

III-747

特殊石灰パイル工法の振動台実験及び有効応力解析

戸田建設(株) (正) 渡辺 稔明 (正) 橋本 司 (正) 柴田 靖

1 はじめに

特殊石灰パイル工法は、石灰の水和膨張反応を利用してパイル間地盤を締め固めた後、石膏および水滓あるいはセメントのポズラン反応によりパイル自体も硬化し、周辺地盤との複合地盤を形成せしめて、地盤を改良する工法である。今回は以下の2点を目的として実施した振動台実験の結果及び過剰間隙水圧比の上昇をシミュレートした有効応力解析の結果を報告する。

(1) 特殊石灰パイルで改良した複合地盤としての液状化強度特性を調べる。

(2) 特殊石灰パイルの改良効果を明確にするために、非改良地盤、砂杭地盤の液状化強度と比較する。

2 実験ケース

実験ケースは表-1に示す4ケースとした。実験土槽の大きさは、長さ2m、幅1m、高さ2mである。実験土層厚さは0.9m、特殊石灰パイルの初期径は9cm(実物の約1/5.5)とした。特殊石灰パイルの膨張圧は、拘束圧に応じて変化するので、実物と同程度の膨張圧を得るために、2.5tf/m²の上載圧を加えた状態で地盤の養生、及び加振を行った。ケース1の計器及びパイルの配置を図-1に示す。ケース0の配置も同様である。

3 実験地盤の物理特性

実験に使用した砂は、豊浦砂に粒度特性の近い岐阜県多治見産の7号珪砂である。土粒子比重は2.56、最大密度は1.478g/cm³、最小密度は1.115g/cm³である。

4. パイル材料の物理特性

特殊石灰パイルに用いた材料の配合は、重量比で特殊石灰25%、水滓10%、石膏3%、砂62%で、パイル寸法が小さいことから、石灰の最大粒径を10mmとしている。また、砂は地盤と同じ7号珪砂とした。特殊石灰は養生期間を1週間に短縮するために実際に用いているものより少し軟らかいもの(塩酸滴定10分値180cc)を用いた。

作成した地盤の密度は10cmごとに砂の体積と重量を測定して求めた。

5. 地盤作成方法及び密度

作成地盤は、地盤中央でのN値5を想定し、目標相対密度を47%とした。地盤作成にあたってはスリット状の落下孔を持つ砂撒き装置を用いて、スリット幅と落下高さを調整するいわゆる空中落下法によりほぼ所定の相対密度を得た。

6. 実験結果及び考察

各ケースの加振加速度と深さ70cmにおける過剰間隙水圧比を図-2に示す。過剰間隙水圧比は、特殊石灰パイル(ケース1-1及び1-2) < 砂杭(ケース0-2) < 無改良(ケース0-1)となり改良効果が明確に現れた。無改良地盤(0-1)では加振加速度200galから、砂杭改良地盤(0-2)では475galから急激に間隙水圧が上

表-1 実験ケース一覧

試 ケース	試験 ケース	改良体	パイル ピッチ	反応後 置換率	打設時 地盤条件
0	1	なし	—	—	乾燥地盤
	2	砂杭	230	0.12	相対密度 47%
1	1	特殊石灰	325	0.067	(N値5)
	2	パイル	230	0.13	

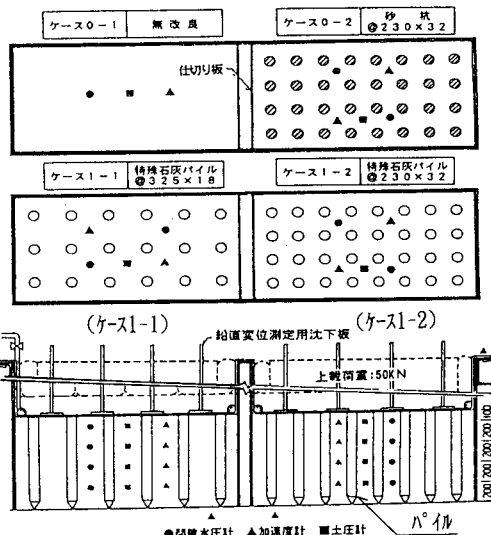


図-1 パイル配置および計測機器配置

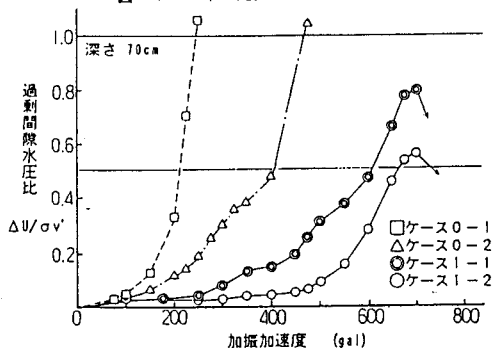


図-2 加振加速度と過剰間隙水圧比

表-2 西モデルの物性値

加振加速度 (gal)	初期せん断弾性係数 G_0	ポアソン比 ν	間隙比 e	内部摩擦角 ϕ	変相角 ϕ_m	膨潤指数 κ	西モデルの材料定数		
							m^*	β_1	β_2
200	3994	0.33	0.924	33.0	30.0	0.0015	0.021	60	0
300	3857	0.33	0.916	33.0	30.0	0.0015	0.020	60	0
400	3824	0.33	0.906	33.0	30.0	0.0015	0.019	60	0
475	3798	0.33	0.903	33.0	30.0	0.0015	0.019	60	0

