

## 廃棄物等の水分蒸発挙動解析コード開発に向けた取り組み

### Development status of drying simulation code for waste storage

\*寺田敦彦<sup>1</sup>, 山岸 功<sup>1</sup>, 日野竜太郎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構

福島第一原子力発電所事故の汚染水処理二次廃棄物等の保管容器の長期健全性評価手法の構築に向けて、高線量の含水廃棄物の崩壊熱による水分蒸発挙動を予測する解析コードの開発を進めている。本報では、セシウム吸着塔を例として、コードの概要と試算例を報告する。

**キーワード:** 廃棄物、長期保管、容器、健全性評価手法、吸着塔、粒子層、水分挙動、予測、解析コード

**1. 緒言** 含水廃棄物の保管においては、放射線に起因する発熱に加え、水の分解による水素発生や容器材料の腐食等を踏まえた健全性評価が重要である。福島第一原子力発電所事故後の汚染水処理に使用されたセシウム吸着塔は高濃度のセシウムを含み、中長期にわたってサイト内にて保管される計画であり、その安全性検討が行われている [1, 2]。吸着塔保管時に残留する洗浄水に含まれる海水成分の濃度、温度、線量率等の腐食環境は重要な検討項目であるが、これまで定常解析により推定した。しかし、これら環境は塔内水分量によって変化するため、水分蒸発挙動を把握するコードの開発に着手した。液相にガスが混在する不飽和状態の粒子層内の水分挙動のシミュレーション研究は、乾燥操作、地下水の浸透、コンクリートの強度劣化評価等の広い分野で進められているが、ゼオライトのような吸着粒子が充填層中で自己発熱する際の乾燥挙動に関する研究事例はみられない。そこで、本研究では、崩壊熱等の発熱による粒子間の自由水の蒸発や容器壁面からの抜熱等による過飽和水分の凝縮等の相変化、及び毛管圧力による水分移動をモデル化して、容器内の乾燥過程を予測する2次元水分蒸発挙動コードを作成した。

**2. コードの概要と試算** セシウム吸着塔を例とした水分乾燥過程の計算モデルの概要を図1に示す。吸着塔内の崩壊熱によって吸着塔中心付近が高温になり [2]、底部にある塩分を含む自由水が吸着塔中心付近に移動する可能性が示唆されている [3]。蒸発した水分は、大気開放されたベント管から換気流とともに流出するか、容器壁面で凝縮しゼオライト粒子層内を還流するとみられる。これらの事象の予測に向けて、本コードは、粒子層内の流体の運動方程式はダルシー則を適用、非線形性の大きい毛管圧力と含水飽和度の関係を Leverett 関数で整理する手法 [4] で構築した。外気との熱境界条件は、吸着塔の多重容器間の伝熱を一次元熱伝導モデルで、外部空気による換気モデルは圧力損失係数を組合せた一次元配管要素モデルで簡略化した。ガラス粒子（実際のゼオライトは多孔質）を充填した円筒容器（容積約 1.6m<sup>3</sup>）内に、底部に 20cm の残水層を設定し、ガラス粒子層が約 250W で一様に体積発熱した場合の 30 日後の容器内の水分分布を試解析した結果を図2に示す。講演では、毛管圧力が残水量の挙動に与える影響も報告する。今後、モデル拡張と併せ、乾燥過程の加熱試験等を通して、コード検証を進める予定である。

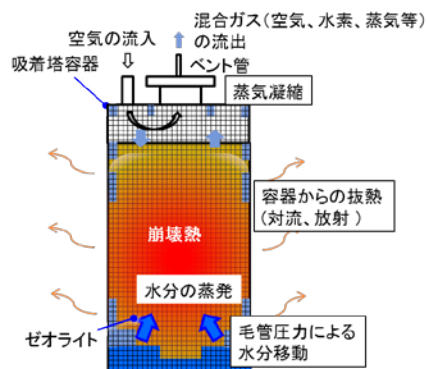
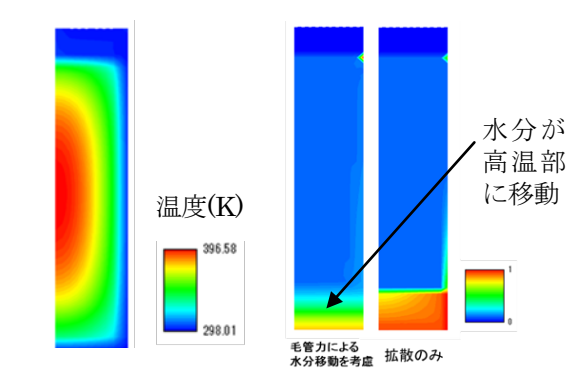


図1 計算モデルの概要



容器内の温度分布

図2 容器内の水分濃度（含水飽和度）の比較

#### 参考文献

- [1] METI 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料（第4回）(H26.3.27)
- [2] I.Yamagishi, et al., "Characterization and storage of radioactive zeolite waste", JNST, Vol.51, No 7-8, 1044-1053, (2014)
- [3] 原子力学会 2015 秋の大会 I09,
- [4] 日本機械学会熱工学コンファレンス 2005, 講演論文集 (2005) D223

\* Atsuhiko Terada<sup>1</sup>, Isao Yamagishi<sup>1</sup> and Ryutarō Hino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA,