

天然ゼオライト粉末混和ポーラスコンクリートのリン酸吸着特性

秋田大学 学生会員 ○藤谷和平

秋田大学 学生会員 佐川奈津子

秋田大学 正会員 徳重英信

秋田大学 正会員 高橋良輔

1. はじめに

環境負荷低減および環境調和の視点から天然資源の有効利用を目的としたコンクリートや自然環境の保全・改善を考慮したコンクリートに関する研究が行われている。特に秋田県ではイオン交換機能、吸着機能、触媒機能などの物理的性質を備えた天然ゼオライトが多量に産出されている。既往の研究¹⁾²⁾では、メチレンブルー溶液を用いて吸着試験を行い、天然ゼオライトを混和したポーラスコンクリートが吸着特性を持つことが明らかにされた。この研究を基に本研究では、河川汚濁の原因物質の一つであるリン酸イオンを被吸着物質として天然ゼオライト粉末混和ポーラスコンクリートへの吸着特性の検討、天然ゼオライトの細孔構造の分析を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント(C：表乾密度 3.15g/cm³), 骨材には秋田県能代市二ツ井産ゼオライト(ZG：表乾密度 1.87g/cm³, 吸水率 20.9%, 粒径～15.0mm), 秋田県仙北市西木産砕石(CG：表乾密度 2.67g/cm³, 吸水率 1.2%, 粒径 5.0～20.0mm)を用いた。混和材には秋田県能代市二ツ井産天然ゼオライト粉末(ZP：表乾密度 2.22g/cm³, 吸水率 19.7%, 粒径～0.08mm)を用いた。混和剤にはポリカルボン酸系高性能減水剤(Ad)を用いている。

2.2 配合および供試体

ポーラスコンクリートの配合は表1に示す。水結合比(W/B)は28%と一定とし、結合材と骨材の絶対容積比(p/a)は30%, ゼオライト粉末混和率は0%, 15%, 30%とした。ZPCは骨材にゼオライト, CPCは骨材に砕石を用いている。なお、天然ゼオライト粉末は結合材中に算入し、セメント内割の容積比で置換している。吸着試験ではポーラスコンクリートの吸着性能を均一に評価するために、練混ぜ直後に骨材単位に分け、粒状の供試体を用いた。供試体は材齢28日まで水中養生している。圧縮試験用供試体はφ100×200mmの円柱供試体とし、JIS A 1108に準じて圧縮強度試験を行った。

2.3 吸着試験におけるリン酸イオン濃度測定方法

リン酸イオン濃度はJIS K 0101 モリブデン青(アスコルビン酸還元)吸光光度法にて想定した。図1のようにリン酸イオン溶液に供試体を浸漬し、試験開始から6、12、24、48、72時間後にリン酸イオン濃度を測定した。なお、吸着試験ではリン酸イオン溶液と供試体の体積比は一定としている。

表 1 ポーラスコンクリートの配合

供試体名	骨材	W/B(%)	p/a(%)	zp/b(%)	(kg/0.05m³)					Ad(kg/0.05m³)
					W	C	ZP	ZG	CG	
ZPC30-zp0	ZG	28	30	0	0.38	1.355	0	5.035	0	0.0000
ZPC30-zp15				15	0.365	1.18	0.145			0.0135
ZPC30-zp30				30	0.36	0.995	0.3			0.0130
CPC30-zp0	CG			0	0.38	1.355	0	0	7.19	0.0000
CPC30-zp15				15	0.365	1.18	0.145			0.0135
CPC30-zp30				30	0.36	0.995	0.3			0.0130

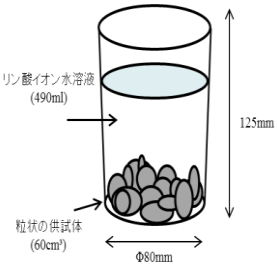


図 1 吸着試験方法

キーワード：ポーラスコンクリート 天然ゼオライト リン酸イオン 吸着

連絡先：〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学理工研究科 tel:018-889-2367

3. 実験結果および考察

3.1 ゼオライト骨材および碎石の吸着

ポーラスコンクリートとの比較としてゼオライト骨材および碎石をリン酸イオンに浸漬し、吸着試験を行った。図2に示すように骨材のみではどちらも濃度低下しなかった。要因としては、ゼオライトは約0.2nm～1.0nmほどの微細な細孔を持つのに対し、リン酸イオンのイオン径は約0.6nmと大きいため³⁾、分子ふるい作用が起きずに吸着現象が起きなかったと思われる。また、リン酸イオンは陰イオンであるため、ゼオライトが持つ陽イオン交換機能が働かないことも一因であると考えられる。

