

Ⅲ - A259

個別要素法による袋詰め材水中盛土の振動解析

前田建設土木設計部 正会員 松井幹雄
 前田建設土木設計部 井上淳一
 前田建設技術研究所 正会員 吉田隆治

1. はじめに

袋詰め軽量モルタルによる水中盛土工法は、モルタルの比重や盛土の間隙比をコントロールすることで、軟弱地盤への影響の少ない軽量の埋め立て地盤を形成することが可能である。また、袋詰め材は変形が可能な未硬化状態で水中に投入されるため、原地盤形状や投入済みの袋詰め材とかみ合った密実な状態で硬化し、水中での締め固めが不要となる。このような袋詰め材の集合体として構築された地盤の沈下予測解析には、地盤全体を連続体として解析する有限要素法（FEM）より、袋詰め材を独立した一単位として不連続に扱う個別要素法（DEM）が適している。本論文では、個別要素法による水槽中の軽量盛土の振動解析結果について述べ、さらにこの解析結果と振動台による模型実験の結果を比較検討している。

2. 解析方法

解析は袋詰め材を未硬化状態で水中に投入して硬化させた場合（CASE-1）と、平板上で硬化させてから水中に投入した場合（CASE-2）の2ケースについて実施した。図-1に示すように半径 0.7cm の円要素 34 個を千鳥に配置したものを軽量盛土材の1袋（これをセルと称す）とし、そのサイズと単位体積重量は振動台実験で用いた袋詰め材相当とした。水槽は実験と同サイズの幅 120cm×高さ 80cm として、この中に浮力を考慮した状態でセルを自由落下させて充填する。解析のステップは ①セルの充填 ②パッキング ③入力波による加振 の3ステップに分けられる。接触点の物性はセルーセル間では表-1の値を用い、セル内部の要素ー要素間は接触点を接着状態としてセルの変形を拘束している。

ただし、CASE-1 の水槽への充填時は図-1に示す同色の要素間では接着状態、外周要素と内部要素の間では非接着状態として、セルは自由に変形するが分解しないという未硬化の袋詰め材の状態を再現している。

CASE-1, CASE-2 の解析モデルをそれぞれ図-2, 図-3に示す。深さ 80cm まで充填したときのセルの数は、CASE-1 で 155 個、CASE-2 で 138 個で、未硬化状態の袋詰め材を投入した場合は空隙が少ない密な状態となることがわかる。入力加速度波は、最大加速度 250 gal, 周波数 2.5 Hz, 継続時間 9.0 sec. の漸増、漸減区間を持つ正弦波とした（図-4）。

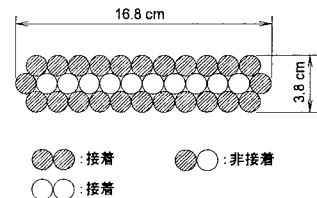


図-1 袋詰め材モデル

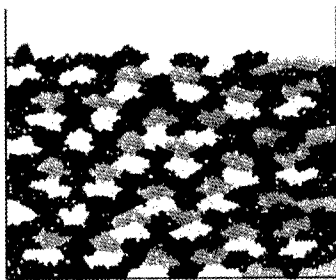


図-2 解析モデル (CASE-1)

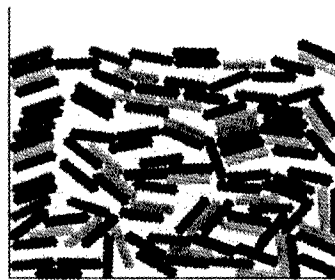


図-3 解析モデル (CASE-2)

