

1・3号機RPV代替温度計挿入先候補系統の絞り込み結果について

2013年5月30日
東京電力株式会社



無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

1. 概要

2

■「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における信頼性向上対策に係る実施計画」(H24年5月、7月に原子力・安全保安院へ提出)では、1、3号機のRPV代替温度計については、「**今年度(H24年度)中を目途に代替温度計の挿入先の候補系統の絞り込みを実施する**」としている。

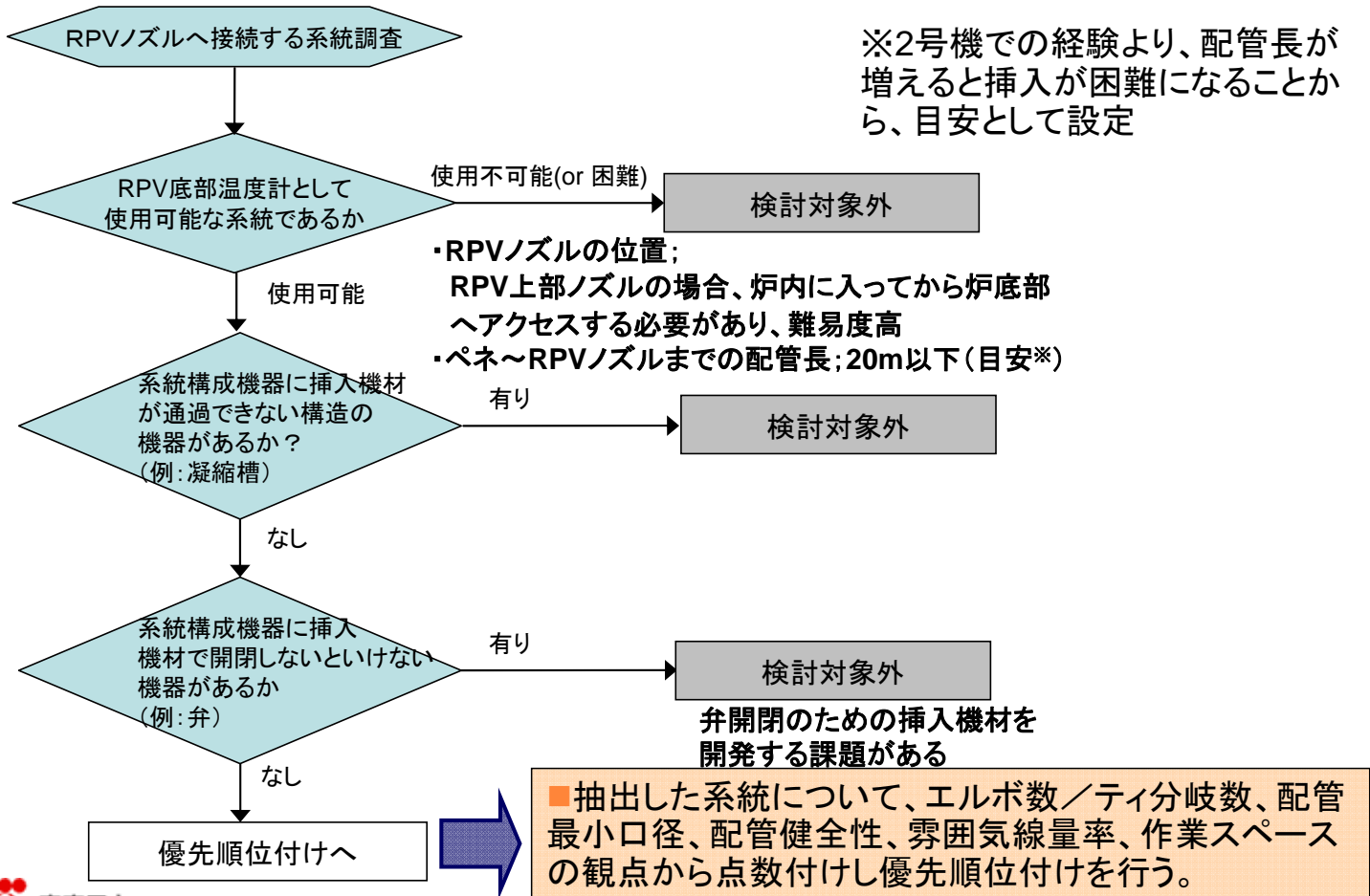
<実施内容>

- ① **RPV代替温度計設置先候補の検討(机上評価)(1、3号機)**
プロセス配管を含む全ての配管を検討対象として、その中からRPV底部温度を測定可能と考えられる系統を抽出し、優先順位付けを実施
- ② **現場調査(1号機のみ)**
作業エリアの状況、線量当量率の測定を目的とした現場調査を実施(調査可能な1号機R/B 1階北側エリアを対象)
- ③ **モックアップ試験(配管挿入試験)(1号機のみ)**
①で優先順位の高い候補について、モックアップ試験(配管挿入試験)を実施

