

マグネシウム系発泡廃ガラスを用いたリン除去に関する研究

佐賀大学工学部都市工学科 学 ○ 三島 悠一郎
 佐賀大学大学院工学系研究科 学 松下 睦
 日本建設技術(株) 正 田中 健太 松尾 保成
 佐賀大学低平地研究センター 正 荒木 宏之 山西 博幸

1. はじめに

有色ガラスはリサイクルが困難であるため、その大半が埋立処分されている。そのため、廃ガラスの有効利用法が求められている。著者らは、廃ガラスから作られたミクロンオーダーの細孔を有する発泡廃ガラスの河川やいけすの水質浄化接触材としての適用性¹⁾²⁾、並びに発泡廃ガラスに高い陽イオン交換能・吸着能を持つゼオライトを付加したゼオライト化発泡廃ガラスによる有機物、栄養塩、重金属除去の特性を明らかにしている³⁾。今回、リン除去を目的とし含マグネシウム発泡剤を用いたマグネシウム系発泡廃ガラス(以下 Mg-FWG とする)の開発を行った。本報では、この Mg-FWG のリン除去メカニズムを明らかにし、Mg 混合率とリン除去の関係を調べるために行った回分実験結果を報告する。

2. リン除去メカニズム

2-1. 実験方法 20℃恒温下において、ポリバケツに人工リン溶液 10L と Mg-FWG300g を入れ、曝気攪拌した。回分実験は 3 つの実験系を用意した。実験系 1 (以下系 1) では Mg-FWG のリン吸着量を明らかにするために、リン酸二水素カリウム(KH₂PO₄)を溶解させ、初期 T-P 濃度を 2.5mg/L に調整した。実験系 2 (以下系 2) では、下水処理水に溶存しているアンモニアの Mg-FWG のリン除去へ与える影響を調べるために、リン酸二水素カリウムと塩化アンモニウム (NH₄Cl) の人工リン溶液を用いた。T-P の初期濃度を 2.5mg/L、NH₄-N の初期濃度を 5.0mg/L に調整した。実験系 3 では吸着剤は用いず、曝気の影響による NH₄-N 濃度の変化を調べるために、NH₄Cl を溶解させ、初期 NH₄-N 濃度を 5.0mg/L に調整した。Mg-FWG は Mg 系発泡剤混合率 15% (粒径: 20~30mm) のものを使用した。実験開始 0、5、15、30 分、1、2、4、8、16、24 時間後に採水を行い、水質測定をした。測定項目は pH、T-P、PO₄-P、NH₄-N で、測定は多項目迅速水質分析計 (HACH 社製 DR/2010) を使用した。

実験終了後、Mg-FWG に吸着したリンを溶解させるために (図-1)、用いた Mg-FWG を実験系より取り出し希硝酸に浸し、24 時間後に T-P、PO₄-P を測定した。

2-2. 実験結果と考察 図-2 にリンの経時変化を示す。実験開始 24 時間後の T-P 除去率は系 1 で 68.2%、系 2 で 65.9% となり高い除去率が得られた。NH₄-N 添加の差はほとんど無かった。系 1 ではリン酸マグネシウム、系 2 ではリン酸マグネシウムの他、リン酸マグネシウムアンモニウムの生成が考えられる。図-3 はバックグラウンドである系 3 の結果を、系 2 から差し引いた NH₄-N 減少量の経時変化を示したものである。NH₄-N は実験開始後すぐに減少し、その後はわずかに増加している。この減少量がリン酸マ

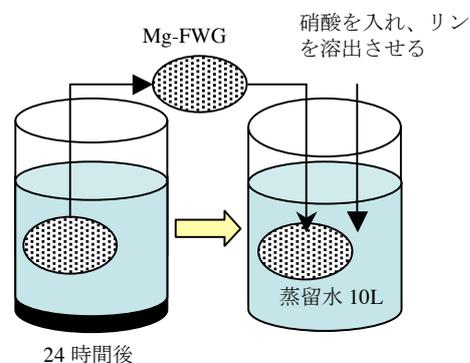


図1 実験概略図

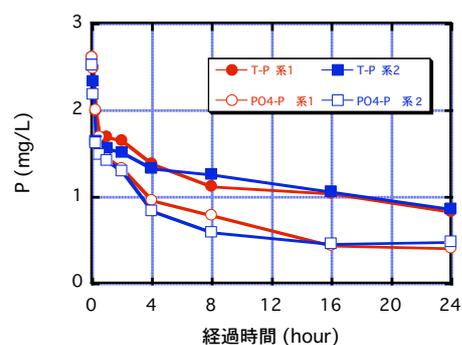


図-2 リンの経時変化

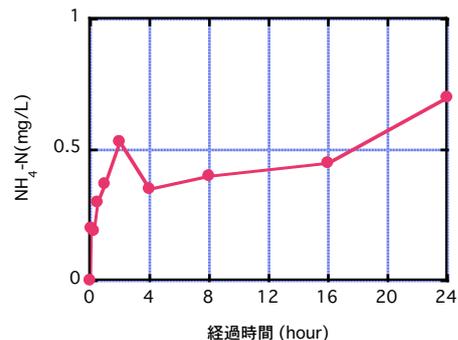


図-3 NH₄-N 減少量の経時変化

グネシウムアンモニウム生成に用いられたと仮定してリン除去量を求めると、系2のリン除去率65.9%のうち34.1%に相当する。

図-4に実験系内のリン物質収支を示す。ここで吸着量はMg-FWGから溶解させたリンの量、沈殿量は実験開始24時間後のT-P除去量と溶解したリン量の差、残留量は除去されず水中に残留したリン量である。これより除去されたリンは、その大部分がMg-FWGに吸着されていることが分かる。

