

福島第一廃炉汚染水処理で発生する廃棄物の先行的処理に係る研究開発

(7) 様々な容器形状を想定した廃棄物中の核種インベントリによる固化体温度の解析

Research and development on preceding processing methods for contaminated water management waste at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

(7) Numerical analysis of temperature rise of solidified waste by radiation applying various container shapes

*平木 義久^{1,2}, 榎本 真由^{1,2}, 寺澤 俊春^{1,2}, 今泉 憲^{1,2}, 加藤 潤^{1,2},
大杉 武史^{1,2}, 曾根 智之^{1,2}, 黒木 亮一郎^{1,2}

¹日本原子力研究開発機構, ²国際廃炉研究開発機構

福島第一原子力発電所(福島第一)の汚染水処理から発生する廃棄物を、セメント等で固化処理した場合の固化体の最大温度を評価する目的で、様々な廃棄物保管容器を模擬し、放射線輸送コードおよび熱伝搬コードを用いた解析を行った。解析概要及び得られた結果の一部を紹介する。

キーワード: シミュレーション, インベントリ, セメント固化, 廃棄物保管容器, 熱伝搬

1. 緒言

福島第一の廃炉作業では、汚染水処理により固体廃棄物が大量に発生し、その処理処分が課題である。廃棄物の安定保管と処分を念頭に置いた処理の両方に適用可能な技術の抽出を行う上で、必要なデータの取得が求められている。既報[1]では、200L ドラム缶に廃棄物を充填する場合の放射線量と固化体の最大温度の関係を求めた。熱移動は体系に依存するため、廃棄物保管容器の形状および大きさにより、固化体の最大温度の変化が予想される。本研究では、放射性廃棄物の保管に広く用いられている円柱型および角型形状の廃棄物保管容器において、単位体積当たりの放射線量を一定とした場合の固化体の最大温度の変化をシミュレーションによって明らかにする。

2. 解析概要

解析条件は、固形化材料として普通ポルトランドセメントを設定した。廃棄物保管容器に充填する核種として主要核種である Cs-137、単位体積当たりの放射線量として、既報で固化体の温度上昇が確認された 1.0×10^8 [Bq/cm³]と設定した。また、廃棄物保管容器は単体で設置し、外部の室温の空気によって冷却される条件とした。放射線輸送コードは PHITS を、熱伝搬コードは COMSOL®を用いて計算した。解析体系は、福島第一やその他原子力施設で用いられている廃棄物保管容器から円柱型および角型の各 3 種類を選定し、その容器形状を設定した。(表 1、表 2)

3. 解析結果

円柱型および角型の各 3 種類の容器における、固化体の最大温度の解析結果を表 1 および表 2 に示す。また、この結果を縦軸に固化体の「最大温度」、横軸に「固化体の体積/固化体中心からエッジまでの距離」で整理すると直線関係が得られた。この結果は、福島第一で用いられている円柱型および角型の容器形状において、固化体の最大温度を予測する際の指標として寄与できると考える。

参考文献

[1] 平木ら (2019): 福島第一廃炉汚染水処理で発生する廃棄物の先行的処理に係る研究開発 (6) シミュレーションによる廃棄物中核種インベントリと廃棄体温度の解析

※本研究は、平成 30 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」によって実施したものである。

*Yoshihisa Hiraki^{1,2}, Mayu Enomoto^{1,2}, Toshiharu Terasawa^{1,2}, Ken Imaizumi^{1,2}, Jun Kato^{1,2}, Takeshi Osugi^{1,2}, Tomoyuki Sone^{1,2}, Ryoichiro Kuroki^{1,2}

¹JAEA, ²IRID

表 1 円柱型容器の寸法および最大温度

	形状1 (ペール缶相当)	形状2 (ドラム缶相当)	形状3 (高性能容器相当)
モデル内寸 (R×H) [cm]	14.3×34.2	28.3×89.7	75.1×183.1
固化体の体積 (cm ³)	1.76×10 ⁴	1.79×10 ⁵	2.59×10 ⁶
最大温度 [°C]	20.9	24.2	35.9

表 2 角型容器の寸法および最大温度

	形状4	形状5	形状6
モデル内寸 (X×Y×Z) [cm]	116×116 ×57.2	130×130 ×80	200×200 ×130
固化体の体積 (cm ³)	6.16×10 ⁵	1.08×10 ⁶	4.16×10 ⁶
最大温度 [°C]	24.9	28.5	39.3