

泥水式シールド一体型砒素浄化技術における微細粒分の分離について

清水建設株式会社 正会員 ○毛利光男 設楽和彦 石鍋誠一
江口 崇 山本千絵 田中仁志

1. はじめに

自然由来の重金属を含む地質は日本全域に分布するため、山地部および平野部における建設工事で微量の重金属を含む地質に遭遇する可能性は少なくない。首都圏においても湾岸部を中心に広い範囲の地質(固結シルトなど)に低濃度の砒素が含まれていることが知られている。自然由来の砒素を含む地質において泥水シールド工事を実施する場合には、掘進に伴い発生する大量の砒素汚染土壌を迅速かつ低コストで浄化する技術が必要不可欠となる。

本報告では、新しく開発した泥水シールド一体型の自然由来砒素汚染土壌の浄化技術の概要を説明した上で、要素技術の1つである微細粒分の分級技術に関する実験的検討結果について報告する。

2. 泥水シールド一体型砒素浄化技術の概要

新しく開発した泥水シールド一体型砒素浄化技術は、図-1 に示すように泥水式シールドの地上処理設備に(A)砒素抽出工程と(B)微細粒分の分級工程の2つの砒素浄化工程を組み込んだものであり、(1)従来の地上処理設備の設置場所以外に別途大きな用地を必要としないこと、(2)シールドの掘進速度に合わせた浄化処理が可能であることを特長としている。本砒素浄化技術の概要を図-1 と図-2 を用いて以下に説明する。掘削された①自然由来砒素汚染土壌は②シールド泥水として地上処理設備へ送られる。地上処理設備では、最初に追加工程(A)の③砒素抽出工程において抽出剤が添加され、②シールド泥水中の土壌粒子から砒素が液中に抽出される。このため、地上処理設備の④フルイ+サイクロンによって回収される粗粒分(>75 μm)、および⑤微細粒分の分級装置によって回収される細粒分(10~75 μm)の両方は砒素溶出量基準を満足する。⑤微細粒分の分級装置によって分離された泥水には、砒素濃度の高い微細粒分(<10 μm)と抽出された溶存態の砒素が含まれる。泥水中的の砒素は、脱水処理(フィルタープレス)の工程を経て濃縮汚染土(脱水ケーキ)となる。図-2 の例では、濃縮汚染土はシールド泥水(掘削土)の10%まで減容化される。なお、図-2 に示した微細粒分の分級点10 μm は目安であり、対象土壌の粒度構成によって5~15 μm の範囲で変わる。

3. 微細粒分の分級工程

微細粒分の分級装置には、廃水処理や化学工学の分野で固液分離に用いられているデカンタ型遠心分離機を使用した。微細粒分の分級装置の分離機構の概要を図-3 に示す。微細粒分の分級工程においては、feed はサイクロンオーバーフロー(スラリー)である。回転筒内へ供給された feed は遠心力によって回転筒内部の壁面に押し付けられ、feed に含まれる土壌粒子は回転体の壁面方向に沈降する。このため、壁面ほど粒径が大きい(内側ほど粒径

