

油や放射能汚染などの土壌洗浄・濁水処理 及び混合技術

混合器として水噴流型混合器を利用した土壌洗浄及び濁水処理

藤井 忠 広

汚染土壌の汚染物質は、油・有機物や粘土のような微細粒子等がある。その浄化方法として水を使用した土壌洗浄とその際発生する濁水処理の概念を説明する。

その概念を実現する基幹技術である土壌と水又は濁水と凝集剤の混合技術としての水噴流型混合器を解説する。更には土壌洗浄や濁水処理の実績内容を紹介する。

キーワード：土壌洗浄，濁水処理，混合，放射能汚染土壌，油汚染土壌，フッ素汚染土壌，粘土汚染農地，大腸菌汚染砂，凝集剤混合

1. はじめに

最近でも、工場跡地や農地などで汚染土壌が存在している。汚染物質は、油・有機物質・フッ素・粘土のような微細粒子や放射能物質を含む微細粒子など多岐にわたる。

その土壌浄化工法は、掘削廃棄・薬液注入処理・熱分解処理及び水による土壌洗浄などがあり、汚染状態や施工環境条件に適した工法が採択されている。

今回は、油・微細粒子や放射能物質などの汚染土壌浄化に実績のある水による土壌洗浄の概念と濁水処理・それらに共通する混合機能のある水噴流型混合技術及び実施例の概要を記述する。

2. 土壌洗浄と濁水処理

土壌洗浄では土壌と水の混合操作・混合物から洗浄土壌を得るための分級操作が必要である。その分級操作で濁水が発生するので、濁水処理では濁水と凝集剤の混合・発生フロックの分級操作を行う。この概念を図-1で説明する。

