

Zr を用いた高温ガス炉用 T 製造 Li ロッドの検討 ～H/Zr 比と Zr 水素吸蔵性能の関係～

Study on Zr-loading Li rod for T-production in HTGR

~Correlation between H/Zr ratio and hydrogen absorption performance of Zr~

*岡本 亮¹, 松浦 秀明¹, 古賀 友稀¹, 菅沼 拓朗¹, 片山 一成²
大塚 哲平³, 後藤 実⁴, 中川 繁昭⁴, 石塚 悦男⁴, 飛田 健次⁵

¹九大理工, ²九大院総理工, ³近大理工, ⁴JAEA, ⁵QST

高温ガス炉を用いたトリチウム (T) 生産の検討において高温条件下における Li 装荷体(Li ロッド)への T 閉じ込め法として Zr を用いた方法を提案している。本研究では高温ガス炉運用時の Li ロッドの T 閉じ込め性能を評価するため、H/Zr 比と Zr 水素吸蔵性能の関係を調べた。

キーワード: 高温ガス炉, トリチウム生産, ジルコニウム, 水素吸蔵

1. 緒言

核融合研究において炉工学実証試験や原型炉の初期装荷に必要なトリチウム (T) の調達方法の確立が必要である。そこで高温ガス炉に Li を装荷し、 ${}^6\text{Li}(n, \alpha)\text{T}$ 反応によって T を製造する方法が提案されている^[1]。安全面や T 回収の観点から発生する T を Li 装荷体(Li ロッド)内に閉じ込めることが望ましく、従来の検討^[2]では Li ロッドから冷却材中への T 流出量を抑制するため運転温度を低く想定していた。熱効率の良い高温条件下において Li 装荷体からの T 流出を抑制する目的で Li ロッドへの Zr の装荷が検討された。また酸化等の Zr 水素吸蔵性能の低下に対し Ni 被覆を施した粒状 Zr を中空部に装荷する方法が提案されている。Zr の水素吸蔵実験を行い、初期圧力と平衡圧力で規格化した水素圧力が $1/e$ になる時間を吸収時間 τ と定義し、吸収時間を用いて Li ロッドの T 閉じ込め性能を評価した^[3]。高温ガス炉での使用において Zr 中の T 濃度は運転期間と共に上昇すると考えられ、T 濃度上昇時における吸収時間や平衡圧力を調べることは Li ロッドの T 閉じ込め性能を評価するうえで重要である。本研究では Zr への水素吸蔵を繰り返し行い、高温ガス炉での使用で想定される Zr 中の水素濃度範囲における Zr の水素吸蔵性能を調べた。

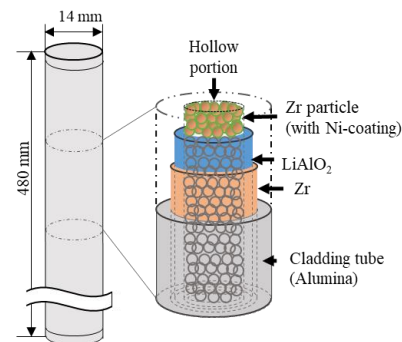


図1 Li ロッド

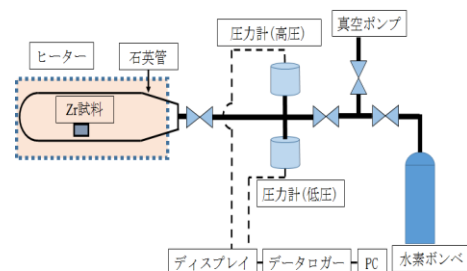


図2 水素吸蔵実験装置

2. 実験

本実験では直径 9.5 mm、高さ 15 mm、厚さ 1 mm の円筒状の Zr 試料を用いた。図 2 の実験装置において設定温度 900 °C とし、装置に 500 Pa の水素を封入し、Zr の水素吸蔵による圧力変化を測定し、圧力の変化量から Zr の水素吸蔵量を求めた。平衡圧力に達したのち繰り返し水素吸蔵を行うことで Zr 中の水素原子数比(H/Zr)に対する吸収時間 τ 及び平衡圧力の関係を求めた。

3. 結果及び考察

図 3 に H/Zr に対する吸収時間及び平衡圧力を示す。高温工学試験研究炉 HTTR^[4]において年間 30 g の T 製造を想定した場合、Li ロッドに装荷する Zr に対し製造される T は原子数比で最大 5 % 程度となる。HTTR で想定される H/Zr の範囲において吸収時間 τ の実験値は 3~7 s の範囲で上昇する傾向を示した。ただし Li ロッドにおいて T 製造速度に対しては十分に速く、水素濃度上昇による吸収時間変化の T 閉じ込め性能への影響は少ないと考えられる。また、平衡圧力は H/Zr と共に、一定の割合で上昇する傾向が見られた。本検討では HTTR での T 製造を想定し、Zr 中の水素原子数比 H/Zr と水素吸収時間 τ の関係を調べた。今後は、高温ガス炉使用時における Zr の酸化挙動、及び Zr 酸化時における吸収時間の定量的な評価が必要である。

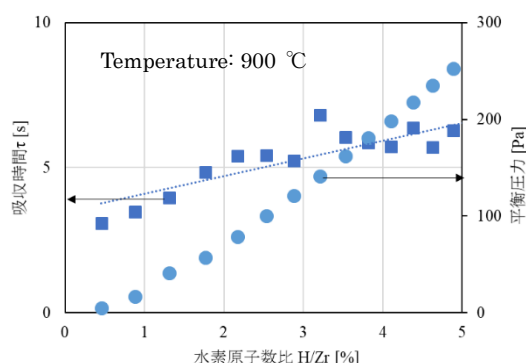


図3 吸収時間と平衡圧力

参考文献

- [1] H. Matsuura, et al.: Nucl. Eng. Des., **243** (2012), 95-101. [2] H. Nakaya, et al: Nucl. Eng. Des., **292** (2015), 277-282.
[3] R. Okamoto, et al., 日本原子力学会 2018 秋の年会 [4] S. Saito, et al., JAERI-1332(1994)

*Ryo Okamoto¹, Hideaki Matsuura¹, Yuki Koga¹, Takuro Suganuma¹, Kazunari Katayama², Tepei Otsuka³, Minoru Goto⁴
Shigeaki Nakagawa⁴, Etsuo Ishitsuka⁴ and , Kenji Tobita⁵ ^{1,2}Kyushu Univ., ³Kindai Univ., ⁴JAEA, ⁵QST