

メタカオリンジオポリマーの実構造物を想定した供試体の物質移動抵抗性

九州工業大学大学院 学生会員

○庄村政紘 古賀新悟

九州工業大学大学院 正会員

合田寛基 日比野誠

富士電機株式会社 非会員

足立栄希 見上寿 工藤勇

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物のうち、放射能レベルが比較的低いものについては、浅地中にコンクリートピットなどの人工構造物を設置して廃棄物を埋設する「ピット処分」が行われ、ほとんどの放射性廃棄物はこの方法で処分される。しかし、一般的な固化処理方法であるセメント固化では、水溶性の放射性セシウムがセメントの水和物と反応することで構造機構が変質することから、セメント硬化体の耐久性への影響が懸念されている。そこで、重金属イオンならびに放射性物質の固定化の特徴を有するジオポリマー（以下、GP）の中でも、構造体に水和物が極めて少ないメタカオリン GP（以下、MKGP）の放射性廃棄物処理関連施設への適用が検討されており、使用されるコンクリートを MKGP に代替することで、長期的な安定した物質移動抵抗性が担保され、放射性廃棄物をより安全に処理することが可能になると期待される。

そこで本研究では、放射性物質を模擬したカリウムを対象に、実構造物を想定した箱型供試体による物質移動抵抗性について評価し、MKGP の適応可能性について検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

実験に使用した材料を表-1 に示す。GP の活性フィラーにメタカオリン(以下、MK)を、また、GP と比較用にセメント（以下、C）を用いた。細骨材は表乾状態の海砂を用いた。本研究での MKGP の配合を表-2 に、セメントモルタル（以下、OPC）の配合を表-3 に示す。浸漬開始時期に相当する材齢 7 日の圧縮強度が等しくなるように配合を決定した。

表-1 使用材料

材料	密度 (g/cm ³)
アルカリシリカ溶液 (GPW)	1.40
塩化カリウム溶液 (KCL)	3.33
セメント (C)	3.14
メタカオリン (MK)	2.54
海砂 (S)	2.56

表-2 メタカオリン GP の配合

記号	%	kg/m ³		
	AS/P	AS	MK	S
MK100	100	400	400	1350

表-3 OPC の配合

記号	%	kg/m ³		
	W/C	W	C	S
OPC60	60	287	478	1350

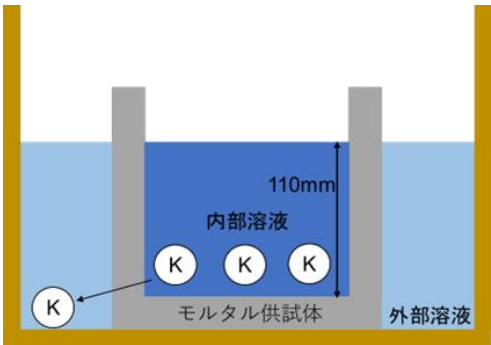


図-1 MKGP を通過するカリウムイオン量の評価イメージ

2.2 物質移動抵抗性の試験方法

図-1 に物質移動抵抗性の試験方法を示す。養生終了後の箱型供試体をタッパに入れ、内部溶液に 1mol/L の KCl 溶液、外部溶液に精製水を箱型供試体の内寸法 110mm の位置まで入れ、内部溶液と外部溶液の水面の位置を合わせ、浸漬温度は 20℃とした。分析試料の採取時期は浸漬開始から 1 週間ごととした。

キーワード ジオポリマー、溶出特性、物質移動抵抗性、放射性物質

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学大学院 TEL 093-884-3122

物質移動抵抗性の評価方法は、外部溶液に溶出したカリウムのモル濃度 (mol/L) で評価を行った。

3. 実験結果

図-2、図-3 に箱型供試体の厚さ別の浸漬期間とカリウムのモル濃度の関係を示す。

図-2 より、厚さ 10mm の供試体は養生条件に関係なく、浸漬 1 週間からモル濃度が増加した。また、浸漬期間とカリウムのモル濃度の間には正の相関が見られるが、浸漬 6 週間から 7 週間における加温養生を行った供試体のモル濃度は増加しなかった。

図-3 より、厚さ 30mm の供試体は養生条件に関係なく、浸漬 6 週間まで、カリウムのモル濃度は増加していないが、浸漬 6 週間から 7 週間の間でモル濃度が増加した。

