

金属ナトリウムによるダイオキシン類無害化の汎用性試験

飛鳥建設（株） 正会員 羽原 啓司

1. はじめに

残留性有機汚染物質の一つであるダイオキシン類は、人間の生活環境に直接的もしくは間接的に影響を及ぼしている。生活環境のなかでも、地盤環境は大気環境や水環境に比べて部分的にダイオキシン類を多量に吸着等しているケースが多い。そこで、地盤環境に関わりのある汚染媒体の修復を目的として、金属ナトリウムを還元剤として用いる無害化技術「DCR²⁾脱ハロゲン化技術」の汎用性試験を試みた。すでに、関東ローマ主体の模擬汚染土を用いた試験では、金属ナトリウム添加量に応じて分解効率が向上することが確認されている¹⁾。本試験では、縦型ボールミル（タワーミル）を使用し、3種類の汚染媒体（低・高濃度焼却灰及び廃棄物混入土）にて、媒体を変化（ダイオキシン類濃度や性状）させた場合の無害化効率を検討した。その結果、金属ナトリウムによるダイオキシン類無害化の汎用性に関する知見を得たのでここに報告する。

2. 金属ナトリウムによるダイオキシン類の無害化技術

本試験では、金属ナトリウムによる無害化技術として、ドイツのハノーバー大学の名誉教授であるベルジング博士が開発したDCR (Dispersing by Chemical Reaction) 脱ハロゲン化技術を適用した。技術原理としては（図1参照）、不活性ガス(N₂gas)雰囲気下において、汚染媒体を金属ナトリウム及び触媒とともに粉碎・混合することにより、ダイオキシン類を脱ハロゲン化させる方法である。

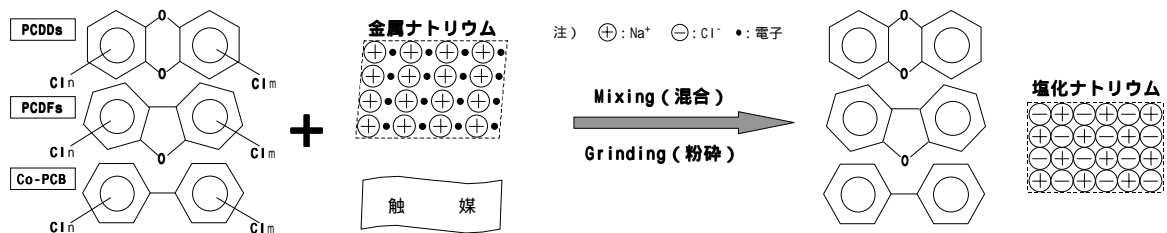


図1 技術原理の概要

3. 試験機械

ダイオキシン類を無害化するための機械として、縦型ボールミルを用いた。縦型ボールミルは（図2参照）機械本体に設置されている駆動装置により反応容器内中心のスクリューを回転させ、反応容器内に充填された粉碎用ボールによって対象媒体を粉碎・混合する仕組みとなっている。

4. 試験用試料

試験用の試料として低濃度焼却灰、高濃度焼却灰及び廃棄物混入土の3種類を用いた。3種類の試料のダイオキシン類濃度を表1に、物性を表2に示す。

表1 各試料のダイオキシン類濃度

| 試料名 | ダイオキシン類濃度(毒性等量) |
|--------|-----------------|
| 低濃度焼却灰 | 1,700 pg-TEQ/g |
| 高濃度焼却灰 | 44,000 pg-TEQ/g |
| 廃棄物混入土 | 550 pg-TEQ/g |

図2 縦型ボールミルの概要

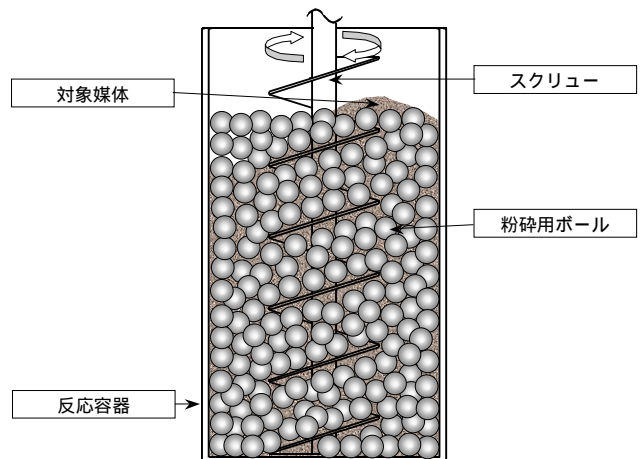


表2 各試料の物性

| 試料名 | 強熱減量(%) | pH |
|--------|---------|------|
| 低濃度焼却灰 | 12.8 | 12.2 |
| 高濃度焼却灰 | 10.2 | 11.4 |
| 廃棄物混入土 | 16.0 | 8.4 |

キーワード ダイオキシン類、無害化、脱ハロゲン化、金属ナトリウム、残留性有機汚染物質、地盤環境

連絡先 〒102-3882 東京都千代田区三番町二番地 TEL: 03-3288-6506 FAX: 03-3222-6116

5. 試験方法

廃棄物混入土については、廃棄物などの異物を取り除くことを目的として目開き0.85mmの篩をかけ、通過したものを試料として用いた。焼却灰は篩などによる分級をおこなわず、そのままの状態を試験を実施した。試験方法を図3に示す。

【乾燥工程】110で24時間乾燥させた各試料を、反応容器内に粉碎ボールとともに投入し、残余水分等を完全に除去することを目的として、不活性ガス(N₂gas)雰囲気下で15分間粉碎・混合した。

