

石炭灰を用いた浚渫土の造粒固化技術の開発

株式会社 トクヤマ 正会員 ○河合 優  
 五洋建設株式会社 正会員 塩田 耕司  
 五洋建設株式会社 非会員 江口 信也

1. まえがき

従来、航路浚渫などで発生する高含水の浚渫土を有効利用する場合は、埋立地に投入後に脱水処理や天日乾燥を行う工法が一般的であった。しかし近年は環境保全の面などから埋立地が減少し、天日乾燥を行う広大な処理ヤードを確保することが困難になってきている。また、通常のセメント固化の場合は改良直後のハンドリングが悪く、固化後の地盤は杭打や掘削が困難となる場合が多くあった。

本技術では含水比低減材として石炭灰（フライアッシュ）を用い、固化材と高含水の浚渫土を特殊ミキサで混合攪拌することで、早期にハンドリングの良い粒状に改良し、砂の代替材として利用することができる。

本報告では、浚渫土を石炭灰により造粒固化し、軟弱地盤上の覆土材として利用した施工事例をもとに、石炭灰と固化材の配合および造粒物の物性、施工方法などを記す。

表-1 浚渫土の物性値

含水比 (%)	湿润密度 (g/cm <sup>3</sup> )	コンステナー		粒度分布			強熱減量 (%)	
		W <sub>L</sub> (%)	W <sub>p</sub> (%)	礫 (%)	砂 (%)	シルト粘土 (%)		
95.5	1.47	59.0	42.2	0.4	32.0	44.2	23.4	9.2

2. 工事概要

本工事は、港湾施設前面泊地の航路維持浚渫において発生する粘性土（35,000m<sup>3</sup>）を造粒固化処理して、同敷地内で施工される地盤改良工事（鉛直ドレーン+載荷盛土）での覆土材および盛土材として有効利用した。浚渫土の造粒固化処理にあたっては、高分子ポリマーを使用した処理方法<sup>1)</sup>を検討したが、高含水粘性土のポリマー処理は高価となる。そこで、同敷地内にて発生する石炭灰を浚渫土に混合して含水比を低下することで、安価に造粒することを可能にした。

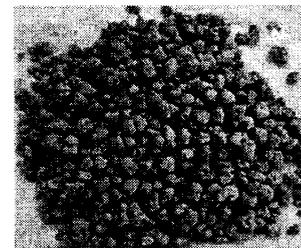


写真-1 造粒物

本工事における石炭灰による造粒固化処理のメリットは以下のことが挙げられる。

- ①浚渫土の造粒固化処理コストが低減できる。
- ②廃棄物である石炭灰をリサイクルできる。
- ③地盤改良工における良質土の購入が不要となる。

3. 室内配合試験

造粒固化処理するための石炭灰と固化材の添加量を決定するために、表-1の物性を示す現地採取土を用いて、室内配合試験を行った。試験方法は浚渫土と固化材を混合後に石炭灰の投入を開始し、目視で粒状（写真-1）になった時点で投入を終了する。

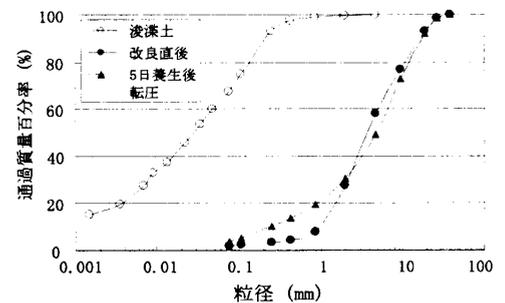


図-1 改良前後の粒度分布

混合攪拌にはソイルミキサを使用した。結果として添加量は浚渫土の重量に対して、石炭灰 60wt%、固化材 15wt%（浚渫土と石炭灰に対して約 120kg/m<sup>3</sup>）となった。改良前後の粒度分布を図-1に示す。図より、浚渫土では細粒分が 67%と多く含むが、改良後は造粒により細粒分が 10%以下となっており、細粒分が造粒されて砂～礫に改質されている。固化材添加量は5日養生後の造粒物を4 tブルドーザで転圧試験を行った

キーワード 浚渫土、石炭灰、リサイクル、造粒

連絡先 〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 五洋建設(株) 環境研究所 TEL : 0287-39-2143