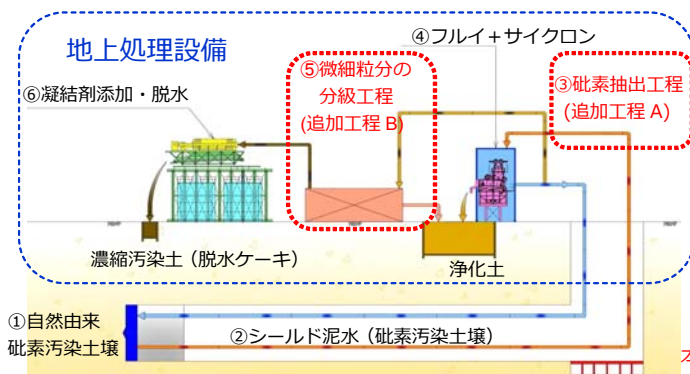


図-1 泥水シールド一体型の自然由来砒素浄化技術の全体図

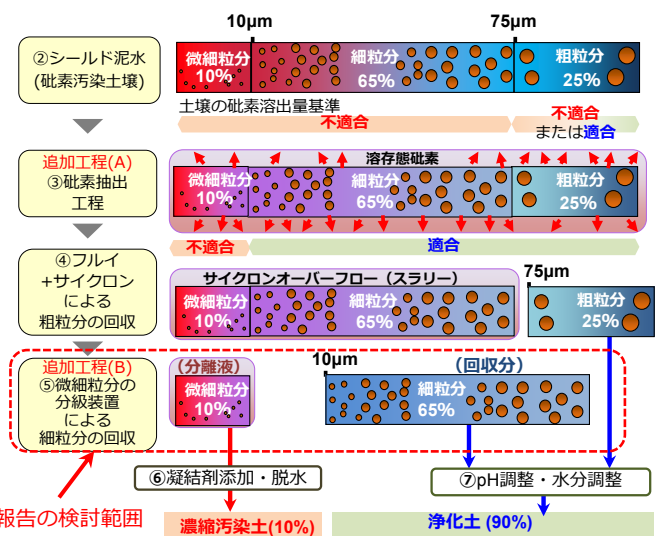


図-2 自然由来砒素汚染土壌の浄化処理フロー

キーワード 自然由来砒素汚染土壌、泥水式シールド、土壌浄化、微細粒分、分離

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株) エンジニアリング事業本部 土壌環境事業部 TEL: 03-3561-4313

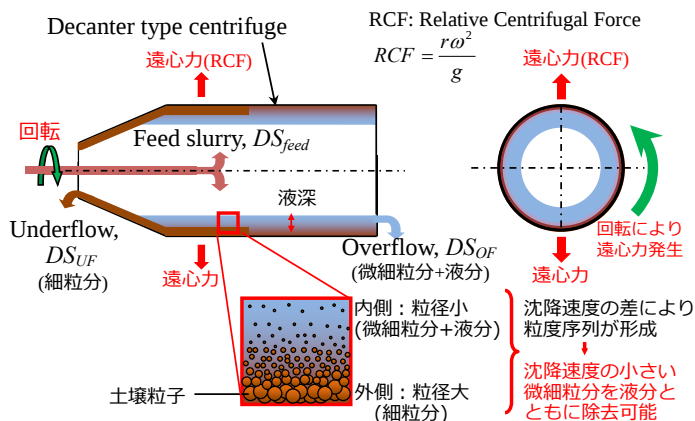


図-3 微細粒分の分級装置の分離機構

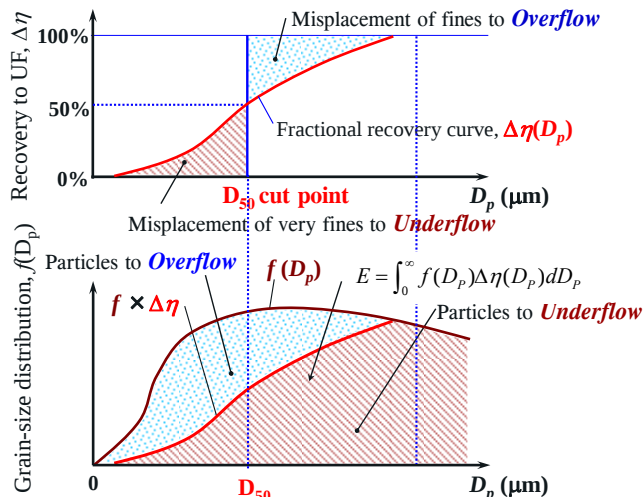
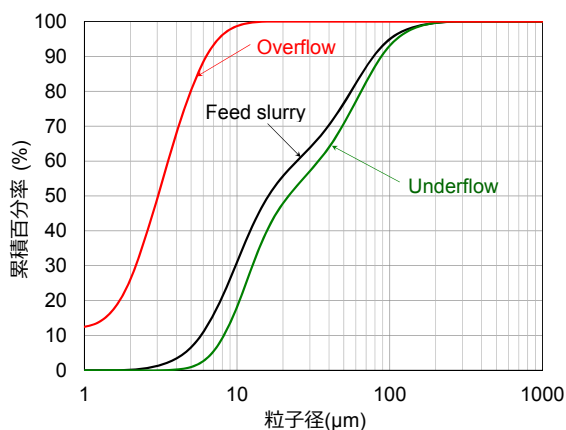
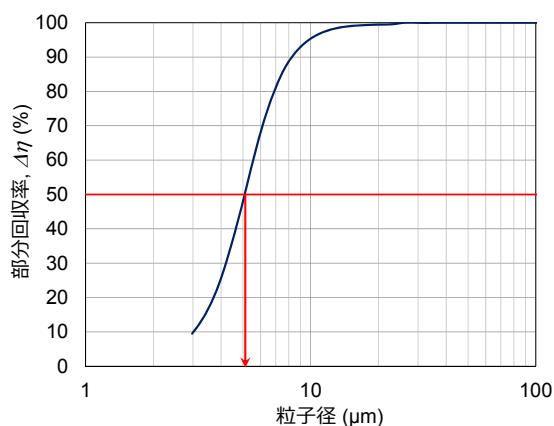
図-4 UFの回収率 E , 部分回収率 $\Delta\eta$, feed 粒度分布 f との関係

