

福島第一原子力発電所4号機原子炉建屋の
健全性確認のための
定期点検結果（第6回目）について

平成25年8月28日

東京電力株式会社



東京電力

TEPCO

1. 点検の目的

4号機原子炉建屋および使用済燃料プールの健全性を確認するため、年4回の定期的な点検を行うこととしており、これまで5回の点検を実施し、安全に使用済み燃料を貯蔵できる状態であることを確認済みである。今回、第6回目の点検を下記の日程で実施した。

《これまでの点検実績と今回の点検内容》

(1) 第1回目定期点検（平成24年5月17日～5月25日）

(2) 第2回目定期点検（平成24年8月20日～8月28日）

(3) 第3回目定期点検（平成24年11月19日～11月28日）

(4) 第4回目定期点検（平成25年2月4日～2月12日）

(5) 第5回目定期点検（平成25年5月21日～5月29日）

【項目】①水位測定 ②外壁面の測定 ③目視点検 ④コンクリートの強度確認

【これまでの結果概要】

- ・ ひび割れや傾きもなく、また、十分なコンクリート強度が確保されており、安全に使用済燃料を貯蔵できる状態にある。
- ・ 第1回目定期点検時と比べて大きな変化がないことを確認した。

(6) 第6回目定期点検（平成25年8月6日～8月28日）

【項目】①水位測定 ②外壁面の測定 ③目視点検 ④コンクリートの強度確認

2. 点検結果① 建物の傾きの確認（水位測定）

▶水面は常に水平であることを利用して、5階床面と原子炉ウェルおよび使用済燃料プールの水面の距離（水位）を計測し、建屋が傾いていないか確認を行った。

【これまでの点検結果概要】

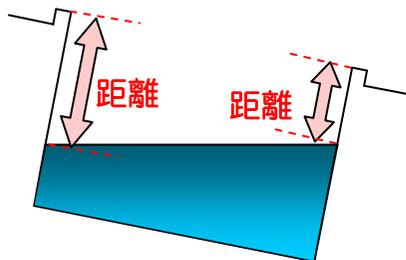
・H24.2.7、H24.4.12、H24.5.18、H24.8.21、H24.11.20、H25.2.6、H25.5.21の7回実施し、建屋が傾いていないことを確認済み。

1) 建屋が傾いていない場合

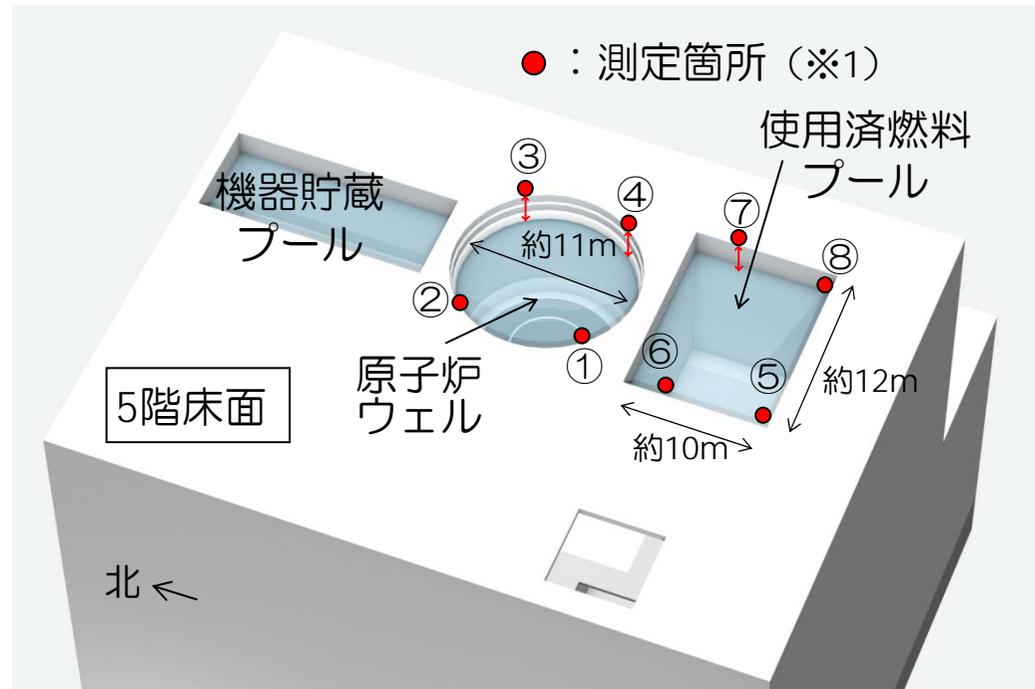


距離がほぼ同じ

2) 建屋が傾いている場合



距離が異なる



測定箇所（5階床面）

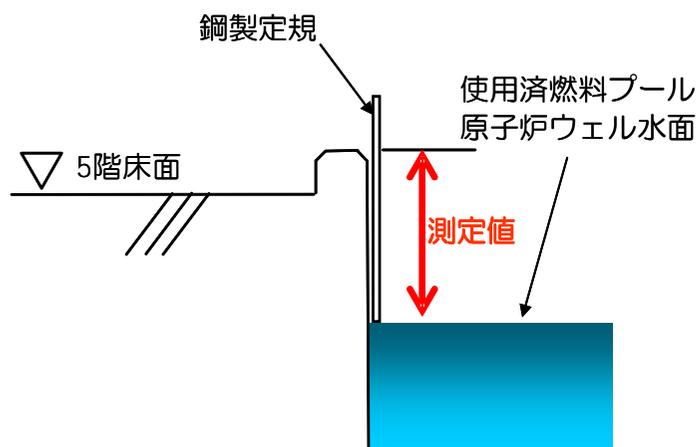
※：測定箇所は、燃料取り出し用カバー工事の進捗により適宜設定する。

2. 点検結果① 建物の傾きの確認（水位測定）

▶水位測定の結果、四隅の測定値がほぼ同じであることから、5階床面と使用済燃料プールおよび原子炉ウエルの水面が、これまでと同様に平行であり、建物が傾いていないことを確認した。

