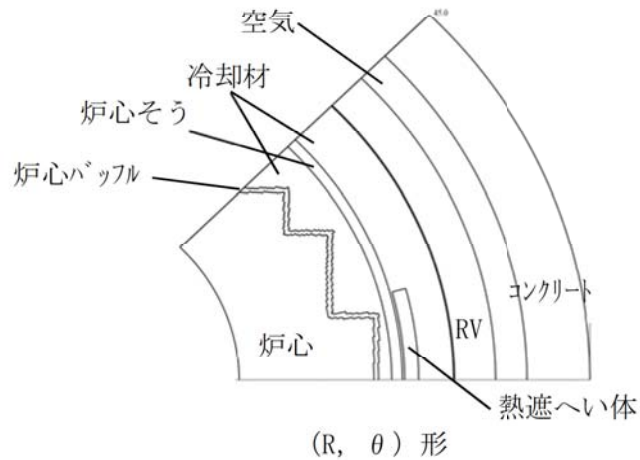


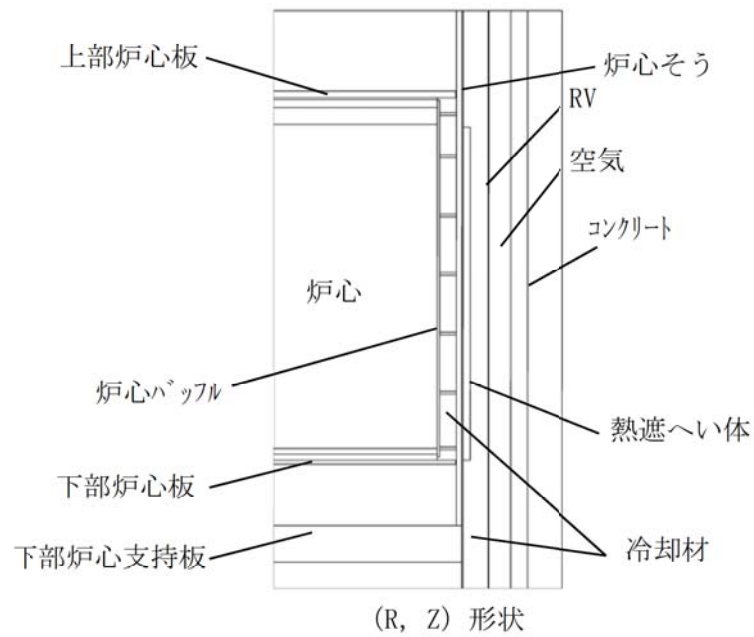
美浜3号炉-IASCC-3

<p>タイトル</p>	<p>炉内構造物各部における運転開始後60年時点での中性子照射量について。</p>
<p>説明</p>	<p>中性子照射量は、炉内構造物主要部位における中性子束 ($E > 0.1 \text{ MeV}$) を2次元輸送計算コードDORT (ver1.5.11) により算出し、運転時間を掛けることで中性子照射量を求めている。</p> <p>DORT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。</p> <div data-bbox="475 857 1347 1211" data-label="Diagram"> <pre> graph LR A[①物性値 (密度, 組成)] --- B[DORTコード] C[②遮蔽形状] --- B D[③線源スペクトルおよび線源分布] --- B E[④核分裂により発生する中性子スペクトル] --- B B --- F[中性子束 (n/cm²/s)] </pre> </div> <p>炉内構造物主要部位における中性子束は、以下の手順で算出している。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 代表中性子束 (ϕ_{\max}) として、炉心の水平断面形状 (R, θ 計算) や垂直断面形状 (R, Z 計算) を用いて、炉内構造物において最大となる中性子束を算出する。 (2) 炉心の水平断面形状 (R, θ 計算) より算出した水平方向の補正係数 (f_r, f_θ) と垂直断面形状 (R, Z 計算) より算出した軸方向の補正係数 (f_z) を用いて、代表中性子束 (ϕ_{\max}) を補正することで炉内構造物主要部位における中性子束分布を算出する。 $\phi(r, \theta, z) = \phi_{\max} \times f_r \times f_\theta \times f_z$ <p> $\phi(r, \theta, z)$: 中性子束分布 ϕ_{\max} : 代表中性子束 f_r : 半径方向の補正係数 f_θ : 周方向の補正係数 f_z : 軸方向の補正係数 </p>

