

明石高専 都市システム工学科 学生員 ○安井沙妃、 橋 愛乃  
 明石高専 都市システム工学科 正会員 友久誠司、正会員 鍋島康之  
 明石高専技術教育支援センター 正会員 内藤永秀  
 明石高専 建築都市システム工学専攻 学生員 池藤八起

### 1. まえがき

平成 18 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は汚泥が全体の 44.3% (約 1 億 8,533 万トン)で最も高い割合となっている。この汚泥は、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、多くの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。

本研究は、泥土の再資源化を目的として、残コン・戻りコンを土質改良材とする可能性を追究している。具体的には、残コン・戻りコンから骨材を取り除き乾燥させたコンクリートスラッジを泥土に混合した改良土の強度特性を追及する。目標強度は、第 4 種土質改良材としての一軸圧縮強度  $q_u=50\text{kPa}$  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で発生した泥土である (表-1)。この泥土は高含水比で一軸圧縮強度が 18.3kPa と低強度であり、建設材料としての利用が困難なものである。実験には、泥土の含水比を 47%、52%の 2 種類に調整したものをを用いる。

一方、コンクリートスラッジは、水セメント比 40% のセメントペーストを作り、特性の比較のため、加水後 4、8、12、24、48 時間経過後 (以後、水和時間と呼ぶ)、24 時間炉乾燥・破碎して実験室にて製造した。最大粒径 5mm、吸水率約 55% のものである (以後、C スラッジと呼ぶ)。

改良土は、C スラッジを泥土の湿潤質量比で 5%、10% 混合したものである。供試体は、内径 5cm、高さ 10cm の円柱形モールドを用い、「JGS 2821 安定処理土の締固めをしない供試体作成方法」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し、20°C95%の恒温恒湿室での 0~14 日養生後に一軸圧縮試験、電子顕微鏡観察と X 線回折分析を行う。

### 3. 結果と考察

図-1 は含水比 47%の泥土に C スラッジを 5% 混合した改良土の C スラッジの水和時間と強度の関係である。試験後の改良土の含水比が目標値より大きく離れている結果を除いた傾向を曲線で示している。養生 0 日強度を比較すると、水和時間 24 時間以下の C スラッジを混合した改良土の強度は約 30kPa 増加している。それらの強度発現の傾向は、C

表-1 泥土の物理的特性

含水比 (%)	41.9
一軸圧縮強度 (kPa)	18.3
土粒子の密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2.67
液性限界 (%)	65.0
塑性限界 (%)	27.5

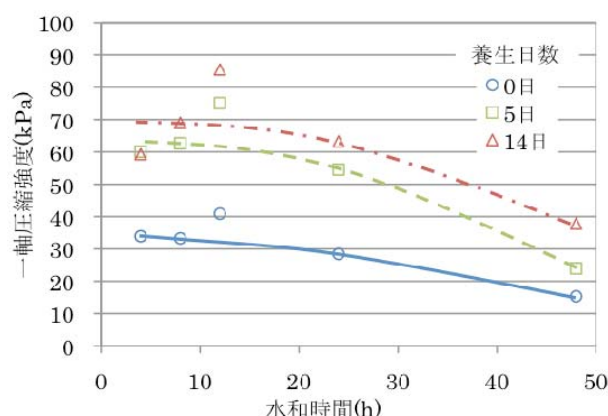


図-1 水和時間と一軸圧縮強度  
(泥土含水比 47%、C スラッジ混合率 5%)

スラッジの水和時間の経過につれて低下している。そして、養生日数が 14 日まで経過するに従い約 2 倍の強度に改善されている。第 4 種土質改良材の基準である一軸圧縮強度 50kPa 以上は、水和時間 24 時間までの C スラッジを 5% 混合し、5 日間の養生で達成できる。

図-2 は改良土の養生日数と強度について C スラッジ混合率の違いを比較したものである。C スラッジの混合率が大きくなるに伴い強度は増加している。養生 5 日までの改良土の強度は大きく増加しているが、その後の強度の伸びはほとんどみられない。そして、C スラッジ混合率 10% のものは 5% のものに比べて 2 倍の値となっている。

図-3 は泥土の含水比と強度の関係である。強度改善効果の著しい泥土含水比 47% の改良土は、泥土含水比 52% のものに比べて約 10~20kPa 大きな強度を示している。このことは、C スラッジ混合前の泥土の含水比を低減させる事前処理の重要性を示している。

