

タイヤチップ混合土の圧縮挙動のモデル化に関する研究 —チップ状試料の体積変化量についての考察—

Study on modeling of compression behavior of tire chips mixed soil —Consideration on volume change of chip sample—

大阪府立大学 ○岡本 彦蔵・木全 卓・工藤 庸介
Okamoto Hikozeu, Kimata Takashi, Kudo Yosuke

1. はじめに 近年、循環型社会の形成に向けた地盤工学の分野における研究の 1 つとして、廃タイヤをチップ状にし、地盤材料として利用する混合土の開発が行われている¹⁾。しかし、タイヤチップ混合土を実際に施工するには通常地盤とは違い圧縮量が増加するため、実際の施工の際は圧縮量の事前評価が必要である。そこで、既往研究から混合土の圧縮量を予測するために混合土の圧縮特性のモデル化についての研究が行われ、混合土の圧縮特性は、粒子の圧縮による体積ひずみ ε_{v1} 、粒子の圧縮に伴う間隙減少 ε_{v2} 、粒子の移動に伴う間隙減少 ε_{v3} の3種類に分類できることがわかった²⁾。本研究では、アルミチップとゴムチップを用いてタイヤチップ混合土を模擬した供試体を作成し、一次元圧縮試験を行った。さらに、タイヤチップ混合土の圧縮成分をモデル化するために、三次元的に考慮した円柱状粒子の重なりから幾何学的に計算し、各圧縮成分で実測値との比較を行った。

2. 一次元圧縮試験 装置概要を Fig. 1 に示す。供試体は、直径 5cm、高さ 10cm のアクリル円筒内にアルミチップに対してゴムチップの割合が混合比 0.33, 0.5, 0.67, 1.0 となるように作製する。圧縮成分の抽出を単純化するために最密状態で供試体を作成する。また、負圧法によって供試体間隙を水で飽和させ、荷重をかける。排水量、水温、変位量を測定し、排水された水の体積を粒子の圧縮に伴う体積ひずみ ε_{v2} とし、全体の変位量から水の排水量を引いたものを粒子の圧縮による体積ひずみ ε_{v1} として測定する。

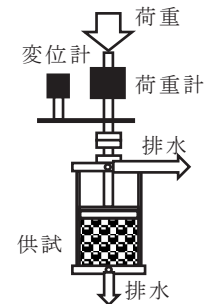


Fig. 1 装置概要

3. 圧縮成分のモデル化 Fig. 2 に圧縮量のモデルを示す。縦向きと横向きの円柱状試料の重なりから幾何学的に計算を行い、荷重による試料体積変化量からモデル式を構築する。円柱状試料は半径 r 、全体の圧縮量を a 、ポアソン比を ν とする。円柱状粒子の重なりから圧縮による体積変化量を求めると、以下の式のようになる。

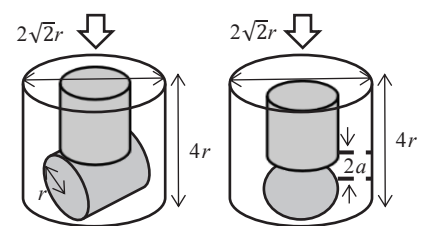


Fig. 2 圧縮量のモデル

$$V_1 = (1 - 2\nu) \left[\frac{1}{4} \left\{ \sin^{-1} \frac{\sqrt{4ar - a^2}}{2r} \times 4r^2 - (2r - a) \sqrt{4ar - a^2} \right\} \times 2r + \frac{\pi ar^2}{2} \right]$$

