

平成 30 年 5 月 9 日
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所

溶融炉心・コンクリート相互作用及び溶融燃料－冷却材相互作用対策における 原子炉冷却材圧力バウンダリへの影響について

東海第二発電所においては、溶融炉心・コンクリート相互作用（以下「MCCI」という。）及び溶融燃料－冷却材相互作用（以下「FCI」という。）の影響抑制を考慮し、格納容器の熱的負荷の低減、MCCI及びFCI時の原子炉圧力容器支持機能並びに床スラブでのデブリ保持機能確保の観点から、以下の具体的対応を行う計画である。

1. MCCI／FCIの影響抑制対策内容

【格納容器の熱的負荷低減、MCCI／FCIの影響抑制】

- ・原子炉圧力容器（以下「RPV」という。）破損までのペDESTAL水位維持のため、スワンネック・流入配管を改造
- ・RPV破損後のペDESTAL注水のため、格納容器下部注水系配管を設置

【MCCIの影響抑制】

- ・コリウムシールド設置
溶融炉心によるペDESTAL床侵食防止のため、耐侵食性に優れたジルコニア（ZrO₂）製コリウムシールドを設置
- ・床スラブ平坦化
溶融炉心の熱負荷を平準化させるため、すべてのサンブをコンクリートで埋め戻して床スラブを平坦化し、その上部に鋼製の床・機器ドレンサンブを設置
- ・溶融炉心凝固のための排水流路形状変更
溶融炉心のサプレッション・プールへの流下防止のため、サンブの排水流路を熱容量の大きい鋼材でスリット形状に変更し、溶融炉心を流路の途中で冷却・凝固させる。

2. MCCI／FCI影響抑制対策に係る工事内容

- ①格納容器下部注水系配管の新設
- ②コリウムシールドの新設
- ③床ドレンサンブ及び機器ドレンサンブの改造
- ④サンブ流入配管・弁の改造
- ⑤スワンネックの改造、スワンネックカバーの新設
- ⑥スリットの新設
- ⑦サンブ排水配管・弁の改造、ラブチャディスクの新設
- ⑧原子炉補機冷却系配管の改造
- ⑨格納容器下部水位計及び水温計の新設

上記、MCCI/FCI対策として実施する工事について、新設・改造設備のクラス区分及び工認上の取り扱いについて、添付資料-1に示すとおり整理した。

今回新設又は改造する範囲は、SAクラス2機器、DBクラス3機器（クラス3準用含む）又はノンクラス機器に係るものである。

また、格納容器床ドレンサンプの排出ラインには、原子炉冷却材圧力バウンダリからの原子炉冷却材の漏えいを検出する装置として、図1に示すとおり格納容器床ドレン流量計が設けられている。今回のMCCI/FCI対策において、床ドレンサンプの改造により、改造前のドレンサンプに比べ表面積が大きくなり、漏えい水によるペDESTAL床ドレンサンプの水位が上昇しにくい構造となるが、通常運転中はドライウェルガス冷却装置のクーラー部より凝縮水発生するため、常時ペDESTAL床ドレンサンプには少量の流入水があり、水位は1mを常時維持することから、漏えいによるペDESTALへの流入水は速やかに計測することが可能である。

