

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金  
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 宛

## 研究概要書

研究課題：多方向応力測定を用いた軟弱地盤上のアーチ作用を受けた盛土の地震時挙動の解明

研究代表者：京都大学 工学研究科 准教授 ピパットポンサー ティラボン

はじめに

アーチ作用形成時の盛土動的挙動に関して十分な検討は行われておらず、今後軟弱地盤上盛土の防災について考慮するにはアーチ作用時の動的挙動メカニズムを解明することは喫緊の課題である。本研究ではアーチ作用が形成した盛土の地震時動的挙動を解明することを目的として遠心模型実験を行った。実験の際、3方向の土圧測定を行うことによりそれらの値から主応力軸角度を算出、主応力軸の地震時推移の観点からアーチ作用の動的メカニズムを検討した。

### 1. 研究の目的と背景

非液状化軟弱地盤である粘性土地盤上盛土の液状化被害に関して Okamura ら<sup>[1]</sup>は地盤の沈下によって盛土底部に側方伸長変形が生じ、中央底部の密度低下、側方拘束圧が減少すること、つまり液状化抵抗が減少している可能性があることを遠心模型実験により示した。また、ピパットポンサーら<sup>[2]</sup>は基礎地盤の中央部が集中的に沈下することで、盛土内の応力がアーチ状に分配されることを遠心実験により示した。アーチ作用が形成された盛土は内部応力が受働土圧を呈する領域を有する。よって、加振時にアーチ作用が加振せん断により圧縮破壊するなど、通常の応力状態とは異なる特有の動的挙動を示すと考えられる。

### 2. 遠心模型実験概要

本研究では地盤材料としてビニールを被せ密封したウレタンを用い、非液状化軟弱地盤をモデル化した。盛土材料には広島の山砂を1mmのふるいにかけて、含水比8%に調整した土を用いて締固め度90%となるように作成した。模型の寸法、測定器配置図を図-1に示す。本研究では50G遠心载荷を行っており、以降のスケールはプロトタイプである。実験手順としては50G遠心圧密、その後盛土内部からメトロ

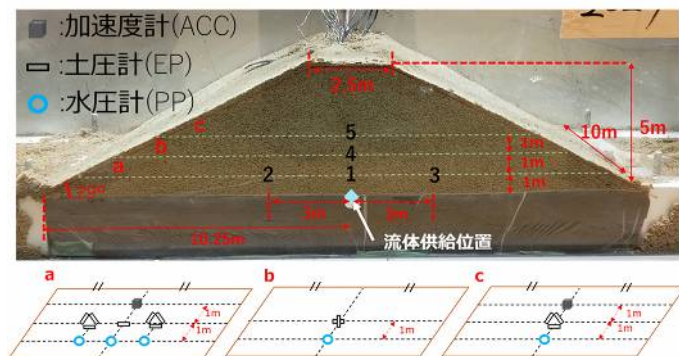


図-1 盛土寸法、計測器配置図

ーズ流体を供給し、各計測器の値が落ち着いたところで加振を行う。図-1の地点2~5において、一辺1cmの正三角柱に形成したアルミ板のそれぞれの面に土圧計を取り付け、3方向の土圧測定を目的とした計測器を配置し、3方向の応力を分解することで同地点の水平土圧、せん断応力、主応力軸角度を算出した。