次に、粒子の圧縮に伴う間隙減少 ε_{v2} についても同様に考える。間隙の体積減少は初期間隙体積から圧縮後の間隙体積を引くことで以下のように求める。

$$V_2 = 2\pi ar^2 - V_1$$

4. 結果・考察 混合比 1 と混合比 0.5 における

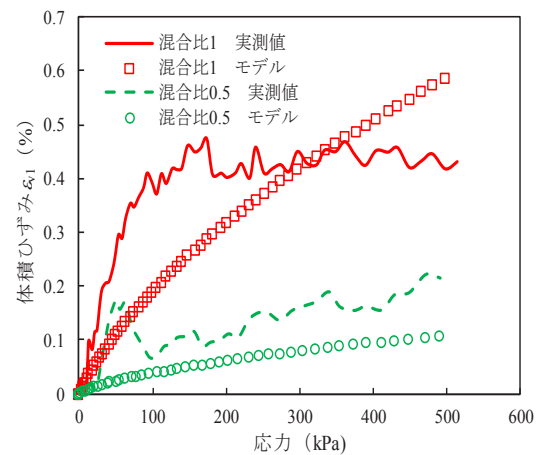
圧縮量のモデル式と実測値との比較を Fig. 3 に示す. (a) 粒子の圧縮による体積ひずみ ε_{v1} について, ε_{v1} は体積ひずみが 1% 未満と非常に小さい圧縮成分であることがわかる. また, 混合比 1 ではゴムの特徴である非線形の実測値とは一致しないことが確認され, ゴム弾性を考慮することで精度の高いモデル式を得ることが期待される. 今後も検討が必要であるが, 今回のモデル式では概ね実測値に近い値を算出できていることがわかった. また, (b) 圧縮に伴う間隙減少 ε_{v2} については実測値に概ね一致することがわかった. また, ゴムのみの圧縮量についても抽出し, 検討を行うために (c) にゴムの単位体積当たりの体積ひずみ (混合比に関係なくひずみは概ね一定になると考えられるため, 混合比 1 のモデルのみ示す) について示す. 応力 100kPa 程度までは実験結果と一致していることがわかるが, 応力の増加に伴い実測値との差が大きくなっていくことについては再度検討が必要である.

以上のことから ε_{v1} , ε_{v2} については概ね実測値に近い値を算出することができた. 本研究では 1 パターンの粒子の重なりについてモデル式を構築したが, 様々な粒子の重なりや, ゴム弾性の特徴を考慮することにより実測値に近い結果が得られる可能性があると考え.

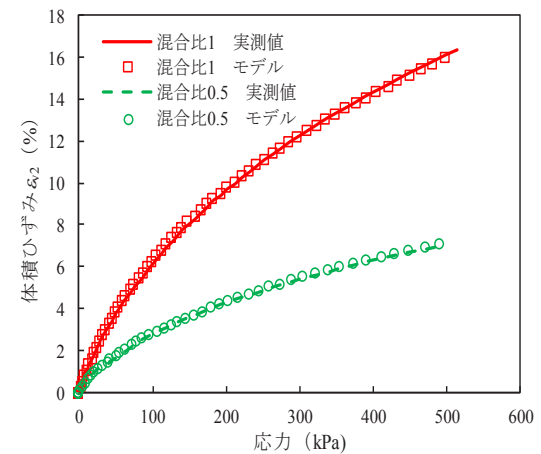
5. まとめ 本研究ではタイヤチップ混合土の圧縮特性の事前予測のため, 模擬実験の結果と試料の重なりを考慮し算出したモデル式との比較を行った. 結果として, 各圧縮成分について概ね圧縮挙動を表すことができ, 実測値に近い値を示すことが確認された. さらに改良が必要ではあるが, このような手法の確立が実現することで, 混合土の利用が拡大し, 廃棄物処理や, 環境問題の課題解決につながると考えている.

参考文献

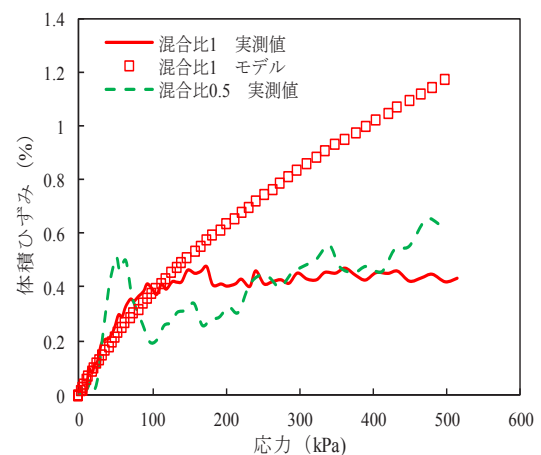
- 1) 安原ら(2006): 古タイヤの地盤工学分野への適用, ジオシンセティックス技術情報, 22 巻 3 号, pp.15-30.
- 2) 木全ら(2013): 弾性体材料混合土の圧縮特性に関する考察ーゴム積層体模型実験による圧縮成分の評価ー, ジオシンセティックス論文集, Vol.28, pp.207-212.



(a) 粒子の圧縮による体積ひずみ ε_{v1}



(b) 粒子の圧縮に伴う間隙減少 ε_{v2}



(c) ゴムの単位体積当たりの体積ひずみ

Fig. 3 実測値とモデル式との比較