

粒径の異なるタイヤチップのせん断特性について

山口大学大学院 学生会員 ○ 瀧山 美怜
山口大学大学院 正会員 兵動 正幸
山口大学大学院 正会員 中田 幸男
山口大学大学院 正会員 吉本 憲正

1. まえがき

廃タイヤをチップス状に細かく粉砕したタイヤチップを砂や粘土に混合して用いることが近年検討されている。しかしながら、タイヤチップそのものの力学特性については、あまり調べられておらず矢島ら¹⁾や菊池ら²⁾の実験結果があるのみで、まだ未解明な点が多い状況にあった。近者および筆者ら³⁾は、粒径の細かいタイヤチップを対象に排水、非排水単調および非排水繰返しせん断試験を行い、タイヤチップのせん断挙動が弾性的であり、液状化を起こさない材料であることなどを明らかにした。本研究では、さらに、大きい粒径のタイヤチップも加え、粒径の異なる3種類のタイヤチップを対象に、タイヤチップのせん断特性に及ぼす粒径の影響を調べるために、排水・非排水単調三軸せん断試験を行った。

2. 試料及び実験概要

本研究では、粒径 0.5mm 以下のタイヤチップ(TC1)と粒径 2mm 以下のタイヤチップ(TC2)、粒径 10mm 以下のタイヤチップ(TC3)を用いた。TC1、TC2、TC3 を図 1～3 に示す。表 1 に用いたタイヤチップの物理的性質、図 4 に粒度分布を比較のため豊浦砂と共にそれぞれ示す。これらのタイヤチップに対して、三軸試験により有効拘束圧 50kPa、100kPa、200kPa で排水、非排水条件下で軸ひずみ速度 0.1%/min でせん断载荷を行った後、軸ひずみ 0%まで除荷試験を行った。供試体は TC1 と TC2 については直径 5cm で高さ 10cm であり、TC3 は大型三軸試験機を用いて直径 15cm、高さ 30cm で突き固め法により試料を 13 層に分けて供試体を作製した。飽和供試体作成のため、脱気水を通水し、背圧 200kPa を与えた。その後所定の拘束圧で圧密を行い、排水・非排水条件で側圧一定単調せん断試験及び除荷試験を行った。

3. 側圧一定排水単調せん断試験及び除荷試験

図 5 に側圧一定排水単調せん断試験の結果を有効拘束圧ごとに示す。実線がせん断载荷時、破線が除荷時を示している。いずれの TC においても粒径の違いに関わらず、有効拘束圧が大きくなるにつれて軸差応力も大きくなり、線形的な増加傾向を示し、除荷時にヒステリシスループを描く挙動が見られた。また、体積ひずみも粒径の違いに関わらず同程度の変形が見られ、载荷時には終始収縮傾向を示し、除荷により体積ひずみが戻ることが明らかとなった。除荷試験により体積ひずみが戻るとは、タイヤチップ

キーワード タイヤチップ、体積変化

連絡先

〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2 丁目 16-1 山口大学工学部

TEL 0836-85-9005

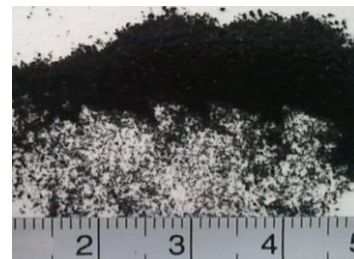


図 1. TC1



図 2. TC2



図 3. TC3

表 1. 試料の物理的性質

試料	TC1	TC2	TC3	豊浦砂
$\rho_{dmax} (g/cm^3)$	0.456	0.556	0.634	1.645
$\rho_{dmin} (g/cm^3)$	0.322	0.444	0.475	1.335
e_{max}	2.658	1.590	1.400	0.973
e_{min}	1.583	1.068	0.798	0.635
$\rho_s (g/cm^3)$	1.178	1.150	1.140	2.635

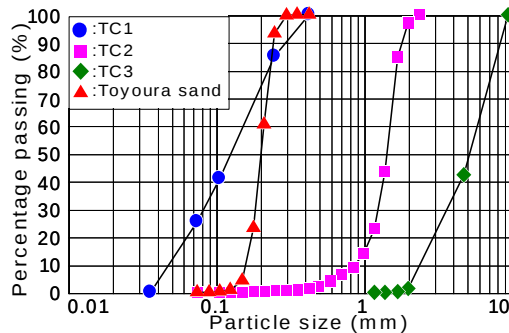


図 4. 試料の粒度分布

のせん断による体積変化は粒子の移動を伴うダイレイタシーではなく、個々のタイヤチップ粒子の変形によって生じるものであるためと考える。

4. 側圧一定非排水単調せん断試験及び除荷試験

図6に有効拘束圧ごとの側圧一定非排水単調せん断試験の結果を、図7に有効応力経路を示す。非排水条件では、間隙水圧の発生に伴い、排水条件よりも応力は低いが、排水条件と同様にせん断载荷時には線形的に応力が増加し、除荷時にヒステリシスループを描くことが明らかとなった。有効応力経路図より、いずれ

のタイヤチップにおいてもせん断载荷で間隙水圧は発生するが除荷により消失している。今回の実験では、TC2の間隙水圧発生量が最も少なく、残留間隙水圧量も少なかった。

5. タイヤチップの粒径の影響

次にせん断载荷時の軸ひずみ15%における軸差応力と供試体の直径Dを d_{50} で割った値の関係を図8に有効拘束圧ごとに示す。この図より、いずれの拘束圧条件下においてもTC2が一番大きな応力を示した。

