

建物構造物の健全性評価手法確立に向けた 取り組み状況について

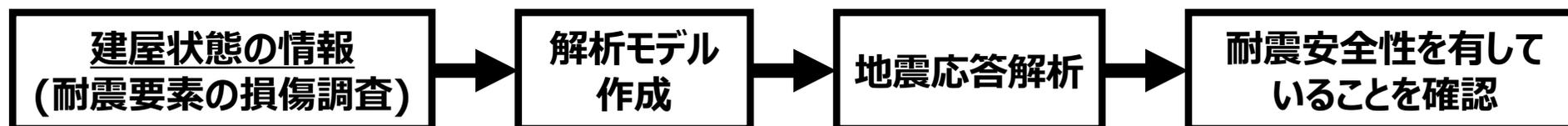
2023年12月18日



東京電力ホールディングス株式会社

建物健全性評価の目的

- これまで、1～3号機原子炉建屋については、損傷状況を反映した耐震安全性評価を行い、基準地震動Ssに対して十分な耐震安全性を有していることを確認している



耐震安全性評価の流れ

- 一方、1～3号機原子炉建屋については、デブリ取り出し完了までの長期にわたって建物健全性を確認していく必要がある

【1～3号機原子炉建屋の長期健全性評価】

建屋状態の情報を更新し、必要な性能（耐震安全性等）を有していることを継続的に確認していくこと

<観点>

- ・経年劣化等により部材性能が低下していないか
- ・大地震等により部材が追加で損傷していないか

<評価対象>

- ・耐震安全性評価上で考慮している部位

建物健全性評価の検討項目

1. 高線量エリアにおける無人・省人による調査方法の検討

- ▶耐震安全性評価で考慮している耐震要素の経年劣化・地震時の追加損傷等の有無を確認し、必要に応じて、耐震安全性評価モデルに反映していく
- ▶原子炉建屋内は高線量であることから、被ばくを抑制して定期的に耐震壁等の調査ができるように、ロボット・ドローン等による建屋内調査の無人化・省人化を検討する

2. 建屋部材の経年劣化の評価方法の検討

- ▶1～3号機原子炉建屋内は高線量であり、建屋躯体のコア採取による詳細調査が行えないことから、類似の環境条件かつ詳細調査が可能な4号機を活用した代替評価を検討する

3. 建屋全体の経年変化の傾向を確認する方法の検討（地震計の活用）

- ▶1～3号機原子炉建屋に地震計を設置し、観測記録を継続的に見ていくことで建屋全体の経年変化の傾向確認ができるか検討する

構外および5号機原子炉建屋でのモックアップの実施

- 4足歩行ロボットの走行性能と通信機器の数量・配置の把握のため、構外および5号機原子炉建屋にてモックアップを実施（2023年3月）
- 600mm幅の通路や凹凸面での走行，原子炉建屋内での走行が可能であることを確認した
- 階段昇降の操作性に課題があったため，今後ドローン活用による調査も含めて検討する