水位※2の測定結果

単位[mm]



測定方法※1

※1: 測定は、目視により行っているため、若干の誤差が考えられる。

原子炉 ウエル	測定日							
	H24.2.7	H24.4.12	H24.5.18	H24.8.21	H24.11.20	H25.2.6	H25.5.21	H25.8.6
①	462	476	492	462	463	465	467	465
②	463	475	492	462	464	464	465	465
③	462	475	492	461	463	463	464	465
④	464	475	492	461	463	463	465	466

使用済 燃料 プール	測定日							
	H24.2.7	H24.4.12	H24.5.18	H24.8.21	H24.11.20	H25.2.6	H25.5.21	H25.8.6
⑤	— (※3)	468	461	453	443	444	439	448
⑥		468	461	453	444	443	439	446
⑦		468	461	452	442	443	439	446
⑧		468	461	452	443	443	438	446

※2: 水位は冷却設備の運転状況により日によって変化する。

※3: H24.2.7は、原子炉ウエルのみを計測した。

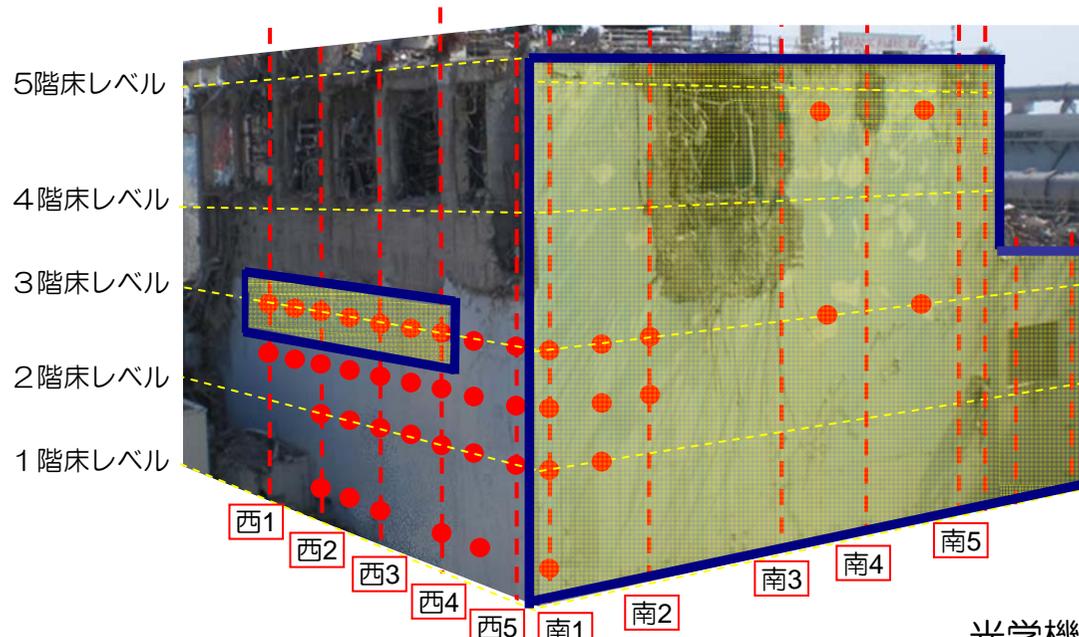
2. 点検結果② 外壁面の測定（測定箇所）

- ▶ 外壁面の上下に定点を設置し、光学機器により計測することで、外壁面の水平差※を確認し、変形の性状確認を行った。
- ▶ 南面は、燃料取り出し用カバーと干渉するため、測定対象から除外する。
- ▶ 西面3階レベルの7点は、原子炉建屋の劣化防止対策と干渉するため、測定対象から除外した。

【これまでの点検結果概要】

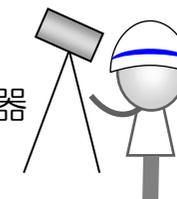
- ・ 第1回目(H24.5)および外壁面詳細点検(H24.6)、第2回目(H24.8)、第3回目(H24.11)、第4回目(H25.2)、第5回目(H25.5)において、外壁面に局所的な膨らみが見られたものの建屋全体としては傾いていないことを確認済み。

