

浚渫土の粒状改良による有効利用法の研究

東京電力(株) 電力技術研究所 正会員 高橋 守男
 東電環境エンジニアリング(株) 正会員 菊地 俊幸
 (株)竹中土木 正会員 大西 常康

1. はじめに

海域の浚渫土については、埋め立て材以外の分野への有効利用法の拡大が求められている。そこで筆者らは、港湾で採取した浚渫土にセメントを混合し、これを高圧脱水して得られる脱水ケーキを直ちに解砕して粒状改良土を作製し、道路路盤材および盛土材として利用することを検討した。粘性土の脱水固化技術の特徴は、①粘性土にセメントを混合し高圧脱水するため硬質な粒状材料となること、②脱水することで余剰水分の減容化が図れること、である。同様の検討は過去にもいくつか行われている^{1), 2)}が、本報告は、シルト質の港湾浚渫土を対象として粒状改良土を試作し、路盤材および盛土材への適用性を検討したものである。

2. 室内実験

2.1 実験方法

実験に用いた浚渫土の物理的、化学的性質を表-1に示す。改良材は、普通ポルトランドセメント（以下、Nセメントという）を用いた。セメント添加率 a_w （土粒子質量に対するセメント質量の百分率）は、盛土材に用いるものは3%とし、道路材に用いるものは25%、30%、35%とした。図-1に粒状改良土の作製手順と粒状改良土の品質試験の種別を示す。なお、高圧脱水には高圧フィルタープレス（脱水圧力：4.0MPa）を用いた。

表-1 浚渫土の物理的・化学的性質

分類	試験名	測定項目	試験結果	
物理試験	土粒子の密度試験 JIS A 1202	土粒子の密度 (g/cm ³)	2.608	
	土の含水比試験 JIS A 1203	含水比 (%)	60.8	
	土の粒度試験 JIS A 1204	粒度	砂分 75μm~2mm (%)	24.8
			シルト分 5~75μm (%)	52.2
			粘土分 5μm未満 (%)	23.0
		平均粒径 (μm)	30.6	
土の液性限界 塑性限界試験 JIS A 1205		液性限界w _L (%)	59.2	
		塑性限界w _P (%)	31.4	
		塑性指数 I _p	27.8	
化学試験	土の強熱減量試験 JGS 0221	強熱減量 Li (%)	6.1	
	土の有機物含有量試験 JGS 0231	有機物含有量 (%)	2.88	
	土の水溶性成分試験 JGS 0241	塩素イオン含有量 (%) [NaCl換算 (%)]	0.99 [1.63]	
	土のpH試験 JGS 0211	pH	7.7	

(1)粒状改良土の盛土材への適用性評価

封緘状態で（現場での施工状態を想定して）7日間養生した粒状改良土をモールド内で突固め、コーン指数試験、CBR試験（JIS A 1211）を行った（図-1）。なお、コーン指数の測定方法は建設汚泥リサイクル指針に準拠した。

(2) 粒状改良土の道路材の適用性評価

C-30相当に解砕・粒度調整し、封緘状態で28日間養生した粒状改良土の骨材試験、締固め試験（JIS A 1210）、CBR試験（JIS A 1211）を行った（図-1）。骨材試験は、表乾重量・吸水率（JIS A 1110）、損失量（JIS A 1122）、すり減り減量（JIS A 1121）、塑性指数（PI）（JIS A 1205）等を測定し、これをアスファルト要綱の規格値と比較した。CBR試験は、粒状改良土を材令28日（封緘養生後の含水状態）でモールド内で突固めて実施した。また、溶出試験も実施し、粒状改良土からの六価クロムの溶出量を確認した。溶出試験は、「土壤の汚染に係わる環境基準について（平3環告46）」の付表に示されている検液の作成方法に基づいて溶出液を作成し、その液中の六価クロム濃度を測定した。

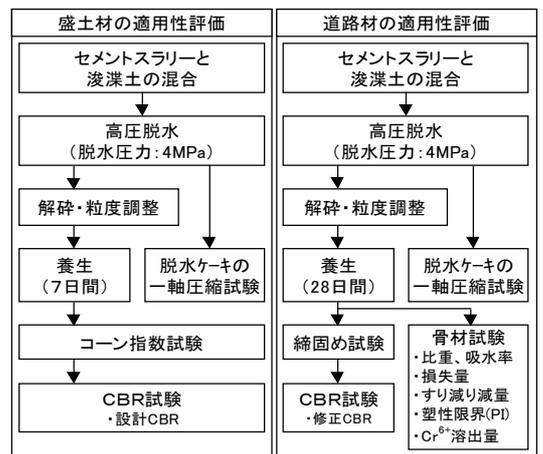


図-1 粒状改良土の作製手順と品質試験

キーワード：港湾浚渫土、セメント、脱水、路盤材、盛土材

〒230-8510 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町 4-1 東京電力(株)電力技術研究所 TEL045-613-3363 FAX045-613-3399
 〒108-8537 東京都港区芝浦 4 丁目 6-14 東電環境エンジニアリング(株) TEL03-4511-7482 FAX03-3452-4815
 〒104-8234 東京都中央区銀座8丁目21-1 (株)竹中土木営業本部 TEL03-3542-6321 FAX03-3248-6545

3. 実験結果と考察

(1)脱水ケーキの強度等

セメント添加浚渫土の脱水試験およびその脱水ケーキの一軸圧縮試験結果を表-2に示す。また、図-2に脱水ケーキのセメント水比C/Wと材令28日での一軸圧縮強度の関係を示す。これらの図表から次のことがいえる。