幅600mmの走行（構外）



操作ステーション（構外）



5号機原子炉建屋1階の遠隔走行



凹凸面の走行（構外）



通信機器（構外）



5号機原子炉建屋南東階段の昇降（1階⇒2階）

3号機原子炉建屋における4足歩行ロボット調査

- 4足歩行ロボットで3号機原子炉建屋1階の調査を実施 (2022年8月)
- 調査実施範囲から壁面の調査が可能な範囲を整理した



北西外壁画像



北西外壁点群



3号機原子炉建屋 1階



北側シェル壁画像



北側シェル壁点群

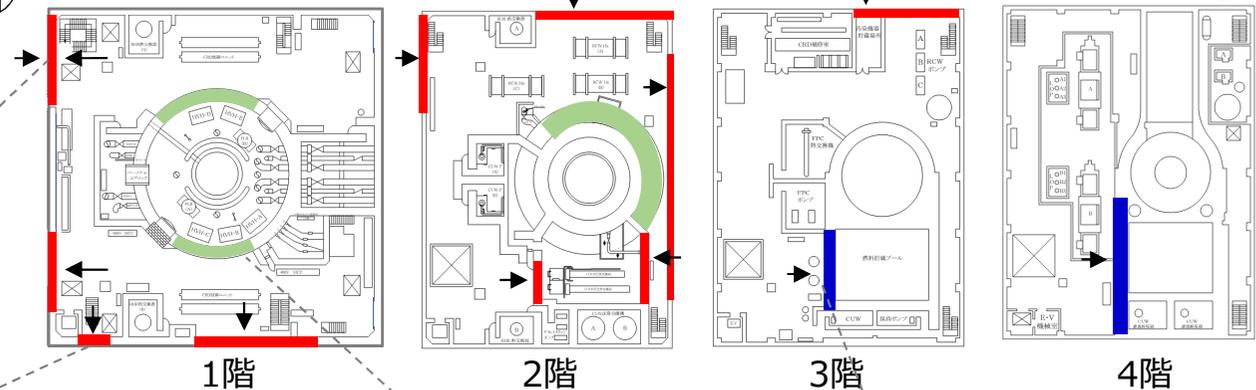
■ 壁面調査可能範囲 (取得データ: 画像, 動画, 点群)

3号機原子炉建屋における調査対象部材の選定

- 耐震要素の部材（外壁・内壁，シェル壁，プール壁）のうち，壁面が継続的に調査可能な箇所を仮選定した

〈選定箇所〉

- 外壁・内壁：1階西面・南面
2階西面・北面
2階プール壁下部壁
- 3階北面
- シェル壁：1階北面、南面
2階北面、東面
- プール壁：3階西面
4階西面



- 凡例
- : 外壁・内壁
 - : シェル壁
 - : プール壁
 - : 調査方向



外壁 (1階西面)



外壁 (1階南面)



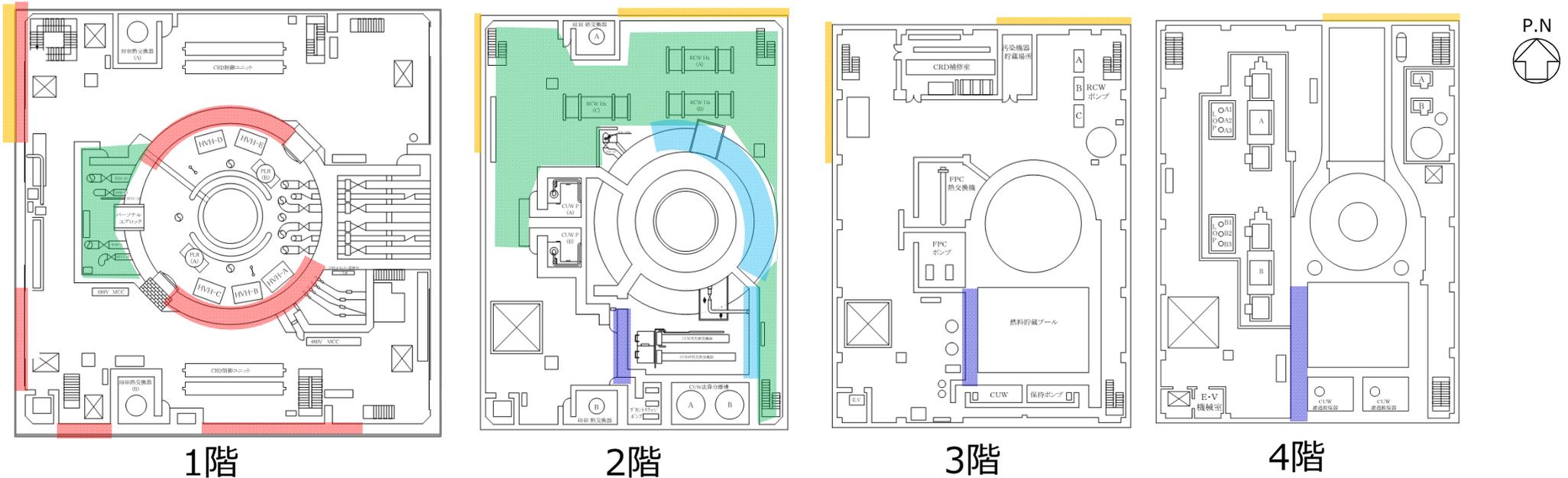
シェル壁 (1階南面)



