

# 高温ガス炉における Li 装荷法とトリチウム生産性能の検討 Study on method of loading Li-compound and performance of tritium production in high-temperature gas-cooled reactors

\*長住達<sup>1</sup>, 中屋裕行<sup>1</sup>, 松浦秀明<sup>1</sup>, 片山一成<sup>2</sup>, 大塚哲平<sup>2</sup>, 後藤実<sup>3</sup>, 中川繁昭<sup>3</sup>

<sup>1</sup>九大院工, <sup>2</sup>九大院総理, <sup>3</sup>原子力機構

高温ガス炉の可燃性毒物孔に加えて新たに炉心外側に Li 可動式装荷体(LMR)を装荷した場合について、その反応度価値とトリチウムの生産性能の変化を、燃焼計算コード MVP-BURN を用いた炉心計算を行い調べた。360 日間の運転において、LMR を用いることで従来の検討結果よりトリチウム生産量が 30%程度増加することが分かった。

**キーワード**：高温ガス炉、トリチウム生産、余剰反応度、<sup>6</sup>Li、MVP-BURN

## ・緒言

現在DT核融合炉の原型炉用初期装荷トリチウム燃料の調達方法は明確にされていない。燃料調達方法として高温ガス炉の燃料ブロック中の可燃性毒物挿入孔に Li 化合物を装荷して ${}^6\text{Li} + n \rightarrow \text{T} + {}^4\text{He}$ の反応によりトリチウムを生産する方法が提案されており[1]、その有効性が示されている[2]。これまで高温ガス炉の運転期間を180 日間と想定してきたが、運転期間を延ばした場合、原子炉の臨界を保つために Li 装荷可能量が減少してしまうため、トリチウム生産性能が低下する。今回、可燃性毒物孔に加えて新たに炉心外側にLi 可動式装荷体(LMR)の装荷を検討する。LMRを用いることで長期運転の場合に大きくなる初期余剰反応度をトリチウム生産に有効活用することができる。その場合、トリチウム生産性能がどの程度向上するかを定量的に調べる。

## ・計算条件及び結果

今回の計算モデルはGTHTR300[3]の設計に準拠した炉心体系を想定し、運転期間を360日として燃焼計算を行った。計算コードはMVP-BURN[4]を用いた。本研究では外側可動反射体ブロックを図1に示すようなブロックと入れ替える。図1のブロックの挿入孔に中空円筒状の $\text{LiAlO}_2$ の両面を $\text{Al}_2\text{O}_3$ とZrで被覆した形状のLMRを装荷する。図2にGTHTR300仕様の全外側 $\text{B}_4\text{C}$ 制御棒の反応度価値と、LMR (24,48本)の反応度価値を挿入長の関数として示す。LMRの反応度価値は24本挿入時において5.1% $\Delta\rho$ 、48本挿入時において6.9% $\Delta\rho$ であり、 $\text{B}_4\text{C}$ 制御棒を用いた場合と同程度である。今回燃料領域内の可燃性毒物挿入孔に天然存在比の $\text{LiAlO}_2$ を $\text{Al}_2\text{O}_3$ で被覆したLiロッドを配置した体系において、通常の $\text{B}_4\text{C}$ 制御棒を使用する際のトリチウム生成量と、LMRを48本挿入する場合のトリチウム生成量を比較する。計算の結果、図3に示すようにLMRをモデル化する以前は360日間の運転により700 gの生成量を得ると見積もられていたが、LMRで各ステップの余剰反応度を抑えた結果、900 g程度の生成量を得られることが確認できた。生産性能で従来の検討と今回の検討を比較すると、従来の検討での生産性能である500 [g/180 day]と比べて、今回の検討での生産性能は、460[g/180day]なので運転期間を延ばした場合でも同等の生産性能を得ることができる。

- [1] H. Matsuura, et al., Nucl.Eng.Des., 243 (2012) 95.  
[2] H. Nakaya, et al., Nucl.Eng.Des., 292, pp.277 (2015).  
[3] T. Nakata, et al., JAERI-Tech 087(2002).  
[4] Y. Nagaya, et al., JAERI- Tech 1348(2005).

Satoru Nagasumi<sup>1</sup>, Hiroyuki Nakaya<sup>1</sup>, Hideaki Matsuura<sup>1</sup>, Kazunari Katayama<sup>2</sup>, Teppei Otsuka<sup>2</sup>, Minoru Goto<sup>3</sup>, Shigeaki Nakagawa<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Kyushu Univ, <sup>2</sup> Kyushu Univ., <sup>3</sup> JAEA.

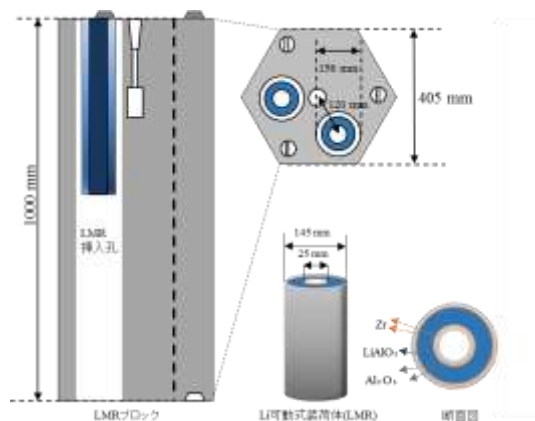


図 1. LMR 及び LMR ブロック概念図

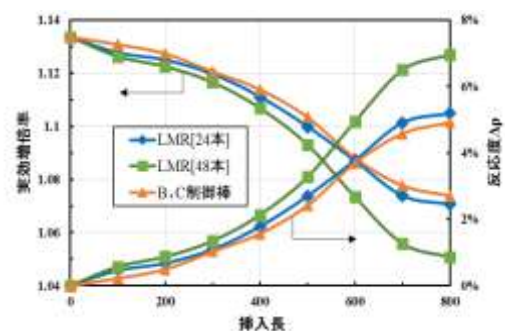


図 2. 挿入長と実効増倍率及び反応度価値

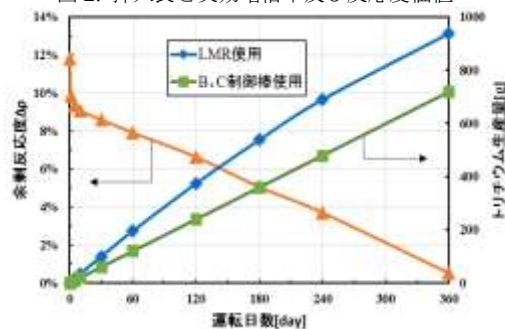


図 3. 余剰反応度と  $\text{B}_4\text{C}$  制御棒及び LMR を使用した場合のトリチウム生産量の時間変化