

玄海原子力発電所 1 号炉 審査資料	
資料番号	本文六 - 1 改 1
提出年月日	令和元年 12 月 25 日

玄海原子力発電所 1 号炉

使用済燃料貯蔵施設に貯蔵中の
新燃料の搬出に係る燃料集合体解体
作業時の未臨界性維持について

令和元年 12 月

九州電力株式会社

目 次

1.	はじめに	1
2.	新燃料の搬出に係る燃料集合体の解体作業方法	1
3.	解体作業時の未臨界性評価	2
3.1	評価条件	2
3.2	評価結果	2

別紙 解体作業時の未臨界性評価における評価体系の設定について

1. はじめに

玄海原子力発電所 1 号炉では使用済燃料貯蔵設備に16体の新燃料を貯蔵しており、これらの燃料は原子炉等解体撤去期間の開始までに廃止措置対象施設から搬出し、加工事業者に譲り渡すこととしている。搬出する際は、輸送容器の仕様を満足させるために、燃料集合体を解体して除染する作業を行う場合があり、燃料集合体を解体することで燃料棒の状態を取り扱うこととなるため、本作業における臨界の防止について説明する。

2. 新燃料の搬出に係る燃料集合体の解体作業方法

1 号炉原子炉補助建屋内の使用済燃料貯蔵設備に貯蔵している新燃料の表面には放射性物質が付着しているため、気中で燃料集合体の水洗浄を行った後に、輸送容器に収納する。輸送容器に収納する際、燃料の表面汚染により、使用する輸送容器の基準を満足しない場合は、汚染の拡大防止措置を講じた上で、第 1 図に示すとおり、気中で燃料集合体 1 体ごとに燃料棒を引き抜き、燃料棒表面を除染し、燃料集合体形状への再組立てを行った後、輸送容器に収納する。

この燃料の取扱いにおいては、燃料棒を安全に取り扱うために専用の作業台を使用し、燃料棒の変形及び損傷を防止するとともに、取り扱う数量を燃料集合体 1 体ごと、かつ、その 1 体分の燃料棒に限定し、臨界を防止する。

