

### 平成27年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金

# 原子炉格納容器漏えい箇所の 補修技術の開発

# 平成28/29年度成果報告

# 平成30年7月 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

無断複製·転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 ©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

#### 目 次



- 1. 研究の背景・目的
- 2. 実施項目とその関連、他研究との関連
- 3. 実施スケジュール
- 4. 実施体制図
- 5. 実施内容と成果
  - (1)PCV水張りまでのプロセス検討及び計画 の策定
  - (2) PCV下部補修技術の開発
    - 1)S/C脚部補強
    - 2)ベント管内埋設による止水
    - 3)S/C内充填による止水
    - 4)真空破壊ライン埋設による止水
    - 5)接続配管のバウンダリ構築技術
    - 6)トーラス室壁面貫通部等の止水技術

- (3)PCV上部他補修技術の開発
  - 1)シール部の止水技術(機器ハッチ)
  - 2)配管ベローズ補修技術
  - 3)D/Wシェルの補修技術
- (4)補修工法の実機適用に向けた環境改善の概念検討
- 6. まとめ

(補足資料)

- ・燃料デブリ取り出し時の想定PCV水位と止水
   範囲(1~3号機)
- ・想定PCV水位の総合評価結果(2~3号機)

- 1. 研究の背景・目的
  - 燃料デブリ取り出しのために原子炉格納容器(PCV)を補修して水を張る目的 は下記4点である。
  - 燃料デブリ・炉内構造物に付着する放射性物質からの放射線の<u>遮へい<sup>※1</sup></u>
     燃料デブリ・炉内構造物の切削・移動時の<u>ダストの飛散防止<sup>※2</sup></u>
  - ③ 燃料デブリの<u>冷却維持</u>

く高濃度汚染水封じ込め>

- ④ 燃料デブリ切削時に発生するデブリ粉(α核種)<sup>※3</sup>を含んだ高濃度汚染水の封じ込め
- ※1:水遮へいにより上部取り出しの作業エリア となるオペフロの線量を低減する
- ※2:燃料デブリを水没させることにより、デブリ 切削時に発生するダストを水で捕獲する
- ※3:現在のPCV内滞留水の主な核種はCs、Sr、 H3であるが、燃料デブリ取り出し時には、 これらの核種にデブリ粉(Pu等のα核種) が加わる。



No.3



### 2. 実施項目とその関連、他研究との関連



No.4

### 2. 実施項目とその関連、他研究との関連







#### IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning



IRID



# 5. 実施内容と成果



# (1)PCV水張りまでのプロセス検討及び計画の策定

#### 【目的】 ③PCV止水工法の総合評価 燃料デブリ取り出し時の想定PCV水位ケース分け 各ケースに対して、PCV補修の目的、安全要求、想定漏えい と止水箇所整理による実現性の高い水位の提示。 量、作業の総被ばく量、耐震性等を評価指標とした評価結果を 実施した(次頁及び補足資料参照)。異常漏えい時の汚染水 【課題】 閉じ込めと総被ばく線量による1次絞込みと許容漏えい量等の バウンダリ前提条件・方針に基づく、バウンダリン 評価結果から、実現性の高いPCV水位は、1号機は下図のケ 案(水位と止水範囲ケース)の策定。 ース1(かけ流し冷却)であり、かけ流し水位で燃料デブリの冷 却不可の場合はケース2-2(ダウンカマ止水)との結果が得ら 【成果概要】 れた。 □ : 一次バウンダリ П:一次バウンダリ ①バウンダリの考え方の策定 ・バウンダリ構成(前提条件)は以下に設定した。 シアラグ点検ロ シアラグ点棒ロ T.P. 27124 T.P. 27124 く気相> 1次バウンダリ:PCV、セル 2次バウンダリ:R/B、コンテナ く液相> 1次バウンダリ:PCV <sup>7</sup>水位 T.P. 5044 2次バウンダリ:トーラス室※ T.P. 5864 (※地下水と建屋内の水位差管理(地下水水位>建 屋内水位)によりアウトリークを防止) ・バウンダリの確保の方針は下記の通りとした。 (PCV循環設備 PCV循環設備 真空破壊ライン補償 ガイドパイプ く液相> ベント管付根下蛸 PCV循環設備 T.P. 503 排水設備 動的機器による建屋内外の水位差を管理し、放 T.P. 4744 排水設備 T.P. 474 ダウンカマ止力 射性物質の放出抑制。 水の流れ 壁面貫通部最( ダウンカマ下端 T.P. 24 S/C内水位 く気相> ストレーナト前 ラス室水位 T.P. -2366 TP 523 地下水水位 動的機器による圧力差(負圧)を管理し、放射性 <sup>T.P.-2666</sup> ケース2-2(PCV水位:真空破壊ライン下) ケース1(PCV水位:ベント管付根下端) 物質の放出抑制。 図1.1 実現性の高いPCV水位と止水範囲ケース(1号機) ②バウンダリ案の策定 【まとめ】 ①の方針に基づき、想定PCV水位と必要な止水 バウンダリ案策定による各水位及び止水ケースに対して、総 範囲を号機毎に8~10ケースに分類、整理した(詳 合的評価を実施し、実現性の高いPCV水位を複数案提示した。 細は補足資料参照)。



