

東海第二発電所

重大事故等対策の有効性評価 審査会合における指摘事項の回答

平成30年5月24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方針
3. RPV破損時のデブリ流出状況の推測
4. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果
5. デブリがコリウムシールドを超えた場合の影響
6. まとめ

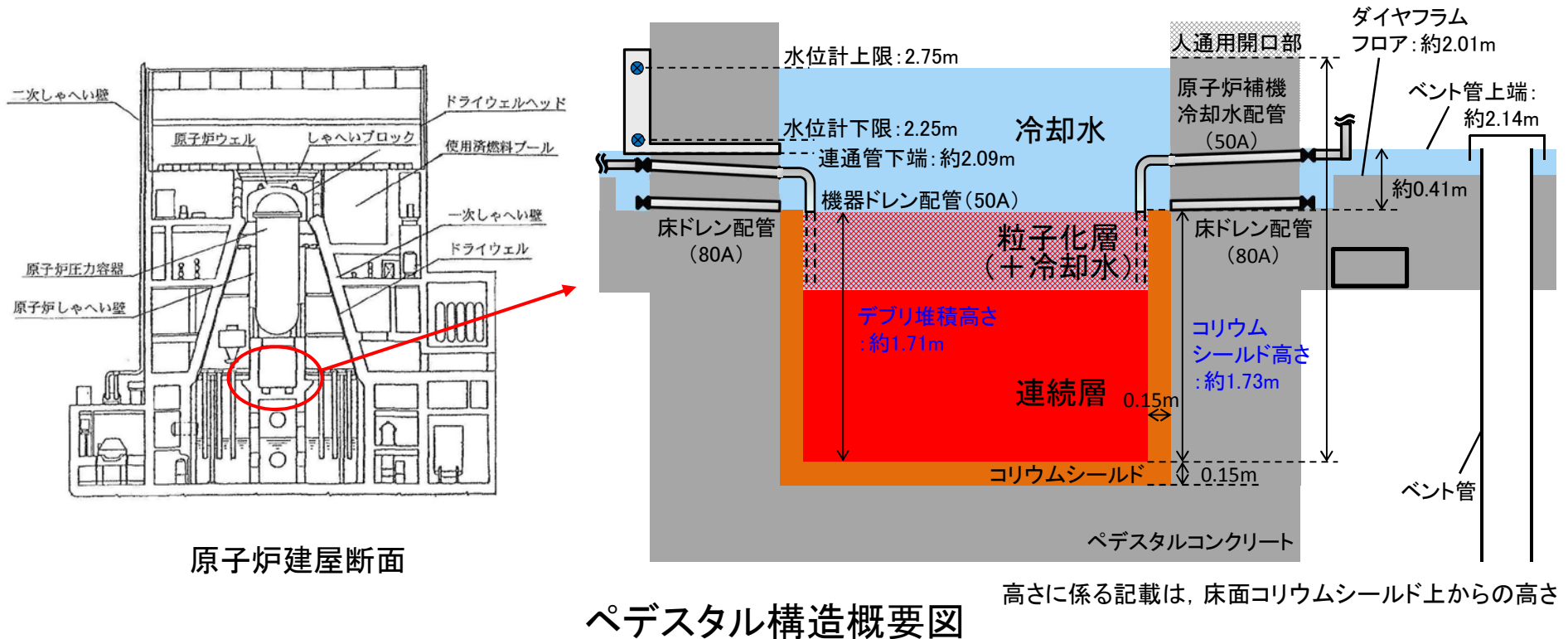
1. 審査会合(2018年5月15日)での指摘事項及び回答事項

● 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確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。