3. Mg系発泡剤混合率とリン除去の関係

3-1. 実験方法 20℃恒温下において、ポリバケツに人工リン溶液10LとMg-FWG300gを入れ、曝気攪拌した。表-1にMg-FWG物性値を示す。3つの実験系にMg系発泡剤混合率が5%（以下Mg5）、10%（以下Mg10）、15%（以下Mg15）のMg-FWGを用い、発泡剤混合率によるリン除去効率の違いを調べた。人工リン溶液はリン酸二水素カリウム(KH₂PO₄)を溶解させ、初期全リン濃度を2.5mg/Lに調整した。実験開始0、5、15、30分、1、2、4、8、16、24時間後に採水を行い、水質を測定した。測定項目はMg、T-P、PO₄-Pとした。なおMg-FWGにおいて、Mg系発泡剤の添加量を15%より多く混合して焼成すると未発泡となった。

3-2. 実験結果と考察 図-5に溶出Mgの経時変化を示す。Mg溶出量はMg10が最も多く、Mg濃度は最大で188mg/Lとなった。次にMg15が多く142mg/L、Mg5は114mg/Lとなった。Mg溶出量の順位と発泡剤混合量の順位は一致しなかった。これはMg混合率だけではなく、Mg-FWGの発泡状態（吸水率や気孔率）も影響しているものと推察される。

図-6にリン（T-P、PO₄-P）の経時変化を示す。リンはMg10、Mg15、Mg5の順に除去量が多く、Mg溶出の結果と同様の順序であった。これはMgが多く供給されるほど、リン酸マグネシウムとして晶析しやすいしやすいためであると考えられる。

4. まとめ

Mg-FWGによるリン除去は、Mgの溶出量が多いほどリンの除去量が大きかった。またリンの物質収支から、析出したリンは大部分がMg-FWGに吸着されていることが分かった。現時点ではリン酸マグネシウムかリン酸マグネシウムアンモニウムかの形態は不明であるものの、6~7割のリン除去率が達成可能であることを確かめた。今後、リンの吸着形態を明らかにする予定である。

【参考文献】 1) 相浦ら：発泡廃ガラス材のいけす浄化濾材としての適用性に関する研究，平成14年度土木学会西武支部研究発表会 pp.B436-B437, 2004 2) 田中ら：下水を用いた発泡廃ガラスの水質浄化特性に関する研究，第60年次学術講演会講演概要集（CD-R DISC2），講演番号7-081, 2005 3) 松下ら：ゼオライト化発泡廃ガラスの吸着特性に関する研究，第60年次学術講演会講演概要集（CD-R DISC2），講演番号7-080, 2005

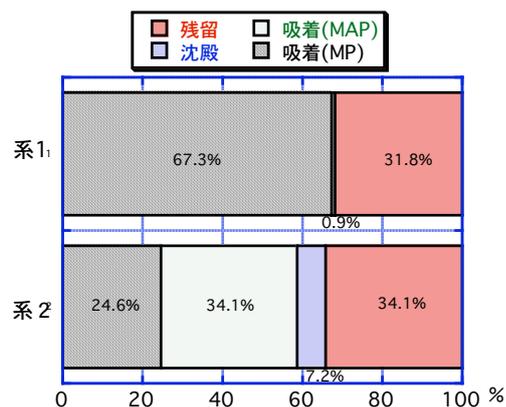


図-4 実験系内のリン物質収支

表-1 Mg-FWG 物性値

Mg系発泡剤混合率(%)		5	10	15
表乾比重	W	0.86	0.74	0.63
かさ比重	d	0.57	0.45	0.39
真比重	D	0.8	0.64	0.51
吸水率(%)	w	52.6	64.8	63.5
気孔(%)	$\epsilon = 1 - d/D$	28.8	29.7	23.5

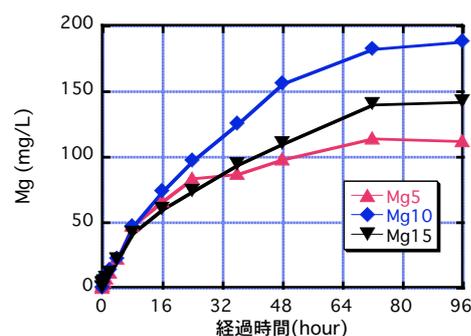


図-5 溶出Mgの経時変化

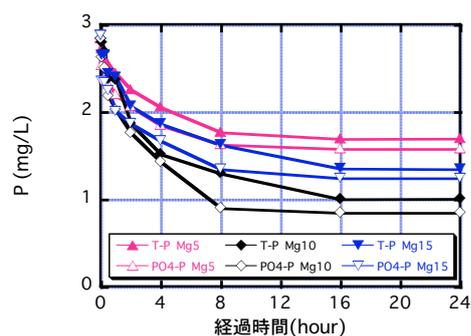


図-6 リンの経時変化