

弾性体材料を含む混合土の圧縮特性に関する研究  
 — ゴムチップ混合体の一次元圧縮メカニズムの考察 —

Study on compressive property of soil mixed with elastic material

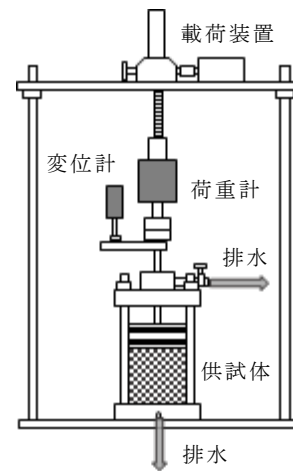
- Consideration of one-dimensional compression properties of rubber chip mixture -

○木全 卓\*, 工藤庸介\*, 額見悠生\*

KIMATA Takashi\*, KUDO Yosuke\* and NUKAMI Yuki\*

**1. はじめに** 環境問題への対応策として、資源のリサイクルは重要なキーワードの一つである。その中でも、例えば廃タイヤは年間約 100 万トンも発生しており、サーマルリサイクルからマテリアルリサイクルへの移行を促進するため、土質材料として利用する試みも行われている<sup>1)</sup>。著者らも、廃タイヤや廃棄発泡プラスチックなどを地盤材料として有効利用する方策を検討してきたが、混合土とした際に増大する変形量の予測/評価方法が重要となる。よって、二次元積層体模型の圧縮試験を行って圧縮量のモデル化を検討した結果、ゴムのような変形性粒子に起因して付加される圧縮成分は、[1]変形性粒子自身の体積変化と[2]それによって引き起こされる間隙の体積変化、さらには[3]変形した粒子の移動による間隙の体積変化としてそれぞれモデル化できることがわかってきた<sup>2)</sup>。よって本研究では、これを実際の三次元状態へと拡張することを念頭に、ゴムチップとアルミチップをアクリル円筒に詰めた混合体の一次元圧縮試験を行った。そして、圧縮量を成分ごとに評価し、ゴムのような変形性粒子を含む混合土の圧縮メカニズムについて考察した。

**2. 試料および試験方法** 実験では、土粒子を模擬するアルミ材（密度 2.69g/cm<sup>3</sup>）と弾性体粒子を模擬するニトリルゴム材（密度 1.38g/cm<sup>3</sup>）をいずれも直径 3mm×長さ 3mm に切断し、小さな円柱状のチップ試料とした。そしてこれらを体積比 0.0, 0.33, 0.5, 0.67, 1.0 で均一に混合し、内径 50mm のアクリル円筒内に高さが 100mm になるように詰めて供試体を作製した。その際、混合比が異なっても供試体の基本的な骨格構造が同じになるよう、間隙比は 0.7 となるよう調節した。一次元圧縮試験は **Fig.1** のような装置を用いて行ったが、供試体の間隙は予め二重負圧法によって飽和させ、圧縮に伴う間隙体積の変化を排水量から測定できるようにした。これにより、供試体の圧縮量を成分に分けて評価することが可能になる。なお、圧縮は供試体の剛性に応じて軸ひずみ速度を 0.1~0.4%/min の範囲で調節し、軸方向応力が 600kPa 程度になるまで行った。



**Fig.1** 1-D Compression apparatus

**3. 試験結果と考察** **Fig.2** は供試体全体および間隙部分の体積ひずみを示したもので、凡例の数値はゴムチップの混合比である（以下同様）。この図より、ゴムチップを混合した供試体はアルミチップのみの供試体（混合比 0）に比べて遙かに大きな体積圧縮を生じていることが確認され、モデル構築の重要性が再認識される。また、それぞれの混合比で見

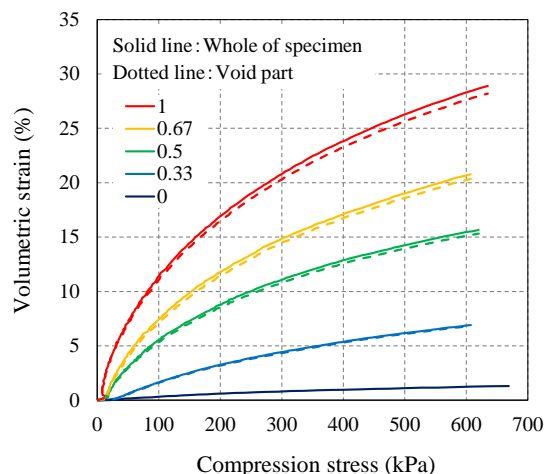
\*大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Envi. Sci., Osaka Prefecture University

