

カルシウム結合体を用いたリン除去に関する研究

佐賀大学 理工学部 ○学 久保徹也 学 今田和明
正 荒木宏之 正 古賀憲一
三菱マテリアル株式会社 山崎正康 塚本裕二

1. はじめに

わが国における多くの中小市町村においては弱い財政力、専門技術者の確保の困難性などの理由から、省コストで維持管理の容易な小規模分散型下水道の普及が望まれている。これらの地域では適切な放流先を求めることが困難、あるいは良好な自然環境が残されているなどの理由から、安全かつ高品位な処理水質でなければならない所も多いものと思われる。著者らは、これまでに生物膜ろ過法と高いリン除去能を有するALC (Autoclaved Lightweight Concrete) を用いたろ過法を併用することで高度な処理水質が得られることを確認している^{1,2)}。また、ALCの持続的なリン除去機構としては晶析脱リンが有力であることを確認している³⁾。本研究では、カルシウム結合体を用いたリン処理材及びALCの種結晶の特性について検討を加えた。

2. 実験装置及び実験方法

本研究で用いたカルシウム結合体(主にカルシウムの組成比を変えたもの)及びALCの組成を表-1に示す。ALCの平均粒径は約10mm、カルシウム結合体の平均粒径は10~20mmである。最初に、これらの回分実験を行ないリン除去能を求めた。次に、所定のろ過速度で連続流カラム実験を行なった。カラムは内径39mmの亚克力管を用い、充填高は50cmである。ろ過速度(空筒速度換算)は3, 20m/dayで通水し、流出入水のリン濃度の経日変化を求めた(以下、カラム実験と略記)。また、カルシウム結合体及びALCにおける種結晶の影響を調べるため、連結方式による連続流カラム実験を行なった(以下、連結カラム実験と略記)。第1カラムは内径39mmの亚克力管、第2カラムは内径50mmの塩ビ管を用い、充填高は共に50cmである。サンプルは、第1カラムにおいてH-50, ALC、第2カラムにおいてはALC、ALC(種結晶)を用いた。なお、ALC(種結晶)は回分操作によりヒドロキシアパタイトをALCに晶析させ(X線回折により確認)、その後十分に洗浄したものを用いた³⁾。連結カラム実験では、ろ過速度を15m/day(空筒速度換算)に設定した。連結及びカラム実験における流入水は人工リン溶液(KH_2PO_4 10mg-P/l)である。各々の実験は20℃恒温下で行ない、分析項目は、T-P, pHである。

3. 実験結果及び考察

図-1に回分実験におけるリン濃度経時変化、図-2にpH経時変化を示す。これらの図において、全てのカルシウム結合体のpHはALCより高く、H-50, ZSH-60はALCより高いリン除去能を示している。図-3, 4にろ過速度3m/dayにおけるリン濃度経日変化(C/C_0 , C_0 : 流入リン濃度)、pH経日変化を示す。これらの図から、ALCは晶析脱リンを行なうのに十分なpH(9程度)を維持し、

表-1 サンプル組成表

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO
ALC	51.08	3.87	2.39	27.76	1.24
H-50	28.89	9.92	1.70	34.47	0.98
ZS-60	28.55	9.21	1.88	39.71	1.15
ZSH-60	18.54	6.53	1.19	46.45	0.58
ZD-60 30	31.59	11.02	1.74	32.99	0.84
ZDH-60 30	26.39	9.97	1.22	38.09	0.53

