

京都大学複合原子力科学研究所の原子炉施設
[京都大学臨界実験装置 (KUCA)] の変更に係る
設計及び工事の計画の承認申請書

(KUCA 軽水減速炉心用低濃縮燃料要素の製作)
(KUCA 固体減速炉心用低濃縮燃料要素の製作)

参考資料

燃料さや管、燃料支持フレームの耐震性に関する評価計算書

(1) 概要

本評価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、耐震部材ではなく、燃料要素に作用する地震力はさや管や支持フレームが負担することになる。従って、燃料要素の重量を考慮した上でさや管や支持フレームの耐震強度を評価することによって燃料要素自体の耐震安全性も確保できる。

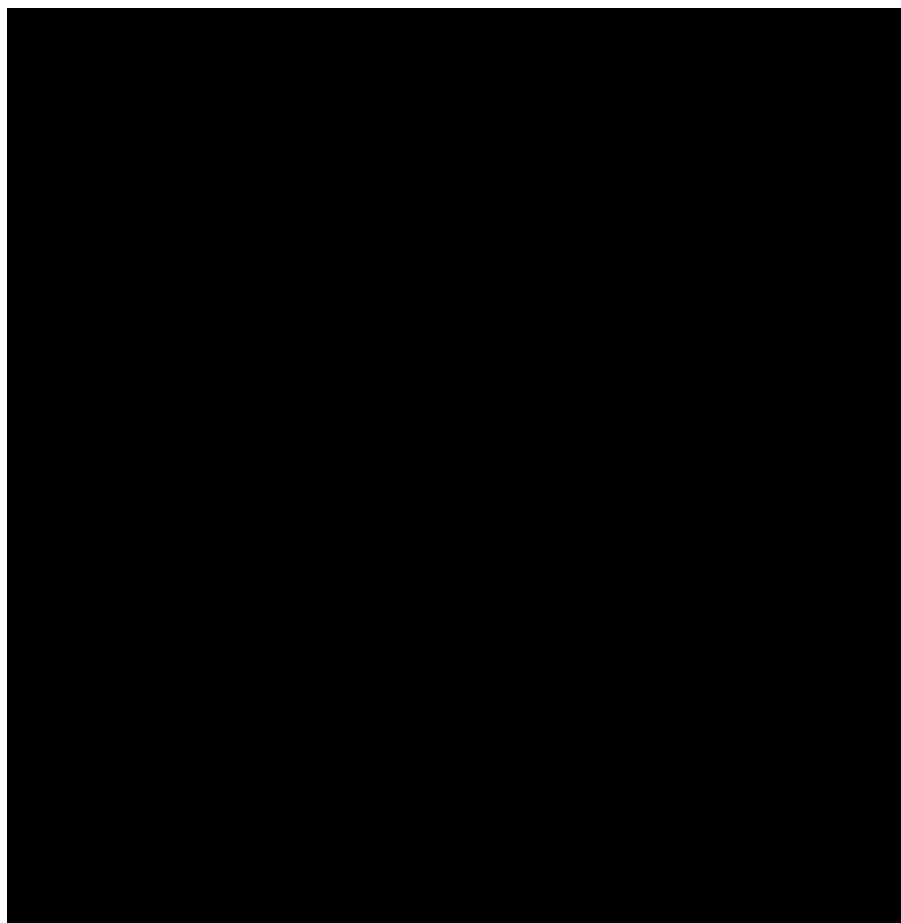


図1 固体減速架台の燃料さや管の概略図（単位：mm）
（左図：鉛直断面、右図：a-a'断面）

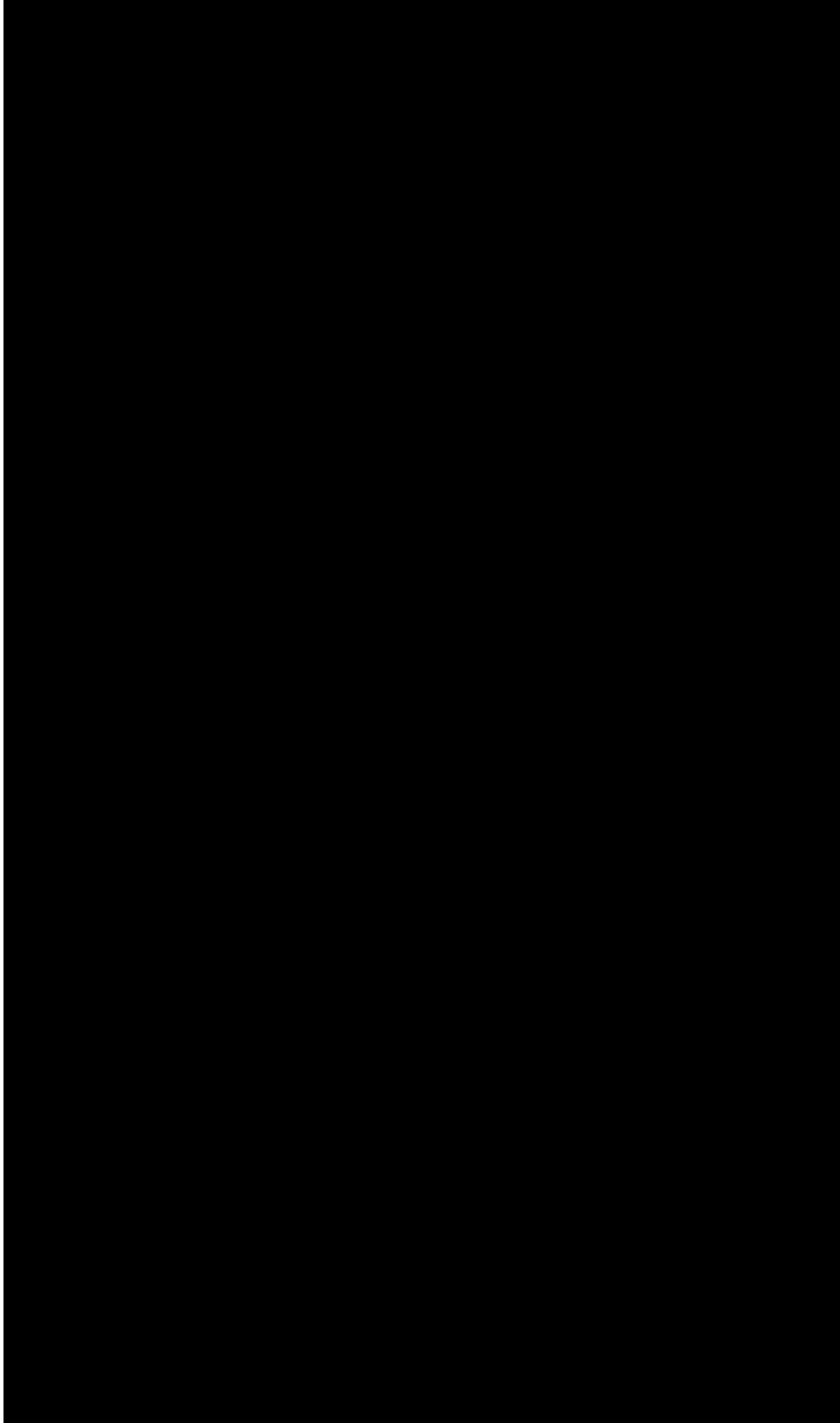


図2 軽水減速架台の燃料支持フレームの概略図
(上図：鉛直断面、下図：a-a'断面)

(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 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] は従来の U-Al 燃料板 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 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（ [REDACTED] [REDACTED] ）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（ [REDACTED] [REDACTED] ）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 [REDACTED] [REDACTED]、U-Al 燃料板の場合で [REDACTED] [REDACTED]、天然ウラン金属板の場合で [REDACTED] [REDACTED] 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 [REDACTED] [REDACTED] 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] [REDACTED] と約 37%

増加している。燃料板は■■■で、燃料支持フレームの側板の重量は1,326gであり、高濃縮の場合の燃料体（燃料板と燃料支持フレーム）の重量は■■■■、低濃縮の場合の重量は■■■■であり、燃料体としては32%程度重量が増加する。

燃料支持フレーム（■■■■）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燃料体の重量が約32%程度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。

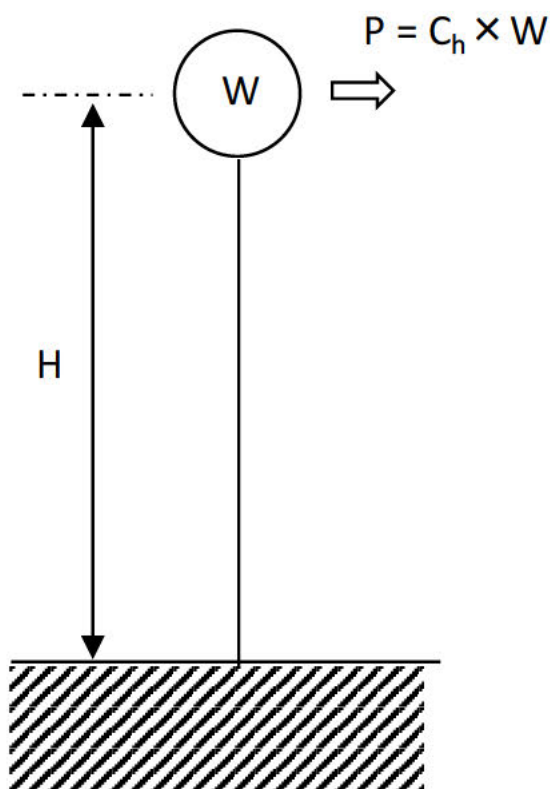


図3 耐震評価モデル (C_h : 水平震度)

(以上)