※: 階定点と上部階定点との水平距離。

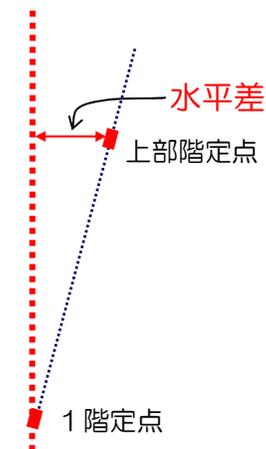


【凡例】 ●: 測定点 ■: 測定不可範囲

測定点



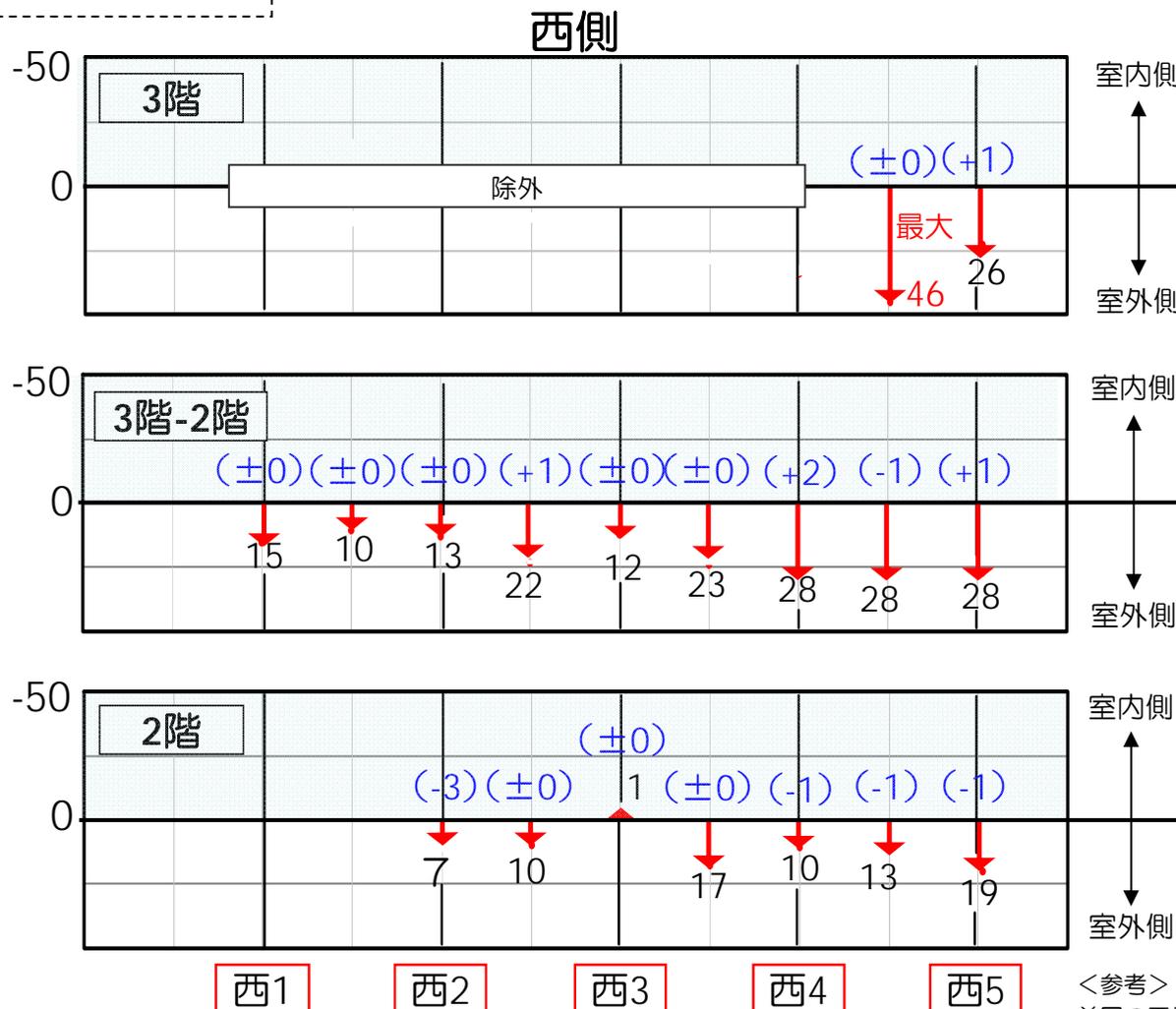
光学機器



★核物質防護の観点から一部画像処理を施しております。

2. 点検結果② 外壁面の測定（測定結果）

【凡例】() : 前回点検結果との差
(前回水平差 - 今回水平差)