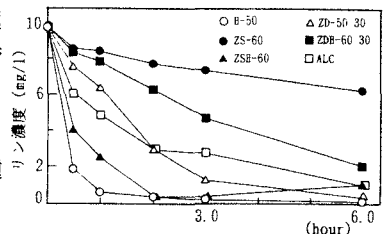


図-1 リン濃度経時変化

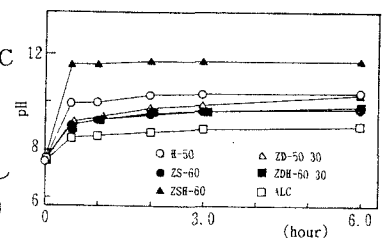


図-2 pH経時変化

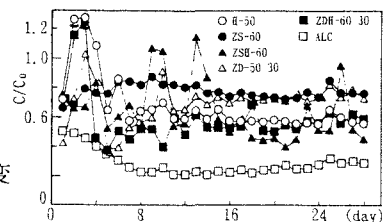


図-3 リン濃度経日変化

安定した高いリン除去を有することが分かる。H-50、ZSH-60などのカルシウム結合体は回分実験では高いリン除去能を示したが、カラム実験では低く不安定である。これらの要因として、通水中に発生した白いゲル状物質（リン化合物）の影響が考えられる。また、H-50に関しては、pHの値が11前後もあることからリンの不溶化が起きている可能性がある。図-5、6にろ過速度20m/dayにおけるリン濃度経日変化及びpH経日変化を示す。これらの図において、リン除去における全てのサンプル値は安定するが全体的に低くなっている。また、H-50、ZSH-60の通水直後のpHは高い値を示すが、10日過ぎには8前後とALCとほとんど変わらない値を示している。カルシウム結合体のカラムに発生していたゲル状物質は抑制されるが、いずれにしても3m/dayにおけるカラム実験同様ALCの方が他のカルシウム結合体に比べ高いリン除去効果を示すことが分かった。図-7に連結カラム実験におけるリン濃度経日変化を示す。第1カラムH-50、第2カラムALC（種結晶）とした場合、この図から、第1カラム及び第2カラムにおいてリン除去が認められている。第1、第2カラムのpHの値は、15日以降ほとんど差がないことから、第2カラムにおけるリン除去はALCの種結晶の存在によるものと考えられる。図-8に第2カラムのリン濃度経日変化を示す。第1カラムALC+第2カラムALC（種結晶）と第1カラムH-50+第2カラムALCとした場合、この図から、第2カラムをALCとした時のリン除去能は第2カラムをALC（種結晶）としたものより高いことが分かる。これは、第2カラムALCにおいて第1カラムH-50からの前処理の影響（アルカリ供給）を受け、十分な晶析脱リンが行なわれていると考えられる。以上のことから、ALCは晶析脱リンに必要な種結晶（ヒドロキシアパタイト）の生成に適した材料といえる。また、リン除去において複合材料を用いアルカリ供給と種結晶の生成を分離した方が単一材料を用いるより有効であると考えられる。

4. 結論

今回の実験結果から、ALCは晶析脱リンに必要な種結晶をつくるのに適した材料といえる。また、リン除去において複合材料を用いアルカリ供給と種結晶の生成を分離した方が単一材料を用いるより有効であることが考えられる。今後の課題としては、ゲル状物質の発生しないカルシウム結合体の組成の開発、またX線回折等を用い、ALCの種結晶の生成過程とリン除去との関係を把握することであろう。

【参考文献】

- 1) 松川、野原、荒木、古賀：ALCを用いた生物膜ろ過法による高度処理、平成3年度土木学会年次学術講演会
- 2) 赤嶺、松川、荒木、古賀：ALCを用いた生物膜ろ過法による高度処理（Ⅱ）、平成4年度土木学会年次学術講演会
- 3) 今田、赤嶺、塚本、荒木、古賀：ALCのリン除去に関する基礎的研究（Ⅱ）、平成6年度土木学会年次学術講演会

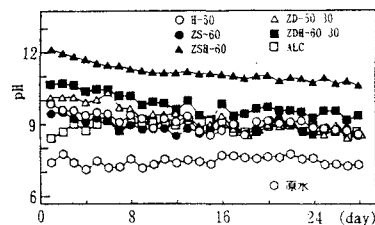


図-4 pH経日変化

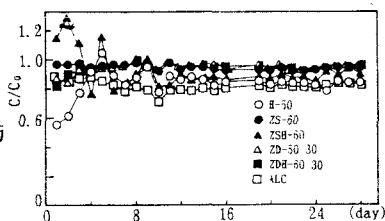


図-5 リン濃度経日変化

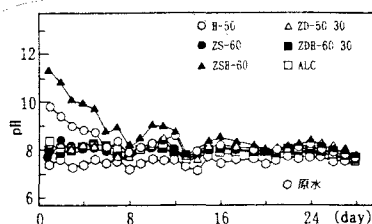


図-6 pH経日変化

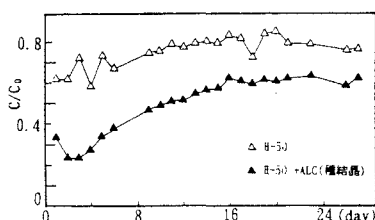


図-7 第1、2カラムにおけるリン濃度経日変化

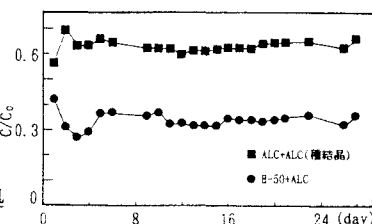


図-8 第2カラムにおけるリン濃度経日変化