

二酸化炭素高溶存溶液 (CO₂-UFB水) を用いた焼却灰埋立層中和の検討 (その3)

○(正)宮脇健太郎¹⁾、深井 晴之²⁾、松本紋奈³⁾

¹⁾明星大学、²⁾元 明星大学(現:日立造船)、³⁾元 明星大学

はじめに

- ・一般廃棄物最終処分場の埋立物は焼却残渣が主で、埋立層は常にアルカリ性を維持、埋立終了後も長期間にわたり浸出水が高pHを示し排水基準(8.6)に達しない処分場が存在
- ・二酸化炭素CO₂気体を用いた焼却灰の中和・重金属不溶化の検討事例は多く、一定の効果が報告、焼却灰粒子内部へはCO₂が到達せず、十分な炭酸화가進まないことが課題
- ・被覆型最終処分場では、人工散水を用いた水分管理(粉塵抑制および安定化促進)が実施
- ・水中に気泡を多量に存在させる技術(ウルトラファインバブル:UFB)が様々な分野で検討されているが、処分場分野でのUFBのCO₂使用例は非常に少ない¹⁾。
- ・UFBは長時間水中で存在すると言われており、焼却灰層の微細空隙等にも到達できる可能性(反応機構は未知)について検討²⁾

- ・飽和濃度の二酸化炭素高溶存溶液(以下CO₂-UFB水)及び二酸化炭素溶存溶液(CO₂水)を模擬埋立層(カラム)に供給し、浸出水pH・水質変化および試験後の焼却灰粒子表面観察結果を報告

試験方法

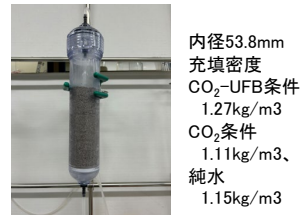
二酸化炭素溶存水

CO₂高溶存溶液生成用装置(以下CO₂溶存装置):UFB発生ループ流式OKノズル+ポンプ(写真1)
3L角形容器(2L純水)、気相部をCO₂置換、200mL/min 流量で容器内溶液をポンプにて循環通水、ノズル側方から容器気相部の気体を吸引
一部溶液についてUFBの個数濃度、平均粒径をFBIA3-1-1:2017により計測



試料およびカラム流入水

焼却灰:一般廃棄物焼却灰(2023年採取:含水率18.1%)
カラム流入水:CO₂-UFB水、CO₂水および純水



焼却灰層中和試験(カラム)

- 1) CO₂-UFB水条件:溶液を焼却灰層(層厚150mm)に50mL/h(降雨量換算22mm/h)で流入し、下部からの流出液を1日1回採水しpH、EC、ORP、IC(無機炭素濃度)、Caを測定(約22日継続)。
- 2) CO₂水および純水条件:溶液を焼却灰層(層厚150mm)に100mL/h(降雨量換算44mm/h)で流入し、下部からの流出液を1日1回採水(6日継続)

通水後の焼却灰粒子表面観察

試験後の焼却灰および原灰について、減圧乾燥後、走査型電子顕微鏡SEMIにて表面観察、付属の蛍光X線分析EDXを用いて元素組成を確認(炭酸カルシウム生成の推定)

実験結果および考察

(1) 二酸化炭素溶存溶液UFB個数濃度および平均粒径
一部の溶液の計測を実施、CO₂-UFB水:個数濃度1.6×10⁷個/mL、平均粒径199nm、CO₂水:個数濃度1.9×10⁷個/mL、平均粒径193nm、空気:個数濃度2.3×10⁷個/mL、平均粒径133nm
CO₂100%でのUFBノズルの効果は現時点では確認できなかった。

(2) 焼却灰層の二酸化炭素溶存溶液による中和(図1)
<CO₂-UFB水>

- ・pHはL/S60程度で、pHは8.0まで低下、ICは同時に上昇(=ほぼ中和終了)
- ・Caは初期に洗い出し濃度低下→pH低下と同時に上昇

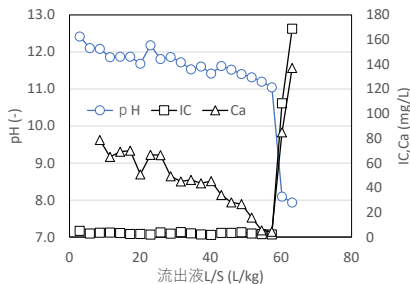


図1 流出液pH, IC, Ca (CO₂-UFB水)

