

第Ⅲ部門

土質改良材としてのコンクリートスラッジの可能性について

明石高専 都市システム工学科 学生員 ○池藤 八起  
 明石高専 都市システム工学科 正会員 友久 誠司  
 明石高専 都市システム工学科 正会員 鍋島 康之  
 明石高専 技術支援センター 正会員 内藤 永秀  
 明石高専 都市システム工学科 白石 直也

1. まえがき

平成 16 年度の環境省の調査<sup>1)</sup>によると、全国の産業廃棄物の種類別排出量では汚泥が全体の 45.1%(約 1 億 8831 万t)で最も高い割合となっている。これらの汚泥は、高含水比で低強度のため建設材料としての利用が困難である。一方、建設現場では残コンクリート・戻りコンクリート（以後、残コン・戻りコンと呼ぶ）と呼ばれる余剰コンクリートの発生が問題となっている。平成 17 年度の国土交通省の調査<sup>2)</sup>によると残コン・戻りコンを有効利用しているケースはわずかであった。これらの廃棄物の有効利用は最終処分量の縮減、省資源の観点より大変有意義である。

本研究は、建設汚泥の再資源化・有効利用を目的としている。そこで、汚泥の強度特性を改善するために混合するコンクリートスラッジの土質改良材としての可能性を追究する。具体的な目標強度は、第 4 種土質材料としての一軸圧縮強度  $q_c=50kPa$  である。

2. 試料および実験方法

試料は兵庫県明石市の区画整理現場より発生した汚泥である（表-1）。この汚泥は  $q_c=12.8kPa$  と低強度であり、建設材料としての利用が困難である。この強度を改善するためにコンクリートスラッジ（表-2）を混合する（これを改良土と呼ぶ）。実験には、汚泥の含水比を 47%、52%、57%に調整したものを用いる。改良土の配合は、コンクリートスラッジを汚泥の湿潤質量比で 10%、15%混合したものである。供試体は、内径 5cm、高さ 10cm の円柱形モールドに改良土を 3 層にわけて入れ、JGS 0821 安定処理土の締固めをしない供試体作製方法に準じて空隙が生じないように成形する。そして、樹脂フィルムで密閉、0~14 日間養生後に一軸圧縮試験、反応物の分析を行う。

表-1 汚泥の物理的特性

含水比(%)	47.1
一軸圧縮強度(kPa)	12.8
土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.52
液性限界(%)	57.0
塑性限界(%)	28.7

表-2 コンクリートスラッジの基本的性質

最大粒径(mm)	5
含水比(%)	29.3
密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.839
吸水率(%)	55.4

3. 結果と考察

図-1 は改良土の養生日数の経過に伴う強度変化を示している。いずれの配合においても養生日数の経過に伴い、一軸圧縮強度が増加していることがわかる。そして、汚泥の含水比の低いものの方が一軸圧縮強度は大きくなっていることから、汚泥の含水比を下げる前処理の重要性がうかがえる。また、目標強度の第 4 種土質材料の材料基準である  $q_c=50kPa$  はどちらの混合率でも汚泥の含水比が 47% の場合で 5 日間養生後に達成することがわかる。

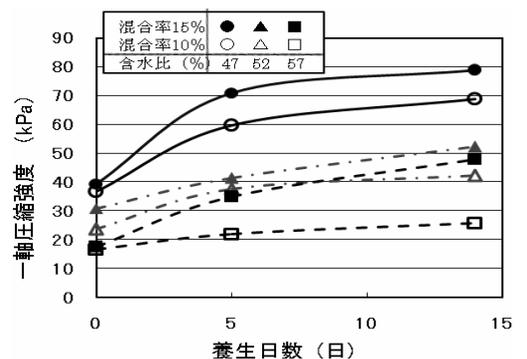


図-1 養生日数と一軸圧縮強度

図-2 は養生に伴う改良土中の汚泥のみの含水比低下量を示している。全ての養生においてコンクリートスラッジの混合率が大きいほど、汚泥の含水比低下量は大きくなっている。また、いずれの混合率においても、養生 7 日~14 日までの含水比低下量に比べて、養生 0 日~3 日、特にコンクリートスラッジの 0 日の即時低下の大きいことがわかる。この含水比の低下はコンクリートスラッジの吸水が原因であり、コンクリートスラッジの吸水能力は養生日数の経過に伴い徐々に低下し、コンクリートスラッジが飽和状態になるまで持続することがわかる。

図-3は一軸圧縮試験後の供試体の含水比と強度の関係である。図中には回帰直線も示している。ここで含水比42%以下の範囲で比較すると、コンクリートスラッジ混合率15%の改良土は混合率10%のものより大きな強度を示している。このことは改良