No.9

#### **No.10**

#### 表1.1 想定PCV水位の総合評価結果(1号機)

評価項目		1	2-1	2-2	3	4	5	6	7
	放射線の遮へい (物理的な遮へいで代替可能であるため、すべて〇)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ダスト飛散防止 (デブリ切削時に発生するダストの水での捕獲効果を考慮しない場合でも平常時の 被ばく線量は平常時の目標線量である100 μ Sv/y以下を満足する見通しのため、す べて〇)	0	0	0	0	0	0	0	0
PCV補修、 水張りの目 的	燃料デブリの冷却 ○:現状水位以上 △:現状水位以下(今後の確認が必要、現状水位より大きく変わらないケースには+ を追記)	Δ	Δ+	Δ+	0	0	0	O / 1次絞	O り込み
	汚染水閉じ込め(異常時の機能要求の地下水水位>トーラス室水位を維持) 〇:維持 ×:維持できない可能性有	0	0	0	0	×	×	×	×
		∆ (×)*1	O (x)*1	∆ (×)*1	O (×)*1	O (x)*1	O (×)*1	O (x)*1	O (x)*1
漏えい量と許容漏えい量との比較(許容漏えい量:3.0m <sup>3</sup> /h(暫定)) 〇:漏えい量<許容漏えい量 ×:漏えい量>許容漏えい量		0	0	0	×	×	×	×	×
気相バウンダ 〇:現状水位 ム:現状水位 リがS/Cまでと	リを負圧維持するための設備容量への影響 レベルの気相バウンダリと比較して、開口面積が同等、あるいは小さい レベルの気相バウンダリと比較して、開口面積が大きくなる可能性あり(気相バウンダ たなるケースには-を、S/Cまでは広がらないケースには+を追記)	Δ-	Δ+	Δ+	0	0	0	O / 1次絞	O J込み
止水作業にか O: 20人・Sv未 ×: 20人・Sv以 またはR/	かる総被ばく線量※2 満 上 181階の高線量エリアである南側とアクセスできていないSHC-P室での作業が必要	O 9.908	×	× 49.060	×	×	×	×	×
適用が必要なPCV補修技術の技術成熟度 〇:4以上(技術成熟度4:実用化研究段階(試作レベルの機能試験を実施したもの)) ×:4未満(技術成熟度3:応用研究段階(従来の経験を応用、組合せによる開発段階))		0 4	× 3	× 3	× 3	×	×	×	×
PCVの耐震性(耐震性影響評価PRJで検討) ○:弾性解析評価OK (S/C脚部補強有) △:弾塑性解析評価OK		0	Δ	∆*3		(S/C脚部	 未評価 (S/C脚部補強有で評価しており、S/C脚音 無での評価は未実施)		
総合評価 〇:実現性高い ×:実現性低い		0	×	×	×	×	×	×	×

※1 1号機はサンドクッションドレンラインからの漏えいが止められない場合は、水位低下/PCV下部止水を実施してもトーラス室へのデブリ粉の拡散は継続する。

※2 1Fでの年間総被ばく線量を100人・Svとし、その20%を止水作業に充てられるものと仮定 ※3 弾塑性解析でS/C脚部は許容値以内であるが、ダウンカマ取付部は許容値を超えることが分かった。万一ダウンカマ取付部が破損することを想定しても、 S/C内バッファ容量が十分大きいため機動的対応が可能である。(耐震性影響評価PRJでの検討結果)



#### (2)PCV下部補修技術の開発 1) S/C脚部補強



IRID

**No.11** 

※ T.P.: 東京湾平均海面

### (2)PCV下部補修技術の開発 1) S/C脚部補強

#### No.12

径方向に22.5°ピッチで

ひび割れを設定した

#### 【成果概要】 ①S/C支持の有効性の確認 ■補強材の強度分布の検討

1号機は2016年度に検討した強度算定式を用いて、ま た2号機は楢葉実規模試験の結果に流動解析(全周 モデル)を加味して、それぞれの強度分布図を作成し た。強度分布図により、補強材の圧縮強度が、耐震評 価による要求強度を全域で満足することを確認した。



