

Ⅲ - B 306

粘性土中に石炭灰柱を有する複合供試体の非排水せん断強度特性

横浜国立大学 正会員 プラダン テージ

横浜国立大学 学生会員 ○佐藤 幸孝

1.はじめに： 国内において副次的に生産される石炭灰は年間 700~800 万トンといわれる。これらの約 50%は埋立処理されており、有効利用の必要性がある。堀内ら¹⁾は石炭灰に水を分割添加することで固化後、数 kgf/cm^2 の圧縮強度を発現する高密度スラリーとすることができることを示した。渡辺ら²⁾はモールドを用いて石炭灰ドレーンを有する粘性土の一次元圧密沈下を、サンドドレーンの Barron 解と比較して等価径を換算した。サンドドレーンの打設間隔比 $n=7$ に対して石炭灰ドレーンは $n=5$ で等価径となり、 $n<10$ で排水能力を発揮することを示した。本研究では石炭灰をパーチカルドレーンとして改良した複合供試体の強度特性について調べた。

2.試料、試験条件、方法： 試料特性を表-1 に示す。粘性土試料は $75\mu\text{m}$ のふるいを通過させた海成粘性土を、LL の 1.5 倍で練りかえして 30cm、高さ 33cm のモールドを用いて 0.4kgf/cm^2 で予圧密した。石炭灰試料は、水の分割添加法により含水比 40%のスラリー状のものを作成した。湿潤密度は約 1.65g/cm^3 となった。石炭灰試料は 12 日間の透水試験において透水係数の変化しなかったもの(M-B)を用いた(図-1 参照)。供試体の作成はモールド内の粘土中央に薄肉ケーシング(厚さ 3mm)を圧入し、引き抜くと同時に内部の粘土を取り除く。石炭灰をゆっくりと流し込み、再び 0.4kgf/cm^2 で 1 日予圧密する。その後モールドから全試料を取り出し、直径 20cm、高さ 15cm に成形する。置換率(α)はケーシングの直径を変えることによって、4 種類(0%,9%,33%,50%)を用意した。成形した供試体を三軸試験機で脱気、等方圧密($\sigma'_c=0.5$ と 1.0kgf/cm^2)した後に、定ひずみ速度($0.1\%/min$)で非排水せん断を行った。トップキャップ中央部に取り付けた土圧計とセル外のロードセルから応力分担比を求め、ベDESTALに取り付けた 2 つの水圧計から粘性土と石炭灰の間隙水圧を求めた。

表-1 試料特性

	粘性土	石炭灰(M-B)
$\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.69	2.05
LL(%)	107	
I_p	59	NP
$D_{50}(\mu\text{m})$	5.2	24

3.試験結果及び考察： 図-2 に有効拘束圧 1.0kgf/cm^2 における平均的な応力・ひずみ関係を示す。置換率 α の増加に伴ない強度増加があることが分かる。図-3 は $\alpha=49.3\%$ の時のせん断中の、粘性土及び石炭灰中の応力の変化を表す。石炭灰と粘性土の応力は一時等しくなるが、その後石炭灰の有効応力は増加する。この最大値と軸差応力のそれは、軸ひずみが同じ時に発生しており、複合供試体の強度は石炭灰の応力によって決定されるといえる。図-4 はせん断中の応力分担比($\sigma_{fa}/\sigma_{clay}$)の変化を表す。応力分担比は一時 1 となるが、石炭灰の応力増加が著しいので、その後応力分担比は増加する。また図-2 と図-4 から、応力分担比が最大になる点での軸ひずみは、破壊点でのそれとは一致しなかった。せん断前の応力分担比は、 $\sigma'_c=1.0\text{kgf/cm}^2$ で 2~4、 $\sigma'_c=0.5\text{kgf/cm}^2$ で 3~5 になった。図-5 は破壊時の過剰間隙水圧と置換率の関係である。石炭灰の過剰間隙水圧は置換率の増加とともに減少していく。図-6 は破壊時の応力分担比と