※3号機については、除染／遮蔽による環境改善の状況を踏まえ、②、③を今後実施。

2. 絞り込み(机上評価)の考え方

3



3. 検討結果(概要)と今後の予定

4

検討結果

■1号機

JP計装A系を候補として選定

■3号機

再循環ライザー計装、JP計装A、B系を候補として選定

課題

■1号機

バウンダリ構築のための配管改造工法(切断・接続方法)の成立性確認

■3号機

現場調査、モックアップ試験(配管挿入試験)による実現性の判断、更なる絞り込み

■1号機

配管改造工法についてモックアップ試験を行い、工法を確立

→2013年10月目途

■3号機

環境改善※を実施後、現場調査を行い候補系統を具体化 →2014年3月目途

※優先順位の高い系統のある北西エリアに限定して先行実施を検討

1号機のRPV代替温度計の挿入先候補系統の絞り込み検討詳細

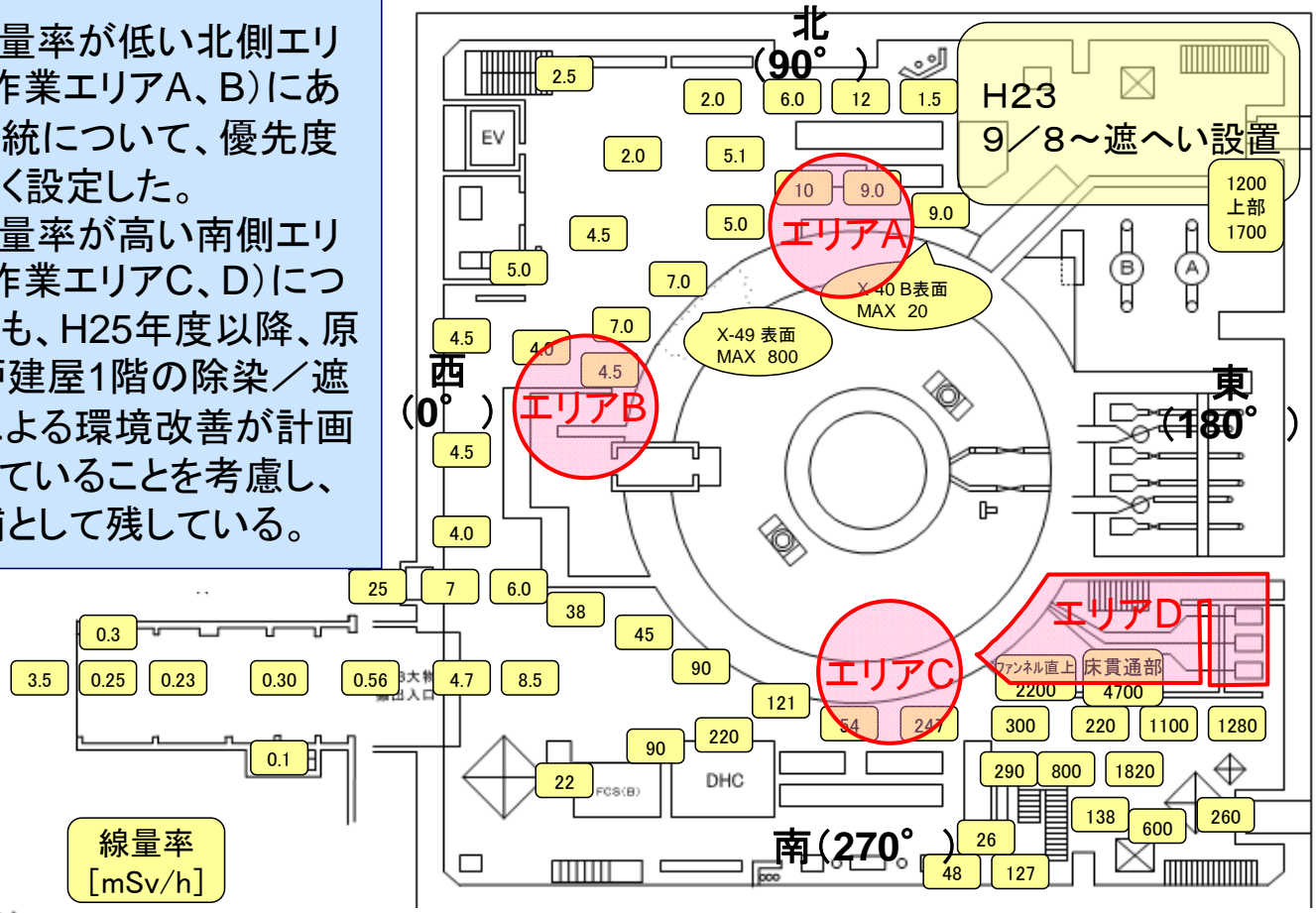
4-1. RPV代替温度計設置先候補の検討(机上評価)

作業 エリア	系統 名称	格納容器 貫通部 (ハネ) 番号	温度計の挿入性			1階床雰囲 気線量率 [mSv/h]	機材搬入 性、作業 スペース	総合 評価 (点数)	優先 順位 (暫定)
			L:エルボ数 T:ティ分岐数	配管最小 口径[mm]	配管 健全性				
A	①JP計装 A系	X-40A、 X-40B	○ L:8、T:0	△ オリフィス: 約Φ6	◎ シュラウ ド外側	◎ 5~10	○ 作業床上 (4.8m)	11	1
	②制御棒挿 入・引抜配管	X-37A、B X-38A、B	○ L:2、T:0	○ 20A配管 約Φ20	△ 炉底部 下側	◎ 5~10	○ 作業床上 (4.8m)	10	— ※ ¹
B	③差圧検 出・SLC系	X-27	△ L:8、T:2	△ オリフィス: 約Φ6	○ 炉底部 外周	◎ ~5	○ 作業床上 (5m)	9	2
C	④JP計装 B系	X-40C、 X-40D	○ L:8、T:0	△ オリフィス: 約Φ6	◎ シュラウ ド外側	× ~300	○ 作業床上 (4.9m)	8	3
	⑤制御棒挿 入・引抜配管	X-37C、D X-38C、D	○ L:2、T:0	○ 20A配管 約Φ20	△ 炉底部 下側	× ~300	○ 作業床上 (4.9m)	7	— ※ ¹
	⑥差圧検 出・SLC系	X-30	○ L:4、T:2	△ オリフィス: 約Φ6	○ 炉底部 外周	× ~300	○ 作業床上 (2.5m)	7	4
D	⑦TIP	X-35A、B、 C、D	◎ L:0、T:0	○ 案内管: 約Φ7	△ 炉底部 下側	× 未測定 (周辺~ 4700)	◎ TIP室 (0.5m)	9	2

