

東海第二発電所
新規制基準への適合性に係る
主な変更点について
(コメント回答)

平成30年5月17日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

1. 審査会合(2018年5月15日)での指摘事項及び回答事項
2. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果
3. デブリがコリウムシールド高さを超えた場合の影響
4. まとめ

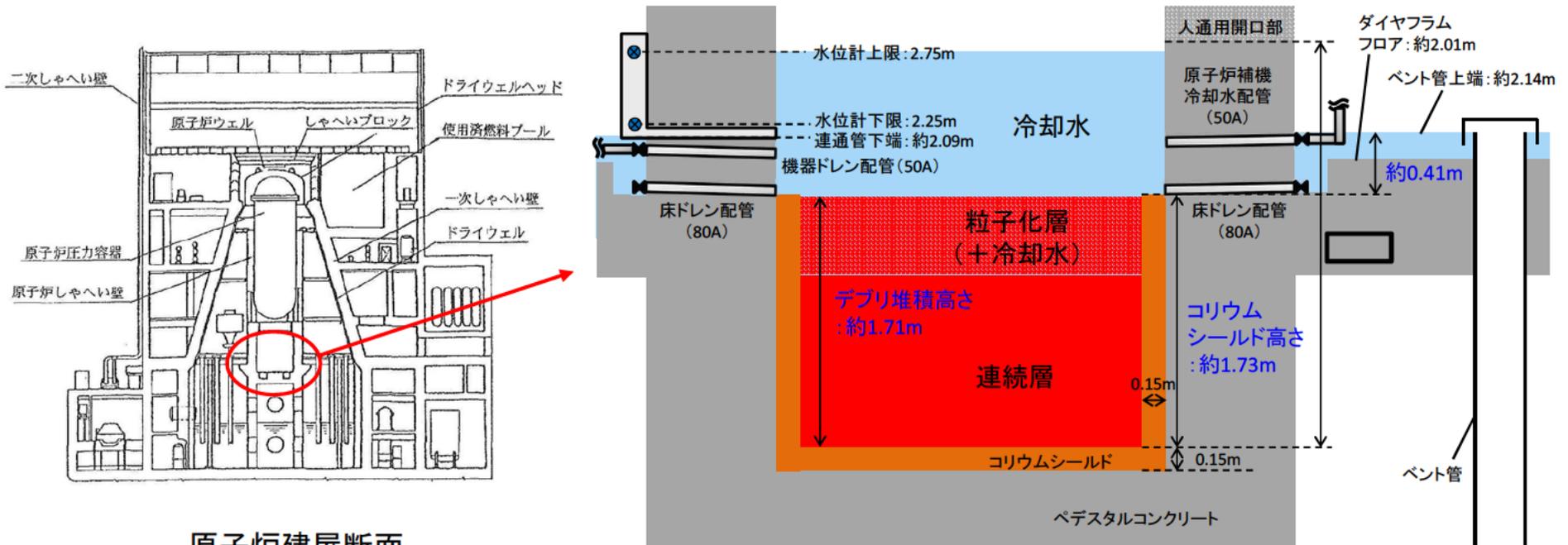
1. 審査会合(2018年5月15日)での指摘事項及び回答事項

●審査会合(2018年5月15日)での指摘事項

- デブリ堆積高さの最適条件ケースと感度ケースについて、各ケースの条件を含め整理すること。

●回答事項

- デブリ堆積高さ評価のための最適条件と感度条件について、各パラメータの条件設定の考え方及び各ケースの評価結果について整理しました。
- 感度条件ケースの評価結果を踏まえ、コリウムシールド高さ、厚さを設定するケースの条件設定の考え方について整理しました。



高さに係る記載は、床面コリウムシールド上からの高さ

ペDESTAL構造概要図

2. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果(1/3)

(1)最確条件の考え方

●**デブリ体積**:RPVから落下する溶融炉心 36m^3 (MAAP解析結果)+ペDESTAL内構造物 3m^3

・ペDESTAL内構造物については、RPV破損時の溶融箇所の特定が難しいため、溶融する可能性のある範囲の全ての構造物がデブリになると想定し、デブリ体積の過少評価を回避

⇒制御棒駆動機構(以下「CRD」という。)ハウジング, CRD, CRDハウジングサポート, ターンテーブルについては、アブレーションにより広がる最大口径の範囲全てが溶融する想定

