

谷埋め盛土地盤における切盛境界付近の地震時地盤変形に関する研究

東北大学 学 ○石井亘 正 森友宏 フ 風間基樹

1. 研究の背景と目的

谷埋め盛土造成宅地では、大地震時に切盛境界付近に生じる大きな地表面変位によって建物の被害が生じることが多いとの調査結果がある¹⁾。切盛境界付近の建物被害を低減するためには、まず切盛境界部付近の地盤変形メカニズム及び、その影響範囲を把握する必要がある。本研究では、谷埋め盛土を模擬した遠心力载荷模型振動実験を実施し、地震時における地盤変形の観察を行った。また、1G場における二次元振動実験も実施し、地震中の地盤内変位の観察を行った。

2. 遠心力载荷模型振動実験の概要

実験装置は、五洋建設技術研究所の所有する遠心土槽(長さ 600mm×幅 250mm×深さ 400mm)を用いた。

図-1 に示すように、模型地盤はソイルセメントを用いた基盤層のV字谷と、飯豊珪砂7号を用いた谷埋め盛土からなる。ソイルセメントは飯豊珪砂7号に普通ポルトランドセメント 100kg/m³を添加し、水セメント比 200~300%程度とした。飯豊珪砂7号の物性値を表-1 に示す。盛土は空中落下法を用いて相対密度 $D_r = 50\%$ を目標として作製した。盛土部には表面より 25mm 間隔で、赤墨汁によって飯豊珪砂7号を着色した色砂を用いて水平に色砂格子を設け、加振前後の地盤変形

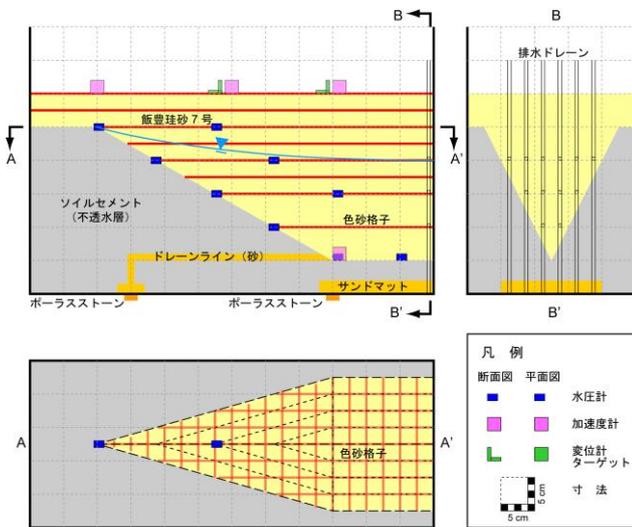


図-1 遠心力载荷模型振動実験の模型図

表-1:飯豊珪砂7号の物性値

土粒子密度	最大粒径	50%粒径	均等係数 U_c	曲率係数 U_c'
2.69 g/cm ³	0.85 g/cm ³	0.28 mm	2.5	1.23
最大密度	最少密度	液性限界	塑性限界	塑性指数
1.65 g/cm ³	1.33 g/cm ³	NP	NP	NP

表-2 遠心実験ケース

Case	最下流部地下水位	盛土部相対密度 D_r	遠心加速度	入力地震動(1G場換算)
1	無し(湿潤)	50%	20G	250gal, 3Hz, 360波
2	G.L. -100mm	50%	20G	250gal, 3Hz, 360波
3	G.L. -50mm	50%	20G	250gal, 3Hz, 360波

を観察した。相似比は 1:20 で盛土厚は 250mm である。なお、試験結果は 1G 場における実測値で表記する。

実験は盛土部地下水位を変化させて3ケース行った。表-2 に実験ケースを示す。地震動は正弦波とし、模型長手方向(谷筋方向)に加振した。また、粘性流体は濃度を調整したグリセリン水溶液を用いた。

3. 遠心力载荷模型振動実験結果

Case 1 では、1mm の沈下が生じたが大きな盛土変形は確認されなかった。Case 2 では、谷下付近に最大 2mm ほどの沈下が見られたが、水平変位はほぼ認められなかった。Case 3 では、図-2 のように谷埋め盛土部分に大きな変形が生じた。図-3 に、水平に設置した色砂格子面の変形より求めた沈下量を色別コンターで、水平変位をベクトルで示した。盛土表面では、最大 10mm の沈下と両端へ拡散するような変位が認められる。

