

柏崎刈羽原子力発電所第6号機 設計及び工事計画認可申請に係る説明について (杭の損傷に関する追加調査について)

2022年11月7日
東京電力ホールディングス株式会社

1. 杭の損傷に関する追加調査実施の経緯

2. 建設残置物の追加調査

2.1.1. 調査対象施設の選定 選定方法

2.1.2. 調査対象施設の選定 選定結果

2.2.1. 建設残置物の追加調査 調査方法

2.2.2. 建設残置物の追加調査 調査結果

2.2.3. 6号機フィルタベント基礎 調査結果

2.2.4. 7号機フィルタベント基礎 調査結果

2.2.5. 5号機フィルタベント基礎 調査状況

2.2.6. 4号機大物搬入建屋 調査結果

2.3. まとめ

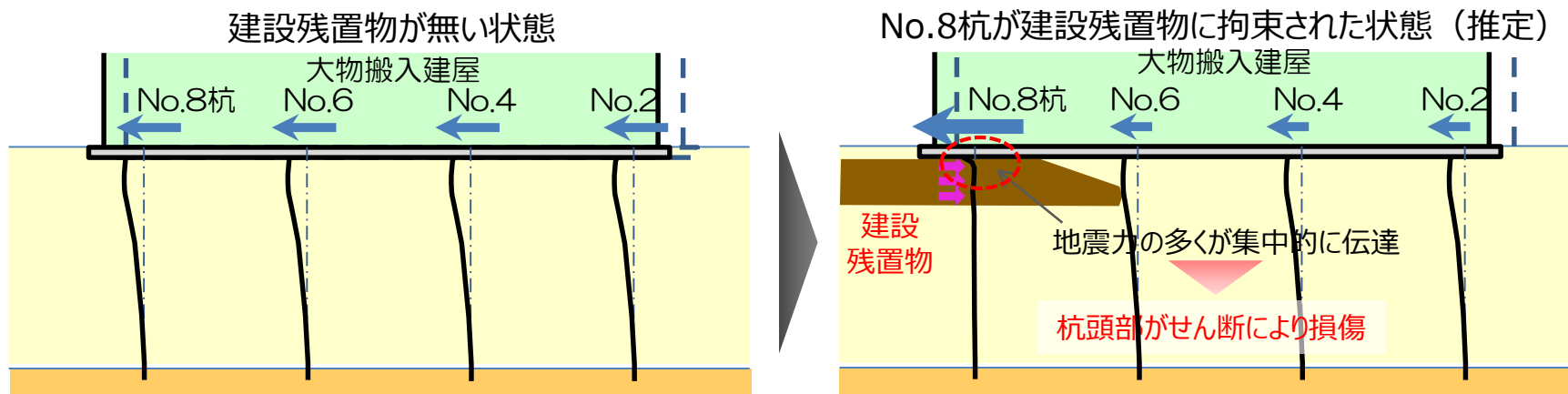
1. 杭の損傷に関する追加調査実施の経緯 (1/2)

(1) 6号機大物搬入建屋の杭損傷事象

- 6号機大物搬入建屋は、新規規制基準を踏まえた安全対策として、原子炉建屋と同等のSクラスとする耐震強化工事を実施。2021年7月、当該工事において、隅杭（No.8杭）に損傷を確認、その後の調査により、隅杭（No.8杭）と隣接杭（No.6杭）に損傷が集中していることが判明。
- 以降、損傷原因究明のため、詳細調査を開始。

(2) 6号機大物搬入建屋の調査結果まとめ

- 詳細調査の結果、6号機大物搬入建屋の杭損傷要因は、建設残置物である地中の大型クレーン用セメント改良土が杭に干渉しているという状況のもとで、新潟県中越沖地震による地震力が作用したことによるものであると推定。



6号機大物搬入建屋 地震力伝達イメージ図

(3) 追加調査実施の経緯

- 6号機大物搬入建屋の杭の損傷は、設計で考慮していない建設残置物（セメント改良土）が杭を拘束している状況のもとで、新潟県中越沖地震による地震力が作用したという特異な要因によるものであり、上物・基礎部に異常がなく、かつ建設残置物の影響を受けていない杭支持構造物においては、当該事象のような耐震性能に影響のある損傷はないと考える。

上記考えの確からしさを一層高めることを目的として、以下の追加調査を実施

追加調査1 建設残置物の調査

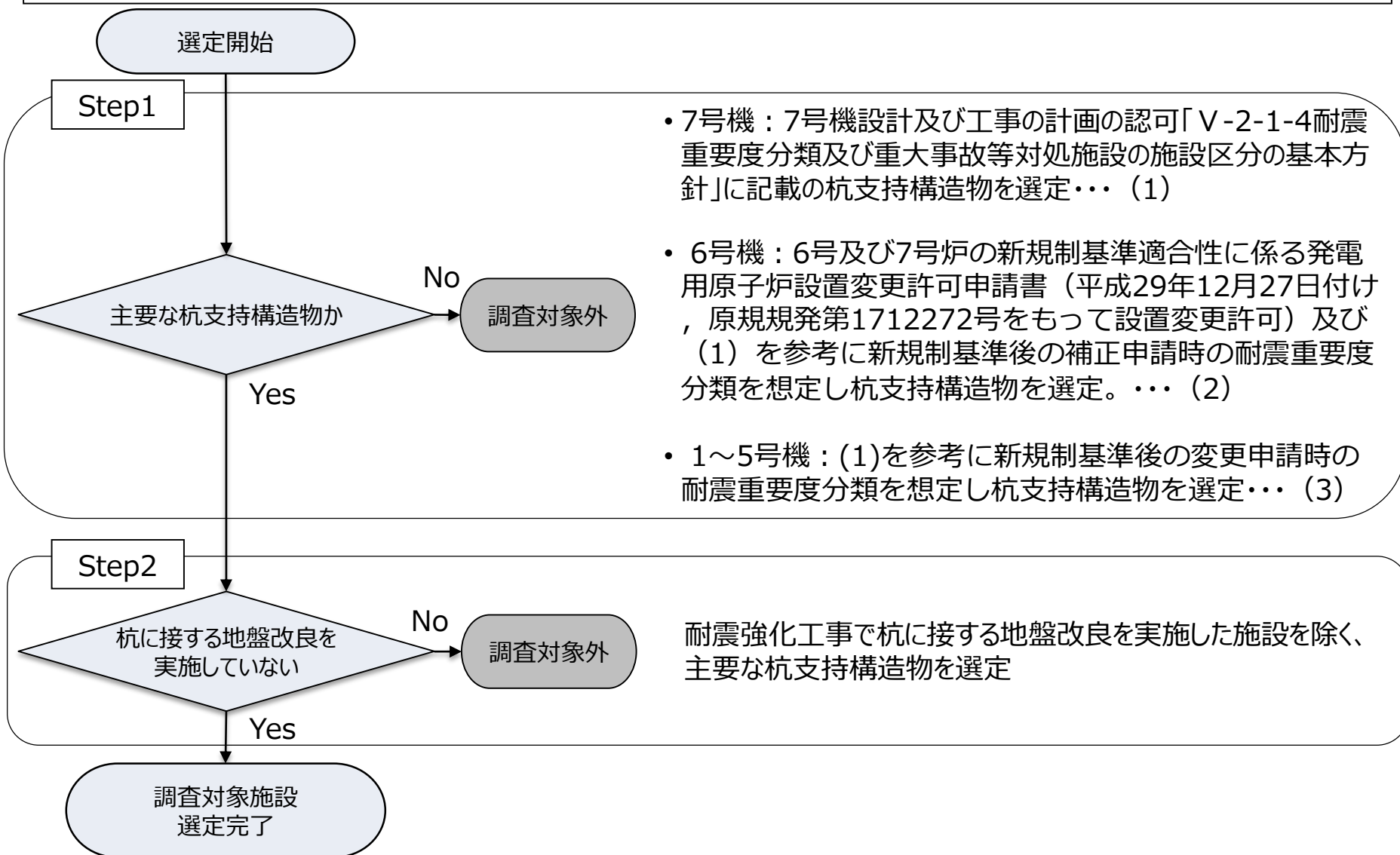
- 6号機大物搬入建屋と同様にセメント改良土等の建設残置物が杭に干渉していないか確認するため、主要な杭支持構造物を対象に追加調査を実施。

追加調査2 4号機大物搬入建屋の調査

- 上物・基礎部に異常がなく、かつ建設残置物の影響を受けていない杭支持構造物においては、6号機大物搬入建屋のような耐震性に影響のある損傷はないという当社の考えをより確かなものにするため、同種構造であり、新潟県中越沖地震において地震影響の大きかった荒浜側に立地している4号機大物搬入建屋（上物・基礎部に異常なし、建設残置物の影響なし）を対象に追加調査を実施。

