

柏崎刈羽原子力発電所 6 号機大物搬入建屋の杭の損傷について

2021年12月23日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 事象概要

■ 概要

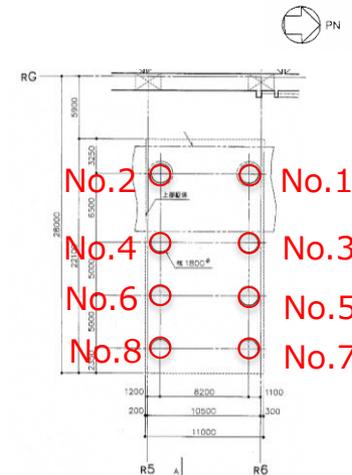
- 確認日 : 2021年7月9日 (金)
- 場所 : 6号機原子炉建屋東側ヤード
- 状況 : 新規制基準では大物搬入建屋を原子炉建屋の一部として扱うこととなり、原子炉建屋同等の耐震性が必要となったことから、耐震強化工事を実施。建屋下の掘削作業において大物搬入建屋南東側の既存鉄筋コンクリート杭(以下、杭) No.8で損傷(ひび割れ、剥落、浮き)を確認した。



配置図

■ 時系列

- 2021年 3月10日 建屋下掘削作業開始
- 2021年 7月 9日 No.8 杭の一部の損傷を確認
建屋下掘削作業中断
- 2021年 7月27日 作業の安全性を確認し、No.8の杭の調査を再開
- 2021年 8月 5日 No.8 杭の鉄筋の変形・破断を確認
以降、すべての杭の調査を開始
- 2021年11月 4日 杭の損傷状況を公表(定例所長会見)
- 2021年11月10日 原子力規制委員会
現在も調査継続中



