人工ゼオライトを用いたポーラスコンクリートの吸着特性に関する基礎的研究

法政大学大学院　学生会員　○村田　和哉
法政大学大学院　学生会員　竹内　直也
法政大学　山本　幸雄
法政大学　フェロー会員　満木　泰郎

１．目的

本研究では，人工ゼオライトを用いたコンクリートによる水質浄化を目的とし，人工ゼオライトの有害物質吸着性能について検討を行うとともに，人工ゼオライトを混入したポーラスコンクリートの吸着特性について検討を行った．これにより，汚染の進行している市ヶ谷外濠の水質浄化への利用を目指すこととした．本研究では人工ゼオライトを混入させたコンクリートによる水質浄化の具体案として，ポーラスコンクリートの用途を検討し，景観面を考慮した浮き橋やデッキ，堰のデザインを提案することとした．

２．試験内容

本試験は，人工ゼオライトの中でも水質浄化作用における吸着に効果があるとされている，Ca 型・Na 型・Fe 型の各人工ゼオライトの有害物質吸着量の測定を行った．測定には分光光度計を用いた．

写真-1　浸漬の様子

２．１．吸着限界量試験

本試験では，人工ゼオライト粉体の吸着限界を把握するため，各人工ゼオライトを単体で NH_4^+・PO_4^{3-}・NO_2^- の 3 種類の溶液中に加え，溶液の濃度変化を計測した．

２．２．吸着持続試験

吸着持続時間試験では，各人工ゼオライト粉体を混入させたポーラスコンクリートを NH_4^+・PO_4^{3-}・NO_2^- の 3 種類の溶液中に浸漬した．浸漬は写真-1 に示すように密閉した袋で行なった．

本試験では，定期的に溶液の採取を行い，長期的な経時変化における吸着効果を把握する．また，溶液濃度は汚染河川を参考とし，NH_4^+・PO_4^{3-}は 1ppm，NO_2^-は 0.5ppm とした．

なお，吸着持続時間試験の要因と水準を表-1 に，吸着持続時間試験で用いるポーラスコンクリートの配合表を表-2 に示す．供試体寸法は，10φ×20cm の円柱供試体を用いた．

表-1　吸着持続試験の要因と水準

要因	水準
人工ゼオライト	Ca型，Na型，Fe型
人工ゼオライト置換率	0%，15%
使用溶液	NH4，PO4，NO2
測定日	3,5,7,10,12,14(以降7日毎)

表-2　ポーラスコンクリート配合表

人工ゼオライト種類	置換率(%)	粗骨材粒径	水粉体比(%)	単位量（kg/m^3）				高性能AE減水剤(C×%)
				水	セメント	人工ゼオライト	粗骨材	
－	0	2013	30	122	405	0	2025	0
Ca型	15	2013	30	122	344	61	2025	1.00
Na型	15	2013	30	122	344	61	2025	1.50
Fe型	15	2013	30	122	344	61	2025	2.50

キーワード　人工ゼオライト，ポーラスコンクリート，水質浄化，吸着特性
連絡先　〒184-8584　東京都小金井市梶野町 3-7-2　法政大学工学部都市環境デザイン工学科　ＴＥＬ042-387-6286

3. 試験結果及び考察

3．1．吸着限界量試験

各人工ゼオライトの吸着限界量を求めた結果を 3 種類の溶液別に，図-1，図-2，図-3 に示す．図-1 より，NH_4^+の吸着は他の溶液に比べ，吸着限界量が大きい結果となった．図-2 より，PO_4^{3-}の吸着は人工ゼオライトによる吸着がほとんどみられず，セメントでの吸着は大きい結果となった．図-3 より，NO_2^-の吸着は人工ゼオライトとセメントともに吸着効果がほとんどみられなかった．

以上の結果から，人工ゼオライトの吸着自体は陽イオン交換機能が影響していると考えられる．したがって，NH_4^+の場合，人工ゼオライトの吸着効果がみられ，PO_4^{3-}及び NO_2^-の場合には吸着効果がほとんどみられなかった．また，PO_4^{3-}の吸着はセメントによる中和反応が生じたためと考えられる．

