

液状化層を部分的に固化改良した地盤の地震中 / 地震後変形挙動

(株) 不動テトラ 正会員 ○竹内秀克 深田久 東祥二
名古屋大学大学院 正会員 野田利弘 浅岡顕

1. はじめに

土の弾塑性構成式に SYS カムクレイモデル¹⁾を用いた水～土連成動的 / 静的有限変形計算²⁾により、薬液注入・高圧噴射等のセメント固化改良を施した砂質地盤の地震中および地震後の挙動を調べた。

2. 解析条件

解析に用いた有限要素メッシュと境界条件を図 1 に示す。平面ひずみ条件を仮定し、水理境界は底面排水、側面非排水とした。液状化層は深さ 10m、細粒分含有率 20%程度 of 砂質地盤を想定し³⁾、表 1 に示す材料定数・初期値を用いた。

解析領域中央の幅 20m 区

図 2 固化改良体配置パターン

間(図 1 赤枠部分)に、図 2 に示す 6 パターンの固化改良体の置換率・配置形状を設定して計算を行った。固化改良体は透水性を有する 2 相系弾性体としてモデル化し、 $q_u=10\text{MPa}$ を想定した弾性定数を用いた(表 2)。なお、固化改良時に応力状態は変化しないことを仮定した。粘性境界を設定した基盤層底面より八戸波(図 3)を入力し変形が収束するまで一連の解析を行った。

3. 上載荷重がない場合 (水平地盤) の解析結果

図 4 に各パターンの地表面地盤中央の地震発生時からの時間～沈下量関係を示す。沈下は地震中ほとんど発生しないが、その後過剰水圧消散に伴い発生し、5 時間程度で収束する。図 5 に圧密終了時の地表面沈下形状を示す。改良範囲に関しては 置換率 0%(無処理)と比べほぼ置換率に応じて低減される。

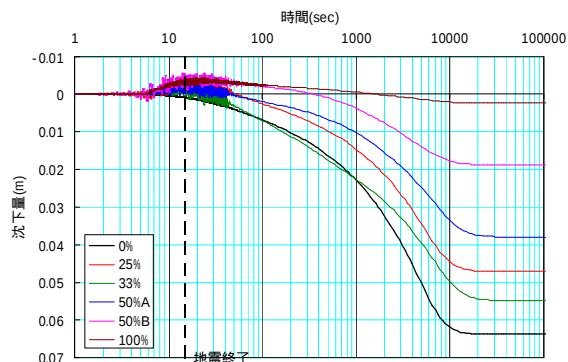


図 4 時間～沈下量関係(地盤中央)

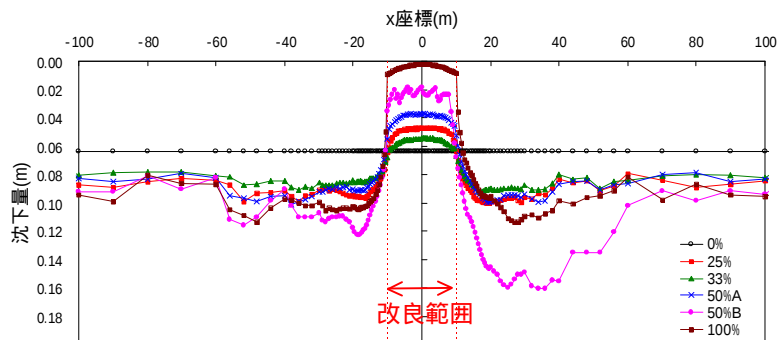


図 5 地表面沈下形状 (圧密終了時)

