

ゼオライト混合率の高いセメント固化体のフレッシュ性状の改善と強度発現特性

A Study on Improvement of Flesh Properties and Strength Developments of Cement Solidification with High Zeolite Mixing Rate

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○赤坂 翼
 八戸工業高等専門学校 学生会員 ○高野 怜
 八戸工業高等専門学校 正会員 庭瀬 一仁

1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故に伴い、原子炉建屋内に流入した地下水や炉心冷却により大量の高濃度放射性汚染水が発生した。現在、この放射性汚染水は、高い陽イオン交換機能を有するゼオライトを用いてセシウムを吸着させることで処理が行われている。このセシウムを吸着して二次廃棄物になったゼオライトは、その処分方法が現段階で確立されておらず、コンクリート製のボックスカルバートの中で仮保管されている¹⁾。したがって、さらなる増加が予想されているセシウム吸着ゼオライトの対応が急務となっている。

セメント固化技術は、低レベル放射性廃棄物の埋設処分の実績等から、要求事項を満足し得る処理方法として、選択肢の一つとされている。また、セメント固化後には、力学性能と閉じ込め性能について評価する必要がある。

2. 使用材料と配合決定

本研究で使用したゼオライトは、実際の汚染水処理に使用されているセシウム吸着ゼオライトに粒径が近く、比較的吸水率が高いことからより厳しい条件となるものとして、モルデナイト型天然ゼオライト（密度：0.727g/cm³、粒径：0.5mm 以下、吸水率：53.9wt.%）を使用した（写真 1）。

試験に使用する配合の内、ゼオライト混合率(以下、ZV)は 75%に統一し、水セメント比(以下、W/C)を 2 種



写真 1 モルデナイト型天然ゼオライト

類(80%, 90%)と定め、2 配合を決定した。さらに、本研究はフレッシュ性状の改善を目的とし、硬化促進剤(以下、MXS)を OPC の単位量の 3%を添加した配合について予察実験を行い、加えて 2 配合を決定した。以上の計 4 配合の示方配合表を表 1 に示す。

絶乾状態で混入したゼオライトは多孔質であり、セメントペーストからの吸水により、施工性の低下が懸念されるため、単位水量とは別に、外割で吸水率分の水（以下、WZ）を加えた²⁾。また、配合は粉体量が多く、粘性が大きいため、PAE 化合物を主成分とする高性能 AE 減水剤（以下、SP）を使用し、OPC の単位量の 6%の調整した。

3. 実験概要

施工性を評価するために、モルタルフローを測定するとともに、固体化後の力学性能の指標として圧縮強度を測定した。さらに、閉じ込め性能を確認するために、電気泳動試験により固体化中の塩化物イオンの実効拡散係数を測定し、物質移動抵抗性を評価した。

表 1 示方配合表

Formulation	ZV	W/C	Unit amount (kg/m ³)				SP C×6%	AC C×3%
			W	OPC	Z	WZ		
ZV75%-0.8	0.75	0.8	179	224	545	294	13.4	—
ZV75%-0.9	0.75	0.9	185	206	545	294	12.3	—
ZV75%-0.8A	0.75	0.8	179	224	545	294	13.4	6.7
ZV75%-0.9A	0.75	0.9	185	206	545	294	12.3	6.2

キーワード
連絡先

ゼオライト、フレッシュ性状、圧縮強度、実効拡散係数、硬化促進剤
〒039-1192 青森県八戸市田面木上野平 16-1

4. モルタルフロー試験

既往の研究³⁾から、フロー値が150mm以上を得られれば、十分な流動性があるとして判断した。結果を図1に示す。ややW/C=80%が小さいが、いずれも200mm程度の値となり、総じて良好な結果となった。

5. 圧縮強度試験

圧縮強度については、廃棄体の技術基準⁴⁾として定められている1.5N/mm²を閾値として、力学的安定性を満足するかを評価した。図2に圧縮強度試験の結果を示す。

6. 電気泳動試験

電気泳動試験により測定した、各供試体の実効拡散係数を図3に示す。今年度(R2)の91日のデータは10⁻¹¹m²/sオーダーとなり、昨年(R1)より大きくなる結果となった。

