

立命館大学 学生員 ○中 新弥 立命館大学 正会員 内田 慎哉
立命館大学院 学生員 谷貝 有紀 立命館大学 フェロー 岡本 享久

1. はじめに

本研究では、ポーラスコンクリート（以下 PoC）とゼオライトあるいは炭素繊維を組み合わせた水質浄化材の機能とその性能評価を実施した。そこで、水質の悪化が見られる琵琶湖南湖を対象に富栄養化の発生因子である全リンの低減を試みた。

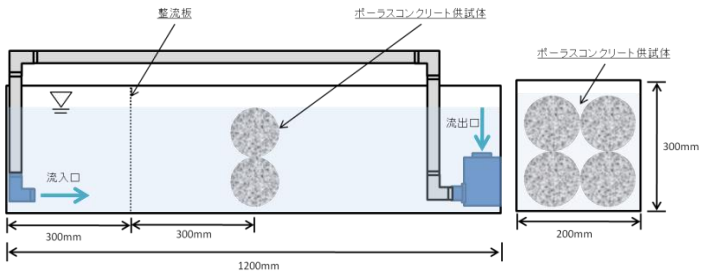


図 - 1 実験装置の概略

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究では、通常コンクリートより粗骨材容積を可能な範囲で最大まで増やし、配合にて目標とした空隙率となるようにペースト容積を調整し構成された PoC を用いた。ゼオライトは秋田県二ツ井町で採掘されたクリノプチロール系天然ゼオライト、炭素繊維に密度 1.4~1.6g/cm³、幅 1mm 以下の粉碎品を用いている。作製した供試体の名称および配合を表 - 1 に示す。なお、粉末ゼオライトの混入率はセメント質量に対して内割り 10%, 20%, 30%とした。

2.2 供試体の作製

所定量のセメントおよび粗骨材を生コンクリートプラントの強制二軸練混ぜ式ミキサを用い60秒間練混ぜた。その後、水と高性能 AE 減水剤を注入し、さらに 90 秒間練混ぜた。練上がったフレッシュなポーラスコンクリートを、直径 10cm の半球型の型枠に詰め、両型枠を突き合わせて、球形の PoC とした。24 時間後脱型し、20±2℃において気中養生を行った。

2.2 リン除去実験

実験には、図-1 に示す室内実験用水槽(外寸 200×300×1200mm)を使用した。作製した球形 PoC 供試体を各供試体 4 個吊るし、琵琶湖南湖の帛帆島付近より取水した水を約 60L 入れ、水中にポンプを設置し、エアレーションを起こさないよう循環させながら浄化実験を行った。

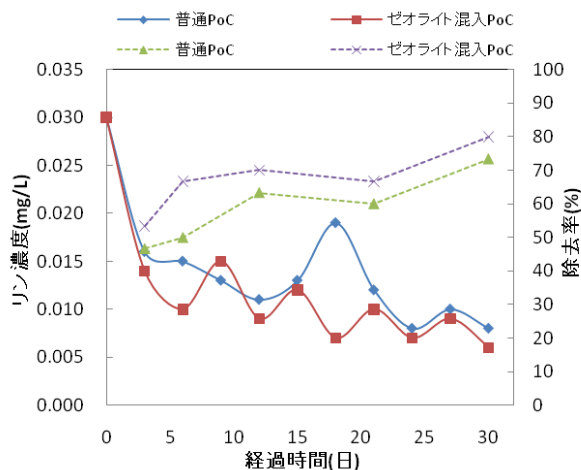
試験水は PoC 試験体を設置する前の状態を初日濃度として、設置日から 1 日置きに水槽内から 500ml の水を採取し、全リン濃度について 30 日間測定した。

2.3 ゼオライト含有量によるリン除去性能の検討

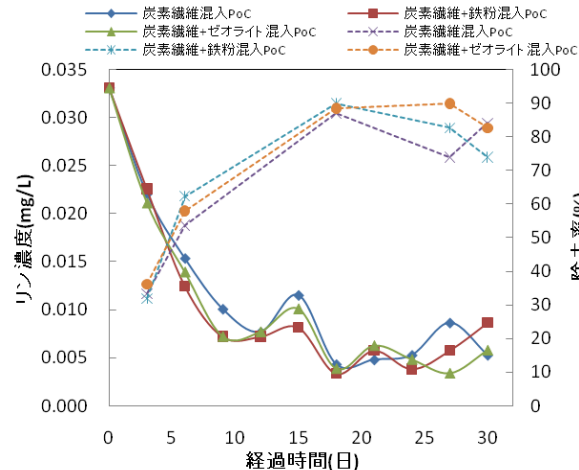
水環境におけるリンはリン酸態リンとして存在している。ここにセメント系材料を浸漬すると、セメント水和物から溶脱するカルシウムイオンと反応し、リン酸カルシウムが晶析することが報告されている¹⁾²⁾。そこで、セメント系材料によるリン除去性能を明確化するため、粉末状のゼオライトをセメントの質量に対して内割り 10%, 20%, 30%混入した供試体を作製し、除去率による検討を行った。

