

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

(22) セメント固化体及び AAM 固化体の発熱影響の評価

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

(22) Evaluation of heat generation on cement and AAM solidified body

*高橋 裕太¹, 角田 あやか¹, 榎本 真由¹, 今泉 憲^{1,2}, 大杉 武史¹, 曾根 智之¹,
黒木 亮一郎¹

¹国際廃炉研究開発機構/日本原子力研究開発機構, ²現 東京パワーテクノロジー

福島第一原子力発電所の廃炉作業で生じる水処理二次廃棄物を、普通ポルトランドセメント（OPC）やアルカリ活性材料（AAM）で固化体とした場合の固型化材に応じた発熱影響を評価する目的で、放射線輸送解析及び熱伝搬解析を行い、固型化材の密度及び熱伝導率が固化体最大温度に与える影響を明らかにした。

キーワード: シミュレーション, OPC, AAM, 放射線輸送, 熱伝搬

1. 緒言

福島第一原子力発電所（以下、福島第一）の廃炉作業で生じる水処理二次廃棄物は、多様な性状となることが想定されるため、固化処理した場合の固化体への影響を把握する必要がある。ここでは、実処理に先立ち、水処理二次廃棄物を処理し容器に充填した場合の、廃棄物中の放射線による発熱が固化体最大温度へ及ぼす影響をシミュレーションにより評価する。低温固化処理技術として適用性を検討している OPC と AAM を対象とし、データが不足している AAM については既報[1]で得られた代表配合を基に試料を複数作製し、各固型化材の物性値測定を行い、得られた実測値を用いて放射線輸送解析及び熱伝搬解析を行った。

2. 測定および解析概要

OPC 及び AAM (20°C, 28 日封緘養生, AAM については, 0%, 20%, 40%を高炉スラグに置換した試料: 順に M, MB20, MB40) の物性値として, 重量測定により密度を, ホットディスク法により熱伝導率及び比熱容量を取得した。解析条件は, 水処理二次廃棄物の主要核種として Cs-137, 放射能濃度を 1×10^9 [Bq/cm³] とし, 固化体に均一分布するものとした。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, ドラム缶を想定した容器形状を設定した。物性値測定で得られた密度を用いて, 放射線輸送解析コード PHITS により発熱量を取得した。さらに, 放射線輸送解析で得られた発熱量と, 物性値測定で得られた熱伝導率及び比熱容量を用いて, 熱伝搬コード COMSOL Multiphysics により固化体最大温度を得た。

3. 測定および解析結果

表 1 の通り, OPC, AAM (M, MB20 及び MB40) の密度, 熱伝導率及び比熱容量を取得した。実験値を用いた解析により AAM は高炉スラグに 0~40%置換させることで, 密度の増加に伴い発熱量も増加した。さらに, 固化体最大温度を解析した結果, AAM は約 8°C, 固化体最大温度は低減される傾向がみられ, OPC, M 間では固化体最大温度に約 7°C の差が生じ, OPC, MB40 間では差は小さいことが分かった (表 2)。これにより, 固化体最大温度に対する比熱容量の影響は小さく, 熱伝導率の寄与が大きいことが分かった。その結果, 発熱量に差がない場合, 固型化材の熱伝導率を調整することで, 発熱影響を低減できると考えられる。

参考文献 [1] 金田由久 他 (2019), 日本原子力学会 2019 年秋の大会予稿集 1B11

※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。

表 1 各固型化材の物性値

固型化材	密度 [g/m ³]	熱伝導率 [W/m·K]	比熱容量 [J/kg·K]
OPC	1900	0.671	561
M	1590	0.217	757
MB20	1610	0.328	879
MB40	1670	0.661	1687

表 2 固型化材に応じた固化体の発熱量比および最大温度

固型化材	OPC	M	MB20	MB40
発熱量比	1	0.980	0.982	0.990
最大温度 [°C]	56.1	63.5	59.8	55.2

*Yuta Takahashi¹, Ayaka Kakuda¹, Mayu Enomoto¹, Ken Imaizumi^{1,2}, Takeshi Osugi¹, Tomoyuki Sone¹ and Ryoichiro Kuroki¹

¹IRID/JAEA, ²present Tokyo Power Technology Ltd.