杭伏図



No.8杭 調査前



No.8杭 コンクリートはつり取り後

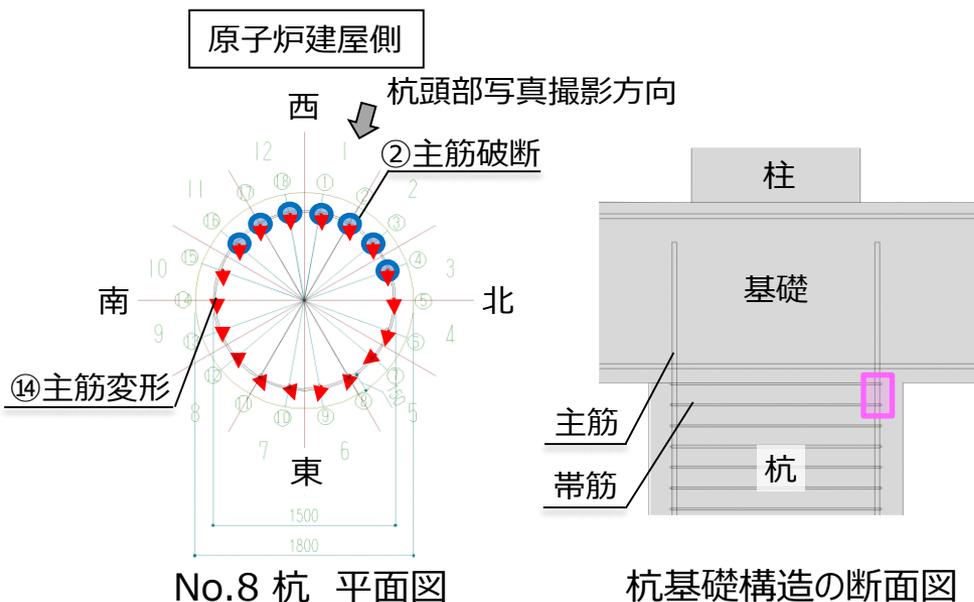
TEPCO

2. No.8杭の調査結果

◆ No.8杭は、杭頭部にコンクリートのひび割れ、ハンマリングによる異音（浮き）が確認されたため、当該部分のコンクリートのはつり取り作業を実施した。

確認された事象は以下の通り。

- ・ コンクリートの浮きが主筋の内側に到達
- ・ 主筋18本中 7本破断、11本変形

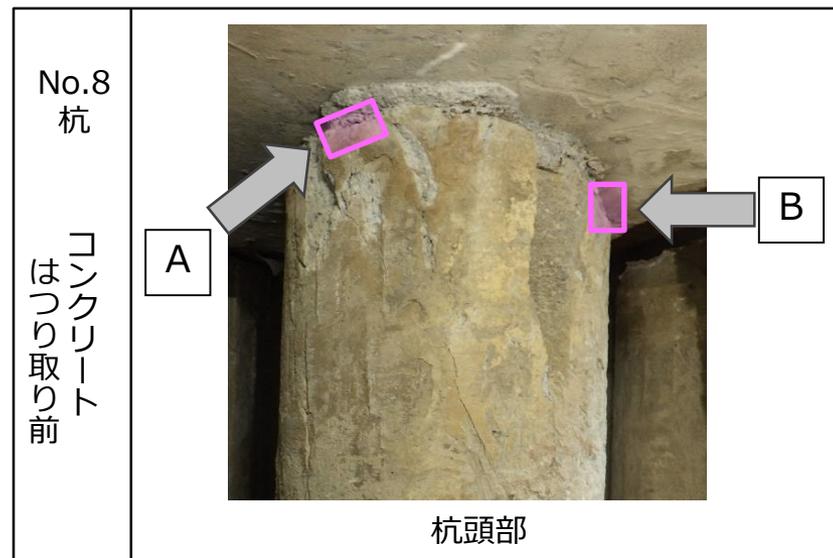


凡例

● : 主筋の破断箇所

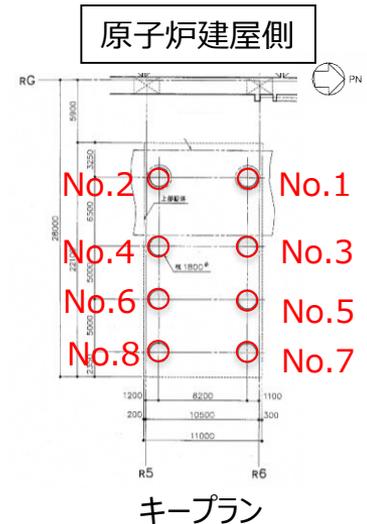
↓ : 主筋の変形方向

丸数字 : 主筋番号



3. No.1～8杭の調査結果一覧

- ◆ No.8杭の損傷を受け、全杭のひび割れ、剥落、ハンマリングによる異音（浮き）の有無を調査し健全性を確認した。
- No.1～7杭頭の一部に異音を確認。No.1～5,7杭の浮きは、かぶり部（主筋より外側）の範囲で、それ以深に異音は確認されていない。
- No.6杭は、杭頭部の異音箇所が一部主筋内側に及ぶことから、その部位の鉄筋をはつり出し、鉄筋の変形や破断の有無を確認したが、損傷は見られなかった。
- 杭頭部以外の非破壊試験の結果、全杭において「健全性が高い」との判定を確認した。

