3 次元動的／静的水～土連成解析による砂質地盤に設置されたリング状改良壁の改良効果の検討

(株)淺沼組　正会員　○高稲敏浩
名古屋大学　正会員　野田利弘　浅岡顕
(株)不動テトラ（名古屋大学大学院）正会員　竹内秀克

1．はじめに

著者らは、これまでにリング状改良壁（以降、「改良ブロック体」と呼ぶ）を砂質地盤に離散配置した場合の地盤の地震中・地震後挙動について、計算事例 [1]を示してきているが、本報では、液状化対策としての改良効果について、特に改良ブロック体内部の地盤の挙動に着目して述べる。この計算は、土骨格の弾塑性構成式に SYS カムクレモデル [2]を搭載した 3 次元動的／静的水～土連成有限変形計算（***GEOASIA***）[3),4)]である。

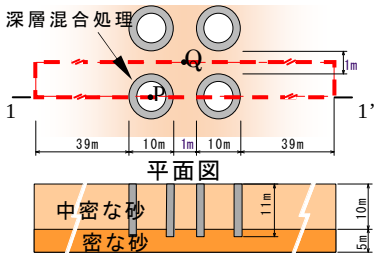


図 1 改良体配置図

2．計算条件

地盤は、図 1 に示すように下層 5m を密な砂、上層 10m を中密な砂とし、構造の程度、比体積は各層で均一として、土被り圧に応じて過圧密比を鉛直方向に分布させた。具体的な材料定数、初期条件については文献 [5)]を参照されたい。

改良は、図 1 に示すような改良壁深さ 11m、幅 1m、直径 10m の改良ブロック壁を 1m ごとに配置する場合について検討した。計算に用いた有限要素メッシュは対称性を仮定して図 1 の破線部をモデル化し、図 2 に示すようなメッシュおよび境界条件を用いた。また、工学的基盤面にあたる地盤下端には、底面粘性境界（Vs=300m/sec）を設定し、地盤両側の同じ高さにある全節点に等変位条件を課した（周期境界）。計算は、表 1 のとおり 4 ケース実施し、改良壁はその部分の土要素を水～土 2 相系弾性体 [5)]で「瞬時」に置換することにより再現した。盛土は飽和土を仮定し、水～土 2 相系弾塑性体 [1)]の有限要素を 30cm/8 時間の速度で 4m まで段階的に載荷（要素追加）した。その水理境界として、盛土表面は水圧を常にゼロ（大気圧条件）、下面はサンドマットなどの排水層を想定し、同様に水圧を常にゼロに設定した。地震動は、地盤底面の全節点の x 軸方向に八戸波（図 3）を入力した。計算は地震動を与えた後、圧密が終了するまで実施した。

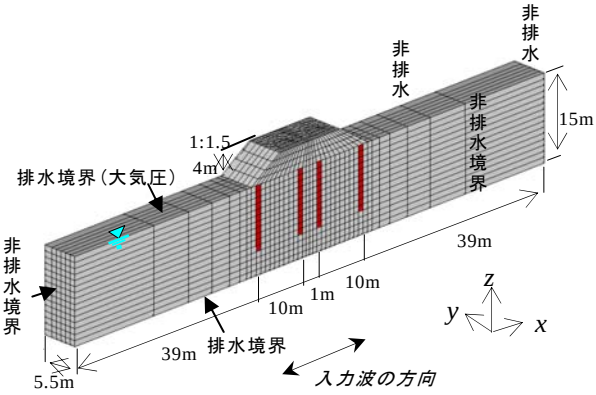


図 2 有限要素メッシュ

表 1　検討ケース

no.	盛土有無	改良有無
1	盛土なし	改良なし
2		改良あり
3	盛土あり	改良なし
4		改良あり

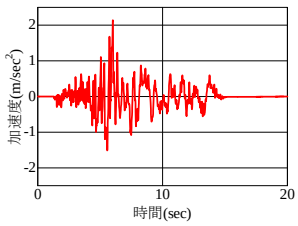
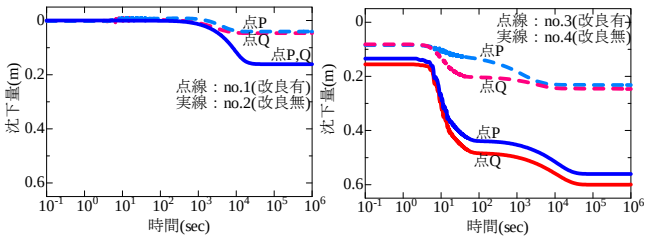


