

タイヤチップ混合土の圧縮特性に関する基礎的研究

— 積層体模型実験による圧縮成分の定量的評価 —

Basic study on the compression property of tire tips mixed soil

- Quantitative evaluation of compressive component by rod-stack model tests -

○木全 卓*, 中田 遼**, 工藤庸介*

KIMATA Takashi*, NAKATA Ryo**, KUDO Yosuke*

1. はじめに 循環型社会の構築において使用済み材料のリサイクルは重要な課題の一つであり、地盤材料として利用する試みもいくつか行われている。著者らも、チップ状にした廃タイヤを混合土として有効利用する方法について検討してきたが、土に変形性を有する材料を混合すると混合土としての変形量も増大させるおそれがある。このため、二次元積層体模型による圧縮試験を行い、通常の土の圧縮量(変形性粒子を含まない場合、これを成分[0]とする)に加えて、変形性材料に起因して付加される圧縮成分を[1]変形性粒子自身の体積圧縮、[2]それによって生じる間隙体積の減少、[3]変形した粒子のさらなる移動による体積変化に分類してこれらのモデル化を検討してきた。その結果、正方構造や六角構造で粒子配置に乱れが生じない場合については[1],[2]の成分が概ね予測可能であることが示された¹⁾。よって今回は、デジタル画像相関法(DIC)を用いてゴム棒単体の平均ひずみを求め、全体の圧縮特性に及ぼす影響を考察した。また、粒子の移動が生じるランダム構造の圧縮試験を行い、DIC解析により計測された粒子移動から[3]の成分に関わる圧縮ひずみを算出し、その挙動を考察した。そして最後に、ここまで得られている検討結果をもとに、混合土全体の圧縮量の予測を試みた。

2. 試験方法 積層体模型には、土粒子とタイヤチップを模擬するために直径15mm×長さ50mmのアルミニウム棒とゴム棒を使用した。試料の断面にはDIC解析のためのランダムパターンおよび中心部に白点をつけたものを準備し、これを容器内に積み上げることで積層体を作製した。初期間隙率は容器全体の断面積と積み上げた試料の断面積を調節して26%, 24%, 22%に設定し、ゴム棒の混合比は1.0(ゴム棒のみ), 0.67, 0.33, 0.0とした。圧縮試験中は積層体断面の状態をデジタルカメラで撮影し、画像からピクセル数の変化を読み取ってひずみの計測を行った。また、DIC解析では変形の前後で画像の同一点を探索することで断面内の変位を計測した。

3. ゴム棒の平均ひずみ 正方・六角構造において、DIC解析によりゴム棒断面のひずみから全体の圧縮特性を考察した。DIC解析では対象を要素分画してひずみを計測しているため、ゴム棒断面のひずみは要素ごとのひずみの平均として算出した。その結果をFig.1に示す。この図より、初期間隙率が小さい六角構造では、正方構造と異なりひずみ増分が減少していく傾向が確認できる。このことは、圧縮により間隙が密になると粒子の変形が抑制され、混合

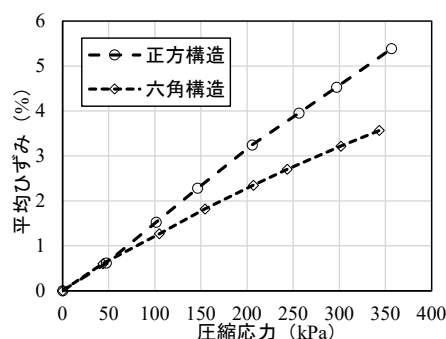


Fig.1 ゴム棒の平均ひずみ
Average strain of rubber rod

*大阪公立大学大学院農学研究科 Osaka Metropolitan University

** (株)建設技術研究所 CTI Engineering Co., Ltd.

キーワード :

