は、設置許可基準規則第43条第3項第1号に基づき、2n+α設備として、3台確保する計画としていたが、大量送水車による海水取水手順をS A手順化することに伴い、5台確保することに変更する。

なお、これに伴い、保管場所を表3のとおり変更する。

表3 大量送水車の保有台数及び保管場所の変更

設備名称	用途	使用場所	変更前				変更後			
			第1 保管エリア	第2 保管エリア	第3 保管エリア	第4 保管エリア	第1 保管エリア	第2 保管エリア	第3 保管エリア	第4 保管エリア
大量送水車	送水用	EL44m周辺 EL15m周辺	0台	1台	1台	1台 ^{※1}	0台	1台	1台	1台 ^{※1,3}
	海水取水用	EL8.5m周辺	0台	0台	0台	0台	1台	0台	0台	2台 ^{※2,3}

※1：設置許可基準規則解釈第43条第5項に基づき、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップ（α）。

※2：2台のうち1台は、設置許可基準規則解釈第43条第5項に基づき、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップ（α）。

※3：送水用及び海水取水用の設置許可基準規則解釈第43条第5項に基づき、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップ（α）は、発電所全体で確保する。なお、要求されるいずれの機能も満足するため、兼用で1台確保する。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.51 (1/4)

■ 指摘事項（第861回審査会合（令和2年5月18日））

土石流が発生していない場合であっても、例えば雨量が多い場合には人的被害を予防するために土石流の影響を受けるアクセスルート、保管場所、輪谷貯水槽の使用を中止することが考えられるため、その場合の判断基準を説明すること。

■ 回答

降水に起因して発生する土石流を考慮することから、気象庁による大雨特別警報（「避難勧告等に関するガイドライン（内閣府）」に基づく警戒レベル5（災害の発生情報）相当）発表の判断指標の一つである「3時間雨量」及び「48時間雨量」を海水注水切替判断等を決定・実施するための判断基準として設定し、社内規程に定める。

具体的には、**以下のとおり設定する。**

- 気象庁は、平成3年以降の観測データを用いて、50年に一度程度の頻度で発生すると推定される雨量（3時間雨量若しくは48時間雨量）を、大雨特別警報の発表の判断指標に用いており、松江市においては、「3時間雨量は150mm以上」及び「48時間雨量は346mm以上」を判断指標^{※1}としていることから、当該判断指標を海水切替判断等を決定・実施するための判断基準として設定する。
- 土石流発生に備えた対応が速やかに実施できるよう、対応準備を実施するための判断基準を前もって設定することとし、島根原子力発電所における過去10年間（2010年4月1日～2020年3月31日）の降雨実績^{※2}を踏まえて、**発電所構内雨量計による「3時間雨量100mm以上」及び「48時間雨量150mm以上」を判断基準として設定する。**
- **発電所構内雨量計が機能喪失し、発電所構内の「3時間雨量」及び「48時間雨量」を把握できない期間においては、気象庁による警戒レベルを判断基準として設定する。**

※1：気象庁「雨に関する各市町村の50年に一度の値一覧」（令和2年5月26日）による。

※2：発電所における過去10年間の3時間雨量及び48時間雨量の実績を確認したところ、3時間雨量は、10年間の最大値として、2013年7月に95mmを観測している。また、48時間雨量は、10年間の最大値として、2011年5月に217mmを観測している。**この時、松江市においては、気象庁による大雨警報（土砂災害）に基づく「警戒レベル3相当」が発令されている。**

なお、いずれの観測時においても、発電所施設に被害等は確認されていない。

上記降雨実績を踏まえて、対応準備を実施するための判断基準として、「3時間雨量100mm以上」及び「48時間雨量150mm以上」を準備段階の判断基準として**設定する。**

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.51 (2/4)