2.1.1. 調査対象施設 選定方法

▶ 調査対象施設を以下のフローに基づき選定。



2.1.2. 調査対象施設 選定結果 (1/2)

▶ 選定した調査対象施設を、以下に示す。

番号	施設名称	Step1 主要な杭支持構造物 ○：該当、－：該当しない			Step2 地盤改良 の有無	調査対象 ○：対象、－：対象外
		(1) 7号機	(2) 6号機	(3) 1～5号機		
1	4号機大物搬入建屋	－	－	○	なし	○
2	6号機大物搬入建屋	－	○	－	なし	基礎下掘削により確認済みのため対象外
3	7号機大物搬入建屋	○	－	－	あり	－
4	1/2号機主排気筒	－	－	○	あり	－
5	3号機主排気筒	－	－	○	あり	－
6	4号機主排気筒	－	－	○	あり	－
7	5号機主排気筒	－	－	○	あり	－
8	4号機非常用ガス処理系配管ダクト	－	－	○	あり	－
9	5号機非常用ガス処理系配管ダクト	－	－	○	あり	－
10	6号機軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト	○※1	○	－	なし※2	○
11	7号機軽油タンク基礎、燃料移送系配管ダクト	○	○※3	－	なし※2	○
12	固体廃棄物貯蔵施設	○	○	○	なし	○
13	使用済燃料輸送容器保管建屋（既設、増設）	○	○	○	あり	－
14	焼却炉建屋（荒浜側）	－	－	○	なし	○
15	焼却炉建屋（大湊側）	○	○	○	なし	○
16	ランドリ建屋（荒浜側）	－	－	○	なし	○
17	5号機フィルタベント基礎	－	－	○	なし	○※4
18	6号機フィルタベント基礎	－	○	－	なし	○
19	7号機フィルタベント基礎	○	－	－	なし	○
20	D/Dポンプ建屋（荒浜側）	－	－	○	なし	○
21	D/Dポンプ建屋（大湊側）	○	○	○	なし	○
22	常設代替交流電源設備基礎	○	○	－	あり	－

※1 6号機軽油タンク基礎は、(1)の対象

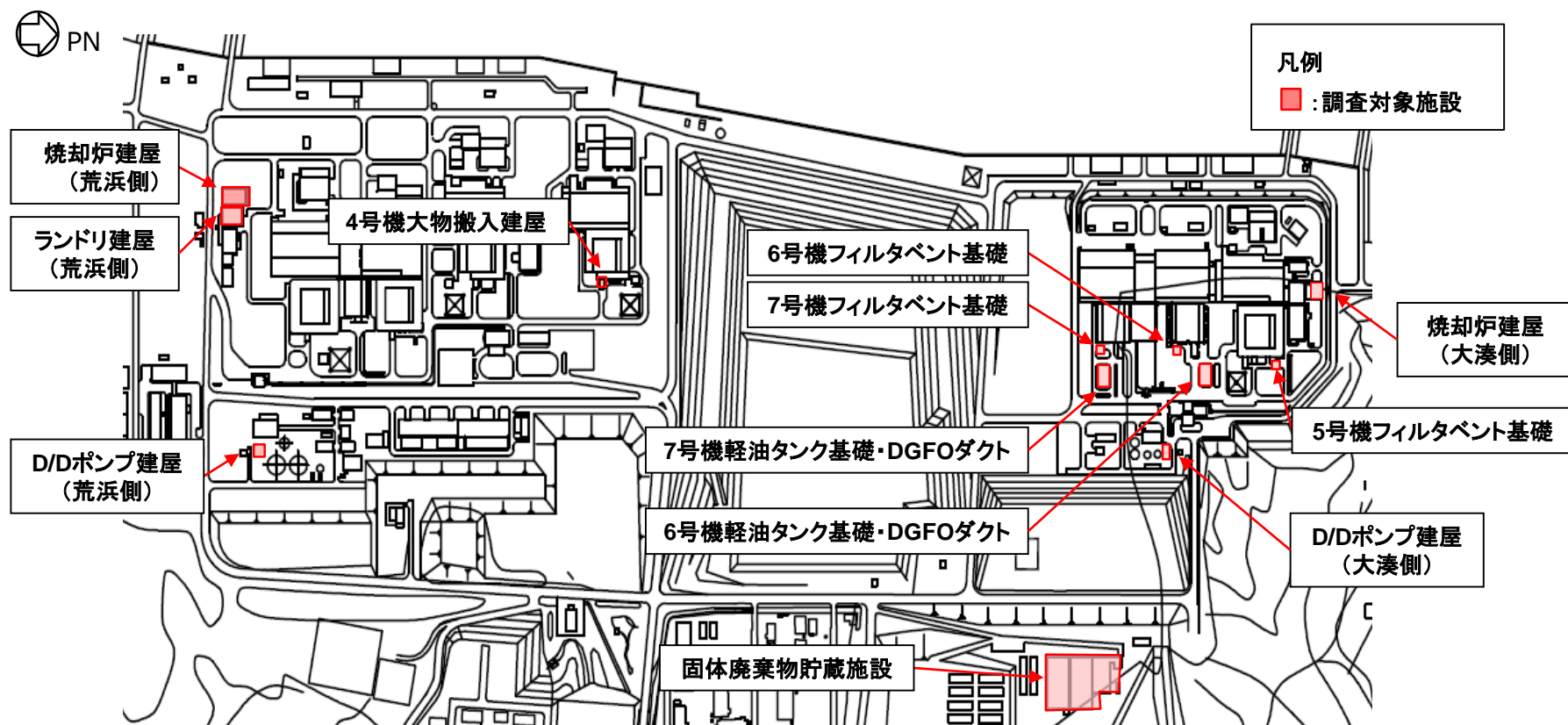
※2 燃料移送系配管ダクトについては、杭に接する地盤改良を実施

※3 7号機軽油タンク基礎は、(2)の対象

※4 (1)、(2)においては、波及的影響評価の下位クラス施設に該当

2.1.2. 調査対象施設 選定結果 (2/2)

➤ 選定した調査対象施設の配置図を、以下に示す。



調査対象施設 配置図

2.2.1. 建設残置物の追加調査 調査方法

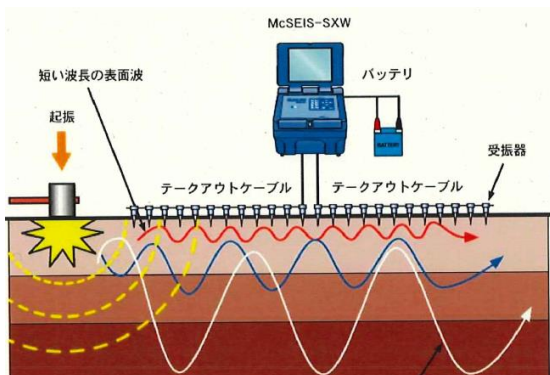
➤ 選定した調査対象施設に対し、以下フローに従い、建設残置物の調査を実施。

- A 机上調査 ①既存ボーリング調査結果に基づく建設残置物の確認
②既存試掘調査結果に基づく建設残置物の確認
③工事記録※、聞き取り調査に基づく建設残置物の確認

