

審査の結果の要旨

氏名 深谷 裕司

本論文は、低減速 BWR における核変換特性を環境負荷の観点から炉物理現象の解明と核変換特性が与える環境負荷への影響について研究したものであり、論文は4章で構成されている。

第1章は序論であり、低減速 BWR における核変換特性の意義及び研究目的について述べている。核変換特性が影響を与える項目としては、核燃料廃棄物の核変換性能のほかに、使用済燃料特性がある。使用済燃料特性とは、崩壊熱、放射能、プルトニウム組成、マイナー・アクチニド (MA) 及び超半減期核分裂生成物 (LLFP) の発生量としている。使用済燃料特性については、低減速 BWR は新概念炉心であり、これらの項目に関する検討がなされていなかった旨が述べられており、MA 及び LLFP の核変換についての検討の必要性も述べられている。これらの核変換特性は、炉心特性に大きく依存し、低減速 BWR は既存の軽水炉とも高速炉とも異なる炉心特性をもつ新概念炉心であることから、その特性の研究が必要であることが示されている。これらを受けて、本論文の目的は低減速 BWR の核変換特性及び環境負荷への影響の解明であるとしている。

第2章では、使用済燃料特性の検討について述べている。低減速 BWR の使用済燃料特性の炉物理的位置づけを検討するため、軽水炉、高燃焼度軽水炉、フル MOX 軽水炉、高速炉の使用済燃料特性と比較を行っている。解析には ORIGEN コードを用いているが、低減速 BWR 用の ORIGEN ライブラリに関しては、本研究において作成し、作成法についての炉物理的検討がなされている。使用済燃料特性については、ガラス固化時や地層処分時における発熱が特に重要となるが、FP 核種からの発熱に関して、核分裂による発生、運転期間及び冷却期間における減衰を定量的に評価したモデルを作成し、運転期間における冷却が重要な役割を果たしていることが解明されている。結果として、炉内スペクトルが硬いことにより、転換比が高く運転期間が 3000 日程度と大きく取れる増殖型低減速 BWR においては、運転期間の放射性 FP 核種の減衰の効果のため、50GWd/t と高い燃焼度であるにもかかわらず、崩壊熱が少ないという特性が表れていることを解明している。また、アクチニド組成についても硬いスペクトルをもつ増殖型低減速 BWR においては、高次化が少なく、崩壊熱が小さいことが示されている。

第3章では、低減速 BWR による MA 及び LLFP 変換の検討について述べられている。はじめに、核種移行解析の結果を引用し、環境負荷の定義と環境負荷低減に有効な核種が ^{237}Np および ^{135}Cs であることを示している。MA 変換については、軽水炉技術とのギャップが少なく早期導入可能な MA リサイクルのオプションとして有意義であるとされる高転換型低減速 BWR における MA リサイクルの検討を行い、最終的には三次元核熱結合炉心燃焼解析により炉心設計を行っている。この炉型において、Np に対して軽水炉からの発生量の 22 基分の低減が可能であることが示されている。LLFP においては、増殖型低減速 BWR における炉心燃焼解析により評価されている。本研究では ^{135}Cs の評価が新たに行われ、文献値である ^{99}Tc 、 ^{129}I との比較が行われている。LLFP に関しては、増殖型低減速 BWR が炉心性能の低下の観点から LLFP ターゲットを炉内に挿入できないため反応率が低く、LLFP の低減にはつながらないことが示されている。

第4章は結論であり、本研究のまとめが述べられている。

以上を要するに、本論文は低減速 BWR の核変換特性を研究し環境負荷への影響を提示している。この成果は工学の進展に寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。