※1:最終到達位置(CRDハウジングフランジ)ではRPV底部温度を代表できない。◎:3点、○:2点、△:1点、×:0点

4-2. RPV代替温度計設置先候補の検討(作業エリア) 7

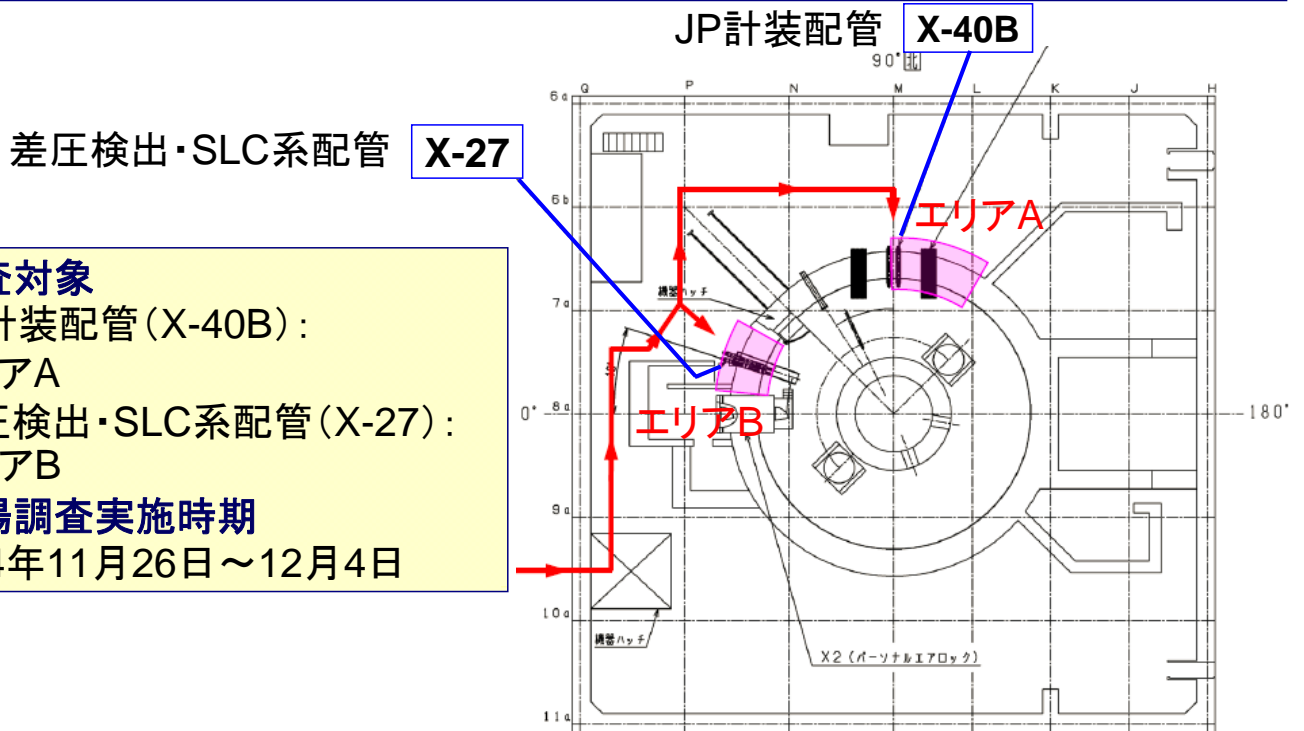
- 線量率が低い北側エリア(作業エリアA、B)にある系統について、優先度を高く設定した。
- 線量率が高い南側エリア(作業エリアC、D)についても、H25年度以降、原子炉建屋1階の除染/遮蔽による環境改善が計画されていることを考慮し、候補として残している。



5-1. 現場調査(調査の概要) 8

- 目的
比較的線量率が低く調査可能なR/B 1階北側エリア(作業エリアA、B)の対象PCV貫通部、作業床、その他設置工事に関わる部位について、線量及び作業スペース等を調査し、温度計の挿入先候補系統絞り込みの検討に反映する。

- 調査対象
JP計装配管(X-40B) :
エリアA
差圧検出・SLC系配管(X-27) :
エリアB
- 現場調査実施時期
H24年11月26日~12月4日

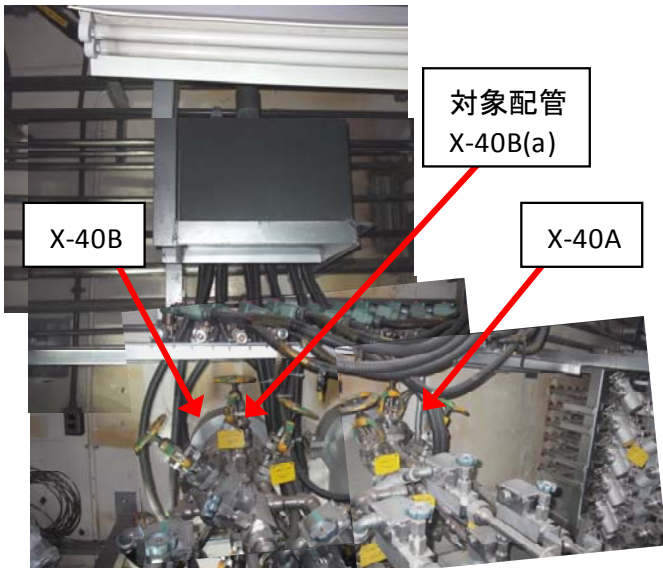


5-2. 現場調査(調査結果:X-40B)