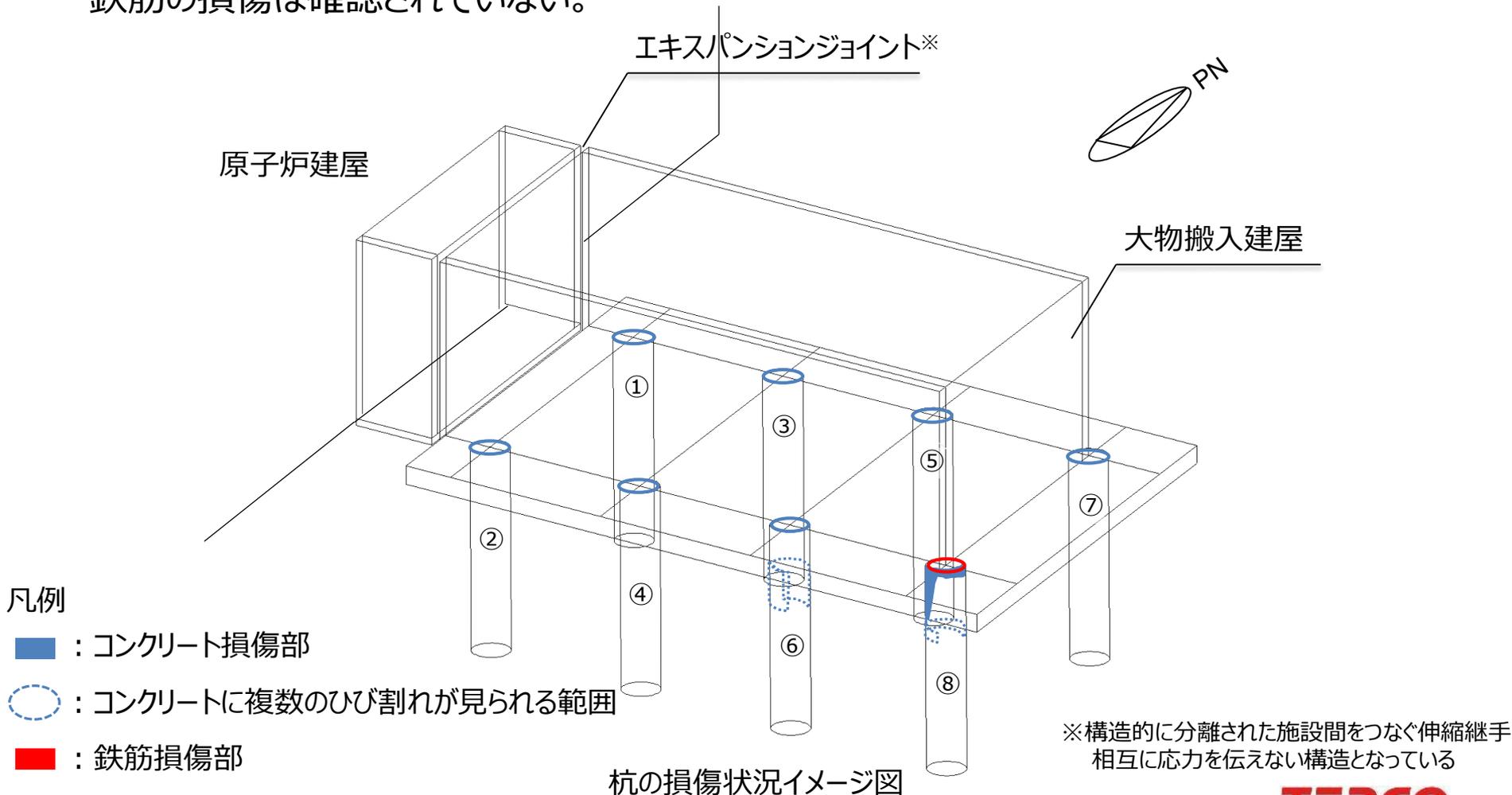


表：杭の健全性調査結果

杭No	調査項目	コンクリート 浮き・剥落	コンクリート ひび割れ	鉄筋状態
No.1		表面浮きあり（かぶり内）	なし	損傷なし
No.2		表面浮きあり（かぶり内）	最大1.8mm 計1本	損傷なし
No.3		表面浮きあり（かぶり内）	最大0.7mm 計1本	損傷なし
No.4		表面浮きあり（かぶり内）	なし	損傷なし
No.5		表面浮きあり（かぶり内）	最大1.1mm 計1本	損傷なし
No.6		主筋内側まで浮きあり	最大4.0mm 計5本	損傷なし
No.7		表面浮きあり（かぶり内）	なし	損傷なし
No.8		剥落、主筋内側まで浮きあり	鉄筋が見えるひび割れ	変形11本、破断7本

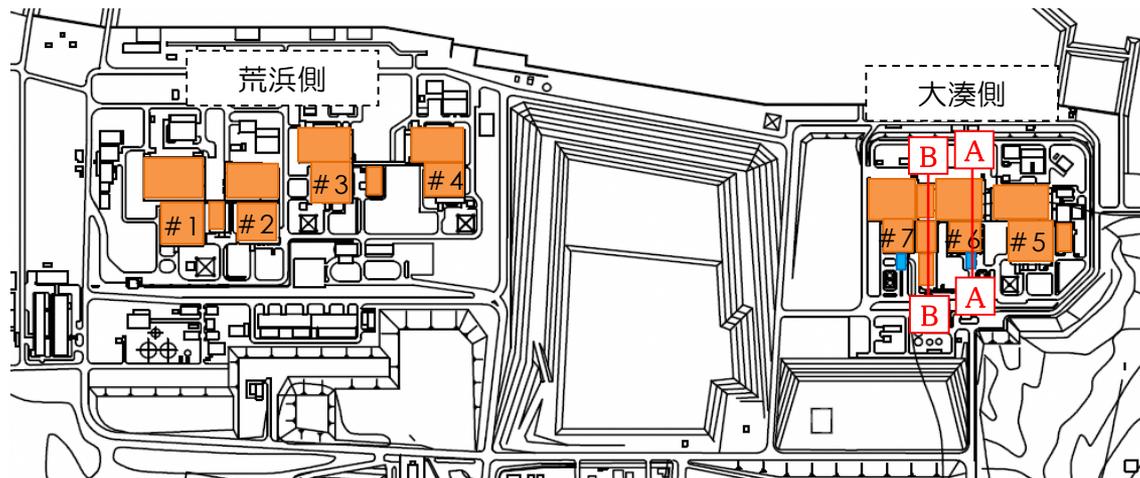
4. 杭の損傷状況まとめ

- ◆ No.8杭は、杭頭部の表面のコンクリートが剥落し、鉄筋の変形や破断が確認されている。
- ◆ No.6杭は、杭頭部の表面のコンクリートで、浮きの箇所が一部主筋内側に及んでいるが、鉄筋の損傷は確認されていない。



