

神戸大学工学部

学生会員○亀川恵子

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

本研究では、兵庫県南部地震により被災した宅地緩斜面を対象に地震応答解析を実施しその変形メカニズムを調べるとともに、斜面勾配や地盤密度が地震時の地盤挙動に及ぼす影響について考察した。

2. 解析対象斜面の概要

解析対象とした斜面は西宮市内の宅地緩斜面である。その断面図を図-1に、地盤データを入力データとともに表-1に示す。この斜面は基盤層と考えられる大阪層群の上に沖積層が堆積しており、その上に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、

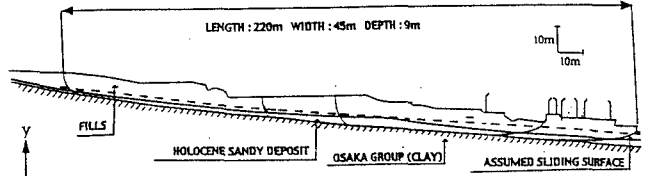


図-1 解析対象斜面

地下水位は比較的浅く地表面下2~8mである。また、この斜面は兵庫県南部地震の際、長さ220m、幅45mにわたって地すべりの的に変形し、地表面で0.3~0.7mの変位が報告されている。

3. 解析条件

2次元有効応力解析は既報<sup>1)</sup>と同様にFLIPを用いて行った。作成した有限要素メッシュを図-2に示す。最下層から大阪層群(砂)、大阪層群(粘土)、沖積層3層、地下水面以下の盛土層2層、地下水面上盛土層3~4層であり節点数1056、要素数1723である。解析に必要なパラメータは森田ら<sup>2)</sup>の簡易設定法に従い表-1のように決定した。レーレー減衰 $\alpha$ 、 $\beta$ をそれぞれ0.000、0.005とし、時間積分はwilson- $\theta$ 法で行い時間増分は0.01秒とした。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U-D成分に距離減衰を考慮して補正した図-3に示すものを用い、既存のデータから工学的基盤面と考えられる大阪層群中でN値50に達する面(図-2のメッシュ底面)から入力した。

表-1 地盤データ及び入力データ

	盛土	盛土(N値2倍)	沖積層	大阪層群(粘土)	大阪層群(砂)
N値	7	14	12	30	80
埋戻し含有率(%)	30	30	16	16	20.0
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	18.0	18.0	19.0	20.0	20.0
$G_m$ (kPa)	56329	93178	83986	163944	231323
$K_m$ (kPa)	179160	301722	271953	530963	448626
$\sigma_m$ (kPa)	43.0	43.0	43.0	90.1	117.7
$\sigma_v$ (kPa)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.28
$\nu$	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
$\phi$ (deg.)	30.6	36.3	32.9	30.0	38.6
$c'$ (kPa)	0	0	0	184	0
$h_{sm}$	0.20	0.20	0.20	0.12	0.16
$\phi_s$ (deg.)	地下水面上 地下水面下	地下水面上 地下水面下	地下水面上 地下水面下	地下水面上 地下水面下	地下水面上 地下水面下
	0 25.0	0 28.0	0 28.0	25.0 0	25.0 0
$S_v$	0 0.005	0 0.005	0 0.005	0 0.005	0 0.005
$\gamma_1$	0 0.8	0 18.0	0 12.1	0 0	0 226.1
$\beta_1$	0 0.8	0 0.7	0 0.7	0 0	0 0.6
$\beta_2$	0 0.95	0 0.80	0 0.95	0 0	0 0.69
$\beta_3$	0 2.6	0 1.3	2.5	0	1.0
$Y_p$ (m/s)	179	221	210	286	340
$Y_s$ (m/s)	376	473	460	612	616

4. 解析結果

解析は3通りのケースを行った。Case-1は入力データを変更しないケース、Case-2は斜面勾配を2倍に増加させたケース、Case-3は盛土層のN値を2倍に増加させたケースである。図-4は残留変位ベクトル図である。各ケースにより変位量に大きな違いが見られるが、主に地表面形状が凸な部分や傾斜の大きな箇所にて変位量が大きくなっている。Case-2ではかなり大きな変位が生じており、飛び出すような変位も局所的に見ら