実験結果および考察(続き)

<CO₂水および純水>

- ・流入水量が倍量にしているが、CO₂水のpH、IC、Caは概ねCO₂-UFB水と類似した傾向となった。純水については、高pH低ICを持続(図2、3、4)
- ・六価クロムについては、全条件のプロットを行った。流入量は異なるがCO₂存在の影響で濃度が一時的に上昇する傾向(図5)

(3) 通水後の焼却灰粒子表面観察

- ・溶存したCO₂との接触により、焼却灰表面に何らかの生成物が生じていることを確認(写真3:凹凸箇所、平面箇所)
- ・Ca、O、Al、Siなどが検出されCaCO₃の存在が予想(図6)
- ・付属のアプリケーションにより求めた含有元素と原子数濃度によると、Ca:C:O=1:1:3より凹凸部のCa化合物中45%程度がCaCO₃と推測(表1)

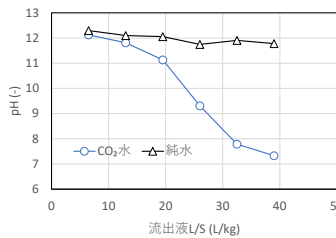


図2 流出液pH (CO₂水)

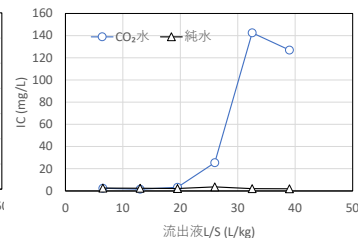


図3 流出液IC (CO₂水)

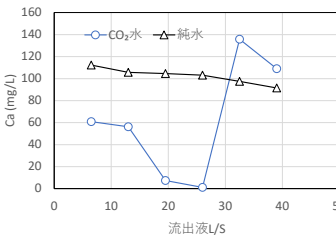


図4 流出水Ca (CO₂水)

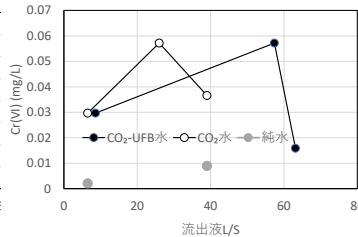


図5 流出水Cr(VI)

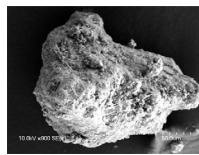


写真3 SEM画像(未処理焼却灰、通水後焼却灰)

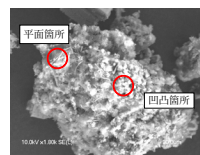


図6 凹凸部EDXスペクトル

図6 凹凸部EDXスペクトル

表1 EDXデータ解析(凹凸部:原子数濃度) 表2 EDXデータ解析(平面部:原子数濃度)

元素	6 C	8 O	11 Na	12 Mg	13 Al	元素	6 C	8 O	11 Na	12 Mg
原子数濃度(%)	8.99	65.08	0.95	0.48	10.57	原子数濃度(%)	9.81	56.89	0.52	0.49
元素	14 Si	17 Cl	20 Ca	42 Mo	合計	元素	13 Al	14 Si	17 Cl	20 Ca
原子数濃度(%)	4.7	0.51	8.56	0.15	100	原子数濃度(%)	9.78	4.17	0.26	18.08

まとめ

UFBの焼却灰表面への効果は現時点では確認できていないが、高溶存二酸化炭素溶液により焼却灰表面を緩慢に中和し、表面が密実でない結晶状態で反応できることは確認

【参考文献】

- 1) 崎田省吾他:ウルトラファインバブル水を用いた都市ごみ焼却灰の脱塩処理、第32回廃棄物資源循環学会研究発表会(2021)
- 2) 宮脇健太郎他:二酸化炭素高溶存溶液を用いた焼却灰埋立層中和の検討(2)、第34回廃棄物資源循環学会研究発表会(2023)

謝辞: 焼却灰等試料提供いただいた関係者に感謝します。本研究は、JSPS科研費JP20K12227 の助成を受けたものです。

連絡先

明星大学理工学部総合理工学科
宮脇健太郎
miyawaki@es.meisei-u.ac.jp



研究室QRコード