図2.1.3 S/C脚部補強材の強度分布

#### 主911 は冷けの口錠没度性ウ結甲

122.1.1	市口虫(クレノノ	,们因反了	世化加不						加不	
ユニット	A 打設部初 期強度*	B 流動 低下	C 合流 低下	D=A-(B+C) 推定最低 強度	E 要求強度	判定 (D>E)	ひび 割れ	A 発生圧縮 応力(S=3)	B 要求 強度	
1号機	22.1	-6.8	-4.0	11.3	2.4 以上	合	有り	6.0	8.4	22.5
2号機	22.1	-0	-4.0	18.1	8.4 以上	合	<b>無し</b> (比較用)	6.3	(2号機)	(2号機)
*:楢葉宇	ミ規模試験の	打設点の	0103d⊐	アの圧縮強度	単位	<u>ל</u> : N/mm²		单位	<u>፡</u> : N/mm²	図2.1.5 ひび割れを考慮した評価モデル



発生する圧縮応力は安全率 (S)=3を考慮しても要求強度よ り小さく、S/Cの支持性能に影 響は無いものと考えられる。



IRID

(2)PCV下部補修技術の開発 1)S/C脚部補強



IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

**No.13** 

**No.14** 

#### 【目的】

ベント管内を止水材で埋設止水し、S/Cへの汚染水漏えいを防止し、D/W内に水位形成する工法の開発。





#### **No.15**

【成果概要】 ①遠隔補修装置の改良 遠隔補修装置とツール、カメラ等を組合せたモックアッ プ試験を実施し、視認性、設置・回収作業の確実性や 操作性の向上等を確認した。 監視系 S/C内視認用カメラ 新歌カメラA



図2.2.2 遠隔補修装置の監視カメラ設置状況

#### ②閉止補助材の改良

インフレイタブルシールの遠隔固縛解除機構の実装、 布材の強度向上、展開時方向制御冶具の改良、空気・ グラウト同時供給方法の検討を行い、1/2スケール、 1/1スケール要素試験でその効果を確認した。





図2.2.3 インフレイタブルシールの展開状況

②副閉止補助材の改良 候補材である液状ゴム、重量骨材の要素試験にて、目 詰効果から重量骨材を選定した。重量骨材へのゴムコー ティングにより目詰性を向上させ、閉止補助材による隙 間形状を模擬した1/1スケール要素試験を実施し、目詰 可能であることを確認した。



図2.2.4 閉止補助材による隙間形状を模擬した試験体



図2.2.5 模擬試験体による1/1スケール要素試験結果



**No.16** 

#### ③止水材の検討

IRID

ベント管用に施工性を改良した耐放射線性ゴム材を開発した。1/4スケール充填・耐圧試験を実施し、最大漏水量 26mL/min(0.3MPa時)の良好な結果が得られた。これまでの可塑性グラウト、ゴム、自己充填コンクリートの3種止水 材と補修材の要素試験結果を総合的に検証し、止水性と施工信頼性の観点から補修材と自己充填コンクリートの組 合せ工法を選定した。



**No.17** 



IRID

**No.18** 

⑥1/1スケールベント管止水試験 1/1スケール試験体に遠隔補修装置ツール、監視カメラを用いて設置した閉止補助材、副閉止補助材を設置し、自 己充填コンクリートを充填し、止水可能であることを確認した。



#### 【まとめ】

- ・自己充填コンクリート止水材と補修材を組み合わせた工法を選定し、1/1スケールの実模擬ベント管試験により、 流水環境下の止水を確認し、補修材施工後の加圧試験により0.4MPaまでの止水性能を確認した。
- ・実機向け課題として、閉止補助材展開の確実性向上(管理項目の要素試験による精査、展開失敗時のやり直し機構の追加)や自己充填コンクリートの流動性・経時変化の改善、施工時間の短縮等を抽出した。

IRID

### (2)PCV下部補修技術の開発 3)S/C内充填による止水

#### 【目的】

S/C内を止水材で充填し、S/Cからトーラス室への汚染水漏えい(S/C損傷部、ストレーナー)及びD/WからS/Cへの汚染水漏えい(クエンチャ、ダウンカマ)を防止し、S/C内及びD/W内に水位、バウンダリを形成する工法の開発。





# (2)PCV下部補修技術の開発 3)S/C内充填による止水

#### **No.20**



#### IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

## (2)PCV下部補修技術の開発 3)S/C内充填による止水

(7)S/Cガイドパイプの検討 S/Cガイドパイプの設置フローを策定し、機能検証 試験によりS/C形状計測、ガイドパイプ同士の接続、 S/C表面処理、S/Cとガイドパイプの接続、耐圧・漏 えい確認、コーティング、S/C穿孔の一連手順が成 立可能であることを確認した。 ガイドパイプ内衫 ガイドパイプ S/C トラニオン 取付寸法 約640mm ガイドパイプ 外径 約560mm ガイドパイプ ガイドパイプ ガイドパイプ ガイドパイプ シール装置 接続コネクタ

