

第Ⅲ部門

盛土底部における余震発生に伴う地盤の再液状化に関する実験的研究

京都大学工学部地球工学科
 京都大学大学院工学研究科
 京都大学大学院工学研究科
 京都大学大学院工学研究科
 京都大学大学院工学研究科

学生会員
 学生会員
 正会員
 正会員
 正会員

○ 村井 裕次
 権代 知輝
 ピパットボンサー ティラポン
 北岡 貴文
 大津 宏康

1. はじめに

盛土の地震被害の一因として基礎地盤部の液状化が考えられていた。しかし、2011年の東北地方太平洋沖地震では河川堤防において非液状化地盤上での盛土の被害が確認され、盛土内部での液状化についての検討も必要となった。また、盛土の液状化に対する強度は地下水位の位置だけでなく、密度や拘束圧、また載荷履歴や液状化履歴にも影響を受けると考えられ、地盤の液状化に関しては様々な研究¹⁾が行われているが盛土内部の液状化抵抗に関する研究はあまり行われていない。加えて軟弱地盤上の盛土に関して、盛土の沈下に伴い盛土内部の応力がアーチを描くようになる状態²⁾も検討されており、盛土内のアーチ構造の存在も液状化抵抗に大きく影響を与えたと考えられている。

本研究では、盛土内部の液状化抵抗に対して地震歴が与える影響を検討することを目的に、ウレタン地盤上で盛土内部からメトロース供給を行い、加振の条件を変えながら遠心模型実験を行った。

2. 遠心模型実験

本実験には京都大学防災研究所の遠心力載荷装置を使用し、盛土模型に対して50Gの遠心加速度をかけた。相似則に基づき模型スケールから実物スケールに換算し、盛土の挙動に対して実物スケールで考察を行った。

実験ケースとしては、6パターンの加振条件を設けて実験を行った。加振条件を以下の表1に示す。実物スケールで加振開始から5秒間振幅が増加し、20秒間一定振幅の後5秒間で減衰する1Hzの正弦波を原型波Wave1と定義し、Wave1の振幅を調節したものを地震動として模型に与えた。また、Case3, Case5, Case6においては二回目加振による過剰間隙水圧の消散が終わる前に三回目加振を行った。本実験では土圧計の値が地震動によって変化し、それと同じ場所に位置する水圧計と同じ値を示したときに液状化が起こったとする。

表1 実験ケースの加振条件

	地震動を与えた回数	地震動の倍率（加えた順序）
Case1	1	1
Case2	2	1_1
Case3	3	1_1_1
Case4	6	0.33_1_0.33_0.66_1_2
Case5	3	1_1_1
Case6	4	1_1_1_2

3. 実験結果と考察

結果として、液状化はCase2, 3の1, 2回加振時に起こり、それ以外では起こらなかった。またCase1-4では50G遠心過程で、盛土内部の応力状態がアーチ形状の分布になっていくことが確認され、その後の地震動により

Yuuji MURAI, Tomoki GONDAI, Thirapong PIPATPONGSA, Takafumi KITAOKA and Hiroyasu OHTSU

murai.yuuji.25v@st.kyoto-u.ac.jp

この応力分布が大きく変わることはなかった。アーチ構造が盛土内部で形成されると、メトローズの供給場所である地盤中央付近における鉛直土圧が過剰に小さくなる傾向にあり、液状化を非常に起こしやすい状態であったといえる。また、液状化が起こるまでにかかる時間、液状化が起こっていないケースに関しては地震動による有効応力の推移を軸に液状化強度を評価していく。Case2, 3 に関して、液状化が起こった際の液状化の起こった地点での水圧、土圧の変化を下图に示す。