図 3 入力波（八戸波）



(1)盛土なし　　(2)盛土あり
（地震発生時を t=0）

図 4 沈下～時間関係

3．計算結果

原地盤面の点 P, Q（図 1 参照）における沈下の様子を図 4 に示す。改良ブロック体を有する地盤では沈下量が 1/3～1/4 に抑えられていることが分かる。各検討ケースの地震発生後 40 秒後における過剰間隙水圧、構造の程度 R^*、過圧密の状態 R、平均有効応力 p'の分布を図 5、6 に示す。また、点 P の位置で地盤面

液状化，深層混合処理，有限要素法
〒569-0034　高槻市大塚町 3-24-1　㈱淺沼組技術本部技術研究所　TEL.072-661-1620

からの深さ5mの要素の挙動を図7､8に示す。盛土のないno.1、no.2を比べると、過剰間隙水圧の上昇が抑えられていて、改良体部分は地盤の乱れは小さく(構造の程度R^*の低下が小さい)､改良壁で囲まれた拘束効果による液状化対策効果を確認できる。一方、盛土を載荷したno.3、no.4でも、改良体部分は地盤の乱れは小さく､液状化対策効果を確認できる。ただ、no.1、no.2を比べて改良体のない地盤部より改良壁内部の過剰間隙水圧の上昇が大きくなっている。また、改良ブロック体内部の過圧密比大きく、改良壁の平均有効応力も大きくなっている。すなわち、地震中に改良壁の荷重分担が増え改良ブロック体内部では土要素に(弾性)除荷が生じ、超過圧密となって、過剰間隙水圧が上昇したためである。

4. おわりに

紙面の都合上、改良ブロック体間の挙動を示すことができなかったが、盛土がある場合でもない場合でもほぼ同様で、地盤のその箇所の沈下量低減効果が見込める。

参考文献：1)例えば：高稲ら：改良体を有する改質…，第44回地盤工学研究発表会講演集． 2) Asaoka et al.: An elasto-plastic description of two distinct volume..., S&F, 42(5), 47-57, 2002. 3) Asaoka and Noda: All soils all states all round geo-analysis..., International Workshop on Constitutive..., Hong Kong, China, 11-27, 2007. 4) Noda, T., Asaoka, A. and Nakano, M.: Soil-water coupled finite deformation analysis…, S&F, 48(6), 771-790, 2008. 5)高稲ら：深層混合処理工法による…，第62回土木学会年次学術講演会概要集Ⅲ，121-122,2007.

