

これまでの委員からの質問への回答
(第5回分科会実施後の後藤委員による
質問(2022年9月21日)への回答)
【第4回分科会資料 資料4に対する質問】

2022年11月7日

No.	質 問 事 項	頁
追4-1 (質問1-1)	p. 17~19で、例えば「対象：容器」、「全体物量：約720基」、「劣化状況評価対象：約500基」となっているが、劣化評価対象になっていないものが220基と読めるがその220基が劣化対象になっていないことの理由を明記いただきたい。容器以外に対象も同様。また、対象から外したことで、劣化が見落とされた場合に、その影響は予測できるのでしょうか。	3, 4
追4-2 (質問1-2)	同じく、「評価数：全数評価実施」とあり、「設備：加圧ヒータ」、劣化事象「導通不良」とあります。この全数評価実施とあるのは、劣化状況評価対象機器、約500基すべてを実施した、ということでしょうか。この表から、「評価対象機器は、全数すべてデータを取り評価した」ということで間違いありませんか。他方で、右端の欄に、「代表評価対象」とありますが、評価対象機器は全数評価したと、代表評価対象とはどのような関係ですか。	5
追4-3 (質問1-3)	右端の欄に「代表評価対象：全数（実機と同等の機器を用いた試験結果等により評価）」とありますが、この意味は、①約500基すべての導通不良を試験により評価した。②その試験結果の評価クライテリアとして、「実機と同等の機器を用いた試験結果等」を用いた、という理解でよろしいでしょうか。	6
追4-4 (質問1-4)	弁の項で、仕切弁の例でいうと、「A、B 2台／（約1000台）とあるのは、A系統とB系統それぞれ1台ずつあり、全部で約1000台」という理解でよろしいでしょうか。	7
追4-5 (質問1-5)	配管について、全体物量約90kmの内、評価対象が約60kmあり、評価数が、例えば、（約0.6km）／（約5km）とあるのはどういう意味でしょうか？余熱除去系配管が約5kmありそのうち、約0.6kmがステンレス配管で、0.6kmだけを評価したということでしょうか。劣化事象が疲労割れになっていますが、これほど長い配管にどのようにして「疲労亀裂がない」あるいは「そうした徴候がない」と言えるのでしょうか。	8
追4-6 (質問1-6)	各項目の劣化状況評価対象は、機器類でみた場合、全体物量の半数あるいは70%近くになっています（弁は3分の1程度）が、ざっくり見ると、「半数を超える機器類を実際に調べて評価した」ということでしょうか？そのことを逆に言うと、「全機器類の半数から30%が確認できていない」ことになる。	9, 10

