

支持地盤の圧縮性が地震時の盛土の安定性に及ぼす影響

丸亀市 正会員 ○山本陸登  
愛媛大学大学院 正会員 岡村未対

1.はじめに

盛土の地震時の被害は、基礎地盤が液状化することによって生じる場合が多い。しかし、1993年に発生した釧路沖地震では、泥炭地盤上に築造された盛土自体が液状化し、崩壊したケースも確認されている。その要因として、盛土直下の基礎地盤が圧縮性に富む場合、圧密による沈下・変形、及び盛土内の飽和領域が増加することが地震時の安定性に影響を与えた可能性が指摘されている<sup>1)2)</sup>。本研究では部分的に飽和した盛土を対象に遠心模型実験を行い、基礎地盤の圧縮に伴う盛土の変形による盛土内の応力変化と飽和領域の拡大が地震時の安定性に及ぼす影響について調べた。

2.実験概要

図1に動的遠心模型実験に用いた3ケースの模型の概略を示す。図中の値は相似則に従い原型スケールに換算して示す。盛土材料には8号硅砂とファインサンドを乾燥重量比2:1( $\rho_s=2.65\text{g/cm}^3$ )で混合したものを用い、締固め度 $D_c=90\%$ に締固めて盛土を作製した。case1は豊浦砂で作製した密な水平地盤(相対密度 $D_r=90\%$ )の上に盛土を設置した。case2は加振前に基礎地盤の圧密によって予め盛土が沈下・変形している場合を想定し、十分に脱気したスラリー状のカオリン粘土を予備圧密して作製した地盤の上に盛土を設置した。40g場での圧密終了後に盛土高さがcase1と同様になるような高さ3.8mの盛土を粘土上に設置した。case3は加振前に盛土の変形は生じていないが盛土内の飽和領域が拡大している場合を想定し、case2の加振直前(圧密後)の盛土と同じ形状に成型した盛土を密な豊浦砂の地盤上に設置した。盛土を基礎地盤に設置した後に水の約50倍の粘性を有するメチルセルロースを盛土が完全に水没するよう天端まで通水した。通水完了後、40g場にて模型内の自由水面が図1に示す基礎地盤表面に一致するまで排水し、振動実験を行った。なお、盛土内の毛管上昇による飽和領域の高さは玉邑らによって地下水面上800mmと特定されている<sup>3)</sup>。加振は最大加速度が約70gal、200gal、250galの3段階のステップ加振である。

3.実験結果

図2に3ケースの250gal加振時の過剰間隙水圧と天端沈下量の時刻歴を示す。case1は過剰間隙水圧と天端の沈下量の上昇が他のケースと比較しても小さいことが分かる。case3はB、Cの過剰間隙水圧が13秒付近で約40kPaまで上昇しその後一定となっており、天端の沈下量は水圧が上昇しきった13秒付近から急増している。B、Cにおける直上の土層厚から求めた有効土被

