

建物構築物の形状測定等について

- i. 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会 第28回会合
資料2-1-3 「2号機シールドプラグの変形」（原子力規制庁）抜粋

原子力規制庁の論点

1. 原子力規制庁では4号機原子炉建屋内調査及び2号機シールドプラグ調査において、3Dレーザースキャナーを使用した調査を実施してきている。また、東京電力HDにおいても3号機原子炉建屋の健全性評価などで3Dスキャン装置を使用した調査が行われてきている。
2. これらの事故調査及び廃炉作業における調査で得られる3次元点群データ等は、双方のデータを共有することで精度の向上やより効率的なデータ収集に資するものと考えられる。
3. 今後、建物構築物の経年変化等の調査も視野に入れ、双方のデータの共有・活用方法の議論が重要と考える。

建屋健全性の観点からの論点

1. 他方、東京電力HDでは、原子炉建屋の健全性確認のため、地震計を設置し建屋全体の経年変化の傾向把握等を目的とした観測を継続的に実施するとしているが、その目的に適した地震計の設置となっているのか。
2. また、1号機原子炉格納容器(PCV)内部調査として、水中ROV等の調査装置を用いた調査情報が得られてきている。これらのPCV内の動画及び映像の情報は、原子炉圧力容器を支えるペDESTAL等のコンクリート構造体に係る情報も含んでおり、建屋健全性の観点からも重要な情報を得られるのではないか。

建屋健全性の観点からの論点

【参考】

- i. 特定原子力施設監視・評価検討会 第99回 資料1-1「3月16日地震発生後の福島第一原子力発電所の状況について」(東京電力ホールディングス株式会社)抜粋
- ii. 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会 第29回会合 資料3 「1号機 PCV内部調査の状況について」(東京電力ホールディングス株式会社)抜粋

2号機シールドプラグの変形

2022年2月28日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

<検討の背景>

- 東京電力福島第一原子力発電所事故時の福島第一原子力発電所2号機(1F2号機)における放射性物質の放出経路の推定(シールドプラグの継ぎ目が放射性物質の放出経路となりうるか)に係る検討を行うため、シールドプラグの形状測定を実施した。

<これまでの検討状況>

- 1F2号機のシールドプラグの形状測定を実施したところ、シールドプラグの端部から中心部に向かって、最大6cm程度の落ち込みが確認された(第27回事故分析検討会にて説明済み)。