図-4 は C スラッジと改良土の電子顕微鏡観察である。(a) の C スラッジには、粒子の輪郭が不鮮明なセメントの水和反応物である雲状の  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  が全体的にみられる。この C スラッジを混合した (b) の改良土には、泥土粒子の周囲にカルシウム系の反応物が付着しているが、CSH系反応物やエトリンサイトなどのセメントの硬化反応物とみられる結晶は確認できない。また、X線回折分析でも同様の結果を得ていることから C スラッジの土質改良材としての硬化特性は小さいことがわかった。

#### 4. あとがき

本研究より土質改良材としてのコンクリートスラッジの有効性について次のことが明らかになった。

- (1) 低強度の泥土にコンクリートスラッジを混合することで改良土の含水比は低下し、また粒度改善されたことで混合直後から強度は増加する。その後はセメントの水和反応により養生日数とともに改良土の強度は増加する。
- (2) 改良土の強度は、コンクリートスラッジの水和時間が短いもの、混合率が高いもの、および泥土の含水比が低いものほど大きくなる。
- (3) 泥土含水比 47% の泥土に対し、水和時間 24 時間以内のコンクリートスラッジを 5% 混合し、5 日間養生すれば第 4 種土質改良材として利用できる。

参考文献 1) 環境省 : [http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo\\_h18.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/waste/sangyo/sangyo_h18.pdf), 取得年月日 2010.2.4

2) 国土交通省 : <http://www.mlit.go.jp/kasha/kisha06/01/010901/01.pdf>, 取得年月日 2010.2.4

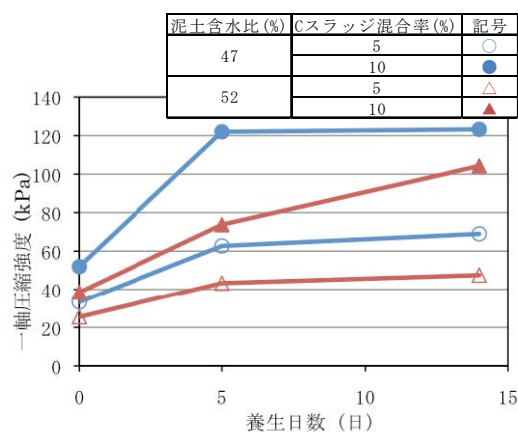


図-2 養生日数と一軸圧縮強度 (水和 8 時間)

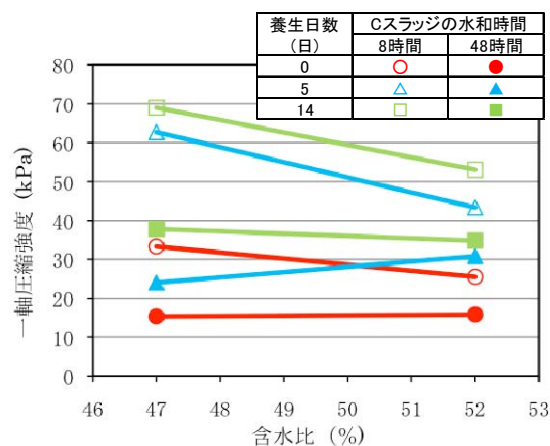
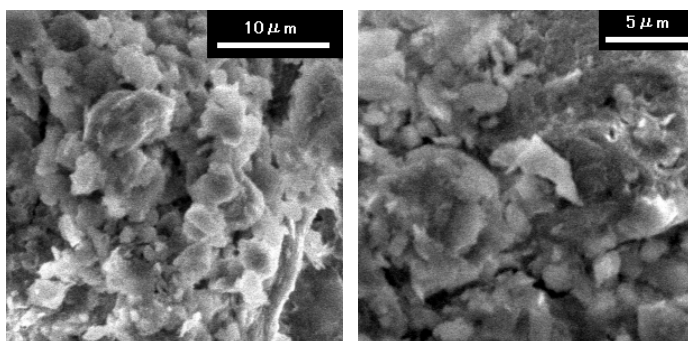


図-3 泥土含水比と一軸圧縮強度 (Cスラッジ混合率 5%)



(a) Cスラッジ (b) 改良土

図-4 顕微鏡による分析

(泥土含水比 47%、混合率 5%、水和 8 時間)