表 - 1 配合表

供試体の名称	略称	W/C (%)	単位量(kg/m ³)							減水剤 (%)
			水 W	セメント C	粒状ゼオライト	粉末ゼオライト	炭素繊維 CF	鉄粉 Fe	粗骨材 G	
普通PoC	Re	20	60	250	0	0	0	0	1512	3.00
粒状ゼオライト混入型PoC	Ze-0	20	60	250	50	0	0	0		3.00
炭素繊維混入PoC	CF	25	80	320	0	0	30	0		6.40
炭素繊維+鉄粉混入PoC	CF-Fe	25	80	320	0	0	30	5		6.40
炭素繊維+ゼオライト混入PoC	CF-Ze	25	80	320	50	0	30	0		6.40
粉末+粒状ゼオライト混入型PoC	Ze-10	20	70	318	50	31.8	0	0		3.50
	Ze-20	20	75	313		62.5	0	0		3.75
	Ze-30	21	75	275		82.4	0	0		3.75



a) 普通 PoC とゼオライト混入 PoC



b) 炭素繊維と炭素繊維+鉄粉と炭素繊維+ゼオライト

図-2 各供試体のリン濃度，除去率の経時変化

3. 結果および考察

3.1 リン除去実験結果

ゼオライトの混入の有無によるリン濃度および除去率の結果を図-2 a) に示す。普通 PoC のリン濃度は、最終的に 0.008mg/L まで低下し、除去率 73%を示した。ゼオライトを混入した場合には、0.005mg/L まで低下し、除去率 80%を示した。このことから、PoC にゼオライトを混入することで浄化能力を向上できることがわかる。

炭素繊維を用いた場合のリン濃度および除去率を図-2 b) に示す。炭素繊維(CF)、炭素繊維と鉄粉(CF+Fe)、炭素繊維とゼオライト(CF+Ze) それぞれの 18 日目における除去率は 86%, 89%, 88%と高い除去能力を示したが、目立った違いは現れなかった。しかし、それ以降では CF+Fe と CF+Ze において除去率の低下が見られた。これは、鉄粉やゼオライトに吸着されていたリンが流れにより離散したため水中のリン濃度が上昇したのではないかとと思われる。

以上のことより、炭素繊維+ゼオライトの組合せが、リンを除去する上で効果的であると考えられた。

3.2 ゼオライト含有量によるリン除去の評価

図-3 に粉末状ゼオライトの含有量を調整した Ze-10, Ze-20, Ze-30 の 3 供試体における除去率の関係を示す。これより、ゼオライト混入率の増加に伴いリン除去率は減少した。この原因として、ゼオライトがセメントから溶脱する Ca^{2+} を吸着したため、PoC から溶出する Ca^{2+} が減少し、その結果低い除去能力を示したものと考えられる。このことから、リン濃度の低下には、セメント系材料から溶脱する

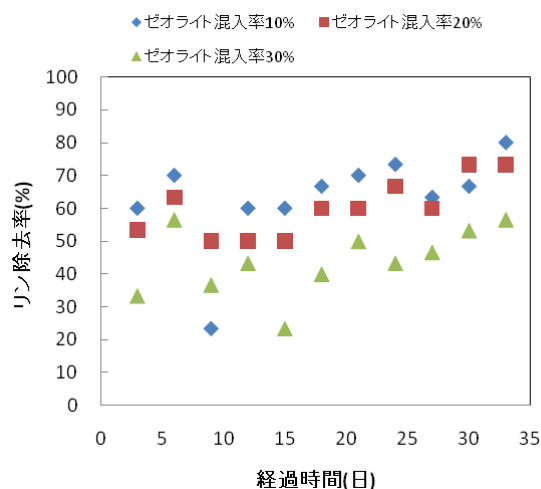


図-3 ゼオライト含有量別でのリン除去率の変化

Ca^{2+} が関わっていることがわかった。

4. まとめ

以下に、本研究により得られた結果を示す。

- (1)ゼオライトを混入することでポーラスコンクリート浄化材の性能を向上させることができる。
- (2) 炭素繊維にゼオライトを組合せることで、効果的なリン除去が可能である。
- (3)リン濃度の低下には、セメント系材料から溶脱するカルシウムイオンが関わっていることがわかった。

参考文献

- 1) 佐藤周之, 野中資博, 佐藤利夫, 桑原智之: リン吸着コンクリートのリン酸イオン除去性能に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, vol.26, No.1, 2004, pp.1420
- 2) 徳永雄司, 松下博通, 江頭正之, 佐川康貴: ゼオライトを混入したモルタルによるイオン除去, 土木学会第 56 回年次学術講演会, v117, pp.234-235