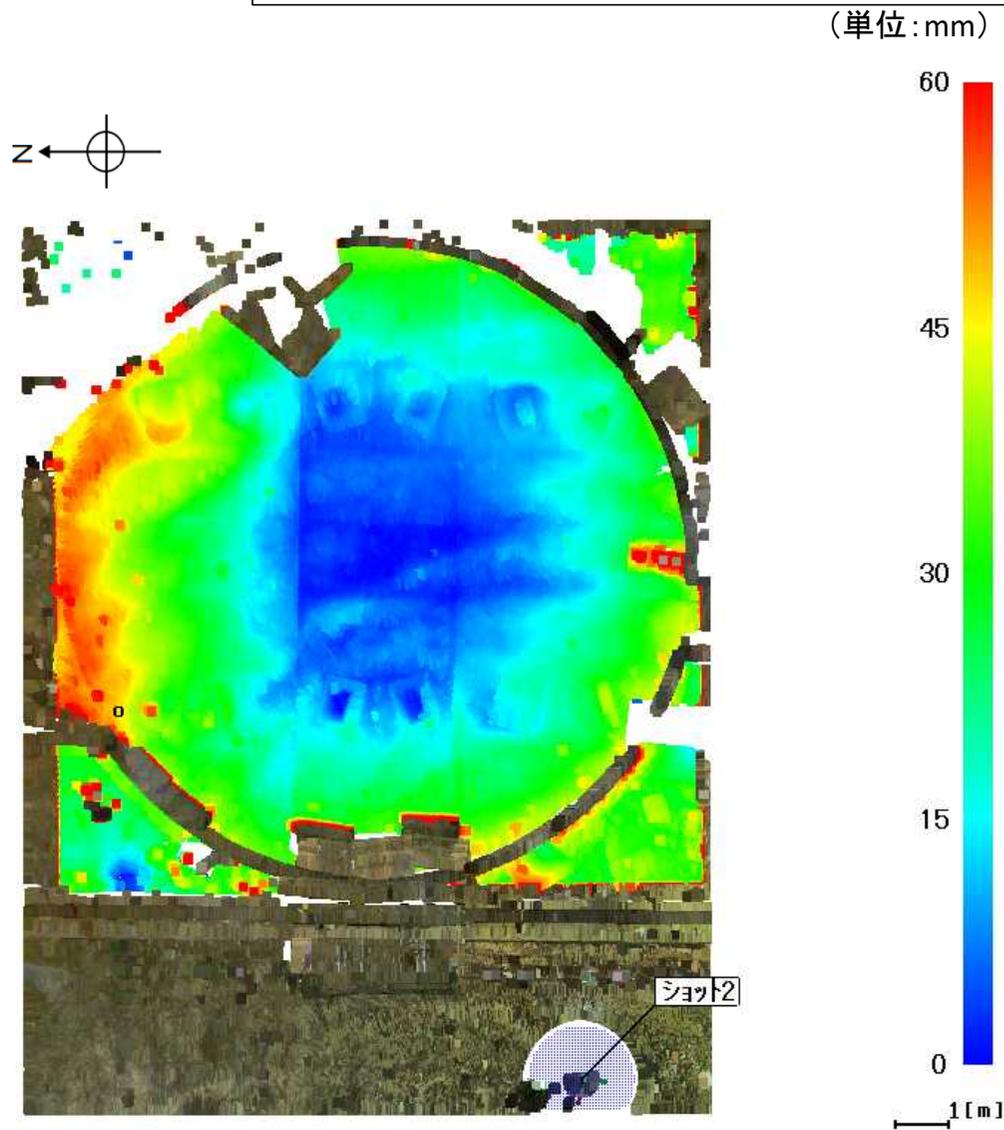
<今回の検討内容>

- 上記の落ち込み(変形)が1F2号機特有のものであるかどうかを検討するために、同発電所5号機(1F5号機)のシールドプラグの形状測定を実施し、1F2号機のシールドプラグの変形状況との比較を行う。
- 2号機と炉型が同等である他の発電所のプラント(島根原子力発電所1号機(島根1号機))のシールドプラグの形状測定を実施し、同様の比較を行う。

○2号機シールドプラグの形状測定 (各測定点の高低差による分析)

シールドプラグの中心を基準点として、
高低差を分析

- 端部から中心部に向けて落ち込みが見られる。
- 東西方向よりも南北方向の方が落ち込みの程度が大きい。(東西方向は概ね3cm程度の落ち込みに対して、南北方向は概ね6cm程度の落ち込み)



※株式会社富士テクニカルリサーチの協力の下、「Galaxy-Eye」により分析

シールドプラグの形状比較(1F2号機と1F5号機の比較)

(単位: mm)

