

自然由来ヒ素汚染土壌の分離浄化処理工法の開発 -各処理工程の検討-

前田建設工業(株) 正会員 ○岩田 将英 前田建設工業(株) 正会員 山本 達生
前田建設工業(株) 正会員 野田 兼司 前田建設工業(株) 正会員 須江 まゆ

1. はじめに

近年、地下構造物が輻輳する大都市圏では大深度地下での建設工事が増え、その過程で遭遇する自然由来ヒ素汚染土の処分方法が大きな課題となっている。そこで、工事にて発生した自然由来ヒ素を含む泥水にヒ素吸着能力に優れた特殊鉄粉を添加し、遠心分離と磁性分離の二段階分離により鉄粉を回収することで、自然由来ヒ素を土壌環境基準値(0.01mg/L)以下まで浄化する処理工法を開発した。本報告は、開発工法の各処理工程における検討結果について報告するものである。

2. 工法概要

自然由来ヒ素汚染地盤を対象とした工事において発生する泥水中のヒ素を鉄粉に吸着させ、吸着後の鉄粉を遠心分離・磁選分離の二段階で回収する図-1に示す浄化工法を考案した。以下にヒ素吸着工程、鉄粉回収工程の概要について示す。

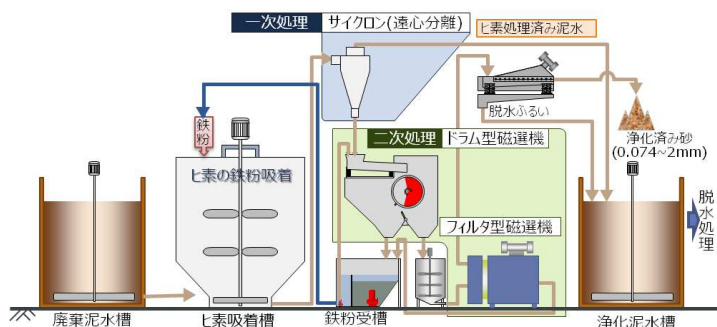


図-1 自然由来ヒ素の分離浄化工法概要図

3. ヒ素吸着工程

本工法で使用する鉄粉を写真-1に示す。この鉄粉の特徴は、①従来の同様技術で用いられる鉄粉に比較して平均粒径が約6倍程度大きい、②比表面積が大きい(多孔質形状)ためヒ素等の重金属類の吸着性能が高いことである。そこで、本鉄粉を使用した室内試験を実施し、そのヒ素吸着能力の確認を行った。

3-1. 試験方法

自然由来ヒ素実汚染土壌を使用し、泥水密度 1.32t/m³の模擬泥水を調整し供試試料とした。この泥水に鉄粉を添加し、所定時間反応させた後に磁石を使用し泥水中から鉄粉を回収した。鉄粉回収後の泥水を固液分離し、固相からのヒ素溶出量、液相中のヒ素濃度の測定を行った。

3-2. 試験結果

試験結果を図-2, 3に示す。なお、図-2における反応時間は30分、図-3における鉄粉添加量は0.3wt%-DS(泥水中の乾燥土壌重量あたりの鉄粉添加重量)である。図-2, 図-3より、鉄粉添加量0.3wt%-DS以上、反応時間30分以上の条件にて、模擬泥水中のヒ素を環境基準未満に浄化処理できることが確認された。

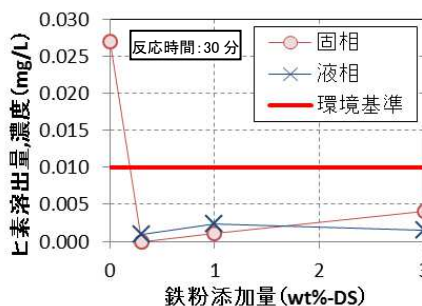


図-2 鉄粉添加量とヒ素溶出量、濃度

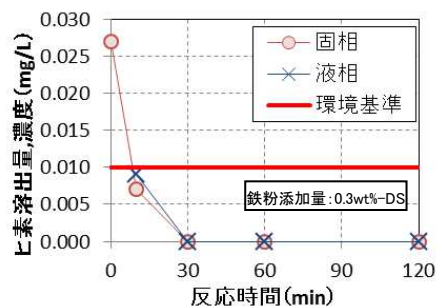


図-3 反応時間とヒ素溶出量、濃度



写真-1 ヒ素浄化鉄粉

キーワード 自然由来ヒ素, 分離浄化, 鉄粉, 遠心分離, 磁選分離

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株) 土木技術部 (TEL)03-5276-5166

4. 遠心分離工程

本工法では、ヒ素の吸着処理に使用した鉄粉を泥水中から回収する必要がある。安価かつ汎用的な比重分離設備としてサイクロン（写真-2）があるが、従来の同様技術で用いられる鉄粉では粒径が細かいため十分な分離ができない。しかしながら、本工法で使用する鉄粉は粒径がそれらよりも大きいため、サイクロンでの分離が可能であると考えた。そこで、サイクロンを使用した泥水からの鉄粉分離試験を実施した。



