

石炭灰とコンクリート塊を混合した浚渫泥土の有効利用

明石工業高等専門学校 正会員 澤 孝平, 友久誠司
 明石工業高等専門学校専攻科 学生会員 小河篤史

1. まえがき

昭和 63 年以來、東京と大阪の 5 水系 6 河川で整備が進められている高規格堤防には膨大な盛土材が必要である。平成 10 年 7 月には建設汚泥を河川管理者の仕様書に基づいて高規格堤防の築造に用いる場合に廃棄物処理法の再生利用認定制度が認可されている。その方途として前報¹⁾ではコンクリート塊を軟弱な浚渫泥土に混合して有効利用する可能性を明らかにした。本研究は、浚渫泥土に産業廃棄物であるコンクリート塊と石炭灰を併用した改良土の盛土材としての利用の可能性および強度試験方法について検討する。

2. 試料および実験方法

実験に用いる試料は前報¹⁾で用いた淀川柴島地区の浚渫泥土(「不良土」と呼ぶ)であり、高規格堤防の盛土材としての基準(コーン指数 q_c 4 kgf/cm² で適用粒度範囲内)を満足していない(表 - 1)。盛土材としての改良土は不良土を改質するために廃棄物(「混合材」と呼ぶ)を混合するものである。混合材は流動床灰および微粉炭灰の 2 種類の石炭灰((株)神戸製鋼所産)

表 - 1 浚渫泥土とコンクリート塊の性質

試料	浚渫泥土	コンクリート塊
含水比 %	43.7	12.7
土粒子の密度 g/cm ³	2.64	2.61
コーン指数 kgf/cm ²	0.4	—
日本統一分類(中分類)	SF	GF
粒度		
礫分(2mm以上)	14.5	59.6
砂分(75μm~2mm) %	46.5	33.2
シルト分(5~75μm) %	28.0	6.3
粘土分(5μm以下) %	11.0	0.9
最大粒径 mm	4.75	37.5

と団地の取り壊しにより発生した最大粒径 40mm のコンクリート塊の 3 種類である(表 - 1, 表 - 2)。配合は不良土に対する湿潤質量百分率で表し、コンクリート塊を 30, 40, 50% の 3 段階で不良土に混合し、流動床灰(2%, 5% の 2 段階)あるいは微粉炭灰(5%, 10%, 20% の 3 段階)を併用している。供試体は 15cm モールドを用い、JIS A 1210 の呼び名 E の方法で作製した。

改良土の強度特性の評価は次の 4 種類の貫入試験で行った。(1)CBR 試験, (2)ポータブルコーン貫入試験(先端角 30 度, 3.24cm²), (3)プロクターニードル貫入試験(1/40in²), (4)山中式土壌硬度試験(A 型)

表 - 2 石炭灰の化学成分(%)

化学成分	微粉炭灰	流動床灰
SiO ₂	58.4	22.2
Al ₂ O ₃	25.2	12.2
Fe ₂ O ₃	4.4	2.3
CaO	2.9	16.8
MgO	1.1	0.6
Na ₂ O	0.65	0.35
K ₂ O	0.85	0.49
SO ₃	0.31	5.2
IgLoss	4.8	35.5

3. 結果と考察

図 - 1 は不良土に微粉炭灰とコンクリート塊を混合した改良土の CBR である。いずれの微粉炭灰混合率においてもコンクリート塊混合率を増加すると CBR は大きくなる。しかし、10% 以下の微粉炭灰を混合した改良土は CBR の増加がわずかであり、微粉炭灰無混合のものほとんど変わらない。微粉炭灰混合率を 20% にすると、コンクリート塊混合率の増加に伴う CBR の伸びは顕著になる。

図 - 2 は微粉炭灰とコンクリート塊を混合した改良土のポータブルコーン貫入試験のコーン指数とコンクリート塊混合率の関係である。コンクリート塊混合率の増加に伴うコーン指数の増加および微粉炭灰混合率 20% が他の配合に比べてコーン指数の増加率が大きいという傾向は図 - 1 と同じで

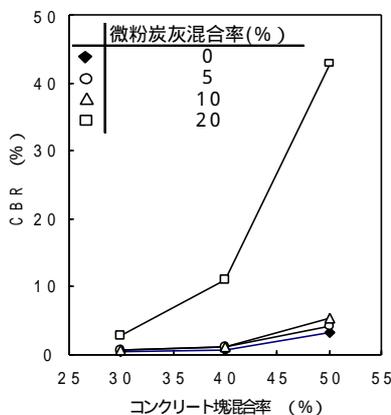


図 - 1 コンクリート塊混合率と CBR (微粉炭灰)

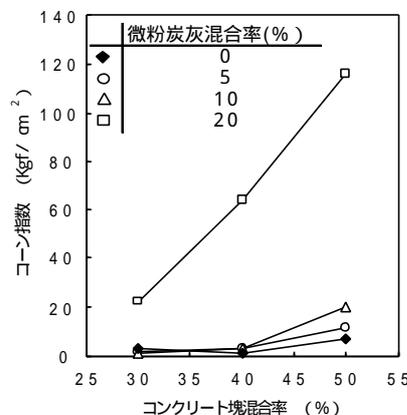


図 - 2 コンクリート塊混合率とコーン指数(微粉炭灰)