表1 土石流発生に備えた対応を実施するための判断基準と対応内容

		土石流危険区域における土石流発生に備えた対応が速やかに実施できるよう、対応準備を実施する段階	土石流危険区域における土石流発生を想定し、海水注水切替判断等を決定・実施する段階
対応決定にあたっての流れ		<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電所構内で降雨が発生している場合あるいは、松江市において警戒レベル※¹が発令された場合において、発電所構内雨量計の値を確認し、「3時間雨量」及び「48時間雨量」の以下のいずれかの判断基準に該当した場合に、発電所長がその対応を決定する。 ■ 発電所構内雨量計が機能喪失し、発電所構内の「3時間雨量」及び「48時間雨量」を把握できない期間においては、気象庁により発令された「警戒レベル」が判断基準に該当した場合に、発電所長がその対応を決定する。 ■ 土石流危険区域（発電所構内雨量計を配備する土石流危険区域を含む）のいずれかにおいて、降水に起因する土石流が発生した場合には、雨量による判断基準に関係なく必要な対応を決定する。 ■ 時間雨量が60mm以上となり、発電所施設に被害が発生するおそれがある場合には、施設への監視強化のため、あらかじめ警戒体制を構築する。 	
判断基準	3時間雨量	100mm以上※ ²	150mm以上※ ³
	48時間雨量	150mm以上※ ²	346mm以上※ ³
	警戒レベル※ ⁴	3（大雨警報（土砂災害））	4（土砂災害警戒情報）
対応内容	通常時	<ul style="list-style-type: none"> ■ 土石流危険区域のアクセスルート等の監視を強化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 土石流危険区域のアクセスルート等への立入を制限する。 ■ 重大事故等発生時において、以下の手順を講じることを決定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・海を水源とした原子炉等への注水とすること。 ・非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクを用いた燃料補給とすること。 ・可搬式モニタリング・ポスト及び可搬式気象観測装置の配置位置を代替測定場所とすること。
	重大事故等発生時	<ul style="list-style-type: none"> ■ 土石流危険区域のアクセスルート等の監視を強化する。 ■ 土石流発生に備え、以下の手順を講じるための準備実施を決定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・海を水源とした原子炉等への注水 ・非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクを用いた燃料補給 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 土石流危険区域内のアクセスルート等への立入を制限する。 ■ 土石流発生のおそれを考慮し、以下の手順を講じることを決定する。 <ul style="list-style-type: none"> ・代替淡水源から海を水源とする原子炉等への注水に切り替えること。 ・ガスタービン発電機用軽油タンクから非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクを用いた燃料補給に切り替えること。 ・可搬式モニタリング・ポスト及び可搬式気象観測装置の配置位置を代替測定場所に変更すること。

※1：「避難勧告等に関するガイドライン（内閣府）」に基づく警戒レベルのうち、警戒レベル3，4，5が発令された場合。

※2：実施段階の判断基準を基に、島根原子力発電所における過去10年間（2010年4月1日～2020年3月31日）の降雨実績を踏まえて、土石流危険区域における土石流に備えた対応が速やかに実施できるよう対応準備を実施するための判断基準として設定した。

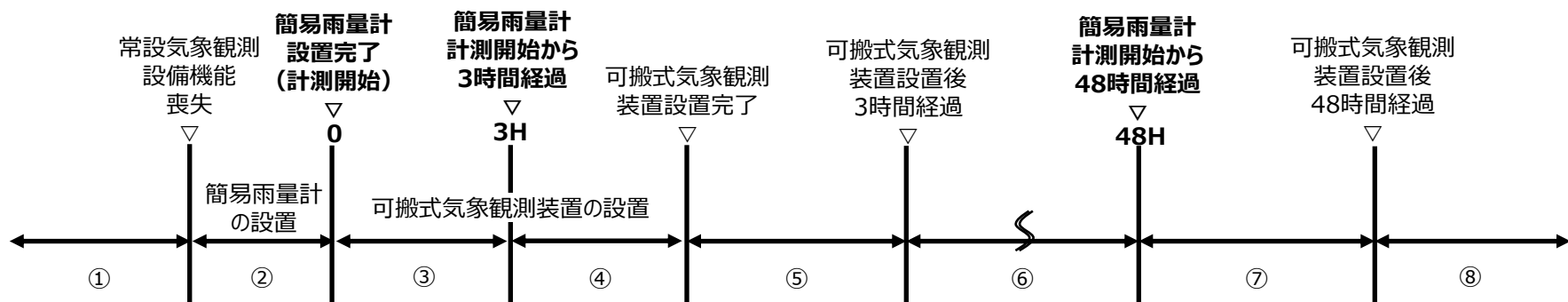
※3：気象庁は、平成3年以降の観測データを用いて、50年に一度程度の頻度で発生すると推定される雨量（3時間雨量若しくは48時間雨量）を、大雨特別警報の発表の判断指標に用いており、松江市においては、3時間雨量は150mm以上、48時間雨量は346mmを判断指標としていることから、松江市における判断指標を実施段階の判断基準として設定した。

※4：常設気象観測設備が機能喪失した後、簡易雨量計及び可搬式気象観測装置により判断基準に定める3時間雨量又は48時間雨量を観測するまでの期間において適用する。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.51 (3/4)

■ 土石流発生に備えた対応を実施するための判断指標



判断指標	3時間	常設気象観測設備の計測値による雨量	気象庁発令の警戒レベル	気象庁発令の警戒レベル	簡易雨量計*の計測値による雨量	簡易雨量計*の計測値による雨量 + ⑤期間以降の可搬式気象観測装置の計測値による雨量	可搬式気象観測装置の計測値による雨量	可搬式気象観測装置の計測値による雨量	可搬式気象観測装置の計測値による雨量
	48時間	常設気象観測設備の計測値による雨量	気象庁発令の警戒レベル	気象庁発令の警戒レベル	気象庁発令の警戒レベル	気象庁発令の警戒レベル	気象庁発令の警戒レベル	簡易雨量計*の計測値による雨量 + ⑤期間以降の可搬式気象観測装置の計測値による雨量	可搬式気象観測装置の計測値による雨量

