

## 粒径の異なるタイヤチップスを混合した軽量地盤材料の力学特性

茨城大学 学生会員 大信克男

茨城大学 フェロー会員 安原一哉 正会員 小峯秀雄・村上 哲

(株)ブリヂストン 正会員 Ashoke Karmokar

(株)東亜建設工業 正会員 川合弘之

### 1. はじめに

単一粒径で検討されたタイヤチップスの力学挙動は、一般的な地盤材料である砂や礫と比較して、粒子が軟質であるため非常に変形しやすい特性を持っている<sup>1)2)</sup>。この変形しやすい特性は、粒子自身の変形に大きく起因すると考えられる。

そこで、本研究ではタイヤチップスを 100% 利用するという点と粒子が変形する部分である間隙に着目し、粒径の異なるタイヤチップスを混合することによって力学挙動の変化を排水三軸圧縮試験より把握した。粒子が変形する部分である間隙にタイヤチップスを充填することで剛性が増加すれば、タイヤチップスのみで地盤材料として利用することが可能である。そして、利用限度が過ぎた場合に次のリサイクルの適用性が極めて高く、有益な地盤材料になりうる。

### 2. 室内試験概要

供試体サイズは、直径 5cm 高さ 10cm の円柱である。本研究で用いた試料は、表-1 に示すような物理的性質、図-2 に示すような粒度分布を有するタイヤチップスである。これを 3 種類の粒径にふるいわけした後、表-2 に示すような条件で混合した。

供試体は、締固め法によって作製した。配合 1~4 に関しては平均有効主応力 98kPa で、配合 5 に関しては、平均有効主応力 196kPa で等方圧密した後、側圧一定のもと軸ひずみ速度 0.1%/min でせん断試験を行い、試験終了は、軸ひずみ 25%とした。

### 3. タイヤチップスの排水圧縮試験結果

軸差応力-軸ひずみ関係を図-3 に、変形係数-軸ひずみ関係を図-4 に、体積ひずみ-軸ひずみ関係を図-5 に示す。

図-3 を見ると、各配合ともに軸ひずみの増加に伴い、軸差応力が単調に増加している挙動を示している。そして、軸ひずみが 25%に達してもピークが見られない。

表 1 使用したタイヤチップスの物理的性質

粒子の単位体積重量 (kN/cm <sup>3</sup> )		11.2
間隙比	最大 e <sub>max</sub>	1.26
	最小 e <sub>min</sub>	0.72

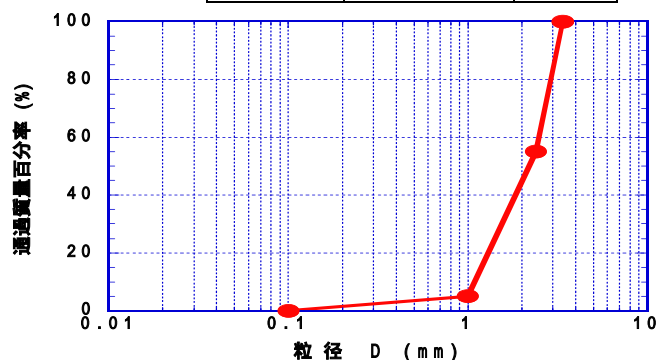


図 2 使用したタイヤチップスの粒度分布

表 2 試料の配合条件・試験条件

粒径(mm)	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.4	1.4 ~ 2.0	圧密時 平均有効主応力 P' <sub>c</sub>
配合 1	0	0	1	98 kPa
配合 2	0	1	1	
配合 3	1	1	0	
配合 4	1	1	1	
配合 5	0	0	1	196 kPa

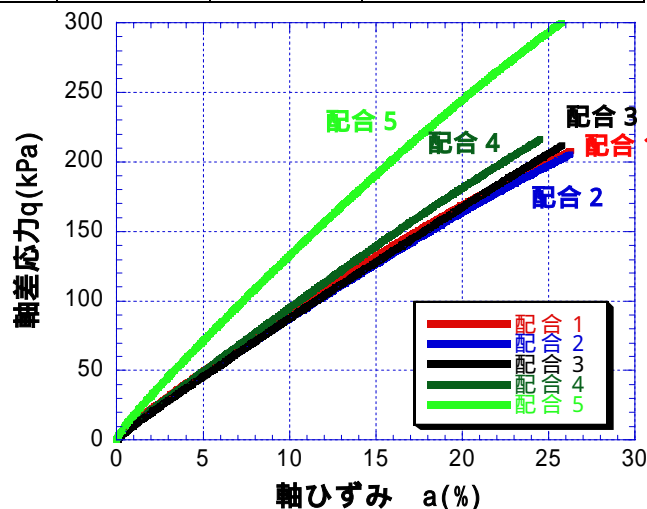


図 3 軸差応力-軸ひずみ関係

キーワード 環境負荷低減 廃タイヤ 軽量地盤材料 混合 排水三軸圧縮試験

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL0294-38-5166

つまり、大きな変形が生じてでも破壊に至らないことがわかる。配合 4 では、単一粒径である配合 1 と比較して若干であるが剛性が改善している。拘束圧を増加させた配合 5 では、粒径を変化したものより、軸ひずみ 25% の時点では軸差応力が約 1.5 倍増加していることがわかる。異なる粒径を混合させるよりも非常に高い効果を得られることがわかる。図-4 は、図-3 より得られる軸ひずみ 1、5、10、15、20、25% における割線弾性係数である。この図を見ると、各配合で同じような挙動を示しているが、異なる粒径を混合した配合 4 に関しては、軸ひずみに伴う変形係数の変化の割合が小さい、つまり、剛性が高くなっていることがわかる。