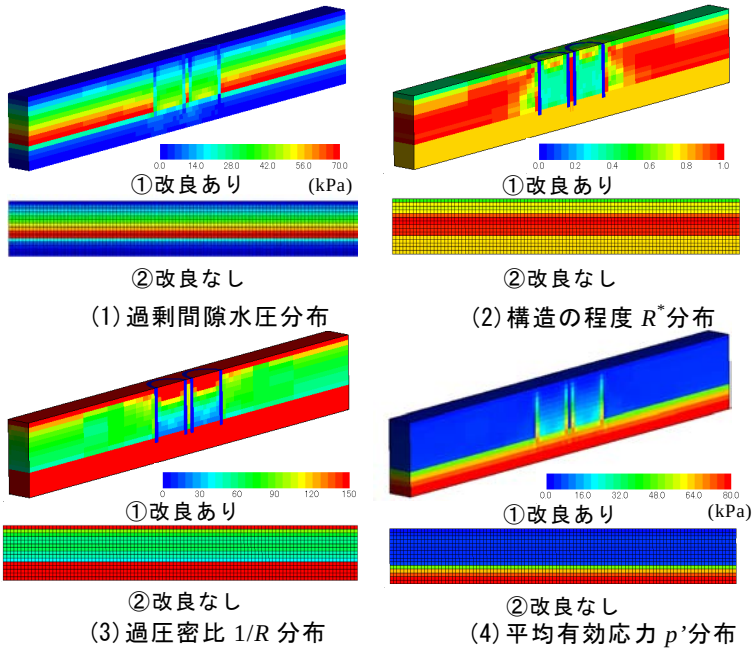


図5 盛土なし(no. 1, no. 2)の場合の地震発生40秒後の様子

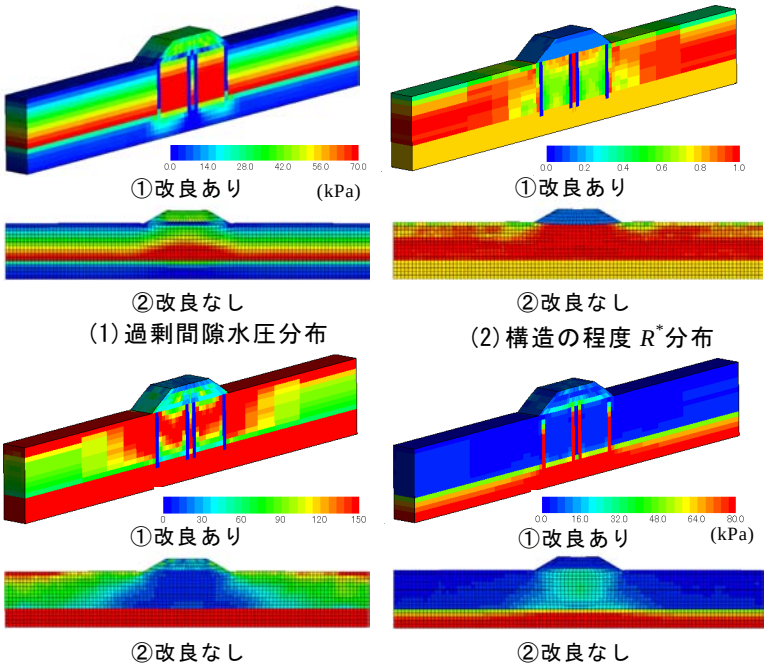
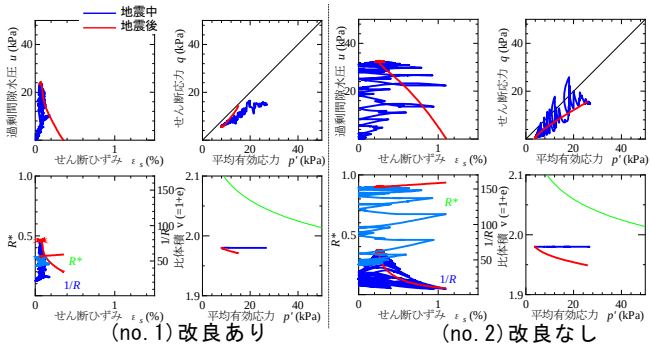
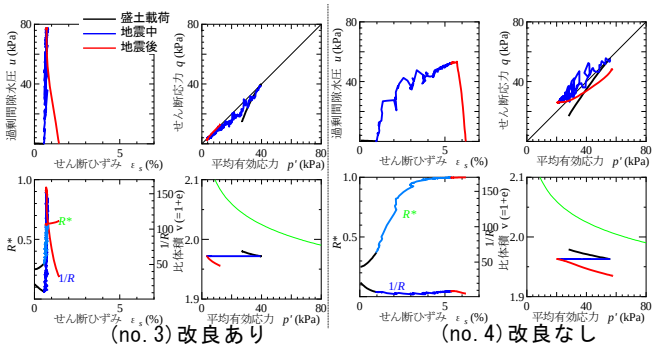


図6 盛土あり（no. 3, no. 4）の場合の地震発生40秒後の様子



位置：点P、深さ:-5m

図7 土要素の挙動（盛土なしの場合）



位置：点P、深さ:-5m

図8 土要素の挙動（盛土ありの場合）