土の強度は含水比だけでなくコンクリートスラッジの混合率、すなわち改良土の粒度も強度増加の要因の一つであると考えられる。

図-4は40日間養生後の改良土を観察したものである。(a)の電子顕微鏡観察ではセメントの水和反応物である雲状の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が粒子表面に多く見られる。しかし、軟弱土の強度発現に有効と考えられているCSH系反応物やエトリンガイトは見られない。(b)のX線回折分析では、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ や $\text{CaCO}_3$ の含有が確認できる。また養生前後のX線回折分析の結果によると、コンクリートスラッジが硬化に貢献する場合に生成されると考えられるCSH系反応物は見られず、エトリンガイト(9.70Å)のピークの成長している様子はない。

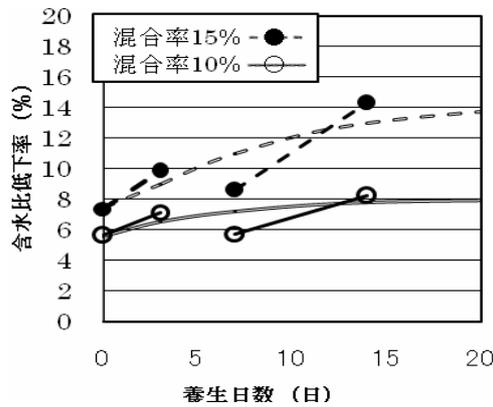


図-2 養生日数と含水比低下率

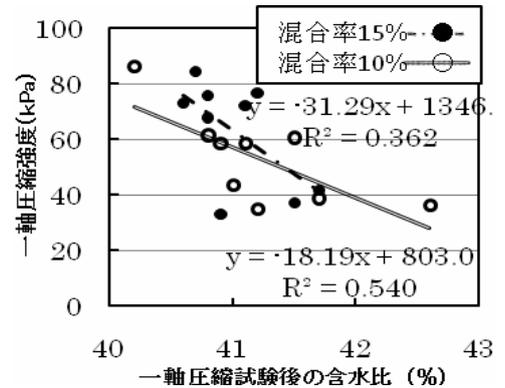
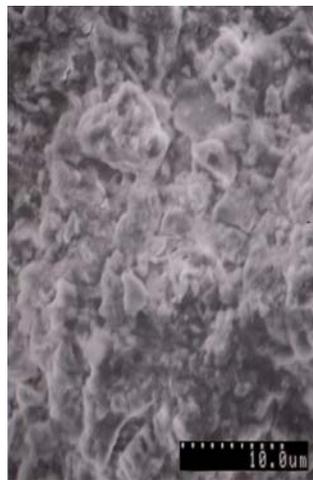
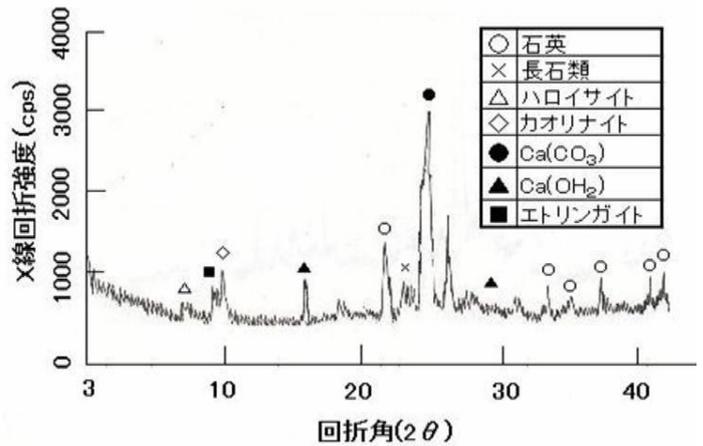


図-3 一軸圧縮試験後の含水比と一軸圧縮強度



(a) 電子顕微鏡



(b) X線回折分析

図-4 改良土の分析結果(含水比47%、混合率10%、養生40日間)

これらの反応物の分析結果を合わせて、コンクリートスラッジの土質改良材としての硬化反応は期待できないことがわかった。

#### 4. あとがき

本研究よりコンクリートスラッジの土質改良材としての可能性について次のことが明らかとなった。

- (1) 改良土は養生日数の経過に伴い含水比が低下して強度が増加する。その強度増加の程度は養生期間の長いほど、また、コンクリートスラッジの混合率が高いほど大きい。
- (2) 本研究で用いたコンクリートスラッジに硬化効果はなく、改良土の強度増加はコンクリートスラッジの吸水による汚泥の含水比低下および粒度改善によるものと考えられる。
- (3) 汚泥の含水比が改良土の強度改善に影響していることから、汚泥の前処理の重要性が明らかとなった。
- (4) 汚泥の含水比が47%のときコンクリートスラッジを10%混合し、5日間養生すれば第4種土質材料として利用できる。

参考文献 1) 環境省：[http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo\\_h16.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo_h16.pdf), 取得日 2007.11.7

2) 国土交通省：<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/010901/01.pdf>, 取得日 2007.11.7