

福島原発事故で発生した廃棄物の合理的な処理・処分システム構築に向けた基盤研究

(52) トリクルベッド反応器による汚染水からのトリチウム回収

Basic Studies for Developing Rational Treatment and Disposal System of Radioactive Wastes Generated by Fukushima Dai-ichi Nuclear Accident (52) Recovery of Tritium from Contaminated Water by Trickle-bed Reactor

東京工業大学 *小菌 俊介 稲葉 優介 竹下 健二

Shunsuke KOZONO Yusuke INABA Kenji TAKESHITA

本研究は、汚染水からのトリチウム回収に対して水・水素同位体交換法によるトリクルベッド装置を用いた場合の分離プロセスの成否性を評価することを目的とする。本稿では小塔径カラムを多数用いるトリクルベッド分離装置により分離実験を行い、実際の汚染水処理への適用性を検討した。

キーワード：トリチウム、放射性汚染水、トリクルベッド、白金触媒、水・水素同位体交換

1. 緒言

本研究は、福島第一原子力発電所事故で発生した汚染水からのトリチウム(T)回収に対し、トリクルベッド装置による、疎水性白金触媒を用いた水・水素同位体交換法の適用を検討した。水・水素同位体交換プロセスでは、触媒による $\text{HT(g)} + \text{H}_2\text{O(v)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{(g)} + \text{HTO(v)}$ (1)、充填物による $\text{HTO(v)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O(v)} + \text{HTO(l)}$ (2)の同位体交換反応が起こる。これらの分離過程をトリクルベッド装置内で同時に達成し、トリクルベッド装置と電解槽を組み合わせることで汚染水から T を回収し、処理水の環境への放出を可能にする。本研究では重水素(D)を代替として分離試験を行い、トリクルベッド装置での T の物質移動特性を評価する。

2. 実験装置

本実験ではトリチウム(T)の代替として重水素(D)を用いて実験を行った。トリクルベッド実験装置概略を Fig.1 に示す。カラムは内径 19mm、外径 21mm のガラス管で構成され、下部の水蒸気発生カラム、予熱カラムが 30mm、上部の触媒を充填するカラムが 20mm である。定量ポンプにより白金触媒層上部より HDO 水を流入させ、循環させた。出口流路に三方コックを設け、触媒層通過後のガス試料を採集し、ガスクロマトグラフィーにより HD ピークを検出した。

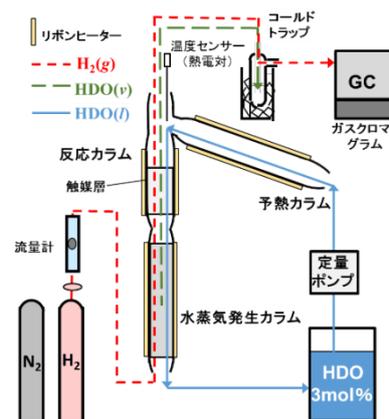


Fig.1 トリクルベッド装置の概略図

3. 結果と考察

触媒層中で親水部と疎水部に分けたトリクルベッド装置を用いて、循環水の流量と触媒活性(k_g)の関係を調べた。 k_g はベッド層の転化率 η と水素、水蒸気流量より Eq.(3)で評価した。

$$k_g = -\frac{\sigma_H}{(\alpha_g + \gamma_g)H_g} \ln(1 - \eta_c) \quad (3)$$

ここで、 σ_H ：水素流束 [$\text{mol/m}^2 \cdot \text{s}$]、 α_g ：分離係数、 γ_g ： (σ_H) と水蒸气流束(σ_v)の比、 H_g ：触媒層高さ[m]、 η_c ：反応転化率結果を Fig.2 に示す。循環水の流量を調整することで触媒活性を長時間維持することができた。これにより、トリクルベッド装置による連続的な水-水素同位体交換による T 分離回収が可能であることが分かった。

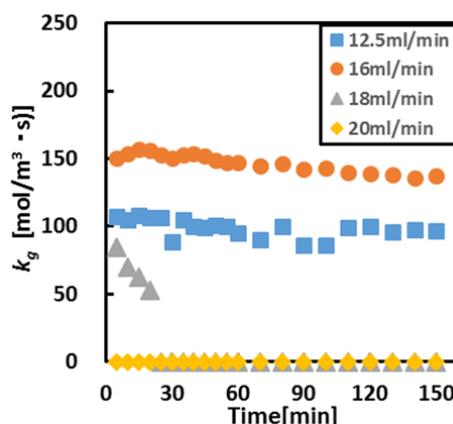


Fig.2 循環水の流量と k_g の関係

参考文献 Shimizu, M., et al., Numerical Analysis on Heavy Water Separation Characteristics for a Pair of Dual Temperature Multistage-Type H₂/H₂O-Exchange Columns J.Nucl.Sci.Technol.,17,448(1980)