キーワード：弾性体材料，混合土，圧縮特性

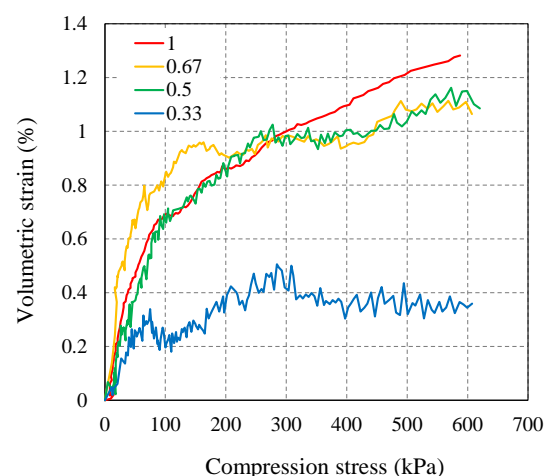
と、体積ひずみのほとんどが間隙部分の体積変化[2]+[3]によるものであり、ゴムチップ自身の圧縮量[1] (全体と間隙部分の差)はわずかであることも確認できる。**Fig.3**は試験結果をもとに算出したゴムチップ自身の体積ひずみを示しているが、1%程度の圧縮しか生じていないことが確認できる。また、混合比 0.33 以外がほぼ同じ挙動を示しているのは個々の粒子が混合比によらず同じ力を受けていることを裏付けるものであり、逆に、混合比 0.33 のみ体積ひずみが小さくなったのは供試体内にアルミチップによる骨格が形成されたためと考えられる。このような特性はモデル化を進めるうえで大いに考慮すべきポイントであると考えている。最後に、間隙部分の体積変化[2]+[3]の成分の分類について考える。一般に、载荷の比較的早い段階では粒子の安定な配置への移動による体積圧縮[3]が卓越し、それ以降は粒子の変形に起因する体積圧縮[2]に移行していくと考えられる。よって、圧縮の後半部分をほぼ[2]の成分と捉え、[3]に相当する成分を抽出したものが **Fig.4** である。この図より、[3]の成分は体積ひずみの半分強を占めているものの、その値は概ね混合比に応じていることなど、二次元積層体模型の結果との共通点も多いことが確認できた。

**4. おわりに** 本研究では、変形性粒子を含む混合土の三次元状態での圧縮挙動を検討するため、ゴムチップ混合体の一次元圧縮試験を行って圧縮量を成分ごとに評価した。その結果、三次元状態においても二次元モデルと同様の考え方が適用できることが確認されるとともに、混合比が小さいとアルミチップによる骨格がゴムチップの圧縮を抑制することなど、二次元積層体模型実験では把握できなかった特性が明らかになった。今後は具体的なモデルの構築を進め、変形性粒子を含む混合土の圧縮特性の解明を目指したい。

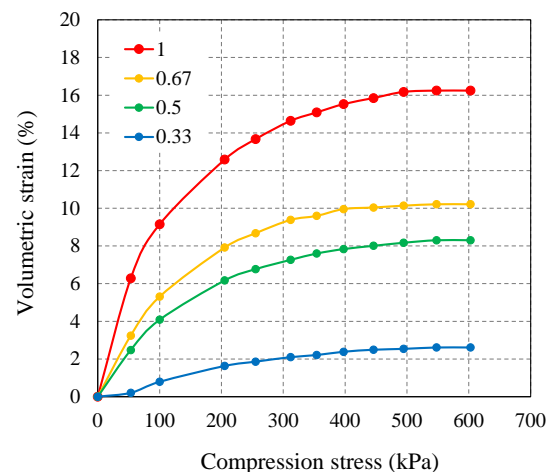
**引用文献** 1) 例えば、ハザリカラ(2008): タイヤチップス混合による護岸裏込め砂質土の地震時変状低減, ジオシンセティックス論文集, vol.23, pp.83-88. 2) 木全ら(2014): 弾性体材料を含む混合土の圧縮特性に関する研究—積層体模型実験による圧縮成分のモデル化—, 平成 26 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.768-769.



**Fig.2** Volumetric strain (whole & void)



**Fig.3** Volumetric strain (rubber chip itself)



**Fig.4** Volumetric strain caused by further re-arrangement of deformed rubber chips