水平差^{※1}の算出結果（単位：mm）

※1: 1階定点と上部階定点との水平距離

<参考>

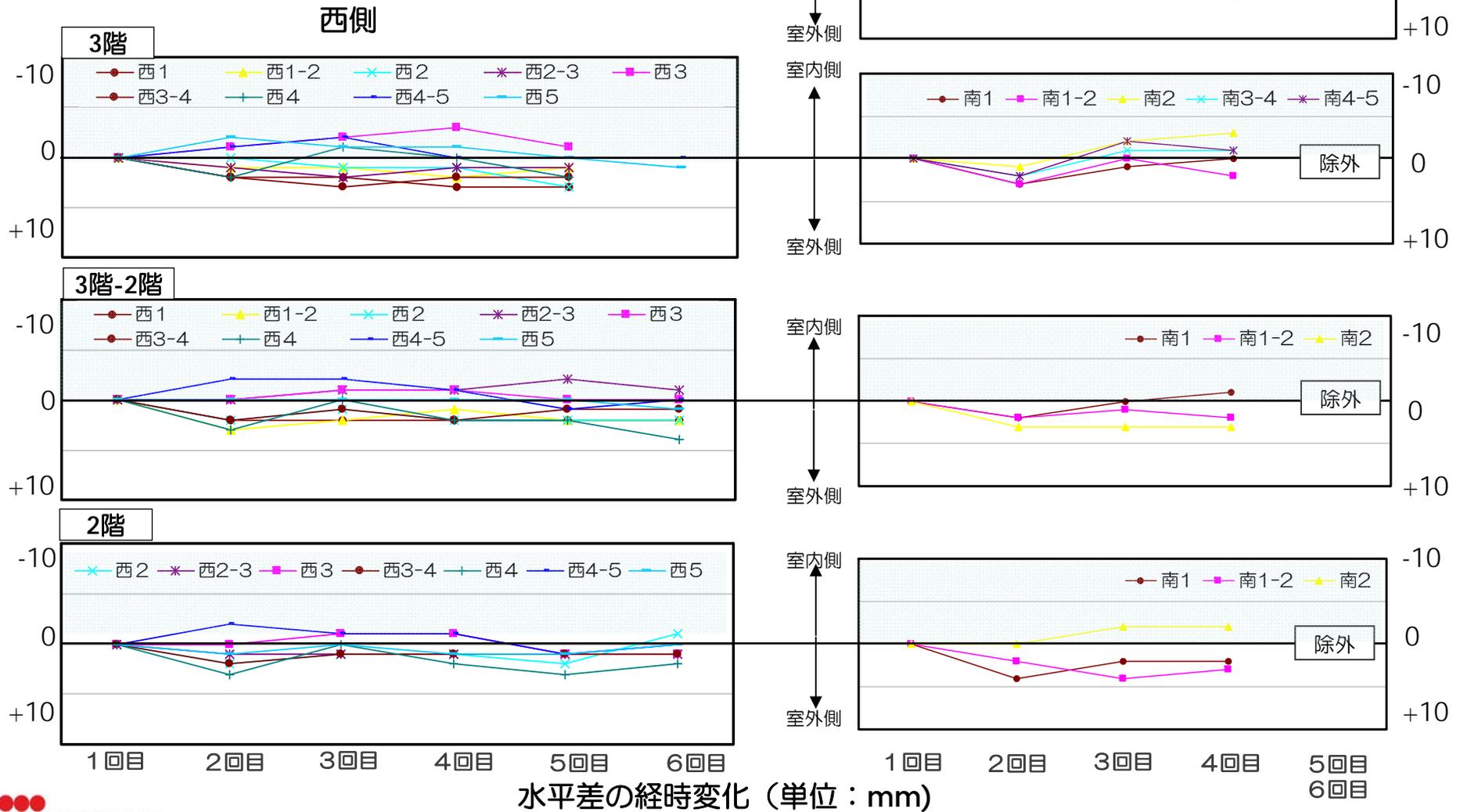
前回の平均気温；13.1℃

今回の平均気温；25.2℃

（気象庁HPの浪江の気象データを使用）

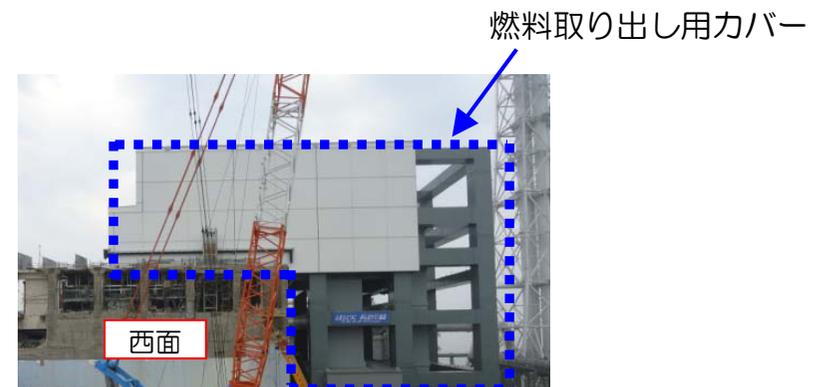
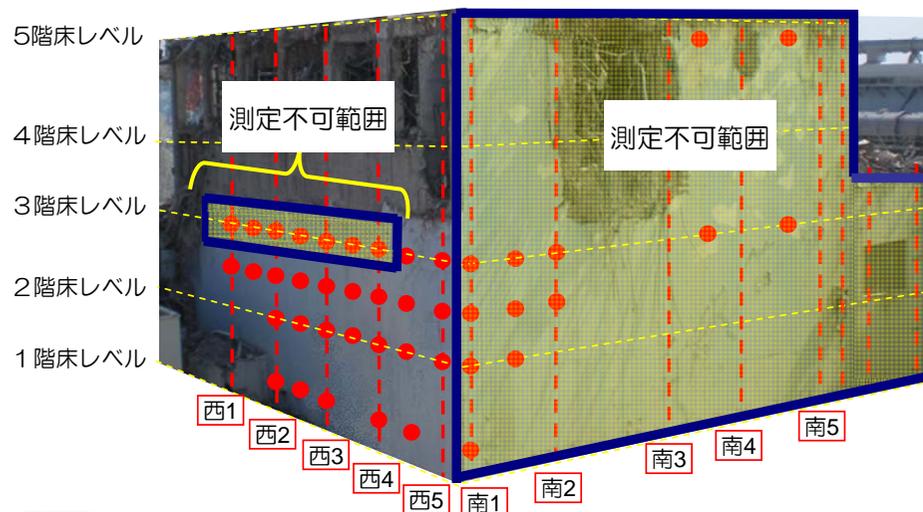
2. 点検結果② 外壁面の測定（測定結果）

➤ 第1回から第6回目までの水平差の経時的変化を確認したところ、建屋が傾いていくような兆候は見られなかった。



2. 点検結果② 外壁面の測定（考察）

- ▶ 水平差は、第1～5回目とほぼ同様の値となっている。
- ▶ 前回計測結果と若干の差が生じているのは、光学機器の計測誤差が±2mm程度であり、水平差で最大約4mmの誤差が生じる可能性があることや、コンクリートの熱膨張（熱膨張係数約 $7\sim 13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）により、5月と8月の月平均気温差で約4～7mmの差が生じる可能性があることが考えられる。
- ▶ 前回から、南面の測定は、燃料取り出し用カバーと干渉するため、測定対象から除外した。ただし、西面の測定結果および他の3項目の点検結果に有意な変化がないことから、南面の外壁についても有意な変化はないと類推している。



