

不飽和浸透特性を考慮した盛土の地震時液状化挙動解析

岐阜大学大学院
岐阜大学工学部
理化学研究所 地震防災フロンティアセンター

学生会員 ○樋口美紀恵
正会員 八嶋厚
正会員 渦岡良介

1. はじめに

地盤の液状化は地下水位以深の飽和砂質土層だけでなく、地下水位以浅の不飽和である表層地盤においても直下の液状化層の影響を受け、なんらかの地盤変状が発生することが多い。基礎構造物の耐震設計においては、地下水位以浅の表層地盤の地盤反力を評価することも必要となるため、液状化層直上の不飽和層の地震時挙動を把握することが重要になると思われる。

本研究では、2次元の有効応力解析法に飽和-不飽和浸透流解析を組み合わせ、液状化地盤上の盛土の地震時挙動解析を行い、浸透特性の違いが不飽和層の過剰間隙水圧比の時刻歴に与える影響を検討する。

2. 解析条件

(1) 地盤条件

解析対象としたのは、建設省土木研究所で行われた動的遠心模型実験¹⁾で用いられた模型地盤である(図1参照)。地盤は、飽和・不飽和の基礎地盤と盛土からなっている。解析に用いた地盤のモデルパラメータを表1に示す。なお、スケールは遠心力50Gを考慮して実大換算したものを示している。

図1. 模型土層 [単位: m]

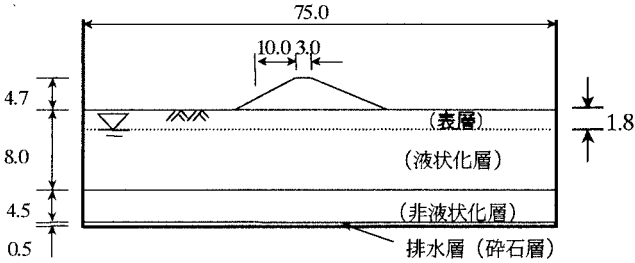


表 1. モデルパラメータ²⁾

Density	ρ (t/m ³)	1.85
initial void ratio	e_0	0.9888
Compression index	λ	0.0136
Swelling index	κ	0.0065
Initial shear modulus ratio	G_0/σ'_m	898.0
Failure stress ratio	M_f	1.12
Phase transformation stress ratio	M_m	0.91
Hardening parameter	B_0	2000.0
Hardening parameter	B_1	60.0
Control parameter of anisotropy	C_d	2000.0
Dilatancy parameter	D_0	5.0
Dilatancy parameter	n	1.0

(2) 解析ケース

解析は表2に示す2つのケースについて行った。Case01は表層および盛土地盤を乾燥要素とし、G.L.=-1.8mの地下水位面を排水境界として、不飽和浸透特性を考慮せずに解析を行ったケースである。Case02では表層および盛土地盤の不飽和浸透特性を考慮し解析を行った。解析に用いた地震動を図2に示す。なお、両ケースとも、地震動を入力した動的解析の後、過剰間隙水圧の消散過程を解析するため、950秒の圧密解析を継続して行った。

表 2. 解析ケース

	表層および盛土地盤の不飽和浸透特性考慮
Case01	なし
Case02	あり

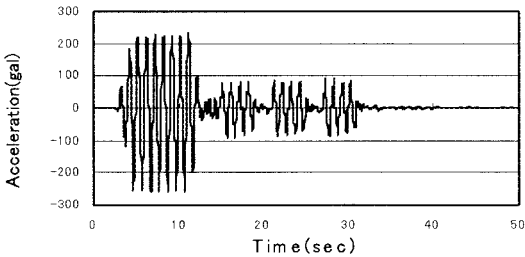


図 2. 入力地震動

3. 解析結果

Case01, Case02 について過剰間隙水圧比の分布図 (図 3)、過剰間隙水圧比の時刻歴 (図 4) を示す。図 4(a), (b) はそれぞれ Case01, Case02 における飽和層最上要素 (A 点) の過剰間隙水圧比の時刻歴、図 4(c) は Case02 における不飽和層最下要素 (B 点) の過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。Case01 では不飽和層の過剰間隙水圧発生を考慮しないので、結果は示していない。なお、過剰間隙水圧比 (E.P.W.P.R) は発生した過剰間隙水圧を初期有効上載圧で除した値である。