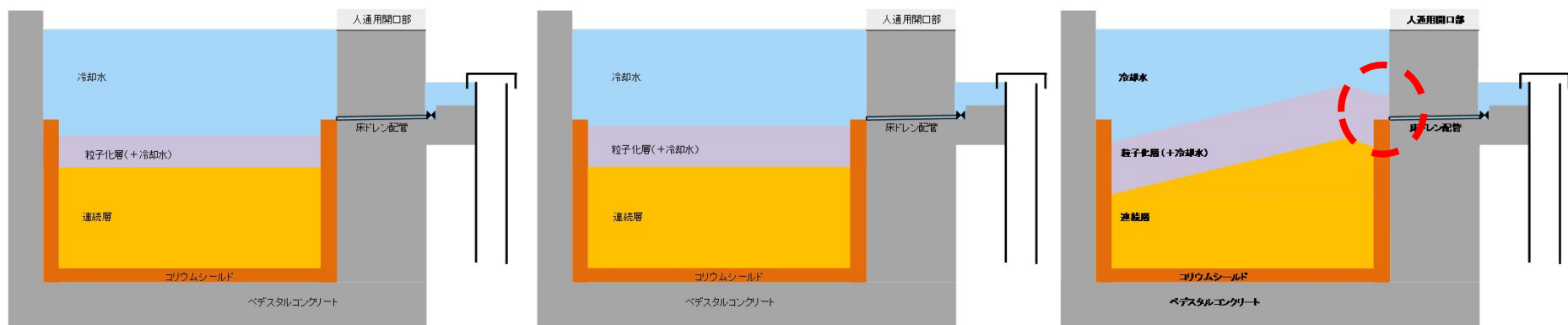
● 回答事項

- ・原子炉圧力容器(以下「RPV」という。)破損時のデブリ流出状況の推測を踏まえ、デブリ堆積高さの最確条件を設定し、感度ケース等を含め、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。
- ・コリウムシールド高さを超えるような極端なデブリ堆積高さを想定した場合も想定し、この場合の影響について整理しました。



2. デブリ堆積高さの評価方針

- ・RPV破損時のデブリ流出状況の推測などを踏まえ、最確条件／ベースケースを設定
- ・ベースケースに対して保守性を考慮した感度条件を設定
 - ⇒ コリウムシールド厚さ, 高さ設定
- ・粒子化層がコリウムシールドを超えるような状況を想定し、影響を評価



