

空洞拡張による杭の摩擦支持力の効果に関する研究

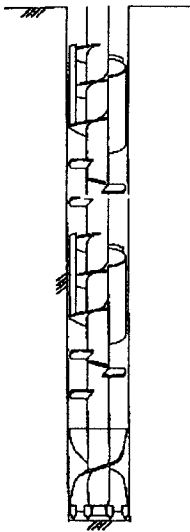
金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○渡辺 康司

金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克

金沢大学工学部 フェロー 北浦 勝

1.はじめに

現在我が国の杭打ち工法には様々なものがあるが、孔壁をゆるめがちであり、残土処理などに多大な費用を有するのが現状である。本研究で取り上げる工法は、図-1 に示すような不連続オーガスクリーにより、地上に排出する土砂をわずかに抑え、土砂を孔壁に押し付け、孔壁を強固な状態に改良しながら杭を造成していく工法である。周辺地盤を改良しながら施工を行うため、従来工法に比べ杭の許容支持力の増加につながり、杭の本数を減らすことができ、かつ、残土を少なくすることが期待される。本研究では、本工法の効果を定量的に評価するために、室内模型実験を行い摩擦支持力の増加を確認し、先に構築した理論式を定量的に検証する。なお、今回の実験では、砂地盤による室内実験のみを行った。



2.実験概要および実験方法

実験に用いた砂槽は横 120cm、縦 120cm、高さ 150cm の大きさである。砂を締め固める方法として、振動コンパクタを用い、砂に振動を与えることで均一な地盤を作成した。実験には図-1 に示すスクリーの 1/5 スケールの模型を用いた。スクリーの貫入には、小型のボーリングマシーンを用い、90cm の深さまで貫入を行った。本実験では、スクリーの貫入時の土圧の変化と杭貫入前後の地盤の固さを測定した。図-2 に示す位置に土圧計を設置した。地盤の固さの測定には、建設省土木研究所において考案された土研型動的円すい貫入試験機を用いた。これは、5kgf のハンマーを 50cm の高さから自由落下させ、10cm 貫入するのに要する打撃回数を測定するものである。なお用いた砂の単位体積重量は 1.8tf/m³ である。

図-1 不連続オーガスクリー

3.実験結果と考察

表-1 は図-2 に示す位置に土圧計を設置し、不連続オーガスクリーを 90cm まで貫入させたときの土圧の増加量を示している。これによると、深さに関係なく一様に土圧が増加していることがわかる。今回の室内実験では、掘削深さが 90cm であるので、90cm の位置での土圧の増分が他と比べて小さいが、さらに深く掘削を続ければ 90cm の位置での土圧もさらに増加すると思われる。これより、深さに関係なく、側壁を一様に締め固めることができることがわかる。

つぎに、コーン貫入試験の結果を図-3 に示す。図-3 は杭貫入位置から 20cm の位置における杭貫入前後のコーン貫入試験の打撃回数を示している。杭貫入前後の打撃回数を比較すると、貫入後に打撃回数が増加しており、杭貫入後は周辺地盤が締め固められ、地盤強度が増加していると考えられる。ただし、地盤の浅い層では打撃回数があまり増加していない。これは、杭の貫入による効果よりも、杭の貫入で引き起こされる地盤の乱れによる影響が大きいためだと考えられる。また、深い層になるにつれて杭貫入による効果が大きくなり、打撃回数の増加が大きくなっている。図-4 に深さ 50cm における杭貫入前後における打撃回数の変化を、貫入点か

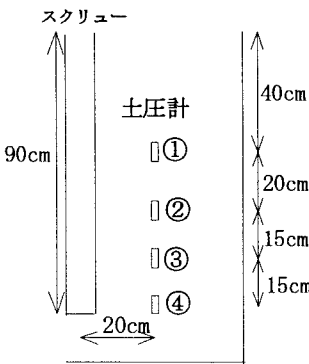


図-2 土圧計の位置

表-1 各位置での土圧の増加量

土圧計の位置	土圧の増加量(kgf/cm ²)
①	7.5
②	6.9
③	7.0
④	4.8

らの距離との関係で示す。図-4 より、20cm 離れた位置では打撃回数が約 1.4 倍に増加していることがわかる。また、貫入点から離れるにつれて打撃回数の増加量が小さくなることもわかる。