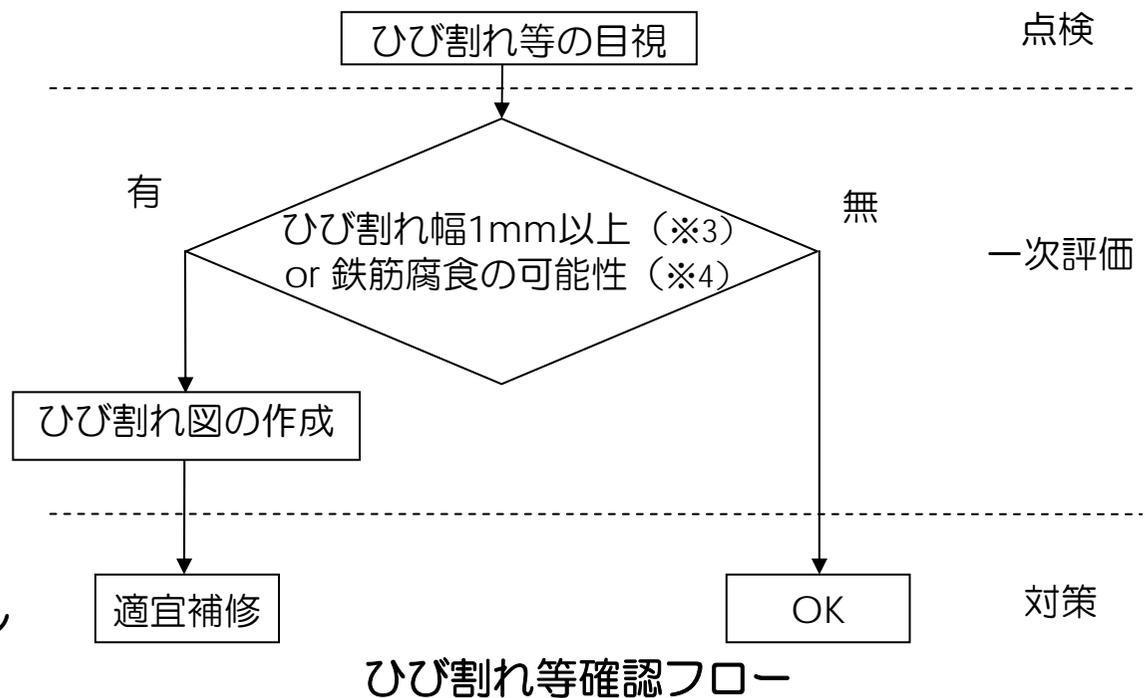
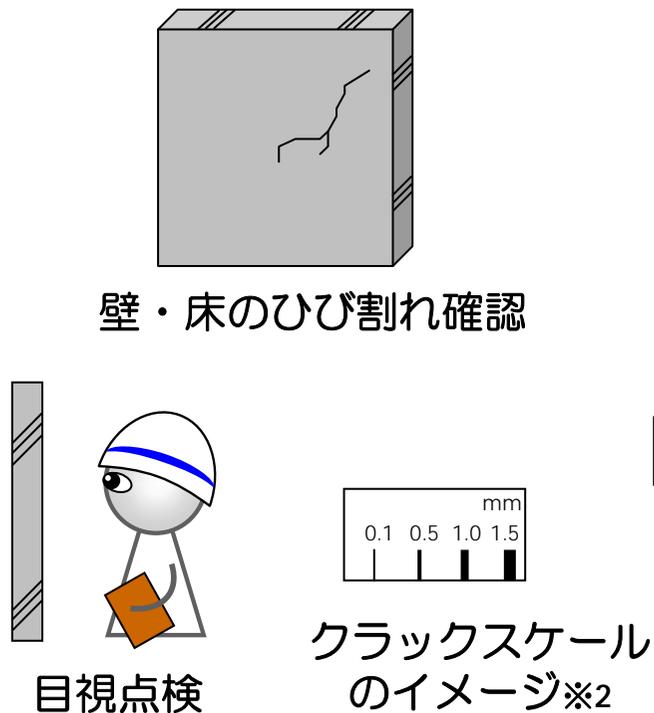
2. 点検結果③ 目視点検（計画、判定基準）

▶コンクリート床・壁にひび割れ等がないか目視により確認※¹を行った。幅1mm以上のひび割れ等があった場合は、適宜補修を実施する。

【これまでの点検結果概要】

・これまでの点検において、第1回目(H24.5)および外壁面詳細調査(H24.6)、第2回目(H24.8)、第3回目(H24.11)、第4回目(H25.2)、第5回目(H25.5)において幅1mm以上の有意なひび割れは確認されなかった。

※¹: 燃料取り出し用カバー工事と干渉しない点検可能な範囲で実施。



※² クラックスケール： ひび割れの幅を計測するもの。スケールを対象箇所当てスケール上の線の幅を読み取る。

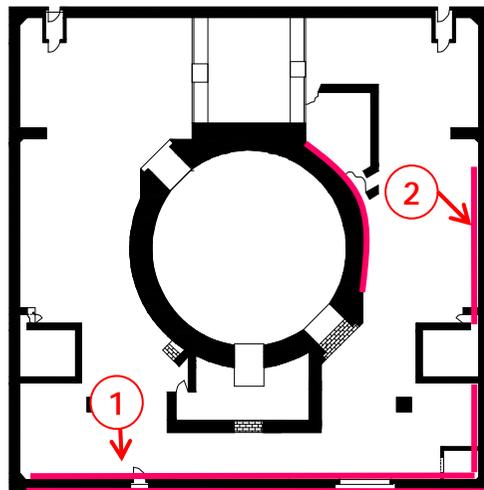
※³: ひび割れ幅1mm： 耐久性の観点で検討が必要になるひび割れ幅。
日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説」

※⁴: 点検対象部位において、耐久性に影響のある鉄筋の腐食が確認された場合。

2. 点検結果③ 目視点検（結果）

➤目視点検の結果、これまでの点検結果と同様に、1mm以上のひび割れや鉄筋腐食の可能性のあるひび割れは確認されなかったことから、有害な構造耐力上の劣化は無いものとする。

