

模型実験による膨張固化改良杭の液状化抑制効果の検討

山梨大学工学部	正会員	後藤 聡
建設省(元 山梨大学工学部)		松本 洋和
大成建設(株)技術研究所	正会員	堀越 研一
山梨大学大学院	学生員	松枝 修平

1. はじめに

静的締固め工法は、液状化対策工法として近年注目されている工法の一つである¹⁾。この工法は、振動機を用いず、ケーシングを地盤内に静的に貫入することにより砂杭を形成する工法である。ケーシング内への中詰め材として通常砂が用いられているが、最近では、リサイクル材などを混合した膨張固化材(膨張・硬化性状を備えた材料)が中詰め材として用いられている²⁾³⁾⁴⁾。本報告では、膨張固化材による地盤改良杭(以下改良杭と略記)を用いた場合の液状化抑制の効果について、小型模型振動実験により検討するものである。

2. 使用材料および実験方法

用いた砂は、山梨県の釜無川で採取されたもので、平均粒径は0.32mm、均等係数は4.7で、土粒子の密度は2.654g/cm³である。振動台実験に用いた土槽の諸元を図-1に示す。幅950cm、高さ550cm、奥行き20cmの土槽で、材質はすべてアクリルである。前面のアクリル板上には間隙水圧計を固定することが可能である。改良杭模型は膨張固化材²⁾³⁾を用いて作成したが、本研究では「石灰を主成分とし、これに自らも膨張性状を示す転炉スラグに強度発現のための試薬を加えたもの」³⁾を用いた。膨張固化材から成る16本の改良杭模型を図-2に示すように配置した。改良杭模型の初期の直径は20mmで、ピッチ40mmの正方形配置とした(改良率約20%)。膨張固化材の1次元膨張量試験を実施したところ、50時間後の体積膨張率は約15%であった。

実験は、図-1および図-2に示すように、飽和釜無川砂のみの地盤(ケース1)および飽和釜無川砂の中に16本の砂杭が配置されている地盤(ケース2)の2つについて行った。ケース1については、模型地盤は水中落下法で作成し、均質な緩い飽和砂地盤を作成した($\rho_s=1.5g/cm^3$)。ケース2については、膨張固化材による改良杭模型(直径20mm、長さ400mm)を、内径20mmの2つ割り塩ビ管を用いて締め固めにより作成した。型枠を取り外し、あらかじめセットしていた紙で改良杭模型を保持し、そのまま土槽内にセットした後、ケース1と同じ水中落下法で模型地盤を作成した。なお、膨張固化改良杭の水中での養生時間は、約2日間である。

加振は、正弦波(周波数3Hz、加速度200gal)を約30秒間入力した。なお、過剰間隙水圧が蓄積して液状化が起きやすいように、模型地盤の表面にはビニールシートを敷いてその上に厚さ10mm程度の乾燥釜無川砂を置いて

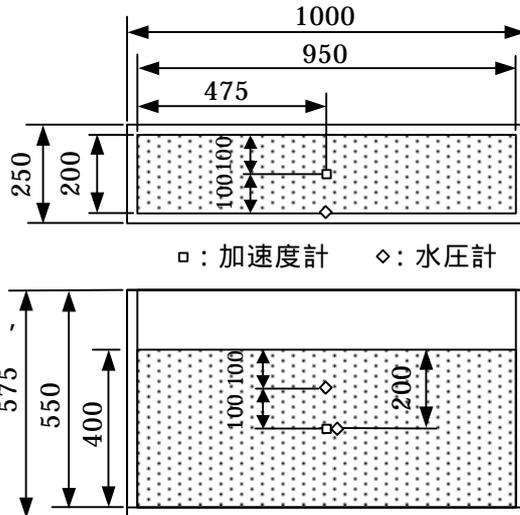


図-1 ケース1(対策工なし)

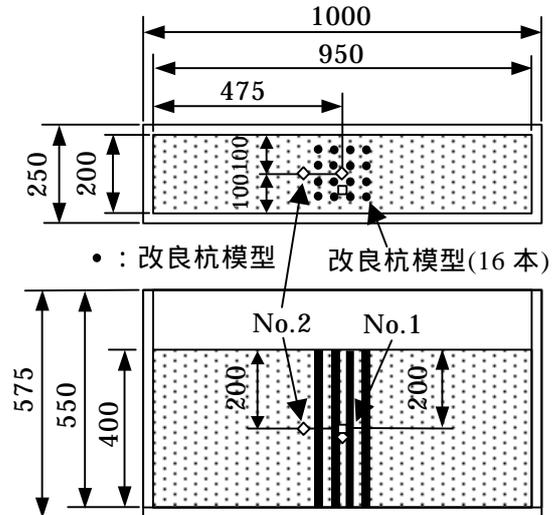


図-2 ケース2(対策工あり)

膨張固化材, 振動台実験, 液状化対策, 地盤改良

3. 実験結果

ケース1における入力加速度，深度 20cm での地盤中の応答加速度およびアクリル壁に取り付けた水圧計から計算した過剰間隙水圧比（深度 10cm，20cm）の時刻歴を，図 - 3(a),(b)および(c)にそれぞれ示す。加振直後に過剰間隙水圧比が 1.0 まで上昇し，液状化が発生したため，地盤中の応答加速度が減少していることが分かる。加振中は水圧比が 1.0 までに上昇して液状化が継続しており，加振を止めると水圧比が減少する。