本実験では、排出された残土の量についても計測を行った。通常のスクリーで掘削を行った場合には、直径 10cm のスクリーで 90cm 掘削すれば約 7000cm³ の残土が予測されるが、本実験で排出された砂は 1556cm³ であり、4 分の 1 以下に残土を少なくすることができた。また、50cm 掘削するまでの残土の量と 50cm から 90cm まで掘削する残土の重量を比較すると、前者が 1.8kgf、後者が 1.0kgf という結果となった。後者の方が掘削した深さが 10cm 少ないということを考慮しても残土量は約半分に減っており、本工法は深く掘るほど効果が大きくなるものと考えられる。

4.理論との対応

空洞が拡張されることによって地盤が水平方向に締め固められ間隙比が減少すると考えた。そこで、スクリーの半径方向の距離に比例して受圧面積が増加すること、間隙比の減少に伴い半径に比例して拡張に伴う力が小さくなることを考慮して、杭の貫入前後における間隙比の減少割合は半径の 2 乗に比例すると仮定し、杭貫入後の間隙比を算出し、相対密度と N 値の関係式から理論的に N 値を算出した。図-5 は貫入点からの距離が 20cm の位置での、各深さにおける空洞拡張後の N 値を理論式を用いて計算し、実験による実測値と比較したものである。なお、実験で得られたコーン貫入試験結果を次式を用いることによって N 値に換算した。

$$N = 0.1N_r + 1.11\log_{10} N_r$$

(N_r : コーン貫入試験における打撃回数)

図中の直線状に点がプロットされると両者の値が等しいことを示すが、図-5 より、両者がよく一致していることがわかる。

5.結論

本研究では、不連続オーガスクリーモデルを用いて室内模型実験を行った結果、地盤が水平方向に締め固められることで周辺地盤の地盤強度が増加することが確かめられた。今後は、実物大での実験（主に粘土地盤）を行い、先に構築した理論式との検証を行い、本工法の実用化に向けて研究を進めていく予定である。

謝辞：本研究は平成 11 年度石川県産業技術等研究開発補助事業の助成のもとで（株）ショーワ建商と共同で行った実験成果をとりまとめたものである。関係各位に厚くお礼申し上げます。

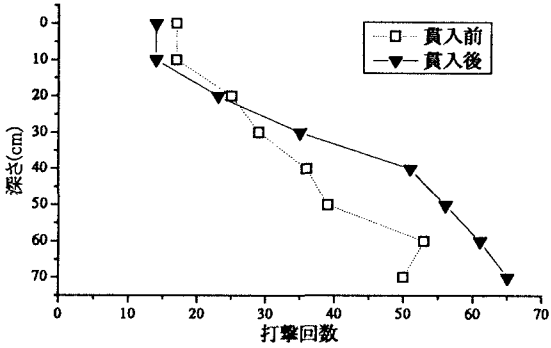


図-3 貫入点から 20cm 離れた位置でのコーン打撃回数

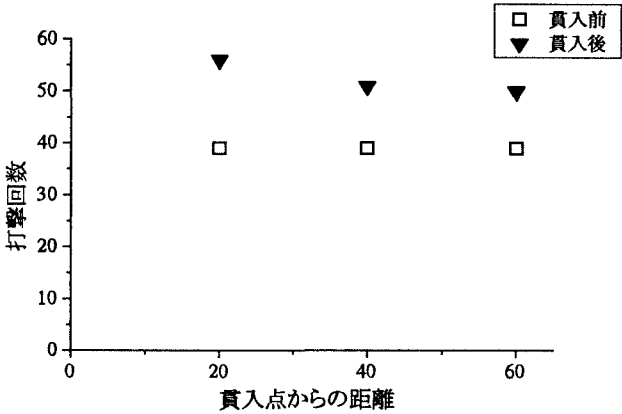


図-4 貫入点からの距離と深さ 50cm での打撃回数の関係

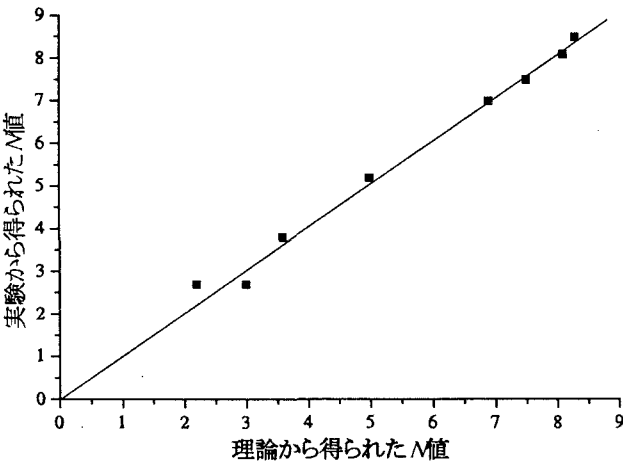


図-5 理論と実験値の N 値の比較