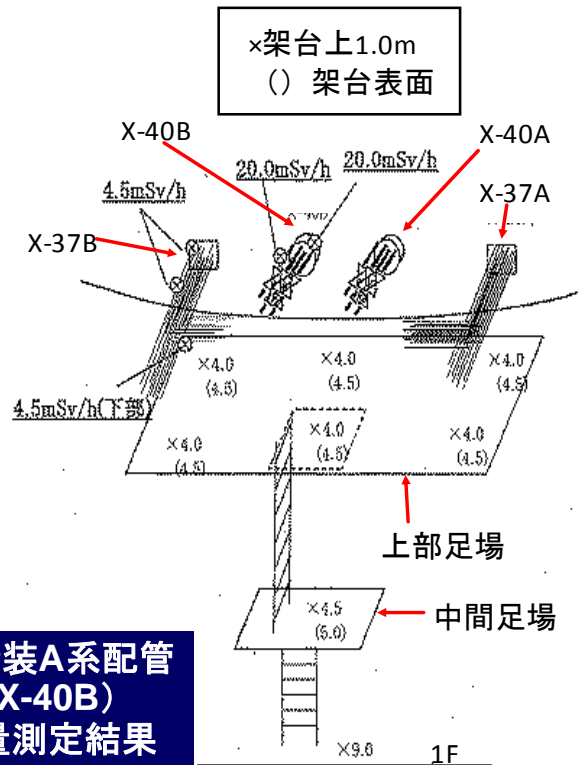
9

- 雰囲気線量は4.0~9.0mSv/hであり、X-40Bペネ表面が20.0mSv/hであった。
- アクセスルート上の障害物・干渉物が少なく、アクセス可能。
- X-40B周りの障害物(配管、サポート等)は少なく、上部足場にスペース有り。

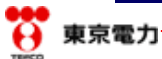
作業
可能



JP計装A系配管(X-40B)
状況写真



JP計装A系配管
(X-40B)
線量測定結果



東京電力

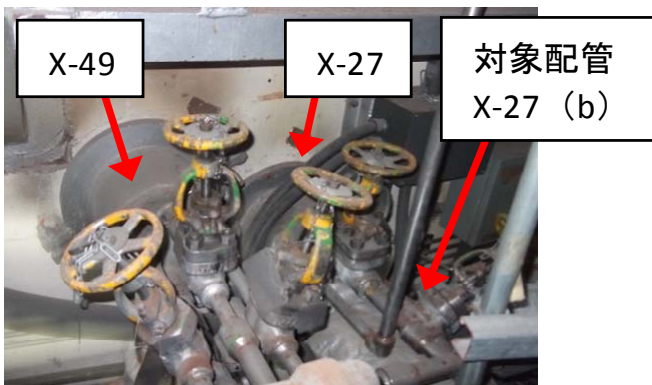
無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

5-3. 現場調査(調査結果:X-27)

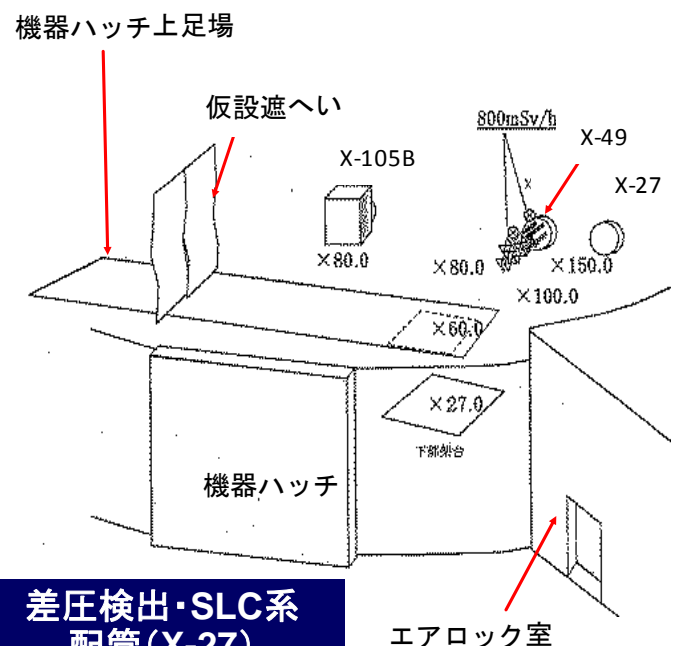
10

- 雰囲気線量は27.0~150.0mSv/hであり、X-27ペネ近傍のX-49ペネ表面で800mSv/hと高線量。
- アクセスルート上の障害物、干渉物が多く、アクセスは不可。
- X-27ペネ周りには障害物(配管、サポート等)が多く、作業スペースは狭隘。

