

セシウム吸着ゼオライト固化技術における HPC-FA 系充てん材の養生温度と強度変化

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○ 豊川翔一郎

八戸工業高等専門学校 正会員 庭瀬一仁

北海道大学名誉教授 非会員 佐藤正知

1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故に伴い放射性廃棄物処理の技術開発が急務となっている。放射性廃棄物のうち、セシウムは、発生量と人体影響の観点で最重要な核種であり、合わせて崩壊熱による発熱性が高いことが知られている。この発熱性と核種濃度は、最終処分を合理的に計画（主に処分システムの減容）するうえでトレードオフの関係にあり、選択肢の一つとして発熱が一定量に低減されるまで中間管理（最終処分における段階管理を含む）することが想定される。中間管理に当たっては物理的、化学的に安定した状態で保管される必要があることから、十分に温度低下が見込める期間に亘って確実にまた経済的に安定化する方法が必要となる。この安定化方法の一つとして、発熱性廃棄物のセメント固化技術が求められる。

本研究では、将来の発熱性廃棄物のセメント固化技術を視野に入れ、高温履歴が付与されたセメント固化体の物性値を比較検討する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

配合は、低レベル放射性廃棄物の人工バリアに用いられている低拡散性のモルタルの知見¹⁾を参考に、セメント、フライアッシュおよび石灰石微粉末の割合を設定した。供試体は、水による放射化分解を低減するため、セメントは早強ポルトランドセメント、混和剤は流動性を確保するため高性能 AE 減水剤を用いた。充てん材の自己充填と強度を考慮し、W/B は 60%とした。配合表を表 1 に示す。

2.2 強度試験

供試体を図 1 に示す。型枠内にゼオライトを自由落下させたのち、表 1 の配合のセメントミルクで自己充填させる。打設 1 日後脱型し、外部からの水を遮断するためセメント固化体にエポキシ樹脂をコーティングする。その後 20℃、50℃、80℃の恒温槽でセメント固化体を硬化させる。恒温期間 3 日、7 日、30 日のセメント固化体の圧縮強度を測定する。強度試験では充填性に優れた供試体を 2 個ずつ試験し平均することで、試験結果に及ぼす誤差を出来る限り小さくした。

表 1 配合表

W/B (%)	W/P (%)	単位量(kg/m3)				SP (P×%)
		W	粉体P		LS	
			結合材B			
			HPC	FA		
60	40.6	515	566	292	410	1.8

HPC: 早強ポルトランドセメント, FA: フライアッシュ,
LS: 石灰石微粉末, SP: 高性能 AE 減水剤



図 1 強度試験用供試体

3. 実験結果および考察

図2, 図3に曲げ強度と圧縮強度の試験結果を示す。曲げ強度はエポキシ樹脂の強度が影響したことなどから、十分な傾向が得られなかった。圧縮強度は養生期間3日の初期強度に関して、硬化時の温度による影響が大きく現れている。養生期間7日の温度20℃, 50℃の供試体は強度増加する一方、80℃の供試体は、強度増加が不十分な結果となった。7日から30日にかけての強度は20℃, 50℃, 80℃それぞれ増加傾向であった。7日の80℃の供試体の強度増加が不十分であったのは試験結果によるばらつきが原因であると考えられる。50℃までは20℃と同様の強度増進があったが、80℃では強度増進の傾向が異なる結果となった。

そこで、養生期間を積算温度として整理した（図4）。それぞれの養生温度で同様の強度増進の傾向となった。初期の積算温度の強度増加と積算温度が500℃・日以降の強度増加の傾向が異なる。初期強度の強度発現は主に水和反応によるものが大きく、500℃・日以降の強度増加は主にポゾラン反応によるものと考えられる。また、養生温度が高い供試体ほど初期強度が大きいことから、高温履歴を付与した供試体には、水和反応の促進が見込まれる。500℃・日以降の強度発現については、水和反応の可能性が低いことから、水の放射化分解のリスクを低減することができると考えられる。今後は、フライアッシュの配合を比較した実験ケースの充実を図り、水和反応とポゾラン反応に関しての傾向を得たい。