S/C

図2.3.4 S/Cガイドパイプ及びシール装置の概要





No.21

# (2)PCV下部補修技術の開発 4)真空破壊ライン埋設による止水

No.22



表2.4.1 ガイドパイプの設置

No.	確認事項	試験結果
1	<ul> <li>・遠隔での据付性</li> <li>・遠隔でのモニタリング性</li> <li>・ガイドパイプと真空破壊ラインの接合部の水密性(0.02MPa)</li> </ul>	<ul> <li>・1階フロア上からガイドパイプを モニタリングしながら組立て、 真空破壊ラインに設置できるこ とを確認した。</li> <li>・ガイドパイプと真空破壊ライン の接合部の水密性(0.02MPa) があることを確認した。(接合部 のシールは、シリコンパッキン)</li> </ul>



図2.4.2 フレキシブルガイドパイプの固定

表2.4.2 真空破壊ラインへの穴あけ

No.	確認事項	試験結果
2	・穴あけ加工時のモニタ リング性 ・穴あけ可否	<ul> <li>・穴あけ中にエンドミルのトルク 値を監視することで、適切なタ イミングで装置の回収およびエ ンドミルの交換をすることで、真 空破壊ラインに穴あけをできる ことを確認した。</li> </ul>



## (2)PCV下部補修技術の開発 4)真空破壊ライン埋設による止水

No.23





IRID

### (2)PCV下部補修技術の開発 5)接続配管のバウンダリ構築技術

IRID

No.24



# (2)PCV下部補修技術の開発 5)接続配管のバウンダリ構築技術

③フランジ等からの外部漏えい防止の検討 適正な施工手順を検討し、吹付施工により目標水頭 圧(0.05MPa)で漏えいの無いことを確認した。

[止水材] ウレタンゴム系止水材(吹付)

[吹付施工] 吹付ノズルで外面から吹付けることで止水処置





図2.5.4 弁フランジ通しボルト部吹付状況(500A配管フランジ)

④配管内アクセス装置の検討 実機形状を部分模擬した要素試験により、治具の搬送・設置が可能であることを確認した。





IRID

No.25

(2)PCV下部補修技術の開発 6)トーラス室壁面配管貫通部等の止水技術 No.26

#### 試験体概略図 【目的】 壁面模擬 止水材 吹付けノズル 外側スリーブ トーラス室壁面配管貫通部を止水し、トーラス室から ポリウレア系止水材 内側スリーブ 🛱 の汚染水漏えいを防止する工法の開発。 【課題】 T/B、Rw/B側から配管貫通部へのアクセスし、干渉物 撤去後、対象部の汚れや錆び除去と止水材吹付けの 配管 溒隔施工性。 発砲ウレタン 充填ノズル Rw∕B R∕B 50mm 発泡ウレタン施工範囲 ウレタンゴム系止水材 ブーツラバー, シール剤等 発泡ウレタン充填後 止水材施工後 吹付けノズル 貫通配管 ▶ 止水材施工範囲 1300mm 500mm 図2.6.2 二重スリーブ貫通部の止水材施工試験状況 図2.6.1 二重スリーブ配管貫通部の止水工法イメージ 表2.6.1 二重スリーブ貫通部の耐圧試験結果

#### 【成果概要】

ピット内配管貫通部と二重スリーブ配管貫通部につき、 ポリウレア系とウレタンゴム系による止水工法の適用性 を検討した。

高圧ジェット洗浄(バックアップ工法として還元剤系除 錆剤)による錆び取りと、ウレタンゴム系の止水材との組 合せ工法に適用性があることを確認した。







IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

# (3)PCV上部他補修技術の開発 1)シール部の止水技術(機器ハッチ) No.28

ブラスト法とレーザークリーニング法の効果的な施工 条件を見出した。溶接ギャップ、段差の試験片では、電 流・電圧の低下等でスパッタが多く発生する傾向にあっ た。





図3.1.3 各ツールによる遠隔施工試験状況

③施工装置の改善検討

要素試験結果より実機適用見通しを得るために試作 装置の改善検討を行った。専用装置の軸構成とし、遠 隔でのアクセスと各ヘッドのティーチング作業性向上が 可能な仕様とした。フランジ部の乾燥効果向上の専用 ヘッドと錆取りヘッドおよび寸法測定ヘッドを追加して、 溶接性および止水材の施工性向上を可能な仕様とした。 また、ステップの干渉部の除去加工を可能な仕様とした。