### 3. 実験結果

図-2 に、50G 到達時における初期の土被り圧で、計測された鉛直土圧を除いた値で定義される鉛直土圧比を示す。この初期の土被り圧は、盛土模型の初期寸法、目標とした湿潤密度を用いて、遠心場の相似則の下で求めた値である。メトロゾの供給後、盛土中央底部においてゆるみが発生し、本来中央にかかる土被り圧がその側部に伝達していることが考えられる。加振によって盛土中央部の鉛直土圧が急増しその側部の鉛直土圧が減少していることからアーチ作用の消失が確認できる。つぎに、加振時の図-1 における地点 2, 3 の主応力軸角度時間推移を図-3 に示す。主応力軸角度は水平右方向を 0 として反時計回りに度数法で表記する。加振前、地点 2 において 80 度、地点 3 において 100 度ほどの主応力軸角度となっており、地盤の沈下によって主応力軸が鉛直でなく盛土中央に向くように傾いていることがわかる。加振が 6.70s に発生し、その後地点 2, 3 において増減幅の差異はあるが、おおむね主応力軸角度の増減のモードは一致している。つまり、形成されていたアーチ主応力軸が加振によるせん断力によって回転していることが考えられる。ここで、地点 2, 3 における加振による鉛直土圧の時間推移を図-4 に示す。地点 2 において鉛直土圧は一定の値を推移しているが地点 3 において加振後急減していることがわかる。主応力軸角度の推移を踏まえると、まず、加振によって形成されていたアーチが地点 2 の方に傾く挙動を見せている。この際、継続する地震動により地点 3 に伝達される応力が減少するに伴い、地点 3 周辺の地盤が降伏したと考えられる。その結果、アーチ作用の消失に起因した盛土の崩壊につながったと推測できる。

### 4. まとめ

本研究では非液状化軟弱地盤上の盛土を対象とし、盛土内応力分配、主応力軸推移の観点から動的挙動を解明するために動的模型実験を行った。その結果、3 方向土圧測定に基づく主応力軸の算出からアーチ作用が加振により回転していることが示唆された。

### 参考文献

[1] Okamura, M., Tamamura, S., and Yamamoto, R.: Seismic stability of embankment subjected to pre-deformation due to foundation consolidation, Soils and Foundation, Vol. 53, No. 1, pp. 11-22, 2013.

[2] ピパットポンサー・ティラポン, 権代知輝, 村井佑次, 北岡貴文, 大津宏康, 軟弱地盤上の盛土におけるアーチ作用と動的挙動に関する研究, 令和 2 年度土木学会全国大会, CS10-55, 2020.

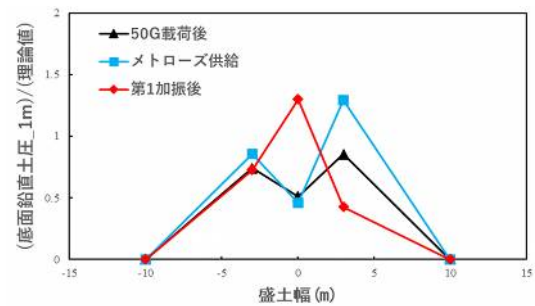


図-2 鉛直土圧比の推移

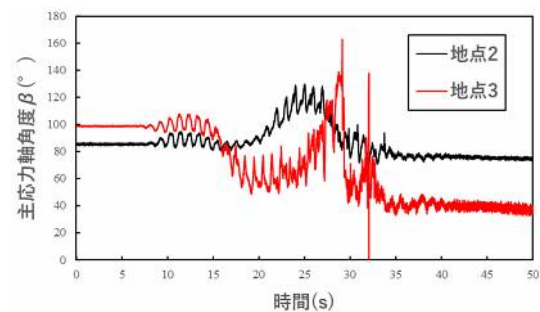


図-3 主応力軸角度-時間推移

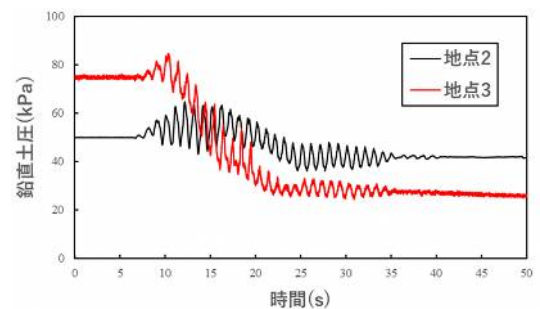


図-4 鉛直土圧-時間推移