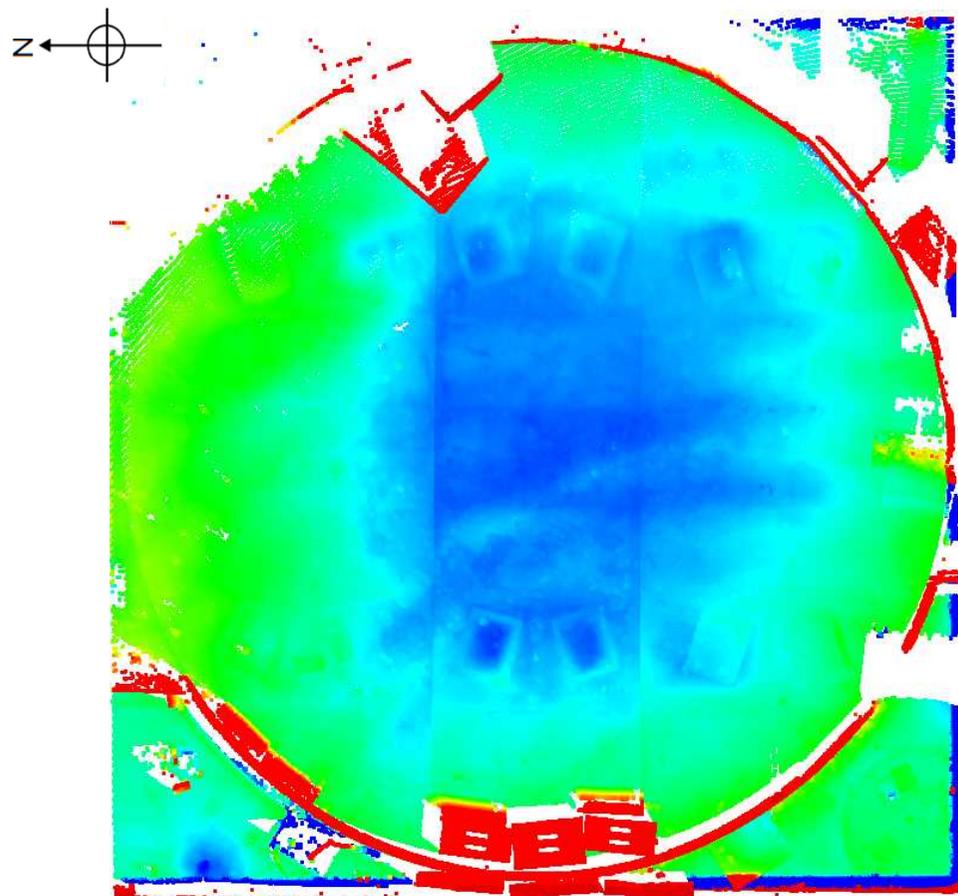


図1-1 1F2号機シールドプラグの変形状況

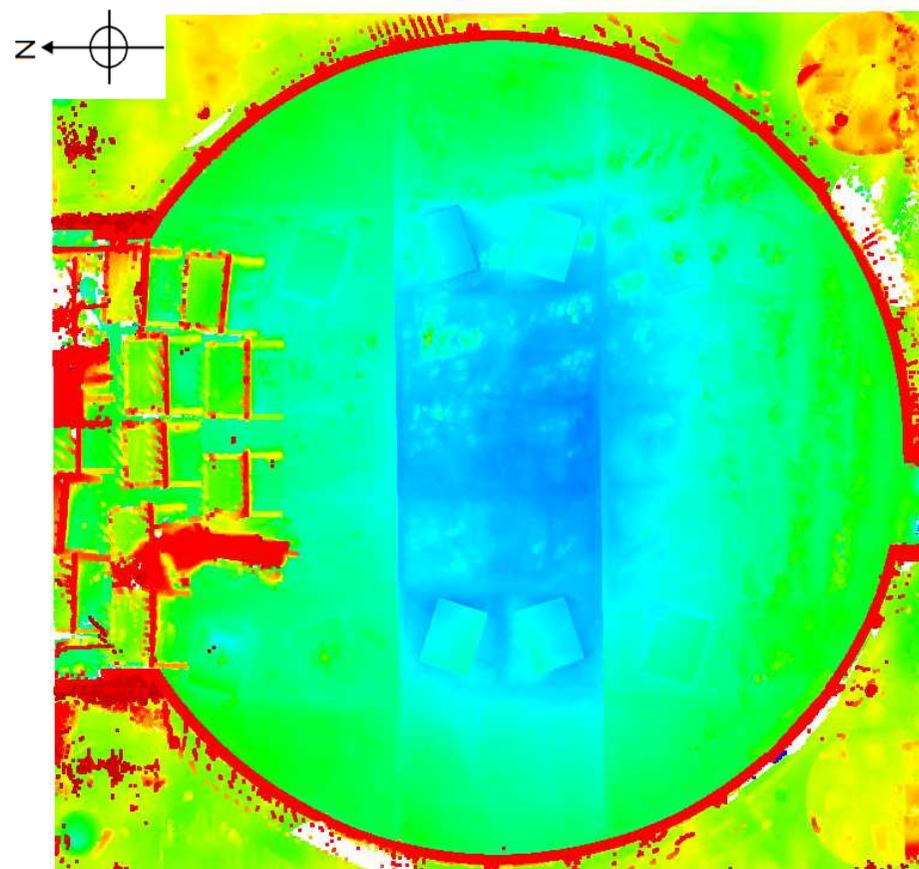


図1-2 1F5号機シールドプラグの変形状況

50

25

0

-25

-50

1[m]

※1: 株式会社富士テクニカルリサーチの協力の下、「Galaxy-Eye」により分析

※2: 図1-1は、図1-2との比較をより正確に行うために、基準高さ(0mm)位置を第27回事故分析検討会資料2-1別添2(前ページ)から変更している(使用しているデータは、前ページと同様)。

シールドプラグの変形の特徴(1F2号機と1F5号機の比較)

項目	1F2号機	1F5号機
方向性	南北方向の高低差が東西方向の高低差より大きい	南北方向の高低差が東西方向の高低差より大きい
パーツ間の落ち込みの差異	中心のパーツに加えて、南側の一部も落ち込みが大きい	中心のパーツのみが落ち込んでいる。
東西方向の落ち込みの傾向	中心部に向かって落ち込んでいる傾向は東端及び西端ともに同様	中心部に向かって落ち込んでいる傾向は東端及び西端ともに同様
南北方向の落ち込みの傾向	南端から中心部への落ち込みよりも北端から中心部への落ち込みの方が大きい	中心部に向かって落ち込んでいる傾向は北端及び南端ともに同様
落ち込みの程度	北端から中心への落ち込みが最も大きく、最大60mm程度	南端から中心への落ち込みが最も大きく、最大45mm程度

シールドプラグの形状比較 (1F2号機、1F5号機及び島根1号機の比較)

(単位: mm)

