

2021年6月3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

【条項対応】

京都大学複合原子力科学研究所

4 条 地震による損傷の防止

1. 基本方針

(1) 要求事項に対する適合性

1) 要求事項

(地震による損傷の防止)

第四条 試験研究用等原子炉施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。

2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある試験研究用等原子炉施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。

2) 適合のための設計方針

第 1 項及び第 2 項について

燃料要素及び燃料要素を挿入する既存の固体減速炉心のさや管及び軽水減速炉心の標準型燃料支持フレームは耐震重要度分類の C クラスに分類され、それに応じた地震力に対しておおむね弾性範囲の設計を行う。

2. 地震力の算定方法

耐震設計に用いる地震力は C クラスの設備に適用する静的地震力とし、下記の地震層せん断力係数に係数 1.0 を乗じたものを水平震度として、当該水平震度を 20%増しとした震度により求めるものとする。

C クラス 地震層せん断力係数 1.0C_i

ここに、地震層せん断力係数を算定する際の C_i は、標準せん断力係数 0.2 以上の値に建物・構築物の振動特性、地盤の種類等に応じて決められる係数を乗ることによって求められる値とする。

3. 適合性の確認

(1) 対象

本申請の対象は低濃縮ウランの燃料要素（固体減速炉心用のウランモリブデン・アルミニウム分散型燃料（角板）および軽水減速炉心用のウランシリサイド・アルミニウム分散型燃料（標準型燃料板））と固体減速炉心では燃料要素が挿入されるさや管、軽水減速炉心では燃料要素が挿入される標準型燃料板支持フレームである。

なお、それぞれの燃料要素自体はさや管や支持フレームに挿入されるもので、耐震部材ではないため、重量のみ考慮することとする。

(2) さや管及び支持フレームの耐震性

1) 評価方針

固体減速架台で使用する燃料さや管（図 1）及び軽水減速炉心で使用する燃料支持フレーム（図 2）の耐震安全性は新規規制基準対応時の設工認申請書（（その 2）、平成 29 年 4 月 25 日付け承認（原規規発第 1704255 号））において確認されている。ここではその評価結果に基づき、燃料の低濃縮化によっても、燃料さや管及び燃料支持フレームの耐震安全性が確保されることを示す。

2) 燃料さや管及び燃料支持フレームに要求される地震力

燃料さや管及び燃料支持フレームは耐震重要度が C クラスに分類されており、地震力は設計震度(水平)を 0.24 として求められる。

3) 燃料さや管及び燃料支持フレームの耐震安全性の評価方法と結果

3)-1 耐震評価方法

燃料さや管及び燃料支持フレームの耐震安全性は、図 1 や図 2 に示したようにそれぞれ燃料板がさや管に収納された状態及び側板によって支持された状態において、図 3 に示すような燃料を含む全体の重量を 1 質点に集中させた単純なモデルによって、固定部の強度を確認している。従って、低濃縮化に伴う耐震安全性の検討においては設計震度とともに、燃料部の重量の影響を受けることになる。以下では燃料さや管及び燃料支持フレームについて、この観点から低濃縮化による耐震安全性を検討する。

3)-2 燃料さや管（固体減速架台用）の評価結果

今回の申請で追加する U-Mo 燃料板（厚さ■■■■、重量■■■■、平均密度■■■■）は従来の U-Al 燃料板（厚さ■■■■、重量■■■■、密度■■■■）に比べて 1 枚あたりの重量は増加している。一方、設工認申請では固体減速架台用の燃料さや管（角管部の材質 A-6063S）の耐震評価では U-Mo 燃料板より密度の大きな天然ウラン金属板（密度約 18.9g/cm³）を燃料領域（高さ約 40cm）にすべて挿入した場合の評価を行っている。燃料さや管に収納される燃料、ポリエチレンに燃料さや管の重量を積算したそれぞれの全重量は、U-Mo 燃料板の場合で■■■■、U-Al 燃料板の場合で■■■■、天然ウラン金属板の場合で■■■■となり、今回の低濃縮化による重量は設工認で想定した重量を下回っており、低濃縮化による燃料さや管の耐震安全性への影響はない。