3. 解体作業時の未臨界性評価

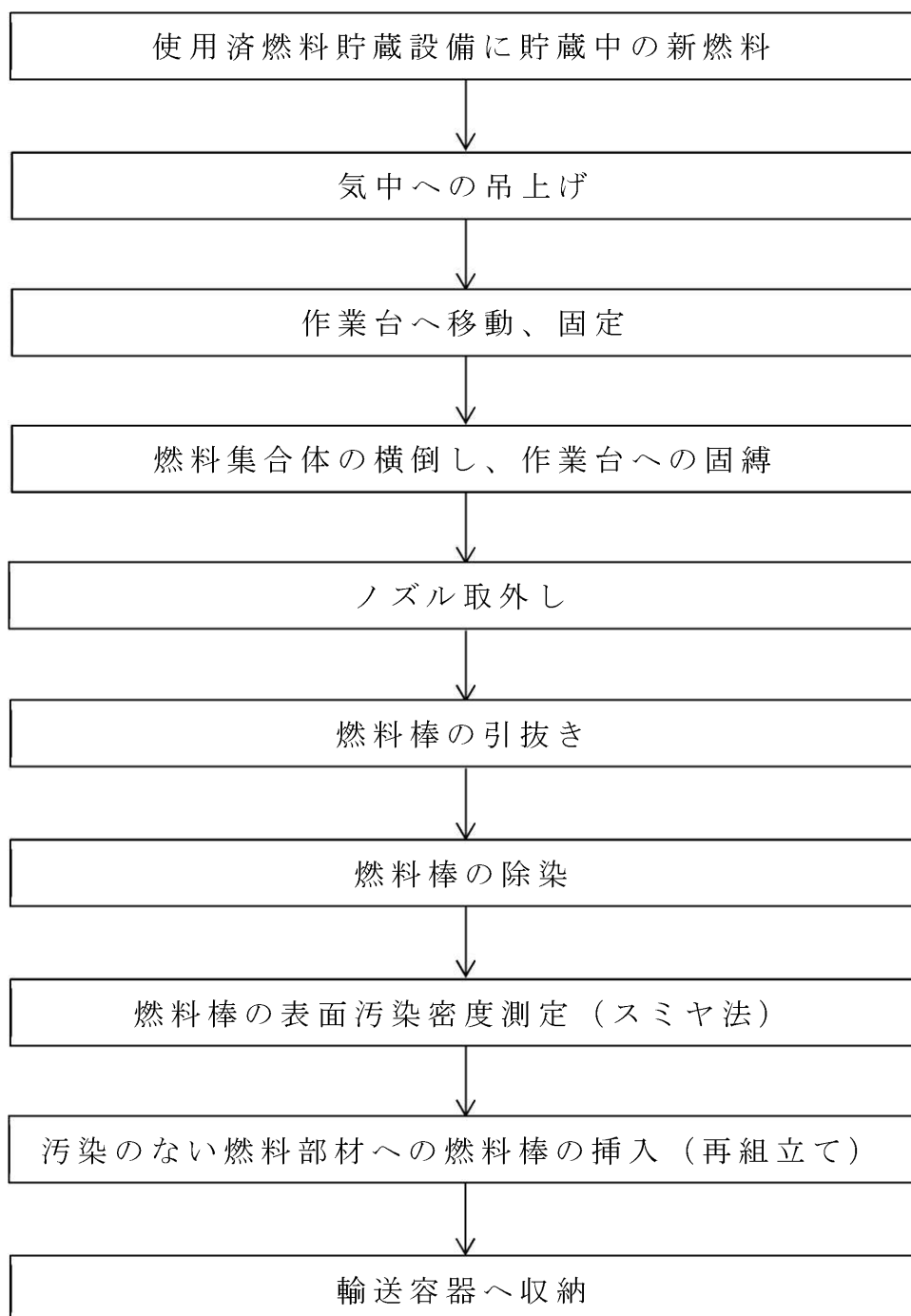
3.1 評価条件

- (1) 解析コード：KENO-VI
- (2) 未臨界性を維持できる範囲で最も厳しいと考えられる配列として、第2図に示す燃料棒180本(15本×12段)を考慮する。
- (3) 燃料棒の軸方向は無限長さとし、燃料棒周辺には十分な厚さの水反射体を置く。