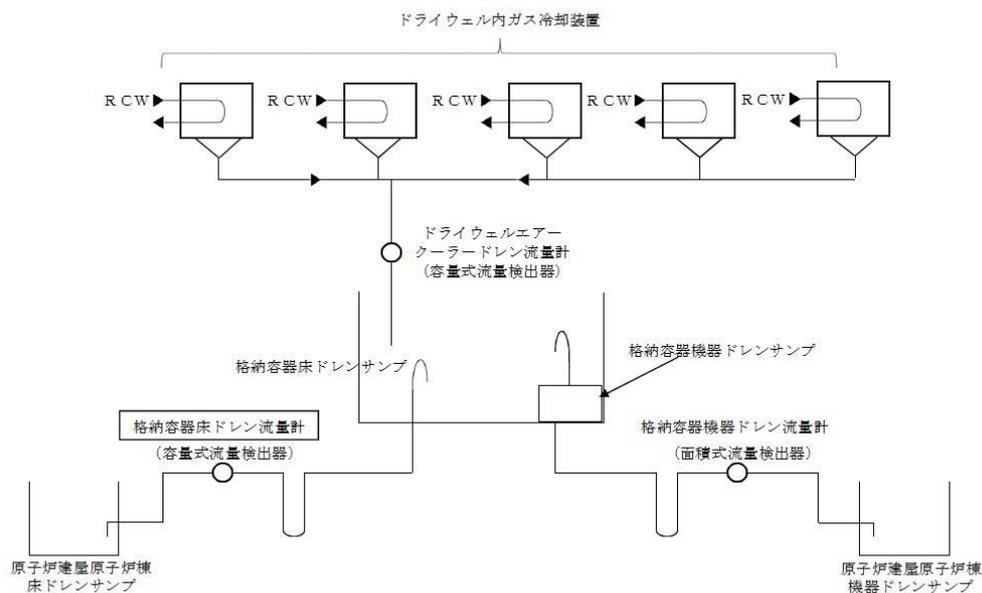


図1 格納容器床ドレン流量計の概略構成図

3. まとめ

MCCI/FCI対策において、原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲に係るものはないことから、本対策工事の実施は、原子炉冷却材圧力バウンダリに影響を与えるものではない。

