

繰返し一面せん断試験によるタイヤチップと礫の混合材料の変形特性

九州大学大学院 学。 新谷文男

九州大学大学院 正 ハザリカ・ヘマンタ 正 安福規之 正 大嶺聖

1.はじめに

毎年大量に廃タイヤが発生する現代社会において廃タイヤのリサイクルは重要な問題である。地盤工学の分野では、タイヤをそのまま、あるいは破碎して得られるタイヤリサイクル材(タイヤチップ)を用いた地盤改良工法の研究開発が行われている。その一つに構造物の下地盤にタイヤチップの層を設けることで、タイヤリサイクルによる環境負荷低減のみならず、免震性向上、液状化防止、交通振動抑制などの効果が期待される工法¹⁾²⁾がある。コスト削減などの目的からこの層には土質材を混合することが検討されており、その粒径は分離しにくいようにタイヤチップと同程度の粒径の土質材が適すると考えられる。このようなタイヤチップを用いた土木構造物を構築する際、繰返し荷重がかかるタイヤチップやその混合土の力学特性に関するデータを蓄積する必要があるが安価であることや施工のしやすさから実務で用いられることの多い粒径の大きい試料に関しては試験機のサイズの限界からデータが十分に集まっていないのが現状である¹⁾。

そこで本研究では、粒径の大きな試料でも試験可能な図1に示す大型せん断・引き抜き試験機を用いて水平荷重を制御した繰返し一面せん断試験を行った。その結果から、繰返し荷重がかかった際のタイヤチップの変形特性を明らかにすることを目的とする。

2.繰返し一面せん断試験

本研究では水平荷重を sine 波で変化するように制御し、試料に繰返し荷重をかけて繰返し一面せん断試験を行った。試験から得られる鉛直変位の時間変化、履歴曲線などから繰返し荷重がかかった際のタイヤチップ混合試料の変形特性を考察した。

2.1 試料と試験条件

試験に用いた試料は図2に示す最大粒径が19mmの粒径の大きいタイヤチップ(平均粒径11.6mm、以下T.C.)とそれとほぼ同程度の粒径の礫(最大粒径19mm、平均粒径14.2mm)を用いた。表1に基本物性を、図3に試料の粒度分布を示す。これら2つの単体試料を様々な体積比で混合し、相対密度30%で試験を行った。試験ケースを表2に示す。

試験は拘束圧50kPaをかけ繰返しせん断前後に10分間圧縮と除荷を行った。水平荷重は振動数0.1Hzのsin波で制御し、繰返し応力比 $\tau/2\sigma=0.15$ 、1波長を1サイクルとして計50サイクル繰返しせん断を行った。

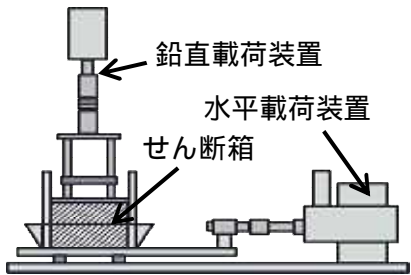


図1 大型試験機



(a)タイヤチップ (b)礫

図2 試験に用いた試料

表1 試料の物性

	ρ_s (g/cm ³)	最大密度 (g/cm ³)	最少密度 (g/cm ³)
タイヤチップ	1.15	0.60	0.50
礫	2.7	1.63	1.34

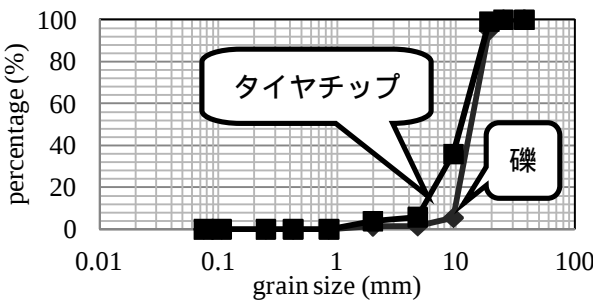


図3 単体試料の粒度分布

表2 試験ケース

	礫の混合率	相対密度	拘束圧(kPa)
1	0%(T.C.単体)	30%	50
2	30%	30%	50
3	50%	30%	50
4	70%	30%	50
5	100%(礫単体)	30%	50

2.2 試験結果と変形特性の考察

図4に鉛直変位の時間変化を示す。この結果より、礫の混合率が大きいほど鉛直変位がより軽減されるのは当然のことながら、鉛直変位が礫の混合率に比例して小さくなっており、鉛直変位を決定づける支配的要因が土質材の混合量であることがわかる。

また、今回行った試験から得られた水平荷重-水平変位関係より各サイクルのループの面積、吸収エネルギー W を求めた。図5に各試料の W の推移を示す。この結果より礫の混合率が大きいほど吸収エネルギーは小さくなり、クッション効果が期待できなくなることがわかる。また混合試料の場合、単体試料に比べて W の減少が安定するのが遅く、礫の混合率が大きいほどより安定するのが遅いことがわかる。これは異なる粒子の混合による相互作用によるものと考えられる。

