

粒状 Zr を用いた高温ガス炉用 T 製造 Li ロッド構造の検討 ～Zr の非定常水素吸蔵特性～

Study on the structure of Li rod using Zr particles for T-production in HTGR

～Non-equilibrium hydrogen absorption properties 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 Li ロッドへの Zr 装荷方法を検討するため、大きさの異なる Zr 粒試料の水素吸蔵特性を調べた。

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

DT 核融合の開発において原型炉の初期装荷や炉工学実証試験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 を生産する方法が提案されている^[1]。安全面や T の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。高温ガス炉の高い熱効率を発揮できる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 Zr を用いた T 閉じ込め法を検討し、円筒状 Zr の水素吸蔵実験を行った^[3]。ただし Zr の酸化等の水素吸蔵性能の低下による T 流出量の増加が懸念されている。Zr の水素吸蔵性能の低下に対して、図 1 の様に Zr を粒状に装荷することで吸収面積を増やし Li ロッドの T 閉じ込め性能を維持することが検討されている^[4]。本研究では大きさの異なる Zr 粒に対して水素吸蔵実験を行い、水素吸蔵における表面積の効果を評価する。

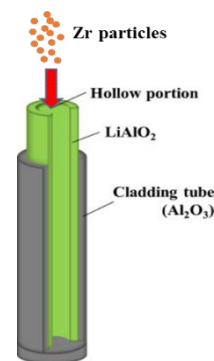


図 1 Li ロッド

2. 実験

直径 2.5 mm、高さ 2.5 mm 及び直径 1.2 mm、高さ 1.2 mm の大きさの異なる円柱状の Zr 粒を用い、それぞれの質量が等しくなるように Zr 粒の個数を調整した。図 2 の実験装置に Zr を装荷し、ヒーターの設定温度は 800 °C とした。装置内に 500 Pa で水素を封入し、Zr の水素吸蔵による圧力変化を測定した。

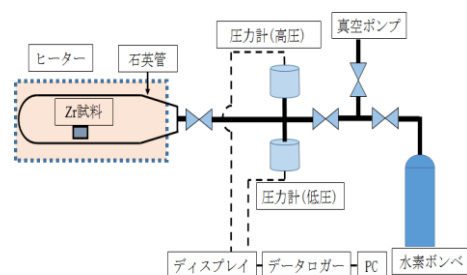


図 2 水素吸蔵実験装置

3. 結果及び考察

図 3 に測定開始時の水素圧力を 1、平衡圧力を 0 に規格化した水素圧力の時間変化を示す。水素圧力は Zr 粒 (小) の方が早く低下した。このとき吸収時間 τ (水素圧力が $1/e$ になる時間) は、Zr 粒(大)で約 125 min、Zr 粒 (小) で約 60 min となった。吸収時間は Zr の総表面積が大きいほど短くなり、おおむね反比例の関係にあると推測される。吸収時間の時間変化は $P=\exp(-t/\tau)$ と表され (図 3 中の実線)、実験の圧力変化とほぼ一致する。

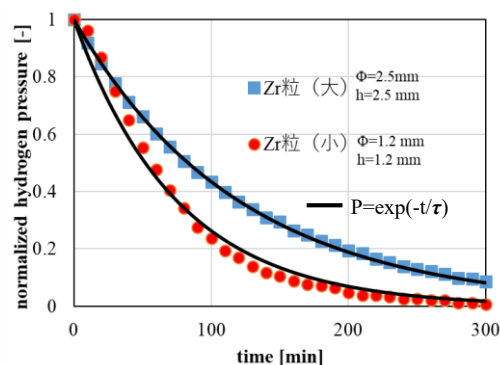


図 3 水素圧力の時間変化

Li ロッドにおいては、T 内圧は T 生成と Zr の T 吸収の速さのバランスで求まると考えられる。実験から得られた吸収時間で Li ロッドの T 内圧を計算すると直径 2.5 mm の Zr 粒を中空部に装荷した場合の T 圧力は数 Pa 程度となる。実際の Li ロッドでの使用においては Zr の酸化等によって吸収時間が長くなり T 圧力が上昇することが懸念される。しかし、Zr 表面積を増やし吸収時間を短くすることで、これらの影響を緩和できると考えられる。発表では Zr 装荷方法と T 内圧の関係から Li ロッド構造の検討について述べる。

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 2017 秋の年会, [4] R. Okamoto, et al., 日本原子力学会 2018 春の年会

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