- (4) すべての燃料棒に含まれるウランの濃縮度を一律 $\boxed{\quad}$ wt% と仮定。なお、1号炉から搬出対象の新燃料のウラン濃縮度を包含する値である。
- (5) ペレット密度は、理論密度 $\boxed{\quad}$ % とする。
- (6) 中性子を吸収するガドリニアを考慮しない。

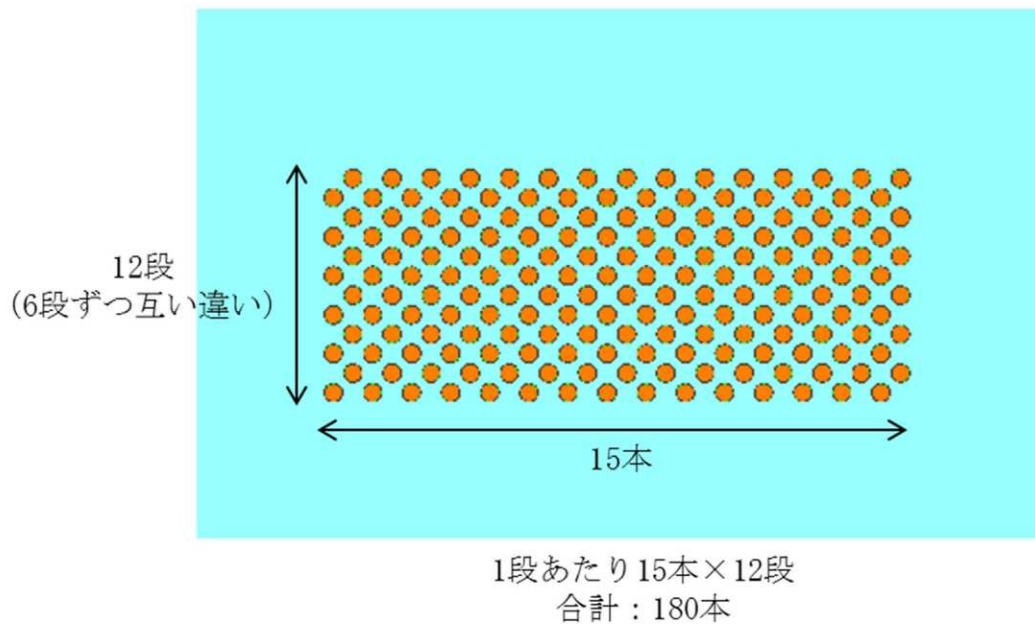
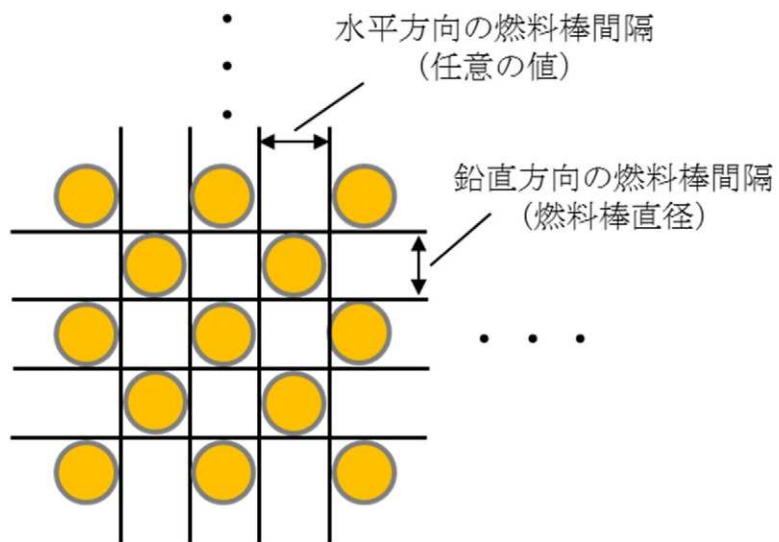
3.2 評価結果