最確条件／ベースケース

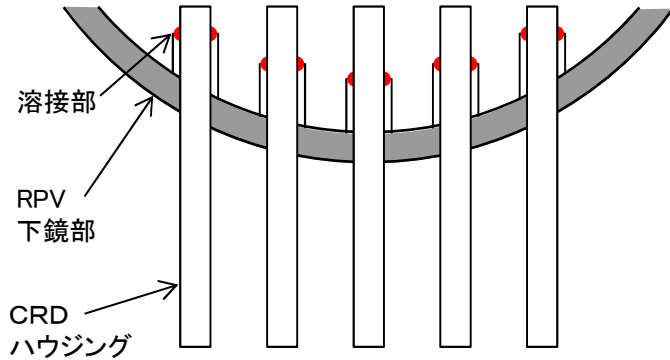
感度条件

コリウムシールドを超える場合

保守性を確保することで
堆積高さを高く評価

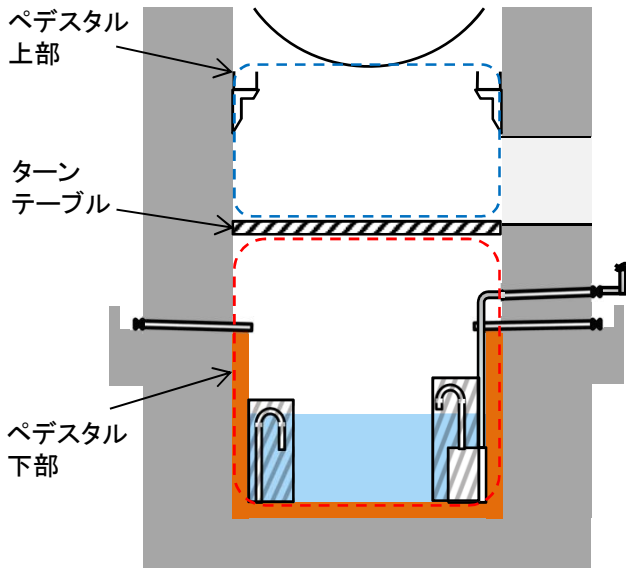
更なる保守性を考慮することで
コリウムシールドを超える場合の影響を評価

3. RPV破損時のデブリ流出状況の推測



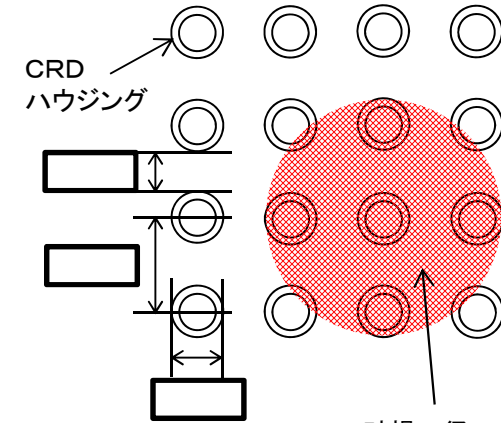
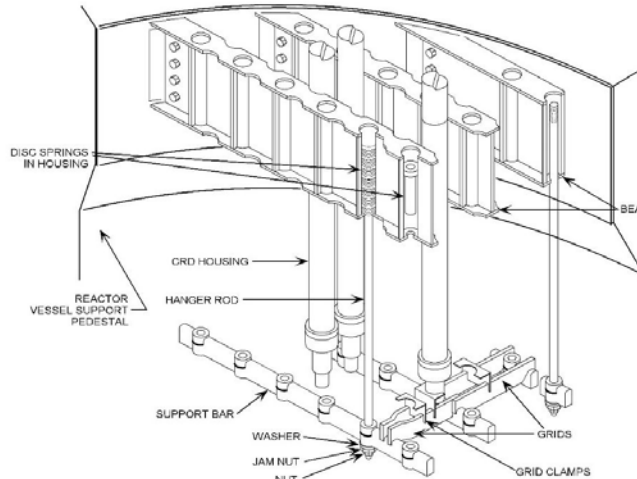
RPVの破損形態・CRDの溶融量

- ・デブリ流出箇所はCRDや核計装の溶接部を想定。複数個所の可能性有
 - ・ハウジングサポートによりCRDハウジングの逸出を防止する設計
 - ・CRDハウジングは水を内包するが、デブリ流出までに一部は溶融
- ⇒溶融量は、MAAP解析に基づきRPV下部中心位置における複数の炉内外のCRDハウジング完全逸出相当で代表
(最確条件:CRD6本分, ベースケース:CRD9本分)



ペDESTAL内構造物の溶融量

- ・ペDESTAL上部の内壁付近の構造物はデブリと接触し難い
- ⇒最確条件では、デブリとの接触の可能性を考慮し約2.2m³
ベースケースでは、ペDESTAL内全ての構造物量を考慮し約3m³



<CRDハウジングサポート構造俯瞰図>

出典: General Electric Systems Technology Manual Chapter 2.1 Reactor Vessel System, USNRC HRTD, Rev 09/11

4. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果(1/3)