IRID

### (3)PCV上部他補修技術の開発 2)配管ベローズ補修技術

No.29





#### 表3.2.1 電気ペネ試験体の耐圧試験結果

N₽	施工方法	錆び有無	耐圧性 (-1.0kPa)	耐圧性 (0.45MPa)
1	ウレタンゴム系	なし	0	0
2	ポリウレア系	なし	×	×

IRID

## (3)PCV上部他補修技術の開発 3)D/Wシェルの補修技術

No.30



```
セス性、取り扱い性の比較検討を実施した。
```

IRID



### (4) 補修工法の実機適用に向けた環境改善の概念検討

#### 【目的】

燃料デブリ取り出し時の水位選定のための評価検討項目の一つとして、各水位におけるPCV下部補修止水作 業にかかる被ばく量の評価。

【課題】PCV下部補修止水作業を成立させるための達成方法の検討と課題の抽出。



図4.1環境改善検討の目的と目標達成のアプローチ





IRID

# 6. まとめ

(1) PCV水張りまでのプロセス検討および計画の策定

気中でのデブリ取り出しへ向けて、PCV補修の目的、安全要求、作業被ばく量、耐震 性等を指標として、実現性の高いPCV水位の評価を実施し、評価結果から実現性の高 いPCV水位を複数案提示した。

(2) PCV下部補修技術の開発

1)S/C脚部補強

平成29年度に実施された実規模試験体への補強材打設後の強度と、流動解析・シ ミュレーションによる評価結果から、補強の有効性確認と実機適用性を検証した。 2)ベント管内埋設による止水

耐放射線性ゴム及び自己充填コンクリートによる止水材と重泥水による補修材の開 発を行い、止水材に選定した自己充填コンクリートによる1/1スケールの模擬ベント管 試験にて流水下での施工性と0.4MPaまでの止水性能を確認した。

3)S/C内埋設による止水

1/1スケール試験によりS/C損傷孔、クエンチャ、ストレーナの止水が可能なことを確認し、施工及び水位制御に必要なS/Cガイドパイプ施工試験により、施工成立性を確認した。

4)真空破壊ライン埋設による止水

止水プラグおよび止水プラグ挿入装置のフレキシブルガイドパイプからのインストール 性を改良し、1/1スケール試験体を用いた施工試験を実施し、施工性と止水性能を確 認した。耐水圧試験では、0.45MPaにおいて漏えいのないことを確認した。



- 5)接続配管のバウンダリ構築技術
  - 各種接続配管の内外への止水材や補修方法の開発と、遠隔施工およびアクセス装置の要素開発を実施し、工法の成立性を確認した。
- 6)トーラス室へ壁面貫通部等の止水技術 高圧ジェット洗浄錆取りとウレタンゴム系止水材の組合せ工法の適用性があることを 確認した。
- (3) PCV上部他補修技術の開発
- 1)シール部の止水技術(機器ハッチ)
  - 多関節アームを用いた遠隔施工(錆取り、溶接、補修他)の要素試験により課題を抽出し、各ヘッドとアクセス装置の改善検討により、実機適用の見通しを得た。
- 2)配管ベローズ補修

止水材吹付け工法を検討し、ウレタンゴム系止水材の適用性があることを確認した。 3)D/Wシェルの補修

水中、高放射線下でのシェル損傷漏えい部の補修工法の見通しを得た。

(4)補修工法の実機適用に向けた環境改善の概念検討

PCV下部補修止水作業の被ばく線量評価を実施し、打設箇所や止水作業削減による 被ばく線量低減工法の検討と課題の抽出を実施した。また、環境改善による被ばく低減 の効果も確認した。





# (補足資料)



#### 燃料デブリ取り出し時の想定PCV水位と止水範囲(1号機) (1/2)

ケース	ケース1	ケース2-1	ケース2-2	ケース3
PCV水位	T.P. 5,031	T.P. 5,864	T.P. 5,864	T.P. 7,564 (現状水位レベル)
燃料デブリ 取り出し工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法
バウンダリ 範囲概要図				Image: constraint of the constraint
止水範囲 必要な環境改 善エリア	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口が大きい貫 通部のインリーク対策)</li> <li>・真空破壊ライン補修(インリーク対 策1箇所のみ)</li> <li>・D/Wシェル補修</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置(一次バウン ダリ)</li> <li>・R/B1階北西エリア、TIP室、X-6周辺 エリア</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口が大きい貫 通部のインリーク対策)</li> <li>・真空破壊ライン補修(インリーク対 策1箇所のみ)</li> <li>・D/Wシェル補修</li> <li>・ベント管止水</li> <li>・PCV下部接続配管止水</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>・R/B1階全域</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口が大きい貫 通部のインリーク対策)</li> <li>・真空破壊ライン補修(インリーク対 策1箇所のみ)</li> <li>・D/Wシェル補修</li> <li>・ダウンカマ止水</li> <li>・PCV下部接続配管止水</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>・R/B1階全域(SHCポンプ室除く)</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口が大きい貫 通部のインリーク対策)</li> <li>・真空破壊ライン止水(8箇所)</li> <li>・D/Wシェル補修</li> <li>・ベント管止水</li> <li>・PCV下部接続配管止水</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>・R/B1階全域</li> </ul>
= - フ 異常時の影響		建屋内水位<地下水水位	建屋内水位<地下水水位	建屋内水位<地下水水位