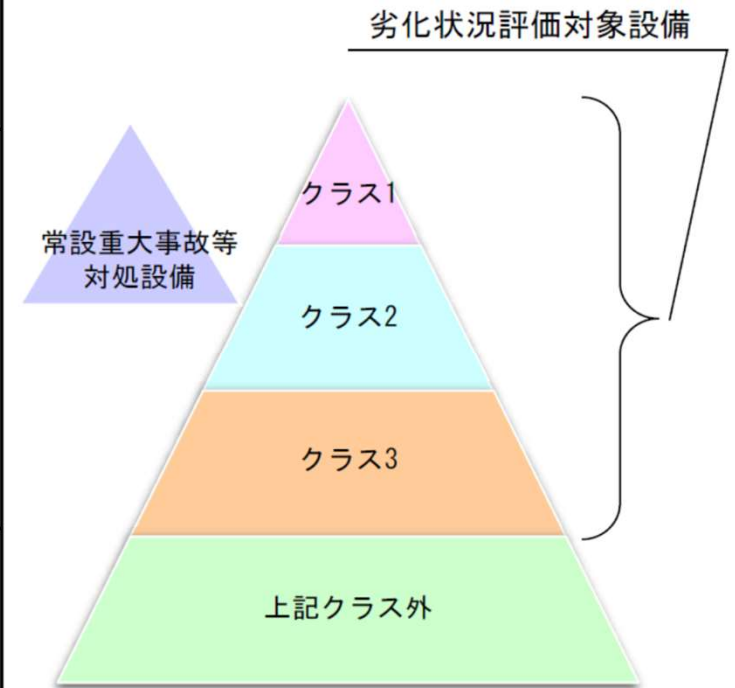
No.	質 問 事 項	頁
追4-7 (質問2)	<p>p. 21にあるように、格納容器のペネトレーションからでた配管は、アニュラス部の壁を貫通するところはないのでしょうか？通常は、コンクリートの壁を貫通する場合は、配管の周囲に一定の隙間を開けて、温度変化で配管が動いても、熱変位をどのようにして吸収しているか示していただけますか？部分的構造だけではなく、ペネから遮蔽壁や配管サポートなど、配管系全体の仕組みを教えてください。その上で、熱による変位や、劣化事象の評価が必要かどうか見る必要があるかと思います。同様に、格納容器の事故時に熱変位で接触したりする可能性のあるところはどこか。あれば、設計条件における圧力、温度変化による伸びと、周囲の遮蔽コンクリートの接触の可能性についての説明を求める。</p>	次回以降 説明
追4-8 (質問3)	<p>p. 20～21で、格納容器のコンクリート埋設部に「スタッド」とありますが、スタッド詳細な配置や寸法を示していただきたい。この部分は、最も検査が困難な部位なので、丁寧に説明が欲しい。フラットな面よりも、溶接されたスタッドの付根は相対的に劣化し易いと考えます。推測や傾向分析ではなく、健全であるとの直接的なデータを示してほしい。このスタッドは、格納容器底部の埋め込み部鋼板を周囲のコンクリートに定着させる役割を果たすもので、これがないと鋼板とコンクリートの間で鋼板と平行な荷重を支えられなくなる。なお、改めて述べるまでもなく、格納容器のバウンダリーの健全性は、どこか一ヶ所が漏れるだけで、失われる。大きな穴があれば、漏えい率試験で分かるが、鋼板そのものの健全性を確認することとは、明らかに違う。本来は、鋼板自体の健全性と、漏えい率試験の両方で健全性を確認すべきものとする。</p>	11～15
追4-9 (質問4)	<p>格納容器は、負圧管理上真空破壊弁を設けてあると思うが、どこにどのような弁を何基つけているのか。その劣化要因は何か？また、真空破壊弁の機能とその設計条件や重大事故時の機能喪失モード（機能維持ができなくなる状態）について説明願いたい。</p>	16, 17
追4-10 (質問5)	<p>p. 28～29に原子炉容器を支えているサポート部のアンカーボルトが1カ所に4本ずつ、6か所設計24本と読める。24本のアンカーボルト以外に、鉄筋や鋼板などの強度を担うものはないのか？原子炉容器サポート直下のコンクリート構造（1次遮蔽壁）の配筋はどのようになっているのか。p. 27のコンクリート内部の温度計と鉄筋配置の干渉等ないのか。なお、図で見る限り、原子炉容器は自重で原子炉容器サポートに載っているだけで、構造的には上向き荷重に対しては拘束されていないように見える。上向き方向の地震力はどこで支えられるのか？</p>	次回以降 説明

追4-1 (質問1-1)	p. 17～19で、例えば「対象：容器」、「全体物量：約720基」、「劣化状況評価対象：約500基」となっているが、劣化評価対象になっていないものが220基と読めるがその220基が劣化対象になっていないことの理由を明記いただきたい。容器以外に対象も同様。また、対象から外したことで、劣化が見落とされた場合に、その影響は予測できるのでしょうか。
回答	<p>容器のうち約220基を劣化状況評価対象としていないのは、第3回分科会資料4-1のP16に示す通り、劣化状況評価の対象が、安全機能及び重要度により分類されるクラス1～3及び常設重大事故等対処設備の機器であり、それらに該当しない機器（例：復水脱塩塔）として、劣化状況評価対象としていないためである。容器以外の機器についても同様である。</p> <p>また、劣化状況評価の対象としていない機器類についても、巡視点検等の対象であるため、運転状態などの監視は可能であり、故障した場合でも、機能回復ができるよう重要度に応じた保全（事後保全等）を実施している。なお、劣化評価対象外の機器類については、安全機能を有しない機器（「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」）であり、プラント運転への影響は小さく、原子炉の安全性に影響を与えることはないと考えます。</p>

