

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0098 改04
提出年月日	平成28年8月15日

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

津波による損傷の防止について
(指摘事項に対する回答)

平成28年8月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

No.	管理番号	指摘区分	指摘日	指摘事項	備考
1	317-1	ヒアリング	H28.2.10	津波の遡上及び浸水経路を踏まえて今回の新規制基準適合性審査の対象となるSA、DB施設及びアクセスルートの範囲について整理した上で説明すること。	「回答資料1」で回答済み (H28.02.25)
2	317-2	ヒアリング	H28.2.10	緊急時対策所等DBとSAを兼ねた設備について津波防護の考え方を説明すること。	「回答資料1」で回答済み (H28.02.25)
3	317-3	ヒアリング	H28.2.10	地下電気洞道について津波防護の考え方を説明すること。	「回答資料1」で回答済み (H28.02.25)
4	317-4	ヒアリング	H28.2.10	津波の遡上経路に影響(津波集中等)を及ぼす斜面崩落等の障害要因について整理し入力津波への影響を含め評価結果を説明すること。	「回答資料2」で一部回答済み (H28.02.25)
5	317-5	ヒアリング	H28.2.10	船舶の漂流想定について防波堤の施設区分や他条文との整合をとった上で説明すること。	「回答資料3」で一部回答済み (H28.02.25)
6	317-6	ヒアリング	H28.2.10	荒浜側防潮堤の設計の妥当性について、十分な支持力のある地盤に設置されているか、防潮堤間の継ぎ手部等における浸水防止機能の妥当性確認の方法の考え方を含めて説明すること。	「回答資料4」で回答済み (H28.03.02)
7	333-1	ヒアリング	H28.2.25	液状化現象による地盤沈下量の評価について、古安田層の砂層部の液状化現象による影響等を含めて保守性を確認すること。	「回答資料5」で一部回答済み (H28.05.13)
8	365-7	ヒアリング	H28.5.13	防潮堤とV系断層との位置関係についても説明すること。	「回答資料6」で回答済み (H28.05.31)
9	365-8	ヒアリング	H28.5.13	基準地震動Ssが作用した場合でも、V系断層における弱面上のずれ等が発生しないことを含め、防潮堤を十分に支持することができる地盤であることを示し説明すること。	「回答資料6」で回答済み (H28.05.31)
10	365-10	ヒアリング	H28.5.13	V系断層ジョイントをモデル化するためのボーリングデータ等を示し説明すること。	「回答資料6」で回答済み (H28.05.31)
11	317-4	ヒアリング	H28.2.10	津波の遡上経路に影響(津波集中等)を及ぼす斜面崩落等の障害要因について整理し入力津波への影響を含め評価結果を説明すること。	本日追加回答 (回答資料7)
12	345-7	ヒアリング	H28.3.9	遡上・浸水域について斜面崩壊や液状化による沈下の影響について説明すること。	本日回答 (回答資料7)
13	345-10	ヒアリング	H28.3.9	入力津波による水位変動に用いる潮位の観測期間を5年としている妥当性について説明すること。	本日回答 (回答資料8)
14	345-11	ヒアリング	H28.3.9	高潮の年最高潮位の表について、台風による発生要因が分かるように整理して説明すること。	本日回答 (回答資料8)

15	345-12	ヒアリング	H28.3.9	地震による広域な地殻変動量の算定式について説明すること。	本日回答 (回答資料 9)
16	345-13	ヒアリング	H28.3.9	余効変動の速度が小さくなっていることについて比較対象を含めて根拠を定量的に説明すること。	本日回答 (回答資料 9)
17	354-12	ヒアリング	H28.3.9	原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位について、貝の付着等による摩擦損失の影響を評価し説明すること。	本日回答 (回答資料 10)
18	354-14	ヒアリング	H28.3.24	砂の堆積量に平均値を用いる妥当性を説明すること。	本日回答 (回答資料 11)
19	354-16	ヒアリング	H28.3.24	防波堤の有無による砂の堆積量への影響について説明すること。	本日回答 (回答資料 11)
20	358-14	ヒアリング	H28.4.4	浸水防止設備が設置された構造物の設計方針および運用方法について整理し説明すること。また、浸水防止設備が設置された床等の間接支持構造物の機能維持の考え方についても説明すること。	本日回答 (回答資料 12)