5. 岩盤に直接支持されている主要建物

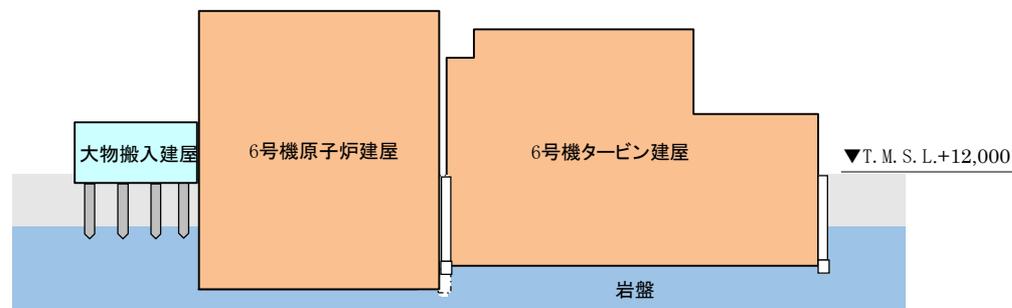
建屋名称	号機
原子炉建屋	1,2,3,4,5,6,7
タービン建屋	1,2,3,4,5,6,7
コントロール建屋	6/7 ※
廃棄物処理建屋	6/7 ※
サービス建屋	1/2,3/4,5,6/7



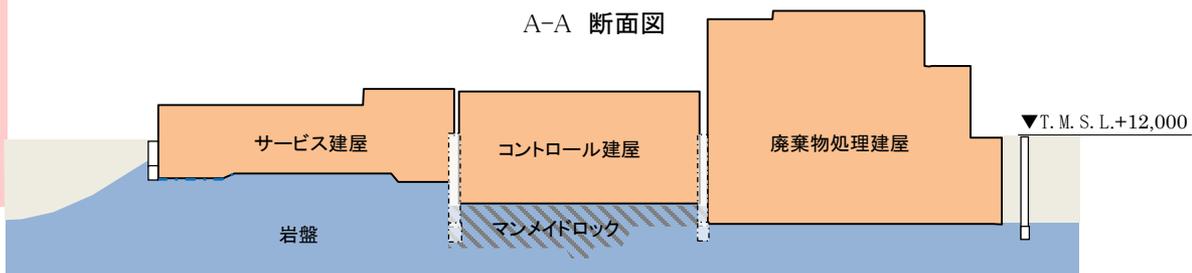
原子力発電所の主要な建物は、岩盤に直接支持されている。

これら主要な建物は、2年に1回の頻度でコンクリートひび割れ、浮き・剥離等の点検を、半年に1回の頻度で沈下測定を実施して設備の健全性を確認している。

※1～5号機のコントロール建屋および廃棄物処理建屋の機能については、原子炉建屋内に配置されている



A-A 断面図



B-B 断面図

6. 主要な杭基礎形式の設備 ※1

番号	設備名称	号機	新規制基準における耐震クラス	杭基礎形式（中越沖地震時）
①	大物搬入建屋 ※2	4,6,7 ※3	S	場所打ちコンクリート杭
②	主排気筒	1/2,3,4,5 ※4	C(Ss)	場所打ちコンクリート杭
③	非常用ガス処理系配管ダクト	4,5 ※5	C(Ss)	鋼管杭
④	軽油タンク基礎 燃料移送系配管ダクト	6,7 ※6	C(Ss)	鋼管杭
⑤	固体廃棄物貯蔵施設（既設） "（増設）	共用	B C	工場製コンクリート杭
⑥	使用済燃料輸送容器保管建屋	共用	C	場所打ちコンクリート杭
⑦	焼却炉建屋	共用	B	工場製コンクリート杭
⑧	ランドリ建屋	共用	C	工場製コンクリート杭

杭基礎形式は一部の設備に限られる。これら杭基礎構造物についても、主要な建物と同様に、定期的な点検・測量を行って健全性を確認している。

※1 7号機設工認「V-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」記載設備のうち、中越沖地震以前に設置していた杭基礎構造物
新規制基準後の補正申請前の号機は、申請時の耐震重要度分類を想定して記載

