

金属から水中へのトリチウム透過挙動観察手法の開発

Development of a monitoring technique of permeation behaviors of tritium in metals to pure water

*大塚 哲平¹, 橋爪 健一², 片山 一成², 檜山 敏明²

¹近畿大学理工学部, ²九州大学

純水を固体シンチレーション測定装置に導き、水中に透過放出されてきたトリチウム濃度を連続的かつ自動的に長期間にわたって測定する手法を確立した。

キーワード: 固体シンチレーション, トリチウム, 水, ニッケル, 透過

1. 序論

原子炉や核融合炉において、金属製の容器や配管中に溶解したトリチウムが金属/水界面を介して水中にどのように透過放出されてくるのかを明らかにすることは安全上極めて重要である。本研究の目的は金属材料から水中へのトリチウム(T)透過を調査するための実験的手法を開発することである。また、本手法をニッケル(Ni)に溶解したTの純水への透過放出挙動の観察に応用することである。

2. 実験方法

固体シンチレータとして、フッ化カルシウム(CaF₂)またはイットリウムシリケート(Y₂SiO₅)をベースとした蛍光体粉末を用いた。セル内で蛍光体粉末はPTFE製チューブ内に充填されているため、セルの最大使用圧力は1.2 MPaとされている。この最大使用圧力を越えない範囲内でCaF₂蛍光体セルおよびY₂SiO₅蛍光体セルに純水を送水したところ、送水速度は、それぞれ0.7 cc min⁻¹および1.9 cc min⁻¹であった。セルの送水速度の違いは流路内の蛍光体粉末の充填密度の違いによって生じたものであり、Y₂SiO₅蛍光体セルのほうがCaF₂蛍光体セルよりも3倍ほど多くの純水を送水でき、T透過挙動観察に適していることがわかった。

T透過実験では、純Niの薄膜(φ21 mm, 0.1 mm厚さ)を隔壁とした二つの容器において、一方を上流側としてTガス(26 Torr, T/H=10⁻⁴)で満たした。また、もう一方を下流側とし純水を循環し、固体シンチレーション測定(SSC)装置に導き、水中のT濃度を測定した。

3. 結果および考察

図1にCaF₂蛍光体セルおよびY₂SiO₅蛍光体の蛍光強度を既知濃度のT水で検量した結果を示す。図中、蛍光強度と純水中T濃度は良い直線性を示した。また、CaF₂蛍光体セルおよびY₂SiO₅蛍光体セルの相関係数は同程度であった。以後、送水速度の観点からY₂SiO₅蛍光体セルを用いることとした。

図2に室温における下流側の水中のT濃度の時間推移を示す。比較として、同様の実験体系においてNiから液体シンチレーション計測(LSC)溶液に透過してきたT濃度の時間推移(T透過曲線)も示した。SSC法の検出感度はLSC法よりも低いため、バックグラウンドデータのばらつきが大きい。LSC溶液にはNi中の水素拡散係数データ[1]から予想されたように20時間後にTの透過が見られたが、水中には100時間以上経過後もTの透過は観察されなかった。発表では、303 K~353 Kにおける150時間以上の長期間にわたる水中T濃度測定結果をもとに、金属から水中へのT透過挙動について議論する。

参考文献

[1] W.M. Robertson, Hydrogen permeation, diffusion and solution in nickel, Z. Metallkde. Bd., 64 (1973) 436-443.

*Teppei Otsuka¹, Kenichi Hashizume², Kazunari Katayama² and Toshiaki Hiyama²

¹Kindai Univ., ²Kyushu Univ.

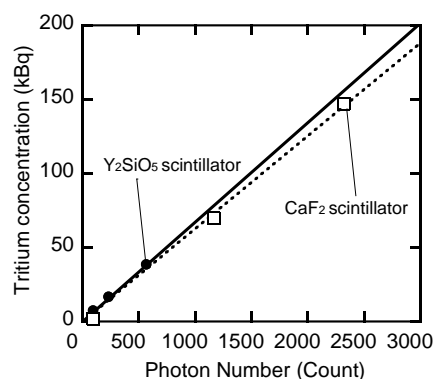


図1 固体シンチレータの蛍光強度とトリチウム濃度との関係

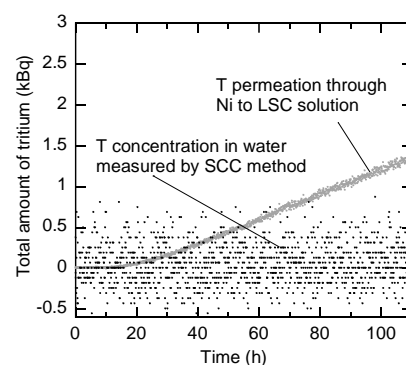


図2 室温におけるNiに溶解したTのLSC溶液および水中のT濃度の時間変化