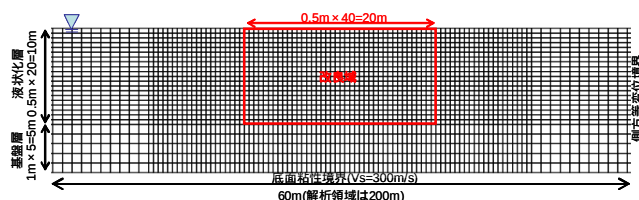


図 1 有限要素メッシュと境界条件

表 1 地盤の材料定数と初期値

	液状化層	基盤層
<弾塑性パラメータ>		
圧縮指数 λ	0.040	0.050
膨潤指数 κ	0.004	0.012
限界状態定数 M	1.45	1.00
正規圧密線の切片 N	1.71	1.99
($p' = 98\text{kPa}$ での繰り返し土の正規圧密線上の比体積)		
ポアソン比 ν	0.4	0.3
<発展則パラメータ>		
構造低位化指数 a, b, c	10.0, 1.0, 1.0	2.63, 1.0, 1.0
正規圧密土化指数 m	0.01	0.08
回転硬化指数 b_r	0.10	0.514
回転硬化限界定数 m_b	0.65	0.50
<初期値>		
構造の程度 $1/R_0^*$	1.30	1.26
比体積 ν	1.586	1.790
異方性の程度 K_β	0.60	0.60
応力比 K_0	0.60	0.60
透水係数 k (cm/sec)	1.0×10^{-4}	4.0×10^{-2}
土の密度 ρ_s (t/m^3)	2.65	2.65

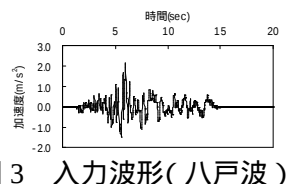


図 3 入力波形(八戸波)

表 2 改良体の材料定数

弾性係数 (kPa)	250,000
ポアソン比	0.3
透水係数 k (cm/sec)	1.0×10^{-6}
土の密度 ρ_s (t/m^3)	2.65

液状化, 有限要素法, 弾塑性, 水～土連成解析, 固化改良

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 052-789-5072

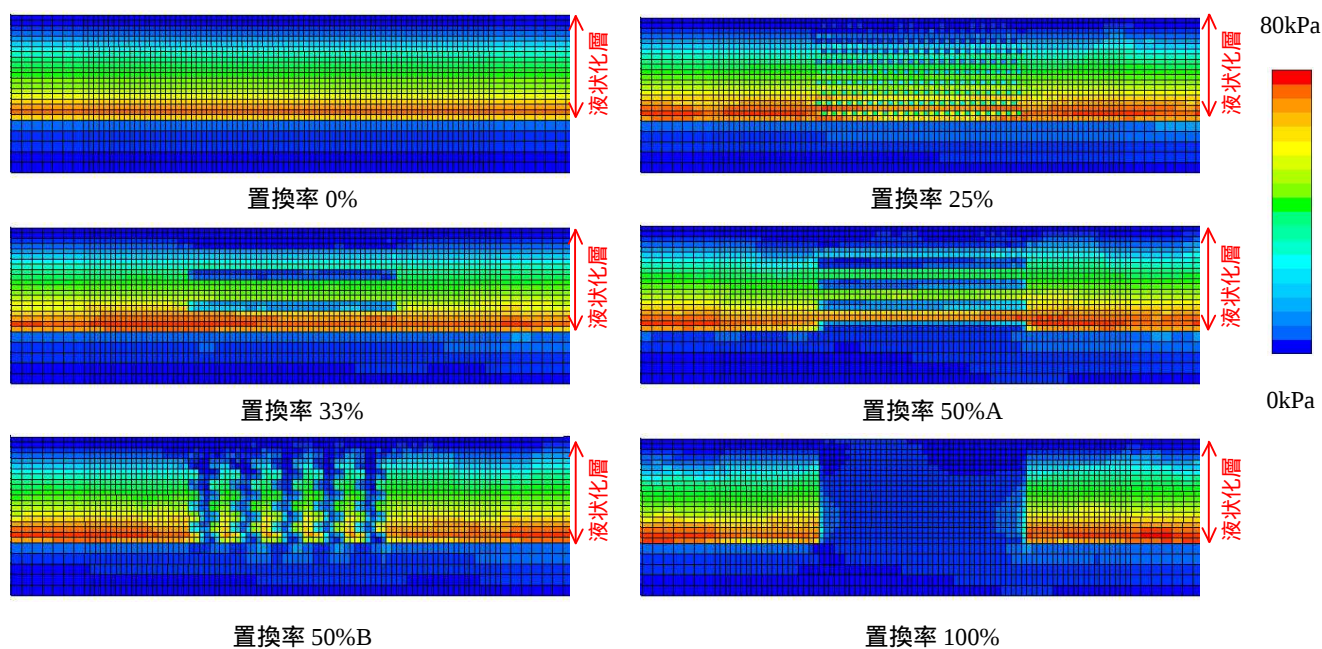


図6 過剰間隙水圧分布(地震発生 15 秒後)

