

天然土砂埋戻し工法における杭抜き跡の埋戻し処理の性能評価

東京コンテック 正会員 ○中尾晃揮
 芝浦工業大学 正会員 稲積真哉
 東京コンテック 非会員 飯田哲夫
 東京コンテック 非会員 山田武史

1. はじめに

杭抜き工事において、杭抜き跡（杭抜き孔）の確実な埋戻しが重要視されている。杭抜き跡の不確実な埋戻しから起こり得る事象として、周辺地盤の地盤沈下、新築工事における新設杭の施工品質や工期への悪影響および空隙発生による地盤の不良化等が挙げられる。現在、杭抜き跡の埋戻し材は大きく分けて、セメント系充填材、流動化処理土および土砂の3種類が挙げられる。ただし、土砂による埋戻しは、埋戻し過程における転圧が困難であることから、深度方向に均一な充填が難しく、安定した強度を確保できない懸念がある。また、原地盤に対して緩い土砂を埋め戻したことにより、その後1ヶ月程度まで埋戻し部の沈下が発生した事例や、大雨の影響で沈下や陥没が生じた事例がある¹⁾。一方、セメント系充填材および流動化処理土による埋戻しは、水とセメントの材料分離により深度方向によって強度が不均一になる可能性がある。また、地下水浸入によって所定の値よりも強度が低下する、あるいは固化不良が生じる等の可能性がある。さらに、杭抜き跡へセメント成分を混入するため、杭抜き跡がアルカリ性を呈することや六価クロムの溶出リスクが高まる等の地盤環境問題が懸念される。

杭抜き跡の埋戻し処理後の地盤には、新設杭の打設時に掘削可能且つ崩壊しない強度が必要であり、理想的には原地盤の強度特性と差がないことが望ましいとされる。上記の課題を解決し、杭抜き跡の地盤の復元性を高めるためには、深度方向とは無関係に均質な強度を発揮し、且つ地盤環境問題を考慮した埋戻し処理技術の開発が必要である。したがって、本研究では締め固めながら天然の土砂による埋戻し処理が可能な「天然土砂埋戻し工法（以降、BFS工法と称す）」の適用を提案する。本稿ではBFS工法の概要およびBFS工法による杭抜き跡の埋戻し処理の適用性について述べる。

2. BFS工法の概要

BFS工法は土粒子間の空隙を排除して密度と強度を高めることを基本原理としたものであり、オーガーにより土砂を強い力で圧縮して締め固めながら杭抜き跡に充填することが可能である。

BFS工法におけるオーガー構造を図-1に示しており、オーガーを

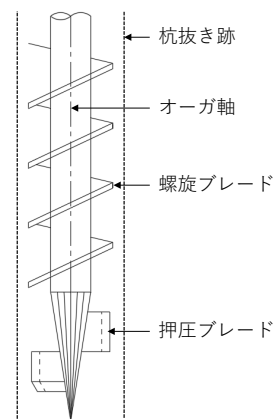


図-1 BFS工法におけるオーガー構造

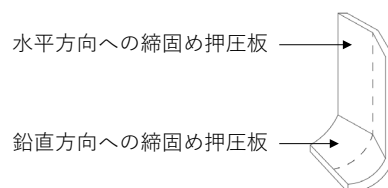
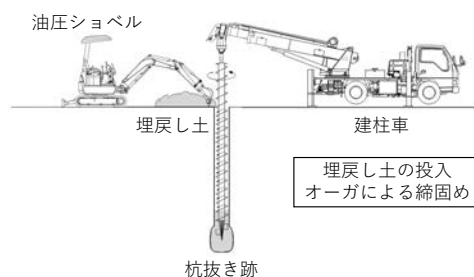
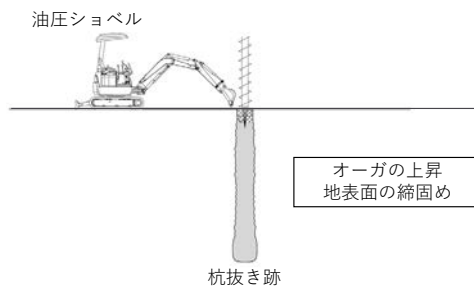


図-2 押圧ブレードによる締め固め機構



(a) 埋戻し土の投入および締め固め



(b) オーガーの上昇および地表面の締め固め

図-3 BFS工法による埋戻し処理手順

キーワード 杭抜き跡, 埋戻し, 締め固め
 連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲3丁目7-5
 TEL : 03-5859-8360, FAX : 03-5859-8401

回転させながら、土砂を地上から螺旋ブレードに徐々に載せ、先端の押圧ブレードに送り込んでいく。締固め機構としては、オーガー先端の円錐形の外周面に特殊な形状をした 2 枚の押圧ブレードを回転断面の対称位置で取り付けただけのものであり、回転させることによりそのブレードが、地上から投入する土砂と周辺の地盤を鉛直方向と水平方向に大きな力で圧縮できる（図-2 参照）。BFS 工法による杭抜き跡の埋戻し処理手順を図-3 に示す。

