

ポーラスコンクリートの水質浄化に対する人工ゼオライトの影響

宮崎大学 正会員 ○中澤 隆雄 鈴木 祥広

安部工業所 (株) 後藤 剣也 湊 敬文

宮崎大学 正会員 今井富士夫 学生員 張 雪梅 淀川 育美

1. まえがき

近年、自然環境との共生、調和を図ることができるエココンクリートの開発が重要視され、それに伴って施工事例も報告されてきている。エココンクリートであるポーラスコンクリートは連続空隙を有し、透水性、通気性に富むことから、自然水域において、その表面および空隙内部に生物膜も形成され、水質浄化の機能が高められると考えられる。また最近では石炭灰から生成される人工ゼオライトが水質浄化に有効であるとの成果も報告されていることから¹⁾、本研究では、ポーラスコンクリートに人工ゼオライトを混入したときの水質浄化機能および人工ゼオライトの重金属吸着特性について検討することとした。

2. 実験概要

(1)人工ゼオライトを混入したポーラスコンクリートによる水質浄化実験

ポーラスコンクリートを作製するにあたり、骨材として通気性、保水性ならびに透水性に富む火山性軽量骨材のぼらを用いた。ぼらの物性は表-1に示すとおりである。セメントは普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3)、人工ゼオライトは鉄イオン交

表-1 ぼらの物性

骨材粒経 (mm)	表乾密度 (Kg/l)	吸水率 (%)
5~10	1.34	128.0
10~15	1.30	123.0

換型(Fe型ゼオライト、密度 2.03g/cm^3)を使用した。表-2にポーラスコンクリートの配合を示す。ぼらの粒径は5~10mmと10~15mmの2種類で空隙率は25%とした。ゼオライトの混入率(ゼオライト/セメント+ゼオライト)は0, 0.1, 0.2および0.3の4種類とした。

表-2 配合表

配合番号	粒経 (mm)	空隙率 (%)	混入率 (%)	単位量(Kg/m ³)			
				W	C	Z	G
1	5 ~ 10	25.0	0	59.8	171.0	0.0	845.7
2			10	58.3	150.0	16.7	
3			20	56.9	130.0	32.5	
4			30	55.5	111.0	47.6	
5	10 ~ 15		0	68.4	195.5	0.0	805.4
6			10	66.7	171.4	19.0	
7			20	65.0	148.6	37.1	
8			30	63.4	126.8	54.4	

水質浄化用の供試体として $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱を作製し、これを3つ直列につなぎ(長さ 1.2m)、実験装置に水平に横置きした。なお、水質浄化実験を行うに先立ち、供試体を中性化促進装置(CO_2 濃度: 50%)に入れ中性化を促進した。供試体に通水する汚水としては、全有機炭素(TOC)、全窒素(T-N)および全リン(T-P)を対象として、グルコース: 50mg/l 、 NH_4Cl : 3.8mg/l 、 Na_2HPO_4 : 4.6mg/l 、 NaCl : 3.3mg/l 、 KCl : 1.6mg/l 、 MgSO_4 : 1.3mg/l の濃度の人工汚水を用いた。汚水の流入量は 20ml/min とし、流入部において曝気装置による 1.5l/min の曝気をするるとともに、昼夜を想定し供試体を蛍光灯で12時間ごとに約1500ルクスの光を点灯・消灯させた。

(2)人工ゼオライトによる重金属の吸着実験

複数の重金属が混入した強酸性工場廃水を想定し、5種類の重金属イオンを含む廃水($\text{pH}: 2$, Cu^{2+} : 50mg/l , Cr^{3+} : 50mg/l , Cd^{2+} : 50mg/l , Ni^{2+} : 100mg/l , Zn^{2+} : 100mg/l)を作成した。この廃水500mlに、蒸留水でスラリー状にした人工ゼオライトを添加し、ジャーテスターを用いて10分間攪拌・混合し、30分間静置した後、上澄み液中の各金属イオン濃度を原子吸光高度計で測定した。

3. 実験結果

(1)ポーラスコンクリートによる水質浄化実験結果

キーワード: ポーラスコンクリート, 水質浄化, ぼら, 人工ゼオライト, 重金属, 吸着

連絡先: 〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1 宮崎大学工学部土木環境工学科 TEL 0985-58-7332

