

液状化地盤上碎石ジオシンセティックス対策盛土の形状保持効果に関する予測解析

液状化, 盛土, ジオシンセティックス

中部大学
エターナルプレザーブ
エターナルプレザーブ
エターナルプレザーブ
ジオ・シビル

国際会員
正会員
正会員
正会員
正会員

○余川 弘至
Hla Aung
久保 幹男
横山 公明
川崎 始

1. はじめに

前報^{1),2)}に引きつづき, ジオシンセティックスを碎石で挟み込む構造体を表層に設置する工法の液状化地盤上のジオシンセティックス対策盛土の形状保持効果を把握するための検討を実施した. 本研究では, 盛土高さ 2m, 6m, 10m の架空の盛土を想定して, 盛土高さの違いによる効果の違いを明らかにするために有限要素法による有効応力解析を実施した.

2. 解析手法

本研究では, 地震中に発生する地盤の液状化などを再現でき, 時々刻々と変化する過剰間隙水圧や地盤や盛土の沈下量を適切に評価できる 2 次元有効応力解析プログラム LIQCA³⁾を用いて実施した.

3. 解析条件

解析メッシュを図-1 に示す. 節点数および要素はいずれのケースも 1,320 および 1,247 である. 解析メッシュの底面は水平および鉛直固定とし, 側面は水平固定とした. 地下水位を想定した地表面から 1m の深度には排水境界を設け, それ以外の面はいずれも非排水境界としている. 入力地震動は, 前報と同様に道路橋示方書のレベル 2 地震動(タイプ II)Ⅲ種地盤のポートアイランド内地盤上の NS 成分を用いた. 盛土および対策(碎石)は R-O モデル, 液状化層および非液状化層は砂の繰り返し弾塑性モデル, 基盤層は弾性モデルを用いた. 表-1 に解析に用いたパラメータを示す. 液状化地盤のパラメータは相対密度 60%相当の液状化曲線を基にフィッティングした. その他パラメータは前報と同様にした.

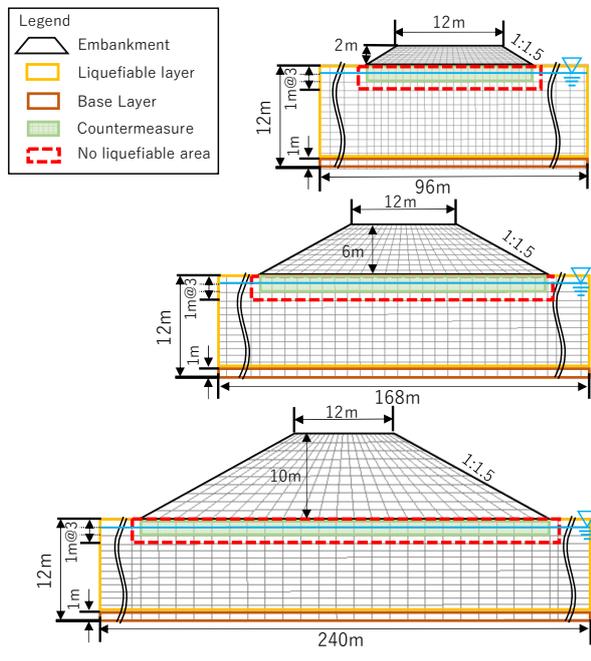


図-1 解析条件(上から盛土高 2m, 6m, 10m)