プール壁 (3階西面)

今後の3号機原子炉建屋 無人・省人による調査 (案)

- 高線量エリアである屋内について、1階・2階一部は4足歩行ロボット、2～4階の南西部はドローンを用いた調査を予定している
- 屋外については、一部外壁を対象に試験的に置型3Dスキャナーを用いた調査を実施済み



- 凡例
- ドローン調査予定範囲 (取得データ: 画像, 動画) ※2024年度内
 - 4足歩行ロボット調査予定範囲 (取得データ: 画像, 動画, 点群) ※2023年度内
 - 4足歩行ロボット調査済範囲 (取得データ: 画像, 動画, 点群)
 - ウェアラブル型3Dスキャン装置調査済範囲 (取得データ: 画像, 動画, 点群)
 - 置型3Dスキャナー調査済範囲 (取得データ: 点群)

3号機原子炉建屋1階～4階の調査対象範囲

経年劣化（中性化，塩分浸透）に対する調査および評価

- 4号機原子炉建屋の4箇所（地下1階，1階屋内，1階屋外，2階屋外）において経年劣化評価のためのコア採取を実施し，採取したコアの中性化深さを測定（2023年3月）
- 表面付着塩分測定（ガーゼ拭き取り法）をコア採取箇所近傍にて実施した結果，2箇所において極めて微量な塩分付着量を確認し，2箇所は未検値であった。今年度内に採取したコアの塩分浸透測定結果と併せて「塩分浸透」に対する評価を実施する
- 「中性化」の評価結果，および評価中の「塩分浸透」の評価結果を踏まえ，経年劣化に対する調査・評価の実施頻度を検討する



地下階のコア採取状況

ガーゼ拭取り法の結果

測定位置	付着塩分量 (NaCl mg/m ²)
4号機原子炉建屋 地下1階内壁	10
4号機原子炉建屋 1階西側外壁（屋外側）	10
4号機原子炉建屋 1階西側外壁（屋内側）	未検値
4号機原子炉建屋 2階北側外壁（屋外側）	未検値



ガーゼ拭取り法の状況

2. 建屋部材の経年劣化の評価方法の検討 (2/2)

中性化に対する経年劣化評価結果

- 4号機原子炉建屋から採取したコアの中性化深さの測定結果に基づき、①√t式により鉄筋腐食開始年数等を推定した（参考に、コンクリート仕様及び環境条件に基づく算定式②岸谷式と③森永式も算出）

