

玄海原子力発電所 3 号炉  
高経年化技術評価（30 年目）に係る  
原子炉施設保安規定変更認可申請  
（審査会合における指摘事項の回答）

2023年 12月 15日

九州電力株式会社



No	日時	事象	指摘事項の内容	回答
1	2023年 4月20日	申請の概要	最新知見の収集・反映プロセスに関して、情報をどのように集めて評価し、インプットしているのかプロセスを説明すること。	2023年11月2日 回答済
2	2023年 4月20日	高経年化技術評価 (低サイクル疲労)	低サイクル疲労の実績過渡回数の収集期間の考え方、及び2019年4月～2020年3月に特異な過渡がなかったかについて説明すること。	2023年11月2日 回答済
3	2023年 4月20日	高経年化技術評価 (絶縁低下)	ループ室内布設の難燃PHケーブルに対して、負荷と保守管理方針を説明すること。	2023年11月2日 回答済
4	2023年 4月20日	高経年化技術評価 (コンクリート)	新規制基準以降に建設されたコンクリート構造物のアルカリ骨材反応（急速膨張）について、実施した試験と結果を説明すること。	2023年11月2日 回答済
5	2023年 4月20日	高経年化技術評価 (耐震安全性評価)	炭素鋼配管に対して設備改善を行う計画があれば、優先度を含めて今後説明すること。	2023年11月2日 回答済
6	2023年 4月20日	高経年化技術評価 (中性子照射脆化)	「第4回監視試験の実施計画を検討する」の記載について、第4回試験の具体的な計画と本方針の位置付けを説明すること。	2023年11月2日 回答済

No	日時	事象	指摘事項の内容	回答
7	2023年 11月2日	高経年化技術評価 (IASCC)	30年以降の設備利用率の設定が、IASCCと中性子照射脆化で異なるため、設備利用率の低いIASCCの評価に与える影響を説明すること。 (設備利用率 IASCC:90%、中性子照射脆化:100%)	別途回答
8	2023年 11月2日	高経年化技術評価 (IASCC)	中性子照射量(中性子束)について、MOX燃料を使用していることによる保守性の設定が、IASCCと中性子照射脆化で異なるため、保守性が小さいIASCCの評価の適切性について説明すること。 (中性子束の保守性 IASCC:1.09倍、中性子照射脆化:1.2倍)	別途回答
9	2023年 11月2日	高経年化技術評価 (IASCC)	IASCCの評価における保守性について、先行プラントと異なる場合には比較を行い説明すること。バツフルフォーマボルトの評価については、先行プラントにおける評価と管理損傷ボルト本数の関係性についても説明すること。	別途回答
10	2023年 11月2日	高経年化技術評価 (IASCC)	ロビンソンの損傷事例については、玄海3号炉についても川内の審査会合と同様の内容を説明すること。	別途回答
11	2023年 11月2日	高経年化技術評価 (コンクリート)	運転開始後の経過年数が40年を超えている雑固体焼却炉建屋について、代表構造物として選定していない理由を各劣化要因毎に整理し説明すること。	P. 3~6

### 1. 雑固体焼却炉建屋の概要

雑固体焼却炉建屋は、重要度分類クラス3の焼却炉を支持する建屋であり、管理区域内で発生した紙や布等の低レベル放射性廃棄物を焼却炉にて処理する1/2/3/4号炉共用の施設である。

