

アルミ棒と発泡スチレン棒による積層体の 一次元圧縮特性に関する定量的考察

Quantitative Consideration on One Dimensional Compression Characteristic of Aluminum and Expanded Styrene Rods Stacks

木全 卓, 島田和久, 工藤庸介

Takashi KIMATA, Kazuhisa SHIMADA, Yosuke KUDO

1.はじめに これまで、廃棄物の有効利用と軽量地盤材料の有用性に着目して廃棄発泡プラスチック破砕片混合土の利用可能性を調べてきた。その結果、この破砕片を用いた混合土の強度特性はそれほど低下せず、軽量の地盤材料として利用できる可能性があることがわかっている¹⁾。その一方で、この破砕片はそれ自身の剛性が低く、混合土としての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、骨格中に破砕片のような変形性粒子が含まれた場合、土粒子を剛体と仮定する通常の体積変化に加え、(1)変形性粒子自身の圧縮による体積変化と、(2)変形性粒子の変形に起因するさらなる骨格変形による体積変化とが付加されることがわかっている²⁾。本研究では、これらの変形性粒子に起因する体積変化の付加分についてさらに検討を進めるため、アルミ棒と発泡スチレン棒を用いた積層体の一次元圧縮試験を行った。

2.試料および試験方法 本研究では、直径15mmのアルミ棒と発泡スチレン棒を長さ50mmに切断し、端面をヤスリで成形して棒(円柱)状の試料とした。通常の積層体を用いた実験に比べると直径がやや大きい、初期状態としてランダムではなく規則的に積み上げる必要と、後に行う画像解析の



写真1 正方配置
Square arrangement



写真2 六角配置
Hexagon arrangement

しやすさ(今回は画像を確認しながら手作業で行った)を考えたためである。また、供試体(積層体)は、変形性粒子の混合比と骨格構造の違いによる影響を検討するため、アルミ棒と発泡スチレン棒の混合比は1:0,1:1,0:1の3種類とし、それぞれについて正方配置と六角配置の2種類を設定した。写真1と2に混合比1:1の試料について正方配置と六角配置の初期状態をそれぞれ示す。圧縮は水平に支持した真鍮製の載荷板を介して行い、圧縮速度は供試体の剛性に依りて0.1~1.0mm/minとし、圧縮応力が200kPaになるまで続けた。

3.一次元圧縮試験の結果と考察 図1に混合土全体の体積ひずみを示した。この図より、混合比が増大すると圧縮量も大きくなっているが、これは発泡スチレンのような変形性粒子を含む混合土の特徴である。また、圧縮量と混合比の間に相関はなく、圧縮性の増大が変形性粒子の圧縮のみによるものではないことも確認できる。一方、骨格構造の違いに着目すると、圧縮量としては正方配置の方が大きくなっているが、これは、間隙部分が多いためと考えられる。しかしながら、混合比1(発泡スチレンのみ)の六角配置よりも混合比0.5の正方配置の方が大きな圧縮量を示すなど、変形性粒子の存在と骨格構造の違いが及ぼす影響は単純ではない。よって各圧縮性分を上述の(1)と(2)に分類し、以下検討を加える。