本日のご説明範囲

指摘事項 No. 11 (管理番号 317-4)

津波の遡上経路に影響（津波集中等）を及ぼす斜面崩落等の障害要因について整理し入力津波への影響を含め評価結果を説明すること。

指摘事項 No. 12 (管理番号 345-7)

遡上・浸水域について斜面崩壊や液状化による沈下の影響について説明すること。

回 答

液状化による護岸付近の地盤沈下、中央土捨場の斜面崩壊を反映した津波評を実施し、津波水位に大きな影響がないことを確認した。詳細については、「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 添付資料2」に記載した。

なお、液状化影響評価の審議が実施されている状況を踏まえ、地盤沈下量等の解析条件は必要に応じて更新する。

以上

指摘事項 No.13 (管理番号 345-10)

入力津波による水位変動に用いる潮位の観測期間を5年としている妥当性について説明すること。

回 答

観測期間を10年間とした場合についても朔望満潮位及び朔望干潮位、標準偏差検証し、同程度であることを確認した。詳細については、「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 添付資料 23」に記載した。

あわせて、「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 本文 1.5(1)」の記載を修正した。

指摘事項 No.14 (管理番号 345-11)

高潮の年最高潮位の表について、台風による発生要因が分かるように整理して説明すること。

回 答

年最高潮位表に台風による発生要因を追記した。「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 本文 第1.5-3表」を修正した。

以上

指摘事項 No.15 (管理番号 345-12)

地震による広域な地殻変動量の算定式について説明すること。

回 答

地殻変動量の算定方法については、津波伝播計算の初期条件として設定しており、Mansinha and Smylie(1971)の方法を使用していることを「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 添付資料 19」に記載した。

指摘事項 No.16 (管理番号 345-13)

余効変動の速度が小さくなっていることについて比較対象を含めて根拠を定量的に説明すること。

回 答

国土地理院発表の最新の地殻変動を参照すると、2011年東北地方太平洋沖地震後の余効変動は、福島地点では、継続しているものの、柏崎地点では、2011年東北地方太平洋沖地震前後でも変動は小さく、津波に対する安全性評価への影響はないことを確認した。

「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 本文 1.5(4)」に地殻変動の鉛直変位について経時変化を追加した。

以上

指摘事項 No.17 (管理番号 354-12)

原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位について、貝の付着等による摩擦損失の影響を評価し説明すること。

回 答

管路解析を行う上での不確かさを考慮して、スクリーン損失の有無、貝付着の有無、補機冷却海水ポンプ稼働の有無について、パラメータスタディを実施し、津波水位に影響が少ないことを確認した。詳細については、「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 添付資料3」に記載した。

以上

指摘事項 No.18 (管理番号 354-14)

砂の堆積量に平均値を用いる妥当性を説明すること。

指摘事項 No.19 (管理番号 354-16)

防波堤の有無による砂の堆積量への影響について説明すること。

回 答

基準津波による水位変動に伴う砂移動解析について、砂の粒径の違いによる堆積厚さへの影響について検討するため、粒径のパラメータスタディを実施した。また、防波堤の有無による堆積厚さへの影響についても検討し、両ケースともに影響がないことを確認した。詳細については、「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 津波による損傷の防止について 別添1 添付資料 24」に記載した。

以上

指摘事項 No.20 (管理番号 358-14)

浸水防止設備が設置された構造物の設計方針および運用方法について整理し説明すること。また、浸水防止設備が設置された床等の間接支持構造物の機能維持の考え方についても説明すること。