●デブリ堆積高さの評価条件

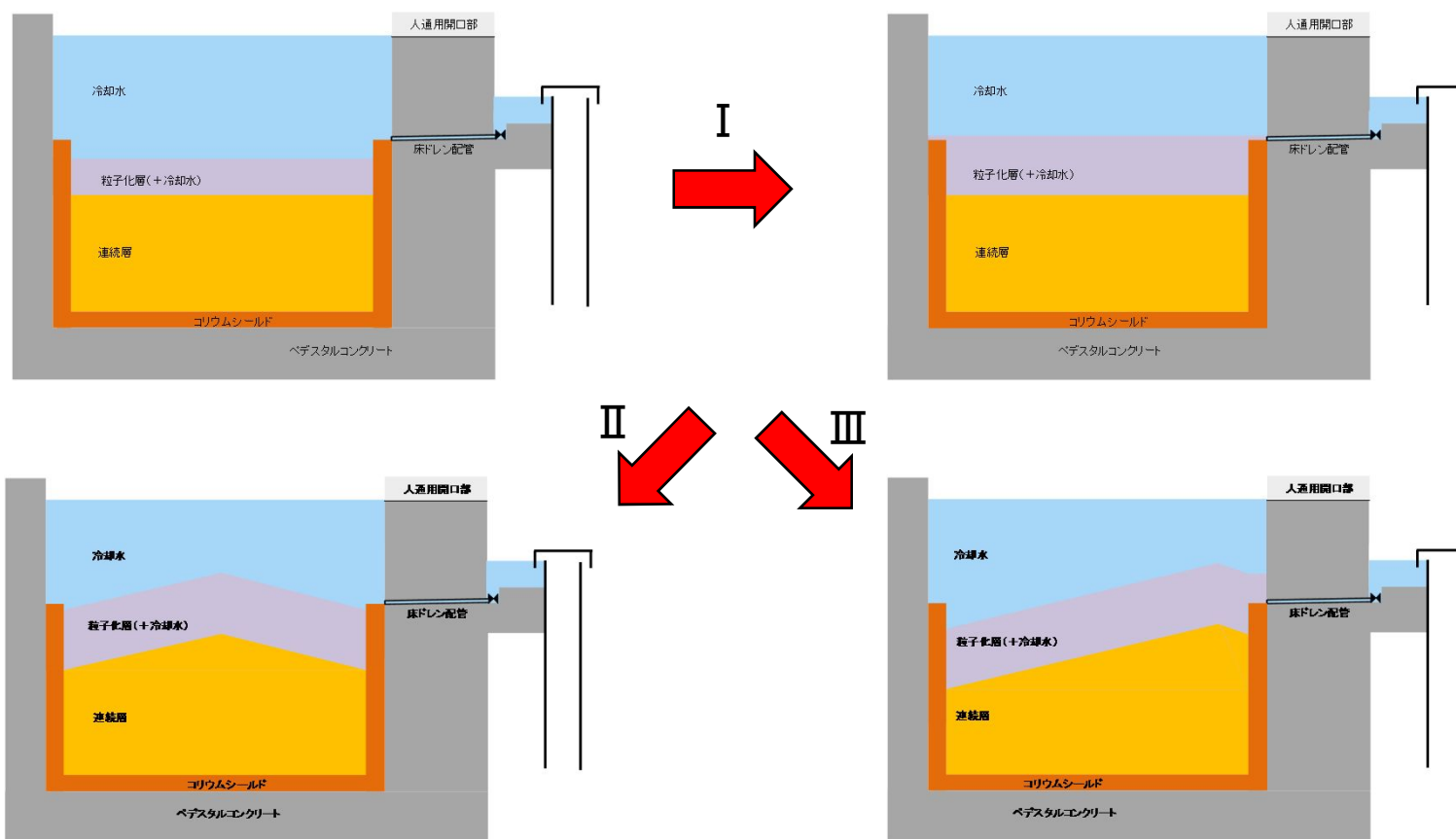
- ・最確条件のデブリ体積に対して、保守性を見込んだベースケースを設定
- ・ベースケースの各条件に対して、保守性を見込んだ感度条件を設定

ケース	デブリ体積	粒子化割合(添付2)	ポロシティ(添付3)
最確条件	<p style="text-align: center;"><u>約2.2m³</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・CRD6本分の範囲 ・ターンテーブルより下の構造物 	<p style="text-align: center;"><u>17.3%</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・エントレインメント係数 <input type="text"/> (MAAP推奨範囲の最確値) 	<p style="text-align: center;"><u>0.35</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・各種実験に基づく値
ベースケース	<p style="text-align: center;"><u>3m³</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・CRD9本分の範囲 ・ペデスタル内の全ての構造物 	<p style="text-align: center;"><u>22.7%</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・エントレインメント係数 <input type="text"/> (MAAP推奨範囲の最大値) 	<p style="text-align: center;"><u>0.50</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・更なる保守性を考慮
感度条件	<p style="text-align: center;"><u>4m³</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・更なる保守性を考慮 	<p style="text-align: center;"><u>22.7%</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・エントレインメント係数 <input type="text"/> (MAAP推奨範囲の最大値) 	<p style="text-align: center;"><u>0.50</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・更なる保守性を考慮

4. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果(2/3)

デブリがコリウムシールドを超える場合の影響を評価するため、以下についても評価

- I 全ての感度条件を重ね合わせた場合
- II 円錐状に堆積した場合 (PULiMSの知見を保守的に採用し、アスペクト比1:16)
- III 偏心位置で円錐状に堆積した場合 (保守的にデブリ全量が偏心位置から落下)



4. デブリ堆積高さの評価条件及び評価結果(3/3)

保守性(より厳しいアスペクト比を適用)

更なる保守性(偏心位置からのデブリ全量落下)

