

美浜発電所3号炉 劣化状況評価
(コンクリート構造物および鉄骨構造物)

補足説明資料

平成28年9月15日

関西電力株式会社

目 次

	頁
1. はじめに	1
2. 代表構造物の選定	2
3. 代表構造物の技術評価	6
4. 代表構造物以外の評価	13
5. まとめ	14
別紙 1～16	
別紙 1. 対象構造物および代表構造物の選定過程について.....	17
別紙 2. 鉄骨の塗装の塗替えなどの補修実績について.....	24
別紙 3. 耐火能力の考え方および耐火能力が要求されている壁の位置、厚さについて..	25
別紙 4. 建築・土木関係設備に係わる保全管理の文書体系について.....	44
別紙 5. 1次遮蔽壁RVサポート直下部における温度分布解析の方法などについて....	45
別紙 6. 放射線照射量の算出方法などについて.....	54
別紙 7. ガンマ線照射量に対する耐力評価について.....	56
別紙 8. 中性化の評価対象および評価点の選定過程について.....	63
別紙 9. 中性化深さの推定値の算定過程および結果について.....	74
別紙10. 塩分浸透の評価対象および評価点の選定過程について.....	77
別紙11. 塩分浸透における鉄筋の腐食減量の算定過程および結果について.....	79
別紙12. 塩分浸透の評価における取水構造物以外の代表構造物について.....	82
別紙13. 機械振動の評価対象の選定過程について.....	85
別紙14. 1985年に実施したモルタルバー法の試験結果について.....	94
別紙15. アルカリ骨材反応に関する特別点検手法の選定プロセスおよび評価結果の妥当性 確認について.....	95
別紙16. 放射線障害を防止するために必要な遮蔽能力について.....	104

本日も説明

タイトル	1次遮蔽壁RVサポート直下部における温度分布解析の方法などについて
説明	<p>RVサポート直下部の1次遮蔽壁における温度分布解析の方法などについて、以下に示す。</p> <p>1. 温度分布解析の方法</p> <p>RVサポート廻りコンクリート部の温度分布解析は対象範囲を3次元ソリッド要素でモデル化し、定常伝熱解析を実施している。解析条件である冷却空気温度および熱伝達率は、解析より得られた温度を用いて算出し、繰返し定常伝熱解析を実施している。解析コードは“ANSYS Ver. 5.7”を使用している。</p> <p>(1) 解析モデル</p> <p>解析モデルの対象範囲は、温度条件の厳しいRV出口ノズル部廻りとし、以下の要素から構成している。具体的な対象範囲と解析モデルは添付1に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ サポートパッド ・ RVサポート ・ 1次遮蔽壁（コンクリート） <p>(2) 入力条件</p> <p>入力条件は定格出力運転時を前提として下記のとおりとしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1次冷却材温度 T_H : [] °C ・ RV冷却ファン出口冷却空気設計流量 [] m³/min, 冷却空気設計温度 [] °C ・ γ発熱…添付グラフを考慮（添付2） ・ 材料物性値（熱伝導率）…文献、使用材料に基づき適切に設定（添付3） <p>(3) 解析コード</p> <p>汎用有限要素法構造解析コードとして産業界で幅広い利用実績のあるANSYSを使用している</p> <p>2. 解析結果</p> <p>温度分布解析の結果、RVサポート直下のコンクリート部の最高温度は約64°Cであり、強度上の熱に対するコンクリートの温度制限値（一般部65°C、局部90°C）を下回る結果である（添付4）。</p> <p>なお、炉心領域部での最高温度は約55°Cとなり、RVサポート下部の温度より下回ることを確認している（添付5）。</p> <p style="text-align: center;">[枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません]</p>

3. 解析の保守性

温度分布解析の結果、最高温度（約 64℃）は制限値（65℃）に対して余裕が小さい結果となっているが、下記を考慮すると、保守性を踏まえた解析手段によって得られた値であり、実機の 1 次遮蔽壁の温度に対して余裕を有していると判断している。

(1) 解析モデル、入力条件

解析においては、解析モデルおよび入力パラメータを保守的に設定している。

- ・ 1 次遮蔽壁は原子炉容器の面および 1 次冷却材配管側の面以外は熱が逃げない断熱モデルとしている
- ・ サポートパッドの配管接触部の温度は、1 次冷却材温度と等しい値としている
- ・ 冷却空気温度は、実測温度（約 38℃）が設計値（約 44℃）よりも低いことを確認している
- ・ RV サポート、コンクリート（1 次遮蔽壁）の寸法などについて、許容差（施工誤差、摩耗など）を考慮しても、最大で 0.5℃ 程度の温度上昇であることを確認している