※：可搬式気象観測装置を設置し測定が開始するまでの間は、簡易雨量計を用いて、発電所構内の雨量を計測する。

1. 審査会合での指摘事項に対する回答

指摘事項回答No.51 (4/4)

■ 常設気象観測設備機能喪失後、構内雨量を計測するための簡易雨量計の概要

➤ 簡易雨量計の設置目的

重大事故等発生事象下において常設気象観測設備（DB設備）が機能喪失し、可搬式気象観測装置（SA設備）を設置するまでの間、発電所構内で雨量を把握できない期間が発生することから、この期間を可能な限り短くするため、雨量計の計測に特化した装置を設置する。

➤ 簡易雨量計の位置付け

簡易雨量計は、常設気象観測設備が機能喪失し可搬式気象観測装置を設置するまでの間の、雨量を計測し、土石流対応に係る判断基準に使用することから、「可搬型重大事故等対処設備」として配備する。

➤ 簡易雨量計の仕様

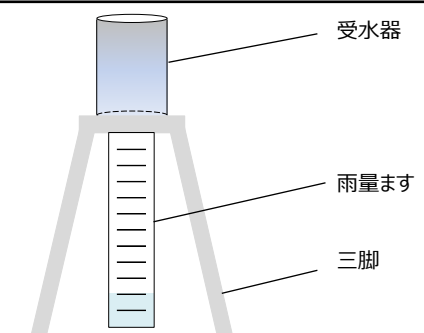
簡易雨量計は、常設気象観測設備及び可搬式気象観測装置※1と同様に、「気象測器検定の合格品※2」を配備する。

- 簡易雨量計の測定値は、定期的に緊急時対策要員が目視により確認する。
- 簡易雨量計の配備数は、常設気象観測設備が機能喪失しても代替し得る個数として1台、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1台の合計2台とする。
- 簡易雨量計の保管場所は、配置位置近傍の緊急時対策所に保管する。
- 簡易雨量計の配置位置は、緊急時対策所近傍の第1保管エリア付近とする。なお、選定にあたっては、近くに建造物、樹木等のない、露場（人工芝）を確保した平坦な場所とする。

※1：常設気象観測設備及び可搬式気象観測装置の雨量計は、「転倒ます型」を使用。

※2：「気象業務法」により気象観測の技術上の基準が定められている。この技術上の基準に従って行う気象観測に用いる気象測器は「検定」に合格したものを使用することが義務づけられており、気象測器の構造、計測精度（雨量20mm以下の範囲：雨量0.5mm、雨量20mmを超える範囲：雨量の3%）が定められた範囲内であることの検査を受ける必要がある。なお、雨量計は貯水型雨量計と転倒ます型雨量計が検定対象として定められている。

簡易雨量計の概要

名称	簡易雨量計
個数（予備）	1台（予備1台）
計測方式	貯水型
記録方式	サンプリング記録（目視による確認）
計測範囲	100mm以上
外観（イメージ図）	

（備考）雨量計の仕様は、今後の詳細検討により変更があり得る。

2. 第861回審査会合からの変更点（1/2）

➤ 第861回審査会合（令和2年5月18日）からの主な変更点は以下のとおり。

1. 可搬型設備の確保台数及び保管場所の変更

- 土石流が発生した場合でも、「大型送水ポンプ車及び放水砲による航空機燃料火災への泡消火」が実施できるよう、必要数分の泡消火薬剤容器を、表1のとおり、土石流の影響を受けるおそれのない第4保管エリアに配備し、予備を第1保管エリアに配備する。（指摘事項No.48：P16参照）
- 海を水源とした対応手順のうち、大量送水車2台を使用した手順を自主手順からSA手順に変更することに伴い、大量送水車の確保台数を3台から5台に変更する。（指摘事項No.50：P17～23参照）

表1 可搬型設備の台数及び保管場所の変更 一覧

分類	可搬型設備	用途	使用場所	変更前				変更後			
				第1保管エリア	第2保管エリア	第3保管エリア	第4保管エリア	第1保管エリア	第2保管エリア	第3保管エリア	第4保管エリア
2n + α設備	大量送水車	送水用	EL44m 周辺 EL15m 周辺	0台	1台	1台	1台※1	0台	1台	1台	1台※1,3
		海水 取水用	EL8.5m 周辺	0台	0台	0台	0台	1台	0台	0台	2台※2,3
n設備	泡消火薬剤 容器	航空機 燃料火災用	EL8.5m 周辺	5個	0個	0個	3個※1	1個※1	0個	0個	5個
その他設備	泡消火薬剤 運搬車		EL8.5m 周辺	2台	0台	0台	1台	1台	0台	0台	2台

