

2021年6月29日
京大 KUCA ヒアリング資料 2

京都大学臨界実験装置 (KUCA) 設置変更承認申請について

【設置許可基準規則との整合性】

第十五条

第十七条

京都大学複合原子力科学研究所

第十五条 炉心等

1. 基本方針

(1) 要求事項に対する適合性

1) 要求事項

(炉心等)	
第十五条	試験研究用等原子炉施設は、原子炉固有の出力抑制特性を有するものでなければならない。ただし、臨界実験装置に係る試験研究用等原子炉施設であって当該試験研究用等原子炉施設の安全を確保する上で支障がないものは、この限りでない。
2	試験研究用等原子炉施設は、試験研究用等原子炉の反応度を制御することにより核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。
3	炉心は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に試験研究用等原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより燃料の許容設計限界を超えないものでなければならない。
4	燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、試験研究用等原子炉を安全に停止できるものでなければならない。
5	燃料体は、次に掲げるものでなければならない。
一	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における試験研究用等原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。
二	輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じないものとする。

2) 当該条文における変更内容

第2項については、固体減速炉心及び軽水減速炉心ともに、制御棒を操作することで原子炉に加わる反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御することができる。本設置変更承認申請は、この制御方法を変更するものではないため、設計方針に変更の必要はない。

3) 適合のための設計方針（考え方）

3)-1 第1項については、KUCAは臨界実験装置であり、温度係数が正となる炉心を構成することができる。本設置変更承認申請によって追加する燃料要素を用いた複

数の代表炉心のうち、温度係数が正となるものについても、安全を確保する上で支障がないことを添付書類 10 における評価結果（説明資料参照）を踏まえ、その適合性を示す。

- 3)-2 第 3 項については、本設置変更承認申請によって追加する燃料要素を用いた炉心について、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時の運転に支障が生ずる場合において、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより燃料及び被覆材の温度が許容範囲内となることを添付書類 10 における評価結果（説明資料参照）を踏まえ、その適合性を示す。
- 3)-3 第 4 項については、本設置変更承認申請によって追加する燃料要素を用いた炉心について、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物がそれらの機能を維持し、原子炉を安全に停止できるとなることを添付書類 10 における評価結果（説明資料参照）を踏まえ、その適合性を示す。
- 3)-4 本設置変更承認申請によって追加される燃料要素について、自重、付加荷重及びその他通常運転中に加わる可能性のある負荷（固体減速炉心においては中心架台上昇時の加速度、軽水減速炉心においては水圧）に対して十分な耐力を有していることを確認した。その結果、本号に係る記載に変更は不要と確認された。

2. 説明資料

2.1 第1項について

今後、添付書類 10 の運転時の過渡変化の解析結果に基づき説明する。またその結果から補正申請の必要性や補正内容を検討する。

2.2 第3項について

今後、添付書類 10 の運転時の過渡変化の解析結果に基づき説明する。またその結果から補正申請の必要性や補正内容を検討する。

2.3 第4項について


今後、添付書類 10 の運転時の過渡変化の解析結果に基づき説明する。またその結果から補正申請の必要性や補正内容を検討する。

2.4 第5項について

本設置変更承認申請によって追加される燃料要素のうち、角板は、アルミニウム製の額縁の内部に U-Mo 分散型燃料のコンパクトを入れ、その上にアルミニウム製の板を置いて周囲を溶接しているという構造である（図1、図2）。また角板は燃料さや管に収納されて炉心に設置されるため、燃料板自体の耐震強度は必要なく、角板を積み重ねたときの圧縮荷重に対して強度を検討すればよい。







荷重条件としては、燃料さや管の燃料領域（下部ポリエチレン反射体の上）に燃料板があり、その上部に KUCA で使用する物質の中で最も密度の大きなウラン金属が高さ 40cm、その上部に 50cm のポリエチレン反射体が挿入されている場合を考える。また圧縮荷重は燃料板周囲の  アルミ枠（図 2、P の矢印の箇所）に作用すると考える。


圧縮荷重：



圧縮応力：




 圧縮強度も同じと考えれば燃料板上部からの圧縮荷重に対して燃料角板は十分安全である。さらに、燃料角板が中心架台で使用された場合、中心架台の上昇による加速度を受ける可能性があるが、中心架台の上昇速度は最高でも 3.3cm/s であり、無視できる。以上より、燃料角板は十分な耐力を有しているとともに、輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じるおそれはない。従って、燃料角板に関して、第 5 項に係る記載に変更は不要である。