さらに、水平荷重-水平変位関係よりせん断応力-せん断ひずみ関係を求めた。そしてそのループの傾きをせん断剛性係数 G として各試料で求めた。図6にその結果を示す。この結果から礫混合率が大きいほど剛性が大きいということが確認できる。また、礫混合率 0%~50%の場合と 50%~100%ではその間の剛性の値の幅が大きく異なる。礫混合率が50%を超えると礫が支配的粒子となり、剛性が大幅に増加するものと考えられる。

3. 結論

本研究の結果わかったことは以下の通りである。

- (1) 鉛直変位は礫の混合量に比例して減少する。
- (2) 履歴吸収エネルギーは混合試料の場合、礫混合率が小さいほど安定が早い。
- (3) せん断剛性係数は礫混合率が50%を超えた試料に関しては他の試料に比べ大幅な剛性上昇がみられた。

今回礫の混合率を変えて繰返し面せん断試験を行った。結果、鉛直変位は礫混合率に比例するが、繰返し変形特性(吸収エネルギーや剛性の変化)は混合率 50%を境にして変化量が大きく異なった。これは礫混合率が大きくなると礫の特性が強くなるためと考えられる。どの程度の剛性、クッション効果が必要かは今後検討を重ねる必要があるが、現段階では両方の中間である礫混合率 50%が最も有効ではないかと考えられる。

【参考文献】

- 1) ハザリカ・ヘマンタ：廃タイヤのリサイクル材を用いた抗土圧構造物の耐震補強工法に関する研究，科学研究費補助金(基礎研究(A))研究成果報告書，2010
- 2) 新谷文男，ハザリカ・ヘマンタ：廃タイヤリサイクル材の繰返し変形特性の検討，第9回環境地盤工学シンポジウム発表論文集 pp. 89-94，2011

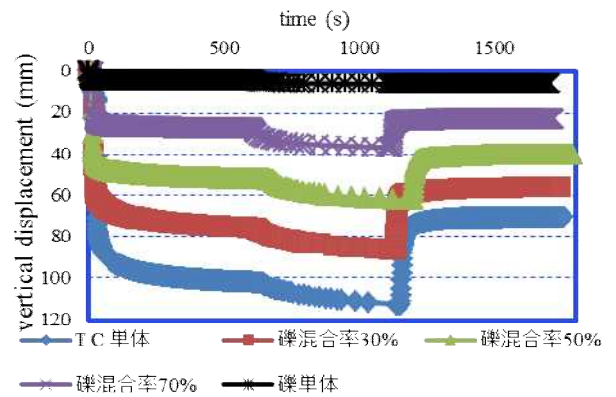


図4 鉛直変位の時間変化

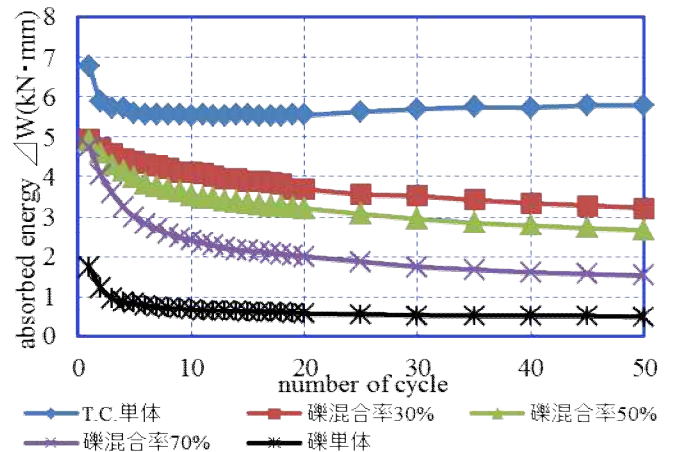


図5 履歴吸収エネルギーの推移

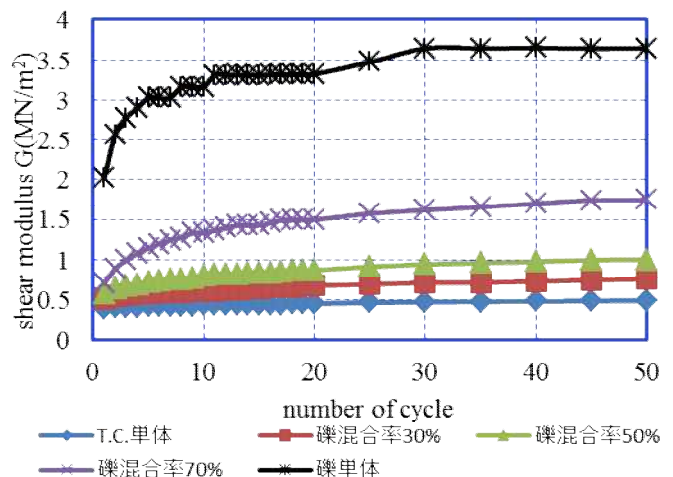


図6 剛性の増加の推移