

## 放射性セシウム除染排水の凝集沈殿処理条件の検討

(株)竹中工務店 技術研究所 ○奥田 信康, 舟川 将史  
 (株)竹中土木 技術・生産本部 村谷 優, 田邊 康太

### 1. はじめに

原子力発電所の事故により主に、<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs 及び <sup>131</sup>I の放射性物質が広範囲に放出され、人の健康への影響が懸念されている。事故発生より1年が経過し <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs (以下、放射性 Cs) を対象とした除染作業が開始されつつあるが、技術的課題が山積している。放射性 Cs は土壌鉱物に強固に吸着し、屋根表面や地表面に存在している。屋根や舗装面には研磨と水洗浄が、除去した地表面土壌の減容化には土壌洗浄法が有望な除染技術である。しかし、これらの方法では放射性 Cs を含む除染排水が発生するため、2次汚染の拡大を防止する適切な処理が必要である。そこで筆者らは、除染排水の処理方法として凝集沈殿処理方法を検討し、実地にて良好な結果が得た。この事例について報告する。

### 2. 放射性セシウム除染排水の凝集沈殿処理

図-1 に凝集沈殿処理フローの例を示す。除染排水を回収し、必要に応じて沈砂・pH調整を行った後に、凝集剤と混合し、フロック形成・粗大化後に重力沈降分離により、上澄み部を処理水として再利用または放流する。凝集沈殿汚泥は脱水装置により脱水ケーキとして産廃処理する。洗浄排水の性状(SS、pHなど)に対し適切な前処理と凝集条件、放射性物質が濃縮される脱水ケーキを確実に回収する方法の確立が必要である。

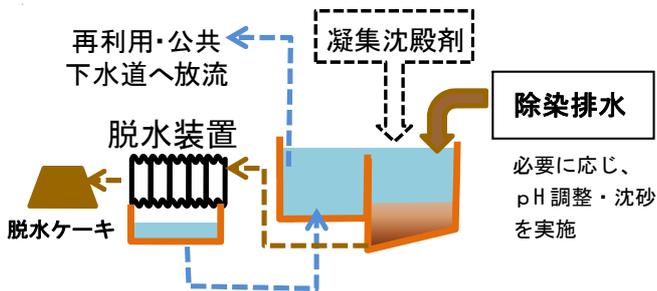


図-1 凝集沈殿処理フロー

### 3. 試験方法

#### 3.1 凝集剤添加量の最適化

建物の除染では1箇所当たりの洗浄対象面積が100~400 m<sup>2</sup>、高圧水洗浄での使用量が10 L/m<sup>2</sup>程度であり、1箇所での使用水量は1~4 m<sup>3</sup>と排水処理プラント

を持込むには小さすぎる量である。よって、現地での排水処理は、回収水タンクにて一定水量毎にバッチ処理を行い、凝集沈殿汚泥を容易に回収する手順を確立することが重要となる。そこで、コンクリート舗装面を研磨および高圧水洗浄処理時の排水をモデル排水として、ジャーテスターを用い表-1の条件にて凝集剤添加量の検討を行った。凝集剤には、無機凝集剤としてポリ塩化アルミニウム溶液(PAC: 多木化学(株)製)、高分子凝集剤として、ポリグルタミン酸系凝集剤(PG α 21Ca: 日本ポリグル(株)製)を使用した。手順は、凝集剤を添加後、急速攪拌 200rpm・1分混合し、次に緩速攪拌 30rpm・2~3分にてフロックを形成させた。PACとPGを併用するケースでは、PACを先に投入した。

表-1 凝集剤添加条件

ケース名	凝集剤添加率	
	PAC (mg/L)	PG(mg/L)
PACのみ	20,40,60,80,100, 200,300,400,500	0
PGのみ	0	50,100
PAC+PG	50,100,500	50,100