キーワード：個別要素法，不連続体解析，水中盛土

〒179-8903 東京都練馬区高松 5 丁目 8 番 J.CITY 土木設計部 Tel 03-5372-4738 Fax 03-5372-4767

表-1 解析物性値

垂直剛性 (gf/cm ²)	1.0×10^5
せん断剛性 (gf/cm ²)	2.5×10^4
摩擦角 (°)	10.0
粘着力 (gf/cm ²)	0.0

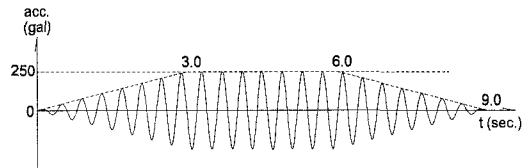


図-4 入力加速度波

3. 解析結果

加振1回目における、盛土表面の平均沈下量の時刻歴を図-5示す。CASE-2では約4.2 cm、ひずみに換算して5.1%の沈下が発生するが、CASE-1はほとんど沈下が見られない。図-6のCASE-2の加振前後の要素図を比較すると、セル間の空隙が減少して盛土表面が沈下している様子がわかる。図-7に加振1～3回目における平均沈下量を示し、同図に振動台による模型実験の結果もプロットする。解析、実験ともに未硬化投入のケースでは加振を繰り返しても沈下はほとんど無く、硬化後投入では1回目の加振で大きな沈下が発生した後、2回目以降の加振では沈下は収束傾向にある。硬化後投入ケースの沈下量は解析と実験で一致しないが、これは解析を2次元で行っていること、円要素同士の噛み合いでセル表面の見かけの摩擦係数が変化することなどに起因すると考えられる。

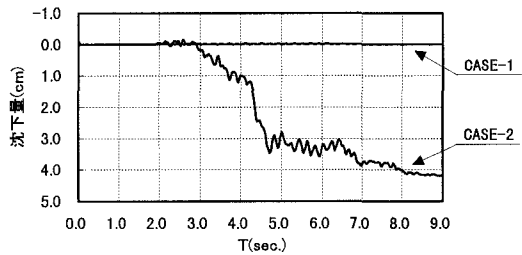


図-5 平均沈下量時刻歴

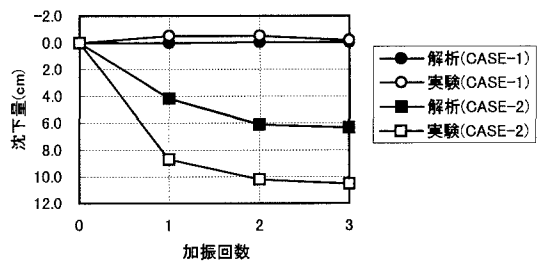


図-7 解析と実験の比較

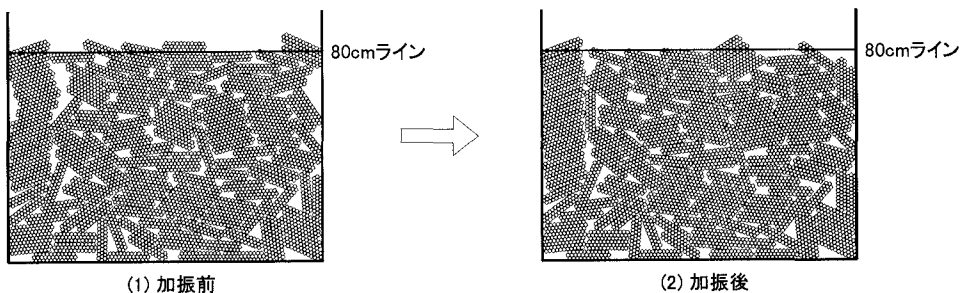


図-6 加振前後の比較 (CASE-2)

4. まとめ

袋詰め材の集合体としての盛土地盤の挙動が、個別要素法による解析で良好に再現されることが実験結果との比較で確認できた。本解析例における袋詰め材のように個々の形状が複雑な解析対象についても、円要素を組み合わせたセルの集合としてモデル化することで個別要素法による解析が可能であると考えられる。

【参考文献】吉田他：袋詰め軽量モルタル材を用いた水中盛土地盤の地震時沈下挙動に関する振動台実験，土木学会第53回年次学術講演会（投稿中）