～第3回分科会資料より抜粋～

劣化状況評価対象の設備は、安全機能及び重要度により分類されるクラス1～3及び常設重大事故等対処設備の機器等である。

クラス1	機器の故障等により発生する事象によって、 <u>炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある機器等。</u> また、 <u>異常発生時に原子炉を緊急停止し、敷地公衆への過度の放射線の影響を防止する機器等。</u>	例) 原子炉容器 蒸気発生器 主蒸気逃がし弁
クラス2	機器の故障等により発生する事象によって、 <u>炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある機器等。</u> また、 <u>上記機器等の故障等により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする機器等。</u>	例) 使用済燃料ピット 燃料取替用水ポンプ
クラス3	異常状態の起因事象となるもので、クラス1、2以外の機器等。 また、運転時の異常な過渡変化があっても、クラス1、2とあいまって、事象を緩和する機器等。	例) 蒸気タービン タービン発電機
常設重大事故等対処設備	重大事故等に対処するための機能を有する設備のうち、常設のもの。	例) 常設電動注入ポンプ
上記クラス外	クラス1、2、3に該当しない機器等。	例) 飲料水ポンプ



追4-2 (質問1-2)	<p>同じく、「評価数：全数評価実施」とあり、「設備：加圧ヒータ」、劣化事象「導通不良」とあります。この全数評価実施とあるのは、劣化状況評価対象機器、約500基すべてを実施した、ということによろしいですか。この表から、「評価対象機器は、全数すべてデータを取り評価した」ということで間違いありませんか。他方で、右端の欄に、「代表評価対象」とありますが、評価対象機器は全数評価したことと、代表評価対象とはどのような関係ですか。</p>
回答	<p>設備の大分類として「容器」があり、小分類として「原子炉容器」や「加圧器ヒータ」が存在し、その中の「加圧器ヒータ」について、「導通不良」に対する評価を代表評価しているものである。そのため、劣化状況評価対象機器、約500基すべてにデータを取り「導通不良」の評価を実施したわけではない。</p> <p>「加圧器ヒータ」の「導通不良」については、加圧器ヒータ実機と同等の供試体により得られた試験結果と実機を60年間供用した場合に想定される劣化量を比較することで、実機を全数評価しているものである。</p> <p>ここでの代表評価対象というのは、加圧器ヒータ実機と同等の供試体のことであり、その結果をもって評価対象機器を全数評価したこととなる。</p>

追4-3 (質問1-3)	右端の欄に「代表評価対象：全数（実機と同等の機器を用いた試験結果等により評価）」とありますが、この意味は、①約500基すべての導通不良を試験により評価した。②その試験結果の評価クライテリアとして、「実機と同等の機器を用いた試験結果等」を用いた、という理解でよろしいでしょうか。
回答	<p>「代表評価対象：全数（実機と同等の機器を用いた試験結果等により評価）」については以下のとおりである。</p> <p>①「質問事項No. 質問1 1-2」の回答と重複になるが、約500基すべての導通不良を試験により評価したわけではない。</p> <p>②「質問事項No. 質問1 1-2」の回答と重複になるが、「実機と同等の機器を用いた試験結果」を用いたという理解であり、詳細には、加圧器ヒータの例でいうと、実機と同等の供試体により得られた試験結果と実機を60年間供用した場合に想定される劣化量を比較することで、実機を全数評価しているものである。</p>

追4-4 (質問1-4)	弁の項で、仕切弁の例でいうと、「A、B 2台／（約1000台）とあるのは、A系統とB系統それぞれ1台ずつあり、全部で約1000台」という理解でよろしいでしょうか。
回答	仕切弁の例でいうと仕切弁が約1000台あり、そのうち代表として疲労割れの評価を実施している弁が、RHRS入口隔離弁（A系統で1台、B系統で1台 計2台）であることを示している。

