

Ⅲ-A209

阪神・淡路大震災における宅地緩斜面の液状化による残留変形に関する一考察

神戸大学大学院	学生会員	○青森 将志
神戸大学大学院	学生会員	江南 和彦
神戸大学都市安全研究センター	正会員	吉田 信之
神戸大学工学部	正会員	西 勝

1.はじめに

阪神・淡路大震災では、地すべりの地盤変状が緩斜面でも生じており、地下水面以下の比較的緩詰めの盛土および沖積層が地震動により液状化したために発生したのではないかと推測される。そこで、本研究では有効応力に基づく二次元有限要素法による地震応答解析を実施し、斜面内の過剰間隙水圧およびせん断ひずみの分布について検討し、残留変形の発生メカニズムを考察した。

2.解析地点の概要

解析対象とした斜面は西宮市内の宅地造成斜面で、基盤層と考えられる大阪層群の上に平均層厚2mの沖積層が堆積しており、その上に平均層厚7mの盛土による宅地造成がなされている。斜面は平均傾斜角5°の緩斜面であり、地下水面は地表面下2~8mと高い。またN値は盛土で7、沖積層で12と比較的低い。

この宅地造成斜面は阪神・淡路大震災において、長さ220m、幅45mにわたって地すべりに変形し、地表面で0.3~0.7mの変位が報告されている。

3.解析条件

液状化解析は、有効応力に基づく二次元有限要素解析プログラムFLIP^①を用いて行った。解析地盤モデルを図-1に示す。最下層から大阪層群(砂)、大阪層群(粘土)、沖積層3層、盛土(地下水面以下)2層、盛土(地下水面以上)3~4層であり、節点数は1056、要素数は1723である。地震動は、大阪層群中でN値50に達し工学的基盤面と判断できる面(図-1の地盤モデルの底面)から入力した。パラメタは補正N値(N_c)に基づく簡易方法によって決定した。それらの入力パラメタを表-1に示す。また、レーレー減衰パラメタ α 、 β をそれぞれ0.000、0.005とした。時間積分はwilson- θ 法で行い、時間増分は0.01(s)とした。入力地震動は、神戸大学構内岩盤上で観測された加速度のN-S成分およびU-D成分に距離減衰を考慮して補正したものを用いた。図-2に入力加速度を示す。

4.解析結果

図-3に解析開始後35(s)、40(s)、100(s)における過剰間隙水圧分布を示す。30(s)では過剰間隙水圧はほとんど発生していないが、主要動が作用する35(s)、40(s)では地下水面以下の盛土および沖積層で大きな過剰間隙水圧が斜面全体にわたってほぼ一様に発生していることが分かる。100(s)では40(s)とほぼ同様の分布を示しており、過剰間隙水圧は40(s)以降ほぼ一定であったと考えられる。図-4は35(s)、40(s)、100(s)におけるせん断ひずみ分布である。35(s)で盛土および沖積層でせん断ひずみが増加し始め、40(s)で地表面が傾斜している部分の盛土および沖積層で大きなせん断ひずみが生じている。100(s)では40(s)よりもせん断ひずみが大きくなっていることから、40(s)以降もせん断ひずみが徐々に増加していることが分かる。なお、ここには示していないが、任意断面での過剰間隙水圧及びせん断ひずみの時刻歴から、せん断ひずみは過剰間隙水圧の増加からやや遅れる形で増加していることが分かっている。また、いずれの箇所においても完全液状化には達していない。

5.おわりに

有効応力に基づく液状化解析の結果から、地震動により過剰間隙水圧が盛土および沖積層でほぼ一様に急激に上昇して地盤の剛性が低下し、傾斜が急で自重によるせん断応力が大きな部分を中心にしてせん断ひずみが広がっていくものと考えられる。

参考文献：1)Iai,S.,Matsunaga,Y. and Kameoka,T.:Strain space plasticity for cyclic mobility,Report of the Port and Harbour Research Institute,Port and Harbour Research Institute,Vol.29,No.4,pp.27-55,1990,12

キーワード：斜面、地震応答、液状化、数値解析、有効応力解析

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学都市安全研究センター Tel 078-803-6031 Fax 078-803-6394

表-1 入力パラメータ

パラメータ	N値	γ_i (kN/m ³)	G_{max} (kPa)	K_{av} (kPa)	σ_{vm} (kPa)	ν	ϕ_i (deg)	h_{max} (deg)	ϕ_r (deg)	w_i	p_1	p_2	c_i	S_i	c (kPa)	V_s (m/s)	V_v (m/s)
盛土(地下水面以上)	7	18.0	55331	179164	40.2	0.36	32.5	0.28	28.0	8.67	0.5	0.92	1.3	0.005		175	361
盛土(地下水面下)	7	19.0	58398	246000	40.2	0.39	32.5	0.28	28.0	8.67	0.5	0.92	1.3	0.005		175	478
沖積層	12	19.0	83986	251958	88.2	0.35	32.9	0.36	28.0	7.39	0.5	0.92	1.3	0.005		210	414
大阪剛群(粘土)	30	20.0	163944	218589	121.5	0.20	0	0.28							18.38	286	273
大阪剛群(砂)	50	20.0	231319	308426	148.0	0.20	38.5	0.28	28.0	160.4	0.5	0.7	1.0	0.005		340	324