ケース2では，図 - 2 に示すように，間隙水圧計は改良杭模型の中央（No.1）とその左側（No.2）において深度 20cm の位置にセットしている。加速度計についても図 - 2 に示す深度 20cm の位置にセットしている。入力加速度，地盤中の応答加速度および地盤中の間隙水圧計から計算した過剰間隙水圧比（深度 20cm）の時刻歴を，図 - 4(a),(b)および(c)にそれぞれ示す。ここで，養生期間中，模型地盤の改良杭周りの地表面の変化をダイヤルゲージで測定したが，顕著な模型地盤の浮き上がりや沈下などは計測されなかった。しかし，養生期間中に No.1 の杭間の水圧が上昇したので，図 - 4(c)に示すように，加振前の水圧比がゼロよりも大きくなっている。この原因については不明である。さらに，加振直後に過剰間隙水圧比は 1.0 まで上昇するが，加振中ならかに水圧比は減少している。深度 20cm における地盤中の応答加速度については，加振の直後に加速度応答が変動しているが，加振中ほぼ入力加速度の振幅を保持しており，液状化による剛性低下はほとんど発生していない。これらのことから，ケース2では加振直後に過剰間隙水圧比が 1.0 まで上昇し液状化が発生しているが，加振中水圧比は減少し液状化は継続していないことが分かる。この理由としては，(1)改良杭の排水効果により水圧比が減少した，あるいは(2)膨張固化改良杭の膨張により，周りの砂の密度が増加したために砂の液状化抵抗が増大した，などが考えられる。今後は両者の液状化抑制に対するメカニズムを定量的に検討する必要がある。

4. まとめ

膨張固化材から成る改良杭模型を用いて液状化抑制効果について，模型振動実験により検討した。その結果，膨張固化改良杭により液状化抵抗が増大することが分かった。

参考文献 1) 大塚誠他：SAVE コンポーザー—静的締固め工法—，基礎工，pp.74-77，1998。 2) 堀越研一・立石章・松垣貴司・末岡徹・後藤聡：膨張性固化材ならびに掘削発生土を用いた液状化対策（研究概要），第 35 回地盤工学研究発表会，2000。（投稿中） 3) 石井裕泰・藤原靖・大谷崇・後藤博樹：静的締固め工法に用いる新たな中詰め材料に関する要素実験，第 35 回地盤工学研究発表会，2000。（投稿中） 4) 後藤博樹 他，松原義雄 他：明礬石を利用した石灰系固化材について（その 1）（その 2），第 33 回地盤工学研究発表会，pp.2299-2302，1998。

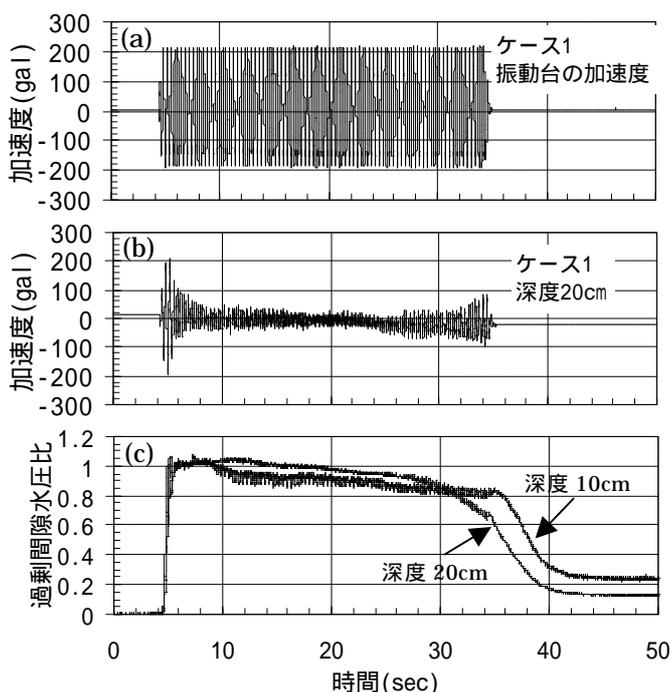


図 - 3 実験結果(ケース 1)

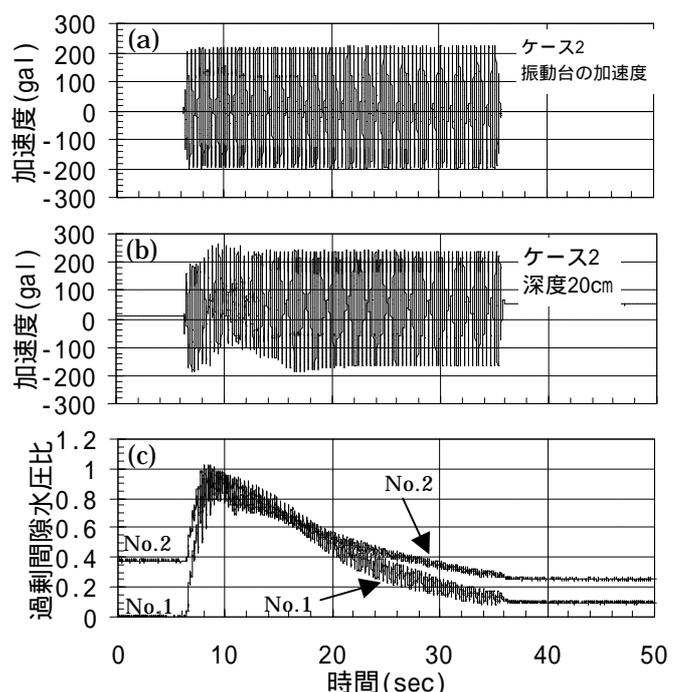


図 - 4 実験結果(ケース 2)