(1) 名称の説明

図-1で使用する名称の内容を表-1に記載する。

(2) 土壌洗浄¹⁾

汚染土壌の組成は、岩石の粒子群・汚染物質及び含有水から成り立っている。

汚染物質の形態は、油・有機物のような液体であっ

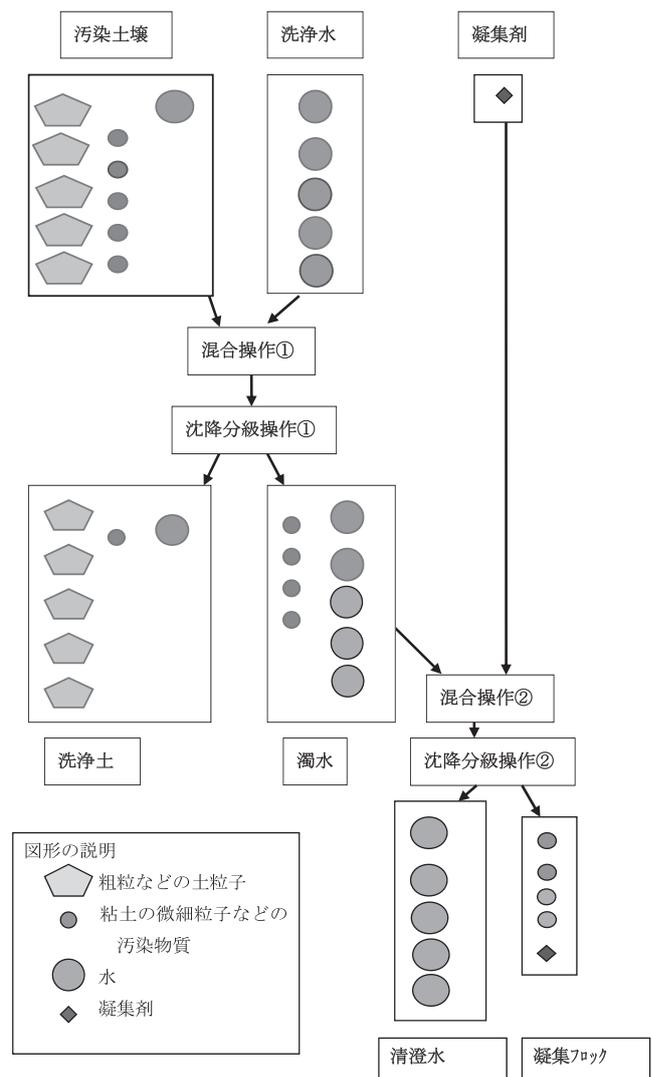


図-1 土壌洗浄フロー

表一 名称の説明

汚染土壌	土壌洗浄の対象物であり、土壌粒子・汚染物質及び含有水から構成されている。汚染物質として、油・有機物・粘土のような微細粒子土壌や放射能物質等がある。砂場の大腸菌を含む砂も一種の汚染土壌である。
洗浄水	汚染土壌と混合させて、土壌スラリーを作るための水である。水量は汚染土壌重量と同程度を使用するケースが多いが、目標とする洗浄条件から設定する。
凝集剤	土壌スラリーから洗浄土壌を分離する。その際発生する濁水を凝集処理するための凝集剤である。凝集剤は粉末の無機系凝集剤を使用しており、添加量は濁水量の50 ppm から 200 ppm 程度である。
混合操作①	汚染土壌を洗浄水と混合して、土壌の粒子が水に分散した状態の土壌スラリーを作る操作である。土壌中の汚染物質もスラリーとして水に分散される。
沈降分級操①	土壌スラリーを沈降分級操作して、洗浄土壌と濁水に分ける。沈降物を洗浄土壌として回収する。汚染物質は洗浄水量に逆比例して希釈される。
洗浄土壌	沈降分級操作①の沈降分離した土壌である。洗浄土壌含有水の汚染物質濃度は希釈されているので、土壌中の汚染物質量は減少している。
濁水	沈降分級操①で土壌スラリーから分離した濁水である。粘土などを含む大部分の汚染物質が濁水に含まれる。
混合操作②	濁水と粉末の無機系凝集剤を混合する。
沈降分級操作②	混合操作②で生成した凝集フロック水を沈降分級して、清澄水と凝集フロックに分離する。
清澄水	汚染物質を除去した水である。但し凝集しない汚染物質はここに含まれる。
凝集フロック	汚染物質の大部分が凝集フロックになるケースが多い。

たり、放射能物質のように微細粒子と結合している場合もある。

汚染土壌は、固体として存在している。その土壌を洗浄するためには、土壌と洗浄水を混合して、粗粒子・シルト及び粘土等がそれぞれの粒子レベルで分離した状態で水に分散したスラリーを製造する。汚染物質の大部分は、そのスラリーを沈降分級して発生する濁水中に希釈された状態で存在する。このスラリーから沈降土壌を回収すれば、そこに含まれる含有水中の汚染物質濃度が低減していることにより、土壌中の汚染物質質量が低減する。即ち土壌洗浄が成立する。この土壌洗浄では、汚染土壌を洗浄水に土壌粒子レベルまで水に分散させる混合装置が必須になる。

(3) 濁水処理

スラリーから洗浄土壌を回収したあとの濁水を浄化するために、凝集剤を混合して汚染物質をフロック化して除去する。

濁水に粉末の凝集剤を濁水量の 50 ppm から 200 ppm 程度混入する必要がある。

ここでも混合装置が必須である。

3. 水噴流型混合技術

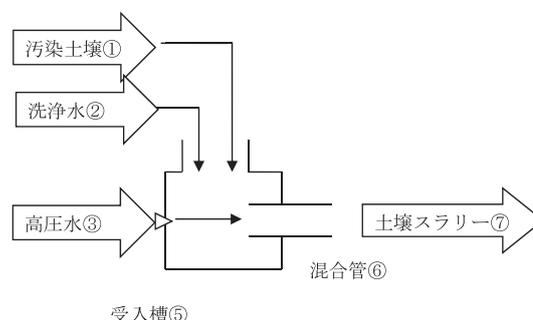
2 (2) 土壌洗浄及び2 (3) 濁水処理において混合装置が必須である。

それは、土壌を洗浄水に均一に分散する性能を有する事及び大量の水に微量の凝集剤を均一に混合する性能を有する事である。

これらを実現する混合装置として水噴流型混合器を開発して、土壌洗浄や濁水処理の実績を積んできた内容を説明する。

(1) 構造²⁾

水噴流型混合器は、水噴流を利用した混合器であり、回転体が無い混合器である。構造を図一2で説明する。



図一2 水噴流型混合器の構造

高圧水③をノズルを介して噴流とし、同時に汚染土壌①と洗浄水②を受入槽⑤に流下させると、それらは噴流のせん断力により高速流動し、瞬時に混合して混合管⑥に流入して、土壌スラリー⑦を形成する。

即ち汚染土①の汚染物質は、土壌スラリー⑦に分散した状態になる。

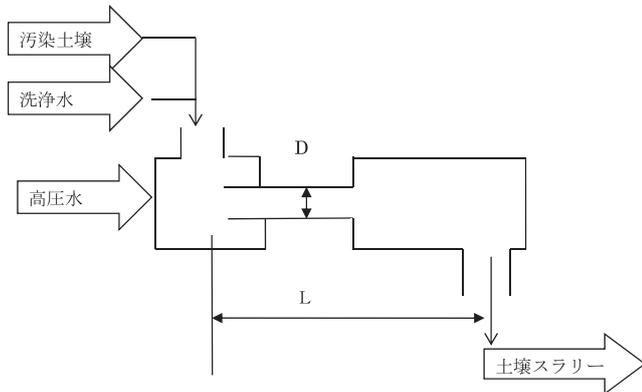
濁水と凝集剤を混合する場合、土壌①と洗浄水②の代わりに、濁水と凝集剤を投入すれば、瞬時に混合が起こり、凝集反応後にフロックを形成する。