表-2 脱水試験および脱水ケーキの一軸圧縮試験の結果

セメントの種類	セメント添加率 a _w (%)	脱水時間 (分)	一軸圧縮強度 (N/mm ²)	
			材令7日	材令28日
セメント添加なし		19	0.61	0.54
Nセメント	3	12	0.63	0.71
	25	9	6.11	9.46

- 1) セメント添加率 a_w=3%を添加して得られる脱水ケーキの一軸圧縮強度は、セメント添加なしの場合とあまり変わらないが、脱水時間は、セメント添加なしと比較して半分程度に短縮された。
- 2) Nセメントを a_w=25%添加することで、脱水ケーキの材令28日の一軸圧縮強度はおよそ 10N/mm²となる。脱水時間は a_w=3%の場合よりもさらに若干短縮する。
- 3) a_w=0~25%についての脱水後C/Wと材令28日での一軸圧縮強度はほぼ直線関係であり、この関係を品質管理に用いることもできる。なお、脱水ケーキの含水比は a_wに依らず 40%前後であった。

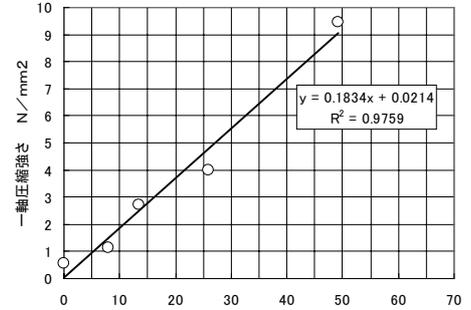


図-2 C/Wと強度の関係

(2)盛土材への適用性検討

粒状改良土のコーン指数試験とCBR試験の結果を表-3に示す。この表から次のことがいえる。

表-3 コーン指数試験とCBR試験の結果

Nセメント添加率 a _w (%)	3	0
コーン指数 (N/mm ²)	2.2以上	2.2以上
最適含水比 w _{opt} (%)	20	
最大乾燥密度 ρ (g/cm ³)	1.441	
設計CBR(%)	3.5	

- 1) コーン指数は a_w=3%の場合でダンプの走行が可能な 1.2N/mm²以上を確保することができた。セメント添加なしの場合でも同様であるが、降雨による再泥化³⁾を考慮すると、セメントを添加した方が好ましいと考える。また、設計 CBR は 3.5%となり、アスファルト舗装要綱の路床の規格値 (3%以上) を満足することができた。

(3)道路路盤材への適用性検討

a_w=25%の粒状改良土の修正CBR試験結果を表-4に、骨材試験および六価クロム溶出試験の結果を表-5にそれぞれ示す。これらの表から次のことがいえる。

表-4 修正CBR試験の結果

項目	測定値
Nセメント添加率 a _w (%)	25
最適含水比 w _{opt} (%)	42
最大乾燥密度 ρ (g/cm ³)	1.178
95%修正CBR (%)	88.7

- 1) a_w=25%の粒状改良土の修正CBR値 (締め固め度 95%) は 88.7%となり、上層 (80%以上)、下層路盤 (20%以上) 材料の規格値を満足できた。
- 2) 骨材試験では、上層路盤には規格項目のうち損失量の項目で適用できないが、下層路盤としては適用可能の結果が得られた。また、表乾比重が小さいため、軽量地盤材も有望である。
- 3) 粒状改良土からの六価クロムの溶出量は、セメント添加率 25%で 0.02mg/L 以下であり、土壤環境基準の基準値 (0.05mg/L 以下) を満足できた。

表-5 骨材試験結果 (a_w=25%)

項目	目標値、規格値 ¹⁾		測定値
	表層基層	路盤 上層 下層	
表乾比重	2.45 ≤	— —	1.791
吸水率 (%)	3 ≥	— —	36.3
損失量 (%) ²⁾	12 ≥	20 ≥ —	53.12
すり減り減量 (%)	30 ≥	50 ≥ —	37.4
塑性指数 PI	—	4 ≥ 6 ≥	0
六価クロム溶出量	0.05 mg/L以下 ³⁾		<0.02 mg/L

1) 日本道路協会アスファルト舗装要綱の規格値
 2) 硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験
 3) 土壤環境基準値

4. まとめ

港湾の浚渫土から試作した粒状改良土について、セメント添加率の加減で盛土材などの改良土、下層路盤材として用いることが可能であることを確認した。また、六価クロムの溶出についても土壤環境基準の基準値を満足できた。以上のことから、港湾浚渫土を道路分野への有効利用が有望であることを確認できた。

[参考文献] 1) 森田, 山田, 相原, 齋藤, 峰岸, 建設汚泥・残土の有効利用に関する研究 (その3) 改良土骨材の物理、力学試験, 土木学会第47回年次学術講演会, pp1000-1001, 1992年
 2) 森田, 齋, 山田, 相原, 齋藤, セメント混合・加圧脱水処理による建設発生土の有効利用 (その4) 改良残土の締め固め特性, 第28回土質工学研究発表会, pp2403-2406, 1993年
 3) 曾我部, 相原, 山田, 齋藤, 山崎, 粘性土のセメント混合・加圧脱水処理法による高含水粘性残土の改良に関する実験的研究, 土木学会論文集, 第VI部門, pp113-pp122, 1996年