

土質材を混合したタイヤチップ試料の変形特性に関する一考察

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. 目的

毎年大量に廃タイヤが発生する現代社会においてそのリサイクルは重要な問題となっている。土木の分野では廃タイヤを破砕することによって得られるタイヤチップの特性を生かした地盤改良工法の開発が行われている¹⁾。その工法の一つに地盤内にタイヤチップの層を設けることでタイヤチップの圧縮性、排水性から構造物の耐震性向上、液状化防止が期待される工法がある²⁾。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場合、繰返し荷重がかかるタイヤチップ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などから実務で主に使われることが予想される粒径の大きなタイヤチップに関しては試験機のサイズの限界からデータが不足しているのが現状である。加えて支持力不足改善などの目的から混合される土質材の粒径についても議論が十分になされていない。そこで本研究では粒径の大きな試料でも試験可能な試験機を用いて繰返し一面せん断試験を行い、混合する土質材の粒径の違い、土質材の混合量の違いが繰返し特性に与える影響を検討した。

2. 試験に用いた試料と試験条件

試験には最大粒径が 19 mm の粒径の大きいタイヤチップ(平均粒径 11.6 mm、以下 T.C.)を用いた。そして混合する土質材に関しては今回用いたタイヤチップと比べて同程度の粒径を持つ最大粒径 19 mm の礫(砕石 2005、平均粒径 14.2 mm)、タイヤチップと比べて粒径がかなり小さい珪砂 5 号(最大粒径 2 mm、平均粒径 1.4 mm)を用いて、2 種類の粒径の異なる土質材をタイヤチップと混合した。図 1 に試料を、図 2 に粒度分布を、表 1 に試料の基本物性を示す。

試験は sine 波で繰返し応力比 $\tau/2\sigma=0.15$ に制御した水平荷重を試料に作用させ、繰返し一面せん断を行った。表 2 に試験ケースを示す。試験より水平荷重-水平変位関係が得られる。その



(1)T.C. (D_{max}=19 mm) (2)礫 (D_{max}=19 mm) (3)珪砂 (D_{max}=2 mm)

図 1 試験に用いた単体試料

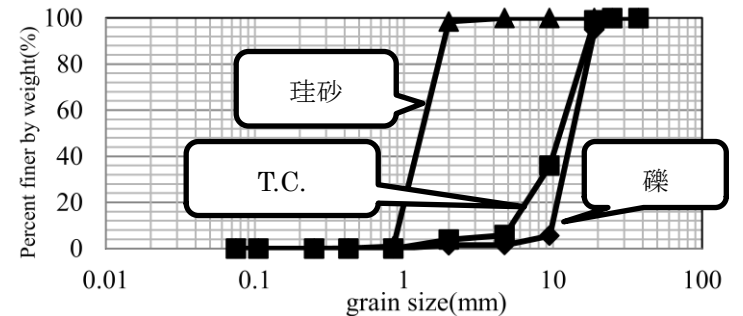


図 2 単体試料の粒度分布

表 1 試料の基本物性

	粒子密度(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
珪砂	2.7	1.52	1.28

表 2 試験ケース

Case	土質材混合率	振動数(Hz)	載荷回数	拘束圧(kPa)
1-1	0 % (T.C.単体)	0.01	20	150
1-2	礫 50 %	0.01	20	150
1-3	珪砂 50 %	0.01	20	150
1-4	礫 100 % (礫単体)	0.01	20	150
2-1	0 % (T.C.単体)	0.1	50	50
2-2	礫 30 %	0.1	50	50
2-3	礫 50 %	0.1	50	50
2-4	礫 70 %	0.1	50	50
2-5	礫 100%(礫単体)	0.1	50	50

キーワード：タイヤリサイクル材、繰返し一面せん断試験、変形特性

連絡先：〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 WEST2 号館 1108-1 TEL：092-802-3378

履歴曲線の面積は試料の吸収エネルギーとなるのでそれより耐震性を検討した。またその履歴曲線をせん断応力-せん断ひずみ関係に直した時のループの傾きをせん断剛性係数 G (MN/m^2) として剛性を検討した。

