

管状ジルコニウムにおける水素透過挙動

Hydrogen permeation behavior in zirconium pipe

*片山 一成¹, 泉野 純逸¹, 松浦 秀明², 大塚 哲平³, 深田 智¹

¹ 九大院総理工, ² 九大院工, ³ 近大理工

高温ガス炉を利用した核融合炉用トリチウム生産法の開発研究において、ジルコニウムを利用したトリチウム閉じ込め手法の検討を進めている。本研究では、管状ジルコニウムにおける水素挙動を把握するため、片側封じジルコニウム管の水素透過実験を行い、水素移行現象を考察した。

キーワード：トリチウム生産、ジルコニウム、水素透過、高温ガス炉

1. 緒言

DT 核融合炉の開発において、初期装荷トリチウム燃料の確保は重要な課題である。近年、高温ガス炉を利用したトリチウム生産手法が提案され、その有効性が示されている^[1]。しかしながらその実現に向けては、炉心に装荷するリチウム(Li)化合物近傍でのトリチウム閉じ込め技術の確立が不可欠である。本研究グループでは、トリチウムを閉じ込める手法のひとつとして、円筒状のLi化合物をジルコニウム(Zr)で挟み込み、これをアルミナ(Al_2O_3)で覆う方法を提案し検討を進めている。このZr-Li化合物-Zr- Al_2O_3 構造を有するLiロッドのトリチウム閉じ込め性能を評価するため、Zr管-Zr管- Al_2O_3 管-石英管からなる模擬試験体(図1)を作製した。2つのZr管の間にトリチウム含有ガスを導入し、加熱に伴いZr管及び Al_2O_3 管を透過して石英管内に透過するトリチウムを測定する計画である。Zrへの水素吸蔵量や水素拡散係数の報告は多いものの、Zrの水素透過に関する報告は少なく、模擬試験体を用いたトリチウム実験結果を解析するための知見が不足している。そこで本研究では、トリチウム実験に先立って、内側Zr管あるいは外側Zr管のみでの水素透過実験を行ない、Zrにおける水素挙動について考察した。

2. 実験

模擬試験体を構成する片封じ内側Zr管(ID:4.0mm, OD:6.3mm, L:200mm)及び片封じ外側Zr管(ID:8.0mm, OD:9.5mm, L:210mm)を試料として水素透過実験を行った。本実験では、内側Zr管での実験では外側Zr管をステンレス鋼管に挿し換え、外側Zr管での実験では内側Zr管をステンレス鋼管に挿し換えて、ガスが流通できる構造にした。Zr管の内側あるいは外側に H_2/Ar ガスを流通させ、片側は真空排気して、透過した水素は四重極質量分析計で測定した。石英管の外側から電気炉で加熱し、管底部の温度が設定温度となるように調整した。水素透過速度の圧力依存性を調べるため、水素分圧2027Paと20270Paで実験を行った。

3. 結果及び考察

図2は、外側Zr管の外側に20270Paで水素を供給し、温度を500、550、600℃と段階的に昇温した際の管内側への水素透過速度を示す。500℃への昇温では、元々Zr中に溶存していた水素の放出が観測された。550℃及び600℃への昇温により、速やかに透過速度が増加し定常に達した。同様の実験を水素透過方向を変えて行った。内側Zr管に対しても実験を行い、水素圧力2027、20270Paでの550℃の透過速度の定常値を図3に比較する。水素圧力が10倍異なるにも関わらず、水素圧力と透過速度の関係には、規則性が見られなかった。

Zr管の水素供給側では、速やかに水素が吸収されて水素化物層が形成されると想定される。時間とともに水素化物層が厚くなるが、一部の水素がZr層へ移行し、拡散して真空側へ脱離するものと考えられる。水素化物中の水素濃度に対する水素圧力依存性が小さいことから、水素圧力増加に伴う透過速度の増加が見られなかったと考えられる。また、前の実験で吸収された水素の脱離が不十分であるなど、実験履歴の影響により、観測される透過速度にバラつきが生じた可能性も考えられる。

[1] H. Matsuura, et al., *Nucl. Eng. Des.*, **143** (2012) 95.

*Kazunari Katayama¹, Junichi Izumino¹, Hideaki Matsuura², Teppei Otsuka³, Satoshi Fukada⁴

¹IGSES Kyushu Univ., ²Eng. Kyushu Univ., ³Kindai Univ.

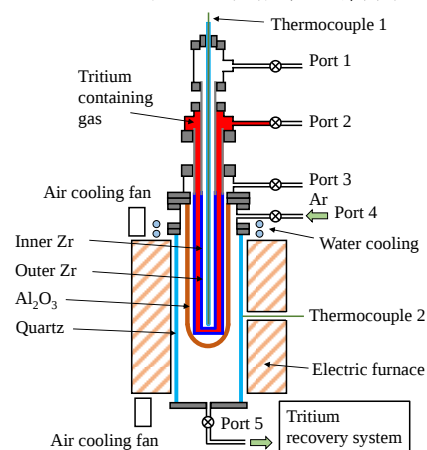


図1 Li ロッド模擬試験体概略図

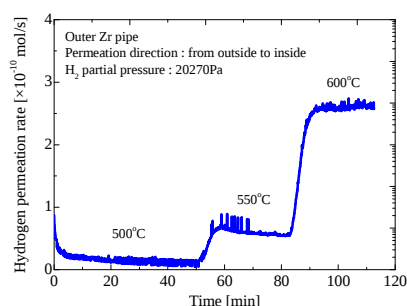


図2 Zr 管からの水素透過挙動

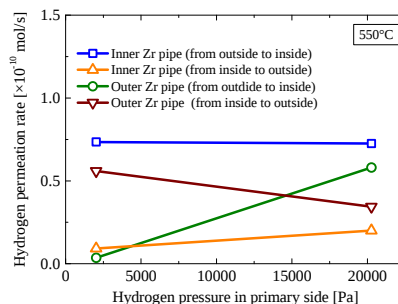


図3 水素圧力と透過速度の関係