混合土, 圧縮特性, 積層体模型実験

土としての圧縮量も小さくなることを表していると考えられる。

4. ランダム構造の圧縮成分 ランダム構造では六角・正方構造と異なり、粒子の移動に起因する圧縮成分の[0]と[3]が生じる。これまでは全体の体積ひずみから圧縮成分の[0],[1],[2]を引いて[3]を求めていた(**Fig.2**)が、この結果の妥当性をDIC解析により検証した。すなわち、個々の要素を接点として積層体全体について変位分布を求め、水平方向への移動量から土粒子による分を差し引くことで[3]の成分を直接求めた。その結果を**Fig.3**に示したが、従来の結果と概ね一致することが確認され、この成分は圧縮の途中から発達していく傾向が把握できた。最後に、ここまでの検討をふまえ、積層体全体の圧縮量の予測を試みた(**Fig.4**)。各圧縮成分のうち、[0]はアルミ棒のみの結果を双曲線で近似して用いた。[1]と[2]は正方・六角構造に対して考案したモデルを初期間隙率に応じて補正(外挿)して適用した。[3]はまだモデル化できていないが、今回は実験結果をもとにx軸に切片をもつ直線としてあてはめた。この図より、圧縮初期段階に若干の課題はあるが、実験結果(実測値)を概ねうまく予測することができたと考えている。

5. おわりに 本研究では、DIC解析を用いてゴム棒・アルミ棒積層体の圧縮成分を分析・評価するとともに、全体の圧縮量の予測も行った。その結果、間隙が密になると積層体を構成するゴム棒要素の変形が抑制されることや、圧縮成分[3]は圧縮がある程度進んでから現れる成分であることなど、混合土の圧縮特性に関する新たな知見が得られた。また、混合土全体の圧縮量の予測についても、これまでに得られている知見により実験結果を概ね良好に予測できることが示された。今後は、圧縮成分[3]のモデル化も含めて、ゴムチップなどの変形性粒子を含む混合土の圧縮特性の開明に向けてさらなる検討を進めたいと考えている。

参考文献 1) 木全 他(2010): EPS 破砕片混合土の圧縮特性に関する考察—積層体模型実験による圧縮成分の評価—, ジオシンセティックス論文集, Vol.23, pp.83-88.

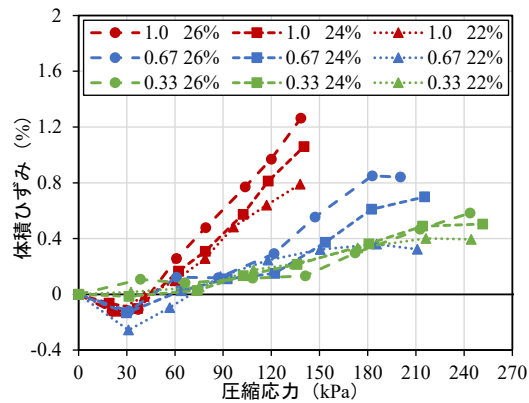


Fig.2 体積ひずみ成分[3]
Volumetric strain component [3]

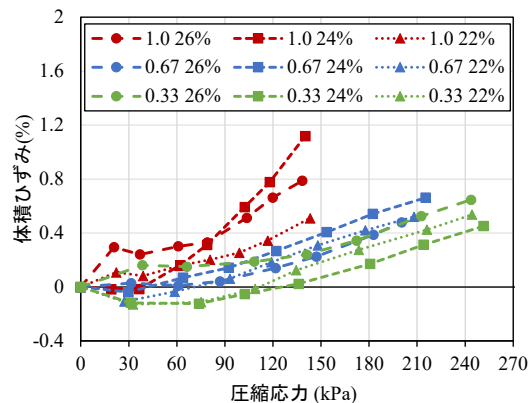


Fig.3 DICによる体積ひずみ成分[3]
Volumetric strain component [3] by DIC

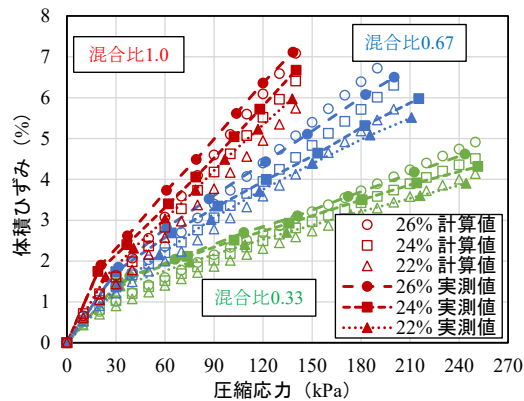


Fig.4 全体の体積ひずみの比較
Comparison of overall volumetric strain