

タイヤチップ混合土の圧縮特性に関する定量的考察

Quantitative Consideration on Compression Characteristic of Tire Tip Mixed Soil

木全 卓 ○島田 和久 垣内 陽一郎
Takashi KIMATA Kazuhisa SHIMADA Youichiro KAKIUCHI

1. はじめに これまで廃棄物のリサイクルと軽量地盤材料の有用性の観点から、廃棄発泡プラスチック破砕片混合土の軽量地盤材料としての適用性を検討してきた。その結果、この破砕片混合土の強度特性はそれほど低下せず、軽量な地盤材料として利用できる可能性があることが分かっている^{1),2)}。その一方で、この破砕片粒子自身の剛性が低く混合土として圧縮性も大きくなるため、圧密試験やX線CTによる混合土の圧縮メカニズムの検討も行った。その結果、破砕片のような変形性粒子を含んだ混合土の圧縮性は、いくつかの圧縮成分に分類できる事がわかった³⁾。しかしながら、この破砕片粒子は吸水性を有しており、また圧縮により変形係数も変わるため、圧縮のメカニズムを定量的に検討するには限界があった。従って本研究では、吸水性を有せず、変形もほぼ弾性的に生じるリサイクル材料であるタイヤチップを用い、一次元圧縮試験を行った。そして、上述した圧縮成分を定量的に評価し、混合土の圧縮メカニズムについてさらなる検討を加えた。

2. 試料・供試体および試験方法 本研究で用いたタイヤチップは、リサイクル業者によりゴム部分のみを微小製粒されたもので、密度は 1.13g/cm^3 、粒径は 2~3mm程度に粉碎されている(図1)。一方、使用した土はタイヤチップの粒度分布を考慮し、観賞魚用の水槽などに使われる中目の硅砂(細砂利、密度は 2.67g/cm^3)を用いた。供試体については、混合比によらず基本的な骨格構造をほぼ同じにするため、粒度分布が同じになるよう調整した土とタイヤチップを用い、供試体の間隙比も同じになるように



図 1 タイヤチップ
Tire tips

作製した。また供試体中に占めるタイヤチップの体積割合である混合比は 0,0.33,0.5,0.67,1の5種類を準備した。供試体は間隙比が同じになるよう逆算した供試体1本分の試料を予め計算しておき、内径 5cmの一次元圧縮円筒に、高さ 10cmになるように詰め込んだ。供試体初期条件の一覧を表1に示したが、混合比によらず間隙比は 0.76 になっており、両者の粒度分布も等しいことからこれらは基本的な骨格構造もほぼ同じであることが確認できる。一次元圧縮試験は、新たに製作した試験装置を用いた。本装置では、アクリル円筒内の試料は載荷ピストンと底盤で密閉された状態で圧縮され、供試体全体の圧縮量と間隙からの排水量がそれぞれ計測できるようになっている。実験は、アクリル円筒内で供試体を二重負圧法により飽和させた後、軸ひずみ

表 1 供試体初期状態の一覧

	Initial condition of specimens					
	混合比	0	0.33	0.5	0.67	1
速度 0.1%/minで圧縮しながら圧縮応力が約 640kPaになるまで行った。	乾燥密度 (g/cm^3)	1.49	1.21	1.07	0.93	0.64
	間隙比	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76