#### 燃料デブリ取り出し時の想定PCV水位と止水範囲(1号機) (2/2)

ケース	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7
PCV水位	T.P. 12,564	T.P. 18,564(炉底部冠水)	T.P. 22,564(炉心部冠水)	T.P. 37,159(ウェル満水)
燃料デブリ 取り出し工法	・気中-上アクセス工法	・気中-上アクセス工法	・水中-上アクセス工法	・水中-上アクセス工法
バウンダリ 範囲概要図	作意いウス ・ 次パウンダリ シアラグ 点検ロ T.P. 27124 ・ アング 点検ロ T.P. 27124 ・ アング 点検ロ T.P. 27124 ・ アング 点検ロ ・ アング ・ ロー ・ ロー ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	作まい22 ・アンダウンダリ ・アンダウム酸ロ エア・27124 ・ ・ ・ アンダム酸ロ エア・27124 ・ ・ アンダム酸ロ エア・27124 ・ ・ ・ アンダム酸ロ エア・27124 ・ ・ ・ アンダム酸ロ エア・27124 ・ ・ ・ アンダム酸ロ エア・27124 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	作量vrウス ・一次v行ウンダリ ・フラヴ 点線ロ エP. 27124 水位 TP. 22584 「P. 22584 での個種設備 ・文学管力・止水 ・ 一次校園山	作泉いウス ・一次(ウンダ) 水位 T.P. 37159 ンアラグ 点板ロ アークブ 点板ロ アークブ 点板ロ マークブ 点体ロ マークブ 二 マークブ 二 マークブ 点体ロ マークブ 二 マークブ 二 マークブ マークブ 二 マークブ 二 マークブ マークブ 二 マークブ 二 マークブ 二 マークブ マークブ 二 マークブ 二 マークブ 二 マークブ マーク マークブ マークブ マークブ マークブ マークブ マークブ マークブ マークブ マ
		など手が、 スレーナまは、 ケウンカマド緒 レア・24 ・ 5/5回部総督 ・ 5/5回部総督 下 2-266 ・ ア・24 ・ ア・25 ・ ア・24 ・ ア・24 ・ ア・25 ・ ア・24 ・ ア・24 ・ ア・24 ・ ア・25 ・ ア・24 ・ ア・24 ・ ア・25 ・ ア・24 ・ ア・25 ・ ア・24 ・ ア・25 ・ ア・25 ・ ア・2 ・ ア・25 ・ ア・2 ア・25 ・ ア・25 ・ ア・25 ア・25	ダウンカマ下摘 TP-24         アンチャー スレーナ上米           ダウンカマ下摘 TP-24         アンチャー スレーナ上様 アト 73           メビーナ上様 TP-528         ア・ア・73           メビーナ上様 TP-528         ア・ア・74	
止水範囲	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 (T.P. 12,564以下)</li> <li>真空破壊ライン止水(8箇所)</li> <li>D/Wシェル補修</li> <li>ベント管止水</li> <li>クエンチャ/ストレーナ止水</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)※</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> </ul>	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 (T.P. 18,564以下)</li> <li>真空破壊ライン止水(8箇所)</li> <li>D/Wシェル補修</li> <li>ベント管止水</li> <li>クエンチャ/ストレーナ止水</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> </ul>	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 (T.P. 22,564以下)</li> <li>真空破壊ライン止水(8箇所)</li> <li>D/Wシェル補修</li> <li>ベント管止水</li> <li>クエンチャ/ストレーナ止水</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)※</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> </ul>	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 (すべて)</li> <li>真空破壊ライン止水(8箇所)</li> <li>D/Wシェル補修</li> <li>ベント管止水</li> <li>クエンチャ/ストレーナ止水</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> </ul>
必要な環境改 善エリア	・R/B1階全域	・R/B1階全域(高所も含む)	・R/B1/2階全域(高所も含む)	・R/B1/2/3階全域(高所も含む)
異常時の影響	建屋内水位>地下水水位	建屋内水位>地下水水位	建屋内水位>地下水水位	建屋内水位>地下水水位