50

25

0

-25

-50

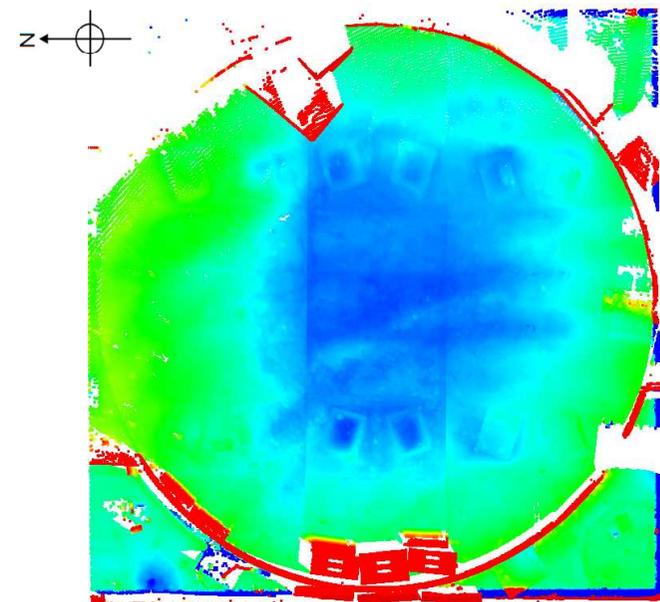


図2-1 1F2号機シールドプラグの変形状況

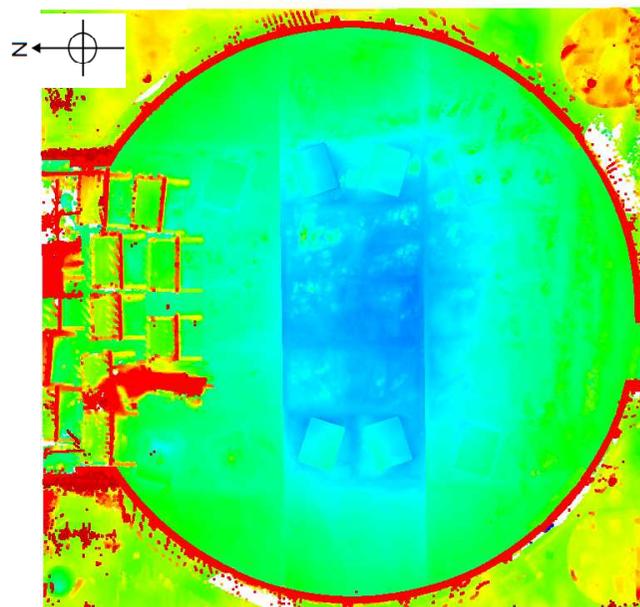


図2-2 1F5号機シールドプラグの変形状況

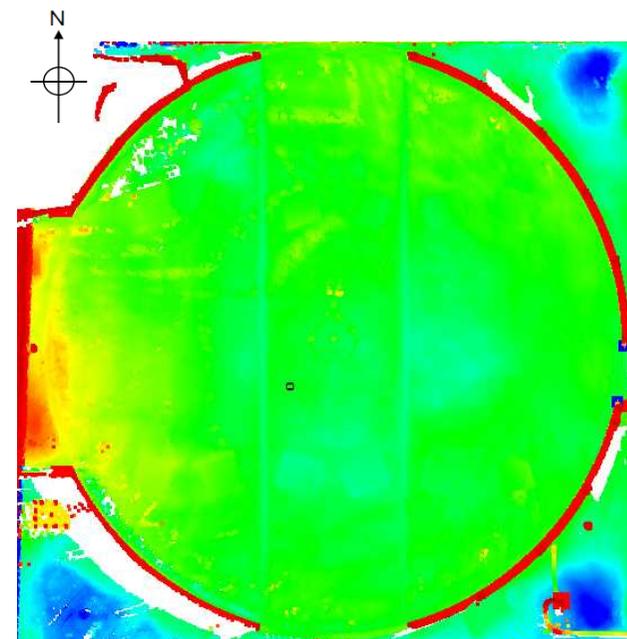
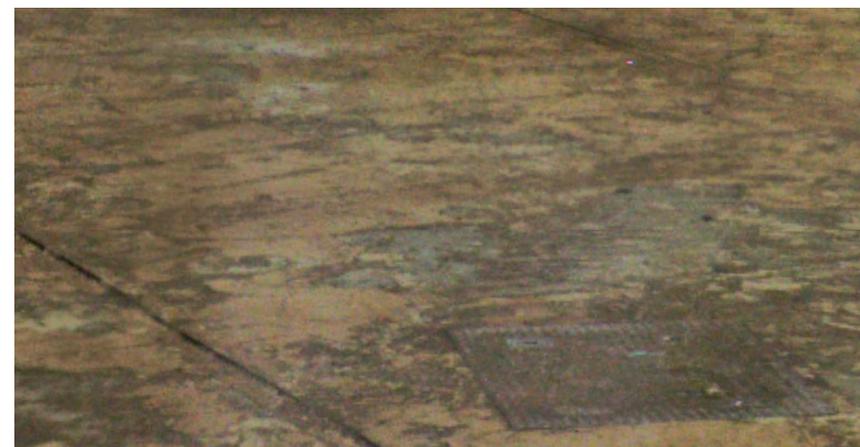