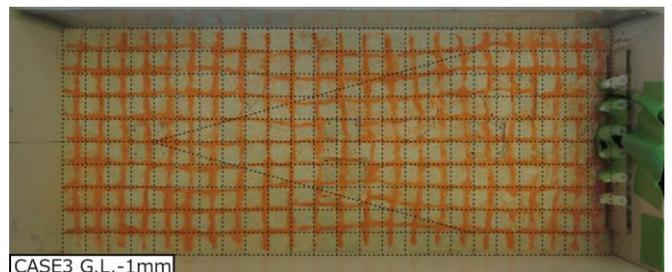


図-2 加振後盛土表面(視認性向上の為 1mm すき取り)

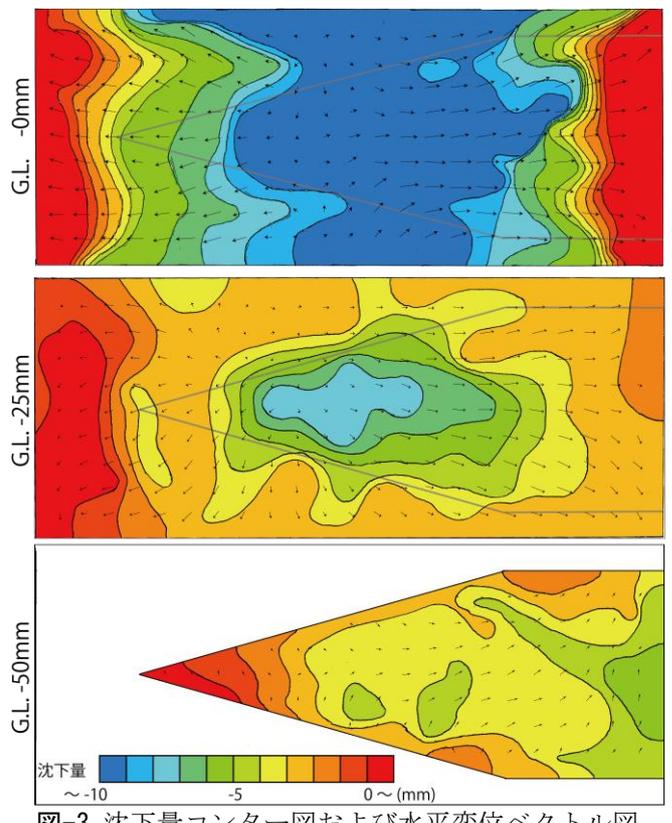


図-3 沈下量コンター図および水平変位ベクトル図

Key Words: 谷埋め盛土, 地盤変位, 切盛境界, 遠心力载荷模型振動実験

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻地盤工学研究室

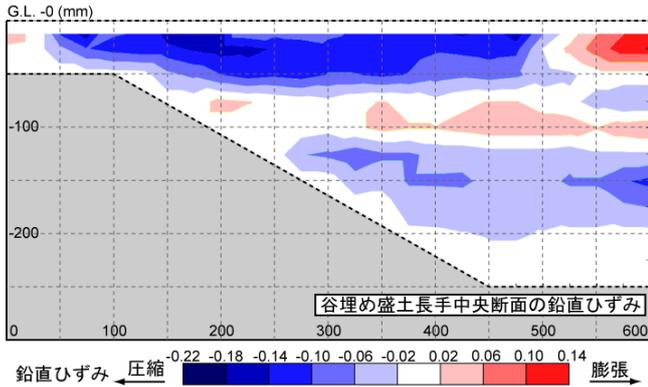


図4 長手中央断面の鉛直ひずみ分布

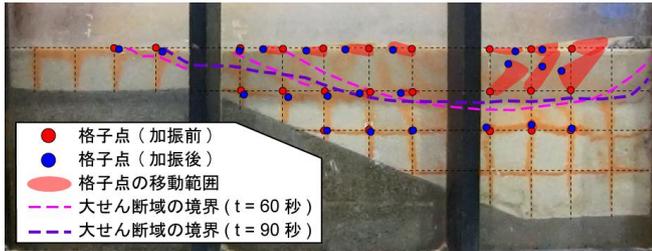


図-5 二次元振動実験の変形状況と格子点の動き

これは地表面地盤の有効応力が低下し、実験装置の回転半径 ($r=3\text{m}$) に沿って変形が生じたものと考えられる地表面以深の盛土は、全体的に基盤部形状と対応して、谷下流方向に変位した。

土槽長手方向の中央断面における鉛直ひずみ分布を図-4 に示す。鉛直ひずみは、加振前後の色砂格子点の鉛直変位から求めた。濃い青色の部分で大きな圧縮ひずみ、コンター間隔の狭い部分で相対変位が大きいことを示しており、切盛境界のやや内側で鉛直圧縮ひずみが最大、切盛境界のやや外側で鉛直相対変位が最大となっている。これは1G場における二次元模型振動実験における変形領域と傾向が一致する(図-5参照)。G.L.-0~-50mmの層は、加振により沈下が発生したことを示している。また、谷下端では隆起が確認されるが、これは、土槽の制限によって盛土の変形が抑制されたためと考えられる。

