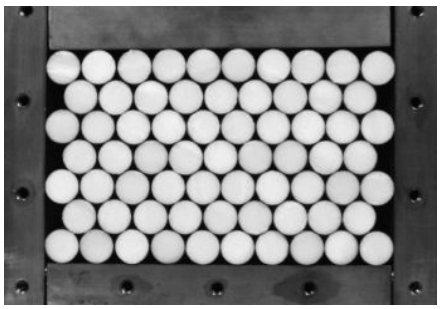
学位論文紹介

修士論文概要

論 文 名：変形性粒子を含む混合体の圧縮特性に関する研究
－積層体模型を用いた要因別ひずみ成分の定量的考察－
著 者 名：正木　裕也
指導教員：木全　卓（大阪府立大学）
授与年月：2010 年 3 月

本研究は、廃棄発泡プラスチックや廃タイヤなどの変形性を有する廃材を混合土として有効にリサイクルすることを念頭に、混合土としての圧縮特性を明らかにすることを目的としたものである。変形性粒子を含む混合土では、通常の土とは異なり粒子の変形に起因する様々な圧縮要因が付加されると考えられ、そのためには粒子レベルでの検討が不可欠となるため、積層体模型を用いた二次元モデルにおいて一次元圧縮試験を行い、圧縮量をメカニズムに応じて要因別に分類・評価するとともに、これらを幾何学的な観点からモデル化することを試みている。

まず、実験では、直径 15mm×長さ 50mm のアルミ棒と発泡スチレン棒を積層体の要素として用い（**図－１**参照）、圧縮に伴う骨格や粒子の変形をデジタルカメラで撮影するとともに、結果を Adobe Photoshop で画像解析して圧縮に伴う粒子や間隙の変化量を個別に計測・算出した。そして、変形性粒子に起因する圧縮量の主な成分は粒子自身の圧縮量(S_1)と粒子変形による間隙体積の減少量(S_2)と考えられることから、これらを圧縮時の幾何学的な関係を考慮してモデル化した。粒子の直径を R、変形量を a とすると、例えば正方配置構造における S_1 と S_2 はそれぞれ以下の式のような形で表される。



図－１　積層体模型（六角配置）

$$S_1 = \frac{1}{2}\left\{\arcsin\left(\frac{\sqrt{2aR-a^2}}{R}\right)\cdot R^2 - (R-a)\sqrt{2aR-a^2}\right\} \qquad S_2 = aR - S_1$$

また、実験結果の解析から、変形性粒子自身にかかる応力と変形量の関係は骨格の配置構造によらず同じになることも確認されたため、この関係を双曲線関数で近似することとした。これらの関係を用いると、変形性粒子を含む混合土の圧縮量がモデル化できる。このモデルを正方配置や六角配置などの規則的な骨格構造の一次元圧縮試験に適用した結果、実験結果をうまく表現できることがわかった。よって、このモデルを基本とし、様々な骨格構造を有する積層体模型へのさらなる適用性を検討した。その結果、正方と六角配置が組み合わされた骨格構造や２種類の粒径からなる規則的な骨格構造については、初期間隙率の値に応じて間隙部分の体積変化量を調整すればこのモデルが適用できることがわかった。また、ランダムな骨格配置では粒子の移動による体積変化成分を別途考慮する必要があるが、粒子の変形に起因する成分に関してはこのモデルで概ね予測可能であることが示された。いずれにしても、本研究の結果、変形性粒子を含む混合土の圧縮量は、構成粒子の変形特性や骨格構造の幾何学的な特徴を考慮したモデルで表現可能であることが明らかになった。

なお、修士論文は全 7 章から構成されており、第 1 章は本研究の目的と意義、第 2 章は積層体模型実験の方法と結果、第 3 章は変形性粒子の変形過程に対する幾何学的な検討とモデル化、第 4 章は変形性粒子自身の応力－ひずみ関係、第 5 章は規則的な骨格構造についてのモデルの適用性、第 6 章は粒子が移動するランダムな骨格構造への適用可能性、第 7 章はまとめとなっている。