BFS 工法はプラント等が不要であり、且つ比較的小型の施工機械である自走式の建柱車と油圧ショベルを用いることから、搬入路や施工現場が狭い現場において適用がしやすく、具体的には 2.5m 程度の搬入路と 4.0m×10.0m 程度の現場スペースが確保されていれば施工可能である。さらに、現場発生土を埋戻し土に用いることで、建設発生土を大幅に減らすことができ、さらに水も電気も使用しないため、現場での適用性および施工性は非常に高いと考えられる。

3. BFS 工法による杭抜き跡の埋戻し処理の性能評価

本研究では掘削用オーガーを用いて、直径 0.8m、深度 8.0m、孔内水位 4.3m の杭抜き工事における杭抜き跡地盤を計 2 箇所再現した。埋戻し土としては、図-4 に示す千葉県君津市産の山砂および本山砂と掘削時に発生した現地土（関東ローム）を混合した混合土を用いた。なお、山砂と現地土の配合比は 2 : 1 とした。

杭抜き跡の埋戻し処理の性能評価方法として、掘削前の地盤および埋戻し処理後の地盤の中心点において、SWS 試験を実施し、換算 N 値を評価指標として用いた。

図-5 に示す SWS 試験結果より、山砂による埋戻し地盤の換算 N 値は 1~2 程度であり、混合土による埋戻し地盤の換算 N 値は 2~4 程度であることが確認された。埋戻し土による換算 N 値の差異は、埋戻し土の粒度分布が影響していると考えられる。図-3 の粒度試験結果より、山砂の均等係数は 3.63 であり、締固めの難易度が比較的高い試料であったことが示唆される。一方で、山砂に現地土である関東ロームを混合した混合土の均等係数は 133 であり、山砂のみの場合よりも粒径幅が広くなり、比較的締固めが容易な試料であったと考えられる。したがって、本来締固めが困難な杭抜き跡という狭隘な空間において、本工法において埋戻し土を適切に選択することにより、十分な締め固め転圧が行えると考えられる。また、埋戻し処理後 1 ヶ月後に地表面の経過観察により、埋戻し処理後の地盤に沈下が発生していないことを確認した。さらに、双方の SWS 試験結果において、孔内水位以下の換算 N 値が 1 程度減少していることが確認された。そのため、杭抜き工事において生じた孔内水については、揚水ポンプ等によりできる限り減水することが望ましいと考える。

4. おわりに

杭抜き跡の地盤の復元性を高めるためには、深度方向とは無関係に均質な強度を発揮でき、且つ地盤環境に配慮した埋戻し処理方法が必要不可欠である。締め固めながら天然の土砂による埋戻し処理が可能な BFS 工法は、本来締固めが困難な杭抜き跡という狭隘な空間において十分な締め固め転圧が可能であると考えられる。

現在取り組んでいる課題としては、対象地盤および埋戻し土の適用範囲を明らかにし、良好な埋戻し処理が可能な埋戻し土および添加材の選定を実施することである。添加材については、地盤環境問題に配慮した石膏系固化材の使用を検討している。

参考文献

- 1) 既存杭引抜き工法協会：既存杭引抜き工事「その目的から計画～工事」、既存杭引抜き工法協会，pp1-11，2017。

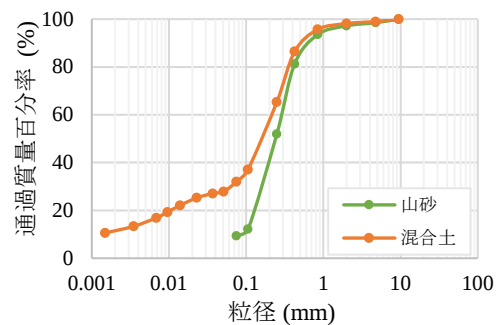


図-4 山砂および混合土の粒径加積曲線

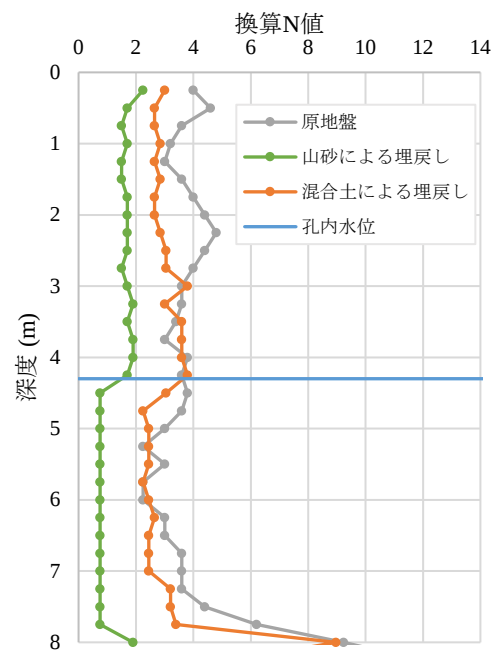


図-5 埋戻し地盤における SWS 試験結果