杭状改良された軟弱地盤に対する遠心力場での盛土載荷実験

- 軟弱地盤に EPS を代用した実験手法の検討-

日本大学 正会員 〇熊野 直子

大成建設 正会員 松井 秀岳 石井 裕泰

1. はじめに

杭状改良が施された軟弱地盤における盛土荷重の分担機構の評価を目的として,遠心模型実験を計画するに あたり,改良杭・軟弱地盤の準備作業の軽減と応力ひずみ関係の単純化を図るため,両材料をアクリルパイプ と EPS で模型化する手法を検討した.実験では,遠心加速度の増加に伴い,地盤を構成する両材料に各々異 なる自重圧縮が生じるため,想定した遠心加速度場において段差が生じぬように模型寸法を調整するなどの事 前検討が必要となる.本報では,分担機構の検討用に構築した3次元解析手法を用い,遠心加速度上昇時の模 型挙動の評価にあたり,適切な模型寸法を検討する.

2. 遠心模型実験・解析モデル

EPS を活用した遠心模型実験にあたっては、杭基 礎が設置された軟弱地盤を対象とした既往の研究 ¹⁾ を参照した.本研究では円形・矩形改良杭を模擬し たアクリルパイプを挿入した EPS ブロック上に、表 層改良体に相当するアクリル板を載せた複合改良地 盤を検討対象とした.矩形改良杭、表層改良の模型 サイズは、相似則に基づき遠心加速度 50G において 施工例 ²⁾と一致するように、また円形改良体は矩形 杭と改良率が同一となるように設定している.

解析では、3次元有限差分法解析プログラム FLAC3Dを用いて、図1に示すように実験と同寸法 の要素を設定し、0から10Gごとに最大100Gの重 力加速度を作用させた.境界条件として、要素側面 を法線方向に固定、底面を全方向に固定している.

表 1 に解析に用いた物性値の一覧を示す. EPS お よび改良体は線形弾性体としてモデル化している.

3. 自重圧縮量の確認と模型寸法の決定

はじめに、遠心加速度 50G が作用した際に、EPS とアクリルパイプの天端高さが等しくなる模型高さ を検討した.今回用いた材料物性を参照した手計算 では、アクリルパイプに比べて EPS の自重圧縮量が 0.1mm 程度大きくなり、ここでは、EPS の初期高さ

(1G 場での高さ)をアクリルパイプより 0.5mm 高 く設定して解析を実施した.

表 2 に解析から得られた EPS とアクリルパイプ の圧縮量を示す。Case1c は改良体が円形のケース,



表 1 物性值一覧

プロトタイプ	代替材料	物性	
粘土地盤	EPS	単位体積重量	0.40 kN/m ³
		変形係数	5.890 MN/m ²
		ポアソン比	0.1
改良体	アクリルパイプ	単位体積重量	11.67 kN/m ³
(深層·表層)	アクリル板	変形係数	3140 MN/m ²
		ポアソン比	0.3

キーワード 遠心模型実験,深層混合処理工法,3次元解析
連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL 03-3259-0671

Case1s は改良体が矩形のケースである. この結果から, EPS とアクリルパイプの天端差を,改良体が円形のケ ースで 0.130mm,改良体が矩形のケースで 0.125mm にすることとした.

4.決定した模型寸法の妥当性確認

次に,前述の解析結果をもとに決定した天端差で要素を作成し,目標とする遠心加速度 50G において,地盤を構成する両材料に上載荷重が作用することを解析的に確認した.解析では,1G に続いて 10G から 100Gまで 10G 間隔で重力加速度を増加させ,各重力加速度での変位・応力を確認した.

両材料に上載荷重が作用したことを確認するため, アクリル板上端 (A1 (Case2c), B1 (Case2s)), アク リルパイプ上端 (A2 (Case2c), B2 (Case2s)), EPS 上端 (A3 (Case2c), B3 (Case2s)) の3点について 変位・応力を観察した (各位置は図 1参照)。

図 2 に, A1 (Case2c), B1 (Case2s) における加 速度と鉛直変位の関係を示す.両ケース共に遠心加速 度 50G まで,一定の勾配で変位が発生した後,それ以 降,勾配が緩やかになっている

図 3 に、杭上部と EPS 上部に位置する A2・A3

(Case2c), B2・B3 (Case2s) における加速度と鉛直 方向応力の関係を示す. 50G を境に, EPS に作用する 応力は頭打ちとなる一方, アクリルパイプに作用する 応力は急増している.

上記図 2, 3 に見られた結果は, 遠心加速度 50G ま で EPS のみに接触していたアクリル板が, 遠心加速度



	EPS圧縮量 (mm)	アクリルパイプ 圧縮量(mm)	圧縮量の差 (mm)
Case1c	0.1309	0.0009	0.1300
Case1s	0.1259	0.0009	0.1250





50G 以降アクリルパイプにも接触し、これを境に両者で荷重を分担することになったためと考えられる.同加速度において、アクリル板とアクリルパイプが接触したと考えられる.すなわち、50G の目標加速度場付近で、アクリルパイプと EPS 上端の高さを一致させることができた.

5. まとめ

杭状改良地盤として,改良体にアクリルパイプ,軟弱地盤に EPS を用いた遠心模型実験手法について,3次 元解析を用いて模型挙動を評価した.その結果,自重圧縮量を考慮し,目標とする遠心加速度において表層改 良部による上載荷重を杭状改良杭,軟弱地盤の双方に作用させる模型寸法を特定することができた。

今後,今回の検討で得られた知見に基づき,遠心模型実験を実施し,杭状改良された軟弱地盤における盛土 荷重の分担機構を検討していく予定である.

【参考文献】

1) Ed Ellis and Raveed Aslam: Arching in piled embankments: comparison of centrifuge test and predictive methods – part 1 of 2, GROUND ENGINEERING, pp.34-38, 2009.

2) 杉本悠,松井秀岳,堀越研一,上野恭宏,池尻一仁:トレンチャー式機械撹拌による矩形改良体の施工と 複合改良地盤を対象とした試験盛土,土木建設技術発表会 2012, pp.187-192, 2012.