7. まとめ

本研究では、硬化促進剤の添加によるフレッシュ性状の改善と養生方法の改善による強度発現特性および実効拡散係数の変化に着目し、研究を行った。

封緘状態をより強化することで、供試体の乾燥収縮を防止する養生方法に改善したことで、より良い強度発現特性が得られた。また、養生期間28日での強度が伸びただけではなく、養生期間91日での圧縮強度の低下を抑えることも実現した。したがって、今回の養生方法の改善には一定の効果が確かめられた。

硬化促進剤の添加で、フレッシュ性状の改善を図ることができたが、高温養生により供試体内の自由水が十分でない本実験での配合では、より高強度な強度発現特性を得ることはできなかったことが予測される。

また、実効拡散係数については、養生期間91日、昨年度(R1)と今年度(R2)の供試体の間に大きな差が生じた。この原因としては、供試体作製時の締固めなどにばらつきが生じないようにたたき回数を一定にしたため、供試体作製時のたたき回数が今年度は少なかったことが考えられる。

8. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費(基盤研(C)(17K07015))を受けて行ったものである。

参考文献

1) 東京電力ホールディングス株式会社: 水処理二次廃棄物の処理にむけた検討状況, 第5回特定原子力施設放射性廃棄物規制検討会 (2017)

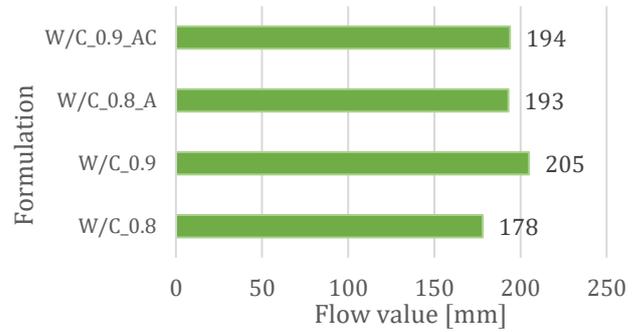


図1 モルタルフロー値

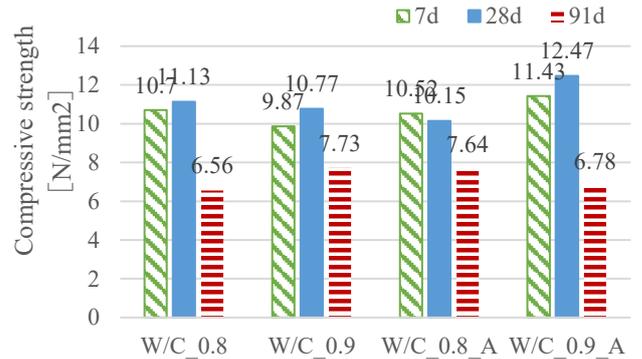


図2 圧縮強度試験結果

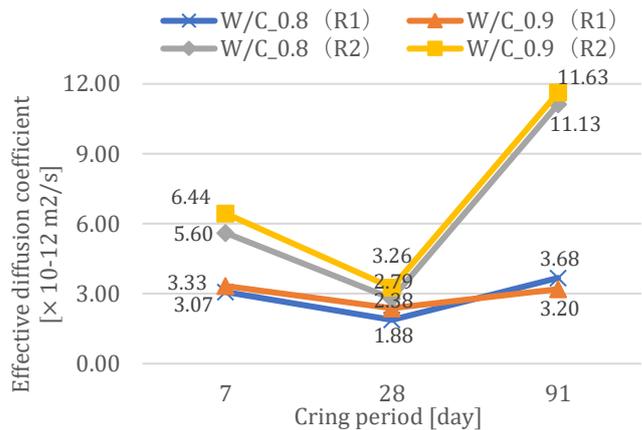


図3 実効拡散係数

2) 庭瀬一仁,今淵敦史,酒井大誠: セシウム吸着ゼオライトのセメント固化技術に向けたゼオライト混合比の検討, 日本原子力学会秋の大会予稿集(CD-ROM), Sep. 2019.

3) Atsushi Imabuchi, Kazuhito Niwase: Compressive Strength of Cement Solid Form Mixed with Zeolite for Solidification of Cesium Adsorbed Zeolite, Proceedings of the 43rd Conference on OUR WORLD IN CONCRETE & STRUCTURES, pp.285-294, August 2018, ISBN: 978-981-11-7775-0.

4) 原子力規制庁: 廃棄物確認に関する運用要領, 制定平成26年2月26日 原管廃発第1402262号.