評価対象構造物	使用条件等										選定	選定理由
	運転開始後経過年数*1	高温部の有無	放射線の有無	振動の有無	設置環境		塩分浸透の有無	代表構造物を支持	耐火要求の有無	緊張力の有無		
					屋内	屋外						
外部遮蔽壁	28	◇	◇	—	仕上げ有り	仕上げ有り	◇	—	—	○	◎	プレストレスを有する構造物
内部コンクリート	28	○ (1次遮蔽壁)	○ (1次遮蔽壁)	—	仕上げ有り	/	—	—	/	/	◎	高温部、放射線の影響
原子炉格納施設基礎	28	—	◇	—	仕上げ有り	埋設*4	◇	外部遮蔽壁及び内部コンクリートを支持	—	○	◎	代表構造物を支持する構造物、プレストレスを有する構造物
原子炉補助建屋	28	—	◇	—	一部仕上げ無し	仕上げ有り	◇	—	—	/	◎	屋内で仕上げ無し
原子炉周辺建屋	28	—	◇	○ (非常用ディーゼル発電設備基礎)	一部仕上げ無し*3	仕上げ有り	◇	—	—	/	◎	振動の影響
廃棄物処理建屋	28	—	◇	—	一部仕上げ無し*3	仕上げ有り	◇	—	—	/		
タービン建屋 (タービン架台)	28	—	—	○ (タービン架台)	一部仕上げ有り	/	—	—	/	/	◎	振動の影響、屋内で仕上げ無し
雑固体溶融処理建屋	13	—	◇	—	一部仕上げ無し*3	仕上げ有り	◇	—	—	/		
雑固体焼却炉建屋	41*2	—	◇	—	一部仕上げ無し*3	仕上げ有り	◇	—	—	/		
燃料取替用水タンク建屋 (配管ダクト含む)	28	—	—	—	仕上げ無し*3	仕上げ有り	◇	—	—	/		
取水構造物 (海水管ダクト含む)	28	—	—	—	一部仕上げ無し*3	一部仕上げ無し	○ (海水と接触)	—	—	/	◎	屋外で仕上げ無し、供給塩化物量の影響
脱気器基礎	28	—	—	—	/	一部仕上げ無し*5	◇	—	—	/		
非常用ディーゼル発電用燃料油貯油槽基礎 (燃料油貯蔵タンク基礎含む)	28	—	—	—	/	埋設*4	◇	—	—	/		
取水ピット搬入口蓋	5	—	—	—	仕上げ無し*3	仕上げ有り	◇*6	—	—	/		
大容量空冷式発電機基礎 (燃料タンク基礎含む)	5	—	—	—	/	埋設*4	◇	—	—	/		
代替緊急時対策所	5	—	—	—	仕上げ有り	仕上げ有り	◇	—	—	/		

\*1 運転開始後経過年数は、2023年3月時点の年数としている。  
 \*2 1/2/3/4号炉共用の建屋であり、2号炉の30年目高経年化技術評価を実施済。  
 \*3 他の屋内で仕上げがない構造物で代表させる。  
 \*4 環境条件の区分として、埋設部より気中部の方が保守的であることから、他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。  
 \*5 他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。  
 \*6 常時海水と接触していないことから、常時海水と接触し飛沫の影響が大きい取水構造物で代表させる。

【凡例】  
 ○：影響大  
 ◇：影響小  
 —：影響極小、又は無し  
 /：使用条件等に該当無し

## 2. 使用条件等を踏まえた各劣化要因毎の代表性

雑固体焼却炉建屋において、劣化に対して影響を及ぼす主要な要因は、「放射線による強度低下」、「中性化による強度低下」、「塩分浸透による強度低下」である。各劣化要因毎に代表性の根拠について整理した結果、いずれの要因でも雑固体焼却炉建屋は代表構造物として選定していない。

### ① 放射線による強度低下

「内部コンクリート」は、評価対象構造物の中で最も炉心に近く中性子、ガンマ線照射量の影響を大きく受けるため、放射線による強度低下を評価する代表構造物として選定している。

「雑固体焼却炉建屋」は、「内部コンクリート」に比べ炉心から遠い位置に設置していることから代表構造物として選定していない。

実測による「雑固体焼却炉建屋」と「内部コンクリート」の放射線量の比較を下表に示す。

構造物	中性子線 【mSv/h】	ガンマ線 【mSv/h】	備考
①雑固体焼却炉建屋	0.001未満	0.001未満	0.001mSv/hは検出限界値
②内部コンクリート	0.39	1.5	複数の測定ポイントの最大値
比率（②／①）	390倍以上	1500倍以上	