【凡例】 — 点検箇所



1階

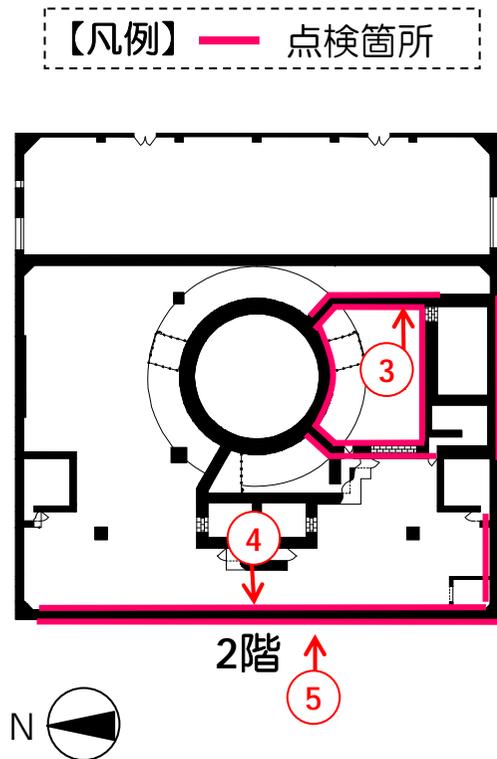


① 西面（内壁）



② 南面（内壁）

2. 点検結果③ 目視点検（結果）



③ SFPプール側壁面



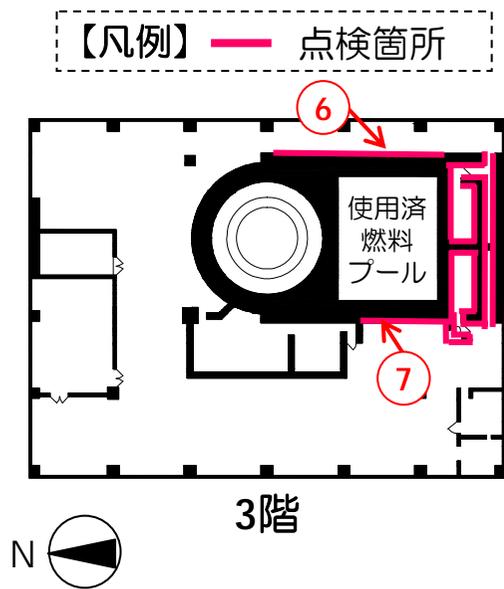
④ 西面（内壁）



⑤ 西面（外壁）

* SFP：使用済燃料プール

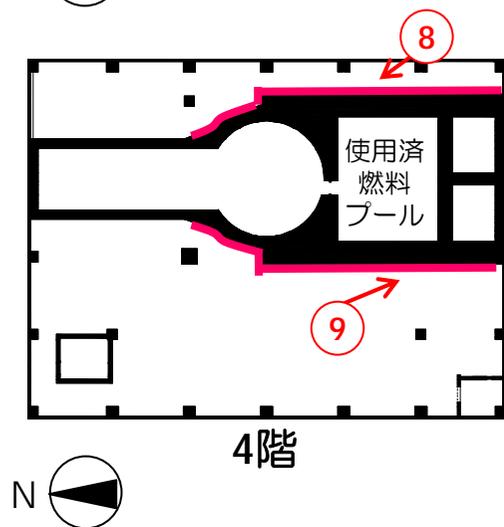
2. 点検結果③ 目視点検（結果）



⑥ SFP側壁面（東側）



⑦ SFP側壁面（西側）



⑧ SFP側壁面（東側）



⑨ SFP側壁面（西側）

* SFP：使用済燃料プール

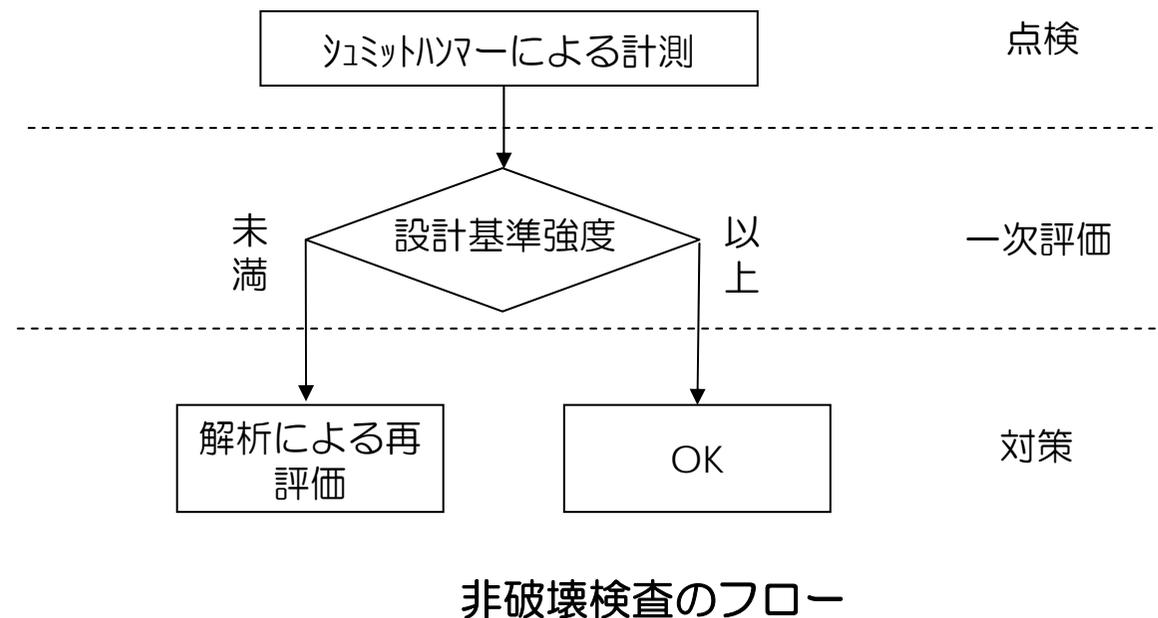
2. 点検結果④ コンクリートの強度確認（計画、判断基準）

▶非破壊検査（シュミットハンマー※¹）により、躯体のコンクリート強度を測定し、設計基準強度以上であるか確認※²を行った。

【これまでの点検結果概要】

・これまでの点検において、第1回目(H24.5)および外壁詳細調査(H24.6)、第2回目(H24.8)、第3回目(H24.11)、第4回目(H25.2)、第5回目(H25.5)において、全て設計基準強度以上であることを確認した。

