

アルミン酸ソーダとシリカを用いた汚染水処理二次廃棄物の新しい固型化方法

Novel solidification method for secondary waste generated from the contaminated water treatment
by using sodium aluminate and silica.

*堀内 伸剛¹, 佐藤 久夫¹, 小松 隆一², 麻川 明俊², 木村 勇気³

¹三菱マテリアル, ²山口大学, ³北海道大学

福島第一原発事故の汚染水処理に伴い発生した二次廃棄物を固型化する方法を開発中である。耐溶出性、耐放射線性などに優れた特性を持つジオポリマー技術に着目し、材料にアルミン酸ソーダとシリカを用いた鉱物化によって高い廃棄物充てん率を達成する新しい方法について報告する。

キーワード: 汚染水処理、二次廃棄物、ゼオライト、炭酸塩スラリー、ジオポリマー、アルミン酸ソーダ、シリカ、鉱物化

1. 緒言

汚染水処理二次廃棄物を安定固型化する手段として、我々は耐溶出性、耐放射線性に優れた特性を持つジオポリマー(GP)技術[1]に着目し、廃ゼオライトや炭酸塩スラリーを対象とした、高い核種閉じ込め性能を持ち、含水率も制御できる新しい固型化方法を検討した。新手法では、従来 GP で使う水ガラス(Na_2SiO_3)と活性フィラーのメタカオリン($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$)は用いずに、アルミン酸ソーダ(NaAlO_2)粉末と非晶質シリカ粉末を用いた。これによって GP 固化物質は単なる非晶質重合体ではなく、鉱物結晶質にすることができる。

2. 実験方法

2-1. 出発材料から固型化まで

模擬廃棄物として、(1)顆粒状ゼオライト(東ソー製 A 型、湿潤密度 1.89, $\text{H}_2\text{O} \cong 19.2\text{wt.}\%$)、(2) CaCO_3 と $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の混合スラリーを過物をういた。活性フィラーには結晶質アルミン酸ソーダ粉末とシリカヒューム($\text{SiO}_2 \cong 97 \text{ wt.}\%$)を用いた。これらを、少量の水と混練、型枠充填し、成型後は封緘状態で加熱養生(60°C , 24h)後に脱枠し、室温風乾(25°C , 7d)またはバッチ式水蒸気過熱(150°C , 24h)による固型化を実施した。

2-3. 評価手法

得られた固型化体は、一軸圧縮強度を測定し、密度や Si/Al 配合比率と圧縮強度の関係を調べた。また、固化物質の微細観察を FESEM-EDS, EPMA, TEM などを用いて行い、生成鉱物の結晶同定を XRD, TEM で行った。固型化状態は TG-DTA 測定で含水率、CEC 測定でイオン交換特性も評価した。

3. 結果

廃棄物 1(GPZ, GPZ(Steam))では、Si/Al = 1.5 で圧縮強度は ~ 6 、廃棄物(1)+(2) (SL-GPZ)では、Si/Al = 1.6 で圧縮強度は 8-11 MPa でそれぞれピークを示した(Fig.1a)。廃棄物 2(SL-GPZ)では、マトリクスの緻密化の結果、高い圧縮強度が達成されていると解釈できる(Fig. 1b)。これらの FESEM-EDS, TEM, EPMA による微細観察より、ガラス質、ネフェリン、ゼオライト類(ソーダライト、ナトロライト: Si/Al < 2)が生成していることは、Si/Al < 2 で強度が高いことと矛盾しない(Fig. 1c)。また、スラリー系廃棄物 2 のマトリクスでは球状 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の凝集組織化を伴っていることが確認され、GP 生成物と微粒子との複合構造の影響が考えられる(Fig. 1d)。以上の結果より、新たな GP 固型化法では、ゼオライト鉱物化に加えて、スラリー微粒子との複合構造により高密度化が容易になり、圧縮強度に寄与していると考えられる。

このように、従来とは異なる原料を用いた GPZ 技術によって実現されたゼオライト結晶への鉱物化とスラリー由来の微粒子の構造化を用いることで、汚染水処理に特化した新しい GP 安定固型化体が製造可能であることがわかった。さらに、ゼオライト鉱物化によって固型化体の陽イオン交換容量を高められ、核種の閉じ込め性能が向上することが期待できる。

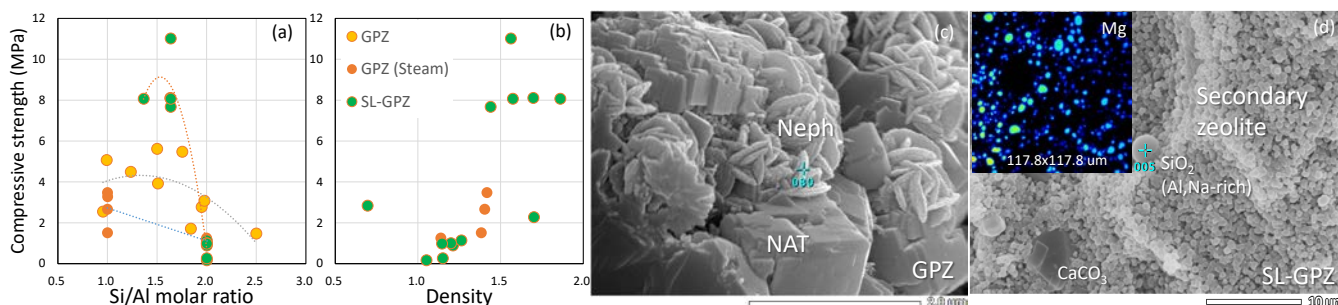


Fig.1 GP 固型化体の圧縮強度と鉱物化組織(a: 活性フィラーの Si/Al 比 vs.圧縮強度; b: 密度 vs.圧縮強度の関係; c: GPZ(Steam)のネフェリン=Neph を交代するナトロライト=NAT; d: SL-GPZ の生成ゼオライトの微結晶と $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の凝集組織)

参考文献

[1] Davidovits, Joseph (1994). "GEOPOLYMERS: Inorganic polymeric new materials". Journal of Materials Education. 16 (2,3): 91–138.

*Nobutake Horiuchi¹, Hisao Satoh¹, Ryuichi Komatsu², Harutoshi Asakawa², Yuki Kimura³

¹Mitsubishi Materials, ²Yamaguchi Univ., ³Hokkaido Univ.