

2022 年 2 月 8 日

第 431 回 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

京都大学臨界実験装置 (KUCA)

設置変更承認申請について

【設計基準事故の解析(燃料落下又は燃料誤装荷)の補正方針案】

京都大学複合原子力科学研究所

10-3 設計基準事故の解析

10-3-1 序

原子炉施設の設計基準事故に対して、その発生状況と防止対策を説明し、その経過と結果の解析を行い、原子炉の安全性が確保されることを説明する。

研究炉安全評価指針を参考にして、設計基準事故として次の事象を評価する。

- (1) 反応度の異常な投入
 - (i) 燃料落下又は燃料誤装荷
- (2) 環境への放射性物質の異常な放出
 - (i) 燃料の機械的破損
 - (ii) 実験設備、実験物等の著しい損傷

10-3-2 燃料落下又は燃料誤装荷

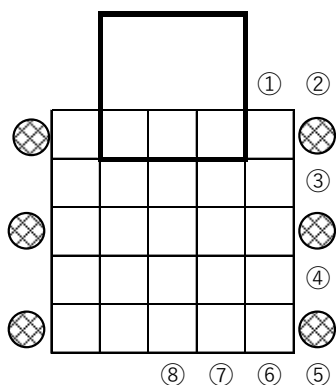
10-3-2-1 発生状況及び防止対策

~~炉心配置変更の際に燃料集合体を計画外の位置に誤って装荷した場合、炉心に反応度が投入され、原子炉出力が上昇するため、燃料、減速材の温度が上昇して、許容設計限界を超える可能性がある。誤装荷を防止し、あるいは、万一発生した場合でもその影響を限定するとともに、その波及を制限するために、次のような対策を講じている。~~

炉心配置変更の際に燃料集合体を計画外の位置に誤って装荷した場合、炉心に反応度が異常に投入される可能性があるが、以下に示すように固体減速炉心、軽水減速炉心とも未臨界状態を保つことができる。

固体減速炉心については炉心配置変更の際に制御棒は3本が全挿入、3本が全引抜きとし、中心架台は下限の状態で作業を行っている。この状態で燃料集合体1体を追加で誤装荷してしまった場合を考える。低濃縮燃料を用いた代表炉心（第8-2-1図～第8-2-2図）のうち、同じ燃料セルの炉心のうち1体の燃料集合体の反応度が大きな高さ50cmの各炉心について、燃料集合体を1体誤って追加で作成してしまい、燃料体周囲のポリエチレン反射体を1体取出して燃料集合体追加で装荷したとする。中心架台は第8-2-1図～第8-2-2図の高さ50cmの炉心の図面の一番上側の中央3体の燃料体と6体のポリエチレン反射体を含む3×3体で構成されていると考える（例として第10-3-1図にL5.5P-50炉心の燃料体の配置、燃料誤装荷位置、中心架台の位置を示す）。各炉心について、燃料誤装荷時の最も大きな反応度とその炉心の中心架台の反応度を第10-3-1表に示す。全ての炉心において中心架台の反応度は燃料の反応度に比べて十分に大きな値となっており、炉心配置変更時に燃料集合体を1体誤装荷してしまっても中心架台が下限であれば炉心は十分に深い未臨界の状態を保つことができることが判る。

また軽水減速炉心については炉心配置変更の際に減速材である軽水が炉心に無いため臨界となることはない。



第 10-3-1 図 L5.5P-50 炉心（低濃縮ウラン炉心）

（○の数字は燃料集合体の誤装荷を想定した位置、
太線は燃料体 3 体とポリエチレン反射体 6 体を装荷した中心架台）

第 10-3-1 表 燃料集合体の誤装荷による反応度、および中心架台の反応度
（低濃縮ウラン炉心）

炉心名称	燃料集合体 装荷反応度 (% $\Delta k/k$) ^{a)}	中心架台 反応度 (% $\Delta k/k$) ^{b)}
L5.5P-50	0.927	8.22
L4P-50	1.137	11.5
L3P-50	1.745	12.7
L2P-50	1.854	17.5
L1P-50	1.096	10.7
LL1P-50	0.974	5.83

a 燃料集合体 1 体を誤装荷した際に炉心に加わる最も大きな反応度

b 中心架台を下限から上限まで上昇した際に炉心に加わる反応度

また、誤装荷を防止するため、次のような対策を講じている。

- (1) 燃料集合体の作成は、運転指令書に基づいて**複数の作業員が実施しており、余分の燃料集合体を製作するためには、運転指令書に記載された以上の枚数の燃料要素をボードケースより取り出す必要があるため、誤って燃料集合体を製作する可能性は低い。ボードケースから運転指令書に記載された枚数の燃料要素を取り出すようにしている。またボードケースを燃料棚に格納する前にはボードケース内に保管されている燃料要素枚数を必ず確認しており、定められた枚数以上の燃料要素を取り出すことはないため、誤って追加の燃料集合体を作成する可能性は極めて低い。**
- (2) 炉心への燃料集合体の装荷時においては、現場の作業員と及び制御室の運転員が連絡を取りあい、運転指令書と燃料集合体の装荷位置を**声に出して互いに確認しながら、誤操作を起こすことがないように注意して作業を実施している。また運転指令書に記載した燃料集合体の配置を炉心横の置いたすぐに目に入る燃料配置ボードに表示して、燃料装荷作業時に他の運転員は燃料配置ボードを見ながら作業を手伝うことで燃料配置の誤操作がないことを確認している。装荷終了後には燃料集合体の配置が運転指令書に記載した配置と一致していることを再度確認している。そのため燃料集合体を誤装荷した状態で起動してしまう可能性は極めて低い。**
- ~~(3) 急激な反応度印加に伴い、炉周期が15秒以下になれば一せい挿入、10秒以下になればスクラムが作動し、原子炉は自動停止する。また、出力が線型出力計の各レンジの110%以上のとき一せい挿入、120%以上のときスクラムが作動し、原子炉は自動停止する。~~

以上より設計基準事故の解析においては「燃料落下又は燃料誤装荷による反応度の異常な投入」の解析は実施しないとする。

「10-3-2-2」～「10-3-2-5」の文章、関連する図表は、全て削除。