昇して、液状化に至ったのに対し、特殊石灰パイル改良地盤(1-1, 1-2)では、共に700galで最大値となるが、その後加速度を上げて加振しても液状化には至らなかった。またケース1-1(ピッチ32.5cm)、1-2(ピッチ23cm)の過剰間隙水圧比の最大値はそれぞれ0.80, 0.56となり、パイルピッチの影響が現れている。

7. 有効応力解析

実験結果のうち過剰間隙水圧の上昇特性をシミュレートするため、有効応力解析を行った。解析プログラムは、NANSSI2D_V02(構造計画研究所)¹⁾を使用した。解析は、液状化に至ったケース0-2についておこなった。

地盤の構成モデルは、西モデル²⁾とした。表-2に西モデルで設定した物性値を示す。図-3に過剰間隙水圧比の実験値を示す。これは、加振加速度ごとに過剰間隙水圧比を深度別にプロットしたものである。

つぎに、図-4に解析結果を示す。間隙水圧の上昇は、加振加速度の上昇にともない下部から上部へ及ぶ傾向であり実験値の傾向と一致する。全体的に解析値の方が大きくでているが、200, 300, 400galでの分布は実験結果と同じ傾向を示している。475galでは、実験の方は深さ10cm, 20cmでは液状化してないのに対して、解析では上部まで完全に液状化している。解析の方が過剰間隙水圧比が大きくなっているのは、解析は非排水条件で行っているのに対して、実験では完全な非排水状態でない事が影響しているのではないと思われる。

8. おわりに

今回の実験は特殊石灰パイルで改良された地盤の液状化強度を振動台実験でつかむために実施したが、土槽の拘束の影響を予想以上に強く受け、改良地盤は液状化に至らなかった。改良地盤は、無改良地盤と砂杭地盤よりも液状化強度は格段に大きいことは明らかとなった。今後も置換率の影響や上載荷重の影響、土圧の影響を定量的に評価するための実験を継続する必要がある。有効応力解析では、過剰間隙水圧比の上昇傾向はシミュレートできたが、排水条件、上載荷重の取扱い等に検討の余地を残している。

最後に、本実験は建設省土木研究所との共同研究「軟弱地盤耐震対策工法の開発」の一環として行われたものである。

参考文献

- 1)大波正行、他：“有効応力法に基づく2次元非線形解析コードの開発とその適用”第14回土木情報シンポジウム
- 2)西好一、金谷守：“地震時における基礎地盤の安定性評価(その5)”電力中央研究所研究報告, 1989. 10

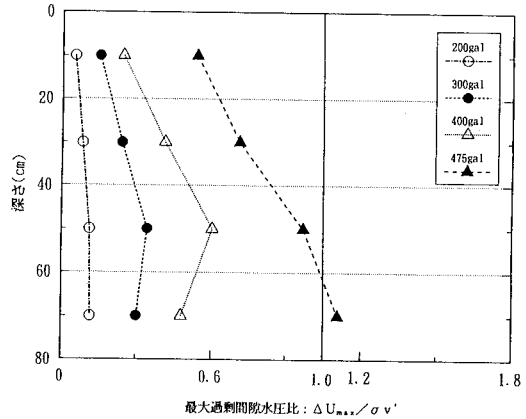


図-3 測定深さごとの最大過剰間隙水圧比 (実験結果)

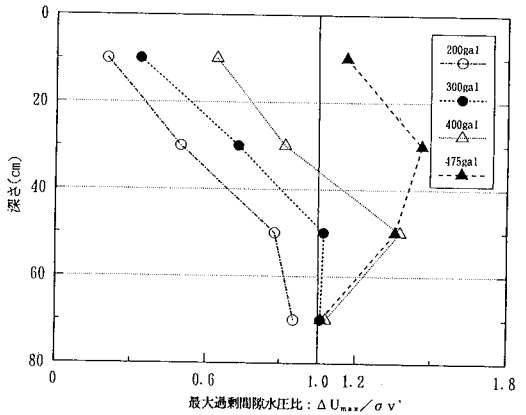


図-4 最大過剰間隙水圧比 (解析結果)