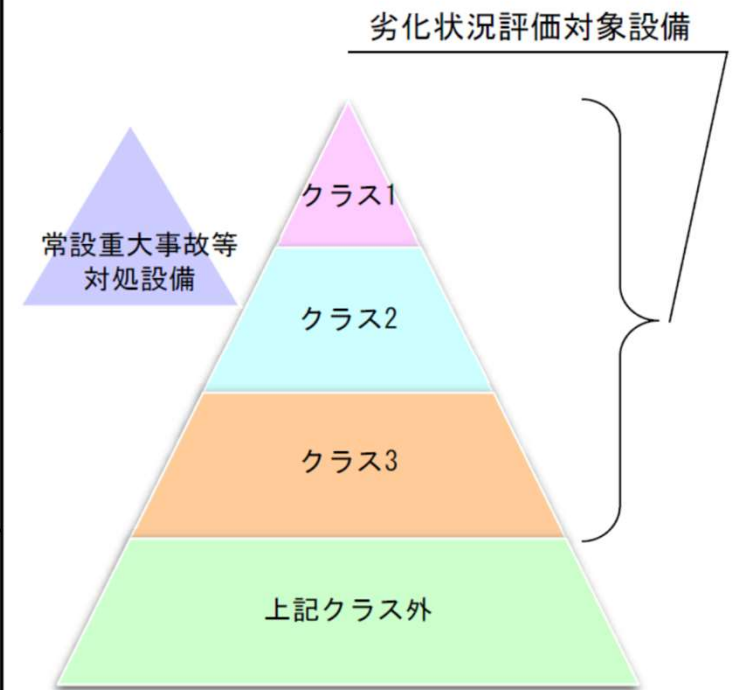
追4-5 (質問1-5)	配管について、全体物量約90kmの内、評価対象が約60kmあり、評価数が、例えば、（約0.6km）／（約5km）とあるのはどういう意味でしょうか？余熱除去系配管が約5kmありそのうち、約0.6kmがステンレス配管で、0.6kmだけを評価したということでしょうか。劣化事象が疲労割れになっていますが、これほど長い配管にどのようにして「疲労亀裂がない」あるいは「そうした徴候がない」と言えるのでしょうか。
回答	<p>【評価対象の考え方】</p> <p>全体物量約90kmの内、安全機能及び重要度※に応じて選定した劣化状況評価対象が約60kmという意味である。 ※ 第3回分科会資料（資料4-1）参照</p> <p>劣化状況評価対象の配管約60kmのうち約5kmがステンレス鋼配管という意味であり、約5kmのうち余熱除去系統が約0.6kmということの意味している。約0.6kmのうち疲労割れが想定される箇所はすべて評価したうえで代表部位を選定し、報告している。よって、代表部位に疲労き裂がないことからステンレス鋼全体についても「疲労き裂がない」と評価している。</p> <p>（参考）余熱除去系統配管の疲労割れに対する健全性評価 評価方法は「（社）日本機械学会 設計・建設規格（JSME S NC1-2005/2007）」や「（社）日本機械学会 環境疲労評価手法（JSME S NF1-2009）」に基づき実施しており、評価の結果は、許容値を満足する結果が得られている。</p> <p>また、現状保全においても、定期的に溶接部を対象とした超音波探傷検査又は浸透探傷検査及び漏えい検査を実施し、健全性を確認している。</p>

追4-6 (質問1-6)	各項目の劣化状況評価対象は、機器類でみた場合、全体物量の半数あるいは70%近くになっています（弁は3分の1程度）が、ざっくり見ると、「半数を超える機器類を実際に調べて評価した」ということでよろしいでしょうか？そのことを逆に言うと、「全機器類の半数から30%が確認できていない」ことになる。
回答	<p>劣化状況評価対象の機器類については、その種類によって、全数評価を実施している機器もあれば、劣化状況評価対象の全数評価を中から代表を選定して評価を実施している機器もある。</p> <p>劣化状況評価の対象外の機器類（質問でいうところの「全機器類の半数から30%」）については、質問事項 No. 1-1への回答にて示す通り、安全機能及び重要度により分類されるクラス1~3及び常設重大事故等対処設備の機器に該当しないことから、対象外としている。</p> <p>しかしながら、劣化状況評価の対象外である機器類についても、巡視点検等により、運転状態などの監視は可能であり、早期に不具合を発見できるとともに必要に応じて保全を実施している。</p>