評価条件として設定した配列で燃料棒180本(15本×12段)、最も厳しくなる水密度 1.0g/cm^3 で、実効増倍率は最大 $k_{\text{eff}} + 3\sigma = 0.938$ であり、1体分の燃料棒179本であれば、万一水没したとしても臨界に達するおそれはない。

$\boxed{\quad}$ 枠囲みの範囲は商業機密に係る事項のため、公開できません。



第1図 使用済燃料貯蔵設備に貯蔵している新燃料の解体作業

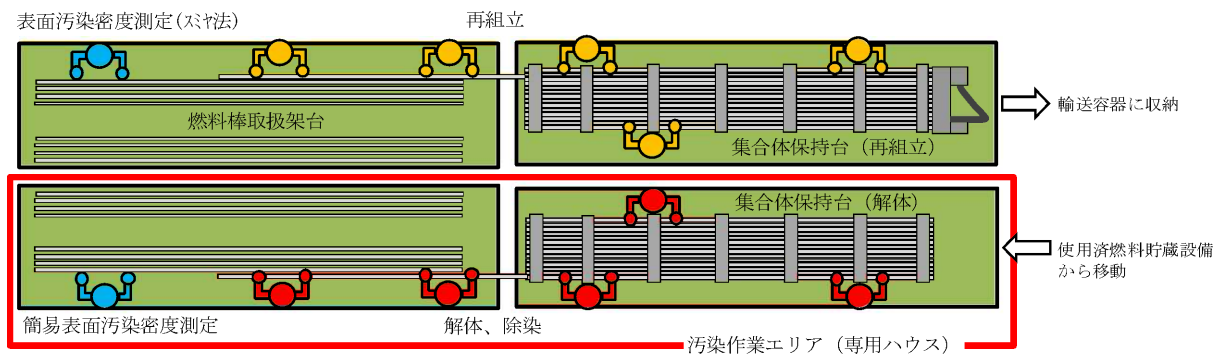


第 2 図 評価条件として設定した配列

解体作業時の未臨界性評価における評価体系の設定について

1. 作業工程について

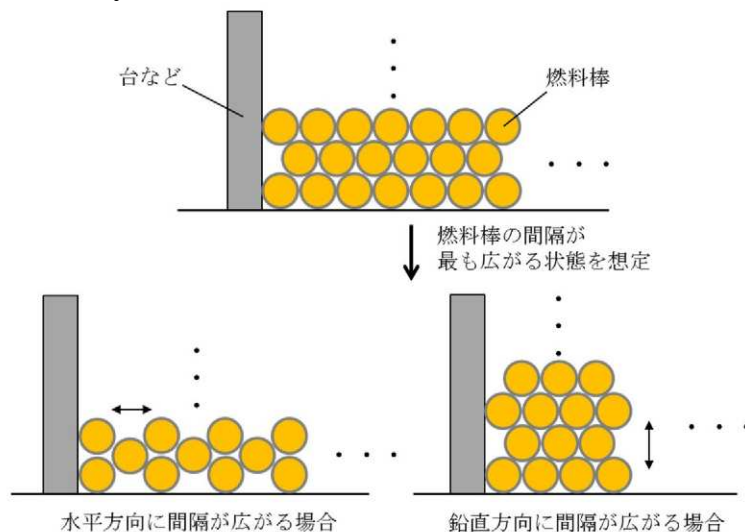
作業員の配置については第1図のような配置で作業することを想定している。



第1図 作業員配置イメージ

2. 作業工程から想定される燃料棒の積み上がりについて

燃料棒が間隔をもって積み上がることを想定した場合として、第2図のとおり、水平または鉛直方向に燃料棒間隔が広がった状態が考えられる。



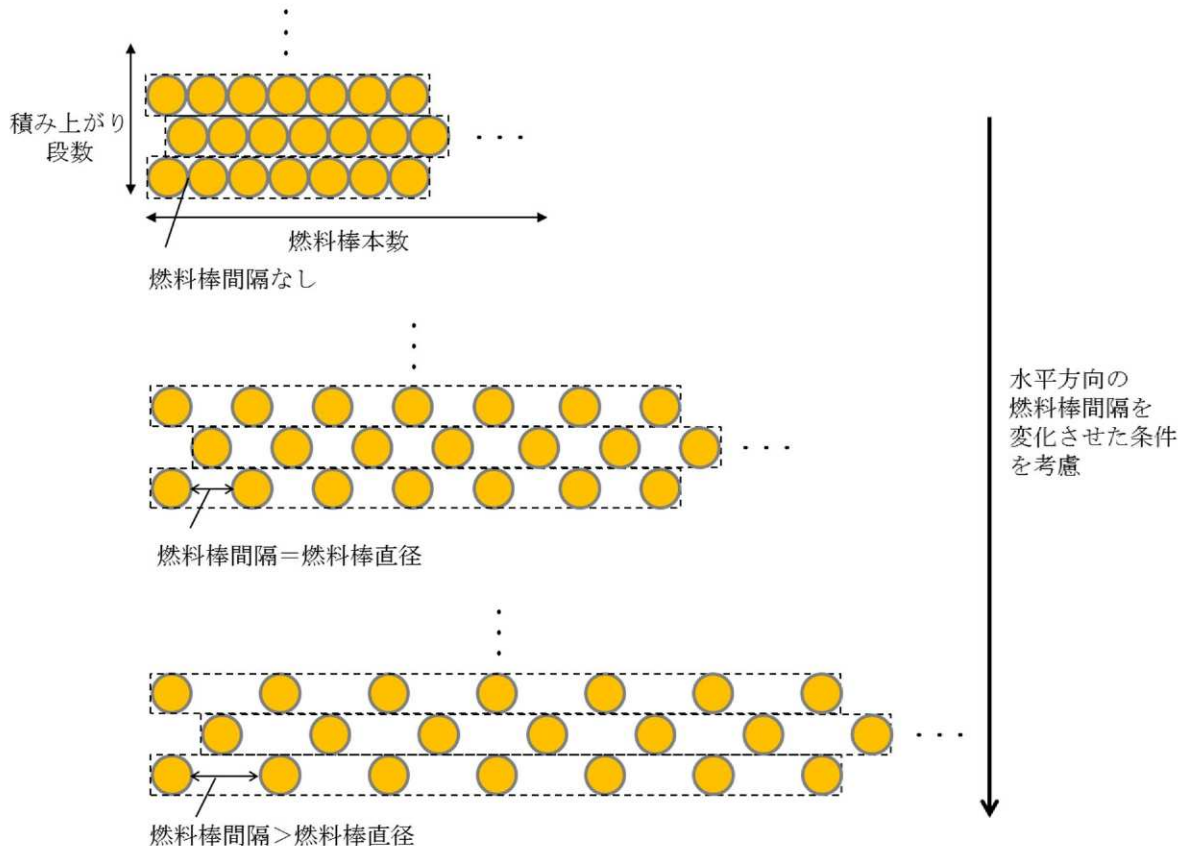
第2図 燃料棒の積み上がり方

3. 計算体系

臨界に達するおそれがない燃料棒の積み上がり段数について、以下の計算体系で確認した。

- ・燃料棒の積み上がり方として、水平または鉛直方向に燃料棒間の間隔が広がることを想定されるが、計算体系を設定する上では鉛直方向には重力が働くことを考慮し、鉛直方向の燃料棒間隔は燃料棒直径とする。
- ・水平方向の燃料棒間隔を変化させ、実効増倍率がピークを持つ地点までサーベイを行う。

