

サブドレン他浄化設備の性能評価手法の開発

Development of Performance Evaluation Method for Setting up Water Treatment Facility for Subdrain etc.

*大橋 利正¹, 山口 献², 小林 敬², 黒崎 裕一², 石川 敬司², 山崎 光潔²,
可児 祐子¹, 吉井 泰雄¹, 高橋 文夫¹, 浅野 隆³, 野下 健司³, 北本 優介³

¹日立・研開, ²東電HD, ³日立GE

福島第一原子力発電所では、集水した地下水をサブドレン他浄化設備により浄化する。本研究では、浄化に用いる吸着塔の効率的な運用のため、Srの除去性能評価が可能なシミュレーション技術を開発した。

キーワード：福島第一原子力発電所、サブドレン他浄化設備、ストロンチウム、吸着、シミュレーション

1. 緒言 福島第一原子力発電所では、サブドレンおよび地下水ドレンで地下水を汲み上げ建屋への流入を防いでいる。集水した地下水は、微量に混入した Sr-90 や Cs-137 をサブドレン他浄化設備の吸着塔で浄化した後排水する。このとき、排水中の放射性物質濃度が告示濃度限度より十分に低く設定した排水基準を満足することを確認している。排水基準を満たすため、吸着塔は所定の性能を下回る前に交換する必要がある。本研究では、サブドレン他浄化設備の効率的な運用のため、吸着塔の交換周期を判断する主要因となる Sr の除去性能評価が可能なシミュレーション技術を開発した。

2. 評価手法 吸着塔の交換は塔出口の Sr-90 濃度により判断する。本研究では、移流拡散方程式[1]を基に吸着反応、水理学的分散[2]を考慮し、式(1)および(2)を用いて吸着塔出口の Sr 濃度の経時変化を計算した。

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \left(\frac{u_0}{\varepsilon} \right) \frac{\partial c}{\partial x} = \left(D + \frac{u_0 \lambda}{\varepsilon} \right) \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - \left(\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \right) \frac{\partial c_p}{\partial t} \dots (1) \quad \frac{\partial c_p}{\partial t} = a_p (K_d c - c_p) \dots (2)$$

ここで、c: 溶液中の Sr 濃度(ppm)、t: 時間(s)、 u_0 : 線速度(m/s)、 λ : 水理学的分散長(m)、 ε : 吸着材充填率(-)、x: 吸着塔中の位置(m)、D: Sr の拡散係数(m²/s)、 c_p : 吸着材中の Sr 濃度(ppm)、 a_p : 物質移動容量係数(s⁻¹)、 K_d : Sr の分配係数(L/kg)である。模擬試験として、表 1 の条件で Sr・Cs 同時吸着材を充填した吸着塔に Sr を 2 ppm 添加した NaCl 溶液を通水し、吸着塔出口 Sr 濃度の経時変化を調べた。シミュレーションで Cl: 40,000 ppm の結果を再現するように式(1)の各パラメータを決定した後、水質に依存する K_d を変えて他の NaCl 濃度の結果の再現を試みた。

3. 結果 試験およびシミュレーションの結果を図 1 に示す。試験では、NaCl 濃度の増加に伴い吸着塔出口 Sr 濃度の上昇は速くなった。シミュレーションでは、Cl: 40,000 ppm の結果から決定したパラメータのうち K_d のみを変化させることで Cl: 20,000、10,000 ppm の結果を再現できた。

4. 結言 水質に応じた分配係数により、Sr の除去性能評価が可能なシミュレーション技術を開発した。

参考文献

[1] 妹尾学他, イオン交換 - 高度分離技術の基礎 (1991).

[2] 西垣誠他, 土と基礎, 50(12), 80-85 (2002).

Toshimasa Ohashi¹, Ken Yamaguchi², Kei Kobayashi², Yuichi Kurosaki²,
Keiji Ishikawa², Mitsuyuki Yamazaki², Yuko Kani¹, Yasuo Yoshii¹, Fumio
Takahashi¹, Takashi Asano³, Kenji Noshita³, Yusuke Kitamoto³

¹Hitachi, Ltd., ²Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc., ³Hitachi-GE
Nuclear Energy, Ltd.

表 1 試験条件

試験液	Sr (ppm)	2.0
	Cl (ppm)	10,000
	※NaClとして添加	20,000 40,000
吸着塔	内径 (cm)	1.0
	吸着材	Sr・Cs同時吸着材

Cl (ppm)	試験	シミュレーション
40,000	■	—
20,000	▲	- - -
10,000	●	⋯

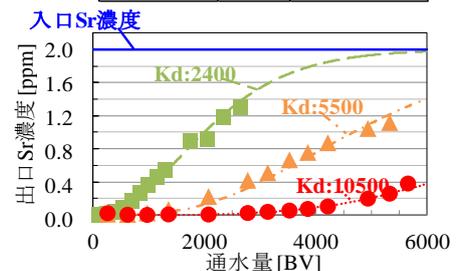


図 1 試験とシミュレーションの結果