

石炭灰とEPSを用いた
軽量表層改良地盤の支持力評価

長崎大学 学 〇中村充利 長崎大学 正 棚橋由彦
同上 正 後藤恵之輔 同上 正 持下輝雄

1. はじめに

佐賀平野一帯に広がる有明粘土地盤は日本有数の軟弱粘土地盤であり、様々な対策工法が試みられている。本報告ではこのなかの表層地盤改良工法に着目し、軽量表層改良材として産業廃棄物である石炭灰（フライアッシュ）と発泡スチロールの有効利用を試みるものである。先に著者らは、フライアッシュを主材料とし、EPSとセメントを配合した改良材（以後、EPSアッシュと呼称）を開発し、その軽量改良材としての最適配合条件を求めている¹⁾。今回は、最適配合に調整したEPSアッシュによる表層改良地盤のフーチング模型予備実験を行ったので、その結果を報告する。併せて、テルツァギーの支持力式及び弾粘塑性FEMによる支持力評価を試みる。

2. フーチング模型実験

2-1 実験槽

実験槽は長さ240cm、奥行35cm、深さ100cmの鋼製で底板可動により層厚は可変である。前面は土の挙動を観測するためアクリル板としている。

2-2 実験方法

- ①予圧密：下方から砂層厚5cm、粘土層厚D=50cm、砂利層5cmとし $p=0.1\text{kgf/cm}^2$ の上載圧を24時間かける。②予圧密終了後、上部の砂利を取除き、ベーンせん断試験により粘着力Cuの深度分布Cu(Z)を求める。
- ③载荷中央部の表層地盤を改良材（幅B、深度D_f）に置換する（図-1参照）。

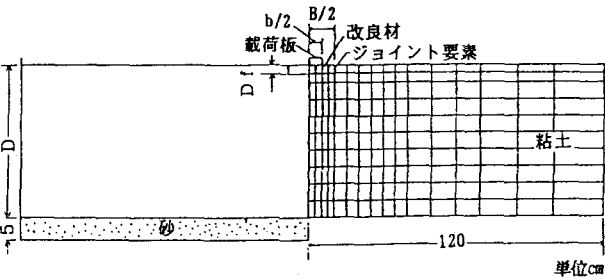


図-1 フーチング模型実験及び解析モデル図

- ④フーチング载荷試験：先に求めたCu(Z)より算出した極限支持力q_aの1/8を一段階の荷重増分 $\Delta q (=q_a/8)$ とし、一荷重増分当り30分载荷した。

2-3 実験条件

今回、無処理地盤と改良地盤（B/D=0.44,D_f/D=0.044）の2ケースをフーチング载荷幅b=10cmでそれぞれ $p=0.0457\text{kgf/cm}^2, 0.0914\text{kgf/cm}^2$ まで载荷試験を行った。なお、EPSアッシュの軽量改良材としての最適配合条件はC/F(セメントと石炭灰の質量比)=20/100、EPS/F(EPSビーズと石炭灰の質量比)=0.5/100である。

3. FEM解析

3-1.解析方法

地盤モデルとして塑性流動、側方隆起を伴う大変形に対応できる関口・太田モデル²⁾を用い、インタラクションとしてJoint要素を用いた。解析方法は、Biotの三次元圧密理論を基に、上述のモデルの構成式を導入した形の有限要素連成解析を用いた。

3-2.解析条件

解析モデルは、実験槽の右半分を図-1に示すように

表-1 入力パラメータ

D : ダイレイタンス係数	0.0956
Λ : 非可逆比	0.895
M : 限界応力比	1.593
ν' : 有効応力に基づくボアソン比	0.270
k _{xo} /γ _w : x方向の透水係数(cm/min)	1.92×10 ⁻²
k _{yo} /γ _w : y方向の透水係数(cm/min)	1.92×10 ⁻²
σ _{vo} : 鉛直先行圧密力 (kgf/cm ²)	0.0004~0.017
K _o : 先行時の静止土圧係数	0.373
σ _{vi} : 鉛直有効上載圧 (kgf/cm ²)	0.0004~0.017
K _i : 原位置での静止土圧係数	0.373
α : 二次圧密係数	6.00×10 ⁻³
V _o : 初期体積ひずみ速度	2.94×10 ⁻⁶
λ : 圧縮指数	0.551
e _o : 先行時の間隙比	2.239

