

リン酸系セメントの物性に及ぼす γ 線・電子線影響の特性評価

Characterization of phosphate cementitious materials irradiated by gamma-ray and electron beam

入澤 啓太¹⁾, 工藤 勇²⁾, 谷口 拓海¹⁾, 並木 仁宏³⁾, 大杉 武史¹⁾, 中澤 修¹⁾

Keita IRISAWA, Isamu KUDO, Takumi TANIGUCHI, Masahiro NAMIKI, Takeshi OSUGI, Osamu NAKAZAWA

¹⁾原子力機構 ²⁾アドバンエンジ ³⁾検査開発

本研究は、福島汚染水処理二次廃棄物を対象に水素ガス発生量を抑制すると同時に放射性核種等を安定に固定化・廃棄体化する技術開発として文部科学省より受託した研究のうち、放射線照射がリン酸系セメントの物性に及ぼす影響を調査したものである。模擬廃棄物を含むリン酸系セメント試料の脱水固化中に γ 線照射し、非照射下で脱水固化した試料の含水率、水素ガス発生量、結晶構造との物性の違いを調べた。また、非照射下で脱水固化した試料を電子線照射し、線源の違いによる同上の物性の変化を調べた。その結果、実廃棄物の線量率以上の γ 線照射条件においても結晶構造の変化なく脱水固化できること、 γ 線及び電子線照射を比較しても水素ガス発生量、含水率及び結晶構造に有意な差は無いことから、本技術が水素ガスによる燃焼リスクを低減させる固化技術として有望であることが示された。

キーワード：福島汚染水処理二次廃棄物、リン酸系セメント、 γ 線、電子線、水素ガス発生量

1. 背景と目的

本研究は、リン酸系セメントを用いた放射性核種の漏えい及び水素ガス燃焼のリスクを同時に低減できる固定化・廃棄体化技術を開発することを目的とした、平成 27 年度文部科学省原子力関係競争的資金 廃炉加速化研究プログラム(日英原子力共同研究)「汚染水処理二次廃棄物スラリー及び濃縮廃液の安全な長期貯蔵・処理・処分のための脱水固定化技術の開発」受託研究のうち、放射線照射がリン酸系セメントの物性に及ぼす影響を調査したものである。福島汚染水処理二次廃棄物は比較的高い放射能を持つため、廃棄体化のための固化処理中にも放射線分解による水素が発生する。試料の脱水固化中に γ 線照射し、非照射下で脱水固化した試料との物性の違い及び非照射下で脱水固化した試料を電子線照射し、線源の違いによる含水率、水素ガス発生量、結晶構造の変化を調べた。

2. 実施方法

本研究のために製作した照射用加熱装置(株アドバンエンジ製)を食品照射棟に設置し、装置内に混練直後の模擬廃棄物を含む/含まないリン酸系セメントを入れ、線量率 40 Gy/h、7 日間(積算線量: 6.7 kGy) 90°Cで γ 線を照射した。発生する水素ガスを配管により照射室外で捕集し、ガスクロマトグラフィを用いて経時的に分析した。また、第 1 コバルト照射棟及び 1 号加速器では、非照射下で合成した模擬廃棄物を含む/含まないリン酸系セメント固化試料を照射用容器に密閉し、 γ 線及び電子線を照射した。 γ 線は 600 Gy/h で 5 時間(積算線量: 3.0 kGy)、電子線は 2 MV、1 mA、窓下 30 cm、コンベアスピード 1 m/min を 1 往復で照射した。発生した水素はガスクロマトグラフィを用いて分析した。XRD 及び TGA を用いて、照射後の試料の結晶構造及び含水率の変化を評価した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

照射用加熱装置を用いた脱水固化中の γ 線照射試験では、模擬廃棄物を含まないリン酸系セメント試料¹⁾及び模擬廃棄物を含む試料の両方で $G_{\gamma}(\text{H}_2)$ が経時的に減少し、両者ともに 7 日後において検出下限値となった。また、両者の照射後の XRD 及び TGA 分析の結果、結晶構造及び熱重量変化に有意な差異がないことが分かった。これは、90°Cの脱水条件及び 40 Gy/h の線量率下では結晶構造に放射線の影響は無く、脱水により水素ガス発生量を低減できることを示している。報告されている実廃棄物の線量率(190 mSv/h)²⁾と比較しても十分適用できる可能性を示している。密閉容器を用いた固化試料の照射試験では、 $G_{\beta}(\text{H}_2) 0.04 \pm 0.01$ molecule/100eV に対し $G_{\gamma}(\text{H}_2) 0.05 \pm 0.02$ molecule/100eV であり、差異は誤差の範囲内であった。また、結晶構造及び熱重量変化についても有意な差異は無かった。よって、線源による差異は無いことが分かった。以上の結果より、本技術が水素ガスによる燃焼リスクを低減させる固化技術として有望であることが示された。今後は、照射用加熱装置を電子線照射に対応できるよう改良し評価を継続するとともに、適用範囲の拡張に向けて福島汚染水処理二次廃棄物以外の様々な放射性廃棄物に対し調査を進めていきたい。

4. 引用(参照)文献等

- 1) K. Irisawa et al., Proceedings of ICAPP 2017, No. 17618, Fukui & Kyoto, 24th-28th Apr. (2017).
- 2) Y. Fukuda et al., Proceedings of ICAPP 2017, No. 17077, Fukui & Kyoto, 24th-28th Apr. (2017).