次に、色砂格子層間の水平変位より求めたせん断ひずみを図6(a)に、G.L.-0~-25mm、-25~-50mmの2層におけるせん断ひずみ分布の平面図を図6(b)、(c)に示す。せん断ひずみは、色砂格子点において水平変位の大きさの絶対値を各層厚で除して求めており、せん断方向の情報は含まれていない。赤色に近いほど大きな水平せん断ひずみが生じていることを示し、また、コンター間隔が密な部分ほど相対せん断ひずみが大きい部分であることを示している。図-6(a)より、切盛境界付近を起点としたすべり線が生じていること、切盛境界よりやや内側にすべり線が分岐していることがわかる。また、図-6(b)、(c)より、切盛境界に沿ってせん断ひずみが大きくなっていることがわかる。谷筋中央の切盛境界のやや内側に生じている大きな相対せん断ひずみ域は、谷埋め盛土の受動破壊によるものと考えられる。また、図中の下半分でせん断ひずみが大きいのは、遠心装置に土槽を設置した際の重力方向が図の上方向であるからで、加振による有効応力の低下で重力方向(図中の上方向)にずり落ちたことによる。

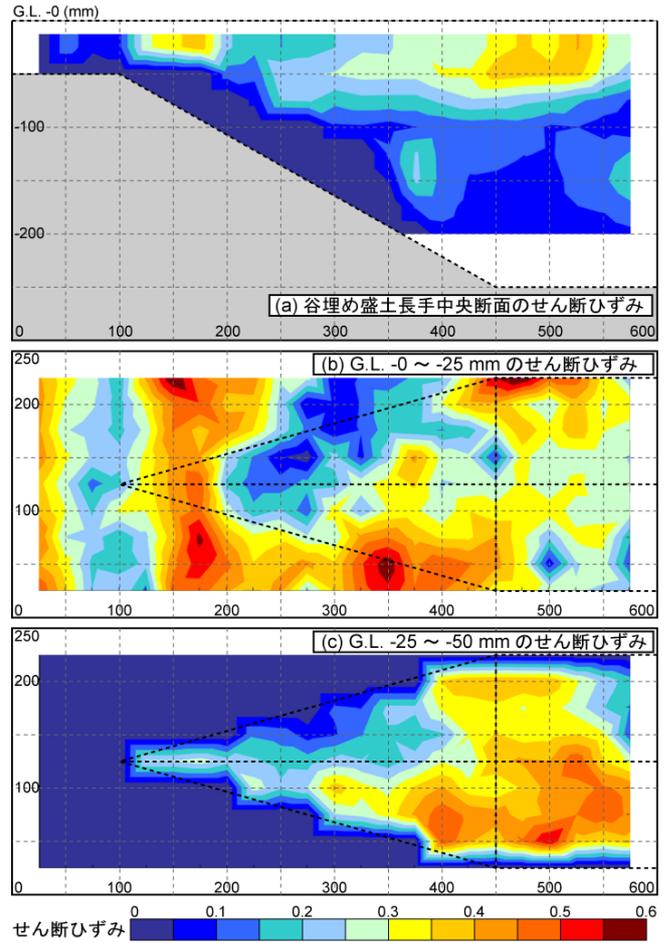


図-6 水平せん断ひずみ分布

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

1. 遠心力载荷模型振動実験の模型地盤に多層の色砂格子層を設置することにより、谷埋め盛土の変形を三次元的に把握できた。三次元形状を持つ模型地盤の実験における色砂格子層の有効性が確認された。
2. 鉛直ひずみは盛土表層部に集中し、切盛境界のやや内側で最大となった。また、大きなせん断ひずみの発生位置は基盤層の形状(切盛境界の位置)と対応した。
3. 谷埋め盛土模型地盤の変位は、地下水位の高さに大きく影響を受け、地下水位が浅くなると変形は加速度的に大きくなった。
4. 遠心力载荷模型振動実験と1G場二次元模型振動実験を行った結果、両者とも同様の変形傾向を示した。

参考文献

- 1) 森友宏, 風間基樹: 2011年東北地方太平洋沖地震における仙台市泉区の谷埋め盛土造成宅地の被害調査, 地盤工学ジャーナル, Vol. 7, No. 1, pp. 163-173, 2012.

謝辞

本研究は学術研究助成基金助成金(若手研究(B), 課題番号: 24760374)の助成を受けて実施した。また、遠心力载荷模型振動実験の実施にあたり、五洋建設技術研究所の海野寿康氏に御協力頂いた。ここに記して謝意を表します。