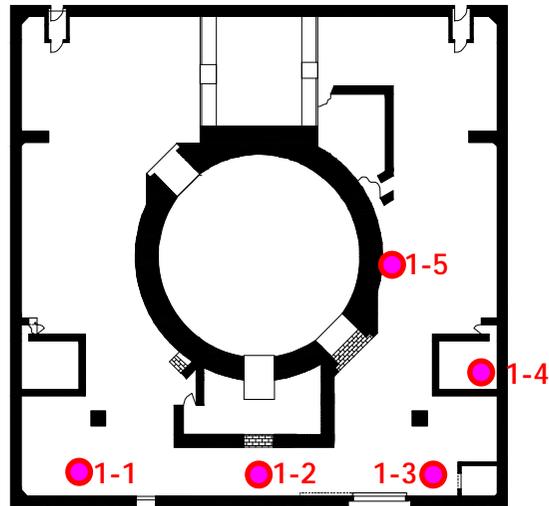
※2: 燃料取り出し用カバー工事と干渉しない点検可能な範囲で実施。



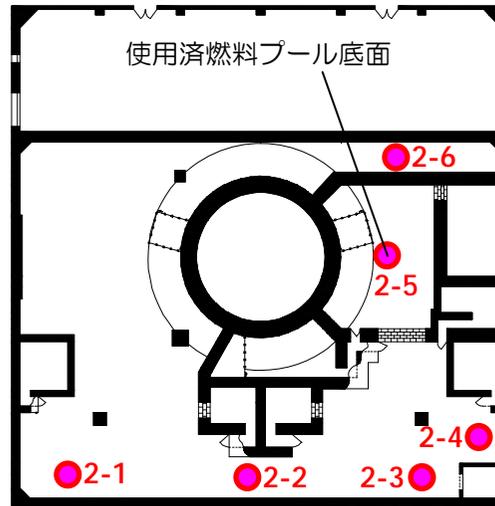
※1 シュミットハンマー法：コンクリートに打撃を与え、返ってきた衝撃により強度を推定する手法。構造物に損傷を与えずに検査が可能な非破壊検査手法である。