3. 試験結果

3.1 混合する土質材の粒径の影響²⁾

表 2 に試験ケース 1-1～1-4 の試験の各試料の 20 サイクル目での履歴吸収エネルギー ΔW とせん断剛性係数 G の値を示す。これより礫を混合した試料と珪砂を混合した試料の間に明確な差がみられず、どちらも T.C. 単体試料、礫単体試料のおおよその中間値をとっている。このことからタイヤチップに混合する土質材の粒径が変形特性(耐震性、剛性)に与える影響は少ないといえる。また、T.C. と珪砂を混合した試料は粒径の差がかなり大きいので試料の混合が困難であり、段々と分離してしまうことが考えられる。一方礫を混合した場合、混合が容易であることに加えて、珪砂に比べて安価であることから、T.C. に混合する土質材として礫のほうが優れているといえる。

3.2 土質材混合率の影響

試験ケース 2-1～2-4 の試験の各試料の ΔW の値を図 3 に示す。試験結果より、礫の混合率が大きいほど吸収エネルギーは小さくなり、耐震性が期待できなくなることが分かった。また混合試料の場合、大幅な減少は载荷初期に集中しており、その減少量は礫混合率が大きいほど大きい。

同様に試験ケース 2-1～2-4 の試験の各試料の G の値を図 4 に示す。これより、礫混合率が大きいほど剛性が大きくなることが確認できた。また、繰返しせん断に伴う剛性の増加をみると、礫混合率が大きいほど载荷初期に剛性が大幅に増加する傾向にあることがわかる。また、礫混合率 50% を超えると剛性の上昇がより顕著にみられるようになっており、礫の影響が大きくなっていることがわかる。

4. 結論

本研究から以下の結論が得られた。

- (1) タイヤチップに混合する土質材の粒径は吸収エネルギー、剛性などの変形特性に影響を与えない。
- (2) 土質材混合率が小さいほど耐震性は高いが、剛性が小さくなる。

本研究の結果、混合する土質材の粒径が試料の変形特性に与える影響が小さいことから、施工のしやすさ、価格の観点から、礫が有効といえる。また混合率は、実際に実務で扱う場合にどの程度の耐震性、剛性が必要となるかは今後検討を重ねる必要があるが、今回の結果を踏まえるとタイヤチップの振動吸収性、土質材の混合による強度増加など 2 つの試料のよい点を併せ持つ礫を 50 % 混合した試料が最も有効ではないかといえる。

【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，pp.150, 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

表 2 20 サイクル終了時点の ΔW 、 G の値

Case	ΔW ($\text{kN} \cdot \text{mm}$)	G (MN/m^2)
1-1 T.C. 単体	34.0	0.8
1-2 礫 50% 混合	16.4	1.4
1-3 珪砂 50% 混合	14.2	1.6
1-4 礫単体	6.1	3.1

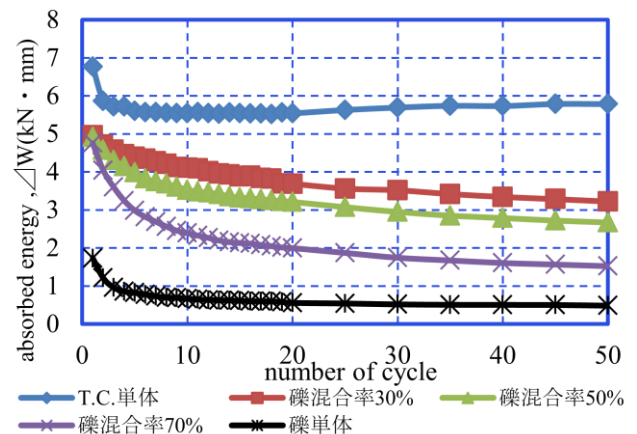


図 3 各試料の吸収エネルギー量の推移

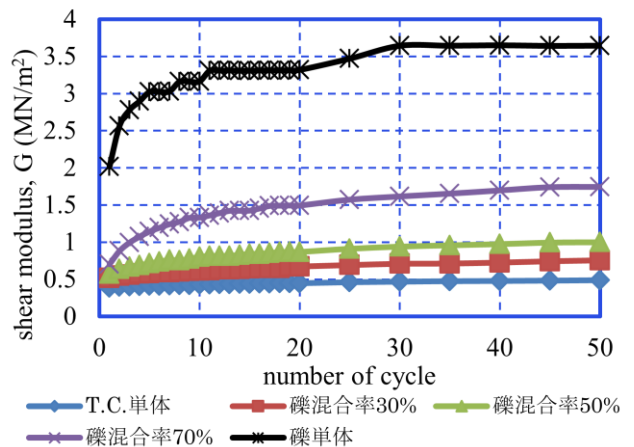


図 4 各試料のせん断剛性係数の推移