図6に地震発生 15 秒後の過剰間隙水圧分布を示す。過剰水圧は固化改良体にはほとんど発生しないが、未改良部の要素にはいずれの解析パターンでほぼ同様に発生している。

4. 上載荷重がある場合の解析結果

図1に示す改良域上に高さ 5m, 天端幅 5m, 勾配 1:1.5 の盛土が存在する場合について 3. と同様な 6

パターンの解析を行った。無処理地盤に盛土造成後⁴⁾、固化改良体に置き換えて地震波を入力した。結果の一例として、図7～図9に

置換率 25%に対する地震発生 15 秒後の過剰水圧分布、圧密終了時の地表面沈下形状および法尻部の地中水平変位分布を示す。固化改良体がある場合は盛土直下の沈下は当然ながら、周辺の盛り上がりおよび水平変位などの変形抑止に有効である。

5. おわりに

今後、実施工とリンクしたモデル化による解析を実施し、液状化による変形に対し有効な配置の検討に加え、改良メカニズムの検証を行いたい。

参考文献 1) Asaoka et al. (2002): An elasto-plastic description of two distinct volume change mechanics of soils, S&F, 42(5), pp.47-57. 2) Noda and Asaoka (2007): All soils all states all round geo-analysis integration, International Workshop on Constitutive Modelling - Development, Implementation, Evaluation, and Application, Hong Kong, China, pp.11-27. 3) 竹内ら(2007): 砂・粘土互層地盤～盛土系の地震中/地震後挙動に及ぼす盛土等の硬さの影響, 第 42 回地盤工学研究発表会. 4) 竹内ら(2006): 飽和粘土地盤の圧密変形に及ぼす幾何学的非線形性の効果, 応用力学論文集 vol.9, pp.539-550.

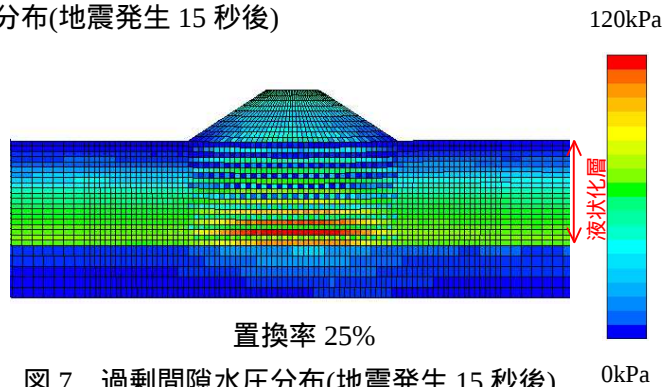


図7 過剰間隙水圧分布(地震発生 15 秒後)

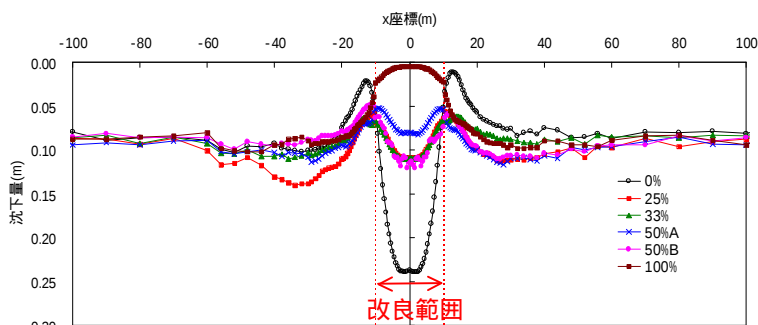


図8 地表面沈下形状(圧密終了時)

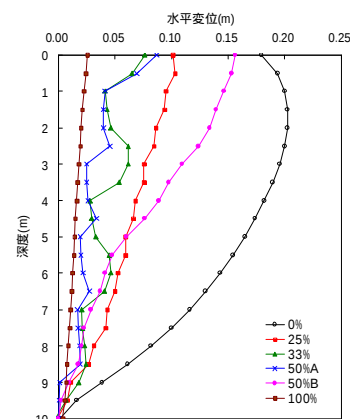


図9 地中水平変位分布(法尻部)