

セメント硬化体の鉛の吸着特性に pH が及ぼす影響

広島大学	学生会員	○山崎	真治
広島大学		周	少軍
広島大学	正会員	小川	由布子
広島大学	正会員	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リサイクルなどの環境問題解決に向けた取り組みが活発化しているが、セメント・コンクリート分野においてもコンクリート材料などに産業廃棄物類を有効利用することで環境負荷低減に貢献している。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ふ危険性は皆無であるとは断定できない。過去の研究では、重金属溶出の因子の一つとされる重金属の吸着特性に接触する溶液の pH が及ぼす影響について pH の低い方が、吸着量が多くなる傾向があることを示したが、pH の変動幅が小さく、また内部の化合物の変化に関しては検討を行っていない。そこで本研究では、溶液の pH が変化した場合のセメント硬化体における重金属吸着特性およびその内部の化合物の変化について把握することを目的として、実験的に検討した。

2. 実験概要

2. 1 供試体作製方法

供試体は水セメント比 0.40 のセメントペーストとし、普通ポルトランドセメントと脱イオン水を用いた。ポリプロピレン製の容器に打ち込み、パラフィルムを用いて封緘し室温 20°C の恒温室において 28 日間養生を行った。本実験では 28 日養生後のセメントペーストを 150 μ m 以下に粉碎し試料とした。

2. 2 試験項目と試験方法

(1) Pb 吸着試験

本研究では、対象重金属は鉛とし、2 種類の方法を用いて接触溶液の pH を調整して吸着試験を行った。

第 1 の方法は接触溶液を脱イオン水とし、溶液量と試料質量の比である液固比を変えることで pH を調整する方法である。吸着試験の一連の流れは既往の研究に依った。図 1 に示すとおり、まず粉末状にしたセメントペーストを脱イオン水に添加し、10 時間攪拌した後に、所定の濃度の硝酸鉛(II)溶液を 5ml 添加し、さらに 6 時間攪拌した。攪拌後の溶液を吸引ろ過して、ろ液中の鉛の濃度を原子吸光光度計によって測定し、平衡濃度および鉛の吸着量を求めた。

第 2 の方法は、接触溶液に硝酸溶液を加えることで pH を調整する方法である。図 2 に示すとおり、まず粉末状にしたセメントペースト 5g を脱イオン水に添加し、10 時間攪拌した後に硝酸溶液を所定量添加し、さらに 6 時間攪拌して pH を安定させた。その後、所定の濃度の硝酸鉛(II)溶液を 5ml 添加し、さらに 4 時間攪拌した。なお、硝酸鉛(II)溶液を投入後の攪拌時間は第 1 の方法より短くなっているが、予備試験において 4 時間～6 時間の間で吸着量はほとんど変化しなかったため、本試験では 4 時間として試験を進めた。また、接触溶液は、脱イオン水量と硝酸溶液量の総量を 100ml とし、すべての溶液において液固比を 20(ml/g)とした。また、どちらの試験方法においても溶液の pH は各段階において測定した。

(2) XRD による吸着試験残渣の分析

吸着試験の後の残渣を真空脱気し、XRD を用いて定性分析を行い、内部の化合物の相違を検討した。

キーワード (セメント硬化体, 重金属, 吸着, pH)

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



図1 吸着試験のフロー(液固比による pH 調整)

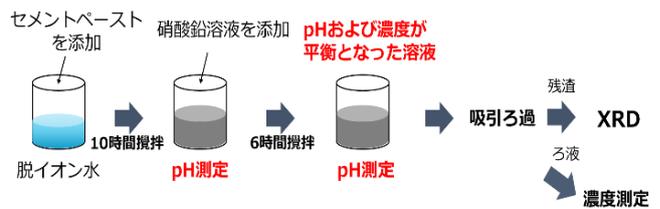


図2 吸着試験のフロー(硝酸溶液による pH 調整)