※2 原子炉建屋原子炉区域に含む

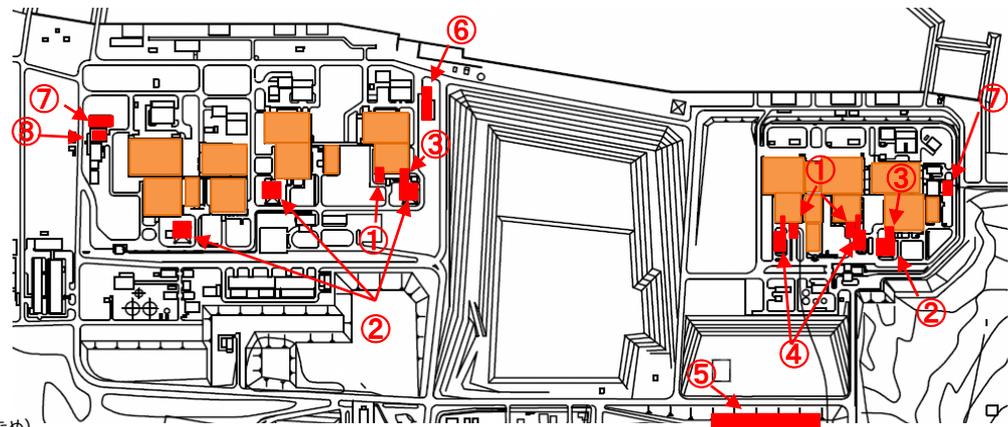
※3 1,2,3,5号機大物搬入建屋は、杭基礎ではなく直接基礎形式

※4 6,7号機排気筒は、原子炉建屋（直接基礎）屋上に設置されている

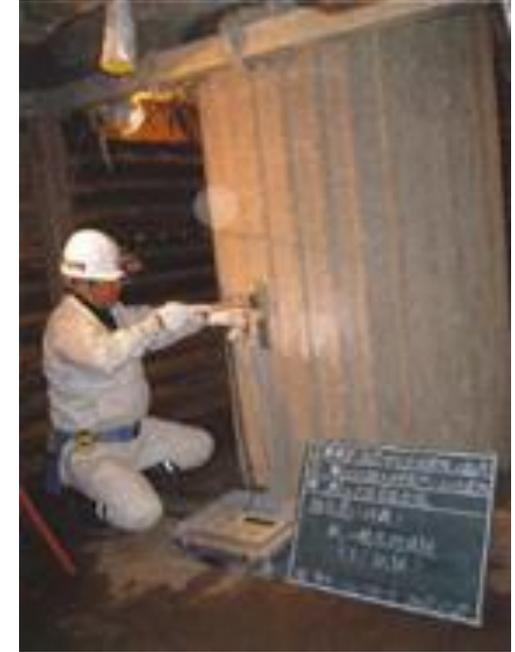
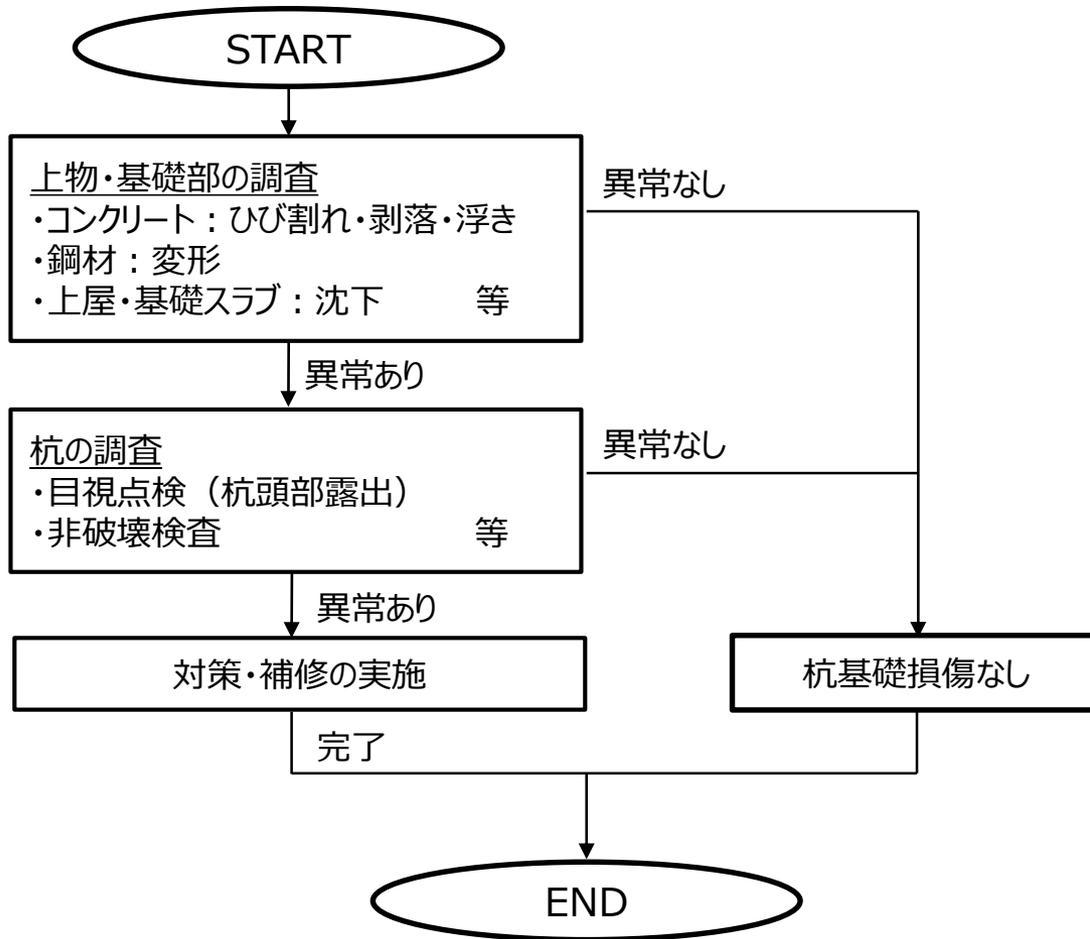
※5 1～3号機非常用ガス処理系配管ダクトは、杭基礎ではなく直接基礎形式

