

セメント系材料へのアルカリイオンの収着に関する検討

Study on sorption of alkali ions into the cementitious materials

*芳賀 和子¹, 原澤 修一¹, 渡邊 禎之², 山田 一夫³, 川端 雄一郎⁴¹(株)太平洋コンサルタント, ²(地独)東京都立産業技術研究センター,³(国研)国立環境研究所, ⁴(国研)海上・港湾・航空技術研究所

合成 C-(A-)S-H の NaCl, KCl 溶液への浸漬試験を実施し、アルカリイオンの収着は固相の Ca/(Al+Si)モル比と相関があり、収着試験の前後で C-(A-)S-H のシリケートアニオン構造が変化していることを確認した。

キーワード: C-A-S-H, 収着, 分子構造, Si-NMR, Al-NMR

1. 緒言 原子力発電所事故により発生した焼却飛灰セメント固型化における Cs とセメント系材料の相互作用を評価する上で、飛灰に多く含まれるアルカリイオンとの相互作用を考慮することが必要である。また、構造物の耐久性評価において重要なアルカリ骨材反応を検討する上でも、アルカリイオンのセメント水和物への収着は重要な影響要因である。そこで、主要なセメント水和物である C-(A-)S-H を用いて、Na、K の収着挙動を評価するとともに、固体 NMR によって Na の収着に伴うシリケートアニオン構造の変化を検討した。

2. 実験 C-(A-)S-H は Ca/Si モル比 0.8、1.0、1.2、Al/Si モル比 0.08 となるように合成した。C-(A-)S-H を液固比 10 の条件で NaCl, KCl 溶液に 7 日間浸漬し、0.45 μ m のメンブランフィルターで固液分離した。液相組成を原子吸光光度法で分析し、固相試料は不活性ガス雰囲気グローブボックス内 (R.H.30%程度) で乾燥し、固体核磁気共鳴分析(²⁷Al-NMR および ²⁹Si-NMR) および粉末 X 線回折(XRD)に供した。

3. 結果 10mM の NaCl, KCl 溶液に浸漬した時の Na, K 収着量と固相の Ca/(Si+Al)モル比の関係を図 1 に示す。

C-S-H と C-A-S-H に対する Na, K 収着量は Ca/(Si+Al)モル比と良い相関があり、アルカリイオンの収着に対して C-A-S-H の Al と Si は同じ作用を示すことが分かった。C-A-S-H の構造模式図を図 2 に示す。シリケートアニオン鎖中に Al が存在すると隣の Si は Q₂(1Al)スペクトルとして観察される。Na 収着量の多かった CASH0.8 と 1.0 の収着試験前後の Si-NMR 測定結果を表 1 に示す。CASH0.8 はシリケートアニオン鎖長 (MCL)が小さくなり、Na が Si-O サイトに収着することでシリケートアニオン鎖が分断されたと考えた。CASH1.0 は Q₂(1Al)のピーク面積比が大きくなり、シリケートアニオン鎖も長くなった。Al が Si に同形置換すると正電荷が不足し陽イオンを収着することから、本試験では Al は Na を帯同してシリケートアニオン鎖に入ったと考えた。アルカリイオンの収着で C-(A-)S-H の構造が変化することが分かった。

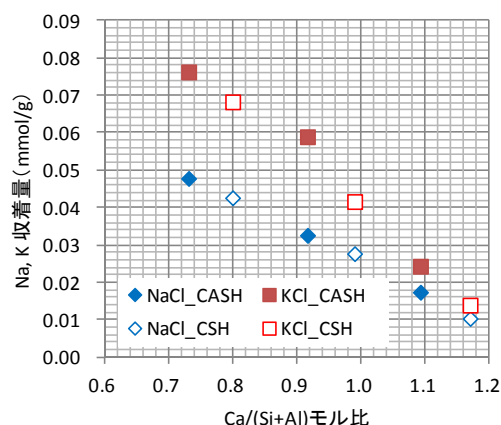


図 1 固相組成と Na, K 収着量の関係

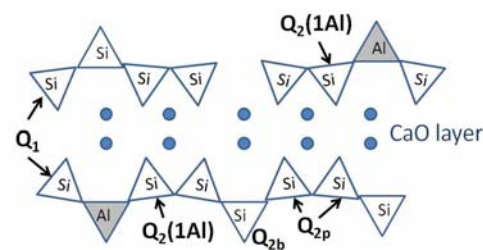


図 2 C-A-S-H の構造模式図

表 1 収着試験前後の Si-NMR ピーク面積比

帰属	化学シフト(ppm)	CASH0.8		CASH1.0	
		収着前	収着後	収着前	収着後
Q ₁	-79.0	0.04	0.07	0.27	0.19
Q ₂ (1Al)	-82.0	0.24	0.27	0.39	0.46
Q ₂	-85.0	0.71	0.66	0.35	0.34
シリケートアニオン鎖長 MCL		52.0	34.6	8.9	12.6
Al/Siモル比		0.12	0.14	0.19	0.23

*Kazuko Haga¹, Shuichi Harasawa¹, Sadayuki Watanabe², Kazuo Yamada³, Yuichiro Kawabata⁴

¹Taiheiyo Consultant Co., Ltd., ²Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute, ³National Institute for Environmental Studies, ⁴National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology