

軟弱地盤中貯水池の液状化挙動に対するグラベルマットの効果

岐阜大学 ○学 山本 哲也 正 八嶋 厚

1. はじめに

本研究では軟弱地盤中に新たに構築される貯水池について、液状化危険性を照査するとともに、液状化抑止工法として考えられるグラベルマットの効果について考察した。

2. 解析手法

対象地盤の液状化解析は、Biotの2相混合物理理論をu-p形式で定式化した支配方程式を用いて行った。空間的にはFEMとFDMにより離散化し、時間的にはNewmarkのβ法により離散化した、2次元有効応力解析コードLIQCA (Okaら¹⁾) によった。

解析対象地盤は図-1に示すように地盤と構造物をモデル化している。メッシュサイズは横幅590m、深さ方向19.5mの地盤を対象とした。メッシュは976要素、1060節点で構成している。地下水位面はG.L.-1.0mである。

解析を行った地盤の土層構成とN値分布を図-2に示す。地表面からG.L.-2.5mまではシルト層、G.L.-2.5mからG.L.-19.5mまでは細砂層である。

解析に使用した材料定数を表-1に示す。本解析ではシルト層およびコンクリートを弾性、細砂層およびグラベルマットを非線形形移動硬化モデル²⁾によってモデル化している。地盤をモデル化した弾塑性構成式のパラメータは、換算N値=約20から推定した液状化強度比0.25を再現できるように、要素シミュレーションを行って決定した。なおグラベルマットのパラメータについては、参考資料が見つからないため、安全側を考慮して液状化抵抗は自然地盤と同じとし、透水係数のみを変えた。境界条件として、底面は固定、側面は等変位境界とし、地下水位面は排水境界、コンクリートと地盤の境界面は非排水境界、底面及び側面は非排水境界とした。

入力加速度は最大加速度が300galおよび500gal、継続時間10sec、周波数2Hzの正弦波と、図-3に示す最大加速度544gal、継続時間30secのポートアイランドG.L.-32mN-S成分を用いている。

表-1 材料定数

		シルト層	細砂層	コンクリート	グラベルマット
単位体積重量 (kN/m ³)	γ_t	16.7	17.6	23.0	17.6
初期間隙比	e_0	0.9	0.9	0	0.9
透水係数 (m/sec)	k	1.0×10^{-8}	4.0×10^{-5}	0	0.3
圧縮指数	λ	—	0.02	—	0.02
膨潤指数	κ	—	0.0013	—	0.0013
ポアソン比	ν	—	0.25	—	0.25
破壊応力比	M_f^*	—	0.91	—	0.91
変相応力比	M_m^*	—	1.16	—	1.16
パラメータBの初期値	B_0	—	8000	—	8000
ダイレイタンシーパラメータ	D_0	—	0.3	—	0.3
ダイレイタンシーパラメータ	n	—	5.0	—	5.0
塑性基準ひずみ (%)	γ_{ref}^P	—	0.08	—	0.08
弾性基準ひずみ (%)	γ_{ref}^E	—	0.08	—	0.08

3. 解析結果と考察

最大加速度300gal、周波数2Hzの加速度を与えたケースについて、解析終了時の相対有効応力比分布 ($1 - \sigma'_m / \sigma'_{m0}$: 初期に0で液状化に至ると1となる指標) を図-6に、マット厚0.0m時の地表面加速度時刻歴を図-4に示す。地盤下部が液状化に至り、地盤上部では加速度が減衰したため、グラベルマットを配している付近では、液状化に至っていない。グラベルマットの効果について、グラベルマット厚さを増加することにより、コンクリート下部の相対有効応力比の上昇が抑えられている。また相対有効応力比の低い部分が拡大している。このことからグラベルマットによる排水効果が確認できる。

最大加速度500gal、周波数2Hzの加速度を与えたケースについて、解析終了時の相対有効応力比分布を図-7に与えている。最大加速度300galのケースと同様に、地盤下部で液状化に至っているために、地盤上部では液状化に至っていない。グラベルマットの効果は300galの結果とほぼ同様である。

ポートアイランドG.L.-32mN-S成分を与えたケースについて、解析終了時の相対有効応力比分布を図-8に、地表面加速度時刻歴を図-5に示す。地盤全体で液状化に至っていない。地表面加速度は300galのケースで見られたような著しい減衰を示していない。またグラベルマットの効果は他の2ケースとほぼ同様である。

参考文献

- 1) Oka, F., Yashima, A., Shibata, T., Kato, M., Uzuoka, R.: FEM-FDM coupled liquefaction analysis of a soil using an elasto-plastic model, Applied Scientific Research, Vol. 52, pp. 209-245, 1994
- 2) Tateishi, A., Taguchi, Y., Oka, F., Yashima, A.: A cycle elastoplastic model for sand and its application under various stress condition, Proc. 1st Int. Conf. on Earthquake Geotechnical Engineering, IS-TOKYO'95, pp. 399-404, 1995.