炉内構造物主要部位における水平断面形状の評価では、下図（R, θ 計算）に示すような形状を入力して、水平方向の補正係数を算出している。



また、炉内構造物主要部位における垂直断面形状（R, Z計算）の評価では、下図に示すような形状を入力して、軸方向の補正係数（fz）を算出している。



以上により算出した炉内構造物主要部位における中性子束に対し、炉内構造物取替から運転開始60年時点での運転時間約14万時間 [] を乗じ、炉内構造物主要部位における中性子照射量を算出した結果を表1に示す。合わせてIASCC発生感受性が発生する中性子照射量（ $1 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ ）に達する時期についても表1に示す。また、中性子照射量が最大となる位置を添付1に示す。

なお、本解析で用いている解析コードについては、炉内構造物の取替前の原子炉容器の監視試験実施時の照射量の評価にも用いており、監視試験片の中性子照射量の実測値と解析から求めた中性子照射量に大きな相違がないことを確認している。

[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 美浜3号炉 炉内構造物主要部位の中性子照射量
およびIASCC感受性が発生するまでの時間

部位	運転開始後 60 年時点 の中性子照射量 (n/cm ²)	中性子照射量が 1×10 ²¹ n/cm ² に 達するまでの時間 (万時間)
バップルフォーマボルト		
炉心バップル		
炉心バップル取付板		
バレルフォーマボルト		
炉心そう		
下部炉心板		
下部燃料集合体案内ピン		
熱遮蔽材		
熱遮蔽材固定用ボルト		
上部炉心支持板		
上部炉心支持柱		
上部炉心板		
下部炉心支持板		
下部炉心支持柱		



以上

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 中性子照射量が最大となる位置図

「 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 」

美浜3号炉ーコン&鉄骨ー10 rev1

タイトル	熱による強度低下における、RVサポート直下部の1次遮蔽壁における温度解析について。
説明	<p>RV サポート直下部の1次遮蔽壁における温度解析の方法等について、以下に示す。</p> <p>1. 温度解析の方法</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及び熱伝達率は、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>入力条件としては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 : []・ RV 冷却ファン出口流量 [] 冷却空気温度 []・ γ 発熱…添付グラフを考慮（添付-2）・ 材料物性値…添付表参照（添付-3） <p>解析の条件としては、下記のとおり解析モデルと入力条件を適切かつ保守的に設定している。</p> <p>解析モデル</p> <ul style="list-style-type: none">・ 1次遮蔽壁は原子炉容器側の面および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 <p>入力条件</p> <ul style="list-style-type: none">・ サポートパッドの配管接触部温度は保守的に1次冷却材温度と等しいとみなしている・ 冷却空気温度は実機測定温度が設計値よりも低いことを確認している・ 各部位の熱伝導率は使用材料、文献に基づき適切に設定している・ RVサポート、1次遮蔽壁（コンクリート）の寸法等について、許容差（施工誤差、摩耗等）を考慮しても最大で0.5℃程度の温度上昇で

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

あることを確認している

2. 解析結果

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℃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℃、局部90℃）を下回る結果である（添付－4）。

解析の条件は実機に比べて保守的に設定していること、また、1次遮蔽壁の評価点近傍における温度計の実測温度（約[]）が解析結果（約[]）よりも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。

なお、炉心領域部での最高温度は約[]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）。

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

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

※ (出展) 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

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

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により算出し、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。