作業
不可



差圧検出・SLC系配管(X-27)
状況写真



差圧検出・SLC系
配管(X-27)
線量測定結果



東京電力

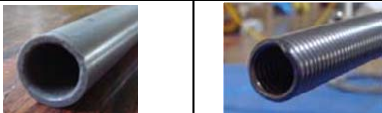
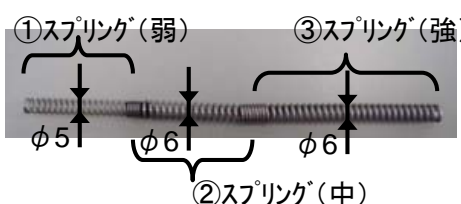
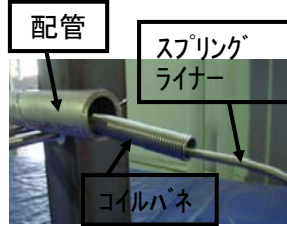
無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

6-1. 配管挿入試験(試験の概要)

- 優先順位の高いJP計装A系、差圧検出・SLC系について、配管挿入試験を実施。
- スプリングの強弱やそれらの組合せ、潤滑剤の種類、ガイド管の材質を変えて試験を実施。

表 挿入ツール部品一覧

: 採用済

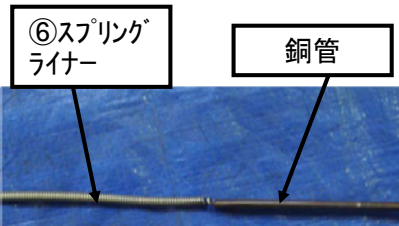
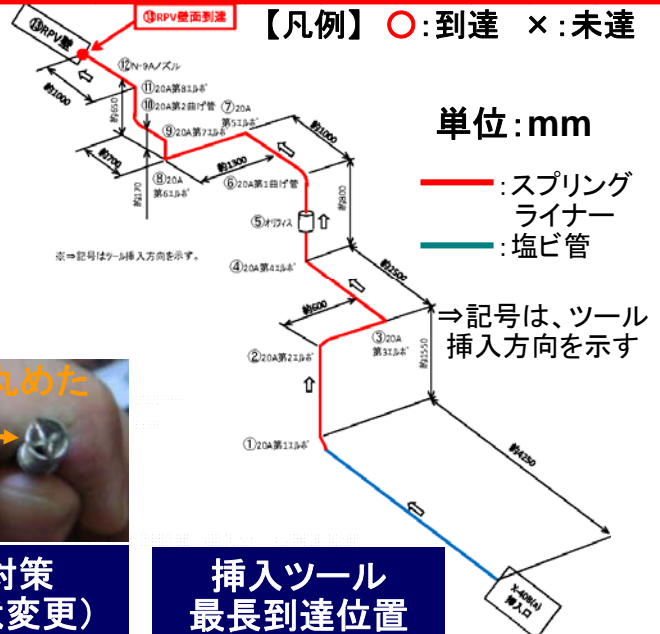
先端屈曲部材					主要挿入部材		
①スプリング(弱)	②スプリング(中)	③スプリング(強)	④スプリング(弱)	⑤スプリング(中)	⑥スプリングライナー	⑦スプリングライナー	⑧スプリングライナー
外径φ5 線径φ0.5	外径φ6 線径φ0.85	外径φ6 線径φ1.2	外径φ5 線径φ0.55	外径φ6 線径φ0.8	外径φ4.8 線径φ1.2	外径φ4.8 線径φ1.4	外径φ4.4 線径φ1.2
材質:SUS304-WPB					材質:SUS		
ガイド管				潤滑剤			
⑨塩ビ管		⑩コイルパネ		⑪シリコン滑走剤			
外径φ18.0 内径φ13.6		外径φ13.8 線径φ2.0					
材質:塩化ビニール		材質:SW-C					
							
				挿入ツールの組合せ例(先端外観;通常状態)			
							
				コイルパネ挿入状況			



6-2. 配管挿入試験(試験結果 JP計装A系:X-40B)

挿入ツール組合せ	試験条件		到達部位											到達時間 [min]	評価		
	軸力向上対策	挿入抵抗低減対策	①20A第1エルボ	②20A第2エルボ	③20A第3エルボ	④20A第4エルボ	⑤オリフイス	⑥20A第1曲げ管	⑦20A第5エルボ	⑧20A第6エルボ	⑨20A第7エルボ	⑩20A第2曲げ管	⑪20A第8エルボ			⑫RPV N-9A/スル	⑬RPV内壁面
①スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	—	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	1.0~3.0	不可
①スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	⑥スプリングライナー手元部を銅管に変更	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	2.0	不可
①スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	⑥スプリングライナーの手元部を銅管に変更	先端スプリング形状を変更	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4.0	可

- ガイド管に⑨塩ビ管を使用
- ⑪シリコン滑走剤を使用
- 軸力向上対策、挿入抵抗低減対策の実施により、RPV内壁面位置まで到達
- 再現性試験の結果、ほぼ100%(3/3)の割合で到達



軸力向上対策(銅管接続)



挿入抵抗低減対策(先端スプリング形状変更)

