Alkali-activated materials の結晶化に繋がる因子の探求：文献レビュー

Investigation of possible triggers why alkali-activated materials can be crystalised: A review

*伊藤 あずさ[1]，黒木 亮一郎[1]
[1]国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

福島第一原子力発電所で発生している多量の Sr-90 や Cs-137 を含む水処理二次廃棄物（スラリーやスラッジ等）の安定な固化方法として、非晶質の alkali-activated materials（AAM）固化が検討されている。しかし AAM は、時間経過とともに部分的にゼオライト等の結晶の生成が報告されている。この結晶化により、AAM 固化体の核種閉じ込め性能に影響を及ぼす可能性が想定されるが、この結晶化の原因は未だ明らかになっていない。本文献調査報告より、AAM とゼオライト合成の両面から、この結晶化の原因の究明方法の提案を行う。

キーワード：AAM、ゼオライト、廃棄物固化、水処理二次廃棄物

1. 緒言

AAM はアルミノケイ酸塩を主成分とするメタカオリン（MK）等と、水ガラスなどのアルカリ活性剤の反応により合成される非晶質体であるが、合成後、部分的に結晶化が生じることが報告されている。この原因として、未反応の合成材料の存在や合成温度等が挙げられているが、結晶化との明確な原因は分かっていない[1]。この結晶化の条件抽出のため、特に結晶化が多く報告されている N-A-S-H 系 AAM（主要構成元素が Na、Al、Si、H の AAM）について調査を実施した。

2. 文献調査結果

2-1. 合成条件と合成後の N-A-S-H 系 AAM 状態について

合成後 AAM の結晶化の有無及び、結晶化の因子として想定した合成条件（①主要組成（Na、Al、Si）、②含水率及び③合成温度）との関係を整理した（図 1）。結果、AAM の結晶化が生じる明確な領域は見いだせず、これらが結晶化の直接的な因子ではないことが示唆された。

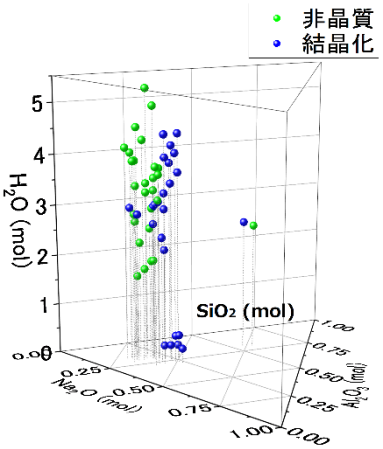

図 1 AAM 主要組成（底面）と含水率（縦軸）条件による合成後の AAM 状態の比較

2-2. AAM とゼオライト合成条件及び材料の比較

次に、主要組成が同じ AAM と結晶化で生成されるゼオライトの一般的な合成法について比較した。その結果、AAM とゼオライト共に主要組成以外の不純物を含む MK などからも合成が可能であり、アルカリ活性剤として水ガラスが両合成法で使用されるなど共通点がある一方で、一般的な AAM 合成では pH が 10～12 であるのに対し、ゼオライト合成時は pH12 以上と高いことが分かった[2,3]。また、pH により水ガラス中のシリカ形態が異なるとともに、合成中のシリカ形態がゼオライト形成に影響を与えることが示唆されている[3,4]。これらより、pH に起因する原材料中のシリカ形態が、結晶化とその反応速度に影響していると推定されることから、AAM の結晶化の因子として抽出した。

今後、pH、水ガラス中のシリカ形態、結晶化の関係性について試験的な確認を行う。

参考文献

1. Kohout, J., et al., *Effect of Different Types of Aluminosilicates on the Thermo-Mechanical Properties of Metakaolinite-Based Geopolymer Composites.* Polymers (Basel), 2022. **14**(22).
2. Adak, D., et al., *Anti-microbial efficiency of nano silver–silica modified geopolymer mortar for eco-friendly green construction technology.* RSC Advances, 2015. **5**(79): p. 64037-64045.
3. Lechert, H., *The pH value and its importance for the crystallization of zeolites.* Microporous and Mesoporous Materials, 1998. **22**(4): p. 519-523.
4. Lunevich, L., Aqueous Silica and Silica Polymerisation. 2019.

*Azusa Ito[1] and Ryoichiro Kuroki[1]

[1]Japan Atomic Energy Agency