また、原子炉冷却材圧力バウンダリからの原子炉冷却材の漏えいの検出に対して影響を与えるものではない。

○添付資料

添付資料-1 MCCI/FCI対策関連設備の工認上の取り扱いと工認作成図書

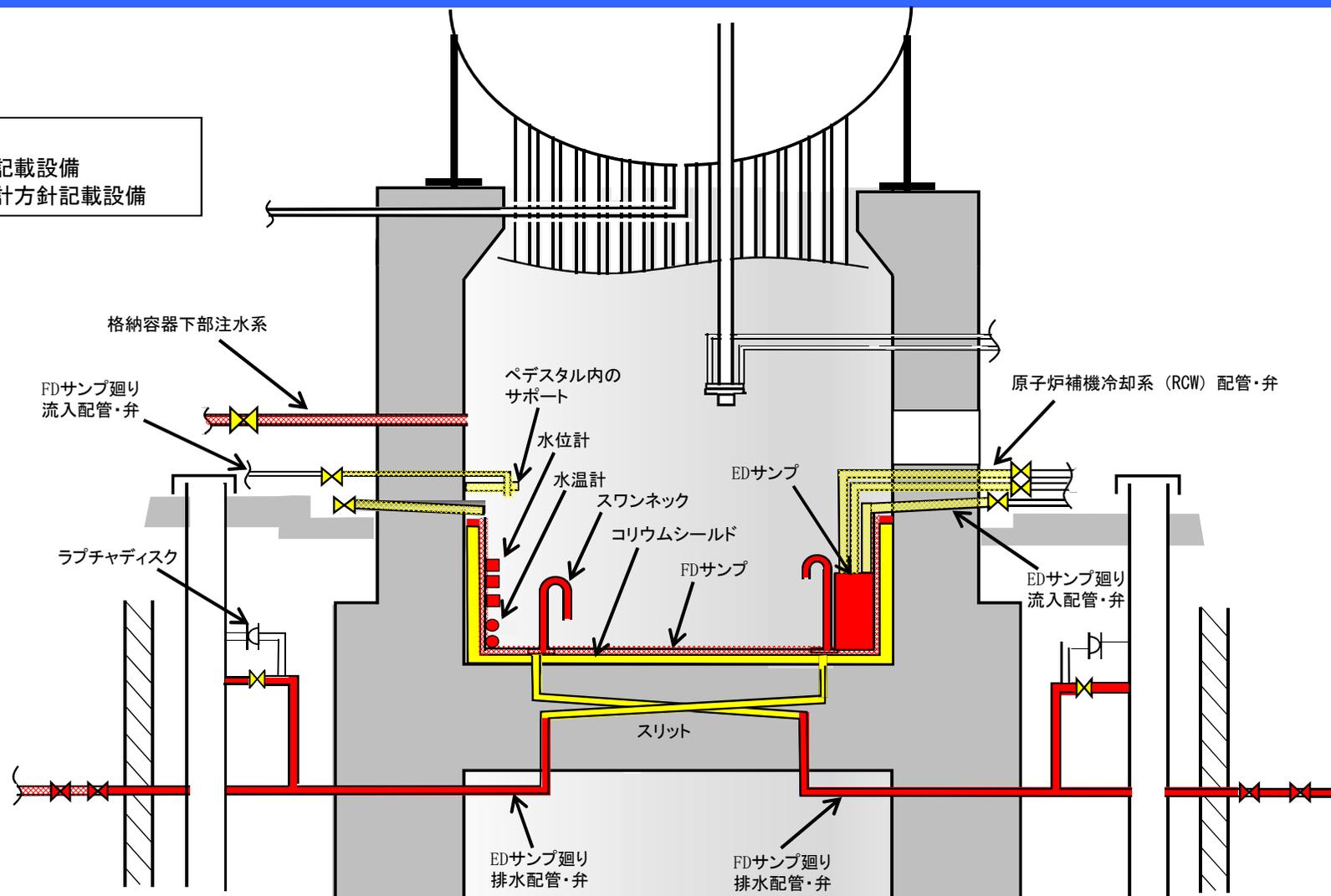
MCCI/FCI対策関連設備の工認上の取り扱いと工認作成図書

No.	設備名	別表要求(*)	設計条件			機能	機能に対応した工認上の取り扱い (工認とする理由、しない理由)	工認作成図書										補足説明資料	備考					
			品質管理		耐震 (カコ内はSAIにおける条件)			要目表	基本設計方針	設定根拠	系統図	構造図	配置を明示した図面	説明書	強度計算書	耐震計算書								
			DB (クラス)	SA (クラス)																				
①	格納容器下部注水系	○	—	○ (SAクラス2)	— (Ss機能維持)	ベデスタルへの冷却水注水(SA)	溶融デブリを冷却するSA設備(冷却水を注水する主配管)として申請	○ (SA主配管)	○	○ (SA主配管)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
②	コリウムシールド	耐熱煉瓦	—	○ (—)	— (Ss機能維持)	溶融デブリ落下時のベデスタル・中間スラブの浸食防止(SA)	SA時の機能要求、機能維持(健全性)を工認に記載する。機能要求は原子炉格納施設設計条件に関する説明書。耐震健全性は原子炉本体の基礎に関する説明書、及び施工性等に関しては補足説明資料で説明	○	○													注*1:耐震健全性は原子炉本体の基礎に関する説明書呼び込む。		
		目地材	—	—	—	耐熱煉瓦間の充填	目地材がコリウムシールドに悪影響(高温時、目地材水分蒸発によるライナへの影響等)を与えないことを補足説明資料に記載する。																	
③	FDサンブ	本体(ライナ)	●○	○ (クラス3)	○ (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	床ドレン水の耐漏洩機能(DB/SA)	別表第二の放射性廃棄物の廃棄施設/液体廃棄物処理設備/貯蔵槽に該当	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	注*2:FDサンブはライナ内張り開放タンクとし、ライナの耐震健全性は原子炉本体基礎の説明書呼び込む。	
		下地材(アンカ含む)	—	—	—	—	ライナを溶接するための下地材	漏洩機能を有しているのはライナであり、下地材に耐漏洩機能はないため工認対象外。下地材(アンカ含む)の溶融デブリによる選択的浸食が懸念されるため、添付資料で説明															注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載する。	
④	EDサンブ	本体(管台含む)	●	○ (クラス3)	—	B (—)	機器ドレン水の貯蔵、排出(DB)	別表第二の放射性廃棄物の廃棄施設/液体廃棄物処理設備/容器に該当(JSME、JEAGに規定されていない形状のため、強度計算については検定水圧試験、耐震計算についてはJEAGを準用した手計算またはFEM解析を実施。)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	注*4:EDサンブが破損してもFDサンブ水位等に影響が無いことを補足説明資料に記載	
		サポート(アンカ含む)	—	○*5 (クラス3準用)	—	B (—)	機器ドレンサンブの耐震サポート	EDサンブサポートはコリウムシールド領域外に設置するため、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食の懸念無し。															注*5:本体に直接取り付く部分のみが対象(地震荷重のみを受ける構造のため、クラス3準用)	