3. 一次元圧縮試験結果と考察

図2には、一次元圧縮試験で得られた $\Delta e - \log P$ 関係を示した。この図より、混合比が増大すると圧縮性も大きくなることを確認できるが、これはタイヤチップの剛性が土粒子に比べて小さいことに起因するものであり、変形性粒子を含む混合土の特徴である。ただし、図中には圧縮指数も示しているが、混合比が0.33を超えるとそれ以上に圧縮指数は増大し、単純に混合比のみから圧縮性を評価できないことがわかる。図3には一次元圧縮試験の結果から、体積ひずみを混合土全体と空隙部分とに分離したものを示した。この図で、塗りつぶした点が混合土全体のもの、中抜きの点が空隙部分のみの成分である。まず、混合土全体の圧縮ひずみは、混合比の増加に伴い圧縮量は増えているが、その増え方と混合比には特に相関はない。また、全体の体積ひずみと空隙部分の体積ひずみの差（混合比0では両者は一致する）についても、タイヤチップに起因する体積ひずみは破砕片の増大とともに大きくなるが、その大きさと混合比にも特に相関はないことがわかる。これらは、タイヤチップの混合量が少ないうちは土粒子による骨格が全体を支持しているためであり、混合比0.5程度から圧縮量が大きく増大する結果になったと考えられる。しかしながら、実験結果から最終圧縮応力640kPaに対応するタイヤチップの圧縮割合（すなわち、タイヤチップ自身に対する体積ひずみ）を求めた結果、混合比によらずすべて4~5%であった。このことは、タイヤチップ自身の圧縮は混合比によらず圧縮応力に応じて同じ割合で生ずることを示すものであり、変形性粒子を含む混合土の圧縮特性を解明するための重要な手がかりになるものと考えられる。また、圧縮のメカニズムとしては初期段階でタイヤチップ自身の圧縮が大きく進行するものの、全体としてはタイヤチップの変形に伴う空隙変化が主な要因になることもわかった。

4. おわりに 本研究では、基本的な骨格構造を同じにしたタイヤチップ混合土を用いて一次元圧縮試験を行い、その圧縮特性について定量的に検討した。その結果、混合比0.5程度から混合土の変形性は大きく増大することが確認され、変形性粒子であるタイヤチップに起因する圧縮成分が定量的に把握できた。また、圧縮の初期段階でタイヤチップ自身の圧縮が大きく進行するなど、圧縮メカニズムについても明らかになりつつある。今後は混合土全体の圧縮量を混合比とタイヤチップの弾性係数などから推定するなど、変形性粒子を含む混合土の圧縮メカニズムをさらに検討したい。

[参考文献] 1)木全 他(2001): 廃棄発泡プラスチック破砕片混合土の力学特性—締め固めた試料の基本的力学特性—, 農業土木学会論文集, No.213, pp.93-100. 2)木全 他(2003): 廃棄発泡プラスチック破砕片混合土の力学特性—飽和供試体の三軸圧縮特性—, 農業土木学会論文集, No.224, pp.105-110. 3)Kimata et al.(2004): Analysis of compressibility of soil mixed with deformable particles, Proc. of 15th SEAGC, No.1, pp.107-110.

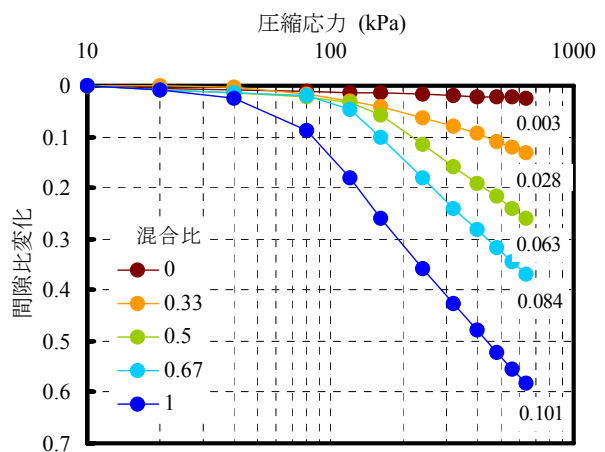


図2 $\Delta e - \log P$ 関係
 $\Delta e - \log P$ relationships

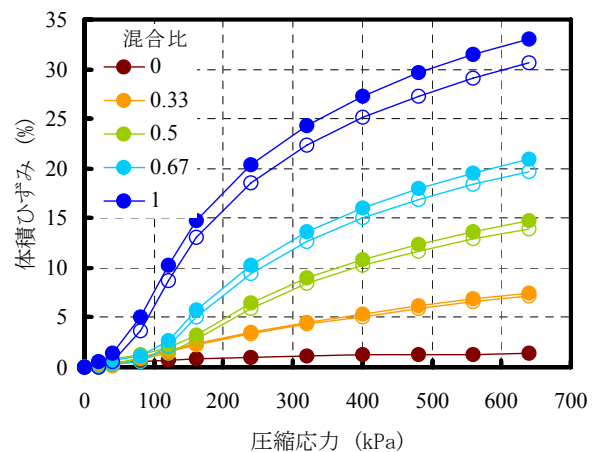


図3 圧縮応力-体積ひずみの関係

Compressive stress – volumetric strain relationships