要素分割し、表-1に示すような土質パラメータを入力し解析した。変位境界条件は、両端ともに水平変位を拘束し、下端は水平・鉛直ともに拘束している。また水理境界条件は、両端は非排水、鉛直方向は両面排水である。

4. 結果と考察

荷重沈下量曲線 (図-2)

改良材を用いた場合、無処理地盤と比較して支持力が2倍強に増加している。これは、改良材によつての応力分散効果によるものであろう。また、実測の極限支持力 (図-2参照) とベーンせん断試験から得たCu値を用いたテルツァーの極限支持力の比較を表-2に示す。テルツァーの支持方式において表層改良地盤の極限支持力は実測値とほぼ等しく妥当に評価しているが、無処理地盤では、過小に評価している。

表-2 極限支持力 q_a の比較

	極限支持力 q_a (kgf/cm ²)	
	表層改良地盤	無処理地盤
実測値	0.0750	0.0318
計算値	0.0720	0.0555

間隙水圧-荷重強度の関係 (図-3)

地表面深さ10cmにおける過剰間隙水圧 u の実測値は改良・無処理地盤ともにほぼ p に比例して増加しており、かつ無処理地盤の方が改良地盤の2倍強の値を示している。このことは改良材による応力分散効果を示唆している。改良地盤の解析値と実測値の挙動には差異がみられ、満足な結果を得ることはできなかった。

水平変位沈下量比 δ/S -沈下量 S の関係 (図-4)

実測値は2ケースともに沈下量が進むにつれ δ/S が収束していることが読み取れる。また、解析値は載荷初期段階での破壊を示していることにより、現時点で適当な解析モデルの作成に至っていないと考えられる。

5. まとめ

今回の実験により、EPSアッシュ軽量表層改良地盤 ($B/D=0.44$, $D_e/D=0.044$) が無処理地盤の2.4倍の支持力を発揮することが明らかになった。また、テルツァーの支持方式は改良地盤の支持力は妥当に予測するが、無処理地盤の支持力は過大に予測する傾向がみられた。今後、実験の不備な点を改良するとともに、改良材のB並びに D_e を数種変化させたフーチング模型実験を行い、改良材の寸法と支持力の相関を明らかにしたい。さらに、実測値との対応のよい解析モデルを構築し、シミュレーション計算によりEPSアッシュ表層改良地盤の設計に結びつけたい。

なお、本研究には平成5年度文部省科研・試験研究(B) (研究代表者: 棚橋由彦) の補助を得たことを付記する。

【参考文献】

- 宮川・棚橋・後藤(1991): 廃棄物埋立地盤の跡地利用に関するシンポジウム発表論文集 pp.83-88.
- Sekiguchi, H and Ohta, H (1937): Proc.9th Int.Conf.on SMFE, Specialty Session No.9, pp.229-238.

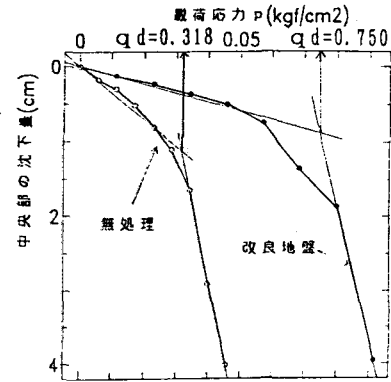


図-2 荷重沈下量曲線

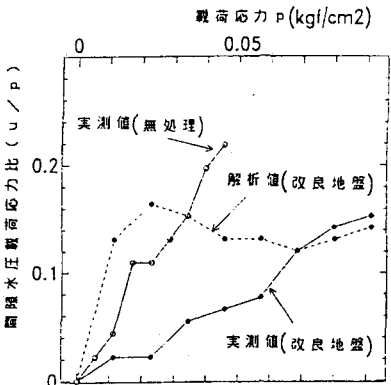


図-3 載荷応力-間隙水圧の関係

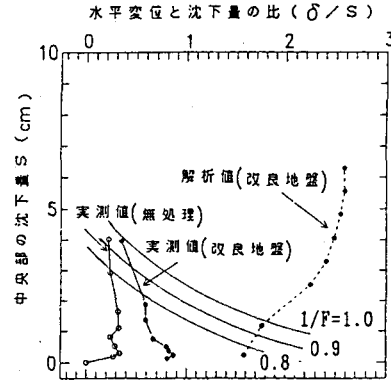


図-4 $\delta/S-S$ の関係