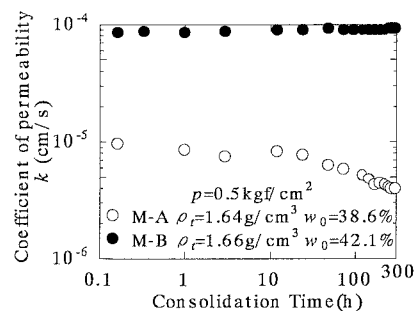


図-1 石炭灰の長期透水試験

キーワード： 石炭灰の有効利用、 複合地盤、 非排水せん断強度

連絡先： 横浜国立大学 045-339-4034

置換率の関係である。破壊時の分担比は置換率増加とともに増加し、応力集中効果が増加していることが分かる。図-7 は強度増加率と置換率の関係を示し、砂杭(SCP)のそれ³⁾と比較したものである。SCP の場合の強度増加は α に対して非線形的に増加するのに対し、石炭灰の場合は、 $\alpha=50\%$ まではほぼ線形的に増加する。

4.まとめ：1:圧密後の応力分担比は 2~5 になり、置換率の増加に対して減少する。破壊時のそれは 1~2 になり、置換率と共に増加する。2:破壊時の石炭灰の過剰間隙水圧は置換率の増加に伴ない減少する。3:強度増加率は $\alpha=50\%$ まではほぼ線形的に増加する。SCP と比較すると改良効果は小さく、 $\alpha=50\%$ において SCP の 40~60%程度の改良効果となる。

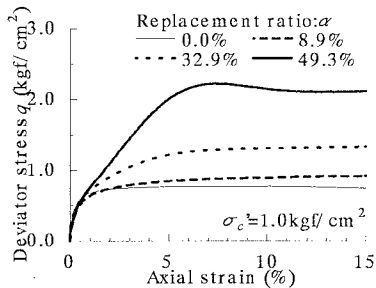


図-2 応力・ひずみ関係

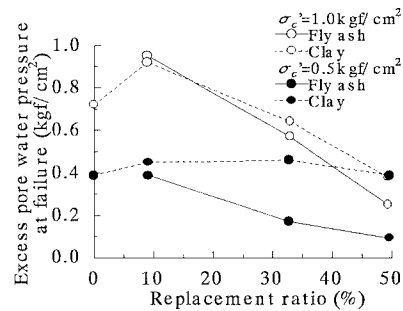


図-5 破壊時の過剰間隙水圧

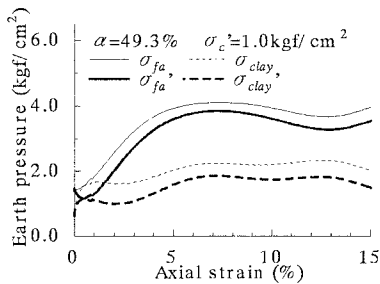


図-3 せん断中の応力の変化

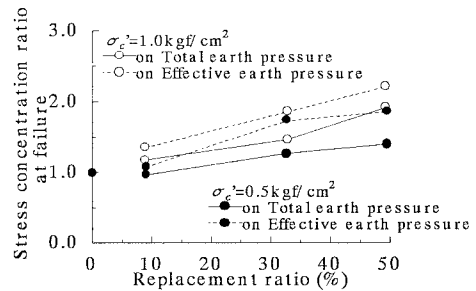


図-6 破壊時の応力分担比

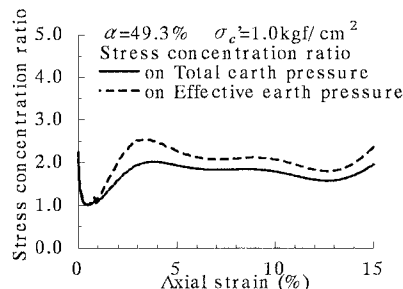


図-4 せん断中の応力分担比の変化

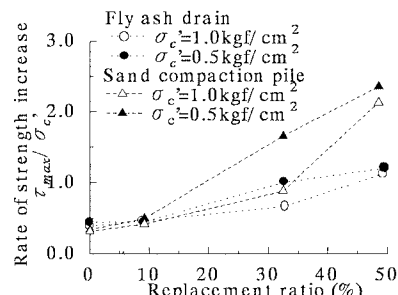


図-7 正規化強度・置換率関係

- 参考文献 1)堀内他:石炭灰の土木材料としての利用に関する研究(その 7)、第 19 回土質工学研究発表回、S59。
 2)渡辺 正隆:シルト系鉛直ドレーンによる地盤改良効果の検討、1996 年度横浜国立大学地盤研究室卒業論文
 3)プラダグン他:締め固めた砂杭を有する粘土の非排水強度特性、第 52 回土木学会年次学術講演会、H9。