回 答

浸水防止設備は「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(設置許可基準規則)において耐震 S クラス施設と位置づけられているため、これを設置する構造物は耐震 S クラス施設の間接支持構造物と位置づけられる。耐震 S クラス施設の間接支持構造物の設計や機能維持の考え方については、「耐震設計に係る工認審査ガイド」に規定されているとおり、以下の方針に従うものとしている。

耐震設計に係る工認審査ガイド (抜粋)**5. 土木構造物に関する事項****5.3 許容限界****【確認内容】**

許容限界については以下を確認する。

(1) 「安全上適切と認められる規格及び基準等」として、適用可能な規格及び基準等を以下に示す。

(省 略)

(2) S クラスの津波防護施設、並びに浸水防止設備及び津波監視設備等が設置された土木構造物については、上記(1)に基づくとともに、それぞれの施設、設備に要求される津波防護機能、浸水防止機能及び津波監視機能が保持される許容限界として、既往の研究等において試験・解析等により妥当性が確認された許容値を設置していること。

5.6 基準地震動 S_s による地震力に対する耐震設計**【確認内容】**

基準地震動 S_s による地震力に対する耐震設計については以下を確認する。

(1) 屋外重要土木構造物の構造部材の耐震設計においては、基準地震動 S_s を用いた動的解析を実施し、以下に示す設計方法に応じて耐力や変形あるいは応力度による評価を行っていること。

(省 略)

(2) 基礎地盤の支持性能についての「安全上適切と認められる規格及び基準等に基づく限界値」として、JEAG4601、地盤工学会規準 (JGS1521-2003) 地盤の平板載荷試験方法又は地盤工学会規準 (JGS3521-2004) 剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法に定める調査・試験等を参考に設定されている地盤の極限支持力度を用いていること。

(3) S クラスの津波防護施設、並びに浸水防止設備及び津波監視設備等が設置された土木構造物の耐震設計及び基礎地盤の支持性能については、上記(1)及び(2)に加え、道路橋示方書(I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 ((社)日本道路協会,平成 14 年 3 月)、道路橋示方書(V 耐震設計編)・同解説 ((社)日本道路協会,平成 14 年 3 月)の規定を参考に設定した照査方法を用いていること。

なお、3号炉原子炉建屋内緊急時対策所（以下、3号炉緊急時対策所）を設置する荒浜側の敷地については、取放水路等の経路からの敷地への津波の流入防止を目的として、取放水路等に存在する開口部等に閉止板や止水壁を設置している。当初（※）、これらの設備については浸水防止設備として位置づけ、津波防護においてその機能を期待するものとしていたが、その後、上記の「浸水防止設備が設置された土木構造物の基礎地盤の支持性能」に関連し、液状化影響評価方針について審議が行われることとなった。この状況を踏まえ、3号炉緊急時対策所の津波防護においては、基準地震動に対する基礎地盤の支持性能が確認できない可能性が考えられる一部の設備については、地震に対してはその機能を期待できないことを想定し、その際にも必要な安全機能が確保できるように内郭防護を構築することとした。

以上の津波防護方針の見直しの概要を表1に示す。また内郭防護の溢水源として考慮する設備の具体的な内容、及び3号炉緊急時対策所の津波防護の概要を別紙に示す。

※：KK67-0072 改 27 「柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 重大事故等対処設備について」（平成28年2月10日）における説明の内容