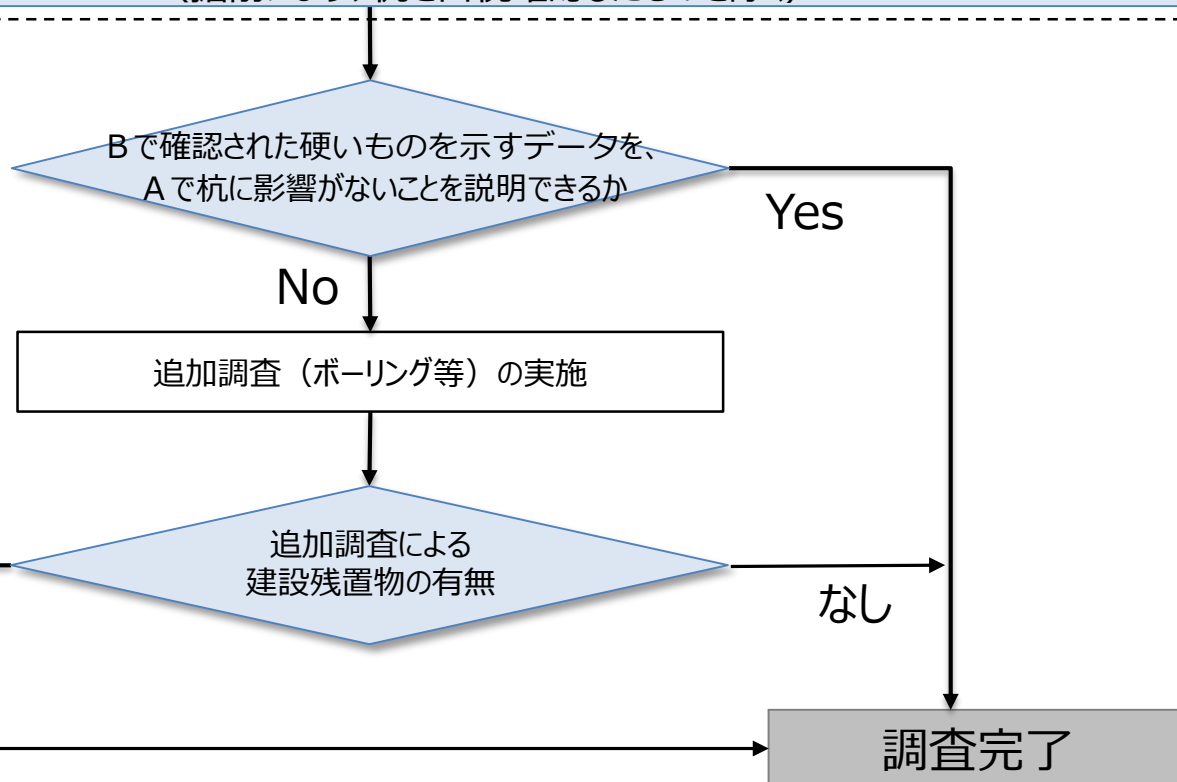
※ 工事記録とは、「杭工事、掘削工事、建設仮設計画、撤去計画、施工状況写真等」を示す。

- B 表面波探査：探査により硬いものを示すデータの有無の確認
(掘削により、杭を目視確認したものを除く)

表面波探査概念図



表面波探査の特性上、直下だけでなく近傍の影響も受けることから、地盤改良や建屋の基礎などに近い場合は硬いものを示すデータとなる場合がある



2.2.2. 建設残置物の追加調査 調査結果 (1/2)

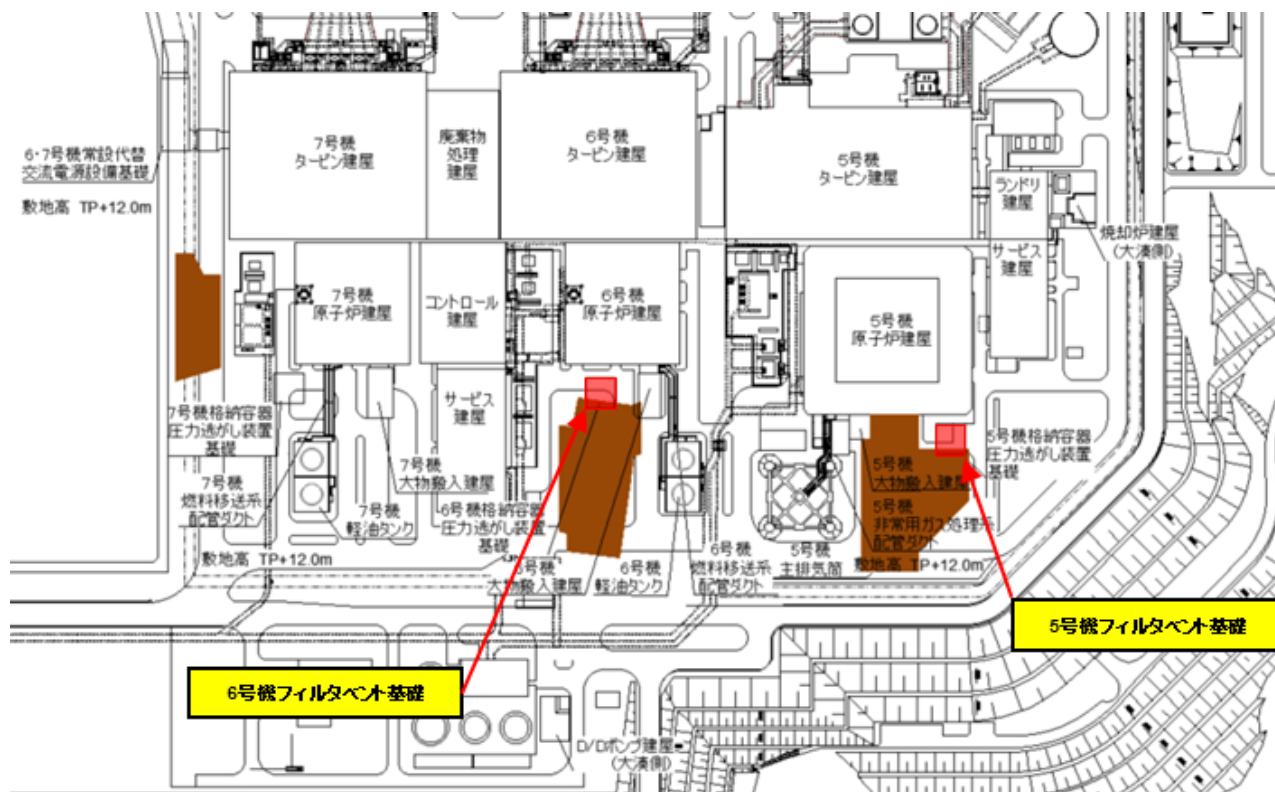
- 5号機フィルタベント基礎以外の調査は完了した。調査結果を以下に示す。
- 6号機フィルタベント基礎において、建設残置物が杭に干渉していることを確認した。なお、杭に干渉する部分の建設残置物は撤去済み。

番号※	調査対象施設	A. 机上調査による建設残置物の有無	B. 表面波探査で確認された硬いものを示すデータの有無	(Bで「あり」の場合) Aによる説明	追加調査要否	建設残置物の確認結果
18	6号機フィルタベント基礎	あり	－ (掘削により確認)	－	－	あり (撤去済)
19	7号機フィルタベント基礎	なし	あり	Bによる硬いものを示すデータが杭に影響がないことを、Aでは十分に説明できない	ボーリング調査実施済	なし
17	5号機フィルタベント基礎	あり	あり	Bによる硬いものを示すデータが杭に影響がないことを、Aでは十分に説明できない	要	調査中
1	4号機大物搬入建屋	なし	－ (掘削により確認)	－	－	なし
14	ランドリ建屋 (荒浜側)	なし	なし	－	不要	なし
16	焼却炉建屋 (荒浜側)					
20	D/Dポンプ建屋 (荒浜側)					
21	D/Dポンプ建屋 (大湊側)	なし	あり	Bによる硬いものを示すデータは、Aにより隣接する建屋であることを確認 杭への影響はないことを説明可能	不要	なし
12	固体廃棄物貯蔵施設					
15	焼却炉建屋 (大湊側)	なし	あり	Bによる硬いものを示すデータは、Aにより安全対策工事として実施した耐震補強のための地盤改良であることを確認 杭への影響はないことを説明可能	不要	なし
10	6号機軽油タンク基礎・DGFOダクト					
11	7号機軽油タンク基礎・DGFOダクト					

※「2.1.2. 調査対象施設 選定結果 (1/2)」に記載する番号と同一。

2.2.2. 建設残置物の追加調査 調査結果 (2/2)

- 調査フローに基づき調査を行った結果、主要な杭支持構造物のうち、5号機フィルタベント基礎及び6号機フィルタベント基礎において、設計で考慮していない建設残置物（セメント改良土）が杭に干渉している可能性があるものとして確認された。
- 以下に、上記2施設と建設残置物（セメント改良土）との位置関係を示す。



