気泡混合土の破壊規準に及ぼす空隙量の影響

熊本大学大学院 学 松尾昭彦 熊本大学工学部 正 鈴木敦已熊本大学工学部 正 林 泰弘 熊本大学工学部 学 福田健史

1.はじめに

気泡混合土は現地発生土に軽量材(気泡)と固化材を混合処理したものであり、軟弱地盤上で効果を発揮する 土質材料である。その破壊規準は空隙量とセメント量の影響を受け、空隙量の増加により破壊規準の勾配は減少 するといわれている。¹⁾

本研究では、気泡混合土をマトリックス(セメント改良土)と空隙(気泡)から成る混合体と仮定し、マトリックスの物性は等しく、空隙量が異なる気泡混合土に対し、三軸圧縮試験と FEM 解析を行い、破壊規準に及ぼす 空隙量の影響を検討した。

2.三軸圧縮試験

本研究で用いた供試体は熊本港航路 浚渫土($\rho_t=1.60g/cm^3$)を原料土とした ものであり、セメント添加率 C/S(%) は一定で、空隙率 n_a(%)が異なる3種 類を準備した。**表-1**に供試体の条件(材 令 84 日)を示している。

表-1 供試体の条件(材令 84 日)

供試体名	セメント添加率 C/S(%)	空隙率 n _a (%)	湿潤密度 ρ _t (g/cm ³)	一軸圧縮強度 q _u (kPa)	圧密降伏応力 P _c (kPa)
A-1.1	6.0	26.7	1.1	90	100
A−1.3	6.0	13.3	1.3	160	185
C-1.5	6.0	0	1.5	230	350

図-1にはCD、CU(材令84日)より得られた有効応力経路及び破壊規準(最大軸差応力時)を示している。圧 密圧力は25~200(kPa)の範囲で選択し、軸ひずみ速度0.05(%/min)で軸ひずみ15.0(%)まで圧縮した。 また、破壊規準を有効応力で整理するためにCUでは間隙水圧を測定する必要がある。そこで、200(kPa)のバ ックプレッシャー及び二重負圧法を用い、B値が0.95以上を得ることができた。破壊規準は応力-ひずみ関係がひ ずみ硬化型の場合には軸ひずみ15.0(%)の点をピーク強度とし、圧密圧力が圧密降伏応力以下の範囲のものを 以下の式で直線近似した。

 $q_{f} = \cdot p_{f}' +$

ここで、 q _f ; 破壊時の軸差応力、 p _f'; 破壊時の平均有効主応力、 、 ; 定数である。

図-1 から排水条件によらない破壊規準が得られており、空隙率の増加に伴い 、 は減少しており、空隙の増加による内部摩擦角の減少が確認できる。



キーワード:三軸圧縮試験、非排水せん断強さ、破壊規準、数値解析

連絡 〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 TEL 096-342-3550

3.FEM 解析

気泡混合土の解析モデルは図-2 に示す ような直径 5.0cm、高さ 10.0cm の供試体 に同一寸法の気泡が均等に配置したもの とし、軸対称で FEM 解析を行った。モデ ルは下部端面で鉛直方向固定、モデルの対 称性を考慮し、CL(中心線)で水平方向を 固定して、全て非排水境界とした。圧縮は 供試体上端部の節点に軸方向に変位を与 え、軸ひずみ速度 0.015(%/min)とした。 マトリックスの力学モデルは Mohr-Coulomb の破壊規準を用いた弾完全塑性





図-3 破壊規準

体とし、C-1.5 に対する三軸圧縮試験から得られた材料定数(弾性係 数 E=21.0(Mpa)、ポアソン比 ν=0.36、粘着力 C'=68.1(kPa)、内部 摩擦角 φ'=33.7°)を用いた。なお、圧密圧力は初期応力とし、A-1.1 では 50、100 (kPa)、A-1.3 では 50、100、150 (kPa)を用いた。実験 結果と解析結果の比較を行うために、解析での応力-ひずみ関係が必 要となるが、内部の応力分布は不均一である。そこで、供試体上端 部のそれぞれの要素において軸方向に作用する応力(実験での軸応力

表-2 破壊規準の係数 α 、 β

	α	β
A-1.1(実験値)	0.95	45.3
A−1.1(解析値)	1.32	13.4
A-1.3(実験値)	1.24	70.5
A−1.3(解析値)	1.60	29.2
C-1.5(実験値)	1.36	139.3

に相当する)と上端部の変位から求めたひずみより応力-ひずみ関係を求めることにした。図-3は FEM 解析による 降伏応力と実験の破壊応力をプロットしたものである。これらを比較すると、解析で得た破壊規準は実験で得た ものと同様な傾向を示しており、今回のモデルにおいて破壊規準の推定が可能であるものと思われる。

表-2 は実験及び解析で得られた破壊規準の係数、についてまとめたものであり、空隙量の増加による、の減少は解析で再現できていることが判る。また、解析では実験値に比べを大きく評価する傾向がある。

林ら²⁾の指摘によると、気泡混合土では圧密過程でせん断応力が生じることにより内部摩擦角が低下すること が確認されており、今回のモデルでは圧密過程で生じるせん断応力は考慮していない。そのため、図-3 に示すよ うに、圧密圧力が大きくなるにつれ、解析での軸差応力が実験値より大きくなっている結果となった。しかし、 破壊規準を推定するためには今回想定したモデルは効果があるものと思われる。

今後、圧密過程で生じるせん断応力を考慮できれば、より正確な破壊規準が求まるものと考えられ、検討課題 である。

4.まとめ

- ・ 今回のモデルにおいて空隙量の増加による破壊規準への影響(、、の減少)が再現でき、破壊規準の推定には有効である。
- 今後、気泡分布を変化させた場合において検討する必要がある。

(参考文献)

 1) 矢島、丸尾、小川;飽和軽量土のせん断特性への気泡混入率の影響、土木学会論文集、No.511/Ⅲ-30、 pp.173-180、1995.

-433-

2) 林ほか;気泡混合土の破壊規準に関する検討、第36地盤工学会研究発表会(投稿中.)