※1：故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップ。

※2：2台のうち1台は、設置許可基準規則解釈第43条第5項に基づく、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップ（α）。

※3：送水用及び海水取水用の設置許可基準規則解釈第43条第5項に基づく、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップ（α）は、発電所全体で確保する。なお、要求されるいずれの機能も満足するため、兼用で1台確保する。

2. 屋内接続口の追加に伴うアクセスルートの追加

- 設置許可基準規則第52条（水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備）において，窒素供給ラインの接続口を2号炉原子炉建物内に追加設置することから，接続口配置箇所への屋内のアクセスルートを図1のとおり追加する。

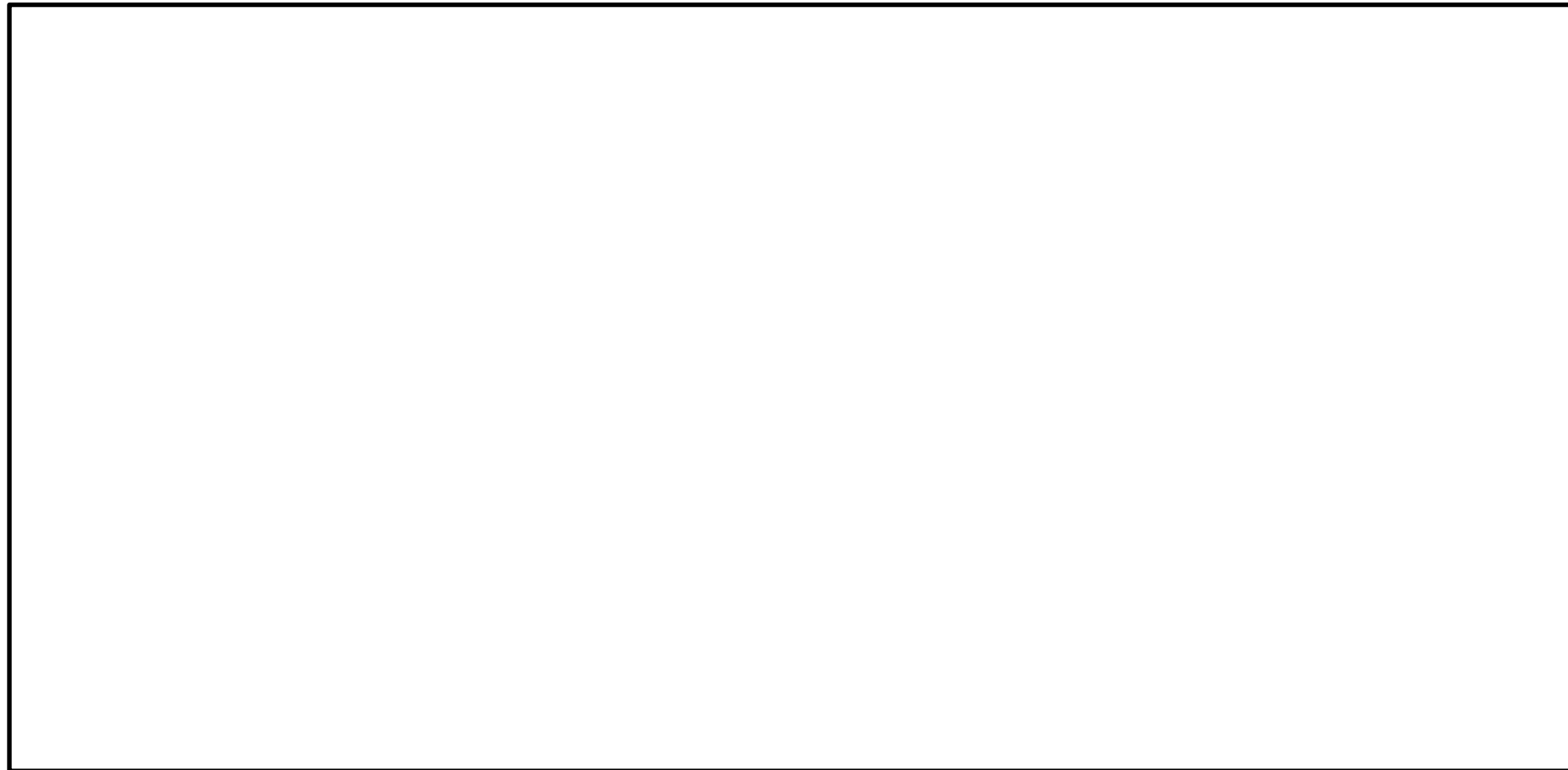


図1 屋内のアクセスルート図