

使用済燃料直接処分における劣化ウランを用いた臨界安全対策の検討

Criticality Safety Study for Direct Disposal of Nuclear Spent Fuel with Depleted Uranium

町屋 秀幸¹, *相澤 直人¹, 岩崎 智彦¹

¹東北大学

使用済み燃料を直接処分した際の臨界事故を防止する方法として、従来の中性子吸収材ではなく、核燃料核種と化学的挙動が近い劣化ウランを添加する方法についての検討を行った。

キーワード：直接処分，臨界安全，劣化ウラン

1. 緒言 使用済み燃料に関して、従来方針である全量再処理の他に、代替処分オプションとして使用済み燃料を直接地層処分とする直接処分の検討が進められている。直接処分に際しては、従来再処理にて回収・再利用する予定であるウラン・プルトニウム等の核分裂性物質をそのまま地層処分することから、臨界安全性の検討を行う必要がある。過去の報告[1][2]によれば、燃料集合体形状が崩壊し、燃料が理想的に集積した場合に臨界判定基準を超過するケースが存在することが示唆されており、臨界防止対策として Gd_2O_3 等の中性子吸収材を添加することが提案された。しかしながら、処分から長時間経過後にウラン等の核分裂性物質と中性子吸収材元素が同位置に存在することは担保できない。そのため、本研究では、直接処分時の臨界防止策として核燃料核種と化学的挙動が近い劣化ウランを添加する方法についての検討を行った。

2. 検討の概要

2-1. 解析概要 本研究では、燃焼度 45GWd/t の 17×17 型 PWR UO₂ 燃料を対象として解析を実施した。廃棄体 1 本あたりの集合体本数は 4 体とし、処分後冷却期間は 54 年とした。燃焼後組成については MVP+ORIGEN、処分後の実効増倍率の解析には MVP を使用し、臨界安全性基準値を 0.95 に設定した。

2-1. 仮想臨界体系に関する検討 本研究では、劣化ウランによる臨界安全対策の検討に先立ち、現在検討されている直接処分体系や過去の臨界安全研究を踏まえ、実効増倍率が最大となる保守的な解析体系に関する検討を行った。解析体系の条件として、廃棄体定置向き・反射体材料・集積形状・燃料粒径をパラメータとして解析を行ったところ、縦向き定置にて燃料ペレットが H/M 比 10.7 で規則的に球形に集積し、岩盤にて覆われた場合に実効増倍率が最大 1.13 となることが分かった。

2-2. 劣化ウランによる臨界安全対策の検討 劣化ウランによる臨界安全対策として、劣化ウラン酸化物微粒子を PWR 燃料集合体の空隙部に充填した場合の検討を行った。結果として、制御棒案内管部分のみに劣化ウランを添加したケース（全空隙堆積に対して 6%程度）では増倍率が 1 を超過するが、最大充填率 64%のケースでは臨界安全性基準値の 0.95 を下回る結果となり、劣化ウランによる臨界安全対策が有効であることが示された。

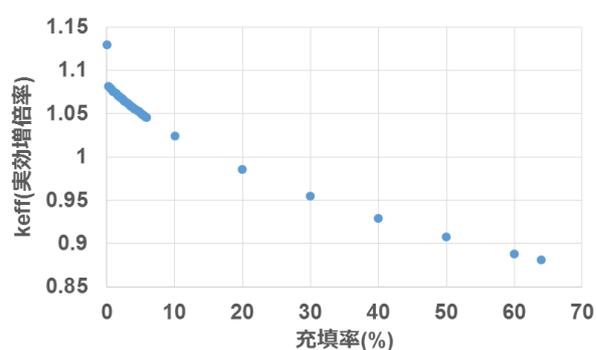


Fig. 劣化ウラン充填率に対する増倍率の推移

参考文献

- [1] 原子力委員会，基本シナリオの核燃料サイクルコスト比較に関する報告書，平成 16 年 11 月
 [2] 日本原子力研究開発機構，平成 29 年度 高レベル放射性廃棄物などの地層処分に関する技術開発事業 直接処分等代替処分技術開発 報告書，平成 30 年 3 月

Hideyuki Machiya¹, * Naoto Aizawa¹ and Tomohiko Iwasaki¹

¹Tohoku Univ.