

軟弱地盤上における腹付け盛土施工時の対策工効果の検討

軟弱粘性土地盤，腹付け盛土，遠心模型実験

鉄道総合技術研究所 正 ○工藤敦弘 国 渡辺健治
正 野中隆博 国 小島謙一
港湾空港技術研究所 国 森川嘉之 国 高橋英紀
複合技術研究所 非 森 誠二

1. はじめに

著者らは遠心模型実験により，軟弱粘性土地盤上で長年供用されている盛土に対して，線増工事等で腹付け盛土施工した際の軟弱粘性土地盤の変形および対策工の効果の検証を行っている．本論文では，特に遠心模型実験から得られた対策工の効果について述べる．なお，実験の目的等の詳細については文献1)を参照されたい．

2. 遠心模型実験概要

2.1 実験模型

図-1 に遠心模型実験で用いた模型の概要図を示す．遠心模型実験では無対策 (Case5) と対策工の種類 (Case6: 地盤改良杭による柱状改良, Case7: 柱状改良+地山補強材による既設盛土補強) を変えた計3ケースを実施した．なお，地盤改良杭の模型については，腹付け盛土施工に伴い改良体内に発生する軸力およびモーメントの計測を行うことを重視し，本実験ではアクリル製の地盤改良杭模型を用い，ひずみゲージを設置した．また，実施工を勘案し，地盤改良杭の直径は20mm (実物換算で1m)，改良率は30%程度とし，改良杭底部は支持層 (排水層) には根入れさせず，直接支持する構造とした．実験に用いた遠心模型実験装置については文献1)を，模型作製方法の詳細については文献2)および文献3)を参照されたい．

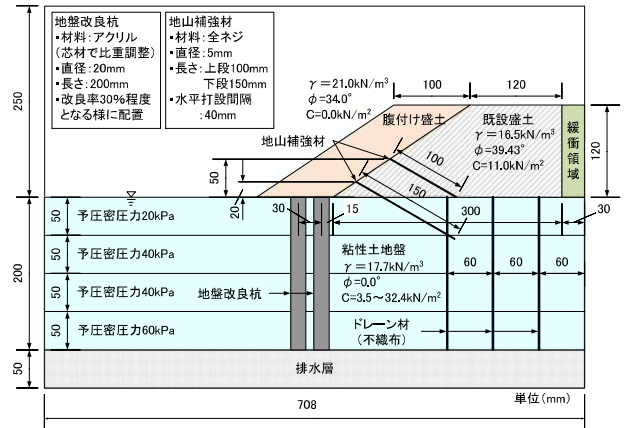


図-1 実験模型概要図 (Case7)

2.2 実験条件

表-1 に実験条件を示す．遠心模型実験は，遠心载荷を2回 (既設盛土の自重圧密，腹付け盛土施工) に分け，各载荷段階において軟弱粘性土地盤の圧密を十分促進させた．腹付け盛土による軟弱粘性土地盤の圧密が収束した後，L1地震動を想定した振動実験を実施した．図-2 に計測機器設置図を示す．計測は，既設盛土および軟弱粘性土地盤表面の変位量や軟弱粘性土地盤中の間隙水圧等の他，実験中の模型地盤および盛土模型撮影し，模型中に設置した標点を画像解析で追尾することにより，模型の2次元変位量を計測した．

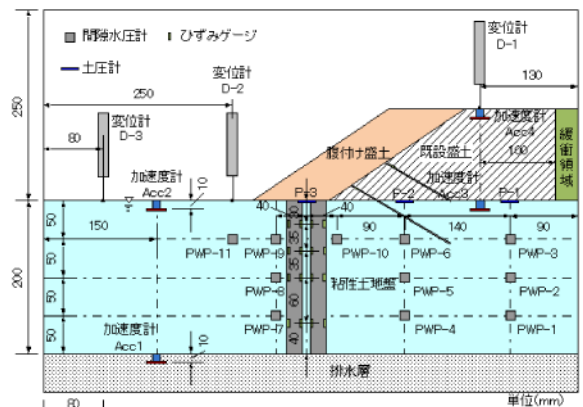


図-2 計測機器設置図 (Case7)