【脱ハロゲン化工程】乾燥工程後、規定量の金属ナトリウムと規定量の1/2の触媒を添加し粉碎・混合、30分後、残り半分の触媒を添加し、さらに30分間粉碎・混合し、脱ハロゲン化反応を終了とした。

試験ケースを表3に示す。各試験ケースともに、反応容器を180に加熱した状況下で、試料乾燥重量に対する金属ナトリウム添加量を低・高濃度焼却灰の場合1,3,5%の3水準に、廃棄物混入土の場合1,3%の2水準に設定し、ダイオキシン類の分解効率を確認した。なお、触媒の添加量については、各ケース共通して、金属ナトリウム添加量の1/2重量として設定した。

6. 試験結果

処理後のダイオキシン類の分解効率を試料別に図4, 5, 6に示す。金属ナトリウムの添加量に応じて分解効率が向上されることが確認できる。焼却灰の場合、低濃度と高濃度を比較すると金属ナトリウムの添加量が1%及び3%では、無害化されず残留するダイオキシン類の濃度に差が生じているが、添加量5%ではほぼ近い値になっている。この結果より、濃度等が変化した場合でも金属ナトリウムによりダイオキシン類が分解できることが確認できる。

7. まとめ

金属ナトリウムによるダイオキシン類の無害化が、比較的広範囲な汚染媒体に汎用性を有している。

廃棄物などの異物が混入している土壌に対しても有効である。

ダイオキシン類の分解効果と金属ナトリウム添加量の相関は、単純な比例関係ではなく、ある一定量の添加量をこえると分解効率が徐々に低減していく関係になっている。

金属ナトリウムの添加量を増加させることによりダイオキシン類を無害化させることは可能であるが、過剰な添加はコストや安全性などの面で問題があるため、最適な添加量を設定する必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 羽原 啓司他「DCR脱ハロゲン化技術によるダイオキシン類汚染地盤修復の実証試験」, 第38回地盤工学研究発表会(投稿中), 2003.7
- 2) F.Bolsing: Dispersing by Chemical Reaction Technology, Remediation Engineering of Contaminated Soils, Marcel Dekker, Inc., pp849 ~ 929, 2000

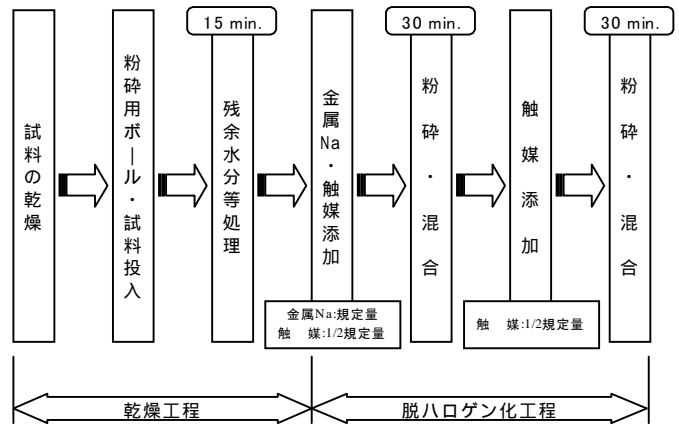


図3 試験方法

表3 試験ケース

| No. | 試料の種類 | 試料乾燥重量 (g) | 金属Na添加量 (g) | 触媒添加量 (g) | 反応時間 min. | 加熱温度 (°C) |
|-----|--------|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| A-1 | 低濃度焼却灰 | 300.0 | 3.0 | 1.5 | 60 | 180 |
| A-2 | | 300.0 | 9.0 | 4.5 | | |
| A-3 | | 300.0 | 15.0 | 7.5 | | |
| B-1 | 高濃度焼却灰 | 550.0 | 5.5 | 2.8 | | |
| B-2 | | 550.0 | 16.5 | 8.3 | | |
| B-3 | | 550.0 | 27.5 | 13.8 | | |
| C-1 | 廃棄物混入土 | 700.0 | 7.0 | 3.5 | | |
| C-2 | | 700.0 | 21.0 | 10.5 | | |

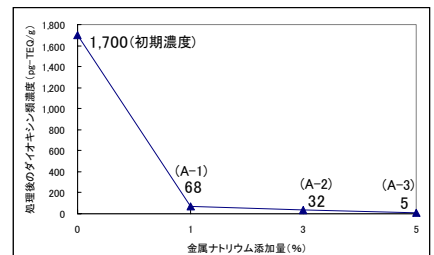


図4 DXNs 分解結果 (低濃度焼却灰)

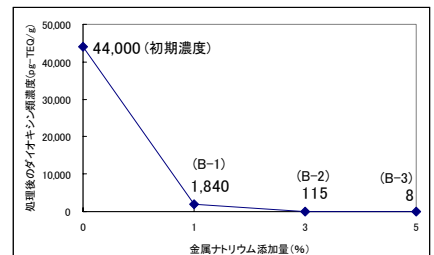


図5 DXNs 分解結果 (高濃度焼却灰)

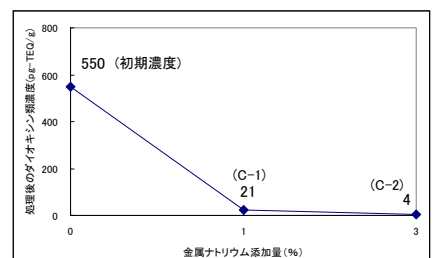


図6 DXNs 分解結果 (廃棄物混入土)