日本大学工学部・学生会員 〇室井 将史

五洋建設株式会社・正会員 海野 寿康

日本大学工学部・正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

2011年の東日本大震災では液状化によりライフラインに多大な被害 が発生したが、液状化対策した地盤では無被害であり大きな効果が見ら れ、液状化対策の必要性が再認識された。本研究では、液状化対策工法 の一つである間隙水圧消散工法に着目して模型実験により実験的研究を 行う。間隙水圧消散工法とは、ドレーンを地盤中に設置することにより 地盤の透水性を高め、地震時の砂層内で生じる過剰間隙水圧を消散させ、 液状化を防止しようとする工法である(図-1)¹⁾。そこで、液状化地盤を模 擬した模型地盤を作製し遠心載荷模型実験を行い、対策の有無に着目し た実験結果から液状化抑制効果、変形抑制効果を明らかにすることを目 的とする。

2. 実験方法

実験は五洋建設株式会社技術研究所の遠心載荷実験装置を用いて行っ た。実験に用いた試料は硅砂5号である。土粒子の密度は $\rho_{s}=2.662$ g/cm³、 emax=1.147、emin=0.699 である。今回の実験では、1/20 の縮尺で実験を行 った。模型土槽は図-2の積層式せん断土層を使用した。土槽の内寸は幅 60cm、高さ 27cm、奥行き 25cm であり、21 層の積層構造である。使用 する間隙水は、グリセリン水溶液である。これは 1/20 の縮尺で実験を行 うため、透水係数の相似則をあわせるためである。模型地盤の作製は土 槽底板にドレーン固定用の丸棒を取り付け、まずドレーンをセットする (図-3)。次に、水位を徐々に上げながら水中落下法により地盤を作製す る。作製途中で図-2に示すように間隙水圧計(P1~P3)、加速度計(A1~ A7)、水平変位計(D1~D4)、層別沈下を求めるため地中変位計(1~3)を所 定の位置に取り付ける。地盤が完成したらドレーン固定用の丸棒を抜き、 砂地盤上にベントナイトを敷き詰める。これは実験中にドレーン以外か ら間隙水が排水されないようにするためである。実験ケースを表-1に示 す。ケースはドレーンの有無、ドレーン配置、入力加速度を変化させた 6 ケースである。実験条件は、載荷遠心加速度は 20G とする。入力加速 度は実スケール換算で周波数:4Hz、振幅:300gal または 150gal のサイン波 を与えた。加振時間は 0.5sec および 2.0sec とし、各ケースの液状化抑制 効果と変形抑制効果に着目した。



図-1 間隙水圧消散工法



図-2 積層式せん断土層と センサー配置図





3. 実験結果

図-4 に実験結果の一例を示す。結果は実スケールに換算した値を示した。(a)は無対策(case1)の過剰間隙水 圧比の時刻歴を示し、(b)は対策(case3)の過剰間隙水圧比の時刻歴である。図-5 は case1~case6 までの最大過 キーワード:液状化、間隙水圧消散工法、遠心載荷模型実験、液状化抑制効果、変形抑制効果 連絡先:〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 TEL:024-956-8710 FAX:024-956-8858



図-4 実験結果の一例(過剰間隙水圧比)

剰間隙水圧比分布を示す。なお、ここでは case1~case4 の比較を行う。 無対策と対策を比較してみると、どちらとも15秒ぐらいまで過剰間隙水 圧比が上昇しているが、対策したケースでは過剰間隙水圧比が下降し、 消散していることがわかる。これは、間隙水がドレーンから排水されて、 液状化抑制効果があらわれたためである。また図-5より、無対策(case1) の最大過剰間隙水圧比は1に近く、case2~case4の最大過剰間隙水圧比 は case1 に比べて概ね 0.8 以下に抑えられている。図-6 は加速度時刻歴 の一例である。無対策は加振とともに加速度が低下していることがわか る。これは地盤の過剰間隙水圧が上昇し、その結果地盤の剛性が減少し たためである。一方対策したケースでは、加振直後に加速度が一時低下 するもののすぐに上昇していることがわかる。このことは、排水により 地盤の剛性が回復したものと考えられる。図-7は case1~case6 までの最 大水平変位分布を示している。最大水平変位分布を見ると、対策のケー スの方が値が小さく、対策により変形抑制効果があることがわかる。た だし、変位の抑制効果はあるものの、限定的な効果にとどまった。これ は、排水により剛性が回復したことで、無対策と比べて上部の砂層に大 きなせん断応力が伝播したことが原因であると考えられる。

4. まとめ

発生する過剰間隙水圧比はドレーンの本数が増えるほど低下すること がわかった。対策したケースでは、加速度時刻歴より水圧消散に伴う剛 性の回復がみられた。また、地盤の水平変位は抑制されるものの、今回 の実験では抑制効果は小さめにあらわれた。

5. 謝辞

本研究は、財団法人建設工学研究振興会、建設工学奨励賞の一環として行いました。

- 6. 参考文献
- DEPP 工法研究会: DEPP 工法(液状化対策工法)技術資料(平成 18 年 3 月),pp.3 (2006)

