
(釜慶大学校 (大韓民国)) 研修報告書

(ボトムアッシュを使用した GCA(石炭灰造粒物)の栄養塩の吸着効果の検証)

工学研究科 社会基盤環境工学専攻 永間 健太郎

1. はじめに

2019年8月9日から2019年9月3日まで、釜慶大学校にてボトムアッシュを使用したGCA(石炭灰造粒物)の栄養塩の吸着効果について研究を行った。その結果を以下に報告する。

2. 共同研究課題の決定

石炭灰造粒物(Granulated Coal Ash : GCA)は多量のフライアッシュ、少量のセメントと水を混合することで製造されており、産業副産物として火力発電所から製造されるフライアッシュにより生産されるため、リサイクル材料として注目されている。GCAは水和反応によって強度を発現し、その際にGCA内部へ多孔質の構造を構築する。GCAは堆積泥の性状や周辺海域の水質を改善するために利用されており、GCAによる還元物質の吸着や藻類(特に珪藻)の繁茂などが報告されている。さらに、この水和反応によって生成した多孔質構造は Ca^{2+} 等のイオン溶出効果や極性による吸着効果を持ち栄養塩類とされる PO_4^{3-} や NH_4^+ の固定・吸着効果も発揮する。

一方でボトムアッシュは、フライアッシュと比較して利用価値が低く、栄養塩の吸着能力も未確認である。そこで、本研究では、ボトムアッシュを使用したGCAを作成し、栄養塩の吸着効果の検証を行った。

3. 共同研究スケジュール

2019年8月9日 出国

2019年8月10日～2019年9月2日 研究、プレゼンテーション

2019年9月3日 帰国

4. 共同研究派遣先の概要

大学名：釜慶大学

所在地：韓国 釜山

指導教員：Assistant Professor Kyung-hoi Kim

5. 共同研究内容

5.1 概要

石炭灰の中で、化学反応が得られやすいのはフライアッシュである。フライアッシュの主な化学組成はシリカ(SiO_2)であり、ポゾラン反応性もあるようにカルシウム(CaO)等のアルカリ刺激によって得られる。このように、フライアッシュは多く利用されているが、ボトムアッシュはあまり利用されていない。特に Ca^{2+} の溶出や SiO_2 の溶出も少なく、効果も未明である。そこで、本研究ではフライアッシュの代わりに、ボトムアッシュを投入する。また、その効果の性能並びに、 Ca^{2+} 溶出材(P_04 の固定効果)としてカキ殻を投入し、効果の検証を行った。

5.2 実験方法

ボトムアッシュを使用したGCA(Granulated Coal Ash)のリン吸着効果の検証を行った。GCAの配合材料は、ボトムアッシュ、牡蠣殻(800℃で燃焼したもの)、セメントを合成してボトムアッシュを使用したGCAを作成した。次にGCAを粉砕し、粒径45～355 μm 内の粉末を実験の試料とした。この試料の0.5gをリン溶液200mLの中に投入し、濃度差によるリンの吸着量の変化の考察を行った。リンの濃度は20, 40, 60, 80, 100, 120, 140mg/Lである。リンの吸着能力の評価はカルシウム濃度の経時的変化やラングミュアの吸着等温式、Freundlich式等を用いて評価を行った。

フロイントリッヒ式を以下に示す. q :吸着量 (mg/L), 平衡濃度 C (mg/L), K_f は最大吸着量, n は定数 n は1 から 10 の範囲で良好な吸着能力を示すといわれている.