⑤	流入配管・弁	ベデスタル内外の流入配管・弁	—	—	○ (SAクラス2)	— (Ss機能維持)	EDサンブへのドレン回収及びSA時のドレン遮断機能	ベデスタル水位を1mlに維持するために必要な主たる機能(排水機能)では無いが、ベデスタルに流入する水を遮断する設備として基本方針に記載	○	○														工事申請範囲:隔離弁からベデスタル内の配管の第一アンカ点、或は、サポート点まで
		ベデスタル内のサポート(アンカ含む)	—	—	○*6 (SAクラス2)	— (Ss機能維持)	流入配管の支持	ベデスタル内のコリウムシールド領域に配管サポート(アンカ含む)を設置するものについて、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食を添付資料で説明																注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載する。 注*6:JSMEクラス指定を受ける範囲のサポート
⑥	スワンネック	スワンネック本体	○	○ (クラス3)	○ (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	ベデスタル排水系の流路及び水位制御機能(SA)、通常運転時のドレン流路も兼ねる(DB)	溶融デブリの冠水及び水蒸気爆発抑制の観点からベデスタル水位を1mlに維持するSA設備(排水のための主配管)として申請 流入口をFDサンブ水深の中間位置とすることで、異物流入を防止する構造としている。	○ (SA主配管)	○	○ (SA主配管)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		サポート(アンカ含む)	—	○*6 (クラス3)	○*6 (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	スワンネックの支持	スワンネックサポート(アンカ含む)は、コリウムシールド領域に設置されるため、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食を添付資料で説明																注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載する。 注*6:JSMEクラス指定を受ける範囲のサポート
⑦	スワンネックカバー	スワンネックカバー本体	—	—	○ (—)	— (Ss機能維持)	スワンネックの保護及びスリットへの異物流入防止(SA)	スワンネック本体が異物流入防止の構造を採用しており、本カバーは補助的に設置する。スラッジ以外に想定される異物は沈降するため、カバー無しでも異物混入の心配は無い。	○	○														
		サポート(アンカ含む)	—	—	○ (—)	— (Ss機能維持)	スワンネックカバーの支持(SA)	スワンネックカバーサポート(アンカ含む)は、コリウムシールド領域に設置されるため、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食を添付資料で説明																注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載
⑧	スリット	—	—	○ (—)	○ (—)	B (Ss機能維持)	ベデスタル排水系の流路及び溶融デブリ落下時の凝固機能(SA)、通常運転時のドレン流路も兼ねる(DB)	SA時の機能要求、機能維持(健全性)を工認に記載する。機能要求は原子炉格納施設設計条件に関する説明書。健全性は原子炉本体の基礎に関する説明書、及び施工性・スリットモックアップ試験(スラッジに対する影響含む)結果等に関しては補足説明資料で説明	○	○													注*1:耐震健全性は原子炉本体基礎の説明書呼び込む。	