写真-2 湿式サイクロン

4-1. 試験方法

笠岡粘土と珪砂を用いて2種類の模擬泥水を作成した。1つは笠岡粘土のみ、もう1つは砂分含有率が90%程度となるように調整したものである。泥水密度と鉄粉の種類を変えながら試験を実施した。なお、試験における鉄粉添加量は0.5wt%-DSとした。供試試料をサイクロンで分離し、その縮減率（オーバーフロー泥水量/全泥水量）、オーバーフロー泥水に移行する鉄粉割合（鉄粉流出率）を測定し、分離性能の比較検討を行った。

4-2. 試験結果

試験結果を図-4、5に示す。縮減率は70～90%となり、鉄粉は泥水中の砂分と共に濃縮されサイクロン下側から排出されることが確認された。また、図-5より、同様技術で用いられることが多い鉄粉は粒径が小さいため、サイクロンによる遠心分離では十分な分離が行えないことも併せて確認できた。

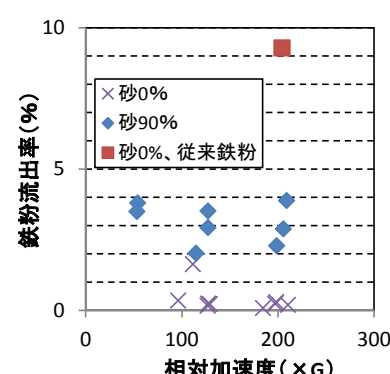
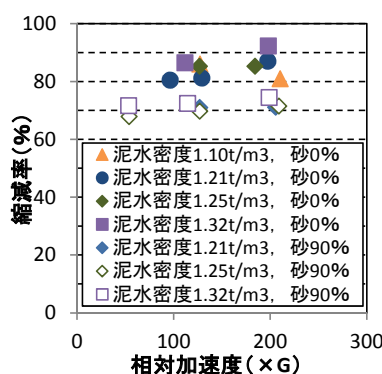


図-4 相対加速度と縮減率 図-5 相対加速度と鉄粉流出率

5. 磁選分離工程

サイクロン下側から排出される濃縮物には泥水中の砂分も含まれる。本工法では回収した鉄粉の繰り返し利用を想定しているため、この濃縮物を繰り返し利用した場合、濃縮物中の砂分含有率が上昇し続けることになる。そこで、サイクロン濃縮物から砂と鉄を分離するために、永久磁石を用いたドラム型磁選機（写真-3）と電磁石を用いたフィルター型磁選機（写真-4）による鉄粉回収試験を行った。

5-1. 試験方法

遠心分離工程の回収濃縮物を模擬した泥水を供試試料とし磁選分離機の性能確認試験を実施した。供試試料は、粘土質、砂質の2種類の土壌を用い作成した。供試試料をドラム型磁選機で処理し、ドラム型磁選機の非磁着分をフィルター型磁選機で処理した。処理後の泥水に含まれる鉄粉量を計測し鉄回収率を確認した。



写真-3 ドラム型磁選機

5-2. 試験結果

試験結果を表-1に示す。磁選機による鉄粉回収率は、95.9～99.7%であった。また、処理対象中の砂分が増加すると、鉄粉回収率が低下する傾向が確認された。今後は、装置の磁力や洗浄水量などの磁選機の運転条件を精査することにより、回収精度向上を図る予定である。



写真-4 フィルター型磁選機

表-1 磁性分離試験結果

原泥水			各工程後の総鉄回収率	
土壌主成分	含水比 (%)	鉄含有率 (wt%-DS)	ドラム型 (%)	フィルター型 (%)
粘土質	500	20	98.6	99.7
砂質	250	10	93.0	95.9

6. おわりに

本試験により、泥水中のヒ素を環境基準未満にできること、使用した鉄粉を95%以上回収できることが確認できた。本工法は、鉄粉回収の一段階目に汎用装置であるサイクロンを使用し、二段階目の磁選機への負荷を減らしている。これにより将来的な大量処理への適用が可能となると考えている。また、本工法を用い自然由来汚染地盤の杭工事の際に生じるヒ素を含む泥水の処理を行った結果について、別論文にて報告する。