図2-3 島根1号機シールドプラグの変形状況

※: 株式会社富士テクニカルリサーチの協力の下、「Galaxy-Eye」により分析

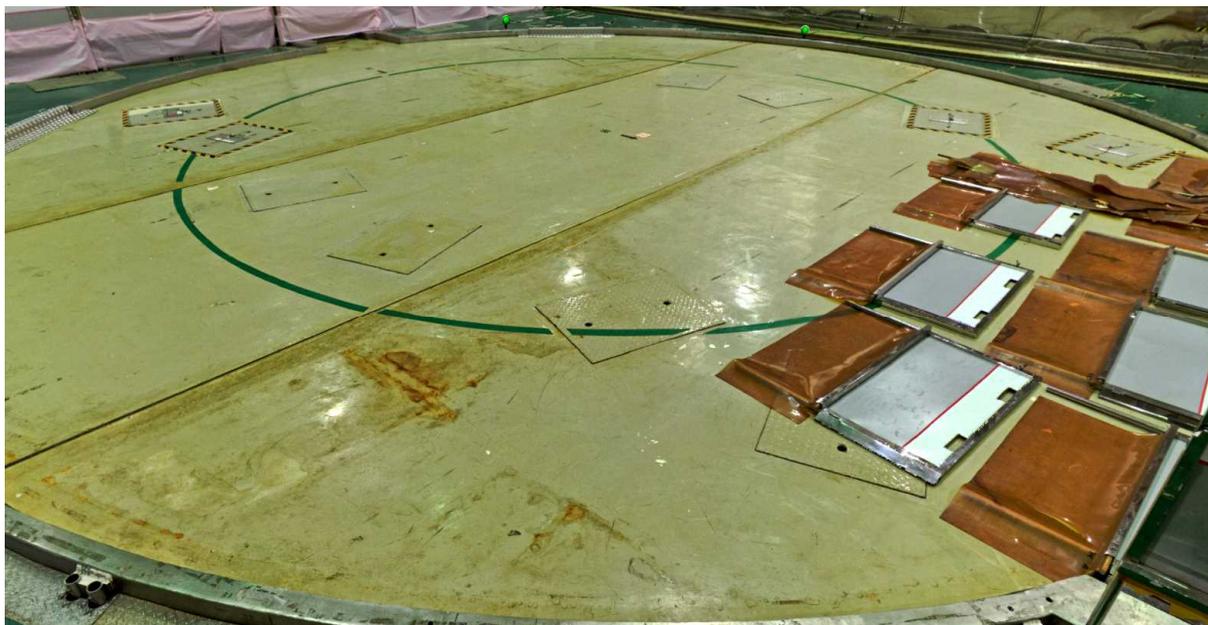
シールドプラグ表面の状況(1F2号機)



中心付近を拡大

写真は、いずれも2021年12月14日に原子力規制庁撮影

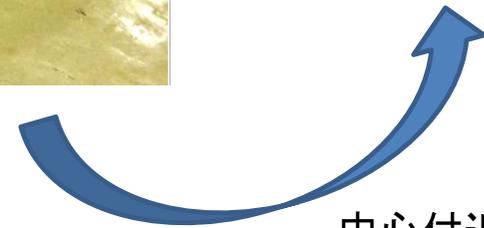
シールドプラグ表面の状況(1F5号機)



中心付近を拡大

写真は、いずれも2022年1月13日に原子力規制庁撮影

シールドプラグ表面の状況(島根1号機)



中心付近を拡大

写真は、いずれも2022年2月22日に原子力規制庁撮影

<シールドプラグの形状比較を踏まえた考察>

- 測定を実施した1F2号機、1F5号機及び島根1号機(以下「3プラント」という。)のシールドプラグは、いずれも端部から中心部に向かって落ち込んでいる形状となっていることが確認された。
- 特に1F2号機のシールドプラグは、他の2プラント(1F5号機、島根1号機)よりも中心部に向かう落ち込みの程度が大きい。
- 1F2号機及び1F5号機のシールドプラグは、(3分割されている構造のうちの)中心部の構造の落ち込みが両端の2つの構造よりも大きく、この種の変形により、シールドプラグの継ぎ目に流路が生じ、当該箇所が放射性物質の放出経路になったと考えられる。
- 3プラントのシールドプラグの表面には目立ったひび割れは確認できなかったことから、測定により確認された変形は、シールドプラグ施工後に生じ得る外力(熱的影響、物理的影響等)により生じたものでないと考えられるが、シールドプラグの変形要因は、はっきりしていない。

<今後の検討方針>

- シールドプラグの変形については、シールドプラグの構造上の違いによって変形の度合いが異なっていることも考えられることから、シールドプラグの構造上の違いも踏まえて、引き続き検討を行う。