3. 実験結果

本論文では主に，腹付け盛土の施工に対する対策工の効果について整理する．なお，既設盛土の自重による軟弱粘性土地盤の圧密試験および無対策の実験結果についての詳細は文献1)および3)を参照されたい．また，L1地震動を想定した振動実験の結果については別途報告する予定である．

表-1 実験条件

試番	既設盛土の自重圧密試験 遠心加速度持続時間(min)						腹付け盛土施工試験 遠心加速度持続時間(min)							腹付け盛土重量(g)	腹付け盛土施工後の圧密時間(min)
	5G	10G	15G	20G	30G	40G	5G	10G	15G	20G	30G	40G	50G		
Case5	38	50	47	45	55	173	26	22	22	23	34	36	165	5,687	165
Case6	37	39	49	42	52	179	18	17	21	19	30	52	147	6,162	
Case7	30	40	44	44	55	227	21	18	22	18	33	62	148	5,137	179

Effect of measure to prevent deformation on constructs widening of embankment on soft clay ground : Atsuhiro KUDO, Kenji WATANABE, Takahiro NONAKA, Kenichi KOJIMA (Railway Technical Research Institute), Yoshiyuki MORIKAWA, Hidenori TAKAHASHI (Port and Airport Research Institute), Seiji MORI (Integrated Geotechnology Institute Limited)

3.1 軟弱粘性土地盤および既設盛土の沈下量について

図-3 に Case7 における腹付け盛土による圧密完了後の模型の変形状況を示す。図中には画像解析によって求めた各標点の変位の軌跡も示されている。まず、画像解析により算出した模型の変形モードについて比較すると、地山補強材の打設によって既設盛土内に発生するせん断ひずみが減少し、既設盛土内のすべり破壊を抑制する様子が確認出来る等、変形モードが変化した。しかしながら、変位計で計測した変位量を比較すると、腹付け盛土施工に伴う周辺地盤の隆起量（変位計 D-2, D-3：図-2 参照）は対策工を施工することで軽減したものの、既設盛土の沈下量（変位計 D-1：図-2 参照）は無対策（Case5）で 0.70mm に対して、対策工を施工した Case6 では 0.65mm, Case7 では 0.58mm と顕著な差は見られなかった。以上の結果より、柱状改良により離散的に配置された単杭に対して腹付け盛土のような偏荷重が作用する場合、軟弱粘性土地盤の側方移動に対する効果が限定的であることが確認された。このことから、同等の改良率（打設本数）で水平支持性能を向上させるためには、離散的な配置ではなく、改良体の曲げ抵抗を高めることが可能な、接円またはラップ配置による柱列状の改良体の構築が有効だと推測される。

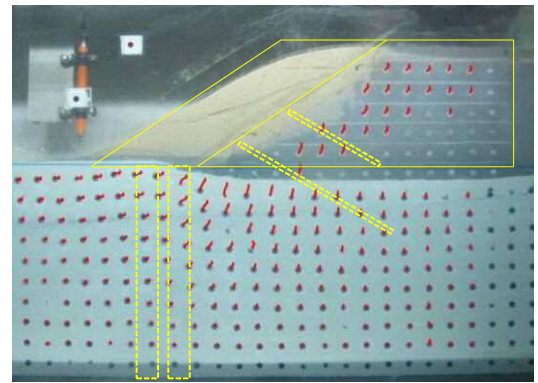


図-3 模型の変形状況 (Case7)

3.2 対策工に発生するモーメント、軸力について

図-4 に各地盤改良杭に発生した曲げモーメントを示す。腹付け盛土施工によって地盤改良杭に発生する曲げモーメントは、各地盤改良杭の下側で最大となる傾向は一致したが、腹付け盛土施工後の圧密時に発生する曲げモーメントは、解放地盤側の杭（外杭）と既設盛土側の杭（内杭）で違いがあることが分かった。外杭は全体に渡って反時計回りのモーメントが発生したが、内杭は時計回りのモーメントが発生した。これは内杭が盛土体の沈下に引きずられることで時計回りのモーメントが発生していると考えられる。また、各地盤改良杭に発生する曲げモーメントは、地山補強材を併用することによって減少することが分かった。