～第3回分科会資料より抜粋～

劣化状況評価対象の設備は、安全機能及び重要度により分類されるクラス1～3及び常設重大事故等対処設備の機器等である。

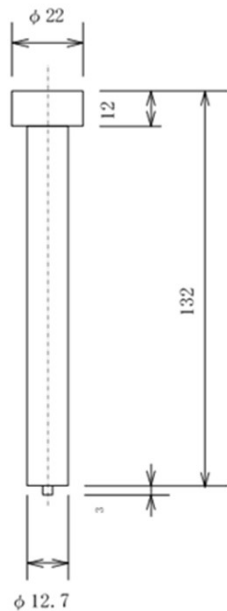
クラス1	機器の故障等により発生する事象によって、 <u>炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある機器等。</u> また、 <u>異常発生時に原子炉を緊急停止し、敷地公衆への過度の放射線の影響を防止する機器等。</u>	例) 原子炉容器 蒸気発生器 主蒸気逃がし弁
クラス2	機器の故障等により発生する事象によって、 <u>炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある機器等。</u> また、 <u>上記機器等の故障等により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする機器等。</u>	例) 使用済燃料ピット 燃料取替用水ポンプ
クラス3	異常状態の起因事象となるもので、クラス1, 2以外の機器等。 また、 <u>運転時の異常な過渡変化があっても、クラス1, 2とあいまって、事象を緩和する機器等。</u>	例) 蒸気タービン タービン発電機
常設重大事故等対処設備	重大事故等に対処するための機能を有する設備のうち、常設のもの。	例) 常設電動注入ポンプ
上記クラス外	クラス1, 2, 3に該当しない機器等。	例) 飲料水ポンプ



追4-8 (質問3)	<p>p. 20～21で、格納容器のコンクリート埋設部に「スタッド」とありますが、スタッド詳細な配置や寸法を示していただきたい。この部分は、最も検査が困難な部位なので、丁寧に説明が欲しい。フラットな面よりも、溶接されたスタッドの付根は相対的に劣化し易いと考えます。推測や傾向分析ではなく、健全であるとの直接的なデータを示してほしい。このスタッドは、格納容器底部の埋め込み部鋼板を周囲のコンクリートに定着させる役割を果たすもので、これがないと鋼板とコンクリートの間で鋼板と平行な荷重を支えられなくなる。なお、改めて述べるまでもなく、格納容器のバウンダリーの健全性は、どこか一ヶ所が漏れるだけで、失われる。大きな穴があげば、漏えい率試験で分かるが、鋼板そのものの健全性を確認することとは、明らかに違う。本来は、鋼板自体の健全性と、漏えい率試験の両方で健全性を確認すべきものとする。</p>
回答	次頁以降に示す。

