

各種塩化物溶液，硫酸塩溶液に浸せきしたモルタルからの鉛溶出挙動

広島大学 学生会員 ○山崎 真治  
 広島大学 学生会員 周 少軍  
 広島大学 学生会員 西脇 拓巳  
 広島大学 正会員 小川 由布子  
 広島大学 フェロー会員 河合 研至

1. はじめに

近年，環境問題に対する世間の意識の高まりから，セメント・コンクリート分野においても産業廃棄物，副産物をセメント材料などに有効利用することで環境負荷低減に貢献しており，今後も更なる利活用が求められている．しかし，産業廃棄物類の中には人体や環境に悪影響を及ぼす重金属が含まれているものも存在することから，それらを用いたコンクリートが様々な環境にさらされた場合に重金属類が溶出してしまう危険性は皆無であるとは断定できず，実際の利用には安全性が保証されなければならない．過去の研究では，セメント硬化体には重金属に対する高い固定能力があることが示されているが，接触溶液によっては重金属溶出が生じやすいことも報告されている<sup>1)</sup>．そこで，本研究では基礎的な重金属の溶出機構を把握するため，煤塵などの廃棄物に含まれる鉛を対象として，モルタルからの鉛の溶出量に対する各種接触溶液の影響を実験的に検討した．

2. 実験概要

2. 1 供試体作製方法

表 1 モルタルの配合

供試体は水セメント比 0.40, 0.55 のモルタルとし，普通ポルトランドセメントと脱イオン水，珪砂 (6号および7号, 表乾密度 2.62g/cm<sup>3</sup>,

配合名	W/C	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			重金属添加量(kg/m <sup>3</sup> )	
		W	C	S	Pb	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Pb 0.40	0.40	329	823	1074	8.23	13.16
Pb 0.55	0.55	375	681	1074	6.81	10.89

吸水率 0.16%) を使用した．モルタルの配合表を表 1 に示す．鉛は，硝酸鉛を練混ぜ水に溶解させることにより，セメント質量の 1% を添加した．寸法 40×40×40mm の供試体を作製し，打込み後，20℃ の養生室で十分に固まるまで養生し，脱枠を行った．脱枠後は外部からの水分との接触等による重金属溶出を防ぐためアルミ粘着テープにより供試体をコーティングし，材齢 28 日まで温度 20℃ の恒温室に静置した．

2. 2 試験項目と試験方法

(1) タンクリーチング試験

表 2 接触溶液の種類および濃度

溶出試験にはタンクリーチング試験を用いた．重金属を含有させたモルタル供試体と接触させる溶液には，表 2 に示すとおり，脱イオン水のほか，10% の塩化物溶液，硫酸塩溶液を使用した．なお，K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，CaSO<sub>4</sub> は溶解度が低いため，飽和溶液を用いた．溶液量は，供試体の表面積 100mm<sup>2</sup>あたり 5ml，すなわち 1 供試体あたり 480ml とした．浸せき試験開始後 0.25, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 64 日で溶液を全液交換して，その一部を用いて原子吸光光度計により溶液中の鉛の濃度測定を行った．

溶液名	濃度	溶液名	濃度
H <sub>2</sub> O	—	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10%
NaCl	10%	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9.9%
KCl	10%	CaSO <sub>4</sub>	0.3%
CaCl <sub>2</sub>	10%	MgSO <sub>4</sub>	10%
MgCl <sub>2</sub>	10%		

(2) 細孔径分布測定

細孔径分布測定には水銀圧入法を用いた．64 日間浸せきさせたモルタル供試体を薄く切り，アセトンに浸せきし，水和反応を停止させた後，吸引脱気装置を用いて脱気した．その後，破碎した 2.5~5mm の試料を測定に供した．

キーワード モルタル，鉛，溶出，接触溶液

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室  
 TEL : 082-424-7819・7828

### 3. 実験結果および考察

#### 3. 1 タンクリーチング試験結果

図1にPb 0.40を脱イオン水および塩化物溶液に浸せきさせた場合の累積溶出量を示す。溶出量は供試体の単位質量当たり(kg)の鉛の溶出量(mg)を表し、重金属の含有量と後述する溶出率を合わせて考慮した指標である。結果として、CaCl<sub>2</sub>溶液に浸せきさせた場合において、溶出量が他の溶液に比べて顕著に大きくなることが確認された。また溶出量は、接触溶液の陽イオンがCa>K>Na>Mg>(H<sub>2</sub>O)の順で大きくなった。図2にPb 0.40を脱イオン水および硫酸塩溶液に浸せきさせた場合の累積溶出量を示す。結果として、溶出量は陽イオンがK>Mg>Na>(H<sub>2</sub>O)>Caの順で大きくなった。二つの結果のそれぞれの傾向は、Pb 0.55の浸せき結果においても同様に確認された。ただし、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液に浸せきさせた場合においては、他の溶液に浸せきさせた場合と比べて硫酸塩膨張に伴う供試体の劣化が非常に進んでいたため、溶出量は最も多くなったものの正当な評価はできていないと考えられる。