#### 3.2 舗装面除染作業時の除染排水処理

福島県内の駐車場(アスファルト・約10 m<sup>2</sup>)においてショットブラスト・研磨・高圧水洗浄除染作業による除染実験時の排水処理を3.1で決定した凝集剤条件で実施し、排水、処理水、回収汚泥の発生量、SS、放射性Cs濃度の測定を行った。放射性Cs濃度はGe半導体検出器にて測定した。検出下限値は<sup>134</sup>Cs・<sup>137</sup>Cs共に固形物50 Bq/kg、排水20 Bq/kgであった。

#### 3.3 土壌洗浄時の除染排水処理

放射性Cs濃度で5,000~13,000 Bq/kgの表層土壌を用い土壌洗浄実験を行い、重量比で20~40%の75 μm以下の固形分を含む除染排水を処理した。固形分が非常に多いため、はじめに30分間静置して初沈分と上部濁水とに分離し、上部濁水のみを回収し必要量のPAC、PGを添加し、凝集沈殿処理を行った。初沈分と凝集沈殿の汚泥はフィルタープレスにより、ろ液と固形分に分離した。処理水、ろ液、固形分の重量、SS、放射性Cs濃度を測定し、排水処理の効果を確認した。

キーワード: 除染排水処理、放射性セシウム、凝集沈殿

連絡先 〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 (株)竹中工務店 技術研究所 奥田信康 TEL:0476-77-1265 FAX:0476-47-7333

4. 試験結果

4.1 薬剤添加量の最適化 (図-2、図-3)

モデル排水の SS は 2000~2400 mg/L、pH は 7.8 であり、PAC 単独では 50~200 mg/L、PG 単独では 50~100 mg/L にて良好な凝集効果が確認できた (図-2)。しかし PAC 単独ではフロック強度が弱く、沈殿の回収が困難であった。PAC 凝集後に PG を添加すると、PAC 50 mg/L+PG 50 mg/L の少量添加量にて、十分な凝集分離と強固なフロック形成が実現できた。なお、PAC を過剰に添加すると、pH が酸性に傾き(図-3)、凝集不良状態となるため、適切な添加量範囲にコントロールすることが重要である。

4.2 舗装面除染作業時の除染排水処理

除染排水は、発生量 120 L、SS 1560 mg/L、放射性 Cs 1360 Bq/kg、pH 8.5~12 であった。初めに塩酸で pH8~9 の範囲に調整し、PAC 50mg/L+PG 50mg/L の条件で凝集沈殿処理を行った。処理水は、SS 10mg/L 以下、pH 8.68、放射性 Cs 不検出と良好な処理結果が得られた。凝集沈殿汚泥はペーパーフィルターろ過でも回収可能な強度を有した含水状態となり、発生量は 0.25L (湿潤)、放射性 Cs は 63,400Bq/kg であった。

4.3 土壌洗浄時の除染排水処理

土壌洗浄で発生する除染排水の SS と放射性 Cs 濃度には強い相関が認められた (図-4)。凝集沈殿による処理水およびフィルタープレスによるろ液の放射性 Cs 濃度は、全て検出下限値未満まで処理された。初沈分と凝集沈殿汚泥を脱水した固形分中の放射性 Cs 含有量は、処理前除染排水の放射性 Cs 濃度によらず  $33 \pm 7$  Bq/g-dry と一定値であった (図-5)。以上よりほとんどの放射性 Cs は、微細な土粒子に吸着された状態で移行し、溶解性 Cs は検出下限値以下しか存在しないものと推測される。処理水・ろ液の SS 濃度に脱水した固形分の放射性 Cs 含有量を乗じて処理水等の放射性 Cs 濃度を推定すると、処理水が  $0.49 \pm 0.41$  Bq/kg、ろ液が  $1.26 \pm 0.93$  Bq/kg となり、放射性 Cs の飲料水基準に適合するレベルまで到達したことが確認できた(図-6)。

5. まとめ

凝集沈殿処理により、舗装面の除染及び土壌洗浄時に発生する除染排水を放射性 Cs 濃度 20 Bq/kg 未満まで処理することができ、凝集剤には PAC と PG の併用が有効であり、汚泥回収が容易になることを確認した。

