

閉封飽和領域の違いによる堤防の変状に関する動的遠心模型実験

徳島大学 非会員 ○上寺裕輝 伊藤慧
 学生会員 居上靖弘 大黒雄貴
 正会員 渦岡良介 上野勝利

1. 研究の背景と目的

2011年東北地方太平洋沖地震は、東北地方と関東地方の広範囲の河川堤防に被害をもたらし、被災箇所は2,000箇所を超えた¹⁾。このなかには、堤防機能を失するような大規模な被災も含まれている。我が国は地震国であり、東海地震、東南海・南海地震をはじめとして、いつどこで大規模な地震が発生してもおかしくない状況にあり、これらの地震対策は急務となっている。従来の研究により、河川堤防の地震被害は主に砂質地盤の液状化、粘性土地盤表面と堤体内地下水位に囲まれた砂質土の領域の液状化が示されている。この領域は堤防下部において、圧密沈下により粘性土地盤表層が凹状となり、その上部で堤体に浸透した水が地下水水面を有することにより形成される。以降、この領域のことを閉封飽和領域と表記する。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。後者は既往の研究により、閉封飽和領域厚と天端沈下量との関係は相関が良く、閉封飽和領域の厚さが液状化による被災の有無と被災の程度を評価する方法の一つとして考えられている¹⁾。そこで本研究では閉封飽和領域の厚さを変えることにより、地震発生後の盛土にどのような影響を及ぼすのか、遠心場における動的実験を行い比較する。

2. 振動台

振動台の機構は比較的安価に作成でき、加振時間に制限のないモーター式機構²⁾を採用し、偏心カムを回転させることで加振テーブルを振動させる機構としている。モーターは出力1.2kW、最大回転速度1000rpmのサーボモータ(三菱電機, HG-SR121B-1000rpm)を使用しており、モータの回転速度や回転数を変えることによって加振周波数を0~45Hzの範囲で任意に変更させることができる。また、カムの偏心量は2mmで、カムが1回転すると加振テーブルが±2mm振動する仕様になっている。また、加振テーブルの中央にカムと受け側を取付け、中央部分を振動させることにより加振テーブルの偏心を低減させる仕様になっている。

3. 予備実験概要

本実験を行う前に、基礎地盤を粘性土地盤ではなく防水モルタルで代替できないか、25Gの遠心場で動的実験を行い検証する。理由として防水モルタルは粘性土地盤と比べ作製が簡易で再利用もできるためである。図1に実験概要図を示す。粘性土地盤は、含水比50%に調整した信楽粘土を予圧密により作製する。基礎地盤(粘性土地盤と防水モルタル)には盛土の自重圧密による沈下部分を模擬して深さ1cmのくぼみを作製した。その後、くぼみに混合砂を空中落下法により相対密度 $Dr=50\%$ になるように敷き詰めた。以降、この閉封飽和領域が形成される際の盛土の自重圧密による沈下を模擬したくぼみのことを沈下盛土層と表記する。盛土、沈下盛土層の試料は豊浦砂と珪砂7号を8:2の質量比で混ぜ合わせた混合砂を用いた。盛土寸法は天端幅30mm、高さ65mm、底面幅290mmで法面勾配1:2の盛土を作製した。盛土は含水比 $w=13.2\%$ 、締固め度 $Dc=80\%$ 、乾燥密度 $\rho_d=1.288\text{g/cm}^3$ の値になるように調整し、設置した。また、天端に変位計を設置し、鉛直変位量の計測を行う。間隙水圧計、加速度計は基礎地盤の上に設置した。盛土を設置後、遠心模型実験装置により25Gまで遠心加速度を上昇させ、地表面から高さ0.5cmの高さまで水位を上昇させた後、振動台による加振を行った。図2に加振を行った粘性土地盤と防水モルタル地盤の加速度の時刻歴を示す。加振器、基礎地盤面の波形とも大きな誤差は見られなかった。

4. 本実験

本実験では基礎地盤を防水モルタルで作製する。沈下盛土層の深さを変えて加振を行うことにより、堤体がどのような変状を起こすか計測する。沈下盛土層の深さ1cmをケース1、深さ2cmをケース2とする。実験概要は予備実験と同じ条件で行う。図3に加振を行ったケース1、ケース2の加速度の時刻歴、図4に過剰間隙水圧比の時刻歴、図5に盛土天端の沈下量の時刻歴、図6に盛土形状を示す。沈下盛土層を深くすることにより、側方流動が起こり堤体に多くのクラックが入ることが確認できた。

5. まとめ

閉封飽和領域の違いによる堤防の変状に対して，遠心载荷装置による動的実験を行った．その結果，閉封飽和領域が厚くなるほど，天端の沈下量，堤体の変状が大きくなることがわかった．

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) 岡村未対：小型遠心模型実験装置，地盤工学会誌，Vol.62, No.9, p.4-7, 2014.