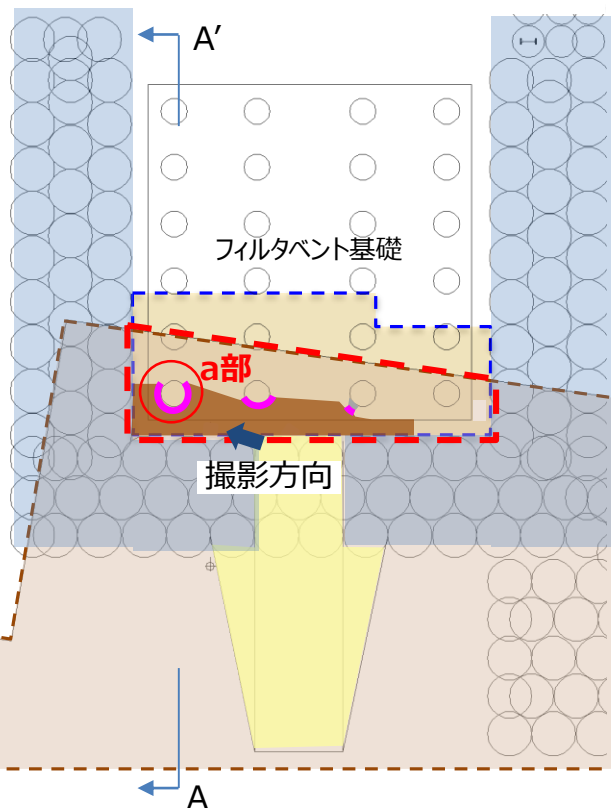
凡例 ■ : 建設残置物（セメント改良土）

2.2.3. 6号機フィルタベント基礎 調査結果

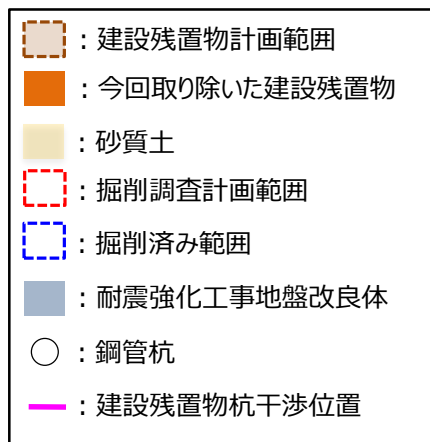
- 6号機フィルタベント基礎の杭と建設残置物が干渉する可能性のある範囲を掘削し、目視確認を実施。
- 掘削調査の結果、6号機フィルタベント基礎の手前側で確認した建設残置物が東側の3本の杭に接していることを確認。
- 確認された杭周辺の建設残置物（セメント改良土）については、既に撤去済み。



6号機フィルタベント基礎平面図



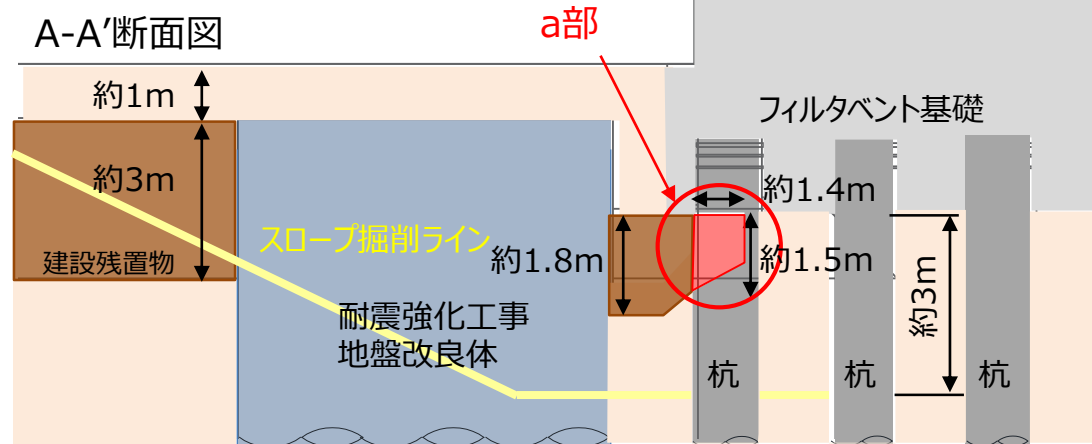
(凡例)



a部写真

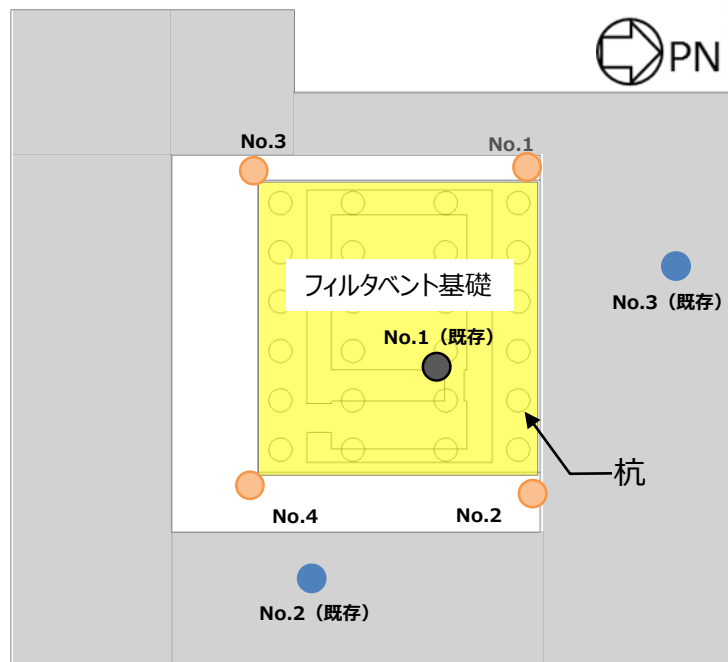


A-A'断面図



- 7号機フィルタベント基礎周辺の表面波探査を実施した結果、硬いものを示すデータを確認。
- 既存のボーリングでは説明が十分にできないため、追加ボーリングを実施。
- 追加ボーリングの結果、6号機フィルタベントで見られたような建設残置物は確認されず、表面波探査で確認されたデータは、周囲の安全対策工事で実施した地盤改良体の影響によるものと推定。

埋設物探査と追加ボーリング調査位置図



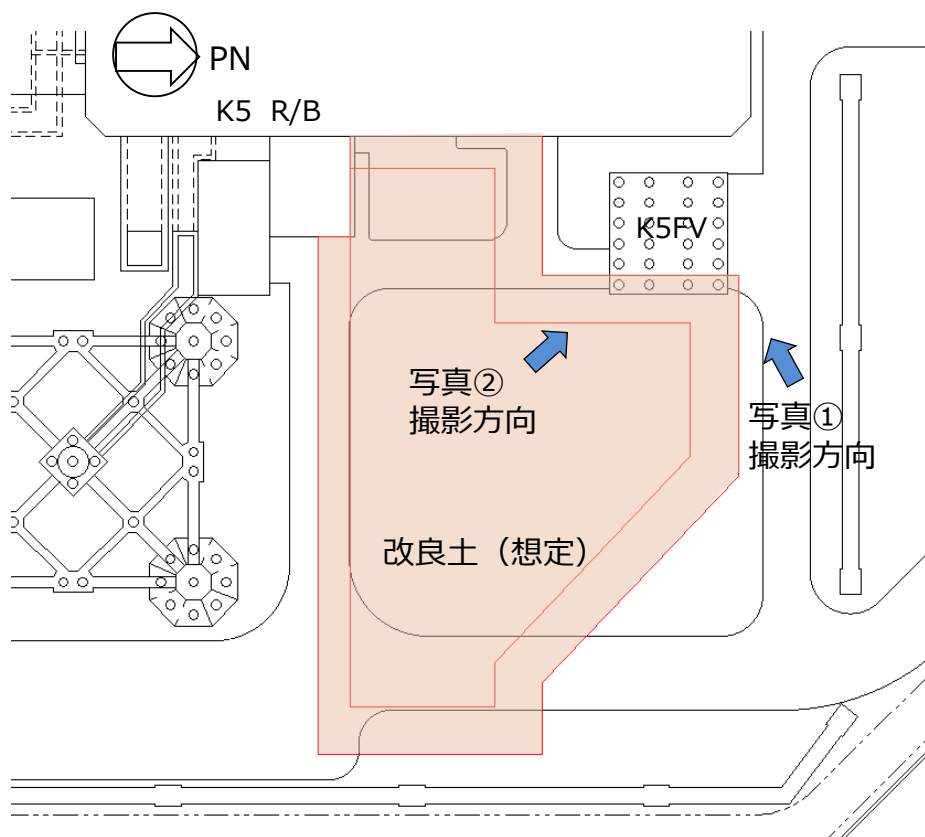
- 凡例
- : 地盤改良体
 - : 既存ボーリング位置 (2012年9月実施)
 - : 既存ボーリング位置 (2017年10月実施)
 - : 追加ボーリング位置 (2022年9月実施)

ボーリング調査による建設残置物の確認結果

ボーリング No.	追加ボーリングによる地中埋設物の有無	建設残置物の確認結果
No. 1 (既存)	なし	なし
No. 2 (既存)	なし	なし
No. 3 (既存)	なし	なし
No. 1	なし	なし
No. 2	なし	なし
No. 3	なし	なし
No. 4	なし	なし

2.2.5. 5号機フィルタベント基礎 調査状況 (1/2)

