

鹿児島県原子力安全対策課 殿
川内原子力発電所の運転期間延長の検証に関する分科会
釜江座長殿

3月29日川内原子力発電所視察に関するコメントと追加質問

2022年4月4日 後藤政志

視察後の第2回分科会の場で質疑等行ったが、私の質問が若干言葉足らずであったと思われるところを補足説明し、一部再質問させていただきます。細かい質問もしており、今後特別点検結果の詳細な説明予定であれば、それをもって回答としていただいても結構ですし、次回分科会において九州電力殿から端的にご回答をいただければ議論ができるかと考えます。

1. 格納容器の塗装の目視点検の範囲について

直径約40m、高さ60～70m程度（格納容器内面）ある非常に広い面積の格納容器鋼板の表面の塗膜に劣化や損傷等が見られないか目視確認しているとのことであるが、建設から40年近く経つ大型構造物の劣化状況の確認として確認できた範囲とできなかった範囲を明確にさせていただく必要がある。厚さ40mm近い鋼板の高経年劣化としては、腐食が第一に思い浮かぶことは、確かであるが以下、格納容器バウンダリ^{注1}としての厳格な機能確認としてどこまで有効か確認をさせていただきたい。

注1；格納容器バウンダリ（出展：ATMICAに加筆）

原子炉の冷却材喪失事故時に圧力障壁となり、かつ、原則として放射性物質の放散に対する最終の障壁を形成する境界である。すなわち、原子炉格納容器本体だけではなく格納容器貫通部（機器ハッチ（機器類の搬出入の蓋）、エアロック（人の出入り口）、配管、電気配線ケーブル等、ノズルおよびベローズなどを含む）および格納容器隔離弁等も格納容器バウンダリを構成する。

- ① 説明では、目視可能な範囲はすべて見ると理解したが、逆に見ることのできない部分はどこにどれだけあるのか？1つ目の課題は、そもそも、あれだけ大きな構造物の広い範囲を目視点検で見落がないように確実に検査ができるのかということだ。2つ目の課題は、他の機器や配管、ダクトなどがあり接近できない、あるいは見ることが不可能なため、直接点検できない部分はどこにどれだけあるのかということである。
- ② 見られない部位の評価はどのようにするのか？特に、視察させていただいた格納容器鋼板の表面は、平坦（曲率はあるが）な部位で、欠陥等発生する可能性の最も低い部位だけを見て、溶接構造物として劣化や欠陥が生じやすい部位に対する確認方

法の説明がないと、「検査をした」とは言えないのではないか。なお、特別点検のルールに従っているとの認識はあると思うが、規制の要求が不十分な場合には、事業者として積極的にリスクの低減に努めるべきと考える。

③ 点検が困難と思われる具体例（あくまで推測だが）を挙げると

a) 格納容器シェルの下部がコンクリート内に埋め込まれた部位の鋼板の腐食等。

格納容器シェル下部の鋼板外面はコンクリート接しているが、鋼板内面は目視可能なのか、それともコンクリートと接しているのか？鋼板表面はどの範囲まで点検できているのか？コンクリートと接している格納容器外面には、スタッド（鋼板をコンクリートに定着させる金具）があると思うがその健全性の確認はやっているのか？

もし、十数メートルもコンクリートの中に埋め込まれた深い場所だとすると環境条件と劣化や損傷の状況は事実上確認ができない。深くコンクリート中に埋め込まれた、鋼板あるいはスタッドや埋め込みボルト等棒状の金属があればその健全性確認はどのようにしているのか？

また、非破壊検査がどこまで可能か検出限界を含めて最新の技術の状況がわかれば、報告されたい。

b) 視察後の質問で、格納容器シェルのコンクリート埋め込み部は、格納容器に圧力や温度がかかった時に、コンクリート表面での剛性の急激な変化で、シェルが折れ曲がるのを防ぐため、砂などの詰め物をしているのではないかと確認させていただいた。

この問題は、BWRの鋼製格納容器の強度設計上採用されている「サンドクッション」^{注2}という格納容器外面のコンクリート埋め込み部に砂を入れた鋼板製の箱の部分の構造と同様な設計になっているとすると、鋼板とコンクリートの間に応力を緩和する材料が挿入されているのではないかと推測する。視察後の質問に対して、樹脂のようなものを使っているとの返答であったと記憶しているが、この部分の詳細な構造と腐食対策について教えていただきたい。この部分は、高経年プラントの格納容器の健全性に確認において非常に重要な課題であると考え。

