

HTTRにおけるT製造試験用Li装荷体構造の検討 (1) LiAlO₂共存下におけるNi被覆Zr粒の水素吸収性能

Study on structural design of Li-loading module for T-production test on HTTR (1) Hydrogen absorption performance of Ni coated Zr pebbles coexisting with LiAlO₂

阿部泰成¹、松浦秀明¹、直井基将¹、北川堪大¹、川井大海¹、片山一成²、
大塚哲平³、石塚悦男⁴、後藤実⁴、中川繁昭⁴、濱本真平⁵、
飛田健次⁶、小西哲之⁷、染谷洋二⁸、坂本宜照⁸

ABE Taisei¹, MATSUURA Hideaki¹, NAOI Motomasa¹, KITAGAWA Kanta¹, KAWAI Hiromi¹, et al.

¹九大院工、²九大総理工、³近畿大、⁴JAEA、

⁵株式会社 Blossom Energy、⁶東北大院工、⁷京大理工、⁸QST

¹Kyushu Univ., ²Kyushu Univ., ³Kinki Univ., ⁴JAEA、

⁵Blossom Energy Corp., ⁶Tohoku Univ., ⁷Kyoto Univ., ⁸QST

1. 緒言

核融合原型炉の初期保有及びT循環試験に必要なTは人工的に製造する必要があり、高温ガス炉を用いて製造する手法を検討している [1]。製造したTはZrに吸収させて回収する。これまでの検討結果の検証を目的に、HTTR [2]、JRR-3 [3]を用いた照射試験を計画しており、T製造性能、T閉じ込め性能の確認を検討している。照射試験に必要な装荷体構造や試験内容を検討するにあたり、酸化物共存下においてNi被覆Zr粒に対し水素吸収実験を行い、水素吸収性能を評価する必要がある。以前の実験ではNi被覆Zr粒の数が多く、粒同士が焼結し粒の総表面積が異なったことに加え、LiAlO₂粉末中に不純物として含まれるOH基や水和物 [4]が原因で水素吸収性能にばらつきが生じた [5]。本研究では、粒の数を減らし粒同士の接触面積を小さくし、LiAlO₂粉末に加熱処理をしたうえで水素吸収実験を行いNi被覆Zr粒の水素吸収性能を評価したので報告する。

2. 実験体系及び実験手順

Fig. 1に本研究で用いたNi被覆Zr粒を示す。Ni被覆Zr粒の直径は約600 μm、Ni被覆の厚さは約5 μmとなるように製作した。Fig. 2に水素吸収実験における実験体系の概略を示す。

LiAlO₂粉末に含まれるOH基や水和物を除去するために大気中で加熱処理を行った。Ni被覆Zr粒を5つAl₂O₃管に入れ加熱処理したLiAlO₂粉末を7.5 mg装荷し、石英管内に設置した。石英管を真空引きした後、石英管を600°Cで加熱しバルブを閉じ3日間保持した後、水素ガスを導入し、Ni被覆Zr粒に水素を吸収させた。石英管内の水素ガスの圧力を圧力計で計測し水素吸収曲線を得た。

3. 結果及び考察

水素吸収実験の結果及び解析結果をFig. 3に示す。赤の点線は実験結果を、黒の実線は解析結果をそれぞれ表す。吸収は穏やかで、圧力が平衡に至るまでに3日程かかった。以前の水素吸収実験では実験条件が同一であるにも関わらず、水素吸収性能に大きくばらつきが生じた [5]。本研究では、同一条件における実験を3回行ったが水素吸収性能に大きなばらつきは生じなかった。これは、Ni被覆Zr粒の数が少なく、激しい焼結が起こらず粒の総表面積が保たれたことや、LiAlO₂粉末に対する加熱処理により不純物 [4]を除去できたためであると考えられる。水素がNi被覆Zr粒中に拡散し水素圧力が低下したと仮定すると、600°CにおけるNi被覆Zr粒の見かけの拡散係数は $7.5 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$ 、溶解度係数は $3000 \text{ mol/m}^3/\text{Pa}^{0.5}$ とそれぞれ推定された。

発表では異なる条件下におけるNi被覆Zr粒に対する水素吸収実験の結果と水素吸収性能について議論する。

参考文献

[1] H. Matsuura, et al.: Nucl. Eng. Des., 243 (2012) 95-101.

[2] S. Saito, et al., JAERI 1332 (1994).

[3] Y. Kawabata, et al.: S Physica B, 180&181 (1992) 987-990.

[4] 山下和輝、他、原子力学会 2022年秋の年会 1H11

[5] 阿部泰成、他、原子力学会 2022年春の年会 2L12

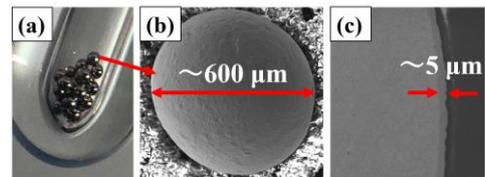


Fig. 1: Photograph of (a) the Ni coated Zr in quartz tube, (b) the SEM image of a Ni coated Zr, (c) the cross section of Ni coat

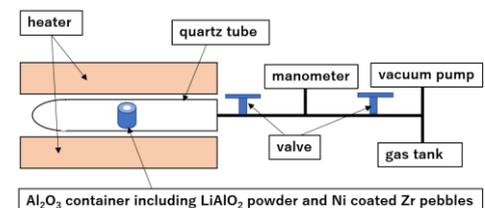


Fig. 2: The experimental system

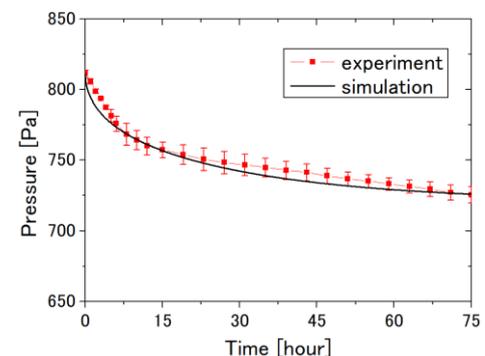


Fig. 3: Curves of hydrogen absorption experiment and simulation