結果、15wt%の添加量で図のように細粒分含有量の増加がなかったため、この添加量に決定した。

4. 造粒ミキサ

浚渫土と石炭灰、セメントを混合攪拌し、砂状に造粒するために図-2に示す造粒ミキサ(HFミキサ)を使用した。ミキサは外羽根と内羽根の2軸の攪拌翼で構成されている。内羽根はスクリュウ状となっており、高速回転(約500rpm)により土にせん断力を与えると同時に上部外側への流れをつくり、低速回転(約50rpm)のブレード状の外羽根が内側へ掻き入れる。この二軸の羽根の動きにより、ミキサ内は図に示すような対流が起こる。このミキサの混合攪拌により、石炭灰、セメントの添加で含水比が低下した浚渫土が、細粒分の団粒化および内羽根のせん断力により、粒状に改良される。

5. 施工状況

図-3に本工事の施工フローを示す。造粒固化処理により改良直後に運搬可能となり、3~5日養生後に転圧を行う。養生期間中は山積みの荷重による造粒物の付着を避けるため、山積み高さを1mとした。

浚渫土の造粒固化処理は、次の手順で行った。

- ①浚渫土を特殊ミキサに投入し、重量を計測する。
- ②浚渫土の重量に対して一定量の固化材、石炭灰を添加する。
- ③30秒間混合攪拌する。
- ④ミキサより造粒物を排出し、ベルコンで輸送する。
- ⑤直後にダンプトラックに積み込み養生ヤードへ運搬する。

写真-2に造粒プラントの全景を示す。本プラントは混合槽容積1,000<sup>リットル</sup>のバッチ式であり、最大で40t/hの処理能力を有する。本工事ではこのプラントを2セット配置した。

表-2に造粒物の物性および強度試験結果を示す。造粒物の透水係数は $2.8 \times 10^{-3}$ cm/s、内部摩擦角が40.5度であることから、砂と同程度の性能を有していることがわかる。また、CBR試験により路床および下層路盤材として利用できることも確認した。

6. おわりに

本技術により浚渫土および石炭灰を同時に有効利用することを可能にし、またコストを低く抑えることができた。課題として、現在のミキサは最大で40t/hの処理能力であるが、今後はミキサの大型・連続化をすることにより浚渫土の大量処理に対応することを目指す。

最後に、本研究にあたりご協力頂いた大平洋機工㈱、並びにジャイワット㈱の関係各位に深く謝意を表します。

【参考文献】1) 塩田・高崎・大内・古賀：建設汚泥リサイクルシステムの開発、土木学会第55回年次学術講演会、VII-205、2000.9

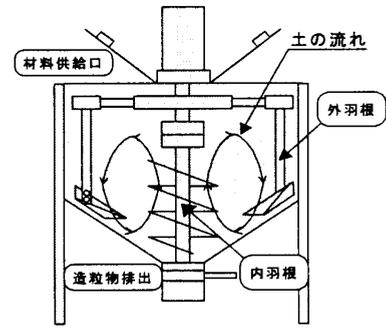


図-2 造粒ミキサの概要

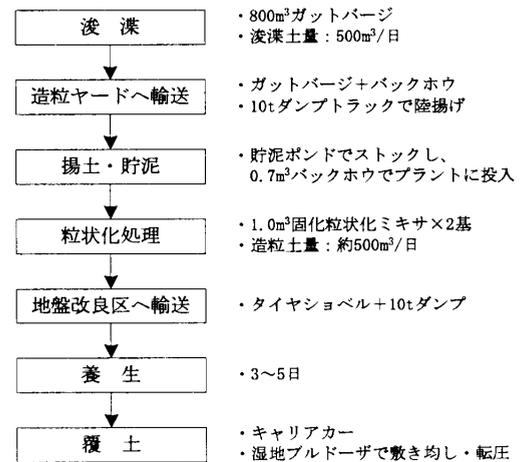


図-3 施工フロー



写真-2 造粒プラント

表-2 造粒物の物性値

項目	試験項目	単位	数値
土の締固め試験	最適含水比	%	24.6
	最大乾燥密度	tf/m <sup>3</sup>	1.157
土の定水位透水試験 (95% ρ <sub>dmax</sub> 時)	透水係数	cm/s	$2.8 \times 10^{-3}$
土の三軸圧縮試験 (95% ρ <sub>dmax</sub> 時)	内部摩擦角	度	40.5
	粘着力	KN/m <sup>2</sup>	46
土のCBR試験	設計CBR値	%	35.2
	修正CBR値	%	23.0