表-1 解析パラメータ一覧

Name of soil profile	Embankment	Liquefiable layer	No liquefiable layer	Countermeasure (Crushed stone layer)	Base layer
Density ρ (t/m ³)	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8
Coefficient of permeability k (m/s)	-	0.0013	0.0320	0.0320	0.0320
Initial void ratio e_0	0.875	0.814	0.814	0.830	0.830
Elasto-plastic for sand model					
Compression index λ	-	0.025	0.025	-	-
Swelling index κ	-	0.010	0.010	-	-
Quasi-overconsolidation ratio OCR^*	-	1.0	1.0	-	-
Initial shear modulus ratio G_0/σ'_m	-	103.13	103.13	-	-
Failure stress ratio M^*_f	-	1.329	1.329	-	-
Phase transformation stress ratio M^*_m	-	0.692	0.692	-	-
Hardening function parameters	B_0	450	450	-	-
	B_1	45	45	-	-
C_f	-	0	0	-	-
Referential strain parameters	$\gamma^{p,r}$	-	0.2	0.2	-
	$\gamma^{e,r}$	-	0.05	0.05	-
Dilatancy coefficient parameters	D^*_0	-	2	2	-
	n	-	5	5	-
R-O model					
Poisson's ratio ν	0.333	-	-	0.333	-
Parameters of shear modulus	a	4758	-	5820	-
	b	0.5	-	0.5	-
Cohesion c (kPa)	6.6	-	-	7.4	-
Internal friction angle ϕ (deg)	33.4	-	-	41.2	-
Parameters of R-O nonlinearity	α	6.0	-	3.6	-
	r	2.3	-	2.6	-
Elastic model					
Lame's Coefficients	μ	-	-	-	1495888
	λ	-	-	-	75019

4. 解析結果

図-2 に振動終了後の変形図を示す. さらに変形図に過剰間隙水圧比($\Delta u/\sigma'_{y0}$)を合わせて表示している. 対策の有無に

Predictive Analytics on Shape Retention Effect of Gravel - Geosynthetic Countermeasure Embankment on Liquefied Ground

Hiroshi YOKAWA (Chubu University)
Hla AUNG (Eternal Preserve)
Mikio KUBO, Masaaki YOKOYAMA (Eternal Preserve)
Hajime KAWASAKI (Geo Civil)

よる効果を過剰間隙水圧比で確認する。対策の有無にかかわらず、盛土より外側の砂層(液状化層)については概ね液状化に至っていることがわかる。一方盛土下の砂層(液状化層)に関しては、対策の有無によって大きな違いがみられる。対策を施した場合には、碎石の排水効果によって対策範囲のみならず、砂層の広範囲にわたって非液状化層が生成されると考えられたが、無対策に比べてその範囲は小さくなった。しかしながら対策範囲およびその周辺では過剰間隙水圧比の上昇が抑えられている。次に盛土の変形を確認する。無対策では、盛土が砂層に向かって埋もれるように変形しているにも関わらず、対策を施した場合には、その挙動が小さくなっているように見える。これは対策範囲で過剰間隙水圧が上昇しないため、十分な剛性が確保され、盛土の沈下および水平変位(ストレッチング)を抑制しているためと考えられる。

