

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（その4）

○（正）宮脇健太郎¹⁾、岩谷健人²⁾¹⁾明星大学、²⁾ 明星大学（現：東京都）

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、埋立終了後長期間で浸出水が高pHを示し排水基準（陸域8.6以下、海域9.0以下）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、十分な炭酸化が進まない**ことが課題
- また、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ウルトラファインバブル：UFBが様々な分野で検討、処分場分野での**UFBのCO₂使用例は少ない**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や焼却灰粒子表面のSEM-EDX観察でのCaCO₃形成についてについて検討²⁾→検討継続中
- CO₂ 100%でのUFB存在量が少ない（予想されていたが溶存性が高い気体のため）という課題²⁾

・CO₂50%大気50%条件での二酸化炭素高溶存溶液（以下CO₂-UFB水により）で模擬埋立層（カラム）に供給（過去はCO₂ 100%）

試験方法

二酸化炭素溶存溶液

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（3L純水）、気相部をCO₂ 50%大気50%とし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（4mL/min）、一部溶液についてUFBの個数濃度、平均粒径をFBI A3-1-1:2017（Nano Sight NS300）により計測

模擬埋立層、試料、カラム流入水

模擬埋立層：内径53.8 mm 充填高さ150mm、充填密度CO₂-UFB条件1.26 kg/m³、純水条件1.30 kg/m³

焼却灰：一般廃棄物焼却灰（2024年採取：含水率17.3%）

カラム流入水：CO₂-UFB水および純水

焼却灰層中和試験（カラム）

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回採水しpH、電気伝導率EC、酸化還元電位ORP、無機炭素濃度IC、Ca、Cr(VI)を測定（約11日継続）

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(CO₂ 50%、3ループ：循環45分)：個数濃度**7.2 × 10⁷個/mL**、平均粒径165nm（前報CO₂ 100%：1.6 × 10⁷個/mL）

(2)焼却灰層の二酸化炭素溶存溶液による中和

・pHはL/S40程度で、**pHは8.0まで低下**、純水条件では洗い出しによるpH低下は見られない。（図1）

・ICはpH低下と同時に上昇（＝主に水みち周辺は、中和終了し未反応の炭酸が流出）（図2）

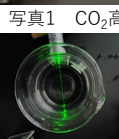
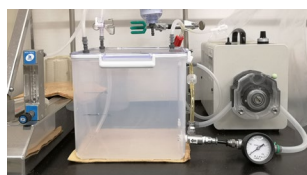


写真2 UFBの確認
気泡によってレーザー光が散乱

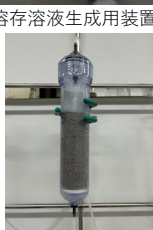


写真3 焼却灰充填カラム

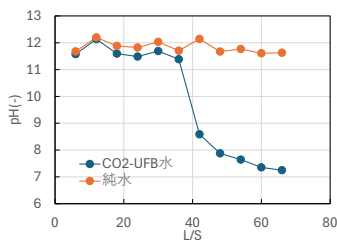


図1 流出液pH

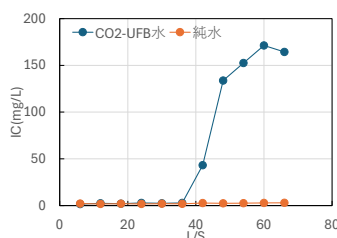


図2 流出液IC（無機炭素）

実験結果および考察（続き）

- ・Caは、純水に比べ低い値を示し、**pH低下と同時に（L/S40付近）に濃度が上昇**した。初期に炭酸塩化が進み、pH中性→HCO₃⁻濃度上昇に伴い初期の生成CaCO₃の再溶解？残存Ca(OH)₂溶解？（図3）
- ・ECは、初期の塩類洗い出しと、後半のCa溶出を反映（図4）
- ・ORPも、pH上昇と合わせて上昇（還元性物質の減少含）（図5）
- ・Cr(VI)は、報告例³⁾があるが、CO₂吸収などと同時に溶出（図6）
- ・カラム通水後の焼却灰の溶出試験結果について、**pHでは、上層から中和が進行、全層でpH9-10程度**。本課題ではないが重金属不溶化にとっては良好な領域（純水では変化なし）（図7）
- ・ECでは、純水と比較し洗い出しが進行した可能性（図8）

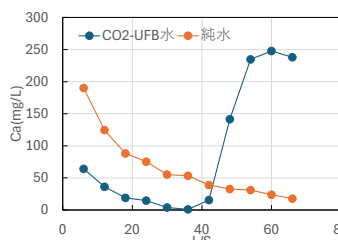


図3 流出液Ca

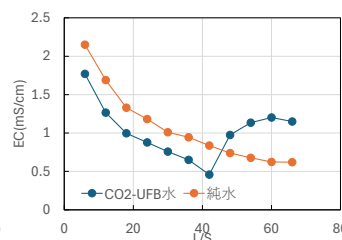


図4 流出液EC

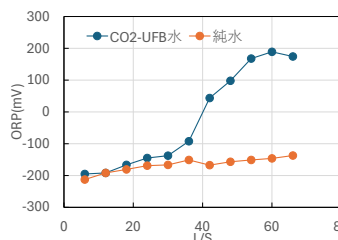


図5 流出液ORP

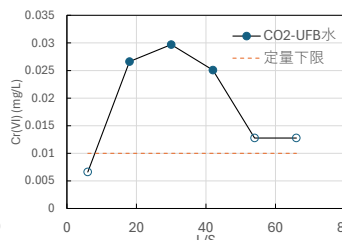


図6 流出液Cr(VI)

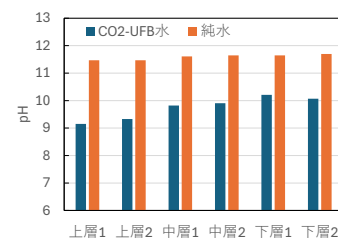


図7 通水後溶出試験pH

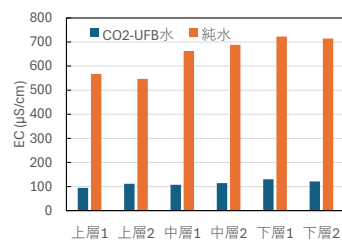


図8 通水後溶出試験EC

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水みち周辺の焼却灰表面の緩やかな中和が確認
- ・CO₂ 50%条件でUFBがCO₂ 100%条件より増加（ただしIC低下）
- ・埋立焼却灰自体の適切なpH域へ中和
- 今後、CO₂濃度などの最適条件などを検討

【参考文献】

- 1) 埼玉県吾他：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（3）、第35回廃棄物資源循環学会研究発表会(2024)
 - 3) 繁泉 恒他：清掃工場の排ガス・回収 CO₂ を用いて促進炭酸化処理を施した焼却灰の溶出および力学特性、廃棄物資源循環学会論文誌、31巻、p116-130 (2020)
- 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