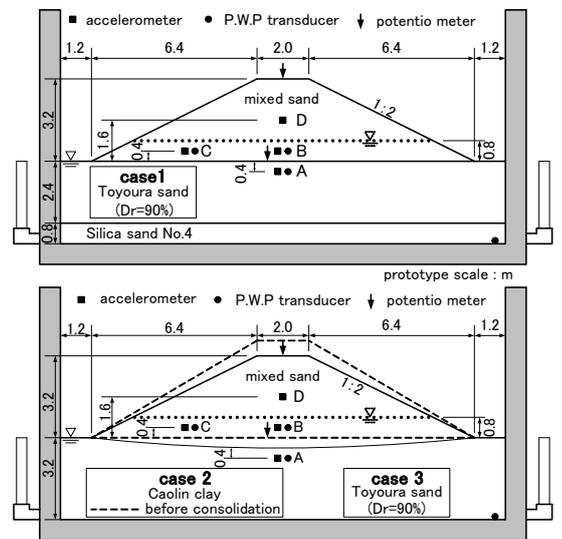


図1 動的遠心実験の模型概略図

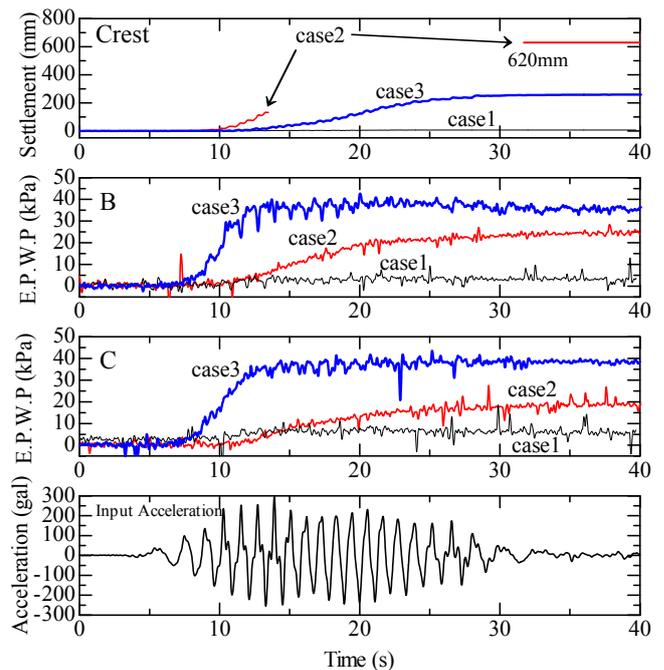


図2 250gal加振時の過剰間隙水圧と天端沈下量

り圧は約 46kPa、40kPa であり、これの地点では液状化したものと考えられる。case1、3 の結果から盛土の飽和領域の厚さが 400mm 広がったことによって、地震時の安定性が低下したものと言える。case2 は B、C の過剰間隙水圧がピークに達するよりも早く盛土の天端が変位している。天端に設置したポテンシオメーターが振り切れたために、天端の沈下量の値が 13 秒付近から途切れているが、実験終了後に定規により測定した結果 620mm と 3 ケースの中で最も大きく沈下した。また、case2 の過剰間隙水圧の最大値は case3 と比較すると小さいことが分かる。図 3 に case2 の遠心の運転開始時と 40g 場で圧密した後の盛土のスケッチを示す。図 3 に示している盛土底面の①、②、③間の水平ひずみは-10%、-4.6%、-2.5%(圧縮を正)であり、盛土上部は 5.0%であった。したがって、加振前の圧密により盛土底部の中央付近に引張りが生じたことで拘束圧が低下し、過剰間隙水圧が case3 に比べ小さくなったと考えられる。図 4 に case2 の B、C 地点における 250gal 加振時の応答加速度を示す。B の応答加速度は大きく増幅するとともに、違相の遅れが生じている。盛土が液状化あるいは強度を極端に失った状態であることが分かる。C も同様に増幅と違相の遅れが生じており、盛土法尻方向へ片振れしている。case3 の B、C 地点の 250gal 加振時の応答加速度でも違相の遅れが生じ、片振れしていたが、case2 のそれと比較するとその程度は小さかった。図 5 に累積天端沈下量を示す。case2 の累積天端沈下量が 830mm と最も大きいことが分かる。加振前の圧密による盛土の変形によって盛土底部の拘束圧が低下したこと、そして基礎地盤がカオリン粘土であることによる排水条件の違いにより液状化しやすくなったことが要因であると考えられる。今後は case3 の豊浦砂地盤の代わりに遠心の運転中でも変形しないカオリン粘土地盤の振動実験を行い、排水条件の違いが地震時の盛土の安定性に及ぼす影響について調べる必要がある。

#### 4.まとめ

本研究では、基礎地盤の圧縮に伴う盛土の変形による盛土内部の応力変化と飽和領域の拡大が地震時の安定性に及ぼす影響について遠心模型実験で調べた。その結果、以下の結論が得られた。

- 1) 盛土が基礎地盤表面以下に位置し、飽和領域が拡大することによって、地震時の安定性は低下する。
- 2) 基礎地盤の圧密に伴い盛土が沈下・変形することで、底部中央付近では引張りひずみが、上部では圧縮ひずみが生じた。
- 3) 地震前において内部の応力が変化することで、盛土の地震時の安定性は変化する。

#### 参考文献

- 1) 北海道開発局帯広開発建設部：堤体内応力解析による被災の要因分析、平成 5 年釧路沖地震十勝河築堤災害復旧記録誌、pp.117-125、1993.
- 2) 佐々木康：土に関する三の話題、JICE REPORT vol.13、pp.79-81、2008.
- 3) 玉邑修二、岡村未対：内部応力分布の変化が地震時の盛土の安定性に与える影響、第 45 回地盤工学研究発表会講演集、pp.1463-1464、2010.

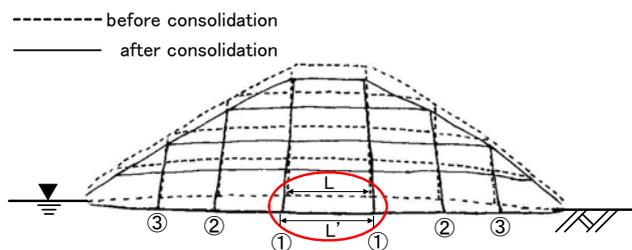


図 3 遠心運転前後の圧密による盛土の変形状況

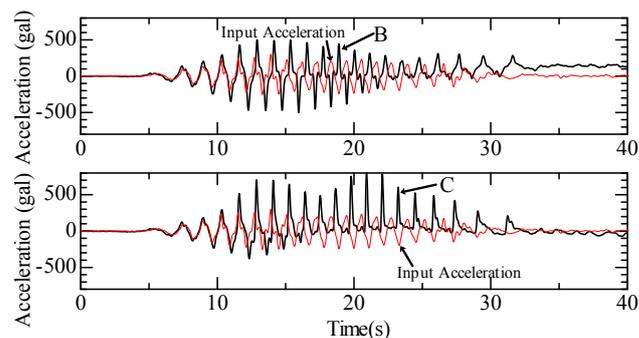


図 4 case2 の 250gal 加振時の応答加速度  
(上：B 下：C)

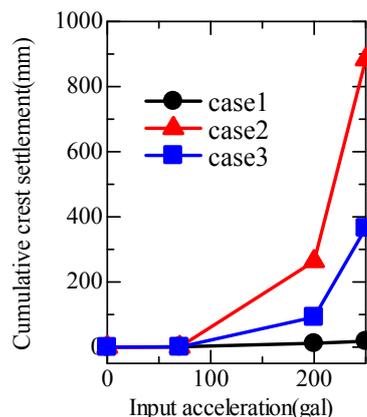


図 5 累積天端沈下量