

弾性体材料を含む混合土の圧縮特性に関する研究
－ 積層体模型実験による圧縮成分のモデル化 －
Study on compressive property of soil mixed with elastic material
- Modeling of the components of compression by using rod-stack test -

○木全 卓*, 工藤庸介*, 森 匠平*

KIMATA Takashi*, KUDO Yosuke* and MORI Shohei*

1. はじめに 近年、大量に排出される使用済み材料を処理するために、それらを地盤材料としてリサイクルする試みがいくなされてきている。その中でも廃タイヤは、チップ状にしたものを土と混合することにより、軽量性、圧縮性(変形追従性)、透水性、靱性に優れた地盤材料になることが知られている¹⁾。しかしながら、土にタイヤ(ゴム)のような変形性を有する材料を混合した場合、通常よりも大きな変形が生じるため、増大する圧縮量を予測して適切な対策を施す必要がある。そのため、変形性粒子に起因して付加される圧縮成分をメカニズムに応じて分類するとともに、二次元積層体模型の圧縮試験を行ってこれらの圧縮成分をモデル化することを試みてきた。その結果、粒子の移動が生じない正方・六角配置構造については各圧縮成分を幾何学的な観点からモデル化できることがわかってきた²⁾。今回は、圧縮成分の算定にゴムのポアソン比を考慮できるようにモデル式を拡張させるとともに、粒子の移動に起因する成分を明らかにするためにランダムな配置構造での試験も行い、積層体全体の圧縮量を構成する各圧縮成分をすべて分離してそれぞれを数式で表すことを試みた。

2. 試料および試験方法 本研究では、直径15mm×長さ50mmの円柱状のアルミ棒とゴム棒を用い、積層体を作製した。混合比(ゴム棒の混合割合)は0.0, 0.33, 0.66, 1.0の4種類とし、圧縮応力が350kPaになるまで一次元圧縮した。そして、圧縮に伴う粒子や骨格の変形状態をデジタルカメラで撮影し、変形性粒子であるゴム棒や間隙部分の断面積変化をAdobe Photoshopの機能を用いて画像解析した。**Fig.1**に正方配置構造における初期状態を示す。さらに、粒子の移動による影響を考慮するため、幅と高さを2倍にした容器(要素数は4倍)を用いたランダム配置構造についての一次元圧縮試験も行い、画像解析により各圧縮成分を個別に算出した。

3. 圧縮成分のモデル化 変形性粒子を含む混合土の圧縮成分は**Fig.2**のように分類できると考えられる。そこで、一次元圧縮した際の積層体の断面を幾何学的に考察し各圧縮成分を算出する式を求めた。ゴム棒の直径を R 、ゴム棒の

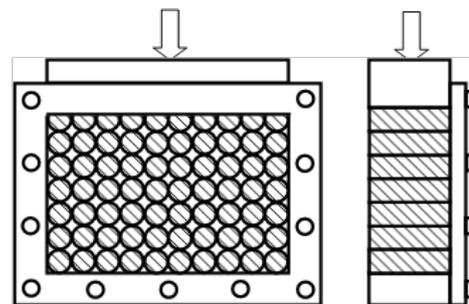


Fig.1 Rod-stack model (square)

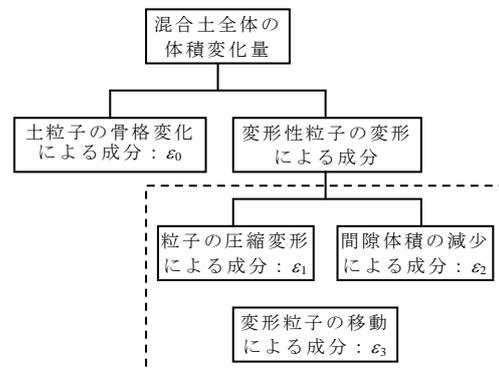


Fig.2 Components of compression

*大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Envi. Sci., Osaka Prefecture University

キーワード: 弾性体材料, 混合土, 圧縮特性

$$S_1 = \frac{1}{2}(1 - 2\nu) \left\{ \arcsin \left(\frac{\sqrt{2aR - a^2}}{R} \right) R^2 - (R - a)\sqrt{2aR - a^2} \right\} \cdots (1) \quad S_2 = aR - S_1 \cdots (2)$$