⇒その他(ケーブル, サポート, 配管等の構造物)及び格納容器下部水位等の新設設備については、RPVより下部に存在するペDESTAL内の構造物全てが溶融する想定

構造物		考え方
制御棒駆動機構ハウジング(9本)		MAAP解析においてRPV破損後にアブレーションにより広がる最大口径:約0.76mの範囲に含まれる本数 (添付1)
制御棒駆動機構(9本)		
制御棒駆動機構ハウジングサポート		溶融炉心の落下部及びその周囲のみが溶融しデブリに加わると考えられるため、評価においては一辺1mの正方形の範囲が溶融すると想定
ターンテーブル		
その他 (ケーブル, サポート, 配管等の構造物)		位置的には溶融炉心に巻き込まれにくい構造物についても考慮(今後撤去予定のペDESTAL内構造物を除く)
格納容器下部水位等の新設設備		新設設備(計器, スワンネック, サポート等)を考慮
合計	合計: <input type="text"/> m^3 に対し、最確条件は 3m^3 と設定	

2. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果(2/3)

(1)最確条件の考え方(続き)

●粒子化層の堆積高さ

➤ デブリの粒子化割合:17.3%(添付2)

・MAAP推奨範囲の最確値のエントレインメント係数 による粒子化割合を、最確条件と設定

➤ 粒子化層のポロシティ:0.32(添付3)

・PULiMS実験のポロシティ(0.29~0.37)及び体心立方格子のポロシティ(0.32)を踏まえ、0.32を最確条件と設定

(2)感度条件の考え方

最確条件のうち、不確かさの存在する以下の条件を対象に感度条件を設定し、それぞれ感度解析を実施

●デブリ体積

・ペDESTアル内構造物については、デブリ体積の保守性の確保のため4m³と設定【感度条件①】

●粒子化層の堆積高さ

➤ デブリの粒子化割合:22.7%(添付2)

・MAAP推奨範囲の最大値のエントレインメント係数 による粒子化割合を、感度条件と設定【感度条件②】

➤ 粒子化層のポロシティ:0.50(添付3)

・単純立方格子のポロシティ(0.48)及びPULiMS実験のポロシティ(0.29~0.37)等を包絡する、0.50を感度条件と設定【感度条件③】

(3)コリウムシールド高さ、厚さ設定条件の考え方

デブリ堆積高さの想定に十分保守性を確保した上で、デブリ堆積高さがコリウムシールドを超えない範囲でコリウムシールドを厚くし、コンクリートへの熱負荷を軽減する設計方針であり、条件設定の考え方は以下

・「デブリ体積」及び「粒子化層の堆積高さ」それぞれに感度条件を設定した場合のデブリ堆積高さを考慮

・デブリ体積については、感度条件①を設定

・「粒子化層の堆積高さ」については、粒子化割合:22.7%よりも感度の大きいポロシティ:0.50を感度条件として設定

2. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果(3/3)

(4)各ケースの評価結果

ケース	デブリ体積	粒子化層の堆積高さ		条件設定の考え方	堆積高さ	評価
		粒子化割合 (エントレインメント 係数)	ポロシティ			
最適条件	炉内: 36m ³ 炉外: 3m ³	17.3% <input type="text"/>	0.32	ノミナル条件	約1.55m 連続層: 約1.22m 粒子化層: 約0.34m	堆積高さは、コリウムシールド範囲内(コリウムシールド頂部より0.28m下)
感度条件① (デブリ 体積関連)	炉内: 36m ³ 炉外: 4m ³	17.3% <input type="text"/>	0.32	デブリ体積の保守性の確保のため、炉外構造物量を追加	約1.59m 連続層: 約1.25m 粒子化層: 約0.34m	堆積高さは、コリウムシールド範囲内(コリウムシールド頂部より0.24m下)
感度条件② (粒子化層の 堆積高さ関連)	炉内: 36m ³ 炉外: 3m ³	22.7% <input type="text"/>	0.32	エントレインメント係数をMAAP推奨範囲の最大値に変更	約1.59m 連続層: 約1.14m 粒子化層: 約0.45m	
感度条件③ (粒子化層の 堆積高さ関連)	炉内: 36m ³ 炉外: 3m ³	17.3% <input type="text"/>	0.50	単純立方格子等を包絡するポロシティとして設定	約1.68m 連続層: 約1.22m 粒子化層: 約0.46m	堆積高さは、コリウムシールド範囲内(コリウムシールド頂部より0.15m下)
コリウムシールド 高さ、厚さ 設定条件 (①+③)	炉内: 36m ³ 炉外: 4m ³	17.3% <input type="text"/>	0.50	「デブリ体積」及び「粒子化層の堆積高さ」それぞれに感度条件を設定 「粒子化層の堆積高さ」については、ポロシティ: 0.50を設定	約1.71m 連続層: 約1.25m 粒子化層: 約0.46m	堆積高さは、コリウムシールド範囲内(コリウムシールド頂部より0.02m下)
デブリ影響 評価条件	炉内: 36m ³ 炉外: 4m ³	22.7% <input type="text"/>	0.50	感度条件①～③を全て考慮した場合	約1.78m 連続層: 約1.18m 粒子化層: 約0.60m	堆積高さは、コリウムシールド高さを5cm上回るが、コリウムシールドを超えたデブリの侵食による影響は小さい また、床ドレン制限弁の損傷を仮想した場合にも、デブリの冷却及び冠水は維持される

