SCP 改良地盤における不飽和状態の三次元分布に関する実験的考察

大阪大学	学生会員	○長岡慶幸
大阪大学	正会員	鍋島康之
大阪大学	正会員	常田賢一

1.はじめに

サンドコンパクションパイル工法(SCP 工法)は、緩い飽和砂地盤を密実化させることによって地盤の液状化強度 を増加させる地盤改良工法の1つであり、液状化対策手法として広く用いられている。また、最近の調査¹⁾では SCP

改良地盤において砂杭を打設する際に高圧の圧縮空気を使用 するため地盤に空気が混入し、地盤の飽和度が 70%~90%ま で低下していることが報告されている。このため SCP 改良地 盤は、地盤の密実化による効果に加えて、地盤の飽和度が低 下することによる液状化抵抗増加の効果があると考えられて いる。しかし、実際の SCP 改良地盤において、飽和度が低下 している範囲を特定できておらず、地盤の飽和度低下を考慮 した設計法を確立するためには、不飽和の状態ならびにその 範囲を三次元的に把握する必要がある。そこで本研究では、 飽和した模型地盤の底部から空気を注入して模型地盤を不飽 和化させ、飽和度の三次元的分布を把握することにより、SCP 改良地盤の不飽和状態の推定を行った。

2. 試験概要

図-1 は本研究で用いた試験装置の模式図である。 SCP 改 良地盤を模擬的に再現した模型地盤として、内径 160mm,高 さ 685mm のアクリル製カラム内に、豊浦標準砂を空中落下 法で Dr=50%となるように作成したものを用いた。カラム底 部に設けた注水口から注水し、模型地盤を飽和させた。次に カラム底部中心に設けた空気注入口(10mm)から 10kPa の注入圧で、400cm³/min の 速度で1600cm³の空気を注入し、注入終了時 点からの飽和度の経時変化を計測した。注水 ロと空気注入口には、砂が入らないようにポ ーラスストーンを取り付けている。そして飽 和度の測定は、図-2に示すようなロッド長が 120mm O TDR(Time Domain Reflectrometry) 土壌水分計を用いて行なった。飽和度の測定 は、カラム底部から 40, 240, 440, 640mm の高さ毎について、模型地盤の中心から 0,



図-1 試験装置



図-2 土壌水分計と飽和度計測位置

30, 50, 70mmの位置において、計16箇所の飽和度を測定した。

キーワード 液状化対策, SCP 工法, 不飽和, 三次元分布

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合学専攻 長岡慶幸 TEL 06-6879-7625

3-309

3. 試験結果

図-3 は各高さにおける飽和度の平均値について経時変化を示し たものである。ここで、経過時間 0min の値は空気注入前に計測し た飽和度である。高さ 440mm における飽和度は若干低下するが、 ほぼ横ばい状態である。また、高さ 40mm と 240mm の位置におけ る飽和度はよく似た挙動を示し、空気注入によって飽和度が 7%程 度低下し、その後ほぼ一定の値となっていることが確認できる。し かし、高さ 640mm における飽和度は空気注入によって大幅に低下 して、その後徐々に低下する傾向を示し、空気注入 60 分後には注入 前より約 30%低下していることが分かる。上部ほど飽和度が低くな る傾向は、既往の実験結果²⁰にも見られる。この理由としては、相 対密度が比較的大きいために注入された空気のほとんどは、上方へ 移動したためだと考えられる。

図-4 はカラム中心からの各距離における飽和度の平均値につい て経時変化を示したものである。この図より、飽和度は空気注入直 後に低下した後、ほとんど変化しないことが分かる。また、中央部 と周辺部で飽和度が高くなっており、中心から 30~50mmの位置で 飽和度が低下している。しかしながら、半径方向の飽和度分布は鉛 直方向と異なり、顕著な飽和度の差は生じていないことが分かる。 この理由として、カラム底部中心から注入された空気は、ほぼ均一 に拡散したためと考えられる。また、今回の実験時間内では、一度低下 した飽和度が再上昇する挙動は確認できなかったため、既往の調査¹⁾ にあるように不飽和状態は長期に渡って存在することが考えられる。

図-5 は空気注入後 60min におけるカラム内の飽和度分布を示したものである。上述した通り、模型地盤上部では飽和度が著しく低下している。しかし、高さ440mm では飽和度が高い部分が存在し、高さ240mm 付近では、また飽和度が低下し87%~90%程度となっていることが確認できる。このことから、注入された空気は地盤内部にもある程度残留し、不飽和状態となっている可能性が示唆された。また、今回の実験では空気注入後 60min における模型地盤全体の飽和度は約85%であった。

4. まとめ

SCP 改良地盤における飽和度の三次元分布を把握するために、模型試験 を実施した。その結果、鉛直方向で飽和度分布を検討した場合、地盤上 部において飽和度が著しく低下するが、半径方向の飽和度分布は鉛直方 向と異なり、顕著な差は生じていないことが分かった。また、注入され た空気は地盤内部にもある程度残留し、不飽和状態となっている可能性 があることが分かった。



図-3 各高さにおける平均飽和度の経時変化







<参考文献>

- 岡村,石原,田村:SCPで改良された砂質土地盤の26年後の飽和度,第38回地盤工学研究発表会,pp.2027-2028, 2003.
- 西垣ら:砂質地盤の不飽和化による地震時の液状化対策工法に関する研究,第 39 回地盤工学研究発表会,pp. 1235-1236,2004.