6. まとめ

側圧一定単調試験において、タイヤチップの粒径の違いによる挙動や応力の違いは大きく見られず、せん断载荷時には線形的に応力が増加し、除荷時にはヒステリシスループを描くことがわかった。また、いずれ

の粒径の試料においても、せん断によって生じたタイヤチップの体積ひずみは除荷試験により回復することから、個々のタイヤチップ粒子の変形が生じていることが考えられる。

参考文献

1)矢島寿一, 小倉一利, 山田忠幸, 小林展誠, 丸井祐司, 竹内基樹: タイヤチップスのせん断特性と液状化特性, 地盤工学ジャーナル Vol.4, No.1, pp. 81-90, 2009. 2)菊池喜昭, 佐藤宇紘, Hemanta HAZARIKA: ゴム球集合体の三軸圧縮時の変形特性に関する検討, ジオシンセティックス論文集 Vol.23, pp.89-94, 2008. 3)近者淳史, 兵動正幸, 湊山美伶, 今田光一, 野田翔兵: タイヤチップの力学特性と戸建住宅基礎地盤への適用による液状化防止と応答の低減効果, 土木学会論文集 C(地圏工学), Vol.71, No.1, pp.33-46, 2015.

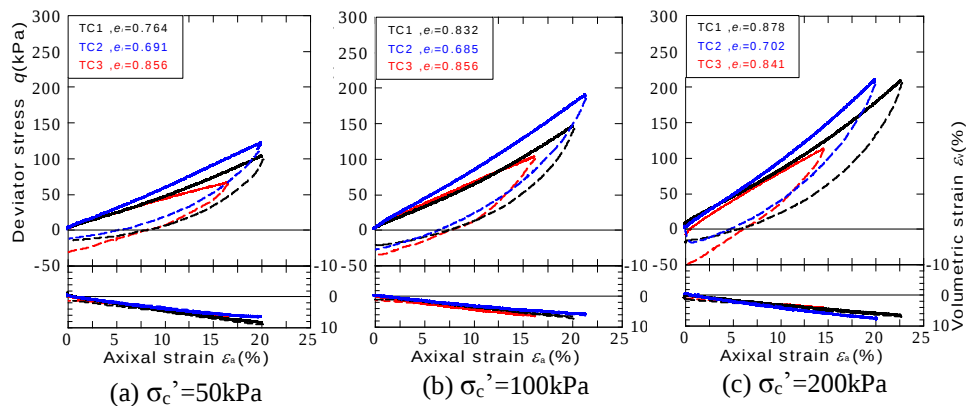


図5. 側圧一定排水単調せん断及び除荷試験

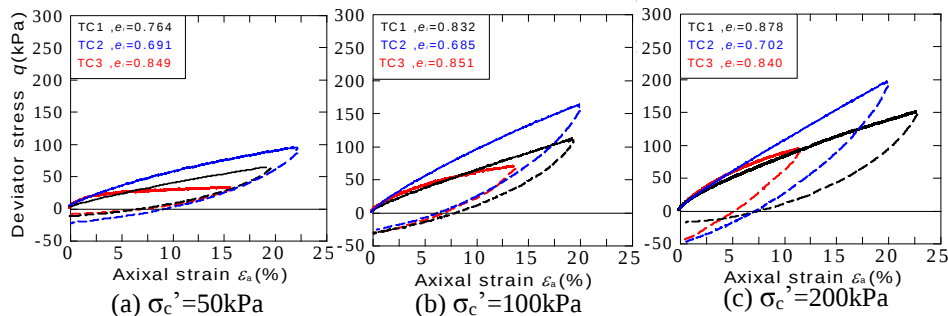


図6. 側圧一定非排水単調せん断及び除荷試験

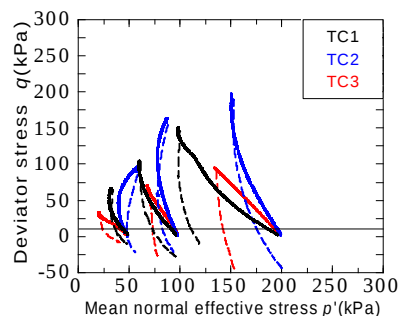


図7. 有効応力経路

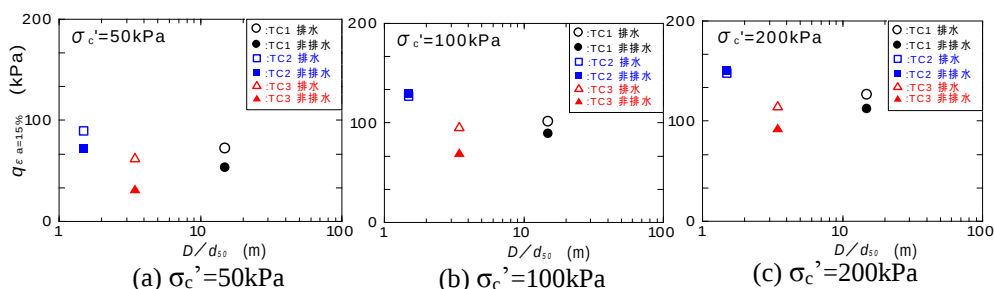


図8. 軸差応力に及ぼす粒径の影響