

高温ガス炉トリチウム生産におけるトリチウム透過抑制手法の検討 Study on tritium permeation suppression method on tritium production in a high-temperature gas-cooled reactor

片山一成¹, 泉野純逸², 牛田博貴¹, 松浦秀明³, 大塚哲平¹, 深田 智¹,
後藤 実⁴, 中川繁昭⁴
K. Katayama¹, J. Izumino², H. Ushida¹, H. Matsuura³, T. Otsuka¹, S. Fukada¹,
M. Goto⁴, S. Nakagawa⁴

九大総理工¹, 九大工², 九大院工³, 原子力機構⁴
Kyushu Univ.^{1,2,3}, JAEA

1. 緒言

DT核融合炉の開発において、初期装荷トリチウム燃料の確保は重要な課題である。近年、高温ガス炉を利用したトリチウム生産手法が松浦らにより提案され、その有効性が示されている¹⁾。安全性及び生産効率の観点からは、炉心で生成されるトリチウムに対する有効な閉じ込め手法の確立が不可欠となっている。高温ガス炉のウラン燃料粒子は、核分裂生成物の放出を防ぐため、熱分解炭素(PyC)とシリコンカーバイド(SiC)の多層被覆が施される。トリチウム生産を目的に炉心に装荷されるLi化合物についても、トリチウム透過係数の低いセラミック材料により被覆する必要がある。これまでに、アルミナとPyC被覆グラファイトに対する水素透過実験を実施し、透過係数の定量を行ってきた^{2,3)}。PyCよりもアルミナの方が高いトリチウム透過抑制効果を有することから、アルミナ被覆Li化合物粒子からのトリチウム透過量を評価した。その結果、Li化合物粒子への1mm厚み程度のアルミナ被覆ではトリチウムを十分に閉じ込められないことが示唆された。そこで、アルミナ被覆内に高い水素吸蔵能を有するZr粒子を添加することで、トリチウム透過を抑制する手法を提案し、その効果について検討を行った。

2. 計算モデル

図1のグラフ内に、仮定したアルミナ被覆Li粒子を示す。トリチウム生成速度300g/180dayを仮定し、アルミナからの透過とZr粒子への吸収速度を計算した。アルミナ中のトリチウム溶解度と拡散係数は、本研究グループによる水素透過実験で得られた値を用いた。Zrへのトリチウム溶解度にはYamanaka⁴⁾らによる報告値を、Zr中のトリチウム拡散係数にはMajer⁵⁾らによる報告値を用いた。アルミナの厚みは0.5mm、添加するZr粒子は2.5 μ mとした。

3. 計算結果

図1に600 $^{\circ}$ Cにおいて、添加するZr粒子の数を0から100に変化させた場合の初期段階でのトリチウムリーク総量を示す。Zr粒子の添加によりトリチウム透過量が抑制されることが示された。Zr粒子を100個添加することで運転開始1時間後の透過量は約一桁低下した。Zr粒子表面に酸化膜が形成される場合など、トリチウム吸収速度が低下することも懸念される。今後、実験によりZr粒子への水素吸収速度を定量する予定である。

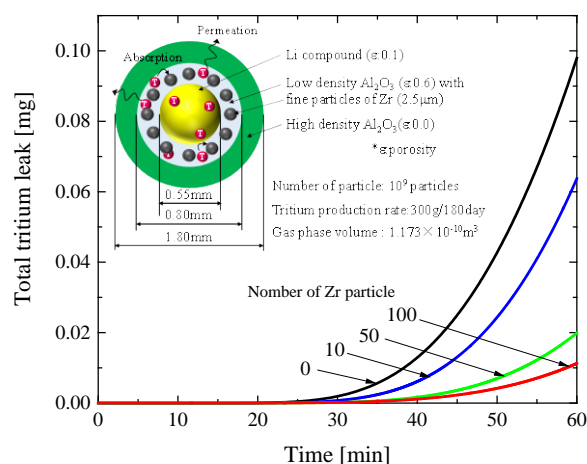


図1 Zr添加アルミナ被覆Li粒子からのトリチウムリーク量予測

参考文献

- 1) H. Matsuura et al., Nucl. Eng. Des., 243 (2012) 95.
- 2) K. Katayama et al., Fusion Sci, Technol. 68 (2015) 662.
- 3) Ushida et al., ICFRM-17, Aachen, Oct.11-16, (2015).
- 4) S. Yamanaka et al., J. Nucl. Mater., 167 (1989) 231.
- 5) G. Majer et al., J. Phys. Condens. Matter., 6 (1994) 2935.

謝辞

本研究は、科研費15H04230の助成を受けたものである。