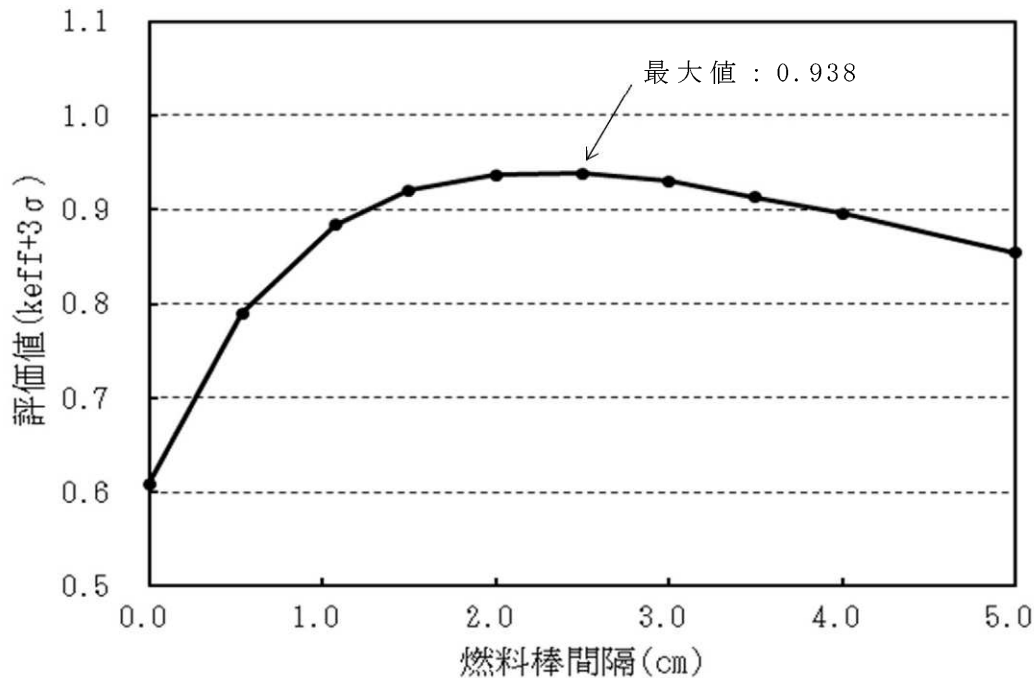
計算体系を第3図に示す。



第3図 計算体系

4. 計算結果

計算結果を第4図に示す。第4図より、燃料棒の積み上がり段数を12段とした場合、燃料棒間隔を任意の値に変化させても、臨界に達するおそれはないことを確認した。



燃料棒間隔 (cm)	keff	σ	keff + 3 σ ※1	備考
0.000	0.60723	0.00043	0.609	
0.536	0.78858	0.00046	0.790	燃料棒半径
1.072	0.88195	0.00046	0.884	燃料棒直径
1.500	0.91774	0.00044	0.920	
2.000	0.93504	0.00053	0.937	
2.500	0.93520	0.00063	0.938	
3.000	0.92828	0.00046	0.930	
3.500	0.91171	0.00041	0.913	
4.000	0.89453	0.00042	0.896	
5.000	0.85189	0.00047	0.854	

※1 臨界安全ハンドブック第2版、JAERI 1340 (1999年3月 日本原子力研究所) を参考に、keff+3 σ を評価値とし、評価値が0.95以下となる時、臨界に達するおそれはないと判断する。

第4図 燃料棒の積み上がり段数が12段の場合の計算結果

5. 解体作業時の燃料棒積み上がり段数について

解体作業時の燃料棒積み上がり段数について、解体作業時の作業内容及び作業工程を考慮し、以下の理由から 12 段を超えて積み上がることはない。

- 作業中は燃料棒を 1 段で取り扱うこととしている。
- 作業中の燃料棒落下防止のため、作業台の周囲には落下防止用の壁を設けることとしているが、作業中の燃料棒に対して水平方向に大きな加速度が付加されるなどの不測の事態が生じ、燃料棒落下防止壁部において燃料棒が積み上がると仮定した場合においても、燃料棒の直径よりも大きい 2 ～ 3 cm 程度の間隔を維持した状態で 12 段を超えて積み上がることは現実的に考えられない。

なお、落下防止壁の高さは、作業性の観点を踏まえ、燃料棒 12 段分の高さよりも十分低い高さとする。したがって、上述のような不測の事態が生じた場合において、燃料棒の積み上がり段数が 12 段を超えることはない。