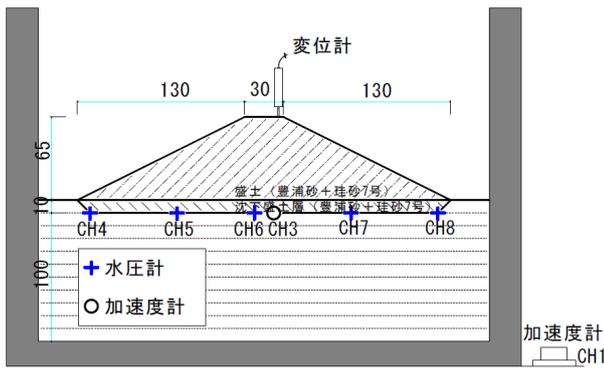


図 1 予備実験概要図

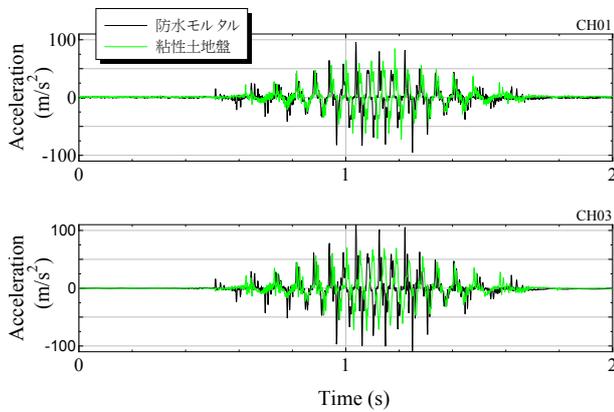


図 2 加速度の時刻歴 (予備実験)

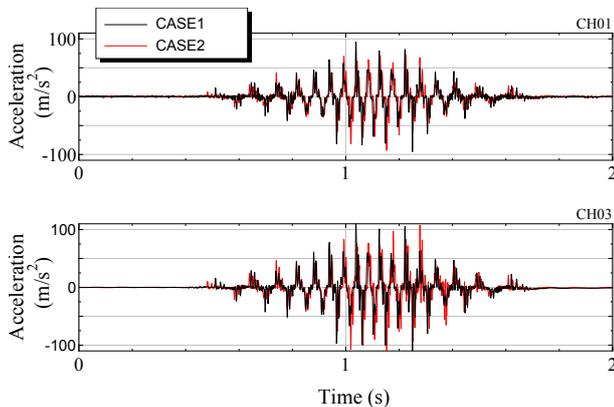


図 3 加速度の時刻歴

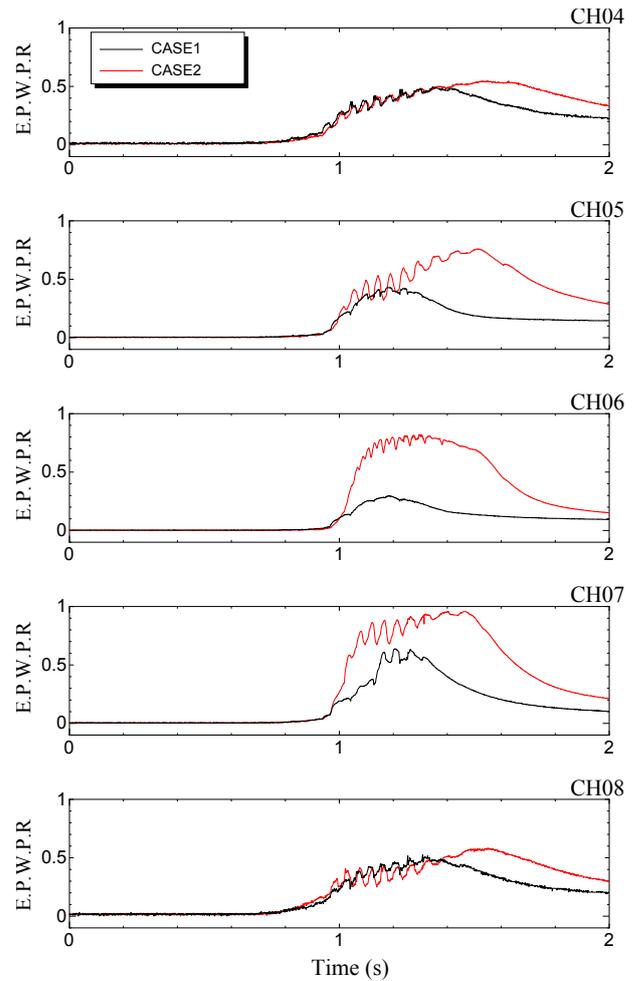


図 4 過剰間隙水圧比の時刻歴

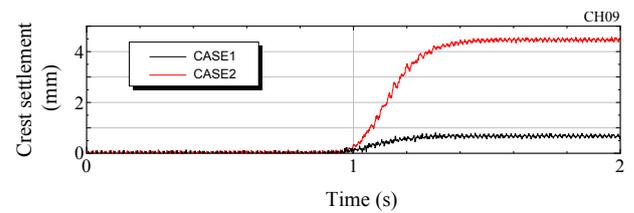


図 5 沈下量の時刻歴

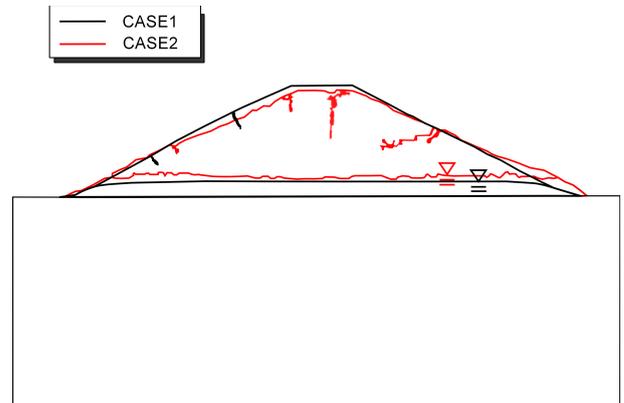


図 6 盛土形状