

高温ガス炉における T 製造用 Li ロッドの検討 ～Zr 水素吸収速度の温度依存性～

Study on T-production Li rod for high temperature gas cooled reactor
～Temperature dependence of the hydrogen absorption speed in Zr～

*中川恭一¹、松浦秀明¹、古賀友稀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、小西哲之⁶、日渡良爾⁷、坂本宜照⁷
¹九大院工、²九大院総理工、³近大理工、⁴JAEA、⁵東北大学、⁶京大、⁷QST

高温ガス炉用トリチウム(T)製造 Li ロッドに対し Zr を用いた T 閉じ込め方法を検討している。炉内に温度分布が存在することを考慮して、炉内の温度範囲での Zr 水素吸収速度を測定し、T 閉じ込め性能を評価した。

キーワード：高温ガス炉,トリチウム製造,Li ロッド,ジルコニウム,水素吸収

1. 緒言

核融合の研究開発においてトリチウム(T)循環系を含む炉工学実証実験や原型炉の初期装荷に必要な T の調達方法を明確にすることが重要である。我々は、高温ガス炉に Li を装荷し、 ${}^6\text{Li}(n,\alpha)\text{T}$ 反応を用いた T 製造法を検討している^[1]。安全面や回収効率の観点から、製造した T を Li 装荷体(Li ロッド)内に閉じ込めることを考えている。高温ガス炉では、発電効率を高めるために高温(900 °C程度)で運転することが望ましい。高温運転時における Li ロッドの T 流出を減らすために、T 吸収体として Zr を使用することを検討している^[2]。図 1 に Li ロッド構造の例を示す。Li ロッドは炉心全体にわたる装荷を想定するため、ロッド毎に温度差が生じる。従来、均一な平均炉心温度(約 850 °C)を想定して Li ロッドの T 流出量を評価していた。より正確な評価のためには Zr 水素吸収速度の温度依存性を知り、炉心温度分布が従来の T 流出量評価に与える影響を確認しておくことは重要である。本研究では、従来の測定値(850 及び 900 °C)^[3]に加え、低温度領域で Zr の水素吸収速度を追測定した。500~900 °Cの温度範囲における Zr 水素吸収速度の温度依存性、及び Li ロッドからの T 流出量に対する温度分布の影響について報告する。

2. 実験

直径 9.5 mm、高さ 15 mm、厚さ 1 mm の円筒状 Zr を装荷し、500~800 °Cの範囲内で温度 50 °Cごとに実験を行い、水素圧力の時間変化を測定した。測定値を用いて水素吸収速度を評価した。

3. 結果及び考察

図 2 に測定開始時の水素圧力で規格化した水素圧力の時間変化を示す。温度上昇に従い、平衡に達するまでの時間が短くなった。すなわち、水素吸収時間 τ (水素分圧が $1/e$ になる時間) は温度が高くなるほど短くなった。この結果から、Zr の水素吸収速度の観点からは、温度上昇に従い Li ロッドの水素分圧及び T の流出量が低下する傾向が考えられる。HTTR 体系の標準的な温度分布^[4]を想定して Li ロッドからの T 流出量を評価した場合、従来の平均温度を用いた評価値に対して T 流出量に大きな差は見られなかった。発表では、空間的な T 製造量及び損失量の分布や総量について詳細を議論する。

参考文献

[1] H. Matsuura, et al.: Nucl. Eng. Des., **243** (2012), 95-101. [2] K. Katayama, et al.: Nucl. Mat. Energy., **16** (2018) 12-18.
[3] H. Matsuura, et al.: Fusion. Eng. Des., **146**(2019), 1077-1081. [4] E. Takada, et al.: Nucl. Eng. Des., **233** (2004) 37-43.

*Kyoichi Nakagawa¹, Hideaki Matsuura¹, Yuki Koga¹, Kazunari Katayama², Teppei Otsuka³, Minoru Goto⁴, Shinpei Hamamoto⁴, Etsuo Ishitsuka⁴, Shigeaki Nakagawa⁴, Kenji Tobita⁵, Satoshi Konishi⁶, Ryoji Hiwatari⁷, Yoshiteru Sakamoto⁷

^{1,2}Kyushu Univ., ³Kindai Univ., ⁴JAEA, ⁵Tohoku Univ., ⁶Kyoto Univ., ⁷QST

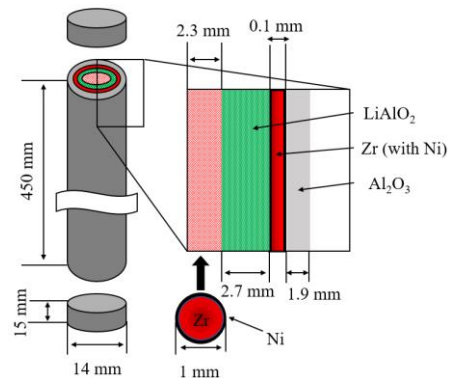


図 1 Li ロッドの例

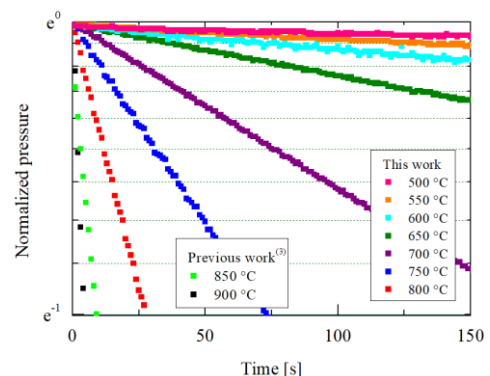


図 2 水素圧力の時間変化