⑨	排水配管・弁	DB/SA兼用部分	○●	○ (クラス3)	○ (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	通常の機器ドレン排水(DB)及びベデスタル排水系の流路(SA)	溶融デブリの冠水及び水蒸気爆発抑制の観点からベデスタル水位を1mlに維持するSA設備(排水のための主配管)として申請	○ (DB/SA主配管)	○	○ (DB/SA主配管)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		新設SA部分(ベント管接続ライオン)	○	—	○*6 (SAクラス2)	— (Ss機能維持)	ベデスタル排水系の流路(SA)	溶融デブリの冠水及び水蒸気爆発抑制の観点からベデスタル水位を1mlに維持するSA設備(排水のための主配管)として申請	○ (SA主配管)	○	○ (SA主配管)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	注*6:JSMEクラス指定を受ける範囲のサポート
⑩	ラブチャディスク	—	—	—	—	—	ベデスタル排水系流路の過圧防止(SA)	ベデスタル排水系を主たる機能ではなく自主設備であるため、工認対象外(設計上はSA設備のパウダリを構成するためSA設備と同等の設計)															注*7:ラブチャディスクを設置することによる悪影響が無いこと(Ss機能維持を含む。)を補足説明資料に記載	
⑪	原子炉補機冷却系(RCW)配管・弁	RCW配管・弁(ベデスタル内外)	—	○ (クラス3)	○ (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	EDサンブ冷却器用冷却水供給(DB)及びSA時の冷却水遮断	ベデスタル水位を1mlに維持するために必要な主たる機能(排水機能)では無いが、ベデスタルに流入する水を遮断する設備として基本方針に記載	○	○														工事申請範囲:隔離弁からベデスタル内のRCW配管の第一アンカ点、或は、サポート点まで
		ベデスタル内のサポート(アンカ含む)	—	○*6 (クラス3)	○*6 (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	RCW配管の支持	ベデスタル内のコリウムシールド領域に配管サポート(アンカ含む)を設置するものについて、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食を添付資料で説明																注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載 注*6:JSMEクラス指定を受ける範囲のサポート
⑫	流入配管・弁	ベデスタル内外の流入配管・弁	—	—	○ (SAクラス2)	— (Ss機能維持)	FDサンブへのドレン回収及びSA時のドレン遮断	ベデスタル水位を1mlに維持するために必要な主たる機能(排水機能)では無いが、ベデスタルに流入する水を遮断する設備のとして基本方針に記載	○	○														工事申請範囲:隔離弁からベデスタル内の配管の第一アンカ点、或は、サポート点まで
		ベデスタル内のサポート(アンカ含む)	—	—	○*6 (SAクラス2)	— (Ss機能維持)	流入配管の支持	ベデスタル内のコリウムシールド領域に配管サポート(アンカ含む)を設置するものについて、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食を添付資料で説明																注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載 注*6:JSMEクラス指定を受ける範囲のサポート
⑬	スワンネック	スワンネック本体	○	○ (クラス3)	○ (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	ベデスタル排水系の流路及び水位制御機能(SA)、通常運転時のドレン流路も兼ねる(DB)	溶融デブリの冠水及び水蒸気爆発抑制の観点からベデスタル水位を1mlに維持するSA設備(排水のための主配管)として申請 流入口をFDサンブ水面上とすることで、異物流入を防止する構造としている。	