以上

表1 津波防護方針の見直しの概要

<防護要求> 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド（抜粋）	<防護方針>		備考
	変更前（当初）	変更後（見直し内容）	
4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1） 4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止 （省 略）	-	-	変更なし ※荒浜側防潮堤により到達、流入を防止
4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止 【規制基準における要求事項等】 <ul style="list-style-type: none"> ● 取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定すること。 ● 特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。 	取放水路等の開口部に設置する蓋や壁はすべて浸水防止設備と位置づける。 ⇒地震に対しても機能を期待し「4.4（内郭防護）」の溢水源としては考慮しない	取放水路等の開口部に設置する蓋や壁のうち <u>基準地震動に対する基礎地盤の支持性能が確認できない可能性が考えられる一部の設備は浸水防止設備と位置づけない。</u> ⇒浸水防設備と位置づけないものは地震に対して機能を期待できないことを想定し「4.4（内郭防護）」の溢水源として考慮する	
4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2） （省 略）	-	-	変更なし ※防護対象設備（3号炉緊急時対策所）に有意な影響を与える漏水なし
4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護） 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定 （省 略）	-	-	変更なし
4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策 【規制基準における要求事項等】 <ul style="list-style-type: none"> ● <u>津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。</u> ● 浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。 【確認内容】 <p>(2) <u>津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて、以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ① 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水、下位クラス建屋における地震時のドレン系ポンプの停止による地下水の流入等の事象が想定されていること。 ② <u>地震・津波による屋外循環水系配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象が想定されていること。</u> 	敷地への津波の溢水源（事象）として、屋外循環水系配管の地震による損傷を考慮する。	敷地への津波の溢水源（事象）として、屋外循環水系配管に加え、 <u>浸水防止設備と位置づけない閉止板や壁の地震による破損を考慮する。</u>	

1. 内郭防護の溢水源として考慮する設備
2. 3号炉緊急時対策所の津波防護の概要

1. 内郭防護の溢水源として考慮する設備
2. 3号炉緊急時対策所の津波防護の概要

1. 内郭防護の溢水源として考慮する設備(当初)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

<当初>

- ・敷地に津波が流入する可能性のある経路として取放水路および電源ケーブルトンネル、屋外排水路を抽出。
- ・抽出された全ての経路に対し止水蓋または止水壁を設置。津波の流入防止対策を施工済。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

1. 内郭防護の溢水源として考慮する設備(変更後)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

<変更後>

- ・埋戻土層内に設置されている設備については、液状化の影響を考慮し、漏水発生部位と位置づけ、漏水量(浸水量)評価を行う。
- ・漏水量評価については耐津波設計に係わる工認審査ガイド「7. 浸水量評価に基づく安全性評価」に沿って行い、防護対象設備に影響がないことを確認する。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

1. 内郭防護の溢水源として考慮する設備（対象設備）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

- ※1 電源ケーブルレンチについてはオーブントレンチ部を漏水箇所として評価。
- ※2 屋外排水路については母管から繋がる最も海側の集水樹を漏水箇所として評価。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社



余 白



- 1. 内郭防護の溢水源として考慮する設備
- 2. 3号炉緊急時対策所の津波防護の概要

2-1. 3号炉緊急時対策所に関わる浸水防護重点化範囲(1/3)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

浸水防護重点化範囲概略図

2-1. 3号炉緊急時対策所に関わる浸水防護重点化範囲(2/3)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません



原子炉建屋
地下3階
(T.M.S.L.−16,100)

原子炉建屋
地下1階
(T.M.S.L.−2,700)

原子炉建屋
地上1階
(T.M.S.L+5,300)

原子炉建屋
地上2階
(T.M.S.L+12,800)

原子炉建屋
地上3階
(T.M.S.L+18,000)

浸水防護重点化範囲

赤字:防護対象設備

浸水防護重点化範囲詳細図(横断面)

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社



2-1. 3号炉緊急時対策所に関わる浸水防護重点化範囲(3/3)



黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

浸水防護重点化範囲詳細図(縦断面)(A-A矢視)