挿入ツール最長到達位置

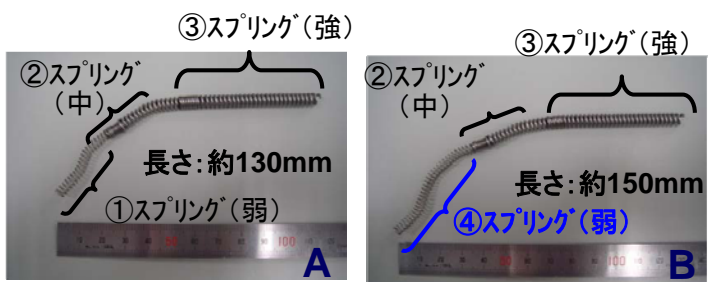


6-3. 配管挿入試験(試験結果 差圧検出・SLC:X-27) 13

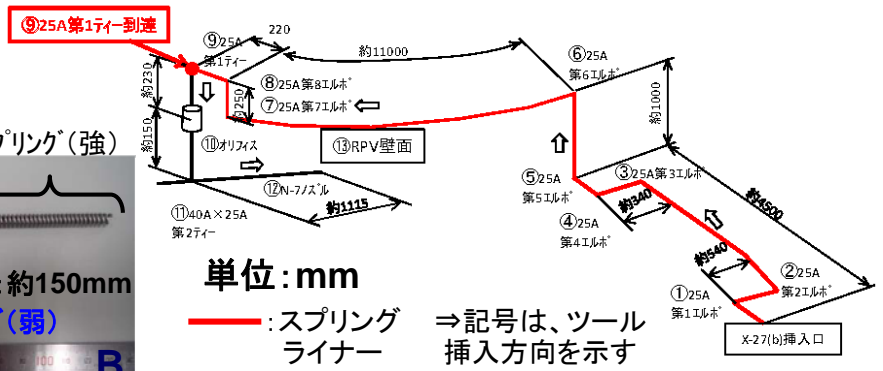
No.	挿入ツール 組合せ	試験条件		到達部位										到達 時間 [min]	評価			
		ガイド管	先端スプリング仕 様	①25A 第1エルボ	②25A 第2エルボ	③25A 第3エルボ	④25A 第4エルボ	⑤25A 第5エルボ	⑥25A 第6エルボ	⑦25A 第7エルボ (ロング)	⑧25A 第8エルボ (ロング)	⑨25A 第1ティー	⑩オリフス			⑪40A× 25A 第2ティー	⑫RPV N-7/7スル	⑬RPV 内壁面
1	①スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	—	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	2.5 ~3.0	不可
2	①スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	—	曲げ付加状態A	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	3.5 ~4.5	不可
3	④スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	—	曲げ付加状態B (構成材料変更)	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	4.5 ~5.5	不可
4	④スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	⑩コイルバネ を使用	曲げ付加状態B (構成材料変更)	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	5.0	不可

■ ⑪シリコン滑走剤を使用
■ 25A第1ティー分岐で直進して
しまい、RPV内壁面位置まで
到達不可

【凡例】 ○:到達 ×:未達



先端スプリング曲げ付加状態



挿入ツール最長到達位置



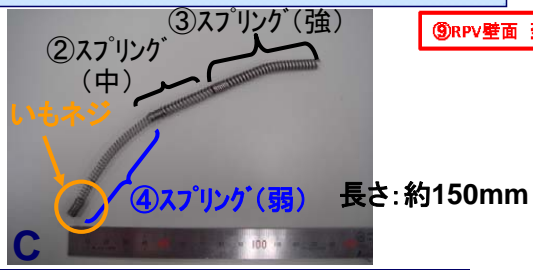
無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

6-4. 配管挿入試験(試験結果 差圧検出・SLC:X-30) 14

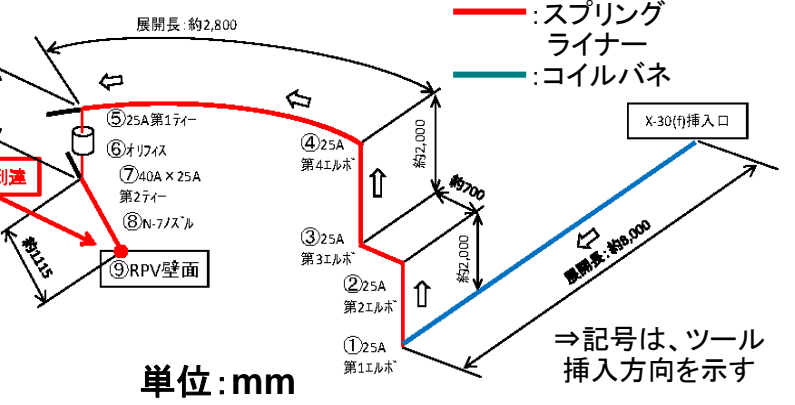
No.	挿入ツール 組合せ	試験条件		到達部位										到達 時間 [min]	評価
		ガイド管	先端スプリング仕 様	①25A 第1エルボ	②25A 第2エルボ	③25A第3 エルボ	④25A 第4エルボ	⑤25A 第1ティー	⑥オリフス	⑦40A× 25A 第2ティー	⑧RPV N-7/7スル	⑨RPV 内壁面			
1	①スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	—	—	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	3.0 ~4.0	不可
2	④スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	⑩コイルバネ を使用	曲げ付加状態C (構成材料変更 +重り追加)	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	3.0	不可
3	④スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	⑩コイルバネ を使用	曲げ付加状態C (構成材料変更 +重り追加)	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	3.0 ~4.0	不可
4	④スプリング(弱) +②スプリング(中) +③スプリング(強) +⑥スプリングライナー	⑩コイルバネ を使用	曲げ付加状態C (構成材料変更 +重り追加)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5.0	可

