

株式会社 武智工務所 ○山下 啓明 上紺屋 好行  
同 上 細川 義隆  
東京工業大学 吉見 吉昭

1.はじめに

液状化の可能性のあるゆるい飽和砂地盤の液状化防止対策工法として、グラベルドレーン工法がある。グラベルドレーンの液状化防止効果には、締固め効果と排水効果があることを文献1)で述べた。本論文では、グラベルドレーンの排水効果を有効に利用する目的で、節杭の周囲に碎石を充填してやり、充填した碎石に排水効果が見られるものかどうか、また、地盤の液状化時において、杭の周囲に何も充填してない節杭の挙動との違いについて比較検討した。さらに、節杭を打ち込み工法によって設置した時の効果についても検討を加えた。

2. 実験地盤および方法

図-1に、実験装置・節杭の配置図を示す。杭は、本体部がφ300mm節部がφ440mm、長さ3mの節杭である。実験は、あらかじめ節杭を土槽(幅4m、長さ6m、深さ約5m)内に設置しておき、その状態で砂をつめた地盤(ケース1)と地盤造成後に節杭を重さ1tfのハンマーを約50cmの高さから落下させて打ち込んだ地盤(ケース2)の2ケースについて実施した。両ケースとも杭の周囲に碎石を充填した節杭(以下、砂利付き節杭と呼ぶ)と何も充填してない節杭(以下、無処理の節杭と呼ぶ)を、比較のためそれぞれ1本ずつ(間隔、1.5m)設置した。杭先端の位置は深さ2.6mで、杭頭には設計荷重相当の重さ約2.6tfのコンクリートブロックを取り付けた。碎石は、碎石6号で、充填した碎石柱の外径は550mmとした。砂地盤は、珪砂6号を水中落下法にて造成した。実験装置、方法、及び試料の物理的性質・透水係数は文献1)、2)に示してある。測定項目は、地中の過剰間隙水圧、地表面・杭頭の水平・鉛直変位および水平加速度である。過剰間隙水圧は、砂利付き節杭、無処理の節杭の杭心から55cm、135cm離れた位置のGL-1.2、2.4、3.6mの深さで測定した。

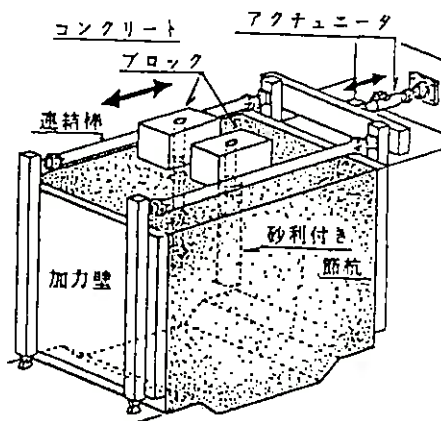


図-1 実験地盤及び節杭の配置図

3. 実験結果および考察

ここでは、実験地盤の状況及び地盤の液状化時における地中の過剰間隙水圧、杭の沈下量について述べる。

1) 節杭の周囲に充填した碎石の排水効果 (ケース1)

図-2は、砂利付き節杭と無処理の節杭を、あらかじめ土槽内にセットした状態で砂を詰めた地盤のqc値を深さ方向に示したものである。この図より、qc値は、浅いところで2~8kgf/cm<sup>2</sup>、深いところで8~20kgf/cm<sup>2</sup>の範囲に分布しており、深さとともに増加する傾向が見られる。図-3は、正負12tfの交番荷重を1Hz、20回(以下、加振力12tfと呼ぶ)加えた時の深さ2.4mの杭心から55cm、135cm離れた位置での、過剰間隙水圧の蓄積および消散過程の経時変化を示したものである。この図より、135cm離れた位置の過剰間隙水圧の変化を見ると、碎石の有無にかかわらず完全に液状化していることがわかる。55cm離れた位置の過剰間隙水圧では、無処理の節杭の方は、加振中上昇して

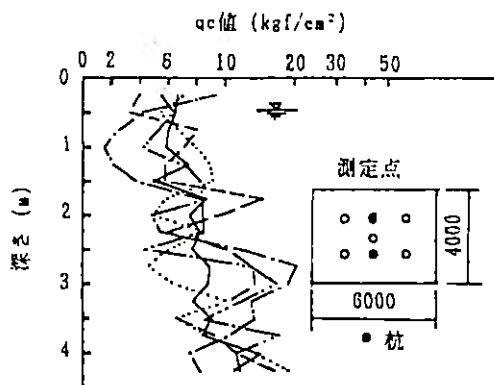


図-2 実験地盤のコーン貫入抵抗値(ケース1)

Experimental Study of the Method Using Gravel with Modular Pile for Mitigating Liquefaction Hazard (Part 1); H. Yamashita, Y. Kamikonya, Y. Hosokawa (Takechi Engineering Co., Ltd.), Y. Yoshimi (Tokyo Institute of Technology)

いるが、砂利付き節杭の方は、繰り返し回数5~6波目で最大値を示した後、加振中にもかかわらず消散している。図-4は、地表面、杭頭の沈下量の経時変化を示したものである。地表面、杭頭の沈下量は、繰り返し回数4波目まではあまり変化が見られないが、それ以後、無処理の節杭は、繰り返し回数とともに急激に沈下しており、最終的には160mmほど沈下した。それに比べ砂利付き節杭の方は、25mmしか沈下していない。このような結果を生じた要因として、充填した碎石が、周辺地盤で発生した過剰間隙水圧をすばやく消散させ、有効応力の回復を速めたためと考えられる。