なお、除染排水の処理前 pH・SS を確認し、事前に凝集剤の適用範囲に調整することが必要である。

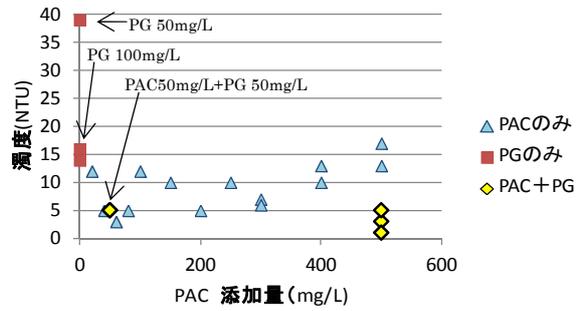


図-2 PAC 添加量と処理水濁度の関係

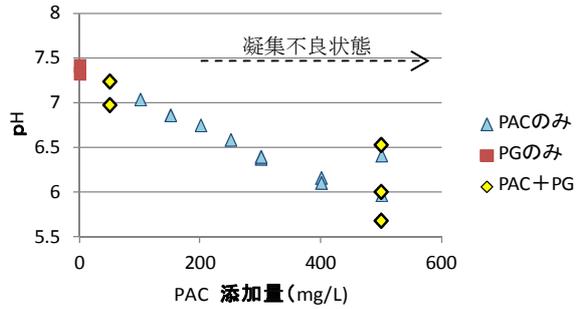


図-3 PAC 添加量と処理水 pH の関係

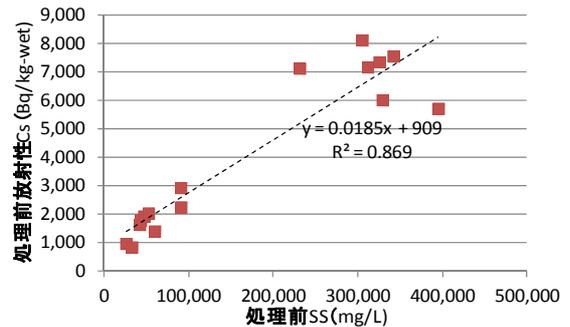


図-4 土壌洗浄 処理前排水 SS と放射性 Cs 濃度の関係

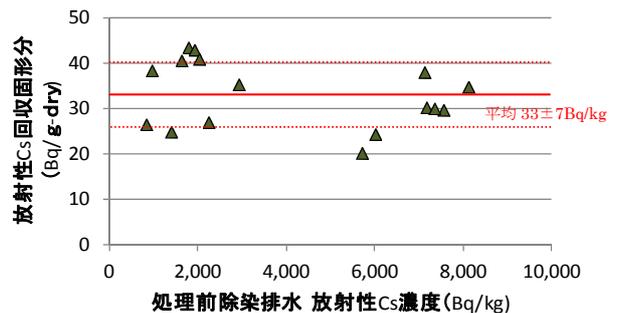


図-5 土壌洗浄排水 回収固形分中の放射性 Cs 濃度

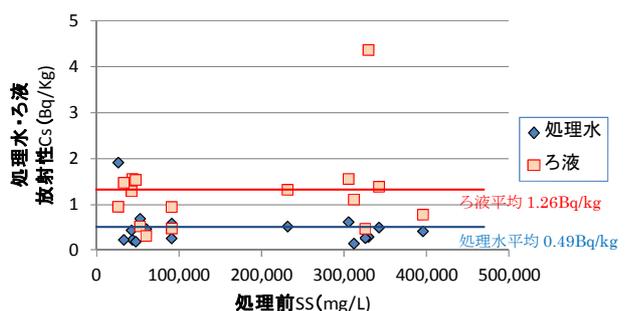


図-6 土壌洗浄・処理水・ろ液の放射性 Cs 濃度推定値