

使用済燃料の直接処分における臨界事故時の放出エネルギーの解析

Analysis of Energy Released by Criticality Accident in Direct Disposal of Spent Nuclear Fuel

春藤 史帆¹, *小林 朋諒¹, 岩崎 智彦¹, 相澤 直人¹

¹東北大学

使用済燃料の直接処分時に臨界事故が発生した場合の周囲環境への影響を評価するため、一点炉動特性方程式を用いて処分体系での放出エネルギーの解析を行った。

キーワード：直接処分，臨界事故，エネルギー

1. 緒言

使用済燃料は U や Pu を含み、直接処分を想定する場合には臨界性やバリア性能への影響を検討する必要があることから、キャニスターの形状変化および廃棄体内への水の浸入を想定した場合の臨界性の評価が行われた[1]。その結果、臨界となる可能性が示唆され、体系が臨界超過となる場合には臨界事故が生じ、臨界事故の規模によっては生態圏へ悪影響を及ぼす可能性がある。そこで、本研究では直接処分において臨界事故が生じた際の放出されるエネルギーの解析を行った。

2. 臨界事故時の放出エネルギー解析手法の開発

直接処分における臨界事故として最悪なケースに関する解析を行うため、キャニスターや燃料集合体の形状変化および水の浸入を想定した燃料と水が均質に混合した体系になると仮定した。臨界事故時の出力挙動については、溶液燃料体系における臨界事故に関する研究を参考に、1 点炉動特性方程式モデルをさいようした。事故時に添加される反応度は、廃棄体内への水の浸入による投入反応度、温度上昇によるドップラー反応度、ボイドの発生によるボイド反応度の 3 つとし、それぞれ廃棄体内の水の量、基準温度からの温度変化、廃棄体内の水のボイド率を変化させた臨界計算を中性子輸送計算コード MVP2.0 および核データライブラリ JENDL3.3 により実施した。なお 1 点炉モデルを解く際に必要な動特性パラメータは SRAC により算出した。前述の解析により得られたパラメータを用いて、1 点炉動特性方程式を差分化することにより数値計算を行い、算出した出力を経過時間に対して積算することによって放出エネルギーを計算することとした。

3. 解析対象および解析結果

燃焼度 45GWd/t の UOX 燃料を対象とし、PWR 燃料集合体を最大 4 体収納した。処分深度は 1,000m、廃棄体の周囲には緩衝材、岩盤が存在するとした。解析の結果、燃料集合体数が 4 体の場合でも放出エネルギーは 10^{10} J のオーダーとなった。過去に行われた深度 1,400m での地下核実験と比較すると、約 10^{-5} ほど小さいエネルギーとなることから、最悪なケースを想定した臨界事故による生態圏への影響は非常に小さいと考えられる。

参考文献

[1] 武藤他, 高燃焼度・MOX 使用済み核燃料の直接処分に
関する処分場解析 (2)臨界性の解析, 2014 年春の年会

Shiho Shundo¹, *Tomoaki Kobayashi¹, Tomohiko Iwasaki¹, Naoto Aizawa¹

¹Tohoku Univ.

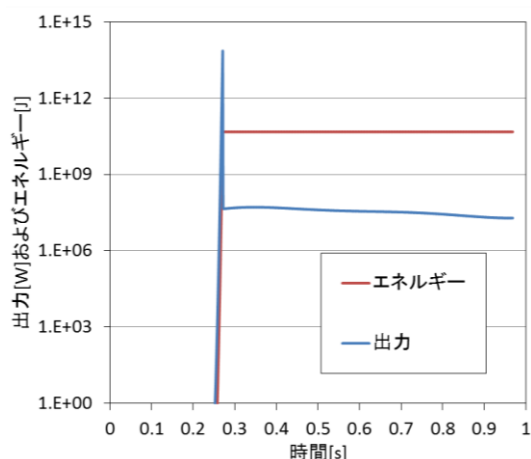


図1 燃料集合体4体における出力およびエネルギーの時間変化