2) 節杭打ち込みによる周辺地盤の締固め効果(ケース2)

図-5は、節杭の打ち込み前後の地盤のqc値を深さ方向に示したものである。打ち込み後のqc値は、杭本体部の表面から1D、6Dの位置で測定した値である。図中には、ケース1の平均qc値も描いている。地盤造成後のqc値は、ケース1の平均qc値とほぼ同傾向にあり地盤造成方法の再現性がよいことを表している。打ち込み後のqc値は、上部で約2~5倍、深さ3m付近で1.2~3倍増加しており、杭近傍ほど増加する割合が大きくなっている傾向がみられる。図-6は、加振力12tf時における2.4mの深さの杭心から55cm、135cm離れた位置での過剰間隙水圧の蓄積および消散過程の経時変化を示したものである。地盤は、完全に液状化しておらず、ケース1の様な碎石の有無による有意な差は特に見られないが、どちらも、杭に近いほど過剰間隙水圧の上昇量が小さい傾向がある。これは、液状化抵抗がqc値に比例するとすれば、この実験地盤では地盤が締まりやすく、杭に近いほどqc値が大きくなる傾向にあり、液状化抵抗も増えているためと考えられる。

4. まとめ

節杭の周囲に碎石を充填することは、(1)周辺地盤で発生した過剰間隙水圧を、グラベルドレーンと同様にすばやく消散させる排水効果がある。(2)(1)の効果によって、地盤の有効応力の回復が速いため、杭・構造物の沈下を小さく押さえることができる。(3)さらに杭を打ち込むことは、周辺地盤を締固め過剰間隙水圧の上昇量を押さえる効果がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、通商産業省から重要技術開発費補助金を頂いたこと、また有用な助言を頂いた東京工業大学の時松孝次先生に深く感謝いたします。

参考文献 1) 桑山、山下、細川、吉見: 大型土槽の液状化実験によるグラベルパイルの効果の検討 第21回土質工学研究発表会、1986

2) Yoshimi Y., et. al.: LARGE-SCALE CYCLIC SHEAR BIN TO EVALUATE METHODS FOR MITIGATING LIQUEFACTION HAZARD ,

Soils and Foundations , Vol.28 , NO.3 , pp 137-142 , sept 1988

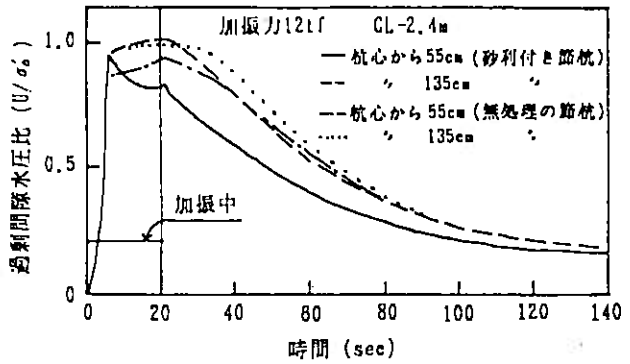


図-3 過剰間隙水圧比の経時変化(ケース1)

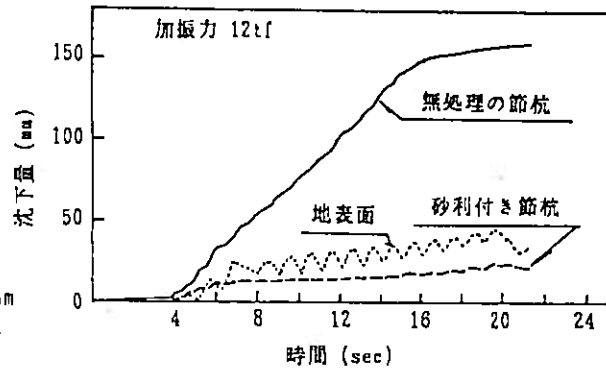


図-4 地表面、杭頭の沈下量の経時変化(ケース1)

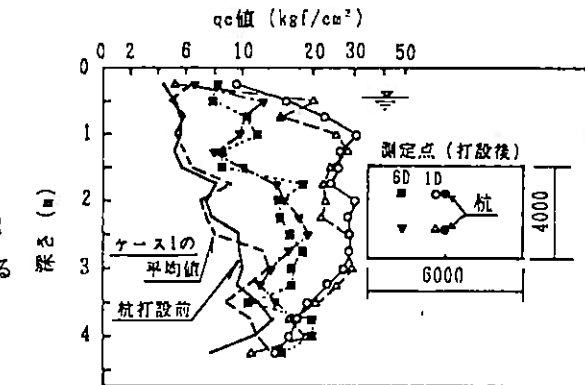


図-5 杭打設前後のコーン貫入抵抗値(ケース2)

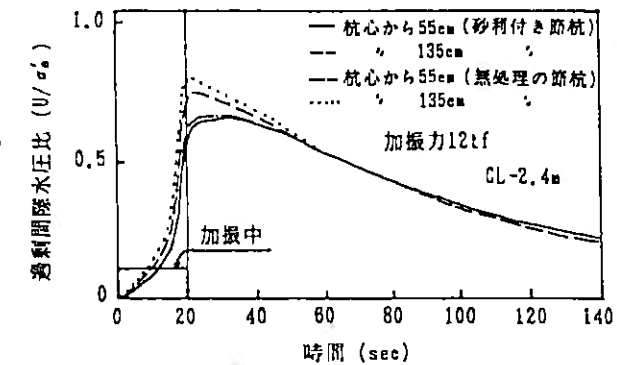


図-6 過剰間隙水圧比の経時変化(ケース2)