

早期実用化を目指した MA-Zr 水素化物を用いた核変換処理に関する研究開発
(5) 設計研究による成立性と有効性に関する研究 (I)

Development of MA-Zr hydride for early realization of transmutation of nuclear wastes

(5) Research on availability and realizability for transmutation core with MA-Zr hydride (I)

* 日比 宏基¹, 池田 一生², 伊藤 邦博², 小無健司³
¹MFBR, ²NDC, ³東北大学

MA-Zr 水素化物を用いた核変換処理の早期実用化に向けて、核変換対象核種をアメリカシウムに限定した場合に対し、設計実績のある原型炉仕様で要求される制限条件を満足できるターゲット候補組成として (Am_{0.08}, Zr_{0.92})H_{1.4}を得、MA 核変換の有効性が高い炉心概念を構築できることを定量的に確認した。

キーワード：MA、核変換、アメリカシウム、ジルコニウム水素化物燃料

1. 緒言

長寿命放射性廃棄物の地層処分の負担軽減に向けて、MA-Zr 水素化物ターゲットを高速炉ブランケット領域に配置し、核変換の効率化と早期実現を目指した研究を進めている。そのためには、設計実績のある高速炉仕様で要求される制限条件を満足でき、MA 核変換の有効性が高い炉心概念を構築する必要がある。

2. 早期実用化を可能とする炉心概念の構築

表 1 に示す前提条件及び制限条件を適用する場合について、MA 分離核変換の効用を最大化する観点から、アメリカシウム(Am)のみを核変換させる場合の炉心概念を構築した。

2-1. 水素化物燃料装荷に対する非均質効果

水素化物燃料装荷炉心に特有な非均質効果

果で有意な項目は①ターゲットとそれに隣接する外側炉心燃料の集合体内発熱密度分布と、②ターゲットの取出時 Am 量であることを確認し、非均質効果による核変換諸量への影響は出力分布誤差 5%の範囲内であること、及び最大線出力評価は 54 メッシュ/集合体以上のメッシュ分割で問題ないことを確認した。

2-2. 平衡炉心での MA 核変換性能の評価

年間の MA 核変換量を多くして必要な高速炉基数を削減することを優先した炉心を構築し性能評価した。

- 1) MA 年間核変換量を最大化する条件はターゲットの炉内滞在期間を Cm-242 半減期の約 3 倍にすることであり、定期検査による炉停止期間(30 日)を考慮して照射期間は 117EFPD×3 サイクルを選定した。
- 2) ターゲット装荷によって外側炉心燃料の発熱寄与が低下するため、内側炉心燃料の最大線出力が設計成立性に対する決定因子となり、原型炉仕様で候補となるターゲット組成として (Am_{0.08}, Zr_{0.92})H_{1.4}を得た。
- 3) 上記 2)のターゲット組成の場合、ターゲットによる Am 装荷量は 96.4 kg/サイクルで、ターゲット単独での Am 変換率は約 24%、稼働率 100%とした場合の年間 Am 変換量は 73.4 kg/EFPY となった。

3. 今後の課題

Am 装荷量・年間変換量の向上に向けて水素比 1.6 を目標に炉心仕様の見直しを行うとともに、MA 核変換炉向けに提案されている種々の方策に対し、同一条件下での MA 核変換の観点からの性能比較を行う。謝辞 本研究発表は、エネルギー対策特別会計委託事業「早期実用化を目指した MA-Zr 水素化物を用いた核変換処理に関する研究開発」の成果の一部を含む。

*Koki Hibi¹, Kazuo Ikeda², Kunihiro Itoh², and Kenji Konashi³

¹Mitsubishi FBR Systems, ²Nuclear Development, ³Tohoku Univ..

表 1 ターゲット装荷炉心構築での前提条件及び制限条件

項目		値
前提条件	炉心/ブランケット燃料ペレット	中実ペレット (93 %TD)
	集合体配列ピッチ	115.6 mm
	集合体数 (内側炉心/外側炉心/ターゲット/径ブランケット)	108/90/54/120 体
	燃料ピン本数 (内側炉心/外側炉心/ターゲット/径ブランケット)	169/169/61/61 本/集合体
	燃料ピン径 (内側炉心/外側炉心/ターゲット/径ブランケット)	6.5/6.5/11.6/11.6 mm
	ターゲットの H/(Zr+MA) 比	1.7 以下
制限条件	炉心燃料の Pu 富化度 (Pu/(Pu+U))	31.5 wt% 以下
	最大線出力 (炉心燃料/ターゲット)	375/500 W/cm 以下
	崩壊熱	未照射材 3 kW/集合体以下
	炉心停止 10 日後 Na 洗浄時	40 kW/集合体以下 7 kW/集合体以下