キーワード: 土質安定処理, 産業廃棄物, CBR 試験, 石炭灰, コーン貫入試験

ある。しかし、CBR 試験の結果に比べて微粉炭灰混合率の違いによるコーン指数の較差は大きくなっている。

図 - 3 は、山中式土壌硬度試験の貫入抵抗値とコンクリート塊混合率の関係である。この結果も CBR 試験やポータブルコーン貫入試験の結果とほぼ同様の傾向を示している。しかし、CBR 試験やポータブルコーン貫入試験で貫入抵抗に差がほとんどみられなかったコンクリート塊混合率が30%と40%の改良土において、微粉炭灰混合率の違いによる貫入抵抗に差がみられる。これは山中式土壌硬度試験が軟弱な地盤の評価法として適していることを示している。しかし、プロクターニードル貫入試験は貫入深さが大きい(3inch)ため、測定値に大きなばらつきがみられ、コンクリート塊を混合した不均質な改良土の評価は困難であった。

図 - 4 は流動床灰を混合した改良土のコンクリート塊混合率と CBR の関係である。流動床灰混合率 2%ではコンクリート塊混合率を増やすと CBR は増加するが石炭灰無混合とよく似た値である。しかし、流動床灰混合率を 5%にすると CBR は 4~8 倍に増加し、混合効果の著しいことがわかる。図 - 5 は全ての供試体の CBR とコーン指数の関係である。改良土の CBR とコーン指数には高い相関 ($r = 0.96$) がみられ、回帰式よりスーパー堤防の盛土材の基準 $q_c = 4.0 \text{ kgf/cm}^2$ を達成するために CBR は 1.0 以上が必要である。図 - 1, 3 よりコンクリート塊混合率 30% の改良土では微粉炭灰は 20% の混合で盛土基準を達成できるが、流動床灰を混合する場合は約 1/4 の 5% でよいことがわかる。

図 - 6 は石炭灰混合率 5% 供試体の成形直後と 4 日間水浸養生後の CBR である。微粉炭灰を混合した改良土は供試体成形直後に比べて水浸養生後の CBR は低下し、石炭灰無混合のものより小さくなっている。しかし、流動床灰を混合した改良土は水浸養生後の方が大きな CBR を示しており、コンクリート塊混合率が多いほど高い CBR を示している。この CBR の増加は流動床灰中に多く存在する Ca や SO_3 成分がボゾラン反応に貢献したものであり、電子顕微鏡等の観察により、多くの CSH 系反応物やエトリンガイトを確認している。一方、微粉炭灰は硬化活性が小さく、改良土は水浸により吸水して CBR が小さくなったもので、前報¹⁾で明らかにしたように改良土中の細粒分の含水比が強度に大きな影響をもっていることを裏づけている。

4. あとがき

浚渫泥土にコンクリート塊と石炭灰を混合した改良土について次のことが明らかになった。(1)コンクリート塊混合率が多いほど改良土の強度増加は大きい。(2)微粉炭灰は硬化活性が小さく、水浸により強度の低下がみられる。(3)流動床灰は Ca や SO_3 成分による硬化活性が高く、強度改善のための混合材として有効である。(4)改良土の評価としては CBR 試験、ポータブルコーン貫入試験、山中式土壌硬度試験は前者ほど貫入抵抗の大きな対象土に適用できる。しかし、プロクターニードル貫入試験は結果にばらつきが大きい。

【参考文献】 1) 澤 孝平 他：コンクリート塊を混合した建設発生土の有効利用，第 34 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.941~942，1999

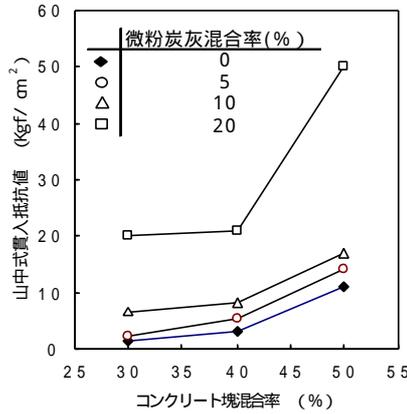


図 - 3 コンクリート塊混合率と山中式貫入抵抗値 (微粉炭灰)

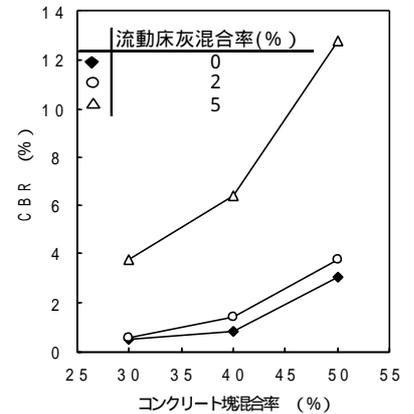


図 - 4 コンクリート塊混合率と CBR (流動床灰)

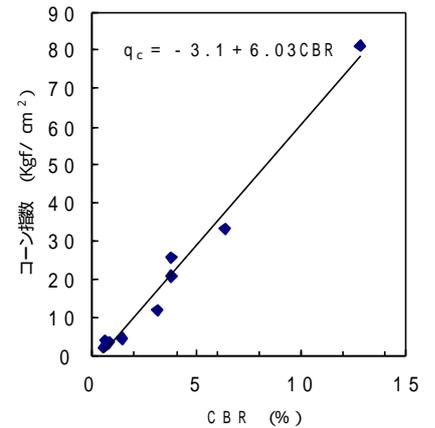


図 - 5 CBR とコーン指数の関係

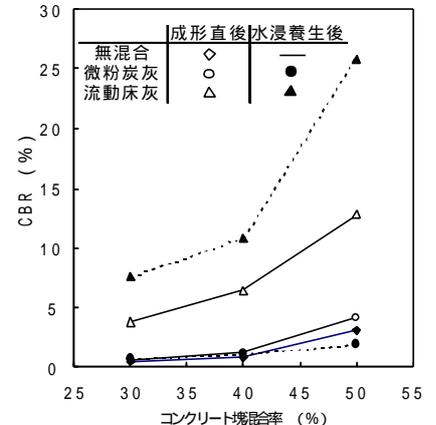


図 - 6 養生前後の改良土の CBR (石炭灰混合率 5%)