3月16日地震発生後の福島第一原子力発電所の 状況について

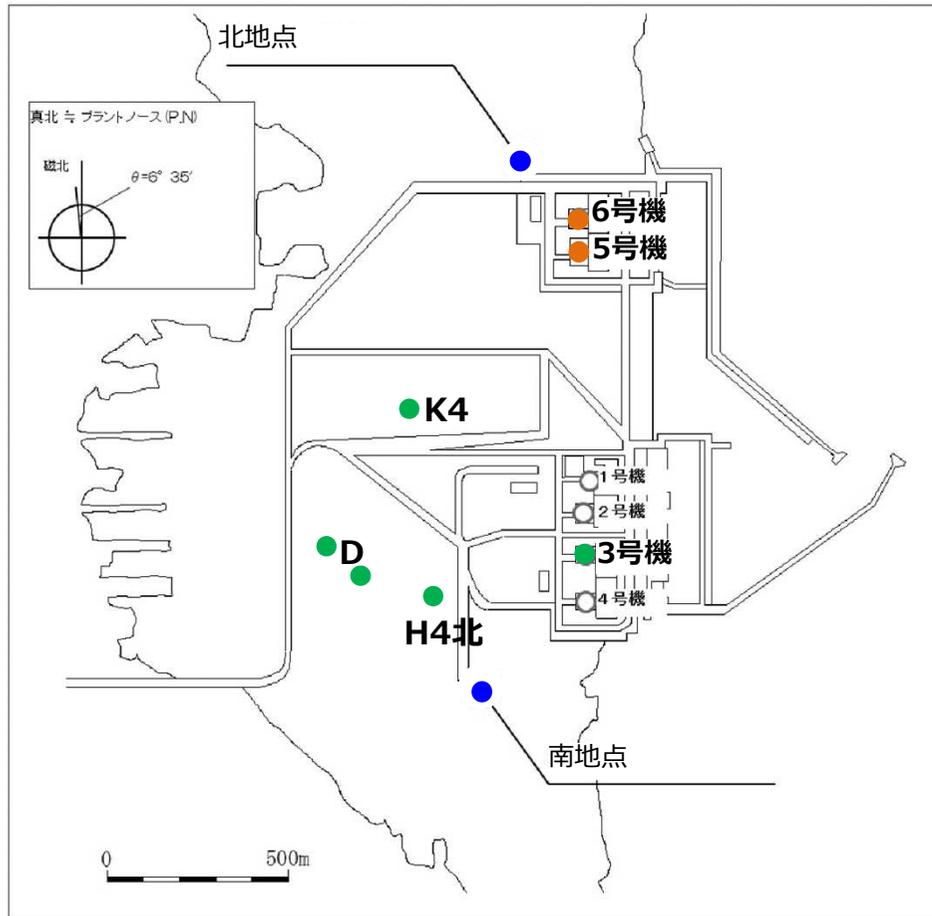
2022年4月18日



東京電力ホールディングス株式会社

福島第一原子力発電所における地震観測箇所について（観測点の配置）

- 福島第一原子力発電所における地震観測は以下の地点で行っている
- 地震が発生した際には、代表観測点として、6号機原子炉建屋（基礎版）の最大加速度（水平・垂直）をお知らせしている



福島第一における地震観測（全体）

観測点		役割	
建屋系	5号機建屋	原子炉建屋（基礎版）	・ 運用に利用（バックアップ）
		原子炉建屋（中間階）	・ 建屋の振動特性分析に利用
	6号機建屋	※ 原子炉建屋（基礎版）	・ 運用に利用
		原子炉建屋（中間階）（最上階）各箇所	・ 建屋の振動特性分析に利用
自由地盤系	南地点	・ 大規模な地震が発生した際、基準地震動や過去の地震記録との比較等に利用	
		北地点	・ 同上
その他	3号機建屋	原子炉建屋（1階）	・ 建屋の経年変化の傾向把握への適用性検討のために設置
		原子炉建屋（5階）	
33.5m盤	Dエリア（2カ所） H4北エリア K4エリア	・ 2021/2/13の地震で滑動基数・滑動量が特異的だったタンクエリア（D・H4北）の地震動と、その他タンクエリア（K4）での地震動の比較等	

3号機原子炉建屋の地震観測記録

- 3号機原子炉建屋に設置した地震計の最大加速度値は、建屋構造や地震計の設置位置が異なるために単純に比較できるものではないが、3号機の最大加速度値は5・6号機と比べて大きく変わらない
- 他の余震の観測記録も含め、建屋全体の経年変化の傾向把握のため今後活用していく

2022年3月16日の各号機観測記録一覧

原子炉 建屋	設置場所	最大加速度値(ガル)			設置目的
		NS (南北)	EW (東西)	UD (上下)	
3号機 ※ ¹	5階 (オペフロ)	540	443	248	地震記録を収集し、 建屋経年変化の傾向把握 が出来るかの検討に 利用
	1階	279	223	173	
5号機 (参考)	2階	295	306	259	建屋の振動特性分析に 利用
	地下1階 (基礎版)	213	222	190	発電所の運用に利用 (バックアップ)
6号機 (参考)	6階 (オペフロ)	426	439	242	建屋の振動特性分析に 利用
	地下2階 (基礎版)※ ²	221	208	202	発電所の運用に利用

※¹ 各階2台の地震計の記録のうち、各成分の最大値を記載

※² 基礎版上の3台の地震計の記録のうち、各成分の最大値を記載

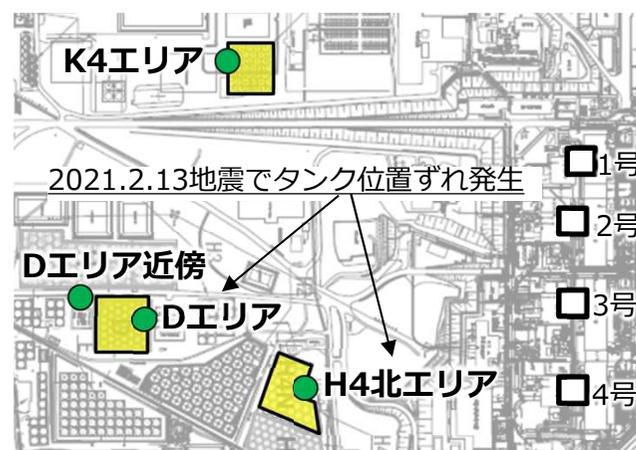
タンクエリアの地震観測記録

- 2月13日の地震を踏まえ、地震発生時の設備の健全性の評価等のために設置したタンクエリアの地震計の最大加速度を下表に示す
- タンクエリアで観測された最大加速度は、全体として自由地盤系（地表）との顕著な差は見られなかった
- なお、Dエリアについて、最大加速度(EW・UD) (*)が他地点と比べて特異な値を示していますが、現地調査の結果、地震によって生じたものではないと推定している
 - ・ 現地を確認したところ、Dエリア地震計の保護カバーの東面に衝突痕があることから、Dエリアの特異な最大加速度は3月16日の地震の際に地震計保護カバーにタンク雨水カバーの一部が物理的に衝突したことにより生じたものと推定している
- K4エリアについても、UD (*)がNS・EWより顕著に大きいという他箇所と異なる特徴があることから、現地調査や観測波形の分析、他の余震記録との比較等により記録の妥当性について評価していく
- 今回の地震で取得した観測記録を今後、タンクのズレの評価等に活用していく