- 5号機フィルタベント基礎と建設残置物（セメント改良土）の計画範囲との位置関係を図示。
- 掘削調査を行い、セメント改良土と杭との干渉の有無を確認する。セメント改良土と杭とが干渉している場合には、干渉範囲のセメント改良土の撤去を実施予定。
- なお、現時点で重要設備は内包していない。




写真①



写真②

凡例

 : 建設残置物（セメント改良土）計画範囲

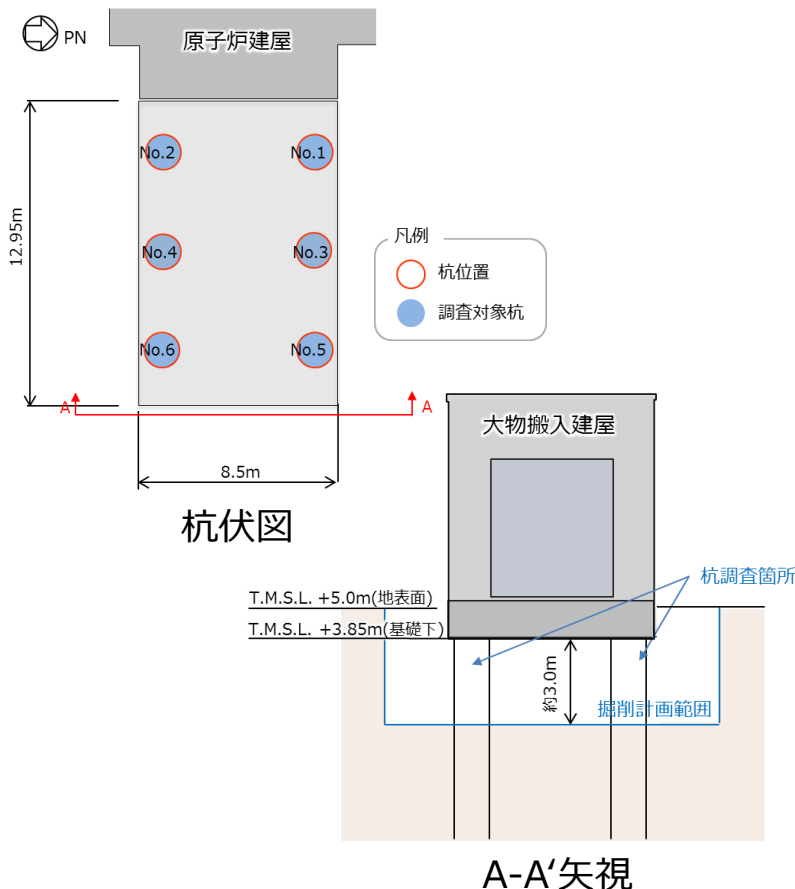
- ▶ 7号機設工認申請における5号機フィルタベント基礎の扱いを以下のとおり整理した。
 - ✓ 7号機設工認のうち、波及影響的影響評価の補足説明資料において、下位クラス施設として上位クラス施設へ波及的影響を与えないことを評価している。
 - ✓ また、可搬型電源車の横滑りを防止するための防護壁としても評価している。
 - ✓ いずれの場合においても、杭に期待した評価は行っておらず、仮に建設残置物が杭に干渉し、地震で損傷したとしても、当該評価の内容に影響するものではない。

【参考】7号機設工認補足説明資料の掲載箇所

- (1) 5号機原子炉建屋（緊急時対策所）への波及的影響評価
⇒5号機FV基礎が仮に転倒し、5号機原子炉建屋へ衝突しても問題がないことを確認
- (2) 5号機可搬電源（電源車）への波及的影響評価
⇒5号機FV基礎が仮に沈下しても転倒には至らず、電源車に衝突しないことを確認
- (3) 5号機可搬電源（電源車）の竜巻による横滑りを防止するための防護壁
⇒電源車が5号機FV遮へい壁に衝突して、横滑りしないことを確認

2.2.6. 4号機大物搬入建屋 調査結果 (1/2)

- 基礎スラブ下約3mまで掘削し、杭の外観目視によるひび割れ等の調査を実施。
- 調査の結果、6本全ての杭で、幅1mm未満のひび割れが確認されたものの、杭としての支持性能に大きな支障となる損傷はなく、耐震性能に影響がない状態であることを確認。
- なお、杭下部については非破壊試験（衝撃弾性波反射法）を実施し、健全性を確認。



杭上部調査結果一覧

調査項目 杭No	コンクリート 剥落	コンクリート 浮き	コンクリート ひび割れ本数・幅	鉄筋露出	損傷度※1
No.1	なし	なし	7本 最大0.30mm	なし	II
No.2	なし	なし	7本 最大0.55mm	なし	II
No.3	なし	なし	3本 最大0.20mm	なし	I
No.4	なし	なし	6本 最大0.25mm	なし	II
No.5	なし	表面のみ (約0.04m ²)	1本 最大0.95mm	なし	II
No.6	なし	なし	2本 最大0.40mm	なし	II

※1「建築研究資料 No.90 1997.8 建築基礎の被災度区分判定指標及び復旧技術例」の考えに沿って評価

2.2.6. 4号機大物搬入建屋 調査結果 (2/2)

- 杭上部の状況写真を以下に示す。
- 杭の耐震性に影響するような損傷がないことを確認した。



No.1杭上部の状況



No.2杭上部の状況



No.3杭上部の状況



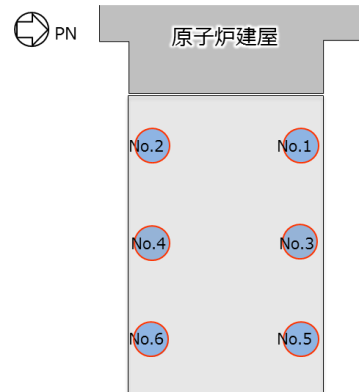
No.4杭上部の状況



No.5杭上部の状況



No.6杭上部の状況



※ひび割れ箇所の明確化のため、チョークでマーキングしている。

■ 6号機大物搬入建屋の杭損傷事象を踏まえて実施した追加調査の結果は以下のとおり

1. 建設残置物の調査

- ✓ 新潟県中越沖地震以降に建設した5/6号機フィルタバント基礎の一部で建設残置物（セメント改良土）の計画範囲が干渉していることを確認
 - ⇒6号機フィルタバント基礎は、掘削し、杭と干渉する部分を撤去済み
 - ⇒5号機フィルタバント基礎は、今後掘削調査を行い、干渉している場合は撤去予定

➤ 5号機フィルタバント基礎以外の調査は完了

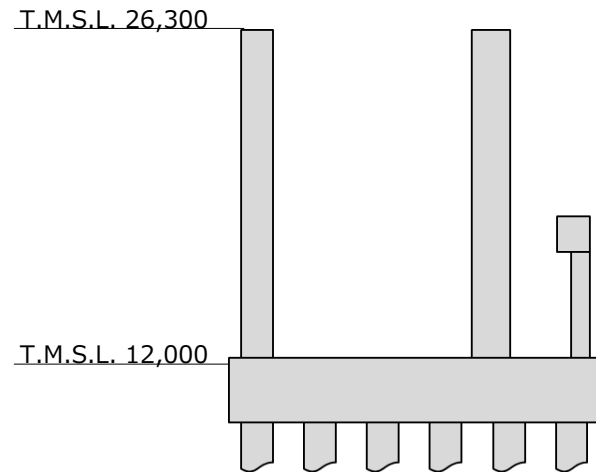
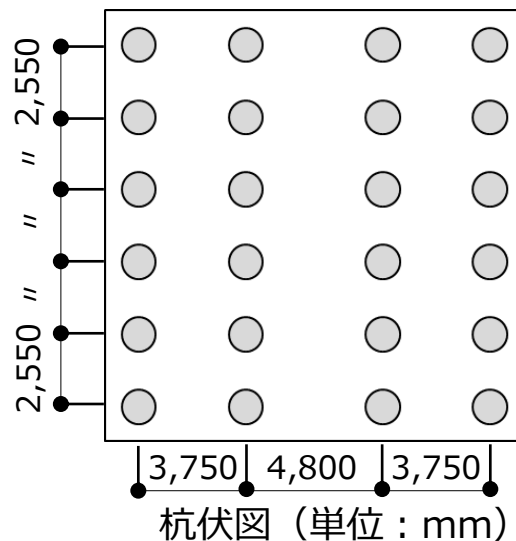
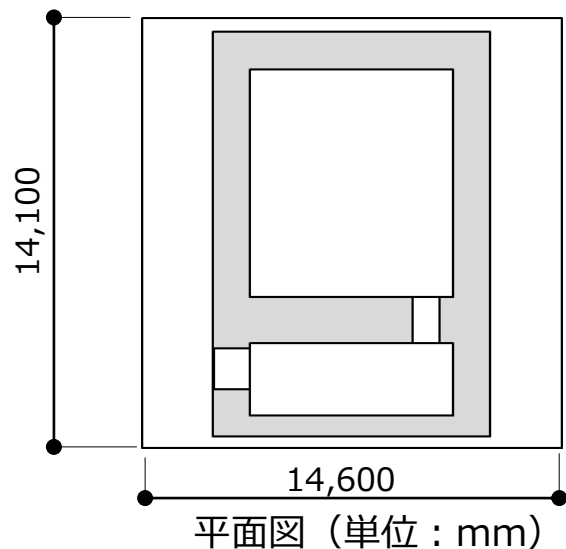
2. 4号機大物搬入建屋の調査

