

第1次試験地	受験番号	氏名

2019年度

原子力規制庁原子力工学系職員採用試験問題

専門試験（記述式）

受験心得

1. 指示があるまでは開いてはいけません。
2. 問題は全部で5題ありますが、次の要領で解答してください。
 - (ア) 【No.1】は必ず解答してください。
 - (イ) 【No.2】～【No.5】のうち1題を選択し、解答してください。
 - (ウ) 以上、計2題について解答してください。なお、(イ)の選択解答問題について採点すべき答案が明らかでない場合は採点を行いませんので注意してください。
3. 解答時間は1時間です。
4. 答案用紙の記入について
 - (ア) 答案は濃くはっきりと書き、書き損じた場合は、解答の内容がはっきり分かるよう訂正してください。
 - (イ) 答案用紙の表紙の各欄にそれぞれ必要事項を記入してください。
 - (ウ) 答案用紙は問題によって使用するものが異なりますので注意してください。
 - (エ) 試験の公正を害するおそれがありますので、答案用紙には解答と関係のない事項を記載しないでください。
5. 誤って問題集を破損しても、問題集の交換はできませんので注意してください。
6. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
7. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。
なお、試験時間中に、この問題集を切り取ったり、問題を転記したりしないでください。

※途中で退室する場合、本試験種目終了後の問題集の持ち帰りを・・・希望しない

(空白)

(空白)

(必須解答問題 必ず解答してください。)

【No.1】 実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について、重大事故等対処設備として、可搬型設備を要求しているのはなぜか、以下のA～C群の用語を全て使用して記載せよ。 (300字程度を目安)

- A群 : (常設設備, 設計上の想定, 想定を超えた事象)
- B群 : (接続の時間, 想定した配管, 他の配管, 作業環境, 接続場所)
- C群 : (耐震, 加振試験)

(選択解答問題 【No.2】～【No.5】のうち1題を選択し、解答してください。)

【No.2】 ウラン酸化物 (UO_2) 燃料の非均質格子系における無限増倍率 (k^∞) を水対燃料体積比 (V_M/V_F) に対する四因子公式の各成分の変化を表したものを下図に示す。なお、四因子の一つである熱中性子の吸収当たりの中性子収量 (中性子再生率) η は、主に燃料の濃縮度に依存し、非均質格子の形状等にはほとんど依存しないので図には示していない。

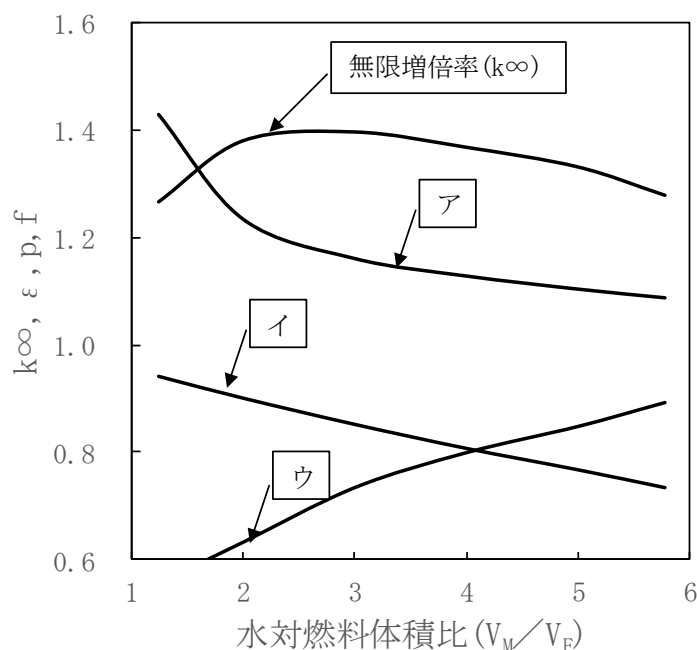


図 ウラン酸化物燃料非均質格子系の無限増倍率(k^∞)等の水対燃料体積比に対する変化

- (1) 下記の用語が、図中のア～ウのいずれに対応しているかを示し、水対燃料体積比に対する変化とその理由について、用語の定義も含めてそれぞれ 100 字以内で説明すること。