2022年3月16日の観測記録一覧

観測箇所	最大加速度値（単位：ガル）		
	NS(南北)	EW(東西)	UD(上下)
K4エリア ※ ¹	334	367	(579)*
H4北エリア ※ ¹	323	410	268
(Dエリア)* ※ ¹	(542)*	(1501)*	(879)*
Dエリア近傍 ※ ¹	566	553	404
北地点地表(参考)	446	555	256
南地点地表(参考)			332

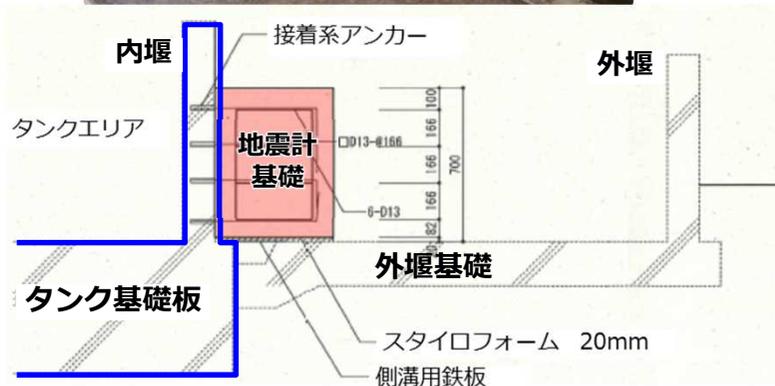
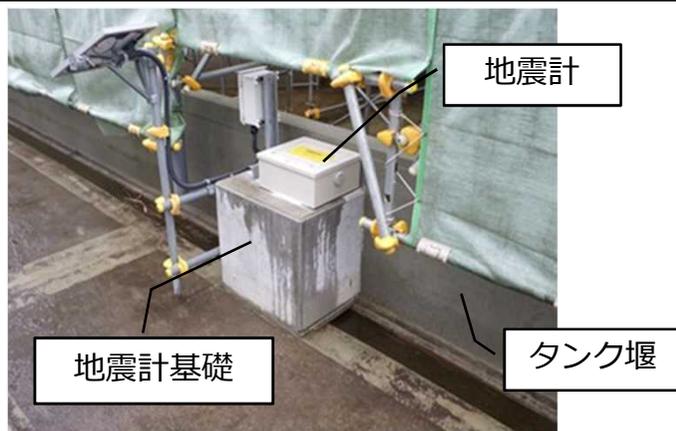
※¹ 各箇所2台の地震計の記録のうち、各成分の最大値を記載



タンクエリア地震観測位置

(参考) タンクエリアの地震計設置状況

- タンク堰（基礎板）に設置
（3箇所：D、H4北、K4エリア）



- タンクエリア近傍設備基礎上に設置
（1箇所：Dエリア近傍）



- 【タンク堰の側面に設置している地震計について】
- ・ タンク基礎に作用する地震動を観測する目的で設置している
 - ・ 内堰内の容量減回避のため、地震計基礎は、内堰（タンク基礎と構造上（鉄筋等）一体化）にアンカーで堅固に固定している
 - ・ 内堰基礎と外堰基礎とは基礎厚が異なる等により、タンク基礎と別の挙動をすることが考えられることから、念のため20mmの隙間を設け縁切りしている。なお、今回の地震でも、内堰基礎と外堰基礎間の損傷は見られない
 - ・ これまでの観測記録の最大加速度値からは、特定の方向のみ顕著に揺れやすい等の傾向は見られていないが、記録を詳細に分析した上で、評価・検討に用いていく
 - ・ 今後、取付け方法の影響の懸念をより小さくするため、タンク基礎の直上に地震計基礎の位置を変更する等の対応を検討する