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社



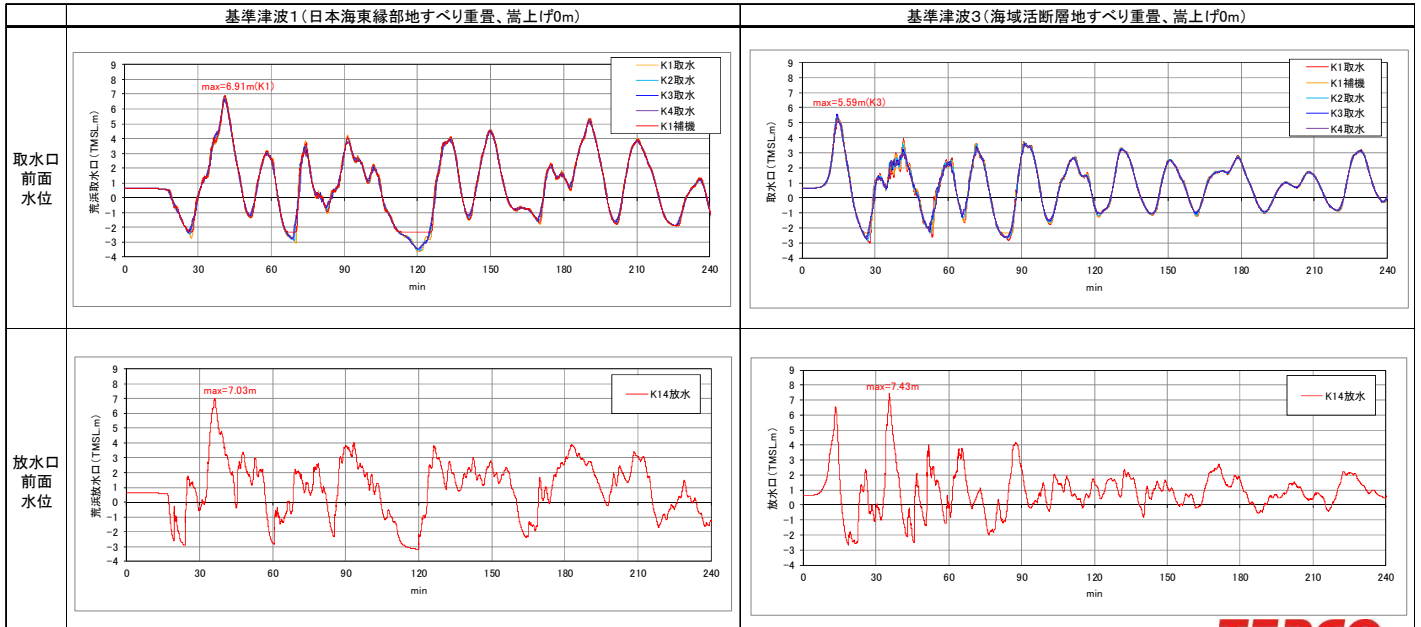
2-2. 浸水量評価(評価方針)

<浸水量評価方針>

- ・浸水量は取放水路等の前面水位と漏水発生部位位置の差圧から算定する。
- ・入力津波確定後、解析の保守性として、水位を1.0m嵩上げした波形を用いて評価を行う。
- ・本資料では、暫定的に基準津波に対する評価結果を示す。