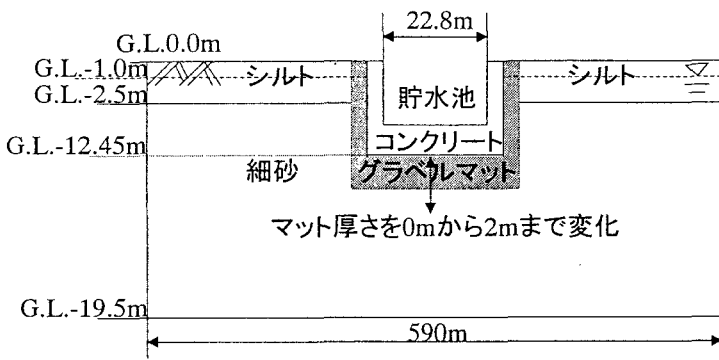


図-1 解析対象地盤の概要

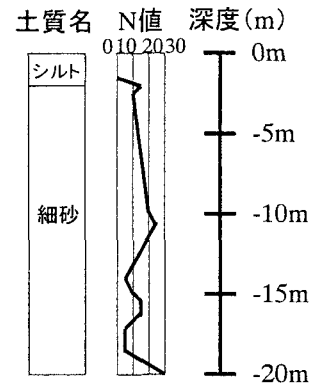


図-2 土質構成とN値分布

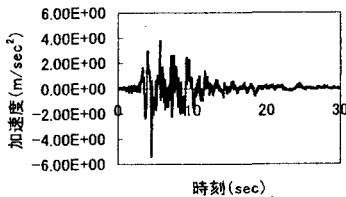


図-3 ポートアイランド G.L.-32mN-S成分

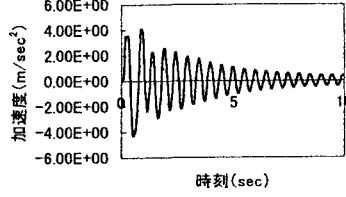


図-4 地表面加速度時刻歴 (入力加速度300gal、マット厚0.0m)

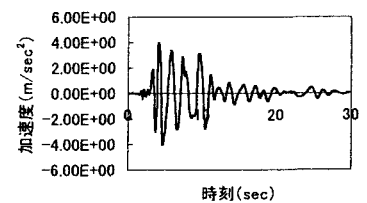
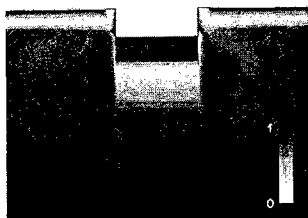
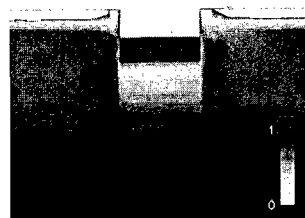


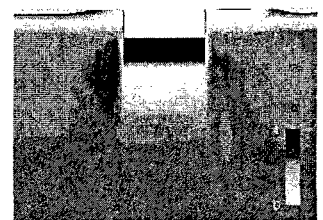
図-5 地表面加速度時刻歴 (入力加速度ポートアイランド G.L.-32mN-S成分)



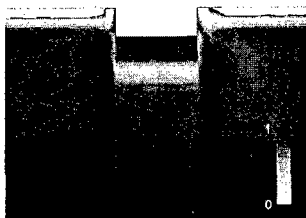
マット厚2.0m



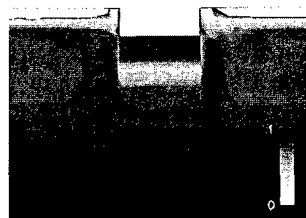
マット厚2.0m



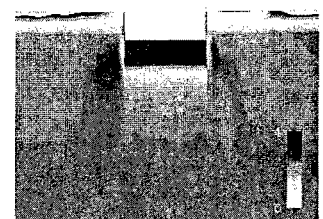
マット厚2.0m



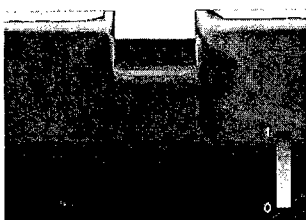
マット厚1.0m



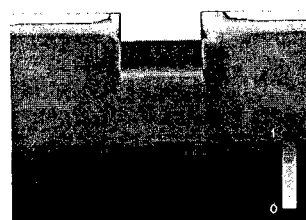
マット厚1.0m



マット厚0.0m



マット厚0.0m



マット厚0.0m

図-6 相対有効応力比分布 (入力加速度300galの正弦波)

図-7 相対有効応力比分布 (入力加速度500galの正弦波)

図-8 相対有効応力比分布 (入力加速度ポートアイランド G.L.-32mN-S成分)