- ✓ 6号機大物搬入建屋と同種構造であり、新潟県中越沖地震において地震影響の大きかった荒浜側に立地している4号機大物搬入建屋の杭を対象に調査を実施した結果、耐震性能に影響ない状態であることを確認した。

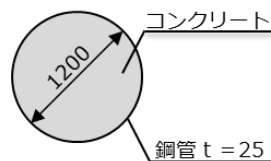
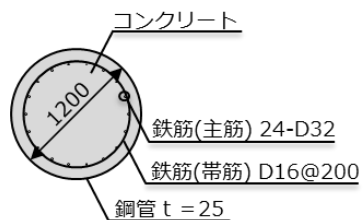
➤ 上物・基礎部に異常がなく、かつ建設残置物の影響を受けていない杭支持構造物においては耐震性能に影響のある損傷はないという考えの妥当性を確認

(参考) 6号機フィルタベント基礎 概要

- ▶ 柏崎刈羽原子力発電所6号機フィルタベント基礎は、6号機原子炉建屋の東側に位置する、基礎平面は14.6m (NS方向) ×15.1m (EW方向)、地上高さは14.3mの鉄筋コンクリート造の工作物である。
- ▶ 平面図、杭伏図、断面図及び杭配筋図を以下に示す。



東西方向 断面図



杭配筋図 (左・上杭, 右: 下杭)

杭長: 約28m

使用材料

コンクリート: $F_c = 24 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

鉄筋: 主筋 SD390

帯筋 SD345

鋼管: SKK1490

注: 以下、Plant Northを「PN」といい、東京湾平均海面を「T.M.S.L.」という。

(1) 5号機原子炉建屋（緊急時対策所）への波及的影響評価（1 / 2）

- KK7補足-024-3「下位クラス施設の波及的影響の検討について」

6. 下位クラス施設の検討結果

6.1 相対変位又は不等沈下による影響検討結果

表 6-1-3 6号機及び7号機 建屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）（2/2）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価結果	備考
・ 5号機原子炉建屋 (つづき)	5号機格納容器圧力逃がし装置基礎	5号機格納容器圧力逃がし装置基礎は5号機原子炉建屋と連続した岩盤に杭を介して支持されており、不等沈下は生じない。また、5号機格納容器圧力逃がし装置基礎の周辺地盤の液状化を想定した場合であっても、5号機格納容器圧力逃がし装置基礎は5号機原子炉建屋に対して建屋の規模が小さく軽量であることから、5号機原子炉建屋に衝突したとしても5号機原子炉建屋の耐震性を損なうことはないことを確認した。	評価結果の詳細は、本資料「添付資料5」及び「添付資料9」に示す。
	5号機主排気モニタ建屋	5号機主排気モニタ建屋は埋戻し土に支持されているため、基準地震動 S_s に対して、不等沈下による影響を受けるおそれがある。しかしながら、5号機主排気モニタ建屋は5号機原子炉建屋に対して建屋の規模が小さく軽量であることから、5号機原子炉建屋に衝突したとしても5号機原子炉建屋の耐震性を損なうことはないことを確認した。	評価結果の詳細は、本資料「添付資料5」及び「添付資料9」に示す。
	5号機大物搬入建屋	5号機大物搬入建屋は5号機原子炉建屋と連続した岩盤にマンメイドロック（MMR）を介して支持されており、不等沈下は生じない。	評価結果の詳細は、本資料「添付資料5」に示す。
・ 5号機原子炉建屋 ・ 5号機原子炉建屋内緊急時対策用無線連絡設備 ・ 5号機原子炉建屋内緊急時対策用衛星電話設備 ・ 無線通信装置（5号機設置） ・ 6号機非常用ディーゼル発電設備 軽油タンク ・ 6号機軽油タンク基礎	5号機主排気筒	5号機主排気筒は5号機原子炉建屋と連続した岩盤に杭を介して支持されており、不等沈下は生じない。また、5号機主排気筒近傍地盤の液状化による沈下を想定した場合であっても、倒壊に至ることはないことを確認した。	評価結果の詳細は、本資料「添付資料5」及び「添付資料7」に示す。

(1) 5号機原子炉建屋（緊急時対策所）への波及的影響評価（2 / 2）

添付資料9 緊急時対策所に対する周辺建屋の波及的影響について

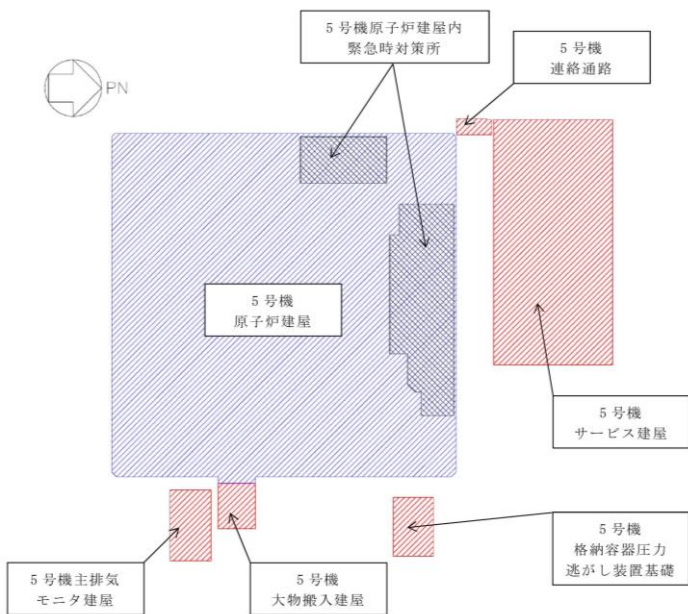


図1-1 全体の配置図

2. 5号機原子炉建屋に対する波及的影響の代表評価建屋の抽出と波及的影響評価結果

2.1 代表評価建屋の抽出

5号機原子炉建屋及び下位クラス施設の施設規模並びに5号機原子炉建屋への作用荷重（作用荷重[F]=衝突を考慮した重量[m]×重力加速度[g]）を表2-1に、5号機原子炉建屋の外壁仕様を表2-2に、下位クラス施設の5号機原子炉建屋への衝突階を表2-3に示す。表2-1より5号機サービス建屋が最も作用荷重が大きいこと、表2-2より上層ほど外壁耐力が小さいこと及び表2-3より壁耐力の小さい2階に衝突する可能性のある下位クラス施設は、5号機サービス建屋、5号機連絡通路及び5号機格納容器圧力逃がし装置基礎であること、の3点から、5号機サービス建屋を代表評価建屋として選定する。なお、5号機大物搬入建屋は、支持地盤条件が良いことから5号機原子炉建屋には不等沈下による慣性力による衝突ではなく、地震応答による衝突が考えられる。しかしながら、5号機サービス建屋の作用荷重は、5号機大物搬入建屋の4.29倍（=13420kN/3130kN）であり、4.29Gの応答加速度が生じることは考え難いため、5号機大物搬入建屋の作用荷重は、5号機サービス建屋の作用荷重に包絡される。

(中略)

3. まとめ

5号機サービス建屋を代表評価建屋として評価した結果、5号機サービス建屋が5号機原子炉建屋に衝突した場合を想定しても、5号機原子炉建屋の構造安全性に影響はなく、5号機サービス建屋が波及的影響を及ぼさないことを確認した。

以上より、5号機原子炉建屋に対して、周辺建屋（下位クラス施設）が波及的影響を及ぼすことがないことを確認した。

5号機原子炉建屋（緊急時対策所）への波及的影響は5号機サービス建屋を代表建屋として影響評価。当該評価結果より、周辺建屋が5号機原子炉建屋に衝突した場合を想定しても、波及的影響を及ぼすことがないことを確認している。

(2) 5号機可搬電源（電源車）への波及的影響評価（1 / 2）

- KK7補足-021-2「工事計画に係る補足説明資料（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）」