(2) 解析結果と実測値の比較

- ・ コンクリート内部における評価点近傍の実測温度（約 56℃）が、解析結果（約 59℃）より低いことを確認していることから、RV サポート直下のコンクリート部の実機の最高温度は解析値より低くなると判断している（添付 6）。

添付 1 解析対象範囲および解析モデル

添付 2 1 次遮蔽壁（コンクリート）の γ 発熱量分布

添付 3 材料物性値（熱伝導率）

添付 4 RV サポート直下の 1 次遮蔽壁（コンクリート）の最高温度部位

添付 5 1 次遮蔽壁（コンクリート）内温度分布

添付 6 1 次冷却材配管からの伝熱と冷却の概要

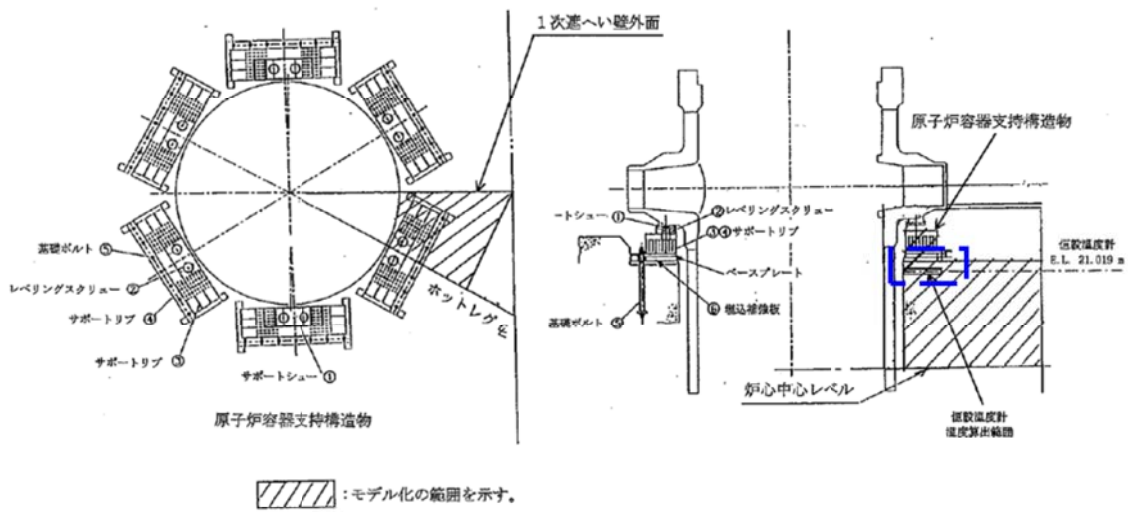


図 1. 解析対象範囲



図 2. 解析モデル（全体）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

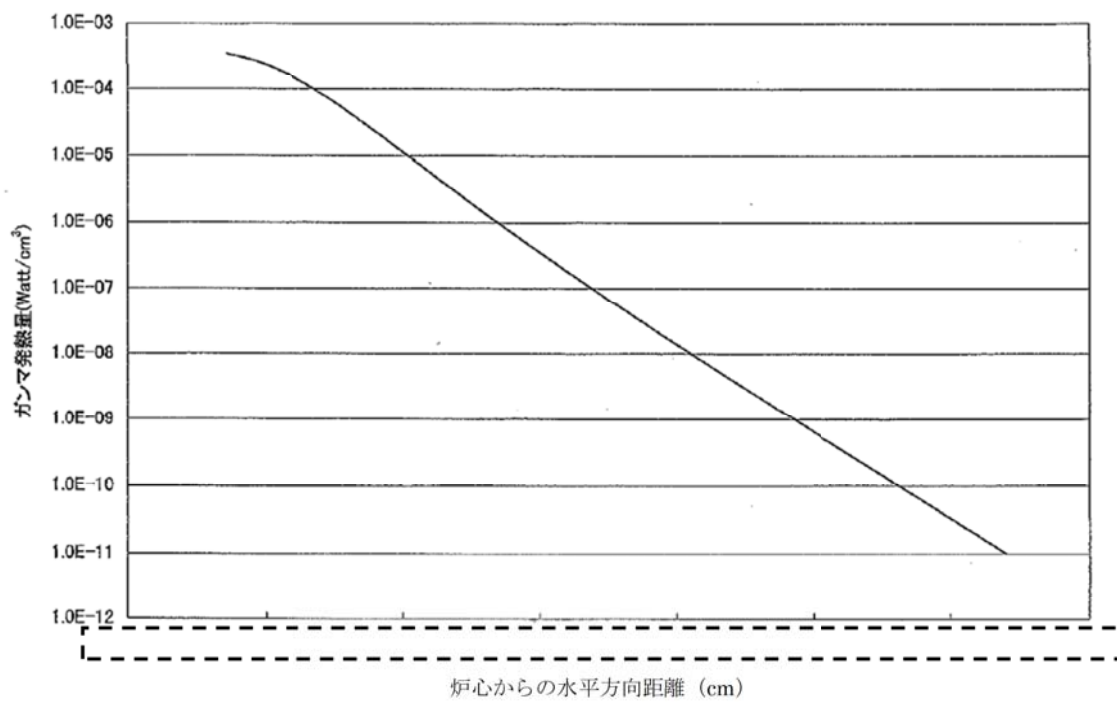


図3 1次遮蔽壁（コンクリート）の γ 発熱量分布

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

表1 材料物性値（熱伝導率）

部位	材質	熱伝導率 (W/(m・K)) ※
サポートパッド	低合金鋼 (SFVQ2A 相当品)	43.0(300K),41.7(500K),34.8(800K)