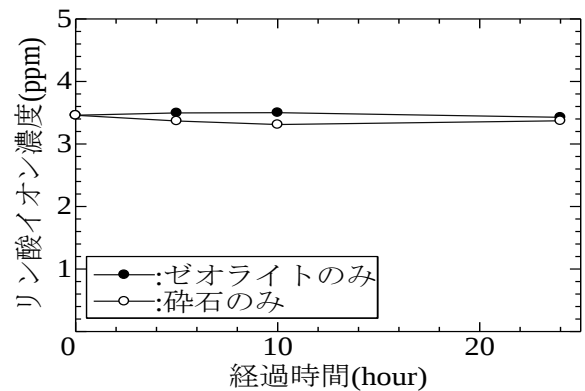


図2 リン酸イオン濃度変化

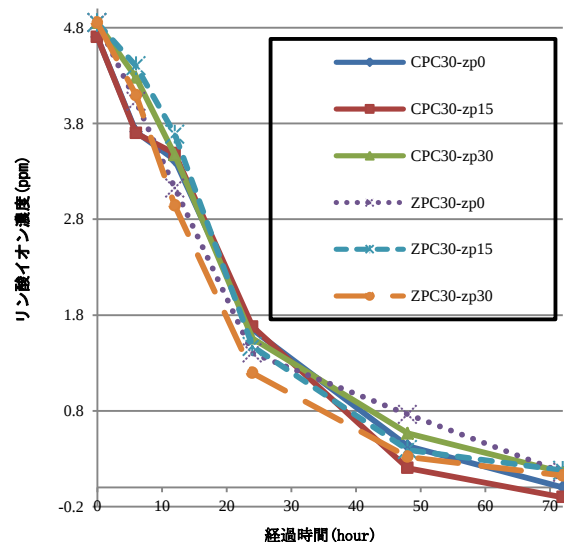


図3 リン酸イオン濃度変化

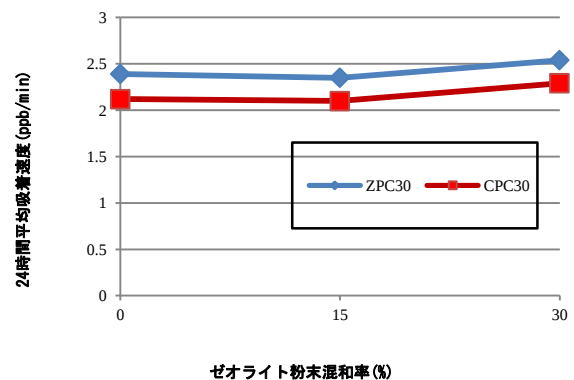


図4 混和率と吸着速度

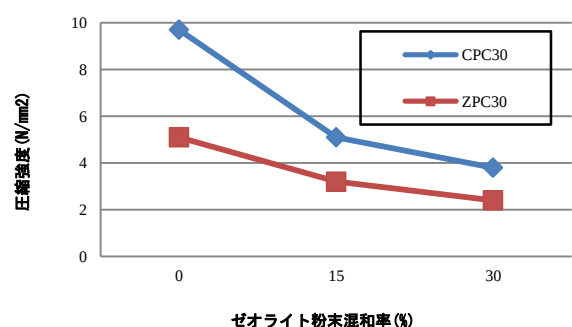


図5 混和率と圧縮強度

3.2 ポーラスコンクリートの吸着

ポーラスコンクリートでは図3に示すように配合、骨材に関係なくリン酸イオン濃度の低下が起きた。これは骨材がセメントペーストに被覆され、供試体表面の性質が変化したためと思われる。セメントペーストの持つ細孔径は約3～2000nmであり、リン酸イオン約0.6nmに対してペースト表面とリン酸イオン溶液の界面で分子ふるい作用が起きる大きさを有するために、吸着現象が起こったと考えられる。図4ではゼオライト粉末混和率がリン酸イオン吸着速度に及ぼす影響を示しており、どちらも大きな違いは認められなかった。

3.3 ポーラスコンクリートの圧縮強度

ゼオライト粉末混和率が圧縮強度に及ぼす影響を図5に示す。ZPCはゼオライト骨材自体が脆弱であるため、強度が低いと思われる。

4. まとめ

ゼオライト骨材のみではリン酸イオンの吸着は起きないが、セメントペーストは被覆することで吸着性能が向上した。今後、リン酸イオン以外の汚染物質でも試験を行いゼオライト粉末混和ポーラスの吸着特性を他の汚染物質でも検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 松田充ほか：吸光度とRGB値を用いた天然ゼオライト混和ポーラスコンクリートのメチレンブルー吸着特性の評価，セメント・コンクリート論文集，Vol.66，pp. 259-265（2012）
- 2) 徳重英信ほか：酸化チタン混和モルタルおよびポーラスコンクリートのメチレンブルー湿式分解性能に関する研究，コンクリート工学年次集，Vol.31，pp.1753-1758（2009）
- 3) 後藤義昭ほか：天然ゼオライトのリン酸イオン吸着，粘土科学，第34巻，第2号，pp.102-107(1994)