本設置変更承認申請によって追加される燃料要素のうち、長板については現有のものと同じく  アルミ板で被覆される。長板は、水中で使用されるため、通常運転中に加わる可能性のある負荷として、水圧を受ける必要があるが、炉心タンクの深さは高さ 2m しかないため、無視できる。以上より、燃料角板は十分な耐力を有しているとともに、輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じるおそれはない。従って、燃料長板に関しても、第 5 項に係る記載に変更は不要である。

参照資料

- ・ 2019年9月2日 第299回 審査会合資料2

第十七条 計測制御系統施設

1. 基本方針

(1) 要求事項に対する適合性

1) 要求事項

(計測制御系統施設)

第十七条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、計測制御系統施設を設けなければならない。

- 一 炉心及びこれに関連する系統の健全性を確保するために監視することが必要なパラメータは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内に制御できるものとする。
- 二 前号のパラメータは、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内で監視できるものとする。
- 三 設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講ずるために必要なパラメータは、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視及び記録できるものとする。

2) 当該条文における変更内容

本設置変更承認申請によって追加される燃料要素について、本条の設計方針を確認する必要がある。

3) 適合のための設計方針（考え方）

- 3)-1 本設置変更承認申請によって追加される燃料要素を用いた炉心に関して、炉心及びこれに関連する系統の健全性を確保するために監視することが必要なパラメータである炉心温度及び架台室内エリアモニタ値が通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても想定される範囲内に制御・監視できることを示し、第1項第一号及び第二号に適合することを炉心解析にて確認する必要がある。
- 3)-2 本設置変更承認申請によって追加される燃料要素を用いた炉心に関して、設計基準事故が発生した場合の状況を把握するためのパラメータである炉心温度及び架台室内エリアモニタ値が設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲で監視及び記録できること、外部電源喪失時においても原子炉の停止が確認できることを示し、第1項第三号に適合することを炉心解析にて確認する必要がある。

2. 説明資料

2.1 第1項第一号及び第二号について

KUCAにおいて、炉心温度の測定には、Tタイプの熱電対が使用される。同熱電対が監視できる温度範囲は $-270^{\circ}\text{C}\sim+400^{\circ}\text{C}$ であるので、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、炉心温度がこの範囲にあることを、今後、添付書類10の運転時の過渡変化の解析結果に基づき説明する。またその結果から補正申請の必要性や補正内容を検討する。

KUCAの架台室に設置されているエリアモニタの測定範囲の最大値は 1Sv/h である。2020年度の定期事業者検査による出力校正の結果によると、固体減速炉心（A炉心、B炉心）及び軽水減速炉心における校正定数は、

固体減速炉心（A炉心）： $0.00542\text{ W}/(\mu\text{Sv/h})$

固体減速炉心（B炉心）： $0.00207\text{ W}/(\mu\text{Sv/h})$

軽水減速炉心： $0.00205\text{ W}/(\mu\text{Sv/h})$

（A炉心及びB炉心では、炉心とモニタの位置関係が異なるので校正定数が異なる）

であった。従って、最も保守的な軽水減速炉心における校正定数を用いれば、エリアモニタの測定範囲の上限値は、出力に換算して 2.05kW となる。今後、添付書類10の運転時の過渡変化の解析結果に基づき炉心出力がこれを超えないことを説明する。またその結果から補正申請の必要性や補正内容を検討する。

2.2 第1項第三号について

設計基準事故が発生した場合の状況を把握するためのパラメータである炉心温度及び架台室内エリアモニタ値がそれぞれ 400°C と 2.05kW を超えないことを、今後、添付書類10の運転時の過渡変化の解析結果に基づき説明する。またその結果から補正申請の必要性や補正内容を検討する。

KUCAにおいて、原子炉停止後に炉心の冷却は必要ないため、設計基準事故が発生した場合に講ずるべき対策としては、原子炉停止の確認のみである。KUCAでは外部電源喪失時においても、炉心温度及び架台室内エリアモニタ値並びに停止確認が実施できるように、 3kVA 以上の蓄電池容量を持つ非常用電源設備により、核計装設備（各計装記録計3台及び温度記録計1台を含む）及び放射線モニタが5分間以上にわたって機能を維持する。本設置変更承認申請は、非常用電源設備の設計方針を変更するものではないため、第1項第三号のうち、十分な期間にわたり監視及び記録できることについては、変更の必要はない。

以上