SCP 改良した中間土埋立地盤の地震中/地震後変形挙動

(株)不動テトラ(名古屋大学大学院博士課程) 正会員 竹内秀克 名古屋大学大学院 正会員 野田利弘 山田英司 フェロー会員 浅岡 顕

1. はじめに

サンドコンパクションパイル(SCP)工法による砂地盤の液状化抑止効果は広く知られている。また、粘性土 地盤に対する地震時の安定性向上への寄与も期待されている。今回、土骨格の弾塑性構成式に 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(*GEOASIA*)²⁾により、SCP 改良を施した中間土からな る埋立地盤の地震中および地震後の挙動を調べた。

2. 解析条件

図1は解析に用いた有限要素メッシュ図と境界 条件を示す。解析は平面ひずみ条件とし、原地盤 は泥岩岩砕からなる層厚14mの埋立地盤を想定し 4 て³⁾、表1の材料定数・初期値を用いた。解析は(a) 無処理地盤と(b)SCP改良地盤の2ケース実施した。 SCP 改良域のモデル化は解析領域中央の幅 20m 区 間(図1赤枠部分)に、SCP 改良による効果を考 慮した。砂杭は幅 25cm 設置間隔 1.25m の「砂壁」(置換率 20% 相当)としてモデル化し、相対密度 Dr=64% 相当の密な砂(材料 定数・初期状態は文献4)参照)に置換した(図2灰色要素が該 当)。さらに杭間の中間土も砂杭拡径による締固め効果(密度増 加)を考慮するため、文献3)での軸対称条件での砂杭拡径による 締固め過程のシミュレーションを参考に、図2に示す鉛直方向に 分割した5層でそれぞれ比体積・構造などを平均化(表2)して 地盤状態を決定した。次に、有限要素メッシュを追加する方法⁵⁾

で盛土を載荷後、基盤層底面(粘性境界)より図3の波を 入力し変形が収束するまで一連の解析を行った。



図3 開放基盤面での地震波形(2004年中越地震)

	表 2 S	CP 杭間	部 初期	値		回転硬化限界正数 mb	0.45	0.45	0.1
	GL-0~-2m	GL-2~-4m	GL-4~-6m	GL-6~-10m	GL-10~-14m	<初期値>			
構造の程度 $1/R^{*}_{0}$	1.63	1.25	1.21	1.19	1.21	構造の程度1/R [*] 0	5.0	1.3	1.2
比体積 v	2.20	2.19	2.18	2.16	2.14	比体積 v	2.2	1.7	1.7
異方性の程度	0.21	0.21	0.22	0.21	0.20	異方性の程度	0.23	0.23	0.0
応力比 K ₀	5.03	1.92	1.61	1.15	0.79	応力比 K ₀	0.8	0.8	杭間部に

液状化,有限要素法,弾塑性,水~土連成解析,締固め砂杭

〒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2 SCP 改良域のモデル化

表1 地盤の材料定数と初期値

	尿地盈	塗上	SCP 497L						
<弾塑性パラメータ>									
圧縮指数 ĩ	0.18	0.18	0.05						
膨潤指数 $\tilde{\kappa}$	0.024	0.024	0.012						
限界状態定数 M	1.5	1.5	1.0						
正規圧密線の切片 N	2.3	2.3	1.98						
(p'=98kPa での練り返し土の正規圧密線上の比体積)									
ポアソン比v	0.3	0.3	0.3						
透水係数 k (cm/sec)	1.0×10^{-4}	$1.0 imes 10^{-4}$	4.0×10^{-2}						
土の密度 $\rho_s(t/m^3)$	2.63	2.63	2.60						
<発展則パラメータ>									
構造低位化指数 a,b,c	2.5,0.8,2.0	2.5,0.8,2.0	2.2,1.0,1.0						
正規圧密土化指数 m	0.2	0.2	0.06						
回転硬化指数 b _r	0.2	0.2	3.5						
回転硬化限界定数 mb	0.45	0.45	0.7						
<初期値>									
構造の程度1/R [*] 0	5.0	1.3	1.26						
比体積 v	2.2	1.7	1.79						
異方性の程度	0.23	0.23	0.00						
応力比 K ₀	0.8	0.8	杭間部に準拠						

3. 解析結果とまとめ

図3は地震前・地震中・地震後の地盤内のせん断ひずみ分布を示す。無処理地盤に比べ SCP 改良地盤は圧 倒的に変形が小さい。図4は地震中の平均有効応力分布を示す。無処理地盤やSCP 改良域外は有効応力が減 少し液状化の様相を呈しているが、対して SCP 砂杭へは歴然とした応力集中が寄与している。砂杭の砂がと ても密だから、地震による強制的なせん断変形に、塑性膨張つまり有効応力の増大で抵抗している。



(b) SCP



図4 平均有効応力分布 (地震中(40秒))

図5は両ケースの盛土中央直下の地震発生時からの時間~沈下量 関係の比較を示す。SCP 改良地盤は、地震中はもとより地震後の

沈下がほとんど無く改良効果は歴然としている。

今後は、各種自然/人工地盤の SCP 改良による耐震性向上効果(3

次元的な影響)について系統的に調べてゆきたい。

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) Asaoka and Noda (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) 村上ら(2007):泥岩岩砕からなる中間土埋立地盤の砂杭拡径による 現地強化試験とその数値解析による考察,電力土木 H19.1 月号. 4) 中井ら(2003): 粒径分布の異なる砂の締固め特性に関する..., 地盤工 学会第38回地盤工学研究発表会,pp.437-438.5)竹内ら(2006):飽和粘 土地盤の圧密変形に及ぼす...,応用力学論文集 Vol.9, pp. 539-550.