⇒感度条件重ね合わせケースの詳細については、次頁以降にて説明

3. デブリがコリウムシールド高さを超えた場合の影響(1/2)

(1) デブリ影響評価条件の考え方について

- コリウムシールド高さの設定に当たっては、「デブリ体積」及び「粒子化層の堆積高さ」それぞれに感度条件を設定した場合のデブリ堆積高さを考慮しており、十分保守的な設定
- ただし、東海第二発電所のペDESTAL構造のデブリ影響に対する耐力を確認する観点から、デブリ堆積高さがコリウムシールドを超える条件を仮想的に設定し、影響評価を実施
- 具体的には、感度条件①～③を全てを考慮

(2) コリウムシールドを超えたデブリによる影響評価

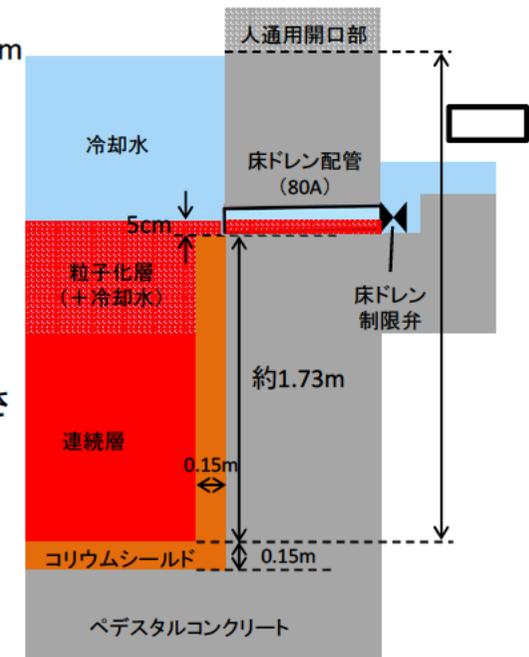
コリウムシールド高さ(約1.73m)を粒子化層が5cm超える

(a) 側壁コンクリートへの影響(添付4)

- ・粒子化層について、保守的に連続層を含む全デブリの平均温度を設定しても、侵食量は0cm
- ・ペDESTALへの注水により、粒子化層の冠水も維持するため、粒子化層の冷却は維持
- ・このため、コリウムシールド高さを超える粒子化層が、側壁コンクリートの構造健全性に影響を与えることはない

(b) 床ドレン配管等への影響(添付5)

- 床ドレン配管、床ドレン制限弁の侵食量評価
- ・床ドレン配管は、ほぼ水平(約1度の傾斜)であり、配管内には冷却水が侵入
- ・配管内の粒子化デブリは連続層から発生した蒸気の影響を受けないことに加え、堆積高さが低くセルフレベルリング等の駆動力は小さいため、水で満たされた配管内への粒子化デブリの流入は少ないと考える
- ・粒子化デブリが配管内に流入した場合にも、配管等が一部侵食する可能性はあるが、床ドレン制限弁が貫通し粒子化デブリがドライウェルに流出することはない

