

高温ガス炉を用いた核融合原型炉用T製造
 ～複数のLiロッド構造併用による性能向上の検討～

T Production for the DEMO Using the HTGR.

～ Consideration of Performance improvement by Using Multiple Li Rods Structures Together

古賀友稀¹, 松浦秀明¹, 片山一成², 大塚哲平³,
 後藤実⁴, 濱本真平⁴, 石塚悦男⁴, 中川繁昭⁴, 飛田健次⁵, 日渡良爾⁶, 坂本宜照⁶
 KOGA Yuki¹, MATSUURA Hideaki¹, KATAYAMA Kazunari², OTSUKA Teppei³,
 GOTO Minoru⁴, et al.,

¹九大院工, ²九大院総理工, ³近大理工, ⁴原子力機構, ⁵東北大, ⁶量研

^{1,2}Kyushu Univ., ³Kindai Univ., ⁴JAEA, ⁵Tohoku Univ., ⁶QST

1. 緒言

核融合原型炉の起動には初期装荷トリチウム(T)が必要であるがその調達方法は未解決の課題である。Tの調達方法の一つとして、Liロッドを高温ガス炉に装荷することによるT製造法を提案している[1]。現在想定されているLiロッドの構造をFig.1に示す。Liロッドの円筒形Al₂O₃内部にはLiAlO₂層があり、T吸収体として酸化防止用Ni被覆を施したZr層に加えNi被覆を持つ粒状Zrを封入することを想定している[2]。従来、高温ガス炉に装荷するLiロッドは全て同一の構造と仮定していた。しかし、実際の炉心の組成、温度、中性子束等には空間分布が存在するため、空間位置に応じて異なる構造のLiロッドを装荷することでT製造及び閉じ込め性能を最適化できる可能性がある。本研究ではHTTR(高温工学試験研究炉)を対象とし、空間位置に応じて構造の異なるLiロッドを装荷した際のT製造及び閉じ込め性能を評価した。

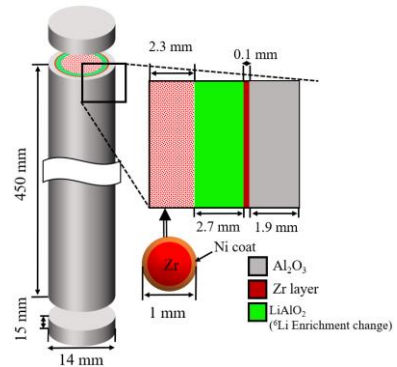


Fig.1. A schematic view of the Li rod for the HTTR

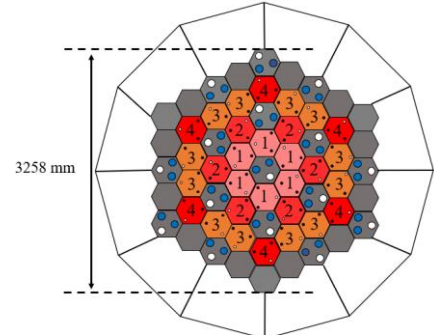


Fig.2. HTTR reactor core

2. 評価方法

本研究ではFig.2に示すHTTR炉心を想定した核燃焼計算を行った。この体系では5段の炉心にわたり、燃料領域1~4に装荷するLiロッドの構造や⁶Li濃縮度を任意に設定できる。T製造量はMVP-BURN[3]により評価した。T流出量はZrの水素吸収時間[2]を導入した上で、拡散方程式を解くことによって求めた。

3. 結果及び考察

まずはT製造において高濃縮⁶Liを用いる事による影響を確認するため、⁶Li装荷量を固定し、⁶Li濃縮度を天然存在比から増加させた際の360日運転後のT製造量とT流出量を評価した。Fig.3にその結果を示す。この評価では⁶Li濃縮度を天然存在比:7.59 at%とした場合のLiロッド(Fig.1)を用いた際のT流出量を1として規格化した。⁶Li濃縮度が増加してもT製造量に変化はなかったが、T流出は0.65程度まで低下した。これは⁶Li濃縮度の増加とともにLiAlO₂層厚みが小さくなったことで、粒状Zr装荷量が最大3.7倍になったことに起因する。また、⁶Li濃縮度は原子炉の中性子生成・吸収・損失のバランスに大きな影響を与えなかったため、より高濃縮の⁶Liを使用することができる。発表では⁶Li濃縮度90%のブランケット用LiAlO₂を使用したLiロッドを想定し、炉心横方向[燃料領域1~4(Fig. 2)]、縦方向[1~5段]のLiAlO₂(⁶Li)装荷量を変更した際の影響を評価し、T流出量の最小化及びT製造量の最大化を可能にするLiロッド構造と炉心配置を示す。

参考文献

- [1] H. Matsuura, et al.: Nucl. Eng. Des., 243 (2012) 95-101. [2] H. Matsuura, et al., Fusion Eng. Des. 146(2019) 1077-1081.
 [3] K. Okumura, et al., J. Nucl. Sci. Tech., 37 (2000), 128-138.

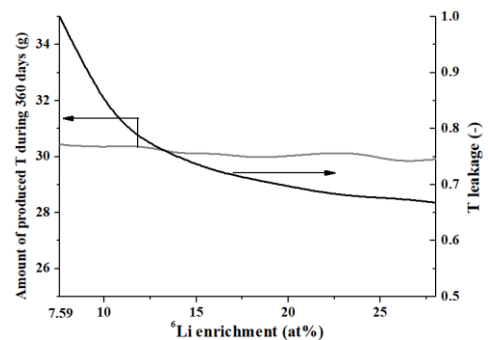


Fig.3. Cumulative weight of T produced and leakage when enriched ⁶Li compound is used.