8. 保管場所及び屋外アクセスルート周辺構造物の耐震性評価について

(13) 5号機格納容器圧力逃がし装置基礎の東側保管場所への影響評価について

(以下、抜粋)

(c) 評価方針

装置基礎の影響評価は、V-1-1-7-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」に基づき、隣接する東側保管場所に保管される5号機可搬電源への影響評価として行う。

装置基礎においては液状化対策を実施していないため、基準地震動 S_s により装置基礎直下に存在する埋戻土層及び古安田層が液状化するおそれがある。埋戻土層及び古安田層が液状化した場合、地盤の水平変位の増大に伴い基礎スラブを支持する杭が損傷し、鉛直支持能力が低下する可能性がある。

よって、基準地震動 S_s に対して、液状化のおそれが否定できない埋戻土層及び古安田層に着目し、その液状化による沈下量を用いて求められる装置基礎の傾斜角が、装置基礎の転倒に至る傾斜角に達しないことを確認することで、5号機可搬電源を損壊させないことを評価する。

この装置基礎の傾斜角は、保守的な条件として、杭を無視し、かつ、埋戻土層及び古安田層の全層が液状化した状態の最大限の沈下量が、装置基礎の一端にのみ生じたと仮定して評価する。

装置基礎の影響評価フローを図8-4に示す。

(c) 許容限界

装置基礎の傾斜角の許容限界は、装置基礎の転倒限界角 θ_L とする。なお、転倒限界角 θ_L は、装置基礎の転倒により5号機可搬電源に影響を及ぼさない最大傾斜角とし、5号機可搬電源が装置基礎端部にある場合を仮定して、装置基礎の遮蔽壁が5号機可搬電源に接する沈下量より設定する。

影響評価における許容限界を表8-2に示す。

表8-2 影響評価における許容限界

機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (転倒限界角 θ_L)
5号機可搬電源に影響を及ぼさない	基準地震動 S_s	装置基礎全体	最大傾斜角が5号機可搬電源に影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	1/3.3

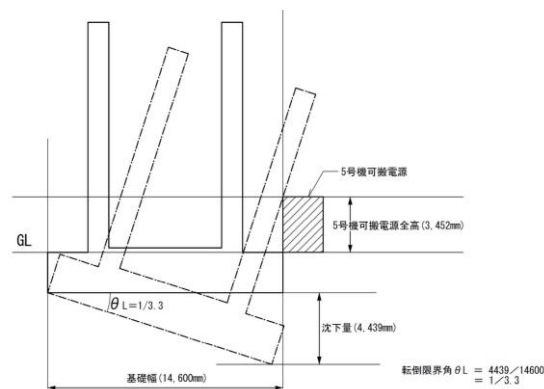


図8-5 装置基礎の転倒限界角

(2) 5号機可搬電源（電源車）への波及的影響評価（2 / 2）

(d) 評価方法

装置基礎の影響評価は、支持層である西山層との間に存在する埋戻土層及び古安田層の液状化による影響が否定できないことから、埋戻土層及び古安田層の全層が液状化した状態の最大限の沈下量が、装置基礎の一端にのみ生じたと仮定した場合の装置基礎の傾斜角を用いて、装置基礎全体が転倒に至らないことを確認することで行う。

最大沈下量については、V-1-1-7-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」に基づき、埋戻土層及び古安田層の層厚の2.0%とする。

以上より、最大沈下量 U_z 及び最大限の沈下量 U_z に基づく装置基礎の傾斜角 θ_z は、図8-6に示すとおり装置基礎の短辺方向長さをLとすれば、下式で算定できる。

$$U_z = h_o \cdot S$$

$$\theta_z = U_z / L$$

ここで、

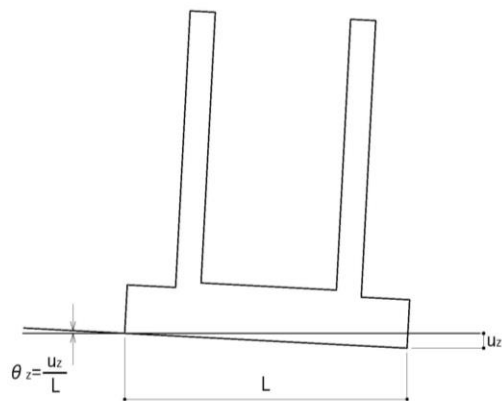
U_z : 沈下量 (mm)

h_o : 埋戻土層及び古安田層の全層厚 (=18.5m)

S : 液状化に伴う沈下率 (=2.0%)

θ_z : 装置基礎の傾斜角

L : 装置基礎の短辺方向長さ (=14.6m)



〔 液状化層(埋戻土層及び古安田層)の最大沈下量が、装置基礎の一端にのみ生じたと仮定した場合の装置基礎の傾斜角 θ_z を評価する。 〕

図8-6 装置基礎の傾斜角の考え方

d. 評価結果

支持層である西山層との間に存在する埋戻土層及び古安田層が液状化した状態における最大沈下量及びその沈下量から求めた最大傾斜角を表8-3に示す。

表8-3 埋戻土層及び古安田層の液状化を考慮した沈下量及び最大傾斜角

	沈下量 (mm)	最大傾斜角	許容限界
最大値	370	1/39	1/3.3

e. まとめ

以上より、液状化により埋戻土層及び古安田層が最大限に沈下したと仮定しても、装置基礎は、転倒に至ることはなく、5号機可搬電源は損壊しない。

地盤の液状化を考慮した沈下量及び最大傾斜角の評価において、保守的に杭を無視した評価を行い、5号機FV基礎が仮に沈下しても転倒には至らず、5号機可搬電源（電源車）に衝突しないことを確認している

(3) 5号機可搬電源（電源車）の竜巻による横滑りを防止するための防護壁

- KK7補足-019 「工事計画に係る補足説明資料（発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書）」

7. 屋外の重大事故等対処設備の竜巻防護設計について

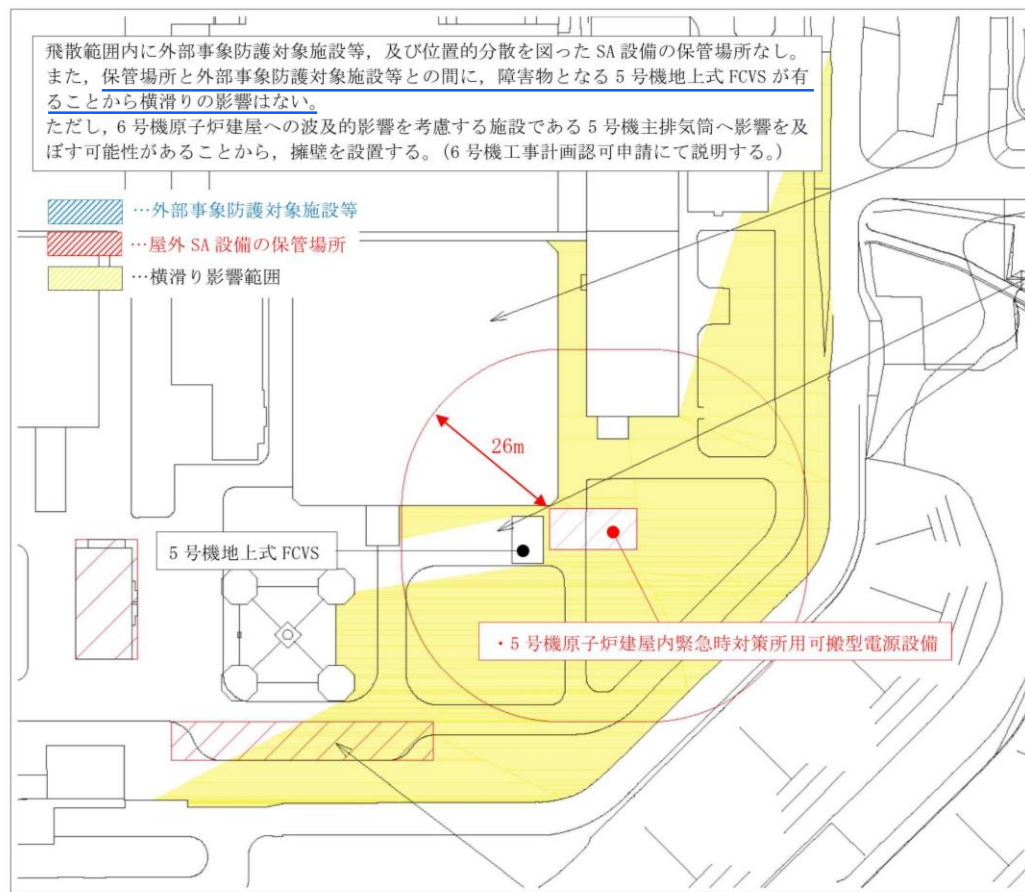
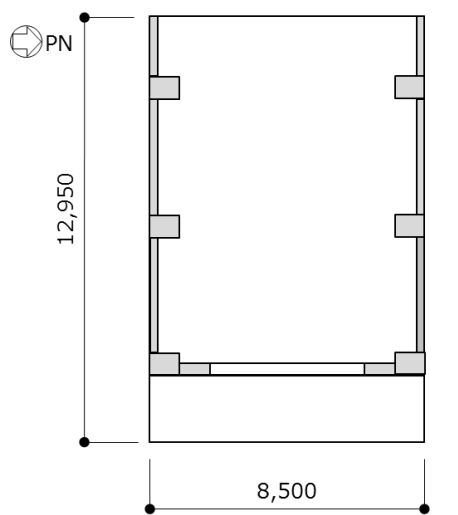