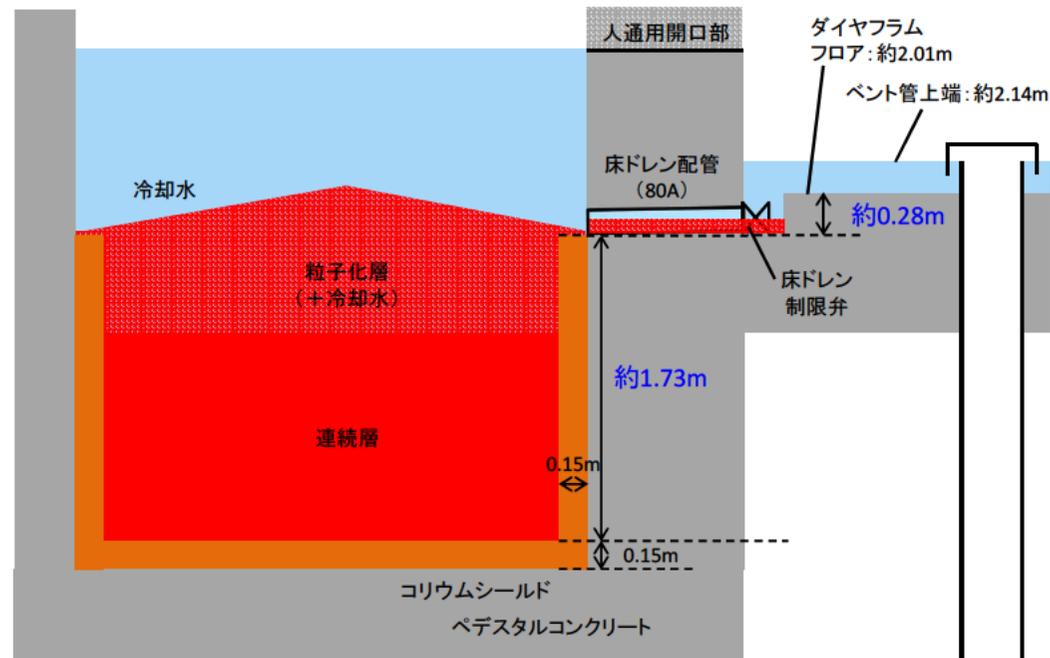


デブリ影響評価条件での
デブリ堆積イメージ

3. デブリがコリウムシールド高さを超えた場合の影響(2/2)

▶ 床ドレン制限弁の損傷を仮想した場合の影響

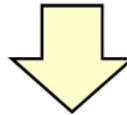
- ・流入した粒子化デブリが床ドレン配管の奥まで流入し、制限弁を損傷させることを更に仮想した場合にも、粒子化層の堆積高さはダイヤフラムフロアの床ドレンが集積する溝の高さの範囲内にとどまる
- ・ダイヤフラムフロア上には、ベント管上端高さまでスプレィ水等が存在し(コリウムシールド上端から約0.41m)、流出した粒子化デブリの冷却は維持される
- ・床ドレン制限弁は180° 方向に2弁設置されるが、制限弁が2弁ともに損傷し冷却水がドライウェルに流出する場合においても、代替循環冷却系によりペDESTAL内に供給される冷却水により、ペDESTAL内の水位は人通用開口部維持され、一部の冷却水は人通用開口部よりドライウェル側に流出する(添付6)
- ・仮に、ペDESTAL内の粒子化層が不均一に堆積している場合にも、冷却水により冠水維持される(添付7)
- ・このため、粒子化デブリの床ドレン配管への流入及び床ドレン制限弁の破損を仮想しても、デブリの冷却及び冠水は維持される



床ドレン制限弁損傷時の系統イメージ

4. まとめ

- ・東海第二発電所では、最悪条件に十分な保守性を考慮したデブリ堆積高さをコリウムシールドの高さ、厚さの設計条件として設定
- ・東海第二発電所のペDESTAL構造のデブリ影響に対する耐力を確認する観点から、デブリ堆積高さがコリウムシールドを超える場合を仮想的に設定し、コリウムシールドを超えたデブリの侵食による影響が小さいことを確認
- ・コリウムシールドを超えたデブリによる床ドレン制限弁の損傷を仮想した場合にも、デブリの冷却及び冠水は維持されることを確認



以上より、東海第二発電所のコリウムシールドの高さ、厚さの設定は妥当性であり、デブリ堆積高さがコリウムシールドを超える場合を仮想しても、デブリの冷却及び冠水の維持等に影響はないことを確認した