図2には発泡スチレン棒による体積ひずみ(上述の(1)の成分)を示した。この図より、混合比が大きく構造が疎なものの方が圧縮量は大きくなっているが、これは混合土全体の圧縮性と同一理由であろう。一方、骨格構造の違いによる差については正方配置のものがほぼ混合比に比例して圧縮されているのに対し、六角配置のものは混合比の違い以上の差がある。この点をさらに検討するため、発泡スチレン棒自身の体積ひずみを求めた結果、正方配置のものは骨格構造によらず同じ圧縮応力に対して同じ圧縮ひずみを生じているが、六角配置のものは混合比によって発生する圧縮ひずみは異なることがわかった。これまでの廃棄発泡プラスチック破砕片や廃タイヤチップを用いた混合土の試験結果から、変形性粒子自身の圧縮ひずみは混合比によらず圧縮応力の大きさのみによることがわかっている。よって、六角配置のものについても本来なら混合比によらずほぼ同じ圧縮ひずみになると思われるが、初期状態でアルミ棒が斜めに上から下まで並んでおり、これが圧縮を抑制した可能性が考えられる。いずれにしても、変形性粒子である発泡スチレン棒自身の圧縮ひずみは、骨格構造が同じであればほぼ圧縮応力に応じた値になるものと考えられる。最後に、図3には発泡スチレン棒の変形によって生じた間隙部分の体積ひずみ(上述の(2)の成分)を示す。上記の理由で六角配置のものは除くが、この図より正方配置の供試体は混合比によらずほぼ同じ値を示していることがわかる。これは発泡スチレン棒自身の体積ひずみと同様の傾向であり、今回の供試体は圧縮しても骨格構造として粒子の相対移動がほとんど無かったためと考えられる。従って、通常のランダムな構造をもつ混合土では粒子の相対移動による体積変化(言わば負のダイレイタンスに相当するもの)も付加されることになるため、実際にはさらに大きな圧縮ひずみが生じるものと考えられる。

4. おわりに 本研究では、アルミ棒と発泡スチレン棒の積層体を用いた一次元圧縮試験を行い、変形性粒子を含む混合土の圧縮特性を検討した。その結果、変形性粒子に起因する混合土の圧縮成分としては上述の(1)と(2)が付加されることが確認できた。また、(2)については(a)粒子の相対移動を伴わない成分と(b)粒子の相対移動を伴うものとのさらに分類すべきであることもわかった。今後は具体的なモデル化も念頭に検討を進めていく予定である。

参考文献 1) 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 -, 農土論集, No.224, pp.105-110. 2) Kimata et al.(2004): Analysis of compressibility of soil mixed with deformable particles, Proc. of 15th SEAGC, No.1, pp.107-110.

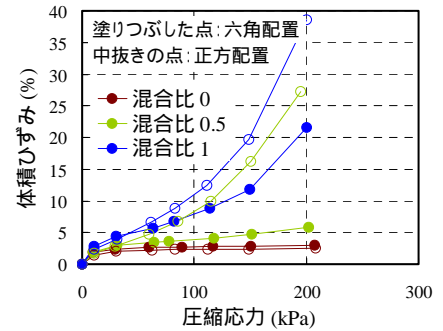


図1 混合土全体の体積ひずみ
Volumetric strain of the whole mixture soil

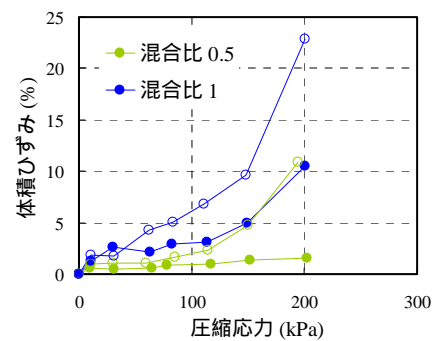


図2 発泡スチレン棒による体積ひずみ
Volumetric strain of the styrene rods

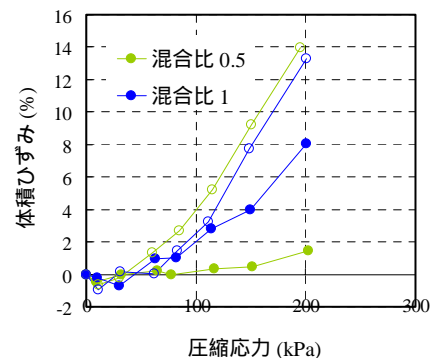


図3 発泡スチレン棒の変形による
間隙部分の体積ひずみ
Volumetric strain of the pore phase
caused by deformation of the styrene rods