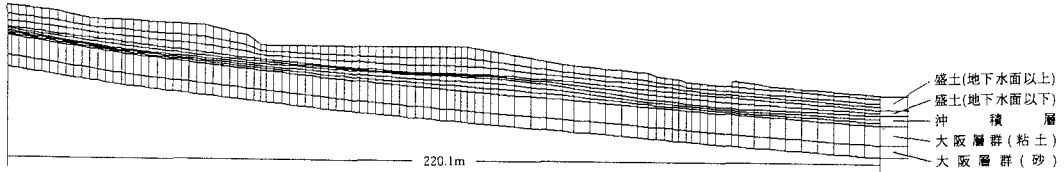


図-1 解析地盤モデル

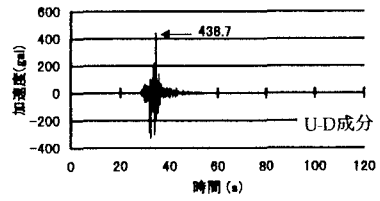
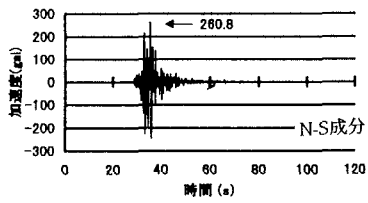


図-2 入力地震動

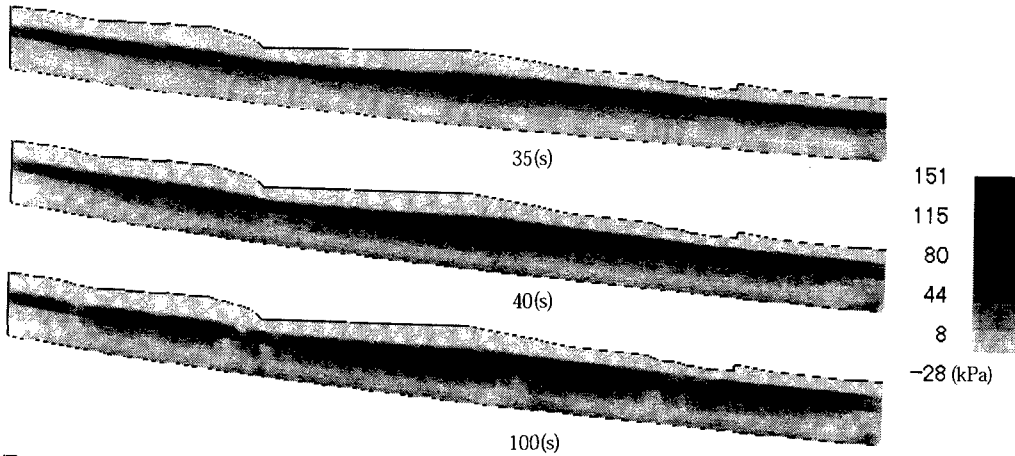


図-3 過剰間隙水圧分布

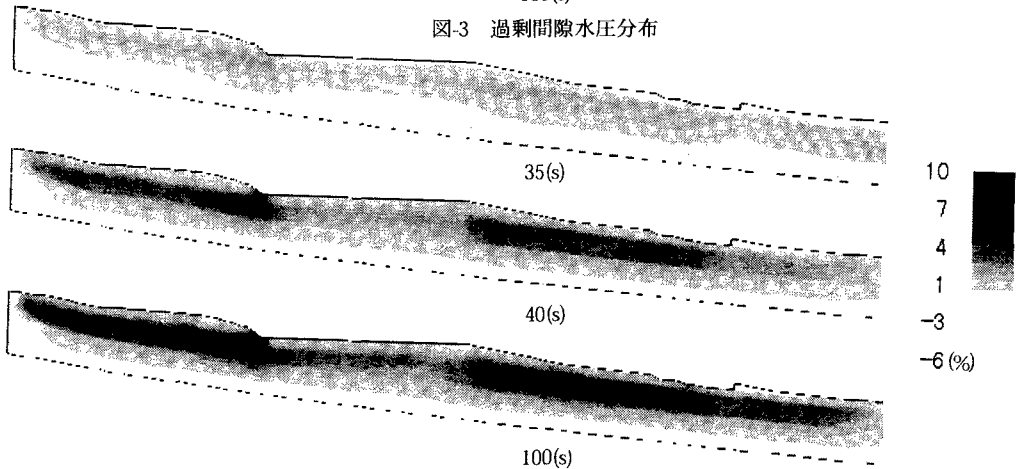


図-4 せん断ひずみ分布