#### 3. 2 細孔径分布測定結果

図3に鉛を添加した供試体の浸せき開始時および浸せき後64日目における細孔径分布測定結果を示す。結果として、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液に浸せきさせた場合を除くすべての溶液においてW/Cが大きいほど細孔容積は大きくなることが確認された。

#### 3. 3 W/Cの影響

図4に各W/Cにおける鉛の溶出率の比較を示す。溶出率は溶出した鉛の量の鉛含有量に対する割合を示している。全ての接触溶液において、W/Cが大きい方が溶出率は大きくなったが、接触溶液の違いと細孔容積との間に相関は確認できなかった。

### 4. 結論

- (1) 鉛を添加したモルタル供試体を各種の塩化物溶液、硫酸塩溶液に浸せきした結果、CaCl<sub>2</sub>溶液に浸せきした場合に最も多くの鉛が溶出した。
- (2) 細孔径分布測定結果から、W/Cの違いによる細孔容積の違いは確認されたが、各種の塩化物溶液、硫酸塩溶液に浸せきした場合の溶出率との間に相関は見られなかった。

#### 参考文献

- (1) 河合研至, 菊地博満, 高谷隼人, 林明彦: セメント硬化体における鉛の吸脱着特性と溶出挙動, セメント・コンクリート論文集, No.65, pp.126-131, 2011

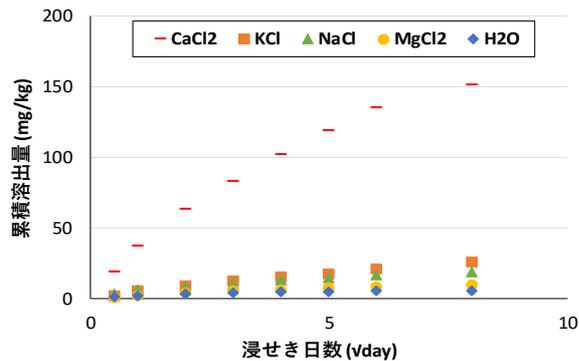


図1 Pb 0.40の累積溶出量 (塩化物溶液, 脱イオン水)

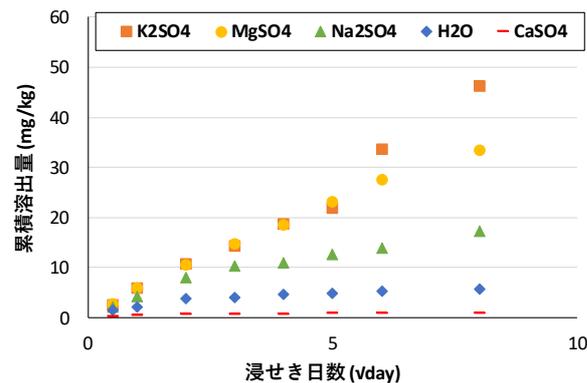


図2 Pb 0.40の累積溶出量 (硫酸塩溶液, 脱イオン水)

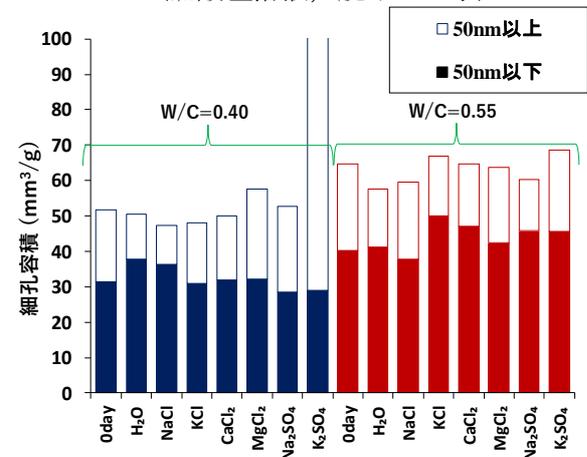


図3 細孔径分布測定結果

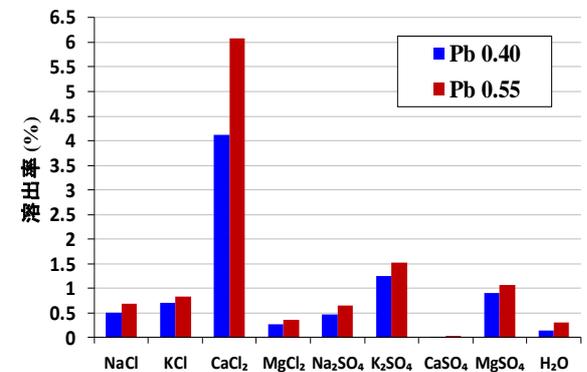


図4 各W/Cにおける溶出率