■ ⑪シリコン滑走剤を使用
■ 先端スプリングの曲げ量/曲げ方向を微
調整しRPV内壁面位置まで到達
■ 再現性試験の結果、50%(4/8)の割
合で到達

【凡例】 ○:到達 ×:未達



先端スプリング曲げ付加状態



挿入ツール最長到達位置



無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

7. RPV代替温度計設置先候補の絞り込み

■実現可能性のある系統を候補として残しつつ、JP計装A系を有力候補として選定。

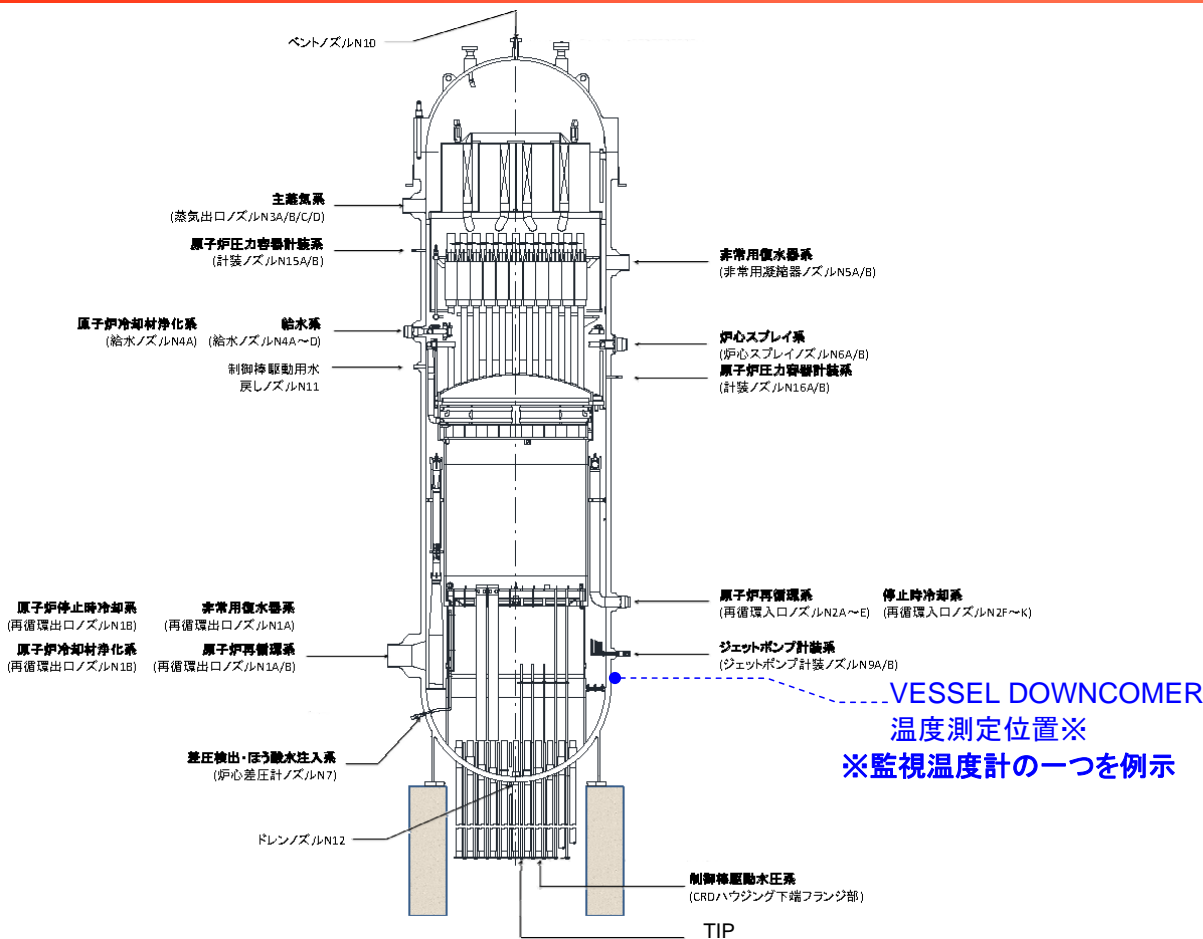
◎:3点、○:2点、△:1点、×:0点

系統名称	格納容器貫通部(ペネ)番号	温度計の挿入性			モックアップ試験結果	現場調査結果		総合評価(点数)	優先順位
		L:エルボ数 T:ティ分岐数	配管最小口径[mm]	配管健全性		雰囲気線量率[mSv/h]	機材搬入性、作業スペース		
①JP計装A系	X-40A、X-40B	○ L:8、T:0	△ オリフイス:約Φ6	◎ シュラウド外側	◎ (RPV内壁面到達可)	○ 20(ペネ表面)	○ 作業床上(4.8m) 上部足場にスペース有	13	1
③差圧検出・SLC系	X-27	△ L:8、T:2	△ オリフイス:約Φ6	○ 炉底部外周	× (N-7ノズルへ到達不可)	× 800(近傍のX-49ペネ表面)	× 作業床上(5m)狭隘	4	×
④JP計装B系	X-40C、X-40D	○ L:8、T:0	△ オリフイス:約Φ6	◎ シュラウド外側	◎ 類似のJP計装A系で代表	× ~300	○ 作業床上(4.9m)	11	2
⑥差圧検出・SLC系	X-30	○ L:4、T:2	△ オリフイス:約Φ6	○ 炉底部外周	○ (50%の割合でRPV内壁面到達可)	× ~300	△ 作業床上(2.5m)	8	3
⑦TIP	X-35A、B、C、D	◎ L:0、T:0	○ 案内管:約Φ7	△ 炉底部下側	未実施	× 周辺~4700	◎ TIP室(0.5m)	—	4※

※配管健全性は索引装置Ch位置に依存
東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

【参考】RPV接続系統とノズル位置(1号機)



3号機のRPV代替温度計の挿入先候補系統の絞り込み検討詳細

8-1. RPV代替温度計設置先候補の検討(机上評価)

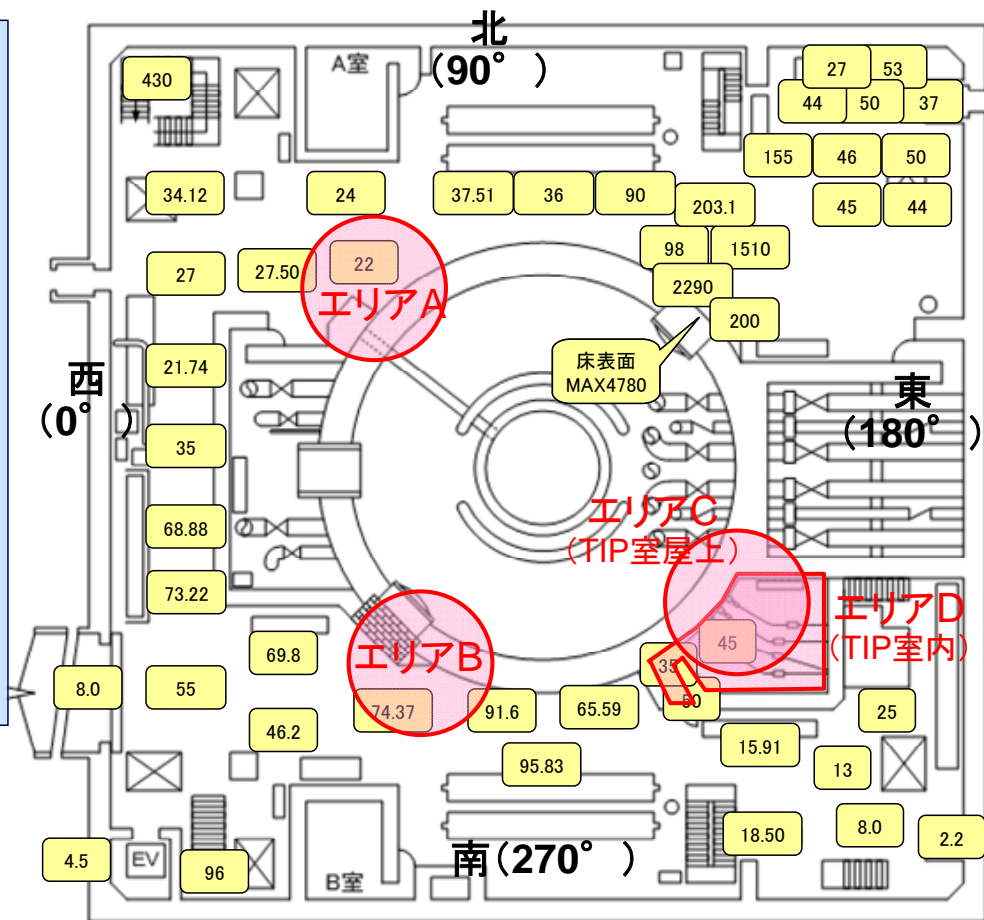
作業 エリア	系統 名称	格納容器 貫通部 (ハネ) 番号	温度計の挿入性			雰囲気線量 率(参考) [mSv/h]	機材搬入 性、作業 スペース	総合 評価 (点数)	優先 順位 (暫定)
			L:エルボ数 T:ティ分岐数	配管最小 口径[mm]	配管 健全性				
A	①JP計装 A系	X-40A、 X-40B	○ L:6~9、 T:0	△ オリフィス: 約Φ6	◎ シュラウ ド外側	~25	○ 作業床上 (5.3m)	8	1
	②差圧検 出・SLC系	X-27A/B	△ L:9~10、 T:1~3	△ オリフィス: 約Φ6	○ 炉底部 外周	~25	○ 作業床上 (4.5m)	6	3
A, C	③再循環 A系(ライ ザー計装)	X-49C、D (エリアA) X-50C、D (エリアC)	△ L:7~14、 T:1~2	△ オリフィス: 約Φ6	◎ シュラウ ド外側	A: ~25 C: 不明	○ 作業床上 (5.3m)	7	2
	④再循環 B系(ライ ザー計装)	X-49A、B (エリアA) X-50A、B (エリアC)	○ L:4~9、 T:1~2	△ オリフィス: 約Φ6	◎ シュラウ ド外側	A: ~25 C: 不明	○ 作業床上 (5.3m)	8	1
B	⑤JP計装 B系	X-40C、 X-40D	○ L:8~10、 T:0	△ オリフィス: 約Φ6	◎ シュラウ ド外側	~75	○ 作業床上 (5m)	8	1
C	⑥差圧検 出・SLC系	X-51A	△ L:6、T:3	△ オリフィス: 約Φ6	○ 炉底部 外周	未測定	○ 作業床上 (4.8m)	6	3
D	⑦TIP	X-35A、B、 C、D	◎ L:0、T:0	○ 案内管: 約Φ7	△ 炉底部 下側	未測定	◎ TIP室 (1.5m)	9	(1)*

*配管健全性は索引装置Ch位置に依存

◎:3点、○:2点、△:1点、×:0点

■H25年度以降、原子炉建屋1階の除染／遮蔽による環境改善が計画されていることから、現状の雰囲気線量率は評価に入れずに候補を選定

■机上評価の結果、今後の現場調査により候補を更に絞り込むこととし、現時点では複数の系統(再循環ライザー計装、JP計装)を有力候補として選定



【参考】RPV接続系統とノズル位置(3号機)