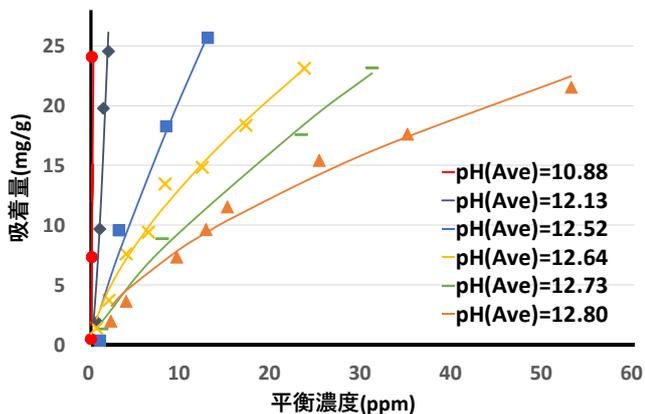


図3 吸着試験結果(液固比による pH 調整)

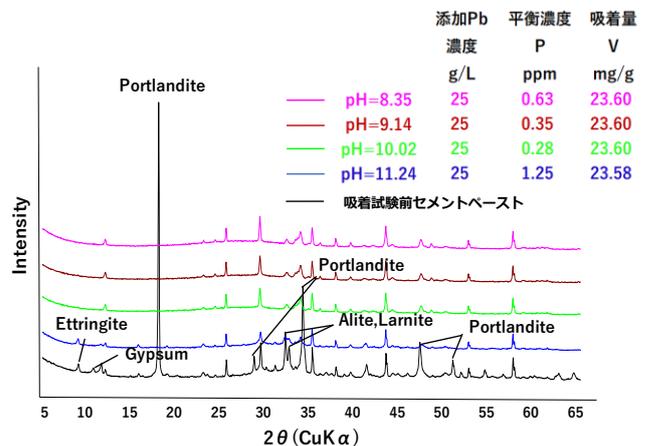


図4 XRD による分析結果(硝酸溶液による pH 調整)

3. 実験結果および考察

3.1 吸着試験結果

図3に液固比によって pH 調整を行ったものの吸着試験結果を示す。鉛の吸着は、いずれの pH においても Freundlich 型の吸着等温線に分類することができた。また、傾向として pH 調整方法に関係なく pH が低くなるほど、吸着量が多くなることが示された。ただし、硝酸溶液による pH 調整を行ったものも含め、pH が 12 以下となった場合は、ろ過溶液の平衡濃度はほぼゼロに近づき、ほとんど同程度の値となった。鉛の水酸化物の溶解度は pH が 13 から 11 へと低くなっていくにつれて下がっていく²⁾ことから、pH 低下によって鉛が難溶性化合物となってセメント硬化体組織へより強く固定されたことが、吸着量増加に繋がったと考えられる。

3.2 XRD 分析結果

図4に硝酸溶液を用いて pH 調整を行った残渣の分析結果を示す。吸着前のセメントペーストと比べて Portlandite、Ettringite、Alite および Larmite の減少が確認された。一方で、液固比によって pH を調整した場合の XRD 分析結果は、いずれも pH 変化による内部の化合物には相違が見られなかった。なお、吸着試験終了後の残渣に含まれていると考えられる鉛の化合物に関しては、全ての分析結果においていくつか類似したピークは存在したが、部分的に一致するものがほとんどであり、同定するまでには至らなかった。

4. 結論

接触溶液の pH を変化させ、鉛の吸着試験を行った結果、pH 調整方法に関係なく pH が低くなるにつれて吸着量が多くなる傾向が示された。XRD 分析を行った結果、いくつか化合物の相違は見られたが鉛の化合物に関しては同定するまでには至らなかった。

【参考文献】

- 1) 河合研至、宮本祐輔、坂中謙太：セメント硬化体中における重金属の拡散・吸着、セメント・コンクリート論文集、No.61、pp.123-128(2007)
- 2) 貴田晶子、野馬幸生：廃棄物の溶出特性、廃棄物学会誌、Vol.27、No.5、pp.410-421(1996)