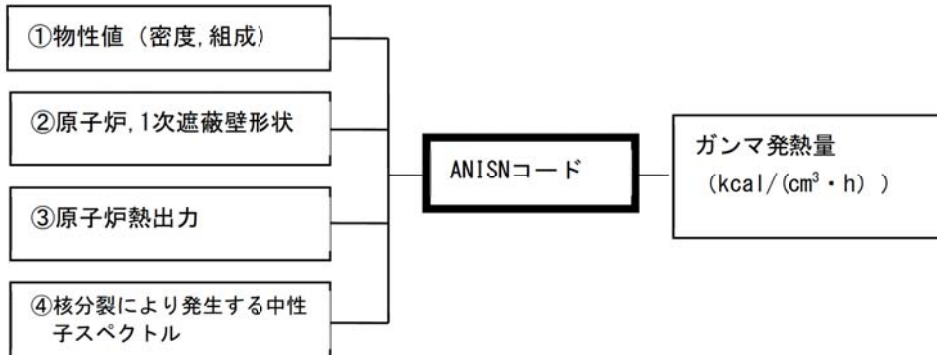


図5 評価概要図

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。

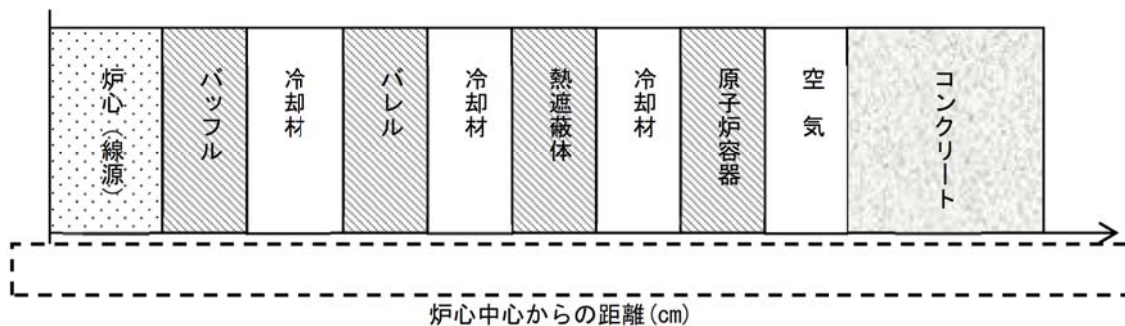


図6 炉心中心からの距離模式図

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 [] の位置に現れ、約 [] 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。

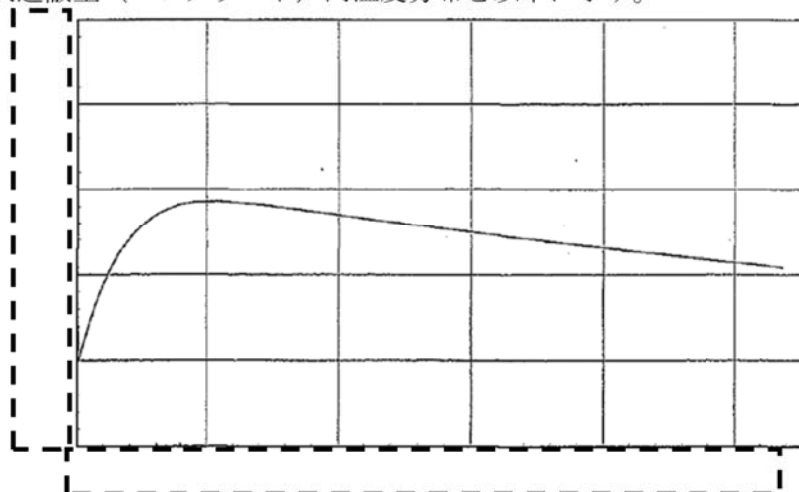


図7 一次遮蔽壁（コンクリート）内温度分布

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