サポートシュー	低合金鋼 (SFVQ2A 相当品)	43.0(300K),41.7(500K),34.8(800K)
シムプレート	低合金鋼 (SFVQ2A 相当品)	43.0(300K),41.7(500K),34.8(800K)
サポートブラケット	炭素鋼 (SS41 相当品)	51.6(300K),47.8(500K),38.2(800K)
コンクリート	普通コンクリート (珪岩質骨材コンクリート)	1.5(293K),1.1(600K)

※（出典）伝熱工学資料 改訂第4版 日本機械学会

熱伝導率は記載の値を定義し、その間の温度では解析コード内で線形補完した値を設定している



図4 R Vサポート直下の1次遮蔽壁（コンクリート）の
温度分布解析結果（解析モデル全体）および最高温度部位

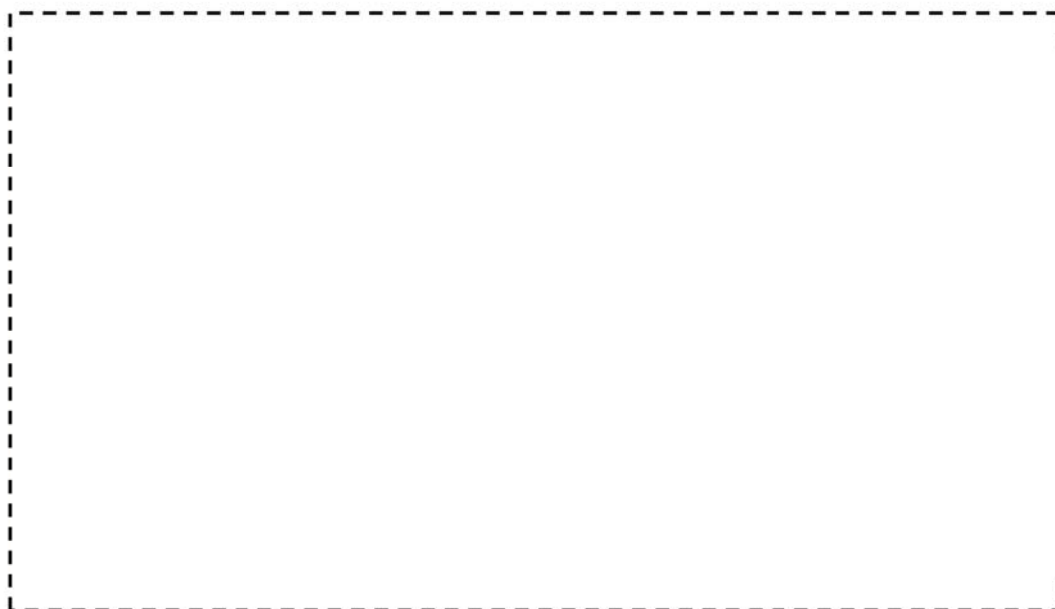


図5 温度分布解析結果（解析モデル全体およびR Vサポート部）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1次遮蔽壁（コンクリート）内温度分布

1次遮蔽壁のガンマ発熱による温度分布は、1次遮蔽壁内のガンマ発熱量分布を1次元輸送計算コードANISNを用いて算出したガンマ線束に、エネルギー吸収係数を乗じて1次遮蔽壁内のガンマ発熱量分布を算出した後、熱伝導方程式を解いて温度分布を求めている。