鉛直方向への変形量を a ，ゴムのポアソン比を ν とすると，ゴム棒自身の断面積変化 S_1 と間隙部分の断面積変化 S_2 はそれぞれ式(1)，(2)のように表すことができる．さらに，粒子の移動に起因する成分については，ランダム配置構造でアルミ棒のみの試験を行うことで S_0 が求められ，最後に残った成分として S_3 を抽出することができる．なお，今回は初期間隙率を約 23% に統一し，検討を進めた．

4. 結果と考察 **Fig.3** および **Fig.4** は式(1)，(2) を用いて正方配置構造におけるゴム棒および間隙部分の体積ひずみを計算したものであり，画像解析によって求められた実測値もあわせて示してある．これらの図より，提案した計算値は一次元圧縮試験の結果を概ねうまく表せていることがわかる．また， S_1 と S_2 を比較すると間隙部分の体積ひずみの方が大きい，これは，変形性粒子によって付加される圧縮が変形性粒子自身の体積変化よりもそれによって引き起こされる間隙部分の体積変化に大きく依存することを示すものであり，混合土の変形特性を考えるうえで重要なポイントになると考えられる．次に，積層体全体の体積ひずみから S_0 ， S_1 ， S_2 分を調整して差し引き， S_3 に相当する成分を分離したものが **Fig.5** である．この図には，積層体全体にかかる圧縮応力を σ ，ゴム棒の混合比を n として求めた近似曲線(式(3))も描いてあるが，実験値とほぼ一致しており， S_3 についてもモデル化できる可能性を示していると考えられる．

$$S_3 = -6.0n \times 10^{-5} \sigma^2 + 4.5n \times 10^{-2} \sigma \cdots (3)$$

今後は，初期間隙率の影響を考慮できるようにするなど，2次元状態における圧縮成分のさらなるモデル化を進めたいと考えている．

引用文献 1) 例えば，ハザリカ(2008)：タイヤチップス混合による護岸裏込め砂質土の地震時変状低減，ジオシンセティックス論文集，vol.23, pp.83-88. 2) 木全・北口(2012)：弾性リサイクル材混合土の圧縮特性に関する基礎的研究－積層体模型を用いた圧縮成分のモデル化－，第 69 回農業農村工学会京都支部研究発表会講演要旨集，pp.146-147.

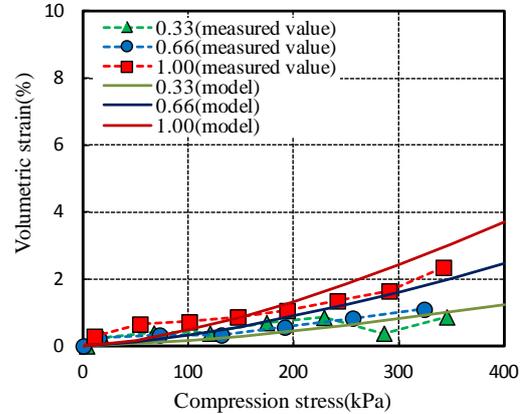


Fig.3 Component of particle compression (S_1)

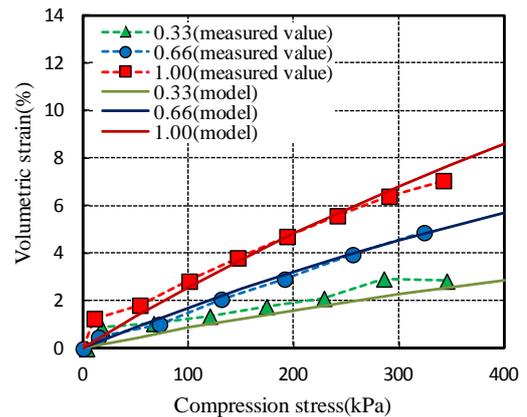


Fig.4 Component of void space change (S_2)

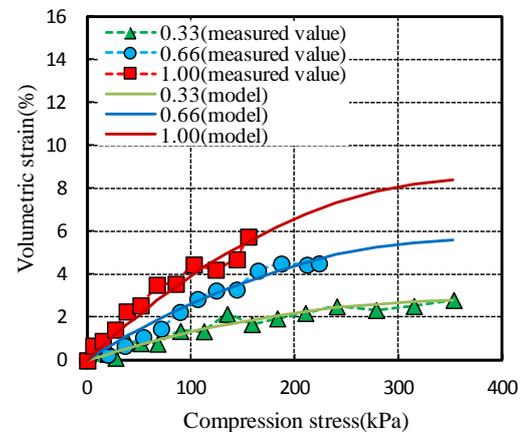


Fig.5 Component of particle movement (S_3)