また、6,7号機非常用ガス処理系配管ダクトは存在しない（排気筒が原子炉建屋屋上に設置されているため）

※6 1～5号機の軽油タンクは、熱交換器建屋（直接基礎）屋上に設置されている



7. 杭基礎形式の構造物の地震後点検の考え方



杭調査例

杭基礎形式の構造物の点検にあたっては、学協会基準※の考え方に沿って、上物・基礎部に異常が認められた場合に、杭を対象とした詳細調査（杭頭部を露出させての目視確認等）を実施することとしている。

＜参考＞杭基礎形式の構造物の中越沖地震以降の点検状況

構造物名称	上物・基礎部の調査結果	杭の調査		対策
		調査状況	調査結果	
大物搬入建屋	異常なし	・杭頭部目視点検（6号機） （安全対策工事に伴い実施）	損傷あり	検討中
主排気筒	5号機：上部鋼構造にボルトの緩み等	・杭頭部目視点検 ・非破壊検査	異常なし	—
	1/2、3、4号機：異常なし	同上（念のため実施）	異常なし	—
非常用ガス処理系配管ダクト	4号機：ダクト底版に変位・ひび割れ等	・杭頭部目視点検	残留変位あり（傾斜）	補強（増杭）
	5号機：異常なし	同上（念のため実施）	異常なし	—
軽油タンク基礎・燃料移送系配管ダクト	異常なし	・杭頭部目視点検（6号機） （安全対策工事に伴い実施）	異常なし	—
固体廃棄物貯蔵施設	異常なし	・杭頭部目視点検 ・非破壊検査（念のため実施）	異常なし	—
使用済燃料輸送容器保管建屋	異常なし	・杭頭部目視点検（念のため実施）	異常なし	—
焼却炉建屋	異常なし	—	—	—
ランドリ建屋	異常なし	—	—	—

地震後点検フローに従い、上物・基礎部に異常が認められた設備については杭周辺を掘削し、杭頭部を目視で確認するなどの調査を行った。(表中赤) 異常が認められなかった設備についても、類似設備の変状を考慮する等して、念のために杭を対象とした調査を実施したものもある。(表中青)

＜参考＞ 主要な杭基礎形式の設備の点検項目と点検頻度

番号	設備名称	号機	杭本数	定期点検			中越沖地震後の点検							
				上物・基礎部			上物・基礎部				杭の調査			対策
				ひび割れ	浮き・剥落等	沈下傾斜等	ひび割れ	浮き・剥落等	沈下傾斜等	調査結果	目視点検非破壊検査等	調査本数	調査結果	
①	大物搬入建屋	4	6	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○	○	○	異常なし	-	-	-	-
		6	8	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○	○	○	異常なし	○ (安全対策工事に伴い実施)	8	損傷あり	検討中
		7	8 (建替後16)	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○	○	○	異常なし	-	-	-	-
②	主排気筒	1/2	53	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	異常なし	○ (念のため)	4	異常なし	-
		3	52	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	異常なし	○ (念のため)	4	異常なし	-
		4	52	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	異常なし	○ (念のため)	4	異常なし	-
		5	53	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	ボルト緩み	○	3	異常なし	-
③	非常用ガス処理系配管ダクト	4	18	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (1回/5年)	○	○	○	残留変位 ひび割れ	○	2	残留変位	補強 (増杭)
		5	10	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (1回/5年)	○	○	○	異常なし	○ (念のため)	1	異常なし	-
④	軽油タンク基礎 燃料移送系配管ダクト	6	120 16	○ (1回/年)	○ (1回/年)	○ (1回/3年) (1回/5年)	○	○	○	異常なし	○ (安全対策工事に伴い実施)	64	異常なし	-
		7	112 16	○ (1回/年)	○ (1回/年)	○ (1回/3年) (1回/5年)	○	○	○	異常なし	-	-	-	-
⑤	固体廃棄物貯蔵施設 (既設・増設)	共用	876	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	異常なし	○ (念のため)	4	異常なし	-
⑥	使用済燃料輸送容器 保管建屋	共用	68	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	異常なし	○ (念のため)	2	異常なし	-
⑦	焼却炉建屋	共用	360	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	異常なし	-	-	-	-
⑧	ランドリ建屋	共用	134	○ (1回/2年)	○ (1回/2年)	○ (2回/年)	○	○	○	異常なし	-	-	-	-