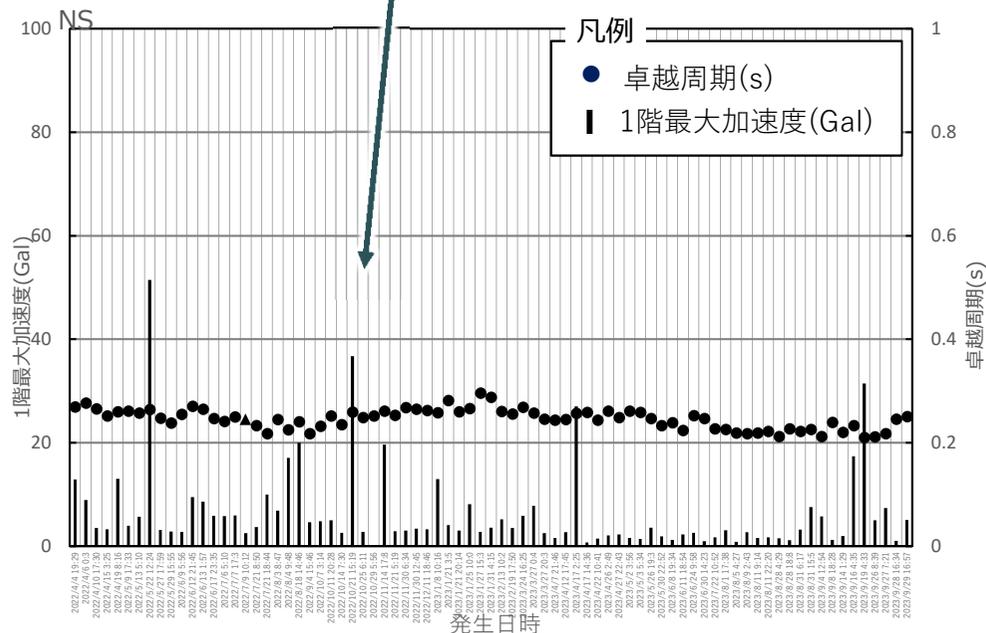
測定位置	識別番号	コンクリート 試験結果 中性化深さ (cm)	環境条件			運開から100年後の 中性化深さ (cm)				鉄筋腐食開始年数 (年)			
			温度 (°C)	湿度 (%)	CO2 (ppm)	①√t式	(参考) ②岸谷式	(参考) ③森永式	(参考) ③森永式 湿度40%	①√t式	(参考) ②岸谷式	(参考) ③森永式	(参考) ③森永式 湿度40%
地下1階内壁	1F-4R-B1NW I ①	0.84	13.8	72	415	1.27	6.83	1.54	3.32	2232	77	1518	326
	1F-4R-B1NW I ②	0.96	13.8	72	415	1.45	6.83	1.54	3.32	1712	77	1518	326
	1F-4R-B1NW I ③	0.45	13.8	72	415	0.68	6.83	1.54	3.32	7785	77	1518	326
	1F-4R-B1NW I ①～③平均	0.75	13.8	72	415	1.13	6.83	1.54	3.32	2819	77	1518	326
1階西側外壁 (屋外側)	1F-4R-1WO①	0.75	13.8	72	415	1.13	4.02	1.54	3.32	1253	99	674	145
	1F-4R-1WO②	0.45	13.8	72	415	0.68	4.02	1.54	3.32	3460	99	674	145
	1F-4R-1WO③	0.61	13.8	72	415	0.92	4.02	1.54	3.32	1890	99	674	145
	1F-4R-1WO①～③平均	0.60	13.8	72	415	0.90	4.02	1.54	3.32	1975	99	674	145
1階西側外壁 (屋内側)	1F-4R-1W I ①	2.18	13.8	72	415	3.29	6.83	1.54	3.32	332	77	1518	326
	1F-4R-1W I ②	1.73	13.8	72	415	2.61	6.83	1.54	3.32	528	77	1518	326
	1F-4R-1W I ③	2.01	13.8	72	415	3.03	6.83	1.54	3.32	392	77	1518	326
	1F-4R-1W I ①～③平均	1.97	13.8	72	415	2.97	6.83	1.54	3.32	408	77	1518	326
2階北側外壁 (屋外側)	1F-4R-2NO①	2.03	13.8	72	415	3.06	4.02	1.54	3.32	170	99	674	145
	1F-4R-2NO②	2.25	13.8	72	415	3.39	4.02	1.54	3.32	139	99	674	145
	1F-4R-2NO③	2.06	13.8	72	415	3.11	4.02	1.54	3.32	165	99	674	145
	1F-4R-2NO①～③平均	2.11	13.8	72	415	3.18	4.02	1.54	3.32	158	99	674	145

3. 建屋全体の経年変化の傾向を確認する方法の検討 (1/2)

地震計のデータ取得・評価の継続 (2号機)