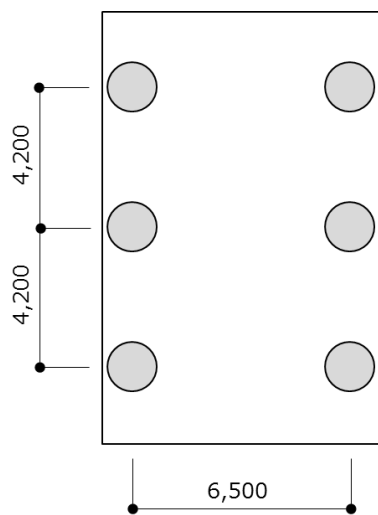
図7-9 屋外SA設備の保管場所及び飛散距離 (③5号機東側保管場所)

5号機可搬型電源（電源車）は5号機FV遮へい壁が障害となるため、竜巻により横滑りしないことを確認している

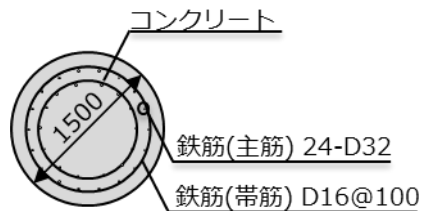
- ▶ 柏崎刈羽原子力発電所4号機大物搬入建屋は、4号機原子炉建屋の東側に隣接する、基礎平面は12.95m（NS方向）×8.5m（EW方向）、地上高さは7.65mの鉄筋コンクリート造1階建ての建物である。
- ▶ 平面図、杭伏図、断面図及び杭配筋図を以下に示す。



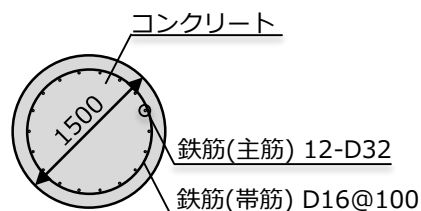
平面図（単位：mm）



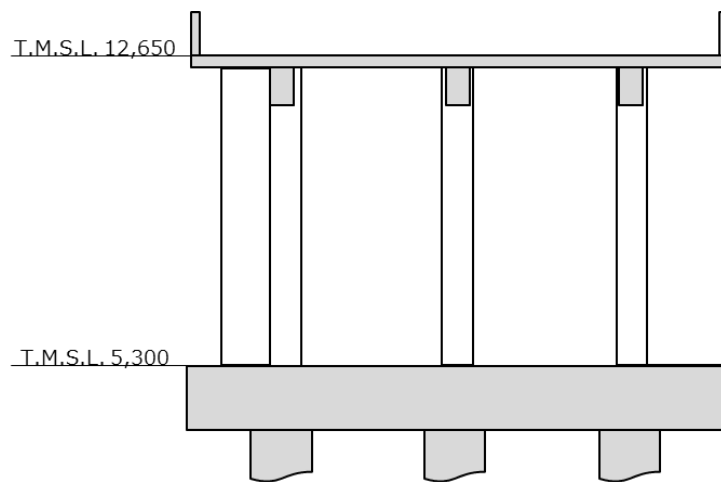
杭伏図（単位：mm）



杭配筋図（左：上杭、右：下杭）



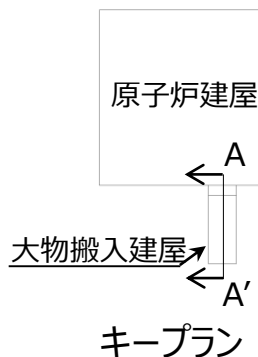
杭長：約45m



A-A'断面図（単位：mm）

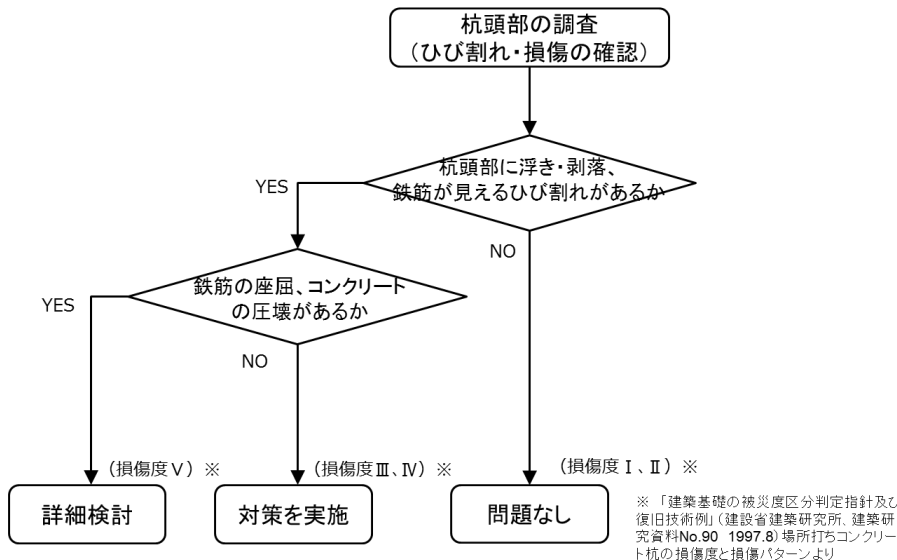
使用材料
 コンクリート： $F_c = 23.5(N/mm^2)$
 鉄筋：SD345

注：以下、Plant Northを「PN」といい、東京湾平均海面を「T.M.S.L.」という。



(参考) 4号機大物搬入建屋 杭の調査・評価について

- 4号機大物搬入建屋の調査・評価については「柏崎刈羽原子力発電所4号機 新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価計画書（建物・構築物編）」に準拠し、以下のフローにて調査・評価を実施。
- なお、目視調査においては、「建築基礎の被災度区分判定指針及び復旧技術例（建設省建築研究所，建築研究資料）」を参考とした。



損傷度	I	II	III	IV	V
軸力曲げによる被害	基礎スラブ 1.5D以内に1~3本 0.2mm以下 D	基礎スラブ 1.5D以内に1~3本 1mm程度 表面剥離 鉄筋が見えない D	基礎スラブ 1.5D以内に3本程度 約10cm 局所的な剥落、鉄筋が少し見えてもよい 1~2mm程度 D	基礎スラブ 表面コンクリートの剥落、縦ひび割れ 鉄筋が局部的に座屈 D	基礎スラブ 鉄筋がすべて座屈、鉄筋の破断 軸方向に彎んでいる D
杭	基礎スラブ 1~3D 0.2mm以下 D	基礎スラブ 1~3D 1mm程度 D	基礎スラブ 1~3D コンクリートの剥落、鉄筋が見えない 1~2mm程度 D	基礎スラブ 1~3D コンクリートの剥落、2mm以上 鉄筋が見える、鉄筋は座屈していない 軸方向に彎んでいる 鉄筋が座屈、鉄筋の破断 D	基礎スラブ 鉄筋が座屈、鉄筋の破断 軸方向に彎んでいる D
基礎	基礎スラブ 1D程度以上 0.2mm以下 D	基礎スラブ 0.5~1D以下 1mm以下 D	基礎スラブ 0.5~1D以下 コンクリートの剥落、10cm程度、鉄筋(わすか)の露出、2mm程度 D	基礎スラブ フーチングと離れる 一定量鉄筋が見える コンクリートの剥落、鉄筋の露出 軸方向に彎んでいる 鉄筋が座屈、鉄筋が破断 杭の折れ、曲がり D	基礎スラブ 鉄筋が座屈、鉄筋が破断 軸方向に彎んでいる D

※建築基礎の被災度区分判定指針及び復旧技術例（建設省建築研究所，建築研究資料）

4号機大物搬入建屋 杭の調査・評価フロー

杭の損傷度分類例