ANISNコードは、米国のオークリッジ国立研究所で開発された中性子輸送方程式を数値的に解くコードであり、入力パラメータは、以下のとおりである。

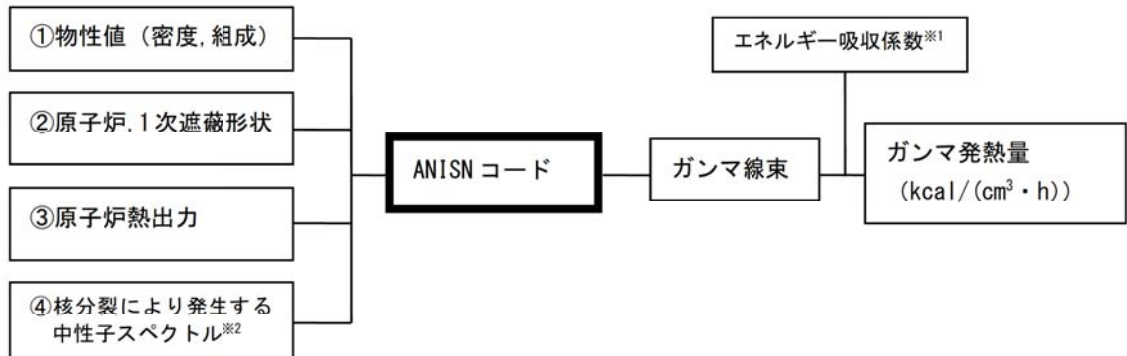


図6 評価概要図

※1 : (出典) REACTOR PHYSICS CONSTANTS, ANL-5800

※2 : (出典) L. CRANBERG, G. FRYE, N. NERESON, AND L. ROSEN(1956). Fission Neutron Spectrum of U235. PHYSICAL REVIEW, 103(3), 662-670.

1次遮蔽壁内のガンマ発熱量分布の評価では、下図に示すような1次元の円筒形状を入力して、評価している。

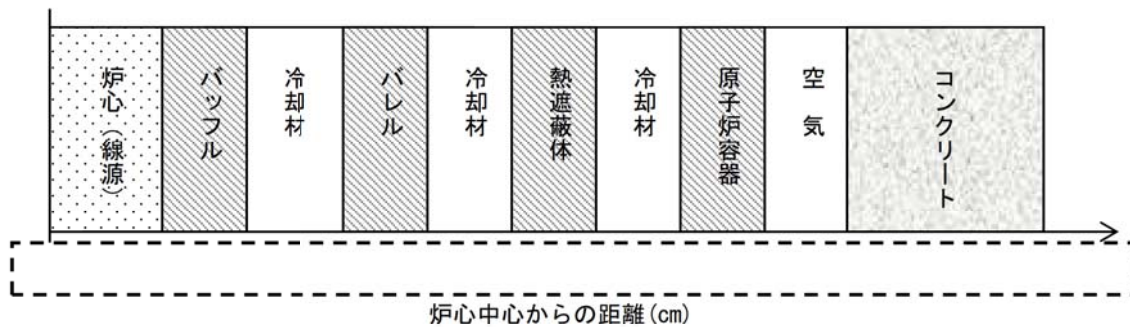


図7 炉心中心からの距離模式図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

上記の方法で算出した1次遮蔽壁内のガンマ発熱量分布を基に、円筒形状に対する熱伝導方程式を解いて、温度分布を求めると、1次遮蔽壁（コンクリート）内での最高温度は、0° 角度方向の1次遮蔽壁（コンクリート）内面から約50cmの位置に現れ、約55°Cである。1次遮蔽壁（コンクリート）内温度分布を以下に示す。