合計 1962

合計 96

■ : 耐震クラスがSのもの、または基準地震動S_sによる耐震評価の対象のもの

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

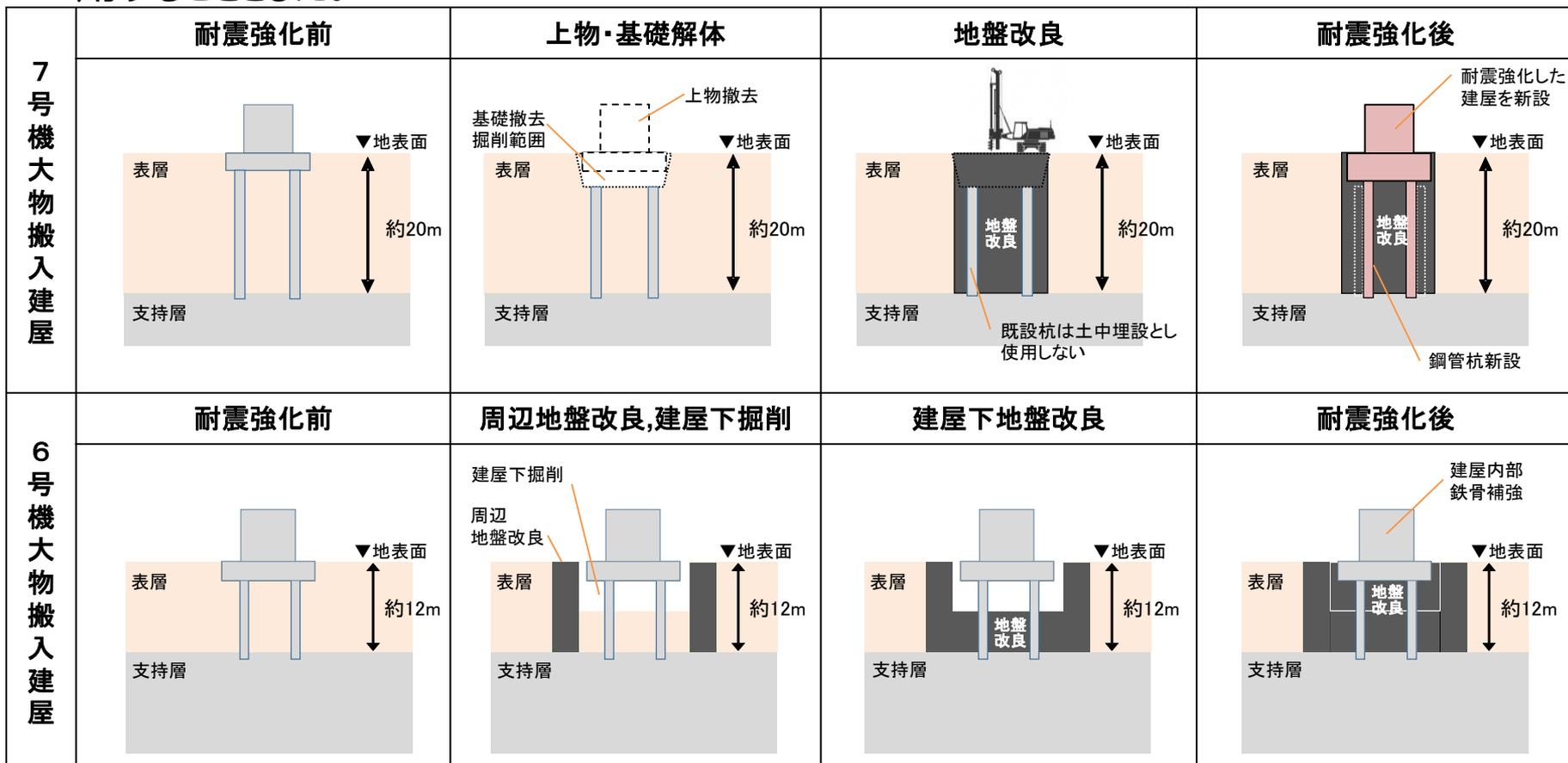
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