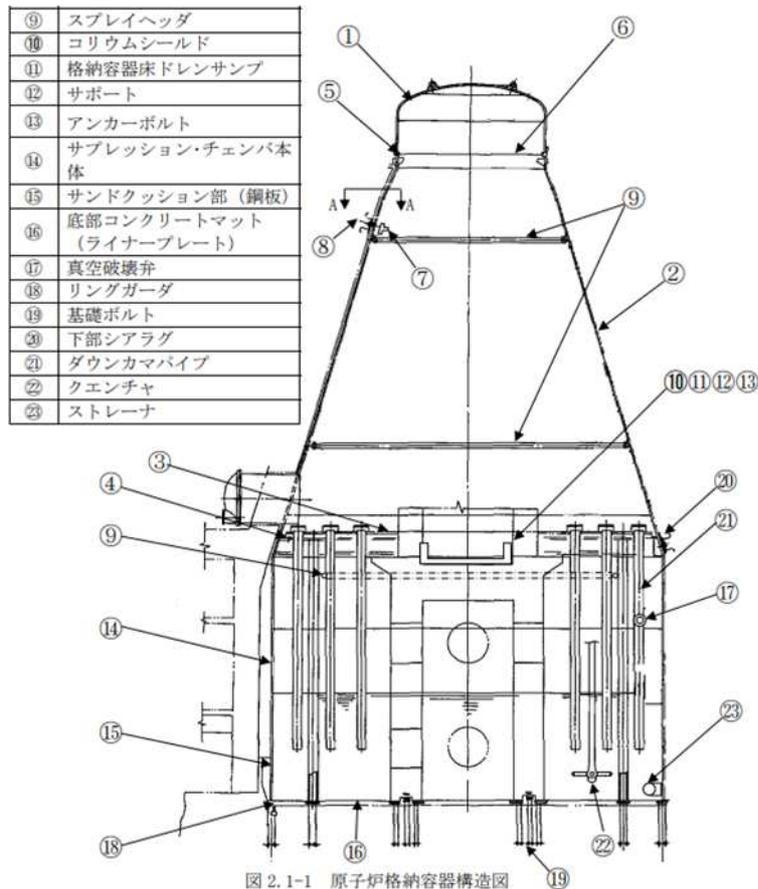
注2；「サンドクッション」

BWR型原子炉格納容器の基礎部コンクリート躯体との埋設境界部に砂により応力緩衝を行なう仕組みをいう。設計上は乾いた砂を入れることになっているが、結露して水分がたまったり、構造によっては水が流れこみ、格納容器鋼板の腐食の原因になることがある。米国オイスタークリーク発電所において、原子炉格納容器上部からの漏えい水が格納容器外壁を伝ってサンドクッション部に流入し、ドレン管が閉塞していたため、当該部の炭素鋼板が腐食した事例がある。その事例からBWRでは、サンドクッションに水分が溜まらないようにすることと、定期的に鋼板の板厚測定を実施していると理解している。

図 2.1-1 BWR（東海第二原子力発電所）の原子炉格納容器構造図を示す。図の⑮がサンドクッション部鋼板外面を示しており、外側に砂が接している。

(180920_enchoshinsei_houkokusho_ichibuhenkou_2.pdf (pref.ibaraki.jp))

<https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/gentai/anzen/nuclear/anzen/documents/180920_enchoshinsei_houkokusho_ichibuhenkou_2.pdf>



- c) 格納容器鋼板の内外表面に溶接された部分あるいは接触している突起物等の存在視察では、格納容器内面の平坦な部分だけ見せていただいたが、機器ハッチやエアロック(エアロック自身は格納容器に入る時にみることができた)、多くの配管やケーブルなど、格納容器の貫通部は全く見ていない。格納容器にとって各種の貫通部が構造的弱点であるから、高経年プラントにおいても、真っ先に確認が求められてしかるべきであると考え。「塗膜の劣化」だけを確認するだけでは不十分で、機器ハッチ等のフランジのシール面の傷や変形腐食やボルト自体の痛みあるいはボルトの締め付け部等健全性確認が重要である。また、上部のポーラークレーンのレール支持構造の取り付け部や格納容器スプレイヘッド取り付け部およびスプレイヘッド内の腐食の確認も別途必要であるかと思えます。すでに点検

を終えている場合には、データを示してご説明いただけることになると思います。図1は、玄海3号機の格納容器の写真です。(ホームページ(電気事業連合会「Enelog」))。



図1 玄海3号機の格納容器内面 ホームページ(電気事業連合会「Enelog」)より

上部のポーラークレーン部や、機器ハッチが見えますが、配管やケーブルの貫通部は見えません。格納容器の外側のアニュラス部についても、構造の説明とその健全性確認について説明いただければと考えます。

もし、今後報告予定であったとしましたら、先走った質問になってしまい失礼しました。

2. コンクリート構造の点検範囲の確認

コンクリートのコアサンプルの切り出しを見学させていただきましたが、少なくとも格納容器内のすべてのコンクリート部分がそれぞれどのような構造でどのような機能をはたしているのか、それがどのような環境下にあるのか、ご説明いただけないかと。劣化モード毎に厳しい部位を選定したとのことであるが、機器類の基礎を含めてどのような構造になっていて、どのような環境にあるか見ないことには、代表性があるかどうかよく分からない。

以上