#### 【測定方法】

中性子線：中性子サーベイメータを用いて1回/月の頻度で測定  
 ガンマ線：電離箱サーベイメータを用いて1回/月の頻度で測定  
 （表中の各値は2023年11月6日の測定値）

### ② 中性化による強度低下（屋内）

「原子炉補助建屋」は、評価対象構造物（屋内）の中で、温度、湿度、二酸化炭素濃度を考慮した場合に最も中性化に及ぼす影響度が大きいことから、中性化による強度低下（屋内）を評価する代表構造物として選定している。

「雑固体焼却炉建屋」は、「原子炉補助建屋」に比べ、中性化に及ぼす影響度が小さいこと（次頁参照）、3号炉運転開始後60年経過時点において、中性化による影響（中性化深さ）が小さいこと（次々頁参照）を確認していることから代表構造物として選定していない。

### ③ 中性化による強度低下（屋外）

「取水構造物」は、評価対象構造物（屋外）の中で、仕上げを施していない割合が最も大きく、外部からの二酸化炭素の作用を受けやすいことから、中性化による強度低下（屋外）を評価する代表構造物として選定している。

「雑固体焼却炉建屋」の屋外面は全て仕上げを施していることから、代表構造物として選定していない。

### ④ 塩分浸透による強度低下

「取水構造物」は、評価対象構造物の中で、仕上げを施していない割合が最も大きく、海水と接触しているため、外部から塩化物イオンが浸透しやすいことから、塩分浸透による強度低下を評価する代表構造物として選定している。

「雑固体焼却炉建屋」の外壁面は全て仕上げを施しており、海水との接触もないことから代表構造物として選定していない。

## 2. 使用条件等を踏まえた各劣化要因毎の代表性

### ② 中性化による強度低下（屋内）

#### (1) 中性化に及ぼす影響度の比較

環境測定の結果から中性化に及ぼす影響度を比較した結果、原子炉補助建屋の中性化に及ぼす影響度が雑固体焼却炉建屋に比べ約2倍大きいことを確認した。

中性化に及ぼす影響度については森永式を引用し算出した。

構造物	温度【℃】	相対湿度【%】	CO <sub>2</sub> 濃度【ppm】	環境条件が中性化に及ぼす影響度	環境測定期間	鉄筋が腐食し始める時の中性化深さ【cm】
雑固体焼却炉建屋	21.3	51.0	377	0.193	2007年4月1日～ 2008年3月18日	6.0
原子炉補助建屋	33.1	28.1	521	0.375	2019年11月1日～ 2020年11月6日	7.0

#### 【環境測定方法】

温度、相対湿度：温湿度計を用いて1回/時間の頻度で測定

二酸化炭素濃度：二酸化炭素濃度計を用いて1回/月の頻度で測定

（表中の各値は環境測定期間中の平均値）

$$\text{森永式 } X = \sqrt{C} \cdot (1.391 - 0.017 \cdot RH + 0.022 \cdot T) \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot 2.44 \cdot R \cdot (4.6 \cdot \frac{w/c}{100} - 1.76) \cdot \sqrt{t}$$

環境条件が中性化に及ぼす影響度

#### 【凡例】

x: 中性化深さ(mm) RH: 湿度(%) T: 温度(℃) t: 材齢(日)

C: 炭酸ガス濃度(%) (1%=10,000ppm)

R: 中性化比率 (打ち放し仕上げ:1.0)

w/c: 水セメント比(%) (雑固体焼却炉建屋:55%、原子炉補助建屋:50%)

## 2. 使用条件等を踏まえた各劣化要因毎の代表性

### ② 中性化による強度低下（屋内）

#### (2) 中性化深さ予測値の比較

前頁に示す森永式を用いて中性化深さの推定値の比較を行った結果、

- ・ 2023年3月申請時点（雑固体焼却炉建屋：41年、原子炉補助建屋：28年）
- ・ 3号炉運転開始後60年経過時点（雑固体焼却炉建屋：73年、原子炉補助建屋：60年）

のいずれにおいても、原子炉補助建屋の推定値が雑固体焼却炉建屋の推定値を上回ることを確認した。

