第Ⅲ部門 宅地盛土地盤の地震時挙動に関する研究

関西大学工学部	学生員	○谷嶋	友絵
京都大学防災研究所	正会員	釜井	俊孝
京都大学大学院	学生員	郷	隆之
京都市	正会員	藤田	喜彦
関西大学工学部	フェロー	- 楠見	晴重

1. <u>はじめに</u>

都市圏の拡大に伴い開発された谷埋め盛土に代表される宅地造成盛土地盤(斜面)は、強震時に大きく変動する。今後、海溝型巨大地震や都市直下型地震が発生した場合、このような盛土斜面が変動する危険性が高い都市は数多く潜在すると思われる。兵庫県南部地震や新潟県中越地震などの被災事例分析から、地震時谷埋め盛土地盤の変動は、地震動強さの他に、主として3次元的な形状特性が不安定化要因として挙げられている¹⁾。しかし面的な地盤構造特性や変動機構に関しては、定量的な議論が少なく、不明瞭な点が多い。

そこで本研究では、新たに行われた詳細な現地調査結果から得られた面的な地盤構造特性を踏まえ、基本 的な不安定化機構を検討するため、大規模な不飽和砂模型盛土地盤を作成し振動台実験を行った。

2. 大型振動台模型実験

2.1 模型地盤

2.1.1 谷埋め盛土地盤の構造

西宮市から神戸市に点在する宅地谷埋め盛土地盤で表面波探査及び動的コーン貫入試験(ミニラム)が行われた結果、地盤構造の特徴として主に次の諸点が明らかになっている。①地山(旧谷)-盛土の境界(底面及び側面)が地盤強度的に明瞭である。②地山-盛土底面境界には殆どの場合、1m程度の軟弱層(渓床堆積物、N値がゼロ)が存在する。③周囲の地形条件によっては、盛土内部に地下水(帯水層)が確認される。 ④変動の有無が混在するS波速度(見かけの強度)は120m/s-200m/sの領域にあり、幅/厚さ比は4-12の範囲にある。図-1に典型的な谷埋め盛土地盤の例を示す。以上の調査結果に基づいて、模型地盤を作成した。

2.1.2 模型地盤の作成

模型地盤は、直径 3.5m の振動台テーブル全体を利用して作成した。六甲山地山腹の丘陵地において、谷 埋め盛土地盤材料に、大阪層群及び神戸層群の堆積物を母材としていることから、模型盛土地盤試材は、京 都盆地南部の大阪層群相当層から採取された城陽ろ過砂を使用した。模型地山地盤も同層による粒径 5 µm未 満の粘土を突き固めて作成した。現実の大阪層群や神戸層群は広い粒径分布の幅を持っており、模型盛土地 盤(土層)には、現実と同様に粒径の幅を広くするため、均等係数が高くなるよう調節し、さらに可能な限 り粒径を細かくしたろ過砂を用いた。土層底面の縦断面方向傾斜角は 10 度とした。地下水を考慮せず、模 型盛土地盤は相対密度約 30%の緩詰め不飽和地盤(含水比 3%)とし、厚さのみを変化(6, 8, 12, 20 cm)させた。

2.2 入力地震動

入力波形は一軸正弦波とした。周 波数は、実地盤と模型地盤との卓越 振動モードを一致させるため、地表 面付近でのせん断弾性波における相 似則^{2).3)}に従い10 Hz に設定した。 振幅は、土層が完全に変形するよう に、600galで15 秒間継続させた。



Tomoe TANISHIMA, Toshitaka KAMAI, Takayuki GO, Yoshihiko FUJITA, and Harushige KUSUMI

3. <u>実験結果</u>

3.1 各経過時間に対する変位量

図-2 に加振開始後の各経過時 間に対する変位量を示す。全体と しての傾向をみてみると、土層厚 が厚くなるに従い、変位量も増加 しているが、層厚 12 c mと層厚 20 c mの最終変位量は変わらなく なっている。また、側部に比べて 中央部の方が変位量は大きくなっ ていることがわかる。層厚が 6 c mの場合はほとんど動かない。5 秒後までをみてみると、層厚が厚 い方が変位量は大きくなっている。 しかし、5 秒後以降に関しては層 厚 12 c mと層厚 20 c mの変位量 はほとんど等しくなる。

3.2 指定経過時間内変位量

時間区に分けて変位量の違いを 検証した。図-3 に加振開始後の 指定経過時間内変位量を示す。変 位がほとんど生じない層厚 6 c m を除き、時間区でみてみると、0-5 秒間区での変位量は、他の時間 区に比べて 2-3 倍大きいことがわ かる。また、層厚が 8 c mの場合、 時間区毎に変位量は減少していく のに対し、層厚 12 c m と 20 c m の場合は、0-5 秒間区に比べて変 位量は小さいものの、一定の割合 で変位していくことがわかる。

2.5秒後 5秒後 10 10 9 8 9 8 7 (j (E ◆中央 ◆ 中央 側部 側部 平均表面変位量 平均表面変位量 6 6 5 5 4 4 3 2 3 2 1 0 0 5 10 15 20 25 ٥ 5 10 15 20 25 ٥ (cm) 盛土厚 盛土厚 (cm) 10秒後 7.5秒後 10 10 9 9 (E (m ◆ 中央 8 ◆中央 8 側部 側部 平均表面変位量 平均表面変位量 6 5 6 5 4 4 3 2 3 2 0 0 n 5 10 15 20 25 5 15 0 10 20 25 盛土厚 (cm) 盛土厚 (cm) 図-2 各経過時間に対する変位量 2.5-5秒間区 0-2.5秒間区 10 10 9 8 9 8 <u>س</u> (mg ◆中央 ◆中央 7 側部 側部 平均表面変位量 平均表面変位量 6 6 5 5 4 3 4 3 2 2 0 ٥ 5 10 15 20 25 5 25 0 0 10 15 20 盛土厚 (cm) 盛土厚 (cm) 5-7.5秒間区 7.5-10秒間区 10 10 9 8 7 9 8 7 (j ◆中央 (j ◇中央 側部 側部 平均表面変位量 平均表面変位量 6 6 5 4 5 4 3 3 2 0 0 ٥ 5 10 15 20 25 5 10 15 20 25 盛十厘 (cm) 盛土厚 (cm)

図-3 指定経過時間内変位量

4. まとめ

地下水位のない場合を想定し、不飽和地盤で振動台実験を行った結果、飽和層がない場合、谷筋の方が側部 よりも変動量が大きいことが認められた。また、盛土の層厚が極端に薄く、飽和層(地下水)がない盛土 (幅厚さ比 17 程度)は、ほとんど変動しないことが明らかにされた。

参考文献

- 1) 釜井俊孝,守随治雄,笠原亮一,小林慶之:地震時における大規模宅地盛土斜面の不安定化予測,地 すべり, Vol40, No.5, pp29-39, 2004.
- 2) Iai, S. : Similitude for shaking table tests on soil-structure-fluid model in 1g gravitational field , Report of the Port and Harbor Research Institute, Vol. 27, No.3, pp.3-23, 1988.
- 中川 一,高橋 保,里深好文,辰巳正人:地震時の斜面崩壊に対する基盤面形状に関する研究,砂防学 会誌, Vol.52, No.5, pp4-15, 2000.