ケース	津波条件	水位の嵩上げ
1	基準津波1 (日本海東縁部 地すべり重畳)	0m
2		1m
3	基準津波3 (海域活断層 地すべり重畳)	0m
4		1m

※基準津波2は下降側の波のため、対象外とする。

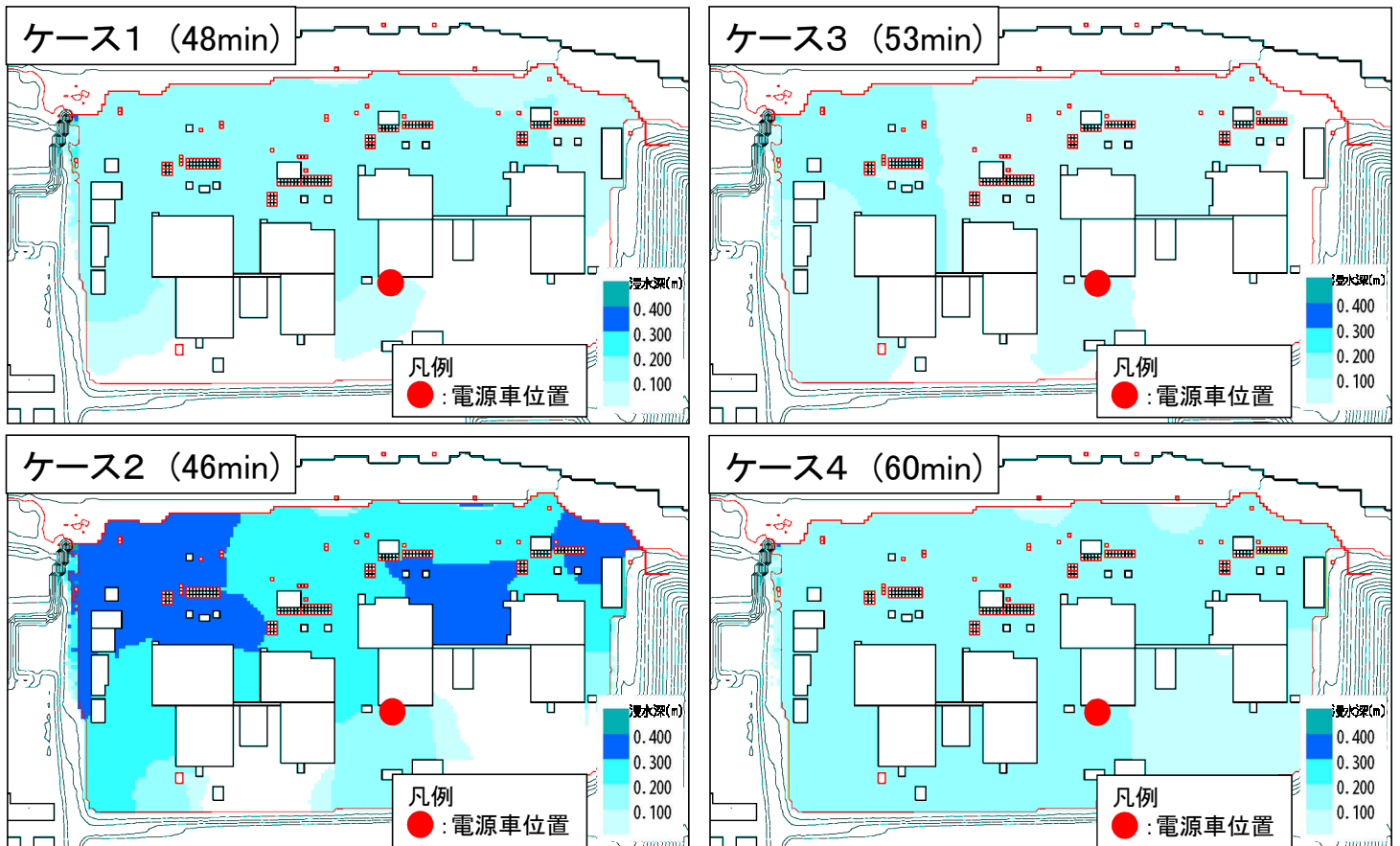


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社



2-2. 浸水量評価(浸水深分布(電源車位置最大時刻))

※結果は暫定値。今後、入力津波の確定後に再評価。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社



2-2. 浸水量評価(浸水深の経時変化)