<用語>

- ・ 高速核分裂因子 ϵ
- ・ 共鳴を逃れる確率 p
- ・ 熱中性子利用率 f

- (2) 無限増倍率 (k^∞) のピークを与える水対燃料体積比 (V_M/V_F) より大きい

V_M/V_F を持つ格子系は減速過多、小さい V_M/V_F を持つ格子系を減速不足と呼ぶ。一般に、原子炉の運転状態の格子系の V_M/V_F は、安全性の観点からやや減速不足の V_M/V_F となるように設計されるが、その理由を 100 字以内で示せ。

【No.3】 原子炉内では、冷却材は燃料棒の周囲を上昇しながら、燃料棒が発生する熱エネルギーを吸収して高温になる。定常状態の原子炉において、燃料棒の単位長さ当たりの発熱量 $Q(z)[W/m]$ の軸方向分布をコサイン分布と仮定すると、

$$Q(z) = Q_0 \cos(\pi z/L)$$

となる。 z は炉心の中心を原点 ($z=0$) として表した軸方向位置の座標であり、炉心の高さは $L[m]$ 、炉心入口の座標が ($z=-L/2[m]$)、炉心出口の座標を ($z=L/2[m]$) とする。 Q_0 は、炉心中心高さ位置 ($z=0[m]$) の線出力密度 $[W/m]$ とする。

- (1) 炉心入口の冷却材温度を $T_{in}[K]$ 、冷却材の定圧比熱を $c_p[J/kgK]$ 、燃料棒 1 本当たりの冷却材流量を $M[kg/s]$ とし、炉心出口の冷却材温度 $T_{out}[K]$ を求めよ。
 なお、炉心出口 ($z=L/2[m]$) の冷却材の熱量は、炉心入口 ($z=-L/2[m]$) における熱量に燃料棒から冷却材に伝えられた熱量を積分したものを加えるものとし、冷却材の定圧比熱は $c_p[J/kgK]$ は一定と仮定する。
- (2) 炉心内で沸騰を生じないための Q_0 の上限値を求めよ。
 ただし、沸騰を生じないための条件は冷却材の温度が飽和温度 $T_{sat}[K]$ を超えないこととする。
- (3) 4 ループ PWR の定格運転状態において、炉心出口の冷却材温度が飽和温度に対して $20[^\circ C]$ 以上の余裕を確保しようとする場合、定格出力 $P[W]$ の上限値を計算せよ。
 なお、この計算に必要となる情報については、以下の表に示す。

炉心高さ L	3.66[m]
燃料集合体の装荷体数 N_A	193 体
燃料集合体 1 体当たりの燃料棒数 N_{rod}	264 本
炉心圧力 P_r	15.5[MPa]
冷却材の飽和温度 T_{sat}	622[K]
炉心入口の冷却材温度 T_{in}	562[K]
燃料棒 1 体当たりの冷却材流量 M	0.33[kg/s]
冷却材の定圧比熱 c_p	5450[J/kgK]
燃料棒の単位長さ当たりの発熱量 $Q(z)$	$Q_0 \cos(\pi z/L) [W/m]$
燃料棒の平均出力密度 $Q_m (=P/N_{rod}N_AL)$	$Q_m [W/m] = (2/\pi) Q_0 [W/m]$

【No.4】 わが国における使用済燃料中間貯蔵設備としては、金属キャスク*によるもののみであるが、この安全性の確保のために「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に示されている4つの基本的安全機能について、その名称と内容を示せ。(各機能について100字以内)

※ここでいう金属キャスクとは、健全性を確保した使用済燃料を運搬、貯蔵するための金属製の乾式キャスクであって、当該キャスクに不活性ガスを充填して使用済燃料を封入するものをいう。

【No.5】 以下の設問に答えよ。

(1) 次のA～Cの放射線による個体レベルの確定的影響について、それぞれ100字程度で説明せよ。説明に当たっては、発生する症状とその原因、およその被ばく線量と個体の死亡に至る期間を示すこと。

- A. 骨髄死
- B. 腸死
- C. 中枢神経死

(2) 以下の用語について簡潔に説明せよ。

A. カーマ

ただし、以下の用語から少なくとも1語用いること。
(直接電離放射線、間接電離放射線)

B. しきい値なし直線 (LNT) 仮説

(空白)

(空白)