8. まとめ

- 6号機大物搬入建屋については、現在、新規制基準に適合させるための耐震強化工事を実施中。その工事を進める中、基礎の杭頭部の一部にコンクリートの浮き・剥離が確認されたことから、不適合情報として、2021年7月15日にホームページにて公表し、その後調査。
- 調査を進める中、8月の時点で、杭の鉄筋の損傷等を確認し、規制庁現地事務所へ適宜報告し調査継続。調査の途上であるが、本件について11月2日に規制庁本庁へ説明し11月4日の所長会見にて公表。
- 現在までの調査の結果、8本ある杭のうち、損傷の程度が高いのは、特定の杭に限られている。
- 杭の損傷原因については現在も調査中。発生原因については、地震の関連も含め2月を目途にしっかり調査していく。調査結果を踏まえ、今後必要な対策を講じていく。
- なお、杭基礎構造の建物の点検にあたっては、学協会基準の考え方に沿って、上物・基礎部に異常がない場合には杭にも異常がないと判断している。上物・基礎部に異常が認められた場合、杭を対象とした詳細調査（杭頭部を露出させての目視確認等）を実施している。
- 中越沖地震後には、臨時点検及び定期点検で、発電所内のすべての建物について、上物・基礎部のコンクリートのひび割れや建物の傾斜の有無等について確認しており、異常が確認された杭については杭の詳細調査を実施している。
- まずはK 6大物搬入建屋の原因調査をしっかりと行うとともに、調査結果をお知らせしてまいります。調査の結果、他の杭基礎設備への水平展開が必要であれば、点検していく。

<参考> 6号機 / 7号機大物搬入建屋の耐震強化方法の違い

- ◆ 7号機は、支持層まで深いため、建屋下での地盤改良が困難であることから、既存の建屋を利用せず、建屋を建替えた。
- ◆ 6号機は、支持層まで浅いため、建屋下での地盤改良工法を選択し、既存の建屋を利用することとした。



凡例： : 既存建屋(既存杭含む) : 新設建屋(新設杭含む) : 地盤改良体

<参考> 7号機大物搬入建屋の解体方法

- ◆ 7号機大物搬入建屋は、上物・基礎部の点検の結果、異常が認められなかったため、通常の工事手順に沿って大型ブレーカや大型圧砕機を用い上物から解体撤去し、その後基礎を解体撤去した。
- ◆ 新設する基礎に干渉しない範囲まで基礎の撤去および地盤を掘削し、杭を含めて建屋を建替えた。



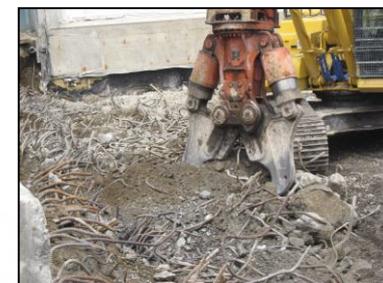
上物解体状況



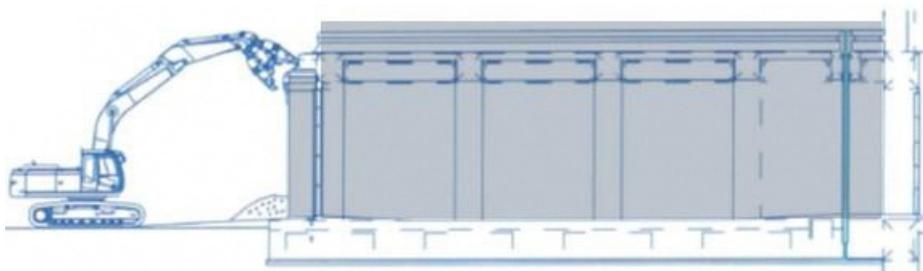
基礎解体状況



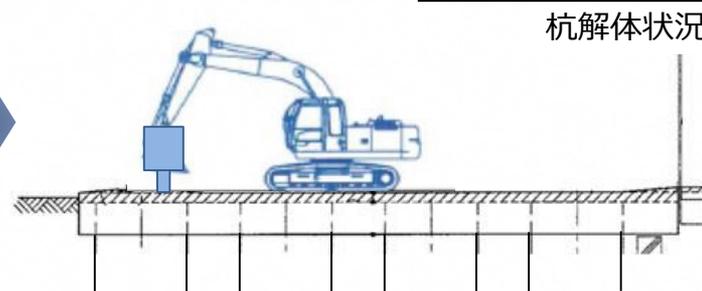
基礎解体状況



杭解体状況



上物解体状況



基礎解体状況

<参考> 耐震クラス

- ◆ 耐震クラスは、地震により発生するおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（耐震重要度）に応じて、設計基準対象施設をS、B、Cの3つのクラスに分類したもの。



Sクラスの設備……基準地震動 S_s に対して安全機能の保持
弾性設計用地震動 S_d に対して弾性挙動の維持