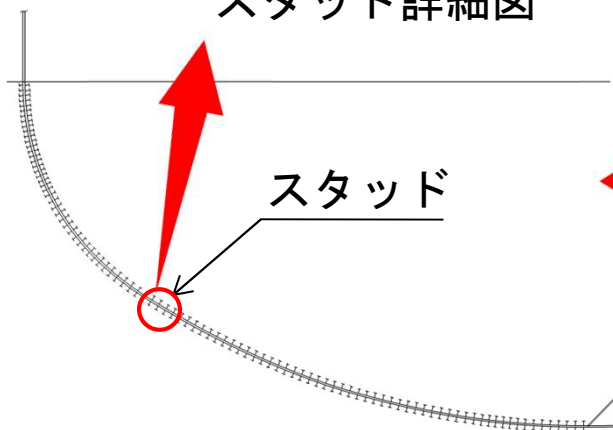
回答

○スタッドの配置、寸法について

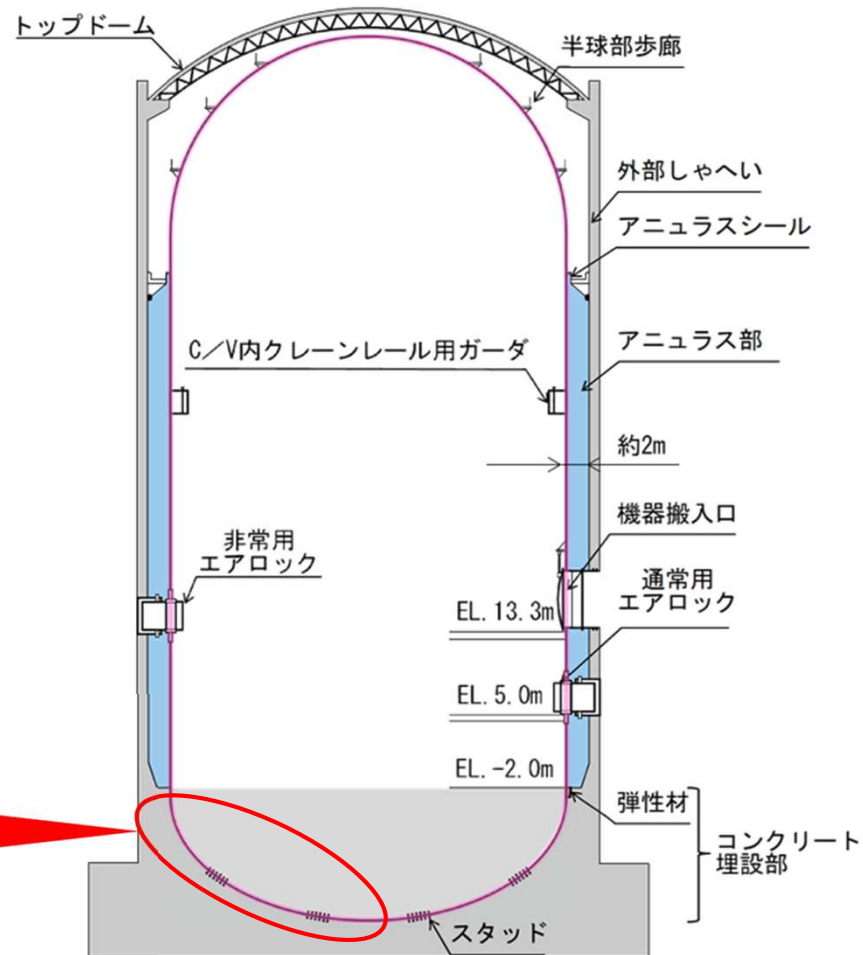


スタッド本数
1号：67,539本
2号：75,842本

スタッド詳細図



原子炉格納容器埋設部の概略図



原子炉格納容器全体図



回答

○スタッドについて

建設時において、スタッド溶接部については以下のとおり品質管理を行っており、本溶接施工前に実施する試験溶接スタッドの試験検査にて合格した溶接条件で本溶接を実施していることから、建設時におけるスタッドの付根部は健全であると考えている。その後、当該部には、コンクリート打設を行っていることから、スタッドの取付状態に変化はないと考えられる。また、スタッドの材質は炭素鋼であるが、コンクリート埋設部は、コンクリート内の水酸化カルシウムにより強アルカリ環境を形成しており、仮に塗装が不完全だったとしても鉄表面は不動態化しているため、腐食速度としては小さい環境にあると考えられる。