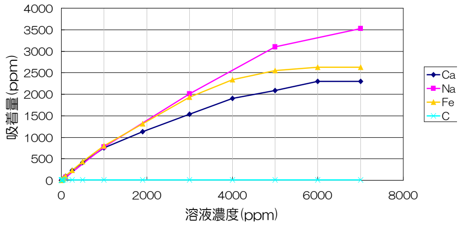

図-1　吸着限界量(NH_4^+)

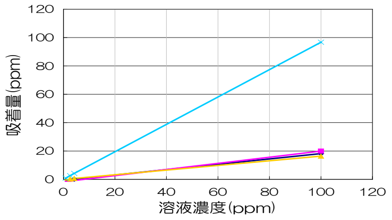

図-2　吸着限界量(PO_4^{3-})

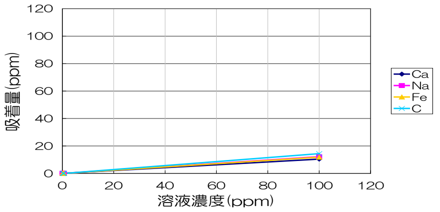

図-3　吸着限界量(NO_2^-)

3．2．吸着持続試験

ポーラスコンクリートの長期的な吸着量を求めた結果を 3 種類の溶液別に，図-4，図-5，図-6 に示す．図-4 より，NH_4^+の吸着量が材齢 60 日前後から低下する結果となった．NH_4^+は，粉体吸着試験で求めた吸着限界から，吸着速度が低下した段階で何らかの問題が生じたと思われる．また，NH_4^+において，人工ゼイライトを混入していないポーラスコンクリートにおいて同様の吸着能力がみられたことから，今後その原因について検討していく必要がある．図-5 より，PO_4^{3-}の吸着量は低下することなく増加し続ける結果となった．PO_4^{3-}の吸着はセメントの中和反応により，溶液濃度が低下したためと考えられる．図-6 より，NO_2^-の吸着量は緩やかに増加しており，これは NO_2^-の吸着もセメントの中和反応により溶液濃度が低下したためと考えられる．

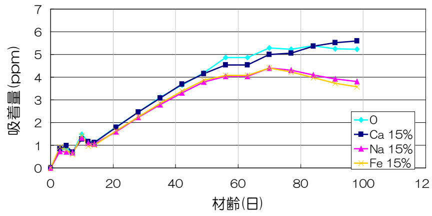

図-4　吸着持続時間(NH_4^+)

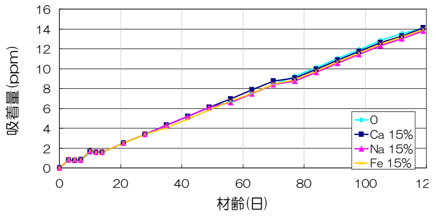

図-5　吸着持続時間(PO_4^{3-})

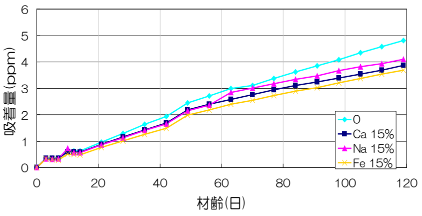

図-6　吸着持続時間(NO_2^-)

4. 水質浄化具体案

人工ゼオライトを用いたポーラスコンクリートは，堰として排水口に設置することや浮き橋やデッキに付属することで，排水時や人が歩く振動により水流が生じ，人工ゼオライトの吸着作用が促進され，水質浄化を行うことが可能と思われる．その具体案をイラストソフトを用いたデザインや模型を作製し，提案することとする．流出入口における堰のデザイン案を図-7 に示し，模型写真を写真-2 に示す．

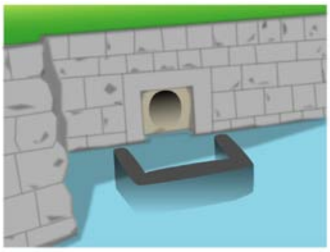

図-7　堰デザイン案

写真-2　模型写真

5. まとめ

人工ゼオライトを用いたポーラスコンクリートは，吸着試験より溶液ごとで相違がみられたものの，汚染成分に対して長期的な吸着を確認できた．よって，実際の汚染河川に対しても水質浄化をすることが期待できるものと思われる．