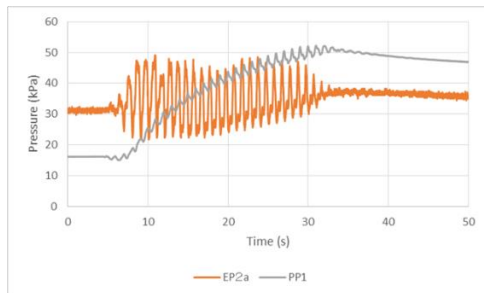


図1 Case2 一回目加振による圧力推移

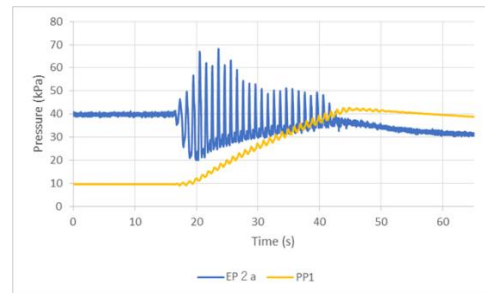


図2 Case2 二回目加振による圧力推移

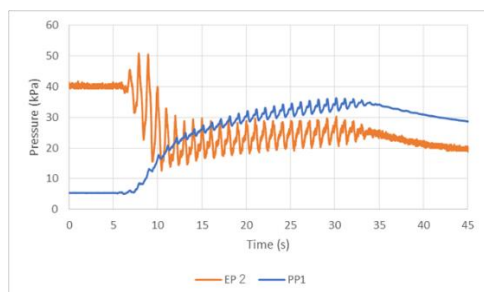


図3 Case3 一回目加振による圧力推移

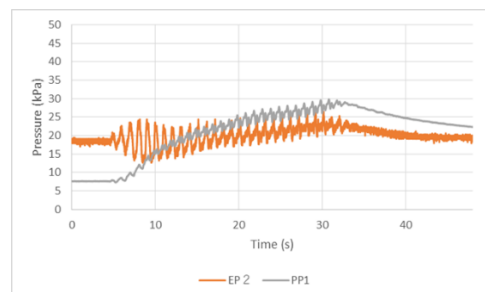


図4 Case3 二回目加振による圧力推移

液状化判定の図より、どちらのケースにおいても二回目の液状化にかかる時間が一回目のそれよりも大きいことが読み取れ、液状化強度としては一回の地震歴により上昇していると考えられる。また、今回の実験 6 ケースそれぞれの加振に対し、基礎地盤中央付近の有効応力は上昇、または変化しない傾向にあり減少することはほぼなかった。このことから地震歴によって盛土内の土圧が間隙水圧の消散後に上昇する傾向、もしくは水圧の立ち上がりが悪くなると考えられ、つまり液状化強度は上昇している傾向にあると考えられる。盛土の沈下量に着目すると、地震歴により沈下量が変わる傾向はみられなかった。沈下に伴い、基礎地盤中央付近の土圧は上昇傾向にあり、また水圧の値に関しては加振前後の定常状態において変化があまり見られなかった。以上より、地震歴によって基礎地盤中央付近において土骨格が液状化に対し強い抵抗を示すように変化していると考えることができ、その一つの要因としては盛土沈下による密度の増加を考慮することができる。

4. まとめ

遠心模型実験により、地震歴が盛土内部の液状化抵抗に及ぼす影響を検討した。地震歴により液状化抵抗は上昇傾向にあり、その要因として盛土内の密度上昇が生じていることを示した。今後の課題として、容易に変形してしまうウレタン地盤での実地盤の実現性の低さについて検討を加えていく。

参考文献

- 1) 森河由紀弘, 包小華, 前田健一, 今瀬達也, 張鋒: 余震による再液状化を考慮した液状化評価の重要性, 地盤工学ジャーナル, Vol. 7, No. 2, pp. 389-397, 2012.
- 2) 権代知輝, ピパットポンサー・ティラポン, 北岡貴文, 大津宏康: 沈下の影響を受けた盛土内の液状化に関する動的模型実験, 第 15 回日本地震工学シンポジウム, pp. 1954-1963, 2018.