【スタッド溶接部の品質管理】

①材料の確認

・材質：S15C（JIS G 4051）

②溶接位置の確認

・ポンチにてマーキング

③溶接部の前処理確認

・溶接部の格納容器母材表面は、グラインダによるペイント等を完全に除去

④試験溶接スタッドによる事前の試験検査

・作業日が変わるごとに、試験溶接スタッドの作成及び試験、検査を実施する。

・試験内容は、浸透探傷試験、引張試験、折曲げ試験、肉盛り除去後の探傷試験（浸透探傷試験又は磁粉探傷試験）

⑤本溶接

⑥外観検査（全数）

⑦追加検査（必要に応じ）

⑧補修（必要に応じ）

回答

○原子炉格納容器のコンクリート埋設部の健全性について

以下のとおり、原子炉格納容器のコンクリート埋設部の健全性を維持していると考えます。

第6回分科会資料2より抜粋

・原子炉格納容器鋼板の埋設部

鋼板のコンクリート埋設部については、プラント建設時のコンクリート打設前に、鋼板に対して塗装を施工しており、鋼板は塗膜で保護されているため、腐食は発生しにくい環境と考えられる。

コンクリート埋設部は、コンクリート内の水酸化カルシウムにより強アルカリ環境を形成しており、仮に塗装が不完全だったとしても鉄表面は不動態化しているため、腐食速度としては小さい環境にあると考えられる。

コンクリート埋設部の鋼板には、電気防食装置を備えており、仮にコンクリートの中性化が進行しても電気防食装置による電流調整により、腐食速度の小さい電位に鋼板電位を保持できるよう対策を講じている。

以上のことから、点検不可範囲である鋼板のコンクリート埋設部については健全性を維持できていると推測する。

回答

○原子炉格納容器の健全性について

以下のとおり、定期事業者検査において鋼板自体の健全性と漏えい率検査の両方で健全性を確認している。

・原子炉格納容器の点検について

原子炉格納容器の鋼板については、毎回の定期事業者検査時に外観点検を実施しており、鋼板に塗膜のはがれやふくれなどの劣化等が確認された場合には、必要に応じて補修塗装を実施している。