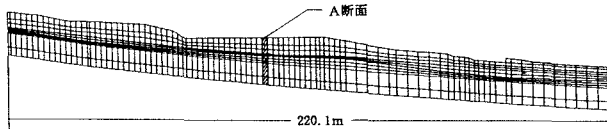


図-2 有限要素メッシュ

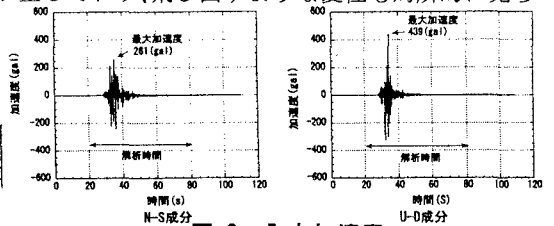


図-3 入力加速度

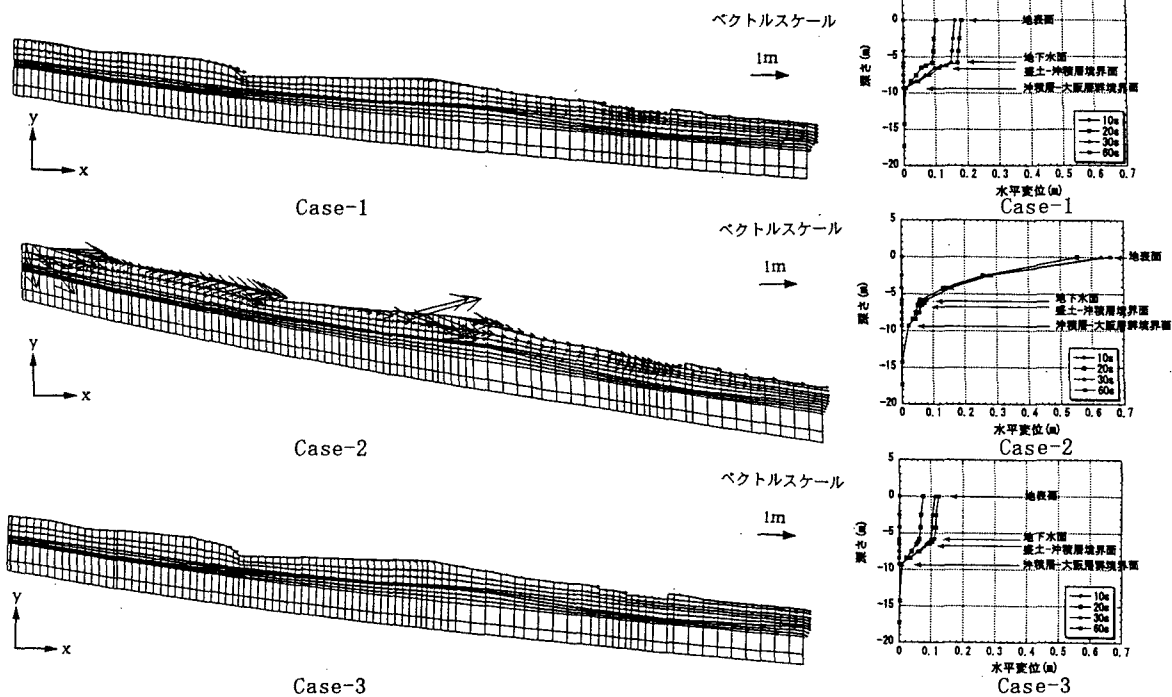


図-4 残留変位ベクトル

れる。図-5は図-2に示すA断面の各時間毎の水平変位分布である。Case-1、Case-3では特に地下水面以下の盛土層および沖積層で大きな変形が生じている。ここには示していないが過剰間隙水圧の発生によりこの2層は液状化に至っており、それに起因する変形であると考えられる。Case-3ではCase-1と比べ地下水面以下の盛土層の変形量が小さくなっており、密度増加の効果が現れている。Case-2ではCase-1とは異なり地下水面上の盛土層が大きく変形し、慣性力による変形が大きく生じていると考えられる。図-6はA断面における盛土層(地下水面下)のせん断応力-せん断ひずみ関係である。この部分で変位量の大きかったCase-1では、剛性の低下によりひずみが大きく増加している。Case-2、Case-3においても剛性の低下が見られるがひずみの発生はCase-1の4分の1程度となっている。Case-3では盛土層の密度増加に伴ってせん断剛性も増加したためひずみの発生が抑えられたと考えられる。

### 5. おわりに

2次元有効応力解析に基づく地震応答解析を実施し、斜面勾配及び地盤密度が地震時の宅地緩斜面の挙動に及ぼす影響について検討した。強い地震動のもとでは斜面勾配や地盤の密度が地震時の斜面の挙動に及ぼす影響はかなり大きなものであることがわかった。なお紙数の都合上ここでは省略したが、入力加速度を2分の1にした解析も行ったが、残留変形はほとんど生じていない。また、許容沈下量に対する検討も行っているが、他の機会に報告するつもりである。

＜参考文献＞ 1)青森ら：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，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集，1999 2)森田年一，井合進，Hanlong Liu，一井康二，佐藤幸博：液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法，港湾技術資料No.869，運輸省港湾技術研究所，1997

図-5 水平変位分布

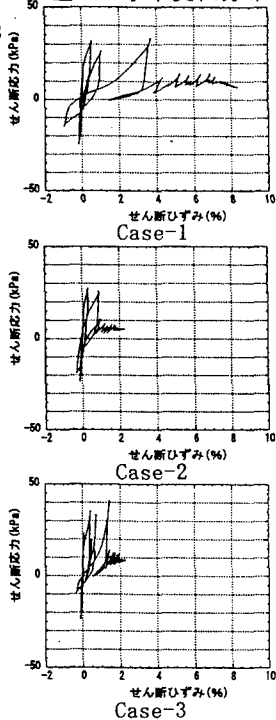


図-6 応力-ひずみ関係