

遠心模型実験を用いた軟弱粘性土地盤上における河川堤防の内部状態の検討

徳島大学 学生会員 ○居上靖弘, 下河太一
徳島大学 正会員 渦岡良介, 上野勝利, 鈴木壽

1. 研究の背景

2011 年東北地方太平洋沖地震は、東北と関東地方の広範囲の河川堤防に被害¹⁾をもたらした。従来の研究により、河川堤防の地震被害の 2 つの主な原因が示されている。1 つは砂質土地盤の液状化であり、もう 1 つは粘性土地盤上の盛土底部の液状化である。前者の破壊メカニズムは広く研究され、その対策は過去の地震で立証されている。後者は 1993 年釧路地震から指摘²⁾されているが、明確な破壊メカニズムは解明されていない。

2. 本実験の目的

本実験では、圧縮性の高い基礎地盤の沈下・変形に伴う盛土の内部状態を検討することを目的とし、盛土内の土圧・間隙水圧を計測する遠心模型実験を行った。

3. 模型作製及び実験方法

図 1、図 2 に砂質土地盤及び粘性土地盤を用いた模型の概略図を示す。盛土試料として稲城砂 ($\rho_s = 2.636\text{g/cm}^3, F_c = 21.22\%$)、基礎地盤部分は、砂質土地盤では豊浦砂 ($\rho_s = 2.656\text{g/cm}^3, F_c = 17.97\%$)、粘性土地盤では信楽粘土 ($\rho_s = 2.61\text{g/cm}^3, W_L = 43.9\%$)を使用した。

3.1 模型作製

砂質土地盤は土槽底面から高さ 80cm 空中落下法で自然状態の豊浦砂を用いて作製した。アクリル円筒を用い、水頭差を利用して土槽下部から給水し、基礎地盤を飽和させた。粘性土地盤は、信楽粘土をスラリー状にし土槽に敷き詰め十分に攪拌し脱気を行った後、35kPa の予圧密を行い作製した。

模型は半断面模型とし、盛土寸法は砂質土地盤では模型寸法で天端幅 3cm、底面幅 23cm、高さ 10cm、法面勾配 2.0、粘性土地盤では天端幅 3cm、底面幅 33cm、高さ 10cm、法面勾配 3.0 である。同寸法で作製した型枠に締固め度を約 60 %で締固め、基礎地盤への設置を容易にするために冷凍による成形を行った。冷凍しておいた盛土を基礎地盤に載せ、一度天端付近まで水で浸す。数時間温水で浸した後、天端から地表面までの水を取り除き、盛土表面を約 30 分間温風による乾

燥を行った。

3.2 遠心模型実験

遠心加速度は最高で 50g 場まで加速させるが一気には上げず、砂質土地盤では 10g 毎に、粘性土地盤では 5g 毎に遠心加速度を加え、水平土圧、間隙水圧及び盛土の変位量が安定するまで計測を行った。

4. 実験結果

4.1 砂質土地盤

図 3 は、10g 毎の水平土圧分布、間隙水圧分布である。どの遠心場においても水平土圧は、上部ほど小さく底部ほど大きい傾向がみられ、主働土圧に近い分布となった。なお上から 1 番目、3 番目の計測値が小さくなっているのは、土圧計と地盤の接触面に不具合があったと考えられる。間隙水圧分布は計測器の故障により、上から 1 番目の計測値は省略している。地表面上付近では、遠心加速度の上昇に伴って、間隙水圧が減少し負の間隙水圧となるため、盛土内が不飽和土になっていることが考えられる。また、地表面以下は常に正の間隙水圧となり、基礎地盤が高い飽和度を維持していることが分かる。沈下量は法肩で約 2mm となり、水平土圧及び間隙水圧に大きな影響はないと考えられる。

4.2 粘性土地盤

図 4 は 10g 毎の水平土圧分布、間隙水圧分布である。写真 1、写真 2 に 10g 場と 50g 場の実験中の模型の様子を示す。沈下量は約 10mm となり、粘性土地盤と砂質土地盤を比較すると、上部の水平土圧が大きく、中央及び底部では小さくなる傾向がみられた。これは基礎地盤が低下したことにより、上部に圧縮、中央及び底部に引張の力が生じたことが要因であると考えられる。最低部は基礎地盤内の応力となるため大きな値を示した。間隙水圧は遠心加速度の上昇に伴い上部では飽和から不飽和に移行している。50g 場での値に関しては、少し長めのスパンでの計測を行ったため、ほぼ静水圧の値を示した。なお、上から 1 番目、2 番目の間隙水圧は計測値の不具合により省略している。

5. まとめ

本研究では、遠心模型実験を用いて、砂質土地盤と粘性土地盤において、盛土の内部状態の変化を土圧・間隙水圧について検討した。その結果、砂質土地盤の盛土の水平土圧分布は上部で小さく、下部ほど大きくなり、主働土圧に近くなった。また粘性土地盤では、約10mmの沈下が発生し、上部の土圧の増加と中央及び底部の土圧の減少を引き起こした。

6. 謝辞

本研究は国土技術研究センター研究開発助成を受けた。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局，北上川等堤防復旧技術検討会報告書，2011
- 2) Sasaki, Y., Oshiki, H. and Nishikawa, J., “Em-bankment failure caused by the Kushiro-oki earthquake of January 15, 1993,” Performance of Ground and Soil Structure during Earthquakes, 13th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 61-68, 1993.