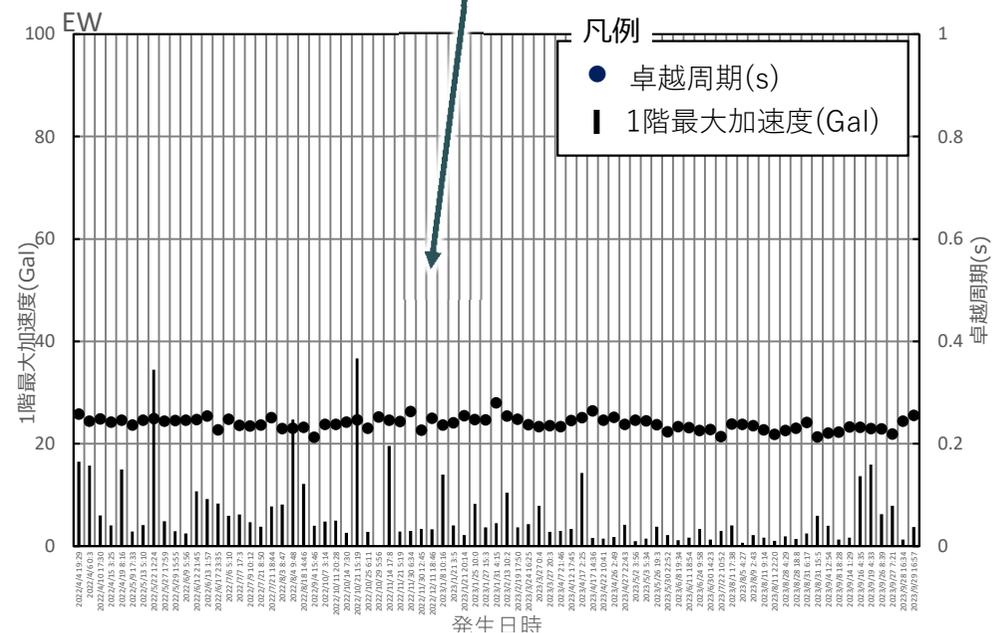
- 2号機原子炉建屋地震計のデータ取得を継続的し、2022年4月～2023年9月の観測記録から、卓越周期の傾向が変化していないことを確認

卓越周期を地震毎にプロット、傾向に変化が無いことを確認



NS方向の卓越周期の推移
(2号機地震計：2022年4月～2023年9月)

