

固定粒子に与える流動の影響についての DEM による検討

豊橋技術科学大学 ○ 学生員 西澤正泰
豊橋技術科学大学 正会員 河邑 眞
豊橋技術科学大学大学院 学生員 中根幹久

1 はじめに

1995 年 1 月 17 日に生じた兵庫県南部地震によって、兵庫県、大阪府などで、多くの港湾施設において大きな被害が生じた。被害の状況としては、岸壁が海側へ移動するとともに、ケーソンの背後が大きく沈下しているもの多く見られた。この場合、液状化現象により岸壁背後地盤に側方流動が生じ、杭基礎に変形が生じた。本研究では、このような現象を解明するための基礎的な検討を行う。具体的には流動が固定要素に与える影響について要素の変位、要素間の接触力、間隙水圧などについて検討する

2 解析方法

2-1 解析モデル

解析の対象として図 1 に示すように X 方向に長さ 16cm、Y 方向に幅 8cm、Z 方向に高さ 4cm の解析モデルを考える。領域内に半径 0.5cm の球形要素を総数 512 個、4 層の正規配列として隙間なく充填する。また、要素の間隙は、8 個の要素からなる間隙モデルにより表現され、この間隙要素は、計 765 個配置される。今回の解析では、図 1 に示すように 16 個の粒子の変位を固定して、側方流動に抵抗する固定要素とした。DEM では、土粒子の変位と間隙水の運動との相互作用を考慮している。解析に用いた材料定数を表 1 に示す。

2-2 解析過程

解析の過程は発生過程と変位過程の 2 つの過程からなる。発生過程で空間内に粒子を発生させる。そして、境界要素の変位を拘束し、間隙水圧を 5N/cm² の大きさにして、その状態を保持する。変位過程では、側方の境界の拘束を解除し、X 方向への流動を発生させる。

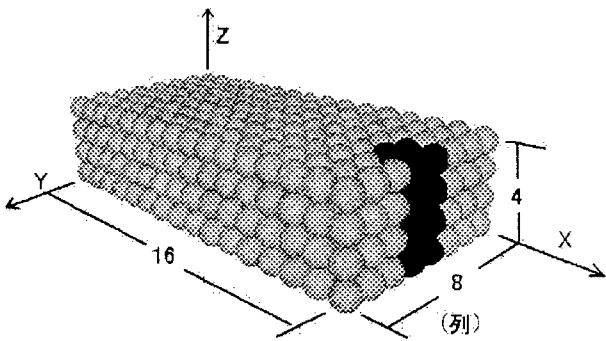


図 1 解析モデル

表 1 材料定数

要素	半径	r (cm)	0.5
	密度	ρ (g/cm ³)	6.25
	粘着力	c	0.0
	摩擦係数	μ	1.0
	垂直剛性 せん断剛性	Kn (N/cm) KS (N/cm)	1000 500
間隙水	体積弾性係数	Ew (N/cm ²)	2.4E01
	粘性	μ_w	10E-04

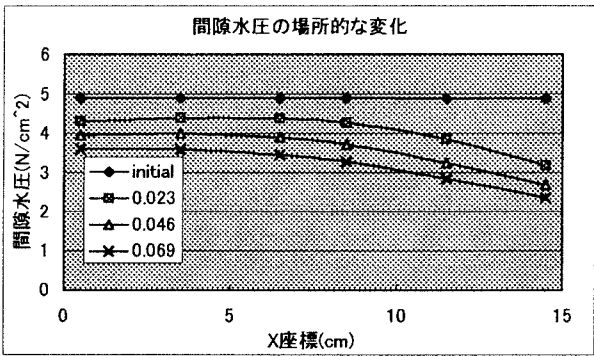


図 2 X 方向の間隙水圧の変化

3 解析結果及び考察

3-1 間隙水圧の変化

図 2 は各場所における間隙水圧の変化を示す。この図を見ると奥行き側の間隙水圧が高く、変位境界側では奥行き側と比べ低い値となっている。これは、間隙水圧差による動水勾配を形成していることを表し、間隙水が変位境界側へ移動することを表している。

3-2 粒子の移動

図 3 は粒子の移動がある程度進んだ段階の粒子の配置を示したものである。この図を見ると固定要素の回りに周りこむような流れが発生し、それにより粒子も回り込むように移動している。また、固定要素の奥行き側の粒子は固定要素により流動が阻害され横に流れている。そのため、固定要素側方で粒子がかみ合うことになり流動に抵抗するような形になる。図中の線は接触力を表しており、固定要素の奥行き方向に力が発生している様子が見られる。図 4 は粒子の移動量の高さによる違いを表したものである。時間経過とともに上部、下部境界の粒子が大きく流動してくる様子がわかる。