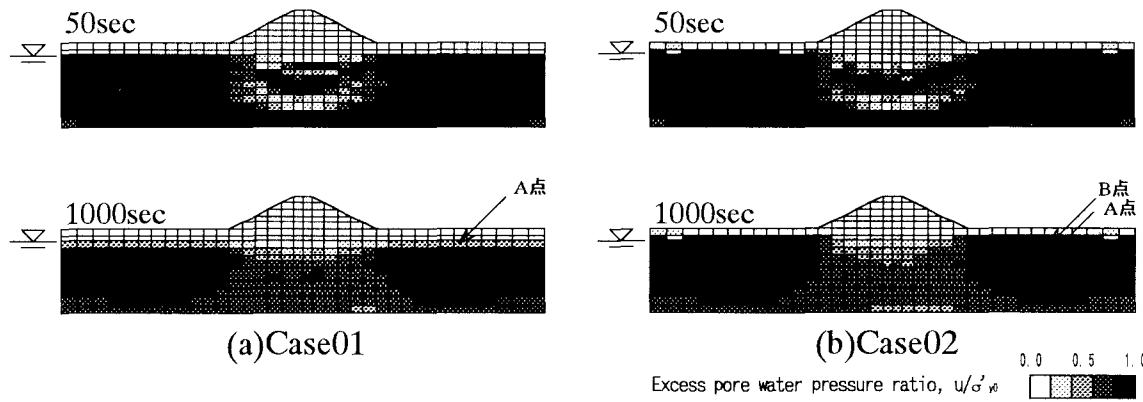


図 3. 過剰間隙水圧比の分布図

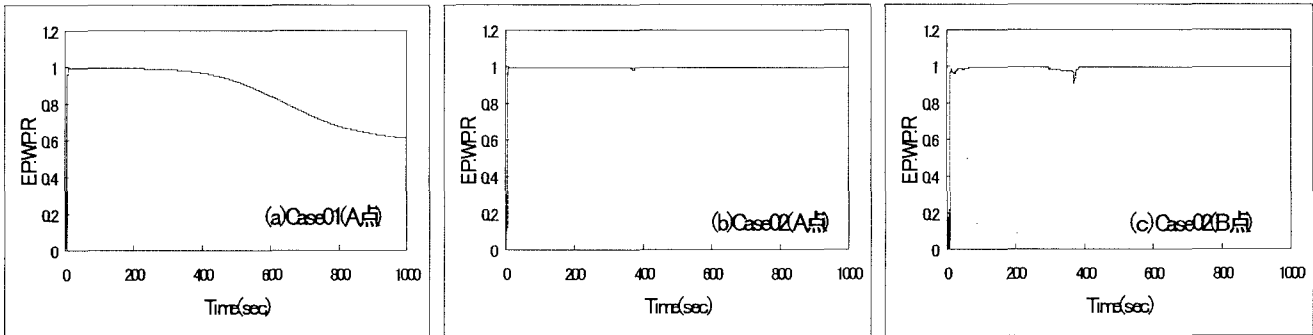


図 4. 過剰間隙水圧比の時刻歴

図 3 より、不飽和浸透特性を考慮した Case02 では、液状化層直上の不飽和層でも加振後 50 秒ですでに液状化していることがわかる。図 4(a) に示すように、不飽和浸透特性を考慮しなかった場合、飽和層の間隙水圧は約 300 秒後から消散し始めることがわかる。一方、図 4(b), (c) に示すように不飽和浸透特性を考慮した場合には、飽和層だけでなく液状化層直上の不飽和層の要素でも完全液状化 (過剰間隙水圧比が 1.0) に至っており、1000 秒までには全く過剰間隙水圧の消散がみられない。不飽和層の浸透特性を考慮したことにより、飽和層上面を排水としたときよりも不飽和層の浸透性が低下し、過剰間隙水圧の消散が遅れるためと考えられる。

4. まとめ

2 次元の有効応力解析に飽和-不飽和浸透流解析を組み合わせ、液状化層直上の不飽和層の地震時挙動を解析的に検討した。解析では、飽和砂地盤上の盛土の動的遠心模型実験を対象とし、地盤の不飽和浸透特性が表層の不飽和層の挙動に与える影響を検討した。

不飽和浸透特性を考慮したことにより、飽和層上面を排水とした解析よりも飽和層の過剰間隙水圧の消散が遅れる結果となった。また、不飽和層での間隙水圧の発生を考慮したことにより、不飽和層でも液状化の可能性があることがわかった。

《参考文献》

- 1) 建設省土木研究所：液状化性土盤上の盛土の動的遠心模型実験, 1999.
- 2) 渦岡良介：地盤の液状化発生から流動までを予測対象とする解析手法に関する研究, 岐阜大学博士論文, 2000.