

V-13 リサイクル材を用いたポーラスコンクリートの品質と水質浄化

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員○笹岡信孝

高知工業高等専門学校 正会員 横井克則

阿南工業高等専門学校 正会員 天羽和夫

日本興業(株) 正会員 亀山剛史

1. はじめに

近年、地球的規模で環境問題が議論されるようになり、従来のコンクリートの性能に対して力学的方面からだけでなく、環境保全や自然との調和を図る機能も求められるようになってきている。このために、生物環境の保全に貢献する建設材料として内部に連続した空隙を有するポーラスコンクリートが開発された。そこで、本研究では、ポーラスコンクリートにリサイクル材料である木炭微粉末や人工ゼオライト、そして、天然鉱物である天然ゼオライトを混入し、アンモニア性窒素とリンの吸着試験を行うことによって水質浄化機能を評価した。

2. 実験概要

2.1 使用材料と特性

セメントは、普通セメントを使用し、骨材は徳島県市場町産砕石を用い、混和剤はナフタリン系の高性能減水剤を使用した。なお、各リサイクル材料としては木炭微粉末と人工ゼオライトを利用し、天然鉱物である天然ゼオライトを使用した。各種材料の特性を表-1に示す。

表-1 各種材料の特性

材料	密度(g/cm ³)	特性
普通セメント	3.16	—
砕石	2.59	吸水率1.69%、骨材寸法15~20mm
木炭微粉末	1.61	—
天然ゼオライト	2.13	骨材寸法10~20mm、F.M.6.95
人工ゼオライト	2.50	—

2.2 ポーラスコンクリートの配合

ポーラスコンクリートは、表-2に示すように木炭微粉末、人工ゼオライト、天然ゼオライトおよび骨材の代替率を変化させ、組み合わせた配合で、6種類のポーラスコンクリートを作成した。また、比較のため普通ポーラスコンクリート(base)と一般的な普通コンクリートを加え、計8種類とした。

表-2 使用材料の割合

種類	粉体系材料			骨体系材料	
	セメント	木炭微粉末	人工ゼオライト	天然ゼオライト	砕石
base	100	—	—	—	100
No.1	80	20	—	—	100
No.2	80	20	—	50	50
No.3	80	20	—	100	—
No.4	80	—	20	—	100
No.5	80	—	20	50	50
No.6	80	—	20	100	—

2.3 吸着試験方法

ポーラスコンクリートによるアンモニア性窒素の吸着実験は、図-1に示すようなプラスチックコンテナを反応槽とし、塩化アンモニウムを用いて初期アンモニア性窒素濃度を50mg/Lとなるよう溶液を作成した。この試料12Lをプラスチックコンテナに加え、コンテナ中央にφ10×20cmの円柱の供試体を置いて、ポンプで約10L/minの搅拌速度で溶液を搅拌した。リン濃度の測定も同じプラスチックコンテナにリン酸水素2カリウム(KH₂PO₄)を用いてリン(PO₄)濃度が50mg/Lになるよう溶解させた試料12Lを用いた。コンクリートを入れずに溶液のみで循環させたものをブランクとし、実験開始から経時に濃度の測定を行った。また、アンモニア性窒素は、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素と形態の変化場合があるため、亜硝酸性窒素(NO₂-N)、硝酸性窒素(NO₃-N)をそれぞれ測定した。

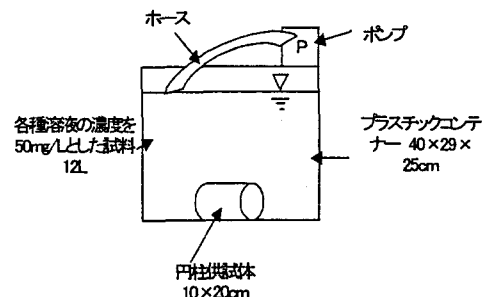


図-1 吸着試験装置

3. 実験結果および考察

3.1 アンモニア性窒素の除去能

木炭微粉末20%を代替し、天然ゼオライトの混入率を0、50、100%と変化させたポーラスコンクリートを反応装置内でアンモニア性窒素溶液に接触させ、アンモニア性窒素の初期濃度を100%としたときのアンモニア性窒素濃度の残存率(%)を図-2

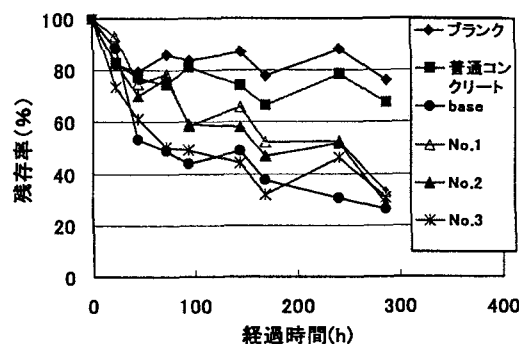


図-2 アンモニア性窒素残存率（木炭微粉末代替）

に示す。ポーラスコンクリートを入れたものにおいてはアンモニア性窒素残存率が急激に低下し、100 時間経過で 40～60%のアンモニア性窒素が除去された。木炭等を使用したものでは、普通ポーラスコンクリートより除去速度が低下し、天然ゼオライトの混入率が高いほど除去率が高い結果となった。