○ (SA主配管)	○	○ (SA主配管)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		サポート(アンカ含む)	—	○*6 (クラス3)	○*6 (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	スワンネックの支持	スワンネックサポート(アンカ含む)は、コリウムシールド領域に設置されるため、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食を添付資料で説明																注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載 注*6:JSMEクラス指定を受ける範囲のサポート
⑭	スワンネックカバー	スワンネックカバー本体	—	—	○ (—)	— (Ss機能維持)	スワンネックの保護及びスリットへの異物流入防止(SA)	スワンネック本体が異物流入防止の構造を採用しており、本カバーは補助的に設置する。スラッジ以外に想定される異物は沈降するため、カバー無しでも異物混入の心配は無い。	○	○														
		サポート(アンカ含む)	—	—	○ (—)	— (Ss機能維持)	スワンネックカバーの支持(SA)	スワンネックカバーサポート(アンカ含む)は、コリウムシールド領域に設置されるため、サポート(アンカ)部の溶融デブリによる選択的浸食を添付資料で説明																注*3:原子炉本体の基礎に関する説明書に溶融デブリによる選択的浸食に関する説明を記載
⑮	スリット	—	—	○ (—)	○ (—)	B (Ss機能維持)	ベデスタル排水系の流路及び溶融デブリ落下時の凝固機能(SA)、通常運転時のドレン流路も兼ねる(DB)	SA時の機能要求、機能維持(健全性)を工認に記載する。機能要求は原子炉格納施設設計条件に関する説明書。健全性は原子炉本体の基礎に関する説明書、及び施工性・スリットモックアップ試験(スラッジに対する影響含む)結果等に関しては補足説明資料で説明	○	○													注*1:耐震健全性は原子炉本体の基礎に関する説明書呼び込む。	
⑯	排水配管・弁	DB/SA兼用部分	○●	○ (クラス3)	○ (SAクラス2)	B (Ss機能維持)	通常の床ドレン排水(DB)及びベデスタル排水系の流路(SA)	溶融デブリの冠水及び水蒸気爆発抑制の観点からベデスタル水位を1mlに維持するSA設備(排水のための主配管)として申請	○ (DB/SA主配管)	○	○ (DB/SA主配管)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		新設SA部分(ベント管接続ライオン)	○	—	○*6 (SAクラス2)	— (Ss機能維持)	ベデスタル排水系の流路(SA)	溶融デブリの冠水及び水蒸気爆発抑制の観点からベデスタル水位を1mlに維持するSA設備(排水のための主配管)として申請	○ (SA主配管)	○	○ (SA主配管)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	注*6:JSMEクラス指定を受ける範囲のサポート
⑰	ラブチャディスク	—	—	—	—	—	ベデスタル排水系流路の過圧防止(SA)	ベデスタル排水系を主たる機能ではなく自主設備であるため、工認対象外(設計上はSA設備のパウダリを構成するためSA設備と同等の設計)															注*7:ラブチャディスクを設置することによる悪影響が無いこと(Ss機能維持を含む。)を補足説明資料に記載	
計測設備 ⑱	格納容器下部水位計	原子炉格納容器本体内の水位計	—	○ (—)	— (Ss機能維持)	— (Ss機能維持)	水位計測(SA)	溶融デブリの冠水及び水蒸気爆発抑制の観点から格納容器下部水位、及び温度の状態を確認する設備として申請	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		原子炉格納容器本体内の温度計	—	○ (—)	— (Ss機能維持)	— (Ss機能維持)	水温計測(SA)		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