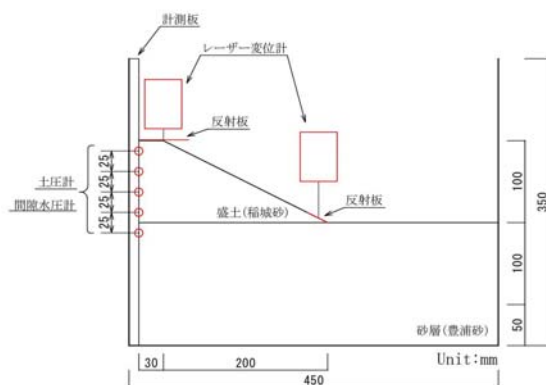


図 1 砂質土地盤の概略図

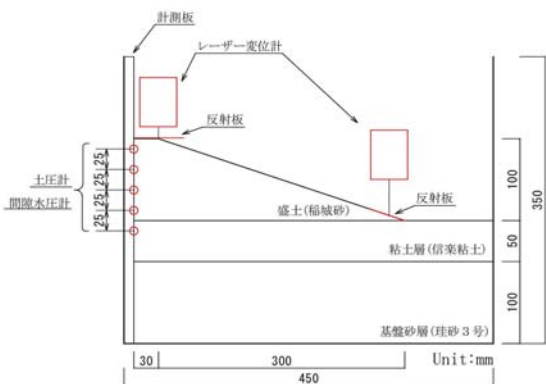
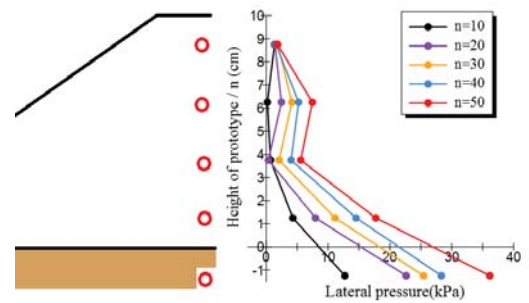
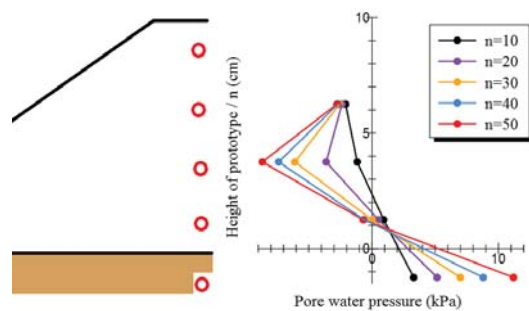


図 2 粘性土地盤の概略図

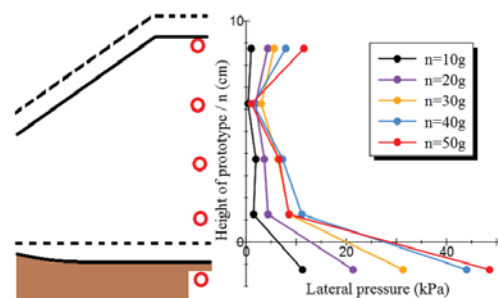


(a) 水平土圧

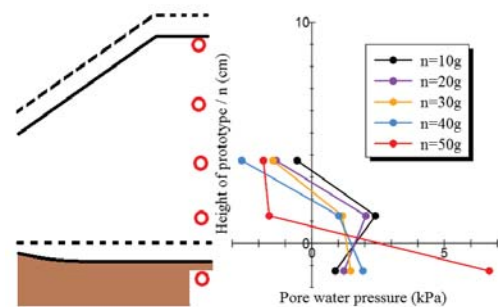


(b) 間隙水圧

図 3 砂質土地盤



(a) 水平土圧



(b) 間隙水圧

図 4 粘性土地盤

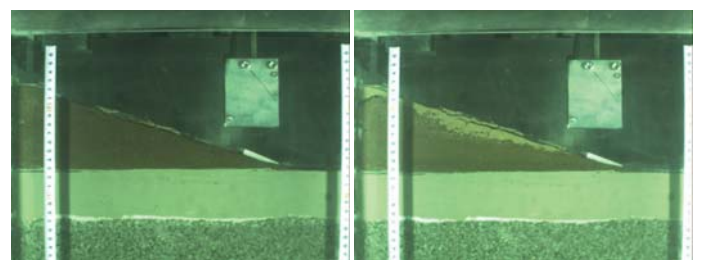


写真 1 10g 場の様子

写真 2 50g 場の様子