ケース及び条件	均一化して堆積	中心位置で円錐状に堆積 円錐部分のアスペクト比1:16	偏心位置で円錐状に堆積 コリウムシールド壁面から60cm内側に偏心
ベースケース (最確条件を基に保守的な設定) ・溶融物量 炉内: 36m ³ 炉外: 3m ³ ・粒子化割合: 17.3% ・ポロシティ: 0.35			
感度条件① ・溶融物量 炉外: 4m ³	—	—	—
感度条件② ・粒子化割合: 22.7%	—	—	—
感度条件③ ・ポロシティ: 0.50	—	—	—
コリウムシールド高さ、厚さ設定条件 (感度条件①+③) ・溶融物量 炉内: 36m ³ 炉外: 4m ³ ・粒子化割合: 17.3% ・ポロシティ: 0.50			
感度条件 ①+②+③ ・溶融物量 炉内: 36m ³ 炉外: 4m ³ ・粒子化割合: 22.7% ・ポロシティ: 0.50			

保守性(感度条件の考慮)

更なる保守性(全ての感度条件の重畳)

最も厳しいケースとして、コリウムシールドを超えた場合の影響を評価

5. デブリがコリウムシールドを超えた場合の影響(1/2)

● 粒子状デブリがコリウムシールドを約0.32m超えた場合の影響(添付6)

➤ 側壁コンクリートの侵食量

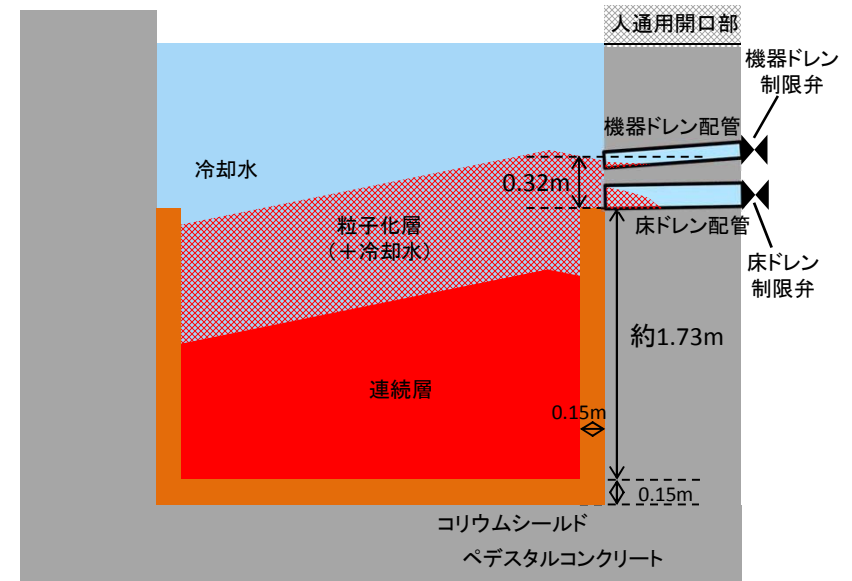
- ・粒子化デブリは水により固相線温度以下に急速に冷却されるが、保守的に固相線温度(約□□°C)とした場合でも、MAAPコードによる侵食量の解析結果は0mm

主な解析条件	設定
崩壊熱	事象進展の早い大LOCAにおけるRPV破損時の崩壊熱
粒子状デブリ量	コリウムシールド超過分
冷却水への熱流束	2.8MW/m ² (Lipinski-0Dモデルでのポロシティ0.5における熱流束)

➤ 床ドレン／機器ドレン配管及び制限弁の影響

- ・水により粒子化デブリが急速に冷却されるため、配管の温度上昇は限定的であり、融点まで到達しない
- ・なお、デブリの駆動力は小さく配管への流入は限定的なため、制限弁までの到達はないと考えられる