(*) 凡例
○: 圧力低減設備その他の安全設備のうち格納容器安全設備として要求される設備
●: 気体、液体又は固体廃棄物処理設備として要求される設備

MCCI/FCI対策関連設備の工認上の取り扱いと工認作成図書補足(1/3)

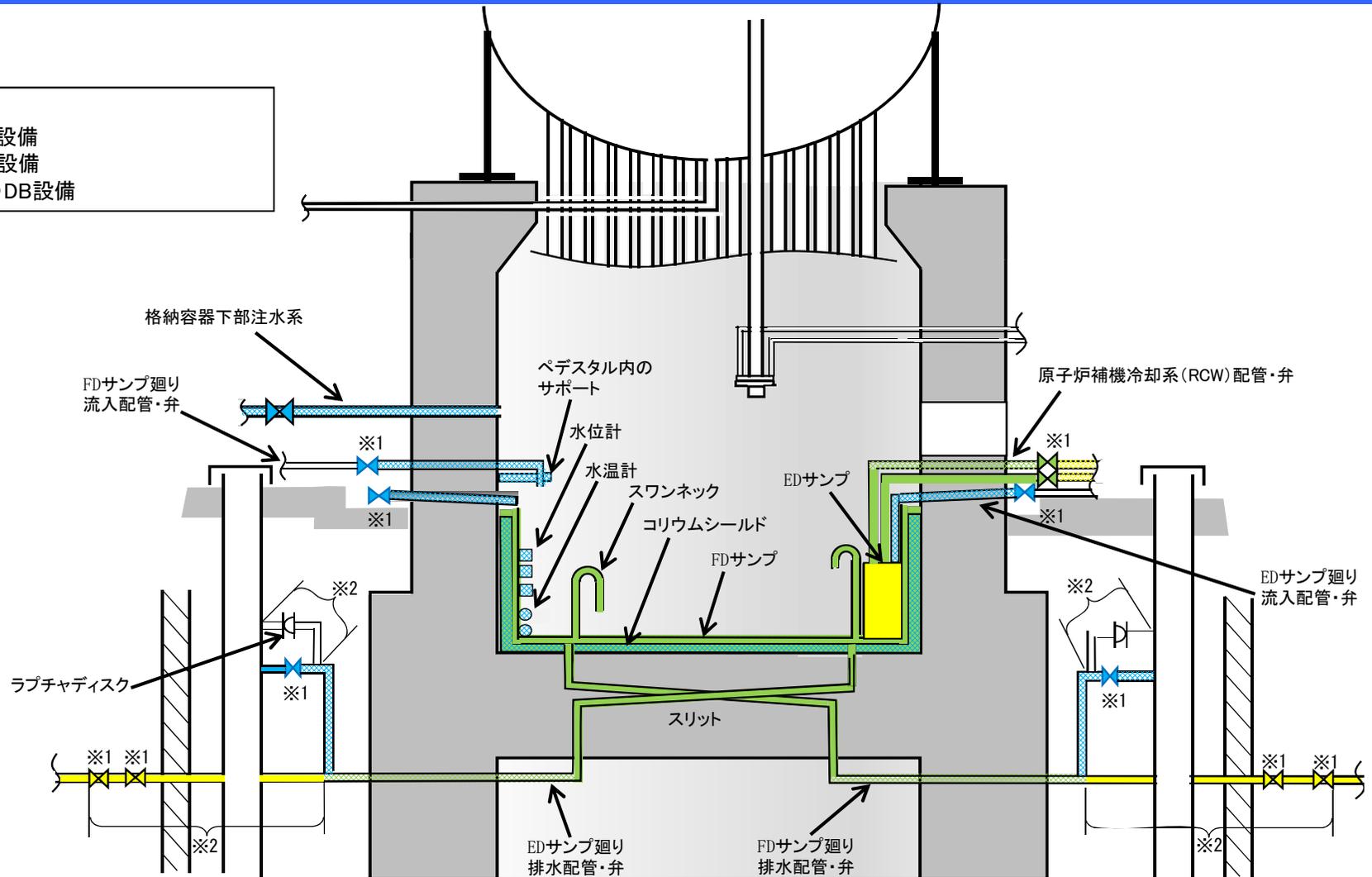
- 【凡例】
- : 要目表記載設備
 - : 基本設計方針記載設備



要目表・基本設計方針記載範囲図(断面図)

MCCI/FCI対策関連設備の工認上の取り扱いと工認作成図書補足(2/3)