図-4 に加温養生における浸漬期間とカリウムのモル濃度の関係を示す。図-4 から、どの浸透期間においても厚さが大きいほど、浸透しにくいことが分かった。

4. 考察

箱型供試体の内部溶液から外部溶液にカリウムが溶出するまでの過程は以下の 3 ステップが考えられる。

- ① 箱型供試体の内部にカリウムが浸透しているが、外部溶液に接触する部分では浸透していない状態
- ② 箱型供試体内部のカリウムが外部溶液に接している部分まで浸透し、外部溶液にカリウムが溶出し続けている状態
- ③ 内部溶液、箱型供試体の内部、外部溶液のカリウムの濃度勾配が等しくなり、見かけ上、外部溶液のカリウムのモル濃度が変化しない状態

厚さ 10mm の箱型供試体は浸漬 1 週間までに①から②に移行しており、加温養生した厚さ 10mm の箱型供試体は③に到達している可能性が示唆された。しかし、常温養生した厚さ 10mm の箱型供試体は③の予兆は確認できなかった。厚さ 30mm の箱型供試体は浸漬 6 週間まで①であったが、浸漬 6 週間から 7 週間にかけてモル濃度が増加したことから、②に移行している可能性が示唆された。

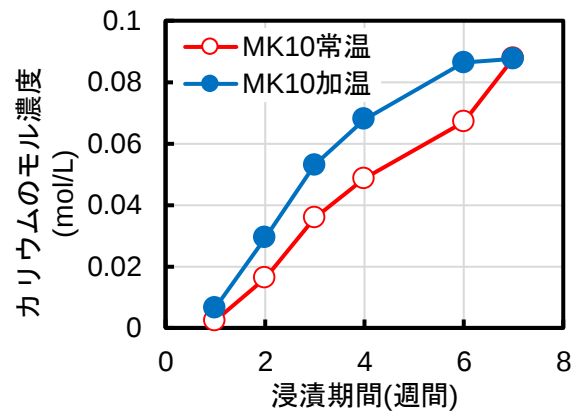


図-2 浸漬期間とカリウムのモル濃度の関係 (厚さ: 10mm)

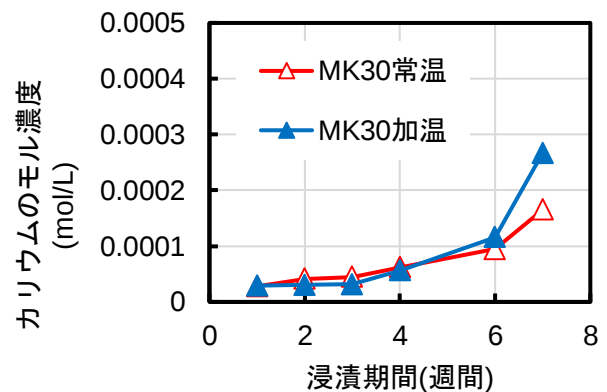


図-3 浸漬期間とカリウムのモル濃度の関係 (厚さ: 30mm)

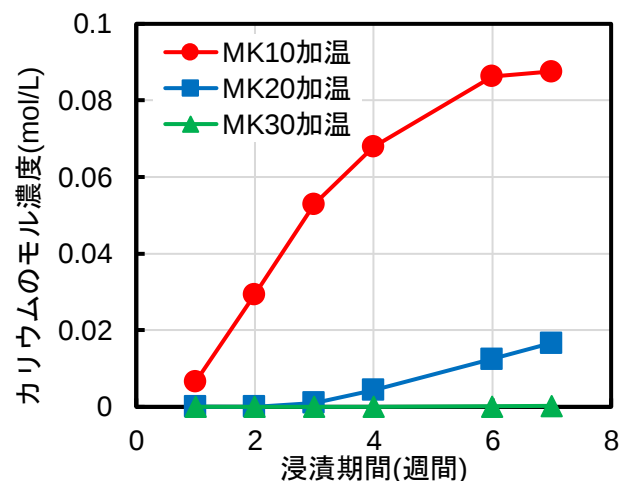


図-4 浸漬期間とカリウムのモル濃度の関係 (加温)

5. まとめ

本研究での知見を以下に示す。

- (1) MKGP の物質移動抵抗性は箱型供試体の厚さが大きくなるにつれて増加した。
- (2) 実構造物に MKGP の適応可能性については、現実的な範囲内で壁の厚さを考慮することにより、適用可能であると考えられる。