図-5 Feed, UF, OF の粒度分布(累積粒度分布)

図-6 デカンタ型遠心分離機の部分回収率 $\Delta\eta$ の計算結果

が小さい)という粒度序列が形成される。壁面の土壌粒子(粒径大)は左側出口から脱水されたアンダーフロー(UF)として連続的に排出され, 分離泥水(微細粒分を含む)は右端の堰からオーバーフロー(OF)として連続的に流出される。

4. 微細粒分の分離

部分回収率 $\Delta\eta$ のデカンタ型遠心分離機が粒度分布 f の feed を分級する場合の模式図を図-4 に示す。区間 ΔD_p の粒子が UF へ分級される量は $f(D_p) \Delta\eta(D_p) \Delta D_p$ であるため, UF の回収率 E は $E = \int_0^\infty f(D_p) \Delta\eta(D_p) dD_p$ で求められる。

微細粒分の分級実験における feed, UF, OF の粒度分布(累積)の例を図-5 に示す。これらの粒度分布はレーザ回折/散乱式粒度分布測定装置(Horiba, LA-950)を用いて測定を行なった。微細粒分(概ね粘土分)が分離された OF は $10\mu m$ 以下の粒子であり 50% 粒子径が $3\mu m$ であること, 細粒分(シルト~細砂分)が回収された UF は $200\mu m$ 以下の粒子であり 50% 粒子径が $22\mu m$ であることがわかった。微細粒分の分級実験において供給した feed, 回収した UF, および分離された OF の重量比率が測定されると, UF の回収率 E が得られる。回収率 E が既知となると図-4 に示した関係から UF への部分回収率 $\Delta\eta$ を求めることができる。図-5 に示した実験例では, UF の回収率 E は 88% であった。

図-5 に示した粒度分布データと UF の回収率 $E=88\%$ からデカンタ型遠心分離機の部分回収率 $\Delta\eta$ を計算した結果を図-6 に示す。図-6 より回収率が 50% の場合の粒子径が $5\mu m$ であることが認められる。これより近似的には, この実験条件における微細粒分の分級は $5\mu m$ で行われるとみなしても良いことがわかった。

5. まとめ

粒度分布データと UF の回収率 $E=88\%$ からデカンタ型遠心分離機の部分回収率 $\Delta\eta$ を計算した結果, 本実験条件における微細粒分の分級は $5\mu m$ で行われることが認められた。

参考文献

- 1) 設楽和彦, 毛利光男, 石鍋誠一他: 泥水シールド一体型の自然由来砒素汚染土壌の浄化, 第 50 回地盤工学研究発表会(投稿中), 2015.
- 2) 毛利光男, 田中仁志, 赤木寛一: 土壌洗浄における液体サイクロン系統のモデル化, 水環境学会誌, Vol.27, No.8, pp.535-540, 2004.
- 3) 毛利光男: 泥水式シールド対応の自然由来砒素汚染土壌の新しい浄化技術, 環境管理, Vol.50, No.7, pp.31-34, 2014.