以上より、ペDESTALの構造健全性に影響ないことを確認



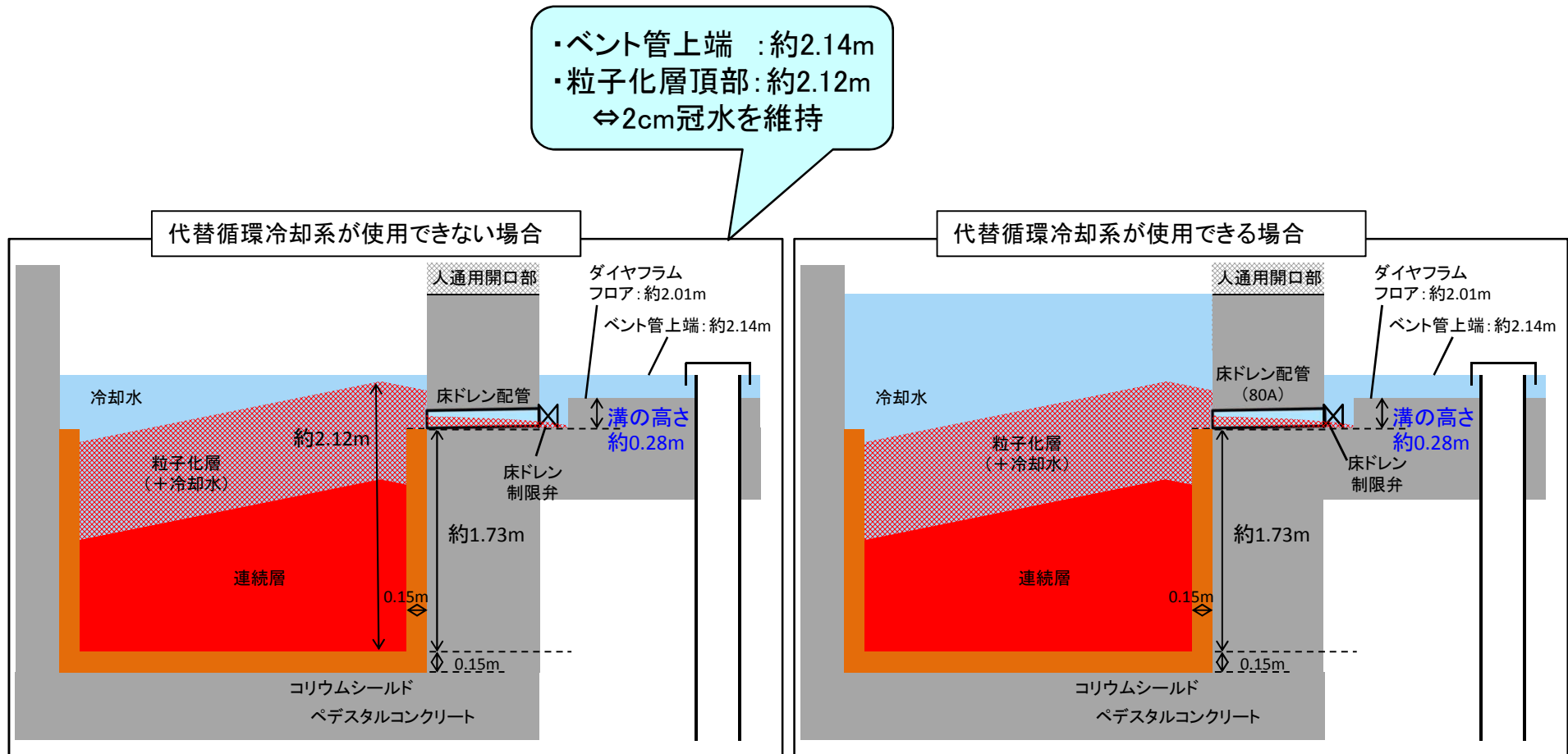
デブリ堆積イメージ

5. デブリがコリウムシールドを超えた場合の影響(2/2)

【参考】床ドレン制限弁の損傷を仮想した場合の影響

- ・粒子化デブリ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
- ・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イ水等が存在するため、代替循環冷却系が使用できない場合でも、ペDESTAL内水位はベント管上端高さとなり、粒子化層の頂部は冠水維持

・ベント管上端 : 約2.14m
 ・粒子化層頂部 : 約2.12m
 ⇔ 2cm冠水を維持



床ドレン制限弁損傷時のイメージ

6. まとめ

- ・RPV破損時のデブリ流出状況の推測等を踏まえ最確条件を設定するとともに、各ケースの条件を整理し、保守性を考慮した感度ケース等のデブリ堆積高さを評価
- ・保守性を重ね、デブリ堆積高さがコリウムシールドを超える場合を想定し影響を評価した結果、ペDESTALの構造健全性に影響がないことを確認
- ・さらに、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