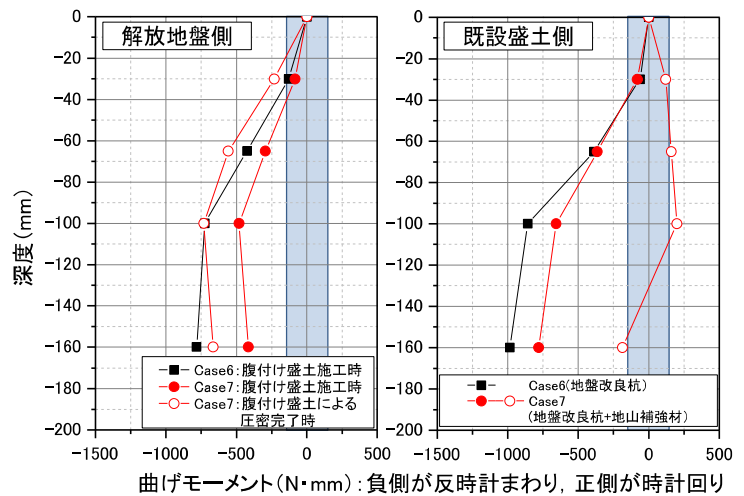


図-4 地盤改良杭に発生した曲げモーメント

図-5 には地山補強材に発生した軸力を示す。地山補強材には引張力が発生し、発生した引張力の総和は、腹付け盛土荷重の概ね 1/4 に相当していた。上段と下段で発生した引張力を比較すると、下段は上段に比べ約 1.8 倍の張力が発生していることが分かった。これは、各地山補強材の拘束圧の差や、長さの違いによる抵抗力の違い等が考えられる。また、腹付け盛土施工に伴って発生した引張力は、腹付け盛土の圧密に伴って減少していく傾向が確認された。これは、腹付け盛土施工時は、既設盛土に軟弱粘性土地盤の側方移動に伴うストレッチングが生じ、それに地山補強材が抵抗するため張力が発揮されるが、その後の圧密段階においてはストレッチングが生じにくく沈下傾向が強いため張力が抜けていくものと考えられる。

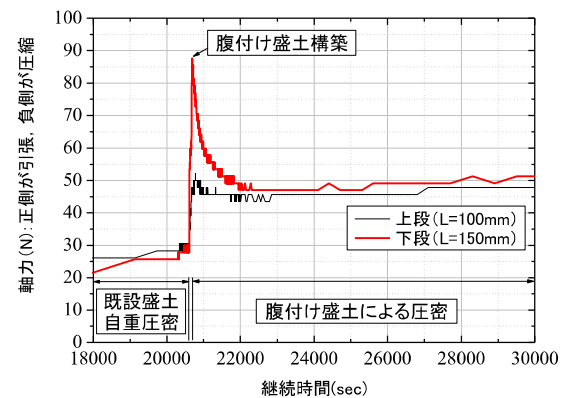


図-5 地山補強材に発生した軸力

4. まとめ

本論文では対策工の効果を評価するために遠心模型実験を行い、対策工の効果および対策工に発生した曲げモーメントおよび軸力について整理した。今後は、より合理的な改良方法の提案を行うために実験を継続していく予定である。

参考文献

- 1) 渡辺健治, 工藤敦弘, 野中隆博, 小島謙一, 森川嘉之, 高橋英紀, 森誠二: 軟弱地盤上における腹付け盛土施工を模擬した遠心模型実験, 第49回地盤工学研究発表会, 2014.7 (投稿中)
- 2) 田村幸彦, 工藤敦弘, 渡辺健治, 野中隆博, 小島謙一, 森川嘉之, 高橋英紀, 森誠二: 腹付け盛土施工を模擬した遠心模型実験における軟弱粘性土地盤の作製方法, 第49回地盤工学研究発表会, 2014.7 (投稿中)
- 3) 工藤敦弘, 渡辺健治, 野中隆博, 小島謙一, 森川嘉之, 高橋英紀, 森誠二: 軟弱地盤上における腹付け盛土施工を模擬した遠心模型実験, 第10回地盤工学会関東支部発表会, 2013.10