図－3では人工ゼオライト 20%を使用し、天然ゼオライトの混入率を変化させたポーラスコンクリートのアンモニア性窒素濃度の残存率を示したものである。150 時間後における残存率は、天然ゼオライトを 50 および 100%混入したポーラスコンクリートの場合では 50%前後で、天然ゼオライトが用いられていないポーラスコンクリートでは 60%の残存率が観察された。このように、若干であるが天然ゼオライトの混入率の増加に伴いアンモニア性窒素濃度の低下が大きくなることから、天然ゼオライトの使用はアンモニア性窒素の除去に効果が高いと考えられる。

3.2 亜硝酸性窒素および硝酸性窒素の影響

アンモニア性窒素は、環境中で硝化細菌の作用により酸化され、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素と形態が変化する。本研究では、表－3に示したように実験開始から 72 時間後および 286 時間後に硝酸性窒素濃度、亜硝酸性窒素濃度を測定したものの検出限界以下であった。このことから本研究でのアンモニア性窒素の減少は窒素形態による変化によるものではなく、ポーラスコンクリートへの吸着によるものであることが示された。

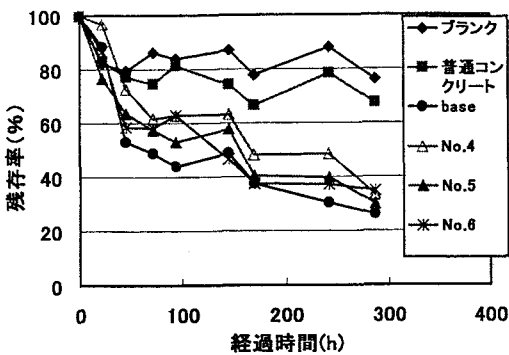
3.3 リンの吸着能

図－4は、木炭微粉末 20%を使用したポーラスコンクリートの実験開始時の初期濃度を 100%としたときのリンの残存率を示す。普通コンクリートを用いた場合は 40%ほど除去が見られ、また普通ポーラスコンクリートが、経時時間ごとに見ても高い除去率を示した。ゼオライトは一般的には陽イオンを吸着する性質が確認させていることから、ゼオライトによるリン酸イオン (PO_4^{3-}) の吸着は理論的には考えられない。木炭微粉末を用いたポーラスコンクリートの天然ゼオライトの使用量によるリン濃度の低下はポーラスコンクリートの空隙の形態や天然ゼオライトの比表面積の違いによるものでないと思われる。

図－5は、人工ゼオライトの代替率が 20%で天然ゼオライトの混入率を増加させた場合のリンの残存率を示している。天然ゼオライトを用いてないポーラスコンクリートの 100 時間後のリン残存率は約 50%で、天然ゼオライトを 50%および 100%混入したものは 60%前後の値となった。これより、ゼオライトによる陰イオンの吸着は確認されていないことから、人工ゼオライトおよび天然ゼオライトのリン吸着は見られないことが分かる。

4. まとめ

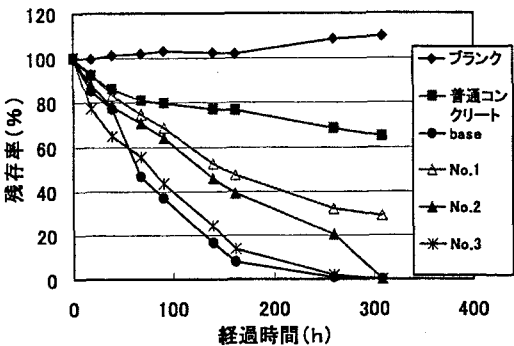
- (1) 天然ゼオライトは、アンモニア性窒素の除去を高める効果があることが分かった。
- (2) 木炭微粉末、人工ゼオライト、天然ゼオライトの各材料によるリンの吸着は確認できなかった。



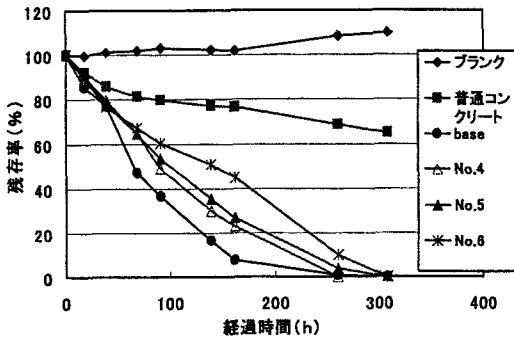
図－3 アンモニア性窒素残存率 (人工ゼオライト代替)

表－3 亜硝酸性窒素および硝酸性窒素濃度の濃度変化 (mg/L)

	実験開始		72時間後		286時間後	
	亜硝酸性	硝酸性	亜硝酸性	硝酸性	亜硝酸性	硝酸性
blank	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
普通コンクリート	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
base	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No.1	0.00	1.79	0.00	6.64	0.00	0.00
No.2	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
No.3	0.00	6.64	0.00	0.58	0.00	0.00
No.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
No.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



図－4 リンの残存率 (木炭微粉末代替)



図－5 リンの残存率 (人工ゼオライト代替)