補修塗装については、塗膜の劣化状況により、グラインダー等の専用工具を用いた下地処理（ケレン）、塗装（下塗り、中塗り、上塗り）を実施している。

また、補修塗装に際しては、必要に応じ膜厚の確認も実施している。

・原子炉格納容器漏えい率検査について

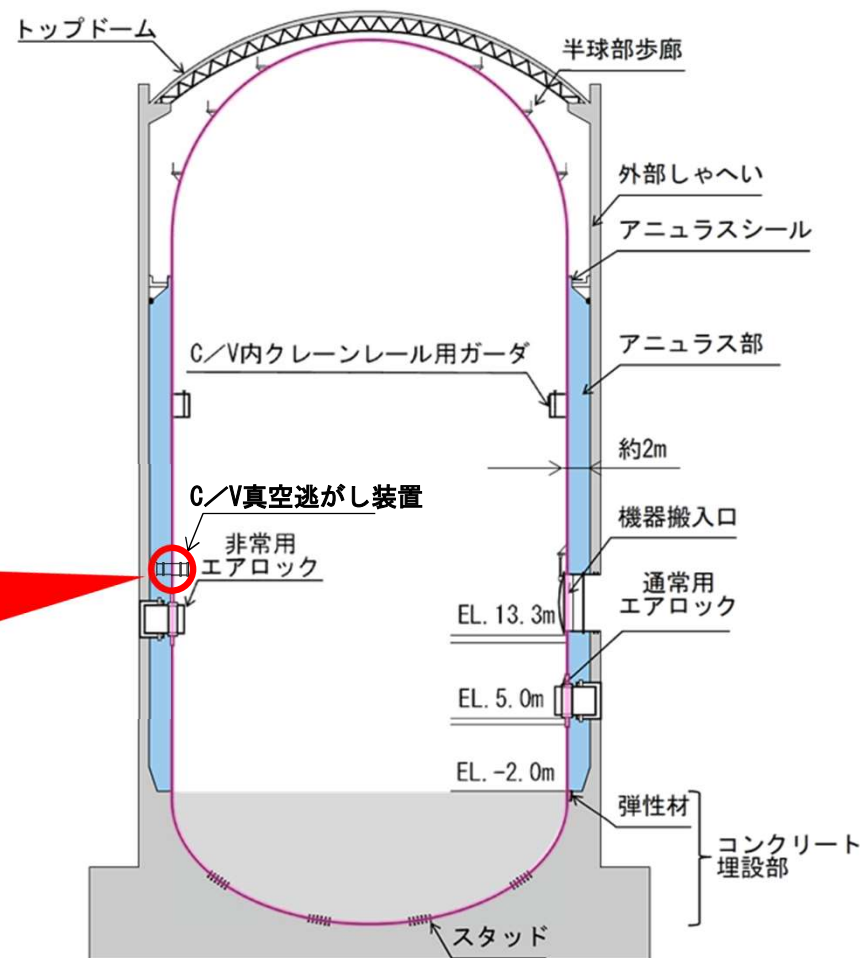
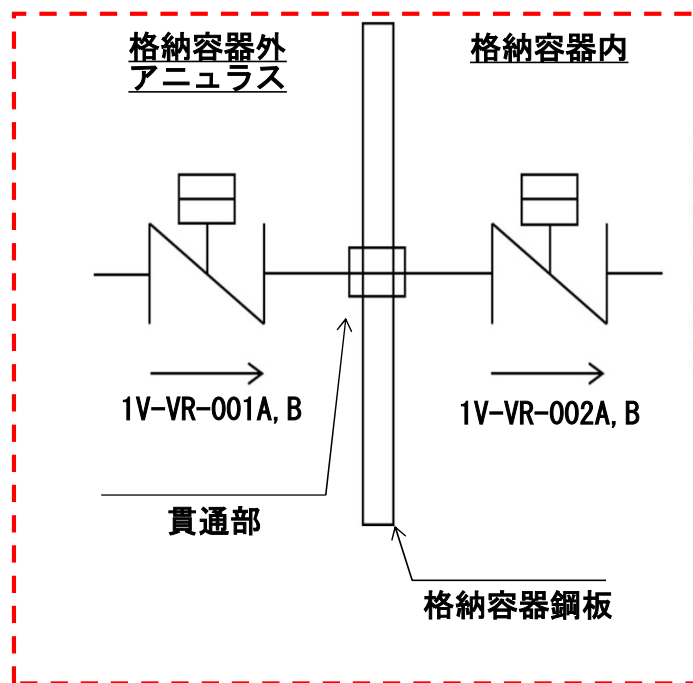
定期事業者検査による「原子炉格納容器漏えい率検査」（原子炉格納容器全体（A種試験）：定期事業者検査3回に1回、局部（B, C種試験）：A種試験を行わない定期事業者検査時）においても、原子炉格納容器の「閉じ込め」機能の健全性を確認している。

追4-9
(質問4)

格納容器は、負圧管理上真空破壊弁を設けてあると思うが、どこにどのような弁を何基つけているのか。その劣化要因は何か？また、真空破壊弁の機能とその設計条件や重大事故時の機能喪失モード（機能維持ができなくなる状態）について説明願いたい。

回答

- ▶ プラント通常運転中にC/Vスプレイ系の誤作動により、C/V内雰囲気温度の急速冷却によって負圧となった場合に、C/Vが許容外圧以上の圧力を受けないように外気を導入し、負圧を低減させる機能を有する。



○真空逃がし装置の機能、設計条件は以下の通り。

・仕様は以下の通り。

項目	内容
弁型式	逆止弁
弁開差圧	-0.0007MPa
流入空気量	-0.0041MPaで608Nm ³ /分以上
数量	4個（1系統あたり2個）

○真空逃がし装置の想定劣化事象

真空逃がし装置のスイング式逆止弁の弁箱、弁蓋等の材質は炭素鋼製であるため、外部は大気中であることによる全面腐食、内部は流体による流れ加速型腐食、シート面については、弁の開閉による腐食が想定される。

しかしながら、外部の大気接触部は塗装等により腐食進行の可能性を小さくしており、内部およびシート面については分解点検時の目視確認により機器の健全性は維持しているため、今後の機能維持は可能であるため、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

○重大事故時の機能喪失モード

真空逃がし装置は、重大事故時には使用しないため、重大事故時の機能喪失モードはない。