3-3 固定要素に作用する力

図 5 は作用力の高さによる違いを表したものである。作用力が上昇している部分では中心で力が大きくなり、安定している部分では高さによる違いは見られなくなる。また、減少部に入ると中心の力が低下してくる傾向が見られる。図 6 は固定要素に作用する X 方向の力の時間的な変化を表したものである。X 方向の力は流動に伴い作用力が大きくなり、一定値まで上昇した後、緩やかに減少していく傾向が見られる。それに対して、Y 方向の力は極微小である。そのため固定要素には摩擦力はそれほど作用していないといえる。

4 まとめ

本解析では飽和粒状体の流動が固定粒子に対してどのような影響を与えるか、粒径 10mm のモデルにより定性的な現象を調べた。

- ① 粒子の流動は開放側から順次はじまりますが、固定粒子より後方の粒子は固定粒子により移動が拘束されている。
- ② 後方の粒子の移動を拘束する結果として固定粒子には流動方向の力が作用している。

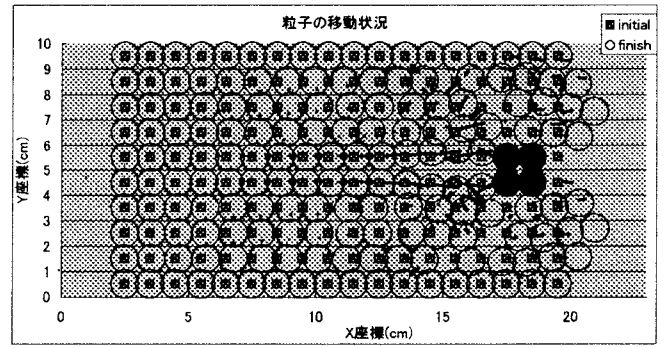


図 3 粒子の移動状況

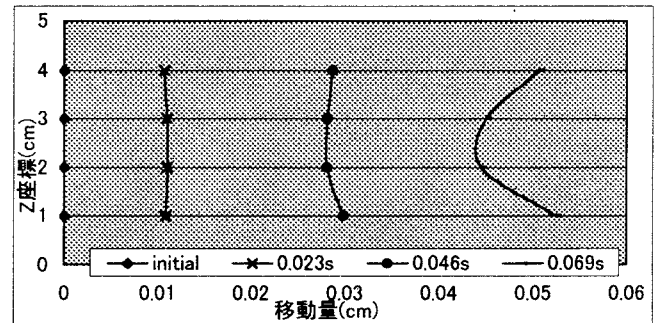


図 4 粒子の移動量の高さによる違い

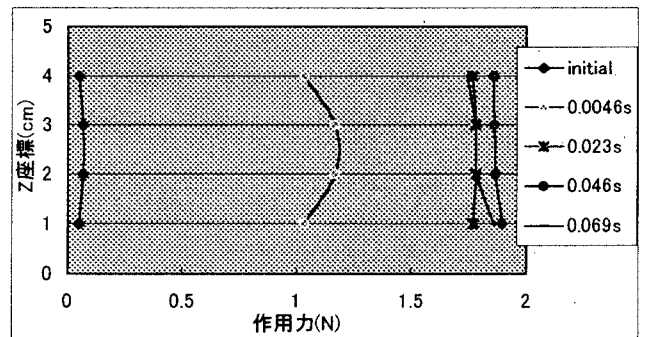


図 5 固定要素に作用する力の高さによる違い

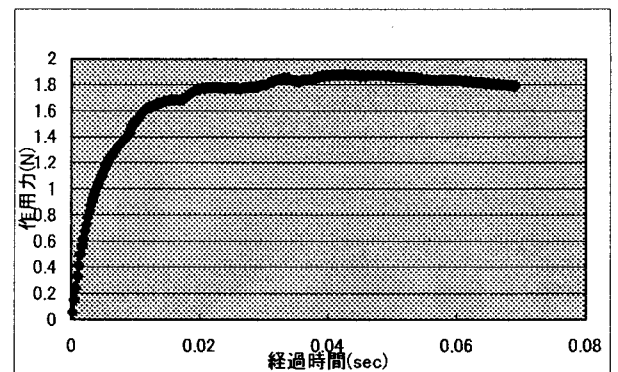


図 6 固定要素に作用する力の時間的な変化

参考文献：河邑 眞、岡村 達人：液状化地盤での土粒子の移動について DEM による検討、地震時の地盤・土構造物の流動と永久変形に関するシンポジウム発表論文集、pp. 329～332、1998