2. 点検結果④ コンクリートの強度確認（確認箇所）

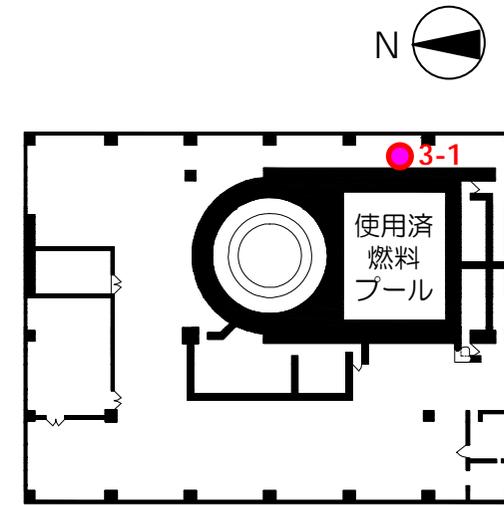
▶コンクリートの強度確認対象箇所※1を下図に示す。



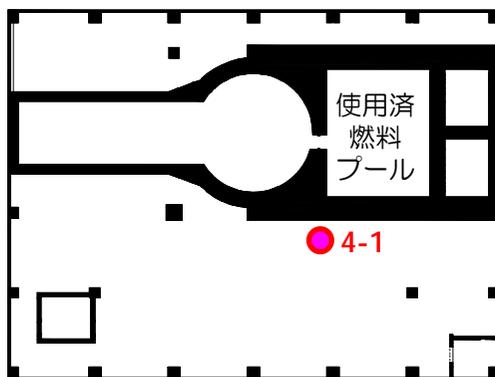
1階



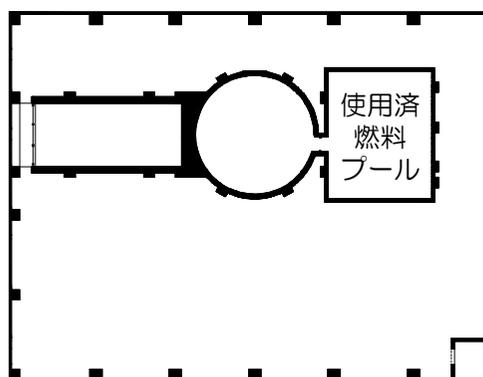
2階



3階



4階



5階

【凡例】 ● 対象箇所

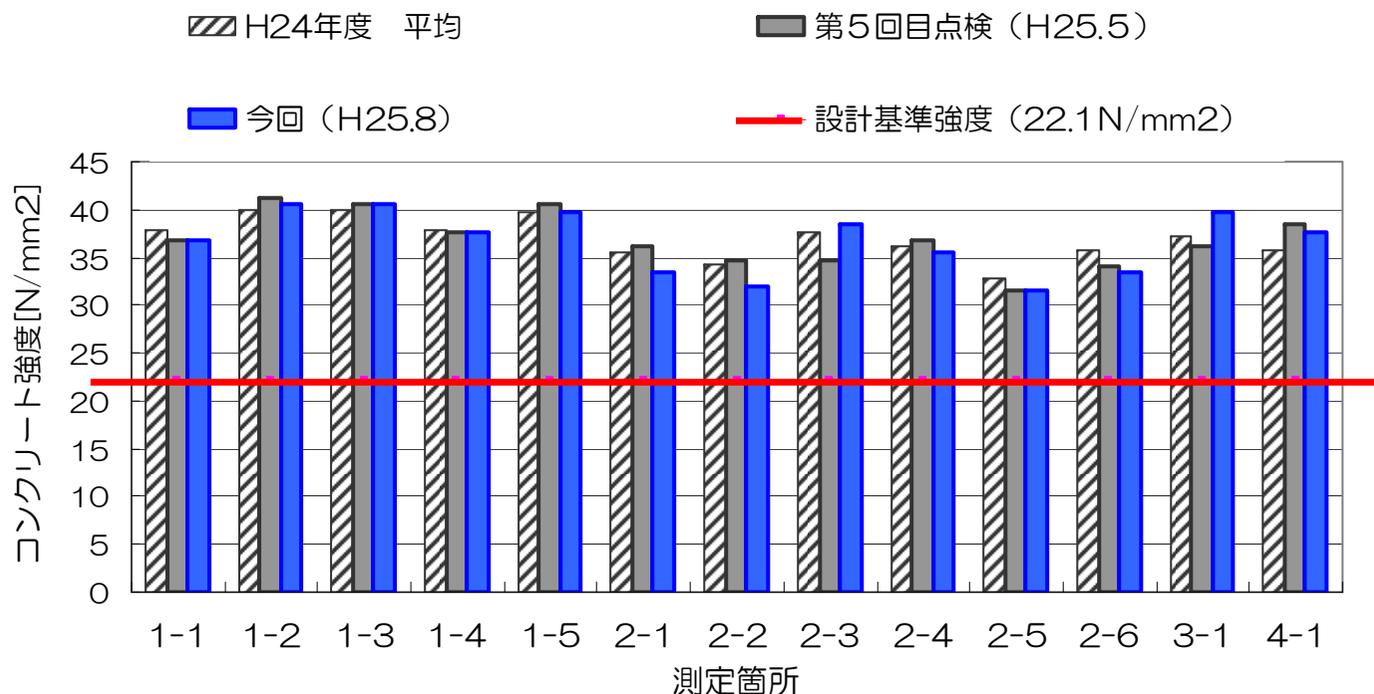
※1：測定箇所は前回測定位置近傍の若干異なる位置で測定した。

2. 点検結果④ コンクリートの強度確認（結果）

▶コンクリート強度確認の結果、これまでの点検結果と同様に、全ての測定箇所設計基準強度以上（ 22.1N/mm^2 ）であることを確認した。なお、測定箇所は前回の位置と若干異なること及びシュミットハンマーの測定誤差※1を考慮すると、今回の測定結果は前回と比べても大きな差はなく、強度変化はないと考える。

※1:「シュミットハンマーによる実施コンクリートの圧縮強度判定方法指針(案)」(昭和33年8月、社団法人日本材料試験協会)によると、実験値と強度判定式には約 3N/mm^2 程度のばらつきがみられる。

コンクリートの強度確認結果



まとめ

- ▶ 第6回目の定期点検の結果、建屋は全体として傾いておらず、構造強度に影響を及ぼすようなひび割れは見られなかった。コンクリート強度についても、十分な強度が確保されていることを確認した。
- ▶ 4号機原子炉建屋の状態は、第1～5回目定期点検時と比べて大きな変化はなく、安全に使用済燃料を貯蔵できる状態にある。
- ▶ 今後も、定期点検において経時的な変化を確認していく。
- ▶ 社外専門家（東京工業大学 瀧口克己 名誉教授）立ち会いのもと、「目視点検」を実施した。
- ▶ また、前回点検時に立ち会い頂いた、社外専門家（千葉工業大学 田村 和夫 教授）に、今回の点検結果を確認して頂いた。

社外専門家からのコメント

東京工業大学 瀧口 克己 名誉教授からのコメント

- ・ プール水位の計測により建物全体の挙動を捉えることが出来るので、これからも定期的な計測が必要と思う。ただし、外壁の局所的な変位データについては当初の目的を果たしており、こちらは作業員の被ばく抑制の観点からも頻度もしくは、必要性自体を見直した方が良いのではないかと。
- ・ 耐久性の観点からモルタルを吹き付けた所については、定期的に目視点検を行い錆汁が発生していないかを見ることで、健全性を確認すると良い。
- ・ 鉄筋コンクリート構造物は実耐力が大きいので、健全性等については全体の挙動を捉える事が肝要。

千葉工業大学 田村 和夫 教授からのコメント

- ・ 今は安定しているが、長期的な変化を観測するための新たなポイントを準備した方が良いのでは。なお、測定間隔は年一回程度でも十分だと思う。

社外専門家立ち会い状況〔東京工業大学 瀧口名誉教授〕



[右側]



[左から3人目（一番手前）]

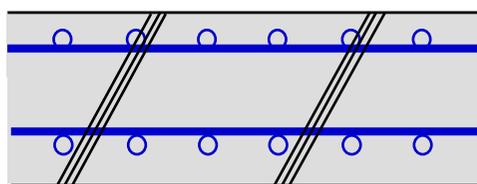
(参考) 4号機原子炉建屋の劣化防止対策の実施状況について

4号機原子炉建屋の柱・梁・壁の一部は、水素爆発によりコンクリート表面が剥離し、鉄筋が一部露出している。
このため、部材の耐久性確保の観点から、露出した部分を高圧洗浄した後、モルタルを吹き付ける劣化防止対策工事を2013年6月より実施中である。

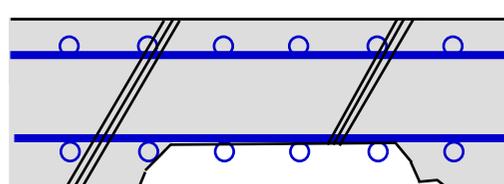
劣化防止対策工事のイメージ

(凡例) ■;鉄筋 □;コンクリート ■;モルタル吹き付け

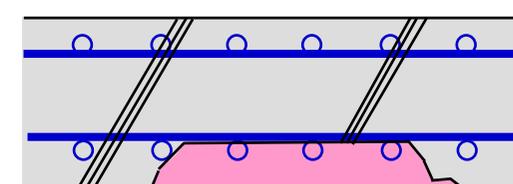
①地震前の状態



②鉄筋が露出した状態(対策前)



③モルタル吹き付け後の状態



劣化防止対策工事の実施状況

- ・実施日 平成25年 7月19日
- ・実施場所 南面外壁



写真1：対策 前



写真2：対策 後

以上