#### **No.38**

#### 燃料デブリ取り出し時の想定PCV水位と止水範囲(2/3号機)(1/2)

ケース	ケース1	ケース1'	ケース2-1	ケース2-2	ケース3-1	ケース3-2
PCV水位	T.P. 4,394	T.P. 4,394	T.P. 5,564	T.P. 5,564	T.P. 7,564	T.P. 7,564
燃料デブリ 取り出し工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法	・気中-上アクセス工法 ・気中-横アクセス工法
バウンダリ 範囲概要図		PCV.(7)-5'URB PCV135 PCV135 PCV135 PCV135 PCV755	PCV.157257100000	PCV.(*)-5*U188	PCV/C2-57 UBM PCV/D2-57 UBM PCV/D5 PC	PCV:52:52 UBDE PCV:85
		1-)1200 1-)				
止水範囲	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口 が大きい貫通部のイ ンリーク対策)</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置 (一次バウンダリ)</li> <li>・S/C内充填止水(2号 機)</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口 が大きい貫通部のイ ンリーク対策)</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置 (一次バウンダリ)</li> <li>・S/C内充填止水(2号 機)</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口 が大きい貫通部のイ ンリーク対策)</li> <li>・ベント管止水</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置 (排水ポンプ設置用)</li> <li>・S/C内充填止水(クエ ンチャ埋設)</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口 が大きい貫通部のイ ンリーク対策)</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置 (排水ポンプ設置用)</li> <li>・S/C内充填止水(ダウ ンカマ止水、クエン チャ埋設)</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口 が大きい貫通部のイ ンリーク対策)</li> <li>・ベント管止水</li> <li>・PCV下部接続配管止 水</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置 (排水ポンプ設置用)</li> <li>・S/C内充填止水(クエ ンチャ埋設)</li> </ul>	<ul> <li>・機器ハッチ補修(開口 が大きい貫通部のイ ンリーク対策)</li> <li>・PCV下部接続配管止 水</li> <li>・S/Cガイドパイプ設置 (排水ポンプ設置用)</li> <li>・S/C内充填止水(ダウ ンカマ止水、クエン チャ埋設)</li> </ul>
必要な環境 改善エリア	・R/B1階全域(2号機) ・R/B1階西エリア、南西 エリア(3号機)	・R/B1階全域(2号機) ・R/B1階西エリア、南西 エリア(3号機)	・R/B1階全域	・R/B1階全域	・R/B1階全域	・R/B1階全域
異 常時の 影響	建屋内水位 <地下水水位	建屋内水位 <地下水水位	建屋内水位 <地下水水位	建屋内水位 <地下水水位	建屋内水位 <地下水水位	建屋内水位 <地下水水位



#### 燃料デブリ取り出し時の想定PCV水位と止水範囲(2/3号機) (2/2)

ケース	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7
PCV水位	T.P. 12,564	T.P. 17,564(炉底部冠水)	T.P. 22,564(炉心部冠水)	T.P. 38,484(ウェル満水)
燃料デブリ 取り出し工法	・気中-上アクセス工法	・気中-上アクセス工法	・水中-上アクセス工法	・水中-上アクセス工法
バウンダリ 範囲概要図	Т-328/EB Т-3386	Родина         - склория           - склория         - склория           - склория         - склория           - слава         - склория	Envisorial de la construir de	1         Ски/су-су уща разви         ск/су су у           1         ск/су су у         ск/су           1         ск/су         ск/су           1
止水範囲 必要な環境改 善エリア	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 T.P. 12,564以下</li> <li>ベント管止水</li> <li>S/C内充填止水(クエンチャ埋設)</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> <li>R/B1階全域</li> </ul>	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 T.P. 17,564以下</li> <li>ベント管止水</li> <li>S/C内充填止水(クエンチャ埋設)</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> <li>R/B1階全域(高所も含む)</li> </ul>	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 T.P. 22,564以下</li> <li>ベント管止水</li> <li>S/C内充填止水(クエンチャ埋設)</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ設置用)</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> <li>R/B1/2階全域(高所も含む)</li> </ul>	<ul> <li>PCV上部貫通部、接続配管止水 (すべて)</li> <li>ベント管止水</li> <li>S/C内充填止水(クエンチャ埋設)</li> <li>PCV下部接続配管止水</li> <li>S/Cガイドパイプ設置(排水ポンプ 設置用)</li> <li>S/C脚部補強</li> <li>トーラス室壁面貫通部止水</li> <li>R/B1/2/3階全域(高所も含む)</li> </ul>
異常時の影響	建屋内水位>地下水水位	建屋内水位>地下水水位	建屋内水位>地下水水位	建屋内水位>地下水水位