次に、図-5 を見ると、図-3 からわかるように変形しやすい力学特性を有する材料であるので、各配合ともに非常に圧縮しやすい挙動を示していることがわかる。配合 4 を見てみると、軸差応力-軸ひずみ関係では、軸差応力が配合 1 に比べて増加しているが、体積圧縮はしやすい挙動を示している。この要因は、小さい粒径が混合されることで、粒子と粒子の接触面積が小さくなったことで圧縮しやすい挙動を示したものと考えられる。また、軸差応力-軸ひずみ関係同様、拘束圧を増加させることで、体積ひずみを減少させることができることがわかる。

#### 4. 異なる粒径の混合・拘束圧の増加による剛性変化のメカニズム

図-6 の中央のような単一粒径の供試体（本試験の配合 1 に類する）を考える。左図のように異なる粒径のタイヤチップスを混合することで、その混合した粒子が間隙を埋める（本試験の配合 4 に類する）、または右図のように拘束圧を増加することで粒子が変形し間隙を埋める（本試験の配合 5 に類する）、これらの効果でタイヤチップスが変形する際に必要とする間隙が小さくなることと粒子の接触面が増加することで剛性が高くなったと考えられる。

#### 6. 結論

異なる粒径のタイヤチップスを混合することによって、以下のような力学挙動の変化を把握することが出来た。

- 1) 異なる粒径のタイヤチップスを混合することで、剛性が増加する傾向がある
- 2) 拘束圧を増加させることで、より高い剛性が得られるようになる

以上より、異なる粒径のタイヤチップスを混合し、拘束圧を増加させることで、より剛性の高い材料になりうる。

#### 《参考文献》

- 1) 大信克男, 安原一哉, 小峯秀雄, 村上哲: 軽量地盤材料としてのタイヤチップスの非排水せん断特性, 第 38 回地盤工学研究発表会講演集, pp.837-838, 2003
- 2) Ashoke Karmokar: Compression Tests on Scrap Tire Rubber Grains for their use Lightweight Geomaterials, 第 37 回地盤工学研究発表会講演集, pp.817-818, 2002
- 3) (株)ブリヂストン: ブリヂストン環境報告書, pp.33-35, 2003
- 4) Shiping Yang, Robert A. Lohnes, Bruce H. Kjartanson Mechanical Properties of Shredded Tires, Geotechnical Testing Journal, Vol.25, pp.44-52, March 2002

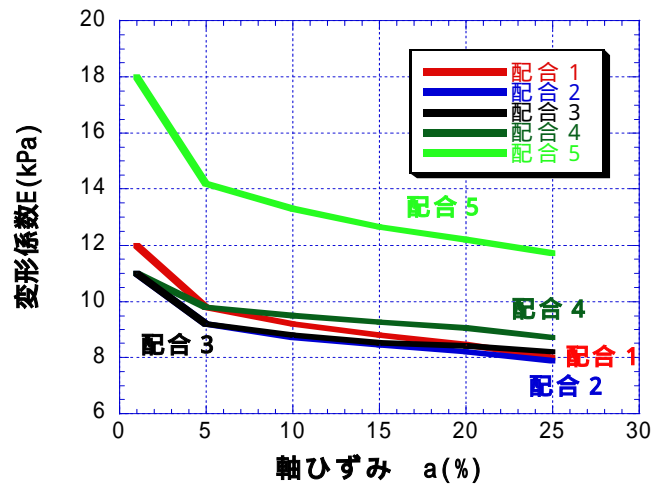


図 4 体積ひずみ-軸ひずみ関係

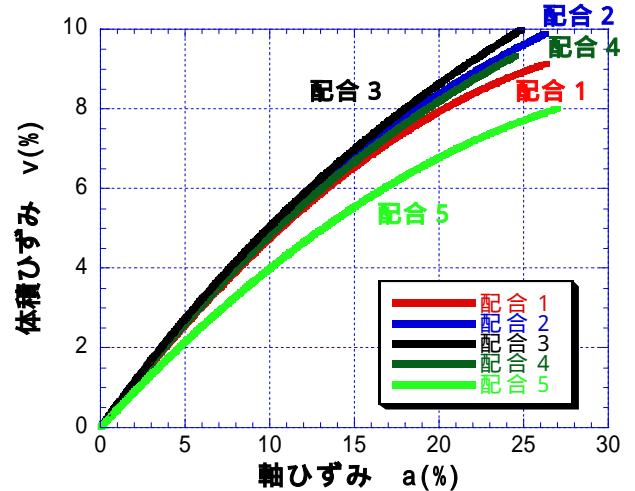


図 5 体積ひずみ-軸ひずみ関係

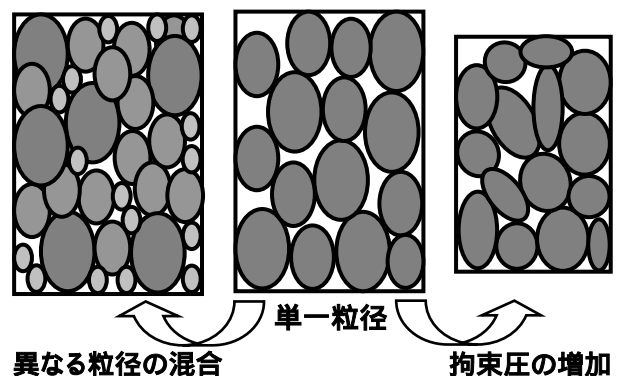


図-6 混合・拘束圧増加によるタイヤチップス粒子の形状