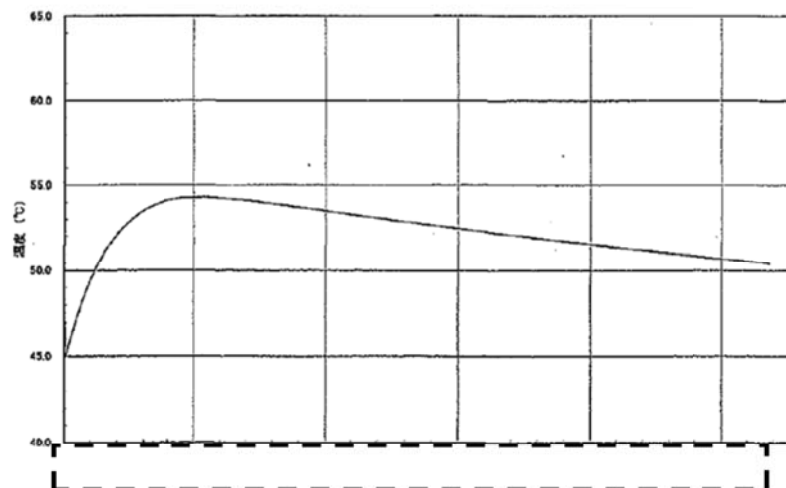


図8 1次遮蔽壁（コンクリート）内温度分布

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

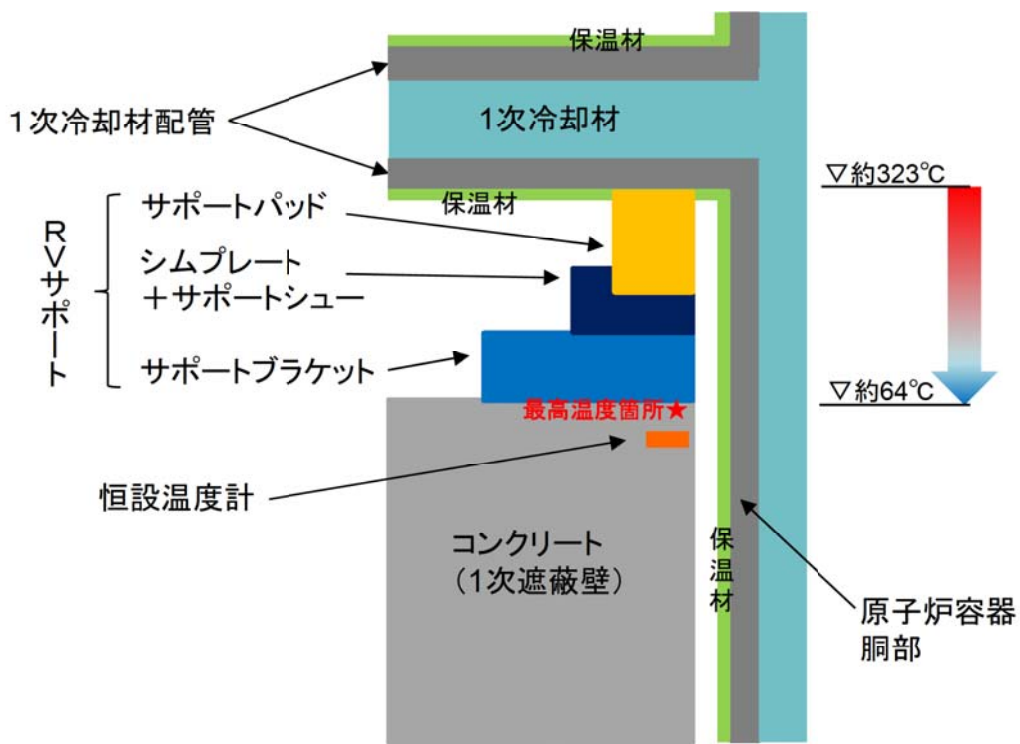


図9 1次冷却材配管からコンクリートへの伝熱の概要図

表2 恒設温度計設置箇所での解析値と実測値の比較

解析値	実測値	備考
約 59℃	約 56℃	実測値の測定期間は、H22.7～H22.9

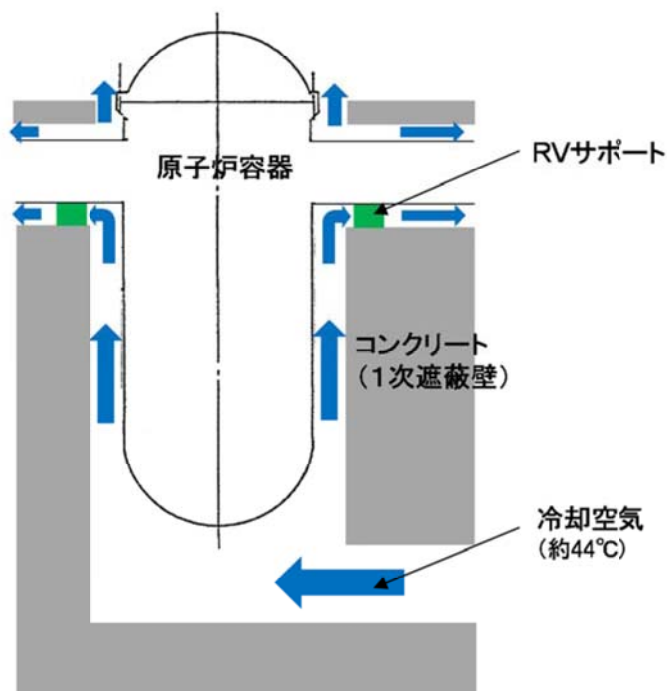


図10 空気による冷却の概要図