

地下水によって異なる中間土盛土の地震崩壊機構に関する実験的研究

環境防災研究室 廣瀬 康平 指導教員 大塚 悟 磯部 公一

1. はじめに

2004 年の新潟県中越地震の際には長岡市高町団地において大規模盛土造成地が崩壊した。調査の結果、高町団地の盛土材料は砂とも粘土とも区別のつかない中間土であったことが分かっている¹⁾。これを受け、これまでに地盤材料に中間土を用いて地盤内の浸透水位に着目した振動台実験を行い、盛土の崩壊機構について検証してきた²⁾。その中で、**図-1**に示すような盛土内の浸透水位の違いによる崩壊メカニズムの違いが確認された。これらのことから本報では、盛土内の地下水位ならびに細粒分含有率を変化することによって盛土に引き起こす崩壊機構の違いを振動台模型実験を実施することによって検証した。

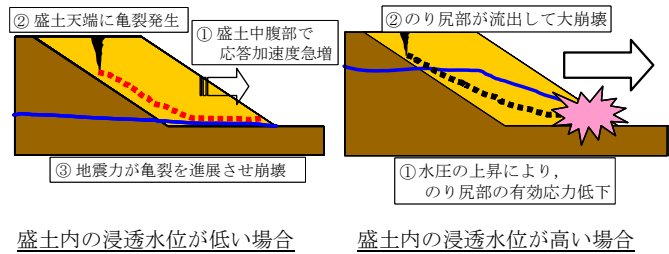


図-1 水位の違いによる崩壊機構¹⁾

2. 実験概要

実験は、盛土内の浸透水位と細粒分の混合比をパラメータとして5ケース行った。盛土の地盤材料には東北珪砂6号と藤森粘土を1:1の割合で混合した人工中間土（以下1:1）、3:1で混合し細粒分含有率を変化させた人工中間土（以下3:1）を、地山には1:1の人工中間土を使用した。地盤材料の物性値は、1:1は ($\rho_s = 2.68 \text{ g/cm}^3$, $F_c = 45.6\%$, $\rho_{dmax} = 1.88 \text{ g/cm}^3$, $w_{opt} = 13.0\%$)、3:1は ($\rho_s = 2.66 \text{ g/cm}^3$, $F_c = 22.8\%$, $\rho_{dmax} = 1.97 \text{ g/cm}^3$, $w_{opt} = 11.1\%$) である。**図-2**に各Caseの浸透水位線および計測器の配置状況を示す。なお、本報ではCase 1, 3, 4を低水位、Case 2, 5を高水位と定義する。

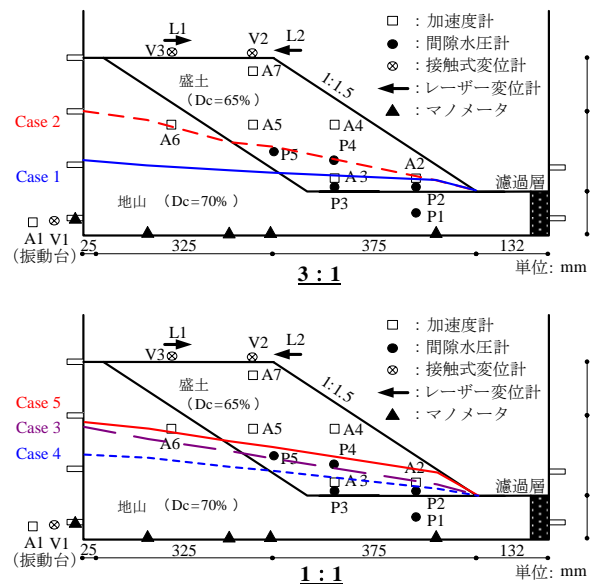


図-2 各Caseの浸透水位線、計測器の配置状況

模型地盤は、地盤材料を最適含水比に調整し、地山および盛土の仕上がり層厚を25 mmとして密度管理を

行いながら作製した。実験では、所定の注入口から水を地盤内に浸透させ、盛土のり先の水位が基礎地盤に達し、定常状態になったことを確認した後、加振を行った。なお、Case 4, 5においては飽和度が高くなるように、定常状態を確認した後も浸透を行った。地震波の入力には8 Hz、36波の正弦波を用い、最大加速度150 galから50 galずつ上昇させ、盛土に亀裂が生じた場合には、同加速度の加振を行った。

3. 実験結果と考察

図-3に各Caseの盛土の亀裂発生時の応答加速度倍率分布を示す。Case 4, 5においては盛土天端部に亀裂が発生せずに崩壊したため、崩壊時の1回前の加振を亀裂発生時とした。応答加速度倍率は各計測点での加速度の最大値を、振動台の最大加速度で除すことで求めている。なお、**図-3**中のカッコ内の加速度は入力加速度を示し、図中の線は各Caseのすべり線を、その上の数値は地山側の土槽からの亀裂発生位置の距離を平均した値である。**図-3**より、Case 3では盛土中腹部で急激な応答加速度の増加を示し