(2) 水噴流型混合器の仕様

実績のある水噴流型混合器の概略仕様を表一2、図一3に記載する。

表一2 水噴流混合器仕様

土壌処理能力 kg/hr	洗浄水 kg/hr	混合管径 D mm	混合器長 L mm
600	600	20	600
3,000	3,000	40	700
15,000	15,000	80	2,000



図一3 水噴流混合器寸法図

4. 実施例

(1) 土壌洗浄

(a) 油汚染土壌洗浄

絶縁油が0.5～1.5%含有した汚染土壌を水噴流型混合器を利用して、

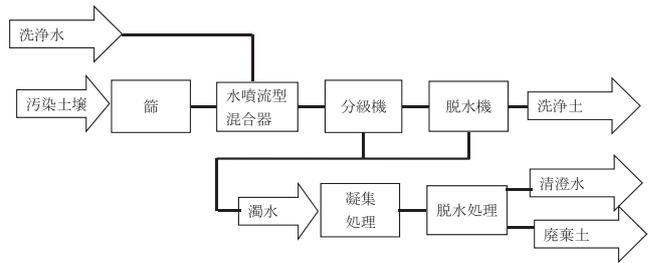
2段階洗浄を行った。回収した洗浄土壌の油含有量は250ppm以下であった。除染された絶縁油は微細粒子に吸着され凝集処理し廃棄土として処分された。土壌処理能力は、15トン/hr(1系列当たり)である。

フローシート(図一4)、洗浄プラント(写真一1)及び水噴射型混合器(写真一2)を掲載する。

(b) 農地洗浄

鳴門金時芋の農地は砂地であるが、経年劣化により粘土等の微細粒子が増大する。芋品質維持のために、その微細粒子を土壌洗浄により除去した。

農地洗浄システム(図一5)及び農地洗浄現場写真



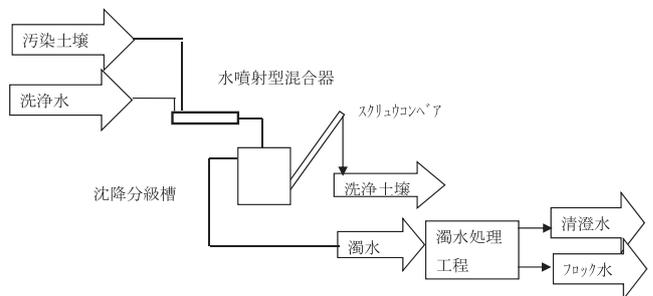
図一4 油汚染土壌ブロックフローシート



写真一1 洗浄プラント



写真一2 水噴流型混合器



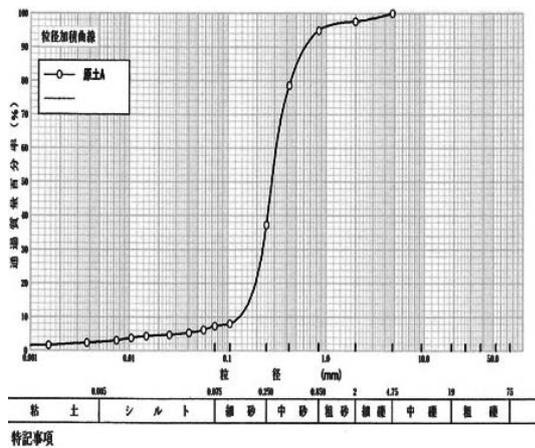
図一5 農地洗浄システム

(写真一3)を掲載する。

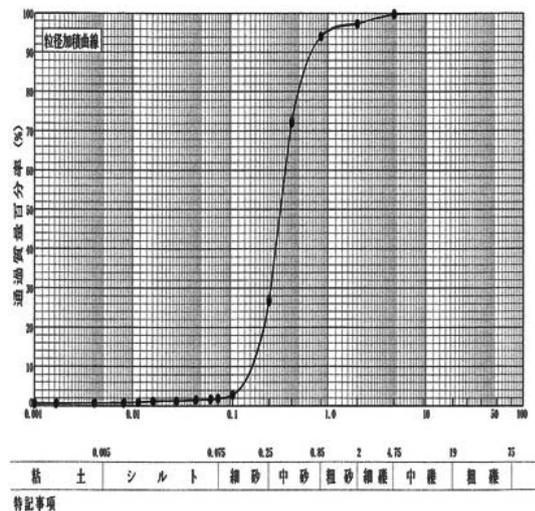
農地洗浄の結果は、洗浄前後の粒径加積曲線で評価した。



写真—3 農地洗浄現場写真



図—6 土壌粒径加積曲線 (洗浄前)



