

土質改良材としてのコンクリートスラッジの硬化特性

明石高専 建築都市システム工学専攻 学生員 ○安井沙妃

明石高専 都市システム工学科 正会員 友久誠司、鍋島康之、内藤永秀

大阪大学大学院工学研究科 地球総合工学専攻 学生員 池藤八起

大阪大学工学部 地球総合工学科 橘 愛乃

1. まえがき

平成18年度の環境省の調査¹⁾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。一般に汚泥は、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²⁾によると余剰コンクリートを有効利用しているケースはわずかであった。

本研究は、汚泥の再資源化を目的として、余剰コンクリートを土質改良材とする可能性を追究している。具体的には、余剰コンクリート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汚泥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)。泥土は高含水比で一軸圧縮強度が 18.3kPa と低強度で、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用いる。

コンクリートスラッジは、普通ポルトランドセメントを用いて水セメント比40%のセメントペーストを作り、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・破砕して実験室にて製造した。その性質は表-2に示すとおりで、最大粒径5mm、吸水率55.4%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、 $20^\circ\text{C}95\%$ の恒温恒湿室で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

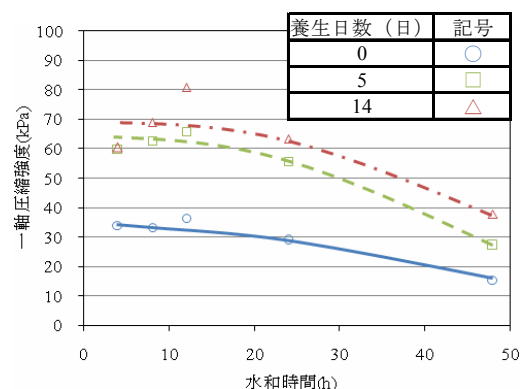
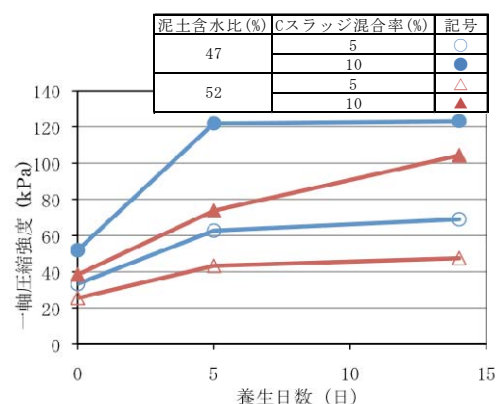
図-1は含水比47%の泥土にCスラッジを5%混合した改

表-1 泥土の性質

項 目	特性値
含水比 (%)	41.9
一軸圧縮強度 (kPa)	18.3
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.67
液性限界 (%)	65
塑性限界 (%)	27.5

表-2 コンクリートスラッジの性質

項 目	特性値
最大粒径 (mm)	5
含水比 (%)	29.3
密度 (g/cm^3)	1.84
吸水率 (%)	55.4

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%)図-2 養生日数と一軸圧縮強度
(水和8時間)

キーワード コンクリートスラッジ、一軸圧縮強度、泥土、硬化反応生成物

連絡先 明石高専 〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡679-3 TEL:078-946-6172 FAX:078-946-6184

良土の C スラッジの水和時間と強度の関係である。養生 0 日、すなわち C スラッジ混合直後では、水和時間 24 時間未満の C スラッジを混合した改良土の強度は約 10kPa 以上増加する。しかし、水和時間が 24 時間以上経過した C スラッジを混合した改良土の強度発現は、低下傾向にある。そして、改良土の養生日数が 14 日まで経過すると強度は約 2 倍に増加する。この主な原因は C スラッジ混合による含水比の低下と考えられる。第 4 種土質改良材の基準である一軸圧縮強度 50kPa 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の関係である。C スラッジの混合率が 5% から 10% の 2 倍になるに伴い改良土の強度は 2 倍に増加している。養生 5 日までの強度は大きく増加しているが、その後の伸びはほとんどみられない。

図-3 は改良土の試験後含水比と強度の関係である。いずれの養生日数でも水和時間 48 時間の C スラッジを混合した改良土は、含水比が 42~47% まで変化しても強度はほぼ一定の値である。一方、水和時間が 8 時間の C スラッジを混合した改良土の強度は、すべての含水比で水和時間 48 時間のものを上回っており、低含水比ほど高強度を示している。このことは水和時間の短い C スラッジが低含水比の泥土に有効であること、および泥土の含水比を低減する事前処理の重要性を示している。

図-4 は 3 日間養生後の改良土中の C スラッジ（水和 8 時間）の電子顕微鏡観察である。土粒子の表面に輪郭が不鮮明な雲状のセメントの水和物が全体的にみられるが、CSH 系反応物やエトリンガイトなどのセメントの結晶性硬化反応物はみられない。また、X 線回折分析結果の図-5 でも $\text{Ca}(\text{OH})_2$ や CaCO_3 のピークはみられるが、硬化反応物は確認できない。従って、電子顕微鏡観察、X 線回折分析の双方の結果より 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硬化特性とし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、混合直後から強度は増加する。その後は水和反応も生じて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、混合率が大きいもの、および泥土の含水比が低いものほど大きくなる。
- (3) 水和時間 24 時間以内のコンクリートスラッジが土質改良材として有効であり、泥土含水比 47% の泥土に対し、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, 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

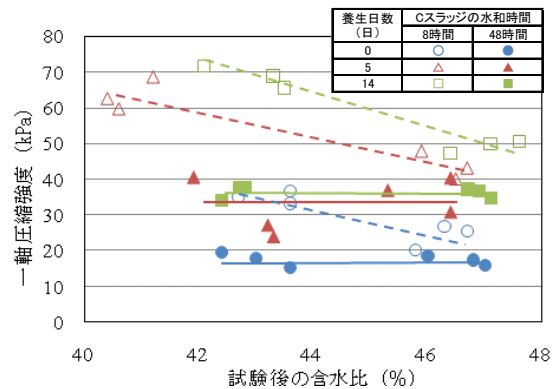


図-3 試験後の含水比と一軸圧縮強度 (C スラッジ混合率 5%)

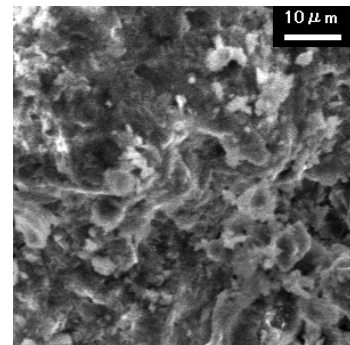


図-4 C スラッジの顕微鏡による観察 (水和 8 時間、3 日間養生)

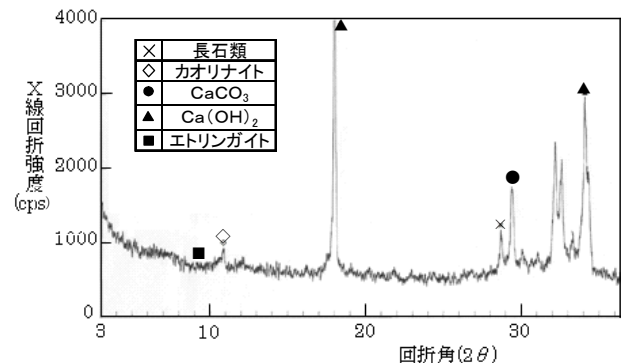


図-5 C スラッジの X 線回折分析 (水和 8 時間、3 日間養生)