**No.40** 

### 想定PCV水位の総合評価結果(2号機)

評価項目		1	1'	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7
	放射線の遮へい (物理的な遮へいで代替可能であるため、すべて〇)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCV補修、 水張りの目 的	ダスト飛散防止 (デブリ切削時に発生するダストの水での捕獲効果を考慮しない場合でも平常 時の被ばく線量は平常時の目標線量である100µSv/y以下を満足する見通しの ため、すべて〇)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	燃料デブリの冷却 〇:現状水位以上 ム:現状水位以下(今後の確認が必要)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	汚染水閉じ込め(異常時の機能要求の地下水水位>トーラス室水位を維持) 〇:維持 ×:維持できない可能性有	0	0	0	0	0	0	×	×	×	×
燃料デブリ取り出し時のデブリ粉(α核種)の拡散範囲 〇:ベント管まで Δ:S/C、あるいはダウンカマ <sup>*1</sup> まで ×:トーラス 案まで		Δ	0	0	Δ	0	Δ	0	0	0	0
漏えい量と O:漏えい量 ×:漏えい量	午容漏えい量との比較(許容漏えい量:3m3/h(暫定)) とく許容漏えい量 こ>許容漏えい量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
気相バウン? 〇:現状水位 〇:現状水位	ダリを負圧維持するための設備容量への影響 なレベルの気相バウンダリと比較して、開口面積が同等、あるいは小さい なレベルの気相バウンダリと比較して、開口面積が大きくなる可能性有	Δ	Δ	0	0	0	0	0	0	〇 1次絞	0 り込み
止水作業に 〇: 20人・Sv ×: 20人・Sv	かかる総被ばく線量※2 未満 以上	× 24.872	× 23.499	× 47.056	× 28.667	× 61.011	× 42.622	×	×	×	×
適用が必要なPCV補修技術の技術成熟度 〇:4以上(技術成熟度4:実用化研究段階(試作レベルの機能試験を実施したもの)) ×:4未満(技術成熟度3:応用研究段階(従来の経験を応用、組合せによる開発段階))		0 4	$\bigcirc$ 4	× 3	() 4	$\frac{\times}{3}$	$\frac{\times}{3}$	×	×	×	×
PCVの耐震性(耐震性影響評価PRJで検討) 〇:弾性解析評価OK △:弾塑性解析評価OK ※:弾塑性評価NG(S/C脚部補強要)		0	0	0	ο	0	0	未評価 (S/C脚部補強有で評価しており、S/C 部補強無の評価は未実施)		り、S/C脚 施)	
総合評価 〇:実現性高い ×:実現性低い		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

※1 ダウンカマについては、水位制御による臨界防止が困難のため、臨界管理方法が課題。

※2 1Fでの年間総被ばく線量を100人・Svとし、その20%を止水作業に充てられるものと仮定

**No.41** 

#### 想定PCV水位の総合評価結果(3号機)

評価項目		1	1'	2-1	2-2	3-1	3-2	4	5	6	7
	放射線の遮へい (物理的な遮へいで代替可能であるため、すべて〇)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCV補修、 水張りの目 的	ダスト飛散防止 (デブリ切削時に発生するダストの水での捕獲効果を考慮しない場合でも平常 時の被ばく線量は平常時の目標線量である100µSv/y以下を満足する見通しの ため、すべて〇)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	燃料デブリの冷却 〇:現状水位以上 ム:現状水位以下(今後の確認が必要)	Δ	Δ	$\bigtriangleup$		$\bigtriangleup$	$\bigtriangleup$	0	0	0	0
	汚染水閉じ込め(異常時の機能要求の地下水水位>トーラス室水位を維持) 〇:維持 ×:維持できない可能性有	0	0	0	ο	0	•	×	×	,1次絞 ×	り <u>込み</u> ×
燃料デブリ取り出し時のデブリ粉(α核種)の拡散範囲 O:ベント管まで Δ:S/C、あるいはダウンカマ <sup>*1</sup> まで		Δ	0	0	Δ	0	Δ	0	0	0	0
漏えい量と語 〇:漏えい量 ×:漏えい量	F容漏えい量との比較(許容漏えい量:3m <sup>3</sup> /h(暫定)) <<許容漏えい量 <>許容漏えい量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
気相バウンク 〇:現状水位 ム:現状水位	ダリを負圧維持するための設備容量への影響 なレベルの気相バウンダリと比較して、開口面積が同等、あるいは小さい なレベルの気相バウンダリと比較して、開口面積が大きくなる可能性あり	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0	0	。 1次絞	り込み
止水作業に O: 20人・Sv ×: 20人・Sv	かかる総被ばく線量 未満 以上	O 10.986	〇 7.838	× 46.320	× 42.961	× 89.451	× 61.177	×	×	×	×
適用が必要なPCV補修技術の技術成熟度 〇:4以上(技術成熟度4:実用化研究段階(試作レベルの機能試験を実施したもの)) ×:4未満(技術成熟度3:応用研究段階(従来の経験を応用、組合せによる開発段階))		0	0	$\frac{\times}{3}$	() 4	$\frac{\times}{3}$	$\frac{\times}{3}$	×	×	×	×
PCVの耐震性(耐震性影響評価PRJで検討) 〇:弾性解析評価OK Δ:弾塑性解析評価OK ※:弾塑性評価NG(S/C脚部補強要)		0	0	0	0	0	0	未評価 (S/C脚部補強有で評価しており、S 部補強無の評価は未実施)		り、S/C脚 施)	
<ul> <li><a></a>. ○</li> <li>※合評価</li> <li>○:実現性高い</li> <li>×:実現性低い</li> </ul>		0	0	×	×	×	×	×	×	×	×

※1 ダウンカマについては、水位制御による臨界防止が困難のため、臨界管理方法が課題。

※2 1Fでの年間総被ばく線量を100人・Svとし、その20%を止水作業に充てられるものと仮定