図—7 土壌粒径加積曲線 (洗浄後)

土壌粒径加積曲線 (洗浄前, 図—6) 及び土壌粒径加積曲線 (洗浄後, 図—7) を掲載する。洗浄前後でシルト及び粘土が減少している。

(c) その他

水噴流型混合器を使用した土壌洗浄の実績を表—3で簡単に説明する。

表—3 その他の土壌洗浄

放射能汚染土壌 (写真—4)	「環境省 26 年度除染技術実証事業の採択技術」である「放射性物質に汚染された土壌の洗浄実験及び洗浄後の土壌の再利用に向けた検証」で使用された。 土壌処理能力は 3 ton/hr, 濁水処理能力 10 m ³ /hr である。
フッ素汚染土壌 (写真—5)	土壌洗浄及び土壌のフッ素除去薬液のすすぎ洗浄に使用された。 土壌処理能力は 15 ton/hr である。 フッ素溶出量を 1/10 に削減できた。
大腸菌汚染土壌 (写真—6)	砂場の大腸菌汚染砂を洗浄した。 土壌処理能力は 2 ton/hr である。 大腸菌群数 (個 /gr) は, 洗浄前 15,000 が洗浄後 (50 から 800) になった。



写真—4 放射能汚染土壌洗浄装置



写真—5 フッ素汚染土壌洗浄装置



写真—6 大腸菌汚染土壌洗浄装置

(2) 濁水処理³⁾

(a) 凝集プロセス

濁水と凝集剤の混合に水噴流型混合器を使用した。

濁水は、水噴射型混合器の上部から注入する。ただし濁水中の粒子が小さい場合には、ノズルからの噴流水を濁水にすることも可能である。

紛体定量フィーダーを使用して、注入水の流入面上に凝集剤を落下させる。水噴流型混合器で濁水と凝集剤が混合したあと、凝集反応管を通して凝集反応させる。そこでフロックが発生する。フロックを含む水を沈降分級して、フロック水と清澄水をえる。

そのプロセスを図-8に記載する。

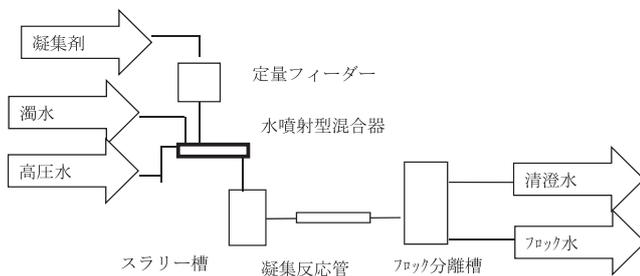


図-8 濁水処理プロセス

(b) 実績

濁水処理能力 10 m³/hr 及び 20 m³/hr の実績がある。

100 m³/hr の基本設計作成は完了している。

20 m³/hr の水噴霧型混合器・凝集剤フィーダー及びスラリー槽を写真-7に掲載する。

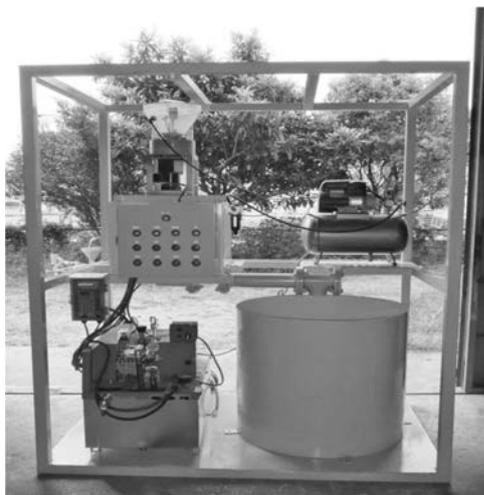


写真-7 濁水処理の水噴流混合器

5. おわりに

水噴流型混合器を開発し、約 10 年かけて土壌洗浄及び濁水処理での実用化に挑戦してきた。

発展の余地のある技術であるので、今後更なる技術改良や多くの実績を作ることに挑戦を続ける所存である。

謝 辞

その間に徳島県立農業研究所・東京電力(株)・間組(株)・アステック東京(株)・西松建設(株)・前田建設(株)や日立機械(株)などの多くの関係者のご協力により、実績を積み今日に至っていることに謝辞を申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) 特許番号第 3737099 「汚染土壌洗浄方法」
- 2) 特許番号第 4990326 「高圧水を用いた土壌と水の混合物の製造装置」
- 3) 特許番号第 5738115 「汚濁排水に凝集剤を添加する新規連続汚濁排水処理装置及び方法」

【筆者紹介】

藤井 忠広 (ふじい ただひろ)
 (株)土壌環境プロセス研究所
 代表取締役