3)-3 燃料支持フレーム（軽水減速架台用）の評価結果

従来の高濃縮 U-Al 燃料板の重量は 1 枚当たり■■■■であったのに対して今回

の申請で追加する低濃縮ウランシリサイド燃料板の重量は1枚当たり [redacted] と [redacted] 増加している。

燃料支持フレーム（材質 A-6061P）については、平成 20 年に同じ形状で側板の一部に細径検出器用の溝を付けたものを製作している（「標準型燃料要素支持フレーム側板の製作」設工認申請書、平成 20 年 9 月 30 日付け承認（20 学文科科第 597 号））。その際の耐震計算では水平震度 0.72 とし、計算結果としての安全率（材料の許容値応力に対する発生応力の比）が 6 倍以上あることが示されている。従って、耐震重要度 C クラスに本来求められる水平震度 0.24 に対して保守的な地震力（3 倍）を想定して設計されており、またその安全率も考慮すると、今回低濃縮燃料を用いることにより重量が [redacted] 増加したとしても低濃縮化による燃料支持フレームの耐震安全性への影響はない。

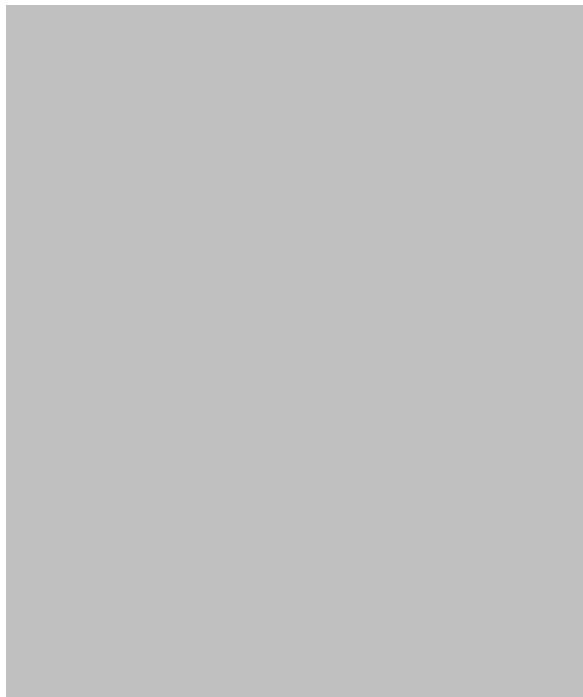


図 1 固体減速架台の燃料さや管の概略図
（左図：鉛直断面、右図：a-a'断面）



図2 軽水減速架台の燃料支持フレームの概略図
(左図：鉛直断面、右図：a-a'断面)

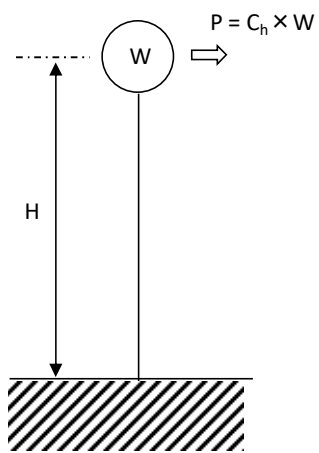


図3 耐震評価モデル (C_h : 水平震度)

(以上)

12 条 安全施設

1. 基本方針

1.1 要求事項に対する適合性

(1) 適合性説明

(安全施設)

第十二条 安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。

3 安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものでなければならない。

4 安全施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じて、試験研究用等原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

本申請において追加する燃料要素は「水冷却型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針」の「添付 水冷却型試験研究用原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する基本的な考え方」に基づき、それが果たす安全機能の性質に応じて分類し、十分高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計とする。

3 について

燃料要素の設計条件を設定するに当たっては、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、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想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても維持されている安全機能を発揮できる設計とする。

2. 安全機能の重要度分類

「水冷却型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針」の「添付 水冷却型試験研究用原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する基本的な考え方」に基づき、燃料要素は、それが果たす安全機能の性質に応じて下表（第 12-1 表）のとおり分類し、十分高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計とする。

第 12-1 表 燃料要素の安全上の機能別重要度分類

分類	異常発生防止系		
	定義	安全機能	構築物、系統及び機器
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって PS-1 及び PS-2 以外の構築物、系統及び機器	炉心の形成	燃料要素

3. 安全機能の環境条件

燃料要素の設計条件を設定するに当たっては、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、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想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても維持されている安全機能を発揮できる設計とする。