

放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究 (68) 低放射性廃棄物に対する鉄リン酸ガラスの適用性に関する基礎研究 - 夾雑元素を含む溶融ガラス化試験 結果及び評価 -

Basic research programs of vitrification technology for waste volume reduction

(68) A Basic research on the applicability of iron phosphate glass for low-level radioactive waste

- Result and evaluation of fused glass solidification with nuclides contamination -

*佐藤 史紀¹, 毛利 雅裕², 新井 剛², 齋藤 恭央¹

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 芝浦工業大学

再処理施設から発生する低放射性廃液の固化処理方法として、廃液中のリンを固化体の骨格に利用可能な鉄リン酸ガラスに着目し、夾雑元素を含む廃液の溶融ガラス化試験を行うと共に、結果を評価した。

キーワード: 鉄リン酸ガラス, 放射性廃棄物, 夾雑元素, ガラス固化, 溶融ガラス化

1. 緒言

低放射性廃液の処理は、従来、セメント固化を用いることが検討されているが、リン酸イオン等が多く含まれる廃液の処理には、セメントの凝固反応の阻害による充填率の低下等の課題があった。これまで、本研究では、廃液中のリンを固化体骨格に利用可能な鉄リン酸ガラスに着目し、模擬廃液を用いた溶融ガラス化試験を行って、処理可能であることを示してきた¹⁻⁴⁾。今回、低放射性廃液に含まれる夾雑元素を考慮した溶融ガラス化試験を実施したため、試験結果の概要と、基盤研究で共通とした評価項目に対する評価結果について、まとめて報告する。

2. 溶融ガラス化試験(右図参照)

低放射性廃液の分析結果を参考に模擬廃棄物の組成を設定した上で⁵⁾、溶融ガラス化試験を実施した。試験の結果、夾雑元素を考慮しても、低放射性廃液は溶融ガラス化が可能であることが分かった。

3. 試験結果の評価(右表参照)

基盤研究で共通の項目について評価した結果、廃棄物充填率、密度(常温)、化学的安定性については、既存の廃棄体(セメント固化体)を超える性能を有していた。一方、浸食挙動の観点で、一般的な金属材料(NCF690、SUS304)を適用することが難しいこと、均質性(ガラス化)の観点で、溶融ガラスの冷却速度が遅い場合に固化後のガラスが不均質となることが明らかとなった。

参考文献

- [1] 石井他, 2015年秋の年会 F52 [2] 石井他, 2016年春の年会 3107 [3] 茶木他, 2016年秋の年会 1E14 [4] 毛利他, 2018年秋の年会 1G15 [5] 佐藤他, 2017年秋の年会 2A06
本研究は、経済産業省資源エネルギー庁「平成30年度放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業」の成果の一部である。

*Fuminori Sato¹, Masahiro Mouri², Tsuyoshi Arai² and Yasuo Saito¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Shibaura Institute of Technology

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | [mol/mol-Fe] | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------|-------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|---|-------------|------|------|-------|-------|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 H | --- | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He | --- | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Li | 4 Be | 3E-13 9E-14 | | | | | | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne | 0E+00 | | | | | | | | | |
| 11 Na | 12 Mg | 1.5 0E+00 | | | | | | | | | | | | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar | 6E-04 0E+00 1.6 --- 0E+00 --- | | | | | | | | | |
| 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr | 1.0 4E-06 3E-04 2E-04 1E-04 2E-16 5E-11 1E-11 4E-09 2E-09 --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe | 5E-09 4E-08 3E-08 2E-07 3E-13 2E-07 4E-08 1E-07 2E-08 5E-08 1E-03 1E-06 1E-10 3E-09 7E-10 2E-08 9E-09 --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 Cs | 56 Ba | 57-71 | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn | 2E-08 5E-08 779/141 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 0E+00 --- | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 Fr | 88 Ra | 89-103 | 779/141* | | | | | | | | | | | | | | | 89-103 | 0E+00 0E+00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 89-103 | 779/141* | | | | | | | | | | | | | | | | | 89-103 | 0E+00 0E+00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 57-71 | 57 La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu | 5E-08 1E-04 3E-05 2E-05 7E-07 1E-05 3E-06 3E-06 3E-06 2E-06 2E-06 2E-06 3E-06 2E-06 2E-06 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 夾雑元素を含む模擬廃棄物の組成
(実際に導入した夾雑元素は、毒性、放射性等を踏まえ一部を省略)

表 夾雑元素を含む溶融ガラス化試験の評価結果

| 項目 | 試験条件 | | 評価結果 | 備考 | |
|---------|------------------|------------------------------------|--|--|---|
| | L2 廃棄物 L3 廃棄物 | L1 廃棄物 TRU 廃棄物 | | | |
| 減容性 | 廃棄物充填率 | --- | 38wt% | セメント固化体の場合、16wt% | |
| | 密度(常温) | --- | 3.08g/cm ³ | セメント固化体の場合、1.9g/cm ³ | |
| | 揮発率 | ガラス成分 対象元素 | 目標組成に対して成分の著しい減少が無いこと --- | 最大 6%(リン) | |
| 操作性 | 溶融温度 | --- | 1100°C | 1100°C(3時間以上) | |
| | 溶融ガラス物性 | 粘度 | 10 ~ 150poise(1100°C) | 88poise | |
| | | 導電率 | 0.2~0.7S/cm | 0.19S/cm(850°C) | 溶融温度(1100°C)では基準値内と予想 |
| | | 比熱 | --- | --- | --- |
| | | 熱伝導率 | --- | --- | --- |
| 浸食挙動 | レンガ 金属 | 腐食の有無を確認し、必要な適用できる溶融炉の種類や運転方法を評価する | 腐食無し(12時間) 最大 6.72mm 減肉(12時間) | より長時間の試験による確認が必要 一般的な材料(SUS等)は適用が困難 | |
| 廃棄体の安定性 | 化学的安定性 | 短期試験 中・長期試験 | --- | < 2g/m ² (参考値) 初期溶解速度を取得し、相対的に評価 | 最大 1.77g/m ² (Na) 最大 7.3g/m ² (Na) |
| | 均質性(ガラス化) | --- | 結晶が無く均質であること 但し、結晶物が存在する場合、結晶凝集物の局所的な腐りが無く、均質な状態であること | 降温速度が遅い場合(1°C分)に結晶が析出 | 降温速度を制御するための検討が必要 |
| | 結晶化 | --- | 冷却後に水溶性の結晶物の発生がないこと | 水溶性の結晶物無し | --- |
| | 固化体物性 | 熱容量 熱伝導度 熱膨張係数 機械強度 | --- | --- | --- |

*基準値については、本基盤研究事業で独自に設定