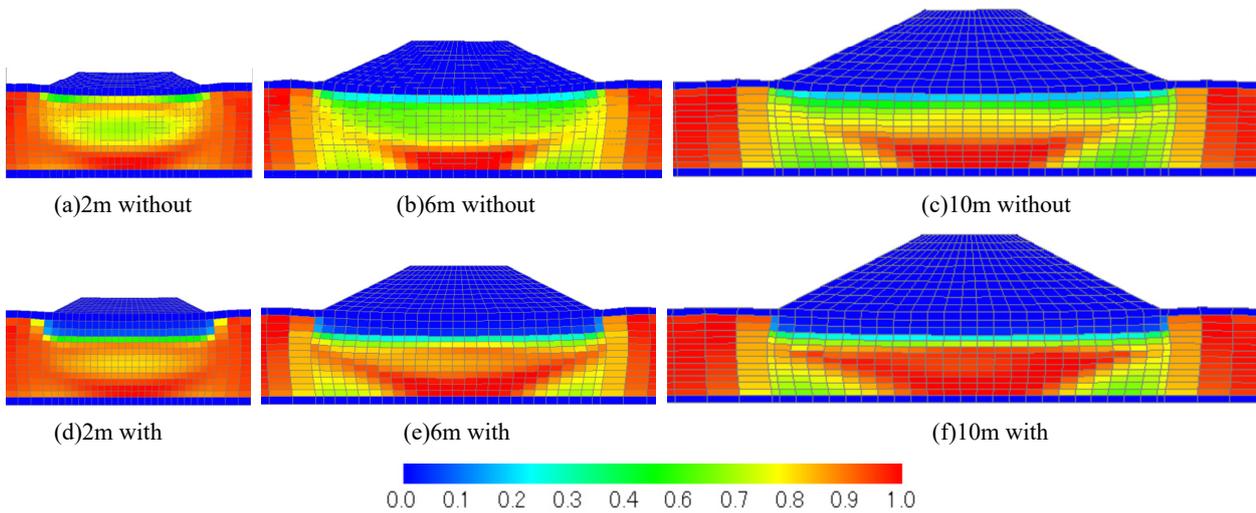


図-2 最終変形図 (コンターは過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma'_{v0}$)

図-3 に加振終了後の盛土天端の沈下量を示す。盛土の高さが大きくなるほど盛土天端の沈下量が大きくなる傾向がみられる。しかし、対策を施すことにより沈下量が抑えられることが分かった。図-4 には盛土のストレッチング量を図-5 には盛土の鉛直方向の堤体ひずみを示す。ここでストレッチング量とは、盛土の両法尻の盛土中央から離れる方向への水平変位量を足し合わせて絶対値で示したものである。また堤体の鉛直ひずみ量は、振動終了後の盛土高さを初期の盛土高さで除したものである。これらの図から盛土の高さが高くなるほど、ストレッチング量も盛土堤体の鉛直ひずみ量も大きくなることがわかる。また、ストレッチング量が大きいほど、堤体の鉛直方向のひずみが大きくなることがわかる。これらの結果から対策を施すことによりこれらの値が小さくなることから、対策による盛土の形状保持効果が確認できる。またこれらの結果は、盛土高さが大きくなるほど相対的に効果が大きくなる点は非常に興味深い。

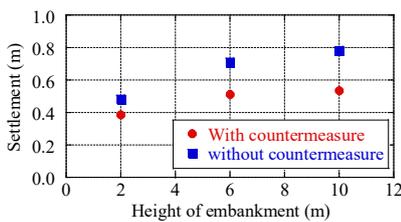


図-3 盛土天端の沈下量

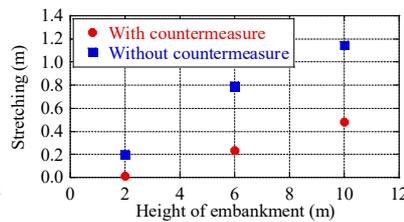


図-4 盛土のストレッチング量

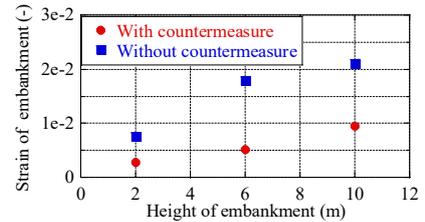


図-5 盛土堤体の鉛直ひずみ量

5. まとめ

本研究では、有限要素法による有効応力解析により、ジオシンセティックスを碎石で挟み込む構造体の対策効果を明らかにした。その結果、対策効果として、対策範囲の過剰間隙水圧の上昇抑制、盛土沈下の抑制および盛土のストレッチングの抑制が可能であることが分かった。さらに盛土高さが大きくなると沈下量等の絶対値は大きくなるものの、対策を施すことの効果はより大きくなることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 横山正明ら: 液状化地盤上ジオシンセティックス対策の盛土の形状保持効果に関する動的遠心模型実験, 第56回地盤工学研究発表会概要集, 2021(投稿中).
- 2) Hla Aung ら: 液状化地盤上ジオシンセティックス対策の盛土の形状保持効果に関する解析的検討, 第56回地盤工学研究発表会概要集, 2021(投稿中).
- 3) Oka, F. et al.: FEM-FDM coupled liquefaction analysis of a porous soil using an elasto-plastic model, Applied Scientific Research, No.52, pp.209-245, 1994.