※結果は暫定値。今後、入力津波の確定後に再評価。

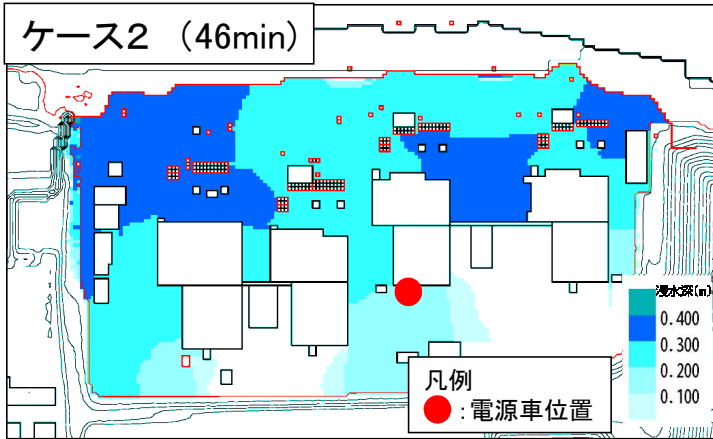


図1 浸水深分布(電源車位置での最大浸水深時刻)

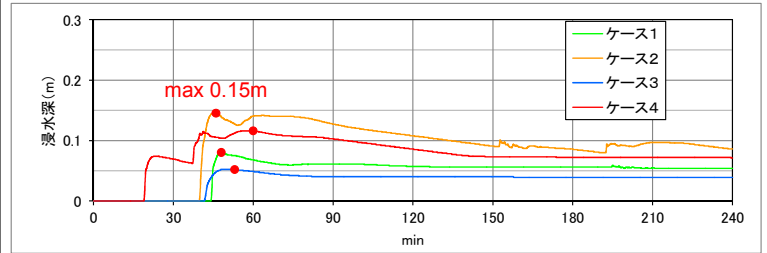


図2 電源車位置での浸水深時刻歴

- ・電源車位置での最大浸水深が最も深いケース2の浸水深時刻歴を図2に示す。
- ・電源車位置での最大浸水深は約15cm(T.M.S.L.+5.15m)。

2-3. 内郭防護の概要

■ **分類1**

- ✓ 3号炉緊急時対策所
- ✓ ③変圧器(屋上)
- ✓ ⑤分電盤

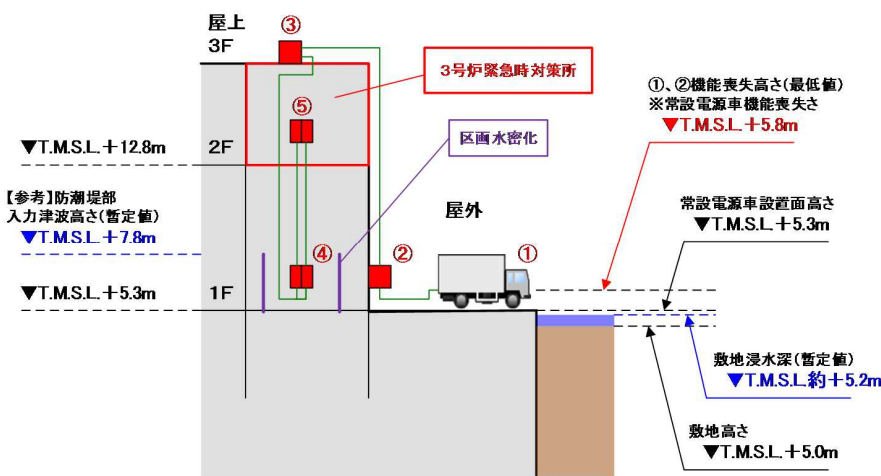
高所に設置されており津波の影響を受けない

※ 防潮堤部入力津波高さよりも高所であるため浸水深にかかわらず津波の影響を受けることはない

■ **分類2**

- ✓ ④分電盤

設置区画を浸水深に対して裕度を持って水密化することにより津波の影響から隔離する



3号炉緊急時対策所に関わる内郭防護の概要

■ **分類3**

- ✓ ①常設電源車(屋外)
- ✓ ②電源車接続箱(屋外)

浸水深よりも機能喪失高さを高くすることにより津波の影響から隔離する

※ 浸水深(~15cm程度)、有意な浸水継続時間(1時間程度)よりアクセス上の問題もない