卓越周期を地震毎にプロット、傾向に変化が無いことを確認

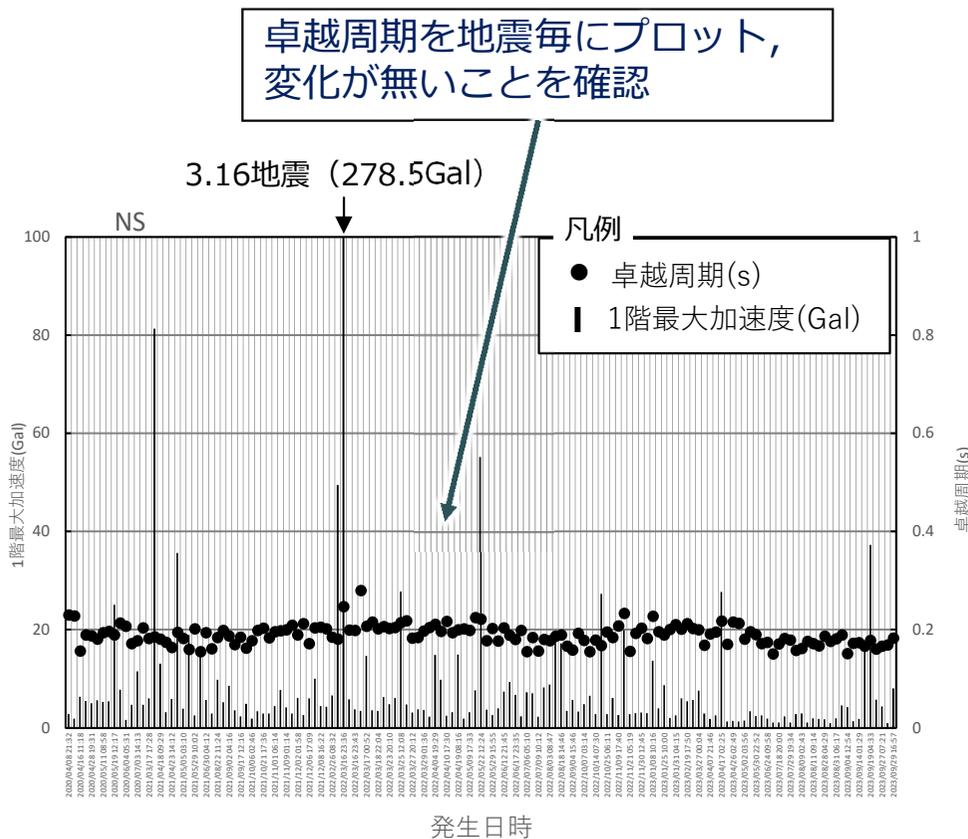


EW方向の卓越周期の推移
(2号機地震計：2022年4月～2023年9月)

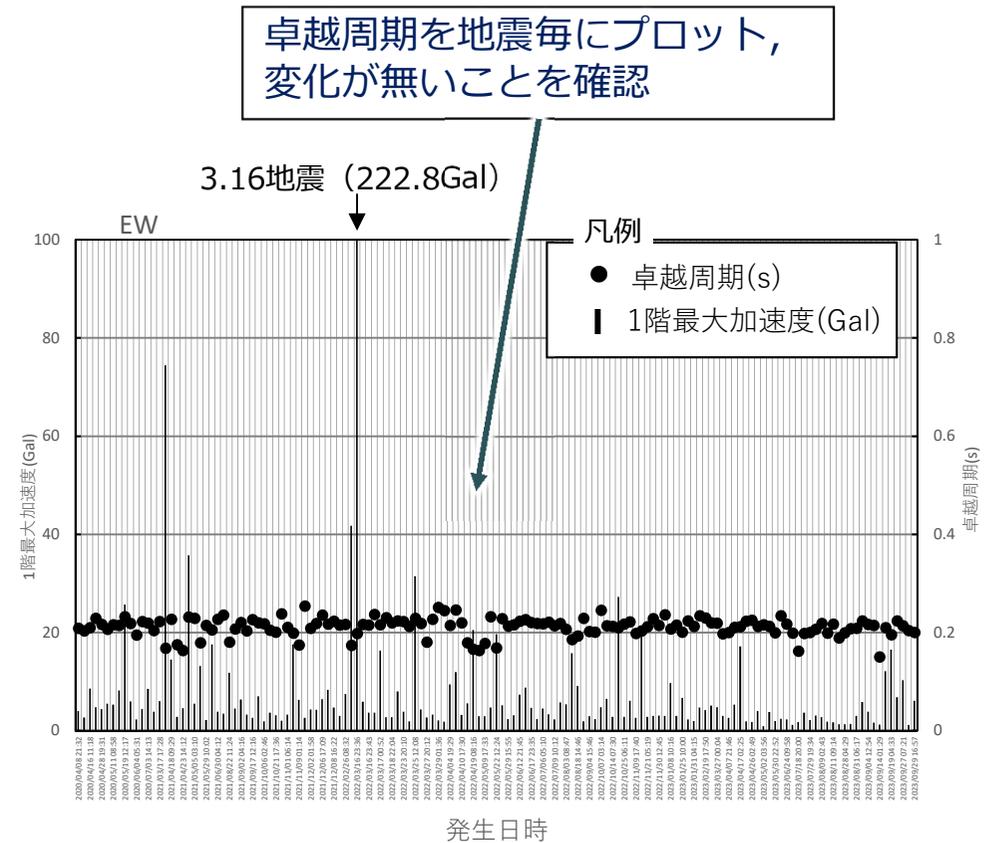
3. 建屋全体の経年変化の傾向を確認する方法の検討 (2/2)

地震計のデータ取得・評価の継続 (3号機)

- 3号機原子炉建屋地震計のデータ取得を継続的し、2020年4月～2023年9月の観測記録から、卓越周期の傾向が変化していないことを確認



NS方向の卓越周期の推移
(3号機地震計：2020年4月～2023年9月)



EW方向の卓越周期の推移
(3号機地震計：2020年4月～2023年9月)