- 【凡例】
- : SA設備
 - : DB設備
 - : SA・DB設備

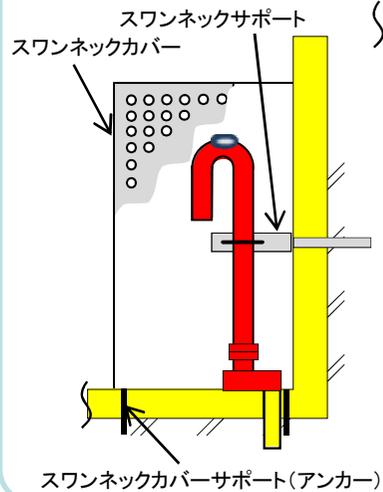


- ※1 : 溶融炉心落下前に閉とする弁
- ※2 : SA主配管にはあたらないが SAバウンダリを構成する範囲

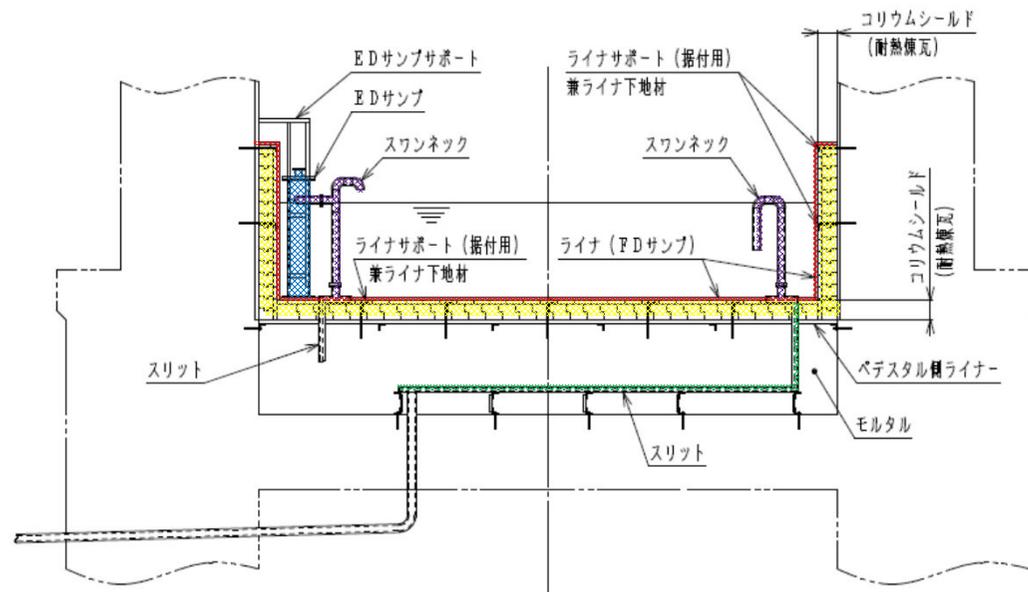
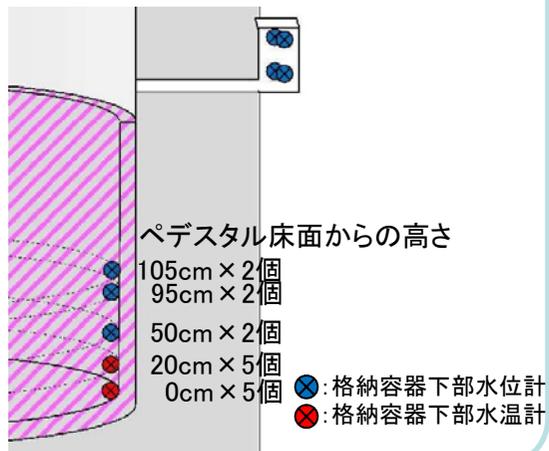
DB・SA設備範囲図(断面図)

MCCI/FCI対策関連設備の工認上の取り扱いと工認作成図書補足(3/3)

スワンネックカバー



格納容器下部水位計・水温計



【凡例】

- : スワンネック
- : コリウムシールド
- : EDサンプ
- : ライナ(FDサンプ)
- : スリット

コリウムシールド断面図