水温はほぼ 18℃, pH は 7.5~10.0, DO は流入部で 4~8mg/l であった。図 - 1 に TOC の除去率の経日変化を示す。実験開始後 16 日目に除去率が 80%を超え, 54 日目まで比較的安定した除去効果が得られている。図 - 2 には T-P の除去率を示す。16 日目頃までは 60%以上の高い除去率を示したが, その後は 25~30%まで低下しており, 初期の段階での効果しか見られなかった。図 - 3 には, T-N の除去率の経日変化を示す。16 日目から 36 日目にかけて 60%以上の値を示すが, その後は 40~50%でほぼ一定の除去率の値を示した。なお TOC, T-P, T-N のいずれの場合でも, 人工ゼオライトの混入率や骨材粒径の違いによる明確な影響は見られなかった。

(2)人工ゼオライトによる重金属の吸着実験結果

重金属廃水に添加したゼオライトは, 攪拌を停止すると速やかに沈降・堆積し, 容易に液相と分離できた。図 - 4 には, ゼオライトの添加量と各金属イオンの除去率の関係を示す。ゼオライト添加量の増大に伴って各イオンの除去率は急激に向上し, ゼオライト添加濃度 40g/l においては, Cu, Cr, Cd および Zn は 95%以上の高い除去率となった。また, 処理水の pH はゼオライト添加量の増加とともに上昇し, 人工ゼオライトが強酸性廃水を中和していることがわかった。すなわち, 人工ゼオライトを重金属廃水に添加し, 攪拌・混合すれば, ゼオライト中のアルカリ成分が溶出し酸を中和し, ゼオライトに重金属イオンが吸着し, 液相から除去できることが確認された。

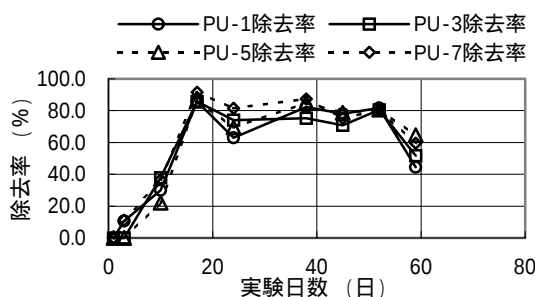


図-1 TOC除去率の経日変化

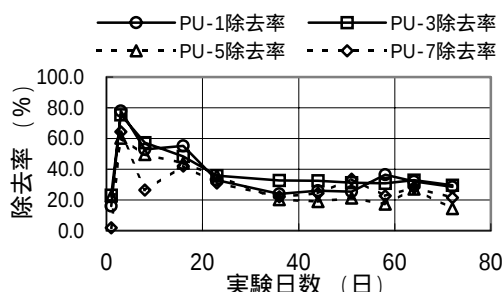


図-2 T-P除去率の経日変化

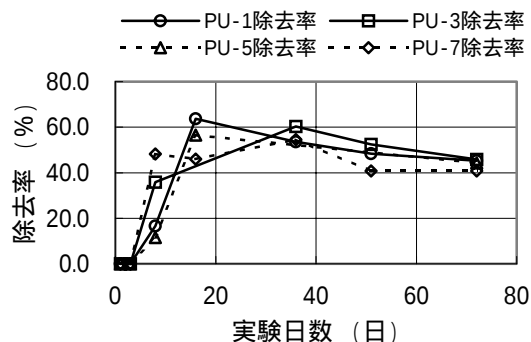


図-3 T-N除去率の経日変化

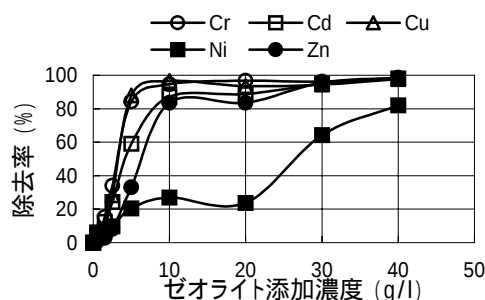


図 - 4 人工ゼオライトによる重金属除去

4. まとめ

今回の実験から得られた結果を要約すると, 以下のようになる。

- (1) TOC および T-N の除去に関して, ポーラスコンクリートによる除去効果は認められたものの, 人工ゼオライトの効果および骨材粒径の違いの効果は認められなかった。
- (2) T-P に関しては, 初期の段階では人工ゼオライトの効果が認められた。
- (3) 人工ゼオライトによる重金属吸着法は, 中和剤と凝集剤を必要とする既存の凝集・沈殿法と比較して, 極めて簡易な操作でしかも短時間で重金属の除去が可能である。

参考文献

- 1) 坂井忍, 水口裕之, 上月康則, 村上仁士: ポーラスコンクリートの水質浄化機能に及ぼす空隙特性, 高炉スラグおよびゼオライトの影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.23, No.1, pp.169~174, 2001