$$\text{Log}q = 1/n \log C + \log K_f$$



pic.1 Method

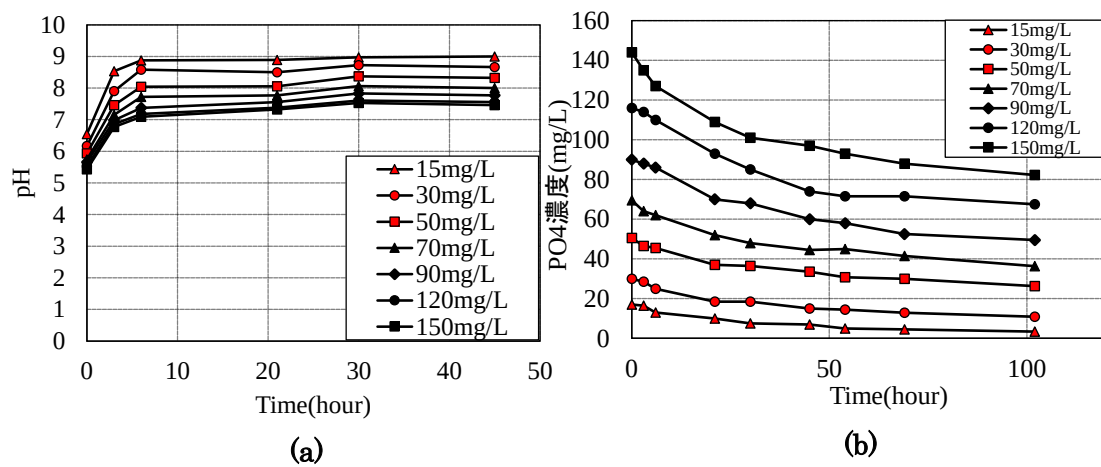


Fig.1 Temporal change of

(a) PO4 concentration

(b) pH

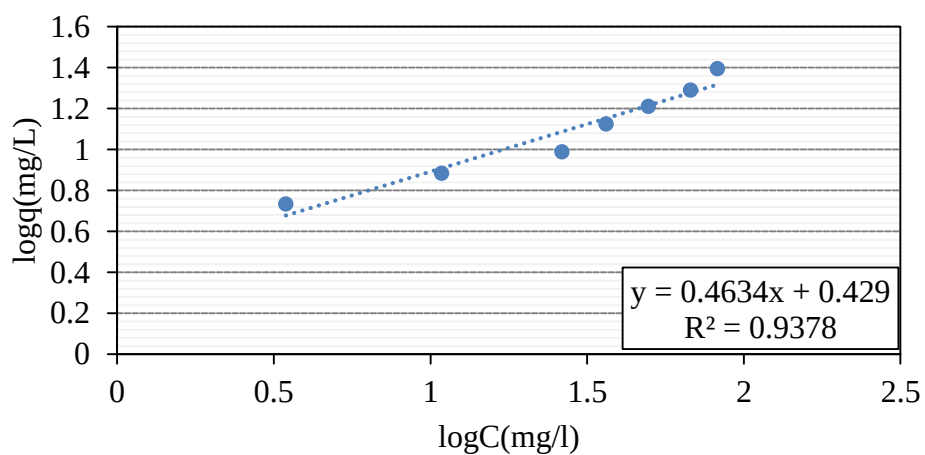


Fig.2 フロイトリッヒ則算出結果

5.3 実験結果

Fig. 1 に溶液中のリン濃度, pH 濃度の経時的変化を示した. リン濃度が低下していくに従って, pH は常に上昇していることが分かる. これは以下に示すように, $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2\text{aq}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{aq} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ により pH が上昇しこと, またカルシウムが溶出した事により, リン酸イオンの固定 ($2\text{P}_043 + 3\text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{P}_04)_2$) が進行していることが想定される.

Fig. 2 にフロイトリッヒ則の算出結果を示した. 前節でも述べたように q :吸着量 (mg/g), 平衡濃度 C (mg/L), K_f は最大吸着量, n は定数 n は 1 から 10 の範囲で良好な吸着能力を示すといわれている. 実験結果より, $n=2.158$, $K_f=2.685$ であった. よって, n の定数結果により, ボトムアッシュとカキ殻の組み合わせは, 良い吸着能力を示すことが期待される. 今後は, この実験結果を評価するために, 他のマテリアルと比較する必要がある, 例えば, フライアッシュのみ使用したリンの吸着実験結果では, $n=1.308$, $K_f=9.58$ であったことや, 酸性化したフライアッシュやモンモリロナイトを含んだパリゴルスガイト, ボトムアッシュとカキ殻のみを使用した GCA (今後韓国で実施する予定) などを比較していく予定である.

6 所感

韓国の学生と一緒に過ごしていて, 学ぶべきところが多くありました. 韓国の学生は, いろんな事に興味を持ち, 興味を持ったこと (実験等) は積極的に実施すると感じました. 他の人の実験に常に興味を持ち, 疑問に思ったことはすぐ質問する姿勢は見習おうと思いました.

韓国の学生は, 日本の学生と比較しても非常に英語が堪能の人が多く, 感心いたしました. 自分の英語能力の低さを痛感し, 更に英語学習意欲向上につながりました.

7. 謝辞

キム先生をはじめ, Marine environmental system laboratory メンバーの方々には大変お世話になりました. 実験の手伝いや, アドバイスをいただいただけでなく, 韓国料理の美味しいお店や休日には観光名所にも連れて行っていただきました. 厚く御礼を申し上げます. また, このような貴重な機会を与えていただいた日比野准教授に厚く御礼を申し上げます. 最後に, 海外共同研究プログラムをサポートして下さいました実行委員の諸先生方, 学習支援グループ国際事業担当の皆様に深く御礼申し上げます.