ており、このような挙動は昨年度においても 1 : 1 の低水位で確認された。これは、盛土内の水位が低い場合、不飽和領域が盛土上部で広範囲に分布し、飽和領域との剛性差が生じたために地表面に近い箇所で応答加速度が卓越したと考えられる¹⁾。しかし、浸透水位が低い Case 4 においては上述のような挙動は見られなかった。これは飽和度分布に起因しており、Case 4 は浸透時間が長いために、盛土全体が飽和度の高い領域となっており、盛土全体が剛性の小さい状態であった。そのため、地震動が盛土地表面まで伝わらなかったと考えられ、浸透水位が高い Case 5 においてはその挙動はより顕著であった。これらのことから、盛土の応答加速度倍率分布には盛土内の浸透水位高さではなく飽和度分布が影響している。そのため、3 : 1 は低水位と高水位で飽和度分布に大きな差がないことから、Case 1, 2 では応答加速度倍率分布の挙動は類似したと考えられる。

図-4 は盛土崩壊時の加振中のメッシュ交点の水平変位を示したものである。グラフ中の①～⑤は、(a) と対応しており、谷側を正、山側を負とした。なお、Case 3 は加振後まもなく盛土が大変形したため割愛した。Case 1, 2 ではともに盛土下段に位置する②での変位が大きくなっており、また盛土下段では過剰間隙水圧比が大きくなっている。そのため、これらの場所では部分的（場所、程度）な液状化により、盛土が流動的に変形していると考えられる。次に 3 : 1 と 1 : 1 で比較すると、盛土崩壊時の入力加速度は異なるものの、1 : 1 は 3 : 1 よりも変位レベルは大きく、のり肩側に亀裂が発生している（図-3 参照）。これらのことから、3 : 1 では部分的な液状化が発生する盛土下段付近から盛土全体がすべり落ちるように崩壊するため、地山側に亀裂が発生し崩壊する。それに対し 1 : 1 では、剛性の小さい盛土下段が弱点となり、加振力によって盛土が崩壊するため、のり肩側に亀裂が発生し大崩壊すると考えられる。なお、紙面の都合上盛土の飽和度分布および過剰間隙水圧比については割愛する。

4. まとめ

盛土内の地下水位ならびに細粒分含有率を変化させて、振動台模型実験を実施した結果、崩壊機構の違いを確認することができた。

<参考文献>

1) 永田ら：地下水浸透状態における中間土で構成された盛土の崩壊機構に関する振動台実験，第 43 回地盤工学研究発表会講演集，pp.1585-1586，2008。

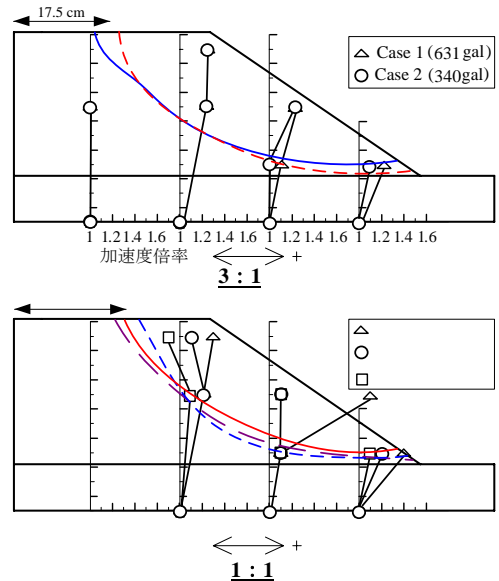


図-3 応答加速度倍率分布

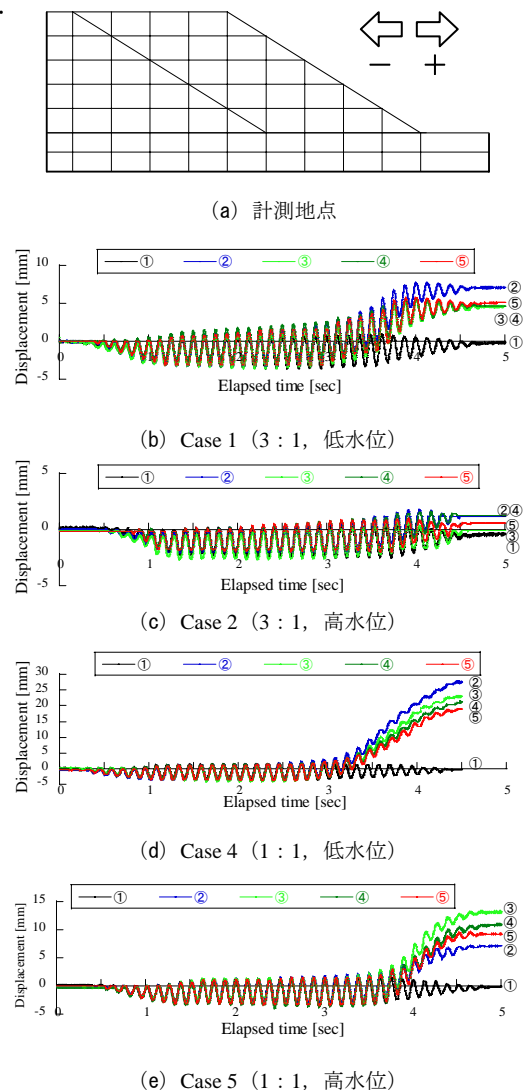


図-4 盛土の崩壊時の振動状況