4. まとめ

本研究では、自然落下させた人工ゼオライトにHPC-FA系充てん材を充てんした供試体の強度試験を実施し、以下の知見が得られた。

- (1) 高温履歴は、セメント固化体の強度低下を招く恐れが小さい。
- (2) 長期的な強度発現に関しては、水和反応の可能性が低いことから水による放射化分解のリスクを低減することができる。
- (3) 今回のゼオライトに充てん材を充てんしたセメント固化体は、7日程度で曲げ強度が4N/mm²

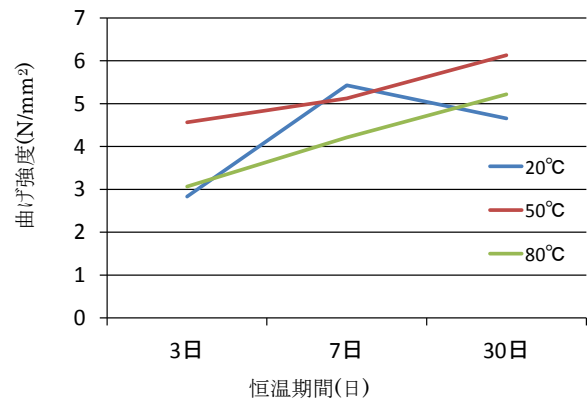


図2 恒温温度の違いによる曲げ強度

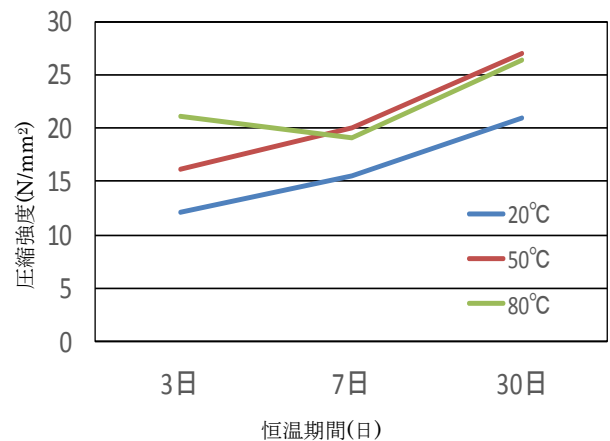


図3 恒温温度の違いによる圧縮強度の

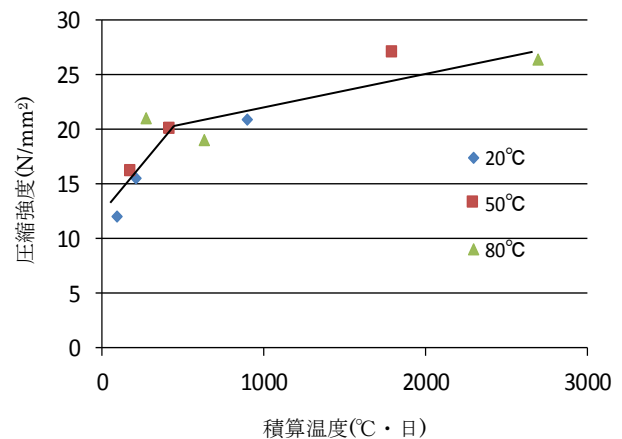


図4 積算温度による圧縮強度の比較

程度以上、圧縮強度が15N/mm²以上の強度が得られており、廃棄体落下時の飛散や積み上げ時の荷重に対して、十分な強度が期待できる。

5. 参考文献

- 1) 庭瀬一仁・月永洋一・辻幸和: 低レベル放射性廃棄物処分におけるセメント系材料の設計と施工に関する基礎的研究. コンクリート工学論文集, Vol.50, No.7, pp.585-592, 2012. 7