東京電力福島第一原子力発電所における
事故の分析に係る検討会（第29回）
資料3

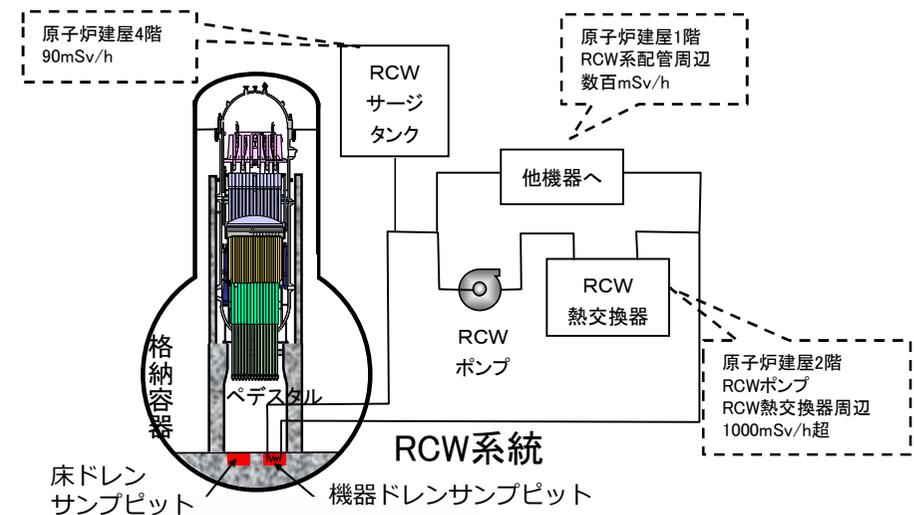
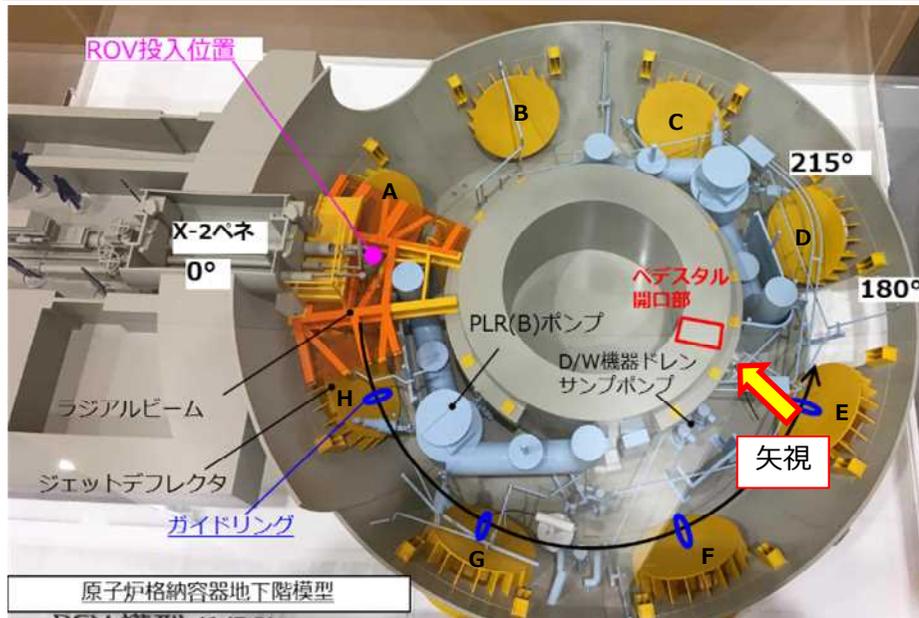
1号機 PCV内部調査の状況について

2022年4月26日

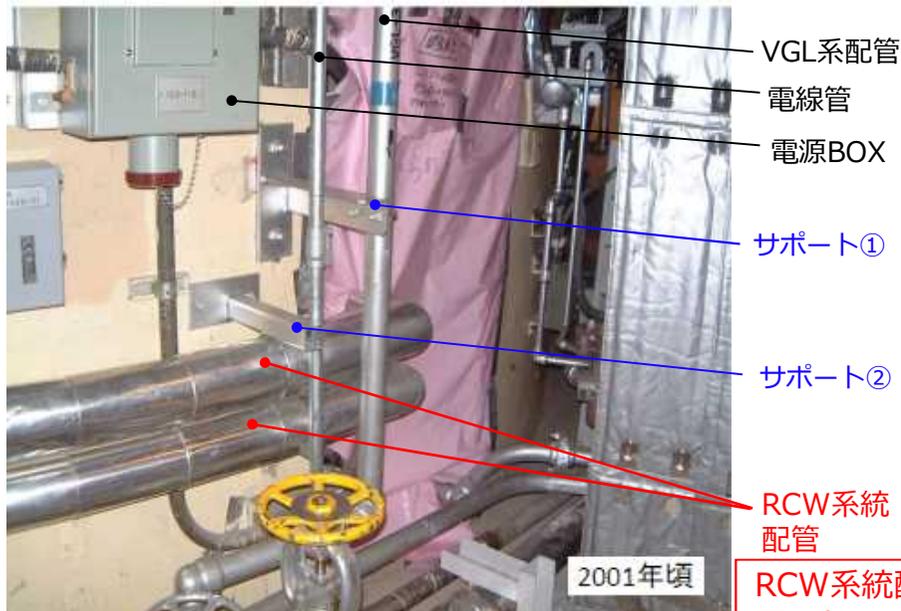
IRID **TEPCO**

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

(参考) ペDESTAL開口部付近のRCW系統配管



1号機の原子炉建屋内RCW系統にて高汚染を確認
 ⇒PCV内部でRCW配管が破損したことにより、PCV内部の放射性物質がRCW系統に逆流したと推定していた



事故前のペDESTAL開口部前



RCW系統配管が設置されていたと推定される位置に配管を確認できていない。今後ROV-A2調査時に周辺の状態等を含め確認する予定。